



## 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.		
D14	CT14 Creatividad.		
D16	CT16 Razonamiento crítico.		
D17	CT17 Trabajo en equipo.		

## 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.			D14
			D16
			D17

## 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.  
Arranque  
-Motores asíncronos. Arranque.  
-Arranque directo.  
-Arranque por resistencias intercaladas en el estator.  
-Arranque por autotransformador.  
-Arranque estrella-triángulo.  
-Arranque por inserción de resistencias en el circuito del rotor.  
-Motor de inducción de doble jaula de ardilla  
-Motor de inducción de ranura profunda  
-Motores asíncronos. Cambio del sentido de giro.  
-Motores asíncronos. Características nominales.  
-Regulación de velocidad de los motores asíncronos  
-Variación del par de un motor asíncrono con la tensión de alimentación  
-El motor asíncrono alimentado en corriente  
-El motor asíncrono alimentado a frecuencia variable  
-Cicloconvertidores trifásicos  
-Bucles de control para los accionamientos de ca.  
-Zonas de trabajo en el control del motor asíncrono  
-Control vectorial  
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: LA 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
Lección magistral	40	80	120

Prácticas con apoyo de las TIC	12	24	36
Resolución de problemas	12	24	36
Prácticas de laboratorio	12	21	33

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

### Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Presentación y justificación de los contenidos teóricos
Prácticas con apoyo de las TIC	Simulación informática, básicamente utilizando MATLAB/SIMULINK, de diferentes sistemas trifásicos con máquinas eléctricas conectada a redes con perturbaciones.
Resolución de problemas	Se resolverán ejercicios y/o problemas en clase propuestos por el profesor y resueltos por sub-grupos de pocos alumnos (3 o 4).
Prácticas de laboratorio	Elaboración de los ensayos de máquinas eléctricas, justificación, análisis de los resultados y elaboración de la memoria correspondiente. Se realizará por sub-grupos de 3 o 4 alumnos.

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	El profesor impartirá en el aula asignada a lección, utilizando como herramientas el Power Point, la pizarra y videos e responderá a todas las preguntas que sobre la misma le hagan los alumnos. Cualquier consulta posterior se realizará dentro de las horas de tutoría habilitadas al efecto por el profesor para el primero cuatrimestre. En el segundo cuatrimestre se acordará previamente con el alumno la fecha y hora mas apropiada.
Prácticas de laboratorio	Se realizaran en el laboratorio de Máquinas Eléctricas, donde primero el profesor explicará la práctica para todos los alumnos del grupo, luego hará un montaje de la misma indicando las precauciones a adoptar, para seguidamente los alumnos, divididos en cuatro sub-grupos, hacer los montajes correspondientes, bajo la supervisión del profesor, y tratar de obtener los resultados que se solicitan en la memoria de la práctica que se encuentran en la web:www.donsion.org. Cualquier consulta posterior se realizará dentro de las horas de tutoría habilitadas al efecto por el profesor para el primero cuatrimestre. En el segundo cuatrimestre se acordará previamente con el alumno la fecha y hora mas apropiada.
Prácticas con apoyo de las TIC	El profesor, utilizando las potencialidades del MATLAB/SIMULINK, establecerá modelos de sistemas eléctricos con máquinas eléctricas, y tratará de que los alumnos vean el comportamiento de las mismas ante diferentes incidencias y perturbaciones en diferentes puntos del sistema eléctrico. Los alumnos de forma individual implementarán esos modelos y otros similares para comprobar que los resultados obtenidos son razonables y comparables con los obtenidos por el profesor y otros compañeros. Cualquier consulta posterior se realizará dentro de las horas de tutoría habilitadas al efecto por el profesor para el primero cuatrimestre. En el segundo cuatrimestre se acordará previamente con el alumno la fecha y hora mas apropiada.
Resolución de problemas	

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Lección magistral	Se evaluará la docencia teórica, básicamente mediante evaluación continua, con preguntas cortas o tipo test y, para los alumnos que no superen la evaluación continua, se realizará un examen final a base de preguntas cortas o tipo test. 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	B3 C10 D1 D16
Prácticas con apoyo de las TIC	Se evaluará, básicamente mediante evaluación continua, con ejercicios/problemas tipo tarea y, para los alumnos que no superen la evaluación continua, se realizará un examen final en el que se evaluará 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
Resolución de problemas	Se evaluará la asistencia activa a clase y los ejercicios realizados en la misma y entregados por grupos reducidos de alumnos (3 o 4). 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	

Prácticas de laboratorio	Se evaluará La asistencia activa a las prácticas de laboratorio y de simulación en el aula de informática y las memorias de prácticas realizadas y entregadas por grupos reducidos de alumnos (2 o 3). 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
--------------------------	---	----	---------

### 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

#### Bibliografía Básica

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**, -,

#### Bibliografía Complementaria

### 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.

### Plan de Contingencias

#### Descripción

=== MEDIDAS EXCEPCIONALES PLANIFICADAS ===

Ante la incierta e imprevisible evolución de la alerta sanitaria provocada por el COVID-19, la Universidad de Vigo establece una planificación extraordinaria que se activará en el momento en que las administraciones y la propia institución lo determinen atendiendo a criterios de seguridad, salud y responsabilidad, y garantizando la docencia en un escenario no presencial o parcialmente presencial. Estas medidas ya planificadas garantizan, en el momento que sea preceptivo, el desarrollo de la docencia de un modo más ágil y eficaz al ser conocido de antemano (o con una amplia antelación) por el alumnado y el profesorado a través de la herramienta normalizada e institucionalizada de las guías docentes.

=== ADAPTACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS ===

\* Metodologías docentes que se mantienen

No se mantendrían las metodologías que obliguen a una docencia presencial.

\* Metodologías docentes que se modifican

Se utilizaría, en la medida de lo posible, la videoconferencia utilizando para ello los recursos disponibles en la Sala de Profesor asignada, videos y software con licencia de la Universidad de Vigo, básicamente MATLAB/SIMULINK.

\* Mecanismo no presencial de atención al alumnado (tutorías)

Las tutorías se realizarían, básicamente, utilizando el correo electrónico, el teléfono y la videoconferencia del Sala de Profesor.

\* Modificaciones (si proceden) de los contenidos a impartir

Básicamente, se trataría de mantener el programa de la asignatura lo más fielmente posible al establecido en la presente guía docente.

\* Bibliografía adicional para facilitar el auto-aprendizaje

- Además de la bibliografía recomendada para la docencia presencial, se facilitarían los PDF elaborados por el profesor, videos propios y otros que pudiesen ser de interés, así una selección de artículos y documentación existente en la red.

\* Otras modificaciones

=== ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN ===

\* Pruebas ya realizadas

Examen final junio/julio: [Peso anterior 60%] [Peso Propuesto 60%]

\* Nuevas pruebas

-Se basarían en buena media en la evaluación continua y, para aquellos alumnos que no superasen la evaluación continua, se haría un examen final utilizando el Moodle de la Sala de Profesor.

\* Información adicional

---