



Asignatura: Sistemas Lineales
Código: 18474
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Formación básica
Nº de créditos: 6

GUÍA DOCENTE DE SISTEMAS LINEALES

La presente guía docente corresponde a la asignatura Sistemas Lineales (SLI), aprobada para el curso lectivo 2016-2017 en Junta de Centro y publicada en su versión definitiva en la página web de la Escuela Politécnica Superior. La guía docente de SLI aprobada y publicada antes del periodo de matrícula tiene el carácter de contrato con el estudiante.



Asignatura: Sistemas Lineales
Código: 18474
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Formación básica
Nº de créditos: 6

ASIGNATURA

SISTEMAS LINEALES (SLI)

1.1. Código

18474 del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación

1.2. Materia

Circuitos y Sistemas

1.3. Tipo

Formación básica

1.4. Nivel

Grado

1.5. Curso

2º

1.6. Semestre

1º

1.7. Número de créditos

6 créditos ECTS

1.8. Requisitos previos

Análisis de Circuitos forma parte de la *Materia 1.5* del módulo *Formación Básica* del plan de estudios del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación.

Esta materia está desglosada en dos asignaturas semestrales (*Análisis de Circuitos* y *Sistemas Lineales*) que presentan fundamentos y aplicaciones de señales y sistemas en el ámbito de la Ingeniería de Telecomunicación.



Asignatura: Sistemas Lineales
Código: 18474
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Formación básica
Nº de créditos: 6

Para cursar la asignatura es necesario tener soltura en el manejo de herramientas matemáticas básicas: cálculo diferencial e integral básico, representación de funciones de una variable, funciones trigonométricas, operativa con números complejos.

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales

La asistencia a las sesiones de teoría se considera de especial utilidad para la consecución de los objetivos previstos en la asignatura (ver apartado 1.11) y para participar en las pruebas de evaluación continua programadas (ver apartado 5). Por ello, en estas sesiones se llevará a cabo un control de asistencia, del que resultará un indicador de asistencia, puntualidad y actitud (APA), que se obtendrá del siguiente modo: cada estudiante partirá de 10 puntos en este aspecto y los irá perdiendo a razón de uno por cada hora de clase a la que no asista y $\frac{1}{4}$ por cada hora a la que llegue con retraso; adicionalmente, si la actitud del estudiante en una hora de clase no es de atención a su contenido se restará $\frac{1}{2}$ o 1 punto, pudiendo resultar en una puntuación global negativa por este motivo. Este indicador tendrá un efecto en la evaluación continua de teoría de hasta medio punto.

La asistencia a las sesiones de prácticas es obligatoria. Sólo se permitirá faltar por motivos justificados y debidamente documentados a dos sesiones de prácticas. En este caso, el trabajo de la sesión tendrá que recuperarse en el plazo de una semana, en el horario que se acuerde con el profesor de prácticas. La falta a más sesiones o la falta injustificada, o la no recuperación de cualquier sesión de prácticas en el plazo dado supone la calificación de NO APTO en prácticas, que conlleva la no superación de la asignatura (ver apartado 5). Con objeto de crear un adecuado ambiente de trabajo, no se permitirá acceder al laboratorio 10 minutos después de que comience la sesión ni se podrá abandonarlo, salvo por causa justificada, antes de que finalice.

1.10. Datos del equipo docente

Nota: se debe añadir @uam.es a todas las direcciones de correo electrónico.

Profesor de teoría:

Dr. Jesús Bescós Cano (Coordinador)
Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones
Escuela Politécnica Superior
Despacho - Módulo: C-203 Edificio C - 2ª Planta
Teléfono: +34 914972285
Correo electrónico: j.bescos
Página web: <http://dymas.ii.uam.es/webvpu/gti/user/4/>
Horario de atención al alumnado: Petición de cita previa por correo electrónico.



Asignatura: Sistemas Lineales
Código: 18474
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Formación básica
Nº de créditos: 6

Profesores de prácticas:

Saúl Labajo Izquierdo (Coordinador)

Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones

Escuela Politécnica Superior

Despacho - Módulo: C-211 Edificio C - 2ª Planta

Teléfono: +34 914977557

Correo electrónico: saul.labajo

Página web: <http://dymas.ii.uam.es/webvpu/gti/user/82/>

Horario de atención al alumnado: Petición de cita previa por correo electrónico.

Paulo Villegas Núñez

Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones

Escuela Politécnica Superior

Despacho - Módulo: C-102 Edificio C - 1ª Planta

Teléfono: +34 914977556

Correo electrónico: paulo.villegas

Página web:

Horario de atención al alumnado: Petición de cita previa por correo electrónico.

1.11. Objetivos del curso

El objetivo general es presentar al alumno un marco de referencia analítico para el estudio de señales y sistemas, tanto de naturaleza continua como discreta. Sobre esta base se pretende introducir una serie de conceptos tecnológicos de especial relevancia práctica en el tratamiento de señal, aplicables a un tipo específico de sistemas: los lineales invariantes en el tiempo (sistemas LTI) que en primera aproximación sirven de modelo a multitud de sistemas que se estudiarán con posterioridad.

Más específicamente, y de acuerdo con la línea argumental de la asignatura, los objetivos se pueden concretar en:

1. Conocimiento y comprensión de los conceptos genéricos de señal, tanto de variable independiente continuas como discreta, y de sistema, así como del marco analítico para su conjunta representación y estudio.
2. Conocimiento y comprensión de las propiedades de señales y sistemas y, en particular, de las especiales características de los sistemas lineales e invariantes respecto de la variable independiente. Asimilación de los conceptos de respuesta impulsiva y de la operación de convolución.
3. Conocimiento y comprensión de la representación de señales de tiempo continuo o discreto, periódicas o aperiódicas, en el dominio frecuencial.



Asignatura: Sistemas Lineales
Código: 18474
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Formación básica
Nº de créditos: 6

Asimilación de los objetivos y motivación del desarrollo en serie de Fourier y de la Transformada de Fourier.

4. Conocimiento y comprensión de las posibilidades y ventajas del análisis de sistemas en el dominio frecuencial, con particular orientación a los sistemas de transmisión. Asimilación de las propiedades y operaciones con señales y sistemas en los dominios transformados.
5. Conocimiento y comprensión del Teorema de Muestreo e integración de los conceptos asociados a señales y sistemas de variable independiente continua con los de variable independiente discreta.

Paralelamente, las prácticas de laboratorio integradas y coordinadas con la impartición de la parte teórica tienen como objetivo general la materialización práctica de las abstracciones del marco analítico de referencia presentado teóricamente. Más concretamente, los objetivos concretos son:

1. Entrenamiento en la representación de señales y sistemas mediante la herramienta de simulación MatLab. Familiarización con el esquema de operación matricial de la herramienta.
2. Entrenamiento en la realización práctica, con la citada herramienta, de las operaciones y transformaciones presentadas en la parte teórica de la asignatura.

El contenido de esta asignatura es fundamental para cursar las asignaturas de Teoría de la Comunicación y Diseño de Filtros, ambas de segundo curso.

Las **competencias** de fundamentos básicos (FB) que se pretenden adquirir con esta asignatura se corresponden con la parte de la FB4:

FB4: Comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales y las funciones y transformadas relacionadas, teoría de circuitos eléctricos...

Al final de cada unidad el estudiante deberá ser capaz de:

OBJETIVOS ESPECIFICOS POR TEMA	
TEMA 1.- Señales y sistemas.	
1.1.	Calcular la energía y potencia de una señal cualquiera en un intervalo dado.
1.2.	Aplicar una transformación de la variable independiente a una señal dada, tanto analíticamente como gráficamente.
1.3.	Manejar con soltura y conocer las propiedades de señales básicas: impulso unidad, escalón unidad, exponenciales y sinusoides.
1.4.	Demostrar si una señal es o no periódica.
1.5.	Descomponer una señal en sus partes par e impar, tanto analíticamente como gráficamente.
1.6.	Plantear los posibles modos de interconectar sistemas.
1.7.	Demostrar si un sistema definido por su relación entrada-salida (E/S) presenta o no las propiedades: memoria, invertibilidad, causalidad, estabilidad, invariancia,

	linealidad.
	Objetivos de las prácticas de laboratorio
1.8.	Definir y representar una o varias señales discretas a la vez.
1.9.	Definir y representar una o varias señales continuas a la vez.
1.10.	Representar señales complejas.
1.11.	Realizar operaciones aritméticas básicas con señales.
1.12.	Manejar <i>scripts</i> y funciones en MatLab®.
1.13.	Aplicar transformaciones de la variable independiente a una señal.
1.14.	Obtener las partes par e impar de una señal.
1.15.	Representar señales periódicas típicas: sinusoides y exponenciales complejas.
1.16.	Obtener el periodo, la pulsación y la pulsación fundamental de señales periódicas continuas y discretas, y de sus sumas y productos.
1.17.	Programar un algoritmo que defina si una señal es o no periódica.
1.18.	Calcular la energía (y potencia) de una señal cualquiera en un intervalo dado.
	TEMA 2.- Sistemas Lineales e Invariantes (LTI)
2.1.	Plantear la representación de señales a partir de impulsos.
2.2.	Comprender el papel que juega la respuesta al impulso en un sistema LTI.
2.3.	Deducir las expresiones de la suma de convolución y de la integral de convolución.
2.4.	Calcular la convolución de dos señales, continuas o discretas.
2.5.	Obtener la respuesta al impulso de un sistema LTI definido por su relación E/S.
2.6.	Deducir las restricciones que las propiedades de un sistema LTI imponen a su respuesta al impulso.
2.7.	Demostrar si un sistema LTI definido por su respuesta al impulso presenta o no las propiedades: memoria, invertibilidad, causalidad, estabilidad.
2.8.	Obtener la respuesta al impulso de sistemas LTI causales descritos por ecuaciones en diferencias.
	Objetivos de las prácticas de laboratorio
2.9.	Obtener y representar la convolución de señales discretas de duración finita aplicando la expresión de la convolución
2.10.	Obtener y representar la convolución de señales discretas de duración finita o infinita utilizando la función <i>conv</i>
2.11.	Comprobar las propiedades de los sistemas LTI discretos asociadas a la convolución: conmutatividad, distribución respecto de la suma y asociatividad.
	TEMA 3.- Representación en Serie de Fourier de señales periódicas
3.1.	Deducir cómo responde un sistema LTI en general a exponenciales complejas.
3.2.	Demostrar cómo se obtienen, en general, los coeficientes del desarrollo en Serie de Fourier de una señal periódica.
3.3.	Determinar el desarrollo en Serie de Fourier de señales periódicas continuas (FS) y discretas (DTFS), y representarlas.
3.4.	Deducir y aplicar las propiedades del desarrollo en Serie de Fourier (FS y DTFS): linealidad, desplazamiento, simetrías, diferenciación e integración, escalado, multiplicación, relación de Parseval.
3.5.	Relacionar el desarrollo en Serie de Fourier con las componentes frecuenciales de una señal.
3.6.	Relacionar el desarrollo en Serie de Fourier con la respuesta en frecuencia de un



	sistema LTI.
3.7.	Relacionar el desarrollo en Serie de Fourier con la respuesta en frecuencia de un sistema LTI.
3.8.	Explicar el concepto de filtro e identificar los tipos básicos.
	Objetivos de las prácticas de laboratorio
3.9.	Verificar si una función es o no autofunción de un sistema LTI.
3.10.	Obtener la respuesta de sistemas LTI causales definidos por ecuaciones en diferencias utilizando la función <i>filter</i> .
3.11.	Obtener los coeficientes de Fourier de una señal periódica discreta.
3.12.	Obtener una señal a partir de sus coeficientes de Fourier.
3.13.	Obtener la energía de una señal a partir de la propia señal o a partir de sus coeficientes de Fourier.
3.14.	Reconstruir una señal a partir de sólo una parte de sus coeficientes de Fourier.
TEMA 4.- Transformada de Fourier de señales de tiempo continuo	
4.1.	Entender el significado de la Transformada de Fourier (FT) como representación de las componentes frecuenciales de una señal.
4.2.	Deducir la expresión de la FT directa e inversa.
4.3.	Manejar la función <i>sinc(x)</i> como herramienta para representar funciones.
4.4.	Obtener la FT de una señal aperiódica y representarla.
4.5.	Deducir el método para obtener la FT de señales periódicas.
4.6.	Obtener la FT de señales periódicas y representarlás.
4.7.	Demostrar y aplicar las propiedades básicas de la FT.
4.8.	Demostrar y utilizar las propiedades de la FT de especial aplicación a los sistemas LTI: convolución y multiplicación.
4.9.	Aplicar la FT en sistemas descritos por EDOs lineales de coeficientes constantes.
	Objetivos de las prácticas de laboratorio
4.10.	Razonar cómo es posible obtener muestras de la Transformada de Fourier (FT) de una señal continua utilizando la función <i>fft</i>
4.11.	Obtener y representar la FT de señales básicas
4.12.	Obtener propiedades de la señal a partir de su FT: valor medio, pulsaciones de máxima energía, energía de la señal.
4.13.	Obtener y representar la FT de señales de audio .wav almacenadas en ficheros
4.14.	Obtener una señal a partir de su FT.
4.15.	Obtener la FT de la respuesta al impulso de un sistema LTI.
4.16.	Definir la respuesta en frecuencia de varios tipos de sistemas LTI (generadores de ecos, filtros paso-bajo, paso-banda y paso-alto) y aplicarla sobre una señal cualquiera.
4.17.	Comprender y programar una aplicación de encriptado de una señal de audio.
TEMA 5.- Transformada de Fourier de señales de tiempo discreto	
5.1.	Entender el significado de la Transformada de Fourier de Tiempo Discreto (DTFT) como representación de las componentes frecuenciales de una señal discreta.
5.2.	Deducir la expresión de la DTFT directa e inversa.
5.3.	Obtener la DTFT de una señal aperiódica y representarla.
5.4.	Deducir el método para obtener la DTFT de señales periódicas.
5.5.	Obtener la DTFT de señales periódicas y representarlás.



Asignatura: Sistemas Lineales
Código: 18474
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Formación básica
Nº de créditos: 6

5.6.	Demostrar y aplicar las propiedades básicas de la DTFT.
5.7.	Demostrar y aplicar las propiedades de dualidad entre FS, DTFS, FT y DTFT.
5.8.	Demostrar y utilizar las propiedades de la DTFT de especial aplicación a los sistemas LTI: convolución y multiplicación.
5.9.	Aplicar la DTFT en sistemas descritos por ecuaciones en diferencias lineales de coeficientes constantes.
TEMA 6.- Muestreo y reconstrucción	
6.1.	Enunciar y deducir el Teorema de Muestreo.
6.2.	Desarrollar las expresiones que describen una interpolación de orden cero, de orden uno, y una ideal.
6.3.	Interpretar frecuencialmente el efecto del submuestreo..
6.4.	Diseñar, extremo a extremo, un sistema de tiempo discreto que replique el comportamiento de un sistema de tiempo continuo.
6.5.	Modelar en tiempo y frecuencia la operación de diezmado de una señal discreta.
6.6.	Diseñar esquemas de diezmado por factores no enteros.

1.12. Contenidos del programa

Programa Sintético

TEMA 1. Señales y sistemas.

TEMA 2. Sistemas Lineales e Invariantes (LTI).

TEMA 3. Representación en Serie de Fourier de señales periódicas.

TEMA 4. Transformada de Fourier de señales de tiempo continuo.

TEMA 5. Transformada de Fourier de señales de tiempo discreto.

TEMA 6. Muestreo y reconstrucción.

Programa Detallado

1. Señales y sistemas

1. Señales: energía y potencia, transformaciones de la variable independiente, señales básicas, periodicidad, simetrías ante la inversión, señales exponenciales y sinusoidales.
2. Sistemas: Interconexión, propiedades.

PRACTICA 1: Señales en MatLab©

PRACTICA 2: Periodicidad

2. Sistemas Lineales e Invariantes (LTI)

1. Sistemas LTI discretos. Suma de convolución.
2. Sistemas LTI continuos. Integral de convolución.
3. Características de los sistemas LTI: operaciones y propiedades.
4. Sistemas LTI causales descritos por ecuaciones diferenciales o en diferencias.



PRACTICA 3: Convolución

3. Representación en Serie de Fourier de señales periódicas

1. Respuesta de sistemas LTI a exponenciales complejas.
2. Desarrollo en Serie de Fourier de señales periódicas continuas (FS): exponenciales armónicamente relacionadas, determinación del FS, convergencia, propiedades.
3. Desarrollo en Serie de Fourier de señales periódicas discretas (DTFS): exponenciales armónicamente relacionadas, determinación del DTFS, convergencia, propiedades.
4. Series de Fourier y sistemas LTI: respuesta en frecuencia, introducción al filtrado.

PRACTICA 4: Series de Fourier

4. Transformada de Fourier de señales de tiempo continuo

1. Transformada de Fourier (FT) de señales aperiódicas.
2. Transformada de Fourier (FT) de señales periódicas.
3. Propiedades de la FT.
4. Transformada de Fourier (FT) y sistemas LTI.

PRACTICA 5: Transformada de Fourier

PRACTICA 6: Aplicaciones de la Transformada de Fourier

5. Transformada de Fourier de señales de tiempo discreto

1. Transformada de Fourier (DTFT) de señales aperiódicas.
2. Transformada de Fourier (DTFT) de señales periódicas.
3. Propiedades de la DTFT.
4. Dualidad entre FS, DTFS, FT y DTFT.
5. Transformada de Fourier (DTFT) y sistemas LTI.

6. Muestreo y reconstrucción

1. Representación de señales de tiempo continuo a partir de muestras.
2. Reconstrucción por interpolación de señales de tiempo continuo.
3. El efecto del submuestreo: "aliasing" de frecuencia.
4. Tratamiento discreto de señales de tiempo continuo.
5. Muestreo de señales discretas: diezmado e interpolación.

1.13. Referencias de consulta

Texto de referencia:

La asignatura se ha diseñado mayoritariamente entorno al texto:



Asignatura: Sistemas Lineales
Código: 18474
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Formación básica
Nº de créditos: 6

1. V. Oppenheim, A. S. Willsky, S. H. Nawab, “Signals and Systems”, 2ª Ed, Prentice-Hall 1996.

, también disponible en lengua castellana:

2. A. V. Oppenheim, A. S. Willsky, S. H. Nawab, “Señales y sistemas”, 2ª Ed, Prentice-Hall Hispanoamericana 1998.

La biblioteca del centro dispone de más de 25 ejemplares de estos textos, con el fin de que todos los estudiantes puedan disponer de ellos para preparar cada una de las clases teóricas, según se detalla en la Sección 2.

Bibliografía adicional:

A continuación se listan algunos libros de texto que contienen visiones alternativas o complementarias de los conceptos explicados en el texto de referencia:

Textos teóricos con ejercicios propuestos y resueltos:

1. Simon S. Haykin, Barry Van Veen, “*Signals and Systems*”, John Willey & Sons 1998.
2. Soliman, Samir S, “Continuous and discrete signals and systems”, Prentice Hall, 1998.
3. Mandal, Mrinal Kr , “Continuous and discrete time signals and systems”, Cambridge University Press, 2007.
4. Cha, Philip D., “Fundamentals of signals and systems a building block approach”, Cambridge University Press, 2006.
5. Lathi, Bhagwandas Pannalal, “Linear Systems and Signals”, Oxford, 2005.
6. Rawat, Tarun , “Signals and systems”, 2010..
7. Ziemer, Rodger E., “Signals and systems continuous and discrete”, Prentice Hall, 1998.
8. Jackson, Leland B., “Signals, systems, and transforms”, Addison Wesley, 1991.

Libros de prácticas de laboratorio:

1. John R. Buck, Michael M. Daniel, Andrew Singer, “*Computer Explorations in Signals and Systems Using MATLAB*”, 2ª Ed, Prentice-Hall 2002
2. Sundararajan, D., “A practical approach to signals and systems”, John Wiley& sons, 2008
3. Roberts, Michael J., “Signals and Systems Analysis Using Transform Methods and MATLAB”, McGraw Hill, 2003.
4. Palamides, Alex , “Signals and systems laboratory with MatLab”, CRC, 2011.
5. Chaparro, Luis F., “Signals and systems using MATLAB”, Academic Press, 2011.



Asignatura: Sistemas Lineales
Código: 18474
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Formación básica
Nº de créditos: 6

2. Métodos docentes

Las clases presenciales programadas en esta asignatura están principalmente orientadas a las tutorías teóricas, a la resolución de problemas, a las prácticas en laboratorio y a la evaluación continua del estudiante.

La actividad presencial se divide, de acuerdo con el horario de la asignatura, en cuatro horas semanales en el aula y una hora semanal en el laboratorio.

Actividad en el aula:

La actividad en el aula se encuentra repartida en tres aspectos: tutorías teóricas, resolución de problemas y evaluación continuada.

En líneas generales, de las cuatro horas semanales, media se dedicará a evaluación y el resto a los otros dos aspectos. El aspecto de evaluación está detallado en el apartado 4. El resto de las horas se dividirán en 15 minutos de tutorías teóricas y el resto para resolución de problemas.

La tutorías teóricas consisten en resumir y resolver dudas sobre los conceptos teóricos programados para la clase en cuestión (ver cronograma en el apartado 5), conceptos que el estudiante deberá haber trabajado previamente mediante el estudio de las referencias bibliográficas disponibles.

La resolución de problemas consistirá en resolver los ejercicios indicados para cada sesión en el cronograma de la asignatura (ver apartado 5), u otros equivalentes. Se trata de ejercicios propuestos en la bibliografía recomendada y de ejercicios de exámenes.

Actividad en el laboratorio:

Las prácticas están concebidas como experimentos tutelados de apoyo a la parte teórica de la asignatura, no como trabajo guiado independiente de los estudiantes. En este sentido se da un papel fundamental a la sesión de prácticas: no se ha considerado ni una etapa de preparación previa de la práctica por parte del estudiante, ni la existencia de entregas aplazadas de trabajos prácticos. La mayor parte del trabajo, idealmente todo, ha de realizarse durante la sesión presencial y con el material que proporciona el Centro. La disponibilidad actual de recursos obliga a que los estudiantes desarrollen las sesiones prácticas por parejas. La evaluación (ver apartado 4), sin embargo, se realiza individualmente.

Dinámica de las sesiones

Al comienzo de la sesión práctica se entrega a cada pareja de estudiantes un guión de la práctica que explica detalladamente una serie de ejercicios propuestos con pequeños formularios para cumplimentar con resultados parciales. Con el fin de que



todos los alumnos aprovechen según su capacidad las sesiones tuteladas, se ha acudido a los siguientes procedimientos:

- Junto con el guión de la práctica se entregan sus soluciones orientativas. La evaluación de las sesiones prácticas no depende, por tanto, de la cantidad de ejercicios que se haya resuelto, ni de su mayor o menor corrección. Ello evita que el estudiante trabaje presionado y que se concentre en resolver los ejercicios; de este modo, además, pierde sentido la copia de resultados.
- El estudiante no debe perder el tiempo atascado con un ejercicio más de un cierto tiempo. Ante esta situación se le insta a acudir al profesor. Asimismo, si el estudiante termina antes de que finalice la sesión práctica, el profesor le propondrá ejercicios de mayor complejidad.
- No es fácil llevar a cabo todos los ejercicios propuestos en una única sesión de prácticas, de modo que, según sea la capacidad de cada pareja, avancen más o menos pero nunca queden inactivos. En cualquier caso, los ejercicios finales de las prácticas no introducen conceptos nuevos sino que afianzan los ya introducidos.

Dado que las pruebas de evaluación práctica abarcan todos los conceptos presentados en las sesiones, se recomienda a los estudiantes repasar o finalizar la práctica en el horario de acceso libre de los laboratorios (que supone en la EPS más de un 60% del tiempo en que están abiertos). Para ello, se les facilita el guión de la práctica.

3. Tiempo de trabajo del estudiante

		Horas	%	Horas	%
Presencial	Clases - Tutorías teóricas	11	7,3	75	50
	Clases - Resolución de problemas	33	22		
	Clases - Prácticas en laboratorio	14	9,3		
	Realización de pruebas de conocimiento	17	11,3		
No presencial	Estudio semanal regulado	39	26	75	50
	Realización de actividades prácticas	6	4		
	Preparación exámenes finales (*)	30	20		
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS		150	100	100	

(*) Incluye la convocatoria ordinaria y la extraordinaria



Asignatura: Sistemas Lineales
Código: 18474
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Formación básica
Nº de créditos: 6

4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final

La evaluación de la asignatura, o nota final (NF), dependerá de la nota de teoría (TE) y de la nota de prácticas (PR), en la siguiente proporción:

$$NF = 0.75*TE + 0.25*PR$$

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

$$NF = 0.75*\text{Mín}(5, TE) + 0.25*\text{Mín}(5, PR)$$

Si un estudiante recibe la calificación de “no evaluado” tanto en teoría como en prácticas, su nota final será “no evaluado”.

Nota de teoría, TE:

La nota de teoría será el resultado de uno de los dos procesos de evaluación que se describen:

- 1- Evaluación continua (TE-C): la asistencia a las actividades presenciales programadas (ver indicador APA en apartado 1.9) y la realización de las 3 pruebas de evaluación continua (TEC1, ..., TEC3, puntuadas cada una sobre 10 puntos) planificadas en el transcurso de la asignatura (ver apartado 5).
- 2- Evaluación única (TE-U): la realización de una prueba o examen final (EFT) planificado en la convocatoria ordinaria o en la convocatoria extraordinaria de la asignatura.

Todas las pruebas de evaluación se realizarán sin libros ni apuntes, y no se permitirá el uso de calculadoras, teléfonos móviles, etc. Constarán de dos partes: preguntas breves de índole teórico-práctico (2/10 de la nota) y resolución de uno o varios ejercicios prácticos similares a los que se han propuesto y realizado durante el curso (8/10 de la nota). Será necesario obtener al menos 0.7/2 puntos en la primera parte y 3/8 puntos en la segunda parte para aprobar cada prueba.

La *evaluación continua* será el proceso asumido por defecto. El resultado de este proceso será una media ponderada de las pruebas realizadas, aumentada por el indicador de asistencia:

$$TE = TE-C = 0.3*TEC1 + 0.3*TEC2 + 0.4*TEC3 + APA/20$$



Asignatura: Sistemas Lineales
Código: 18474
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Formación básica
Nº de créditos: 6

La **evaluación única** es el proceso excepcional dirigido a estudiantes que o bien no siguen o no superan el proceso de evaluación continua, o bien, habiéndolo superado, optan por presentarse a un examen final para aumentar su nota. En este caso la calificación se obtendrá según:

$$TE=TE-U= \text{Max}(EFT, TE-C)$$

La calificación de teoría sólo se conserva para la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico.

Los estudiantes que no realicen un examen final ni 2 de las 3 pruebas de evaluación continua recibirán en esta parte de teoría la calificación de “no evaluado”.

Nota de prácticas, PR:

La nota de prácticas será el resultado de uno de los dos procesos de evaluación que se describen:

- 3- Evaluación continua (PR-C): la realización de 3 pruebas de evaluación continua (PRC1 a PRC3, puntuadas cada una sobre 10 puntos) planificadas en el transcurso de la asignatura (ver apartado 5).
- 4- Evaluación única (PR-U): la realización de una prueba o examen final (EFP) planificado en la convocatoria ordinaria o en la convocatoria extraordinaria de la asignatura.

La **evaluación continua** será el proceso asumido por defecto. El resultado de este proceso será una media ponderada de las pruebas realizadas:

$$PR=PR-C= 0.3*PRC1 + 0.3* PRC2 + 0.4*PRC3$$

La **evaluación única** es el proceso excepcional dirigido a estudiantes que o bien no siguen o no superan el proceso de evaluación continua, o bien, habiéndolo superado, optan por presentarse a un examen final para aumentar su nota. En este caso la calificación se obtendrá según:

$$PR=PR-U= \text{Max}(EFP, PR-C)$$

Si por motivos de asistencia (ver apartado 1.9) un estudiante es declarado NO APTO en prácticas, su nota de prácticas será 0.

La calificación de prácticas sólo se conserva para la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico, salvo si es superior a 6 puntos, en cuyo caso se conserva indefinidamente.

Examen práctico en convocatorias extraordinarias: por motivos de organización, ha de solicitarse expresamente al coordinador de la asignatura al menos una semana antes de la fecha del examen extraordinario.



Asignatura: Sistemas Lineales
Código: 18474
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Formación básica
Nº de créditos: 6

ATENCIÓN: Cualquier copia descubierta que se haya realizado a lo largo del curso, tanto en cualquiera de las actividades de teoría desarrolladas, como en cualquiera de los apartados de las prácticas, serán penalizadas con rigurosidad. La penalización por copia implica la aplicación de la normativa interna de la EPS, que contempla la posibilidad de calificar con cero puntos la convocatoria a que corresponda la prueba en que se haya detectado copia.



Asignatura: Sistemas Lineales
Código: 18474
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Formación básica
Nº de créditos: 6

5. Cronograma

Actividad en el aula:

El siguiente cronograma indica la distribución orientativa de contenido programada para la actividad en el aula, incluyendo la programación de las pruebas de evaluación sobre dicho contenido. El cronograma está planificado para 13 semanas, que se ha estimado ser la media efectiva de clases de que puede disponer una asignatura planificada para 14 semanas por motivo de las festividades. En cursos con 14 semanas, se añadirán actividades de resolución de problemas.

Ud	Contenido de la unidad docente
01	Presentación de la asignatura.
Ud	TEMA 1 - Contenido de la unidad docente
02	Introducción Señales <ul style="list-style-type: none">▪ Energía y potencia▪ Transformaciones de la variable independiente
03	<ul style="list-style-type: none">▪ Señales básicas: impulso unidad y escalón unidad
04	<ul style="list-style-type: none">▪ Periodicidad▪ Simetrías ante la inversión
05	<ul style="list-style-type: none">▪ Señales exponenciales y sinusoidales: continuas
06	<ul style="list-style-type: none">▪ Señales exponenciales y sinusoidales: discretas
07	Sistemas <ul style="list-style-type: none">▪ Definición y notación▪ Interconexión▪ Propiedades: memoria, invertibilidad
08	<ul style="list-style-type: none">▪ Propiedades: causalidad, estabilidad▪ Propiedades: invariancia, linealidad
Ud	TEMA 2 - Contenido de la unidad docente
09	Introducción Sistemas LTI discretos <ul style="list-style-type: none">▪ Representación de señales discretas a partir de impulsos▪ Respuesta al impulso unidad. Suma de convolución (I)
10	<ul style="list-style-type: none">▪ Respuesta al impulso unidad. Suma de convolución (y II)
11	Sistemas LTI continuos <ul style="list-style-type: none">▪ Representación de señales continuas a partir de impulsos▪ Respuesta al impulso unidad. Integral de convolución (I).
12	<ul style="list-style-type: none">▪ Respuesta al impulso unidad. Integral de convolución (y II)
13	Características de los sistemas LTI <ul style="list-style-type: none">▪ Operaciones e interconexión: desplazamientos, inversión, conmutativa.
14	<ul style="list-style-type: none">▪ Operaciones e interconexión: distributiva, asociativa
15	<ul style="list-style-type: none">▪ Propiedades
16	Sistemas LTI causales <ul style="list-style-type: none">▪ Descritos por ecuaciones diferenciales lineales



	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descritos por ecuaciones en diferencias lineales.
17	Prueba objetiva individual de evaluación
18	
Ud	TEMA 3 - Contenido de la unidad docente
19	Introducción Respuesta de sistemas LTI a exponenciales complejas
20	Desarrollo en Serie de Fourier de señales periódicas continuas (FS) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Exponenciales armónicamente relacionadas ▪ Determinación del FS (I)
21	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinación del FS (y II) ▪ Convergencia: fenómeno de Gibbs
22	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Propiedades: linealidad, desplazamiento, simetrías, diferenciación e integración
23	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Propiedades: escalado, multiplicación, relación de Parseval
24	Desarrollo en S. de Fourier de señales periódicas discretas (DTFS) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Exponenciales armónicamente relacionadas ▪ Determinación del DTFS ▪ Convergencia
25	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Propiedades diferenciadas respecto al caso continuo
26	Series de Fourier y sistemas LTI <ul style="list-style-type: none"> ▪ Respuesta en frecuencia ▪ Introducción al filtrado
Ud	TEMA 4 - Contenido de la unidad docente
27	Introducción Transformada de Fourier (FT) de señales aperiódicas <ul style="list-style-type: none"> ▪ Significado y expresión general de la FT
28	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cálculo y dualidad. La función $\text{sinc}(x)$ ▪ Convergencia de la FT
29	Transformada de Fourier de señales periódicas Propiedades de la FT <ul style="list-style-type: none"> ▪ Linealidad, desplazamientos
30	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conjugación y simetrías ▪ Diferenciación e integración
31	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Escalado ▪ Dualidad ▪ Relación de Parseval
32	Transformada de Fourier y sistemas LTI <ul style="list-style-type: none"> ▪ La propiedad de convolución
33	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La propiedad de multiplicación
34	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistemas descritos a partir de ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes constantes
35	Prueba objetiva individual de evaluación
36	
Ud	TEMA 5 - Contenido de la unidad docente
37	Introducción Transformada de Fourier (DTFT) de señales aperiódicas <ul style="list-style-type: none"> ▪ Expresión general de la DTFT ▪ Cálculo y dualidad ▪ Convergencia de la DTFT



Asignatura: Sistemas Lineales
Código: 18474
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Formación básica
Nº de créditos: 6

38	Transformada de Fourier de señales periódicas Propiedades de la DTFT <ul style="list-style-type: none">▪ Linealidad, desplazamientos▪ Conjugación y simetrías
39	<ul style="list-style-type: none">▪ Escalado▪ Diferenciación y acumulación▪ Relación de Parseval
40	Dualidad entre FS, DTFS, FT y DTFT <ul style="list-style-type: none">▪ Cuadro resumen▪ Identificación de dualidades
41	Transformada de Fourier y sistemas LTI <ul style="list-style-type: none">▪ La propiedad de convolución▪ La propiedad de multiplicación
42	<ul style="list-style-type: none">▪ Sistemas descritos a partir de ecuaciones en diferencias lineales con coeficientes constantes
Ud	TEMA 6 - Contenido de la unidad docente
43	Introducción Representación de señales de tiempo continuo a partir de muestras <ul style="list-style-type: none">▪ Muestreo ideal mediante un tren de impulsos (I)
44	<ul style="list-style-type: none">▪ Muestreo ideal mediante un tren de impulsos (y II)▪ Muestreo mediante un <i>zero-order hold</i>.
45	Reconstrucción por interpolación de señales de tiempo continuo <ul style="list-style-type: none">▪ Interpolación de orden cero▪ Interpolación de orden 1.▪ Interpolación ideal.
46	<ul style="list-style-type: none">▪ El efecto del submuestreo: "aliasing" de frecuencias
47	Tratamiento discreto de señales de tiempo continuo <ul style="list-style-type: none">▪ Conversión AD, DA. Análisis frecuencial
48	<ul style="list-style-type: none">▪ Realización discreta de sistemas LTI de tiempo continuo
49	Muestreo de señales discretas <ul style="list-style-type: none">▪ Muestreo ideal mediante un tren de impulsos.▪ Diezmado
50	<ul style="list-style-type: none">▪ Diezmado e interpolación
51	Prueba objetiva individual de evaluación
52	

Actividad en el laboratorio:

El siguiente cronograma indica la distribución orientativa de contenido programada para la actividad en el laboratorio. El cronograma es flexible y relativo al progreso de la actividad en el aula.

Ud	Ordenación relativa en el programa de la asignatura
0	Sesión introductoria. Se planificará a partir de la Ud. 1
1	PRACTICA 1. Se planificará a partir de la Ud. 3
2	PRACTICA 2. Se planificará a partir de la Ud. 6. Prueba objetiva de evaluación.
3	PRACTICA 3. Se planificará a partir de la Ud. 14



Asignatura: Sistemas Lineales
Código: 18474
Centro: Escuela Politécnica Superior
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
Nivel: Grado
Tipo: Formación básica
Nº de créditos: 6

4	PRACTICA 4. Se planificará a partir de la Ud. 24. Prueba objetiva de evaluación.
5	PRACTICA 5. Se planificará a partir de la Ud. 31
6	PRACTICA 6. Se planificará a partir de la Ud. 34. Prueba objetiva de evaluación.