



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Instrumentación electrónica e sensores

Materia	Instrumentación electrónica e sensores			
Código	V05G300V01621			
Titulación	Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	3	2c
Lingua de impartición	Castelán Galego			
Departamento	Tecnoloxía electrónica			
Coordinador/a	Mariño Espiñeira, Perfecto			
Profesorado	Costas Pérez, Lucía Mariño Espiñeira, Perfecto Pastoriza Santos, Vicente Pérez Estévez, Diego			
Correo-e	pmarino@uvigo.es			
Web	http://fatic.uvigo.es			

**Descrición xeral** O propósito principal desta materia é formar ao estudante no deseño e caracterización dos sistemas de instrumentación electrónica, e as diferentes alternativas de sensores que presentan sinais analóxicas e dixitais á entrada dos devanditos sistemas de instrumentación. En primeiro lugar, preséntanse e desenvólvense os conceptos asociados cos sensores, e o acondicionamento dos sinais xerados. A continuación introdúcense os diferentes tipos de conexións serie e paralelo, a instrumentación programable, e as redes de instrumentación máis relevantes tanto cableadas como inarámicas. Os contidos principais ordénanse da seguinte forma:

- + Análise dos principais parámetros que caracterizan o comportamento dos sensores.
  - + Principios físicos fundamentais que interveñen na comprensión dos diversos tipos de sensores.
  - + Aplicacións máis relevantes dos sensores nos diferentes ámbitos da instrumentación electrónica.
  - + Arquitecturas da instrumentación electrónica, desde as configuracións máis sinxelas punto a punto, ata as máis complexas en grandes sistemas distribuídos, e introdúcense as normas internacionais.
  - + Deseño da instrumentación programable, analizando os buses GPIB, VXI e PXI.
  - + Clasificación de arquitecturas para instrumentación electrónica en diferentes ámbitos de aplicación.
- Introdúcense as normas de Buses de Campo tanto cableados como inarámicos.

Os obxectivos fundamentais da parte práctica da materia son que o alumno adquira tanto a capacidade de análise dos parámetros característicos dos sensores integrados nos sistemas de instrumentación electrónica, como das ferramentas VEE e LabVIEW para un correcto manexo dos buses de instrumentación programable. O alumno, ao finalizar a materia, debe coñecer e saber manexar correctamente os instrumentos de laboratorio, debe distinguir e caracterizar os diferentes sensores, e ter habilidades prácticas no deseño de arquitecturas de instrumentación electrónica.

A documentación desta materia estará en castelán. A materia será impartida en galego e castelán. Será avaliada en castelán.

## Competencias

Código	
B3	CG3 Coñecemento de materias básicas e tecnoloxías que capaciten o alumnado para a aprendizaxe de novos métodos e tecnoloxías, así como para dotalo dunha gran versatilidade para adaptarse a novas situacións.
B4	CG4 Capacidade para resolver problemas con iniciativa, para a toma de decisións, a creatividade, e para comunicar e transmitir coñecementos, habilidades e destrezas, comprendendo a responsabilidade ética e profesional da actividade do Enxeñeiro Técnico de Telecomunicación.
B5	CG5 Coñecementos para a realización de medicións, cálculos, valoracións, taxacións, peritaxes, estudos, informes, planificación de tarefas e outros traballos análogos no seu ámbito específico da telecomunicación.

C42	(CE42/SE4): Capacidade para aplicar a electrónica como tecnoloxía de soporte noutros campos e actividades, e non só no ámbito das Tecnoloxías da Información e as Comunicaci3ns.
C46	(CE46/SE8): Capacidade para especificar e utilizar instrumentaci3n electr3nica e sistemas de medida.
D2	CT2 Concibir a Enxeñaría no marco do desenvolvemento sostible.
D3	CT3 Tomar conciencia da necesidade dunha formaci3n e mellora continua de calidade, amosando unha actitude flexible, aberta e 3tica ante opini3n discriminaci3n por sexo, raza ou relixi3n, respecto os dereitos fundamentais, acesibilidade, etc.

### Resultados de aprendizaxe

Resultados previstos na materia	Resultados de Formaci3n e Aprendizaxe		
Coñecemento dos distintos tipos de sensores e as súas aplicaci3ns.	B3	C42 C46	D2 D3
Capacidade para o desenvolvemento de circuítos electr3nicos de acondicionamento de sinal.	B4 B5	C42 C46	D2 D3
Coñecemento e utilizaci3n de ferramentas informáticas para tratamento de datos e representaci3n da informaci3n.	B4 B5	C42 C46	
Coñecemento dos principios básiacos da instrumentaci3n programable e a súa utilizaci3n.	B3	C42 C46	D2 D3

### Contidos

Tema	
Tema 1: Introduci3n aos sensores.	Formas de conversi3n da enerxía. Conceptos de sensor, transductor e actuador. Características estáticas e dinámicas. Outras características. Clasificaci3n de sensores. Criterios de selecci3n.
Tema 2: Sensores resistivos de temperatura. Galgas extensométricas.	Sensores resistivos de temperatura: Características xerais. Tipos. Acondicionamento. Exemplos de aplicaci3n.  Galgas extensométricas: Principio de funcionamento. Características xerais. Modos de utilizaci3n. Acondicionamento. Exemplos de aplicaci3n.
Tema 3: Fotorresistivos e optoelectr3nicos. Outros sensores resistivos.	Fotorresistivos e optoelectr3nicos: Principios físicos. Características xerais. Codificadores. Acondicionamento. Exemplos de aplicaci3n.  Outros sensores resistivos: Sensores de gases. Magnetorresistencias. Potenciométricos. Principio de funcionamento. Características xerais. Acondicionamento. Exemplos de aplicaci3n.
Tema 4: Sensores capacitivos. Sensores inductivos e magnéticos.	Sensores capacitivos: Introduci3n. Principios de medida. Parámetros. Acondicionamento. Sensores de proximidade capacitivos. Exemplos de aplicaci3n.  Sensores inductivos e magnéticos: Introduci3n. Principio de funcionamento. Tipos de transformador variable. Parámetros. Acondicionamento. Sensores de efecto Hall. Exemplos de aplicaci3n.
Tema 5: Termopares. Outros tipos de sensores.	Termopares: Principio de funcionamento. Tipos de termopares. Escalas de calibraci3n. Acondicionamento. Exemplos de aplicaci3n.  Outros tipos de sensores: Piroeléctricos. Ultras3ns. Magnetostrictivos.
Tema 6: A instrumentaci3n programable.	A instrumentaci3n programable. A instrumentaci3n conmutada. Os sistemas híbridos de instrumentaci3n.  Conceptos xerais. O bus GPIB. Configuraci3ns e instrumentos. Normas IEEE 488.1/488.2. Procedementos de transferencia. O HS488.  Grupos de ordes GPIB. Funci3ns básiacas. Circuítos integrados para GPIB. Tarxetas de controladores GPIB. A norma SCPI. Contornas de programaci3n para deseño de sistemas ATE.

Tema 7: Buses multiprocesador normalizados.	Os sistemas de tarxetas. Aplicacións dos buses normalizados. Clasificación. Tipos de conectores e tarxetas. Clasificación dos sistemas multiprocesadores. Sistemas multiprocesadores de memoria compartida. Multiplexación. Clasificación de árbitros de bus. Técnicas de arbitraje.  Concepto de bus asíncrono. Direccionamento. Transferencia de datos. Interrupcións. Deseño eléctrico de buses de alta velocidade. Sinais TTL e ECL. A física do backplane.
Tema 8: O bus VME.	Introdución. Módulos funcionais. Subbuses e sinais. A transferencia de datos. Tipos de arbitraje. Circuito controlador do sistema. A cadea de interrupción. Produtos comerciais.
Tema 9: Normas na instrumentación programable.	Introdución aos buses VXI e PXI. Subbuses e sinais. Configuracións. Tipos de dispositivos. Produtos e sistemas de desenvolvemento. PCI Express e a instrumentación conmutada. Ethernet e a súa versión LXI de instrumentación. AXIEe para altas prestacións.
Práctica 1: Introducción a LabVIEW.	Introdución a LabVIEW mediante exemplos de programación.
Práctica 2: Sensores de Temperatura: Termistor NTC.	Acondicionamento e desenvolvemento dun instrumento virtual de medida (Termómetro).
Práctica 3: Sensores optoelectrónicos: Fotodiodo PIN.	Análise da resposta espectral.
Práctica 4: Sensor Capacitivo: Acelerómetro.	Análise e postprocesado para desenvolvemento dun instrumento virtual de medida de inclinación.
Práctica 5: Instrumentación programable I.	Comprobación experimental da resposta en frecuencia de dous circuitos RC sinxelos mediante o control programable da instrumentación do posto do laboratorio. O control programable realizarase a través dunha conexión USB entre o PC e cada instrumento.
Práctica 6: Instrumentación programable II.	Desenvolver unha aplicación que verifique, mediante o control programable dalgúns dos instrumentos situados nun chasis VXI, se a resposta en frecuencia dun circuito RC sinxelo se corresponde coa dun filtro paso baixo ou paso alto. O control programable de cada instrumento desde o PC realizarase a través dunha conexión LAN (Local Area Network) e utilizando unha pasarela (gateway) GPIB -Ethernet.

## Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Actividades introdutorias	2	2	4
Sesión maxistral	16	23	39
Prácticas de laboratorio	14	12	26
Traballos tutelados	7	28	35
Probas de tipo test	3	43	46

\*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 traballarase as competencias CG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 y CT3.
Sesión 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 traballarase as competencias CG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 y CT3.
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 montaxe de circuitos propostos. O estudante adquirirá habilidades de traballo persoal e en grupo para a preparación dos traballos de laboratorio, utilizando a documentación dispoñible e os conceptos teóricos relacionados. Identificaranse posibles dúbidas que se resolverán no laboratorio ou en titorías personalizadas. Nestas clases traballarase as competencias CG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 y CT3.

Traballos tutelados	Actividade de manexo de coñecementos básicos co obxectivo de desenvolver un traballo de procura e selección de coñecementos máis amplos e específicos dentro do ámbito da materia. O alumno debe demostrar un grado de autonomía adquirido trala correcta asimilación dos contidos impartidos que o capacite para unha posterior investigación de contidos máis avanzados. A actividade desenvolverase en grupo ao redor dun tema proposto polo profesor e o traballo autónomo será guiado e supervisado polo profesor no transcurso das sesións de titoría en grupo (horas tipo C). Nestas clases traballarase as competencias CG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 y CT3.
---------------------	---

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Sesión maxistral	Os estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do profesorado no horario que se establecerá para ese efecto o principio do curso e que se publicará na páxina web da materia. En ditas titorías atenderanse dúbidas e consultas dos estudantes sobre os contidos impartidos nas sesións maxistras e orientaráselles sobre como abordar o seu estudo.
Prácticas de laboratorio	Os estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do profesorado no horario que se establecerá para ese efecto o principio do curso e que se publicará na páxina web da materia. En ditas titorías atenderanse dúbidas e consultas dos estudantes sobre o desenvolvemento das prácticas de laboratorio, o manexo da instrumentación, a montaxe de circuitos e as ferramentas de programación.
Traballos tutelados	Os estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do profesorado no horario que se establecerá para ese efecto o principio do curso, e que se publicará na páxina web da materia. O profesorado atenderá dúbidas e consultas dos estudantes sobre o traballo tutelado proposto.

### Avaliación

	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 asistencia e o traballo desenvolvido durante as sesións no laboratorio. A nota final de prácticas (NFP) 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 parte de avaliación individual de cada estudante, obtida a partir das tarefas de traballo individual previo e de cuestións personalizadas en cada unha das sesións. Nestas prácticas avaliaranse as competencias CG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 y CT3.	35	B3 C42 D2 B4 C46 D3 B5
Traballos tutelados	Avaliarase o traballo tendo en conta a calidade dos resultados obtidos, da presentación e análise dos mesmos, así como a calidade da memoria final realizada. A nota final do traballo (NTT) estará comprendida entre 0 e 10 puntos. A avaliación deste traballo realizado en grupo será común a todos os membros do grupo, que obterán a mesma cualificación. Neste traballo avaliaranse as competencias CG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 y CT3.	15	B3 C42 D2 B4 C46 D3 B5
Probas de tipo test	Probas que se realizarán logo de cada grupo de temas expostos nas sesións maxistras para avaliar os coñecementos adquiridos polo estudante. A nota final de teoría (NFT) estará comprendida entre 0 e 10 puntos. Nesta actividade avaliaranse as competencias CG3, CG4, CG5, CE42, CE46, CT2 y CT3.	50	B3 C42 D2 B4 C46 D3 B5

### Outros comentarios sobre a Avaliación

#### 1. Avaliación continua

Seguindo as directrices propias da titulación e os acordos da comisión académica ofrecerase aos alumnos que cursen esta materia un sistema de avaliación continua.

*Enténdese que os alumnos que realicen unha proba parcial de teoría ou que asistan a 2 prácticas de laboratorio **optan pola avaliación continua** da materia.*

A materia divídese en tres partes: teoría (50%), práctica (35%) e traballo tutelado (15%). As cualificacións das tarefas avaliáveis serán válidas só para o curso académico no que se realizan.

#### 1.a Teoría.

Realizaranse 2 probas parciais de teoría (PT) debidamente programadas ao longo do curso. A primeira proba (PT1)

realizárase en horario de teoría ao finalizar o tema 5. A segunda proba (PT2) realizárase o mesmo día que o exame final que se celebrará na data que estableza a dirección da Escola. As probas non son recuperables, é dicir, que se un estudante non pode asistir o día en que estean programadas o profesor non ten obrigaón de repetilas.

Cada proba parcial constará dunha serie de preguntas tipo test e de desenvolvemento do temario. A nota de cada proba parcial de teoría valorárase de 0 a 10 puntos. A nota das probas ás que falte será de 0 puntos. A media aritmética das notas dos dous parciais terá un peso do 90% na nota final de teoría (NFT). A asistencia a clase (AC) valorárase tamén de 0 a 10 puntos, é terá un peso do 10% en NTF. A expresión para calcular NFT será:

$$\text{NFT} = 0,9 \cdot (\text{PT1} + \text{PT2})/2 + 0,1 \cdot \text{AC}$$

Para superar a parte de teoría será necesario obter polo menos 4,5 puntos de 10 en cada PT. Se se obtivo menos de 4,5 puntos de 10 na primeira proba parcial, o alumno poderá recuperar dita parte o mesmo día da segunda proba parcial de teoría.

### **1.b Práctica**

Realizáranse 7 sesións de prácticas de laboratorio de 2 horas en grupos de 2 alumnos. A parte práctica cualificarase mediante a avaliación continua de todas as prácticas. Cada unha das 7 prácticas avaliarase unicamente o día da práctica.

Para a valoración da parte práctica terase en conta o traballo de preparación previa, a asistencia e o traballo desenvolvido durante as sesións no laboratorio. Cada práctica valorárase cunha nota (NP) entre 0 e 10 puntos. A nota das prácticas ás que se falte será de 0. A nota final das prácticas (NFP) será a media aritmética das notas das prácticas:

$$\text{NFP} = (\text{NP1} + \text{NP2} + \text{NP3} + \text{NP4} + \text{NP5} + \text{NP6} + \text{NP7})/7$$

Para superar a parte de práctica será necesario obter na nota final de prácticas polo menos 5 puntos de 10. Ademais, o estudante só poderá faltar a 2 sesións de laboratorio, e só se se trata de faltas debidamente xustificadas.

### **1.c Traballo tutelado**

Na primeira sesión de titoría en grupo (horas tipo C) presentarase todas as actividades a realizar e asignárase o traballo concreto a cada grupo de estudantes. A continuación, a meirande parte do traballo do alumno será non presencial. O profesor seguirá o desenvolvemento do traballo do alumno nas restantes sesións de titoría en grupo (horas tipo C).

O traballo será avaliado en función da calidade dos resultados obtidos, da presentación e análise dos mesmos, así como da calidade da memoria final realizada. O prazo de entrega da devandita memoria será debidamente programado e informado polo profesorado da materia. A nota do traballo tutelado (NTT) valorárase de 0 a 10 puntos. O alumno que non entregue a memoria final do traballo dentro do prazo indicado terá unha nota NTT = 0.

Para superar esta parte NTT terá que ser de polo menos 5 puntos de 10 e o estudante non poderá faltar a máis de 1 sesión. A falta deberá ser debidamente xustificada.

### **1.d Nota final da materia**

Na nota final (NF), a nota de teoría (NFT) terá un peso do 50%, a nota de prácticas (NFP) do 35% e a nota do traballo tutelado (NTT) do 15%.

Para aprobar a materia será imprescindible superar as tres partes:

- a parte de teoría:  $\text{NFT} \geq 5$  con  $\text{PT1} \geq 4,5$  y  $\text{PT2} \geq 4,5$
- e a parte práctica:  $\text{NFP} \geq 5$  e non faltar a máis de 2 sesións de prácticas.
- e a parte de traballo tutelado:  $\text{NTT} \geq 5$  e non faltar a máis de 1 sesión de titoría en grupo.

Neste caso a cualificación final será a suma ponderada das notas de cada parte:

$$\text{NF} = 0,50 \cdot \text{NFT} + 0,35 \cdot \text{NFP} + 0,15 \cdot \text{NTT}$$

No caso de non superar algunha das tres partes, a nota final será a calculada usando a seguinte expresión :

$$\text{NF} = \min( \{ 4,5; 0,50 \cdot \text{NFT} + 0,35 \cdot \text{NFP} + 0,15 \cdot \text{NTT} \} )$$

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

## **2. Exame final**

Os alumnos que non opten pola avaliación continua poderán presentarse a un exame final que constará dunha serie de

actividades avaliadas similares ás que se contemplan na avaliación continua. Así, nas datas establecidas pola dirección da Escola para a realización do exame final, os estudantes que non optasen pola avaliación continua deberán realizar unha proba teórica, unha proba práctica no laboratorio, e un traballo tutelado. Para presentarse á parte práctica e para a asignación do traballo tutelado o alumno debe apuntarse previamente seguindo o procedemento indicado polo profesorado con suficiente antelación.

O exame teórico consistirá en dúas probas que constarán dunha serie de preguntas tipo test e de desenvolvemento do temario. Cada proba (PT) valorarase de 0 a 10 puntos e a nota final de teoría (NFT) será a media aritmética das notas das probas parciais:

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

Para avaliar a parte práctica teranse en conta os resultados obtidos na proba realizada no laboratorio. Esta proba consistirá na montaxe dalgúns dos circuítos tratados nas sesións de prácticas e nunha serie de preguntas de resposta curta e/ou tipo test acerca de devanditos circuítos. Esta proba práctica valorarase de 0 a 10 puntos e dita cualificación será a nota final de prácticas (NFP).

O alumno tamén deberá facer un traballo tutelado e entregar unha memoria escrita do mesmo o día do exame final de teoría. Para avaliar o traballo tutelado terase en conta a calidade dos resultados obtidos, da presentación e a análise dos mesmos, así coma a calidade da memoria final realizada. Este traballo valorarase de 0 a 10 puntos e dita cualificación será a nota final desta parte (NTT). O alumno que non entregue a memoria final do traballo dentro do prazo indicado terá unha nota NTT = 0.

Para aprobar a materia será imprescindible superar as tres partes:

- a parte de teoría:  $\text{NFT} \geq 5$  con  $\text{PT1} \geq 5$  y  $\text{PT2} \geq 5$
- e a parte práctica:  $\text{NFP} \geq 5$
- e a parte de traballo tutelado:  $\text{NTT} \geq 5$

Neste caso a cualificación final será a suma ponderada das notas de cada parte:

$$\text{NF} = 0,50 \cdot \text{NFT} + 0,35 \cdot \text{NFP} + 0,15 \cdot \text{NTT}$$

No caso de non superar algunha das tres partes, a nota final será a calculada usando a seguinte expresión :

$$\text{NF} = \min( \{ 4,5; 0,50 \cdot \text{NFT} + 0,35 \cdot \text{NFP} + 0,15 \cdot \text{NTT} \} )$$

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

### 3. Segunda oportunidade de superar a materia

Esta oportunidade terá o mesmo formato que o exame final: unha proba teórica, unha proba práctica no laboratorio, e un traballo tutelado. Celebrarase na data que estableza a dirección da Escola. Para presentarse á parte práctica e para a asignación do traballo tutelado o alumno debe apuntarse previamente seguindo o procedemento indicado polo profesorado con suficiente antelación.

As notas das partes ás que non se presenten nesta segunda oportunidade serán as obtidas na avaliación continua ou no exame final do curso académico actual. Ademais, nesta ocasión os estudantes só poderán presentarse ás probas que non superaron na primeira oportunidade.

O cálculo da nota final da materia realizarase tal e como se explica:

- no apartado 1.d para os alumnos que optaron pola avaliación continua.
- no apartado 2 para os alumnos que non seguiron a avaliación continua.

---

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

Black, J. (editor), **The system engineering handbook: a guide to building VME bus and VXI bus Systems**,

Mariño, P., **Las comunicaciones en la empresa: normas, redes y servicios**, 2ª Ed.,

Norton, H., **Sensores y analizadores**,

Pérez García, M.A., **Instrumentación Electrónica**, 1ª Ed.,

Pérez García, M.A., Álvarez Antón, J.C., Campo Rodríguez, J.C., Ferrero Martín, F.J., y Grillo Orteg, **Instrumentación Electrónica**,

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

---

---

## **Recomendacións**

---

### **Materias que se recomenda cursar simultaneamente**

---

Circuitos electrónicos programables/V05G300V01502

Electrónica analóxica/V05G300V01624

Sistemas de adquisición de datos/V05G300V01521

---

### **Materias que se recomenda ter cursado previamente**

---

Electrónica dixital/V05G300V01402

Física: Fundamentos de electrónica/V05G300V01305

Tecnoloxía electrónica/V05G300V01401

---