



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Acústica avanzada

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |       |              |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|--------------|
| Materia               | Acústica avanzada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        |       |              |
| Código                | V05G300V01933                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |        |       |              |
| Titulación            | Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |        |       |              |
| Descritores           | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Sinale | Curso | Cuadrimestre |
|                       | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | OP     | 4     | 1c           |
| Lingua de impartición | Castelán<br>Inglés                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        |       |              |
| Departamento          | Matemática aplicada II<br>Teoría do sinal e comunicacións                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |       |              |
| Coordinador/a         | Sobreira Seoane, Manuel Ángel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |        |       |              |
| Profesorado           | García Lomba, Guillermo<br>Sobreira Seoane, Manuel Ángel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |        |       |              |
| Correo-e              | msobre@gts.uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |       |              |
| Web                   | http://fatic.uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |        |       |              |
| Descrición xeral      | Acústica Avanzada, desenvolve métodos de cálculo avanzados de aplicación en problemas de enxeñaría acústica. Introdúcense os métodos de elementos finitos e elementos de contorno mediante a aplicación a problemas prácticos de radiación, difracción e estudo de campo acústico en interiores. Desenvólvese ademais o método de cálculo para illamento acústico en edificación, baseado na familia de normas internacionais ISO 12354. A asignatura desenvólvese principalmente en inglés. Únicamente os primeiros temas sobre elementos finitos poderán ser impartidos en castelán. |        |       |              |

## Competencias de titulación

|        |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| A2     | CG2 Coñecemento, comprensión e capacidade para aplicar a lexislación necesaria durante o desenvolvemento da profesión de Enxeñeiro Técnico de Telecomunicación e facilidade para o manexo de especificacións, regulamentos e normas de obrigado cumprimento. |
| A5     | CG5 Coñecementos para a realización de medicións, cálculos, valoracións, taxacións, peritaxes, estudos, informes, planificación de tarefas e outros traballos análogos no seu ámbito específico da telecomunicación.                                         |
| A7     | CG7 Capacidade de analizar e valorar o impacto social e ambiental das solucións técnicas.                                                                                                                                                                    |
| A84    | (CE75/OP18) Capacidade para elaborar mapas de ruído e a súa presentación en información xeográfica.                                                                                                                                                          |
| A85    | (CE76/OP19) Capacidade para a aplicación de métodos numéricos á resolución de problemas acústicos.                                                                                                                                                           |
| A86    | (CE77/OP20) Capacidade para a identificación de problemas de ruído industrial e para deseñar solucións de control a medida.                                                                                                                                  |

## Competencias de materia

| Resultados previstos na materia                                                                                                                                                                                                                               | Resultados de Formación e Aprendizaxe |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| CE75: Capacidade para elaborar mapas de ruído e a súa presentación en información xeográfica.                                                                                                                                                                 | A84                                   |
| CE76: Capacidade para a aplicación de métodos numéricos á resolución de problemas acústicos.                                                                                                                                                                  | A85                                   |
| CE77: Capacidade para a identificación de problemas de ruído industrial e para deseñar solucións de control a medida.                                                                                                                                         | A86                                   |
| CG2: Coñecemento, comprensión e capacidade para aplicar a lexislación necesaria durante o desenvolvemento da profesión de Enxeñeiro Técnico de Telecomunicación e facilidade para o manexo de especificacións, regulamentos e normas de obrigado cumprimento. | A2<br>A5<br>A7                        |
| CG5: Coñecementos para a realización de medicións, cálculos, valoracións, taxacións, peritaxes, estudos, informes, planificación de tarefas e outros traballos análogos no seu ámbito específico da telecomunicación.                                         |                                       |
| CG7: Capacidade de analizar e valorar o impacto social e ambiental das solucións técnicas.                                                                                                                                                                    |                                       |

|                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Resultados de aprendizaxe:                                                                                                                            | A85 |
| Aprender os fundamentos da utilización dos métodos numéricos en acústica (CE 76)                                                                      | A86 |
| Coñecer os modelos de cálculo da transmisión do son en estruturas. (CE 76, CE 77)                                                                     |     |
| Coñecer as técnicas de deseño de *silenciadores. (CE 77)                                                                                              |     |
| Capacidade para a interpretación de medidas acústicas complexas e relacionalas cos resultados de simulacións realizadas con modelos numéricos (CE 76) |     |
| Coñecer os mecanismos de control de ruído en contornas industriais (CE 77)                                                                            |     |

| Contidos                                                                            |                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema                                                                                |                                                                                                                                                                                                       |
| Introdución.                                                                        | Repaso de conceptos acústicos: impedancia, condicións de contorno, ecuacións de helmholtz e Euler.                                                                                                    |
| Elementos Finitos en Acústica.                                                      | Introdución aos elementos finitos en acústica. Aplicación a problemas de radiación, difracción e á análise modal de sistemas acústicos: determinación de frecuencias de resonancia e modos propios.   |
| Elementos de Contorno en Acústica                                                   | Introdución aos elementos de contorno en acústica (BEM). Ecuación integral de Kirchhoff-Helmholtz. Aplicación a problemas de radiación e difracción. Estimación de frecuencias de resonancias en BEM. |
| Métodos de cálculo baseados en S.E.A: cálculo de illamento acústico en edificación. | Illamento acústico en edificación: avaliación da transmisión por flancos. Método de cálculo da norma ISO 12354.                                                                                       |
| Outros métodos de cálculo.                                                          | Trazado de raios e aplicación a propagación do son en exteriores. Aplicación dos métodos a predicción e control de ruído industrial.                                                                  |

| Planificación                     |               |                    |              |
|-----------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
|                                   | Horas na aula | Horas fóra da aula | Horas totais |
| Traballos tutelados               | 6             | 24                 | 30           |
| Prácticas en aulas de informática | 12            | 9                  | 21           |
| Estudos/actividades previos       | 0             | 15                 | 15           |
| Sesión maxistral                  | 19            | 38                 | 57           |
| Probas de resposta curta          | 2             | 8                  | 10           |
| Informes/memorias de prácticas    | 2             | 10                 | 12           |
| Traballos e proxectos             | 1             | 4                  | 5            |

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

| Metodoloxía docente               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Traballos tutelados               | O alumno debe desenvolver e presentar un informe final de dous proxectos que se exporán ao longo da materia:<br>1. Deseño dun difusor para optimizar o diagrama de radiación dun altafalante.<br>2. Deseño e cálculo do illamento acústico nun edificio.                                                                              |
| Prácticas en aulas de informática | O estudante traballará con diferentes paquetes de software relacionados coa resolución de problemas acústicos mediante métodos numéricos:<br>1. CAD e mañado de xeometrías: FreeCAD e Gmsh.<br>2. Cálculos de Elementos Finitos : COMSOL.<br>3. Cálculos de Elemento da fronteira:OpenBEM.<br>4. Cálculos en acústica na edificación. |
| Estudos/actividades previos       | Estudo por parte do alumno de material previo para a comprensión das clases maxistras e preparación de proxectos.                                                                                                                                                                                                                     |
| Sesión maxistral                  | Exposición por parte do profesor dos contidos da materia, fomentando a discusión crítica dos conceptos.                                                                                                                                                                                                                               |

| Atención personalizada |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodoloxías           | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Sesión maxistral       | Poderanse solucionar dúbidas nas tutorías do profesorado. Estas tutorías realizaranse Individualmente ou en grupos reducidos (máximo 3 alumnos) salvo que se indique o contrario, previa cita co profesor. A cita solicitarase e acordará por correo electrónico, preferentemente nos horarios e lugar reservados oficialmente. |
| Traballos tutelados    | Poderanse solucionar dúbidas nas tutorías do profesorado. Estas tutorías realizaranse Individualmente ou en grupos reducidos (máximo 3 alumnos) salvo que se indique o contrario, previa cita co profesor. A cita solicitarase e acordará por correo electrónico, preferentemente nos horarios e lugar reservados oficialmente. |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prácticas en aulas de informática | Poderanse solucionar dúbidas nas tutorías do profesorado. Estas tutorías realizaranse Individualmente ou en grupos reducidos (máximo 3 alumnos) salvo que se indique o contrario, previa cita co profesor. A cita solicitarase e acordará por correo electrónico, preferentemente nos horarios e lugar reservados oficialmente. |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Probas                         | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Probas de resposta curta       | Poderanse solucionar dúbidas nas tutorías do profesorado. Estas tutorías realizaranse Individualmente ou en grupos reducidos (máximo 3 alumnos) salvo que se indique o contrario, previa cita co profesor. A cita solicitarase e acordará por correo electrónico, preferentemente nos horarios e lugar reservados oficialmente. |
| Informes/memorias de prácticas | Poderanse solucionar dúbidas nas tutorías do profesorado. Estas tutorías realizaranse Individualmente ou en grupos reducidos (máximo 3 alumnos) salvo que se indique o contrario, previa cita co profesor. A cita solicitarase e acordará por correo electrónico, preferentemente nos horarios e lugar reservados oficialmente. |
| Traballos e proxectos          | Poderanse solucionar dúbidas nas tutorías do profesorado. Estas tutorías realizaranse Individualmente ou en grupos reducidos (máximo 3 alumnos) salvo que se indique o contrario, previa cita co profesor. A cita solicitarase e acordará por correo electrónico, preferentemente nos horarios e lugar reservados oficialmente. |

| Avaliación                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|                                | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Cualificación |
| Traballos tutelados            | Resenrolo de traballos prácticos tutelados, de deseño básico con recollida de memoria final (Competencias A2, A5, A7, A85, A84, A 86)                                                                                                                                                                                  | 20            |
| Probas de resposta curta       | Examen escrito, con preguntas breves, sobre os contidos teóricos da materia. (Competencias A85, A84, A 86)                                                                                                                                                                                                             | 30            |
| Informes/memorias de prácticas | Recollida de informes e cuestións sobre as prácticas realizadas. Evaluación de las competencias relacionadas con la capacidad de realizar medidas y de realizar análisis e identificación de problemas a partir de cálculos mediante cálculos numéricos. Competencias: A5/CG5, A7/CG7, A85 (CE76/OP19, A86 (CE77/OP20) | 50            |

### Outros comentarios sobre a Avaliación

Seguindo as directrices propias da titulación ofrecerase aos alumnos que cursen esta materia dous sistemas de avaliación: avaliación continua e avaliación non continua (ao final do cuadrimestre), que soamente se recomenda naquelas situacións nas que resulta imposible seguir o sistema recomendado.

IDIOMA: O estudante poderá elixir en que idioma, inglés ou castelán, desexa ser avaliado.

#### AVALIACIÓN CONTINUA

A avaliación continua consta das probas que se detallan a continuación nesta guía. Enténdese que o alumno opta pola avaliación continua unha vez firme o documento de compromiso que se lle ofrecerá durante as semanas 1-2, de forma que se poida comezar o traballo nos grupos correspondentes. Unha vez asinado, entenderase que o alumno se presentou á convocatoria e asignaráselle a cualificación que resulte da aplicación do criterio que se detalla a continuación con independencia de que se presente ou non ao exame final.

Tipos e valoración de actividades:

Realización de traballos tutelados:

- entregárase 1 traballo aproximadamente na semana 8 que contará cun 20 % da nota final.
- Informes/memorias de prácticas (Peso: 50 %)
- Proba 1 de resposta curta (Peso: 10 %): aproximadamente na semana 12.
- Proba 2 de problemas e exercicios (Peso: 20 %): proba que consistirá na resolución de exercicios prácticos.

O alumno debe demostrar a destreza suficiente en todas as competencias avaliadas. Para iso debe obter polo menos 4 puntos de 10 en cada unha das competencias avaliadas. A nota final obtida correspóndese coa suma ponderada cos pesos indicados das avaliacións realizadas. Para aprobar, o alumno debe obter, polo menos, cinco puntos na devandita nota final.

A segunda proba realizarase con antelación ao exame final. O exame final constará de dous partes, correspondentes coa proba 1 e proba dúas. O alumno que opte a avaliación continua, poderá presentarse para subir nota á totalidade do exame final ou a aquela proba na que desexa subir nota. A nota final obtida responderase á máxima cualificación obtida entre a

avaliación continúa e a obtida no exame final.

Unha vez obtido o aprobado en primeira convocatoria, a cualificación obtida considerarase definitiva sen opción a subir nota en segunda convocatoria (final de curso).

#### AVALIACIÓN NON CONTINUA

Se o alumno non asina o documento de compromiso enténdese que será avaliado a través dun único exame final na data oficial asignada polo Centro. Este exame final será cualificado entre 0 e 10 puntos e incluírá os contidos tratados en todas as actividades, ademais dunha serie de preguntas adicionais relacionadas co traballo en grupo dentro dun proxecto, de forma que se demostre que o alumno adquiriu as mesmas competencias que os alumnos que optasen pola avaliación continua.

Para aprobar, o alumno debe obter, polo menos, cinco puntos.

Convocatoria extraordinaria:

O alumno que fose avaliado por Avaliación Continua poderá optar por:

1. Realizar de novo as probas escritas, proba 1 e 2, conservando as cualificacións obtidas nas actividades realizadas de avaliación continua, cos pesos comentados anteriormente.
2. Ser avaliado cun único exame final na data oficial asignada polo Centro. Este exame final será cualificado entre 0 e 10 puntos. Inclúe todos os temas da materia. Para aprobar, o alumno debe obter, polo menos, cinco puntos. Non se valora ningunha outra actividade realizada.

O alumno que NON fose avaliado por Avaliación Continua: Será avaliado cun único exame final na data oficial asignada polo Centro. Este exame final será cualificado entre 0 e 10 puntos. Inclúe todos os temas da materia. Para aprobar, o alumno debe obter, polo menos, cinco puntos. Non se valora ningunha outra actividade realizada.

---

#### **Bibliografía. Fontes de información**

Johnson C., **Numerical solution of PDE by the finite element method.**,

Reddy, J.N., **An introduction to the Finite Element Method**, 2ª y 3ª ed,

Quarteroni A, Valli A., **Numerical approximation of partial differential equations**,

Ciskowski R.D. and Brebbia C.A., **Boundary Element Methods in Acoustics**,

Juhl, P.M., **The Boundary Element Method for Sound Field Calculations**,

CEN European Standards, **EN 12354-1:2000. Building Acoustics - Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements - Part 1: Airborne sound insulation between rooms**,

---

---

#### **Recomendacións**

---

##### **Materias que se recomenda ter cursado previamente**

Matemáticas: Álgebra lineal/V05G300V01104

Matemáticas: Cálculo I/V05G300V01105

Matemáticas: Cálculo II/V05G300V01203

Fundamentos de son e imaxe/V05G300V01405

Acústica arquitectónica/V05G300V01635

Fundamentos de enxeñaría acústica/V05G300V01531

---