



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Diseño de sistemas integrados

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |            |                    |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|--------------------|
| Materia               | Diseño de sistemas integrados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |            |                    |
| Código                | V05G300V01944                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |            |                    |
| Titulación            | Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación - En extinción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |            |                    |
| Descritores           | Creditos ECTS<br>6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Sinale<br>OP | Curso<br>4 | Cuadrimestre<br>1c |
| Lingua de impartición | #EnglishFriendly<br>Castelán<br>Galego                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |            |                    |
| Departamento          | Enxeñaría telemática                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |            |                    |
| Coordinador/a         | Gil Castiñeira, Felipe José                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |            |                    |
| Profesorado           | Fondo Ferreiro, Pablo<br>Gil Castiñeira, Felipe José<br>Rodríguez Hernández, Pedro Salvador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |            |                    |
| Correo-e              | felipe@uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |              |            |                    |
| Web                   | http://fatic.uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |              |            |                    |
| Descrición xeral      | Os sistemas integrados ou encaixados ("embedded systems" en inglés) forman parte de case tódalas actividades do noso día a día que involucran o uso dun dispositivo electrónico (o espertador, o móbil, o coche...). Neste curso preséntanse os conceptos principais que están detrás dun sistema integrado moderno que conta con un sistema operativo, e lévanse á práctica a través dunha serie de exercicios e proxectos. A documentación desta asignatura estará en inglés.<br><br>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. |              |            |                    |

## Competencias

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| B3     | CG3 Coñecemento de materias básicas e tecnoloxías que capaciten o alumnado para a aprendizaxe de novos métodos e tecnoloxías, así como para dotalo dunha gran versatilidade para adaptarse a novas situacións.                                                                                  |
| B4     | CG4 Capacidade para resolver problemas con iniciativa, para a toma de decisións, a creatividade, e para comunicar e transmitir coñecementos, habilidades e destrezas, comprendendo a responsabilidade ética e profesional da actividade do Enxeñeiro Técnico de Telecomunicación.               |
| B9     | CG9 Capacidade para traballar nun grupo multidisciplinar e nunha contorna multilingüe e de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, coñecementos, procedementos, resultados e ideas relacionadas coas telecomunicacións e a electrónica.                                                |
| C87    | (CE87/OP30) Capacidade para comprender as esixencias específicas que suscitan os sistemas integrados con fortes restricións de tempo real.                                                                                                                                                      |
| C88    | (CE88/OP31) Capacidade para formular e resolver os problemas que suscita o deseño e desenvolvemento de sistemas integrados.                                                                                                                                                                     |
| D2     | CT2 Concibir a Enxeñaría no marco do desenvolvemento sostible.                                                                                                                                                                                                                                  |
| D3     | CT3 Tomar conciencia da necesidade dunha formación e mellora continua de calidade, amosando unha actitude flexible, aberta e ética ante opinión discriminación por sexo, raza ou relixión, respecto os dereitos fundamentais, acesibilidade, etc.                                               |
| D4     | CT4 Favorecer o traballo cooperativo, as capacidades de comunicación, organización, planificación e aceptación de responsabilidades nun ambiente de traballo multilingüe e multidisciplinar, que favoreza a educación para a igualdade, para a paz e para o respecto dos dereitos fundamentais. |

## Resultados de aprendizaxe

| Resultados previstos na materia                                                                                                                                                                                                               | Resultados de Formación e Aprendizaxe |     |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----|----------|
| Coñecer a base tecnolóxica sobre a que se apoian as investigacións máis recentes no estudo e deseño de sistemas integrados.                                                                                                                   | B3                                    | C87 |          |
| Comprender os aspectos básicos das especiais esixencias que expoñen os sistemas integrados con fortes restricións de tempo real                                                                                                               | B3                                    | C87 | D3       |
| Adoptar unha visión xeral do problema da programación en contornas que teñen restricións de tempo real, e coñecer as ferramentas adecuadas para tratalos, de maneira que poida afrontar os sistemas encaixados cun enfoque a nivel de sistema | B3<br>B4<br>B9                        | C88 | D2<br>D4 |
| Entender os elementos básicos da prevención e a tolerancia de fallos                                                                                                                                                                          | B3                                    | C88 |          |
| Dominar os conceptos relativos á organización do software deste tipo de sistemas                                                                                                                                                              | B3<br>B4<br>B9                        | C88 | D4       |
| Manexar con soltura as técnicas de planificación dos procesos e do uso de recursos en sistemas integrados                                                                                                                                     | B3<br>B4                              | C88 |          |
| Estar familiarizado co uso das plataformas de abstracción para o desenvolvemento de sistemas integrados                                                                                                                                       | B4<br>B9                              | C88 |          |

## Contidos

| Tema                                                                     |                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Concepto de sistema integrado                                            | Definición de sistema integrado<br>Sistemas de tempo real<br>Caracterización                                    |
| Sistemas operativos para sistemas integrados                             | Sistemas operativos con restricións de tempo real<br>Multitarefa: fíos e procesos<br>Sincronización             |
| Arquitecturas de sistemas integrados                                     | Arquitecturas de microprocesadores.<br>Periféricos.<br>Buses.                                                   |
| Planificación de procesos                                                | Executivos cíclicos<br>Planificación gobernada por prioridades: DMS, EDF<br>Sincronización de acceso            |
| Fiabilidade e tolerancia a fallos                                        | Prevención e tolerancia a fallos<br>Redundancia estática e dinámica<br>Seguridade, fiabilidade e confiabilidade |
| Sistemas integrados distribuídos                                         | Mecanismos de comunicación<br>Bus de campo<br>Middleware                                                        |
| Plataformas de abstracción para o desenvolvemento de sistemas integrados | Android<br>Linux (como plataforma)                                                                              |
| Comunicación con sensores e actuadores.                                  | Hardware de E/S<br>Atención á concorrencia<br>A interface analóxico/dixital                                     |

## Planificación

|                                         | Horas na aula | Horas fóra da aula | Horas totais |
|-----------------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| Presentación                            | 1             | 5                  | 6            |
| Prácticas de laboratorio                | 14            | 0                  | 14           |
| Seminario                               | 6             | 10                 | 16           |
| Aprendizaxe baseado en proxectos        | 0             | 53                 | 53           |
| Lección maxistral                       | 20            | 40                 | 60           |
| Resolución de problemas e/ou exercicios | 1             | 0                  | 1            |

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

## Metodoloxía docente

|                          | Descrición                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Presentación             | Presentación por parte dos alumnos dos resultados dos proxectos desenvolvidos.<br>Con esta metodoloxía trabállanse as competencias: CT2, CT4, CG4, CG9 e CE87.                                                  |
| Prácticas de laboratorio | Realización por parte dos alumnos de prácticas guiadas.<br>Con esta metodoloxía trabállanse as competencias CT2, CT3, CG3, CG4, CE87 e CE88.                                                                    |
| Seminario                | Reunións dos profesores cos alumnos para o seguimento do estado e para a planificación do avance do proxecto desenvolvido.<br>Con esta metodoloxía trabállanse as competencias CT2, CT4, CG4, CG9, CE87 e CE88. |

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aprendizaxe baseado en proxectos | Utilízase ensino baseado en proxectos de aprendizaxe: os estudantes levan a cabo a realización dun proxecto ao longo do cuadrimestre para resolver un problema complexo mediante a planificación, deseño e realización dunha serie de actividades.<br>Con esta metodoloxía trabállanse as competencias CT2, CT3, CT4, CG3, CG4, CG9, CE87 e CE88 |
| Lección maxistral                | Exposición, por parte dos profesores, dos principais contidos teóricos relacionados cos sistemas integrados con restricións de tempo real.<br>Con esta metodoloxía trabállanse as competencias CT3, CG3, CE87 e CE88                                                                                                                             |

### Atención personalizada

| Metodoloxías                     | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lección maxistral                | Os profesores da materia proporcionarán atención individual e personalizada aos alumnos durante o curso, solucionando as súas dúbidas e preguntas. As dúbidas atenderanse durante a propia sesión maxistral, ou durante o horario establecido para as tutorías.                                                                                                                           |
| Prácticas de laboratorio         | Os profesores da materia proporcionarán atención individual e personalizada aos alumnos durante o curso, solucionando as súas dúbidas e preguntas. Así mesmo, os profesores orientarán e guiarán aos alumnos durante a realización das tarefas que teñen asignadas nas prácticas. As dúbidas atenderanse durante as propias prácticas, ou durante o horario establecido para as tutorías. |
| Seminario                        | Ademais da atención en grupo, os profesores da materia proporcionarán atención individual e personalizada aos alumnos durante as sesións de tutoría en grupo, ou durante o horario establecido para as tutorías.                                                                                                                                                                          |
| Aprendizaxe baseado en proxectos | Os profesores da materia proporcionarán atención individual e personalizada aos alumnos durante o curso, solucionando as súas dúbidas e preguntas. Así mesmo, os profesores orientarán e guiarán aos alumnos durante a realización do proxecto. As dúbidas atenderanse durante as sesións de tutoría en grupo, ou durante o horario establecido para as tutorías.                         |

### Avaliación

|                                         | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Cualificación | Resultados de Formación e Aprendizaxe |            |                |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|------------|----------------|
| Presentación                            | Tras a realización do proxecto, os alumnos farán unha presentación pública do deseño, desenvolvemento e resultados do mesmo. Cada membro do grupo deberá indicar as tarefas que realizou para completar o proxecto, e contestar satisfactoriamente ás preguntas que se lle formulen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 5             | B4<br>B9                              | C87        |                |
| Prácticas de laboratorio                | O alumnado completará cuestionarios individuais onde mostre a correcta realización e comprensión das prácticas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 10            | B3<br>B4<br>B9                        | C87<br>C88 |                |
| Seminario                               | Durante a realización do proxecto de cada grupo, realizarase un seguimento continuo do deseño e da evolución da implementación. Cada alumno deberá gardar e mostrar evidencias do seu traballo individual dentro do grupo. Periodicamente, os alumnos presentarán o estado e os resultados dos seus proxectos, así como os labores planificados. Se estes resultados non son satisfactorios, poderase aplicar unha penalización de ata o 20% da nota.                                                                                                                                                                                                  | 5             | B4<br>B9                              | C87<br>C88 |                |
| Aprendizaxe baseado en proxectos        | O alumnado dividirse en grupos para a realización do deseño, implementación e proba dun sistema integrado. O resultado será avaliado despois da súa entrega valorando aspectos como a corrección, a calidade, as prestacións e as funcionalidades. Así mesmo, durante a realización do proxecto realizarase un seguimento continuo do deseño e da evolución da implementación. Se os resultados intermedios non son satisfactorios, poderase aplicar unha penalización de ata o 20% da nota. O seguimento será grupal e individual: cada un dos membros do grupo debe documentar as tarefas desenvolvidas dentro do seu equipo e responder sobre elas. | 40            | B3<br>B4<br>B9                        | C87<br>C88 | D2<br>D3<br>D4 |
| Resolución de problemas e/ou exercicios | Realizarase unha proba para avaliar a comprensión dos contidos presentados nas sesións maxistrais.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 40            | B3                                    | C87<br>C88 |                |

### Outros comentarios sobre a Avaliación

Para superar o curso é preciso completar as distintas partes nas que se divide a materia (sesión maxistral, prácticas en aula e proxectos). A nota final será o resultado de aplicar a **media xeométrica ponderada** da nota de cada unha das partes (é dicir, non se pode ter un cero nalguna das partes para poder superar a materia). Sendo "x" a nota das sesións maxistrais, "y" a das prácticas en aulas e "z" a dos proxectos, a nota final será:

$$\text{nota} = x^{0.4} \cdot y^{0.1} \cdot z^{0.5}$$

Durante o primeiro mes, os estudantes deberán indicar explicitamente e por escrito o seu desexo de cursar a materia seguindo a avaliación única. Noutro caso considerárase que seguen a avaliación continua. Aqueles que sigan a avaliación

continua non se poderán considerar "non presentados" unha vez se realice a entrega do primeiro cuestionario ou tarefa.

O alumnado que opte pola avaliación única deberá superar as probas de resposta curta (40%), presentar un proxecto (50%) e presentar as prácticas de laboratorio (10%). Estas partes serán avaliadas tal e como se indica no apartado de descrición das distintas probas. A nota final será o resultado de aplicar a **media xeométrica ponderada** da nota de cada unha das partes. Ademais, deberá presentar adicionalmente un *dossier* onde se inclúan tódolos detalles sobre a realización das distintas tarefas, moi especialmente o traballo tutelado. Durante o primeiro mes do curso, o profesorado notificaralles aos estudantes que opten pola avaliación única, se deben realizar o traballo de forma individual.

O alumnado que opte pola avaliación continua deberá entregar as memorias das prácticas nos prazos indicados ao principio do cuadrimestre.

Aínda que o proxecto se realizará en grupo, levarase a cabo un seguimento continuo da actividade realizada por cada alumno dentro do grupo. No caso de que o rendemento dun alumno ou alumna non sexa acorde ao dos seus compañeiros de grupo, considerarase a súa expulsión do mesmo ou poderá ser cualificado de forma individual.

Poderán existir fitos intermedios para o proxecto. A planificación destes fitos intermedios estará dispoñible ao principio do cuadrimestre.

### **Segunda oportunidade para aprobar o curso**

A avaliación de fin de curso só poderá ser realizada por aqueles alumnos que suspenderon na primeira oportunidade (ao finalizar o cuadrimestre).

Para superar o curso será necesario superar as distintas partes nas que se divide a materia: as probas de resposta curta (40%), presentar un proxecto (50%) e presentar as prácticas de laboratorio (10%). Estas partes serán avaliadas tal e como se indica no apartado de descrición das distintas probas. A nota final será o resultado de aplicar a **media xeométrica ponderada** da nota de cada unha das partes. Será necesario, ademais, presentar un *dossier* onde se inclúan tódolos detalles sobre a realización das distintas tarefas, moi especialmente o traballo tutelado.

Aqueles estudantes que seguisen a avaliación continua poden optar por manter as notas das partes que tivesen superadas na primeira oportunidade ou descartalas.

### **Convocatoria de "Fin de carreira"**

Para superar o curso será necesario superar as distintas partes nas que se divide a materia: as probas de resposta curta (40%), presentar un proxecto (50%) e presentar as prácticas de laboratorio (10%). Estas partes serán avaliadas tal e como se indica no apartado de descrición das distintas probas. A nota final será o resultado de aplicar a media xeométrica ponderada da nota de cada unha das partes. Será necesario, ademais, presentar un *dossier* onde se inclúan tódolos detalles sobre a realización das distintas tarefas, moi especialmente o traballo tutelado.

### **Outros comentarios**

As puntuacións obtidas só son válidas para o curso académico en vigor.

Aínda que o traballo tutelado se desenvolverá (na medida do posible) en grupos, os alumnos deben deixar evidencias do seu traballo individual dentro do grupo. No caso no que o rendemento dun alumno ou alumna non sexa acorde ao dos seus compañeiros de grupo, considerarase a súa expulsión do mesmo e/ou poderá ser avaliado de forma individual nesta parte.

O uso de calquera material durante a realización dos exames terá que ser autorizado explicitamente polo profesorado.

A avaliación realizarase nalgún dos idiomas oficiais de Galicia. Se algún alumno desexa ser avaliado en inglés, deberao notificar por escrito aos profesores con 15 días de antelación.

En caso de detección de plaxio ou de comportamento non ético nalgún dos traballos/probas realizadas a cualificación final da materia será de "suspense (0)" e os profesores comunicarán o asunto ás autoridades académicas para que tome as medidas oportunas.

---

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

#### **Bibliografía Básica**

A. Burns & A. Wellings, **Sistemas de Tiempo Real y Lenguajes de Programación**, 3,

E.A. Lee & S.A. Seshia, **Introduction to Embedded Systems**, 1,

#### **Bibliografía Complementaria**

P. Marwedel, **Embedded System Design**, 2,

P. Barry & P. Crowley, **Modern Embedded Computing**, 1,

---

---

## Recomendacións

---

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

---

Programación concorrente e distribuída/V05G300V01641

Sistemas operativos/V05G300V01541

---

---

## Plan de Continxencias

---

### Descrición

---

== MEDIDAS EXCEPCIONAIS PLANIFICADAS ==

Ante a incerta e imprevisible evolución da alerta sanitaria provocada pola COVID- 19, a Universidade establece una planificación extraordinaria que se activará no momento en que as administracións e a propia institución o determinen atendendo a criterios de seguridade, saúde e responsabilidade, e garantindo a docencia nun escenario non presencial ou non totalmente presencial. Estas medidas xa planificadas garanten, no momento que sexa preceptivo, o desenvolvemento da docencia dun xeito mais áxil e eficaz ao ser coñecido de antemán (ou cunha ampla antelación) polo alumnado e o profesorado a través da ferramenta normalizada e institucionalizada das guías docentes DOCNET.

=== ADAPTACIÓN DAS METODOLOXÍAS ===

Dado que na materia se utiliza equipamento específico para a realización das "prácticas de laboratorio" e a parte de "aprendizaxe baseada en proxectos", de activarse un escenario non presencial procederase como segue:

- No caso de dispoñer de material suficiente ou de orzamento para a adquisición de material adicional, faráselle chegar aos alumnos os dispositivos para que os podan utilizar nos seus fogares.
  - Noutro caso procederase a substituír as prácticas ou as partes do proxecto non completadas por outras que non necesiten hardware específico (aínda que poderían precisar dunha placa empotrada, tal como unha BeagleBoard, Raspberry Pi ou similar) ou que se realicen sobre simuladores.
-