



CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

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 Ingenieria Mecanica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	6
6. Actividades y criterios de evaluación.....	9
7. Recursos didácticos.....	12

## 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>	2018-19

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Ignacio Pavon Garcia (Coordinador/a)		ignacio.pavon@upm.es	- -

\* 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
Alberto Ibáñez Rodríguez	alberto.ibanez@csic.es	Centro de tecnologías físicas Leonardo Torres Quevedo. CSIC
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

## 3. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 3.1. 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 multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinarios 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.

### **3.2. Resultados del aprendizaje**

RA85 - Comprender los procesos de generación de la imagen ultrasónica

RA84 - Comprender los procesos de formación del campo acústico

RA83 - Comprender los procedimientos de medida indirecta basados en ultrasonidos

RA82 - Comprender el fenómeno piezoeléctrico

## **4. Descripción de la asignatura y temario**

---

### **4.1. 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.

## 4.2. 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

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	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 Duración: 00:00  <b>Participación en el aula. - . individual.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00
2	<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Asistencia</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00  <b>Participación en el aula. - . individual.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00
3	<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Asistencia</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00  <b>Participación en el aula. - . individual.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00
4	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Tema 1. Ejercicio escrito. individual.</b> <b>Comprender el fenómeno piezoelectrico</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:00  <b>Asistencia</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00  <b>Participación en el aula. - . individual.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00
5	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Asistencia</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00  <b>Participación en el aula. - . individual.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua

				Duración: 00:00
6	<p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Asistencia</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Participación en el aula. - . individual.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p>
7	<p><b>Seminario 1</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>Asistencia</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Participación en el aula. - . individual.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p>
8	<p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><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 Duración: 01:00</p> <p><b>Asistencia</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Participación en el aula. - . individual.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p>
9	<p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Asistencia</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Participación en el aula. - . individual.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p>
10	<p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Asistencia</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Participación en el aula. - . individual.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p>
11	<p><b>Seminario 2</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>			<p><b>Asistencia</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Participación en el aula. - . individual.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p>

12	<p><b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><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 Duración: 02:00</p> <p><b>Asistencia</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Participación en el aula. - . individual.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p>
13	<p><b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Asistencia</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Participación en el aula. - . individual.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p>
14	<p><b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Tema 4 Comprender los procedimientos de medida indirecta basados en ultrasonidos</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:00</p> <p><b>Asistencia</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Participación en el aula. - . individual.</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:00</p>
15				
16				
17				

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.

## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Asistencia	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	2%	0 / 10	
1	Participación en el aula. - . individual.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	2%	0 / 10	
2	Asistencia	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
2	Participación en el aula. - . individual.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
3	Asistencia	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
3	Participación en el aula. - . individual.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
4	Tema 1. Ejercicio escrito. individual. Comprender el fenómeno piezoeléctrico	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	15%	5 / 10	CE1 CG 5 CG 1
4	Asistencia	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
4	Participación en el aula. - . individual.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
5	Asistencia	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
5	Participación en el aula. - . individual.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	

6	Asistencia	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
6	Participación en el aula. - . individual.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
7	Asistencia	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
7	Participación en el aula. - . individual.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
8	Tema 2. Ejercicio escrito. individual. Comprender los procesos de formación del campo acústico	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	20%	5 / 10	CE1 CG 5 CE3 CG 1
8	Asistencia	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
8	Participación en el aula. - . individual.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
9	Asistencia	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
9	Participación en el aula. - . individual.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
10	Asistencia	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
10	Participación en el aula. - . individual.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
11	Asistencia	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
11	Participación en el aula. - . individual.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
12	Tema 3. Ejercicio escrito. individual. Comprender los procesos de generación de la imagen ultrasónica	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	15%	5 / 10	CG 5 CE2 CE5 CG 1 CG 3 CG 2 CE1

12	Asistencia	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
12	Participación en el aula. - . individual.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
13	Asistencia	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
13	Participación en el aula. - . individual.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	
14	Tema 4 Comprender los procedimientos de medida indirecta basados en ultrasonidos	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	20%	5 / 10	CG 5 CE3 CG 2 CE1 CE2 CE4 CE5 CG 1 CG 3 CG 4
14	Asistencia	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	CG 5 CE3 CE2 CE4 CE5 CG 1 CG 3 CG 4 CG 2 CE1
14	Participación en el aula. - . individual.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:00	1%	0 / 10	CG 2 CE1 CG 5 CE3 CE2 CE4 CE5 CG 1 CG 3 CG 4

### 6.1.2. Evaluación sólo prueba final

No se ha definido la evaluación sólo por prueba final.

### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 6.2. Criterios de evaluación

La evaluación se desarrolla 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

## 7. Recursos didácticos

### 7.1. 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.