



DATOS IDENTIFICATIVOS

Diseño de Circuitos Electrónicos Analógicos

Materia	Diseño de Circuitos Electrónicos Analógicos			
Código	V05M145V01106			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	5	OB	1	2c
Lingua de impartición	Castelán Galego			
Departamento				
Coordinador/a	Pastoriza Santos, Vicente			
Profesorado	Costas Pérez, Lucía Pastoriza Santos, Vicente			
Correo-e	vpastoriza@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			

Descrición xeral O propósito principal desta materia é que o estudantado adquira os coñecementos e habilidades necesarias que lle permitan analizar e deseñar os circuitos electrónicos analógicos de baixa frecuencia que se utilizan habitualmente nos sistemas de adquisición de datos e os sistemas de instrumentación electrónica. Para iso, en primeiro lugar, preséntanse ao alumnado os seus principais características. A continuación, introdúcense e desenvolven coñecementos acerca de sensores e o acondicionamento dos sinais xerados por estes. Finalmente, trátanse os principios de funcionamento e os parámetros de deseño dos circuitos electrónicos dun sistema de adquisición de sinal.

Os contidos principais ordénanse da seguinte maneira:

- +Introdución aos sistemas electrónicos de adquisición de sinal: bloques funcionais e arquitecturas.
- +Realimentación: definición e topoloxías.
- +Introdución aos sensores: definición e clasificación.
- +Introdución aos circuitos acondicionadores de sinal. Presentación dun conxunto de circuitos electrónicos auxiliares de uso moi común no devandito contexto: técnicas de linealización. circuitos modificadores de nivel de sinal. Circuitos rectificadores de media onda e de onda completa. Tensións de referencia. Conversión tensión-corrente. Interruptores e multiplexores analógicos.
- +Amplificación nun sistema electrónico de medida: amplificadores de instrumentación, amplificadores programables, e amplificadores de illamento.
- +Filtros activos.
- +Circuitos de mostraxe e retención, convertidores dixital-analógicos e analógico-dixitais.

Os obxectivos fundamentais da parte práctica da materia son que o estudantado adquira habilidades prácticas tanto na montaxe de circuitos e de medida cos instrumentos de laboratorio, para poder distinguir e caracterizar os diferentes circuitos electrónicos estudados, como na identificación e resolución de erros nas montaxes. Ademais, o alumnado, ao finalizar a materia, debe coñecer e saber manexar correctamente ferramentas informáticas para o deseño, simulación e análise dos sistemas electrónicos analógicos estudados.

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
A4	CB4 Que os estudantes saiban comunicar as súas conclusións, e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan, a públicos especializados e non especializados dun xeito claro e sen ambigüidades.
A5	CB5 Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun xeito que terá que ser, en grande medida, autodirixido e autónomo.

B4	CG4 Capacidade para o modelado matemático, cálculo e simulación en centros tecnolóxicos e de enxeñaría de empresa, particularmente en tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación en todos os ámbitos relacionados coa Enxeñaría de Telecomunicación e campos multidisciplinares afíns.
B8	CG8 Capacidade para a aplicación dos coñecementos adquiridos e resolver problemas en ámbitos novos ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos e multidisciplinares, sendo capaces de integrar coñecementos.
C12	CE12 Capacidade para utilizar dispositivos lóxicos programables, así como para deseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analóxicos coma dixitais. Capacidade para deseñar compoñentes de comunicacións como por exemplo encamiñadores, conmutadores, concentradores, emisores e receptores en diferentes bandas.
C14	CE14 Capacidade para desenvolver instrumentación electrónica, así como transdutores, actuadores e sensores.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Saber analizar e deseñar circuitos electrónicos analóxicos de baixa frecuencia.	A4 B4 B8 C12 C14
Coñecer as partes que constitúen un sistema electrónico de medida.	A5 B4 C12 C14
Coñecer o principio de funcionamento dos sensores e dos adaptadores para o seu acondicionamento.	A5 B4 C12 C14
Saber modelar un sistema electrónico analóxico mediante linguaxes de descrición hardware.	A4 B4 B8 C12 C14

Contidos

Tema	
Tema 1: Introducción	Sistemas analóxicos de adquisición de sinal: Arquitecturas. Bloques funcionais. Realimentación: Definición. Topoloxías. Realimentación Serie-Paralelo. Neste tema traballaranse as competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 e CE14.
Tema 2: Circuitos auxiliares.	Sensores e Acondicionadores: Sensores: Definición e Clasificacións. Acondicionadores de sensores resistivos: Divisor resistivo. Ponte de Wheatstone. Outros circuitos acondicionadores. Técnicas de linealización. Circuitos modificadores de nivel de sinal (axustes de nivel de continua e de alcance do sinal). Circuitos rectificadores de media onda e de onda completa. Fontes de tensión e corrente: Fontes de tensión de referencia: Introducción. Rendemento. Circuito básico. Circuito autorregulado. Estabilización térmica. Conversión tensión-corrente: Introducción. Convertidores de Carga flotante. Convertidores de carga referida a outro potencial. Interruptores e multiplexores analóxicos: Interruptores: Definición. Tipos. Aplicacións. Dispositivos comerciais. Multiplexores: Definición. Tipos. Parámetros característicos. Neste tema traballaranse as competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 e CE14.

Tema 3: Amplificación en sistemas de adquisición de sinal.	Amplificadores de instrumentación: Introducción. Definición e características ideais. Modelo real dun amplificador de instrumentación. Montaxes básicas. Bloque funcional e circuitos comerciais. Exemplos de aplicación. Presentación dalgúns amplificadores comerciais e as súas follas características. Amplificadores programables: Introducción. Tipos. Amplificador de instrumentación de ganancia seleccionable mediante pontes entre terminais (Pin Programmable Gain). Amplificador de instrumentación de ganancia seleccionable mediante un multiplexor analóxico (PGA: Programmable Gain Amplifier). Presentación dalgúns amplificadores comerciais e as súas follas características. Amplificadores de illamento: Introducción. Criterios de clasificación do tipo de illamento. Tipos: capacitivo, magnético e óptico. Estrutura básica. Parámetros característicos. Aplicacións e limitacións. Exemplos de aplicación. Presentación dalgúns amplificadores comerciais e as súas follas características. Neste tema traballaranse as competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 e CE14.
Tema 4: Filtros activos.	Introdución: Concepto de filtrado. Tipos de filtros. Parámetros reais. Descrición mediante unha función de transferencia: Introdución . Función de transferencia : polos e ceros, análises de estabilidade e resposta en frecuencia . Filtros de 1º orde e de 2º orde. Aproximacións da función de transferencia: Etapas de realización dun filtro . Especificacións do filtro. Aproximacións matemáticas da función característica. Normalización da función de transferencia e a súa utilización na transformación dun tipo de filtro noutro. Aproximacións polinómicas. Síntese: Introdución. Métodos de sínteses. Síntese directa. Topoloxías básicas de síntese directa. Síntese en cascada. Comparación de métodos. Escalado. Neste tema traballaranse as competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 e CE14.
Tema 5: Circuitos de mostraxe e retención. Convertedores dixital-analóxicos e analóxico-dixitais.	Circuitos de mostraxe e retención: Principio de funcionamento. Parámetros. Arquitecturas. Circuitos comerciais. Convertedores analóxico-dixitais: Introdución. Parámetros. Erros de funcionamento. Arquitecturas. Dispositivos comerciais. Convertedores dixital-analóxicos: Introdución. Parámetros. Erros de funcionamento. Arquitecturas. Dispositivos comerciais. Neste tema traballaranse as competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 e CE14.
Práctica 1: Circuitos auxiliares.	Implementación e verificación dalgúns dos circuitos auxiliares tratados en teoría. Nesta práctica traballaranse as competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 e CE14.
Práctica 2: Amplificador de instrumentación.	Implementación, verificación e análise dun amplificador de instrumentación comercial con ganancia axustable. Nesta práctica traballaranse as competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 e CE14.

Práctica 3: Filtros activos.	Implementación dun filtro activo. Identificación da topoloxía, a orde, e o tipo de filtro. Cálculo a súa frecuencia de corte teórica. Comprobación da súa resposta en frecuencia utilizando o xerador de funcións e o osciloscopio. Representar a magnitude da resposta en frecuencia do filtro (diagrama de magnitude de Bode).
	Nesta práctica traballaranse as competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 e CE14.
Práctica 4: Sistema de medida dunha variable física baseada nun sensor comercial.	Implementación e verificación do circuíto de acondicionamento dun sistema de medida baseado nun sensor comercial.
	Nesta práctica traballaranse as competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 e CE14.
Práctica 5: Simulación de circuitos.	Simulación de circuitos estudados en teoría e/ou en prácticas previas.
	Nesta práctica traballaranse as competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 e CE14.
Proxecto tutelado	Realización dunha ou varias prácticas de laboratorio (en grupo ou de forma individual). A temática estará centrada nun dos temas da planificación teórico-práctica da materia. O alumnado terá que presentar unha memoria de resultados crítica (valoración e comparación con datos de referencia, se procede).
	Nesta práctica traballaranse as competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 e CE14.

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Actividades introdutorias	1	2	3
Lección maxistral	13	19	32
Resolución de problemas	8	12	20
Aprendizaxe baseado en proxectos	5	12	17
Prácticas de laboratorio	10	10	20
Exame de preguntas obxectivas	1.5	15	16.5
Exame de preguntas obxectivas	1.5	15	16.5

*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

Metodoloxía docente

	Descrición
Actividades introdutorias	Toma de contacto e presentación da materia. Presentación das prácticas de laboratorio e da instrumentación e software a utilizar. Nestas clases traballaranse as competencias A4, A5, B4, B8, C12 e C14.
Lección maxistral	Exposición por parte do profesorado dos contidos da materia obxecto de estudo. O estudiantado, mediante traballo autónomo, deberá aprender os conceptos introducidos na aula e preparar os temas sobre a bibliografía proposta. Identifícaranse posibles dúbidas que se resolverán na aula ou en titorías personalizadas. Nestas clases traballaranse as competencias A4, A5, B4, B8, C12 e C14.
Resolución de problemas	Actividade complementaria das sesións maxistrais na que se formulan problemas e/ou exercicios relacionados coa materia. O estudiantado deberá desenvolver as solucións adecuadas dos problemas e/ou exercicios propostos na aula e doutros extraídos da bibliografía. Identifícaranse posibles dúbidas que se resolverán na aula ou en titorías personalizadas. Nestas clases traballaranse as competencias A4, A5, B4, B8, C12 e C14.
Aprendizaxe baseado en proxectos	Actividade complementaria das sesións maxistrais, o estudiantado deberá realizar un proxecto teórico-práctico nun tempo determinado para resolver un problema mediante a planificación, deseño e realización dunha serie de actividades. Defínense as actividades, analízanse as posibles solucións e alternativas de deseño, identifícaranse os elementos fundamentais e analízanse os resultados. O traballo autónomo será guiado e supervisado polo profesorado no transcurso das sesións de titoría (horas tipo C). Nestas clases traballaranse as competencias A4, A5, B4, B8, C12 e C14.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación dos coñecementos teóricos adquiridos. O estudiantado adquirirá as habilidades básicas relacionadas co manexo da instrumentación dun laboratorio de instrumentación electrónica, a utilización das ferramentas de programación e a montaxe de circuitos propostos. O estudiantado adquirirá habilidades de traballo persoal e en grupo para a preparación dos traballos de laboratorio, utilizando a documentación dispoñible e os conceptos teóricos relacionados. Identifícaranse posibles dúbidas que se resolverán no laboratorio ou en titorías personalizadas. Software empregado: LabVIEW e Multisim de National Instruments. Nestas clases traballaranse as competencias A4, A5, B4, B8, C12 e C14.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no horario que se establecerá para ese efecto a principio de curso e que se publicará na páxina web da materia no portal de teledocencia Moovi (https://moovi.uvigo.gal/). En ditas titorías atenderanse dúbidas e consultas do alumnado sobre os contidos impartidos nas sesións maxistrais e orientaráselles sobre como abordar o seu estudo.
Resolución de problemas	O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no horario que se establecerá para ese efecto a principio de curso e que se publicará na páxina web da materia no portal de teledocencia Moovi (https://moovi.uvigo.gal/). En ditas titorías atenderanse dúbidas e consultas do alumnado sobre os problemas e/ou exercicios propostos e resoltos na aula así como doutros problemas e/ou exercicios que poidan aparecer ao longo do estudo da materia.
Prácticas de laboratorio	O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no horario que se establecerá para ese efecto a principio de curso e que se publicará na páxina web da materia no portal de teledocencia Moovi (https://moovi.uvigo.gal/). En ditas titorías atenderanse dúbidas e consultas do alumnado sobre o desenvolvemento das prácticas de laboratorio, o manexo da instrumentación, a montaxe de circuítos e as ferramentas de programación.
Aprendizaxe baseado en proxectos	O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no horario que se establecerá para ese efecto a principio de curso e que se publicará na páxina web da materia no portal de teledocencia Moovi (https://moovi.uvigo.gal/). O profesorado atenderá dúbidas e consultas do alumnado sobre o proxecto teórico-práctico proposto.

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Aprendizaxe baseado en proxectos	O estudantado deberá realizar un proxecto teórico-práctico que será avaliado tendo en conta o traballo desenvolvido, os resultados obtidos, a presentación e análise dos mesmos, así como a calidade da memoria final entregada, se esta fose requirida. A nota final do proxecto (NPT: Nota do Proxecto Tutelado) estará comprendida entre 0 e 10 puntos. A avaliación do proxecto constará dunha parte común de avaliación do traballo, se este se realiza en grupo, na que a cualificación de cada compoñente será a mesma, e dunha avaliación individualizada, obtida a partir da valoración da súa contribución individual e da presentación oral do proxecto desenvolvido, se esta se levara a cabo. Neste traballo avaliaranse as competencias A4, A5, B4, B8, C12 e C14.	15	A4 B4 C12 A5 B8 C14
Prácticas de laboratorio	Avaliaranse as competencias adquiridas durante as prácticas de laboratorio da materia. A nota final de prácticas de laboratorio (NPL) estará comprendida entre 0 e 10 puntos. A avaliación das prácticas contará dunha parte común de avaliación do traballo realizado en grupo, na que a cualificación de cada compoñente será a mesma, e dunha avaliación individualizada, obtida a partir das tarefas de traballo individual previo e de cuestións personalizadas en cada unha das sesións. Nestas prácticas avaliaranse as competencias A4, A5, B4, B8, C12 e C14.	25	A4 B4 C12 A5 B8 C14
Exame de preguntas obxectivas	Proba obxectiva, proba de teoría que se realizará despois de un grupo de temas expostos nas sesións maxistrais para avaliar os coñecementos adquiridos polo estudantado. A nota desta proba obxectiva (PO) estará comprendida entre 0 e 10 puntos. Nesta proba avaliaranse as competencias A4, A5, B4, B8, C12 e C14.	30	A4 B4 C12 A5 B8 C14
Exame de preguntas obxectivas	Proba obxectiva, proba de teoría que se realizará despois dun grupo de temas expostos nas sesións maxistrais para avaliar os coñecementos adquiridos polo estudantado. A nota desta proba obxectiva (PO) estará comprendida entre 0 e 10 puntos. Nesta proba avaliaranse as competencias A4, A5, B4, B8, C12 e C14.	30	A4 B4 C12 A5 B8 C14

Outros comentarios sobre a Avaliación

1. Avaliación continua

Seguindo as directrices propias da titulación e os acordos da comisión académica ofrecerase nesta materia un sistema de avaliación continua.

Enténdese que o alumnado que realice 1 proba obxectiva (proba de teoría) ou 1 sesión de prácticas de laboratorio ou 1 sesión de proxecto tutelado despois de transcorrer un mes desde o encomezo das clases **opta pola avaliación continua** da materia.

A avaliación da materia divídese en probas obxectivas (60%) e probas prácticas (40%). As cualificacións das tarefas

avaliáveis serán válidas só para o curso académico no que se realizan. A cualificación final dun estudante que escolla esta vía no poderá ser "non presentado".

A planificación das diferentes probas de avaliación estará dispoñible ao principio do cuadrimestre.

1.a Probas obxectivas (tipo test e/ou preguntas curtas)

Realizaranse 2 probas parciais obxectivas (PO), probas de teoría, debidamente programadas ao longo do curso.

Cada proba constará dunha serie de preguntas curtas e/ou de tipo test e/ou resolución de problemas e/ou exercicios. A nota de cada proba (PO) valorarase de 0 a 10 puntos. A nota das probas ás que falte será de 0 puntos. Para superar esta parte de probas obxectivas será necesario obter polo menos 5 puntos de 10 en cada unha delas ($PO1 \geq 5$ e $PO2 \geq 5$).

Se $PO1 \geq 5$ e $PO2 \geq 5$ entón a nota final obtida nas probas obxectivas (NPO) será a media aritmética das notas das probas:

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

en caso contrario a nota será:

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

1.b Probas prácticas

1.b.1 Prácticas de laboratorio

Realizaranse 5 sesións de prácticas de laboratorio de 2 horas en grupos de 2 persoas. A parte práctica cualificarase mediante a avaliación continua de todas as prácticas.

A valoración da parte práctica farase de forma individual. Terase en conta o traballo individual de preparación previa, a participación e o traballo desenvolvido por cada membro do grupo durante as sesións no laboratorio. Cada práctica valorarase cunha nota (PL) entre 0 e 10 puntos. A nota das prácticas ás que se falte será de 0. A nota final das prácticas de laboratorio (NPL) será a media aritmética de todas elas.

Para superar esta parte práctica será necesario obter polo menos 5 puntos de 10 en NPL. Ademais, o estudantado só poderá faltar a 1 sesión (na que $PL = 0$); se isto non se cumpre $NPL = 0$.

1.b.2 Proxecto tutelado

Na primeira sesión de tutoría en grupo (horas tipo C) presentaranse todas as actividades a realizar e asignaranse os proxectos concretos. O profesorado seguirá o desenvolvemento do traballo nas restantes sesión de tutoría en grupo (horas tipo C).

O proxecto será avaliado en función do traballo desenvolvido, da calidade dos resultados obtidos, da presentación e análise dos mesmos, así como da calidade da memoria final realizada, se esta fose requirida. O proxecto valorarase cunha nota (NPT: Nota do Proxecto Tutelado) de 0 a 10 puntos.

Para superar esta parte, NPT terá que ser de polo menos 5 puntos de 10. Ademais, o estudantado non poderá faltar a máis de 1 sesión; se isto non se cumpre $NPT = 0$.

1.c Nota final da materia

Na nota final (NF), as probas obxectivas terán un peso do 60% (30% cada proba) e as probas prácticas o restante 40% (o 25% de NF corresponderá á nota final obtida nas prácticas de laboratorio (NPL) e o 15% de NF á nota obtida no proxecto tutelado (NPT)). Para aprobar a materia será imprescindible superar a parte de probas obxectivas (parte de teoría), a parte de prácticas de laboratorio e a parte do proxecto tutelado. Neste caso a cualificación final será a suma ponderada das notas de cada parte:

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

No caso de non alcanzar o mínimo de 5 puntos nalguna das probas parciais obxectivas ($PO1 < 5$ ou $PO2 = 5$).

2. Avaliación global

Quen non opte pola avaliación continua poderá presentarse a un exame global que constará dunha serie de actividades avaliáveis similares ás que se contemplan na avaliación continua. Así, nas datas establecidas pola dirección da Escola para a realización do exame final, quen non optase pola avaliación continua deberá realizar dúas probas obxectivas, unha proba práctica, e entregar unha memoria final dun proxecto tutelado previamente asignado.

As dúas probas obxectivas constarán dunha serie de preguntas curtas e/ou de tipo test e/ou resolución de problemas e/ou exercicios. Estas probas obxectivas, PO1 e PO2, valoraranse de 0 a 10 puntos.

A proba práctica valorarase de 0 a 10 puntos e a nota final de prácticas de laboratorio (NPL) será a cualificación obtida.

Para avaliar o proxecto tutelado terase en conta o traballo desenvolvido, a calidade dos resultados obtidos, a presentación e análise dos mesmos, así como a calidade da memoria final realizada, se esta fose requirida. O proxecto valorarase cunha nota (NPT) de 0 a 10 puntos.

Para aprobar a materia será imprescindible obter un mínimo de de 5 puntos sobre 10 en PO1, PO2, NPL e NPT. Neste caso a cualificación final será a obtida coa seguinte expresión:

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

NPO será a media aritmética das notas das probas obxectivas:

$NPO = (PO1 + PO2)/2$

No caso de non alcanzar o mínimo de 5 puntos nalguna das probas parciais obxectivas ($PO1 < 5$ ou $PO2 < 5$), ou de non superar algunha das partes prácticas ($NPL < 5$ ou $NPT < 5$), a nota final será a obtida coa seguinte expresión:

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

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

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

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

Para aprobar a materia será necesario obter unha nota final $NF \geq 5$.

3. Oportunidade extraordinaria e convocatoria de fin de carreira

Estas convocatorias constarán dunha serie de actividades avaliábeis similares ás que se contemplan no apartado 2. Terá o mesmo formato que a avaliación global e celebrarase na data que estableza a dirección da Escola. Para a asignación do proxecto tutelado o alumnado debe apuntarse previamente seguindo o procedemento indicado polo profesorado con suficiente antelación.

Na oportunidade extraordinaria, as notas das partes ás que non se presente o estudante serán as obtidas na oportunidade ordinaria (avaliación continua o global) do curso académico actual. Ademais, neste caso só poderá presentarse ás probas que non superou na oportunidade ordinaria.

O cálculo da nota final da materia realizarase tal e como se explica no apartado 2.

4. Sobre o comportamento ético do alumnado

Espérase que o alumno presente un comportamento ético axeitado. No caso de detectar un comportamento non ético (copia, plaxio, utilización de aparellos electrónicos non autorizados, ou outros), en calquera dos traballos/probas realizadas, a cualificación final será de SUSPENSO (0) e o feito será comunicado á dirección do Centro para os efectos oportunos.

Bibliografía. Fontes 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

Recomendacións

Materias que continúan o temario

Circuitos Mixtos Analógicos e Dixitais/V05M145V01213

