



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS  
DE GRAN CANARIA

GUÍA DOCENTE

CURSO: 2006/07

15271 - MÁQUINAS ELÉCTRICAS

**ASIGNATURA:** 15271 - MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Vinculado a : (Titulación - Asignatura - Especialidad)

1050-Ingeniería Industrial - 15847-MÁQUINAS ELECTRICAS - P1

1052-Ingen. de Organización Industrial (sólo - 15804-MÁQUINAS ELÉCTRICAS - P1

1052-Ingen. de Organización Industrial (sólo - 15804-MÁQUINAS ELÉCTRICAS - P2

**CENTRO:** Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles

**TITULACIÓN:** Ingeniero Industrial

**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELÉCTRICA

**ÁREA:** Ingeniería Eléctrica

**PLAN:** 10 - Año 200 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Tercer curso **IMPARTIDA:** Segundo semestre **TIPO:** Obligatoria

**CRÉDITOS:** 6 **TEÓRICOS:** 4,5 **PRÁCTICOS:** 1,5

## Información ECTS

Créditos ECTS:4,5

Horas de trabajo del alumno:135

Horas presenciales:

- Horas teóricas (HT):45
- Horas prácticas (HP):15
- Horas de clases tutorizadas (HCT):8
- Horas de evaluación:12
- otras:

Horas no presenciales:

- trabajos tutorizados (HTT):
- actividad independiente (HAI):55

Idioma en que se imparte:Español

## Descriptores B.O.E.

Generalidades de máquinas eléctricas. Descripción y fundamentos de los tipos básicos de máquinas eléctricas.

## Temario

Capítulo I. Transformadores

Tema 1. (1 hora)

Fundamento de los transformadores de potencia. Finalidad de los transformadores. Circuitos magnéticos y eléctricos. Potencia nominal de un transformador.

Tema 2. (0,5 horas)

Transformador monofásico de potencia en vacío, resistencia y reactancia de dispersión en el primario, ensayo del transformador en vacío.

Tema 3. (0,5 horas)

Transformador monofásico de potencia en carga. Diagrama vectorial del transformador en carga.

Tema 4. (1 hora)

Reducción de un transformador a la tensión de uno de sus arrollamientos. Diagrama vectorial del transformador en carga, a base del secundario reducido al primario.

Tema 5. (1 hora)

Ensayo del transformador en cortocircuito. Tensión de cortocircuito. Pérdidas que aporta el ensayo de cortocircuito.

Tema 6. (0,5 horas)

Trabajo en paralelo de transformadores monofásicos.

Tema 7. (1 hora)

Transformación de sistemas trifásicos. Con transformadores monofásicos. Con transformador trifásico. Teoría en régimen equilibrado.

Tema 8. (1 hora)

Conexiones en los transformadores trifásicos: desfases, trabajo en paralelo.

Tema 9. (1 hora)

Autotransformadores monofásicos. Constitución. Ventajas frente al transformador.

Capítulo II. La Máquina Eléctrica Rotativa en General.

Tema 10. (1 hora)

Convertidores electromecánicos de energía. Inducción electromagnética. Fuerza y par electromagnéticos. Constitución general de la máquina eléctrica rotativa.

Tema 11. (0,5 horas)

Introducción al circuito magnético. Curva de inducción. Teorema de Ampere y Ley de Ohm en los circuitos magnéticos.

Tema 12. (1,5 horas)

Curvas características de las máquinas eléctricas rotativas. Características magnética y de vacío. Característica exterior de los generadores. Fases sucesivas en la puesta en marcha de un motor. Pérdidas en las máquinas eléctricas rotativas. Rendimiento de las máquinas eléctricas rotativas.

Tema 13. (1 hora)

Devanados de inducido. Bobina elemental y paso de bobina. Esquema circular y rectangular de los devanados. Diferentes tipos de devanados.

Tema 14. (1 hora)

La máquina eléctrica rotativa ideal. Fuerza magnetomotriz de una bobina simple. F.m.m. de una bobina múltiple. F.m.m. de una capa de corriente. Onda de inducción en el entrehierro.

Tema 15. (1 hora)

Introducción al análisis funcional de la máquina eléctrica rotativa. F.e.m. inducida en una bobina simple. F.e.m. inducida en un devanado distribuido: factor de devanado.

Capítulo III. Máquinas de Corriente Alterna Asíncronas.

Tema 16. (1 hora)

Constitución de la máquina de inducción trifásica. Principio de funcionamiento como transformador, como motor, como generador y como freno.

Tema 17. (1,5 horas)

Diagrama vectorial de f.m.m.s. y de flujos. Par electromagnético interno. Ecuaciones generales. Características par-deslizamiento.

Tema 18. (1,5 horas)

Características funcionales del motor de inducción. Arranque del motor de inducción. Métodos de arranque para motores de jaula.

Tema 19. (1 hora)

Métodos de regulación de la velocidad. Control de la velocidad por cambio del número de polos. Regulación de la velocidad variando la frecuencia.

Tema 20. (0,5 horas)

La máquina de inducción como generador. Excitación del generador de inducción por condensadores.

Tema 21. (1 hora)

Constitución y principio de funcionamiento de un motor monofásico de inducción. Arranque y características funcionales del motor monofásico.

Capítulo IV. Máquinas de Corriente Alterna Síncronas.

Tema 22. (1 hora)

Constitución y clasificación de las máquinas síncronas. Principio de funcionamiento como generador y como motor.

Tema 23. (1,5 horas)

Funcionamiento en vacío y características de vacío. Fenómeno de reacción de inducido en el funcionamiento en carga. Reacción de inducido de la máquina síncrona polifásica.

Tema 24. (1 hora)

Característica en cortocircuito. Triángulo de Potier. Característica reactiva.

Tema 25. (0,5 horas)

Característica potencia-ángulo de par. Característica exterior. Característica de regulación.

Tema 26. (1 hora)

Introducción al funcionamiento en paralelo de las máquinas síncronas. Maniobra de acoplamiento. Sincronización.

Capítulo V. La Máquina de Corriente Continua.

Tema 27. (1 hora)

Constitución y principio de funcionamiento. Sistema de excitación.

Tema 28. (1,5 horas)

Fenómeno de reacción de inducido. Funcionamiento en carga de la máquina de corriente continua. Caída de tensión por resistencia. Reacción magnética transversal del inducido. Reacción longitudinal del inducido. Medios para compensar la reacción transversal del inducido.

Tema 29. (1 hora)

El fenómeno de la conmutación. Condiciones necesarias para obtener una buena conmutación.

Tema 30. (0,5 horas)

Generador de excitación en derivación.

Tema 31. (1 hora)

Motores de corriente continua. Adaptación automática del par motor al par resistente.

Características de los motores de corriente continua de excitación en serie.

Problemas de Máquinas Eléctricas a desarrollar a lo largo del curso.(15 horas)

## Requisitos Previos

Requisitos conceptuales previos y asignaturas que se recomiendan hayan sido cursadas:

- Álgebra
- Cálculo
- Mecánica
- Resistencia de materiales
- Electromagnetismo
- Teoría de circuitos

## Objetivos

- 1) Iniciar al alumno en los conocimientos generales de las máquinas eléctricas.
- 2) Proporcionar los conocimientos básicos y esenciales de las cuatro máquinas eléctricas principales: transformadores de potencia, máquina rotativa asíncrona, máquina rotativa síncrona y máquina rotativa de corriente continua.

## Metodología

- 1) Clases teóricas.
  - 1.1. Teoría.
  - 1.2. Problemas
- 2) Clases prácticas
  - 2.1. Manipulaciones en el laboratorio.

## Criterios de Evaluación

- 1) Dos exámenes parciales o un examen final de repesca de los parciales no aprobados (peso nota final 85% siendo el porcentaje de la teoría un 70% y los problemas un 30%)
- 2) Colección de las memorias de prácticas realizadas a lo largo del curso o examen final de una práctica del programa (peso nota final 15%)

## Descripción de las Prácticas

Práctica 1 : (1 hora) Seguridad en el laboratorio de máquinas eléctricas. Se exponen las normas de seguridad a seguir durante el desarrollo de las prácticas teniendo en cuenta los posibles riesgos que existen por la manipulación de las máquinas eléctricas.

Práctica 2 : (2 horas) El transformador: f.e.m. inducida y ensayo de vacío. Fuerza electromotriz inducida de transformación y principio básico del transformador. Concepto de voltio por espira. Relación de transformación en vacío. Ensayo de vacío de un transformador monofásico.

Práctica 3 : (1 hora) El transformador: Polaridad, terminales homólogos y conexiones. Polaridad en bornes de un transformador monofásico y otro trifásico. Concepto de terminal homólogo. Conexiones en un devanado secundario fraccionado.

Práctica 4 : (2 horas) Fundamentos de las máquinas eléctricas rotativas. Principios físicos en los que se basa el funcionamiento de las máquinas eléctricas rotativas. Momento y par de fuerzas. Constitución general: estator, entrehierro y rotor.

Práctica 5 : (1 hora) Principio de funcionamiento de las máquinas asíncronas. Concepto de máquina asíncrona trifásica (rotor en cortocircuito y rotor (bobinado) Tensión nominal y conexiones de los motores trifásicos. Placa de bornes y placa de características.

Práctica 6 : (1 hora) Arranque de un motor asíncrono (I). Arranque en estrella. Ventajas, inconvenientes y aplicaciones.

Práctica 7 : (1 hora) Arranque de un motor asíncrono (II). Arranque en triángulo. Ventajas, inconvenientes y aplicaciones.

Práctica 8 : (1 hora) Principio de funcionamiento de las máquinas síncronas. Elementos constructivos. Funcionamiento como generador. Ajuste de la tensión de salida.

Práctica 9 : (1 hora) Condiciones de acoplamiento. Verificación de las condiciones de acoplamiento de un generador síncrono a una red de potencia infinita.

Práctica 10 : (1 hora) Principio de funcionamiento de las máquinas de corriente continua. Funcionamiento de las máquinas de c.c. Campo estacionario. Colector de delgas. Colector de anillos.

Práctica 11 : (1 hora) Máquina c.c.: Motor excitación independiente. Ensayo en vacío. Conexión del motor de corriente continua. Ensayo en vacío.

Práctica 12 : (2 horas) Máquina c.c.: Motor excitación independiente. Ensayo de carga. Conexión del motor de corriente continua. Ensayo de carga.

## Bibliografía

[1 Básico] Transformadores: de potencia, de medida y de protección /

*Enrique Ras Oliva.*

*Marcombo,, Barcelona : (1991) - (7ª ed. ren.)*

8426706908

---

**[2 Básico] Problemas resueltos de máquinas eléctricas /**

*Guillermo Ortega Gómez, Milagros Gómez Alós, Alfonso Bachiller Soler.*

*Thomson,, Madrid : (2004) - (1ª ed., 2ª reimp.)*

8497320700

---

**[3 Básico] Problemas de máquinas eléctricas /**

*Jesús Fraile Mora, Jesús Fralile Ardanuy.*

*McGraw-Hill,, Madrid : (2005)*

8448142403

---

**[4 Básico] Curso moderno de máquinas eléctricas rotativas /**

*Manuel Cortés Cherta.*

*Editores Técnicos Asociados,, Barcelona : (1990)*

*8471460211 t. 1. -- 847146053X t. 2. -- 8471461366 t. 3. -- 8471460890 t. 4. -- 8471462567 t. 5. -- 8471461374 Ob.*

*comp.*

---

**[5 Básico] Resolución paso a paso de problemas de máquinas eléctricas /**

*Mario Ortiz García, Sergio Valero Verdú, Carolina Senabre Blanes.*

*Club Universitario,, San Vicente, Alicante : (2004)*

8484543889

---

**[6 Recomendado] Máquinas eléctricas /**

*Jesús Fraile Mora.*

*McGraw-Hill,, Madrid : (2003) - (5ª ed.)*

8448139135

---

**[7 Recomendado] Problemas resueltos de circuitos magnéticos y transformadores /**

*José*

*Manuel Espinosa Malea, Enrique F. Belenguer Balaguer.*

*Universidad Jaime I,, Castellón : (2004)*

8480214619

---

**[8 Recomendado] Problemas resueltos de máquinas eléctricas rotativas /**

*José Manuel Espinosa Malea, Enrique F. Belenguer Balaguer.*

*Publicacions de la Universitat Jaime I,, Castelló de la Plana : (2004)*

8480214694

---

## Organización Docente de la Asignatura

Contenidos	Horas					Competencias y Objetivos
	HT	HP	HCT	HTT	HAI	
Capítulo I. Transformadores	7,5					
Capítulo II. La Máquina Eléctrica Rotativa en General.	6					
Capítulo III. Máquinas de Corriente Alterna Asíncronas.	6,5					

---

Contenidos	Horas					Competencias y Objetivos
	HT	HP	HCT	HTT	HAI	
Capítulo IV. Máquinas de Corriente Alterna Síncronas.	5					
Capítulo V. La Máquina de Corriente Continua.	5					
<p>NOTA: Para conocer el contenido de los capítulos anteriormente indicados, se ruega ver temario.</p>						
Problemas de Máquinas Eléctricas a desarrollar a lo largo del curso.	15					
Práctica 1 : Seguridad en el laboratorio de máquinas eléctricas. Se exponen las normas de seguridad a seguir durante el desarrollo de las prácticas teniendo en cuenta los posibles riesgos que existen por la manipulación de las máquinas eléctricas.		1				
Práctica 2 : El transformador: f.e.m. inducida y ensayo de vacío. Fuerza electromotriz inducida de transformación y principio básico del transformador. Concepto de voltio por espira. Relación de transformación en vacío. Ensayo de vacío de un transformador monofásico.						

Contenidos	Horas					Competencias y Objetivos
	HT	HP	HCT	HTT	HAI	
Práctica 3 : El transformador: Polaridad, terminales homólogos y conexiones. Polaridad en bornes de un transformador monofásico y otro trifásico. Concepto de terminal homólogo. Conexiones en un devanado secundario fraccionado.		1				
Práctica 4 : Fundamentos de las máquinas eléctricas rotativas. Principios físicos en los que se basa el funcionamiento de las máquinas eléctricas rotativas. Momento y par de fuerzas. Constitución general: estator, entrehierro y rotor.		2				
Práctica 5 : Principio de funcionamiento de las máquinas asíncronas. Concepto de máquina asíncrona trifásica (rotor en cortocircuito y rotor (bobinado) Tensión nominal y conexiones de los motores trifásicos. Placa de bornes y placa de características.		1				
Práctica 6 : Arranque de un motor asíncrono (I). Arranque en estrella. Ventajas, inconvenientes y aplicaciones.		1				
Práctica 7 : Arranque de un motor asíncrono (II). Arranque en triángulo. Ventajas, inconvenientes y aplicaciones.		1				

Contenidos	Horas					Competencias y Objetivos
	HT	HP	HCT	HTT	HAI	
Práctica 8 : Principio de funcionamiento de las máquinas síncronas.Elementos constructivos. Funcionamiento como generador. Ajuste de la tensión de salida.		1				
Práctica 9 : Condiciones de acoplamiento. Verificación de las condiciones de acoplamiento de un generador síncrono a una red de potencia infinita.		1				
Práctica 10 : Principio de funcionamiento de las máquinas de corriente continua. Funcionamiento de las máquinas de c.c. Campo estacionario. Colector de delgas. Colector de anillos.		1				
Práctica 11 : Máquina c.c.: Motor excitación independiente. Ensayo en vacío. Conexión del motor de corriente continua. Ensayo en vacío.		1				
Práctica 12 : Máquina c.c.: Motor excitación independiente. Ensayo de carga.Conexión del motor de corriente continua. Ensayo de carga.		2				

## Equipo Docente

**MIGUEL MARTÍNEZ MELGAREJO**

(COORDINADOR)

**Categoría:** CATEDRÁTICO DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA ELÉCTRICA

**Teléfono:** 928451977 **Correo Electrónico:** mmartinez.melgarejo@ulpgc.es

**ALFREDO RODRÍGUEZ BETANCOR****Categoría:** PROFESOR COLABORADOR TEMPORAL**Departamento:** INGENIERÍA ELÉCTRICA**Teléfono:** 928451963 **Correo Electrónico:** alfredo.rodriguez@ulpgc.es**FABIAN ALBERTO DÉNIZ QUINTANA***(RESPONSABLE DE PRACTICAS)***Categoría:** PROFESOR COLABORADOR**Departamento:** INGENIERÍA ELÉCTRICA**Teléfono:** 928451974 **Correo Electrónico:** fabian.deniz@ulpgc.es**Resumen en Inglés**

The purpose of this course is to provide the students with the fundamental principles of electromechanics and electric machines through a comprehensive coverage of all related subjects: Transformers (Mono and polyphase transformer, autotransformer, paralleling, etc ); Electromagnetics principles for rotating machinery; Inductions Machines (Polyphase machines-operational principles, equivalent circuit, performance analysis, starting and braking, speed control, etc -, single phase machine - operational principles, starting systems, etc); Polyphase Synchronous Machines( Synchronous generator- equivalent circuit, excitation systems, power and torque, parallel operation, power factor correction, etc- Synchronous motor- operating principle, starting, torque, etc.- ); DC Machinery(Generators and motors principles, starting and speed control of DC motors , paralleling generators, excitation systems ,etc)

Course methodology takes in account a theoretical part as well as a practical side. This last one to be developed in four different areas: problems; worked exercises, presentations, etc ;live practices with electric machines at workshop or laboratory; visits to electrical installations (power plants, stations, etc )and related places of interest

Evaluation is carried out: 1) through two on going tests to be developed during the course, plus a final test ( weight: 70 % theoretical test ; 30% problems ); 2) by memories or briefings on practices carried out at workshop or laboratory ( weight: 10% )