

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2024-2025

Identificación y características de la asignatura													
Código	501108					Créditos ECTS	6						
Denominación (español)	COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA												
Denominación (inglés)	ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY												
Titulaciones	GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA (RAMA INDUSTRIAL)												
Centro	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES												
Semestre	7º			Carácter	OPTATIVA								
Módulo	OPTATIVIDAD												
Materia	INTENSIFICACIÓN EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA												
Profesorado													
Nombre	Despacho	Correo-e				Página web							
JUAN ÁLVARO FERNÁNDEZ MUÑOZ	D.1.4	jalvarof@unex.es				https://www.unex.es/conoce-la-uex/centros/eii/centro/profesores/info/profesor?id_pro=jalvarof							
Área de conocimiento	TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA												
Departamento	INGENIERIA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA												
Profesor/a coordinador/a (si hay más de uno)													
Competencias (ver tabla en http://bit.ly/competenciasGrados)													
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"	Competencias Específicas TE y TFG	Marcar con una " X"
CB1		CG1	X	CT1	X	CEFB1		CECRI1		CETE1		CETE11	
CB2		CG2	X	CT2	X	CEFB2		CECRI2		CETE2		CETE12	
CB3		CG3	X	CT3	X	CEFB3		CECRI3		CETE3		CETE13	
CB4		CG4	X	CT4	X	CEFB4		CECRI4		CETE4		CETE14	
CB5		CG5	X	CT5	X	CEFB5		CECRI5		CETE5		CETE15	
		CG6	X	CT6	X	CEFB6		CECRI6		CETE6	X	CETE16	
		CG7	X	CT7	X			CECRI7		CETE7		CETE17	
		CG8	X	CT8	X			CECRI8		CETE8		CETE18	
		CG9	X	CT9	X			CECRI9		CETE9		CETE19	
		CG10	X					CECRI10		CETE10		CETE20	
		CG11	X					CECRI11				CETFG	
								CECRI12					

Temas y contenidos
Breve descripción del contenido
Compatibilidad entre equipos. Susceptibilidad. Fuentes, receptores y acoplamientos de interferencias. Métodos de minimización de efectos. Prototipado y fabricación.
Temario de la asignatura
<p>Tema 1: Introducción a la Compatibilidad Electromagnética (3,5 horas)</p> <p>Contenidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teoría (3 horas): <ul style="list-style-type: none"> 1.1. Espectro EM. Susceptibilidad y compatibilidad EM. 1.2. Fuentes de EMI. 1.3. Normativas nacionales e internacionales. - Prácticas de ordenador (0,5 hora): <ul style="list-style-type: none"> O1. Directiva Europea (Internet)
<p>Tema 2: Principios Electromagnéticos (9 horas)</p> <p>Contenidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teoría y problemas (6 horas): <ul style="list-style-type: none"> 2.1. Campos EM. Capacidad e inductancia. 2.2. Ondas EM. Propagación, interferencia y atenuación. 2.3. Sistemas radiantes. - Prácticas de ordenador (3 horas): <ul style="list-style-type: none"> O2. Cálculo y visualización de campos y ondas EM (MATLAB)
<p>Tema 3. Componentes Electrónicos en Alta Frecuencia (13 horas)</p> <p>Contenidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teoría y problemas (7 horas): <ul style="list-style-type: none"> 3.1. Modelos RF para conductores y componentes pasivos. 3.2. Modelo distribuido para líneas. - Prácticas de ordenador (6 horas): <ul style="list-style-type: none"> O3. Caracterización RF de componentes pasivos y cables (MATLAB / PSPICE)

Tema 4. Acoplamiento EMI (12 horas)

Contenidos:

- Teoría y problemas (6 horas):
 - 4.1. Acoplamiento conducido. Alimentación, masa y tierra. Corriente de retorno.
 - 4.2. Acoplamiento capacitivo e inductivo.
 - 4.3. Acoplamiento de líneas. *Crosstalk*.
 - 4.4. Acoplamiento radiado.
 - 4.5. Modos de acoplamiento.
- Prácticas de ordenador (6 horas):
 - O4. Acoplamiento EM en PCB (MATLAB / PSPICE)

Tema 5. Soluciones para CEM (10 horas)

Contenidos:

- Teoría (6 horas):
 - 5.1. Control de la señal digital para CEM.
 - 5.2. Antenas no intencionadas. Trazado de pistas en PCB.
 - 5.3. Blindaje. Pantallas y aperturas. *Bonding*. Latiguillos y conectores.
 - 5.4. CEM en diseño de PCB: *layout*, *zoning* y filtrado en RF.
- Prácticas de ordenador (4 horas):
 - O5. Caso práctico

Actividades formativas								
Horas de trabajo del estudiante por tema		Horas gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	CH	L	O	S	TP	EP
1	7	3			0,5			3,5
2	25	6			3			16
3	33,5	7			6		1,5	19
4	31	6			6			19
5	31,5	6			4		1,5	20
Evaluación	22	2						20
Prueba final	22	2						20
Totales	150	30			19,5		3	97,5

GG: Grupo Grande (85 estudiantes).
 CH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes).
 L: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes).
 O: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (20 estudiantes).
 S: 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/as 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 inicio de los Temas 3 y 5 de la asignatura, se realizarán sendas tutorías programadas (TP) como actividad de seguimiento del aprovechamiento de conceptos teóricos y prácticos por parte del alumno/a, 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/la estudiante deberá realizar una documentación adecuada, incluyendo referencias si fuese necesario, de las sesiones prácticas realizadas durante el curso, en un documento tipo Memoria, que es de entrega obligatoria, y cuyo contenido se evalúa con hasta un máximo de 4 puntos sobre 10 posibles en 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 en el diseño actual de PCBs.

Sistemas de evaluación

Criterios de evaluación

Se evaluará la asignatura de acuerdo con los siguientes criterios:

- CE1. Dominio de los contenidos teóricos de la asignatura. Relacionado con las competencias CG3, CT1, CETE6.
- CE2. Conocimiento de los procedimientos prácticos relacionados con la materia. Relacionado con las competencias CG4, CT2, CETE6.
- CE3. Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos en la resolución de cuestiones de tipo práctico. Relacionado con las competencias CT4, CETE6.
- CE4. Dominio de herramientas informáticas y de laboratorio relacionadas con la materia. Relacionado con las competencias 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 CT3, CT7, CETE6.
- CE6. Adquisición de destrezas relacionadas con la realización de un proyecto basado en un caso real. Relacionado con las competencias CG1-2, CG4-11, CT6, CT8-9, 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:

	Rango establecido	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria	Evaluación global
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%	40%	40%	40%
3. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo (GG, SL, ECTS).	0%–50%	0%	0%	0%
4. Participación activa (+)	0%–10%	0%–10%	0%–10%	
5. Asistencia a las actividades presenciales.	0%–10%	0%	0%	

(+) Esta bonificación es un incentivo para el/la alumno/a 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/as.

Descripción de las actividades de evaluación

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

Examen final	AE1: 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 , con preguntas relacionadas con los aspectos teóricos y prácticos de mayor relevancia abordados durante el curso. Durante la prueba, se permitirá al alumno/a el uso de calculadora científica, no así de formularios, apuntes o libros de apoyo.	60%
Seminarios, Laboratorios y Tutorías ECTS	AE2: La valoración de las actividades registradas en el cuaderno o memoria de prácticas, junto a la evaluación continua del trabajo y dedicación en el desarrollo de estas. La entrega de la memoria de prácticas es obligatoria para poder superar la asignatura en cualquiera de sus convocatorias. Su valor máximo es de 4 puntos sobre 10 , manteniéndose la nota en sucesivas convocatorias si el/la estudiante así lo comunicara.	40%
	AE3: La asistencia activa por parte del estudiante (p. e. realización de problemas en clase y participación en actividades en línea) podrá reportarle una bonificación sobre su nota final de hasta máximo 1 punto sobre 10 .	(10%)

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/la alumno/a 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%.

Nota: no existen mínimos en ninguna de las actividades de evaluación que constituyen el sistema de evaluación en sus modalidades continua o global.

Bibliografía

Bibliografía básica

Apuntes del profesor, disponibles en el espacio virtual de la asignatura dentro del Campus Virtual de la UEx.

Bibliografía complementaria

Balcells, J., Daura, F., Esparza, R., Pallás, R., *Interferencias electromagnéticas en sistemas electrónicos*, Marcombo, Barcelona, España, 1991

Johnson, H., Graham, M., *High-Speed Signal Propagation. Advanced Black Magic*, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, USA, 2003

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

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

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

Otros recursos y materiales docentes complementarios

Páginas web

Se incluirán en el espacio virtual de la asignatura dentro del Campus Virtual de la UEx.