

Transmisión Digital

Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

1. Datos Descriptivos

Asignatura	Transmisión Digital
Materia	M6. SEÑALES Y COMUNICACIONES
Departamento responsable	Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones
Créditos ECTS	6
Carácter	Común en la rama de Telecomunicación
Titulación	Graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Curso	4º
Especialidad	N/A
Curso académico	2014-2015
Semestre en que se imparte	Primero
Idioma en que se imparte	Castellano
Página Web	http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales

2. Profesorado

NOMBRE Y APELLIDO	DESPACHO	Correo electrónico
Santiago Zazo Bello	C-326	santiago@gaps.ssr.upm.es
José Ignacio Ronda Prieto	C-323	jir@gti.ssr.upm.es

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

Asignaturas superadas	• Señales y Sistemas • Señales Aleatorias • Teoría de la Comunicación • Teoría de la Información • Tratamiento Digital de Señales • Sistemas de Transmisión
Otros resultados de aprendizaje necesarios	• N/A

4. Objetivos de Aprendizaje.

COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN		
Código	Competencia	Nivel
CG-1	Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio;	2
CG-2	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;	1
CG-5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.	2
CG-6	Uso de la lengua inglesa.	1
CG-9	Uso de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones.	2
CG-10	Creatividad	1
CG-13	Respeto medioambiental	2
CECT1	Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.	2
CECT4	Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones.	2
CECT5	Capacidad para evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones, desde el punto de vista del espacio de la señal, las perturbaciones y el ruido y los sistemas de modulación analógica y digital.	2

CECT6	Capacidad de concebir, desplegar, organizar y gestionar redes, sistemas, servicios e infraestructuras de telecomunicación en contextos residenciales (hogar, ciudad y comunidades digitales), empresariales o institucionales responsabilizándose de su puesta en marcha y mejora continua, así como conocer su impacto económico y social	1
-------	--	---

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	Competencias asociadas	Nivel de adquisición
RA1	Conocer la arquitectura básica, tipos y prestaciones básicas de un sistema de comunicaciones.	CECT1 CECT4	2
RA2	Metodología para conocer las modulaciones básicas, lineales y no lineales. Detectores óptimos y cálculo de detectores óptimos en ruido gaussiano. Análisis de prestaciones (BER, SNR). Detección de máxima verosimilitud	CECT4 CECT5	3
RA3	Conocer los fundamentos de la codificación de canal. Codificadores bloque y convolucionales. Estrategia de decodificación basada en el algoritmo de Viterbi. Modernos esquemas de codificación tipo turbo-códigos.	CECT4 CECT5	3
RA4	Planteamiento de la detección de modulaciones con memoria: fase continua y modulaciones codificadas en rejilla	CECT4 CECT5	3
RA5	Metodología de igualación: criterio ZF, MMSE. Arquitecturas lineales y realimentadas. Fundamentos de igualación adaptativa.	CECT4 CECT5	2

RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA			
Código	Resultado de aprendizaje	Competencias asociadas	Nivel de adquisición
RA6	Conocer los aspectos básicos de la modulación OFDM. Representación del proceso de modulación / demodulación en tiempo discreto. Transmisión en canales dispersivos. Efecto del prefijo cíclico. Modelado matricial. Problemática de la igualación.	CECT4 CECT5 CECT6	2
RA7	Transmisión en espectro ensanchado mediante modulación por secuencia directa. Concepto de ganancia de codificación. Detección multiusuario según los criterios ZF, MMSE.	CECT4 CECT5 CECT6	2
RA8	Fundamentos de la comunicación con múltiples antenas. Concepto de capacidad.	CECT4 CECT5	2
RA9	Dominar los conceptos de la comunicación MIMO punto a punto: conformación de haz, codificación espacio – tiempo y multiplexación espacial.	CECT4 CECT5 CECT6	2

LEYENDA: Nivel de adquisición 1: Conocimiento descriptivo
 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	Relacionado con RA
I1	Conocer los esquemas de detección de las modulaciones más básicas y ser capaces de simular sus prestaciones verificando la coherencia de la teoría y la práctica.	RA1 RA2
I2	Entender en profundidad los fundamentos de la codificación de canal e implementar distintos códigos analizando sus prestaciones.	RA3



POLITÉCNICA



INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relaciona- do con RA
I3	Conocer las modulaciones de fase continua y los fundamentos de las modulaciones codificadas trellis. Simular las prestaciones mediante el algoritmo de Viterbi	RA4
I4	Evaluar las características de los distintos esquemas de igualación verificando sus prestaciones	RA5
I5	Representación matricial de la cadena completa de un sistema OFDM	RA6
I6	Implementación de varios esquemas de detección multiusuario	RA7
I7	Implementar varios esquemas de comunicaciones multiantena punto a punto. Relacionar el carácter de la matriz de transmisión con los distintos procesados MIMO.	RA8 RA9

EVALUACION SUMATIVA			
Breve descripción de las actividades evaluables	Momento	Lugar	Peso en la calif.
Evaluación Temas 1, 2, 3 y 4	Convocatoria oficial	Convocatoria oficial	50
Evaluación Temas 5, 6, 7 y 8	Convocatoria oficial	Convocatoria oficial	50
Total: 100%			

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN



POLITÉCNICA



Los alumnos serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. En esta modalidad la calificación de la asignatura se realizará del siguiente modo:

NOTA FINAL = 50% Examen Cap 1, 2, 3 y 4 + 50% Examen Cap 5, 6, 7 y 8.

Es necesario sacar al menos 4 puntos sobre 10 en cada uno de los dos exámenes.

En cumplimiento de la Normativa de Evaluación de la Universidad Politécnica de Madrid, los alumnos que lo deseen serán evaluados mediante un único examen final que constará de dos partes siempre y cuando lo comuniquen al Director del Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones mediante solicitud presentada en el registro de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Esta solicitud puede realizarse hasta el 31 de octubre del año en curso. En este caso, la nota será la del final siendo necesario haber obtenido al menos 4 puntos sobre 10 en cada uno de las dos partes.

6. Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
Tema 1: Receptores óptimos	1.1 Introducción. Modelo de sistema de transmisión digital. 1.2 Modelo de sistema de transmisión en banda base y paso banda. Representación paso bajo equivalente: señal, canal, ruido. 1.3 Señales de energía finita. Receptor óptimo de símbolos aislados equiprobables en ruido blanco gaussiano. Filtro adaptado. 1.4 Condición de no interferencia entre símbolos (IES). Ancho de banda mínimo. Canal discreto equivalente con IES.	I1
Tema 2: Análisis de prestaciones	2.1 Acotación de la probabilidad de error en ausencia de IES mediante la cota de la unión. 2.2 Modulaciones básicas: M-PAM, M-QAM, M-PSK, FSK. Prestaciones. 2.3 Capacidad del canal gaussiano. 2.4 Comparación capacidad vs prestaciones. Efecto de la codificación de canal.	I1,I2
Tema 3: Modulaciones con memoria	3.1 Modulaciones con memoria. Modulaciones CPFSK 3.2 Detección óptima de modulaciones con memoria. Algoritmo de Viterbi 3.3 Análisis de prestaciones de modulaciones con memoria	I3

CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
Tema 4: Codificación	4.1 Códigos convolucionales 4.2 Turbocódigos 4.3 Modulaciones codificadas en rejilla	12
Tema 5: Detección en canales con interferencia intersimbólica	5.1 Introducción y fundamentos. 5.2 Detección de secuencia de máxima verosimilitud. Algoritmo de Viterbi 5.3 Arquitecturas lineales. Criterios ZF y MMSE 5.4 Arquitecturas realimentadas.(DFE) 5.5 Igualación con filtros FIR y criterio MMSE 5.5.1 Solución bloque 5.5.2 Solución iterativa. Algoritmo de máxima pendiente 5.5.3 Solución adaptativa. Algoritmo LMS	14
Tema 6: Modulaciones multiportadora	6.1 Introducción y fundamentos matemáticos 6.2 Análisis en el dominio del tiempo continuo 6.3 Análisis en el dominio del tiempo discreto 6.4 Transmisión en canales con interferencia intersimbólica 6.5 Igualación y estima del canal 6.6 Conocimiento del canal en el transmisor	15

CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
Tema 7: Modulaciones en espectro ensanchado por secuencia directa	7.1 Introducción. Acceso múltiple. Fundamentos matemáticos 7.2 Análisis del canal AWGN 7.3 Análisis del canal con ISI 7.3.1 Procesador RAKE 7.3.2 Detectores multiusuario (Filtro adaptado, Decorrelador, MMSE) 7.4 Generación de códigos de ensanchamiento	16
Tema 8: Comunicaciones con múltiples antenas	8.1 Introducción. Conceptos de diversidad / multiplexación espacial 8.2 Modelo de canal MIMO 8.3 Capacidad del canal MIMO 8.4 Conformación de haz 8.5 Diversidad en recepción y codificación espacio – tiempo. 8.6 Multiplexación espacial 8.6.1 Conocimiento del canal en transmisor y receptor 8.6.2 Conocimiento del canal sólo en recepción. Arquitecturas lineales y BLAST	17

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

CLASES DE TEORIA	Se exponen en ellas los conceptos y herramientas del análisis de Transmisión Digital
CLASES DE PROBLEMAS	Durante las clases presenciales, además de los desarrollos teóricos, se resolverán ejercicios prácticos entresacados entre los propuestos para que el alumno resuelva como trabajo personal. Las clases son participativas con posibilidad de evaluación continua del alumno en el aula.
CLASES DEMOSTRATIVAS	A lo largo del curso se intercalarán clases demostrativas en Matlab para ilustrar problemáticas concretas.
TRABAJOS AUTONOMOS	Se incentivará que el alumno resuelva ciertos ejercicios complementarios a los expuestos en clase y que ejecute por su cuenta los programas de aplicaciones para afianzar su conocimiento de los mismos.
TUTORÍAS	Las tutorías se ajustarán a la normativa vigente

8. Recursos didácticos

RECURSOS DIDÁCTICOS	
BIBLIOGRAFÍA	• Antonio Artés Rodríguez, Fernando Pérez González. Comunicaciones Digitales. Prentice-Hall 2007 (disponible en www.tsc.uc3m.es/~antonio/libro_comunicaciones/) • J.R. Barry, E.A.Lee, D.G. Messerschmitt. Digital Communication. Springer. 2004 • Andrea Goldsmith. Wireless Communications. Cambridge University Press. 2005 • Sergio Verdú. Multiuser detection. Cambridge University Press. 1998 • Arogyaswami Paulraj. Introduction to Space-Time Wireless Communications. Cambridge University Press. 2003 • David Tse, Pramod Viswanath. Fundamentals of Wireless Communications. Cambridge University Press. 2005 • J. Proakis. Digital Communications. Mc Graw-Hill, 2007 • S. Haykin. Communication Systems. J. Wiley, 2009 • B. Sklar. Digital Communications. Prentice Hall, 2001
RECURSOS WEB	Página web de la asignatura http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales
	Aula : Asignada por Jefatura de Estudios

9. Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 1 (8 h)	• Presentación (0,5 h) • Tema 1.1 (1 h) • Tema 1.2 (2 h) • Tema 1.3 (0,5 h)		• Estudio de teoría y solución de problemas propuestos (4 h)		•	
Semana 2 (8 h)	• Tema 1.3 (1 h) • Tema 1.4 (2 h) • Tema 1.5 (1 h)		• Estudio de teoría, solución de problemas propuestos y programación de algoritmos(4 h)		•	
Semana 3 (8 h)	• Tema 1.5 (1 h) • Tema 2.1 (1 h) • Tema 2.2 (1 h) • Tema 2.3 (1 h)		• Estudio de teoría, solución de problemas propuestos y programación de algoritmos(4 h)		• Entrega de informe	
Semana 4 (8 h)	• Tema 2.4 (1 h) • Temas 2.5, 2.6 (1 h) • Tema 2.7 (1 h) • Problemas (1 h)		• Estudio de teoría, solución de problemas propuestos y programación de algoritmos(4 h)		•	



POLITÉCNICA



Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 5 (9 h)	- Tema 3.1 (1,5 h) - Tema 3.2 (1,5 h) - Problemas (1 h)		Estudio de teoría, solución de problemas propuestos y programación de algoritmos(5 h)		Entrega de informe	
Semana 6 (12 h)	- Tema 4.1 (2 h) - Tema 4.2 (2 h)		- Estudio de teoría, solución de problemas propuestos y programación de algoritmos(2 h) - Preparación examen parcial (6 h)			
Semana 7 (12 h)	- Tema 4.3 (1 h) - Problemas (1 h) - Tema 5.1 (1 h) - Tema 5.2 (1 h)		- Estudio de teoría, solución de problemas propuestos y programación de algoritmos(2 h) - Preparación examen parcial (6 h)		Entrega de informe	
Semana 8 (11 h)	- Tema 5.3 (2 h) - Tema 5.4 (2 h)		- Estudio de teoría, solución de problemas propuestos y programación de algoritmos(2 h) - Preparación examen parcial (5 h)			
Semana 9 (9 horas)	- Examen parcial (1 h) - Tema 5.5 (3 h)		Estudio de teoría, solución de problemas propuestos y programación de algoritmos(5 h)	Examen parcial		
Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros



POLITÉCNICA



Semana 10 (9 horas)	• Problemas (1 h) • Tema 6.1 (1) • Tema 6.2. (1 h) • Tema 6.3 y 6.4 (1h)		• Estudio de teoría, solución de problemas propuestos y programación de algoritmos(5 h)		• Entrega de informe	
Semana 11 (9 horas)	• Tema 6.5, 6.6 (3 h) • Problemas (1 h)		• Estudio de teoría, solución de problemas propuestos y programación de algoritmos(5 h)			
Semana 12 (9 h)	• Tema 7.1 (1 h) • Tema 7.2,(1 h) • Tema 7.3 (1 h) • Tema 7.4 (1 h)		• Estudio de teoría, solución de problemas propuestos y programación de algoritmos(5 h)		• Entrega de informe	
Semana 13 (13 h)	• Tema 7.4 (1 h) • Problemas (1h) • Tema 8.1 (1 h) • Tema 8.2, 8.3 (1 h)		• Estudio de teoría, solución de problemas propuestos y programación de algoritmos(2 h) • Preparación de examen final (7 h)			
Semana 14 (13 h)	• Tema 8.2, 8.3 (1 h) - Tema 8.4 - 8.6 (2 h) - Problemas (1h)		• Estudio de teoría, solución de problemas propuestos y programación de algoritmos(2 h) • Preparación del examen final (7h)		• Entrega de informe	

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 15 (11 h)	Problemas de recapitulación e integración de conceptos (4 h)		- Estudio de teoría, solución de problemas propuestos y programación de algoritmos(2 h) - Preparación del examen final (5 h)			
Periodo hasta la realización del examen (10 h)			preparación del examen final (10 h)			

Nota: Para cada actividad se especifica la dedicación en horas que implica para el alumno.

Las semanas reseñadas lo son de docencia efectiva (no las semanas de calendario)

