

GRAU EN ENGINYERIA ELECTRÒNICA INDUSTRIAL I AUTOMÀTICA

101412 - ROBÒTICA

Informació general

- Curs acadèmic 2026/27
- Departament: Tecnologia
- Tipus d'assignatura: Obligatòria
- Curs: Quart
- Trimestre: Primer
- Nombre de crèdits: 6
- Professorat:
 - Josep López Xarbau <jlopezxbau@tecnocampus.cat>

Llengües de docència

- Català

El software utilitzat així com els manuals dels equips utilitzats poden estar en anglès.

Presentació de l'assignatura

Proporcionar als estudiants els coneixements bàsics del control de robots y de la seva aplicació en producció industrial, de manera que adquireixin un coneixement suficient de com es programen i s'utilitzen i de les possibilitats de la seva aplicació.

Això inclou el coneixement dels principis bàsics de disseny i control de robots i la seva programació per utilitzar-los en aplicacions industrials i d'altre mena.

"Aquesta assignatura disposa de recursos metodològics i digitals per fer possible la seva continuïtat en modalitat no presencial en el cas de ser necessari per motius relacionats amb la Covid-19. D'aquesta forma s'assegurarà l'assoliment dels mateixos coneixements i competències que s'especifiquen en aquest pla docent.

El Tecnocampus posarà a l'abast del professorat i l'alumnat les eines digitals necessàries per poder dur a terme l'assignatura, així com guies i recomanacions que facilitin l'adaptació a la modalitat no presencial"

Ús de la IA amb limitacions. Es pot utilitzar aquest recurs seguint estrictament les indicacions i restriccions establertes pel professorat.. Tot i així, és obligatori citar-ne i referenciar-ne el seu ús.

L'aula (física o virtual) és un espai segur, lliure d'actituds masclistes, racistes, homòfobes, trànsfobes i discriminatòries, ja sigui cap a l'alumnat o cap al professorat. Confiam que entre totes i tots puguem crear un espai segur on ens puguem equivocar i aprendre sense haver de patir prejudicis d'altres.

Competències/Resultats d'aprenentatge

Específica

- K20. Explicar els sistemes i algorismes que contribueixen al funcionament d'un robot i al desenvolupament de sistemes robòtics.
- K21. Explicar els elements bàsics de la programació.
- S26. Analitzar un algorisme de control senzill.
- S27. Analitzar un control lògic per a l'automatització de la fabricació i processos.
-

S28. Dissenyar projectes d'automatització en què s'utilitzin robots industrials.

- S29. Dissenyar algorismes amb un llenguatge de programació.
- S30. Dissenyar algorismes de control senzills que siguin aplicables al control i automatització industrial.
- S34. Aplicar la seva capacitat d'anàlisi crítica, d'autoconeixement, d'intel·ligència emocional i la seva capacitat d'aprendre a aprendre per resoldre les situacions a les quals ha de fer front dins del seu àmbit personal o professional.
- C14. Desenvolupar sistemes de control continus, discrets i lògics en l'àmbit de l'enginyeria industrial.

No definides

Continguts

- Tema 1: Introducció, Morfologia, Arquitectures, Sensors

Introducció als robots: Què són?. Per a què s'utilitzen?. En què consisteixen?. Importància de l'estructura mecànica.

Control dels robots: Arquitectura del control del robot. Requeriments de control a partir de les especificacions funcionals. Implicacions hardware dels requeriments. Elecció pràctica de l'arquitectura hardware i software. Quin robot en cal?

Requeriments per la sensòrica, la mecànica i el sistema motriu a partir de les especificacions funcionals. Criteris de selecció de sensors. Criteris de selecció de mecànica. Criteris de selecció del sistema motriu

- Tema 2: Models matemàtics

Posició i Orientació en el pla i en el espai. Sistemes de referència de coordenades. Notació de Craig .

Transformació de sistemes de coordenades: translació, rotació i rotació + translació. Exemples amb el Matlab.

Format de transformacions homogènies (matrius 4x4). Aritmètica de transformacions: composició de transformacions, transformacions inverses. Exemples, utilització del Matlab.

Altres representacions de l'orientació. RPY, Euler ZYX, Euler ZYZ, Parells de rotació i Quaternions.

- Tema 3: Models físics

Enllaços cinemàtics entre articulacions. Relacions entre els Sistemes de referència de les articulacions.

Determinació de la posició final d'un manipulador amb la concatenació de transformacions.

Casos d'exemple. Espai de les coordenades de les articulacions en relació a l'espai cartesià. Paràmetres Denavit-Hartenberg.

Diferents tipologies de robot (Puma 570, robots cilíndrics) exercicis amb Matlab

Problema cinemàtic invers. Existència de múltiples solucions. Com abordar el problema, restriccions. Estudi de casos particulars. Resolució per mètodes numèrics.

Velocitats lineals i angulars. Matriu Jacobiana del manipulador. Propagació de la velocitat a través de les articulacions. Parells i Forces estàtiques.

- Tema 4: Programació de robots amb ROS 2

Objectiu de la programació de robots. Tipus de programació: guiada, textual en llenguatge del fabricant, fora de línia i basada en middleware. Arquitectures software de robots.

ROS 2: arquitectura, DDS i qualitat de servei (QoS). Nodes, topics, serveis, accions, paràmetres i fixers de llançament. Workspaces, paquets i eines (colcon, rosdep, ros2 CLI, RViz, rqt, PlotJuggler).

Descripció de robots: URDF/xacro, arbre de transformacions TF2, relació amb els paràmetres de Denavit-Hartenberg.

Generació de trajectòries: espai articular i cartesià, polinomis cúbics i de 5è grau, perfils trapezoidals (LSPB), interpolació lineal cartesiana amb cinemàtica inversa numèrica.

Control i simulació: ros2_control (interfícies de maquinari, controladors de trajectòria), simuladors Gazebo i MuJoCo.

Planificació de moviments amb MoveIt 2: escena de planificació, col·lisions, planificadors OMPL/Pilz, trajectòries cartesianes.

- Tema 5: Aplicacions

El robot a la producció. El robot com a màquina flexible. Plantejament de l'automatització implicant robots. L'utilitatge i l'entorn del robot. Integració de màquines i sistemes en un conjunt de producció amb robots.

Robots col·laboratius: arquitectura, modes de col·laboració, integració amb ROS 2 (cas Techman TM5-900: TMflow, node Listen, Ethernet Slave, TM Robot Expression).

Robots amb potes: cinemàtica de pota, marxes, estabilitat, estimació d'estat, màquina d'estats de control i interfícies de comandament (cas Unitree Go2).

Robots humanoides: centre de masses, ZMP, model de pèndol invertit, control articular d'impedància, control de cos complet i aprenentatge per reforç (cas Unitree G1).

L'operativa amb robots i el compliment de les normes de seguretat en màquines (ISO 10218-1/-2:2025, Reglament (UE) 2023/1230 de màquines).

Objectius de Desenvolupament Sostenible

- 12 - Consum i producció responsables
- 05 - Igualtat de gènere
- 08 - Treball digne i creixement econòmic
- 04 - Educació de qualitat
- 09 - Indústria, Innovació i Infraestructures

Activitats i Sistema d'avaluació

La qualificació final serà la mitjana ponderada de les qualificacions de les activitats avaluable.

Conjunt de totes les Pràctiques 30 %

Teoria Primera Part: 30 %

Teoria Segona Part: 30%

Exercicis: 10%

Notes mínimes per a aprovar:

- 3.5 de les notes d'examen

- 3.5 de les notes de pràctiques.

En cas contrari, la qualificació de l'assignatura serà la nota més baixa.

Cada examen té un examen de recuperació que només permetrà recuperar la part corresponent. Les pràctiques no es recuperen.

Bibliografia i Recursos

- ABB Robotics. (IRC5 - RobotWare 5.0). ID: 3HAC029364-005. ABB Robotics,
- ABB Robotics. Application manual FlexPendant SDK (RobotWare 5.14). ID: 3HAC036958-001, rev.A. ABB Robotics,
- ABB Robotics. Manual de referencia técnica. Descripción general de RAPID (RobotWare 5.13). ID: 3HAC16580-5. ABB Robotics,
- ABB Robotics. RobotStudio - Manual del operador versió 5.13. ID: 3HAC029364-005 rev.C. ABB Robotics,
- Barrientos, Antonio. FUNDAMENTOS DE ROBOTICA. 2a. 2007. ISBN 8448156366.
- Corke, Peter. Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in MATLAB. 2011. Springer Tracts in Advanced Robotics, 2011. ISBN 3642201431.
- Martín Rico, Francisco. A Concise Introduction to Robot Programming with ROS2. CRC Press, 2023. ISBN 9781032264657.
- Ollero Baturone, Aníbal. ROBÒTICA Manipuladores i robots mòvils. 2001. Barcelona: Marcombo, 2011. ISBN 8426713130.
- Craig, John J.. Robótica. 2006. Prentice-Hall, 2006. ISBN 9702607728.