

3910_Actualización de contenidos en las asignaturas de Aislamiento y Acondicionamiento Acústico y Acústica de la titulación del Grado en Sonido en Imagen en Telecomunicación

E.M. Calzado Estepa; J. Francés Monllor; S. Bleda Pérez; A. Hidalgo Otamendi; D. Méndez Alcaraz; J. Vera Guarinos; M.S. Yebra Calleja; A. Hernández Prados; S. Heredia Avalos.

evace@ua.es, jfmonllor@ua.es, sergio.bleda@ua.es, antoniohidalgo@cercorsl.com, david.mendez@ua.es, jenaro@ua.es, myebra@ua.es, ahernan@dfists.ua.es, sheredia@ua.es

*Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal, (UA) Alicante03080
Instituto Universitario de Física Aplicada a las Ciencias y a las Tecnologías.*

RESUMEN

En este trabajo de investigación docente pretendemos actualizar los contenidos de la asignatura de Aislamiento y Acondicionamiento Acústico impartida en el tercer curso de la titulación de Grado en Sonido en Imagen en Telecomunicación para incluir la actualizaciones en la normativa ISO vigente que afectan a los contenidos de dicha asignatura de manera que el alumnado adquiera de forma correcta las competencias asignadas para esta materia y que contemplen estos aspectos. Además también se revisarán las prácticas de la asignatura de Acústica para mejorar la calidad de la misma con el objetivo de mejorar aún más si cabe la adquisición de las competencias asignadas a esta parte de la asignatura y que resultan de vital importancia puesto que se trata de una asignatura fundamental en la titulación de Grado en Sonido e Imagen en Telecomunicación cuya comprensión es básica para poder abordar con éxito asignaturas de cursos posteriores basadas conceptos de acústica básicos.

Palabras clave: Acústica, Física, Telecomunicación.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema o cuestión específica del objeto de estudio.

La asignatura de Aislamiento y Acondicionamiento Acústico es una asignatura de carácter obligatoria que se imparte en el tercer curso del Grado en Sonido e Imagen en Telecomunicación. El plan de Estudios para esta asignatura contempla que en sus contenidos debe de incluirse la normativa en lo referente a proyectos de ingeniería acústica que contemplen problemas de aislamiento y acondicionamiento acústico. Por este motivo, en el programa docente de esta asignatura se debe de incluir contenidos que desarrollen las competencias referidas a la normativa vigente. Como es sabido, la normativa puede cambiar a lo largo del tiempo para adaptarse a los cambios sociales que requiere una sociedad moderna. Recientemente, la normativa referida a la medida del aislamiento acústico a ruido aéreo y ruido de impacto se ha cambiado con la finalidad de cubrir un rango más amplio de tipos de recintos y barrer un intervalo de bandas más amplio que hasta el momento no se tenía en

cuenta. Concretamente las bajas frecuencias no se medían debido a que la molestia producida en el ser humano en este rango de frecuencias es menor que la molestia que pueden llegar a tener las medias altas frecuencias debido a que la respuesta del oído no es lineal con la frecuencia y la normativa anterior trataba de cubrir sólo aquellas frecuencias que verdaderamente podían producir una mala calidad acústica en lo referente al confort de los ocupantes de un recinto según su uso.

De forma paralela se han actualizado los contenidos de la asignatura de Acústica en lo referente a las prácticas de laboratorio para optimizar aún más si cabe el tiempo que se le dedica en esta asignatura en la parte de prácticas de laboratorio. Hay que recordar que esta asignatura es fundamental para poder desarrollar con éxito asignaturas posteriores del Grado que requieren conceptos físicos de acústica que se desarrollan en dicha asignaturas. Concretamente para cursar la asignatura de Aislamiento y Acondicionamiento Acústico con éxito se requiere haber cursado la asignatura de Acústica. Por ello es fundamental que esta última desarrolle los contenidos de la forma más óptima posible puesto que se trata de una materia densa y el docente debe asegurarse de que las competencias asignadas por el plan de estudios se adquieren de forma correcta y eficiente.

1.2 Revisión de la literatura

Para poder actualizar correctamente la asignatura de Aislamiento y Acondicionamiento Acústico se hace necesaria la consulta a la normativa vigente. Concretamente la normativa en cargada de establecer cuáles son los criterios que se han de seguir a la hora de hacer mediciones de aislamiento acústico son las normativas ISO. En particular si nos centramos en la medida in situ de aislamiento a ruido aéreo que una de las prácticas contempladas en la asignatura de Aislamiento y Acondicionamiento Acústico hasta el momento las mediciones se debían realizar según la norma ISO 140-4. Para el caso de la medida de aislamiento a ruido de impacto la norma a tener en cuenta hasta el momento era la norma ISO 140-7. Recientemente estas normas han sido sustituidas por la normativa 16283-1 y 16283-2 respectivamente [1].

1.3 Propósitos u objetivos

En primer lugar uno de los objetivos fundamentales de este trabajo de investigación docente consiste en actualizar los contenidos de la asignatura Aislamiento y Acondicionamiento Acústico para incluir en el temario las actualizaciones relativas a la normativa ISO orientadas a la medida de aislamiento a ruido aéreo y ruido de impacto. Esta actualización es fundamental puesto que el plan de estudios de la titulación se contempla que entre las competencias que debe desarrollar esta asignatura se incluyan las referidas a poder desarrollar proyectos que tengan que ver con la ingeniería acústica por lo que se debe de incluir la normativa vigente para que alumno adquiriera las competencias de manera correcta y actualizada en lo relativo a cómo se debe actuar a la hora de medir y abordar informes relativos a proyectos de ingeniería acústica relacionados con el ruido y el aislamiento. De manera complementaria se actualizarán las prácticas de Acústica.

2. MÉTODO

Para poder abordar este trabajo de investigación docente se realizarán una serie de reuniones entre los docentes que imparten las asignaturas involucradas en esta red así como con aquellos docentes que imparten docencia en asignaturas relacionadas con la acústica para actualizar los contenidos de las asignaturas del Acústica y Aislamiento y Acondicionamiento Acústico de manera coordinada con las asignaturas relacionadas de la titulación. Se realizaron tres reuniones entre los docentes involucrados en asignaturas relacionadas con la acústica donde en la primera se realizó una puesta en común de cuáles eran los contenidos actuales en ambas asignaturas y los posibles cambios que se debían contemplar para tener en cuenta la nueva normativa. En una segunda reunión se definió cómo se debía abordar esos cambios y a qué parte de la asignatura afectaría estableciéndose un plan de trabajo y determinando qué docentes estaban involucrados en cada tarea. Para finalizar, se realizó una última reunión donde se explicó el resultado del trabajo realizado por cada docente y se definió cómo quedó esa actualización reflejada en la guía docente. De forma paralela se actuará de manera análoga con las prácticas de Acústica.

3. RESULTADOS

Mediante este trabajo de investigación docente pretendemos contribuir de manera notable en la mejora de la adquisición de competencias de nuestros estudiantes puesto que se trata de conseguir graduados competentes de manera específica en el ámbito de la ingeniería Acústica lo que hace que sea fundamental el conocimiento de las normativas vigentes en el momento de impartir la materia. Con este trabajo de investigación docente pretendemos que ese objetivo se alcance actualizando y mejorando los contenidos de las asignaturas involucradas en este estudio con la finalidad de que todos aquellos alumnos que cursen la asignatura de Aislamiento y Acondicionamiento Acústico adquieran de manera actualizada las competencias establecidas por el plan de estudios complementándose con la asignatura de Acústica fundamental para poder abordar con éxito las restantes asignaturas relacionadas con la Acústica.

La asignatura de Aislamiento y Acondicionamiento Acústico consta de tres bloques diferenciados: un primer bloque dedicado a la introducción al aislamiento y acondicionamiento acústico, un segundo bloque dedicado al acondicionamiento acústico y un tercer bloque dedicado al aislamiento acústico.

Para el curso 16-17 los contenidos eran los siguientes:

BLOQUE I: INTRODUCCIÓN

TEMA 1: FUNDAMENTOS DE ACÚSTICA APLICADA AL AISLAMIENTO Y

ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO.

Introducción.

Potencia, intensidad y presión acústica.

Ondas esféricas, factor de directividad.

Definición de niveles y decibelio.

Superposición de niveles sonoros.

Cualidades del sonido, caracterización.

Descripción del ruido: análisis espectral.

Análisis temporal.

Tipos de ruidos.

Evaluación del ruido.

Instrumentos de medida.

BLOQUE II: ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

TEMA 2: CAMPO SONORO EN UN RECINTO CERRADO

Introducción

Teoría estadística.

Tiempo de reverberación.

Fórmula de Sabine.

Limitaciones de la fórmula de Sabine.

Campo directo y reverberado: distancia crítica.

Teoría geométrica.

Reflexión del sonido.

Producción y percepción de ecos.

Focalización y dispersión de los rayos sonoros.

Sombras acústicas.

Teoría ondulatoria

Modos propios de vibración.

Fenómenos de resonancia.

Obtención de las frecuencias propias de una sala rectangular con paredes rígidas.

TEMA 3: PROPIEDADES ACÚSTICAS DE LOS MATERIALES

Introducción.

Materiales absorbentes.

Coefficiente de reducción del ruido.

Efectos del montaje sobre los coeficientes de absorción.

Resonadores.

Reflectores acústicos.

Difusores acústicos.

TEMA 4: ACÚSTICA DE SALAS

Introducción.

Breve descripción histórica de la Acústica de Salas.

Factores acústicos en el diseño arquitectónicos.

Criterios y parámetros en la descripción de la Acústica aplicada a Salas.

Acondicionamiento acústico de salas según el CTE-DB-HR.

BLOQUE III: AISLAMIENTO ACÚSTICO

TEMA 5: TRANSMISIÓN ACÚSTICA EN LOS EDIFICIOS

Introducción al aislamiento acústico.

Fuentes de ruido en la edificación.

Planteamiento general: Transmisión del ruido aéreo.

Transmisión de ruido de impacto y vibraciones.

Mecanismo de transmisión del sonido aéreo por paredes:

Transmisión del sonido a través de paredes sencillas.

-Ley de masas

-Frecuencia de coincidencia. Paredes múltiples.

- Resonancia de la doble pared

- Resonancia del aire entre capas

- Estacionarias de la cámara

- Efecto de coincidencia

- Puentes sonoros. Cerramientos de partes practicables:

Ventanas. Puertas.

Aislamiento de elementos constructivos mixtos.

Elementos constructivos horizontales.

Comparación de los ruidos aéreos y los ruidos de impacto.

TEMA 6: MEDIDAS Y EVALUACIÓN DE AISLAMIENTO ACÚSTICO EN LOS EDIFICIOS

Conceptos sobre índices de molestia.

Normativa ISO 140, ISO 717.

Aislamiento a ruido aéreo según la norma ISO 140-4, ISO 717-1.

Índices para evaluar el aislamiento a ruido aéreo.

Proceso y evaluación del ensayo.

Caracterización del aislamiento a ruido aéreo mediante un único número.

Contenido del informe del ensayo para el aislamiento a ruido aéreo.

Aislamiento a ruido de impacto según la norma ISO 140-7, ISO 717-2.

Índices para evaluar el aislamiento a ruido de impacto.

Proceso y evaluación del ensayo.

Caracterización del aislamiento a ruido de impacto mediante un único número.

Criterios de valoración del ruido.

TEMA 7: CONTROL DE RUIDO EN LOS EDIFICIOS

Vías de transmisión indirectas.

Transmisión del sonido por flancos.

Efecto sobre el aislamiento de fisuras y orificios.

Puentes acústicos. Sistemas de aire acondicionado.

Transmisión por las instalaciones: Instalaciones de fontanería.

Ascensores y montacargas.

Sistemas de calefacción.

Métodos de atenuación del ruido de impacto y vibraciones.

Introducción al control de vibraciones. Barreras acústicas.

TEMA 8: PROTECCIÓN DE LOS EDIFICIOS FRENTE AL RUIDO: CTE

Introducción. Índices de aislamiento.

Vías de transmisión del sonido.

Caracterización y cuantificación de las exigencias:

- Valores límite de aislamiento
- Valores límite de tiempo de reverberación
- Ruido y vibraciones de las instalaciones.

Método de cálculo de aislamiento acústico:

- Opción general del CTE (DB-HR)

Documento básico de protección frente al ruido - Opción simplificada.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

BLOQUE II:

- 1.MEDIDA DEL TIEMPO DE REVERBERACIÓN DE UNA SALA
- 2.MEDIDA DEL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN EN CÁMARA REVERBERANTE
- 3.DETERMINACIÓN DE LOS ECOS Y PRIMERAS REFLEXIONES EN UNA SALA

BLOQUE III:

- 4.MEDIDAS DE AISLAMIENTO A RUIDO AÉREO Y RUIDO DE IMPACTO SEGÚN LAS NORMAS ISO

5.CÁLCULO AISLAMIENTO DE UNA VIVIENDA (MÉTODO SIMPLIFICADO CTE-DB-HR)

6.CÁLCULO AISLAMIENTO DE UNA VIVIENDA (MÉTODO GENERAL CTE-DB-HR)

Como se puede observar el cambio de normativa afecta al tercer bloque de la asignatura por lo que los cambios que se realizan están concentrados en esa parte de la asignatura. En la tabla 1 se indican los cambios al respecto que se llevarán a cabo en el curso 17-18. Concretamente estos cambios afectara al tema 6 de teoría y problemas dedicado a explicar la normativa vigente en lo referente a la normativa ISO para la medida de aislamiento acústico en los edificios y a la práctica 4 de laboratorio que pone en prácticas los conceptos teóricos explicados en el tema 6.

Tabla 1. Cambios en los contenidos de la asignatura de Aislamiento y Acondicionamiento Acústico para el curso 17-18.

Contenidos 2016 - 2017	Contenidos 2017 - 2018	Competencias	Justificación del cambio
Tema 5 Transmisión acústica en los edificios	Tema 5 Transmisión acústica en los edificios	B3, C3, C8, E3, E4, CT2 a, CT14	Sin cambios
Tema 6 Medidas y evaluación del aislamiento acústico en edificios	Tema 6 Medidas y evaluación del aislamiento acústico en edificios ISO 16283	B3, C3, C8, E3, E4, CT2 a, CT14	Actualización normativa ISO 16283 -1 ISO 16283 -2
Tema 7 Control del ruido en edificios	Sin cambios	B3, C3, C8, E3, E4, CT2 a, CT14	Sin cambios
Tema 8 Protección de los edificios frente al ruido CTE	Suprimido	B3, C3, C8, E3, E4, CT2 a, CT14	CTE incluido en las prácticas de laboratorio
Práctica 4 Medidas de aislamiento acústico a ruido aéreo y ruido de impacto según normativa ISO	Actualización normativa ISO 16283 -1 ISO 16283 -2	B3, C3, C8, E3, E4, CT2 a, CT14	Actualización normativa ISO 16283 -1 ISO 16283 -2
Prácticas 5 y 6 Cálculo del aislamiento acústico de una vivienda según CTE.	Prácticas 5 y 6 Cálculo del aislamiento acústico de una vivienda según CTE. Método general y método simplificado.	B3, C3, C8, E3, E4, CT2 a, CT14	Sin cambios

Otra parte de este trabajo de investigación consistió en actualizar los contenidos de la asignatura de Acústica cuyos contenidos para el curso 2016-17 se detallan a continuación.

□ TEMA 1 ΦΥΝΔΑΜΕΝΤΟΣ ΔΕ ΞΙΒΡΑΧΙΟΝΕΣ ΜΕΧΆΝΙΚΑΣ

Fundamentos de vibraciones mecánicas.

Oscilaciones armónicas.

Solución de la exponencial compleja.

Oscilaciones amortiguadas.

Oscilaciones forzadas.

Impedancia mecánica.

Circuito eléctrico de un oscilador.

Combinaciones lineales de vibraciones armónicas.

□ TEMA 2 VIBRACIÓN EN CUERDAS, BARRAS, MEMBRANAS Y PLACAS

Vibraciones transversales en cuerdas.

Vibraciones longitudinales en barras.

Vibraciones transversales en barras.

Vibraciones en membranas.

Vibraciones en placas.

□ TEMA 3 ONDAS SONORAS

Presión sonora.

Ecuación de onda.

Velocidad de propagación del sonido en un medio material.

Potencia e intensidad sonora.

Presión sonora eficaz.

Impedancia acústica específica.

Niveles de potencia, intensidad y presión sonora.

Superposición de niveles sonoros.

□ TEMA 4 PROPAGACIÓN DE ONDAS SONORAS

Propagación de ondas sonoras.

Transmisión y reflexión de ondas sonoras.

Absorción y atenuación de ondas sonoras.

Interferencia y difracción de ondas sonoras.

Radiación de una esfera pulsante.

Directividad de una fuente sonora.

Impedancia de radiación.

Factores medioambientales en la propagación del sonido.

Efecto Doppler.

□ TEMA 5 TUBOS, RESONADORES Y FILTROS ACÚSTICOS

Tubos, resonadores y filtros acústicos.

Resonancia en tubos.

Ondas estacionarias en tubos.

Resonador de Helmholtz.

Impedancia acústica. Filtros acústicos.

□ TEMA 6 ACÚSTICA SUBMARINA

Acústica submarina.

Propagación del sonido en el agua.

Reflexión, refracción, transmisión y absorción del sonido en el agua.

Canales sonoros.

Aplicaciones de la acústica submarina.

□ TEMA 7 ACÚSTICA FISIOLÓGICA

Anatomía del oído humano y fisiología de la audición.

Sensación sonora.

Nivel de sonoridad y sonoridad.

Umbral de audición.

Espectro sonoro audible.

Bandas de octava y de tercios de octava.

Mecanismo de la voz humana.

□ TEMA 8 ACÚSTICA MEDIOAMBIENTAL

Sonidos y ruido.

Tipos de ruido.

Fuentes de ruido medioambiental.

Efectos del ruido sobre la salud.

Evaluación de la molestia producida por el ruido medioambiental.

Concretamente esta actualización se ha realizado en la parte de prácticas de laboratorio donde a continuación se detallan las prácticas que hasta el curso 2016-17 se incluían en los contenidos de la

asignatura.

PRÁCTICAS:

1. Oscilaciones amortiguadas en un altavoz.
 2. Oscilaciones forzadas en un altavoz.
 3. Ondas sonoras estacionarias en un tubo de Kundt.
 4. Determinación de la velocidad del sonido en aire mediante un resonador de Helmholtz.
 5. Directividad de fuentes sonoras.
 6. Eventos sonoros y sucesos auditivos.
 7. Análisis frecuencial y estadístico de señales sonoras.
- Los cambios realizados vienen reflejados en la tabla 2.

Tabla 2. Actualización de contenidos de la asignatura Acústica para el curso 2017-18

Prácticas 2016-2017	Prácticas 2017-2018	Competencias	Justificación del cambio
1. Oscilaciones armónicas: El altavoz dinámico	1. Oscilaciones armónicas: El altavoz dinámico.	B3, C1, C3, C8, E1, E3, E4, CT2 a CT5, CT7, CT14.	Prácticas 1 y 2 unificadas
2. Oscilaciones forzadas en un altavoz.			
3. Ondas sonoras estacionarias en un tubo de Kundt.	2. Ondas sonoras estacionarias en un tubo de Kundt.	B3, C1, C3, C8, E1, E3, E4, CT2 a CT5, CT7, CT1	No hay cambios
4. Determinación de la velocidad del sonido en aire mediante un resonador de Helmholtz.	3. Determinación de la velocidad del sonido en aire mediante un resonador de Helmholtz.	B3, C1, C3, C8, E1, E3, E4, CT2 a CT5, CT7, CT14	No hay cambios
5. Directividad de fuentes sonoras.	4. Directividad de fuentes sonoras.	B3, C1, C3, C8, E1, E3, E4, CT2 a CT5, CT7, CT14	Implementar laboratorio virtual
6. Eventos sonoros y sucesos auditivos.	5. Eventos sonoros: Análisis frecuencial y estadístico.	B3, C1, C3, C8, E1, E3, E4, CT2 a CT5, CT7, CT14	Se ha fusionado la práctica 6 y 7 en una única práctica.
7. Análisis frecuencial y estadístico de las señales sonoras.			

.Las sesiones de laboratorio se han reestructurado para distribuir las en 10 sesiones de 1,5 horas en lugar de 7 sesiones de 2 horas más una adicional de 1 hora. Cada una de las prácticas se ejecutarán a lo largo de dos sesiones de 1,5 horas salvo la última práctica (5. Eventos sonoros: Análisis frecuencial y estadístico). Esta última práctica se realizará en una única sesión y podrá realizarse de forma extraordinaria desde casa mediante el software facilitado por el profesorado. La última sesión de laboratorio se destinará a la defensa de los trabajos escogidos. La mecánica de trabajo para las prácticas 1-4 será realizar una primera sesión de 1,5 horas donde se tomarán todos los datos experimentales y se resolverán las dudas que puedan surgir al respecto. En la segunda sesión de 1,5 horas los alumnos realizarán en el laboratorio la memoria de prácticas: cálculo de errores, gráficas y estimación de parámetros. Esta memoria se corregirá in situ en el laboratorio o durante la semana en la que se realice la sesión de prácticas. En ningún caso se podrá entregar fuera de ese plazo. El

objetivo de esta mecánica es fomentar el trabajo en el laboratorio y reducir la carga de trabajo no presencial del estudiante.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación docente se ha revisado los contenidos de las asignaturas de Aislamiento y Acondicionamiento Acústico y Acústica impartidas en el Grado en Sonido e Imagen en Telecomunicación. En el caso de la primera asignatura se han actualizado los contenidos relacionados con la normativa ISO relacionada con la medida in-situ de aislamiento a ruido aéreo y ruido de impacto para adaptarla a los cambios que contempla dicha normativa (ISO 16283-1 ISO 16283-2) Para ello se han realizado diversas reuniones donde se ha debatido tanto el temario para un correcto desarrollo de las competencias asignadas y la coordinación entre ellas proponiendo cambios y mejoras que repercuten positivamente en el proceso de aprendizaje del alumnado que las cursa.

5. TAREAS DESARROLLADAS EN LA RED

A continuación en la tabla 3 se detallan las tareas desempeñadas por cada miembro de la red en este trabajo de investigación docente

PARTICIPANTE DE LA RED	TAREAS QUE DESARROLLA
Sergio Bleda Pérez	Actualización contenidos de la asignatura <u>Acústica.</u>
Eva M ^a Calzado Estepa	Actualización contenidos de la asignatura Aislamiento y Acondicionamiento Acústico. <u>Coordinadora de la red.</u>
Jorge Francés Monllor	Actualización contenidos de la asignatura <u>Acústica.</u>
Santiago Heredia Avalos	Actualización contenidos de la asignatura <u>Acústica.</u>
Antonio Hernández Prados	Actualización contenidos de la asignatura <u>Acústica.</u>
Antonio Hidalgo Otamendi	Actualización contenidos de la asignatura <u>Aislamiento y Acondicionamiento Acústico.</u>
David Israel Méndez Alcaraz	Actualización contenidos de la asignatura <u>Aislamiento y Acondicionamiento Acústico.</u>
Jenaro Vera Guarinos	Actualización contenidos de la asignatura <u>Aislamiento y Acondicionamiento Acústico.</u>
M ^a Soledad Yebra Callejas	Actualización contenidos de la asignatura <u>Aislamiento y Acondicionamiento Acústico.</u>

Tabla 3. Descripción de tareas desarrolladas por cada miembro de la red.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]<http://www.aenor.es/aenor/normas/buscadornormas/detallecpa.asp?tipo=CPA&agrupac=CTE08&verificar=S#.WWN9D1E3XIU>