

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2017-2018

Identificación y características de la asignatura												
Código	510108					Créditos ECTS	6					
Denominación (español)	Compatibilidad electromagnética											
Denominación (inglés)	Electromagnetic compatibility											
Titulaciones	Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática (Rama Industrial)											
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales											
Semestre	7	Carácter	Optativa									
Módulo	Optatividad											
Materia	Intensificación en Electrónica Industrial y Automática											
Profesor/es												
Nombre	Despacho			Correo-e			Página web					
Carrillo Calleja, Juan Manuel	D1.6			jmcarc@unex.es			https://goo.gl/IRjQVi					
Domínguez Puertas, Miguel Ángel	D1.18			mado@unex.es			https://goo.gl/H8s71u					
Área de conocimiento	Tecnología electrónica											
Departamento	Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática											
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Juan Manuel Carrillo Calleja											
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"
	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	
									CECRI12		CETFG	
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	
Denominación del tema 1: Directiva, estándares y mediciones (4 horas)	Contenidos del tema 1: 1.1. Introducción 1.2. Directivas de compatibilidad electromagnética (EMC) 1.3. Estándares 1.4. Mediciones de EMC
Denominación del tema 2: Fundamentos (6 horas)	Contenidos del tema 2: 2.1. Compatibilidad electromagnética 2.2. Métodos de acoplo del ruido 2.3. Diseñando para EMC 2.4. Electrostática 2.5. Condensadores 2.6. La inductancia 2.7. Tiempo y frecuencia 2.8. Diafonía (crosstalk) 2.9. Conceptos básicos de EMC 2.10. ESD (electrostatic discharge) 2.11. Corrientes en modo diferencial y modo común 2.12. Relés 2.13. Campos electromagnéticos
Denominación del tema 3: Líneas de transmisión (2 horas)	Contenidos del tema 3: 3.1. Introducción 3.2. Parámetros de las líneas de transmisión 3.3. Retornos de las líneas de transmisión 3.4. Reflexiones en las líneas de transmisión 3.5. Atenuación de las señales
Denominación del tema 4: Técnicas de trazado del circuito impreso (6 horas)	Contenidos del tema 4: 4.1. Distribución de la alimentación 4.2. Necesidad de planos 4.3. Estrategias en los planos de masa y alimentación 4.4. Reglas básicas de diseño 4.5. Las vías 4.6. Micro-islas 4.7. Capacidad enterrada 4.8. Ruido en la masa 4.9. Técnicas de supresión de EMI en los planos 4.10. Consejos prácticos sobre los planos de alimentación 4.11. Stitching (cosido)
Denominación del tema 5: Condensadores de desacoplo (4 horas)	Contenidos del tema 5: 5.1. Introducción 5.2. Impedancia del sistema de alimentación 5.3. Desacoplo en baja y alta frecuencia 5.4. Emisiones debido al desacoplo 5.5. Suministro de alimentación 5.6. Estrategias recomendadas de trazado de PCBs
Denominación del tema 6: Osciladores de cuarzo (4 horas)	Contenidos del tema 6:

- 6.1. Cristales de cuarzo
- 6.2. Resonadores cerámicos
- 6.3. Oscilador de espectro distribuido

Denominación del tema 7: **Consideraciones de software (2 horas)**

Contenidos del tema 7:

- 7.1. Importancia del software

Actividades prácticas

Prácticas de ordenador (19.5 horas)

- Sesión 1 (2 horas): Modelado de componentes para la simulación de EMC
- Sesión 2 (2 horas): Simulaciones de EMC
- Sesión 3 (2 horas): Introducción a la placa de circuito impreso (PCB)
- Sesión 4 (2 horas): Técnicas de trazado de PCB (I)
- Sesión 5 (2 horas): Técnicas de trazado de PCB (II)
- Sesión 6 (2 horas): Técnicas de trazado de PCB (III)
- Sesión 7 (2 horas): Técnicas de trazado de PCB (IV)
- Sesión 8 (2 horas): Proyecto
- Sesión 9 (2 horas): Proyecto
- Sesión 10 (1.5 horas): Proyecto

Actividades formativas

Horas de trabajo del alumno por tema		Presencial					No presencial
		GG	S	O	L	TP	EP
Tema/Evaluación	Total						
1	12.5	4				0.5	8
2	28.5	6		4		0.5	18
3	14.5	2		2		0.5	10
4	38.5	6		8		0.5	24
5	16.5	4		2		0.5	10
6	14.5	4		2		0.5	8
7	10.5	2		1.5			7
Evaluación del conjunto	14.5	2					12.5
Total		30		19.5		3	97.5

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).

S: Seminario (clases de problemas, seminarios, casos prácticos = 40 estudiantes).

O: Ordenador (prácticas en sala de ordenadores = 30 estudiantes).

L: Laboratorio (prácticas de laboratorio o de campo = 15 estudiantes).

TP: Tutorías programadas (seguimiento docente tipo tutorías ECTS).

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

Metodologías docentes

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	X
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	X

estudiante	
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

Las metodologías citadas se combinarán para impartir la asignatura según aprendizaje basado en proyectos.

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 a los siguiente 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 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 tecnología electrónica.

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, CG2, CG4-CG11, CT6, CT8-CT10, 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 en la memoria verificada	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria	Evaluación global (*)
1. Examen final teórico/práctico y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios.	0%–80%	50%	50%	50%

2. Aprovechamiento de actividades prácticas realizadas en: aula, laboratorio, sala de ordenadores, campo, visitas, etc.	0%–50%	50%	50%	50%
3. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo (GG, SL, ECTS).	0%–50%			
4. Participación activa en clase.	0%–10%			---
5. Asistencia a las actividades presenciales.	0%–10%			---

(*) 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 cambiar en la convocatoria ordinaria de ese semestre y se atendrá a la normativa de evaluación para la convocatoria extraordinaria.

Descripción de las actividades de evaluación

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

AE1. PRUEBA ESCRITA

Se realizará en el periodo destinado para los exámenes finales y consistirá en un ejercicio escrito con cuestiones teórico/prácticas con el fin de comprobar que el estudiante ha asimilado los conceptos básicos de la asignatura. Su aportación a la nota final será el 50%. Esta actividad es RECUPERABLE en la convocatoria extraordinaria, con la misma ponderación del 50% de la nota final.

AE2. PRÁCTICAS DE ORDENADOR

La asistencia a prácticas de ordenador es obligatoria. Durante la realización de las prácticas los estudiantes deberán elaborar una memoria que será entregada el día del examen escrito de la convocatoria a la que se deseen presentar. La aportación de las prácticas a la calificación final es el 50%. Esta actividad está considerada como NO RECUPERABLE, es decir, no podrá ser realizada en la convocatoria extraordinaria, si bien la calificación de la memoria de prácticas obtenida en la convocatoria ordinaria se sumará en la extraordinaria. Se permitirá un máximo de 1 falta no justificada a las distintas sesiones prácticas. Si el alumno no asiste regularmente a las prácticas de ordenador, deberá superar un examen de prácticas, el cual contribuirá igualmente con un 50% a la nota final.

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

EG1. PARTE ESCRITA

Ejercicio escrito con cuestiones teórico/prácticas que tendrá una aportación a la nota final del 50%.

EG2. PARTE PRÁCTICA

El alumno deberá elaborar un diseño con las herramientas informáticas utilizadas en la asignatura, y defender el mismo de forma oral ante los profesores de la misma.

Bibliografía

Bibliografía básica

B1. J.P. López Veraguas, Compatibilidad electromagnética y seguridad funcional en sistemas electrónicos, Marcombo, 2010.

Bibliografía complementaria

- C1. T. Williams, EMC: control y limitación de energía electromagnética, Paraninfo, 1997.
C2. M.I. Montrose, EMC and the printed circuit board: design, theory and layout made simple, IEEE Press Series on Electronics Technology, 2004.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

- W1. Campus virtual de la Universidad de Extremadura: <http://campusvirtual.unex.es>
W2. Eagle docs and tutorials: <https://www.autodesk.com/products/eagle/overview>
W3. OrCAD resources and tutorials: <http://www.orcad.com/>
W4. Normativas de AENOR sobre EMC:
<https://www.aenor.es/AENOR/normas/ctn/fichactn.asp?codigonorm=AEN/CTN%20208&pagina=1#.WS-5nRPyi8U>

Horario de tutorías

Tutorías Programadas: El horario y lugar de las tutorías programadas se publicarán, mediante los procedimientos establecidos para ello, en cuanto sean oficialmente determinados por la Dirección del Centro.

Tutorías de libre acceso: El horario y lugar de las tutorías de libre acceso se publicarán, mediante los procedimientos establecidos para ello, en cuanto sean oficialmente aprobados por el Departamento.

Recomendaciones

- Asistencia a clase, con especial énfasis en las prácticas, las cuales son de asistencia obligatoria para poder aprobar la asignatura.
- Estudio y trabajo continuado con la tutorización de los profesores de la asignatura.
- Conocimientos básicos sobre simulación eléctrica de circuitos y edición de placas de circuito impreso.