



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Diseño de Circuitos Electrónicos Analógicos

Asignatura	Diseño de Circuitos Electrónicos Analógicos			
Código	V05M145V01106			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	2c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento	Tecnología electrónica			
Coordinador/a	Pastoriza Santos, Vicente			
Profesorado	Costas Pérez, Lucía Pastoriza Santos, Vicente			
Correo-e	vpastoriza@uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal">http://moovi.uvigo.gal</a>			

**Descripción general** El propósito principal de esta asignatura es que el estudiantado adquiera los conocimientos y habilidades necesarias que le permitan analizar y diseñar los circuitos electrónicos analógicos de baja frecuencia que se utilizan habitualmente en los sistemas de adquisición de datos y los sistemas de instrumentación electrónica. Para ello, en primer lugar, se presentan al alumnado sus principales características. A continuación, se introducen y desarrollan conocimientos acerca de sensores y el acondicionamiento de las señales generadas por estos. Finalmente, se tratan los principios de funcionamiento y los parámetros de diseño de los circuitos electrónicos de un sistema de adquisición de señal.

Los contenidos principales se ordenan de la siguiente manera:

- +Introducción a los sistemas electrónicos de adquisición de señal: bloques funcionales y arquitecturas.
- +Realimentación: definición y topologías.
- +Introducción a los sensores: definición y clasificación.
- +Introducción a los circuitos acondicionadores de señal. Presentación de un conjunto de circuitos electrónicos auxiliares de uso muy común en dicho contexto: técnicas de linealización. circuitos modificadores de nivel de señal. Circuitos rectificadores de media onda y de onda completa. Tensiones de referencia. Conversión tensión-corriente. Interruptores y multiplexores analógicos.
- +Amplificación en un sistema electrónico de medida: amplificadores de instrumentación, amplificadores programables, y amplificadores de aislamiento.
- +Filtros activos.
- +Circuitos de muestreo y retención, convertidores digital-analógicos y analógico-digitales.

Los objetivos fundamentales de la parte práctica de la asignatura son que el estudiantado adquiera habilidades prácticas tanto en el montaje de circuitos y de medida con los instrumentos de laboratorio, para poder distinguir y caracterizar los diferentes circuitos electrónicos estudiados, como en la identificación y resolución de errores en los montajes. Además, el alumnado, al finalizar la asignatura, debe conocer y saber manejar correctamente herramientas informáticas para el diseño, simulación y análisis de los sistemas electrónicos analógicos estudiados.

## Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
A4	CB4 Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
A5	CB5 Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

B4	CG4 Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
B8	CG8 Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.
C12	CE12 Capacidad para utilizar dispositivos lógicos programables, así como para diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.
C14	CE14 Capacidad para desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores.

### Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Saber analizar y diseñar circuitos electrónicos analógicos de baja frecuencia.	A4 B4 B8 C12 C14
Conocer las partes que constituyen un sistema electrónico de medida.	A5 B4 C12 C14
Conocer el principio de funcionamiento de los sensores y de los adaptadores para su acondicionamiento.	A5 B4 C12 C14
Saber modelar un sistema electrónico analógico mediante lenguajes de descripción hardware.	A4 B4 B8 C12 C14

### Contenidos

Tema	
Tema 1: Introducción	<p>Sistemas analógicos de adquisición de señal: Arquitecturas. Bloques funcionales.</p> <p>Realimentación: Definición. Topologías. Realimentación Serie-Paralelo.</p> <p>En este tema se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.</p>
Tema 2: Circuitos auxiliares.	<p>Sensores y Acondicionadores: Sensores: Definición y Clasificaciones. Acondicionadores de sensores resistivos: Divisor resistivo. Puente de Wheatstone. Otros circuitos acondicionadores. Técnicas de linealización. Circuitos modificadores de nivel de señal (ajustes de nivel de continua y de alcance de la señal). Circuitos rectificadores de media onda y de onda completa.</p> <p>Fuentes de tensión y corriente: Fuentes de tensión de referencia: Introducción. Rendimiento. Circuito básico. Circuito autorregulado. Estabilización térmica. Conversión tensión-corriente: Introducción. Convertidores de Carga flotante. Convertidores de carga referida a otro potencial.</p> <p>Interruptores y multiplexores analógicos: Interruptores: Definición. Tipos. Aplicaciones. Dispositivos comerciales. Multiplexores: Definición. Tipos. Parámetros característicos.</p> <p>En este tema se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.</p>

Tema 3: Amplificación en sistemas de adquisición de señal.	<p><b>Amplificadores de instrumentación:</b> Introducción. Definición y características ideales. Modelo real de un amplificador de instrumentación. Montajes básicos. Bloque funcional y circuitos comerciales. Ejemplos de aplicación. Presentación de algunos amplificadores comerciales y sus hojas características.</p> <p><b>Amplificadores programables:</b> Introducción. Tipos. Amplificador de instrumentación de ganancia seleccionable mediante puentes entre terminales (Pin Programmable Gain). Amplificador de instrumentación de ganancia seleccionable mediante un multiplexor analógico (PGA: Programmable Gain Amplifier). Presentación de algunos amplificadores comerciales y sus hojas características.</p> <p><b>Amplificadores de aislamiento:</b> Introducción. Criterios de clasificación del tipo de aislamiento. Tipos: capacitivo, magnético y óptico. Estructura básica. Parámetros característicos. Aplicaciones y limitaciones. Ejemplos de aplicación. Presentación de algunos amplificadores comerciales y sus hojas características.</p> <p>En este tema se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.</p>
Tema 4: Filtros activos.	<p><b>Introducción:</b> Concepto de filtrado. Tipos de filtros. Parámetros reales.</p> <p><b>Descripción mediante una función de transferencia:</b> Introducción . Función de transferencia : polos y ceros, análisis de estabilidad y respuesta en frecuencia . Filtros de 1º orden y de 2º orden.</p> <p><b>Aproximaciones de la función de transferencia:</b> Etapas de realización de un filtro . Especificaciones del filtro . Aproximaciones matemáticas de la función característica. Normalización de la función de transferencia y su utilización en la transformación de un tipo de filtro en otro. Aproximaciones polinómicas.</p> <p><b>Síntesis:</b> Introducción. Métodos de síntesis. Síntesis directa. Topologías básicas de síntesis directa. Síntesis en cascada. Comparación de métodos. Escalado.</p> <p>En este tema se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.</p>
Tema 5: Circuitos de muestreo y retención. Convertidores digital-analógicos y analógico-digitales.	<p><b>Circuitos de muestreo y retención:</b> Principio de funcionamiento. Parámetros. Arquitecturas. Circuitos comerciales.</p> <p><b>Convertidores analógico-digitales:</b> Introducción. Parámetros. Errores de funcionamiento. Arquitecturas. Dispositivos comerciales.</p> <p><b>Convertidores digital-analógicos:</b> Introducción. Parámetros. Errores de funcionamiento. Arquitecturas. Dispositivos comerciales.</p> <p>En este tema se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.</p>
Práctica 1: Circuitos auxiliares.	<p>Implementación y verificación de algunos de los circuitos auxiliares tratados en teoría.</p> <p>En esta práctica se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.</p>
Práctica 2: Amplificador de instrumentación.	<p>Implementación, verificación y análisis de un amplificador de instrumentación comercial con ganancia ajustable.</p> <p>En esta práctica se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.</p>

Práctica 3: Filtros activos.	Implementación de un filtro activo. Identificación de la topología, el orden, y el tipo de filtro. Cálculo su frecuencia de corte teórica. Comprobación de su respuesta en frecuencia utilizando el generador de funciones y el osciloscopio. Representar la magnitud de la respuesta en frecuencia del filtro (diagrama de magnitud de Bode).  En esta práctica se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.
Práctica 4: Sistema de medida de una variable física basada en un sensor comercial.	Implementación y verificación de un sistema de medida basado en un sensor comercial.  En esta práctica se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.
Práctica 5: Simulación de circuitos.	Implementación de circuitos estudiados en teoría y/o practicas previas.  En esta práctica se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.
Proyecto tutelado	Realización de una o varias prácticas de laboratorio (en grupo o de forma individual). La temática estará centrada en uno de los temas da planificación teórico-práctica de la materia. El alumnado tendrá que presentar una memoria de resultados crítica (valoración y comparación con datos de referencia, si procede).  En esta práctica se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	1	2	3
Lección magistral	13	19	32
Resolución de problemas	8	12	20
Aprendizaje basado en proyectos	5	12	17
Prácticas de laboratorio	10	10	20
Examen de preguntas objetivas	1.5	15	16.5
Examen de preguntas objetivas	1.5	15	16.5

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

	Descripción
Actividades introductorias	Toma de contacto y presentación de la asignatura. Presentación de las prácticas de laboratorio y de la instrumentación y software a utilizar. En estas clases se trabajarán las competencias A4, A5, B4, B8, C12 y C14.
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos de la materia objeto de estudio. El estudiantado, mediante trabajo autónomo, deberá aprender los conceptos introducidos en el aula y preparar los temas sobre la bibliografía propuesta. Se identificarán posibles dudas que se resolverán en el aula o en tutorías personalizadas. En estas clases se trabajarán las competencias A4, A5, B4, B8, C12 y C14.
Resolución de problemas	Actividad complementaria de las sesiones magistrales en la que se formulan problemas y/o ejercicios relacionados con la asignatura. El estudiantado deberá desarrollar las soluciones adecuadas de los problemas y/o ejercicios propuestos en el aula y de otros extraídos de la bibliografía. Se identificarán posibles dudas que se resolverán en el aula o en tutorías personalizadas. En estas clases se trabajarán las competencias A4, A5, B4, B8, C12 y C14.
Aprendizaje basado en proyectos	Actividad complementaria de las sesiones magistrales, el estudiantado deberá realizar un proyecto teórico-práctico en un tiempo determinado para resolver un problema mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades. Se definirán las actividades, se analizarán las posibles soluciones y alternativas de diseño, se identificarán los elementos fundamentales y se analizarán los resultados. El trabajo autónomo será guiado y supervisado por el profesor en el transcurso de las sesiones de tutoría (horas tipo C). En estas clases se trabajarán las competencias A4, A5, B4, B8, C12 y C14.

Prácticas de laboratorio Actividades de aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos. El estudiantado adquirirá las habilidades básicas relacionadas con el manejo de la instrumentación de un laboratorio de instrumentación electrónica, la utilización de las herramientas de programación y el montaje de circuitos propuestos. El estudiantado adquirirá habilidades de trabajo personal y en grupo para la preparación de los trabajos de laboratorio, utilizando la documentación disponible y los conceptos teóricos relacionados. Se identificarán posibles dudas que se resolverán en el laboratorio o en tutorías personalizadas. Software utilizado: LabVIEW y Multisim de National Instruments. En estas clases se trabajarán las competencias A4, A5, B4, B8, C12 y C14.

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> ). En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas del alumnado sobre los contenidos impartidos en las sesiones magistrales y se les orientará sobre como abordar su estudio.
Resolución de problemas	El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> ). En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas del alumnado sobre los problemas y/o ejercicios propuestos y resueltos en el aula así como de otros problemas y/o ejercicios que puedan aparecer a lo largo del estudio de la asignatura.
Prácticas de laboratorio	El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> ). En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas del alumnado sobre el desarrollo de las prácticas de laboratorio, el manejo de la instrumentación, el montaje de circuitos y las herramientas de programación.
Aprendizaje basado en proyectos	El estudiantado tendrá ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura en el portal de teledocencia Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> ). El profesorado atenderá dudas y consultas del alumnado sobre el proyecto teórico-práctico propuesto.

### Evaluación

Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Aprendizaje basado en proyectos	15	A4 B4 C12 A5 B8 C14
Prácticas de laboratorio	25	A4 B4 C12 A5 B8 C14
Examen de preguntas objetivas	30	A4 B4 C12 A5 B8 C14
Examen de preguntas objetivas	30	A4 B4 C12 A5 B8 C14

### Otros comentarios sobre la Evaluación

## 1. Evaluación continua

Siguiendo las directrices propias de la titulación y los acuerdos de la comisión académica se ofrecerá en esta asignatura un sistema de evaluación continua.

Se entiende que el alumnado que realice 1 prueba objetiva (prueba de teoría) o 1 sesión de prácticas o 1 sesión de proyecto tutelado después de haber transcurrido un mes desde el comienzo de las clases **opta por la evaluación continua** de la asignatura.

La evaluación de la asignatura se divide en pruebas objetivas (60%) y pruebas prácticas (40%). Las calificaciones de las tareas evaluables serán válidas sólo para el curso académico en el que se realizan. La calificación final de un estudiante que ha elegido esta vía no podrá ser "no presentado".

La planificación de las diferentes pruebas de evaluación estará disponible al principio del cuatrimestre.

### 1.a Pruebas objetivas (tipo test y/o preguntas cortas)

Se realizarán 2 pruebas parciales objetivas (PO), pruebas de teoría, debidamente programadas a lo largo del curso.

Cada prueba constará de una serie de preguntas cortas y/o de tipo test y/o resolución de problemas y/o ejercicios. La nota de cada prueba (PO) se valorará de 0 a 10 puntos. La nota de las pruebas a las que falte será de 0 puntos. Para superar esta parte de pruebas objetivas será necesario obtener al menos 5 puntos de 10 en cada una de ellas ( $PO1 \geq 5$  y  $PO2 \geq 5$ ).

Si  $PO1 \geq 5$  y  $PO2 \geq 5$  entonces la nota final obtenida en las pruebas objetivas (NPO) será la media aritmética de las notas de las pruebas:

$$NPO = (PO1 + PO2)/2$$

en caso contrario la nota será:

$$NPO = 5 - \text{Suma}(Ai)/2 \text{ siendo } Ai = \max\{0; 5 - POi\} \text{ para } i = 1, 2.$$

### 1.b Pruebas prácticas

#### 1.b.1 Prácticas de laboratorio

Se realizarán 5 sesiones de prácticas de laboratorio de 2 horas en grupos de 2 personas. La parte práctica se calificará mediante la evaluación continua de todas las prácticas.

La valoración de la parte práctica se hará de forma individual. Se tendrá en cuenta el trabajo individual de preparación previa, la participación y el trabajo desarrollado por cada miembro del grupo durante las sesiones en el laboratorio. Cada práctica se valorará con una nota (PL) entre 0 y 10 puntos. La nota de las prácticas a las que se falte será de 0. La nota final de las prácticas de laboratorio (NPL) será la media aritmética de todas ellas.

Para superar esta parte práctica será necesario obtener al menos 5 puntos de 10 en NPL. Además, el estudiantado solo podrá faltar a 1 sesión (en la que  $PL = 0$ ); si esto no se cumple  $NPL = 0$ .

#### 1.b.2 Proyecto tutelado

En la primera sesión de tutoría en grupo (horas tipo C) se presentarán todas las actividades a realizar y se asignarán los proyectos concretos. El profesorado seguirá el desarrollo del trabajo en las restantes sesiones de tutoría en grupo (horas tipo C).

El proyecto será evaluado en función del trabajo desarrollado, de la calidad de los resultados obtenidos, de la presentación y análisis de los mismos, así como de la calidad de la memoria final realizada, si esta fuese requerida. El proyecto se valorará con una nota (NPT: Nota del Proyecto Tutelado) de 0 a 10 puntos.

Para superar esta parte, NPT tendrá que ser de al menos 5 puntos de 10. Además, el estudiantado solo podrá faltar a 1 sesión; si esto no se cumple  $NPT = 0$ .

### 1.c Nota final de la asignatura

En la nota final (NF), las pruebas objetivas tendrán un peso del 60% (30% cada prueba) y las pruebas prácticas el restante 40% (el 25% de NF corresponderá a la nota final obtenida en las prácticas de laboratorio (NPL) y el 15% de NF a la nota obtenida en el proyecto tutelado (NPT)). Para aprobar la asignatura será imprescindible haber superado la parte de pruebas objetivas (parte de teoría), la parte de prácticas de laboratorio y la parte del proyecto tutelado. En este caso la calificación final será la suma ponderada de las notas de cada parte:

$$NF = 0,60 \cdot NPO + 0,25 \cdot NPL + 0,15 \cdot NPT$$

En el caso de no haber alcanzado el mínimo de 5 puntos en alguna de las pruebas parciales objetivas ( $PO1 < 5$  o  $PO2 < 5$ ), o de no haber superado alguna de las partes prácticas ( $NPL < 5$  o  $NPT < 5$ ), la nota final será la obtenida con la siguiente expresión:

$$NF = \min( \{ 4,9; (0,60 \cdot NA + 0,25 \cdot NB + 0,15 \cdot NC) \} ), \text{ donde:}$$

$$NA = 5 - \text{Suma}(Ai)/2 \text{ siendo } Ai = \max( \{0; 5-POi\} ) \text{ para } i= 1, 2.$$

$$NB = \min( \{5; NPL\} )$$

$$NC = \min( \{5; NPT\} )$$

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una nota final  $NF \geq 5$ .

## 2. Evaluación global

Quienes no opten por la evaluación continua podrán presentarse a un examen global que constará de una serie de actividades evaluables similares a las que se contemplan en la evaluación continua. Así, en las fechas establecidas por la dirección de la Escuela para la realización del examen final, quienes no hayan optado por la evaluación continua deberán realizar dos pruebas objetivas, una prueba práctica, y entregar una memoria final de un proyecto tutelado previamente asignado.

Las dos pruebas objetivas constarán de una serie de preguntas cortas y/o de tipo test y/o resolución de problemas y/o ejercicios. Estas pruebas objetivas, PO1 y PO2, se valorarán de 0 a 10 puntos.

La prueba práctica realizada se valorará de 0 a 10 puntos y la nota final de prácticas de laboratorio (NPL) será la calificación obtenida.

Para evaluar el proyecto tutelado se tendrá en cuenta el trabajo desarrollado, la calidad de los resultados obtenidos, la presentación y análisis de los mismos, así como la calidad de la memoria final realizada, si esta fuese requerida. El proyecto se valorará con una nota (NPT) de 0 a 10 puntos.

Para aprobar la asignatura será imprescindible haber obtenido un mínimo de 5 puntos sobre 10 en PO1, PO2, NPL y NPT. En este caso la calificación final será la obtenida con la siguiente expresión:

$$NF = 0,60 \cdot NPO + 0,25 \cdot NPL + 0,15 \cdot NPT \text{ donde:}$$

NPO será la media aritmética de las notas de las pruebas objetivas:

$$NPO = (PO1 + PO2)/2$$

En el caso de no haber alcanzado el mínimo de 5 puntos en alguna de las pruebas objetivas ( $PO1 < 5$  o  $PO2 < 5$ ), o de no haber superado alguna de las pruebas prácticas ( $NPL < 5$  o  $NPT < 5$ ), la nota final será la obtenida con la siguiente expresión:

$$NF = \min( \{ 4,9; (0,60 \cdot NA + 0,25 \cdot NB + 0,15 \cdot NC) \} ), \text{ donde:}$$

$$NA = 5 - \text{Suma}(Ai)/2 \text{ siendo } Ai = \max( \{0; 5-POi\} ) \text{ para } i= 1, 2.$$

$$NB = \min( \{5; NPL\} )$$

$$NC = \min( \{5; NPT\} )$$

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una nota final  $NF \geq 5$ .

## 3. Oportunidad extraordinaria y convocatoria de fin de carrera

Estas convocatorias constarán de una serie de actividades evaluables similares a las que se contemplan en el apartado 2. Tendrá el mismo formato que la evaluación global y se celebrará en la fecha que establezca la dirección de la Escuela. Para la asignación del proyecto tutelado el alumnado debe apuntarse previamente siguiendo el procedimiento indicado por el profesorado con suficiente antelación.

En la oportunidad extraordinaria, las notas de las partes a las que no se presente el estudiante serán las obtenidas en la oportunidad ordinaria (evaluación continua o global) del curso académico actual. Además, en este caso sólo podrá presentarse a las pruebas que no superó en la oportunidad ordinaria.

El cálculo de la nota final de la asignatura se realizará tal y como se explica en el apartado 2.

#### 4. Sobre el comportamiento ético del alumnado

Se espera que el alumnado presente un comportamiento ético adecuado. En el caso de detectar un comportamiento no ético (copia, plagio, utilización de aparatos electrónicos no autorizados, u otros) en cualquiera de los trabajos/pruebas realizadas, la calificación final de la materia será de SUSPENSO (0) y el hecho será comunicado a la dirección del Centro para los efectos oportunos.

---

#### Fuentes de información

##### Bibliografía Básica

Pérez García, M.A., **Instrumentación Electrónica**, 1ª ed., Ediciones Paraninfo, S.A., 2014

Franco, S., **Diseño con amplificadores operacionales y circuitos integrados analógicos**, 3ª ed., McGraw-Hill, 2004

Fraile Mora, J., García Gutiérrez, P., y Fraile Ardanuy, J., **Instrumentación aplicada a la ingeniería**, 3ª ed., Editorial Garceta, 2013

Pallás Areny, R., **Sensores y Acondicionadores de Señal**, 4ª ed., Marcombo D.L., 2003

Pallás Areny, R., Casas, O., y Bragó, R., **Sensores y Acondicionadores de Señal. Problemas resueltos**, Marcombo D.L., 2008

Pérez García, M.A., Álvarez Antón, J.C., Campo Rodríguez, J.C., Ferrero Martín F.C., y Grillo Ortega, **Instrumentación Electrónica**, 2ª ed., Thomson, 2004

Pérez García, M.A., **Instrumentación Electrónica: 230 problemas resueltos**, 1ª ed., Editorial Garceta, 2012

##### Bibliografía Complementaria

---

#### Recomendaciones

##### Asignaturas que continúan el temario

Circuitos Mixtos Analógicos y Digitales/V05M145V01213