

Guia docent

205082 - 205082 - Enginyeria Iot

Última modificació: 30/05/2025

Unitat responsable: Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa
Unitat que imparteix: 710 - EEL - Departament d'Enginyeria Electrònica.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE SISTEMES AUTOMÀTICS I ELECTRÒNICA INDUSTRIAL (Pla 2012). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA INDUSTRIAL (Pla 2013). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA AERONÀUTICA (Pla 2014). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA ESPACIAL I AERONÀUTICA (Pla 2016). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN RECERCA EN ENGINYERIA MECÀNICA (Pla 2021). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN RECERCA EN ENGINYERIA MECÀNICA (Pla 2024). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA INDUSTRIAL (Pla 2025). (Assignatura optativa).

Curs: 2025 **Crèdits ECTS:** 3.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: JOSE ANTONIO SORIA PEREZ

Altres:

CAPACITATS PRÈVIES

Al ser una assignatura introductòria, les activitats es poden seguir sense capacitats prèvies rellevants. No obstant, es recomana tenir un coneixement mig de llenguatges de programació hardware (C++ i Python) així com llenguatge BASH en sistemes Windows i Linux, i experiència de muntatge de prototips electrònics.

REQUISITS

Estar graduat en alguns dels graus d'enginyeria que ofertats per la UPC (o que siguin equivalents, en cas de procedir d'una altra universitat) i matriculat en alguns dels màsters adscrits a l'ESEIAAT o UPC

METODOLOGIES DOCENTS

Les classes combina explicacions teòriques amb activitats (LAB) amb dispositius hardware IoT reals. Les activitats són guiades a través del campus Atenea de UPC i s'impareixen íntegrament al laboratori en llengua anglesa. En acabar les activitats del curs, es proposa un projecte (IoT) basada en una aplicació IoT que el grup implementarà al laboratori. Aquest projecte, es documentarà en un article (DOC) que el grup entregarà com a conclusió de l'assignatura.

Al finalitzar el curs es realitzarà un qüestionari tipus test (QIoT) per valorar els conceptes generals adquirits durant el curs.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

- Entendre els fonaments del Internet de les Coses: les seves arquitectures, tecnologies i aplicacions en diferents àmbits.
- Dissenyar i implementar solucions IoT basades en xarxes amb sensors físics amb microcontroladors MCU, i plataformes SBC de servidors per a la visualització de dades i control remot per Internet.
- Familiaritzar-se amb els diversos protocols de comunicació per Internet, models de xarxa i arquitectures que permeten la interoperabilitat dels agents IoT connectats.
- Comprendre l'impacte dels ecosistemes IoT a la vida quotidiana i la indústria, tant a nivell social, ètic i de seguretat/integritat de les dades.

HORES TOTS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	9,0	12.00
Hores grup gran	18,0	24.00
Hores aprenentatge autònom	48,0	64.00

Dedicació total: 75 h

CONTINGUTS

1. Hardware per l'IoT

Descripció:

En aquest apartat es coneixeran i practican amb els elements hardware i eines principals (ESP8266/32, STM32, Raspberry Pi o similar) que serveixen per desenvolupar aplicacions IoT al laboratori

Continguts del bloc 1:

- 1.1. Fonaments de l'Internet de les coses (IoT)
 - 1.1.1 Definició, història i aplicacions
 - 1.1.2 Arquitectura MCU clàssica vs arquitectura IoT
 - 1.1.3 Dispositius: Sensors i actuadors
 - 1.1.4 Models de comunicació OSI: Client-Servidor, Publicació-Subscripció, P2P, MultiCast, etc
- 1.2 Sistemes enquestats: MCUs IoT i SBCs per a servidors en xarxa
 - 1.2.1 Introducció a ESP8266/32, Raspberry Pico/Pi, STM32, etc.
 - 1.2.2 Programació amb ArduinoIDE, MicroPython, PlatformIO y PiArduino
 - 1.2.3 Comunicacions cablejades: 1-Wire, SPI, I2C
 - 1.2.4 Comunicaciones inalámbricas LPWM y alta velocidad: RF, Zigbee, LoRaWan, BLE y WiFi

Objectius específics:

- Identificar els elements clau d'un sistema IoT (sensors, actuadors, xarxa, processament, interfície).
- Configurar i programar microcontroladors (ESP8266, ESP32, Raspberry Pi, Raspberry Pi Pico) per interactuar amb sensors i actuadors.

Activitats vinculades:

- Laboratori IoT (LAB)
- Test IoT (QIoT)
- Projecte IoT (IoTP)

Dedicació: 14h

Grup gran/Teoria: 3h 22m

Grup petit/Laboratori: 1h 40m

Aprenentatge autònom: 8h 58m

2. Introducció als Servidors Web

Descripció:

En aquesta secció s'introdueixen els conceptes fonamentals que requereix la implementació d'aplicacions web

Continguts del bloc 2:

2.1 Introducció als protocols IoT: HTTP, SMTP, FTP, MQTT i CoAp

2.2 Servidors Síncrons (HTTP polling)

2.2.1 Introducció als paquets TCP/IP i HTTP

2.2.2 BOM (Browser Object Model: Introducció bàsica a la creació de pàgines web (HTML, CSS i JavaScript, etc)

2.2.3 Aplicació "Hello World" amb ESP8266 Server

2.2.4 HTTP REST: Comandes GET i POST

2.2.5 Servidors web segurs HTTPS

2.2.6 Format de dades JSON

Objectius específics:

- Aprendre a implementar una comunicació HTTP bàsica client-servidor amb ESP8266/32 i Raspberri Pi.
- Capturar i enviar dades (format JSON) a nodes sensors/actuadores mitjançant ordres GET/POST.
- Desenvolupar interfícies web o dashboards per a visualització de dades des de dispositius IoT.

Activitats vinculades:

- Laboratori IoT (LAB)
- Test IoT (QIoT)
- Projecte IoT (IoTP)

Dedicació: 35h

Grup gran/Teoria: 8h 24m

Grup petit/Laboratori: 4h 12m

Aprenentatge autònom: 22h 24m

3. Protocols IoT Asíncrons

Descripció:

En aquesta secció es donen a conèixer els protocols de comunicació principals utilitzats en IoT i es desenvolupen aplicacions de comunicació entre varis dispositius.

Continguts del bloc 3:

3.1 Servidor Web Asíncron

3.1.1 HTTP síncron vs. HTTP asíncron

3.1.2 WebSockets i Socket.io

3.1.3 SSE (Server-Sent Events)

3.2 Xarxes IoT

3.2.1 Tipologies: Estrella, Mesh, P2P, etc.

3.2.2 MQTT (Message Queing Telemetry Transport).

3.2.3 ESP-MESH amb ESP-NOW.

Objectius específics:

- Distingir els models de comunicació en xarxa a l'IoT (client-servidor, publish-subscribe, M2M, etc).
- Conèixer i implementar els principals protocols de comunicació asíncrons i tecnologies associades (MQTT, Websockets, Server-Sent-Events, LoraWan, etc) amb ESP8266/32 i Raspberri Pi.
- Dotar les interfícies web o dashboards de mecanismes de visualització de dades en temps real des de dispositius IoT.
- Integrar solucions IoT amb programari web com Node-RED.

Activitats vinculades:

- Laboratori IoT (LAB)
- Test IoT (QIoT)
- Projecte IoT (IoTP)

Dedicació: 25h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 16h

4. IoT Avançat

Descripció:

Contingut del bloc 4:

- 4.1 Plataformes IoT al núvol: ThgingSpeak, The Things Network AWS IoT Core, Azure IoT Hub, etc
- 4.2 Eines de disseny Web: Node-Red, Drafter, FreeBoard.io, ThingsBoard, etc.
- 4.3 Servidors web en SBCs: Flask, LAMP, XAMPP, etc.
- 4.4 Bases de dades: SQL, Influx DB, TimeScale DB
- 4.5 Seguretat IoT:
 - 4.5.1 Amenaces comuns: atacs DDoS, sniffing, spoofing, man-in-the-middle, etc.
 - 4.5.2 Mecanismes de protecció: Certificats TLS/SSL, Autenticació, Xifrat AES, Protecció hardware, etc.
- 4.6 Casos d'estudi: Agricultura, ciutats intel·ligents, domòtica, Indústria 4.0 i medicina.

Objectius específics:

- Dissenyar projectes que resolguin un problema mitjançant IoT: monitorització ambiental, domòtica, ciutats intel·ligents, agricultura, etc.
- Integrar solucions IoT amb plataformes cloud com ThgingSpeak, Blynk, Ubidots, Azure o AWS IoT).
- Emmagatzemar dades recollides de sensors a bases de dades locals o al núvol: SQL, SQLite, InfluxDB, Firebase, etc.
- Aplicar principis bàsics de seguretat en el disseny de sistemes IoT: Autenticació, xifratge, protecció d'APIs, etc.

Activitats vinculades:

- Laboratori IoT (LAB)
- Test IoT (QIoT)
- Projecte IoT (IoTP)
- Informe Tècnic (DOC)

Dedicació: 1h

Grup gran/Teoria: 0h 14m

Grup petit/Laboratori: 0h 07m

Aprenentatge autònom: 0h 39m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Nota Final = $0.35 \cdot \text{LAB} + 0.35 \cdot \text{IoTP} + 0.2 \cdot \text{DOC} + 0.1 \cdot \text{QIoT}$

amb els ítems següents:

- LAB: Activitats guiades de muntatge de prototips IoT al laboratori
- IoTP: Treball en grup d'un desenvolupament IoT amb sensors/actuadors i dos o més dispositius treballant en xarxa
- DOC: Informe tècnic del treball desenvolupat en l'apartat IoTP
- QIoT: Test de coneixements generals relacionats amb l'àmbit de l'enginyeria IoT

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

- Per ser valorat del projecte (IoTP), l'estudiant haurà de demostrar el seu funcionament al laboratori previ a la realització de l'informe tècnic (DOC)
- L'informe tècnic haurà de ser un article, amb format IEEE de dues columnes, no superior a 15 pàgines i redactat en llengua anglesa

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Domínguez Mínguez, Tomás. Desarrollo de aplicaciones IoT en la nube para Arduino y ESP8266. Barcelona: Marcombo, 2020. ISBN 9788426728456.
- Hillar, Gastón Carlos. Hands-on MQTT programming with Python: work with the lightweight IoT protocol in Python. Birmingham: Packt Publishing, 2018. ISBN 9781789138542.
- Smart, Gary. Practical Python programming for IoT: build advanced IoT projects using a Raspberry Pi 4, MQTT, RESTful APIs, WebSockets, and Python 3. Birmingham: Packt Publishing, 2020. ISBN 9781838982461.

Complementària:

- Boswarthick, D.; Elloumi, O.; Hersent, O. M2M communications: a systems approach. Chichester, West Sussex, U.K: John Wiley & Sons, 2012. ISBN 9781119994756.
- Veneri, Giacomo; Capasso, Antonio. Hands-on industrial Internet of Things: create a powerful industrial IoT infrastructure using industry 4.0 [en línia]. Birmingham: Packt Publishing, 2018 [Consulta: 20/05/2025]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=5608194>. ISBN 9781789538304.
- Lea, Perry. IoT and edge computing for architects [en línia]. Birmingham: Packt Publishing, 2020 [Consulta: 20/05/2025]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=6130759>. ISBN 9781839214806.

RECURSOS

Altres recursos:

Basic

- <http://www.arduino.cc> – Arduino programming
- <https://www.raspberrypi.org/documentation/> - Raspberry programming

Complementary

- <https://randomnerdtutorials.com/> />- <https://lastminuteengineers.com/>