



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



GUÍA DE APRENDIZAJE

TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE ANTENAS

MÁSTER EN INGENIERÍA DE RADIOFRECUENCIA

CURSO ACADÉMICO	CÓDIGO	CURSO	CRÉDITOS	CARÁCTER	SEMESTRE
2026-27	93001359	1	5 ECTS	OBLIGATORIA	PRIMER SEMESTRE
IDIOMA	CENTRO RESPONSABLE				
ESPAÑOL	E.T.S. DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION				
DEPARTAMENTO RESPONSABLE					
SEÑALES, SISTEMAS Y RADIOCOMUNICACIONES					

COORDINADOR/A

ADRIAN TAMAYO DOMINGUEZ - a.tamayo@upm.es

REQUISITOS OBLIGATORIOS

ASIGNATURAS REQUERIDAS

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

ASIGNATURAS RECOMENDADAS

OTRAS RECOMENDACIONES

Se recomienda tener un buen conocimiento de los conceptos básicos sobre antenas, campos radiados, ondas electromagnéticas y parámetros básicos de las antenas. Se recomienda saber programar en Matlab. La asignatura se imparte en Español.

RESULTADOS

RD-822/2021

Competencias

- C1** Integrar conocimientos avanzados en ingeniería de radiofrecuencia para analizar, formular y resolver problemas complejos de carácter científico o tecnológico en contextos de investigación.

Conocimientos

- K4** Conocer de forma avanzada los fundamentos físicos y eléctricos de los dispositivos activos y pasivos de RF.

Habilidades o destrezas

- S1** Aplicar técnicas avanzadas de análisis electromagnético y simulación computacional para caracterizar circuitos, dispositivos y sistemas de radiofrecuencia en entornos experimentales o de investigación.
- S5** Elaborar informes técnicos y científicos con rigor metodológico, comunicando de forma clara los resultados obtenidos en simulaciones o experimentos.
- S7** Emplear metodologías básicas de investigación científica en ingeniería de RF para formular, contrastar y evaluar hipótesis técnicas.

DESCRIPCIÓN

Este curso presenta conceptos y técnicas avanzadas en el ámbito de las antenas. Los alumnos adquirirán los conocimientos necesarios para el análisis y el diseño de antenas utilizando software propio y software comercial. Estas técnicas abarcan tanto aspectos teóricos como prácticos del diseño. Con este objetivo, los alumnos obtienen los conocimientos necesarios para realizar el análisis y el diseño de antenas con la tecnología más reciente y utilizando software comercial y de desarrollo propio. El método de aprendizaje del curso se basa en los aspectos principales de los temas de diseño de antenas, a partir del trabajo de los alumnos y de la metodología de aprendizaje basado en proyectos, con el apoyo de los profesores. Todas las clases del curso se refieren a sistemas de antenas prácticos. En el aula se presentan varios métodos de diseño y optimización de antenas. Los estudiantes utilizarán los paquetes de software del Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones de la E.T.S.I. Telecomunicaciones para realizar análisis prácticos, ya sea por parte de los profesores o para proyectos prácticos de los estudiantes. Los estudiantes comprenderán los conceptos del análisis y el diseño de antenas.

TEMARIO

1. Antenas impresas

- 1.1. Antenas resonantes
- 1.2. Antenas multibanda y de gran ancho de banda
- 1.3. Práctica 1.1 - Diseño de parche con polarización circular
- 1.4. Práctica 1.2 - Diseño de parche apilado

2. Arrays de antenas

- 2.1. Teoría de arrays y redes de alimentación
- 2.2. Práctica 2 - Array lineal + Diseño red de alimentación + Prototipo
- 2.3. Arrays planos, arrays conformados y phased arrays
- 2.4. Práctica 3 - Diseño de phased arrays planos y conformados

3. Ranuras en guía de onda

- 3.1. Ranuras, arrays resonantes, arrays de onda progresiva
- 3.2. Práctica 4.1 - Diseño de array de ranura en guía de onda

4. Antenas de bocina avanzadas

- 4.1. Bocinas cónicas, cónicas corrugadas, multimodo
- 4.2. Práctica 4.2 - Diseño de bocina cónica
- 4.3. Práctica 4.3 - Diseño de bocina multimodo

5. Reflectores

- 5.1. Reflector simple, reflector offset, reflector Cassegrain
- 5.2. Práctica 5.1 - Diseño de reflector Cassegrain

6. Lentes

6.1. Antenas tipo lente metálicas y dieléctricas (GRIN, Luneburg, etc)

6.2. Práctica 5.2 - Diseño de lente dieléctrica

ACTIVIDADES



Actividad evaluable



Actividad formativa

 Presentación y objetivos del curso	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E
PRESENCIALIDAD Presencial DURACIÓN TOTAL 01h 10m LUGAR Aula (en horario) GRUPO Normal METODOLOGÍA Otras actividades	
 Antenas resonantes y Antenas multibanda y de gran ancho de banda	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E
PRESENCIALIDAD Presencial DURACIÓN TOTAL 02h 20m LUGAR Aula (en horario) GRUPO Normal TEMAS T1 METODOLOGÍA Lección Magistral	
 Práctica 1.1 + 1.2- Parches: Diseño de parche circular impreso con polarización circular + Diseño de parche apilado impreso	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E
PRESENCIALIDAD Presencial DURACIÓN TOTAL 07h 43m LUGAR Laboratorio GRUPO Reducido TEMAS T1 METODOLOGÍA Prácticas de Laboratorio	

		Entrega práctica 1.1 + 1.2- Parches: Diseño de parche circular impreso con polarización circular + Diseño de parche apilado impreso		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E											
PRESENCIALIDAD Presencial		DURACIÓN TOTAL 00h 01m		LUGAR Otro		EVALUACIÓN Progresiva, Global, Extraordinaria				PONDERACIÓN 15%		NOTA MÍNIMA 3 No recup.			
RECUPERABLE No		JUSTIFICACIÓN Las prácticas de laboratorio se realizan empleando software especializado de simulación electromagnética computacional, cuyo acceso está sujeto a licencias institucionales con un número limitado de puestos disponibles simultáneamente, lo que obliga a su uso en sesiones presenciales programadas en las aulas informáticas o laboratorios habilitados a tal efecto. La evaluación de la habilidad S1 (aplicación de técnicas avanzadas de análisis electromagnético y simulación computacional para caracterizar circuitos, dispositivos y sistemas de radiofrecuencia en entornos experimentales o de investigación) exige necesariamente que el estudiante manipule de forma directa y supervisada dicho software, ya que esta competencia no puede evaluarse mediante un sistema alternativo como un examen escrito o un trabajo teórico, al requerir el dominio práctico de herramientas de simulación electromagnética cuya correcta utilización (definición de geometrías, mallado, condiciones de contorno, configuración de solvers y post-procesado de resultados) solo puede constatarse mediante su aplicación efectiva sobre casos prácticos en el propio entorno de cómputo. Por estas excepcionales características técnicas y organizativas derivadas de la disponibilidad limitada de licencias y puestos de trabajo, las prácticas de laboratorio con software de computación electromagnética se establecen como actividad obligatoria no recuperable, siendo su realización necesaria para que el estudiante pueda alcanzar el resultado de aprendizaje S1 y, por tanto, superar la asignatura.													
TEMAS T1															
METODOLOGÍA Trabajo en Grupo															
RESULTADOS EVALUADOS C1 K4 S1 S7 S5															

		Test sobre el contenido de la práctica 1.1+1.2		SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E											
PRESENCIALIDAD Presencial		DURACIÓN TOTAL 00h 15m		LUGAR Laboratorio		EVALUACIÓN Progresiva, Global, Extraordinaria				PONDERACIÓN 5%		NOTA MÍNIMA 3			
TEMAS T1															
METODOLOGÍA Examen de Prácticas															
RESULTADOS EVALUADOS C1 K4 S1 S7															

 Teoría de arrays y redes de alimentación	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E
PRESENCIALIDAD Presencial DURACIÓN TOTAL 01h 10m LUGAR Aula (en horario) GRUPO Normal TEMAS T2 METODOLOGÍA Lección Magistral	
 Práctica 2 - Array lineal + Diseño red de alimentación + Prototipo	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E
PRESENCIALIDAD Presencial DURACIÓN TOTAL 07h 43m LUGAR Laboratorio GRUPO Reducido TEMAS T2 METODOLOGÍA Prácticas de Laboratorio	
 Arrays planos, arrays conformados y phased arrays	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E
PRESENCIALIDAD Presencial DURACIÓN TOTAL 03h 30m LUGAR Aula (en horario) GRUPO Normal TEMAS T2 METODOLOGÍA Lección Magistral	

- ✓

X

Test sobre el contenido de la práctica 2

SEMANAS

123456789101112131415E

PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA
Presencial	00h 15m	Laboratorio	Progresiva, Global, Extraordinaria	5%	3

TEMAS

T2

METODOLOGÍA

Examen de Prácticas

RESULTADOS EVALUADOS

C1K4S1S7

 Práctica 3 - Diseño de phased arrays planos y conformados			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																
Presencial	03h 52m	Laboratorio	Reducido																
TEMAS																			
T2																			
METODOLOGÍA																			
Prácticas de Laboratorio																			

 Entrega Práctica 3 - Diseño de phased arrays planos y conformados			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA														
Presencial	00h 01m	Otro	Progresiva, Global, Extraordinaria	10%	3 No recup.														
RECUPERABLE	JUSTIFICACIÓN																		
No	Las prácticas de laboratorio se realizan empleando software especializado de simulación electromagnética computacional, cuyo acceso está sujeto a licencias institucionales con un número limitado de puestos disponibles simultáneamente, lo que obliga a su uso en sesiones presenciales programadas en las aulas informáticas o laboratorios habilitados a tal efecto. La evaluación de la habilidad S1 (aplicación de técnicas avanzadas de análisis electromagnético y simulación computacional para caracterizar circuitos, dispositivos y sistemas de radiofrecuencia en entornos experimentales o de investigación) exige necesariamente que el estudiante manipule de forma directa y supervisada dicho software, ya que esta competencia no puede evaluarse mediante un sistema alternativo como un examen escrito o un trabajo teórico, al requerir el dominio práctico de herramientas de simulación electromagnética cuya correcta utilización (definición de geometrías, mallado, condiciones de contorno, configuración de solvers y post-procesado de resultados) solo puede constatarse mediante su aplicación efectiva sobre casos prácticos en el propio entorno de cómputo. Por estas excepcionales características técnicas y organizativas derivadas de la disponibilidad limitada de licencias y puestos de trabajo, las prácticas de laboratorio con software de computación electromagnética se establecen como actividad obligatoria no recuperable, siendo su realización necesaria para que el estudiante pueda alcanzar el resultado de aprendizaje S1 y, por tanto, superar la asignatura.																		
TEMAS																			
T2																			
METODOLOGÍA																			
Trabajo en Grupo																			
RESULTADOS EVALUADOS																			
C1 K4 S1 S7 S5																			

Test sobre el contenido de la práctica 3				SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA															
Presencial	00h 15m	Laboratorio	Progresiva, Global, Extraordinaria	5%	3															
TEMAS																				
T2																				
METODOLOGÍA																				
Examen de Prácticas																				
RESULTADOS EVALUADOS																				
C1 K4 S1 S7																				

Ranuras, arrays resonantes, arrays de onda progresiva				SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																	
Presencial	01h 10m	Aula (en horario)	Normal																	
TEMAS																				
T3																				
METODOLOGÍA																				
Lección Magistral																				

Práctica 4.1 - Diseño de array de ranura en guía de onda				SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																	
Presencial	02h 35m	Laboratorio	Reducido																	
TEMAS																				
T3																				
METODOLOGÍA																				
Prácticas de Laboratorio																				

Bocinas cónicas, cónicas corrugadas, multimodo				SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																	
Presencial	02h 20m	Aula (en horario)	Normal																	
TEMAS																				
T4																				
METODOLOGÍA																				
Lección Magistral																				

— ✕ — ✕			Entrega Práctica 2 - Array lineal + Diseño red de alimentación + Prototipo			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA																	
Presencial	00h 01m	Otro	Progresiva, Global, Extraordinaria	17.5%	3 No recup.																	
RECUPERABLE	JUSTIFICACIÓN																					
No	Las prácticas de laboratorio se realizan empleando software especializado de simulación electromagnética computacional, cuyo acceso está sujeto a licencias institucionales con un número limitado de puestos disponibles simultáneamente, lo que obliga a su uso en sesiones presenciales programadas en las aulas informáticas o laboratorios habilitados a tal efecto. La evaluación de la habilidad S1 (aplicación de técnicas avanzadas de análisis electromagnético y simulación computacional para caracterizar circuitos, dispositivos y sistemas de radiofrecuencia en entornos experimentales o de investigación) exige necesariamente que el estudiante manipule de forma directa y supervisada dicho software, ya que esta competencia no puede evaluarse mediante un sistema alternativo como un examen escrito o un trabajo teórico, al requerir el dominio práctico de herramientas de simulación electromagnética cuya correcta utilización (definición de geometrías, mallado, condiciones de contorno, configuración de solvers y post-procesado de resultados) solo puede constatarse mediante su aplicación efectiva sobre casos prácticos en el propio entorno de cómputo. Por estas excepcionales características técnicas y organizativas derivadas de la disponibilidad limitada de licencias y puestos de trabajo, las prácticas de laboratorio con software de computación electromagnética se establecen como actividad obligatoria no recuperable, siendo su realización necesaria para que el estudiante pueda alcanzar el resultado de aprendizaje S1 y, por tanto, superar la asignatura.																					
TEMAS																						
T2																						
METODOLOGÍA																						
Trabajo en Grupo																						
RESULTADOS EVALUADOS																						
C1 K4 S1 S7 S5																						

			Práctica 4.2 - Diseño de bocina cónica			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																			
Presencial	01h 17m	Laboratorio	Reducido																			
TEMAS																						
T4																						
METODOLOGÍA																						
Prácticas de Laboratorio																						

			Práctica 4.3 - Diseño de bocina multimodo			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																			
Presencial	03h 52m	Laboratorio	Reducido																			
TEMAS																						
T4																						
METODOLOGÍA																						
Prácticas de Laboratorio																						

 Reflector simple, reflector offset, reflector Cassegrain			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																
Presencial	02h 20m	Aula (en horario)	Normal																
TEMAS																			
T5																			
METODOLOGÍA																			
Lección Magistral																			

 Entrega prácticas 4.1+4.2+4.3 Diseño de array de ranura en guía de onda + bocina cónica + bocina multimodo			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E																
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN	PONDERACIÓN	NOTA MÍNIMA														
Presencial	00h 01m	Otro	Progresiva, Global, Extraordinaria	17.5%	3 No recup.														
RECUPERABLE	JUSTIFICACIÓN																		
No	Las prácticas de laboratorio se realizan empleando software especializado de simulación electromagnética computacional, cuyo acceso está sujeto a licencias institucionales con un número limitado de puestos disponibles simultáneamente, lo que obliga a su uso en sesiones presenciales programadas en las aulas informáticas o laboratorios habilitados a tal efecto. La evaluación de la habilidad S1 (aplicación de técnicas avanzadas de análisis electromagnético y simulación computacional para caracterizar circuitos, dispositivos y sistemas de radiofrecuencia en entornos experimentales o de investigación) exige necesariamente que el estudiante manipule de forma directa y supervisada dicho software, ya que esta competencia no puede evaluarse mediante un sistema alternativo como un examen escrito o un trabajo teórico, al requerir el dominio práctico de herramientas de simulación electromagnética cuya correcta utilización (definición de geometrías, mallado, condiciones de contorno, configuración de solvers y post-procesado de resultados) solo puede constatarse mediante su aplicación efectiva sobre casos prácticos en el propio entorno de cómputo. Por estas excepcionales características técnicas y organizativas derivadas de la disponibilidad limitada de licencias y puestos de trabajo, las prácticas de laboratorio con software de computación electromagnética se establecen como actividad obligatoria no recuperable, siendo su realización necesaria para que el estudiante pueda alcanzar el resultado de aprendizaje S1 y, por tanto, superar la asignatura.																		
TEMAS																			
T3 T4																			
METODOLOGÍA																			
Trabajo en Grupo																			
RESULTADOS EVALUADOS																			
C1 K4 S1 S7 S5																			

			Test sobre el contenido de las práctica 4.1, 4.2 y 4.3			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	EVALUACIÓN				PONDERACIÓN				NOTA MÍNIMA									
Presencial	00h 15m	Laboratorio	Progresiva, Global, Extraordinaria				5%				3									
TEMAS T3 T4																				
METODOLOGÍA Examen de Prácticas																				
RESULTADOS EVALUADOS C1 K4 S1 S7																				

			Práctica 5.1 - Diseño de reflector Cassegrain			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																	
Presencial	03h 52m	Laboratorio	Reducido																	
TEMAS T5																				
METODOLOGÍA Prácticas de Laboratorio																				

			Antenas tipo lente metálicas y dieléctricas (GRIN, Luneburg, etc)			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																	
Presencial	01h 10m	Aula (en horario)	Normal																	
TEMAS T6																				
METODOLOGÍA Lección Magistral																				

			Práctica 5.2 - Diseño de lente dieléctrica			SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO																	
Presencial	02h 35m	Laboratorio	Reducido																	
TEMAS T6																				
METODOLOGÍA Prácticas de Laboratorio																				


Test sobre el contenido de las práctica 5

SEMANAS
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 **13** 14 15 E

PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 00h 15m	LUGAR Laboratorio	EVALUACIÓN Progresiva, Global, Extraordinaria	PONDERACIÓN 5%	NOTA MÍNIMA 3
-------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------	---	--------------------------	-------------------------

TEMAS
T6

METODOLOGÍA
Examen de Prácticas

RESULTADOS EVALUADOS
C1 K4 S1 S7


Entrega práctica 5.1+5.2 Diseño de reflector Cassegrain + Diseño de lente dieléctrica

SEMANAS
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 **E**

PRESENCIALIDAD Presencial	DURACIÓN TOTAL 00h 01m	LUGAR Otro	EVALUACIÓN Progresiva, Global, Extraordinaria	PONDERACIÓN 15%	NOTA MÍNIMA 3 No recup.
-------------------------------------	----------------------------------	----------------------	---	---------------------------	--

RECUPERABLE
No

JUSTIFICACIÓN
Las prácticas de laboratorio se realizan empleando software especializado de simulación electromagnética computacional, cuyo acceso está sujeto a licencias institucionales con un número limitado de puestos disponibles simultáneamente, lo que obliga a su uso en sesiones presenciales programadas en las aulas informáticas o laboratorios habilitados a tal efecto. La evaluación de la habilidad S1 (aplicación de técnicas avanzadas de análisis electromagnético y simulación computacional para caracterizar circuitos, dispositivos y sistemas de radiofrecuencia en entornos experimentales o de investigación) exige necesariamente que el estudiante manipule de forma directa y supervisada dicho software, ya que esta competencia no puede evaluarse mediante un sistema alternativo como un examen escrito o un trabajo teórico, al requerir el dominio práctico de herramientas de simulación electromagnética cuya correcta utilización (definición de geometrías, mallado, condiciones de contorno, configuración de solvers y post-procesado de resultados) solo puede constatarse mediante su aplicación efectiva sobre casos prácticos en el propio entorno de cómputo. Por estas excepcionales características técnicas y organizativas derivadas de la disponibilidad limitada de licencias y puestos de trabajo, las prácticas de laboratorio con software de computación electromagnética se establecen como actividad obligatoria no recuperable, siendo su realización necesaria para que el estudiante pueda alcanzar el resultado de aprendizaje S1 y, por tanto, superar la asignatura.

TEMAS
T6

METODOLOGÍA
Trabajo en Grupo

RESULTADOS EVALUADOS
C1 K4 S1 S7 S5

PLANIFICACIÓN SEMANAL

 Actividad evaluable
  Actividad formativa
  Semana con actividad
  Período de exámenes

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
 Presentación y objetivos del curso	.															
 Antenas resonantes y Antenas multibanda y de gran ancho de banda	.															
 Práctica 1.1 + 1.2- Parches: Diseño de parche circular impreso con polarización circular + Diseño de parche apilado impreso		.	.													
 Entrega práctica 1.1 + 1.2- Parches: Diseño de parche circular impreso con polarización circular + Diseño de parche apilado impreso				.												
 Test sobre el contenido de la práctica 1.1+1.2				.												
 Teoría de arrays y redes de alimentación				.												
 Práctica 2 - Array lineal + Diseño red de alimentación + Prototipo				.	.	.										
 Arrays planos, arrays conformados y phased arrays						.										
 Entrega de ficheros de fabricación de la práctica 2							.									
 Test sobre el contenido de la práctica 2							.									
 Práctica 3 - Diseño de phased arrays planos y conformados							.	.								
 Entrega Práctica 3 - Diseño de phased arrays planos y conformados								.								
 Test sobre el contenido de la práctica 3								.								
 Ranuras, arrays resonantes, arrays de onda progresiva								.								
 Práctica 4.1 - Diseño de array de ranura en guía de onda								.	.							
 Bocinas cónicas, cónicas corrugadas, multimodo									.							

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
 Entrega Práctica 2 - Array lineal + Diseño red de alimentación + Prototipo										•						
 Práctica 4.2 - Diseño de bocina cónica										•						
 Práctica 4.3 - Diseño de bocina multimodo										•	•					
 Reflector simple, reflector offset, reflector Cassegrain											•					
 Entrega prácticas 4.1+4.2+4.3 Diseño de array de ranura en guía de onda + bocina cónica + bocina multimodo												•				
 Test sobre el contenido de las práctica 4.1, 4.2 y 4.3												•				
 Práctica 5.1 - Diseño de reflector Cassegrain												•				
 Antenas tipo lente metálicas y dieléctricas (GRIN, Luneburg, etc)													•			
 Práctica 5.2 - Diseño de lente dieléctrica													•			
 Test sobre el contenido de las práctica 5													•			
 Entrega práctica 5.1+5.2 Diseño de reflector Cassegrain + Diseño de lente dieléctrica																•

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios Generales

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por lo tanto, la evaluación en la convocatoria extraordinaria utilizará los mismos tipos de técnicas de evaluación que se emplean en la evaluación de la convocatoria ordinaria (EX, ET, TG, etc.) y se llevará a cabo en las fechas y horarios de evaluación aprobados por la Junta de Escuela para la asignatura y semestre actuales, a excepción de aquellas actividades de evaluación de resultados de aprendizaje que son difíciles de calificar en una prueba final. En este caso, dichas actividades de evaluación podrán realizarse a lo largo de la asignatura. La evaluación valorará si los estudiantes han adquirido todas las competencias de la asignatura. Así, la evaluación mediante prueba final se realizará considerando

todas las técnicas de evaluación utilizadas en la evaluación continua (EX, ET, TG, etc.), y se llevará a cabo en el periodo de exámenes aprobado por la Junta de Escuela para el semestre y curso académico actuales. Las actividades de evaluación que valoran resultados de aprendizaje que no pueden ser evaluados a través de un único examen podrán realizarse a lo largo del semestre.

Información sobre las Prácticas de Laboratorio:

- Las competencias adquiridas en las sesiones de laboratorio en cuanto al manejo de herramientas de análisis y diseño de antenas no pueden adquirirse mediante ningún otro tipo de metodología. Por este motivo, la realización de todas las prácticas de laboratorio es una condición obligatoria para aprobar la asignatura. En otras palabras, todas las prácticas de laboratorio son actividades obligatorias.
- La realización de las sesiones de laboratorio se verificará mediante la asistencia al laboratorio y la entrega de las memorias correspondientes. En otras palabras, es imprescindible asistir a todas las sesiones de laboratorio y entregar todos los informes de prácticas para poder aprobar el laboratorio. Los estudiantes que no completen todas las sesiones prácticas obtendrán una calificación de NP (No Presentado) en la asignatura.
- Al ser actividades obligatorias que no se pueden recuperar, las prácticas solo podrán realizarse durante el periodo lectivo ordinario, en el laboratorio y en las semanas programadas en el calendario de prácticas al inicio del curso. No es posible realizar los laboratorios de forma telemática.
- Las prácticas no serán recuperables debido a la instrumentación necesaria para la realización de las mismas, la necesidad de disponibilidad de los laboratorios, así como el carácter obligatorio de estas, entre otras razones logísticas y académicas.
- La calificación obtenida en las prácticas de laboratorio se utilizará en las convocatorias ordinaria y extraordinaria.
- Debido a la naturaleza de este tipo de prácticas de laboratorio, en las que se requiere instrumentación especializada y memorias dedicadas, las soluciones de las prácticas de laboratorio no se entregarán en ningún caso.
- Cualquier práctica de laboratorio o proyecto de antenas entregado podrá requerir una evaluación oral complementaria por parte de los profesores para validar que ha sido realizado por el estudiante sin la ayuda de inteligencia artificial.

En ningún caso, la nota de las prácticas de laboratorio o del examen tipo test podrá trasladarse a la calificación de cursos sucesivos, cerrando el ciclo con la evaluación extraordinaria.

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Evaluación progresiva

Criterios de evaluación

Convocatoria ordinaria: La evaluación progresiva (continua) consistirá en lo siguiente:

- **75% Informe + archivos de simulación** entregados después de cada práctica de laboratorio (PL), la cual es una actividad obligatoria que no se puede recuperar. Esta actividad se realiza en equipos de 2 o 3 estudiantes. La evaluación cruzada entre los miembros del equipo es OBLIGATORIA. El estudiante que no evalúe a sus compañeros de equipo a través de Moodle tendrá un cero en el proyecto de antenas. La nota final del proyecto de antenas de los miembros de un mismo equipo podrá ser modificada por el proceso de evaluación cruzada. La nota media de las tareas de laboratorio debe ser de al menos 5 puntos sobre 10 para aprobar la asignatura.
- **25% Examen tipo test (ET):** Se realizará un breve test de forma individual al final de cada tarea de laboratorio para evaluar los conocimientos adquiridos por cada miembro del equipo. La nota de este test debe ser de al menos 3 puntos sobre 10 para aprobar la asignatura.

La nota final de la asignatura se calculará como $0,75 * PL + 0,25 * ET$.

Debido a la naturaleza de este tipo de prácticas de laboratorio, en las que se requiere instrumentación especializada y memorias dedicadas, las soluciones de las prácticas de laboratorio no se entregarán en ningún caso.

Cualquier práctica de laboratorio o proyecto de antenas entregado podrá requerir una evaluación oral complementaria por parte de los profesores para validar que ha sido realizado por los estudiantes sin la ayuda de inteligencia artificial.

La evaluación de las tareas de antenas se realizará mediante la evaluación de la memoria entregada en cada laboratorio y la evaluación a través de Moodle entre los miembros del equipo.

Actividades

- Entrega práctica 1.1 + 1.2- Parches: Diseño de parche circular impreso con polarización circular + Diseño de parche apilado impreso (15%)
- Test sobre el contenido de la práctica 1.1+1.2 (5%)
- Entrega de ficheros de fabricación de la práctica 2
- Test sobre el contenido de la práctica 2 (5%)
- Entrega Práctica 3 - Diseño de phased arrays planos y conformados (10%)
- Test sobre el contenido de la práctica 3 (5%)
- Entrega Práctica 2 - Array lineal + Diseño red de alimentación + Prototipo (17.5%)
- Entrega prácticas 4.1+4.2+4.3 Diseño de array de ranura en guía de onda + bocina cónica + bocina multimodo (17.5%)
- Test sobre el contenido de las práctica 4.1, 4.2 y 4.3 (5%)
- Test sobre el contenido de las práctica 5 (5%)
- Entrega práctica 5.1+5.2 Diseño de reflector Cassegrain + Diseño de lente dieléctrica (15%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Prueba global

Criterios de evaluación

Convocatoria ordinaria: La evaluación progresiva (continua) consistirá en lo siguiente:

- **75% Informe + archivos de simulación** entregados después de cada práctica de laboratorio (PL), la cual es una actividad obligatoria que no se puede recuperar. Esta actividad se realiza en equipos de 2 o 3 estudiantes. La evaluación cruzada entre los miembros del equipo es OBLIGATORIA. El estudiante que no evalúe a sus compañeros de equipo a través de Moodle tendrá un cero en el proyecto de antenas. La nota final del proyecto de antenas de los miembros de un mismo equipo podrá ser modificada por el proceso de evaluación cruzada. La nota media de las tareas de laboratorio debe ser de al menos 5 puntos sobre 10 para aprobar la asignatura.
- **25% Examen tipo test (ET):** Se realizará un breve test de forma individual al final de cada tarea de laboratorio para evaluar los conocimientos adquiridos por cada miembro del equipo. La nota de este test debe ser de al menos 3 puntos sobre 10 para aprobar la asignatura.

La nota final de la asignatura se calculará como $0,75 * PL + 0,25 * ET$.

Debido a la naturaleza de este tipo de prácticas de laboratorio, en las que se requiere instrumentación especializada y memorias dedicadas, las soluciones de las prácticas de laboratorio no se entregarán en ningún caso.

Cualquier práctica de laboratorio o proyecto de antenas entregado podrá requerir una evaluación oral complementaria por parte de los profesores para validar que ha sido realizado por los estudiantes sin la ayuda de inteligencia artificial.

La evaluación de las tareas de antenas se realizará mediante la evaluación de la memoria entregada en cada laboratorio y la evaluación a través de Moodle entre los miembros del equipo.

Actividades

- Entrega práctica 1.1 + 1.2- Parches: Diseño de parche circular impreso con polarización circular + Diseño de parche apilado impreso (15%)
- Test sobre el contenido de la práctica 1.1+1.2 (5%)
- Entrega de ficheros de fabricación de la práctica 2
- Test sobre el contenido de la práctica 2 (5%)
- Entrega Práctica 3 - Diseño de phased arrays planos y conformados (10%)
- Test sobre el contenido de la práctica 3 (5%)
- Entrega Práctica 2 - Array lineal + Diseño red de alimentación + Prototipo (17.5%)
- Entrega prácticas 4.1+4.2+4.3 Diseño de array de ranura en guía de onda + bocina cónica + bocina multimodo (17.5%)
- Test sobre el contenido de las práctica 4.1, 4.2 y 4.3 (5%)
- Test sobre el contenido de las práctica 5 (5%)
- Entrega práctica 5.1+5.2 Diseño de reflector Cassegrain + Diseño de lente dieléctrica (15%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Extraordinaria

Criterios de evaluación

Convocatoria extraordinaria:

- **75% Informe + archivos** entregados después de cada práctica de laboratorio (PL), la cual es una actividad obligatoria que no se puede recuperar. La nota media de las tareas de laboratorio debe ser de al menos 5 puntos sobre 10 para aprobar la asignatura.
- **25% Examen tipo test (ET):** Se realizará un breve test de forma individual al final del curso sobre los detalles de cada tarea de laboratorio para evaluar los conocimientos adquiridos. La nota de este test debe ser de al menos 3 puntos sobre 10 para aprobar la asignatura.

Debido a la naturaleza de este tipo de prácticas de laboratorio, en las que se requiere instrumentación especializada y memorias dedicadas, las soluciones de las prácticas de laboratorio no se entregarán en ningún caso.

Cualquier práctica de laboratorio o proyecto individual de antenas entregado podrá requerir una evaluación oral complementaria por parte de los profesores para validar que ha sido realizado por el estudiante sin la ayuda de inteligencia artificial.

Actividades

- Entrega práctica 1.1 + 1.2- Parches: Diseño de parche circular impreso con polarización circular + Diseño de parche apilado impreso (15%)
- Test sobre el contenido de la práctica 1.1+1.2 (5%)
- Entrega de ficheros de fabricación de la práctica 2
- Test sobre el contenido de la práctica 2 (5%)
- Entrega Práctica 3 - Diseño de phased arrays planos y conformados (10%)
- Test sobre el contenido de la práctica 3 (5%)
- Entrega Práctica 2 - Array lineal + Diseño red de alimentación + Prototipo (17.5%)
- Entrega prácticas 4.1+4.2+4.3 Diseño de array de ranura en guía de onda + bocina cónica + bocina multimodo (17.5%)
- Test sobre el contenido de las práctica 4.1, 4.2 y 4.3 (5%)
- Test sobre el contenido de las práctica 5 (5%)
- Entrega práctica 5.1+5.2 Diseño de reflector Cassegrain + Diseño de lente dieléctrica (15%)

RECURSOS

Bibliografía

Design book

Antenna Theory: Analysis and Design, C. Balanis, John Wiley & Sons, 4th Edition, 2016.

Microstrip antenna book

Handbook of Microstrip Antennas, J.R. James, P.S. Hall, Peter Peregrinus Ltd, 1989.

Printed antenna book

Advances in Microstrip and Printed Antennas, K. Fong Lee, W. Chen, Wiley, 1997.

Horns book

Microwave Horns and Feeds, A.D. Oliver, P.J. Clarricoats, A.A. Kishk, L. Shafai, IEE Electromagnetic Waves Series 39, 1994.

Reflectors book

Modern Antenna Design, T.A. Milligan, IEEE Press, John Wiley & Sons, 2005.

Reflectarray design book

Reflectarray Antennas, J. Huang and J.A. Encinar, IEEE Press, 2008.

Arrays book

Phased Array Antenna Handbook, R.A. Mailloux, Artech House, 2005.

Equipamiento

Measurement systems

Anechoic chamber LEHA from Universidad Politécnica de Madrid

Otros recursos

CST Studio Suite

Analysis and design of antenna software

MATLAB

Mathematical software

Web

MOOC Videos on Antennas

Massive Open Online Courses on Antennas available in the web (<http://www.gr.ssr.upm.es/index.php/es/>).

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Educación de calidad



Industria, innovación e
infraestructura

OTRA INFORMACIÓN

Se recomienda a los estudiantes que descarguen algunas aplicaciones de software disponibles en el repositorio de la UPM y, en particular, **Matlab**.

Esta asignatura puede contribuir a aumentar la concienciación y la formación de nuestros estudiantes en relación con la **Agenda 2030 de las Naciones Unidas** y sus **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**. Algunos problemas mostrarán cómo se utilizan diversas herramientas matemáticas y electromagnéticas en el modelado de antenas, lo que permitirá a los estudiantes familiarizarse con las antenas para comunicaciones.

De manera más general, los conceptos aplicados se utilizan ampliamente en ingeniería y, en particular, abordarán todo lo relacionado con las **infraestructuras de telecomunicaciones (ODS 9)**. La asignatura también contribuirá a los siguientes subobjetivos:

- **Subobjetivo 4.4:** Aumentar significativamente el número de personas con las competencias profesionales y técnicas necesarias para acceder al empleo y al emprendimiento.
- **Subobjetivo 4.7:** Asegurar que todos los estudiantes adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible.