



## 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	OB	3	2c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Tecnoloxía electrónica			
Coordinador/a	Mariño Espiñeira, Perfecto			
Profesorado	Costas Pérez, Lucía Mariño Espiñeira, Perfecto Pastoriza Santos, Vicente			
Correo-e	pmarino@uvigo.es			
Web	http://faitic.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 adquiera 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.

### Competencias de titulación

Código	
A3	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.
A4	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.
A5	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.
A55	(CE46/SE8): Capacidade para especificar e utilizar instrumentación electrónica e sistemas de medida.

### Competencias de materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Comprensión e dominio dos conceptos básicos dos principios físicos dos sensores.	A3 A55
Comprensión e dominio dos conceptos básicos das características de funcionamento dos sensores.	A3 A55
Comprensión e dominio das montaxes de acondicionamento e exemplos de aplicación dos sensores, que forman parte da entrada dos sistemas de instrumentación electrónica.	A4 A5 A55
Comprensión e dominio dos conceptos básicos das arquitecturas de instrumentación electrónica programables e as súas normas internacionais.	A3 A55
Coñecementos básicos sobre ferramentas de desenvolvemento para a realización de sistemas de instrumentación programable.	A4 A5
Capacidade de utilización de ferramentas de desenvolvemento para deseñar sistemas de instrumentación programable conectados a buses de campo cableados e inarámicos.	A4 A5

## Contidos

Tema	
Tema 1: Introducción aos sensores.	Formas de conversión da enerxía. Conceptos de sensor, transductor e actuador. Características estáticas e dinámicas. Outras características. Clasificación de sensores. Criterios de selección. Acondicionamento. Exemplos de aplicación en Tecnoloxías da Información e as Comunicacions (TIC).
Tema 2: Sensores resistivos de temperatura. Galgas extensométricas.	Sensores resistivos de temperatura: Características xerais. Tipos. Acondicionamento. Exemplos de aplicación. Galgas extensométricas: Principio de funcionamento. Características xerais. Modos de utilización. Acondicionamento. Exemplos de aplicación.
Tema 3: Fotorresistivos e optoelectrónicos. Outros sensores resistivos.	Fotorresistivos e optoelectrónicos: Principios físicos. Características xerais. Codificadores. Acondicionamento. Exemplos de aplicación. Outros sensores resistivos: Sensores de gases. Magnetorresistencias. Potenciométricos. Principio de funcionamento. Características xerais. Acondicionamento. Exemplos de aplicación.
Tema 4: Sensores capacitivos. Sensores inductivos e magnéticos.	Sensores capacitivos: Introducción. Principios de medida. Parámetros. Acondicionamento. Sensores de proximidade capacitivos. Exemplos de aplicación. Sensores inductivos e magnéticos: Introducción. Principio de funcionamento. Tipos de transformador variable. Parámetros. Acondicionamento. Sensores de efecto Hall. Exemplos de aplicación.
Tema 5: Sensores pirométricos e termografía infravermella. Termopares. Outros tipos de sensores.	Sensores pirométricos e termografía infravermella: Principio de funcionamento. Características xerais. Acondicionamento. Exemplos de aplicación. Termopares: Principio de funcionamento. Tipos de termopares. Escalas de calibración. Acondicionamento. Exemplos de aplicación. Outros tipos de sensores: Piroeléctricos. Ultrasóns. Magnetostrictivos. Captación de nivel por radar. Biosensores. Sensores analíticos. Enerxía nuclear e altas enerxías.
Tema 6: A instrumentación programable.	Fitos históricos da instrumentación electrónica: Evolución da instrumentación. Sistemas de instrumentación. Definicións. Necesidades actuais e perspectivas futuras. A instrumentación programable. A instrumentación conmutada. Os sistemas híbridos de instrumentación. Conceptos xerais. O bus GPIB. Configuracións e instrumentos. Normas IEEE 488.1/488.2. Procedementos de transferencia. O HS488. Grupos de ordes GPIB. Funcións básicas. Circuitos integrados para GPIB. Tarxetas de controladores GPIB. A norma SCPI. Contornas de programación 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 ámbitos de bus. Técnicas de arbitraje. Concepto de bus asíncrono. Direcciónamento. Transferencia de datos. Interrupcións. Deseño eléctrico de buses de alta velocidade. Sinais TTL e ECL. A física do backplane. Emisores (drivers), receptores (receivers) e transceptores (transceivers). Estándares internacionais.
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.
Tema 10: Os buses de campo.	Características xerais. Clasificación. Exemplos prácticos: PROFIBUS e CAN. Infraestructuras de transporte intelixente (ITS). Buses embebidos de automoción: LIN, MOST, FLEXRAY, JSAE 1939 e outros. Norma IEEE 1451 para sensores intelixentes. Ferramentas de desenvolvemento.
Tema 11: As redes inarámicas.	As bandas ISM. Características das redes inarámicas. Multiplexación e modulación. O concepto SDR. Normas WLAN e WPAN. Normas IEEE 802.15.1/4/3 (Bluetooth, Zigbee e UWB). Redes para sensores inarámicos (WSNs). Outras redes comerciais.
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.	Realización práctica de control de instrumentos nos postos do laboratorio de instrumentación programable.
Práctica 6: Instrumentación programable II.	Realización práctica de control de instrumentos nos postos do laboratorio de instrumentación programable.

### 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.
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.
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 circuítos 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.
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).

### Atención personalizada

#### Metodoloxías Descrición

Sesión maxistral	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 maxistrais e orientaráselles sobre como abordar o seu estudo. Resolución de problemas e/ou exercicios: 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 asignatura. En ditas tutorías atenderanse dúbidas e consultas dos estudantes 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: 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 circuítos 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.
Prácticas de laboratorio	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 maxistrais e orientaráselles sobre como abordar o seu estudo. Resolución de problemas e/ou exercicios: 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 asignatura. En ditas tutorías atenderanse dúbidas e consultas dos estudantes 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: 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 circuítos 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.
Traballos tutelados	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 maxistrais e orientaráselles sobre como abordar o seu estudo. Resolución de problemas e/ou exercicios: 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 asignatura. En ditas tutorías atenderanse dúbidas e consultas dos estudantes 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: 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 circuítos 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.

<b>Avaliación</b>		
	Descrición	Cualificación
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.	35
Traballos tutelados	Avaliarase o traballo tendo en conta a calidade da memoria final realizada así como a súa exposición pública na aula. A nota final do traballo (NTG) estará comprendida entre 0 e 10 puntos.	15
Probas de tipo test	Probas que se realizarán logo de cada grupo de temas expostos nas sesións maxistrais para avaliar os coñecementos adquiridos polo estudante. A nota final de teoría (NFT) estará comprendida entre 0 e 10 puntos.	50

#### **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 avaliadas serán válidas só para o curso académico no que se realizan.

### 1.a Teoría

Levaranse a cabo 2 probas parciais de teoría (PT) debidamente programadas ao longo do curso. A primeira proba realízase na quenda de teoría ao finalizar o tema 5. A segunda proba realízase o mesmo día que o exame final que se celebrará na data que establece a dirección da Escola. As probas non son recuperables, é dicir, que si un estudante non pode asistir o día no que estean programadas o profesor non ten obrigação de repetirlas.

Cada proba parcial constará dunha serie de preguntas curtas e/ou de tipo test e/ou resolución de problemas e/ou exercicios. A nota de cada proba parcial de teoría (PT) valorarase de 0 a 10 puntos. A nota das probas ás que se falte 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 delas. Si se obteñen menos de 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

Levaranse a cabo 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 desenvolvemento durante as sesións no laboratorio. Valorarase cada práctica 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 si se trata de faltas debidamente xustificadas.

### 1.c Traballo tutelado

Na primeira sesión de tutoría en grupo (horas tipo C) presentaranse todas as actividades a realizar e asignarase un traballo concreto a cada grupo de estudantes. O traballo presencial levarase a cabo nas restantes sesións de tutoría en grupo (horas tipo C).

O traballo será avaliado en función dos resultados obtidos e da análise dos mesmos. Para iso, valorarase a exposición pública na aula cunha nota (NE) entre 0 e 10 puntos e a calidade da memoria final realizada cunha nota (NM) entre 0 e 10 puntos. A nota final do traballo en grupo (NTG) será a suma ponderada das notas de cada parte, tendo a presentación na aula un peso do 30% e a memoria do traballo un 70%. A nota final do traballo en grupo (NTG) será:

$$\text{NTG} = 0,3 \cdot \text{NE} + 0,7 \cdot \text{NM}$$

Para superar esta parte a nota final do traballo en grupo (NTG) terá que ser de polo menos 5 puntos de 10 e o estudante non poderá haber faltado a máis dunha 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 (NTG) do 15%. Para aprobar a materia será imprescindible haber superado a parte de teoría, a parte práctica e a parte do traballo tutelado. Neste caso a cualificación final será a suma ponderada das notas de cada parte:

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

No caso de non superar algunha das partes ( $\text{NFT} < 5$  ou  $\text{NFP}$ )

---

**Bibliografía. Fuentes 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., 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**,

---

---

**Recomendaciones**

---

**Materias que se recomienda cursar simultaneamente**

---

Circuitos electrónicos programables/V05G300V01502

Electrónica analógica/V05G300V01624

Sistemas de adquisición de datos/V05G300V01521

---

**Materias que se recomienda ter cursado previamente**

---

Electrónica dixital/V05G300V01402

Tecnología electrónica/V05G300V01401

---