



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Acondicionamento de Sinal e Sensores

Materia	Acondicionamento de Sinal e Sensores			
Código	V04M141V01110			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría Industrial			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	1	1c
Lingua de impartición	Castelán Galego			
Departamento				
Coordinador/a	Cao Paz, Ana María			
Profesorado	Cao Paz, Ana María Gómez Fernández, Marta			
Correo-e	amcaopaz@uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal/">http://moovi.uvigo.gal/</a>			
Descrición xeral	<p>O propósito principal desta materia é que o estudante adquira os coñecementos necesarios acerca dos principios físicos e as técnicas que se aplican aos sensores utilizados polos sistemas de instrumentación electrónica para a medida de variables físicas; así como adquira os coñecementos básicos de funcionamento e este familiarizado cos parámetros de deseño dos circuitos electrónicos de acondicionamento de sinal e adquisición de datos: multiplexores e demultiplexores analóxicos; amplificadores de instrumentación; amplificadores programables; amplificadores de illamento; filtros activos; circuitos de mostraxe e retención; convertidores dixital-analóxicos e analóxico-dixitais; así como un conxunto de circuitos electrónicos auxiliares de uso moi común no devandito contexto.</p> <p>Os contidos principais ordénanse da seguinte forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+Principios de funcionamento e parámetros de deseño dos circuitos electrónicos de acondicionamento de sinal e adquisición de datos.</li> <li>+Circuitos electrónicos utilizados no acondicionamento de sensores: <ul style="list-style-type: none"> <li>-Presentación dun conxunto de circuitos electrónicos auxiliares de uso moi común no devandito contexto: circuitos de linealización, circuitos modificadores de nivel de sinal. Circuitos adaptadores. Fonte de tensións de referencia. Convertidores tensión-corrente. Interruptores e multiplexores analóxicos, ...</li> <li>-Amplificadores no acondicionamento de sensores: amplificadores de instrumentación, amplificadores programables, e amplificadores de illamento.</li> <li>-Filtros activos.</li> <li>-Circuitos de mostraxe e retención, convertidores dixital-analóxicos e analóxico-dixitais.</li> </ul> </li> <li>+Interfaces entre sensores e procesadores dixitais.</li> <li>+Análise dos principais parámetros que caracterizan o comportamento dos sensores.</li> <li>+Principios físicos fundamentais que interveñen na comprensión dos diversos tipos de sensores.</li> <li>+Aplicacións máis relevantes dos sensores nos diferentes ámbitos da instrumentación electrónica.</li> </ul> <p>O obxectivo fundamental da parte práctica da materia é que o alumno adquira:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+capacidade de análise dos parámetros característicos dos sensores integrados nos sistemas de instrumentación electrónica.</li> <li>+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.</li> </ul> <p>O alumno, ao finalizar a materia, debe saber distinguir e caracterizar os diferentes sensores e os seus principais campos de aplicación; e debe ter habilidades prácticas no manexo de ferramentas informáticas que faciliten o almacenamento, visualización e análise de datos obtidos nos experimentos de laboratorio realizados cos sensores</p>			

### Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código

A1	Posuír e comprender coñecementos que acheguen unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e/ou aplicación de ideas, adoito nun contexto de investigación.
A2	Que os estudantes saiban aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en contornos novos ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo.
C7	CET7. Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos máis amplos y multidisciplinares.
C18	CTI7. Capacidad para diseñar sistemas electrónicos y de instrumentación industrial.

### Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Coñecer os principios de funcionamento de distintos tipos de sensores e as súas aplicacións.	A1 A2 C7 C18
Coñecer a estrutura xeral dun circuío de acondicionamento.	A1 A2 C7 C18
Comprender os parámetros de especificación e deseño de circuítos electrónicos de acondicionamento de sinal.	A1 A2 C7 C18
Coñecer as estruturas dos sistemas de adquisición de datos.	A1 A2 C7 C18
Coñecer e saber utilizar ferramentas informáticas para a análise, visualización e almacenamento da información fornecida polos sensores.	A1 A2 C7 C18

### Contidos

Tema	
Tema 1: Sistemas de adquisición de datos.	Introdución. Circuítos acondicionadores entre sensores de saída analóxica e un procesador dixital. Circuítos acondicionadores entre sensores de saída dixital e un procesador dixital. Tipos de sistemas de adquisición de datos. Aplicacións con circuítos acondicionadores reais. Circuítos integrados comerciais.
Tema 2: Interfaces entre sensores e procesadores dixitais.	Definición. Sistemas industriais. Clasificación dos interfaces entre sensores e un procesador dixital. Conexión con illamento galvánico. Conceptos básicos de comunicacións. Transmisión en banda basee dixital. Fabricación integrada por computador. Buses de campo.
Tema 3: Amplificadores para o acondicionamento de sensores.	Introdución. Características dos amplificadores operacionais. Imperfeccións estáticas do amplificador operacional real. Imperfeccións dinámicas do amplificador operacional real. Amplificador operacional real compensado internamente. Filtros analóxicos. Filtros analóxicos activos. Filtros analóxicos activos de capacidades conmutadas. Programas de deseño de filtros asistido por computador.
Tema 4: Acondicionamento de sensores: Amplificadores especiais.	Necesidade de amplificadores especiais. Clasificación dos amplificadores especiais. Amplificador de instrumentación. Amplificador de instrumentación programable. Amplificadores con autocorrección da deriva. Amplificador de illamento. Amplificador de transconductancia. Amplificador de transimpedancia. Amplificador logarítmico.
Tema 5: Circuítos acondicionadores de sensores analóxicos (1).	Definición. Circuítos adaptadores. Linealización analóxica. Ponte de alterna capacitivo. Circuítos amplificadores para sensores moduladores. Acondicionamento de sensores optoelectrónicos. Amplificador electrométrico. Amplificador de carga con sensores piezoeléctricos.
Tema 6: Circuítos acondicionadores de sensores analóxicos (2).	Circuítos de excitación. Fonte de tensión de referencia. Fonte de corrente. Circuítos xeradores de sinais. Circuítos convertidores de parámetro e formato. Convertidores de tensión en corrente. Convertidores de corrente en tensión. Convertidores Dixital-Analóxico. Convertidores Analóxico-Dixital. Convertidores do formato analóxico ao temporal. Convertidores do formato temporal ao analóxico.

Tema 7: Introducción aos sensores.	Sistema de medida. Concepto de sensor. Características xerais dos sensores. Clasificación segundo o tipo de mensurando. Características estáticas. Características dinámicas. Características mecánicas. Características de fiabilidade.
Tema 8: Sensores resistivos de temperatura e Galgas extensométricas.	Tipos de sensores resistivos. Potenciómetros. Galgas extensométricas. Aplicacións das Galgas extensométricas. Sensores resistivos metálicos. Termistores. Aplicacións dos sensores resistivos. Circuitos básicos de acondicionamento dos sensores resistivos.
Tema 9: Sensores fotorresistivos, optoelectrónicos e outros sensores resistivos.	Tipos de fotorresistencias. Aplicacións das fotorresistencias. Sensores optoelectrónicos. Sensores de imaxes. Fotomultiplicadores. Aplicacións dos sensores optoelectrónicos. Codificadores de posición. Sensores magnetorresistivos. Higrómetros. Detectores de gases. Sensores de condutividade en líquidos. Sensores de intensidade.
Tema 10: Sensores Capacitivos, Sensores Inductivos e Magnéticos.	Sensores de condensador variable. Sensores de condensador variable diferencial. Circuitos de acondicionamento de sensores capacitivos. Sensores capacitivos detectores de obxectos. Tipos de sensores inductivos. Sensores inductivos de inductancia variable. Sensores inductivos de reluctancia variable. Sensores de correntes de Foucault. Sensores electromagnéticos. Sensores de efecto Hall.
Tema 11: Sensores xeradores.	Tipos de sensores xeradores. Termoelectricidad. Termopares. Piezoelectricidad. Circuitos acondicionadores de sensores piezoeléctricos. Piroelectricidad. Acondicionamento de sensores piezoeléctricos. Sensores fotovoltaicos. Sensores electroquímicos.
Tema 12: Sensores de ultrasóns.	Fundamentos. Propagación en medios homoxéneos. Xeración de ultrasóns. Tipos de sensores de ultrasóns. Aplicación á detección de obxectos inmóviles. Aplicación á detección de obxectos móbiles. Caudalímetros.
Práctica 0.A: Programación de sistemas de instrumentación electrónica (LabVIEW) I.	Introdución a LabVIEW mediante exemplos de programación. Familiarización coa contorna e a execución de fluxo de datos de LabVIEW: paneles frontais, diagramas de bloques, e iconas e conectores. Traballar con tipos de datos como arrays e clusters. Bucles en LabVIEW: estruturas While e For.
Práctica 0.B: Programación de sistemas de instrumentación electrónica (LabVIEW) II.	Introdución a LabVIEW mediante exemplos de programación. Funcións matemáticas. Toma de decisións: estrutura Case. Salvar e cargar datos. Mostrar e editar resultados: controis e indicadores, gráficos e diagramas, temporización do bucle. Crear e salvar programas en LabVIEW de modo que poidan ser usados como subrutinas: SubVIs. Crear aplicacións que utilicen dispositivos de adquisición de datos.
Práctica 1: Circuitos auxiliares.	Implementación e verificación dun circuito que se comporta como fonte de tensión de referencia. Implementación e verificación dun circuito que se comporta como fonte de corrente.
Práctica 2: Amplificador de instrumentación.	Implementación e análise dun amplificador de instrumentación baseado en tres operacionais a partir de compoñentes discretos. Implementación e análise dun amplificador de instrumentación comercial con ganancia axustable por potenciómetro.
Práctica 3: Amplificador de illamento.	Implementación dun circuito que utilizando un optoacoplador lineal IL300 permita realizar o axuste óptico de sinais analóxicos no rango de 0 a 5 voltios. Modificar o circuito para que poidan aplicarse sinais bipolares á súa entrada.
Práctica 4: Filtros activos.	Implementación dun filtro activo . Identificación da topoloxía, a orde, e o tipo de filtro. Calcular 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).
Práctica 5: Sistema de medida dunha variable física baseada nun sensor comercial.	Deseño do circuito de acondicionamento dun sistema de medida baseado nun sensor comercial a partir dos circuitos utilizados e as habilidades adquiridas nas prácticas previas.
Práctica 6: Estimación e análise dos parámetros característicos dunha tarxeta de adquisición de datos comercial.	Estimación dos devanditos parámetros nas canles de entrada/sáida analóxicos/dixitais dunha tarxeta de adquisición de datos comercial.

## Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Actividades introdutorias	1	1	2
Lección maxistral	28	35	63
Prácticas de laboratorio	16	24	40
Exame de preguntas obxectivas	1.5	21	22.5
Exame de preguntas obxectivas	1.5	21	22.5

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

<b>Metodoloxía docente</b>	
	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 CB1, CB2, CE7, y CE18.
Lección maxistral	Exposición por parte do profesor dos contidos da materia obxecto de estudo. O estudante, mediante traballo autónomo, deberá aprender os conceptos introducidos na aula e preparar os temas sobre a bibliografía proposta. Identificaranse posibles dúbidas que se resolverán na aula ou en titorías personalizadas. Nestas clases traballaranse as competencias CB1, CB2, CE7, y CE18.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación dos coñecementos teóricos adquiridos. O estudante adquirirá as habilidades básicas relacionadas co manexo da instrumentación dun laboratorio de instrumentación electrónica, a utilización das ferramentas de programación e a implementación dos circuitos propostos. O estudante adquirirá habilidades de traballo persoal e en grupo para a preparación dos traballos de prácticas, utilizando a documentación dispoñible e os conceptos teóricos relacionados. Nestas clases traballaranse as competencias CB1, CB2, CE7, y CE18.

<b>Atención personalizada</b>	
Metodoloxías	Descrición
Prácticas de laboratorio	Os estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos. En ditas titorías atenderanse dúbidas e consultas dos estudantes sobre o desenvolvemento das prácticas, o manexo da instrumentación, a implementación de circuitos e as ferramentas de programación. A información para solicitar as titorías poderá consultarse no perfil de MooVi do equipo docente: Ana María Cao Paz: <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/view.php?id=11331">https://moovi.uvigo.gal/user/view.php?id=11331</a>
Lección maxistral	Os estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos. En ditas titorías atenderanse dúbidas e consultas dos estudantes sobre os contidos impartidos nas sesións maxistrais e orientaráselles sobre como abordar o seu estudo. A información para solicitar as titorías poderá consultarse no perfil de MooVi do equipo docente: Ana María Cao Paz: <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/view.php?id=11331">https://moovi.uvigo.gal/user/view.php?id=11331</a>

<b>Avaliación</b>				
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Prácticas de laboratorio	Avaliaranse as competencias adquiridas polo estudante sobre os contidos das prácticas de laboratorio da materia. Para iso, terase en conta o traballo de preparación previa, a participación e o traballo desenvolvido durante as sesións prácticas. A nota final de prácticas (NFP) estará comprendida entre 0 e 10 puntos. Nestas prácticas avaliaranse as competencias CB1, CB2, CE7, y CE18.	40	A1 A2	C7 C18
Exame de preguntas obxectivas	Primeira proba parcial: Esta proba parcial realizarase a metade do cuadrimestre e nela avaliaranse os temas expostos nas sesións maxistrais previas. A data desta proba notificarase ao alumnado o primeiro día de clases. Nesta proba avaliaranse as competencias CB1, CB2, e CE18.	30	A1 A2	C18
Exame de preguntas obxectivas	Segunda proba parcial: Esta proba levarase a cabo na data do exame final. Nela avaliaranse os contidos exposto en clase que non foron avaliados na primeira proba parcial. Nesta proba avaliaranse as competencias CB1, CB2, e CE18.	30	A1 A2	C18

## **Outros comentarios sobre a Avaliación**

### **1. Avaliación continua**

A materia divídese en dúas partes: teoría (dúas probas parciais cun peso do 30% cada unha delas) e práctica (40%). As cualificacións das tarefas avaliáveis serán válidas só para o curso académico no que se realizan.

#### **• Teoría**

Realizaranse dúas probas parciais de teoría (PT1 e PT2) debidamente programadas ao longo do curso. A primeira proba (PT1) levarase a cabo a metade do cuadrimestre, en horario de teoría e será comunicada ao alumnado con suficiente antelación. A segunda proba (PT2) farase no exame final na data que estableza a dirección da Escola. As probas non son

recuperables, é dicir, que si un estudante non pode participar na data en que están programadas, o profesorado non ten a obrigaón de repetilas.

Cada proba parcial constará dunha serie de preguntas curtas e/o de tipo test e/o de desenvolvemento de temario e/o de resolución de exercicios. A nota de cada proba parcial de teoría valorarase de 0 a 10 puntos. A nota das probas ás que non se asista será de 0 puntos. A nota final de teoría (NFT) será a media aritmética das notas dos parciais:

$$\text{NFT} = (\text{PT1} + \text{PT2})/2$$

Para superar a parte de teoría será necesario obter polo menos 5 puntos de 10 en cada unha de probas PT1 e PT2. Se a nota obtida na primeira proba parcial é menor de 5 puntos de 10, poderase recuperar dita parte o mesmo día da segunda proba parcial de teoría.

- **Práctica**

A parte práctica cualificarase mediante a avaliación continua de todas as prácticas. Para a valoración da parte práctica terase en conta o traballo de preparación previa, a asistencia e o traballo desenvolvido durante as sesións de prácticas. Cada práctica valorarase cunha nota (NP) entre 0 e 10 puntos. A nota das prácticas ás que non se asista será de 0. A nota final das prácticas (NFP) será a media aritmética das notas de todas as prácticas.

- **Nota final da materia**

Na nota final (NF), a nota final de teoría (NFT) terá un peso do 60% e a nota final de prácticas (NFP) do 40%. Neste caso, a cualificación final será a suma ponderada das notas de cada parte:

$$\text{NF} = 0.6 \cdot \text{NFT} + 0.4 \cdot \text{NFP}$$

No caso de non alcanzar o mínimo de 5 puntos en cada unha das probas parciais de teoría, a nota final será a mínima entre a nota obtida (NF) e 4.5 puntos.

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

## **2.- Avaliación global**

O alumnado que solicite a renuncia á avaliación continua, nas datas establecidas pola dirección da Escola para a realización do exame final, deberá realizar dúas probas escritas (PT1 e PT2) que constarán dunha serie de preguntas curtas e/o de tipo test e/o de desenvolvemento de temario e/o de resolución de exercicios. Cada proba valorarase de 0 a 10 puntos e a nota final de teoría (NFT) será a media aritmética das notas das probas parciais:

$$\text{NFT} = (\text{PT1} + \text{PT2})/2$$

Na parte práctica, o alumnado que opte pola avaliación global, terá que realizar un exame práctico de laboratorio ao finalizar a proba escrita. Este exame práctico valorarase de 0 a 10 puntos, obtendo unha nota de exame de prácticas (NEP). A cualificación final será a suma ponderada das notas de cada parte:

$$\text{NF} = 0.6 \cdot \text{NFT} + 0.4 \cdot \text{NEP}$$

Para aprobar a materia, será imprescindible alcanzar, en todas as probas, o mínimo de 5 puntos, isto é:  $\text{PT1} \geq 5$ ,  $\text{PT2} \geq 5$  e  $\text{NEP} \geq 5$ .

No caso de non alcanzar o mínimo nalgunha destas probas, a nota final será a mínima entre a nota final calculada (NF) e 4.5 puntos. Para aprobar a materia será necesario obter unha nota final  $\text{NF} \geq 5$ .

## **3. Oportunidade extraordinaria**

- Da avaliación continua:

Na convocatoria extraordinaria, o estudantado que seguise a avaliación continua, poderá recuperar as probas que non superase na oportunidade ordinaria (PT1 e/o PT2), mantendo a nota final de prácticas que obtivese. A nota final calcularase cos mesmos pesos ponderados:

$$\text{NF} = 0.6 \cdot \text{NFT} + 0.4 \cdot \text{NFP}$$

$$\text{Sendo } \text{NFT} = (\text{PT1} + \text{PT2})/2$$

Da mesma forma que na convocatoria ordinaria, para superar a parte de teoría será necesario obter polo menos 5 puntos de 10 en cada unha das probas, PT1 e PT2. No caso de non alcanzar o mínimo, a nota final será a mínima entre a nota obtida (NF) e 4.5 puntos. Para aprobar a materia será necesario obter unha nota final  $\text{NF} \geq 5$ .

- **Da avaliación global:**

O estudantado que optase pola avaliación global e que non superase a materia na oportunidade ordinaria, contará con esta oportunidade extraordinaria na que poderá avaliarse, no día fixado pola dirección da Escola, do 100% dos contidos da materia. A avaliación será idéntica á que se debe de seguir na oportunidade ordinaria para a avaliación global polo que se aplica todo o exposto no correspondente apartado **2.- Avaliación global. Aclaración: Este apartado é unha tradución automática da guía docente en español. Para calquera erro ou discrepancia que poida existir, prevalece o**

---

### **Bibliografía. Fontes de información**

#### **Bibliografía Básica**

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

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

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

Norton, H.N., **Sensores y analizadores**, Gustavo Gili D.L., 1984

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**

del Río Fernández, J., Shariat-Panahi, S., Sarriá Gandul, S., y Lázaro, A.M., **LabVIEW: Programación para Sistemas de Instrumentación**, 1ª ed., Editorial Garceta, 2011

---

### **Recomendaciones**

---

#### **Outros comentarios**

Requisitos: Para matricularse nesta materia é necesario ter superado ou ben estar matriculado de todas as materias dos cursos inferiores ao curso no que está emprazada esta materia.

Compromiso ético:

Espérase que o alumno presente un comportamento ético adecuado. No caso de detectar un comportamento non ético (copia, plaxio, utilización de aparellos electrónicos non autorizados, ou outros) considerarase que o alumno non reúne os requisitos necesarios para superar a materia. Neste caso a cualificación global no presente curso académico será de suspenso (0.0).

---