

230474 - TS - Teoría de la Señal

Unidad responsable: 230 - ETSETB - Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona
Unidad que imparte: 739 - TSC - Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones
Curso: 2019
Titulación: GRADO EN INGENIERÍA FÍSICA (Plan 2011). (Unidad docente Obligatoria)
Créditos ECTS: 6 Idiomas docencia: Catalán, Castellano, Inglés

Profesorado

Responsable: Pascual Iserte, Antonio
Otros: Rey Micolau, Francesc

Horario de atención

Horario: A convenir

Capacidades previas

- Álgebra y cálculo fundamental: números complejos, álgebra matricial, descomposición en autovalores/autovectores, cálculo fundamental (límites, derivación, integración, series), funciones multi-variable, optimización condicionada (multiplicadores de Lagrange).
- Ecuaciones diferenciales ordinarias, transformadas de Laplace, cálculo de residuos para transformadas inversas de Laplace, series y transformadas de Fourier, convoluciones, transformada discreta de Fourier.
- Probabilidad y estadística: variables y procesos aleatorios, media, varianza, estacionariedad.
- Análisis de circuitos lineales: transformada de Laplace, función de red, convolución, estabilidad, análisis en régimen permanente sinusoidal, filtros y análisis frecuencial.

Competencias de la titulación a las cuales contribuye la asignatura

Específicas:

1. Comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales y de las funciones y sus transformadas en los dominios continuo y discreto. Aptitud para analizar señales con ruido, aplicar el Teorema de Wiener-Khinchin y calcular el espectro promedio de potencia. Aptitud para muestrear y filtrar señales.

Genéricas:

9. CAPACIDAD PARA IDENTIFICAR, FORMULAR Y RESOLVER PROBLEMAS DE INGENIERÍA FÍSICA. Capacidad para plantear y resolver problemas de ingeniería física con iniciativa, tomada de decisiones y creatividad. Desarrollar métodos de análisis y solución de problemas de forma sistemática y creativa.

Transversales:

2. EMPRENDEDURÍA E INNOVACIÓN - Nivel 1: Tener iniciativas y adquirir conocimientos básicos sobre las organizaciones y familiarizarse con los instrumentos y técnicas, tanto de generación de ideas como de gestión, que permitan resolver problemas conocidos y generar oportunidades.
3. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL - Nivel 3: Tener en cuenta las dimensiones social, económica y ambiental al aplicar soluciones y llevar a cabo proyectos coherentes con el desarrollo humano y la sostenibilidad.
4. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, que será preferentemente inglés, con un nivel adecuado de forma oral y por escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados en cada enseñanza.
5. COMUNICACIÓN EFICAZ ORAL Y ESCRITA - Nivel 2: Utilizar estrategias para preparar y llevar a cabo las presentaciones orales y redactar textos y documentos con un contenido coherente, una estructura y un estilo adecuados y un buen nivel ortográfico y gramatical.
6. TRABAJO EN EQUIPO - Nivel 2: Contribuir a consolidar el equipo planificando objetivos, trabajando con eficacia y favoreciendo la comunicación, la distribución de tareas y la cohesión.

230474 - TS - Teoría de la Señal

7. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN - Nivel 3: Planificar y utilizar la información necesaria para un trabajo académico (por ejemplo, para el trabajo de fin de grado) a partir de una reflexión crítica sobre los recursos de información utilizados.

8. APRENDIZAJE AUTÓNOMO - Nivel 3: Aplicar los conocimientos alcanzados en la realización de una tarea en función de la pertinencia y la importancia, decidiendo la manera de llevarla a cabo y el tiempo que es necesario dedicarle y seleccionando las fuentes de información más adecuadas.

Metodologías docentes

Las horas de clase semanales se distribuyen aproximadamente en tres horas teóricas, una de problemas y una de prácticas en media. En las teóricas se exponen los conceptos principales y los resultados más importantes, con diversos ejemplos que ayudan a su comprensión. En las de problemas se hacen ejercicios puramente operativos y se resuelven cuestiones y problemas más conceptuales. En las de prácticas se llevan a cabo ejercicios y simulaciones con ordenador.

Objetivos de aprendizaje de la asignatura

- Entender los conceptos básicos relacionados con señales y sistemas en el dominio temporal tanto para el caso de tiempo continuo como discreto.
- Comprender y saber utilizar las principales transformadas para el caso de tiempo continuo (Laplace, Fourier) y tiempo discreto (Z, Fourier, DFT) y su aplicación a señales y respuesta frecuencial de sistemas.
- Saber caracterizar los procesos de conversión A/D y D/A.
- Saber caracterizar los procesos estocásticos.
- Entender los fundamentos de la teoría de la estimación en términos de caracterización de estimadores para las dos principales familias: estimación clásica y Bayesiana.
- Comprender los fundamentos de la estimación espectral no paramétrica y paramétrica.
- Comprender los fundamentos y las principales aplicaciones del filtrado de Wiener.

Horas totales de dedicación del estudiantado

Dedicación total: 150h	Horas grupo grande:	52h	34.67%
	Horas grupo pequeño:	13h	8.67%
	Horas aprendizaje autónomo:	85h	56.67%

230474 - TS - Teoría de la Señal

Contenidos

<p>1.- SEÑALES Y SISTEMAS EN EL DOMINIO TEMPORAL</p>	<p>Dedicación: 18h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 5h Grupo mediano/Prácticas: 1h Grupo pequeño/Laboratorio: 2h Aprendizaje autónomo: 10h</p>
<p>Descripción:</p> <p>1.1.- Señales analógicas y discretas en tiempo. Señales básicas. Energía y potencia.</p> <p>1.2.- Sistemas analógicos y discretos en tiempo. Ejemplos (incluyendo transformaciones sobre la variable tiempo) y propiedades/clasificación.</p> <p>1.3.- Sistemas lineales e invariantes en tiempo:</p> <p>1.3.1.- respuesta impulsional y convolución: propiedades</p> <p>1.3.2.- sistemas analógicos definidos mediante ecuaciones diferenciales</p> <p>1.3.3.- sistemas discretos en tiempo definidos mediante ecuaciones en diferencias finitas (sistemas FIR/IIR)</p> <p>Actividades vinculadas:</p> <p>Clases teóricas y ejercicios. Una sesión de laboratorio de 2 horas.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Entender los conceptos básicos relacionados con señales y sistemas en el dominio temporal tanto para el caso de tiempo continuo como discreto.</p>	
<p>2.- SEÑALES Y SISTEMAS EN DOMINIOS TRANSFORMADOS</p>	<p>Dedicación: 31h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 9h Grupo mediano/Prácticas: 2h Grupo pequeño/Laboratorio: 2h Actividades dirigidas: 1h Aprendizaje autónomo: 17h</p>
<p>Descripción:</p> <p>2.1.- Señales y sistemas analógicos:</p> <p>2.1.1.- transformada de Laplace y función de transferencia</p> <p>2.1.2.- transformada/serie de Fourier y respuesta frecuencial (filtros analógicos)</p> <p>2.1.3.- ejemplos y propiedades</p> <p>2.2.- Señales y sistemas discretos en tiempo:</p> <p>2.2.1.- transformada Z y función de transferencia</p> <p>2.2.2.- transformada de Fourier y respuesta frecuencial (filtros digitales)</p> <p>2.2.3.- DFT y FFT</p> <p>2.2.4.- ejemplos y propiedades</p> <p>Actividades vinculadas:</p> <p>Clases teóricas y ejercicios. Una sesión de laboratorio de 2 horas.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Comprender y saber utilizar las principales transformadas para el caso de tiempo continuo (Laplace, Fourier) y tiempo discreto (Z, Fourier, DFT) y su aplicación a señales y respuesta frecuencial de sistemas.</p>	

230474 - TS - Teoría de la Señal

<p>3.- CONVERSIÓN A/D Y D/A</p>	<p>Dedicación: 18h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 4h Grupo mediano/Prácticas: 2h Grupo pequeño/Laboratorio: 2h Aprendizaje autónomo: 10h</p>
<p>Descripción:</p> <p>3.1.- Muestreo y generación de alias: filtro "antialiasing". 3.2.- Ruido de cuantificación. 3.3.- Cambio de la frecuencia de muestreo: diezmado e interpolación. 3.4.- Reconstrucción de señal: interpolador ideal y "zero-order hold" (ZOH).</p> <p>Actividades vinculadas: Clases teóricas y ejercicios. Una sesión de laboratorio de 2 horas.</p> <p>Objetivos específicos: Saber caracterizar los procesos de conversión A/D y D/A.</p>	
<p>4.- PROCESOS ESTOCÁSTICOS - SEÑALES ALEATORIAS</p>	<p>Dedicación: 11h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 4h Grupo mediano/Prácticas: 1h Aprendizaje autónomo: 6h</p>
<p>Descripción:</p> <p>4.1.- Caracterización estadística. 4.2.- Procesos estacionarios en sentido estricto y en sentido amplio. Procesos ciclo-estacionarios. 4.3.- Ergodicidad en media y correlación. 4.4.- Autocorrelación y densidad espectral de potencia. Teorema de Wiener-Khinchin. 4.5.- Filtrado de señales aleatorias. 4.6.- Procesos Gaussianos.</p> <p>Actividades vinculadas: Clases teóricas y ejercicios.</p> <p>Objetivos específicos: Saber caracterizar los procesos estocásticos.</p>	

230474 - TS - Teoría de la Señal

5.- FUNDAMENTOS DE TEORÍA DE LA ESTIMACIÓN

Dedicación: 25h

Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo mediano/Prácticas: 2h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Actividades dirigidas: 1h
Aprendizaje autónomo: 14h

Descripción:

5.1.- Introducción a la teoría de la estimación:

- 5.1.1.- concepto de estimador
- 5.1.2.- criterios de calidad: sesgo, varianza, "mean square error" (MSE), consistencia
- 5.1.3.- ejemplo: estimación de la media de un proceso

5.2.- Teoría de estimación clásica:

- 5.2.1.- "minimum variance unbiased estimator" (MVUE)
- 5.2.2.- estimadores eficientes: cota de Cramer-Rao
- 5.2.3.- estimadores de "maximum likelihood" (ML)

5.3.- Teoría de estimación Bayesiana:

- 5.3.1.- caracterización del parámetro: distribución a-priori
- 5.3.2.- riesgo Bayesiano: estimadores "maximum-a-posteriori" (MAP), "posterior mean", "posterior median"

Actividades vinculadas:

Clases teóricas y ejercicios.
Una sesión de laboratorio de 2 horas.

Objetivos específicos:

Entender los fundamentos de la teoría de la estimación en términos de caracterización de estimadores para las dos principales familias: estimación clásica y Bayesiana.

230474 - TS - Teoría de la Señal

<p>6.- ESTIMACIÓN ESPECTRAL</p>	<p>Dedicación: 24h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 6h Grupo mediano/Prácticas: 2h Grupo pequeño/Laboratorio: 2h Aprendizaje autónomo: 14h</p>
<p>Descripción:</p> <p>6.1.- Estimación espectral no paramétrica:</p> <p>6.1.1.- periodograma: sesgo ("leakage"), varianza y consistencia</p> <p>6.1.2.- suavizado del periodograma mediante enventanado (Blackman-Tukey): Bartlett, Hamming, Kaiser, Blackman, etc.</p> <p>6.1.3.- técnicas de estimación espectral de Bartlett-Welch: promedio de periodogramas</p> <p>6.1.4.- estimadores basados en banco de filtros adaptados (Capon)</p> <p>6.2.- Estimación espectral paramétrica:</p> <p>6.2.1.- modelos lineales de procesos: AR, MA, ARMA</p> <p>6.2.2.- ecuaciones de Yule-Walker</p> <p>Actividades vinculadas:</p> <p>Clases teóricas y ejercicios. Una sesión de laboratorio de 2 horas.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Comprender los fundamentos de la estimación espectral no paramétrica y paramétrica.</p>	
<p>7.- FILTRADO ÓPTIMO DE WIENER</p>	<p>Dedicación: 23h</p> <p>Grupo grande/Teoría: 5h Grupo mediano/Prácticas: 2h Grupo pequeño/Laboratorio: 2h Actividades dirigidas: 1h Aprendizaje autónomo: 13h</p>
<p>Descripción:</p> <p>7.1.- Estimador lineal Bayesiano de mínimo MSE.</p> <p>7.2.- Filtro de Wiener y ecuaciones de Wiener-Hopf.</p> <p>7.3.- Implementación adaptativa ("steepest descent"-SD, "least mean square"-LMS, "normalized LMS"-NLMS).</p> <p>7.4.- Predictores lineales. Ejemplos.</p> <p>Actividades vinculadas:</p> <p>Clases teóricas y ejercicios. Una sesión de laboratorio de 2 horas.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Comprender los fundamentos y las principales aplicaciones del filtrado de Wiener.</p>	

230474 - TS - Teoría de la Señal

Sistema de calificación

La evaluación se basará en los siguientes tres puntos:

- EP: examen parcial
- EF: examen final (incluye todos los contenidos del curso)
- PL: prácticas de laboratorio

La calificación final vendrá dada por

$$\text{Nota final} = \max \{ 0.60 \cdot \text{EF} + 0.25 \cdot \text{EP} + 0.15 \cdot \text{PL} , 0.85 \cdot \text{EF} + 0.15 \cdot \text{PL} \}$$

Sólo en caso de que la nota final no sea aprobada en la convocatoria ordinaria, se realizará el examen extraordinario (EE) que incluirá todos los contenidos del curso. En este caso, la nota final de la asignatura se calculará de la siguiente manera, donde se tiene en cuenta que el 15% de la nota de laboratorio (PL) no es re-evaluable:

$$\text{Nota final} = \max \{ 0.60 \cdot \text{EF} + 0.25 \cdot \text{EP} + 0.15 \cdot \text{PL} , 0.85 \cdot \text{EF} + 0.15 \cdot \text{PL} , 0.85 \cdot \text{EE} + 0.15 \cdot \text{PL} \}$$

Normas de realización de las actividades

Las normas a aplicar en las pruebas se especificarán en la convocatoria de dichas pruebas.

Bibliografía

Básica:

- Oppenheim, A.V.; Willsky, A.S.; Nawab, S.H. Signals and systems. 2nd ed. Essex: Pearson, 2014. ISBN 9781292025902.
- Hayes, M.H. Statistical digital signal processing and modeling. New York: John Wiley, 1996. ISBN 0471594318.
- Kay, S.M. Fundamentals of statistical signal processing: vol. 1: estimation theory. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1993. ISBN 0130422681 (V. 1).

Complementaria:

- Papoulis, A. Probability, random variables, and stochastic processes. 4th ed. Boston: Mc-Graw-Hill, 2002. ISBN 0073660116.
- Proakis, J.G.; Manolakis, D.G. Digital signal processing. 4th ed. New Jersey: Prentice-Hall International, 2007. ISBN 0131873741.
- Haykin, S.; Veen, B.V. Signals and systems. 2nd int. ed. John Wiley & Sons, 2003. ISBN 9780471378518.
- Oppenheim, A.V.; Schafer, R.W. Discrete-time signal processing. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2010. ISBN 9780131988422.
- Scharf, L.L. Statistical signal processing: detection, estimation, and time series analysis. Readig, MA: Addison-Wesley, 1990. ISBN 0201190389.
- Manolakis, D.G.; Ingle, V.K.; Kogon, S.M. Statistical and adaptive signal processing: spectral estimation, signal modeling, adaptive filtering, and array processing. Boston: Artech House, 2005. ISBN 9781580536103.