



| Guía Docente          |  |                    |                      |           |
|-----------------------|--|--------------------|----------------------|-----------|
| Datos Identificativos |  |                    |                      | 2023/24   |
| Asignatura (*)        | Sistemas Empotrados  |                    | Código               | 614G01060 |
| Titulación            | Grao en Enxeñaría Informática  |                    |                      |           |
| Descritores           |  |                    |                      |           |
| Ciclo                 | Período  | Curso              | Tipo                 | Créditos  |
| Grao                  | 1º cuatrimestre  | Cuarto             | Optativa             | 6         |
| Idioma                | Galego   |                    |                      |           |
| Modalidade docente    | Presencial   |                    |                      |           |
| Prerrequisitos        |  |                    |                      |           |
| Departamento          | Enxeñaría de Computadores  |                    |                      |           |
| Coordinación          | Padron Gonzalez, Emilio Jose   | Correo electrónico | emilio.padron@udc.es |           |
| Profesorado           | Padron Gonzalez, Emilio Jose   | Correo electrónico | emilio.padron@udc.es |           |
| Web                   |  |                    |                      |           |
| Descrición xeral      | Coñecer as principais arquitecturas de sistemas encaixados e as principais metodoloxías para o seu desenvolvemento. Aprender a programar sistemas encaixados e sistemas de tempo real. Coñecer os sistemas operativos e compiladores empregados en sistemas encaixados e de tempo real, as súas particularidades e o seu impacto na programación de aplicacións. |                    |                      |           |

| Competencias / Resultados do título |   |
|-------------------------------------|---|
| Código                              | Competencias / Resultados do título   |
| A32                                 | Capacidade de desenvolver procesadores específicos e sistemas embarcados, así como desenvolver e optimizar o software dos ditos sistemas.               |
| A34                                 | Capacidade de deseñar e implementar software de sistemas e de comunicacións.  |
| A35                                 | Capacidade de analizar, avaliar e seleccionar as plataformas hardware e software máis acaídas para o soporte de aplicacións embarcadas e de tempo real. |
| B1                                  | Capacidade de resolución de problemas   |
| C6                                  | Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben afrontarse.                        |
| C8                                  | Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenvolvemento tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade.           |

| Resultados da aprendizaxe   |                   |    |                                     |
|---|-------------------|----|-------------------------------------|
| Resultados de aprendizaxe   |                   |    | Competencias / Resultados do título |
| Capacidade para entender a diferenza entre un sistema de propósito xeral e un sistema embebido/empotrado/encaixado/embarcado. Coñecer as principais características e casos de uso destes últimos | A35               |    | C6<br>C8                            |
| Capacidade de deseñar e implementar software en sistemas embebidos  | A32<br>A34        | B1 |                                     |
| Capacidade de analizar, avaliar e seleccionar as plataformas hardware e software máis acaídas para o soporte de aplicacións embebidas e de tempo real.  | A32<br>A34<br>A35 | B1 | C6<br>C8                            |

| Contidos                        |  |
|---------------------------------|--|
| Temas                           | Subtemas   |
| Introdución                     | Sistemas embebidos<br>Microcontroladores                                   |
| FRDM KL46Z<br>> Primeiros pasos | Arquitecturas e procesadores ARM<br>Modelos de programación<br>Periféricos |



|   |   |
|---|---|
| Excepcións e Interrupcións                          | Introdución<br>Xestión do NVIC  |
| Repertorio instrucións ARM Cortex-M0+               | Formato de instrucións<br>Ensamblador   |
| Sinais de reloxo e modos de funcionamento           | Modos de operación e consumo enerxético<br>Sinais de reloxo<br>Temporizadores                   |
| Sistemas Operativos para Sistemas Embebidos         | Introdución<br>Requisitos e características   |
| Mecanismos de comunicación interproceso             | Fíos e tarefas<br>Sinais, exclusión mútua, semáforos e colas de mesaxes                         |
| SoC e handheld devices                              | Sistemas heteroxéneos<br>Procesadores Gráficos<br>Arquitectura das GPU nos dispositivos móbiles |
| O procedo de análise e deseño dun sistema empotrado | Metodoloxía de deseño<br>Análise de rendemento  |

| Planificación            |                           |   |                         |              |
|--------------------------|---------------------------|---|-------------------------|--------------|
| Metodoloxías / probas    | Competencias / Resultados | Horas lectivas (presenciais e virtuais) | Horas traballo autónomo | Horas totais |
| Seminario                | A35 C6 C8                 | 3                                       | 6                       | 9            |
| Proba obxectiva          | A32 A34 B1                | 3                                       | 0                       | 3            |
| Sesión maxistral         | A4 A7 C5                  | 21                                      | 42                      | 63           |
| Traballos tutelados      | A32 A34 A35 B1 C6         | 3                                       | 15                      | 18           |
| Prácticas de laboratorio | A32 A34 B1                | 15                                      | 37.5                    | 52.5         |
| Atención personalizada   |                           | 4.5                                     | 0                       | 4.5          |

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

| Metodoloxías        |  |
|---------------------|--|
| Metodoloxías        | Descrición   |
| Seminario           | Exposición didáctica dos contidos prácticos da asignatura empregando diapositivas e outros recursos TIC.<br><br>Se fomentará a adquisición dos coñecementos asociados á competencia A35. Por outra banda, compróbase a adquisición das competencias C6 e C8.   |
| Proba obxectiva     | Exame sobre os contidos da materia que combinará preguntas de teoría coa resolución de problemas.<br><br>Neste tipo de proba compróbase a adquisición da competencia A32 e A34.  |
| Sesión maxistral    | Exposición didáctica dos contidos teóricos da asignatura empregando diapositivas e outros recursos TIC.<br><br>Neste tipo de sesións se fomentará a adquisición dos coñecementos asociados ás competencias A34 e A35. Ademais, como o alumnado ten que valorar críticamente os diferentes procesadores para sistemas encaixados aparecidos nos últimos anos, valoraranse tamén as competencias C6 e C8.  |
| Traballos tutelados | Proposta de mini-proxecto para que as/os estudantes afonden pola súa conta en temas tratados na materia. As ideas e problemas discútanse especialmente durante as horas de tutoría de grupos reducidos.<br><br>Se fomentará a adquisición dos coñecementos asociados á competencia A35. Ademais, ao teren que utilizar o seu coñecemento para resolver novos problemas, exercitarase a competencia B1. Por outra banda, compróbase a adquisición das competencias C6 e C8. |



|                          |   |
|--------------------------|---|
| Prácticas de laboratorio | <p>Cada estudante desenvolverá prácticas no laboratorio para a aprendizaxe da programación de dispositivos empotrados.</p> <p>Suscitaranse unha serie de prácticas seguindo un guión para que o alumnado se familiarice cos conceptos e procedementos básicos da programación dos dispositivos empotrados (competencias A32 e A34). Tamén se promoverá a optimización básicas de cada práctica proposta así como a discusión e a resolución de problemas (Competencia B1)</p> |
|--------------------------|---|

### Atención personalizada

| Metodoloxías             | Descrición  |
|--------------------------|---|
| Prácticas de laboratorio | Prácticas de laboratorio: Atender e resolver dúbidas do alumnado en relación ás prácticas propostas ou realizadas no laboratorio. |
| Traballos tutelados      | Traballos tutelados: Atender e resolver dúbidas do alumnado en relación aos traballos tutelados propostos.                        |

### Avaliación

| Metodoloxías             | Competencias / Resultados | Descrición   | Cualificación |
|--------------------------|---------------------------|--|---------------|
| Prácticas de laboratorio | A32 A34 B1                | Nas sesións de laboratorio propóñense unha serie de prácticas para aplicar os coñecementos adquiridos na materia. Ao final dalgunhas sesións valórase o correcto funcionamento da práctica, o axeitado do traballo presentado e a comprensión dos conceptos traballados mediante unha proba escrita. | 50            |
| Proba obxectiva          | A32 A34 B1                | Corresponde a coñecementos impartidos nas sesións maxistras.   | 40            |
| Traballos tutelados      | A32 A34 A35 B1 C6         | Cada estudante ten que desenvolver un mini-proxecto, para o que presentará unha memoria. e valórase o correcto funcionamento do traballo no laboratorio.   | 10            |

### Observacións avaliación

|   |
|---|
| <p>O 40% da cualificación corresponde á proba obxectiva final, o 40% á avaliación das prácticas de laboratorio e o 20% restante aos traballos tutelados. Na segunda oportunidade permitirase recuperar un 60% da cualificación ao alumnado que non superou a materia na primeira oportunidade: O 40% da cualificación corresponde á proba obxectiva final e o 20% dos traballos tutelados, conservando a nota de prácticas da primeira oportunidade. Considerarase como "non presentada/o" a calquera estudante que non realice a proba obxectiva. O alumnado con recoñecemento de dedicación a tempo parcial e dispensa académica de exención de asistencia realizará as mesmas probas de avaliación que o alumnado que as curse a tempo completo, pero cun horario tanto para as clases como para as distintas probas que sexa compatible co horario que cada estudante teña estipulado que debe asistir ao centro.</p> <p>Copia e/ou plaxio: A realización fraudulenta das probas ou actividades de avaliación, unha vez comprobada, será penalizada de acordo co establecido no Artigo 14 das Normas de avaliación, revisión e reclamación das cualificacións dos estudos de grado e mestrado da UDC.</p> |
|---|

### Fontes de información

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Bibliografía básica</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elecia White (2011). Making Embedded Systems: Design Patterns for Great Software 2011, O'Reilly Media, Inc. ISBN: 9781449302146. O'Reilly</li> <li>- Joseph Yiu (2015). The Definitive Guide to ARM Cortex-M0 and Cortex-M0+ Processors. Newnes / Elsevier</li> <li>- Marilyn Wolf (2012). Computers as components. Morgan Kaufmann</li> <li>- Yifeng Zhu (2014). Embedded Systems with ARM Cortex-M Microcontrollers in Assembly Language. E-Man Press LLC</li> </ul> |
| <b>Bibliografía complementaria</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jonathan W. Valvano (2012). Real-Time Operating Systems for ARM Cortex-M Microcontrollers. Createspace</li> <li>- Jonathan W. Valvano (2013). Introduction to ARM Cortex-M Microcontrollers. Embedded Systems. CreateSpace Independent Publishing Platform</li> <li>- Joseph Yiu (2012). The Definitive Guide to the ARM Cortex-M0. Newnes</li> </ul>  |



## Recomendacións

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Estrutura de Computadores/614G01012  
Sistemas Operativos/614G01016  
Arquitectura de Computadores/614G01033

### Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Programación de Sistemas/614G01058

### Materias que continúan o temario

## Observacións

Segundo se recolle nas distintas normativas de aplicación para a docencia universitaria, esta materia incorpora a perspectiva de xénero (usarase linguaxe non sexista, propiciarase a intervención en clase de alumnos e alumnas...) Traballárase para identificar e modificar prexuízos e actitudes sexistas, racistas ou xenófobas e proporanse accións e medidas para corrixilas.

(\*A Guía docente é o documento onde se visualiza a proposta académica da UDC. Este documento é público e non se pode modificar, salvo casos excepcionais baixo a revisión do órgano competente dacordo coa normativa vixente que establece o proceso de elaboración de guías