

Guia docent

200212 - TCL - Teoria de Control

Última modificació: 03/06/2025

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques.

Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Assignatura optativa).

Curs: 2025 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: JOSEP MARIA OLM MIRAS

Altres: Segon quadrimestre:
JAIME FRANCH BULLICH - A
JOSEP MARIA OLM MIRAS - A

CAPACITATS PRÈVIES

Àlgebra lineal, càlcul elemental en una i diverses variables, equacions diferencials. És recomanable però no imprescindible tenir coneixements de geometria diferencial.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

3. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
4. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.
5. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.
13. CE-1. Proposar, analitzar, validar i interpretar models de situacions reals senzilles, mitjançant les eines matemàtiques més adients als objectius que es vol aconseguir.
14. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.

Genèriques:

1. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
2. Haver desenvolupat les habilitats d'aprenentatge que són necessàries per poder emprendre, amb un grau alt d'autonomia, estudis multidisciplinaris en disciplines científiques en què les Matemàtiques tenen un paper significatiu.
6. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
7. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
8. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.
9. CG-4. Saber abstroure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.
10. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

11. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.
12. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

METODOLOGIES DOCENTS

Es distingeixen classes de teoria i classes de problemes.

- A teoria, a partir d'un nombre mínim de conceptes bàsics es presentarà la teoria de sistemes lineals. Naturalment es recorrerà als exemples tant per a motivar com per a il·lustrar els resultats teòrics.
- A problemes, els estudiants posaran en pràctica els resultats de teoria havent de recórrer eventualment a coneixements que se'ls suposa.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

1. Identificar un sistema de control i distingir entre les variables d'estat, les entrades i les sortides.
2. Aplicar a sistemes de control els resultats d'existència i unicitat d'equacions diferencials.
3. Calcular les matrius de controlabilitat i observabilitat i decidir la controlabilitat i observabilitat d'un sistema.
4. Calcular les diferents formes canòniques i usar-les en el disseny de controladors.
5. Calcular funcions i matrius de transferència i utilitzar-les per al disseny de controladors.
6. Entendre i usar els mètodes freqüencials per trobar les respostes a diferents entrades.
7. Dissenyar controladors PID.
8. Decidir la controlabilitat i observabilitat de sistemes no lineals.
9. Linealitzar sistemes no lineals i utilitzar-ho per al disseny de controladors.
10. Conèixer els conceptes bàsics de control en mode de lliscament i control adaptatiu.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	30,0	20.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup gran	30,0	20.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Introducció a la teoria de control

Descripció:

Aspectes bàsics i terminologia. Breu història. Representació de sistemes. Linealització de sistemes no lineals en un punt d'equilibri.

Dedicació: 2h

Grup gran/Teoria: 2h



Sistemes lineals: representació en espai d'estats

Descripció:

Comportament anòmal degut a la manca de controlabilitat o observabilitat. Definicions de controlabilitat i observabilitat. Teoremes. Dualitat. Formes canòniques de controlabilitat i observabilitat. Resposta a l'impuls. Convolució.

Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 6h

Sistemes lineals: representació entrada-sortida

Descripció:

Transformades de Laplace i Fourier. Funcions de transferència. Funcions de transferència com a transformada de Laplace d'una resposta impulsional. Interconnexió i realimentació. De la representació en espai d'estats a la representació entrada-sortida i viceversa. Controlabilitat i observabilitat. Resposta freqüencial per a sistemes SISO. Diagrames polars i de Bode. Propietats de la resposta freqüencial.

Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 6h

Estabilitat

Descripció:

Estabilitat interna. Estabilitat entrada-sortida. Identificació d'arrels de polinomis en \mathbb{C}^- . Mètodes en el domini freqüencial: el criteri de Nyquist. El cas dels sistemes no lineals: estabilitat de Lyapunov. Linealització i estabilitat local. Mètode directe de Lyapunov. Teoremes de conjunts invariants. Anàlisi de Lyapunov de sistemes LTI.

Dedicació: 8h

Grup gran/Teoria: 8h

Diseny de controladors

Descripció:

Resposta al graó de sistemes de primer i segon ordre. Error en estat estacionari. Disseny algebraic. Controladors PID.

Dedicació: 4h

Grup gran/Teoria: 4h

Sistemes no lineals: controlabilitat i observabilitat

Descripció:

Introducció als sistemes no lineals: forma afí, camps vectorials, derivades de Lie. Eines de geometria diferencial: parèntesi de Lie, distribucions i codistribucions, teorema de Frobenius. Descomposició local de sistemes de control. Controlabilitat i accessibilitat. Caracteritzacions. Observabilitat.

Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 6h



Linealització de sistemes. Platitud. Disseny de controladors

Descripció:

Linealització per realimentació estàtica: definició i resultat principal. Platitud diferencial: alguns resultats i problemes oberts. Utilitat de la linealització per realimentació en el disseny de controladors.

Dedicació: 10h

Grup gran/Teoria: 10h

Control en mode de lliscament

Descripció:

Sistemes híbrids. Sistemes d'estructura variable. Control en mode de lliscament. Mètodes geomètrics. Estabilització de sistemes.

Dedicació: 6h

Grup gran/Teoria: 6h

Control adaptatiu

Descripció:

Conceptes bàsics de control adaptatiu. Control adaptatiu per model de referència. Anàlisi avançada d'estabilitat: Lema de Barbalat. L'algoritme de síntesi de controlador minimal.

Dedicació: 5h

Grup gran/Teoria: 5h

Presentació i defensa de treballs

Dedicació: 7h

Grup gran/Teoria: 7h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- Els estudiants hauran de lliurar exercicis periòdicament.
- Presentació i defensa d'un treball a triar entre una llista proposada pel professorat o a iniciativa de l'estudiant i acceptada pel professorat.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Lewis, Andrew. A Mathematical approach to classical control [en línia]. Preprint. [Consulta: 23/11/2012]. Disponible a: <https://mast.queensu.ca/~andrew/teaching/pdf/332-notes.pdf>.
- Isidori, Alberto. Nonlinear control systems. 3rd ed. Springer-Verlag, 1995. ISBN 3540199160.
- Slotine, Jean-Jacques; Li, Weiping. Applied nonlinear control. Prentice-Hall, 1991. ISBN 0130408905.
- Khalil, Hassan. Nonlinear systems. 3rd. Prentice-Hall, 2002. ISBN 0130673897.

Complementària:

- Kailath, Thomas. Linear systems. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1980. ISBN 0135369614.