



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería y Sistemas  
de Telecomunicación

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**595000035 - Instrumentacion Electronica**

### PLAN DE ESTUDIOS

59EC - Grado En Ingeniería Electronica De Comunicaciones

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	595000035 - Instrumentacion Electronica
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<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>	59EC - Grado en Ingeniería Electronica de Comunicaciones
<b>Centro responsable de la titulación</b>	59 - Escuela Tecnica Superior De Ingeniería Y Sistemas De Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2021-22

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Francisco Martinez Moreno	A4210	francisco.martinezm@upm.es	Sin horario.
Ignacio Anton Hernandez (Coordinador/a)	A4218	i.anton@upm.es	Sin horario.
Javier Malo Gomez	A4220	javier.malo@upm.es	Sin horario.

\* 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

- Electronica Analogica I
- Señales Y Sistemas
- Procesado Digital De La Señal
- Electronica Analogica li

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

- Saber manejar correctamente los instrumentos de laboratorio siendo capaz de utilizar adecuadamente todas sus funcionalidades
- Analizar con destreza circuitos electrónicos de mediana complejidad que incluyan varios amplificadores operacionales, transistores, y diodos
- Saber elegir el componente más adecuado en función de los requisitos de la aplicación en la que se desea utilizar
- Comprender las especificaciones de los amplificadores operacionales, diodos y transistores, así como el impacto que tienen sobre los circuitos en los que son usados

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE EC01 - Capacidad de construir, explotar y gestionar sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas electrónicos.

CE EC04 - 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 EC05 - 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 EC08 - Capacidad para especificar y utilizar instrumentación electrónica y sistemas de medida.

### 4.2. Resultados del aprendizaje

RA242 - Comprender la utilidad, funcionamiento eléctrico y especificaciones técnicas de los subsistemas que constituyen la cadena de conversión en un Sistema de Adquisición de Datos Multicanal (Multiplexor analógico, Circuito de muestreo y retención (SH), Particularidades del Convertidor Digital-Analógico (DAC) y de los Convertidores Analógico Digital (ADC) en los sistemas de medida, Tensiones de referencia)

RA243 - Ser capaz de analizar el comportamiento de la cadena de conversión analógico digital y las estructuras utilizadas en los Sistemas de Adquisición de Datos

RA240 - Conocer transductores que permiten la conversión de variables físicas a eléctricas

RA244 - Caracterizar el error cometido por los subsistemas utilizados en el proceso de medida y el error total del sistema

RA241 - Conocer algunas técnicas y circuitos que se emplean para acondicionar las señales procedentes de los transductores en los sistemas de medida

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Instrumentación Electrónica es una asignatura de séptimo semestre, obligatoria para la titulación de Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones. Con esta asignatura el estudiante finaliza su formación obligatoria en el área de la Instrumentación Electrónica y Control, abordando el estudio de los sensores, circuitos acondicionadores de señal y subsistemas de conversión analógico digital.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a los sistemas de medida
  - 1.1. Estructura de un sistema de medida
  - 1.2. Introducción al Análisis de Errores
2. Circuitos acondicionadores de señal
  - 2.1. Amplificador de instrumentación
  - 2.2. Acondicionamiento de señal para sensores resistivos
3. Transductores
  - 3.1. Tipos de transductores y Criterios de Selección
  - 3.2. Resistencias dependientes de la temperatura
4. Sistemas de conversión analógico-digital
  - 4.1. Convertidores D/A
  - 4.2. Convertidores A/D
  - 4.3. Tensiones de referencia
  - 4.4. Circuito de muestreo y retención
  - 4.5. Multiplexor analógico

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Tema 1. Introducción a los sistemas de medida</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 2. Amplificador diferencial</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Tema 1. Introducción a los sistemas de medida</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 2. Amplificador diferencial</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Test A.O. real</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
2	<p><b>Tema 2. Amplificador de instrumentación</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2. Amplificador de instrumentación - errores</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Tema 2. Amplificador de instrumentación</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2. Amplificador de instrumentación - errores</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
3		<p><b>Práctica 1 - Amplificador de Instrumentación</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Práctica de Laboratorio 1</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 02:00</p>
4	<p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 3. Transductores - RTDs</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Tema 2</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Tema 3. Transductores - RTDs</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Test Temás 1-2 Amplificador instrumentación</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 01:00</p>
5	<p><b>Tema 3. Acondicionadores sensores temperatura</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Tema 3. Acondicionadores sensores temperatura</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
6		<p><b>Práctica 2 - Acondicionadores de señal para RTDs</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Práctica de Laboratorio 2</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 02:00</p>

7	<b>Tema 4. ADC</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 4. ADC</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Test Tema 3 Acondicionadores RTD</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
8	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Tema 4. DAC</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Tema 4. DAC</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
9		<b>Práctica 3 Convertidor ADC doble rampa</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Práctica de Laboratorio 3</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
10	<b>Tema 4. DAC</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		<b>Tema 4. DAC</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Test Tema 4 ADC</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
11		<b>Práctica 4</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Práctica de Laboratorio 4</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
12	<b>Tema 4. Tensiones de referencia</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Tema 4. Circuito de muestreo y retención</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		<b>Tema 4. Tensiones de referencia</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Tema 4. Circuito de muestreo y retención</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Test Tema 4 DAC</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
13	<b>Tema 4. Multiplexor analógico</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		<b>Tema 4. Multiplexor analógico</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Examen práctico laboratorio</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
14				
15				



16				
17				<p><b>Examen Teórico Laboratorio</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p> <p><b>Examen Teoría</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 03:00</p> <p><b>Examen Global Teoría</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00</p> <p><b>Examen Global Laboratorio</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 04:00</p>

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	Test A.O. real	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	01:00	2%	/ 10	CE EC05 CE EC08
3	Práctica de Laboratorio 1	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	2.5%	/ 10	CE EC01
4	Test Temas 1-2 Amplificador instrumentación	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	2%	/ 10	CE EC01 CE EC04 CE EC05 CE EC08
6	Práctica de Laboratorio 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	2.5%	/ 10	CE EC04
7	Test Tema 3 Acondicionadores RTD	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	2%	/ 10	CE EC01 CE EC04 CE EC05 CE EC08
9	Práctica de Laboratorio 3	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	2.5%	/ 10	CE EC05
10	Test Tema 4 ADC	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	2%	/ 10	CE EC04 CE EC05 CE EC08 CE EC01
11	Práctica de Laboratorio 4	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	4.5%	/ 10	CE EC08

12	Test Tema 4 DAC	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	2%	/ 10	CE EC01 CE EC04 CE EC05 CE EC08
13	Examen práctico laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	8%	4 / 10	CE EC04 CE EC05 CE EC01 CE EC08
17	Examen Teórico Laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	10%	4 / 10	CE EC05 CE EC08 CE EC01 CE EC04
17	Examen Teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	60%	4 / 10	CE EC01 CE EC04 CE EC05 CE EC08

### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Global Teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	70%	4 / 10	CE EC01 CE EC04 CE EC05 CE EC08
17	Examen Global Laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	04:00	30%	4 / 10	CE EC01 CE EC04 CE EC05 CE EC08

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen de teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	70%	5 / 10	CE EC01 CE EC04 CE EC05 CE EC08
Examen de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	03:00	30%	5 / 10	CE EC01 CE EC04 CE EC05 CE EC08

## 7.2. Criterios de evaluación

De acuerdo con la Normativa Reguladora de los Sistemas de Evaluación de la Universidad Politécnica de Madrid, aprobada el 22 de Julio de 2010, el alumno podrá elegir entre dos sistemas de evaluación, excluyentes y definitivos durante el curso:

- Sistema de evaluación continua: es el sistema por defecto cuyo detalle se muestra más adelante.
- Sistema de sólo prueba final: los alumnos que elijan este itinerario deberán presentar, antes de la tercera semana de clases, una solicitud por escrito al coordinador de la asignatura indicando la elección de este itinerario. En este itinerario no se realizará ninguna prueba de evaluación continua, únicamente se realizarán unas pruebas finales que reflejarán una complejidad y extensión similares a las del conjunto de pruebas realizadas en el sistema de evaluación continua.

Se recuerda, que según la normativa: *una vez elegido el itinerario de evaluación continua, no es posible el cambio de itinerario por parte del alumno excepto por causa sobrevenida y de fuerza mayor contemplada en la normativa de la Universidad Politécnica de Madrid.*

### **ITINERARIO DE EVALUACIÓN CONTINUA**

La nota de la asignatura (NA) se obtendrá a partir de las siguientes actividades desarrolladas a lo largo del curso:

- **Ejercicios de Autoevaluación (NEAUT).** Al final de cada tema, y una vez resueltos los ejercicios de clase, se propondrá una prueba de autoevaluación para realizar a través de la plataforma Moodle.

o Al finalizar el curso se obtendrá la nota media de todas las pruebas programadas, aplicándoles a todas el mismo peso.

o Dichas pruebas no serán obligatorias, pero las pruebas no completadas contarán con una calificación de cero puntos a la hora de obtener la media.

o La nota media obtenida tendrá un peso del 10% sobre la nota final de la asignatura.

- **Laboratorio (NL).** Todas las prácticas serán de realización **obligatoria**. Se considerará no realizada una práctica si alguno de los ítems no ha sido realizado. Las faltas justificadas al laboratorio se podrán recuperar en horas de libre acceso con la supervisión del profesor. La Nota de Laboratorio (NL) tendrá un peso del 30% en la Nota de la Asignatura, y se compondrá de:

o Nota de Prácticas (NP), con un peso del 40% de la Nota de Laboratorio se obtendrá de la evaluación de la

actuación en el aula y de la capacidad de reflexión en cada una de las prácticas a través de los siguientes ítems: informe previo, memoria, y valoraciones del profesor durante la realización de la práctica. Todas las prácticas tendrán el mismo peso para calcular la nota de prácticas, salvo la última cuyo peso será del doble.

o Examen de Laboratorio (EL), con un peso del 60% de la Nota de Laboratorio. Tendrá dos partes, una práctica que se realiza en el laboratorio y otra escrita, que se realizará junto con el examen de teoría en las fechas establecidas en las convocatorias oficiales. Será necesario sacar una nota mínima de 4.0 puntos en cada una de ellas para aprobar la asignatura.

- **Teoría (NT).** Nota del examen de teoría que se realizará en las fechas establecidas en las convocatorias oficiales. Contendrá tanto cuestiones teóricas (CT) similares a las planteadas en los ejercicios de autoevaluación, como problemas de la asignatura (PT). La Nota de Teoría (NT) tendrá un peso del 60% en la Nota de la Asignatura, siendo necesario obtener como mínimo un 4.0 para aprobar la asignatura, y se compondrá de:

o Nota de Cuestiones (CT), con un peso del 30% de la Nota de Teoría.

o Nota de Problemas (PT), con un peso del 70% de la Nota de Teoría.

Por tanto, para aprobar la asignatura será necesario cumplir todos los criterios descritos a continuación:

- Obtener como mínimo un 4.0 en el examen de laboratorio (EL).
- Obtener como mínimo un 4.0 en la prueba escrita de teoría (NT).
- Obtener como mínimo un 5.0 en la Nota de la Asignatura (NA).

Los aprobados de Teoría y Laboratorio (nota superior a 5.0) se guardarán indefinidamente. La Nota de Prácticas se guardará únicamente durante las dos convocatorias del curso académico en el que obtenga.

Los estudiantes que opten por realizar la evaluación continua de la asignatura no tendrán posibilidad de realizar el examen global si abandonan dicho método de evaluación, **es decir, el abandono sistemático de las actividades evaluables conducen al abandono de la asignatura.** No obstante, en ese caso los estudiantes podrán presentarse al examen final en la convocatoria extraordinaria.

### **ITINERARIO DE SÓLO PRUEBA FINAL**

Estará compuesto por dos pruebas:

- Examen de Teoría: Se realizará un examen final en las convocatorias oficiales.
- Prueba Práctica. Planteamiento de un diseño que recoja los conocimientos evaluados en las prácticas desarrolladas en la evaluación continua para resolver en un plazo de tiempo acotado

(4 horas máximo ) y su exposición al tribunal de evaluación de la asignatura.

La calificación se obtendrá aplicando los pesos mostrados en la siguiente tabla siendo necesario obtener al menos un 4/10 en cada una de las partes.

### **PRUEBA FINAL %Puntuación**

Examen de Teoría 70

Prueba Práctica 30

**Total Asignatura 100%**

En ambos itinerarios, evaluación continua o prueba final, si se aprueba alguna de las dos partes (teoría o laboratorio) se liberarán indefinidamente.

### **EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA**

Estará compuesto por dos pruebas:

Examen de Teoría: Se realizará un examen final en las convocatorias oficiales, con un peso del 70%

Examen del laboratorio. Examen teórico y práctico que recoja los conocimientos evaluados en las prácticas desarrolladas en la asignatura, con un peso del 30%

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
M.A. Pérez y otros. Instrumentación Electrónica. Thomson, 2004.	Bibliografía	
Sergio Franco. Design with Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits. Mc-Graw Hill, 3ª Edición, 2002	Bibliografía	
Transparencias de la asignatura, colección de ejercicios y problemas, y enunciados de prácticas de laboratorio (disponibles en la plataforma Moodle).	Otros	
Manuales del usuario del equipamiento del laboratorio	Otros	
Notas de aplicación y documentación complementaria disponible en la plataforma Moodle	Recursos web	
8 ordenadores personales en red, más uno para el profesor e impresora	Equipamiento	
8 Puestos de Laboratorio formados por:Fuente de alimentación, Osciloscopio digital, Generador de señal, Polímetro de sobremesa con una resolución mayor de 4? dígitos	Equipamiento	
Placas de Prácticas	Equipamiento	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La situación sanitaria causada por la pandemia COVID-19 obliga a restringir el aforo de las aulas. Si las condiciones sanitarias permiten impartir clases presenciales con normalidad, todos los estudiantes acudirán a las aulas a recibir las clases indicadas en la columna "actividad en el aula". Si, por el contrario, las condiciones sanitarias y aforo del aula no permite la asistencia de la totalidad de los alumnos, todos los alumnos pasarán a conectarse a las clases en remoto de la columna "tele-enseñanza".