

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2026-2027

Identificación y características de la asignatura						
Código	501108					
Denominación (español)	Compatibilidad Electromagnética					
Denominación (inglés)	Electromagnetic Compatibility					
Titulaciones	Grado en Ingeniería Electrónica y Automática (Rama Industrial)					
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales					
Módulo	Optatividad					
Materia	Intensificación en Electrónica Industrial y Automática					
Carácter	Optativa	Créditos ECTS	6	Semestre	7º	
Profesor						
Apellidos, Nombre		Despacho		Correo-e		
Fernández Muñoz, Juan Álvaro		D.1.4		jalvarof@unex.es		
Área de conocimiento	Tecnología Electrónica					
Departamento	Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática					

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					

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
Tema 1: Introducción a la Compatibilidad Electromagnética (3,5 horas) Contenidos: - Teoría (3 horas): 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): - O1. Directiva Europea (Internet)
Tema 2: Principios Electromagnéticos (9 horas) Contenidos: - Teoría y problemas (6 horas): 2.1. Campos EM. Capacidad e inductancia. 2.2. Ondas EM. Propagación, interferencia y atenuación. 2.3. Sistemas radiantes. - Prácticas de ordenador (3 horas): - O2. Cálculo y visualización de campos y ondas EM (MATLAB)
Tema 3. Componentes Electrónicos en Alta Frecuencia (12 horas) Contenidos: - Teoría y problemas (6 horas): 3.1. Modelos RF para conductores y componentes pasivos. 3.2. Modelo distribuido para líneas. - Prácticas de ordenador (6 horas): - 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	32,5	6			6		1,5	19
4	31	6			6			19
5	31,5	6			4		1,5	20
Evaluación	23	3						20
Prueba final	23	3						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, se realizarán sendas tutorías programadas (TP) como actividad de seguimiento del aprovechamiento de conceptos teóricos y prácticos por parte del alumnado, en relación con los objetivos de la asignatura.

Las prácticas constan de una parte no presencial, en la cual cada estudiante deberá elaborar 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 alumnado 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 y compañeras.

Descripción de las actividades de evaluación:

1. Marco normativo y procedimiento de elección

De conformidad con el Art. 4 de la Normativa de evaluación de las titulaciones oficiales de grado y máster de la Universidad de Extremadura (DOE 02/11/2020), el alumnado podrá elegir la modalidad de evaluación en los términos y plazos establecidos por dicha normativa para cada convocatoria de la asignatura (ordinaria y extraordinaria).

Siendo el periodo de docencia de esta asignatura el primer semestre, dicho plazo se corresponde con el primer cuarto del periodo de impartición, para ambas convocatorias.

La elección del modo de evaluación se realizará a través del espacio habilitado a tal efecto en el espacio virtual de la asignatura dentro del CVUEx.

En ausencia de elección expresa por parte del alumnado para cualquiera de las dos convocatorias, la modalidad asignada a dicha convocatoria será la de Evaluación Continua.

Una vez finalizado el plazo de elección, cualquier circunstancia excepcional que hiciera aconsejable la modalidad de Evaluación Global será dirimida por la Dirección del Centro, previa solicitud del alumnado afectado y con el análisis e informe previos de la Unidad de Atención al Estudiante.

2. Evaluación continua

Esta modalidad está diseñada para el alumnado que realiza un seguimiento regular de la asignatura. La calificación final se basa en la **suma ponderada** de tres ejes fundamentales que miden la adquisición de competencias teóricas, habilidades de programación y capacidad de resolución de problemas complejos.

AEC1. Examen teórico-práctico (60%).

Consiste en una prueba escrita donde se evalúan los fundamentos teóricos y prácticos adquiridos por el alumnado durante el curso. Se realizará en la fecha y hora oficial fijada por el centro para el examen final de cada convocatoria. Esta actividad es recuperable en la convocatoria extraordinaria.

AEC2. Memoria de Prácticas Presenciales (40%).

En las sesiones prácticas presenciales previstas durante el curso, cada estudiante desarrollará distintas tareas como resolución de problemas y programación de algoritmos, cuyos resultados y código se presentarán en una memoria técnica. Esta actividad es no recuperable en la convocatoria extraordinaria, donde se mantendrá la calificación obtenida.

AEC3. Asistencia y participación activa (máximo 10%).

El alumnado que asista de forma regular al aula y 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 y compañeras, podrá reportarle una bonificación sobre su nota final de hasta máximo 1 punto sobre 10. Esta actividad es no recuperable en la convocatoria extraordinaria, donde se mantendrá la calificación obtenida.

Cálculo de la Calificación Final

La nota final de la asignatura para los alumnos que sigan esta modalidad se calculará mediante la siguiente fórmula de ponderación:

$$Nota\ Final = (AEC1 \times 0,6) + (AEC2 \times 0,4) + (AEC3 \times 0,1)$$

La *Nota Final* no podrá superar el valor de 10 puntos.

No se exige nota mínima en ninguna AEC para proceder al cálculo de la calificación final.

Para superar la asignatura, la *Nota Final* deberá ser mayor o igual que 5,0 puntos sobre la calificación máxima de cada AEC (10 puntos).

3. Evaluación global

Este sistema de evaluación se dirige al alumnado que, dentro de los plazos y formas previstos, haya renunciado a la Evaluación Continua, o bien se encuentre en una convocatoria extraordinaria sin calificaciones previas recuperables del periodo lectivo. Consta de las siguientes pruebas:

AEG1. Examen teórico-práctico (60%).

Prueba escrita similar en estructura, contenidos y criterios de valoración a la actividad **AEC1** del itinerario continuo. La prueba es recuperable en convocatoria extraordinaria.

AEG2. Prueba de aptitud práctica en ordenador (40%).

Cada estudiante deberá completar una actividad práctica que podrá consistir en resolver un problema de diseño, de optimización o de cálculo, o bien podrá consistir en utilizar el ordenador para programar un algoritmo o realizar cálculos complejos, con alcance y medios similares a los disponibles durante las prácticas presenciales desarrolladas durante el curso (actividad **AEC2**). El alumnado entregará para su evaluación una Hoja de resultados y el código generado durante la prueba. Esta prueba es recuperable en convocatoria extraordinaria.

Cálculo de la Calificación Final

La nota final de la asignatura para los alumnos que sigan esta modalidad se calculará mediante la siguiente fórmula de ponderación:

$$Nota\ Final = (AEG1 \times 0,6) + (AEG2 \times 0,4)$$

No se exige nota mínima en ninguna AEG para proceder al cálculo de la calificación final.

Para superar la asignatura, la *Nota Final* deberá ser mayor o igual que 5,0 puntos sobre la calificación máxima de cada AEG (10 puntos).

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

-