



POLITÉCNICA

ETSI AERONÁUTICA Y DEL ESPACIO  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



PR-CL-PF-001.- COORDINACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

## GUÍA DE APRENDIZAJE

**CURSO 2017/18**

### ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA
2. CONOCIMIENTOS PREVIOS
3. COMPETENCIAS
4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE
5. PROFESORADO
6. PROGRAMA
7. PLAN DE TRABAJO
8. SISTEMA DE EVALUACIÓN
9. RECURSOS DIDÁCTICOS
10. OTRA INFORMACIÓN

## PLAN 14IA - GRADO EN INGENIERÍA AEROSPACIAL

**Código** 145003002

**Asignatura** INGENIERÍA ELÉCTRICA

**Nombre en Inglés** ELECTRICAL ENGINEERING

**Materia** INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**Especialidad** COMÚN A TODAS LAS ESPECIALIDADES

**Idiomas** CASTELLANO

**Curso** SEGUNDO

**Semestre** TERCERO

**Carácter** OB

**Créditos** 6 ECTS

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

La asignatura Ingeniería Eléctrica, dirigida a los alumnos de 2º curso de todas las especialidades del Grado de Ingeniería Aeroespacial, tiene por objeto mostrar, por una parte las técnicas básicas de resolución de circuitos eléctricos en sistemas monofásicos y trifásicos y, por otra, aportar los conocimientos científicos y tecnológicos en los que se fundamentan el funcionamiento de las máquinas eléctricas rotatorias. Es una asignatura que proporciona conocimientos básicos para el posterior desarrollo de asignaturas como Electrónica y Automática o Instalaciones Eléctricas en Aeropuertos y Aeronaves.

## 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

### a) CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS para seguir con normalidad la ASIGNATURA.

#### Asignaturas superadas:

- Matemáticas I y II.
- Física II.

#### Otros requisitos:

- Capacidad para la resolución de problemas.
- Capacidad de análisis y de síntesis.

### b) CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS para seguir con normalidad la ASIGNATURA.

**Se recomienda tener superadas las Asignaturas:** Física I.

**Otros Conocimientos:** Manejo de calculadoras programables.

## 3. COMPETENCIAS

- CG3.-** Capacidad para identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos.
- CE17.-** Conocimiento adecuado y aplicado a la ingeniería de: Los elementos fundamentales de los diversos tipos de aeronaves; los elementos funcionales del sistema de navegación aérea y las instalaciones eléctricas y electrónicas asociadas; los fundamentos del diseño y construcción de aeropuertos y sus diversos elementos.

## 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- RA01.-** Análisis de circuitos eléctricos.
- RA02.-** Síntesis de las máquinas eléctricas.
- RA03.-** Aplicación de las técnicas utilizadas en el laboratorio y conocimiento de las medidas de seguridad dispuestas.

## 5. PROFESORADO

**Departamento:** SISTEMAS AEROESPACIALES, TRANSPORTE AÉREO Y AEROPUERTOS.

**Coordinador de la Asignatura:** Carlos Alfonso LOZANO ARRIBAS.

Profesorado	Correo electrónico	Despacho
ALONSO MALDONADO, María Victoria	<a href="mailto:mariavictoria.alonso@upm.es">mariavictoria.alonso@upm.es</a>	Electricidad- Ed. A
BUGALLO SIEGEL, Francisco Javier	<a href="mailto:f.bugallo@upm.es">f.bugallo@upm.es</a>	Electricidad-Ed. A
FERNÁNDEZ PUERTAS, Pedro Santiago	<a href="mailto:pedrosantiago.fernandez@upm.es">pedrosantiago.fernandez@upm.es</a>	B-301
LÁZARO SÁNCHEZ, Eduardo	<a href="mailto:eduardo.lazaro@upm.es">eduardo.lazaro@upm.es</a>	B-301
LOZANO ARRIBAS, Carlos Alfonso	<a href="mailto:carlosalfonso.lozano@upm.es">carlosalfonso.lozano@upm.es</a>	B-301
PINDADO CARRIÓN, Santiago	<a href="mailto:santiago.pindado@upm.es">santiago.pindado@upm.es</a>	B-301

Los horarios de tutorías estarán publicados en la página Moodle de la asignatura y en los tablones del Departamento y de los despachos de los profesores.

## 6. TEMARIO

### BLOQUE TEMÁTICO 1. ANÁLISIS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Tema 1. INTRODUCCIÓN. ELEMENTOS ACTIVOS Y PASIVOS DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS.

1.1. Elementos pasivos y activos de un circuito 1.2. Características de las resistencias en corriente continua y alterna. 1.3. Características de las bobinas en corriente continua y alterna. 1.4. Características de los condensadores en corriente continua y alterna. 1.5. Características de los generadores de tensión y de intensidad de corriente. 1.7. Leyes de Kirchhoff. 1.8. Resolución de circuitos de corriente continua.

Tema 2. ANÁLISIS DE FUNCIONES (ONDAS) PERIÓDICAS.

2.1. Fórmulas integrales para el cálculo de valores medio y eficaz de funciones periódicas. 2.2. Cálculo de valores medio y eficaz de funciones periódicas simples. 2.3. Instrumentos (voltímetro, amperímetro, etc.) y procedimiento de medida de los valores máximo, medio y eficaz de las ondas de tensión e intensidad de corriente en circuitos eléctricos alimentados con corriente alterna.

Tema 3. TEORÍA DE FASORES APLICADA AL ANÁLISIS DE CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA.

3.1. Representación de la tensión e intensidad por medio de fasores. 3.2. Concepto de impedancia y admitancia. Formación de impedancias como suma de elementos simples (resistencias, bobinas y condensadores) en serie y en paralelo. 3.3. Suma de impedancias en serie y en paralelo. 3.4. Procedimiento de resolución de circuitos por medio de la teoría de mallas (2ª ley de Kirchhoff). 3.5. Procedimiento de resolución de circuitos por medio de la teoría de nodos (1ª ley de Kirchhoff).

Tema 4. POTENCIA ELECTRICA.

4.1. Potencias activa, reactiva y aparente asociadas a una impedancia. Triángulo de potencias. 4.2. Potencias activa, reactiva y aparente asociadas a un generador. 4.3. Teorema de Boucherot. 4.4. Corrección del factor de potencia en corriente monofásica. 4.4. Procedimientos de medida de potencia en circuitos monofásicos.

Tema 5. TEOREMAS GENERALES DE CIRCUITOS.

5.1. Teoremas de Thévenin y de Norton. 5.2. Teorema de transferencia de la potencia máxima. 5.3. Teorema de superposición. 5.4. Transformación estrella/triángulo de impedancias.

## Tema 6. SISTEMAS TRIFASICOS.

6.1. Generación de tensiones en sistemas trifásicos. Secuencias directa e inversa. 6.2. Cargas trifásicas en estrella y triángulo, equilibradas y desequilibradas. 6.3. Equivalencia entre cargas trifásicas equilibradas en triángulo y en estrella. Circuito monofásico equivalente. 6.4. Potencia en sistemas trifásicos. Corrección del factor de potencia. 6.5. Procedimientos de medida de características eléctricas en sistemas trifásicos.

**BLOQUE TEMÁTICO 2. MÁQUINAS ELÉCTRICAS**

## Tema 7. INDUCTORES.

7.1. El campo magnético. 7.2. Circuitos magnéticos. 7.3. Magnitudes y leyes de los circuitos magnéticos. 7.4. Análisis magnético de un inductor. 7.5. Circuitos eléctricos equivalentes del inductor.

## Tema 8. TRANSFORMADORES.

8.1. Configuración y fundamento del transformador monofásico. 8.2. Modelos ideal y real de un transformador monofásico. Circuitos equivalentes. 8.3. Valores asignados y ensayos del transformador monofásico. 8.4. Transformadores trifásicos. Circuito equivalente. 8.5. Ensayos de transformadores trifásicos. 8.6. Pérdidas y rendimiento de transformadores. 8.7. Concepto de autotransformador.

## Tema 9. PRINCIPIOS GENERALES DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS.

9.1. Conversión electromagnética de la energía. 9.2. Configuración de las máquinas eléctricas. 9.3. Tensión inducida y par electromagnético. 9.4. Funcionamiento de las máquinas eléctricas. 9.5. Concepto de carga. Punto de funcionamiento de una máquina eléctrica. 9.6. Pérdidas, aislamiento, y características asignadas.

## Tema 10. MÁQUINAS DE CORRIENTE CONTINUA.

10.1. Configuración. 10.2. Formas de excitación y circuitos equivalentes. 10.3. Curvas de actuación. 10.4. Regulación de funcionamiento.

## Tema 11. MOTORES DE INDUCCIÓN TRIFÁSICA.

11.1. Configuración. 11.2. Principios de funcionamiento. 11.3. Circuito monofásico equivalente. 11.4. Análisis de potencias de un motor de inducción trifásico. 11.5. Curvas de actuación. 11.6. Arranque y regulación del motor de inducción trifásico.

## Tema 12. GENERADORES SÍNCRONOS.

12.1. Funcionamiento. 12.2. Circuito equivalente. 12.3. Análisis de potencias y pérdidas. 12.4. Influencia de la carga en el generador síncrono. 12.5. Generador síncrono sin escobillas.

**PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

## Práctica nº 1. INTRODUCCIÓN A LA MEDIDA DE MAGNITUDES ELÉCTRICAS.

Medida de resistencias eléctricas. Medida de tensiones eléctricas en corriente continua y en corriente alterna. Medida de la intensidad de corriente. Circuitos serie y paralelo. Normas de seguridad. Simbología eléctrica básica.

## Práctica nº 2. MEDIDA DE LA IMPEDANCIA DE UNA CARGA Y CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

Medida de la impedancia con un multímetro-osciloscopio. Método de los tres voltímetros. Método de los tres amperímetros. Método del voltímetro, vatímetro, amperímetro. Corrección del factor de potencia de una carga inductiva.

## Práctica nº 3. ESTUDIO DE LOS SISTEMAS TRIFÁSICOS.

Medida de tensiones del sistema. Conexión de cargas en estrella: medida de intensidades con cargas equilibradas y desequilibradas. Medida de potencia en cargas equilibradas. Conexión de cargas en triángulo: medida de intensidades. Medida de potencia (método de los dos vatímetros).

## Práctica nº 4. ESTUDIO DEL TRANSFORMADOR MONOFÁSICO.

Reconocimiento de los elementos constitutivos de un transformador monofásico. Características nominales de un transformador monofásico: datos en placa de características. Medida de la relación de transformación en vacío. Obtención del circuito eléctrico equivalente del transformador monofásico: ensayo en circuito abierto. Ensayo en cortocircuito. Ensayo en carga del transformador. Regulación de tensión.

## 7. PLAN DE TRABAJO

### a) Cronograma.

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
1	<b>Introducción.</b> <b>Tema 1.</b> LM: Teoría. 1,5 horas RPA: Problemas. 1,5 horas			
2	<b>Tema 2.</b> LM: Teoría. 2 horas <b>Tema 3.</b> LM: Teoría. 2 horas			
3	<b>Tema 3.</b> LM: Teoría. 3 horas RPA: Problemas. 1 hora		<b>Temas 1 y 2.</b> FE: Test 1 Moodle. 1 hora	
4	<b>Tema 3.</b> RPA: Problemas. 4 horas	<b>Práctica nº 1.</b> PL: Práctica de Laboratorio. 2 horas	<b>Temas 1, 2 y 3.</b> FE: Test 2 Moodle. 1 hora	<b>Evaluación Formativa.</b> <b>Cuestionario Práctica 1</b> EAL: Ejercicio en Aula/Laboratorio. 15 minutos Evaluación continua y Sólo Prueba Final
5	<b>Tema 4.</b> LM: Teoría. 3 horas RPA: Problemas. 1 hora			<b>Prueba de Evaluación.</b> <b>Parcial 1</b> 06/10/2017 (08 :30) Prueba Objetiva Parcial. 2 horas Evaluación Continua.
6	<b>Tema 4.</b> RPA: Problemas. 2 horas			
7	<b>Tema 5.</b> LM: Teoría. 2 horas RPA: Problemas. 2 horas	<b>Práctica nº 2.</b> PL: Práctica de Laboratorio. 2 horas	<b>Temas 3 y 4</b> FE: Test 3 Moodle. 1 hora	<b>Evaluación Formativa.</b> <b>Cuestionario Práctica 2</b> EAL: Ejercicio en Aula/Laboratorio. 15 minutos Evaluación continua y Sólo Prueba Final
8	<b>Tema 5.</b> RPA: Problemas. 2 horas <b>Tema 6.</b> LM: Teoría. 2 horas			
9	<b>Tema 6.</b> LM: Teoría. 2 horas RPA: Problemas. 2 horas			
10	<b>Tema 6.</b> RPA: Problemas. 4 horas	<b>Práctica nº 3.</b> PL: Práctica de		<b>Evaluación Formativa.</b> <b>Cuestionario Práctica 3</b>

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad	Actividad de Evaluación
11	<b>Tema 7.</b> LM: Teoría. 3 horas <b>Tema 8.</b> LM: Teoría. 1 hora	Laboratorio. 2 horas	<b>Temas 5 y 6</b> FE: Test 4 Moodle. 1 hora	EAL: Ejercicio en Aula/Laboratorio. 15 minutos Evaluación continua y Sólo Prueba Final
12	<b>Tema 8.</b> LM: Teoría. 4 horas			<b>Prueba de Evaluación. Parcial 2</b> 24/11/2017 (08 :30) Prueba Objetiva Parcial. 2 horas Evaluación Continua.
13	<b>Tema 9.</b> LM: Teoría. 4 horas	<b>Práctica nº 4.</b> PL: Práctica de Laboratorio. 2 horas		<b>Evaluación Formativa. Cuestionario Práctica 4</b> EAL: Ejercicio en Aula/Laboratorio. 15 minutos Evaluación continua y Sólo Prueba Final
14	<b>Tema: 10.</b> LM: Teoría. 2 horas <b>Tema 11.</b> LM: Teoría. 2 horas	<b>Práctica nº 4.</b> PL: Práctica de Laboratorio. 2 horas	<b>Temas 7 y 8</b> FE: Test 5 Moodle. 1 hora	<b>Evaluación Formativa. Cuestionario Práctica 4</b> EAL: Ejercicio en Aula/Laboratorio. 15 minutos Evaluación continua y Sólo Prueba Final
15	<b>Tema 12.</b> LM: Teoría. 2 horas			

#### b) Metodologías Docentes.

Métodos Docentes	EPD	LM	PL	RPA	TP	Otros*
ECTS	3,4	1,0	0,3	1,0		

**LM:** LECCIÓN MAGISTRAL  
**PBL:** APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS  
**PL:** PRÁCTICAS DE LABORATORIO  
**RPA:** RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL AULA  
**TP:** TUTORÍAS PROGRAMADAS  
**\*Otros** (especificar):

## 8. SISTEMA DE EVALUACIÓN

### a) Tribunal de Evaluación.

<b>Presidente:</b>	Francisco Javier BUGALLO SIEGEL
<b>Vocal:</b>	Carlos Alfonso LOZANO ARRIBAS
<b>Secretario:</b>	María Victoria ALONSO MALDONADO
<b>Suplente:</b>	Eduardo LÁZARO SÁNCHEZ

### b) Actividades de Evaluación.

Semana Nº	Descripción	Tipo Evaluación	Técnica Evaluativa	Duración	Peso	Nota mínima	Competencias
	Evaluación PL1	EC + SEF	EAL	0,25 h	2,5%	5,0	CE17
	Examen Parcial 1	EC	POPF	2 h	15%	5,0	CG3; CE17
	Evaluación PL2	EC + SEF	EAL	0,25 h	2,5%	5,0	CE17
	Evaluación PL3	EC + SEF	EAL	0,25 h	2,5%	5,0	CE17
	Examen Parcial 2	EC	POPF	2 h	40%	5,0	CG3; CE17
	Evaluación PL4	EC + SEF	EAL	0,25 h	2,5%	5,0	CE17
	Examen Parcial 3	EC	POPF	2 h	35%	5,0	CG3; CE17
	Examen Final	SEF	POPF	2,5 h	90%	5,0	CG3; CE17

### c) Criterios de Evaluación.

#### **Convocatoria Ordinaria**

Existen dos modelos de evaluación, siendo el/la alumno/a el/la que opte por uno u otro itinerario.

**Evaluación continua.** Los conocimientos se evaluarán mediante:

- 3 exámenes parciales (peso del 90% en la nota final, repartido de la siguiente forma: 15% primer parcial (P1); 40% segundo parcial (P2); 35% tercer parcial (P3)), siendo obligatorio realizar todos los exámenes parciales y obtener en cada uno de ellos una nota de al menos 3.0 puntos sobre 10 para ser evaluado de forma continua y
- Prácticas de laboratorio (PL) (peso del 10% en la nota final). Es obligatorio realizar las prácticas para ser evaluado de forma continua. La calificación de las prácticas será 0 o 1. Aquellos alumnos que hayan realizado (y aprobado) las prácticas de esta asignatura en años anteriores, o que procedan de otras titulaciones, y demuestren que han cursado y aprobado unas prácticas similares, no necesitarán cursarlas, considerándose éstas aprobadas.

**Evaluación no continua.** Los conocimientos se evaluarán mediante:

- Un examen final escrito (PE), que englobará toda la asignatura, cuya nota supondrá el 90% de la calificación final del examen.
- Prácticas de laboratorio (PL) (peso del 10% en la nota final), desarrolladas a lo largo del curso. La calificación de las prácticas será 0 o 1. Aquellos alumnos que hayan realizado (y aprobado) las prácticas de esta asignatura en años anteriores, o que procedan de otras titulaciones, y demuestren que han cursado y aprobado unas prácticas similares, no necesitarán cursarlas, considerándose éstas aprobadas. No es obligatorio realizar las prácticas para ser evaluado de forma no continua.

- Las prácticas de laboratorio no son reevaluables. Se deberán aprobar a lo largo del curso. No habrá ejercicio de prácticas en el examen final.

### Calificaciones.

- En el caso de evaluación continua la calificación final será la media ponderada de todas las pruebas parciales realizadas:

$$\text{NOTA FINAL} = (P1*0,15 + P2*0,40 + P3*0,35 + PL*0,10)$$

En el caso de que algún alumno obtenga en el tercer parcial una nota inferior a 3, se le asignará como calificación de la parte escrita la nota alcanzada en dicho examen parcial.

- En el caso de evaluación no continua la nota final se obtendrá aplicando la siguiente ponderación:

$$\text{NOTA FINAL} = (PE*0,90 + PL*0,10)$$

### Convocatoria Extraordinaria

- En caso de no haber superado la asignatura en la convocatoria ordinaria, el/la alumno/a tendrá la oportunidad de acudir al examen final extraordinario, en el que se evaluarán los conocimientos de toda la asignatura. Este examen constará de una parte escrita, cuya nota supondrá el 100% de la calificación final del examen. No habrá prueba de prácticas de laboratorio en este examen.

El aprobado se establece en 5.0, teniendo en cuenta una escala de 0 a 10.

## 9. RECURSOS DIDÁCTICOS

Descripción	Tipo	Observaciones
Apuntes de la asignatura	Bibliografía	
JOSEPH A. EDMINISTER. "Circuitos Eléctricos". Ed. McGrawHill, Serie Schaum, 1970.	Bibliografía	
JAMES W. NILSSON. "Circuitos Eléctricos". Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, 1995.	Bibliografía	
A. BRUCE CARLSON. "Teoría de Circuitos". Ed. Thomson, 2002.	Bibliografía	
WILLIAM H. HAYT, JR, Y JACJ E. KEMMERLY. "Análisis de Circuitos en Ingeniería". Ed. McGrawHill, 1993.	Bibliografía	
STHEPHEN J. CHAPMAN. "Máquinas Eléctricas". Ed. McGrawHill, 1993.	Bibliografía	
RAFAEL SANJURJO NAVARRO. "Máquinas Eléctricas". Ed. McGrawHill, 1989.	Bibliografía	
JESÚS FRAILE MORA. "Máquinas Eléctricas". Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1995.	Bibliografía	



Descripción	Tipo	Observaciones
<p>Espacio MOODLE de la asignatura  <a href="http://moodle.upm.es/">http://moodle.upm.es/</a></p>	Recursos Web	<p>En esta plataforma se incluyen documentos docentes básicos de la asignatura, enlaces, test de autoevaluación, ejercicios propuestos y resueltos, etc. y se utiliza como método de comunicación de avisos y solución de dudas.</p>
<p>Laboratorio de Electrotecnia.</p>	Equipamiento	<p>En el laboratorio los alumnos dispondrán del material e instrumentos necesarios para realizar las prácticas programadas.</p>

## 10. OTRA INFORMACIÓN

- En el caso de que por razones diversas (traslados de expediente, por ejemplo) un alumno no estuviera matriculado definitivamente en la asignatura, se le permitirá acceder a la página Moodle de la misma y podrá realizar las pruebas parciales, aunque los resultados de las mismas no tendrán ninguna validez hasta que la matrícula sea efectiva. En ningún caso, un alumno no matriculado podrá realizar las prácticas de laboratorio. Para aquellas situaciones especiales que puedan surgir, se habilitará, avanzado ya el curso, un grupo especial de prácticas, lo que se anunciará con la debida antelación.
- Una vez que un alumno se haya inscrito en un grupo de prácticas de laboratorio, en caso de que surja una situación imprevista, podrá cambiar a otro grupo, siempre que en dicho grupo queden plazas disponibles o si intercambia el grupo con otro alumno. Esta circunstancia deberá ser notificada obligatoriamente al encargado de las prácticas de laboratorio.
- Es obligatorio que cada alumno acuda a las prácticas con su propio guión, en papel, sin anotaciones previas.
- Para poder aprobar la asignatura por evaluación continua, será obligatorio haber realizado todos los exámenes parciales y haber obtenido en cada uno de ellos una nota de, al menos, 3.0 puntos sobre 10, así como haber realizado las prácticas de laboratorio. La suma ponderada de todas las calificaciones constituirá la nota final, que deberá ser igual o superior a 5.0. Los alumnos que no obtengan la nota mínima especificada en uno de los exámenes parciales, no podrán realizar el examen parcial siguiente, teniendo que acudir a la prueba final. . En el caso de que algún alumno no alcance en el tercer parcial la nota mínima exigida de 3.0, se le asignará como calificación final la nota obtenida en dicho examen parcial.
- Dado que el tercer parcial y el examen final ordinario coinciden en fecha y hora, los alumnos que hayan seguido el sistema de evaluación continua podrán optar por realizar el tercer parcial y completar dicho recorrido o bien, pasar a realizar el examen final, en cuyo caso, no se tendrán en cuentas los resultados anteriores.
- No se permitirá tener encendidos los teléfonos móviles u otros dispositivos de comunicación durante los exámenes.