



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de
Telecomunicacion

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

95000040 - Microondas

PLAN DE ESTUDIOS

09TT - Grado En Ingenieria De Tecnologias Y Servicios De Telecomunicacion

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	95000040 - Microondas
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Cuarto curso
Semestre	Séptimo semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion
Centro responsable de la titulación	09 - E.T.S. De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jose Maria Gil Gil	B-416	josemaria.gil@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico
Gerardo Perez Palomino (Coordinador/a)	B-412	gerardo.perezp@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico

Francisco Eduardo Carrasco Yepez	B-417	eduardo.carrasco@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico
-------------------------------------	-------	-------------------------	--

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Analisis Y DiseÑo De Circuitos
- Introduccion Al Analisis De Circuitos
- Campos Y Ondas En Telecomunicacion

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingenieria de Tecnologias y Servicios de Telecomunicacion no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE-ST3 - Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas

CE-ST4 - Capacidad para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación

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

CG12 - Organización y planificación

CG2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean 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 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CG5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas 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

4.2. Resultados del aprendizaje

RA65 - Conocimientos para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación.

RA592 - Utilización de la matriz S [también llamada matriz de Dispersión] con la suficiente soltura para abordar problemas de análisis de circuitos de microondas.

RA594 - Exponer las características, modo de funcionamiento y aplicaciones de los dispositivos pasivos más comunes en los circuitos de alta frecuencia..

RA591 - Presentar los conceptos básicos de análisis de circuitos de microondas.

RA588 - Consolidación de la comprensión de los elementos y herramientas circuitales usados para la interpretación del fenómeno de la propagación.

RA590 - Conocer los procedimientos de adaptación de impedancias utilizados habitualmente en alta frecuencia.

RA595 - Alcanzar la capacidad para manejar del analizador de redes.

RA64 - Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.

RA587 - Consolidación de la comprensión de los conceptos de propagación de ondas en líneas de transmisión.

RA596 - Alcanzar las habilidades para medir (correctamente) los parámetros de circuitos pasivos básicos.

RA66 - Conocimientos para la selección de antenas, equipos y sistemas de transmisión, propagación de ondas guiadas y no guiadas, por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia u ópticos

RA589 - Conocer los parámetros de las líneas y guías de onda usadas comúnmente junto con la descripción de su

geometría, características fundamentales y propiedades.

RA735 - Conocimientos en el uso de software comercial para el diseño de dispositivos pasivos de microondas.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Se introducen los fundamentos de la Ingeniería de Microondas.

De forma global el objetivo de esta asignatura consiste en familiarizar al estudiante con el empleo de los sistemas de transmisión en alta frecuencia y la completa comprensión del fenómeno de la propagación en líneas de transmisión. Con una descripción de las características típicas y condiciones de uso de los medios físicos de transmisión de forma que permitan su manejo en subsistemas de microondas. Se incluye la problemática asociada a la adaptación de impedancias y a los mecanismos de implementación con líneas concretas. Asimismo, se le inicia a la caracterización matricial de los circuitos de microondas mediante los parámetros de dispersión [S]. Además, se revisan y presentan los dispositivos más comúnmente usados, de forma que igualmente puedan ser usados, especificados y entendidos en subsistemas de radiofrecuencia.

Se realizan dos prácticas de simulación, una de análisis, introductoria al software comercial ADS, y otra de diseño de alguno de los dispositivos estudiados. Se muestra al estudiante el proceso completo de diseño, fabricación y medida de un dispositivo sencillo.

Se realiza una práctica de laboratorio de medidas de circuitos de microondas, dividida en dos partes: una parte introductoria al analizador de redes y los estándares de calibración y otra dedicada a la medida de un dispositivo pasivo.

5.2. Temario de la asignatura

1. Revisión de los elementos circuitales de las líneas.
 - 1.1. Introducción. Objetivos.
 - 1.2. Tensiones y corrientes en las líneas.
 - 1.3. Coeficiente de reflexión. Onda estacionaria. Impedancia en la línea.
 - 1.4. Potencia.
2. Adaptación de impedancias.
 - 2.1. Introducción. Objetivos.
 - 2.2. Concepto de adaptación. Onda estacionaria y Adaptación.
 - 2.3. La carta de Smith.
 - 2.4. Circuitos de adaptación. Sintonizador simple, sintonizador doble, transformador en un cuarto de longitud de onda, adaptación con elementos concentrados.
 - 2.5. Circuitos de adaptación. Implementaciones. Ejemplos de implementaciones con las líneas estudiadas.
 - 2.6. Práctica en el laboratorio de simulación, introductoria al análisis circuitos de microondas mediante el software comercial ADS.
3. Líneas y medios de transmisión comunes
 - 3.1. Introducción. Objetivos.
 - 3.2. Coaxial.
 - 3.3. Microstrip.
 - 3.4. Strip line.
 - 3.5. Guías de onda.
4. Redes de Microondas.
 - 4.1. Introducción. Objetivos. Revisión de corrientes y tensiones equivalentes en guías.
 - 4.2. Ondas de potencia. Parámetros S.
 - 4.3. Cuadripolos. Potencias y ganancias. Cargados con Z_0 y Z_G , Z_L genéricas.
5. Parámetros S de dispositivos básicos.
 - 5.1. Divisores. Uniones en T líneas TEM (o quasi-TEM). Divisor resistivo. Divisor Wilkinson: Balanceado y desbalanceado.
 - 5.2. Acopladores. Definiciones, acoplo, aislamiento, directividad. Matriz unitaria.

- 5.3. Acopladores. Acoplador de ramas 3dB, 90°, TEM, 3 dB 180°. Anillo.
- 5.4. Líneas Acopladas. Acoplador de líneas acopladas.
- 5.5. Uniones en T en guía de onda. Acoplador de ramas en guía. T-mágica (3 dB 180°)
- 5.6. Atenuadores, circuladores, aisladores, interruptores, cargas.
- 6. Laboratorio de medida.
 - 6.1. Práctica 1.- PRIMERA PARTE. Analizador de Redes. Calibración.
 - 6.2. Práctica 1.- SEGUND PARTE. Medida de dispositivos pasivos.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Introducción. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 1. Lecciones. Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 1. Lecciones. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p>Tema 1. Lecciones. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 1. Ejercicios. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p>Tema 1. Lecciones. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 1. Lecciones. Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2. Lecciones. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4	<p>Tema 2. Lecciones. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2. Lecciones. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
5	<p>Tema 2. Ejercicios. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 2. Ejercicios. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

6	<p>Tema 2. Lecciones. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 3. Lecciones. Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 3. Lecciones. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
7	<p>Tema 3. Lecciones. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 3. Ejercicios. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
8	<p>Tema 4. Lecciones Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Introducción al simulador comercial ADS: Análisis de circuito pasivo de microondas. Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
9	<p>Tema 4. Lecciones. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4. Lecciones. Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Primer Parcial Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Primer parcial. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
10	<p>Tema 4. Lecciones. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Actividad Obligatoria no Recuperable. Introducción a la práctica de diseño asistido por simulador comercial ADS Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>			
11	<p>Tema 5. Lecciones. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 5. Lecciones. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

12	<p>Tema 5. Lecciones. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 5. Lecciones. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Actividad Obligatoria no Recuperable. Se distribuirán entre las semanas 9 y la 15 en grupos de 8 estudiantes. Se realizará una práctica consistente en dos partes, cada una de duración 1:30</p> <p>Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
13	<p>Tema 5. Lecciones. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Actividad Obligatoria no Recuperable. Medidas de los diseños realizados en la práctica de diseño asistido por simulador comercial ADS (actividad grupal supervisada)</p> <p>Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
14				<p>Memoria de la Práctica (Parte 1 y Parte 2). P1. Analizador de redes. Calibración. P2. Medidas de dispositivos pasivos. (Actividad Grupal)</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>
15				
16				
17	<p>Segundo parcial Duración: 01:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p>Segundo parcial. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p> <p>Entrega de informe sobre la práctica de diseño asistido por simulador: simulador comercial ADS (Actividad Grupal) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p> <p>Examen final ordinario. El 20% de su calificación proviene de las prácticas del laboratorio de medidas y el 10% de la práctica de diseño asistido por simulador comercial, que son obligatorias. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 03:00</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Primer parcial.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:00	40%	2.5 / 10	CG9 CG12 CE-ST3 CE-ST4 CE-ST5 CG2 CG4 CG5
14	Memoria de la Práctica (Parte 1 y Parte 2). P1. Analizador de redes. Calibración. P2. Medidas de dispositivos pasivos. (Actividad Grupal)	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	20%	5 / 10	CG9 CG12 CE-ST3 CE-ST4 CE-ST5 CG2 CG4 CG5
17	Segundo parcial.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:00	30%	2.5 / 10	CG9 CG12 CE-ST3 CE-ST4 CE-ST5 CG2 CG4 CG5
17	Entrega de informe sobre la práctica de diseño asistido por simulador: simulador comercial ADS (Actividad Grupal)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	2.5 / 10	CG9 CG12 CE-ST3 CE-ST4 CE-ST5 CG2 CG5

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final ordinario. El 20% de su calificación proviene de las prácticas del laboratorio de medidas y el 10% de la práctica de diseño asistido por simulador comercial, que son obligatorias.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG9 CG12 CE-ST3 CE-ST4 CE-ST5 CG2 CG4 CG5

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Final Extraordinario. El 20% de su calificación proviene de las prácticas del laboratorio de medidas y el 10% de la práctica de diseño asistido por simulador comercial, realizadas durante el curso y que son obligatorias.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG9 CG12 CE-ST3 CE-ST4 CE-ST5 CG2 CG4 CG5

7.2. Criterios de evaluación

EVALUACIÓN PROGRESIVA

La **Evaluación Progresiva** de la asignatura consta de un primer parcial (NP1), una práctica de laboratorio de medidas obligatoria (NLAB), una prueba de segundo parcial (NP2) y una práctica de diseño asistido por simulador (NSIM).

1er Examen Parcial (NP1). Se realizará un examen parcial en fecha a definir por la Junta de Escuela, en la semana dedicada a los exámenes parciales. Su ponderación será del 40%. Para poder liberar este primer examen parcial, la nota obtenida deberá ser mayor ó igual a 2,5 puntos (sobre 10).

2º Examen Parcial (NP2). Se realizará una 2º prueba parcial al final del curso, el día asignado por Jefatura de Estudios para realizar el examen final de la Convocatoria Ordinaria (Enero). Su ponderación será del 30%.

Laboratorio de medidas de Microondas (NLAB). Todos los estudiantes, deberán realizar una práctica obligatoria no recuperable, siendo evaluada mediante la elaboración de su memoria correspondiente. Su ponderación será del 20%.

Práctica de diseño asistido por simulador (NSIM). Consistirá en la elaboración de un diseño asistido por un simulador por parte del estudiante. El diseño será realizado por los estudiantes con la asesoría de los profesores. Se entregará un informe cuya ponderación será del 10%.

La no realización de la práctica obligatoria del laboratorio de medidas supondrá la renuncia a la Evaluación Progresiva y a su 20% correspondiente en la calificación final.

La calificación final (NF) del estudiante será: $NF = NP1$ (ponderación: 40 %) + $NP2$ (ponderación: 30 %) + $NLAB$ (ponderación: 20 %) + $NSIM$ (ponderación: 10 %).

En Evaluación Progresiva la asignatura se superará cuando la calificación final (NF) sea mayor o igual a 5, además de que la nota obtenida en cada parcial y en la práctica de diseño asistido por simulador (NSIM) sea mayor o igual a 2,5 puntos. En el laboratorio de medidas de Microondas (NLAB) la calificación mínima es 5,0

puntos.

EVALUACIÓN GLOBAL

La **Evaluación Global** consistirá en la realización del 2º Examen Parcial (30%)+ Recuperación, en su caso, del Primer Examen Parcial (40%).

Una calificación inferior a 2.5 puntos sobre 10 en cualquiera de los dos parciales, supondrá el suspenso en la asignatura.

La calificación final (NF) del estudiante será: $NF = NP1$ (ponderación: 40 %) + $NP2$ (ponderación: 30 %) + $NLAB$ (ponderación: 20 %) + $NSIM$ (ponderación: 10 %).

En Evaluación Global la asignatura se superará cuando la calificación final (NF) sea mayor o igual a 5, además de que la nota obtenida en cada parcial sea mayor o igual a 2,5 puntos. Los alumnos que no hayan realizado las prácticas obligatorias de Laboratorio de medidas o de Diseño asistido por simulador, o no hayan obtenido la nota mínima respectiva $NLAB=5$ puntos y $NSIM=2,5$ puntos, obtendrán una calificación $NLAB=0$ puntos o $NSIM=0$ puntos.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

Todos los alumnos que no hayan superado la asignatura por cualquiera de los dos métodos de evaluación mencionados anteriormente, progresiva o global, podrán realizar un examen único de toda la materia teórica de la asignatura, cuya calificación es NFE, y que tiene una ponderación de un 70%. Una calificación inferior a 5 puntos sobre 10 en ese examen teórico supondrá el suspenso en la asignatura.

En esta convocatoria se tendrá en cuenta, como parte liberada, la calificación obtenida en el laboratorio (NLAB) y con su misma ponderación (20%). También se considerará la calificación obtenida en la práctica de diseño asistida por simulador (NSIM) y con su misma ponderación (10%). La calificación final (NF) del estudiante será: $NF = NFE$ (ponderación: 70 %) + $NLAB$ (ponderación: 20 %) + $NSIM$ (ponderación: 10%).

Los alumnos que no hayan realizado las prácticas obligatorias de Laboratorio de medidas o de Diseño asistido por simulador, o no hayan obtenido la nota mínima respectiva $NLAB=5$ puntos y $NSIM=2,5$ puntos, obtendrán una

calificación NLAB=0 puntos o NSIM=0 puntos.

En la convocatoria extraordinaria la asignatura se superará cuando se obtenga una calificación (NF) igual o superior a 5 puntos.

El plagio total o parcial de ejercicios en cualquiera de las pruebas de evaluación, incluida la práctica de diseño, supondrá el suspenso en esa prueba, con calificación 0 puntos.

En el caso de que en el desarrollo de las pruebas de evaluación se aprecie el incumplimiento de los deberes como estudiante universitario, el coordinador de la asignatura podrá ponerlo en conocimiento del Director del Centro, que de acuerdo con lo establecido en el artículo 74 (n) de los Estatutos de la UPM tiene competencias para "Proponer la iniciación del procedimiento disciplinario a cualquier miembro de la Escuela o Facultad, por propia iniciativa o a instancia de la Comisión de Gobierno" al Rector, en los términos previstos en los estatutos y normas.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
"Microwave Engineering", D.M. Pozar.	Bibliografía	Bibliografía de referencia. "Microwave Engineering", D.M. Pozar, (Ed. Addison-Wesley, 1993). (John Wiley and sons, Inc, 1998) (John Wiley and Sons, Inc, 2005, 3ª edición) (John Wiley and Sons, Inc, 2012, 4ª edición)
"Foundations for Microwave Engineering"	Bibliografía	Bibliografía fundamental: "Foundations for Microwave Engineering", Robert E. Collin, Ed. McGraw-Hill, Inc., 1992

"Microwave Engineering. Passive Circuits"	Bibliografía	Bibliografía fundamental. "Microwave Engineering. Passive Circuits", Peter A. Rizzi, Ed. Prentice-Hall, Inc., 1998
"Field and Waves in Communications Electronics"	Bibliografía	Bibliografía complementaria. "Field and Waves in Communications Electronics", S. Ramo, J.R. Whinnery, T.V. Duzzer, 3th edition, John Wiley and Sons, 1993.
"Microwave filters, impedance-matching networks and coupling structures", E.M.T. Jones, Artech House, 1980. (Reimpresión de la edición de Mc-Graw-Hill 1960	Bibliografía	Bibliografía complementaria. 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
Moodle - Microondas de apoyo a la docencia.	Recursos web	Documentación completa de los temas y ejercicios suministrada a los estudiantes durante el periodo lectivo.
Instrumentación de microondas.	Equipamiento	Instrumentación de laboratorio de microondas donde se realizan las sesiones prácticas.
"Microwave Circuit Design: A Practical Approach Using ADS", Kyung-Wham Yeom, Pearson 2015	Bibliografía	Bibliografía complementaria: "Microwave Circuit Design: A Practical Approach Using ADS", Kyung-Wham Yeom, Pearson 2015
"Advanced Design System Software (ADS-Keysight)"	Otros	Versión de Estudiante del Software de Simulación ADS: https://connectlp.keysight.com/StudentLicense