

MICROONDAS

Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

1. Datos Descriptivos

Asignatura	Microondas
Materia	m9. Tecnología específica de Sistemas de Telecomunicación
Departamento responsable	Señales Sistemas y Radiocomunicaciones
Créditos ECTS	4.5
Carácter	Obligatoria
Titulación	Graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Curso	Cuarto
Especialidad	Itinerario Sistemas de Telecomunicación

Curso académico	2014-15
Semestre en que se imparte	Primer semestre (Octubre-Enero)
Idioma en que se imparte	Español
Página Web	

2. Profesorado

NOMBRE Y APELLIDO	DESPACHO	Correo electrónico
Mariano Barba Gea (Coord.)	B-413	mbarba@etc.upm.es
Juan Zapata Ferrer	B-415	jzapata@etc.upm.es

3. Conocimientos previos requeridos para poder seguir con normalidad la asignatura

Asignaturas superadas	N/A
Otros resultados de aprendizaje necesarios	• Conceptos de Circuitos Eléctricos. • Operaciones Básicas con expresiones complejas tanto escalares como vectoriales. • Sistemas Lineales y Funciones y Transformadas relacionadas. • Conceptos básicos de modulaciones. • Conocimiento y capacidad de razonar y resolver problemas de campo eléctrico estático y de campo magnético estacionario a partir de las leyes básicas del electromagnetismo. • Comprensión y dominio de los conceptos básicos circuitales obtenidos desde las ecuaciones de Maxwell: Resistencia, Conductancia, Capacidad, Inductancia, e Inducción mutua. • Conocimiento del fenómeno de propagación. • Conocimiento del funcionamiento básico de las líneas de transmisión y ondas planas. Conocimiento de los conceptos de impedancia de línea, impedancia del medio, reflexión.



4. Objetivos de Aprendizaje

COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN		
Código	Competencia	Nivel
CG2 CG4 CG5 CG9 CG12	Todas las asignaturas del Plan de Estudios contribuyen en mayor o menor medida a la consecución de las Competencias Generales del perfil de egreso. No obstante se considera que contribuye de forma específica a: - CG2 Saber aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio. - CG4. Transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado. - CG5. Desarrollo de habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía. - CG9. Uso de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones. - CG12. Organización y planificación.	1
CE-ST3	Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas	2
CE-ST4	Capacidad para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación.	3
CE-ST5	Capacidad para la selección de antenas, equipos y sistemas de transmisión, propagación de ondas guiadas y no guiadas, por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia u ópticos y la correspondiente gestión del espacio radioeléctrico y asignación de frecuencias.	2

LEYENDA:

- Nivel de adquisición 1: Básico
- Nivel de adquisición 2: Medio
- Nivel de adquisición 3: Avanzado



RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA			
Código	Resultado de aprendizaje	Competen- cias asociadas	Nivel de adquisi- ción
RA1	Consolidación de la comprensión de los conceptos de propagación de ondas en líneas de transmisión. Consolidación de la comprensión de los elementos y herramientas circuitales usados para la interpretación del fenómeno de la propagación	CE-ST3	2
RA2	Conocer los parámetros de las líneas y guías de onda usadas comúnmente junto con la descripción de su geometría, características fundamentales y propiedades. Tener la capacidad de obtener los parámetros de interés para una aplicación a partir de cálculos propios, simulaciones y revisión de catálogos. Tener la capacidad de seleccionar entre unas y otras en una aplicación dada. Ser capaz de evaluar las ventajas e inconvenientes de unas líneas frente a otras y las ventajas e inconvenientes de distintas configuraciones para un mismo tipo de línea.	CE-ST3	2
RA3	Conocer los procedimientos de adaptación de impedancias utilizados habitualmente en alta frecuencia. Usar con soltura la carta de Smith para comprender las técnicas de adaptación de impedancias. Tener la capacidad de interpretar el comportamiento de circuitos a partir de su respuesta en carta de Smith.	CE-ST3 CE-ST4	3



RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

RA4	Presentar los conceptos básicos de análisis de circuitos de microondas. Interpretación física de las herramientas de análisis y de sus propiedades. Utilización de la matriz S [también llamada matriz de Dispersión] con la suficiente soltura para abordar problemas de análisis de circuitos de microondas. Utilización de la matriz de Dispersión para extraer las propiedades de cuadripolos y multipolos de microondas. Utilización y comprensión y uso de las matrices Z y ABCD para el análisis de cuadripolos y circuitos de microondas.	CE-ST4 CE-ST5	2
RA5	Exponer las características, modo de funcionamiento y aplicaciones de los dispositivos pasivos más comunes en los circuitos de alta frecuencia.	CE-ST5	3
RA6	Alcanzar la capacidad para manejar del analizador de redes. Alcanzar las habilidades para medir (correctamente) los parámetros de circuitos pasivos básicos. Verificación experimental de algunos de los aspectos expuestos en teoría y que resultan esenciales en la ingeniería de microondas.	CE-ST3 CE-ST4 CE-ST5	2

LEYENDA:

Nivel de adquisición 1: Conocimiento
Nivel de adquisición 2: Comprensión/Aplicación
Nivel de adquisición 3: Análisis/Síntesis/Implementación



5. Sistema de evaluación de la asignatura

INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relaciona- do con RA
I1	Ser capaz de calcular, obtener e interpretar las tensiones incidentes y reflejadas a lo largo de una línea con carga o cargas y generador genéricos a partir de los parámetros primarios o secundarios que caracterizan las líneas, sin pérdidas o con bajas pérdidas en la línea, manejando de forma conveniente los conceptos y técnicas usadas habitualmente: coeficiente de reflexión, impedancia a lo largo de la línea, onda estacionaria.	RA1
I2	Ser capaz de obtener los parámetros eléctricos [constante de propagación, impedancia, pérdidas en dieléctrico y conductores] a partir de los parámetros mecánicos (geometría y materiales) de las líneas y medios usadas habitualmente. Incluyendo las basadas en modo TEM (líneas coaxial, microstrip y strip-line) o modos TE o TM (Problema de análisis). Así como las condiciones de uso de cada tipo de medio. Ser capaz de obtener los parámetros mecánicos a partir de los eléctricos para las líneas anteriores. Problema de síntesis [diseño]. Tener la habilidad para usar distintos recursos: cálculo, catálogo y simulaciones para los casos previos. Alcanzar y disponer de criterios de decisión y comparación entre distintos tipos de líneas y distintas geometrías para un mismo tipo de línea.	R2

INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relaciona- do con RA
13	Entender el significado de adaptación. Ser capaz de diseñar circuitos de adaptación con las configuraciones más comunes y de las herramientas más convenientes. Ser capaz de entender las representaciones de elementos circuitales en carta de Smith y manejarla con soltura para el diseño de circuitos de adaptación. Ser capaz de verificar y analizar el comportamiento en banda de los circuitos de adaptación obtenidos previamente, mediante cálculo o uso de simuladores. Ser capaz de predecir las implicaciones tecnológicas que lleva asociado cada tipo de circuito. Alcanzar la habilidad de implementar diseños en diferentes tecnologías: coaxial, microstrip, strip y guía.	RA3
14	Ser capaz de definir las ondas de potencia en circuitos típicos y describir los métodos y condiciones para su cálculo. Describir el significado y las propiedades de las matrices usadas para la descripción de multipolos de microondas: Z, Y, ABCD y S Ser capaz de obtener y calcular de éstos para circuitos típicos y comunes. Poder obtener de parámetros de circuitos basados en cuadripolos a partir de las matrices previas. (P.E. Reflexión a la entrada, Ganancias, reflexión a la salida) Obtención y análisis de circuitos complejos basados en la interconexión de circuitos simples.	RA4
15	Ser capaz de expresar y detallar las características y propiedades típicas de atenuadores, circuladores, aisladores comunes en las tecnologías comunes. Detallar las características e implementar divisores en línea TEM y en guía. Describir los conceptos de acoplamiento, directividad, aislamiento en acopladores e implementar y diseñar acopladores en distintas tecnologías.	RA5



INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relaciona- do con RA
I6	Ser capaz conocer el significado y necesidad de la calibración en medidas de parámetros S. Y los tipos de calibración en función de la tecnología Manejar el analizador y set-up de medida para realizar medidas de la reflexión de monopolos y cuadripolos: módulo, fase, carta de Smith. Manejar el analizador y set-up de medida para medida de transmisión. Módulo y fase. Ser capaz de medir y verificar experimentalmente los parámetros típicos de circuitos pasivos comunes.	RA6



POLITÉCNICA



EVALUACION SUMATIVA			
Breve descripción de las actividades evaluables	Momento	Lugar	Peso en la calif.
Entrega de ejercicios resueltos (Trabajo personal guiado) Incluyendo cuestiones sobre las prácticas.	Entregas	Aulas	40%
Trabajo personal extra.	Entregas	Aulas	10%
Examen Final	Fecha oficial	Aulas	50%
		Total:	100%



CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

En **convocatoria ordinaria** los alumnos serán evaluados, en principio, mediante evaluación continua. En cumplimiento de la Normativa de Evaluación de la Universidad Politécnica de Madrid, los alumnos que lo deseen serán evaluados mediante una única prueba final, siempre y cuando lo comuniquen al Director del Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones de Circuitos mediante solicitud presentada en el registro de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación antes del día **XXX**. La presentación de este escrito supondrá la renuncia a la evaluación continua.

En **convocatoria extraordinaria** los alumnos serán evaluados mediante una única prueba.

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación mayor o igual a 5 puntos (50%) sobre un total de 10 puntos (100%).

La **evaluación continua** se realizará de la siguiente manera:

- La nota final se obtendrá mediante la suma de las calificaciones correspondientes a los dos bloques de actividades de evaluación, con los siguientes pesos:

1. Entrega periódica de ejercicios: 40% (Se incluyen los resultados y análisis de las prácticas).
2. Examen final: 50%.
3. Entrega de ejercicios avanzados 10%.

Para poder realizar la ponderación será necesario haber obtenido un mínimo de 4 puntos sobre 10 en cada uno de los apartados 1 y 2.

Los ejercicios de evaluación continua incluirán problemas a resolver, redacción y esquematización de contenidos. Las entregas se presentarán manuscritas, en un mismo cuaderno de hojas no separables que se devolverá al alumno tras su visado.

El contenido de los ejercicios de los exámenes (final en evaluación continua, o prueba única en convocatoria extraordinaria) será fundamentalmente práctico (resolución de ejercicios), aunque puede incluir algunas cuestiones cortas, de carácter más teórico, referidas a conceptos básicos.

Todos los ejercicios que se realicen deben ser fruto del trabajo personal del alumno, aunque en evaluación continua no se penalizará la discusión y el trabajo en grupo, si eso ayuda a entender mejor los problemas que se intentan resolver.

NOTA IMPORTANTE: El plagio total o parcial de entregas, o de ejercicios en el examen final, supondrá el suspenso en la asignatura. Se incluye en este punto la copia de la solución de los ejercicios de un compañero de clase o de alguien externo a la asignatura.



6. Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
Tema 1. Revisión de los elementos circuitales de las líneas (0.25c)	Introducción. Objetivos	
	Tensiones y corrientes en las líneas.	
	Coeficiente de reflexión. Onda estacionaria. Impedancia en la línea	
	Potencia	
Tema 2. Líneas de transmisión comunes. (1.05c, acumulados 1.3c).	Introducción. Objetivos	
	Coaxial.	
	Microstrip	
	Strip line	
	Guía de onda rectangular	
	Guía de onda circular.	
Tema 3. Adaptación de impedancias (0.9c, acumulados 2.2c).	Corrientes y tensiones equivalentes en guías	
	Introducción. Objetivos	
	Concepto de adaptación. Onda estacionaria y Adaptación	
	La Carta de Smith.	
	Circuitos de adaptación. Sintonizador simple, sintonizador doble, transformador en un cuarto de longitud de onda, adaptación con elementos concentrados	
	Circuitos de adaptación. Implementaciones. Ejemplos de implementaciones con las líneas estudiadas.	
Tema 4. Redes de Microondas (0.85c, acumulados:3.05c)	Introducción. Objetivos.	
	Parámetros usados en microondas: Matrices Z e Y. Parámetros ABCD.	
	Ondas de potencia. Parámetros S.	
	Cuadripolos. Potencias y ganancias. Cargados con Z ₀ y Z _G , Z _L genéricas	
	Conexión en cascada de cuadripolos.	
	Multipolos y conexión arbitraria. Situación 1. Red completa. Situación 2. Terminales libres.	
Tema 5. Parámetros	Divisores. Uniones en T líneas TEM (o quasi-	



CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
S de dispositivos básicos. (1.05c, acumulados 4.1c).	TEM). Divisor Wilkinson: Equilibrado, desbalanceado.	
	Acopladores. Definiciones, acoplo, aislamiento, directividad. Matriz unitaria.	
	Acopladores. Acoplador de ramas 3dB, 90°, TEM, 3 dB 180°. Anillo.	
	Líneas Acopladas. Acoplador de líneas acopladas. 1.0	
	Uniones en T en guía de onda. Acoplador de ramas en guía. T-mágica (3 dB 180°)	
	Atenuadores, circuladores, aisladores, interruptores, cargas.	
Tema 6. Laboratorio de medida. (0.4c, acumulados 4.51c)	Práctica 1. Analizador de Redes. Calibración, medida de parámetros S, varios circuitos.	
	Práctica 2. Analizador de Redes. Medidas de acopladores y subsistemas basados en acopladores.	



Breve descripción de las modalidades organizativas utilizadas y de los métodos de enseñanza empleados

CLASES DE TEORIA	Lección Magistral para la exposición verbal de los contenidos, apoyándose en recursos audiovisuales y multimedia.
CLASES DE PROBLEMAS	Se resolverán en clase problemas tipo de cada tema que servirán para aplicar los conocimientos adquiridos en las clases de teoría. El profesor propondrá ejercicios que el estudiante deberá realizar individualmente y posteriormente se resolverán en clase.
PRÁCTICAS	Se realizaran 2 prácticas en laboratorio que comprobar experimentalmente varios de los conceptos fundamentales presentados en la asignatura.
PRÁCTICAS CON SIMULADORES	En evaluación, depende de aulas y licencias.
TRABAJOS AUTONOMOS	Los alumnos deberán realizar (individualmente) ejercicios y problemas para practicar y afianzar los conocimientos aprendidos. Los profesores podrán corregir estos trabajos para evaluar el esfuerzo de cada estudiante.
TRABAJOS Autónomo extraordinario y voluntario	A los alumnos que los deseen se les propondrá un ejercicio extra avanzado por tema. La realización satisfactoria de estos ejercicios supondrá un 10% de la calificación final.
TUTORÍAS	Los alumnos podrán hacer uso de tutorías personalizadas y en grupo, cuando lo soliciten al profesor y dentro de horarios previamente establecidos.

7. Recursos didácticos

BIBLIOGRAFÍA	Fundamental:
	"Microwave Engineering", D.M. Pozar, (Ed. Addison-Wesley, 1993). (John Wiley and sons, Inc, 1998) (John Wiley and Sons, Inc, 2005, 3ª edición)
	"Foundations for Microwave Engineering", Robert E. Collin, Ed. McGraw-Hill, Inc., 1992
	Microwave Engineering. Passive Circuits", Peter A. Rizzi, Ed. Prentice-Hall, Inc., 1998
	Complementaria.
	"Field and Waves in Communications Electronics", S. Ramo, J.R. Whinnery, T.V. Duzzer, 3th edition, John Wiley and Sons, 1993.
	"An Introduction to Guided Waves and Microwaves Circuits", R.S. Elliot, Ed. Prentice-Hall, 1998
	"Advanced Engineering Electromagnetics" C.A. Balanis. John Wiley and Sons.
	"Microwave filters, impedance-matching networks and coupling structures", G.L. Mathei, L. Young, E.M.T. Jones, Artech House, 1980. (Reimpresión de la edición de Mc-Graw-Hill 1960
	Adicional
	"Computer Aided Design of Microwave Circuits", K. C. Gupta, Ed. Artech House, 1981
	Principles of Microwave Circuits", C. G. Montgomery, R. H. Dicke, and E. M. Purcell
	Principles of Microwave Circuits", C. G. Montgomery, R. H. Dicke, and E. M. Purcell
RECURSOS WEB	Página web del departamento de ETC: http://www.etc.upm.es
EQUIPAMIENTO	Aulas: designadas por Jefatura de Estudios con cañón de proyección

8. Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 1 (7 horas)	• Presentación de la Asignatura (0.5) • Tema 1. Revisión de los elementos circuitales. (2.5 horas)	•	• Estudio, ejercicios y problemas (3 horas) • Preparación 1ª entrega (1 hora)	•	•	•
Semana 2 (7 horas)	• Tema 2. Líneas de transmisión comunes. Coaxial, microstrip, strip line (3 horas)	•	• Estudio, ejercicios y problemas (3 horas) • Preparación 1ª entrega (1 hora)	•	•	•
Semana 3 (7 horas)	• Tema 2. Líneas de transmisión comunes. Guía Rectangular, guía circular (3 horas)	•	• Estudio, ejercicios y problemas (3 horas) • Preparación 1ª entrega (1 hora)	•	•	•
Semana 4 (7 horas)	• Tema 2. Líneas de transmisión comunes. Corrientes y tensiones equivalentes en guía. Ejercicios del tema. (3 horas)	•	• Estudio, ejercicios y problemas (3 horas) • Preparación 1ª entrega (1 hora)	•	•	•

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 5 (7 horas)	- Tema 2. Líneas de transmisión comunes. Ejercicios del tema. (1.5 horas) - Tema 3. Adaptación de impedancias. Concepto de Adaptación. La carta de Smith. (1.5 horas)	•	- Estudio, ejercicios y problemas (3 horas) - Preparación 1ª entrega (1 hora)	•	•	•
Semana 6 (7h')	Tema 3. Adaptación de impedancias. Circuitos de Adaptación.(3 horas)	•	- Estudio, ejercicios y problemas (3 horas) - Preparación 1ª entrega (1 hora)		•	•
Semana 7 (7 horas)	Tema 3. Adaptación de impedancias. Implementaciones. Ejercicios del tema. (3 horas)	•	- Estudio, ejercicios y problemas (3 horas) - Preparación 2ª entrega (1 hora)	•	•	•
Semana 8 (7 horas)	Tema 3. Adaptación de impedancias. Ejercicios del tema. (2.5 horas). (0.5 horas de ajuste)	•	- Estudio, ejercicios y problemas (3 horas) - Preparación 2ª entrega (1 hora)	•	•	•



Semana 9 (7 horas)	Tema 4. Redes de microondas. Parámetros usados en microondas Parámetros S. (3 horas)	•	- Estudio, ejercicios y problemas (3 horas) - Preparación 2ª entrega (1 hora)	•	•	•
Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 10 (9 horas)	Tema 4. Redes de microondas. Cuadripolos y conexiones Parámetros S. Ejercicios. (3 horas)	Laboratorio p. 2. (2 horas)	- Estudio, ejercicios y problemas (3 horas) - Preparación 2ª entrega (1 hora)	•	•	•
Semana 11 (7 horas)	Tema 4. Redes de microondas. Ejercicios del tema. (3 horas)	•	- Estudio, ejercicios y problemas (3 horas) - Preparación 2ª entrega (1 hora)	•	•	•
Semana 12 (7h)	Tema 5. Circuitos típicos. Acopladores, líneas acopladas cuadripolos. (3 horas)	•	- Estudio, ejercicios y problemas (3 horas) - Preparación 2ª entrega (1 hora)	•	•	•
Semana 13 (7 horas)	Tema 5. Circuitos típicos. Uniones en T, otros acopladores, cargas. (3 horas)	•	- Estudio, ejercicios y problemas (3 horas) - Preparación 3ª entrega (1 hora)		•	•

Semana 14 (7 horas)	Tema 5.Circuitos típicos. Ejercicios Del tema (3 horas)	•	- Estudio, ejercicios y problemas (3 horas) - Preparación 3ª entrega (1 hora)	•	•	•
Semana 15 (7.5horas)	Tema 5.Circuitos típicos. Ejercicios Del tema (1.5horas)	Laboratorio p. 2. (2 horas)	- Estudio, ejercicios y problemas (3 horas) - Preparación 3ª entrega (1 hora)	•	•	•
			PREPARACIÓN Y REALIZACIÓN DE EXAMEN FINAL (14 horas)			

Observaciones:

- 1: Para cada actividad se especifica la dedicación en horas que implica para el alumno.
- 2: Las semanas reseñadas lo son de docencia efectiva (no las semanas de calendario).
- 3: Para cada actividad se especifica la dedicación en horas que implica para el alumno. Se estiman 27 horas de dedicación del alumno por ECTS.
- 4: La resolución de problemas en grupo presupone una parte de trabajo individual de cada uno de los miembros del mismo.