



## Escola de Enxeñaría Industrial

### Información

Para obter información adicional sobre o centro e os seus títulos visitar a páxina web do centro <https://eei.uvigo.es/>

## PCEO Grao en Enxeñaría Biomédica/Grao en Enxeñaría en Electrónica Industrial e Automática

### Materias

#### Curso 3

Código	Nome	Cuadrimestre	Cr.totais
V12G760V01301	Fundamentos de organización de empresas e xestión sanitaria	1c	6
V12G760V01302	Fundamentos de automática e control	1c	6
V12G760V01303	Mecánica de sólidos deformables en enxeñaría biomédica	1c	6
V12G760V01304	Mecánica de fluídos	1c	6
V12G760V01305	Sensores e adquisición de sinais biomédicas	1c	6
V12G760V01306	Electrónica dixital e microcontroladores	2c	9
V12G760V01307	Enxeñaría de control I	2c	9

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Fundamentos de organización de empresas e xestión sanitaria**

Materia	Fundamentos de organización de empresas e xestión sanitaria			
Código	V12G760V01301			
Titulación	PCEO Grao en Enxeñaría Biomédica/Grao en Enxeñaría en Electrónica Industrial e Automática			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	3	1c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Organización de empresas e márketing			
Coordinador/a	García Álvarez, Óscar			
Profesorado	García Álvarez, Óscar Reyes Santías, Francisco			
Correo-e	ogarcia@uvigo.es			
Web				
Descrición xeral				

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia Resultados de Formación e Aprendizaxe

**Contidos**

Tema	
1.- Introducción	1.1. Principios e fundamentos da organización de empresas. A xestión sanitaria.
2.- A xestión de *stocks	2.1. Conceptos básicos de xestión de inventarios
3.- A planificación e a programación dos procesos	3.1.- A función de planificación. Aplicación no ámbito sanitario.
4.- A xestión de proxectos	4.1. A Planificación, programación e control de proxectos. Ferramentas
5.- Organización do traballo	5.1. Técnicas e ferramentas de organización do traballo. Métodos e medidas do rendemento e a súa avaliación.
6.- Lean *Management	6.1.- Elementos do Lean *Management. Visual *Management. Exemplos de aplicación.
7.- A xestión da calidade, a seguridade e a sustentabilidade	7.1.- A xestión da calidade, a seguridade e a sustentabilidade

**Planificación**

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Estudo de casos	18	24.5	42.5
Lección maxistral	32.5	75	107.5

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

**Metodoloxía docente**

	Descrición
Estudo de casos	Estudo de casos con traballo en equipo e exposición pública
Lección maxistral	Presentación do docente dos contidos teóricos, ilustrándoos de forma participativa, con pequenos exemplos e exercicios.

**Atención personalizada**

Metodoloxías	Descrición
Estudo de casos	Habilítanse horas de asesoramento para a resolución dos casos

<b>Avaliación</b>		
	Descrición	Cualificación Resultados de Formación e Aprendizaxe
Estudo de casos	Desenvolvemento dos casos, traballo en equipo e presentación pública	20
Lección maxistral	Exame que combina contidos teóricos e prácticos	80

### **Outros comentarios sobre a Avaliación**

O exame constará de dúas probas, unha teórica e outra práctica, que suporán un 40% cada unha da nota global da materia ao longo do curso.

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

#### **Bibliografía Básica**

Oficina Internacional del Trabajo, **Introducción al Estudio del Trabajo**, 4ª, Oficina Internacional del Trabajo, 1996

Prado Prado, José Carlos; García Arca, Jesús; Fernández González, Arturo José, **Fundamentos de gestión de la producción**, 1ª, Dextra Editorial, 2020

HERNÁNDEZ, J.C.; VIZÁN, A., **Lean Manufacturing. Conceptos, Técnicas e Implantación**, 1ª, Fundación EOI, 2013

CHASE, R.B.; AQUILANO, N.J.; JACOBS, F.R., **Administración de Producción y Operaciones**, 1ª, McGraw-Hill, 2001

#### **Bibliografía Complementaria**

### **Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Fundamentos de automática e control**

Materia	Fundamentos de automática e control			
Código	V12G760V01302			
Titulación	PCEO Grao en Enxeñaría Biomédica/Grao en Enxeñaría en Electrónica Industrial e Automática			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	3	1c
Lingua de impartición				
Departamento	Enxeñaría de sistemas e automática			
Coordinador/a	Armesto Quiroga, José Ignacio			
Profesorado	Armesto Quiroga, José Ignacio Moares Crespo, José María Prado Cambeiro, Jaime			
Correo-e	armesto@uvigo.es			
Web				
Descrición xeral	Esta materia presenta os conceptos básicos dos sistemas de automatización industrial e dos métodos de control, considerando como elementos centrais dos mesmos o autómeta *programable e o regulador industrial, respectivamente.			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia Resultados de Formación e Aprendizaxe

Adquirir unha visión global e realista do alcance actual dos sistemas de automatización industrial.

Coñecer cales son os elementos constitutivos dun sistema de automatización industrial, como funcionan, e como se \*dimensionan.

Coñecemento aplicado sobre os \*autómetas \*programables, a súa programación e a súa aplicación á automatización de sistemas industriais.

Coñecementos xerais sobre o control continuo de sistemas dinámicos, das principais ferramentas de simulación de sistemas continuos e dos

principais dispositivos de control de procesos con maior interese a nivel industrial.

Conceptos xerais das técnicas de axuste de reguladores industriais.

**Contidos**

Tema

1. Tipos de sistemas de regulación e métodos de control	1.1 Tipos de sistemas: sistemas de regulación e sistemas de automatización. 1.2 Introducción aos sistemas de regulación en bucle aberto y bucle pechado. 1.3 Sistemas físicos e modelos matemáticos. Linealización. 1.4 Modelado en función de transferencia. Transformada de Laplace. Propiedades. Exemplos. 1.5 Análisis de sistemas de regulación. Resposta temporal de sistemas de primeiro e segundo orden. Estabilidade. Réxime transitorio e permanente. 1.6 Controladores lineais continuos. Accións básicas de control. Regulador PID. 1.7 Métodos empíricos de sintonía de reguladores industriais.
2. Introducción á automatización industrial	2.1 Introducción á automatización de tarefas. 2.2 Equipos para a automatización industrial. 2.3 Estrutura e componentes básicos de equipos para a automatización industrial.

3. Elementos e dispositivos para a automatización industrial	<p>3.1 Sensores industriais</p> <p>3.1.1 Finales de carrera, detectores inductivos, capacitivos, ultrasónicos, fotoeléctricos e de presión.</p> <p>3.1.2 Pulsadores, conmutadores, setas de emerxencia.</p> <p>3.2 Actuadores industriais</p> <p>3.2.1 Accionamientos eléctricos, neumáticos, hidráulicos.</p> <p>3.2.2 Lámparas, balizas, sireas</p>
4. Autómatas programables	<p>4.1. Introducción ao autómatas programable.</p> <p>4.2 Diagrama de bloques. Elementos do autómatas programable.</p> <p>4.3 Ciclo de funcionamento do autómatas. Tempo de ciclo.</p> <p>4.4 Modos de operación.</p> <p>4.5 Direccionamiento e acceso á periferia.</p> <p>4.6 Instrucións, variables e operandos.</p> <p>4.7 Formas de representación dun programa.</p> <p>4.8 Tipos de módulos do programa.</p> <p>4.9 Programación lineal e estruturada.</p>
4. Programación de autómatas con E/S dixitais	<p>4.1 Variables binarias. Entradas, saídas e memoria.</p> <p>4.2 Linguaxes de programación de autómatas.</p> <p>4.2.1 Lista de instrucións</p> <p>4.2.2 Plano de contactos</p> <p>4.2.3 Diagrama de funcións</p> <p>4.3 Combinacións binarias.</p> <p>4.4 Operacións de asignación.</p> <p>4.5 Creación dun programa simple.</p> <p>4.6 Temporizadores e contadores.</p> <p>4.7 Operacións aritméticas.</p> <p>4.8 Exemplos.</p>
5. Introducción aos linguaxes e técnicas de programación de autómatas programables	<p>5.1 Variables binarias. Entradas, salidas e memoria.</p> <p>5.2 Linguaxes de programación de autómatas.</p> <p>5.2.1 Lista de instrucións</p> <p>5.2.2 Plano de contactos</p> <p>5.2.3 Diagrama de funcións</p> <p>5.3 Combinacións binarias.</p> <p>5.4 Operacións de asignación.</p> <p>5.5 Creación dun programa sinxelo.</p> <p>5.6 Temporizadores e contadores.</p> <p>5.7 Operacións aritméticas.</p> <p>5.8 Exemplos.</p>
P0. Introducción á Matlab	Preséntanse elementos básicos do programa Matlab e enuméranse instrucións específicas para sistemas de regulación (pertencentes á librería "Control System Toolbox" de Matlab).
P1. Introducción ao estudo dos sistemas de regulación con Matlab	Utilízanse comandos básicos da librería "Control System Toolbox" de Matlab para simular a resposta temporal de sistemas de primeiro e segundo orde.
P2. Introducción ao estudo dos sistemas de regulación con Simulink	Modelado e simulación de sistemas de regulación con Simulink, un entorno de programación visual integrado en Matlab para a simulación de sistemas.
P3. Análise e control de sistemas con Matlab e Simulink	Análise e simulación de sistemas lineais de control con Matlab e Simulink.
P4. Axuste empírico dun regulador industrial	Determinación dos parámetros dun regulador PID polos métodos estudados. Implantación do control calculado no regulador industrial Sipart DR axustado a un proceso simulado cun computador persoal.
P5. Introducción á programación de autómatas programables	Descrición do programa que permite desenvolver programas no autómatas programable, así como probalos, almacenalos, e modificalos. Introdúcese o manexo dos principais tipos de linguaxes de programación.
P6. Modelado directo e implantación	Modelado dun exemplo de automatización sinxelo e implantación nunha das linguaxes dispoñibles no autómatas programable.
P7. Modelado e implantación mediante Redes de Petri	Modelado mediante Redes de Petri dun exemplo de automatización máis complexo e implementación nunha das linguaxes dispoñibles no autómatas programable.
P8. Modelado con SFC (Sequential Function Chart)	Modelado normalizado dunha Rede de Petri e implantación dun sistema de automatización sinxelo coa linguaxe gráfica SFC (Sequential Function Chart).
P9. Modelado con SFC (Sequential Function Chart) (II)	Modelado normalizado dunha Rede de Petri e implantación dun sistema de automatización complexo coa linguaxe gráfica SFC (Sequential Function Chart).

<b>Planificación</b>			
	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	32.5	32.5	65
Resolución de problemas	0	10	10
Prácticas de laboratorio	18	27	45
Exame de preguntas de desenvolvemento	3	27	30

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

<b>Metodoloxía docente</b>	
	Descrición
Lección maxistral	Exposición por parte do profesor de aspectos relevantes da materia que estarán relacionados cos materiais que o alumno debe traballar.
Resolución de problemas	O profesorado resolverá na aula problemas e exercicios e o alumnado terá que resolver exercicios similares para adquirir as capacidades necesarias.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación dos coñecementos adquiridos nas clases de teoría a situacións concretas que poidan ser desenvolvidas no laboratorio da materia

<b>Atención personalizada</b>	
Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Además de la posibilidad de responder a cuestiones concretas que surjan en las clases presenciales, el profesorado está disponible en horas de tutorías para orientar a los alumnos en la resolución de ejercicios o trabajos, así como resolver las dudas que puedan surgir.
Resolución de problemas	Además de la posibilidad de responder a cuestiones concretas que surjan en las clases presenciales, el profesorado está disponible en horas de tutorías para orientar a los alumnos en la resolución de ejercicios o trabajos, así como resolver las dudas que puedan surgir.
Prácticas de laboratorio	Además de la posibilidad de responder a cuestiones concretas que surjan en las clases presenciales, el profesorado está disponible en horas de tutorías para orientar a los alumnos en la resolución de ejercicios o trabajos, así como resolver las dudas que puedan surgir.

<b>Avaliación</b>			
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Prácticas de laboratorio	Realizarse unha Avaliación Continua do traballo de cada alumno nas prácticas. Para iso valorarase cada práctica de 0 a 10 puntos en función do cumprimento dos obxectivos fixados no enunciado da mesma, da preparación previa e da actitude do alumno.Os criterios de avaliación máis relevantes son:- Puntualidade - Preparación previa do prácticas - Aproveitamento da sesión.Cada práctica poderá ter distinta ponderación no total da nota. A asistencia ás prácticas de laboratorio é obrigatoria.	25	
Exame de preguntas de desenvolvemento	Realizarse un exame oral/escrito sobre os contidos da materia que incluírá problemas e exercicios.	75	

### **Outros comentarios sobre a Avaliación**

- Realizarse unha Avaliación Continua do traballo do alumno nas prácticas ao longo das sesións de laboratorio establecidas no cuadrimestre. Cada alumno obterá unha nota por cada práctica. A nota de laboratorio de cada alumno obtense da media das notas de prácticas. As sesións sen asistencia serán puntuadas cun cero. Se a asistencia ás sesións de prácticas é inferior ao 80%, a nota de laboratorio do alumno será cero. No caso de non superar a Avaliación Continua, o alumno realizará un exame de prácticas na segunda convocatoria, unha vez superada a proba teórica.
- A avaliación das prácticas para o alumnado que renuncie oficialmente á Avaliación Continua, realizarse nun exame de prácticas nas dúas convocatorias, unha vez superadas as probas teóricas.
- Realizarse varias probas para que ningunha supere o 40% nas datas/horarios aprobados polo centro. As probas teóricas consistirán nun exame oral/escrito. No devandito exame poderase establecer unha puntuación mínima dalgún conxunto de cuestións para superar o mesmo.
- Deberanse superar (nota igual ou superior a 5 sobre 10) todas as partes (exames orais/escritos e prácticas) para aprobar a materia. No caso de non superar algunha das partes (nota inferior a 5 nesa parte), poderase aplicar un escalado das notas parciais para que a nota final non supere o 4.5.

- Na 2ª convocatoria do mesmo curso o alumno deberá examinarse de todas as partes non superadas por Avaliación Continua na 1ª convocatoria, cos mesmos criterios daquela. O alumnado que renunciase oficialmente á avaliación continua deberá examinarse e superar todas as partes.

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, e 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).

---

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

#### **Bibliografía Básica**

E. MANDADO, J. MARCOS, C. FERNÁNDEZ, J.I. ARMESTO, **Autómatas Programables y Sistemas de Automatización**, 2009,

M. SILVA, **Las Redes de Petri en la Automática y la Informática**,

R. C. DORF, R. H. BISHOP, **Sistemas de Control Moderno**, 10ª, Pearson Prentice Hall, 2005

#### **Bibliografía Complementaria**

J.P. ROMERA, **Automatización: problemas resueltos con autómatas programables**, 4ª, Paraninfo, 2002

SIMATIC (Recurso electrónico), "**SIMATIC Manual Collection S7-300**", 1ª, Siemens AG, 2000

A. BARRIENTOS et al., **Control de sistemas continuos: problemas resueltos**, 1ª, Mc. Graw-Hill, D.L., 1996

K. OGATA, **Ingeniería de control moderna**, 5ª, Pearson Educación, 2010

J.J. DISTEFANO, A.R. STUBBERUD, I.J. WILLIAMS, **Retroalimentación y sistemas de control**, 2ª, Mc Graw-Hill, 1992

---

### **Recomendacións**

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

Matemáticas: Cálculo II e ecuacións diferenciais/V12G420V01204

Fundamentos de electrónica para biomedicina/V12G420V01401

Fundamentos de electrotecnia/V12G420V01305

#### **Outros comentarios**

Para matricularse nesta materia é conveniente superar ou ben estar matriculado de todas as materias dos cursos inferiores ao curso en que está situada esta materia

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Mecánica de sólidos deformables en enxeñaría biomédica**

Materia	Mecánica de sólidos deformables en enxeñaría biomédica			
Código	V12G760V01303			
Titulación	PCEO Grao en Enxeñaría Biomédica/Grao en Enxeñaría en Electrónica Industrial e Automática			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	3	1c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Enxeñaría dos materiais, mecánica aplicada e construción			
Coordinador/a	Comesaña Piñeiro, Rafael			
Profesorado	Comesaña Piñeiro, Rafael Riveiro Rodríguez, Antonio			
Correo-e	racomesana@uvigo.es			
Web				
Descrición xeral	Nesta materia estudaranse os conceptos básicos da mecánica de medios continuos para a análise de sólidos elásticos e viscoelásticos en dispositivos, máquinas, estruturas ou tecidos. Introducíranse os estados de tensións e de deformacións nun sólido deformable e analizaranse as súas relacións cos diferentes tipos de solicitacións internas.			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia Resultados de Formación e Aprendizaxe

**Contidos**

Tema

Introdución á mecánica do medio continuo aplicada a corpos inertes e vivos.	- Fundamentos de elasticidade. - Fundamentos de viscoelasticidade. - Introducción aos criterios de fallo.
Solicitacións internas en dispositivos en biomedicina e biomateris. Distribución de tensións. Deformacións.	- Esfuerzo axil - Flexión - Torsión - Pandeo

**Planificación**

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Resolución de problemas	15.5	32.5	48
Resolución de problemas de forma autónoma	0	18	18
Lección maxistral	17	34	51
Prácticas de laboratorio	17	13	30
Exame de preguntas de desenvolvemento	1	0	1
Resolución de problemas e/ou exercicios	2	0	2

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

**Metodoloxía docente**

	Descrición
Resolución de problemas	Cada semana dedicárase un tempo á resolución por parte do alumno de exercicios ou problemas propostos, relacionados co contido que se estea vendo no momento.
Resolución de problemas de forma autónoma	Exporanse exercicios e/ou problemas para resolver de forma autónoma, dando os resultados dos mesmos, que permitirán avaliar ao alumno o grao de consecución das competencias da materia.



Lección maxistral	Presentaranse os aspectos xerais da materia de forma estruturada, facendo especial énfase nos fundamentos e aspectos máis importantes ou de máis difícil comprensión para o alumno.
Prácticas de laboratorio	Prácticas de laboratorio cooperativas coas que se porán en práctica os conceptos teóricos vistos na aula.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Resolución de problemas de forma autónoma	Tempo dedicado polo profesor a atender as necesidades e consultas do alumnado relacionadas co contido da materia. Recoméndase a atención personalizada para que o alumno poida verificar que o traballo realizado de forma autónoma é correcto ou, en caso contrario, para que poida identificar as causas de que non o sexa. O profesorado informará o horario dispoñible a comezos de curso na plataforma TEM@. Calquera alteración no mesmo comunicárase na sección de Anuncios da plataforma.

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Resolución de problemas de forma autónoma	Resolución de problemas e/ou estudo de casos / análises de situacións a realizar de forma individualizada ou en grupo.	10	
Prácticas de laboratorio	Valorarase a participación activa en todas as clases e, cando cumpra, a entrega dos informes das prácticas e o seu contido segundo as pautas dadas antes da súa realización. A cualificación obtida será a mesma na 1ª e na 2ª oportunidade da convocatoria do curso.	5	
Exame de preguntas de desenvolvemento	Pregunta de desenvolvemento de conceptos integrada no exame final da materia.	5	
Resolución de problemas e/ou exercicios	Realizaranse o número de probas necesarias para que a porcentaxe de avaliación permitida para unha única proba de avaliación continua non sexa superado. Proba para a avaliación das competencias adquiridas na materia, consistente na resolución por parte do alumno de problemas e/ou cuestións teóricas breves. A duración da proba, así como o peso de cada cuestión, daranse a coñecer no momento de realización da mesma.	80	

### Outros comentarios sobre a Avaliación

Para superar a materia será necesario obter unha puntuación mínima de 5 sobre 10.

O alumno que teña aprobada a renuncia á avaliación continua poderá presentarse ao exame final que terá un peso do 100% da nota. Nesta proba valoraranse as competencias do conxunto da materia.

A data e os lugares de realización dos exames de todas as convocatorias fixaraos o centro antes do inicio de curso e faraos públicos. Compromiso ético: Espérase que o alumno presente un comportamento ético adecuado. En caso de detectar un comportamento non ético (copia, plaxio, utilización de aparellos electrónicos non autorizados, etc.), considerarase que o alumno non reúne os requisitos necesarios para superar a materia. Nese caso, a cualificación global no presente curso académico será de suspenso (0.0).

Non se permitirá a utilización de ningún dispositivo electrónico durante as probas de avaliación, salvo autorización expresa. O feito de introducir un dispositivo electrónico non autorizado na aula de exame será considerado motivo de superación da materia no presente curso académico e a cualificación global será de suspenso (0.0).

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

Russell C. Hibbeler, **Mecánica de Materiales**, 10a Edición, ADDISON-WESLEY,

#### Bibliografía Complementaria

Lisa A. Pruitt; Ayyana M. Chakravartula, **Mechanics of Biomaterials**, Cambridge University Press,

Luis Ortiz Berrocal, **Elasticidad**, 3ra Edición, MCGRAW-HILL,

José Antonio González, **Taboada, Tensiones y deformaciones en materiales elásticos**, Tórculo,

### Recomendacións

**Outros comentarios**

---

Para matricularse nesta materia é necesario superar ou ben matricularse de todas as materias dos cursos inferiores ao curso en que está situada esta materia.

A guía docente orixinal está escrita en castelán.

En caso de discrepancias, prevalecerá a versión en castelán desta guía.

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Mecánica de fluídos**

Materia	Mecánica de fluídos			
Código	V12G760V01304			
Titulación	PCEO Grao en Enxeñaría Biomédica/Grao en Enxeñaría en Electrónica Industrial e Automática			
Descritores	Creditos ECTS 6	Sinale OB	Curso 3	Cuadrimestre 1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán Galego			
Departamento	Enxeñaría mecánica, máquinas e motores térmicos e fluídos			
Coordinador/a	Suárez Porto, Eduardo			
Profesorado	Gil Pereira, Christian Suárez Porto, Eduardo Vence Fernández, Jesús			
Correo-e	suarez@uvigo.es			
Web				

Descrición xeral

Nesta guía docente preséntase información relativa á materia Mecánica de Fluídos de 2º curso do grao en Tecnoloxías Industriais, no que se continúa de forma coordinada un achegamento ás directrices marcadas polo Espazo Europeo de Educación Superior.

Neste documento recóllense as competencias xenéricas que se pretende que os alumnos adquiran neste curso, o calendario de actividades docentes previsto e a guía docente de materia.

A Mecánica de Fluídos describe os fenómenos físicos relevantes do movemento dos fluídos, describindo as ecuacións xerais dos devanditos movementos. Este coñecemento proporciona os principios básicos necesarios para analizar calquera sistema no que o fluído sexa o medio de traballo.

Estes principios requírense en:

- Deseño de maquinaria hidráulica
- Lubricación
- Sistemas de calefacción e ventilación, calor e frío.
- Deseño de sistemas de tubaxes
- Medios de transporte: transmisión, climatización, sistema de escape, aerodinámica e hidrodinámica, refrixeración, etc
- Aerodinámica de estruturas e edificios

Materia do programa English Friendly. Os/ as estudantes internacionais poderán solicitar ao profesorado: a) materiais e referencias bibliográficas para o seguimento da materia en inglés, b) atender as titorías en inglés, c) probas e avaliacións en inglés.

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia

Resultados de Formación e Aprendizaxe

**Contidos**

Tema

## 1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 Conceptos fundamentais
  - 1.1.1 Tensión de cortadura. Lei de Newton
- 1.2 Continuo
- 1.3 Viscosidade
  - 1.3.1 Fluídos newtonianos e non newtonianos
- 1.4 Características dos fluxos
  - 1.4.1 Clases de fluxos
    - 1.4.1.1 Segundo condicións xeométricas
    - 1.4.1.2 Segundo condicións cinemáticas
    - 1.4.1.3 Segundo condicións mecánicas de contorno
    - 1.4.1.4 Segundo a compresibilidade
- 1.5 Esforzos sobre un fluído
  - 1.5.1 Magnitudes tensoriais e vectoriais
    - 1.5.1.1 Forzas volumétricas
    - 1.5.1.2 Forzas superficiais
    - 1.5.1.3 O tensor de tensions.
    - 1.5.1.4 Concepto de presión. Presión nun punto

---

## 2. FUNDAMENTOS DO MOVEMENTO DE FLUÍDOS

- 2.1 CAMPO DE VELOCIDADES
  - 2.1.1 Enfoque Euleriano e enfoque Lagrangiano
  - 2.1.2 Tensor gradiente de velocidade
- 2.2 LÍÑAS DE CORRENTE
- 2.3 SISTEMAS E VOLUMES DE CONTROL
- 2.4 INTEGRAIS ESTENDIDAS A VOLUMES FLUÍDOS
  - 2.4.1 Teorema do transporte de Reynolds
- 2.5 ECUACIÓN DE CONTINUIDADE
  - 2.5.1 Diversas expresións da ecuación de continuidade
  - 2.5.2 Función de corrente
  - 2.5.3 Fluxo volumétrico ou caudal
- 2.6 ECUACIÓN DE CONSERVACIÓN DA CANTIDADE DE MOVEMENTO
  - 2.6.1 Forma integral. Exemplos de aplicación
  - 2.6.2 Ecuación de conservación do momento cinético
  - 2.6.3 Forma diferencial da E.C.C.M.
  - 2.6.4 Ecuación de Euler
  - 2.6.5 Ecuación de Bernouilli
- 2.7 LEI DE NAVIER-POISSON
  - 2.7.1 Deformación e esforzos nun fluído real
    - 2.7.1.1 Relacións entre eles
    - 2.7.1.2 Ecuación de Navier-Stokes
- 2.8 ECUACIÓN DA ENERXÍA
  - 2.8.1 Forma integral
  - 2.8.2 Forma diferencial
    - 2.8.2.1 Ecuación da enerxía mecánica
    - 2.8.2.2 Ecuación da enerxía interna.
  - 2.8.3 Extensión do caso de traballos exteriores aplicados a volumes de control. Aplicación a máquinas hidráulicas

---

## 3. ANÁLISE DIMENSIONAL E SEMELLANZA FLUIDODINÁMICA. SEMELLANZA EN MÁQUINAS DE FLUÍDOS

- 3.1 INTRODUCCIÓN
  - 3.3 TEOREMA PI DE BUCKINGHAM. APLICACIÓN
  - 3.4 GRUPOS ADIMENSIONAIS DE IMPORTANCIA NA MECÁNICA DE FLUIDOS
    - 3.4.1. Significado físico dos números adimensionais
  - 3.5 SEMELLANZA
    - 3.5.1 Semellanza parcial
    - 3.5.2 Efecto de escala
-

4. MOVIMIENTO LAMINAR UNIDIRECCIONAL DE LÍQUIDOS. LUBRICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 INTRODUCCIÓN</li> <li>4.2.MOVIMIENTO LAMINAR PERMANENTE <ul style="list-style-type: none"> <li>4.2.1 Correntes de Hagen-Poiseuille</li> <li>4.2.2 En condutos de sección circular</li> <li>4.2.3 Outras seccións</li> </ul> </li> <li>4.3 EFECTO DE LONXITUDE FINITA DO TUBO</li> <li>4.4 PERDA DE CARGA <ul style="list-style-type: none"> <li>4.4.1 Coeficiente de fricción</li> </ul> </li> <li>4.5 ESTABILIDADE DE CORRENTE LAMINAR</li> </ul>
5. TURBULENCIA. MOVEMENTOS TURBULENTOS UNIDIRECCIONAIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 INTRODUCCIÓN</li> <li>5.2 PERDA DE CARGA EN FLUXOS TURBULENTOS EN CONDUTOS <ul style="list-style-type: none"> <li>5.2.1 Diagrama de Nikuradse</li> <li>5.2.2 Diagrama de Moody</li> <li>5.2.3 Fórmulas empíricas para fluxo en tubaxes</li> </ul> </li> </ul>
6. MOVEMENTOS DE LIQUIDOS EN CONDUTOS DE SECCION VARIABLE . SISTEMAS DE TUBAXES	<ul style="list-style-type: none"> <li>6.1 INTRODUCCIÓN</li> <li>6.2 PERDAS LOCAIS <ul style="list-style-type: none"> <li>6.2.1 Perda á entrada dun tubo</li> <li>6.2.2 Perda nun tubo a saída</li> <li>6.2.3 Perda por contracción</li> <li>6.2.4 Perda por ensanche</li> <li>6.2.5 Perda en cóbados.</li> </ul> </li> <li>6.3 TUBAXES EN SERIE</li> <li>6.4 TUBAXES EN PARALELO</li> <li>6.5 PROBLEMA DO TRES DEPOSITOS</li> <li>6.6 REDES DE TUBAXES</li> <li>6.7 TRANSITORIOS EN TUBAXES <ul style="list-style-type: none"> <li>6.7.1 Tempo de baleirado dun recipiente</li> <li>6.7.2 Establecemento do réxime permanente nunha tubaxe</li> <li>6.7.3 Golpe de ariete</li> </ul> </li> </ul>
7. FLUXO PERMANENTE EN CANLES	<ul style="list-style-type: none"> <li>7.1 INTRODUCCIÓN</li> <li>7.2 MOVIMIENTO UNIFORME <ul style="list-style-type: none"> <li>7.2.1 Condutos pechados usados como canles</li> </ul> </li> <li>7.3 MOVIMIENTO NON UNIFORME <ul style="list-style-type: none"> <li>7.3.1 Resalto hidráulico</li> <li>7.3.2 Transicións rápidas</li> <li>7.3.3 Vertedoiro de parede grosa</li> <li>7.3.4 Comportas</li> <li>7.3.5 Sección de control</li> </ul> </li> </ul>
8. EXPERIMENTACIÓN DE FLUXOS. MEDIDA DE CAUDAL. MEDIDA DE PRESIÓN. MEDIDA DE VELOCIDADE	<ul style="list-style-type: none"> <li>8. 1 MEDIDORES DE PRESION <ul style="list-style-type: none"> <li>8.1.1 Manómetro simple</li> <li>8.1.2 Manómetro Bourdon.</li> <li>8.1.3 Transductor de presión</li> </ul> </li> <li>8.2 MEDIDORES DE VELOCIDADE <ul style="list-style-type: none"> <li>8.2.1 Tubo de Pitot</li> <li>8.2.2 Tubo de Prandtl</li> <li>8.2.3 Anemómetro de rotación</li> <li>8.2.4 Anemómetro de fío quente</li> <li>8.2.5 Anemómetro laser-dopler</li> </ul> </li> <li>8.3 MEDIDORES DE FLUXO <ul style="list-style-type: none"> <li>8.3.1 Medidores de presión diferencial: diafragma, venturi, tobera de fluxo, medidor abacelado</li> <li>8.3.2 Outros tipos.</li> </ul> </li> </ul>

<b>Planificación</b>			
	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	32.5	67.5	100
Prácticas de laboratorio	12	0	12
Aprendizaxe-servizo	0	3	3
Exame de preguntas de desenvolvemento	3	0	3
Práctica de laboratorio	2	0	2
Resolución de problemas e/ou exercicios	12	15	27
Exame de preguntas de desenvolvemento	1	0	1
Exame de preguntas de desenvolvemento	1	0	1
Exame de preguntas de desenvolvemento	1	0	1

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

<b>Metodoloxía docente</b>	
	Descrición
Lección maxistral	Explícanse os fundamentos de cada tema para posterior resolución de problemas prácticos. Poderanse realizar actividades como: Sesión maxistral Lecturas Revisión bibliográfica Resumen Esquemas Solución de problemas Conferencias Presentación oral
Prácticas de laboratorio	Aplicaranse os conceptos desenvolvidos de cada tema á realización de prácticas de laboratorio. Fundamentalmente, realizaranse actividades de experimentación, aínda que tamén poderán realizarse: Casos prácticos Simulación Solución de problemas Aprendizaxe colaborativo
Aprendizaxe-servizo	O alumnado que desexe, poderá de xeito voluntario, participar nunha actividade ApS, organizada en grupos.

<b>Atención personalizada</b>	
Metodoloxías	Descrición
Prácticas de laboratorio	Antes do inicio do curso publicaranse os horarios oficiais de titorías na plataforma de teledocencia.
Lección maxistral	Antes do inicio do curso publicaranse os horarios oficiais de titorías na plataforma de teledocencia. Horarios provisionais (Eduardo Suárez Porto. Desp.212): Martes: 19:30-20:30 Mércores: 11:00-12:30
Aprendizaxe-servizo	Antes do inicio do curso publicaranse os horarios oficiais de titorías na plataforma de teledocencia.

<b>Avaliación</b>			
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Aprendizaxe-servizo	Avalíase mediante cuestionario sa satisfacción dos beneficiarios do servizo, ponderada coa calificación da dificultade técnica polo profesorado	0	
Exame de preguntas de desenvolvemento	Proba escrita que poderá constar de: cuestións teóricas cuestións prácticas resolución de exercicios/problemas tema a desenvolver	20	
Práctica de laboratorio	Realización práctica en Laboratorio. Informe das actividades realizadas nas sesións de laboratorio, resultados da experimentación, etc.	5	
Resolución de problemas e/ou exercicios	Probas escritas curtas, que poden ser de cuestións prácticas de laboratorio ou de conteptos de teoría.	15	

Exame de preguntas de desenvolvemento	Proba escrita que poderá constar de: cuestións teóricas cuestións prácticas resolución de exercicios/problemas tema a desenvolver	20
Exame de preguntas de desenvolvemento	Proba escrita que poderá constar de: cuestións teóricas cuestións prácticas resolución de exercicios/problemas tema a desenvolver	20
Exame de preguntas de desenvolvemento	Proba escrita que poderá constar de: cuestións teóricas cuestións prácticas resolución de exercicios/problemas tema a desenvolver	20

### Outros comentarios sobre a Avaliación

A avaliación será continua para todos o alumnado, agás os que renunciaren oficialmente a ela en prazo e forma, en cuxo caso terán a posibilidade de realizar un exame final, cunha ponderación do 100 % da nota.

Se o alumnado participa nalgunha das probas de cualificación dentro da avaliación continua, considerarase como presentado á materia. A avaliación continua considérase ata xullo, polo que as cualificacións acadadas en todas as actividades realizadas con anterioridade, se manteñen ata a convocatoria de xullo, non se gardará dun curso escolar para outro. O alumnado que cursara a materia na modalidade de avaliación continua, e que así o solicite de forma oficial, poderá solicitar a renuncia á avaliación continua e concorrer á convocatoria de xullo coa avaliación do 100% da materia.

A avaliación constará de 4 probas, cun peso do 20% cada unha, e o 20% restante corresponde á cualificación das prácticas de laboratorio.

- Proba nº 1: 20 %
- Proba nº 2: 20 %
- Proba nº 3: 20 %
- Proba nº 4: 20 %
- Prácticas de laboratorio: 20%

A planificación das probas e das sesións de prácticas será falicitada ao estudantado ao principio do cuadrimestre. Para superar a materia será necesario acadar un mínimo (2 sobre 10), en todos e cada un dos items avaliados (probas + prácticas), e acadar un 5 sobre 10 na nota total.

Entre as actividades avaliadas inclúense os proxectos ou actividades de ApS (Aprendizaxe-Servizo) previstos, que poden supoñer unha actividade con cualificación voluntaria extraordinaria, (ata un 10%), en función da súa viabilidade.

Espérase que o alumno mostre un comportamento ético adecuado. No caso de detectar comportamentos pouco éticos (copia, plaxio, uso de dispositivos electrónicos non autorizados, por exemplo), considerarase que o alumno non reúne os requisitos necesarios para superar a materia. Segundo o tipo de comportamento pouco ético detectado, pódese concluír que o alumno non acadou as habilidades necesarias.

Non se permitirá o uso de ningún dispositivo electrónico durante as probas de avaliación salvo autorización expresa. O feito de introducir na aula de exames un dispositivo electrónico non autorizado terá a consideración de motivo de non superación da materia neste curso académico e quedará suspendida a nota global (0,0).

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

Frank M White, **Mecánica de Fluidos**, 6ª, McGraw-Hill Interamericana de España S.L, 2008

Robert L. Mott, **Mecánica de fluidos**, 7ª, Pearson, 2015

Antonio Crespo, **Mecánica de fluidos**, 1ª, Thomson, 2006

#### Bibliografía Complementaria

Robert W. Fox, Alan T. McDonald, **Introducción a la mecánica de fluidos**, 2ª, McGraw-Hill, 1995

Merle C. Potter, David C. Wiggert, **Mecánica de fluidos**, 3ª, Thomson, 2002

Victor L. Streeter, E. Benjamin Wylie, Keith W. Bedford, **Mecánica de fluidos**, 9ª, McGraw-Hill, 2000

Yunus A. Çengel, John M. Mecánica de fluidos : fundamentos y aplicaciones Cimbala, **Mecánica de fluidos: fundamentos y aplicaciones**, 2ª, McGraw-Hill Interamericana de España S.L, 2006

Elena Martín Ortega, Concepción Paz Penín, **Prácticas de laboratorio de mecánica de fluidos**, 1ª, Gallega de Mecanización, 2006

Philip M. Gerhart, Richard J Gross, , Jonh I. Hochstein, **FUNDAMENTOS DE MECANICA DE FLUIDOS**, 2ª, Adison-Wesley Iberoamericana, 1995

---

### **Recomendacións**

#### **Materias que continúan o temario**

Turbomáquinas hidráulicas/V12G360V01504

Traballo de Fin de Grao/V12G360V01991

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

Termodinámica e transmisión de calor/V12G380V01302

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

Física: Física I/V12G380V01102

Física: Física II/V12G380V01202

Matemáticas: Álgebra e estatística/V12G380V01103

Matemáticas: Cálculo I/V12G380V01104

Matemáticas: Cálculo II e ecuacións diferenciais/V12G380V01204

#### **Outros comentarios**

Recoméndase ao alumno:

Seguimento continuo da materia

Asistencia a clase

Dedicación das horas de traballo persoal á materia

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



**DATOS IDENTIFICATIVOS****Sensores e adquisición de sinais biomédicas**

Materia	Sensores e adquisición de sinais biomédicas			
Código	V12G760V01305			
Titulación	PCEO Grao en Enxeñaría Biomédica/Grao en Enxeñaría en Electrónica Industrial e Automática			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	3	1c
Lingua de impartición	Castelán Galego			
Departamento	Tecnoloxía electrónica			
Coordinador/a	Machado Domínguez, Fernando			
Profesorado	Cao Paz, Ana María Machado Domínguez, Fernando			
Correo-e	fmachado@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.es			
Descrición xeral	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 nos sistemas de adquisición de sinais biomédicos; así como os conceptos básicos de funcionamento e deseño dos circuitos electrónicos de acondicionamento de sinal e adquisición de datos: amplificadores de instrumentación; amplificadores de illamento; filtros; circuitos de mostraxe e retención; convertedores dixital-analóxicos e analóxico-dixitais; así como un conxunto de circuitos electrónicos auxiliares de uso común en devandito contexto.			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Coñecemento sobre as características e funcionalidade dos bloques que forman un equipo electrónico de medida en medicamento.	
Coñecemento e comprensión da normativa de seguridade eléctrica de obrigado cumprimento en equipos electrónicos para aplicacións médicas.	
Coñecemento dos principios sensores utilizados para a medida de sinais bioeléctricas.	
Coñecemento dos principios sensores utilizados para a medida de parámetros non eléctricos	

**Contidos**

Tema	
Parte 1. Introducción aos sistemas electrónicos de instrumentación médica.	Estrutura dos sistemas de medida e adquisición de sinais biomédicos. Características xerais dos sistemas e sensores utilizados. Clasificación dos sensores. Consideracións de seguridade eléctrica e normativa.
Parte 2. Sensores e principios básicos.	Medidas de desprazamento: sensores resistivos, sensores inductivos, sensores capacitivos, sensores piezoeléctricos. Medidas de temperatura. Medidas ópticas.
Parte 3. Acondicionadores de sinal.	Circuitos de auxiliares. Amplificadores para o acondicionamento de sinais. Circuitos adaptadores. Filtrado.
Parte 4. Sistemas electrónicos de medida de sinais biomédicos.	Medida de biopotenciais. Medidas no sistema cardiovascular. Medidas no sistema respiratorio. Medidas no sistema nervioso e muscular.
Parte 5. Conversión analóxica/dixital e adquisición de datos.	Circuitos de conversión A/D e D/A: tipos de convertedores es A/D e D/A, especificacións e características diferenciais. Sistemas de mostraxe e retención. Multiplexado de sinais. Arquitectura dos sistemas de adquisición integrados.
Laboratorio	Contidos prácticos e proxecto.
Bloque 0. Introducción á programación de sistemas de instrumentación electrónica.	Introdución de conceptos e ferramentas de laboratorio.
Bloque 1. Sensores básicos de sinais biomédicos.	Sensores de temperatura. Sensores de presión. Sensores piezoeléctricos.

Bloque 2. Acondicionadores de sinal.	Amplificación. Illamento. Filtrado. Amplificador de transimpedancia.
Bloque 3. Sistemas de medida de sinais biomédicos.	Proxecto de deseño dun sistema de medida de sinais biomédicos baseado no uso de sensores, circuitos de acondicionamento e sistema de adquisición, integrando os circuitos das prácticas anteriores e complementándoo co procesado necesario para a presentación de resultados.

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	18	27	45
Resolución de problemas	12	28	40
Prácticas de laboratorio	14	21	35
Aprendizaxe baseado en proxectos	4	16	20
Exame de preguntas obxectivas	2.5	7.5	10

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

### Metodoloxía docente

	Descrición
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 e resolveranse no aula ou en titorías personalizadas.
Resolución de problemas	Actividade complementaria ás leccións maxistras na que se formulan problemas e/ou exercicios relacionados coa materia. O estudante deberá desenvolver as solucións adecuadas dos problemas e/ou exercicios propostos no aula e doutros extraídos da bibliografía.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación dos coñecementos adquiridos. O estudante adquirirá as habilidades básicas relacionadas co manexo da instrumentación de laboratorio, a utilización das ferramentas de programación e a montaxe dos circuitos propostos. O estudante adquirirá habilidades de traballo persoal e en grupo (sempre que sexa posible formalo) para a preparación dos traballos de laboratorio, utilizando a documentación dispoñible e os conceptos teóricos relacionados. Identificaranse posibles dúbidas e resolveranse no laboratorio ou en titorías personalizadas.
Aprendizaxe baseado en proxectos	Os estudantes realizan un proxecto en grupo (sempre que sexa posible formalo) nun tempo determinado para resolver un problema mediante a planificación, deseño e realización dunha serie de actividades. Cada grupo presentará os resultados obtidos e entregará a memoria final do proxecto realizado.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do estudantado sobre o estudo dos contidos de teoría. O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do profesorado no horario que se establecerá a principio de curso. O horario e/ou o mecanismo para solicitar titorías estarán dispoñibles na páxina web da materia no portal de teledocencia Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> ).
Resolución de problemas	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do alumnado sobre a resolución dos problemas e exercicios prantexados na clase. O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do profesorado no horario que se establecerá a principio de curso. O horario e/ou o mecanismo para solicitar titorías estarán dispoñibles na páxina web da materia no portal de teledocencia Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> ).
Prácticas de laboratorio	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do estudantado sobre o desenvolvemento das prácticas de laboratorio. O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do profesorado no horario que se establecerá a principio de curso. O horario e/ou o mecanismo para solicitar titorías estarán dispoñibles na páxina web da materia no portal de teledocencia Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> ).
Aprendizaxe baseado en proxectos	O profesorado atenderá persoalmente dúbidas e consultas do estudantado sobre o proxecto proposto. O estudantado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do profesorado no horario que se establecerá a principio de curso. O horario e/ou o mecanismo para solicitar titorías estarán dispoñibles na páxina web da materia no portal de teledocencia Moovi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal/</a> ).

### 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 participación e o traballo desenvolvido durante as sesións prácticas. A nota final de prácticas (NFP) estará comprendida entre 0 e 10 puntos.	20
Aprendizaxe baseado en proxectos	Avaliarase o proxecto tendo en conta os resultados obtidos, a presentación e análise dos mesmos e a calidade da memoria final do proxecto. A nota final de proxecto (NTG) estará comprendida entre 0 e 10.	20
Exame de preguntas obxectivas	Probas que se realizarán despois 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.	60

## Outros comentarios sobre a Avaliación

### 1. Avaliación continua en oportunidade ordinaria

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

A materia divídese en dous partes: teoría (60%) e práctica (40%). As cualificacións das tarefas avaliáveis serán válidas só para o curso académico no que se realizan. A cualificación final do estudantado que elixa esta vía non poderá ser "non presentado".

A planificación das diferentes sesións estará dispoñible ao principio do cuadrimestre. Quen non poida asistir eventualmente a algunha das probas de avaliación poderá recuperala, sempre que sexa posible dentro da planificación académica da materia e só se se trata dunha falta xustificada.

#### 1.a Teoría

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

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 falte será de 0 puntos. A nota final de teoría (NFT) será a media aritmética das notas dos parciais:

$$NFT = (PT1 + PT2)/2.$$

Para superar a parte de teoría será necesario obter polo menos 5 puntos de 10 en cada unha delas.

#### 1.b Prácticas

Realizaranse 6 sesións de prácticas de laboratorio de 2 horas en grupos de 2 alumnos (sempre que sexa posible formalos). A parte práctica cualificarase mediante a avaliación continua de todas as prácticas.

A valoración da parte práctica farase de forma individual para cada membro do grupo. Terase en conta o traballo individual de preparación previa, a participación e o traballo desenvolvido por cada estudante durante as sesións de prácticas. Cada práctica valorarase cunha nota (NP) entre 0 e 10 puntos. A nota das prácticas ás que se falte será de 0 puntos. A nota final das prácticas (NFP) será a media aritmética das notas das prácticas.

#### 1.c Proxecto

Realizaranse 3 sesións de proxecto de 2 horas en grupos de 2 alumnos (sempre que sexa posible formalos).

Para avaliar o proxecto teranse en conta os resultados obtidos, a presentación e análise dos mesmos e a calidade da memoria final do proxecto. O proxecto valorarase de 0 a 10 e para superar dita parte a nota final de proxecto, ou nota de traballo en grupo (NTG), terá que ser de polo menos un 5 sobre 10 e non faltar a máis de 1 sesión.

#### 1.d Nota final de la materia

Na nota final (NF), a nota de teoría (NFT) terá un peso do 60 %, a nota de prácticas (NFP) do 20% e a nota de proxecto (NTG) do 20%. Para aprobar a materia será imprescindible superar a parte de teoría e a parte de proxecto. Neste caso a cualificación final será a suma ponderada das notas de cada parte:

$$NF = 0,6 \cdot NFT + 0,2 \cdot NFP + 0,2 \cdot NTG.$$

No caso de non ter superado algunha das partes ( $NFT < 5$  ou  $NTG < 5$ ), ou de non haber acadado o mínimo de 5 puntos en cada unha das probas parciais de teoría, ou de faltar a mais de 1 sesión de proxecto, a nota final nunca poderá ser superior

a 4,9:

$$NF = \min\{4,9 ; (0,6 \cdot NFT + 0,2 \cdot NFP + 0,2 \cdot NTG)\}.$$

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

## 2. Avaliación global en oportunidade ordinaria

O estudantado que non opte pola avaliación continua poderá presentarse a unha proba de avaliación global que constará dunha serie de actividades avaliábeis similares ás que se contemplan na avaliación continua. Así, nas datas establecidas pola dirección da Escola para a realización de dita proba, quen non optase pola avaliación continua deberá realizar un exame de teoría e un exame de laboratorio. Ademais deberán realizar previamente un proxecto teórico-práctico individual e entregar a memoria correspondente o mesmo día do exame final de teoría. O proxecto final deberá presentarse na semana seguinte á entrega das memorias. Para poder presentarse a esta proba de avaliación e para a asignación de proxecto, é obrigatorio poñerse en contacto co profesorado con alo menos catro semanas de antelación.

O exame teórico consistirá en tres probas que constarán dunha serie de preguntas curtas e/ou de tipo test e/ou resolución de problemas e/ou exercicios. 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:

$$NFT = (PT1 + PT2)/2.$$

O exame práctico consistirá na resolución de exercicios prácticos no laboratorio, similares aos realizados nas prácticas durante o cuadrimestre. A proba práctica valorarase de 0 a 10 e a nota final de prácticas (NFP) será a cualificación obtida.

Para avaliar o proxecto teranse en conta a presentación dos resultados obtidos e a calidade da memoria final do proxecto. A parte de proxecto valorarase de 0 a 10 e a nota final de proxecto (NTG) será a cualificación obtida.

Para aprobar a materia será imprescindible obter un mínimo de 5 puntos sobre 10 en cada unha das partes. Neste caso a cualificación final será a suma ponderada das notas de cada parte:

$$NF = 0,6 \cdot NFT + 0,2 \cdot NFP + 0,2 \cdot NTG.$$

No caso de non superar algunha das partes ( $NFT < 5$  ou  $NFP < 5$  ou  $NTG < 5$ ), ou de non alcanzar o mínimo de 5 puntos en cada unha das probas parciais de teoría, a nota final nunca poderá ser superior a 4,9:

$$NF = \min\{4,9 ; (0,6 \cdot NFT + 0,2 \cdot NFP + 0,2 \cdot NTG)\}.$$

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

## 3. Avaliación en oportunidade extraordinaria e en convocatoria de fin de carreira

A avaliación en oportunidade extraordinaria e en convocatoria de fin de carreira terá o mesmo formato que a avaliación global (apartado 2). A proba de avaliación celebrarase nas datas que estableza a dirección da Escola.

A quen se presente á avaliación en oportunidade extraordinaria conservaráselle a nota que obteña na oportunidade ordinaria (avaliación continua ou global) nas partes ás que non se presente.

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

## 4. Compromiso ético

Espérase que o alumnado presente un comportamento ético axeitado. 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).

---

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

John G. Webster, **Medical instrumentation: application and design**, 4th, John Wiley & Sons, 2009

T. Togawa, T. Toshiyo and P.A. Oberg, **Biomedical sensors and instruments**, 2nd, CRC Press, 2011

#### Bibliografía Complementaria

M.A. Pérez García, **Instrumentación electrónica**, Paraninfo, 2014

M.A. Pérez García, **Instrumentación electrónica: 230 problemas resueltos**, Editorial Garcerta, 2012

R. Pallás Areny, **Sensores y acondicionadores de señal**, 4ª, Marcombo, 2006

R. Pallás, O. Casas y R. Bragós, **Sensores y Acondicionadores de Señal. Problemas resueltos**, Marcombo, 2010

---

---

## **Recomendacións**

---

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

---

Dispositivos electrónicos dixitais en medicina/V12G420V01912

Técnicas de procesado de sinais biomédicas/V12G420V01911

---

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

---

Física: Física I/V12G420V01102

Informática: Informática para a enxeñaría/V12G420V01203

Matemáticas: Cálculo I/V12G420V01104

Matemáticas: Cálculo II e ecuacións diferenciais/V12G420V01204

Fundamentos de electrónica para biomedicina/V12G420V01401

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Electrónica dixital e microcontroladores**

Materia	Electrónica dixital e microcontroladores			
Código	V12G760V01306			
Titulación	PCEO Grao en Enxeñaría Biomédica/Grao en Enxeñaría en Electrónica Industrial e Automática			
Descritores	Creditos ECTS 9	Sinale OB	Curso 3	Cuadrimestre 2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Tecnoloxía electrónica			
Coordinador/a	Soto Campos, Enrique			
Profesorado	Costas Pérez, Lucía Rodríguez Andina, Juan José Soto Campos, Enrique			
Correo-e	esotoc@uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.es			
Descrición xeral	<p>Esta materia ten como obxectivo xeral que o alumnado adquira as competencias e habilidades necesarias para o deseño, análise, simulación, depuración, proba e mantemento de circuítos electrónicos dixitais básicos realizados con circuítos de media escala de integración (MSI), con dispositivos reconfigurables (FPGAs) ou con microcontroladores.</p> <p>O contido da materia fai énfase nos seguintes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudo os parámetros de funcionamento das familias lóxicas tendo en conta a tecnoloxía de fabricación.</li> <li>- Estudo da metodoloxía de deseño de circuítos dixitais combinacionais.</li> <li>- Análise dos bloques funcionais básicos de circuítos dixitais combinacionais.</li> <li>- Estudo da metodoloxía de deseño de circuítos dixitais secuenciales.</li> <li>- Análise dos bloques funcionais básicos de circuítos dixitais secuenciales.</li> <li>- Descrición e utilización de linguaxes de descrición de hardware (HDL) como ferramenta para a especificación de circuítos dixitais.</li> <li>- Descrición dos tipos de Memorias Semiconductoras, os seus parámetros de funcionamento e as súas aplicacións.</li> <li>- Estudo da estrutura básica dun microprocesador e dun microcontrolador.</li> <li>- Estudo da metodoloxía de deseño de sistemas dixitais baseados en microcontroladores.</li> </ul> <p>Materia do programa English Friendly. Os/ as estudantes internacionais poderán solicitar ao profesorado: a) materiais e referencias bibliográficas para o seguimento da materia en inglés, b) atender as titorías en inglés, c) probas e avaliacións en inglés.</p>			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Coñecer as tecnoloxías de fabricación e parámetros de funcionamento das familias lóxicas.			C2 C8 C9 C17 C21	D6 D8 D9 D10 D15 D23
Dominar as técnicas de deseño de circuítos dixitais *combinacionais e *secuenciales.	A2 A3 A4		C18 C22	D14 D16
Coñecer os tipos e aplicacións de Memorias *semiconductoras.	A2 A3 A5	B1 B6	C19	D3 D4 D6 D8 D11
Coñecer a estrutura básica dun *microprocesador e *microcontrolador.		B3	C6 C9	

Dominar os procedementos de deseño e realización de aplicación de *microcontroladores.	B3	C6		
	B16	C9		
		C12		
		C13		
		C14		
Adquirir habilidades básicas de especificación de circuítos electrónicos dixitais con linguaxes de descripción de *hardware (*HDL)	B3	C6		
		C9		
Coñecer as metodoloxías e ferramentas para a simulación, depuración e verificación do funcionamento de circuítos electrónicos dixitais.	A1	B4	C1	D10
	A3		C6	D13

## Contidos

Tema	
Teoría 1.1 INTRODUCCIÓN Á ELECTRÓNICA DIXITAL	Códigos de numeración. Álgebra de Boole. Portas lóxicas básicas.
Teoría 1.2 TECNOLOXÍAS ELECTRÓNICAS DIXITAIS	Tecnoloxías dixitais: características eléctricas e temporais, acoplamento de circuítos, topoloxías de circuítos de saídas.
Teoría 1.3 CONCEPTOS BÁSICOS DE HDLS	Metodoloxías de deseño dixital. Linguaxes de descripción de hardware. Estruturas e sentencias do linguaxe VHDL: Tipos de descrições, lóxica multivaluada, exemplos de portas lóxicas.
Teoría 1.4 ANÁLISE E DESEÑO DE CIRCUÍTO COMBINACIONAIS	Funcións lóxicas. Simplificación de funcións. Funcións incompletas.
Teoría 1.5 BLOQUES FUNCIONAIS COMBINACIONAIS I	Decodificadores, codificadores, multiplexores, demultiplexores, Buffers tri-estado
Teoría 1.6 CIRCUÍTO DIXITAIS SECUENCIAIS BÁSICOS	Definición e tipos de sistemas secuenciais. Biestables asíncronos e síncronos. Especificación da resposta temporal (cronogramas). Bloques funcionais: rexistros (E/S paralelo, desprazamento), contadores síncronos. Descricións en VHDL dos bloques funcionais secuenciais.
Teoría 1.7 MEMORIAS DIXITAIS CON SEMICONDUCTORES	Definición e propiedades xerais. Memorias de acceso aleatorio e secuencial. Memorias activas e pasivas. Memorias volátiles e non volátiles. Memorias estáticas e dinámicas. Sinais de conexión dunha memoria. Cronogramas. Realización de funcións lóxicas con memorias.
Teoría 1.8 INTRODUCCIÓN OS CIRCUÍTO RECONFIGURABLES	Matrices lóxicas programables. PLDs: arquitectura básica. FPGAs: arquitectura básica. Bloques funcionais en FPGAs.
Teoría 1.9 MÁQUINAS DE ESTADOS FINITOS	Diagramas de estados de circuítos dixitais secuenciais. Análise de máquinas de estados finitos. Deseño de máquinas de estados finitos. Realización con rexistros. Realización con contadores. Codificación de estados. Descricións en VHDL de máquinas de estado.
Teoría 1.10 BLOQUES FUNCIONAIS COMBINACIONAIS II	Circuítos aritméticos, comparadores, xeradores/detectores de paridade.
Teoría 1.11 Linguaxe de Descrición Hardware VHDL.	Sinais e variables, parámetros, subprogramas, tipos de datos e análises do ciclo de simulación.
Teoría 2.1 INTRODUCCIÓN OS MICROCONTROLADORES	Introdución. Compoñentes de un microcontrolador. Arquitecturas segundo a interconexión ca memoria. Arquitecturas segundo o xogo de instrucións.
Teoría 2.2 CARACTERÍSTICAS DOS MICROCONTROLADORES PIC.	Introdución. Descrición xeral da estrutura interna. Unidade aritmética e lóxica. Memoria de Programa. Memoria de Datos. Periféricos.
Teoría 2.3 PROGRAMACIÓN DUN MICROCONTROLADOR. XOGO DE INSTRUCIÓNS I	Concepto de programa informático. Nivel de abstracción. Estrutura das instrucións. Estudo para o microcontrolador de Microchip da familia PIC18: xogo de Instrucións, tamaño e tempo de execución das instrucións e códigos de operación das instrucións.
Teoría 2.4 ENTRADA/SAÍDA PARALELO. PERIFÉRICOS DO PIC18	Introdución. Conceptos básicos de E/S paralelo. Control de transferencia. Estrutura de E/S no microcontrolador de Microchip da familia PIC18. Transferencia en paralelo sincronizada. Exemplos de conexión de periféricos.
Teoría 2.5 PROGRAMACIÓN DUN MICROCONTROLADOR. XOGO DE INSTRUCIÓNS II	Modos de direccionamento. Estudo para o microcontrolador de Microchip da familia PIC18: Modos de direccionamento, estrutura das instrucións e outros códigos de operación.
Teoría 2.6 CARACTERÍSTICAS DOS MICROCONTROLADORES PIC II	Unidade de control. Execución segmentada de instrucións. Xestión de táboas en memoria de programa. Xestión de memoria Pila.
Teoría 2.7 ACOPLAMENTO DE PERIFÉRICOS. TEMPORIZADORES. PERIFÉRICOS DO PIC18	Control de transferencia de información. Consulta periódica. Estrutura básica dun temporizador. Temporizadores/Contadores no microcontrolador de Microchip da familia PIC18.
Teoría 2.8 ACOPLAMENTO DE PERIFÉRICOS. INTERRUPCIÓNS NO PIC18.	Concepto de excepción. Interrupcións. Xestión de interrupcións no microcontrolador de Microchip da familia PIC18.
Teoría 2.9 ENTRADA/SAÍDA ANALÓXICA. RECURSOS DO PIC18	Introdución. Conversión Analóxico/Dixital no microcontrolador de Microchip da familia PIC18.
Teoría 2.10 EXEMPLOS DE APLICACIÓNS DE MICROCONTROLADORES	Exemplos de aplicacións dos microcontroladores realizadas co microcontrolador de Microchip da familia PIC18.

Práctica 1 INTRODUCCIÓN O LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DIXITAL	Introdución o laboratorio de electrónica dixital, recursos dispoñibles, documentación, metodoloxía de traballo. Estudo das características estáticas e dinámicas dun circuíto dixital. Montaxe dun circuíto combinacional con portas lóxicas. Verificación mediante a sonda lóxica e o osciloscopio.
Práctica 2 INTRODUCCIÓN Á SIMULACIÓN DE CIRCUÍTOIS DIXITAIS COMBINACIONAIS DESCRITOS EN VHDL.	Entorno de simulación de circuítois descritos en VHDL. Modelado de circuitos combinacionais en VHDL con sentenzas concorrentes. Modelado de algoritmos en VHDL (descricións de comportamento) con sentenzas non concorrentes. Deseño dun banco de proba. Simulación do circuíto modelado.
Práctica 3 ESTUDO DO FUNCIONAMENTO DOS CIRCUÍTOIS DIXITAIS SINCRONIZADOS MEDIANTE RELOXO.	Estudo dos circuitos secuenciais e do Analizador Lóxico. Coñecer as características dos circuitos dixitais síncronos. Análise da frecuencia máxima de traballo. Análise da evolución entre estados. Eliminación de rebotes. Análise do funcionamento dun contador síncrono. Coñecer o funcionamento do Analizador Lóxico.
Práctica 4 INTRODUCCIÓN Á SIMULACIÓN DE CIRCUÍTOIS DIXITAIS SECUENCIAIS DESCRITOS EN VHDL.	Modelado de circuitos secuenciais en VHDL utilizando a sentenza process. Modelado en VHDL mediante sentenzas non concorrentes dun circuíto contador. Deseño dun banco de proba para o circuíto. Simulación do circuíto modelado.
Práctica 5 INTRODUCCIÓN Á REALIZACIÓN DE CIRCUÍTOIS DIXITAIS MEDIANTE FPGA.	Hardware específico das placas con circuitos reconfigurables. Estudio da documentación asociada o dispositivo configurable utilizado. Estudio dos periféricos dispoñibles para realizar sistemas baseados no dispositivo reconfigurable utilizado. Síntese dun exemplo sinxelo.
Práctica 6 SIMULACIÓN E REALIZACIÓN FÍSICA DE SISTEMAS SECUENCIAIS SÍNCRONOS	Deseño e realización física dun circuíto dixital síncrono descrito mediante un grafo de estados utilizando un multiplexor e un contador. Modelado estrutural en VHDL. Deseño dun banco de proba. Simulación do circuíto modelado. Programación do circuíto no dispositivo reconfigurable (Placa DE0 con CYCLONE III Altera). Verificación da montaxe mediante o Analizador Lóxico (terminais de estado, entradas e saídas accesibles).
Práctica 7 DESEÑO E REALIZACIÓN DE SISTEMAS DIXITAIS BASEADOS EN FPGA	Deseño e simulación dun sistema secuencial síncrono de control de periféricos sinxelos (display, LEDs, interruptores, teclado, etc.). Implantación física utilizando un circuíto FPGA (Placa DE0 con CYCLONE III Altera).
Práctica 8 ENTORNO DE PROGRAMACION E DEPURACION DE APLICACIÓNIS DE MICROCONTROLADORES	Presentación das ferramentas informáticas e de hardware dispoñibles para o deseño, simulación e proba de aplicacións baseadas no microcontrolador de Microchip situado no entorno de proba.
Práctica 9 E/S PARALELO	Programar e comprobar o funcionamento dos periféricos de entrada/saída paralelo do Microchip situado en el entorno de proba.
Práctica 10 TEMPORIZADORES / CONTADORES	Comprobar o funcionamento dos periféricos de temporización y contaxe do microcontrolador Microchip situado en el entorno de proba e de como se atenden por consulta periódica.
Práctica 11 INTERRUPCIÓNIS.	Comprobar a xestión de interrupcións de periféricos do microcontrolador Microchip situado en el entorno de proba e como se pode utilizar nun programa.
Práctica 12 E/S ANALÓXICA	Programar e comprobar o funcionamento do convertedor analóxico/dixital do microcontrolador Microchip situado en el entorno de proba e utilízalo para o control de luminosidade dun LED.

<b>Planificación</b>			
	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	48	84	132
Prácticas de laboratorio	24	54	78
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	5,5	7,5
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	5,5	7,5

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

<b>Metodoloxía docente</b>	
	Descrición



Lección maxistral	Exposición por parte do profesorado dos aspectos relevantes dos contidos etiquetados co epígrafe de "Teoría". Para unha mellor comprensión destes contidos e unha participación activa na Sesión, o alumnado deberá realizar un traballo persoal previo sobre a bibliografía proposta. Desta forma, o alumnado estará en disposición de facer preguntas, de pedir aclaracións ou de expor dúbidas, que poderán ser resoltas na Sesión ou en titorías personalizadas. Para unha mellor comprensión de determinados contidos, expóranse exemplos prácticos planificados para incrementar a participación do alumnado. O alumnado deberá realizar traballo persoal posterior para a asimilación dos conceptos e adquirir as competencias correspondentes a cada Sesión. Desenvolveranse nos horarios e aulas sinaladas pola Dirección do Centro.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación dos coñecementos teóricos adquiridos. Están destinadas a que o alumnado adquira habilidades e destrezas relacionadas co deseño, simulación, depuración, proba e mantemento de circuitos electrónicos dixitais. Nestas sesións o alumnado usará instrumentación electrónica para a análise de circuitos electrónicos dixitais, ferramentas de deseño, simulación e depuración de circuitos electrónicos dixitais baseados en dispositivos reconfigurables (FPGAs), e ferramentas de programación, simulación e depuración de circuitos electrónicos dixitais baseados en microcontroladores. O alumnado enfrontarase ao deseño e a proba de circuitos electrónicos dixitais sinxelos baseados en FPGAs e en microcontroladores. Para cada práctica, existirá un enunciado, no que se indicará o traballo persoal previo que o alumnado debe realizar, as tarefas que debe realizar na sesión de prácticas e os aspectos relevantes para a avaliación da práctica. Desenvolveranse no laboratorio de Electrónica Dixital do Departamento de Tecnoloxía Electrónica, nos horarios sinalados pola dirección do centro. O alumnado organizarase en grupos de dúas persoas. Se levará un control de asistencia.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Os estudantes terán ocasión de acudir a titorías personalizadas no despacho do profesor no horario que os profesores establecerán para ese efecto a principio de curso e que se publicará na páxina web da materia. En ditas titorías os profesores da materia resolverán as dúbidas relacionadas cos contidos impartidos nas sesións maxistrais e orientaranlles sobre como abordar o seu estudo.
Prácticas de laboratorio	Ademais da atención do profesor de prácticas durante a realización das mesmas, os estudantes poderán acudir a titorías personalizadas para expor e resolver as dificultades derivadas dos traballos previos recomendados para realizar as prácticas e do enunciado das mesmas.

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Prácticas de laboratorio	Como parte da avaliación continua da materia, cada estudante será avaliado de cada unha das prácticas. Na avaliación terase en conta o traballo de preparación previo á realización da práctica, a asistencia, a puntualidade e o aproveitamento. O traballo previo terá como máximo un peso do 30% da nota da práctica. A cualificación total das prácticas obterase como media aritmética da cualificación de cada unha delas. Para poder realizar a media, é necesario obter en cada práctica unha cualificación igual ou superior ao 30% da cualificación máxima da práctica. Por razóns xustificadas pode deixarse de facerse una das prácticas. A nota correspondente a dita práctica será de cero (0.0). Se non se pode aplicar o criterio da media, a nota desta parte calcularase multiplicando por 0.42 a nota obtida ca media ponderada e non será compensábel ca nota de teoría. A nota de prácticas non se conserva para sucesivos cursos académicos.	40	
Exame de preguntas de desenvolvemento	Como parte da avaliación continua de la materia, cada estudante realizará dúas probas escritas presenciais de dúas horas de duración cada unha. A primeira, farase unha sesión maxistral programada na planificación temporal da materia o rematar os contidos relacionados con Electrónica Dixital. A segunda, dos contidos relacionados con Microcontroladores, coincidindo ca data fixada para o exame final. Si algunha das probas se divide en varias partes, para calcular a nota total como media ponderada das partes, e preciso obter unha nota mínima do 30% da nota total en cada parte. A nota final obterase como media aritmética das notas das dúas probas. Para poder facer a media, e necesario obter en cada proba unha nota igual o superior o 40% da nota máxima da proba. No caso de non poder aplicar o criterio da media, a nota de esta parte calcularase multiplicando por 0.56 a nota obtida ca media aritmética e non será compensable ca nota de prácticas.	30	

Exame de preguntas Como parte da avaliación continua de la materia, cada estudante realizará de dúas probas escritas presenciais de dúas horas de duración cada unha. A primeira, farase unha sesión maxistral programada na planificación temporal da materia o rematar os contidos relacionados con Electrónica Dixital. A segunda, dos contidos relacionados con Microcontroladores, coincidindo coa data fixada para o exame final. Si algunha das probas se divide en varias partes, para calcular a nota total como media ponderada das partes, e preciso obter unha nota mínima do 30% da nota total en cada parte. A nota final obterase como media aritmética das notas das dúas probas. Para poder facer a media, e necesario obter en cada proba unha nota igual o superior o 40% da nota máxima da proba. No caso de non poder aplicar o criterio da media, a nota de esta parte calcularase multiplicando por 0.56 a nota obtida ca media aritmética e non será compensable ca nota de prácticas.

30

---

### Outros comentarios sobre a Avaliación

Para poder liberar materia (contidos teóricos de electrónica dixital, contidos teóricos de microcontroladores ou prácticas de laboratorio) entre a primeira e a segunda convocatoria do curso académico é necesario obter unha nota igual ou superior ao 50% da nota correspondente á avaliación da devandita materia A avaliación dos alumnos que teñan que presentarse á segunda convocatoria do curso académico realizarase: - Con exame final cuxa nota será o 60% da nota da materia. Constará de dous partes: Cuestións de resposta curta e resolución de problemas de Electrónica Dixital e cuestións de resposta curta e resolución de problemas de Microcontroladores. Para aprobar o exame deberá alcanzar polo menos o 40% da nota de cada unha das partes. A nota final será a media aritmética das dúas notas. Para poder compensar coa nota de prácticas débese alcanzar polo menos o 40% da nota máxima. - Con exame de prácticas. Este exame consistirá na realización de dúas tarefas especificadas no conxunto de enunciados de prácticas realizadas durante o curso. Esixirase un limiar mínimo do 50%. Se non se alcanza o limiar mínimo en algures, a nota final da materia será de suspenso e o valor numérico calcularase multiplicando por 0.62, a nota obtida coa media ponderada (aclaración sobre o coeficiente: Este coeficiente obtense de dividir 4.9 (máxima nota do suspenso) entre 7,9 (máxima nota da media ponderada que se pode obter suspendendo a materia □ 6 en sesións maxistrais, 1.9 en prácticas [non supera o limiar mínimo de 50%]) O alumnado de avaliación non continua será cualificado por medio dun exame final de coñecementos teóricos e resolución de problemas e un exame de Prácticas. O peso e os criterios de avaliación son os mesmos que en avaliación continua.

Aqueles alumnos que non poidan asistir a dúas ou máis prácticas polas causas xustificadas previstas no Estatuto do Estudante, terán dereito a unha única proba de laboratorio que se celebrará no período de exames da convocatoria correspondente que estableza o centro.

Compromiso ético: Espérase que o alumno presente un comportamento ético adecuado. En caso de detectar un comportamento non ético (copia, plaxio, utilización de aparellos electrónicos non autorizados, e 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)

---

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

John F. Wakerly, **Digital Design: Principles and Practices**, 4,

Fernando E. Valdes Pérez, Ramón Pallás Areny, **Microcontroladores. Fundamentos y aplicaciones con PIC**, 1,

**PIC18F27/47Q10 microcontrollers Data Sheet**, Microchip Technology Inc., 2020

Enrique Mandado Pérez, **Sistemas Electrónicos Digitales**, 10, Marcombo, 2015

#### Bibliografía Complementaria

---

### Recomendacións

---

#### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Fundamentos de electrónica/V12G330V01402

---

#### Outros comentarios

Para matricularse nesta materia é necesario superar ou ben estar matriculado de todas as materias dos cursos inferiores ao curso en que está situada esta materia.

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Enxeñaría de control I**

Materia	Enxeñaría de control I			
Código	V12G760V01307			
Titulación	PCEO Grao en Enxeñaría Biomédica/Grao en Enxeñaría en Electrónica Industrial e Automática			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	9	OB	3	2c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Enxeñaría de sistemas e automática			
Coordinador/a	Delgado Romero, M <sup>a</sup> Emma			
Profesorado	Barreiro Blas, Antonio Delgado Romero, M <sup>a</sup> Emma Fernández Villaverde, Alejandro			
Correo-e	emmad@uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal/">http://moovi.uvigo.gal/</a>			
Descrición xeral	Adquirir coñecemento global e detallado sobre o control *realimentado de procesos e sistemas dinámicos continuos e as técnicas de deseño de reguladores con maior interese a nivel industrial. Introducir ao manexo de ferramentas de simulación e deseño de sistemas de control, así como das técnicas empíricas de axuste de reguladores industriais.			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
<input type="checkbox"/> Soltura no manexo de ferramentas de simulación.	
<input type="checkbox"/> Dominio das técnicas actuais dispoñibles para a análise de sistemas en tempo continuo.	
<input type="checkbox"/> Coñecemento das técnicas analíticas de deseño de controladores para sistemas continuos.	
<input type="checkbox"/> Habilidades e coñecemento sobre os reguladores industriais, así como das técnicas empíricas de deseño de controladores.	

**Contidos**

Tema

Modelado de sistemas dinámicos continuos	Introducción Modelado en variables de estado Paso de modelo de estados a función de transferencia Paso de función de transferencia a modelo de estados. Formas canónicas Exemplos de estados. Formas *canónicas
Análise de sistemas continuos	Análise temporal: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción</li> <li>- Resposta temporal de sistemas lineais de orde n, dominancia, redución de orde</li> <li>- Estar estacionario</li> <li>- Criterio de estabilidade Routh-Hurwitz</li> <li>- Lugar de raíces, Contorno</li> <li>- Exemplos</li> </ul> Análises frecuencial <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resposta frecuencial. Trazados frecuenciales</li> <li>- Nyquist: diagrama e criterio de estabilidade</li> <li>- Diagrama de Bode</li> <li>- Marxes de estabilidade</li> <li>- Resposta frecuencial en lazo pechado</li> </ul>

Deseño de controladores en tempo continuo	<p>Introdución ao deseño</p> <p>Tipos de controladores: *PID, redes</p> <p>Especificacións de control: temporais e *frecuenciais</p> <p>Controlador proporcional: tempo e frecuencia</p> <p>Compensación baseada no lugar de raíces: Rede atraso/*PI, rede adianto/*PD, *prefiltro, rede atraso-adianto/*PID</p> <p>Compensación baseada no *diagrama de *Bode: Rede atraso/*PI, rede adianto/*PD, rede atraso-adianto/*PID</p>
Reguladores industriais	<p>Reguladores industriais.</p> <p>Aspectos prácticos</p> <p>Estratexias de regulación</p>
Prácticas	<p>Práctica 0: Resolución de problemas de modelado.</p> <p>Práctica 1. Modelado e simulación de un sistema de control con Simulink</p> <p>Práctica 2A-2B. Modelado e simulación de un sistema de control con □Control System Toolbox de Matlab (dúas sesións)</p> <p>Práctica 3. Análise Temporal:transitorio. Dominancia y reducción</p> <p>Práctica 4. Análise temporal: estado estacionario</p> <p>Práctica 5. Análise temporal con la ferramenta sisotool de Matlab</p> <p>Práctica 6. Resposta en frecuencia e gráficas frecuenciais</p> <p>Práctica 7. Análise en frecuencia con sisotool de Matlab</p> <p>Práctica 8. Introdución a deseño. Obxetivos de control.</p> <p>Práctica 9. Deseño de controladores no dominio temporal</p> <p>Práctica 10. Deseño de controladores no dominio frecuencial</p>

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Resolución de problemas	12	24	36
Prácticas de laboratorio	24	24	48
Lección maxistral	40	80	120
Exame de preguntas de desenvolvemento	3	18	21

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

### Metodoloxía docente

	Descrición
Resolución de problemas	O profesorado resolverá na aula problemas e exercicios, tendo que resolver o alumnado exercicios similares para adquirir as capacidades necesarias.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación dos coñecementos adquiridos nas clases de teoría e situacións concretas que poidan ser desenvolvidas/simuladas no laboratorio da materia.
Lección maxistral	Exposición por parte do profesor dos contidos da materia.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	.
Resolución de problemas	.
Prácticas de laboratorio	.
Probos	Descrición
Exame de preguntas de desenvolvemento	.

### Avaliación

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe

Prácticas de laboratorio	<p>As prácticas de laboratorio avaliaranse (de 0 a 10 puntos) de forma continua (sesión a sesión), obtendo a nota media como nota de laboratorio (LC). Corresponderá ao 20% da nota final da materia. Os criterios de avaliación son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mínimo para nota de laboratorio LC maior que cero: Asistencia ao 83,33% das sesións (10 das 12 sesións de laboratorio).</li> <li>- Puntualidade.</li> <li>- Preparación previa da práctica.</li> <li>- Actitude e aproveitamento da sesión.</li> <li>- Cumprimento dos obxectivos fixados.</li> </ul> <p>Para aprobar a materia en primeira convocatoria é necesario obter en (LC) unha nota maior ou igual a 5 puntos sobre 10.</p>	20
Exame de preguntas de desenvolvemento	<p>(1) Avaliación continua de teoría (TC): 40% Consistirá nunha proba escrita, cunha puntuación de 0 a 4 puntos da nota final da materia en primeira convocatoria, de carácter individual e presencial, que se realizará na semana habilitada polo centro para as probas de avaliación continua do cuadrimestre. É obrigatoria para todos os alumnos. Nela avalíase a metade do contido teórico da materia e poderá constar dunha combinación dos seguintes tipos de exercicios: preguntas de tipo test, cuestións, exercicios.</p> <p>Para aprobar a materia en primeira convocatoria é necesario obter nesta proba unha nota maior ou igual a 1 punto.</p> <p>(2) Exame final de teoría (TM): 40% Consistirá nunha proba escrita, cunha puntuación de 0 a 4 puntos da nota final da materia en primeira convocatoria, de carácter individual e presencial, que se realizará nos horarios oficiais para exames establecidos pola dirección do centro. Nela avalíase a outra metade do contido teórico da materia e poderá constar dunha combinación dos seguintes tipos de exercicios: preguntas de tipo test, cuestións, exercicios.</p> <p>Para aprobar a materia en primeira convocatoria é necesario obter nesta proba unha nota maior ou igual a 1 punto.</p>	80

## Outros comentarios sobre a Avaliación

### Primeira convocatoria

Para aprobar a materia en primeira convocatoria débese cumprir:  $LC \geq 5$  e  $TC \geq 1$  e  $TM \geq 1$  e  $(TC+TM) \geq 4$ , obtense entón a nota final como  $NM = LC \cdot 0,2 + TC + TM$

No caso de non cumprir algún dos requisitos mínimos anteriores, aplicarase un escalado ás notas parciais, de forma que a nota total non supere o 4,5. Para a consideración de non presentados en primeira convocatoria tendrase en conta a participación en LC, TC e TM.

### Probas na segunda convocatoria da materia:

(1) Exame final de teoría (TJ): para os alumnos con  $TC=4$  e laboratorio ( $LE \geq 1$ ), obténdose entón a nota final como  $NJ = LE + TJ$

No caso de non cumprir algún dos requisitos anteriores, aplicarase un escalado ás notas parciais, de forma que a nota total non supere o 4,5

Para a consideración de non presentados en segunda convocatoria tendrase en conta a participación en TJ.

**Renuncia oficial a avaliación continua** A avaliación dos alumnos con renuncia oficial a avaliación continua será en cada convocatoria igual á descrita en segunda convocatoria e cos mesmos criterios que nela.

**A tradución ao galego é a título informativo. En caso de discrepancias, prevalecer á a versión en castelán desta guía.** **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, e outros) se considerará 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).

## Bibliografía. Fontes de información

### Bibliografía Básica

R. C. Dorf, R.H.Bishop, **Sistemas de control modernos**, Ed. Addison-Wesley, 2005

B.C. Kuo, **Sistemas de control automático**, Prentice Hall,

### Bibliografía Complementaria

A. Barrientos, R. Sanz, F. Matía, E. Gambao, **Control de sistemas continuos. Problemas resueltos**, McGraw-Hill, 1996

---

### **Recomendacións**

#### **Materias que continúan o temario**

Enxeñaría de control II/V12G330V01911

---

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

Informática: Informática para a enxeñaría/V12G330V01203

Fundamentos de automatización/V12G330V01401

---

#### **Outros comentarios**

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

En caso de discrepancias, prevalecerá a versión en castelán desta guía.

---