

Guia docent

2400124 - 240MAR51 - Sistemes Encastats i de Temps Real

Última modificació: 29/04/2026

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona
Unitat que imparteix: 707 - ESAII - Departament d'Enginyeria de Sistemes, Automàtica i Informàtica Industrial.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN AUTOMÀTICA I ROBÒTICA (Pla 2025). (Assignatura optativa).

Curs: 2026 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: Blesa Izquierdo, Joaquin

Altres: Sarrate Estruch, Ramon
Blesa Izquierdo, Joaquin

CAPACITATS PRÈVIES

Coneixements bàsics sobre electrònica digital i programació.

METODOLOGIES DOCENTS

El curs combinarà classes magistrals amb laboratoris (50%-50%).

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Presentar als estudiants el desenvolupament de sistemes encastats de temps real basats en microcontroladors, amb èmfasis en el desenvolupament de programari i en les aplicacions de control.

Els estudiants aprendran a:

- Programar i verificar la correcció temporal (anàlisi de planificabilidad) d'un sistema encastat de temps real.
- Programar un sistema encastat de temps real sobre un sistema operatiu de temps real (RTOS).
- Implementar algorismes de control bàsic en un sistema encastat de temps real.
- Implementar un sistema de control supervisor en un sistema encastat de temps real.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	22,5	50.00
Hores grup petit	22,5	50.00

Dedicació total: 45 h

CONTINGUTS

1. INTRODUCCIÓ

Descripció:

- 1.1. Sistemes Encastats i de Temps Real: definicions i exemples
- 1.2. Desenvolupament de Sistemes Encastats de Temps Real

Dedicació: 2h 30m

Grup gran/Teoria: 1h 30m

Aprenentatge autònom: 1h

2. ARDUINO

Descripció:

- 2.1. Introducció
- 2.2. La placa Arduino UNO
- 2.3. L'IDE d'Arduino
- 2.4. Programació d'sketches
- 2.5. Biblioteques
- 2.6. Limitacions

Dedicació: 13h 30m

Grup gran/Teoria: 1h 30m

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 9h

3. PROGRAMACIÓ EN C

Descripció:

- 3.1. Estructura del programa i sintaxi bàsica
- 3.2. Tipus de dades, constants i variables
- 3.3. Operadors i expressions
- 3.4. Control de flux
- 3.5. Funcions

Dedicació: 9h 30m

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 6h 30m

4. IMPLEMENTACIÓ D'ALGORISMES DE CONTROL EN C

Descripció:

- 4.1. Control discret
- 4.2. Implementació d'algorismes de control bàsics
- 4.3. Aspectes de la implementació en temps real
- 4.4. Estructuració del codi per a sistemes de control

Dedicació: 18h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 4h 30m

Aprenentatge autònom: 11h 30m

5. PROGRAMACIÓ DE SISTEMES DE TEMPS REAL

Descripció:

- 5.1. Gestió multitasca: tipus de gestors
- 5.2. Estats d'una tasca
- 5.3. Programació de tasques en FreeRTOS
- 5.4. Programació de tasques periòdiques
- 5.5. Accés a recursos compartits: problemàtica i solucions
- 5.6 .Semàfors en FreeRTOS
- 5.7.Comunicació i sincronització basada en missatges
- 5.8.Cues en FreeRTOS

Dedicació: 20h 15m

Grup gran/Teoria: 3h 30m

Grup petit/Laboratori: 3h 45m

Aprenentatge autònom: 13h

6. PLANIFICACIÓ DE SISTEMES DE TEMPS REAL

Descripció:

- 6.1. Planificació de tasques periòdiques, esporàdiques i aperiòdiques
- 6.2. Pitjor temps de còmput
- 6.3. L'executiu cíclic: disseny i programació
- 6.4. Planificació basada en prioritats fixes: anàlisi de planificabilitat i criteris d'assignació de prioritats
- 6.5. Planificació basada en prioritats dinàmiques: primer el més urgent.
- 6.6. Planificació d'un conjunt de tasques aperiòdiques
- 6.7. Planificació d'un conjunt híbrid de tasques

Dedicació: 29h 45m

Grup gran/Teoria: 7h

Grup petit/Laboratori: 3h 45m

Aprenentatge autònom: 19h

7. DISSENY INTEGRAT DE SISTEMES ENCASTATS I CONTROL DE SUPERVISIÓ

Descripció:

- 7.1. Programació d'alt nivell d'Arduino
- 7.2. Control de supervisió
- 7.3. Integració de sistemes
- 7.4. Aplicacions reals

Dedicació: 31h 30m

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 7h 30m

Aprenentatge autònom: 20h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Qualsevol acte de frau acadèmic, plagi, ús o tinença a l'abast de mitjans no autoritzats en qualsevol activitat d'avaluació comportarà la qualificació de zero (0) en la prova o lliurament afectat. A més, d'acord amb la normativa de la Universitat, la possible derivació dels fets per a l'obertura d'un expedient disciplinari implicarà que l'assignatura quedi en l'estat provisional de "pendent d'avaluació" fins a la resolució de l'expedient. La gestió d'aquestes incidències es desplega d'acord amb el [Marc d'actuació per a la integritat acadèmica en l'avaluació de la UPC](#).

La qualificació del curs dependrà de:

- a) l'examen final (50%).
- b) el rendiment en els laboratoris (50%).

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Burns, Alan ; Wellings, Andrew J.. Real-time systems and programming languages : Ada, Real-Time Java and C/Real-Time POSIX.. 4th ed.. Harlow: Addison-Wesley, cop., 2009. ISBN 9780321417459.
- Buttazzo, Giorgio C.. Hard real-time computing systems : predictable scheduling algorithms and applications [en línia]. 4th ed. New York: Springer, 2024 [Consulta: 08/10/2026]. Disponible a : <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-031-45410-3>. ISBN 9783031454103.