



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

2019/20 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	5
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	13

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 Ingenieria De Tecnologias Y Servicios De Telecomunicacion
Centro responsable de la titulación	09 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion
Curso académico	2019-20

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jose Maria Gil Gil (Coordinador/a)	B-416	josemaria.gil@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico
Jose Antonio Encinar Garcinuño	B-414	jose.encinar@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico

Jesus M. Rebollar Machain	B-411	jesusmaria.rebollar@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico
Ana Maria Buesa Zubiria	B-415	ana.buesa.zubiria@upm.es	Sin horario. 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.

2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Martinez De Rioja Del Nido, Jose Daniel	jd.martinezderioja@upm.es	Encinar Garcinuño, Jose Antonio

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- 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 Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación 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

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

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..

RA593 - Utilización y comprensión y uso de las matrices Z y ABCD para el análisis de cuadripolos y circuitos de microondas.

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.

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.

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], y se revisan otras caracterizaciones de interés, matriz ABCD o matriz Z. Además, se revisan y presentan los circuitos más comúnmente usados, de forma que igualmente puedan ser usados, especificados y entendidos en subsistemas de radiofrecuencia

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.
3. Líneas y medios de transmisión comunes
 - 3.1. Introducción. Objetivos.

- 3.2. Coaxial.
- 3.3. Microstrip.
- 3.4. Strip line.
- 3.5. Guía de onda rectangular.
- 3.6. Guía de onda circular.
- 4. Redes de Microondas.
 - 4.1. Introducción. Objetivos. Revisión de corrientes y tensiones equivalentes en guías.
 - 4.2. Parámetros usados en microondas: Matrices Z e Y. Parámetros ABCD.
 - 4.3. Ondas de potencia. Parámetros S.
 - 4.4. Cuadripolos. Potencias y ganancias. Cargados con Z0 y ZG, ZL genéricas.
 - 4.5. Conexión en cascada de cuadripolos.
 - 4.6. Multipolos y conexión arbitraria. Situación 1. Red terminada. Situación 2. Terminales libres.
- 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. Analizador de Redes. Calibración, medida de parámetros S de circuitos.
 - 6.2. Práctica 2. Analizador de Redes. Medidas de acopladores y subsistemas basados en acopladores.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	Tema 1. Lecciones. Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Tema 1. Lecciones. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 1. Ejercicios. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	Tema 2. Lecciones. Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Tema 2. Lecciones Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	Tema 2. Ejercicios Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Tema 3. Lecciones. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	Tema 3. Lecciones. Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	Tema 3. Lecciones Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 3. Ejercicios Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
8	Tema 3. Lecciones. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 3. Ejercicios Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
9	Tema 4. Lecciones Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

10	Tema 4. Lecciones Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	Tema 4. Lecciones. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 4. Ejercicios. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
12	Tema 4. Ejercicios. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Tema 5. Lecciones Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Primer parcial. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00
13	Tema 5. Lecciones. Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	Tema 5. Lecciones Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 5. Ejercicios. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Tema 6. Prácticas. Se distribuirán entre la semana 11 y la 15 en grupos de 6 alumnos. Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15				Memoria de las prácticas. Presencial TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 04:00
16				Memoria de las prácticas. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:15
17				Segundo parcial. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00 Examen final. Para aquellos que renuncian a la evaluación continua. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 03:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
12	Primer parcial.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	45%	5 / 10	CG9 CG12 CE-ST4 CE-ST5 CG2 CG4 CG5 CE-ST3
16	Memoria de las prácticas.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:15	10%	5 / 10	CE-ST3 CG9 CG12 CE-ST4 CE-ST5 CG2 CG4 CG5
17	Segundo parcial.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	45%	5 / 10	CE-ST3 CG9 CG12 CE-ST4 CE-ST5 CG2 CG4 CG5

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
15	Memoria de las prácticas. Presencial	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	04:00	10%	5 / 10	CG9 CG12 CE-ST3 CE-ST4 CE-ST5 CG2 CG4 CG5

17	Examen final. Para aquellos que renuncian a la evaluación continua.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	90%	10 / 10	CE-ST3 CG9 CG12 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	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	90%	5 / 10	CE-ST3 CG9 CG12 CE-ST4 CE-ST5 CG2 CG4 CG5
Memoria de las prácticas.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	04:00	10%	5 / 10	CG9 CG12 CE-ST3 CE-ST4 CE-ST5 CG2 CG4 CG5

7.2. Criterios de evaluación

Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua (EC). El estudiante que desee renunciar a la evaluación continua y optar a la evaluación por prueba final (formada por una o más actividades de evaluación global de la asignatura), deberá hacerlo el mismo día del examen final ordinario rellenando la casilla a tal efecto del propio examen.

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación continua (EX, ET, TG, etc.), y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre, salvo aquellas actividades de evaluación de resultados del aprendizaje de difícil calificación en una prueba final. En este caso, se podrán realizar dichas actividades de evaluación a lo largo del curso.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final.

La asignatura se superará cuando se obtenga una nota igual o superior a 5 puntos sobre un total de 10.

EVALUACIÓN CONTINUA.-

La Evaluación continua consiste en dos pruebas parciales más una actividad complementaria de prácticas de laboratorio.

1er Examen Parcial. Se realizará un examen parcial en fecha a definir por la Junta de Escuela, igual para todos los grupos de alumnos de la asignatura. Su ponderación será del 45%. Para poder liberar este examen parcial, la nota obtenida deberá ser mayor ó igual a 3,5 puntos.

2º Examen Parcial. 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), igual para todos los grupos de alumnos de la asignatura. Su ponderación será del 45%.

Laboratorio de Microondas. Todos los alumnos, tanto los que vayan por EC como los que elijan prueba final, deberán realizar una práctica obligatoria (se podrá optar a una segunda, optativa) siendo evaluada mediante la elaboración de una memoria de la práctica, de forma individual. Su ponderación será del 10%. La no realización

de la práctica supondrá la renuncia a la Evaluación Continua y a su 10% correspondiente en la calificación ponderada final. Esta renuncia se hará extensiva a las dos convocatorias Ordinaria y Extraordinaria.

Para aprobar la asignatura debe cumplirse que su media ponderada sea mayor o igual a 5, además de que la nota obtenida en cada parcial sea mayor o igual a 3,5 puntos.

Renuncia a la Evaluación Continua. Los alumnos que lo deseen pueden ser evaluados mediante un único examen final, siempre que renuncien por escrito a la EC. Esta renuncia se realizará el día del examen final ordinario (Enero), rellenando la casilla correspondiente que se encontrará en el encabezado del enunciado de dicho examen. El alumno que haya realizado (y superado) el laboratorio conservará la calificación de éste (NLAB) en las dos convocatorias, Ordinaria y Extraordinaria.

EVALUACIÓN POR EXAMEN FINAL.-

Los estudiantes que han renunciado a la EC, y por lo tanto a la nota obtenida anteriormente en la prueba parcial (NP1), realizarán un examen único al final de curso sobre toda la materia de la asignatura, que dará lugar a la nota final NF. Siguiendo la normativa, el estudiante deberá optar por uno de los dos tipos de evaluaciones anteriores, siendo éstas excluyentes.

$$NF = NP1 \text{ (ponderación:45 \%)} + NP2 \text{ (ponderación:45 \%)} + NLAB \text{ (ponderación:10 \%)}$$

Los alumnos que no hayan realizado la práctica de Laboratorio, obtendrán una calificación NLAB=0 puntos.

Para aprobar la asignatura debe cumplirse que su media ponderada (NF) sea mayor o igual a 5.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA.-

Todos los alumnos que no hayan superado la asignatura, por cualquiera de los dos métodos de evaluación, podrán realizar un examen único de toda la materia de la asignatura. En esta convocatoria se tendrá en cuenta, como parte liberada, la calificación obtenida en el laboratorio (NLAB) y con su misma ponderación (10%).

La nota final, será

$$NF = NP1 \text{ (ponderación:45 \%)} + NP2 \text{ (ponderación:45 \%)} + NLAB \text{ (ponderación:10 \%)}$$

Los alumnos que no hayan realizado la práctica de Laboratorio, obtendrán una calificación NLAB=0 puntos.

De la misma forma, para aprobar la asignatura debe cumplirse que NF sea mayor o igual a 5.

El plagio total o parcial de ejercicios en cualquiera de las pruebas de evaluación 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
WAD de apoyo a la docencia.	Recursos web	Documentación adicional suministrada a los alumnos durante el periodo lectivo.
Intrumentación de microondas.	Equipamiento	Instrumentación de laboratorio de microondas donde realizar las sesiones prácticas.