



## Guia docent 2400117 - 240MAR44 - Robots Mòbils Autònoms

Última modificació: 27/04/2026

**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:** Santamaria Navarro, Angel

**Altres:**

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Coneixements bàsics de cinemàtica i control de robots.  
Fonaments de probabilitat i estimació.  
Àlgebra lineal (vectors, matrius, autovalors) i càlcul diferencial.  
Nocions bàsiques d'optimització i sistemes dinàmics.  
Programació en Python i/o C++ i nocions de ROS/ROS2.

### REQUISITS

---

Haver cursat l'assignatura de Robòtica II.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

La metodologia docent combina classes magistrals orientades a la presentació dels conceptes teòrics amb sessions pràctiques basades en simulació per ordinador. Les classes magistrals introdueixen els fonaments avançats de la robòtica mòbil, mentre que les pràctiques permeten aplicar aquests coneixements mitjançant la implementació, experimentació i anàlisi de sistemes robòtics en entorns simulats. Es fomenta un aprenentatge actiu i progressiu, integrant percepció, estimació, control i planificació en escenaris realistes.



## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Comprendre els principis avançats de la robòtica mòbil aplicats a robots amb potes i vehicles aeris.  
Modelar sistemes robòtics utilitzant representacions en espais SE(2) i SE(3).  
Analitzar sistemes de locomoció híbrids amb contactes discrets i dinàmica complexa.  
Aplicar tècniques d'estimació d'estat basades en fusió sensorial (IMU, LiDAR, visió).  
Implementar mètodes d'estimació avançats com filtres en varietats i enfocaments basats en gràfics de factors.  
Desenvolupar sistemes de localització i SLAM en entorns estructurats i no estructurats.  
Dissenyar i avaluar mètodes de control per robots amb alta dimensionalitat i restriccions de contacte.  
Aplicar tècniques de control òptim i Model Predictive Control (MPC) en sistemes robòtics.  
Desenvolupar planificadors de trajectòries considerant restriccions dinàmiques (planificació cinodinàmica).  
Analitzar la diferència entre trajectòries planificades i executades en sistemes reals.  
Integrar percepció i control en estratègies de navegació autònoma.  
Construir representacions del medi (mapes d'ocupació, elevació i travessabilitat).  
Dissenyar estratègies d'exploració autònoma basades en criteris d'informació.  
Identificar limitacions dels sistemes clàssics de navegació en robots no holònoms i entorns complexos.  
Desenvolupar i depurar sistemes robòtics complets en ROS2.  
Avaluar el rendiment de sistemes autònoms mitjançant mètriques quantitatives.  
Treballar amb simuladors robòtics per validar algorismes abans de la seva aplicació real.  
Integrar múltiples mòduls (percepció, estimació, control, planificació) en una arquitectura coherent.

## HORES TOTALES 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 als robots mòbils autònoms

#### Descripció:

Introducció als robots mòbils autònoms, incloent els conceptes fonamentals, els tipus de robots i els principals reptes associats a la seva operació en entorns reals. Es presenten les diferències entre plataformes amb rodes, robots amb potes i vehicles aeris, així com els problemes clau relacionats amb la locomoció, la percepció, la localització i la navegació. Finalment, s'introdueix l'entorn de simulació que s'utilitzarà al llarg del curs per validar els conceptes i algorismes desenvolupats.

#### Activitats vinculades:

Introducció a l'entorn de simulació

#### Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 3h



## 2. Percepció i locomoció en sistemes robòtics complexos

### Descripció:

- 2.1 Percepció sota restriccions de moviment
- 2.2 Locomoció híbrida i modelatge de contactes
- 2.3 Dinàmica de robots aeris i moviment en SE(3)

### Objectius específics:

Introduir els principis de percepció i locomoció en robots mòbils sota condicions dinàmiques, incloent la interacció amb l'entorn mitjançant contactes i moviment en l'espai tridimensional. Proporcionar les bases per modelar i analitzar sistemes robòtics complexos, com robots amb potes i vehicles aeris, tenint en compte les restriccions físiques i de percepció.

### Activitats vinculades:

Pràctiques a l'aula d'informàtica

### Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

## 3. Estimació d'estat (avançada)

### Descripció:

- 3.1 Grafs de factors i suavitzat
- 3.2 Filtrat invariant en grups de Lie
- 3.3 Fusió multisensor

### Objectius específics:

Introduir mètodes avançats d'estimació d'estat basats en formulacions d'optimització i filtratge en espais no lineals. Proporcionar les eines per dissenyar sistemes de fusió multisensor robustos per a la localització i navegació en entorns complexos.

### Activitats vinculades:

Pràctiques a l'aula d'informàtica

### Dedicació: 12h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup mitjà/Pràctiques: 6h

## 4. Control i planificació per a robots complexos

### Descripció:

- 4.1 Control de cos complet
- 4.2 Planificació cinodinàmica i de trajectòries
- 4.3 Navegació amb consciència de contactes i per a robots aeris

### Objectius específics:

Introduir els principis de control i planificació en robots amb dinàmica complexa, incloent sistemes amb múltiples graus de llibertat i restriccions de contacte. Proporcionar les bases per dissenyar estratègies de control i planificació que tinguin en compte la dinàmica del sistema i permetin una navegació robusta en entorns complexos.

### Activitats vinculades:

Pràctiques a l'aula d'informàtica

### Dedicació: 9h

Grup gran/Teoria: 4h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 4h 30m



## 5. Representació de l'entorn i exploració autònoma

### Descripció:

- 5.1 Mapatge avançat
- 5.2 Exploració activa

### Objectius específics:

Introduir mètodes avançats de representació de l'entorn que permetin capturar informació geomètrica i semàntica rellevant per a la navegació. Proporcionar les bases per dissenyar estratègies d'exploració autònoma basades en la reducció de la incertesa i el guany d'informació.

### Activitats vinculades:

Pràctiques a l'aula d'informàtica

### Dedicació: 12h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup mitjà/Pràctiques: 6h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- Pràctiques d'informàtica: 20%
- Examen parcial: 20%
- Examen final: 60%

Es podrà programar un examen de reavaluació que substituirà el 80% de la qualificació corresponent a l'examen parcial i a l'examen final, d'acord amb la normativa vigent.

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Les sessions de pràctiques i els lliuraments associats s'han de fer en grup de dos estudiants.

## BIBLIOGRAFIA

### Bàsica:

- Barfoot, Timothy D.. State estimation for robotics [en línia]. 2nd ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2024 [Consulta: 27/05/2026]. Disponible a:

<https://www-cambridge-org.recursos.biblioteca.upc.edu/core/books/state-estimation-for-robotics/00E53274A2F1E6CC1A55CA5C3D1C9718>. ISBN 9781009299930.

- Lynch, Kevin M. ; Frank C. Park. Modern robotics : mechanics, planning, and control Lynch, [en línia]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2017 [Consulta: 27/05/2026]. Disponible a:

<https://www-cambridge-org.recursos.biblioteca.upc.edu/core/books/modern-robotics/57C3BB1C6D5CB40320FA96E5FA3BCEC6>. ISBN 9781107156302.

- LaValle, Steven M.. Planning Algorithms [en línia]. New York: Cambridge University Press, 2006 [Consulta: 27/05/2026]. Disponible a: <https://www-cambridge-org.recursos.biblioteca.upc.edu/core/books/planning-algorithms/FC9CC7E67E851E40E3E45D6FE328B768>. ISBN 0521862051.