



Asignatura: Dispositivos de Radiocomunicaciones (DR)
Código: 32640
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

GUÍA DOCENTE: Dispositivos de Radiocomunicaciones (DR)

Curso Académico: 2014-2015

Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Centro: Escuela Politécnica Superior
Universidad: Universidad Autónoma de Madrid

Última modificación: 02/06/2014
Estado: Pendiente de publicación



Asignatura: Dispositivos de Radiocomunicaciones (DR)
Código: 32640
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

1. ASIGNATURA (ID)

Dispositivos de Radiocomunicaciones (DR)

1.1. Programa

Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)

1.2. Código asignatura

32640 del Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación

1.3. Área de la asignatura

Teoría de la Señal y Comunicaciones

1.4. Tipo de asignatura

Obligatoria

1.5. Semestre

Primer semestre

1.6. Créditos

6 ETCS

1.7. Idioma de impartición

El material y transparencias se proporcionarán en castellano. Las clases se impartirán en castellano, sin perjuicio a que algunos seminarios pudiesen ser impartidos en inglés.



Asignatura: Dispositivos de Radiocomunicaciones (DR)
Código: 32640
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

1.8. Recomendaciones / Requisitos previos

Los conocimientos previos recomendados para cursar esta asignatura son, de manera genérica, conocimientos sobre radiofrecuencia y sistemas de comunicación (líneas de transmisión, guías de onda, ondas planas, circuitos, etc..)

Para estudiantes provenientes del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación de la UAM estos conocimientos han sido impartidos fundamentalmente, en las asignaturas de *Teoría de la Comunicación*, *Fundamentos de Transmisión y Propagación de Ondas*, *Medios de Transmisión y Sistemas de Transmisión de Audio y Vídeo*.

1.9. Datos del equipo docente

Nota: se debe añadir @uam.es a todas las direcciones de correo electrónico. Incluir sólo los datos del coordinador

Profesores de teoría y prácticas:

Dr. Juan Córcoles Ortega (Coordinador)
Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones
Escuela Politécnica Superior
Despacho: C-209
Tel.: +34 914972425
e-mail: juan.corcoles
Web: <http://rfcas.eps.uam.es/web/?q=user/78>

Dr. Jorge A. Ruiz Cruz
Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones
Escuela Politécnica Superior
Despacho: C-218
Tel.: +34 914972801
e-mail: jorge.ruizcruz
Web: <http://rfcas.eps.uam.es/web/?q=user/62>



Asignatura: Dispositivos de Radiocomunicaciones (DR)
Código: 32640
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

1.10. Objetivos del curso

OBJETIVOS GENERALES	
G1	Comprender y utilizar los dispositivos que constituyen la cadena de radiofrecuencia (RF) de un sistema de comunicaciones típico, desde la antena a los subsistemas de RF (acopladores, filtros, multiplexores, mezcladores, amplificadores,...)
G2	Utilizar las reglas de análisis y diseño de circuitos en las principales tecnologías usadas en RF (planar, cable coaxial, guía de onda,...)
G3	Comprender y utilizar las reglas de análisis y diseño de los principales dispositivos de RF utilizados para la distribución de potencia y alimentación de arrays de antenas
G4	Comprender y utilizar las principales reglas de análisis y diseño para sintetizar diagramas de radiación utilizados en radiocomunicaciones
G5	Comprender y utilizar las reglas de análisis y diseño de los principales dispositivos de RF utilizados para la discriminación en frecuencia
G6	Utilizar el concepto de discriminación de polarización en sistemas de radiocomunicaciones

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
MÓDULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y TECNOLÓGICOS DE LOS DISPOSITIVOS DE RADIOCOMUNICACIONES	
TEMA 1.- Procesado de señal y tecnologías en dispositivos de radiocomunicaciones	
1.1.	Conocer los principales bloques y dispositivos de un sistema de radiocomunicaciones y sus funciones en el mismo
1.2.	Conocer e identificar las principales tecnologías de fabricación de los dispositivos de radiocomunicaciones, y las bandas de frecuencia para las que se suelen emplear
TEMA 2.- Teoría circuital en dispositivos de radiofrecuencia	
2.1.	Conocer el significado físico de la matriz de parámetros S, sus propiedades y el valor para los circuitos más sencillos
2.2.	Llevar a cabo operaciones básicas con la matriz S para caracterizar dispositivos pasivos de radiofrecuencia
2.3.	Ser capaz de desarrollar programas propios y usar software comercial para analizar y obtener la matriz de parámetros S de un dispositivo de radiocomunicaciones
MÓDULO II: DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA Y ALIMENTACIÓN DE ARRAYS DE ANTENAS	
TEMA 3.- Transformación de impedancias	
3.1.	Justificar por qué hay que transformar impedancias entre distintas etapas de un dispositivo de radiofrecuencia
3.2.	Cuantificar la desadaptación entre impedancias y la transferencia de potencia
3.3.	Conocer y utilizar estrategias basadas en transformadores multisección para obtener distinta respuesta en frecuencia de la adaptación de impedancias



Asignatura: Dispositivos de Radiocomunicaciones (DR)
Código: 32640
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

TEMA 4.- División y combinación de potencia	
4.1.	Conocer e identificar las propiedades y limitaciones de circuitos de más de dos puertos en radiofrecuencia
4.2.	Conocer las reglas de diseño y análisis de divisores en radiofrecuencia
4.3.	Conocer las reglas de diseño y análisis, así como las distintas topologías, de acopladores
TEMA 5.- Síntesis de diagramas de radiación de arrays de antenas	
5.1.	Conocer las ventajas que una agrupación de antenas ofrece frente a una antena aislada
5.2.	Representar el factor de array de una agrupación, identificando las características más significativas: nulos, lóbulos secundarios, directividad, ancho de haz
5.3.	Calcular la alimentación de un array de antenas para conseguir un campo nulo en las direcciones de radiación deseadas
5.4.	Comprender la necesidad de diagramas de radiación conformados y ser capaz de calcular la alimentación necesaria en el array para conseguir los mismos
5.5.	Conocer las estrategias de síntesis para control de lóbulos secundarios y su efecto en otros parámetros del diagrama de radiación del array
MÓDULO III: SELECCIÓN DE CANALES Y BANDAS DE FRECUENCIAS	
TEMA 6.- Teoría de síntesis de filtros	
6.1.	Enunciar el problema de la aproximación y de las funciones de transferencia prototipo
6.2.	Escribir la relación entre polos y ceros de la función de transferencia y los parámetros S
6.3.	Describir el proceso para obtener un circuito cuya respuesta sea una prefijada
6.4.	Describir el proceso para obtener una red de microondas de elementos distribuidos cuya respuesta sea una prefijada
TEMA 7.- Resonadores de microondas	
7.1.	Conocer los parámetros que definen a un resonador genérico y obtener sus valores para resonadores de elementos concentrados y de elementos distribuidos
7.2.	Escribir el campo de un resonador en cavidad y relacionarlo con la frecuencia de resonancia
7.3.	Calcular la excitación y el acoplo de resonadores en casos sencillos
7.4.	Saber diseñar filtros paso banda sencillos
TEMA 8.- Discriminación por frecuencia y por polarización	
8.1.	Enunciar estructuras que sean capaces de discriminar señales por bandas de frecuencia usando filtros
8.2.	Entender el concepto de carga de un filtro dentro y fuera de su banda de paso
8.3.	Enunciar estructuras que sean capaces de discriminar señales por polarización



Asignatura: Dispositivos de Radiocomunicaciones (DR)
Código: 32640
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

1.11. Contenidos del programa

MÓDULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y TECNOLÓGICOS DE LOS DISPOSITIVOS DE RADIOCOMUNICACIONES

1. **Procesado de señal y tecnologías en dispositivos de radiocomunicaciones**
 - 1.1. Bloques y dispositivos de un sistema de radiocomunicaciones
 - 1.2. Líneas de transmisión
 - 1.3. Tecnologías de radiofrecuencia
2. **Teoría circuital en dispositivos de radiofrecuencia**
 - 2.1. Ondas de potencia y matriz de parámetros S.
 - 2.2. Propiedades de la matriz S. Teorema de Bartlett
 - 2.3. Cambio de planos e impedancias de referencia
 - 2.4. Otros parámetros para caracterizar cuadripolos y su conexión
 - 2.5. Cálculo de parámetros S en circuitos de radiofrecuencia

MÓDULO II: DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA Y ALIMENTACIÓN DE ARRAYS DE ANTENAS

3. **Transformación de impedancias**
 - 3.1. Adaptación de carga compleja y carga real.
 - 3.2. Teoría de pequeñas reflexiones y transformadores multisección
4. **División y combinación de potencia**
 - 4.1. Parámetros S de circuitos de tres y cuatro puertas
 - 4.2. Divisores: simple, resistivo, Wilkinson
 - 4.3. Acopladores: de ramas, híbrido, de líneas acopladas
5. **Síntesis de diagramas de radiación de arrays de antenas**
 - 5.1. Concepto y tipos de arrays (agrupaciones) de antenas
 - 5.2. Análisis de las características más significativas
 - 5.3. Síntesis con direcciones de campo nulo
 - 5.4. Síntesis de diagramas conformados
 - 5.5. Síntesis con control de lóbulos secundarios

MÓDULO III: SELECCIÓN DE CANALES Y BANDAS DE FRECUENCIAS

6. **Teoría de síntesis de filtros**
 - 6.1. El problema de la aproximación
 - 6.2. Síntesis circuital
7. **Resonadores de microondas**
 - 7.1. Resonadores de elementos concentrados y distribuidos
 - 7.2. Resonadores en cavidad
 - 7.3. Excitación de resonadores



Asignatura: Dispositivos de Radiocomunicaciones (DR)
Código: 32640
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

- 7.4. Acoplo entre resonadores
- 7.5. Ejemplos de filtros paso banda

8. Discriminación por frecuencia y por polarización

- 8.1. Multiplexores
- 8.2. Alimentadores de antena con control de polarización

[Bibliografía disponible a través del catálogo de la biblioteca \(pincha aquí\)](#)

1.12. Bibliografía

Material de la asignatura:

El profesorado de la asignatura ha recopilado y editado, partiendo de la bibliografía reseñada más abajo, material de apoyo en forma de transparencias detalladas sobre el temario propuesto. Las transparencias de cada tema se pondrán a disposición de los estudiantes en formato electrónico y sin coste, a través de la página web de la asignatura. Asimismo, los documentos de trabajo que se vayan generando durante el curso (problemas, enunciados de exámenes, simulaciones de ordenador, soluciones de problemas, recomendaciones de estudio, ejemplos y ejercicios de diseño) se pondrán a disposición de los estudiantes en formato electrónico y sin coste, a través de la página web de la asignatura.

Se hace hincapié en que estos materiales, especialmente las transparencias, son complementarios a la bibliografía existente, nunca sustitutos, dado que hay muchos libros sobre esta temática que casan muy bien con la asignatura y de excelente calidad.

Bibliografía:

Circuitos de microondas:

- D. M. Pozar, "[Microwave engineering](#)", New York, John Wiley & Sons, 2005
- R. E. Collin, "[Foundations for microwave engineering](#)", IEEE Press, 2001
- J-S. Hong, M. J. Lancaster, "[Microstrip filters for RF/microwave applications](#)", John Wiley & Sons, 2001

Antenas:

- A. Cardama y otros, "[Antenas](#)", Edicions UPC 2002.
- C. Balanis, "[Antenna Theory. Analysis and Design](#)", John Wiley & Sons 1997.
- R. S. Elliot, "[Antenna theory and Design](#)", IEEE press, 2003.
- W.L. Stutzman, "Antenna Theory and Design", Wiley. 1981.

Bibliografía avanzada:

- S. Ramo, "[Fields and waves in communications electronics](#)", John Wiley & Sons 1994.
- R. E. Collin, "[Field theory of guided waves](#)", IEEE Press, 1991
- C. Balanis, "[Advanced engineering electromagnetics](#)", John Wiley & Sons 1989.
- J. Uher, J. Bornemann, U. Rosenberg, "[Waveguide components for antenna feed systems: theory and CAD](#)", Artech House, 1993



Asignatura: Dispositivos de Radiocomunicaciones (DR)
Código: 32640
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

- G. L. Matthaei, L. Young, E. M. T. Jones, "[Microwave filters, impedance-matching networks, and coupling structures](#)", Artech House, 1980
- R. J. Cameron, C. M. Kudsia, R. R. Mansour, "[Microwave filters for communication systems fundamentals, design, and applications](#)", Wiley-Interscience, 2007

1.13. Metodología docente

Las horas presenciales programadas en esta asignatura están orientadas a las clases de teoría, resolución de problemas, tutorías, simulaciones en ordenador, realización de medidas, y diseño y construcción de dispositivos.

La actividad presencial se divide, de acuerdo con el horario de la asignatura, en tres horas semanales a repartir entre el aula y el laboratorio

Actividad en el aula:

La actividad en el aula se encuentra repartida en tres aspectos: explicaciones teóricas de los contenidos de la asignatura, tutorías, resolución de problemas tanto por parte del profesor como de los alumnos.

Actividad en el laboratorio:

La actividad en el laboratorio en esta asignatura constituye una parte esencial de la misma. Las sesiones en el laboratorio están concebidas para la **aplicación práctica** de los contenidos vistos en las clases y problemas teóricos desarrollados en el aula. Esta aplicación práctica se divide en cuatro aspectos: caracterización, diseño, simulación y construcción de dispositivos de radiocomunicaciones. La actividad en el laboratorio se realizará en equipos de trabajo de varios alumnos (2 ó 3 personas), y se adecuará al ritmo de los contenidos teóricos vistos en el aula, incluyendo prácticas de medidas de componentes, diseño y simulación de dispositivos, así como de construcción de los mismos. En caso de diseños complejos que requieran varias sesiones de laboratorio, existirán tutorías de laboratorio. Adicionalmente se puede llevar a cabo alguna prueba de evaluación continua de la parte teórica en el laboratorio.

A continuación se describen más en detalle las actividades que se llevarán a cabo tanto en el aula como en el laboratorio. La metodología utilizada en el desarrollo de la actividad docente incluye los siguientes tipos de actividades:

Clases de teoría en el aula:

Actividad del profesor

Clases expositivas combinadas con la realización de ejercicios sencillos. Se utilizará la pizarra, combinada con presentaciones en formato electrónico.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Toma de apuntes, participar activamente en clase respondiendo a las cuestiones planteadas.



Asignatura: Dispositivos de Radiocomunicaciones (DR)
Código: 32640
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

Actividad no presencial: Preparación de apuntes, estudio de la materia y realizaciones de ejercicios.

Clases de problemas en el aula:

Actividad del profesor

Consistirá en resolver los ejercicios indicados para tal fin, propuestos en la bibliografía recomendada y/o en exámenes de asignaturas previas con contenido y objetivos parciales similares.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Participación activa en la resolución de los problemas y en el análisis de los resultados.

Actividad no presencial: Realización de otros ejercicios y problemas no resueltos en clase, y estudio de los planteados en las mismas.

Tutorías en el aula:

Actividad del profesor:

Tutorización a toda la clase en conjunto con el objetivo de resolver dudas comunes planteadas por los estudiantes. Las tutorías podrán ser orientadas con cuestiones/ejercicios/problemas señalados en clase para tal fin.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento de dudas individuales o en grupo y enfoque de posibles soluciones a las tareas planteadas.

Actividad no presencial: Redacción de preguntas. Estudio de las tareas marcadas y debate de las soluciones planteadas en el seno del grupo.

Simulación en el ordenador y tutorías de diseño en el laboratorio:

Actividad del profesor:

Asignar un diseño a cada grupo de trabajo, con el guion correspondiente; la organización deberá estar publicada en la página web de la asignatura con suficiente antelación. Tutorización a toda la clase en conjunto con el objetivo de resolver dudas comunes planteadas por los estudiantes durante el proceso de diseño y simulación en el ordenador de los distintos dispositivos.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento de dudas individuales o en grupo y enfoque de posibles soluciones a los problemas surgidos durante el diseño y la simulación.

Actividad no presencial: Antes de las sesiones, estudio de los requisitos marcados para cada diseño, realización de un prediseño o enfoque de como acometerlo y debate de las soluciones planteadas en el seno del grupo. Tras las sesiones, redacción de la parte correspondiente al informe a entregar.

Montaje y medidas de circuitos RF en el laboratorio

Actividad del profesor:



Asignatura: Dispositivos de Radiocomunicaciones (DR)
 Código: 32640
 Institución: Escuela Politécnica Superior
 Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
 Nivel: Máster
 Tipo: Obligatoria
 ECTS: 6

Asignar una tarea de montaje y caracterización un subsistema electrónico de comunicaciones a cada grupo de trabajo, con el guion correspondiente; la organización deberá estar publicada en la página web con suficiente antelación. Preparar puestos de trabajo con los necesarios equipos de medida y dispositivos a caracterizar. Supervisar el trabajo de los grupos en el laboratorio. Especificar plantillas para recogida de datos.

Actividad del estudiante:

Actividad presencial: Planteamiento inicial en el seno del grupo sobre el enfoque de la práctica. Realización de la práctica con consultas al profesor y recopilación de datos durante la misma. Los datos recogidos pueden ser para rellenar una hoja de medidas en papel o en formato electrónico, para capturar ficheros de medidas de los equipos de RF para procesar y comparar luego con el diseño teórico o los datos del fabricante, o para posteriormente diseñar un sistema en base a las prestaciones del subsistema caracterizado en el laboratorio.

Actividad no presencial: Redacción de la parte correspondiente al informe a entregar en base a los datos recogidos en la práctica y en base a comparar esa información con lo que se sugiera en el guion de prácticas.

1.14. Trabajo del estudiante

Actividades		Horas (%)	Horas (%)
Presencial	Clases teóricas en el aula	32 (21.3%)	42 h. (50%)
	Clases de problema en el aula	6 (4.0%)	
	Tutorías en el aula	2 (1.3%)	
	Realización de pruebas de conocimiento en el aula	2 (1.3%)	
	Montaje y medidas en el laboratorio	15 (10.0%)	
	Simulación y diseño en ordenadores del laboratorio	5 (3.3%)	
	Tutorías en el laboratorio	4 (2.7%)	
	Realización de pruebas de conocimiento en el laboratorio	4 (2.7%)	
Realización del examen de la convocatoria ordinaria y extraordinaria*		5 (3.3%)	
No presencial	Preparación de apuntes, estudio, resolución de problemas, etc., de teoría	22 (14.7%)	108 h (50%)
	Realización de diseños previos y preparación de simulaciones de prácticas	10 (6.7%)	
	Preparación de los informes de las entregas de prácticas	10 (6.7%)	
	Preparación exámenes finales (convocatoria ordinaria y extraordinaria*)	33 (22.0%)	
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS		150 horas (100%)	

*Si procede



Asignatura: Dispositivos de Radiocomunicaciones (DR)
Código: 32640
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

1.15. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final

ATENCIÓN: Cualquier copia descubierta que se realice a lo largo del curso, tanto en teoría como prácticas, será penalizada con rigurosidad. La penalización por copia implica la aplicación de la normativa a tal efecto vigente en la EPS, que supone suspender la convocatoria actual y la posibilidad de apertura de expediente informativo. La reiteración de este tipo de actuaciones por parte de un estudiante dará lugar a sanciones más severas.

La evaluación de la asignatura, o nota final, dependerá de la nota de teoría (NTE) y de la nota de prácticas (NPR), en la siguiente proporción:

$$NF = 35\% \cdot NTE + 65\% \cdot NPR$$

Ambas partes, NTE y NPR, se puntúan sobre 10 puntos. Es necesario obtener una calificación mínima de 4,5 puntos en cada una de las partes para poder aplicar la expresión anterior. Si no se cumple esta condición, la calificación numérica que se hará constar en las actas será:

$$NF = 35\% \cdot \min(5, NTE) + 65\% \cdot \min(5, NPR)$$

La nota de teoría se obtendrá del examen final de la asignatura.

La nota de prácticas posee un método especialmente recomendado: evaluación continua, donde la nota se obtendrá a través de la realización de varios diseños propuestos a lo largo del curso. Excepcionalmente se contempla la evaluación única para la parte de prácticas de la asignatura a través de un examen de prácticas.

La calificación de teoría sólo se conserva para la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico. La calificación de prácticas sólo se conserva para la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico, salvo si se ha seguido evaluación continua y ésta es superior a 7 puntos, en cuyo caso se conserva indefinidamente.

Los alumnos que no se presenten al examen final de teoría o de prácticas, y no hayan realizado las entregas de los diseños de prácticas, recibirán la calificación de no evaluado.



Asignatura: Dispositivos de Radiocomunicaciones (DR)
Código: 32640
Institución: Escuela Politécnica Superior
Programa: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ing.tel)
Nivel: Máster
Tipo: Obligatoria
ECTS: 6

1.16. Planificación / Cronograma

Semana	Contenido
1	Módulo I, Tema 1, Epígrafes 1.1 y 1.2
2	Módulo I, Tema 1, Epígrafes 1.2 y 1.3
3	Módulo I, Tema 2, Epígrafes 2.1 y 2.2
4	Módulo I, Tema 2, Epígrafes 2.3 y 2.4
5	Módulo I, Tema 2, Epígrafe 2.5
6	Módulo II, Tema 3, Epígrafes 3.1 y 3.2
7	Módulo II, Tema 4, Epígrafes 4.1 y 4.2
8	Módulo II, Tema 4, Epígrafe 4.3
9	Módulo II, Tema 5, Epígrafes 5.1 a 5.3
10	Módulo II, Tema 5, Epígrafes 5.4 y 5.5
11	Módulo III, Tema 6, Epígrafes 6.1 y 6.2
12	Módulo III, Tema 7, Epígrafes 7.1 y 7.2
13	Módulo III, Tema 7, Epígrafes 7.3 a 7.5
14	Módulo III, Tema 8, Epígrafes 8.1 y 8.2