



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Telecomunicacion

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**95000064 - Instrumentacion Electronica**

### PLAN DE ESTUDIOS

09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Primer 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.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000064 - Instrumentacion Electronica
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09TT - Grado en Ingenieria de Tecnologias y Servicios de Telecomunicacion
<b>Centro responsable de la titulación</b>	09 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2019-20

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Jose Javier Serrano Olmedo	A-307L	josejavier.serrano@upm.es	Sin horario. Se puede solicitar la tutoría por correo electrónico.
Alfredo Sanz Hervas (Coordinador/a)	A-307L	alfredo.sanz@upm.es	X - 11:00 - 13:00 X - 15:00 - 17:00 V - 11:00 - 13:00 Se puede solicitar la tutoría en

			hervas@etsit.upm.e s
--	--	--	-------------------------

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

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

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

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

- Los conocimientos de electrónica, señales y sistemas propios de un alumno que ha superado el 3er curso

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CE-SE4 - Capacidad para aplicar la electrónica como tecnología de soporte en otros campos y actividades, y no sólo en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

CE-SE5 - Capacidad de diseñar circuitos de electrónica analógica y digital, de conversión analógico-digital y digital-analógica, de radiofrecuencia, de alimentación y conversión de energía eléctrica para aplicaciones de telecomunicación y computación

CE-SE8 - Capacidad para especificar y utilizar instrumentación electrónica y sistemas de medida

CG1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

CG2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CG7 - Trabajo en equipo

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA75 - Capacidad de especificar, implementar, documentar y utilizar equipos y sistemas electrónicos.

RA73 - Conocimientos de instrumentación electrónica y sistemas de medida.

RA71 - Conocimiento de las técnicas de diseño de circuitos electrónicos.

RA70 - Conocimientos de dispositivos, circuitos, equipos y sistemas electrónicos.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura es una introducción a la instrumentación electrónica, es decir, al diseño, realización y utilización de instrumentos electrónicos de medida. Se cubren aspectos tales como la medida de una magnitud y el cálculo de su incertidumbre, los bloques que forman un instrumento electrónico, las características de sensores y transductores representativos, el ruido en circuitos electrónicos y su impacto, etc. La asignatura cuenta con un laboratorio donde se realizan prácticas de instrumentación virtual mediante el entorno LabView. En estas prácticas se debe automatizar un conjunto de medidas mediante un ordenador usando instrumentos electrónicos convencionales.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción
  - 1.1. El instrumento electrónico de medida
  - 1.2. La medida y su incertidumbre
2. Caracterización de transductores e instrumentos de medida
  - 2.1. Regímenes de funcionamiento y sus propiedades
  - 2.2. Ejemplos de catálogo representativos
3. Acondicionamiento de señales
  - 3.1. Tipos de señales en instrumentación
  - 3.2. Configuraciones de entrada para transductores

- 3.3. Acondicionamiento de señales en instrumentación
- 3.4. Tipos de amplificadores de instrumentación
- 3.5. Caracterización de convertidores A/D y D/A
- 3.6. Error aparente. Autocalentamiento.
- 4. Ruido en instrumentación
  - 4.1. Características y tipos de ruido
  - 4.2. Modelos de ruido
  - 4.3. Técnicas de medida del ruido
  - 4.4. Técnicas de reducción del ruido
  - 4.5. Diseño de bajo ruido
- 5. Ejemplos de transductores
  - 5.1. Termistores, termopares y pirómetros ópticos
  - 5.2. Sensores capacitivos e inductivos
  - 5.3. Extensímetros
  - 5.4. Sensores piezoeléctricos
  - 5.5. Sensores inteligentes
  - 5.6. Ejercicios prácticos de aplicación
- 6. Instrumentación Virtual
  - 6.1. Elementos de instrumentación virtual
  - 6.2. Introducción a LabView
  - 6.3. Desarrollo de aplicaciones de instrumentación virtual

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<p><b>1.1.- El instrumento electrónico y la medida: conceptos y ejemplos</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>1.2.- Arquitecturas de los sistemas de medida: ejemplos de aplicaciones</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>1.3.- Patrones y trazabilidad</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>1.4.- Estimación de la incertidumbre</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>1.4.- Estimación de la incertidumbre</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
2	<p><b>1.4.- Estimación de la incertidumbre</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>1.4.- Estimación de la incertidumbre</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>2.1.- Caracterización en régimen estático, dinámico y transitorio</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p><b>2.4.- Interpretación de catálogos: ejemplos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>2.4.- Interpretación de catálogos: ejemplos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>3.1.- Tipos de señales en instrumentación</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>3.2.- Configuraciones de entrada para transductores</b> Duración: 00:30</p>			

	<p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
4	<p><b>3.3.- Acondicionamiento de señales en instrumentación</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>3.4.- Tipos de amplificadores de instrumentación</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>3.5.- Caracterización de convertidores A/D y D/A</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
5	<p><b>3.6.- Error Aparente. Autocalentamiento.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>3.6.- Error Aparente. Autocalentamiento</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>4.1.- Caracterización en tiempo y frecuencia del ruido en instrumentación</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>4.1.- Caracterización en tiempo y frecuencia del ruido en instrumentación</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
6	<p><b>4.2.- Tipos de ruido</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>4.3.- Modelos de ruido</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>4.3.- Modelos de ruido</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>4.4.- Técnicas de medida del ruido</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>4.4.- Técnicas de medida del ruido</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			



7	<p><b>4.5.- Técnicas de reducción del ruido</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>4.5.- Técnicas de reducción del ruido</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>4.5.- Técnicas de reducción del ruido</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>4.5.- Técnicas de reducción del ruido</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
8	<p><b>4.6.- Diseño de bajo ruido</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>5.1.- Tipos de transductores</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>5.2.- Termistores, termopares y pirómetros ópticos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Primer parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00</p>
9	<p><b>5.2.- Termistores, termopares y pirómetros ópticos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>5.2.- Termistores, termopares y pirómetros ópticos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>5.3.- Sensores capacitivos e inductivos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>5.3.- Sensores capacitivos e inductivos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p><b>5.3.- Sensores capacitivos e inductivos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>5.3.- Sensores capacitivos e inductivos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>5.4.- Extensímetros</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>6.1.- Elementos de instrumentación virtual</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>6.2.- Introducción a LabVIEW</b></p>			

	Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	<p><b>5.4.- Extensímetros</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>5.5.- Sensores piezoeléctricos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>5.6.- Sensores inteligentes</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Desarrollo de aplicaciones de instrumentación virtual</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
12	<p><b>5.7.- Ejercicios prácticos de aplicación</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Desarrollo de aplicaciones de instrumentación virtual</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
13	<p><b>5.4.- Extensímetros</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>5.5.- Sensores piezoeléctricos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>5.6.- Sensores inteligentes</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>6.4.- Desarrollo de aplicaciones de instrumentación virtual</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
14	<p><b>5.7.- Ejercicios prácticos de aplicación</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>6.4.- Desarrollo de aplicaciones de instrumentación virtual</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
15				
16				<p><b>Entrega de la memoria de las prácticas de laboratorio</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 00:15</p>
17				<p><b>Segundo parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00</p> <p><b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00</p> <p><b>Entrega de la memoria de las prácticas de laboratorio</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Duración: 08:00</p>

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.

## 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
8	Primer parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	3 / 10	CE-SE8 CE-SE4 CE-SE5 CG1
16	Entrega de la memoria de las prácticas de laboratorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:15	25%	3 / 10	CE-SE8 CG7 CE-SE4 CE-SE5 CG2 CG1
17	Segundo parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	3 / 10	CE-SE8 CE-SE4 CE-SE5 CG2 CG1

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	75%	5 / 10	CE-SE8 CG7 CE-SE4 CE-SE5 CG2 CG1
17	Entrega de la memoria de las prácticas de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	08:00	25%	5 / 10	

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación continua consiste en dos exámenes parciales más la memoria de las prácticas de laboratorio. La asistencia a las prácticas es obligatoria. Los pesos de cada parte se detallan en la tabla anterior.

La evaluación por prueba final consta de dos partes:

- las prácticas de laboratorio, cuya asistencia es obligatoria, más la memoria de las prácticas.
- un único examen final que incluye los contenidos de todo el curso.

Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. El estudiante que desee renunciar a la evaluación continua y optar a la evaluación por prueba final deberá comunicarlo por escrito a través de [hervas@etsit.upm.es](mailto:hervas@etsit.upm.es) al coordinador de la asignatura antes de la séptima clase de impartición de la asignatura.

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación continua (EX, ET, TG, etc.), y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre, salvo aquellas actividades de evaluación de resultados del aprendizaje de difícil calificación en una prueba final. En este caso, se podrán realizar dichas actividades de evaluación a lo largo del curso.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final. Por tanto, será obligatoria también en este caso la asistencia a las prácticas de laboratorio y la entrega de la memoria de dichas prácticas.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
J. M. Vidal y otros, Instrumentación Electrónica, ETSIT, 2013	Bibliografía	
M. A. Pérez García, y otros, Instrumentacion Electrónica, Paraninfo S.A., 2004	Bibliografía	
W. Boyes (Ed.), Instrumentation Reference Book, Elsevier Science, 2003	Bibliografía	
E. E. Doebelin, Sistemas de Medición e Instrumentación, Mc. Graw Hill, 2005	Bibliografía	
P. H. Sydenham (Ed.), Handbook of Measurement Science. Vol I. Theoretical Fundamentals, John Wiley and Sons, 1.982.	Bibliografía	
P. H. Sydenham (Ed.), Handbook of Measurement Science. Vol II. Practical Fundamentals, John Wiley and Sons, 1.983.	Bibliografía	
P. H. Sydenham (Ed.), Handbook of Measurement Science. Vol III. Elements of Change, John Wiley and Sons, 1.992.	Bibliografía	
Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medida, Centro Español de Metrología, 2.000.	Bibliografía	

<a href="http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course/view.php?id=1214">http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course/view.php?id=1214</a>	Recursos web	
Varios puestos de laboratorio equipados con instrumentos electrónicos controlables desde PC, incluyendo fuentes de alimentación, osciloscopios, generadores de señal, polímetros, tarjetas de adquisición de datos y transductores.	Equipamiento	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Es muy probable que parte de los alumnos tengan que realizar las prácticas de la asignatura fuera del horario habitual de la misma. El calendario y horario de estas prácticas aún no están fijados, pero se harán públicos lo antes posible. En caso necesario se recurrirá a un sorteo para decidir la asignación de los alumnos a los turnos de prácticas. Se recuerda que la asistencia a las prácticas es obligatoria.