

## PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2019-2020

Identificación y características de la asignatura												
Código	501108					Créditos ECTS	6					
Denominación (español)	COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA											
Denominación (inglés)	ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY											
Titulaciones	GRADO EN INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA (RAMA INDUSTRIAL)											
Centro	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES											
Semestre	7º	Carácter	OPTATIVA									
Módulo	OPTATIVIDAD											
Materia	INTENSIFICACIÓN EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA											
Profesor/es												
Nombre	Despacho			Correo-e			Página web					
J. ÁLVARO FERNÁNDEZ MUÑOZ	D.1.18			<a href="mailto:jalvarof@unex.es">jalvarof@unex.es</a>								
Área de conocimiento	TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA											
Departamento	INGENIERIA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA											
Profesor coordinador (si hay más de uno)												
Competencias (ver tabla en <a href="http://bit.ly/competenciasGrados">http://bit.ly/competenciasGrados</a> )												
	Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias Específicas FB	Marcar con una "X"	Competencias Específicas CRI	Marcar con una "X"	Competencias Específicas TE	Marcar con una "X"
	CB1	X	CG1	X	CT1	X	CEFB1		CECRI1		CETE1	
	CB2	X	CG2	X	CT2	X	CEFB2		CECRI2		CETE2	
	CB3	X	CG3	X	CT3	X	CEFB3		CECRI3		CETE3	
	CB4	X	CG4	X	CT4	X	CEFB4		CECRI4		CETE4	
	CB5	X	CG5	X	CT5	X	CEFB5		CECRI5		CETE5	
			CG6	X	CT6	X	CEFB6		CECRI6		CETE6	X
			CG7	X	CT7	X			CECRI7		CETE7	
			CG8	X	CT8	X			CECRI8		CETE8	
			CG9	X	CT9	X			CECRI9		CETE9	
			CG10	X	CT10	X			CECRI10		CETE10	
			CG11	X					CECRI11		CETE11	
			CG12	X					CECRI12		CETFG	

Temas y contenidos
Breve descripción del contenido
<p>Compatibilidad entre equipos. Susceptibilidad. Fuentes, receptores y acoplamientos de interferencias. Métodos de minimización de efectos. Prototipado y Fabricación.</p>
Temario de la asignatura
<p>Denominación Tema 1: Introducción a la Compatibilidad Electromagnética (3,5 horas)</p> <p>Contenidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teoría (3 horas):               <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1. Conceptos y definiciones. Espectro EM. Susceptibilidad y emisiones. EMI.</li> <li>1.2. Fuentes de EMI en baja y alta frecuencia.</li> <li>1.3. Unidades y normas nacionales e internacionales.</li> </ul> </li> <li>- Prácticas de ordenador (0,5 hora):               <ul style="list-style-type: none"> <li>O1. Directiva Europea (Internet)</li> </ul> </li> </ul>
<p>Denominación Tema 2: Principios Electromagnéticos (8 horas)</p> <p>Contenidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teoría y problemas (5 horas):               <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1. Electrostática. Capacidad. Inductancia. Campos EM.</li> <li>2.2. Ondas EM. Atenuación, propagación e interferencia.</li> <li>2.3. La antena básica.</li> </ul> </li> <li>- Prácticas de ordenador (3 horas):               <ul style="list-style-type: none"> <li>O2. Cómputo y visualización de campos y ondas EM (MATLAB)</li> </ul> </li> </ul>
<p>Denominación Tema 3. Comportamiento de Componentes en Alta Frecuencia (13 horas)</p> <p>Contenidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teoría y problemas (7 horas):               <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1. Modelos RF para conductores y componentes pasivos.</li> <li>3.2. Líneas de transmisión.</li> </ul> </li> <li>- Prácticas de ordenador (6 horas):               <ul style="list-style-type: none"> <li>O3. Caracterización RF de componentes pasivos y cables (MATLAB / PSPICE)</li> </ul> </li> </ul>

Denominación Tema 4. Acoplamiento de EMI (11 horas)

Contenidos:

- Teoría y problemas (5 horas):
  - 4.1. Acoplamiento conducido. Diafonía. Masas y tierras.
  - 4.2. Acoplamiento EM. Campo cercano. Campo lejano.
- Prácticas de ordenador (6 horas):
  - O4. Acoplamiento y trazados de PCB (MATLAB / PSPICE)

Denominación Tema 5. Soluciones para EMC (12 horas)

Contenidos:

- Teoría y problemas (8 horas):
  - 5.1. Blindajes y pantallas EM. Aperturas.
  - 5.2. Masas y tierras. Corriente de retorno. Bonding.
  - 5.3. Filtros para alimentación y transitorios.
  - 5.4. EMC para PCB. Layout y zoning.
- Prácticas de ordenador (4 horas):
  - O5. Diseño de PCB para EMC (MATLAB / PSPICE)

### Actividades formativas

Horas de trabajo del alumno por tema		Horas teóricas	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	PCH	LAB	ORD	SEM	TP	EP
1	7	3			0,5		0	3,5
2	24,5	5			3		0,5	15
3	31	7			6		1	18
4	30,5	5			6		0,5	17
5	36	8			4		1	25
Evaluación	21	2			0		0	19
<b>Totales</b>	<b>150</b>	<b>30</b>			<b>19,5</b>		<b>3</b>	<b>97,5</b>

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).

PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)

ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (30 estudiantes)

SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

### Metodologías formativas

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Explicación y discusión de los contenidos teóricos	X
2. Resolución, análisis y discusión de ejemplos de apoyo o de problemas previamente propuestos	X
3. Exposición de trabajos previamente encargados a los estudiantes	
4. Desarrollo en laboratorio, aula de informática, campo, etc., de casos prácticos	X
5. Resolución de dudas puntuales en grupos reducidos, para detectar posibles problemas del proceso enseñanza-aprendizaje y guía en los trabajos, prácticas y estudio del estudiante	X
6. Búsqueda de información previa al desarrollo del tema o complementaria una vez que se han realizado actividades sobre el mismo	X
7. Elaboración de trabajos, individualmente o en grupos	X
8. Estudio de cada tema, que puede consistir en: estudios de contenidos, preparación de problemas o casos, preparación del examen, etc.	X

9. Visitas técnicas a instalaciones.	
--------------------------------------	--

**NOTAS:**

La asignatura se impartirá a través de sesiones presenciales:

Grupo Grande: lección magistral y resolución de problemas.

Prácticas: sesiones de carácter práctico, que se realizarán en la sala de ordenadores con entornos de desarrollo adecuados, principalmente MATLAB y PSPICE.

Tutorías programadas: al final de los Temas 2 al 5 de la asignatura, se realizará una tutoría programada como actividad de seguimiento del aprovechamiento de conceptos teóricos y prácticos por parte del alumno, en relación con los objetivos de la asignatura, en especial con la parte práctica.

Las prácticas constan de una parte no presencial, en la cual el alumno deberá realizar una documentación adecuada, incluyendo referencias si fuese necesario, de las sesiones prácticas realizadas durante la asignatura, en un documento tipo Memoria de entrega obligatoria, cuyo contenido se evalúa con hasta un máximo de 4 puntos sobre 10 posibles de la nota final.

**Resultados de aprendizaje**

- Conocer la normativa actual sobre EMC, así como los conceptos fundamentales asociados a la EMI.
- Obtener la base teórica necesaria para comprender el comportamiento básico de la propagación de ondas EM en medios guiados y no guiados, y su generación y recepción en antenas RF.
- Conocer los modelos de RF para los componentes eléctricos y electrónicos más habituales y caracterizar su comportamiento en RF.
- Obtener la base teórica necesaria para comprender el fenómeno del acoplamiento EM en conductores.
- Conocer los principales métodos prácticos de protección EM utilizados actualmente en el diseño de PCBs.

## Sistemas de evaluación

### Criterios de evaluación

Se evaluará la asignatura de acuerdo a los siguientes criterios:

CE1. Dominio de los contenidos teóricos de la asignatura. Relacionado con las competencias CB1, CB5, CG3, CT1, CETE6.

CE2. Conocimiento de los procedimientos prácticos relacionados con la materia. Relacionado con las competencias CB2, CB5, CG4, CT2, CETE6.

CE3. Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos en la resolución de cuestiones de tipo práctico. Relacionado con las competencias CB3, CB5, CT4, CETE6.

CE4. Dominio de herramientas informáticas y de laboratorio relacionadas con la materia. Relacionado con las competencias CB5, CT5, CETE6.

CE5. Capacidad para comunicar y transmitir los conocimientos en un lenguaje técnico apropiado, oral y escrito, dentro del campo de la compatibilidad electromagnética. Relacionado con las competencias CB4, CB5, CT3, CT7, CETE6.

CE6. Adquisición de destrezas relacionadas con la realización de un proyecto basado en un caso real. Relacionado con las competencias CB2, CB5, CG1-2, CG4-11, CT6, CT8-10, CETE6.

### **Actividades de evaluación**

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

	<b>Rango establecido</b>	<b>Convocatoria ordinaria</b>	<b>Convocatoria extraordinaria</b>	<b>Evaluación global (*)</b>
1. Examen final teórico/práctico y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios.	0%–80%	60%	60%	60%
2. Aprovechamiento de actividades prácticas realizadas en: aula, laboratorio, sala de ordenadores, campo, visitas, etc.	0%–50%	0%	0%	0%
3. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo (GG, SL, ECTS).	0%–50%	40%	40%	40%
4. Participación activa en clase (+).	0%–10%	0%–10%	0%–10%	
5. Asistencia a las actividades presenciales.	0%–10%	0%	0%	

(\*) El estudiante comunicará al profesor por escrito el tipo de evaluación elegido en las tres primeras semanas de cada semestre y el profesor remitirá la correspondiente relación a la Comisión de Calidad de la Titulación. Cuando un estudiante no realice esta comunicación, se entenderá que opta por la evaluación continua. Una vez elegido el tipo de evaluación, el estudiante no podrá cambiarlo en la convocatoria ordinaria de ese semestre y se atenderá a la normativa de evaluación para la convocatoria extraordinaria.

(+) Esta bonificación es un incentivo para aquel alumno que demuestre durante el curso un seguimiento apropiado de los temas, responda a las dudas planteadas y estimule con su actitud de forma positiva a sus compañeros.

## Descripción de las actividades de evaluación

Para la **evaluación continua** de la asignatura, se realizarán las siguientes actividades a lo largo del curso:

<i>Seminarios, Laboratorios y Tutorías ECTS</i>	AE1: La valoración de las actividades registradas en el cuaderno de prácticas, junto a la evaluación continua del trabajo y dedicación en el desarrollo de las mismas. La entrega de la memoria de prácticas es obligatoria para poder aprobar la asignatura en cualquiera de sus convocatorias. Su valor máximo es de 4 puntos sobre 10, manteniéndose la nota en sucesivas convocatorias si el alumno así lo deseara.	40%
	AE3: La asistencia activa por parte del alumno (p. e. realización de problemas en clase y participación) podrá reportar al alumno una bonificación sobre su nota final de hasta 1 punto sobre 10.	(10%)
<i>Examen final</i>	AE2: Prueba escrita, que tendrá lugar en las fechas establecidas para las convocatorias ordinaria y extraordinaria, y que constará de un examen tipo test, con una puntuación máxima de 6 puntos sobre 10, relacionadas con los aspectos teóricos y prácticos de mayor relevancia, abordados en la asignatura. Se permitirá al alumno el uso de calculadora científica, no así de formulario ni libros de apoyo.	60%

Todas las actividades de evaluación anteriores (AE1-AE3) tienen carácter RECUPERABLE en la convocatoria extraordinaria, con la misma ponderación sobre la nota final.

La **evaluación global** tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica del Centro. Constará de las siguientes partes:

### EG1. PARTE ESCRITA

Ejercicio escrito con cuestiones teórico/prácticas, que tendrá una aportación a la nota final del 60%.

### EG2. PARTE PRÁCTICA

El alumno deberá analizar y elaborar un diseño optimizado para CEM, a partir de otro diseño no optimizado, preferiblemente mediante las herramientas informáticas utilizadas en la asignatura, y defender el mismo de forma oral ante los profesores de la asignatura. Tendrá una aportación a la nota final del 40%.

## Bibliografía

### Bibliografía básica

Apuntes del profesor, disponibles a través del Campus Virtual de la UEx.

López Veraguas, J.P., *Compatibilidad electromagnética y seguridad funcional en sistemas electrónicos*, Marcombo, Barcelona, 2010

Bueno, A. y de Soto, A. I., *Desarrollo y Construcción de Prototipos Electrónicos*, Marcombo, Barcelona, 2005

### Bibliografía complementaria

Paul, C. R., *Introduction to Electromagnetic Compatibility*, Wiley, Nueva York, 2006

Ott, H. W., *Electromagnetic Compatibility Engineering*, Wiley, Nueva York, 2009

Otros recursos de Internet.

### Páginas web

Se incluirán en el área virtual de la asignatura (CVUEx).