



Asignatura: Ingeniería Acústica  
Código: 18488  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación de Tecnología Específica  
Nº de créditos: 6

## GUÍA DOCENTE DE INGENIERÍA ACÚSTICA

La presente guía docente corresponde a la asignatura Ingeniería Acústica (IA), aprobada para el curso lectivo 2017-2018 en Junta de Centro y publicada en su versión definitiva en la página web de la Escuela Politécnica Superior. La guía docente de IA aprobada y publicada antes del periodo de matrícula tiene el carácter de contrato con el estudiante.



Asignatura: Ingeniería Acústica  
Código: 18488  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación de Tecnología Específica  
Nº de créditos: 6

## ASIGNATURA

### INGENIERÍA ACÚSTICA (IA)

#### 1.1. Código

18488 del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación

#### 1.2. Materia

Sonido e Imagen

#### 1.3. Tipo

Formación de Tecnología Específica

#### 1.4. Nivel

Grado

#### 1.5. Curso

3º

#### 1.6. Semestre

1º

#### 1.7. Número de créditos

6 créditos ECTS

#### 1.8. Requisitos previos

*Ingeniería Acústica* forma parte de la *Materia 3.2 (Sonido e Imagen)* del módulo de *Formación de Tecnología Específica en Sonido e Imagen* del plan de estudios del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación.

Esta materia está desglosada en ocho asignaturas semestrales (*Sistemas y Servicios de Audio y Vídeo, Ingeniería Acústica, Tratamiento de Señales Multimedia, Tecnologías de Vídeo, Tecnologías de Audio, Tratamiento de Señales Visuales, Tratamiento de Señales de Voz y Audio, Televisión Digital*) que presentan desde



Asignatura: Ingeniería Acústica  
Código: 18488  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación de Tecnología Específica  
Nº de créditos: 6

fundamentos a técnicas avanzadas en análisis, tratamiento y diseño de señales y sistemas de audio y video.

La asignatura de *Ingeniería Acústica* precisa de conocimientos básicos presentados con anterioridad por un lado en las asignaturas de *Sistemas Lineales* (2º curso, 1º semestre) y *Diseño de Filtros* (2º curso, 2º semestre), y por otro en las asignaturas *Física General* (1er curso, 1º semestre) y *Fundamentos de Transmisión y Propagación de Ondas* (2º curso, 2º semestre).

## 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 y para participar en las pruebas de evaluación continua. Sin embargo no se imponen requisitos mínimos de asistencia a las sesiones de teoría para participar en la evaluación continua.

La asistencia a las *sesiones de prácticas* es obligatoria. Sólo se permitirá faltar por motivos justificados y debidamente documentados a una sesión de prácticas. En este caso, el trabajo de la sesión tendrá que recuperarse en el plazo de una semana, en la forma que se acuerde con el profesor de prácticas. En caso de no recuperarse en el plazo dado, y aunque haya sido justificada la ausencia, la práctica será contada como falta de asistencia y puntuada con cero puntos. La falta de asistencia a dos o más sesiones supone la calificación de NO APTO en prácticas, que conlleva la no superación de la asignatura.

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 o con permiso del profesor, 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 y prácticas:

**Dr. Joaquín González Rodríguez** (Coordinador)  
Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones  
Escuela Politécnica Superior  
Despacho - Módulo: C-204 Edificio C - 2ª Planta  
Teléfono: +34 914973142  
Correo electrónico: joaquin.gonzalez  
Página web: <http://atvs.ii.uam.es/listpeople.do#Gonzalez-Rodriguez>



Asignatura: Ingeniería Acústica  
Código: 18488  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación de Tecnología Específica  
Nº de créditos: 6

Horario de atención al alumnado: lunes de 16:00 a 17:00 y viernes de 13:00 a 14:00, necesaria cita previa por correo electrónico.

## 1.11. Objetivos del curso

IA es una asignatura de introducción a los fenómenos acústicos y al diseño y control de sistemas acústicos.

Los contenidos de la asignatura están divididos en cuatro bloques claramente diferenciados de diferente extensión. El primero de estos bloques y de mayor extensión se centra en la Acústica Física, tratando los fenómenos de básicos de propagación, reflexión, y transmisión de ondas acústicas, así como las relaciones entre vibración de los cuerpos y radiación de sonido.

El segundo bloque está dedicado a la Acústica Perceptual, y trata la fisiología de la audición monaural y binaural, introduciéndose conceptos y aplicaciones relativos a audio 3D, así como los mecanismos de producción y percepción de voz. Asimismo, se incluye un tema de Acústica Musical, donde se analizan las relaciones entre la música y la acústica (escalas, pitch, percepción) y se estudian las propiedades acústicas de las distintas familias de instrumentos.

El tercer bloque trata la Acústica Arquitectónica, dedicada al análisis y diseño acústico de espacios sonoros. En este bloque se profundizará en las propiedades de los campos acústicos en recintos cerrados, y se caracterizarán las salas y elementos acústicos en función de diversas características, como reverberación, aislamiento, etc. Se estudiarán asimismo criterios psicoacústicos para el diseño de salas, y se estudiará diferente normativa de aplicación en el diseño acústico de salas. Por último, se.

Por último, el cuarto bloque de IA versará sobre la Acústica Ambiental, centrándose en las problemáticas de la producción, propagación y control de ruido, finalizando con el estudio de la diferente normativa de aplicación en distintos entornos (ruido industrial, mapas de ruido, etc.).

Paralelamente al desarrollo de la asignatura e integradas con las explicaciones teóricas se realizarán las prácticas de laboratorio. Con ellas se pretende reforzar la teoría y profundizar en el desarrollo de las herramientas computacionales necesarias para ayudar tanto en el análisis como en el diseño de señales y sistemas acústicos en sus distintas aplicaciones de interés.

Las **competencias** de tecnología específica correspondientes a Sonido e Imagen (SI) que se abordan con esta asignatura son las siguientes:

**SI4** Capacidad para realizar proyectos de ingeniería acústica sobre: Aislamiento y acondicionamiento acústico de locales; Instalaciones de megafonía; Especificación, análisis y selección de transductores electroacústicos; Sistemas de medida, análisis y



Asignatura: Ingeniería Acústica  
Código: 18488  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación de Tecnología Específica  
Nº de créditos: 6

control de ruido y vibraciones; Acústica medioambiental; Sistemas de acústica submarina.

Los objetivos que se pretenden alcanzar con esta asignatura son:

#### OBJETIVOS GENERALES

G1	Conocer las propiedades de los campos acústicos y su propagación, reflexión y transmisión en diferentes medios, así como las relaciones entre vibración de cuerpos y radiación sonora.
G2	Conocer el comportamiento del sistema auditivo perceptual humano, el mecanismo de producción de voz hablada y cantada, y las relaciones físicas y perceptuales entre acústica y música.
G3	Ser capaz de analizar y diseñar recintos acústicos atendiendo a parámetros físicos y perceptuales.
G4	Ser capaz de caracterizar el origen y propiedades de las fuentes de ruido y diseñar mecanismos de control de los mismos.

#### OBJETIVOS ESPECIFICOS POR TEMA

<b>TEMA 1.- Acústica Física</b>	
1.1.	Conocer las características de la propagación de ondas acústicas en campo libre
1.2.	Conocer las características de la propagación de ondas acústicas en campos confinados.
1.3.	Conocer los fenómenos de reflexión, refracción y transmisión de ondas acústicas.
1.4.	Conocer los mecanismos de vibración longitudinal y transversal de elementos acústicos básicos
1.5.	Conocer las características y aplicaciones de las ondas acústicas en frecuencias no audibles (ultrasonidos e infrasonidos)
<b>TEMA 2.- Acústica Perceptual y Musical</b>	
2.1.	Conocer el mecanismo humano de percepción auditiva temporal, frecuencial y espacial.
2.2.	Conocer el mecanismo humano de producción de voz hablada y cantada.
2.3.	Conocer las relaciones físicas y perceptuales entre acústica y música.
2.4.	Conocer las características acústicas básicas de las familias de instrumentos
<b>TEMA 3.- Acústica Arquitectónica</b>	
3.1.	Caracterizar el campo sonoro en recintos acústicos
3.2.	Conocer los parámetros que caracterizan los recintos acústicos: reverberación, inteligibilidad, aislamiento
3.3.	Conocer los procesos de auralización virtual y audio 3D
3.4.	Capacidad de diseñar recintos acústicos atendiendo a criterios físicos y psicoacústicos
<b>TEMA 4.- Acústica Ambiental</b>	
4.1.	Caracterización de fuentes de ruido
4.2.	Conocer las técnicas de control pasivo y activo de ruido
4.3.	Capacidad de predecir niveles de ruido: mapas de ruido



Asignatura: Ingeniería Acústica  
Código: 18488  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación de Tecnología Específica  
Nº de créditos: 6

## 1.12. Contenidos del programa

### Programa Detallado

#### **1. Acústica Física (semanas 1 a 8)**

- 1.1 Ondas planas progresivas (s1)
- 1.2 Ondas esféricas (s2 y s3)
- 1.3 Propagación, reflexión, transmisión, refracción y difracción de ondas sonoras (s4 y s5)
- 1.4 Ondas estacionarias (s6)
- 1.5 Vibraciones longitudinales y transversales en sistemas 1D y 2D (s7)
- EP1 Evaluación Acústica Física (s8) (EP0 1h tras 1.2, y EP1 2h tras 1.5)

#### **2. Acústica Perceptual (semanas 9 a 11)**

- 2.1 Acústica fisiológica:
  - 2.1.1 Análisis de voz y habla (s9)
  - 2.1.2 Audición monoaural y binaural (s10)
- 2.2 Acústica musical (s11)
  - 2.2.1 Introducción: consonancia y disonancia, escalas y tonalidad, sistemas de afinación
  - 2.2.2. Análisis tiempo/frecuencia de sonidos musicales
  - 2.2.2 Instrumentos musicales: producción sonido y caracterización acústica

#### **3. Acústica Arquitectónica (semanas 12 y 13)**

- 3.1 Sistemas resonantes, teoría ondulatoria y teoría estadística, reverberación
- 3.2 Respuesta impulsiva en un recinto, parámetros de salas, audio 3D
- 3.3 Diseño de salas

#### **4. Acústica Ambiental (semana 14)**

- 4.1 Caracterización y medida de fuentes de ruido
- 4.2 Control de ruido (pasivo y activo), filtros acústicos
- 4.3. Normativa de ruido ambiental, industrial y en la edificación
- EP2 Evaluación Acústica Perceptual, Arquitectónica y Ambiental (en horario de laboratorio)

### **Sesiones de laboratorio**



Asignatura: Ingeniería Acústica  
Código: 18488  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación de Tecnología Específica  
Nº de créditos: 6

- P0 Nivel de presión, nivel espectral y nivel en banda (s1 y s2)**
- P1 Análisis temporal de señales acústicas (s3)**
- P2 Medida de nivel de presión sonora (s4)**
- P3 Análisis espectral en bandas lineales y porcentuales (s5 y s6)**
- P4 Estimación de respuesta en frecuencia de sistemas acústicos (s7)**
- P5 Directividad y dipolos acústicos (s8)**
- P6 Análisis STFT de señales de voz y audio (s9)**
- P7 Audición monoaural y binaural (s10)**
- P8 Análisis y síntesis de sonidos musicales y música (s11)**
- P9 Técnicas de medida de tiempo de reverberación (s12)**
- P10 Estimación de respuesta impulsiva de un recinto mediante MLS (s13)**
- EP2 Evaluación Acústica Perceptual, Arquitectónica y Ambiental (s14)**

### 1.13. Referencias de consulta

#### Bibliografía:

Por la diversidad de asuntos cubiertos por la asignatura, no existe un libro de texto único que coincida en extensión y nivel de profundidad con la asignatura. Sin embargo, el texto básico propuesto incluye la asignatura en su totalidad, aunque va mucho más allá en profundidad y extensión de las líneas temáticas abordadas. No obstante, se indicarán los capítulos y/ó apartados de capítulos de este libro que constituyen material de la asignatura.

Por el contrario, los libros propuestos como texto complementarios, son libros específicos sobre aspectos concretos del temario, y sólo serán necesarios para trabajos voluntarios de ampliación de conocimientos.

#### Texto básico:

- T.D. Rossing (ed.), Springer Handbook of Acoustics, 2007.

#### Textos complementarios:

- L. Kinsler et al., "Fundamentals of Acoustics", 4th Ed., Wiley, 2000.
- L.L. Beranek, "Acoustics", McGrawHill, 1954.
- M. Tohyama, "Sound and Signals", Springer, 2011.
- T.D. Rossing, "The Science of sound", Addison-Wesley, 1990.
- Benesti, Sondhi & Huang (Eds.), Springer Handbook of Speech Processing, 2008.
- B.C.J. Moore (Ed.), Hearing, Academic Press, 1995.
- A.S. Bregman, Auditory Scence Analysis: the Perceptual Organization of Sound, MIT Press, 1990.
- A.H. Benade, "Fundamentals of Musical Acoustics", Dover, 1990.



Asignatura: Ingeniería Acústica  
Código: 18488  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación de Tecnología Específica  
Nº de créditos: 6

- M. Tohyama, “The nature and technology of acoustic space”, Academic Press 1995.
- W.G. Gardner, “3-D Audio using Loudspeakers”, Kluwer 1998.
- F. Fahy & J. Walker (Eds.), “Fundamentals of Noise and Vibration”, Routledge, 1998.
- Nelson & Elliot, Active Control of Sound, Academic Press, 1993.

### Transparencias:

Dado que ninguno de los textos anteriores cubre todo el contenido de la asignatura, se facilitarán transparencias de la asignatura, cubriendo todos los puntos del temario. No obstante, las transparencias son sólo el guión de clase, y se harán necesarios apuntes de clase y/ó los capítulos o apartados de capítulos reseñados del libro básico de la asignatura.

## 2. Métodos docentes

Las clases presenciales programadas en esta asignatura están orientadas a las explicaciones teóricas, a la resolución de problemas, a las prácticas en laboratorio, y a la evaluación continua. Dicha evaluación continua está compuesta por TRES pruebas, consistentes en dos exámenes de teoría más la evaluación de las prácticas realizadas en el laboratorio, tal y como se detalla más adelante.

La actividad presencial se divide, de acuerdo con el horario de la asignatura, en tres horas semanales en el aula y dos horas semanales en el laboratorio.

### Actividad en el aula (contenidos teóricos):

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

La evaluación continua del contenido teórico consistirá en la realización de 1 prueba de dos horas, a realizar en la mitad del cuatrimestre (aprox. semana 9), más una prueba final coincidiendo con el examen ordinario.

La prueba teóricas consistirá en cuestiones teóricas y resolución de problemas (sin libros ni apuntes) en un tiempo máximo de 2 horas.

Las sesiones en el aula se dividirán aproximadamente, en cómputo global, en un 80% dedicado a las explicaciones teóricas y un 20% dedicado a la realización de ejemplos y problemas. Las explicaciones teóricas resumirán los conceptos más importantes de cada tema, pero se considera esencial que los estudiantes profundicen posteriormente empleando la bibliografía de la asignatura.

### Actividad en el laboratorio:



Asignatura: Ingeniería Acústica  
Código: 18488  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación de Tecnología Específica  
Nº de créditos: 6

La mayor parte del trabajo debe realizarse durante la sesión presencial, aunque las prácticas se pueden completar fuera del horario de laboratorio. Las sesiones prácticas se desarrollarán, a poder ser, de forma individual. Aún en el caso de que por escasez de puestos las prácticas se realicen por parejas, la evaluación es completamente individual.

Las prácticas consistirán en desarrollos prácticos sobre MATLAB para reforzar lo aprendido en las sesiones de teoría y para dotar a la asignatura de una clara aplicación práctica, desarrollando software específico correspondiente a cada parte del temario.

Antes de comenzar cada nueva práctica, se entregará por medios electrónicos (email/Moodle a determinar) una breve memoria en formato PDF) de la práctica anterior, describiendo el trabajo realizado y los resultados obtenidos, incluyendo el código desarrollado en Matlab para su realización.

### 3. Tiempo de trabajo del estudiante

		Horas	%	Horas	%
Presencial	Clases - Explicación teoría	33	22%	75	50%
	Clases - Resolución de problemas	9	6%		
	Clases - Prácticas	28	19%		
	Pruebas de evaluación continua	5	3%		
No presencial	Estudio semanal regulado	28	19%	75	50%
	Realización de prácticas	14	9%		
	Preparación exámenes	33	22%		
<b>Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS</b>		<b>150</b>	<b>100%</b>	<b>150</b>	<b>100%</b>

(\*) Incluye la convocatoria ordinaria y la extraordinaria

### 4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final

La evaluación continua está compuesta por CUATRO pruebas, consistentes en TRES exámenes de teoría más la evaluación de las prácticas realizadas en el laboratorio.



Asignatura: Ingeniería Acústica  
Código: 18488  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación de Tecnología Específica  
Nº de créditos: 6

La evaluación de la asignatura, o nota final (NF), dependerá de la nota final de teoría (TEO) y de la nota final de laboratorio (LAB) en la siguiente proporción:

$$NF = 0.6*TEO + 0.4*LAB$$

Todas las partes, TEO y LAB se puntúan sobre 10 puntos. Es necesario obtener una calificación mínima de 5,0 puntos en ambas para poder aplicar la expresión anterior. Si no se cumple esta condición, la calificación numérica que se hará constar en actas será:

$$NF = 0.6*\min(5,TEO) + 0.4*\min(5,LAB)$$

#### 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 (TEC): realización de tres exámenes parciales (EP0, EP1 y EP2, puntuados sobre 10 puntos).
- 2- Evaluación única (TEU): la realización de una prueba o examen final (EF, puntuado sobre 10 puntos) 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 programables, teléfonos móviles, ni dispositivos electrónicos salvo calculadora científica básica (no programable y sin memoria). Consistirán en la resolución de ejercicios teórico/prácticos similares a los realizados, más la contestación a una serie de cuestiones y/ó desarrollos teóricos sobre conceptos explicados en clase.

La **evaluación continua** será el proceso asumido por defecto.

El primer examen parcial (EP0) es de carácter optativo y no libera materia, aunque en caso favorable, pondera en un 25% la nota del primer parcial. Se recomienda fuertemente su realización para preparar adecuadamente el examen parcial EP1, que sí libera todo el bloque de “Acústica Física”.

$$EP1 = \max (EP1, 0.25*EP0 + 0.75*EP1)$$

Los contenidos del primer parcial se liberan para el final si  $EP1 \geq 5.0$

Los contenidos del segundo parcial se liberan para el final si  $EP2 \geq 5.0$

En caso de aprobar ambos parciales, la nota de teoría por evaluación continua será:



Asignatura: Ingeniería Acústica  
Código: 18488  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación de Tecnología Específica  
Nº de créditos: 6

$$TEC = 0.5 * EP1 + 0.5 * EP2$$

El examen final constará de dos partes (EF1 y EF2) correspondientes a cada uno de los parciales.

Los que hayan liberado un parcial, conservarán su nota EP1 ó EP2 (EF1=EP1 ó EF2=EP2). No obstante, podrán presentarse a subir nota, siendo la nota final de dicha parte la mayor de las dos obtenidas (la del parcial o la del final).

En caso de presentarse a ambos parciales en el examen final, para realizar media entre parciales la nota mínima en cada uno de ellos es 4.0. En ese caso, la nota final de teoría mediante evaluación continua sería:

$$TEC = 0.5 * EF1 + 0.5 * EF2$$

Caso de no poder realizar media, la nota de teoría de evaluación continua será:

$$TEC = 0.5 * \text{Mín}(5, EF1) + 0.5 * \text{Mín}(5, EF2)$$

La falta de asistencia a cualquiera de las pruebas de evaluación continua significará ser calificado con cero puntos en esa prueba.

La **evaluación única** es el proceso excepcional dirigido a estudiantes que o bien no siguen el proceso de evaluación continua (TEC=0), o bien, habiéndolo seguido, optan por presentarse a un examen final (EF) para aprobar o aumentar su nota, que constará de dos partes (EF1 y EF2) correspondientes a cada uno de los dos parciales.

Para realizar media entre EF1 y EF2, la nota mínima en cada uno de ellos es 4.0. Si es así:

$$EF = 0.5 * EF1 + 0.5 * EF2$$

Caso de no poder realizar media, la nota del examen final será:

$$EF = 0.5 * \text{Mín}(5, TE) + 0.5 * \text{Mín}(5, PR)$$

La calificación final de teoría se obtendrá según:

$$TE = \text{Max}(EF, TEC)$$

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

#### **Nota de prácticas, PR:**

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



Asignatura: Ingeniería Acústica  
Código: 18488  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación de Tecnología Específica  
Nº de créditos: 6

- 1- Evaluación continua (PRC): la valoración promedio de los resultados de cada sesión (NL1) y la valoración promedio de las memorias de prácticas presentadas (NL2), puntuadas cada una sobre 10 puntos.
- 2- Evaluación única (PRU): la realización de una prueba o examen final de prácticas (PRF) planificado en la convocatoria ordinaria o en la convocatoria extraordinaria de la asignatura. Sólo se podrá evaluar el laboratorio mediante evaluación única, por ser este de asistencia obligatoria, en circunstancias excepcionales debidamente justificadas, y por acuerdo previo con el profesor.

La **evaluación continua** en prácticas será el proceso asumido por defecto.

La asistencia al laboratorio es obligatoria y la evaluación del mismo constará de dos partes, calificadas como NL1 y NL2, cada una de ellas sobre 10 puntos. La primera de ellas (NL1) se desarrollará de forma continuada en cada práctica, donde el profesor en cada sesión asignará una calificación que valorará, de forma global, los progresos y resultados obtenidos durante cada sesión. Así, NL1 será el promedio de las notas obtenidas al final de cada sesión de prácticas. El alumno no debe abandonar el laboratorio en cada sesión sin la confirmación por el profesor de que ha sido evaluado.

NL2 será el promedio de las evaluaciones de las memorias presentadas de cada práctica realizada. Las prácticas se presentarán antes del inicio de la práctica siguiente. La no presentación en plazo de la memoria supone calificar dicha memoria con cero puntos.

La nota final de prácticas por evaluación continua, PRC, se obtendrá realizando la media de NL1 y NL2 siempre que  $NL1 \geq 3.0$  y  $NL2 \geq 3.0$ , mediante:

$$PRC = 0.5 \cdot NL1 + 0.5 \cdot NL2$$

Caso de no poder realizar media, la nota será:

$$PRC = 0.5 \cdot \text{Mín}(5, NL1) + 0.5 \cdot \text{Mín}(5, NL2)$$

La **evaluación única** es el proceso excepcional dirigido a estudiantes que por causas excepcionales debidamente justificadas no siguen el proceso de evaluación continua (PRC=0). También es la única posibilidad de evaluación en convocatorias extraordinarias.

El examen final de prácticas (PRF) consistirá en la programación en Matlab, durante 3 horas, de ampliaciones sobre apartados de al menos dos prácticas distintas de entre las realizadas durante el curso, cubriendo la diversidad de contenidos del temario. No se permitirá el uso de código desarrollado con anterioridad, libros ni apuntes.

La calificación final de prácticas, caso de realizar examen final, se obtendrá según:



Asignatura: Ingeniería Acústica  
Código: 18488  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación de Tecnología Específica  
Nº de créditos: 6

$$PR = \text{Max}(PRF, PRC)$$

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, en caso de aprobado, se conserva hasta la finalización del curso académico siguiente (Junio 2018).

*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. Por defecto, la evaluación continua en laboratorio es obligatoria, y salvo acuerdo previo con el estudiante, no habrá examen extraordinario de laboratorio.

**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. Cualquier copia o plagio será penalizado siguiendo las normativas de la UAM y de la EPS.

## 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 14 semanas. La última semana se planifica para actividades de resolución de problemas y/o para que de tiempo a terminar el último tema de teoría, y para amoldarse a las distintas disponibilidades horarias de los distintos cursos académicos.

Semana	Contenido	Horas presenciales	Horas no presenciales
1	- Presentación y motivación de la asignatura, descripción del programa, normativa y los métodos de evaluación.  - 1.1. Ondas planas progresivas	5	2  Trabajo del estudiante: Lectura de las normativas de teoría y prácticas. Estudio del material



Asignatura: Ingeniería Acústica  
 Código: 18488  
 Centro: Escuela Politécnica Superior  
 Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
 Nivel: Grado  
 Tipo: Formación de Tecnología Específica  
 N° de créditos: 6

Semana	Contenido	Horas presenciales	Horas no presenciales
	- Práctica 0.1. Nivel de presión, nivel espectral y nivel en banda		propuesto. Revisión de los problemas y ejemplos de clase.
2	- 1.2. Ondas esféricas - Práctica 0.2. Nivel de presión, nivel espectral y nivel en banda	5	3 Trabajo del estudiante: Estudio de material propuesto. Revisión de los problemas y ejemplos de clase. Realización de problemas propuestos. Completar la práctica.
3	- 1.2. Ondas esféricas - Práctica 1. Análisis temporal de Señales acústicas	5	3 Trabajo del estudiante: Estudio de material propuesto. Revisión de los problemas y ejemplos de clase. Realización de problemas propuestos. Completar la práctica.
4	- Prueba evaluación continua EP0 (1 hora) - 1.3. Propagación, reflexión, transmisión, refracción y difracción de ondas sonoras - Práctica 2. Medida de nivel de presión sonora	5	3 Trabajo del estudiante: Estudio de material propuesto. Revisión de los problemas y ejemplos de clase. Realización de problemas propuestos. Completar la práctica.
5	- 1.3. Propagación, reflexión, transmisión, refracción y difracción de ondas sonoras - Práctica 3.1. Análisis espectral en bandas lineales y porcentuales	5	3 Trabajo del estudiante: Estudio de material propuesto. Revisión de los problemas y ejemplos de clase. Realización de problemas propuestos. Completar la práctica.
6	- 1.4. Ondas estacionarias - Práctica 3.2. Análisis espectral en bandas lineales y porcentuales	5	3 Trabajo del estudiante: Estudio de material propuesto. Preparación evaluación continua. Completar la práctica.
7	- 1.5. Vibraciones longitudinales y transversales en sistemas de 1 y 2 dimensiones - Práctica 5. Estimación de respuesta en frecuencia de sistemas acústicos	5	3 Trabajo del estudiante: Estudio de material propuesto. Preparación evaluación continua. Completar la práctica.
8	- 1.5. Vibraciones longitudinales y transversales en sistemas de 1 y 2 dimensiones - Prueba evaluación continua EP1 (2 horas)	5	3 Trabajo del estudiante: Estudio de material propuesto. Preparación evaluación continua.



Asignatura: Ingeniería Acústica  
 Código: 18488  
 Centro: Escuela Politécnica Superior  
 Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
 Nivel: Grado  
 Tipo: Formación de Tecnología Específica  
 Nº de créditos: 6

Semana	Contenido	Horas presenciales	Horas no presenciales
	- Práctica 5. Directividad y dipolos acústicos		
9	- 2.1.1 Análisis de voz y habla - Práctica 6. Análisis STFT de señales de voz y audio	5	3 Trabajo del estudiante: Estudio de material propuesto. Completar la práctica.
10	- 2.1.2. Audición monoaural y binaural - Práctica 7. Audición monoaural y binaural	5	3 Trabajo del estudiante: Estudio de material propuesto. Completar la práctica.
11	- 2.2 Acústica musical - Práctica 8. Análisis y síntesis de sonidos musicales y música	5	3 Trabajo del estudiante: Estudio de material propuesto. Completar la práctica.
12	- 3.1. Acústica Arquitectónica: Sistemas resonantes, teoría ondulatoria y teoría estadística, reverberación - Práctica 9. Técnicas de medida de tiempo de reverberación	5	3 Trabajo del estudiante: Estudio de material propuesto. Preparación evaluación continua. Completar la práctica.
13	- 3.2 Respuesta impulsiva en un recinto, parámetros de salas, audio 3D - 3.3 Diseño de salas - Práctica 10. Estimación de respuesta impulsiva de un recinto mediante MLS	5	3 Trabajo del estudiante: Estudio de material propuesto. Preparación evaluación continua. Completar la práctica.
14	- 4.1. Caracterización y medida de fuentes de ruido - 4.2. Control de ruido (pasivo y activo), filtros acústicos - 4.3. Normativa de ruido ambiental, industrial y en la edificación - Evaluación EP2 (2 horas, en horario de laboratorio)	5	3 Trabajo del estudiante: Estudio de material propuesto. Preparación evaluación continua. Completar la práctica.
N/A	<i>Convocatoria ordinaria</i>		16 Preparación evaluación continua.
N/A	<i>Convocatoria extraordinaria</i>		22 Preparación examen extraordinario
	<b>TOTAL HORAS</b>	70	80



Asignatura: Ingeniería Acústica  
Código: 18488  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación de Tecnología Específica  
Nº de créditos: 6