



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53000975 - Ultrasonidos. Aplicaciones Industriales**

### PLAN DE ESTUDIOS

05AT - Master Universitario En Ingeniería Mecánica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	11

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53000975 - Ultrasonidos. Aplicaciones Industriales
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05AT - Master Universitario en Ingeniería Mecánica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2021-22

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Guillermo De Arcas Castro	UD Acustica	g.dearcas@upm.es	X - 12:30 - 14:30 Previa cita por email
Ignacio Pavon Garcia (Coordinador/a)	UD Acustica	ignacio.pavon@upm.es	X - 12:30 - 14:30 Previa cita por email

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Oscar Martínez Graullera	oscar.martinez.graullera@csic.es	Centro de tecnologías físicas Leonardo Torres Quevedo. CSIC
Margarita González Hernández	m.g.hernandez@csic.es	Centro de tecnologías físicas Leonardo Torres Quevedo. CSIC
Luis Elvira Segura	luis.elvira@csic.es	Centro de tecnologías físicas Leonardo Torres Quevedo. CSIC
Alberto Ibañez Rodríguez	alberto.ibanez@csic.es	Centro de tecnologías físicas Leonardo Torres Quevedo. CSIC

## 3. Conocimientos previos recomendados

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Acustica Aplicada

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Mecánica no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

### 4.1. Competencias

CE1 - Utilizar las ventajas que aportan las herramientas de diseño y cálculos asistidos por computador (?M-CAE?) en el sector, empleando las principales directivas y normativas.

CE2 - Realizar actividades de análisis, diseño, fabricación, ensayo y mantenimiento de máquinas, productos y dispositivos, aplicando metodologías estructuradas, considerando el ciclo de vida global.

CE3 - Utilizar conocimientos multidisciplinarios de mecánica, electrotecnia, control, medios continuos y materiales para el desarrollo de procesos, utillajes y máquinas de fabricación.

CE4 - Analizar, diseñar, planificar técnicas de optimización de procesos y modelado de información e

instrumentación para la mejora del ciclo de vida del producto.

CE5 - Relacionar las diferentes aéreas de simulación afines a la ingeniería mecánica.

CG 1 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica de la Ingeniería Mecánica

CG 2 - Diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos de la ingeniería mecánica, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas.

CG 3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares y desarrollando actividades de I+D.

CG 4 - Valorar el impacto de la ingeniería mecánica en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable

CG 5 - Comunicar los conocimientos y conclusiones, tanto de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

## **4.2. Resultados del aprendizaje**

RA83 - Comprender los procedimientos de medida indirecta basados en ultrasonidos

RA82 - Comprender el fenómeno piezoelectrico

RA84 - Comprender los procesos de formación del campo acústico

RA85 - Comprender los procesos de generación de la imagen ultrasónica

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Las técnicas de ingeniería basadas en sistemas ultrasónicos tienen aplicaciones desde la caracterización básica de materiales hasta la Ecografía Médica pasando por los Ensayos No Destructivos.

El curso intenta arrastrar al alumno desde la estructura cristalina de un material piezoeléctrico, la cual constituye el corazón de la mayoría de los sistemas ultrasónicos, pasando por la descripción matemática del efecto piezoeléctrico, la generación y transmisión de ondas, para terminar en la obtención de imágenes ultrasónicas y caracterización de materiales. Las sesiones prácticas, apoyadas con instrumentación específica y modelos de ordenador dan al alumno una visión muy real de un sector industrial con buena implantación nacional e internacional.

Como objetivo educativo, el curso persigue la comprensión de las bases físicas implicadas en aplicaciones de gran importancia en la industria y la medicina, localizando su soporte experimental, así como de los distintos elementos que constituyen la instrumentación utilizada.

Las clases teóricas se llevarán a cabo mediante la presentación expositiva de los conceptos fundamentales y la formulación matemática esencial. Se hará especial énfasis en las aplicaciones de los conceptos y formulaciones presentados y en los sistemas de ultrasonidos actuales. También se expondrán seminarios sobre aquellas áreas que actualmente se encuentran en investigación y desarrollo, para llevar al alumno desde la comprensión de los fenómenos básicos hasta las fronteras actuales de estas tecnologías.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción al curso.
  - 1.1. Piezoelectricidad y transductores.
  - 1.2. Principios físicos de transducción ultrasónica.
  - 1.3. Efecto piezoeléctrico y materiales piezoeléctricos.
  - 1.4. Diseño de transductores piezoeléctricos.
  - 1.5. Modelos circuitales.
2. Modelado de campo ultrasónico.
  - 2.1. Simulación de campo en regiones de medios homogéneos e isótropos, con ondas armónicas.
  - 2.2. Extensión del modelo a formas de onda arbitrarias.
3. Procesamiento de señal y formación de imagen ultrasónica.
4. Caracterización de materiales por ultrasonidos.
  - 4.1. Técnicas de medida.
  - 4.2. Medida de parámetros ultrasónicos.
  - 4.3. Caracterización ultrasónica.
  - 4.4. Modelos multifásicos.
5. Seminarios: exposición de trabajos de investigación en la temática de la asignatura

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1			<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Asistencia</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 00:00  <b>Participación en el aula. - individual.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 00:00
2			<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
3			<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
4			<b>Tema 2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 1. Ejercicio escrito. individual.</b> <b>Comprender el fenómeno piezoeléctrico</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
5			<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
6			<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
7			<b>Seminario 1</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	
8			<b>Tema 3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 2. Ejercicio escrito. individual.</b> <b>Comprender los procesos de formación del campo acústico</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
9			<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	

10			<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
11			<b>Seminario 2</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas	
12			<b>Tema 4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 3. Ejercicio escrito. individual.</b> <b>Comprender los procesos de generación de la imagen ultrasónica</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
13			<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
14			<b>Tema 4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>T4. Comprender los procedimientos de medida indirecta basados en ultrasonidos</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
15				
16				
17				<b>Examen</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Asistencia	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:00	10%	0 / 10	CE5 CG 4 CG 5
1	Participación en el aula. - . individual.	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:00	10%	0 / 10	CE4 CG 3 CG 1 CG 4 CG 5 CE1
4	Tema 1. Ejercicio escrito. individual. Comprender el fenómeno piezoeléctrico	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:00	20%	5 / 10	CE1 CE3 CE4 CG 1 CE5 CE2 CG 5
8	Tema 2. Ejercicio escrito. individual. Comprender los procesos de formación del campo acústico	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:00	20%	5 / 10	CE1 CE3 CG 1 CE5 CG 2 CG 5
12	Tema 3. Ejercicio escrito. individual. Comprender los procesos de generación de la imagen ultrasónica	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:00	20%	5 / 10	CE1 CE3 CE4 CG 1 CE5 CG 2 CE2 CG 5
14	T4. Comprender los procedimientos de medida indirecta basados en ultrasonidos	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:00	20%	5 / 10	CE4 CG 1 CE1 CE3 CE5 CG 2 CG 5

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE1 CE3 CE4 CG 3 CG 1 CE5 CG 2 CG 4 CE2 CG 5

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Por defecto todos los alumnos seguirán un sistema de evaluación continua. Aquellos que no deseen seguir dicho sistema deberán comunicarlo por escrito al coordinador de la asignatura en los primeros quince días naturales desde el inicio de la misma, en cuyo caso la evaluación se realizará mediante prueba final.

La evaluación continua se realizará en base a cuatro ejercicios, que se corresponden respectivamente con la materia de los temas 1, 2, 3 y 4.

El alumno deberá desarrollar los mismos de forma individual y razonada y hacer entrega de los resultados en la fecha de la evaluación. Así mismo se tendrá en cuenta en la evaluación la asistencia y participación en el aula. Los alumnos que opten por prueba final tendrán que superar un examen teórico-práctico en el que se evalúa la totalidad de los contenidos de la asignatura. Para superar el examen deberán tener una calificación superior a 5 puntos.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Rose, J.I.	Bibliografía	Rose, J.I. Ultrasonic waves in solid media. Cambridge University Press, 1999.
Kinsler, L E. Frey	Bibliografía	Kinsler, L E. Frey, R. Coppens, B., and Sanders, V. Fundamentos de acústica., Editorial Limusa 1988 México.
Lynnworth, L.C	Bibliografía	Lynnworth, L.C. Ultrasonic measurements for process control. Academic Press, New York 1989.
Berlincourt, D.A. Curran	Bibliografía	Berlincourt, D.A. Curran, and Jaffe, H. Piezoelectric and piezomagnetic materials and their function in transducers. E. P. Mason, vol. 1A, 169-270, 1964.
5. G. S. Kino	Bibliografía	5. G. S. Kino, Acoustic Waves, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1987
Apuntes, presentaciones, programas matlab	Otros	Apuntes de Clase, presentaciones en el aula y programas de matlab proporcionados por el profesorado para experimentar.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se desarrollará en formato bimestral con 2 sesiones semanales durante 7 semanas

El formato de impartición de esta asignatura se adaptará a las recomendaciones de las autoridades sanitarias y académicas, así como a las normativas vigentes en cada momento. En caso necesario se retransmitirán las actividades en directo a través de algún sistema de videconferencia, pero no se grabarán las sesiones. En ese sentido la programación que figura en la guía es orientativa y las fechas concretas de cada actividad, y su formato de impartición, se publicará al inicio del cuatrimestre y se irán actualizando según evolucione la situación sanitaria provocada por la crisis del COVID.

No obstante el temario y programación docente de esta asignatura se puede ver modificado si los profesores del CSIC deciden no seguir colaborando en este programa.