



Guia docent

2400116 - 240MAR43 - Sistemes Híbrids

Última modificació: 04/05/2026

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: Sarrate Estruch, Ramon

Altres: Sarrate Estruch, Ramon

CAPACITATS PRÈVIES

Àlgebra lineal, Modelització i disseny de controladors per a sistemes lineals a temps continu/discret, Optimització i Teoria de sistemes a esdeveniments discrets

METODOLOGIES DOCENTS

Les metodologies del curs combinen:

- 1) Classe magistrals, on s'introduiran els conceptes teòrics i mètodes, acompanyats d'exemples.
- 2) Sessions pràctiques, on s'utilitzaran eines de computació numèrica (com MATLAB) per resoldre enunciats de pràctiques proposades pel professor.
- 3) Enunciats de problemes, que comportaran la resolució d'exercicis breus proposats pel professor. Aquests exercicis s'hauran de resoldre a casa.
- 4) Desenvolupament d'un projecte, que comportarà la resolució d'un cas pràctic proposat per l'estudiant. Aquesta activitat es desenvoluparà a classe, sota la supervisió del professor.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Al finalitzar el curs, l'estudiant serà capaç de:

- Enumerar els principals tipus de sistemes híbrids, i descriure les seves característiques.
- Aplicar tècniques de modelització de sistemes híbrids.
- Analitzar sistemes híbrids per determinar les seves propietats i qualitats, amb especial èmfasi en la verificació.
- Dissenyar algoritmes de control per a sistemes híbrids.
- Utilitzar eines de programari per a la modelització, la simulació, l'anàlisi i el control de sistemes híbrids.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup gran	22,5	18.00
Hores grup petit	22,5	18.00

Dedicació total: 125 h



CONTINGUTS

1. Introducció als sistemes híbrids

Descripció:

- 1.1. Característiques dels sistemes híbrids
- 1.2. Exemples de sistemes híbrids
- 1.3. Tècniques per a sistemes híbrids

Dedicació: 5h

Grup gran/Teoria: 1h

Grup petit/Laboratori: 1h

Aprenentatge autònom: 3h

2. Modelització de sistemes híbrids

Descripció:

- 2.1. L'autòmat híbrid
 - 2.1.1. Definició i exemples
 - 2.1.2. Propietats
 - 2.1.3. Tècniques de verificació i exemples
- 2.2. Els sistemes MLD
 - 2.2.1. Representació matemàtica de sistemes PWA i MLD
 - 2.2.2. El DHA i d'altres formalismes
 - 2.2.3. Anàlisi d'assoliment basat en optimització

Dedicació: 83h 30m

Grup gran/Teoria: 15h

Grup petit/Laboratori: 15h

Aprenentatge autònom: 53h 30m

3. Control de sistemes híbrids

Descripció:

- 3.1. Control predictiu basat en model: conceptes bàsics
- 3.2. MPC lineal
- 3.3. MPC híbrid
- 3.4. MPC híbrid explícit

Dedicació: 36h 30m

Grup gran/Teoria: 6h 30m

Grup petit/Laboratori: 6h 30m

Aprenentatge autònom: 23h 30m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

L'avaluació de l'estudiant es basarà en els següents punts:

- informes de les pràctiques (30%)
- informes dels exercicis (30%)
- informe del projecte (40%)

Es programarà un examen de recuperació per a aquells estudiants que hagin suspès el curs. La nota de l'examen de recuperació farà mitjana amb la nota del curs.

En el cas d'un escenari de crisi sanitària (com la pandèmia COVID-19), totes la activades es reprogramaran en format no presencial, en línia.



BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Schaft, A. J. van der; Schumacher, J. M. An introduction to hybrid dynamical systems [en línia]. London ; New York: Springer, cop. 2000 [Consulta: 27/05/2026]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/BFb0109998>. ISBN 1852332336.
- Borrelli, Francesco; Bemporad, Alberto; Morari, Manfred. Predictive control for linear and hybrid systems. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. ISBN 9781107652873.
- Borrelli, Francesco. Constrained optimal control of linear and hybrid systems [en línia]. Berlin [etc.]: Springer, cop. 2003 [Consulta: 27/05/2026]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/3-540-36225-8>. ISBN 354000257X.
- Liberzon, Daniel. Switching in systems and control. Boston: Birkhauser, 2003. ISBN 3764342978.
- Lunze, Jan; Lamnabhi-Lagarrigue, Françoise. Handbook of Hybrid Systems Control [en línia]. New York: Cambridge University Press, 2009 [Consulta: 27/05/2026]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=464862>. ISBN 9780511639340.

Complementària:

- Cassandras, Christos G; Lafortune, Stéphane. Introduction to discrete event systems [en línia]. 3rd ed. Cham, Switzerland: Springer, 2021 [Consulta: 27/05/2026]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=6803452>. ISBN 9783030722722.
- Schröder, Jochen. Modelling, state observation, and diagnosis of quantised systems [en línia]. Berlin [etc.]: Springer, cop. 2003 [Consulta: 27/05/2026]. Disponible a: <https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/3-540-46086-1>. ISBN 3540440755.
- Rawlings, James B; Mayne, David Q. Model predictive control : theory and design. Madison, Wisconsin: Nob Hill Pub, cop. 2009. ISBN 9780975937709.