Universidad de Navarra

Sistemas de Transmisión (Gr.Ing.)
Guía docente 2026-27

PRESENTACIÓN

Breve descripción:

Esta asignatura de tercer curso en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación profundiza en los principios y tecnologías que rigen los sistemas de transmisión y la radiocomunicación. Se abordan los fundamentos de modulación analógica, propagación electromagnética, diseño de receptores y análisis de las principales fuentes de distorsión y ruido en los sistemas. El estudiante aprenderá a calcular y optimizar el rendimiento de enlaces inalámbricos mediante el análisis de link-budget. Finalmente, se analizan soluciones energéticas para sistemas de comunicación, incluyendo fuentes renovables y la eficiencia energética en entornos como satélites y redes IoT.

Titulación (Módulo/Materia):

- Ingeniería en Sistemas de telecomunicación (Bloque Común a la Rama de Telecomunicación/Fundamentos de Sistemas de Transmisión)

Detalles:

- **ECTS**: 6 ECTS
- **Curso, semestre**: 3.º curso, 1.º semestre
- **Carácter**: Obligatorio
- **Idioma**: Castellano

Profesores de la asignatura:

- Beriain Rodríguez, Andoni / Profesor contratado doctor
- Urain, Alvaro / Profesor
- García Muñoz, Francisco Javier / Colaborador docente

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Competencias)

INGENIERÍA EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN

CG4 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.

CE6 - 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.

CE8 - Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica.

CE9 - Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones.

CE10 - 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.

CE16 - Capacidad de utilizar distintas fuentes de energía y en especial la solar fotovoltaica y térmica, así como los fundamentos de la electrotecnia y de la electrónica de potencia.

CE3 - Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

PROGRAMA

Tema 1. Introducción a los Sistemas de Transmisión y la radiocomunicación.

- Los sistemas de transmisión.
- El Mensaje.
- Definiciones y funciones en un sistema de telecomunicación.
- Red de transmisión.
- Direccionalidad de la transmisión: modos.
- Sistemas de transmisión según la técnica empleada.
- El medio físico: espectro electromagnético.
- La radiación electromagnética.
- Experimentos de Hertz y Marconi. Aplicaciones.
- Radiotelegrafía en onda continua. (CW).
- Principio de los transmisores de radiotelegrafía.
- La modulación.
- El proceso básico de transmisión.
- Receptores básicos de radiocomunicación: El heterodino.
- Degradaciones y contaminaciones de la señal.
- Limitaciones en la comunicación eléctrica.
- Parámetros fundamentales de diseño.
- Organismos reguladores de telecomunicación.

Tema 2. Modulación Analógica.

- Modulación lineal.
- Procedimientos de modulación.
- Otras modalidades de transmisión en AM.
- Señales de paso banda.
- Receptores
- Las modulaciones exponenciales.
- PM Y FM de banda estrecha.
- Modulación angular de banda ancha.
- Ancho de banda en modulación angular.
- Generación de FM y PM.
- Demodulación de frecuencia.

Tema 3. Distorsiones no lineales en los sistemas de transmisión

- Las distintas distorsiones presentes en los sistemas.
- El origen de las distorsiones no lineales.
- Generador único no modulado. La distorsión armónica.
- Distorsión con dos generadores sinusoidales no modulados.
- Análisis de la modulación cruzada.
- Modulación cruzada en mezcladores.
- Medida de las distorsiones. Distorsión armónica.
- Medida de la distorsión de segundo orden.
- Medida de la distorsión de tercer orden.
- Medida de la modulación cruzada.

- Relación entre sistemas de medida.
- Limitaciones y errores en las medidas y en las equivalencias entre métodos.

Tema 4. El Ruido en los sistemas de transmisión

- El origen del ruido y de su estudio.
- Estudio matemático del ruido intrínseco.
- Ruido térmico.
- Ruido blanco aleatorio.
- La ecuación de Nyquist.
- Expresión del valor de la densidad de potencia de ruido.
- Temperatura equivalente de ruido.
- La relación señal a ruido, el factor de ruido y la figura de ruido.
- Potencia disponible y figura de ruido.
- Factor de ruido y temperatura equivalente de ruido.
- Factor de ruido de dipolos.
- Deterioro de la relación S/N.
- Factor de ruido del sistema.
- Factor global de ruido de una cadena de dispositivos.
- Figura de ruido de atenuadores y amplificadores.
- Combinación de sistemas de relación S / N en cascada.
- Naturaleza del exceso de ruido en los componentes y subsistemas activos.
- Ruido interno global en un circuito genérico

Tema 5. Sistemas de transmisión de propagación libre y link-budget.

- Transmisión por radio. Propagación libre
- Antenas y ruido.
- ¿Es la radio un medio ideal de transmisión?
- Propagación de las ondas de radio.
- Rango dinámico
- Link-budget
- Satélites artificiales
- Los satélites de comunicaciones.
- Elementos esenciales de la recepción.
- Ecuación de enlace por satélite.
- Pérdidas en el espacio libre.
- Perdidas adicionales.
- Ruido captado por la antena receptora.
- Factores de mérito del receptor.

Tema 6. Gestión de la energía en los sistemas de radiocomunicación.

- Fuentes renovables de energía.
- Energía en sistemas de transmisión fijos.
- Energía en sistemas de comunicación por satélite.
- Energía en nodos IoT.

PROGRAM (English version)

Topic 1. Introduction to transmission systems and radiocomunication.

The message.

Transmission networks.

Transmission modes.

The physical layer

Electromagnetic radiation.

Universidad de Navarra

Hertz and Marconi.

CW radiotelegraphy

What means to modulate a signal?

Basic transmission process

The heterodyne

Radio and electric communication constraints.

Main design parameters.

Regulation and protocols.

Topic 2. Analog modulation

Lineal modulation

AM modulation characteristics and procedure.

Other AM modulation methods.

Band-pass signals.

Synchronous and asynchronous Receivers.

Exponential modulation.

Narrow band phase and frequency modulation.

Wide band exponential modulation.

Phase and frequency modulation generation.

Demodulation.

Topic 3. Non-linear distorsion in electronic systems.

Different distorsion types.

Origin of non-linear distorsion.

Armonic distorsion.

Intermodulation.

Crossed modulation.

Distorsion measurement.

IP3 and IP2

Relations between measurement systems.

Topic 4. Noise in transmission systems.

Noise origin.

Noise characterization.

Thermal noise.

AWN

Nyquist equation.

Noise power espectral density.

Equivalente thermal noise.

SNR.

Noise Figure of different components.

SNR degradation.

Noise figure and receptor chains.

Topic 5. Propagation and link budget.

Raciocomunications and free space propagation.

Antennas and noise.

Wave propagation.

Dynamic Range.

Link-budget

Artificial satellites and space communications.

Topic 6. Power management in communication systems.

Renewable energy sources and power harvesters,

Energy and power in static communication nodes.

Energy and power in satellite communications.

Energy and power in IoT.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Clases presenciales teóricas : 40 horas

Clases presenciales practicas, laboratorios o talleres: 12 horas

Trabajo personal en el laboratorio: 24 horas fuera de clase.

Evaluación: 9 horas. (5 hora examenes intermedio y liberatorios, 4 horas examen final)

Estudio personal: 60 horas (10 horas por tema 1 a 6)

Tutorias: 6 horas (1 horas por tema 1 a 6)

TOTAL: 151 horas. 25.1 h/ECTS

Universidad de Navarra

EVALUACIÓN

CONVOCATORIA ORDINARIA

En la convocatoria ordinaria la asignatura se evaluará de la siguiente manera:

- Temas 1 y 2. 25% de la nota. Liberable en septiembre. 25% examen.
- Temas 3 y 4. 50% de la nota: Prácticas de laboratorio obligatorias con informe (1 punto) y examen en la fecha de evaluacion ordinaria (4 puntos).
- Temas 5 y 6, 25% de la nota. Examen en la fecha de evaluacion ordinaria.

En caso de no liberar los temas 1 y 2, en el examen final se realizará un examen sobre el total de esa parte.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

- El examen será por escrito.
- Se guardarán las partes liberadas.
- Las prácticas habra que repetirlas antes del cierre de actas en caso de ser necesario.

ATENCIÓN: Se recuerda que cualquier intento de fraude, copia, plagio u otro comportamiento irregular supone una infracción grave tal y como está contemplado en el título IV "Normas de disciplina académica de los estudiantes" dentro del Sistema de normas sobre la convivencia en la Universidad de Navarra.

HORARIOS DE ATENCIÓN

A concretar con el profesor por correo:

Dr. Andoni Beriain (aberiain@unav.es)

BIBLIOGRAFÍA

Libro de teoría disponible en sección de contenidos y reprografia:

Dr. Armando Muñoz Emparan, "*Sistemas de Transmisión"*, Edición 2009/10

Bibliografía complementaria:

David M. Pozar, Microwave Engineering, WILEY Localízalo en la biblioteca (Versión electrónica)