



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

95000047 - Subsistemas De Radiofrecuencia

PLAN DE ESTUDIOS

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

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Segundo 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.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	14
9. Otra información.....	15

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	95000047 - Subsistemas de Radiofrecuencia
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Cuarto curso
Semestre	Octavo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion
Centro responsable de la titulación	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2023-24

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Miguel Angel Gonzalez De Aza (Coordinador/a)	B-421-D	miguelangel.gonzalez@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

- Campos Y Ondas En Telecomunicacion
- Analisis Y Diseño De Circuitos
- Introduccion Al Analisis De Circuitos
- Microondas
- Electronica De Comunicaciones

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Conceptos generales del análisis circuital. Caracterización de redes mediante parámetros circuitales: Z, Y, ABCD. Interconexión matricial de cuadripolos.
- Ondas de potencia y parámetros S. Caracterización de circuitos mediante su matriz de dispersión S. Interconexión de matrices S para caracterización de redes de N puertas.
- Operaciones algebraicas con expresiones complejas. Funciones de variable compleja, nociones básicas.
- Conceptos de propagación, circuito distribuido, línea de transmisión, retardo.
- Conocimiento del funcionamiento básico de las líneas de transmisión y de sus parámetros.
- Carta de Smith y su aplicación a los problemas de adaptación de impedancias.
- Sistemas lineales. Transformada de Fourier y Laplace.

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

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

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

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

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura presenta las bases conceptuales del diseño de los subsistemas que constituyen la etapa de radiofrecuencia de cualquier sistema de comunicación: filtros, amplificadores, conmutadores, desfasadores, etc. Se introducen las configuraciones clásicas en cada uno de los subsistemas analizados haciendo especial hincapié en los aspectos que condicionan los criterios de elección; manejo de potencia, distorsión, ruido, tecnología más adecuada, etc.

Tiene como objetivo fundamental generar en el alumno la capacidad para llevar a cabo autónomamente diseños con especificaciones sencillas de cualquiera de los subsistemas abordados en la asignatura, de tal modo que en un futuro esté en condiciones de abordar otras configuraciones más complejas.

5.2. Temario de la asignatura

1. Análisis Circuitual de Subsistemas de Radiofrecuencia.
 - 1.1. Introducción.
 - 1.2. Análisis de redes multipuerto mediante parámetros S.
 - 1.3. Teoría de grafos de flujo de señal aplicada a circuitos de radiofrecuencia.
 - 1.4. Escalado de funciones de red en frecuencia e impedancia.
2. Filtros de Microondas.
 - 2.1. Resonadores de microondas. Líneas de transmisión como elementos resonantes; parámetro de pendiente, factor de calidad.
 - 2.2. Introducción a los filtros de microondas. Pérdidas de inserción. Respuesta maximalmente plana y equirrizada.
 - 2.3. Transformaciones circuitales, paso alto, paso banda, banda eliminada.
 - 2.4. Transformación de Richards, síntesis con elementos distribuidos. Identidades de Kuroda.
 - 2.5. Filtros de salto de impedancia.
 - 2.6. Inversores de impedancia y admitancia; transformaciones asociadas.
 - 2.7. Diseño de filtros paso banda distribuidos.
3. Amplificadores de Microondas.
 - 3.1. Introducción. Definiciones de potencia en cuadripolos.
 - 3.2. Círculos de estabilidad. Criterios de estabilidad incondicional.
 - 3.3. Diseño de amplificadores de una etapa para máxima ganancia.
 - 3.4. Círculos de ganancia constante.
 - 3.5. Amplificadores de banda ancha.
4. Conmutadores y desfasadores de microondas.
 - 4.1. Diodos Schottky y PIN. Conmutadores SPDT y a reflexión.
 - 4.2. Desfasadores y atenuadores.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Tema 1. Análisis Circuital de Subsistemas de Radiofrecuencia. Secciones 1.1 y 1.2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 1. Análisis Circuital de Subsistemas de Radiofrecuencia. Sección 1.2 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p>Tema 1. Análisis Circuital de Subsistemas de Radiofrecuencia. Sección 1.2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 1. Análisis Circuital de Subsistemas de Radiofrecuencia. Sección 1.2 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
3	<p>Tema 1. Análisis Circuital de Subsistemas de Radiofrecuencia. Secciones 1.3 y 1.4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 1. Análisis Circuital de Subsistemas de Radiofrecuencia. Secciones 1.3 y 1.4 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
4	<p>Tema 1. Análisis Circuital de Subsistemas de Radiofrecuencia. Secciones 1.3 y 1.4 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 2. Filtros de Microondas. Secciones 2.1 y 2.2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

5	<p>Tema 2. Filtros de Microondas. Secciones 2.2 y 2.3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2. Filtros de Microondas. Secciones 2.2 y 2.3 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
6	<p>Tema 2. Filtros de Microondas. Secciones 2.4 y 2.5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2. Filtros de Microondas. Secciones 2.4 y 2.5 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
7	<p>Tema 2. Filtros de Microondas. Sección 2.6 y 2.7 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 2. Filtros de Microondas. Sección 2.6 y 2.7 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
8	<p>Tema 2. Filtros de Microondas. Sección 2.6 y 2.7 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 3. Amplificadores de Microondas. Sección 3.1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Prueba de seguimiento: Temas 1 a 2. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p> <p>Entrega de diseño propuesto 1. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p>
9	<p>Tema 3. Amplificadores de Microondas. Sección 3.1 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 3. Amplificadores de Microondas. Sección 3.2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
10	<p>Tema 3. Amplificadores de Microondas. Sección 3.2 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 3. Amplificadores de Microondas. Sección 3.3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

11	<p>Tema 3. Amplificadores de Microondas. Sección 3.3 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 3. Amplificadores de Microondas. Sección 3.4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
12	<p>Tema 3. Amplificadores de Microondas. Sección 3.4 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 3. Amplificadores de Microondas. Sección 3.5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
13	<p>Tema 3. Amplificadores de Microondas. Sección 3.5 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 4. Conmutadores y Desfasadores de Microondas. Secciones 4.1 y 4.2. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
14	<p>Tema 4. Conmutadores y Desfasadores de Microondas. Secciones 4.1 y 4.2. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4. Conmutadores y Desfasadores de Microondas. Secciones 4.1 y 4.2. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
15				
16				
17				<p>Prueba de seguimiento: Temas 3 y 4. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p> <p>Entrega de diseño propuesto 2. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p> <p>Examen final consistente en dos pruebas, a cada una de las cuales se aplica la condición de nota mínima 2/10. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00</p> <p>Diseños realizados en la evaluación progresiva TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final</p>

				No presencial Duración: 00:00
--	--	--	--	----------------------------------

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 derivadas de la situación creada por la COVID-19.

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
8	Prueba de seguimiento: Temas 1 a 2.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	2 / 10	CG9 CG12 CE-ST3 CE-ST4 CE-ST5 CG2 CG4 CG5
8	Entrega de diseño propuesto 1.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	0 / 10	CG9 CG12 CE-ST3 CE-ST4 CE-ST5 CG2 CG4 CG5
17	Prueba de seguimiento: Temas 3 y 4.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	2 / 10	CG9 CG12 CE-ST3 CE-ST4 CE-ST5 CG2 CG4 CG5
17	Entrega de diseño propuesto 2.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	0 / 10	CG9 CG12 CE-ST3 CE-ST4 CE-ST5 CG2 CG4 CG5

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final consistente en dos pruebas, a cada una de las cuales se aplica la condición de nota mínima 2/10.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	80%	4 / 10	CG9 CG12 CE-ST3 CE-ST4 CE-ST5 CG2 CG4 CG5
17	Diseños realizados en la evaluación progresiva	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	20%	0 / 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
Prueba final	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

Todos los estudiantes serán evaluados mediante el mismo sistema de evaluación progresiva consistente en dos pruebas parciales y la realización de dos diseños. Si no se aprueba la asignatura mediante este procedimiento, se realizarán pruebas de evaluación global al finalizar el periodo de docencia.

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación en la convocatoria extraordinaria usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación de la convocatoria ordinaria (EX, ET, TG, etc.).

Convocatoria ordinaria: Evaluación progresiva.

La evaluación progresiva de la asignatura consta de dos controles de seguimiento y dos entregas de diseños propuestos:

- 1) Primer control (temas 1 a 2): se realizará en la octava semana del periodo lectivo. Su ponderación será de un 40%.
- 2) Entrega del primer diseño propuesto. Su ponderación será de un 10%. La fecha de entrega se indicará en el moodle de la asignatura.
- 3) Segundo control (temas 3 y 4): se realizará coincidente con la fecha señalada para el examen global de la convocatoria ordinaria de junio. Su ponderación será de un 40%.
- 4) Entrega del segundo diseño propuesto. Su ponderación será de un 10%. La fecha se indicará en el moodle de la asignatura.

Para aprobar la asignatura debe cumplirse que la media ponderada de las calificaciones correspondientes a todos los controles y entregas sea mayor o igual a 5 puntos sobre 10. Algún control con calificación inferior a 2 puntos sobre 10 supondrá el suspenso en la evaluación progresiva. En este caso, la calificación final será la menor entre la media ponderada de los controles y entregas y 4.5.

Convocatoria ordinaria: Evaluación mediante prueba global.

En la fecha señalada para el examen final de la convocatoria ordinaria de junio, los alumnos que quieran renunciar a la evaluación progresiva, y por lo tanto a la nota obtenida anteriormente en el primer control de seguimiento,

serán evaluados mediante:

1) Un examen global consistente en dos pruebas:

- a) La primera prueba sobre los temas del 1 y 2. Su ponderación será de un 40%.
- b) La segunda prueba sobre los temas 3 y 4. Su ponderación será de un 40%.

2) Entregas realizadas en la evaluación progresiva. Su ponderación será de un 20%.

Para aprobar la asignatura debe cumplirse que la media ponderada de las calificaciones correspondientes a las dos pruebas y las entregas realizadas en la evaluación progresiva sea mayor o igual a 5 puntos sobre 10. Alguna prueba con calificación inferior a 2 puntos sobre 10 supondrá el suspenso de la evaluación global. En este caso, la calificación final será la menor entre la media ponderada de los controles y entregas y 4.5.

Convocatoria extraordinaria:

En la convocatoria extraordinaria de julio los alumnos serán evaluados mediante una única prueba que incluya la totalidad del temario y que representa el 100% de la calificación final. No se tendrán en cuenta los resultados obtenidos en la evaluación progresiva de la convocatoria ordinaria.

Contenido de las pruebas:

El contenido de los ejercicios de los exámenes será fundamentalmente práctico (resolución de ejercicios), aunque puede incluir algunas cuestiones cortas, de carácter más teórico, referidas a conceptos básicos.

Cualquier evaluación o entrega realizada podrá requerir una evaluación oral complementaria por parte del profesor para validar que se ha realizado por el alumno sin ayuda de sistemas de AI.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Microwave Engineering, David.M. Pozar, John Wiley and Sons Inc., 2012, 4th edition.	Bibliografía	Base fundamental para el seguimiento de la asignatura
Foundations for Microwave Engineering , Robert E. Collin, McGraw-Hill Inc. 1992.	Bibliografía	Obra maestra
Microwave Engineering Passive Circuits , Peter A. Rizzi, Prentice-Hall Inc., 1998.	Bibliografía	Texto con visión de ingeniería
Field and Waves in Communications Electronics, S. Ramo, J.R. Whinnery, T.V. Duzzer, 3th edition, John Wiley and Sons, 1993.	Bibliografía	Complementaria
An Introduction to Guided Waves and Microwaves Circuits, R.S. Elliot, Ed. Prentice-Hall, 1998	Bibliografía	Complementaria
Advanced Engineering Electromagnetics, C.A. Balanis. John Wiley and Sons.	Bibliografía	Complemetaria

Microwave filters, impedance-matching networks and coupling structures, G.L. Matthaei, L. Young, E.M.T. Jones, Artech House, 1980. (Reimpresión de la edición de McGraw-Hill 1960.	Bibliografía	Obra maestra. Utilizada en varios temas
Computer Aided Design of Microwave Circuits, K. C. Gupta, Ed. Artech House, 1981.	Bibliografía	Complementaria
Principles of Microwave Circuits, C. G. Montgomery, R. H. Dicke, and E. M. Purcell	Bibliografía	Complementaria
https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales	Recursos web	Seguimiento general de la asignatura

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

En general esta asignatura está relacionada con el ODS número 9: "Industria, innovación e infraestructuras" ya que proporciona conocimientos aplicables a la industria. En particular el punto 9.5: "Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica industrial, y de aquí a 2030, aumentar considerablemente el número de trabajadores y el gasto público y privado".