

Radiocomunicaciones

Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

1. Datos Descriptivos

Asignatura	Radiocomunicaciones
Materia	M9: Tecnología Específica de Sistemas de Telecomunicación
Departamento responsable	Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones
Créditos ECTS	6
Carácter	Obligatoria de Itinerario
Titulación	Graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Curso	4º
Especialidad	Itinerario de Tecnología Específica de Sistemas de Telecomunicación
Curso académico	2014-2015
Semestre en que se imparte	Primero
Idioma en que se imparte	Castellano
Página Web	http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales http://www.gtlic.ssr.upm.es

2. Profesorado

NOMBRE Y APELLIDO	DESPACHO	Correo electrónico
José Manuel Riera Salís	C-430	jm.riera@upm.es
Luis Mendo Tomás	C-425	lmendo@grc.ssr.upm.es
Miguel Pérez Guerrero	C-428	guerrero@etsit.upm.es

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

Asignaturas superadas	• Señales Aleatorias • Teoría de la Comunicación • Radiación y Propagación
Otros resultados de aprendizaje necesarios	Conocimientos sobre modulaciones, distribuciones estadísticas, campos electromagnéticos, propagación de ondas planas y antenas, impartidos en las asignaturas "Señales Aleatorias", "Teoría de la Comunicación" y "Radiación y Propagación".

4. Objetivos de Aprendizaje.

COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN		
Código	Competencia	Nivel
CG1- CG13	Todas las asignaturas del Plan de Estudios contribuyen en mayor o menor medida a la consecución de las competencias generales del perfil de egreso.	1
CECT 8	Capacidad para comprender los mecanismos de propagación y transmisión de ondas electromagnéticas y acústicas, y sus correspondientes dispositivos emisores y receptores.	3
CECT 13	Capacidad de diferenciar los conceptos de redes de acceso y transporte, redes de conmutación de circuitos y de paquetes, redes fijas y móviles, así como los sistemas y aplicaciones de red distribuidos, servicios de voz, datos, audio, vídeo y servicios interactivos y multimedia.	2
CECT 15	Conocimiento de la normativa y la regulación de las telecomunicaciones en los ámbitos nacional, europeo e internacional.	1
CEST 1	Capacidad para construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesamiento, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.	3
CEST 2	Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación tanto en entornos fijos como móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo telefonía, radiodifusión, televisión y datos, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.	3
CEST 4	Capacidad para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación.	2
CEST 5	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.	2

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 los fundamentos de los sistemas de radiocomunicaciones, el lugar que ocupan dentro de las redes de telecomunicación, los servicios que proporcionan y la normativa nacional e internacional que se les aplica.	CECT13 CECT15	1
RA2	Entender los conceptos fundamentales sobre los elementos que conforman un enlace radio: caracterización de antenas, balance energético, ruido e interferencia, así como los órdenes de magnitud de los principales parámetros técnicos.	CEST1 CEST5	2
RA3	Conocer los diferentes aspectos que afectan a la propagación de ondas de radio y ser capaz de cuantificar su efecto, así como su influencia sobre el funcionamiento y el diseño de los sistemas.	CECT8	2
RA4	Ser capaz de evaluar las prestaciones de cobertura y de calidad de un sistema de radiocomunicaciones, y de relacionarlas con objetivos de calidad y disponibilidad de los servicios que prestan.	CEST1 CEST2	3
RA5	Ser capaz de diseñar un sistema de radiocomunicaciones utilizando los conceptos fundamentales de caracterización del enlace, propagación y normativa.	CEST4 CEST5	3
RA6	Conocer los principales estándares técnicos y tecnologías utilizados en enlaces del servicio fijo, sistemas de radiodifusión y redes inalámbricas de acceso, así como fundamentos de la tecnología de comunicaciones móviles.	CEST4 CEST5	2
RA7	Conocer el funcionamiento general de herramientas informáticas de planificación radio, y tener destreza en el manejo de alguna.	CEST2	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 fundamentos de los sistemas de radiocomunicaciones, parámetros básicos, servicios y su integración dentro de las redes de telecomunicación.	RA1
I2	Conocer la normativa nacional e internacional aplicable a los sistemas de radiocomunicaciones.	RA1
I3	Caracterizar una antena en transmisión y en recepción, por medio de sus circuitos equivalentes, diagramas de radiación y parámetros relacionados	RA2
I4	Comprender el modelo energético de un enlace radio, así como los efectos del ruido, interferencias y desvanecimientos, incluyendo los fundamentos de la caracterización estadística de todos ellos.	RA2
I5	Conocer los diferentes modelos de predicción de la propagación de ondas radioeléctricas y saber cuándo son aplicables en función de la banda de frecuencias y la aplicación.	RA3
I6	Comprender el efecto de la variabilidad en la propagación y las medidas aplicadas en la planificación para contrarrestarlos	RA2, RA3
I7	Conocer la tecnología utilizada en radioenlaces digitales del servicio fijo, ser capaz de realizar diseños de radioenlaces y analizar sus prestaciones.	RA4, RA5, RA6
I8	Conocer los estándares técnicos utilizados en redes inalámbricas de acceso, ser capaz de realizar diseños de redes inalámbricas y analizar sus prestaciones.	RA4, RA5, RA6
I9	Conocer los estándares técnicos utilizados en sistemas de radiodifusión digital, ser capaz de realizar diseños de sistemas de radiodifusión y analizar sus prestaciones.	RA4, RA5, RA6
I10	Conocer los fundamentos de la tecnología de comunicaciones móviles y de comunicaciones por satélite.	RA6
I11	Manejar con destreza una herramienta de planificación radioeléctrica.	RA7



POLITÉCNICA



EVALUACION SUMATIVA			
Breve descripción de las actividades evaluables	Momento	Lugar	Peso en la calif.
Evaluación Temas 1, 2 y 3 (1ª parte)	Hacia la semana 5	Aula	25
Evaluación Temas 3 (2ª parte), 4 y 5	Hacia la semana 10	Aula	25
Evaluación Temas 6, 7 y 8	Hacia la semana 14	Aula	25
Entrega de informes de prácticas de laboratorio	Semana 15	Laboratorio	10
Proyecto de planificación de sistema de radiocomunicaciones utilizando una herramienta de planificación radioeléctrica	Semana 15	Aula	15
Total: 100%			



POLITÉCNICA



CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Los alumnos serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. Para aprobar la asignatura en esta modalidad es obligatorio realizar las prácticas y el proyecto, y entregar los correspondientes informes de prácticas y memoria del proyecto. Las notas de prácticas y proyecto se conservan para el curso siguiente en caso de suspender la asignatura, no siendo necesario realizarlos de nuevo.

La calificación de la asignatura se realizará del siguiente modo:

NOTA FINAL = 25% Examen Cap 1, 2 y 3 (1ª parte)+ 25% Examen Cap 3 (2ª parte), 4 y 5 + 25% Examen Cap 6, 7 y 8 + 10% Nota de las prácticas + 15% Nota del proyecto

La nota final así calculada se aplicará si la media de las notas de los tres exámenes supera el 4.0 sobre 10 puntos. En caso contrario no se aprobará la asignatura.

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 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 antes del día 21 de octubre de 2013. Esta opción supone la renuncia a la evaluación continua.

El examen final consta de dos partes, test y problemas. En cada una es necesario superar 3,5 puntos sobre 10. La nota del examen es la media de las dos, y puede estar entre 0 y 10. Aquellos alumnos que superen 4,5 puntos en el examen final, si han realizado las prácticas y/o el proyecto verán mejorada su nota con la nota del proyecto dividida por 10 (hasta 1 punto adicional) y la nota de las prácticas dividida por 20 (hasta 0,5 puntos adicionales). Si en algún caso la nota resultante supera el 10, se redondeará a 10 puntos.

6. Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
Tema 1: Introducción a los sistemas de radiocomunicaciones	1.1 Conceptos básicos sobre sistemas de radiocomunicación: - Fundamentos, definiciones básicas. - Servicios de radiocomunicación - Parámetros técnicos de los sistemas.	11
	1.2. Normativa nacional e internacional: - Organismos reguladores: UIT, ETSI, MINETUR - Gestión del espectro radioeléctrico	12
Tema 2: Fundamentos técnicos de los enlaces de radiocomunicaciones	2.1. Caracterización de los elementos radiantes: - Antena transmisora. Repaso de los conceptos de rendimiento, directividad, ganancia, diagrama de radiación, PIRE, PRA y PRAVC. - Antena receptora. Repaso de los conceptos de longitud efectiva y superficie equivalente. - Repaso de antenas básicas y de referencia: isótropa, dipolo, monopolo, antena vertical corta y antena parabólica.	13
	2.2 Modelo energético. - Balance de potencia. Cálculos de potencia recibida y de despolarización. - Ruido en los enlaces radioeléctricos. - Cálculos de interferencia. - Variabilidad: Distribuciones estadísticas en radiocomunicación.	14



CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
Tema 3: Propagación de ondas radioeléctricas	3.1. Fundamentos de la propagación. - Objetivos de los estudios de propagación - Refracción en la troposfera. Curvatura de los rayos. - Representación de perfiles. Modelo de rayos rectos. 3.2. Efectos del suelo. - Reflexión en el suelo. - Modelo de Tierra plana. - Modelo de Tierra curva. - Onda de superficie. 3.3. Difracción. - Repaso del concepto de zona de Fresnel. - Difracción en obstáculos y en Tierra lisa. 3.4. Atenuación por gases, lluvia y vegetación. - Atenuación debida a los gases de la atmósfera. - Atenuación por lluvia. Despolarización. - Atenuación por vegetación. 3.5. Desvanecimiento. - Concepto de desvanecimiento. Causas y tipos de desvanecimiento. - Desvanecimiento en radioenlaces del servicio fijo. - Desvanecimiento selectivo en frecuencia. 3.6. Propagación por onda ionosférica. - Fundamentos físicos. Modelado de la ionosfera. - Establecimiento de enlaces. Conceptos de MUF, OWF y LUF.	15, 16
Tema 4: Radioenlaces Terrenales del Servicio Fijo	4.1 Generalidades. 4.2 Parámetros técnicos. 4.3 Calidad y disponibilidad. Proyecto de radioenlaces 4.4. Técnicas de mitigación. Diversidad. 4.5. Interferencias.	17

CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
Tema 5: Redes inalámbricas de acceso fijo.	5.1 Conceptos básicos sobre redes inalámbricas de acceso fijo. Transmisión OFDM. 5.2. Estándar IEEE 802.11. Tecnología Wi-Fi 5.3. Estándar IEEE 802.16. Tecnología WiMAX	18
Tema 6: Fundamentos técnicos de las comunicaciones por satélite	6.1. Aspectos generales. Servicios, bandas de frecuencias y órbitas. 6.2. Geometría de la órbita geoestacionaria. 6.3. Balance de potencia en enlaces del servicio fijo por satélite.	110
Tema 7: Sistemas de radiodifusión	7.1. Panorámica general. Bandas de frecuencias y sistemas. 7.2. Sistemas analógicos en LF, MF y HF. Radiodifusión sonora con modulación de frecuencia en VHF. 7.3. Redes de frecuencia única con OFDM. 7.4. Sistema DVB-T. Planificación de DVB-T. 7.5. Sistema DVB-S. 7.6. Evolución de los sistemas DVB: DVB-H, DVB-T2, DVB-S2.	19
Tema 8: Fundamentos técnicos de las comunicaciones móviles	8.1. Aspectos generales de los sistemas de comunicaciones móviles. 8.2. Modelos de propagación específicos para comunicaciones móviles. 8.2. Sistemas celulares.	110

Prácticas de laboratorio.	Práctica 1: Introducción a las herramientas de planificación radioeléctrica. Introducción al manejo de una herramienta de planificación. Introducción de datos, configuración de la herramienta, utilización de mapas digitales del terreno, modelos de propagación... Familiarización con la herramienta mediante la realización de una serie de ejemplos de aplicación.	I11
	Práctica 2: Estudio de cobertura radioeléctrica y planificación de frecuencias. Realización de unos ejemplos de cobertura radioeléctrica de estaciones individuales y grupos de ellas. Estudios de degradación de cobertura por interferencia.	I11
Proyecto por grupos	Como trabajo final de la asignatura se realizará un proyecto, por grupos, de implantación de una red inalámbrica de acceso fijo, en la que los alumnos deberán aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo del curso, y hacer uso de la herramienta de planificación radioeléctrica con la que han trabajado en las prácticas.	I1-I6, I8,I11

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

CLASES DE TEORIA	Se exponen en ella los conceptos y herramientas necesarios para el diseño de sistemas de radiocomunicación.
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
TRABAJO AUTONOMOS	Se distribuyen al alumno una serie de problemas con solución que él deberá resolver para afianzar los conceptos desarrollados en clase
PRÁCTICAS	En el laboratorio se desarrollan de forma práctica los conceptos vistos en las clases teóricas, utilizando herramientas de planificación radioeléctricas de carácter profesional.
PROYECTO	Se realizará un proyecto de implantación de una red inalámbrica de acceso fijo, utilizando para ello una herramienta de planificación radioeléctrica de carácter profesional.
TRABAJO EN GRUPO	Las prácticas de laboratorio y el proyecto se realizan en grupos.
TUTORÍAS	Las tutorías se ajustarán a la normativa vigente

8. Recursos didácticos

RECURSOS DIDÁCTICOS	
BIBLIOGRAFÍA	J.M. Hernando, J.M. Riera, L. Mendo, "Transmisión por radio", Editorial Ramón Areces, 7ª Edición, 2013.
	Recomendaciones del UIT-R, disponibles en www.itu.int
	Andreas F. Molisch, "Wireless Communications", Editorial John Wiley & Sons, 2006.
	Louis J. Ippolito, "Satellite Communications Systems Engineering", Editorial John Wiley & Sons, 2008.
RECURSOS WEB	Página web de la asignatura http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales http://gtic.ssr.upm.es
EQUIPAMIENTO	Laboratorio A.202-L
	Aula : Asignada por Jefatura de Estudios
	Sala de trabajo en grupo: Las disponibles en biblioteca

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)	- Tema 1 (3 horas) - Tema 2 (1 hora)		Estudio del tema 1 (4 horas)			
Semana 2 (10 h)	Tema 2 (4 horas, incluyendo ejercicios)		- Estudio del tema 2 (4 horas) - Resolución ejercicios tema 2 (2 horas)			
Semana 3 (10 h)	Tema 2 (4 horas, incluyendo ejercicios)		- Estudio del tema 2 (4 horas) - Resolución ejercicios tema 2 (2 horas)			
Semana 4 (10 h)	- Tema 2 (1hora) - Tema 3 (3 horas, incluyendo ejercicios)		- Estudio del tema 2 y 3 (4 horas) - Resolución ejercicios tema 2 y 3 (2 horas)			
Semana 5 (11 h)	Tema 3 (3 horas, incluyendo ejercicios)		- Estudio de temas 1, 2 y 3 (4 horas) - Resolución ejercicios temas 2 y 3 (3 horas)		Evaluación temas 1, 2 y 3 (1ª parte) (1 hora)	



POLITÉCNICA



Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 6 (10 h)	Tema 3 (4 horas, incluyendo ejercicios)		- Estudio del tema 3 (4 horas) - Resolución ejercicios tema 3 (2 horas)			
Semana 7 (9 h)	Tema 3 (4 horas, incluyendo ejercicios)		- Estudio del tema 3 (4 horas) - Resolución de ejercicios del tema 3 (1 hora)			
Semana 8 (11 h)	Tema 4 (4 horas)	Práctica 1 de laboratorio (3 horas)	- Estudio del tema 4 (3 horas) - Preparación de la práctica (1 hora)			
Semana 9 (12 horas)	- Tema 4 (2 horas, incluyendo ejercicios) - Tema 5 (2 horas)		- Estudio de temas 4 y 5 (3 horas) - Resolución de ejercicios del tema 4 (1 hora)	- Elaboración de memoria de la práctica 1 (3 horas) - Planteamiento inicial de proyecto (1 hora)		
Semana 10 (11 horas)	- Tema 5 (2 horas) - Tema 6 (1 horas)		- Estudio de temas 3, 4 y 5 (4 horas) - Resolución de ejercicios de temas 3, 4 y 5 (3 horas)		Evaluación temas 3 (2ª parte), 4 y 5 (1 hora)	

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 11 (13 horas)	- Tema 6 (2 horas) - Tema 7 (2 horas)	Práctica 2 de laboratorio (3 horas)	- Preparación de la práctica (1 hora) - Estudio de temas 6 y 7 (3 horas) - Resolución de ejercicios de tema 6 (1 hora)	Reunión de proyecto (1 hora)		
Semana 12 (12 h)	- Tema 7 (2 horas) - Tema 8 (2 horas)		- Estudio de temas 7 y 8 (3 horas) - Resolución de ejercicios de tema 7 (1 hora)	- Elaboración de la memoria de la práctica 2 (3 horas) - Reunión de proyecto (1 hora)		
Semana 13 (11 h)	Tema 8 (4 horas)		- Estudio de tema 8 (3 horas) - Resolución de ejercicios de tema 8 (1 hora)	Desarrollo de proyecto (3 horas)		
Semana 14 (10 h)			- Estudio de temas 6, 7 y 8 (3 horas) - Resolución de ejercicios de temas 6, 7 y 8 (2 horas)	Desarrollo de proyecto (4 horas)	Evaluación temas 6, 7 y 8 (1 hora)	
Semana 15 (12 h)				Desarrollo y entrega de proyecto (12 horas)		

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)

