

Xarxes Sense Fils: tecnologies i aplicacions

Tema 7 – IoT



Objectius

- Conèixer els diferents elements que permeten desenvolupar serveis basats en IoT
- Entendre com es pot interactuar amb el mòbil amb dispositius IoT, tecnologies i problemàtiques associades
- Partint de casos reals, conèixer que ha d'aportar una solució IoT per a tenir èxit
- Aprendre a treballar amb un dispositiu IoT
- Ser capaç de desenvolupar un projecte en què un dispositiu IoT ofereixi algun tipus de servei que sigui utilitzable des del mòbil

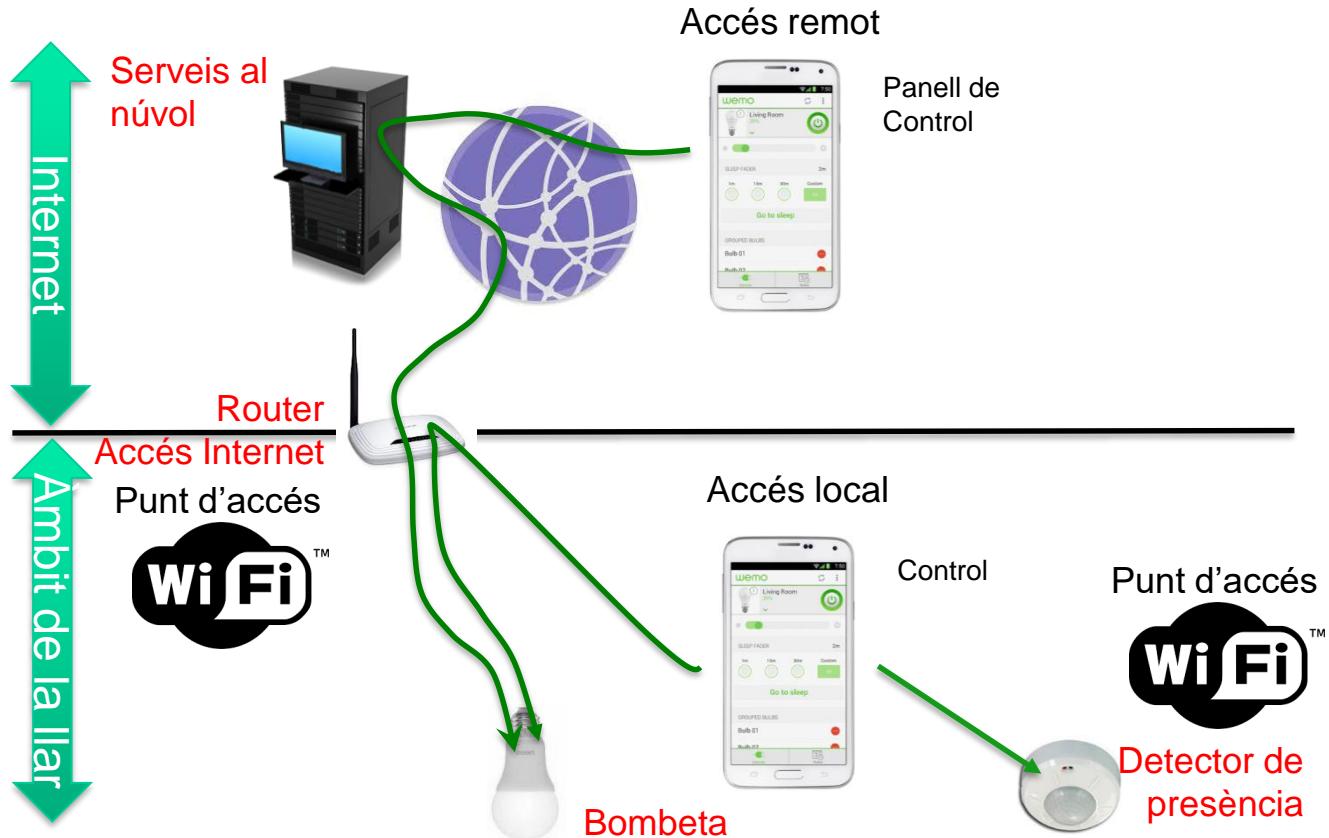
Contingut

- Desenvolupament de serveis basats en IoT
 - Elements i interacció
- Cadena de valor i casos d'èxit
- Presentació dispositiu IoT
 - Hardware i software
- Treball pràctic amb la plataforma
 - Identificació del model concret
 - Instal·lació i configuració de l'entorn de desenvolupament
 - Test: exemples bàsics
- Desenvolupament del projecte

Desenvolupament de serveis basats en IoT

- Sistema complert
- Possibilitat d'interacció
- Cadena de valor
- Casos d'èxit

Sistema complert – Wi-Fi



Sistema complert – Wi-Fi

- Descripció
 - Necessitat d'infraestructura Wi-Fi
 - Router Wi-Fi
 - Repetidors, mesh
 - Sobre Wi-Fi, TCP/IP:
 - En local: control, configuració i descoberta dels dispositius
 - DHCP o **adreces d'enllaç (169.254.x.y)**
 - **mDNS, DNS-SD**
 - Internet: via plataforma
 - Serveis al núvol
 - Eviten problemes derivats de l'accés directe a dintre la casa
 - ▶ Seguretat
 - ▶ NAT



Bonjour (Apple)

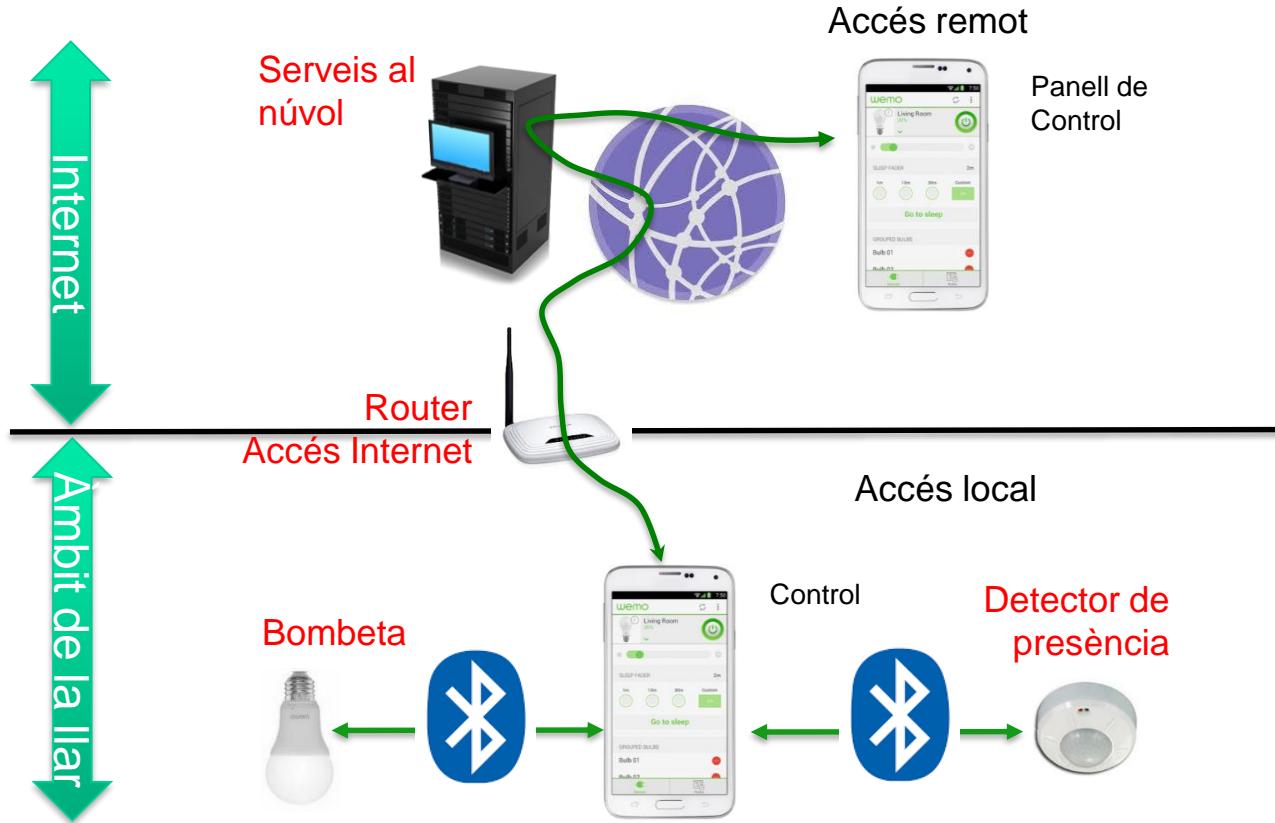


Avahi (Linux)

Sistema complert – Wi-Fi (II)

- Configuració inicial
 - Els nostres dispositius han de ser configurats per a connectar-se a una xarxa Wi-Fi existent
 - SSID i password
 - Soft AP
 - A l'arrencar o mitjançant un botó o combinació de botons, el dispositiu es comporta com una AP durant un segons
 - SSID conegut per l'usuari (visible al producte o al manual)
 - Ens hi connectem i li passem la configuració Wi-Fi
 - Formulari en un servidor Web
 - App específica de configuració
 - Dispositiu rebota i es connecta a la Wi-Fi existent
 - Adquireix una IP i pot ser descobert utilitzant mDNS i DNS-SD

Sistema complert – BLE



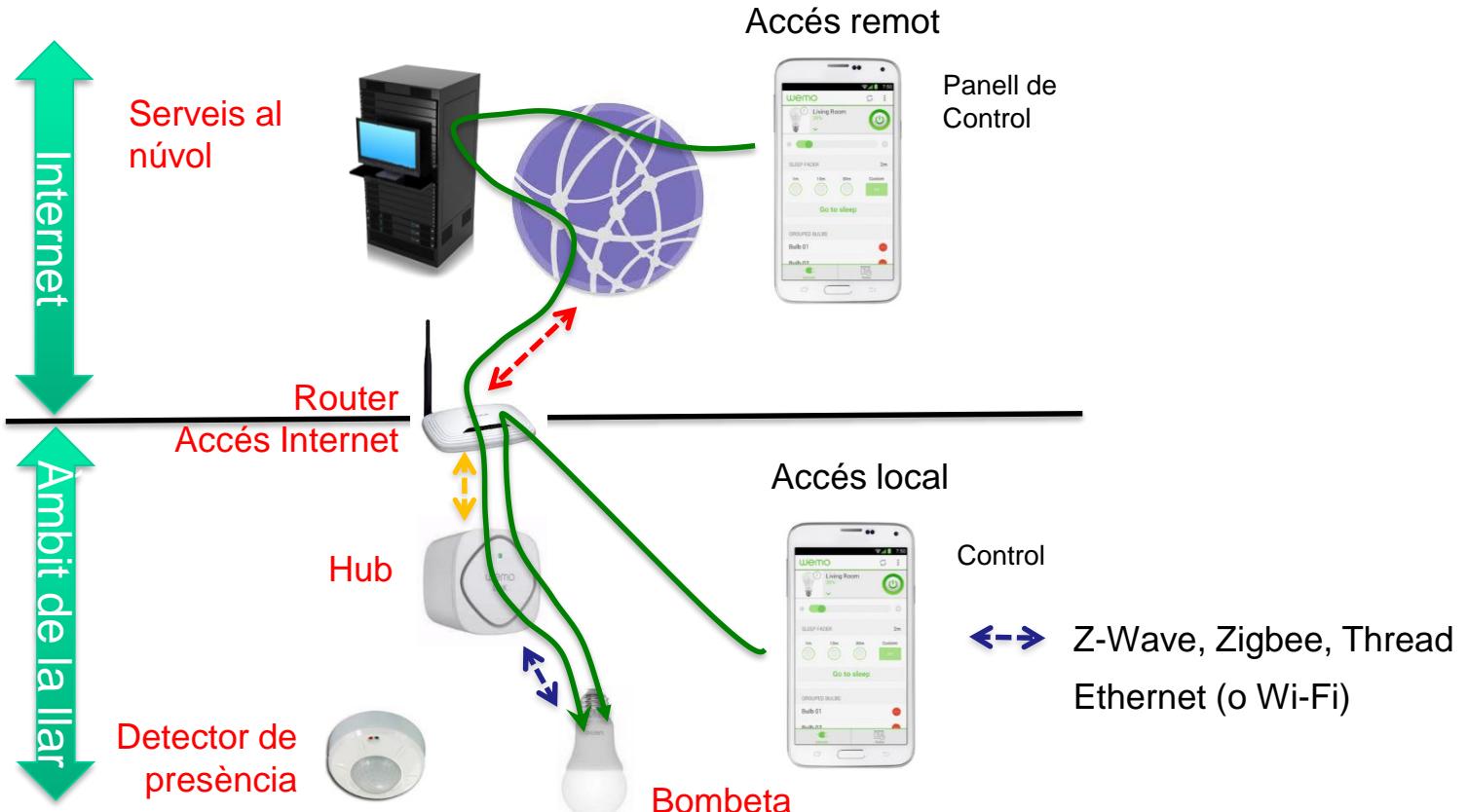
Sistema complert – BLE

- Descripció
 - Sense infraestructura
 - Però telèfon només veu dispositius que estan dintre cobertura
 - Bluetooth mesh eliminarà aquesta restricció
 - BLE té una pila de protocols pròpia
 - En local: control, configuració i descoberta dels dispositius
 - Internet: cal que telèfon faci de gateway entre BLE ↔IP

Sistema complert – Altres solucions

- Existeixen tecnologies que no estan presents al telèfon
 - Z-Wave, Zigbee o Thread
- Cal un gateway (hub) per a comunicar-se amb els dispositius de manera local i remota (Internet)
 - Traducció TCP/IP a Z-Wave, Zigbee o Thread

Sistema complert – Altres



Connectivitat

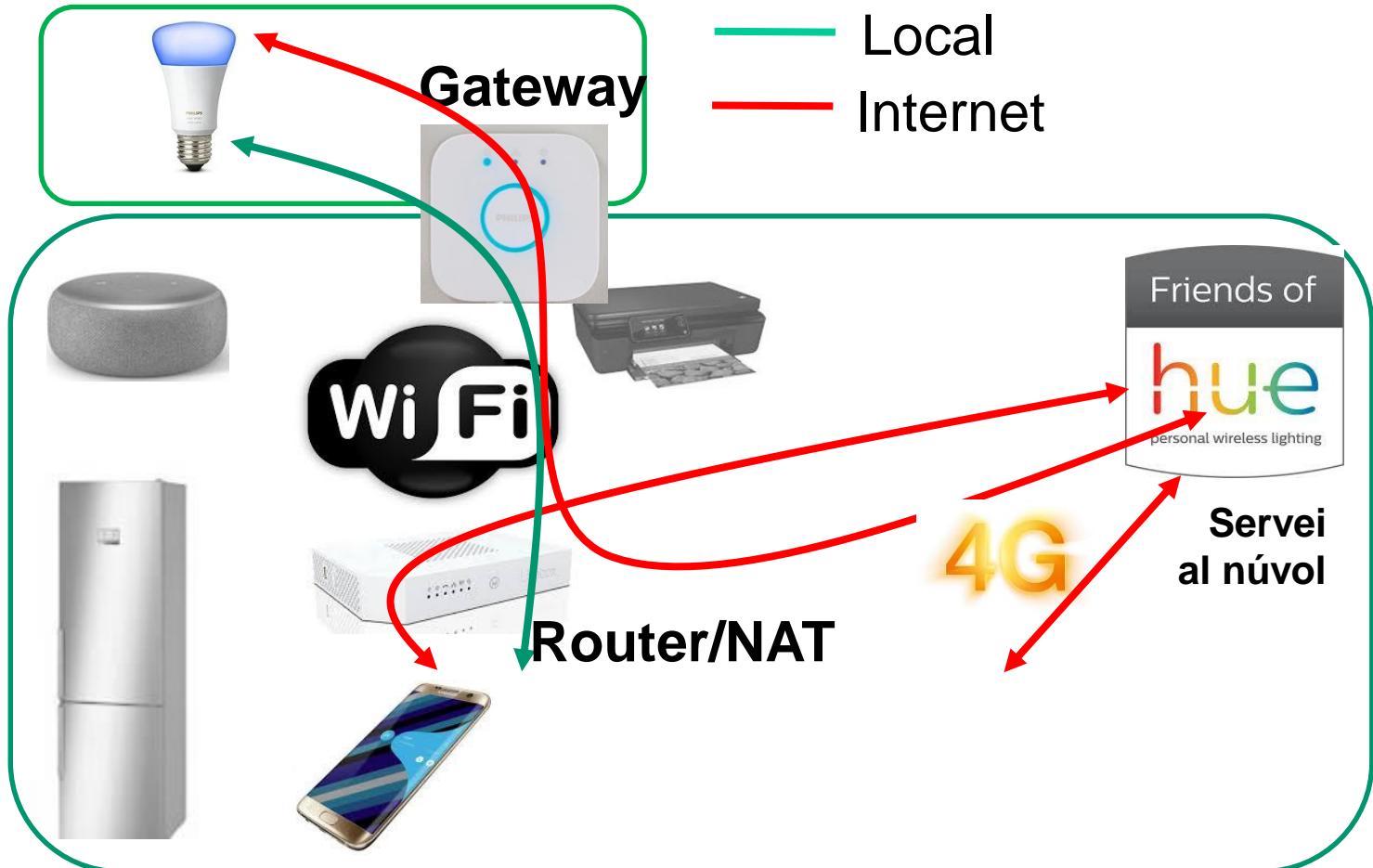
 zigbee

 **Bluetooth**
SMART



I E T F®

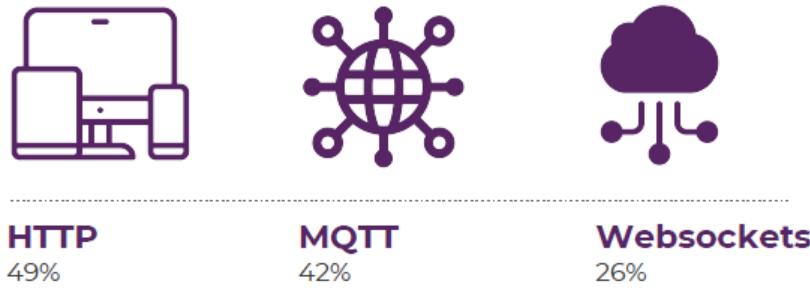
TCP/IP



Protocols per accedir al núvol

- Els més utilitzats són HTTP i MQTT
- Hi ha més opcions:
 - CoAP, HTTP/2, DDS, XMPP, AMPQ, Websockets i OPC UA

Top 3 communication protocols



Almost 50% of participants use HTTP (likely for RESTful web services) with MQTT strongest of the IoT-specific protocols
Websockets and HTTP/2 are also strong (around 25%) with CoAP usage significantly lower at 15%

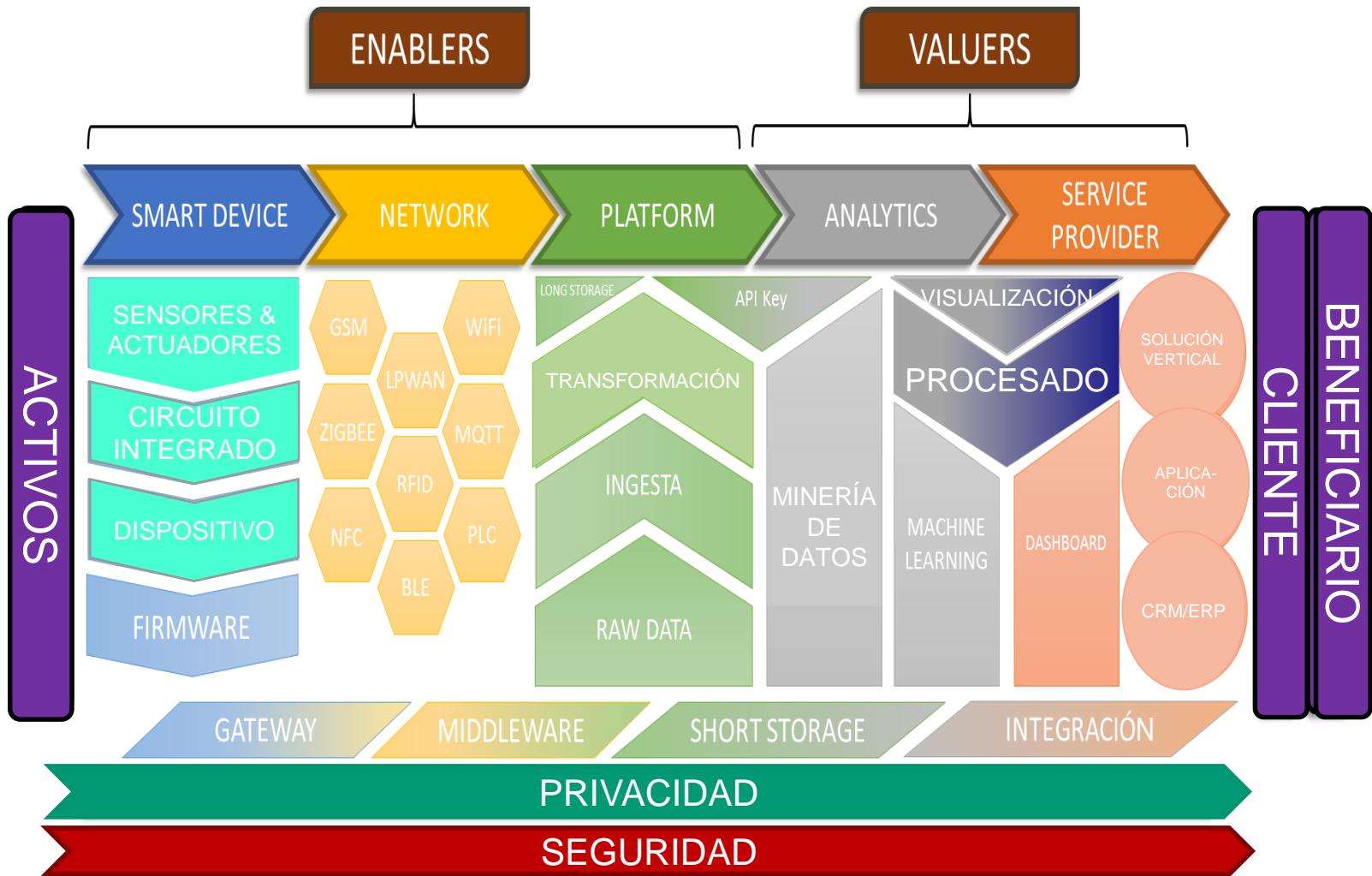
Source: IoT Developer Survey.
2019 Results. Eclipse foundation.
URL:
<https://iot.eclipse.org/resources/iot-developer-survey/iot-developer-survey-2019.pdf>

	Communication model	Transport	QoS	Security	Comments
HTTP	REST Request-Response; with server push (HTTP/2)	TCP	No	TLS	Developers choice, firewall/NAT friendly
CoAP	REST Request-Response with server push	UDP	Limited	DTLS	REST solution for IoT (HTTP for constrained devices/networks), direct communication with devices
MQTT	Publish-Subscriber (broker)	TCP or UDP (MQTT-SN)	3 types	TLS	Developers choice, simplicity, machine to machine, machine to cloud
DDS	Publish-Subscriber (peer to peer)	TCP, UDP	Extensive	TLS, DTLS	Until recently, adoption limited by the lack of an open source implementation
AMQP	Publish-Subscriber (broker or peer to peer)	TCP	3 types	TLS&SASL	Cloud exchange of large volumes of data
XMPP	Request-Response + Publish-Subscriber	TCP	No	TLS&SASL	Not designed for resource constrained devices/networks
Web-sockets	Persistent&bidirectional communications with server push	TCP	No	TLS	Not designed for resource constrained devices/networks
OPC UA	Request-Response or Publish-Subscriber (OPC UA PubSub)	TCP (HTTP) or UDP, Ethernet, AMPQ or MQTT	No	UA Secure Conversation (TLS) or Security Keys Service	Industry 4.0 protocol of choice; cloud communication using gateways

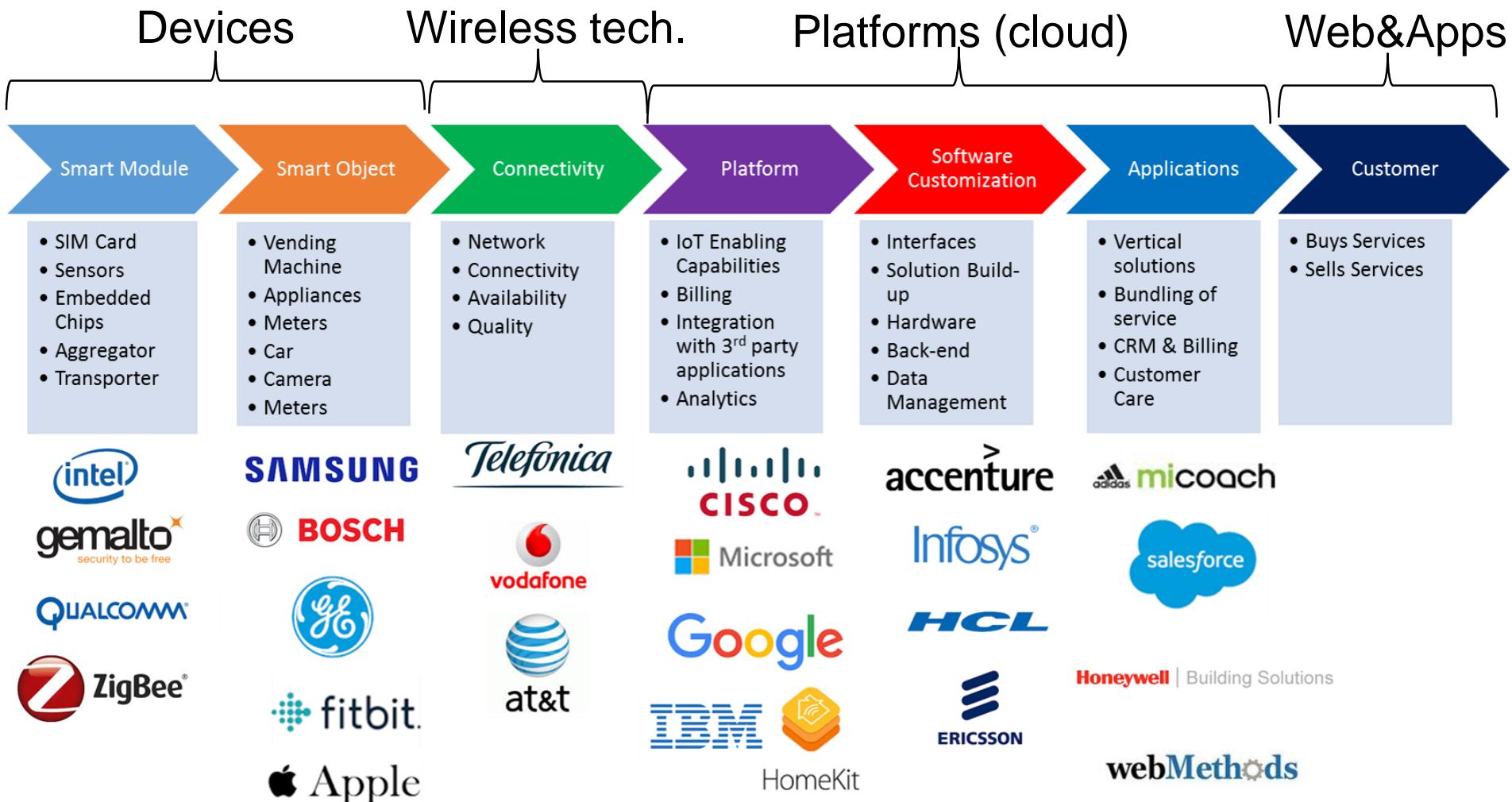
Mecanismes d'interacció



La cadena de valor IoT



La cadena de valor IoT (II)



Note, the above is not an exhaustive list of companies and any company may have play in more than one component of value chain

Copyright: Telecomcircle.com

Valor que aporta IoT

- Gira al voltant d'un o més d'aquests punts:
 - Millors de productes existents
 - Nous productes
 - Noves formes de vendre coses
 - La venda de “coeses” es converteix en venda de serveis
 - Capitalització de la informació

Cas d'èxit: Nest

- 2014: Google compra Nest (fundada al 2010) que té un termòstat intel·ligent i un detector d'incendis per 3200 milions de \$
- Què està pagant realment?
 - Patents
 - Dades
 - Termòstat: Companyies elèctriques
 - Detector d'incendis: Companyies d'assegurances
 - Càmeres: Empresas de seguretat



Cas d'èxit: Nest (II)

- Arquitectura



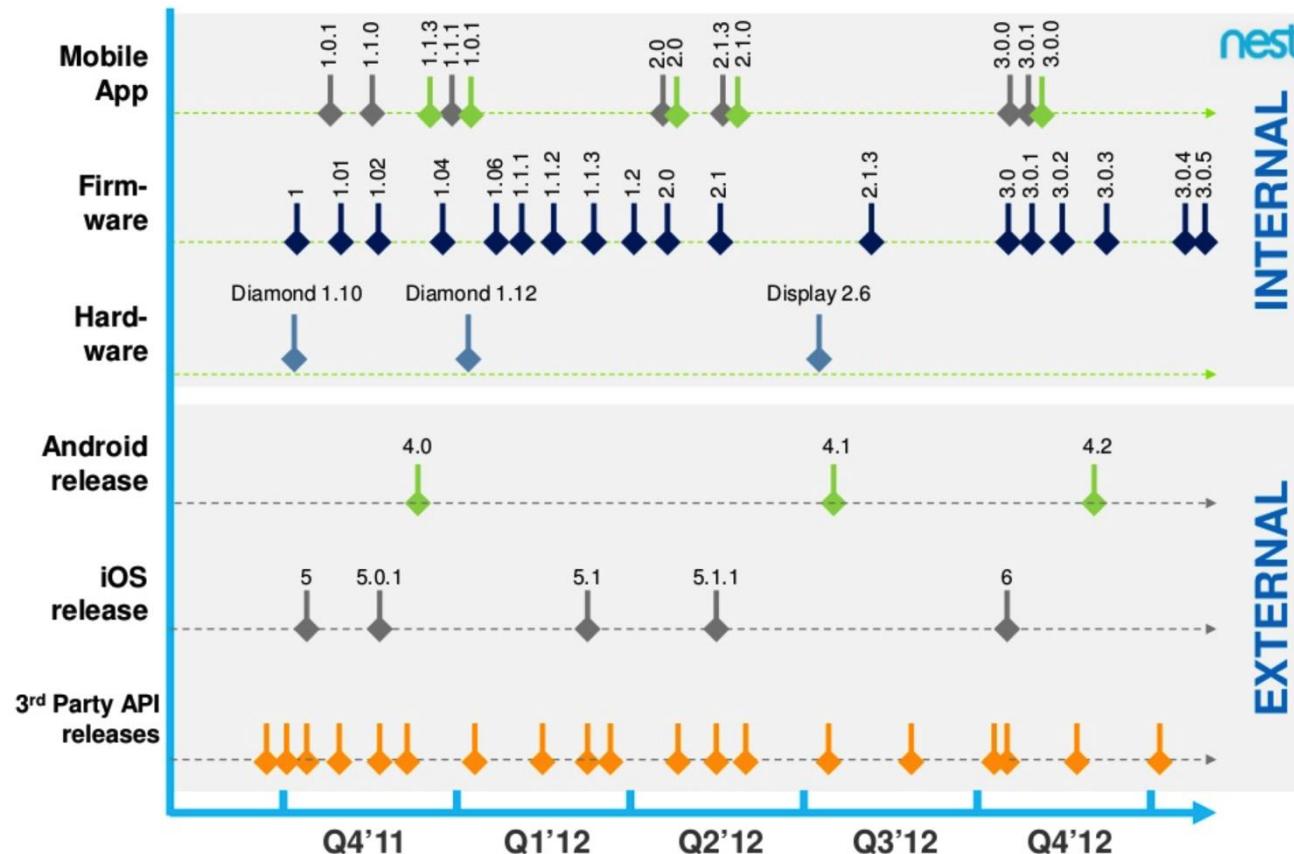
Cas d'èxit: Nest (III)

- Interacció



Cas d'èxit: Nest (IV)

- Abast de la solució



Cas d'èxit: Hue de Phillips

- Solució de control de il·luminació
 - Regulació en intensitat y croma
 - Connectivitat local (BLE/ZigBee) i remota (WiFi/Ethernet)
 - Utilitza profiles de ZigBee (LightLink i GreenPower)
- Ofrece un API para la integración con otras soluciones



Cas d'èxit: Hue de Phillips (II)

- Arquitectura



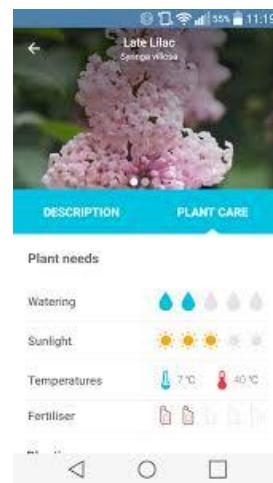
Cas d'èxit: Flower Power

- Fabricat per Parrot
- Monitorització de paràmetres relatius al creixement de plantes
 - Capacitat elèctrica
 - Humitat del sol
 - Nivell de lluminositat
 - Temperatura
 - Conductivitat
 - Quantitat d'ions en el terra ⇔ indicador de nivell de fertilització



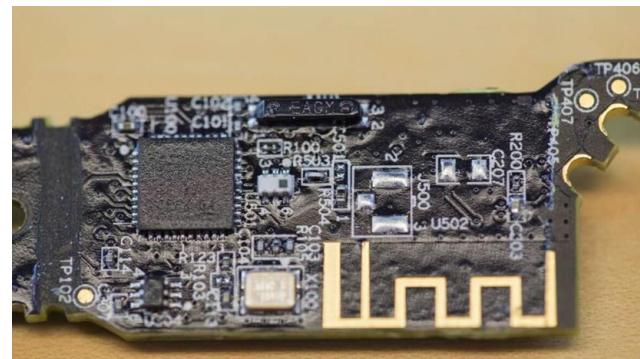
Flower Power

- Ofereix un catàleg de 7000 plantes per seleccionar
- Disposa de codi obert per a desenvolupadors
- Integrat amb d'altres solucions



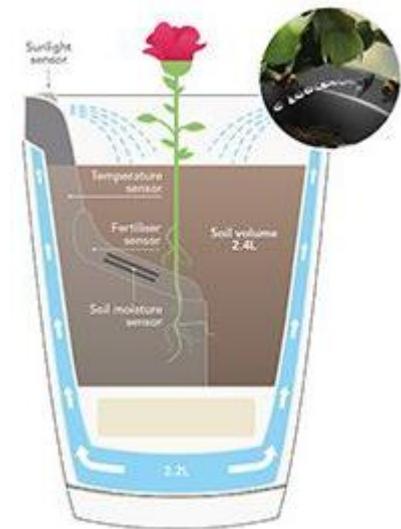
Cas d'èxit: Flower Power (II)

- Detalles relevantes
 - BLE per a comunicar-se amb el telèfon mòbil
 - Comunicació oportunista
 - Fins a 10 metres
 - El telèfon mòbil és el gateway del sistema
 - Una bateria AA ofereix un vida de 6 mesos
 - Suporta humitat i pols
 - Mesures de protecció



Cas d'èxit: Flower Power (III)

- Evolució del producte
 - Parrot Pot
 - Test intel·ligent que inclou depòsit d'aigua i actuadors para controlar reg
 - De la indicació al usuari a l'automatització
- Evolució de la tecnologia
 - Existeixen aplicacions que reconeixen una planta a partir d'una foto
 - Por ex., Google Lens
 - Inteligència Artificial: càmera smartphone + deep machine learning
 - Elimina la necessitat de buscar una planta en un catàleg



Cas d'èxit: Sonoff

- Interruptors Wi-Fi de baix cost
 - Basats en l'ESP8266 (predecessor de l'ESP32)



Sonoff Smart Hogar Wifi Smart Switch, Interruptor Temporizador de Control Remoto Inalámbrico Inteligente DIY 220v Domótica compatible con Android IOS Smartphone
de STRIR
★★★★★ 5 opiniones de clientes | 15 preguntas respondidas

Precio: EUR 3,59 + EUR 4,75 de envío
Precio final del producto

Nota: Este producto no disfruta de las ventajas de Amazon Prime (más información).

▼10% de descuento en ... 1 promoción ▾

En stock.

Recíbelo entre el 15 - 19 sep. al elegir Envío urgente durante la tramitación del pedido. Ver detalles

Vendido y enviado por STRIR.

Nuevos: 1 desde EUR 3,59

Cas d'exit: ThinFilm



- Eiqueta NFC
 - Permet interacció amb una app
 - Detecta obertura
 - Canvia interacció
 - De què comprar a como consumir
 - Finalitat
 - Protegir contra falsificacions
 - Evitar la manipulació, la reutilització y el frau de recàrrega
 - Informació de la cadena de subministrament en temps real
 - Construir relació de confiança amb el client



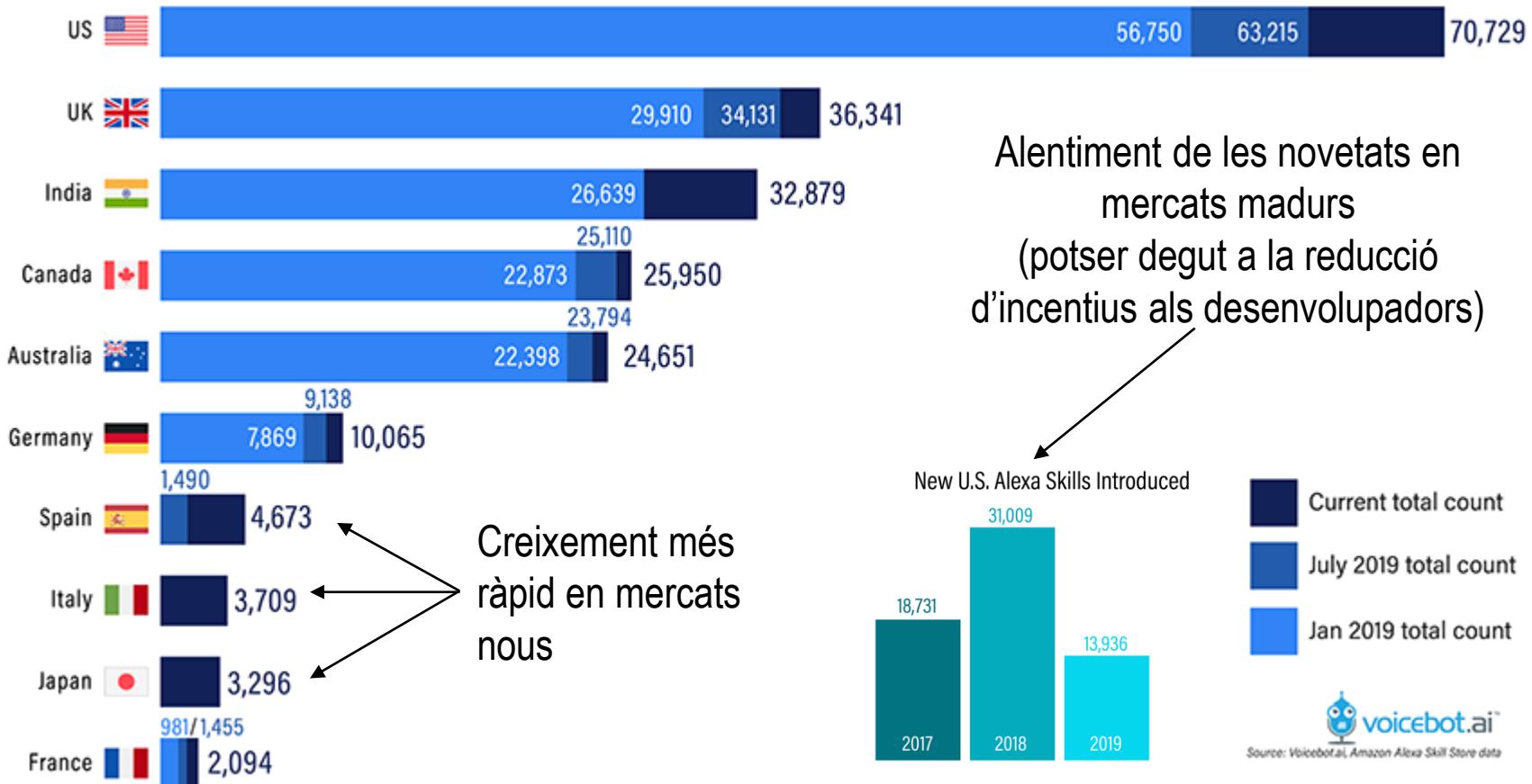
Amazon Alexa

- Un dels productes més acceptats com producte propi i per a tercers
- Suporta "habilitats" (skills) de tercers amb consideració econòmica als proveïdors
- No té el millor reconeixement de veu
- Necessita connexió a Internet
 - Només la paraula d'activació ("Alexa") es reconeix en local



Amazon Alexa

- Creixement de funcionalitats (skills)



Source: <https://voicebot.ai/2020/01/17/new-alex-skill-data-show-new-u-s-skills-launched-in-2019-fall-to-lowest-level-since-2016/>

Amazon Alexa

- Es pot utilitzar en un hardware diferent al d'Amazon. És necessita un micròfon, un altaveu i connexió a Internet:
 - Per exemple:
 - Echo & Raspberry Pi
- Un cop s'obté l'autorització d'Amazon, el servei és gratuït:
 - Amazon ofereix Alexa com una plataforma de venda més



Font: <https://youtu.be/aW5TvT1mo9k>

Amazon Alexa

- Exemple:



13 septiembre 2017

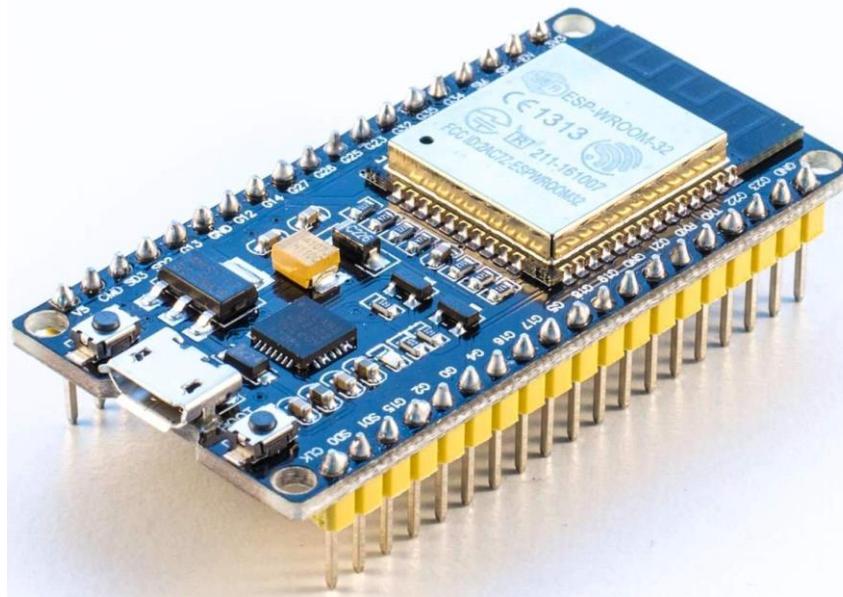


SEAT será la primera marca de automóviles de Europa en integrar en sus vehículos el servicio de voz interactivo Amazon Alexa. Así lo ha anunciado la marca española en el marco del Salón del Automóvil de Fráncfort. El servicio interactivo por



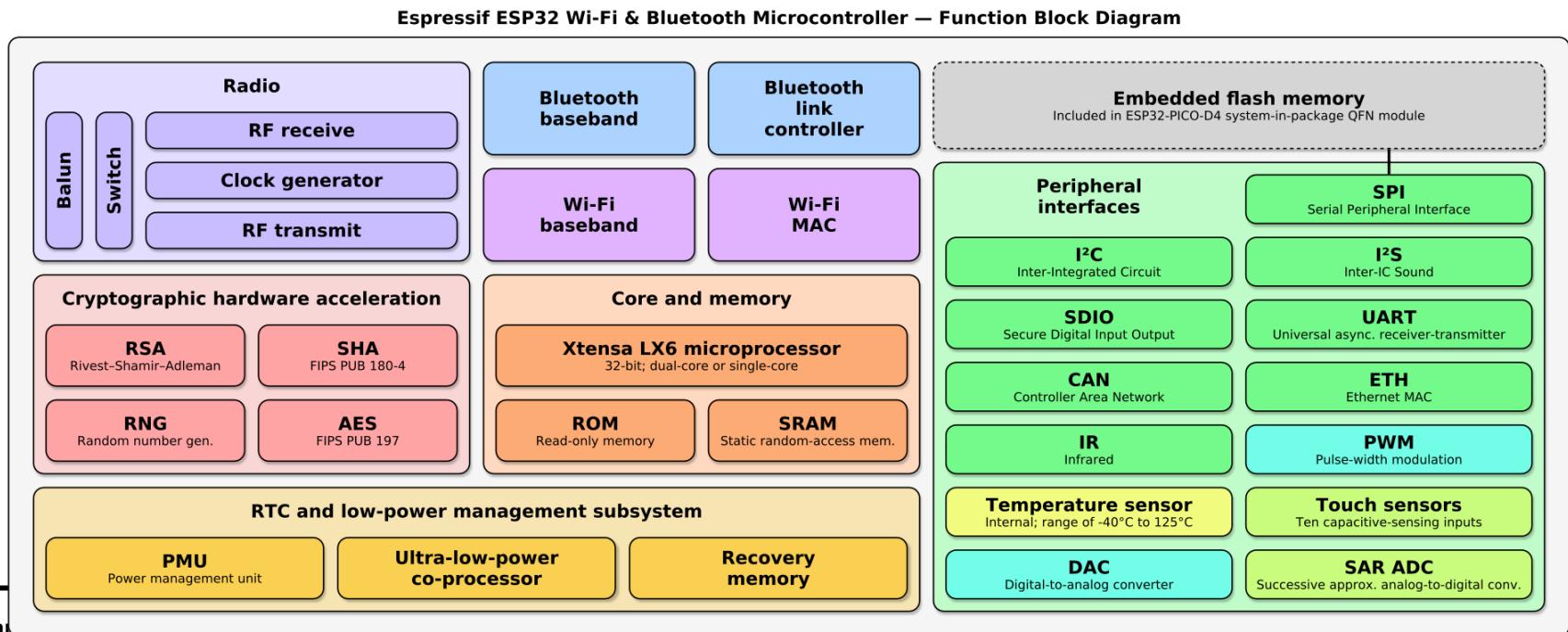
Presentació dispositiu IoT

- ESP32 Node MCU (Dev Kit C)
 - Xip: **ESP-WROOM-32**
 - Node MCU: format de la plataforma (dimensions, nombre de pins, micro USB,...)



Xip en el que està basada

- ESP32
 - CPU: Xtensa dual-core (or single-core) 32-bit LX6 microprocessor, operating at 160 or 240 MHz
 - Programing: Arduino, micropython, C
 - Mòdul SDK < 10€



ESP32 – Modes de funcionament i consums

- Modes es diferencien per:
 - Més o menys elements actius
 - Major o menor consum
- Modes i consums
 - Active Mode: 160-260 mAh
 - Modem Sleep Mode: 3-20 mAh
 - Light Sleep Mode: 0,8 mAh
 - Deep Sleep Mode: 10 uAh
 - Hibernation Mode: 2,5 uAh



Font: <https://lastminuteengineers.com/esp32-sleep-modes-power-consumption/>

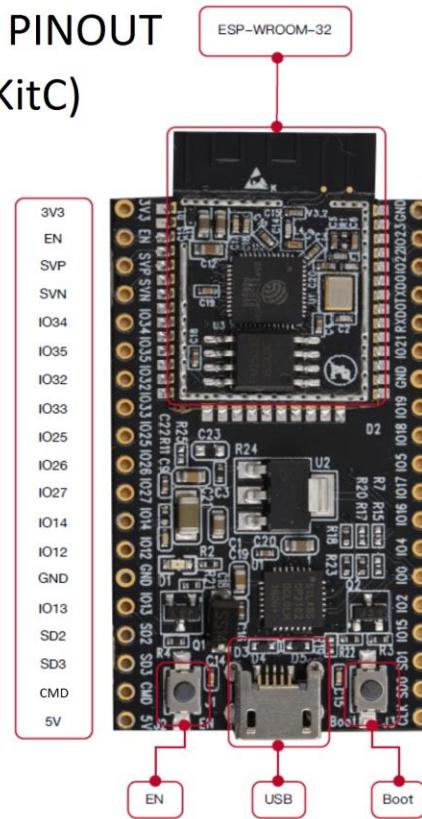
Pinout



ESP32-WROOM-32 PINOUT (aka ESP32-DevKitC)

	Power
	GND
	Serial Pin
	Analog Pin
	Control
	Physical Pin
	Port Pin
	Touch Pin
	DAC Pin
	PWM Pin

JTAG RESET		ChipPU	3.3V
ADC PA	RTC100	ADC1_0	SensVP
ADC PA	RTC103	ADC1_3	SensVN
RTC104	ADC1_6	VDET1	GPIO34
RTC105	ADC1_7	VDET2	GPIO35
XTAL32	Touch9	RTC109	ADC1_4
XTAL32	Touch8	RTC108	ADC1_5
DAC_1	RTC106	ADC2_8	EMACTXD
DAC_2	RTC107	ADC2_9	EMACRXD
Touch7	RTC107	ADC2_7	EMACRXD
TMS	HS2CLK	SDCLK	HSPI CLK
TDI	HS2DATA	SDDATA2	HSPI Q
TCK	HS2DATA3	SDATA3	HSPI ID
FLASH D2	SDATA2	HS1DATA2	MTCK
FLASH D3	SDATA3	HS1DATA3	Touch4
FLASH CMD	SDCMD	HS1CMD	RTC1014
			ADC2_4
			EMACRER
			GPIO13
			20



JTAG 20-pin	
Red	3V3
Gray	VTrst
Orange	IO12
Yellow	IO14
Blue	IO13
Purple	IO15
	RESET
	DBGRQ
	5V-Supply
1 ● ● 2	GND
3 ● ● 4	GND
5 ● ● 6	GND
7 ● ● 8	GND
9 ● ● 10	GND
11 ● ● 12	GND
13 ● ● 14	GND
15 ● ● 16	GND
17 ● ● 18	GND
19 ● ● 20	GND

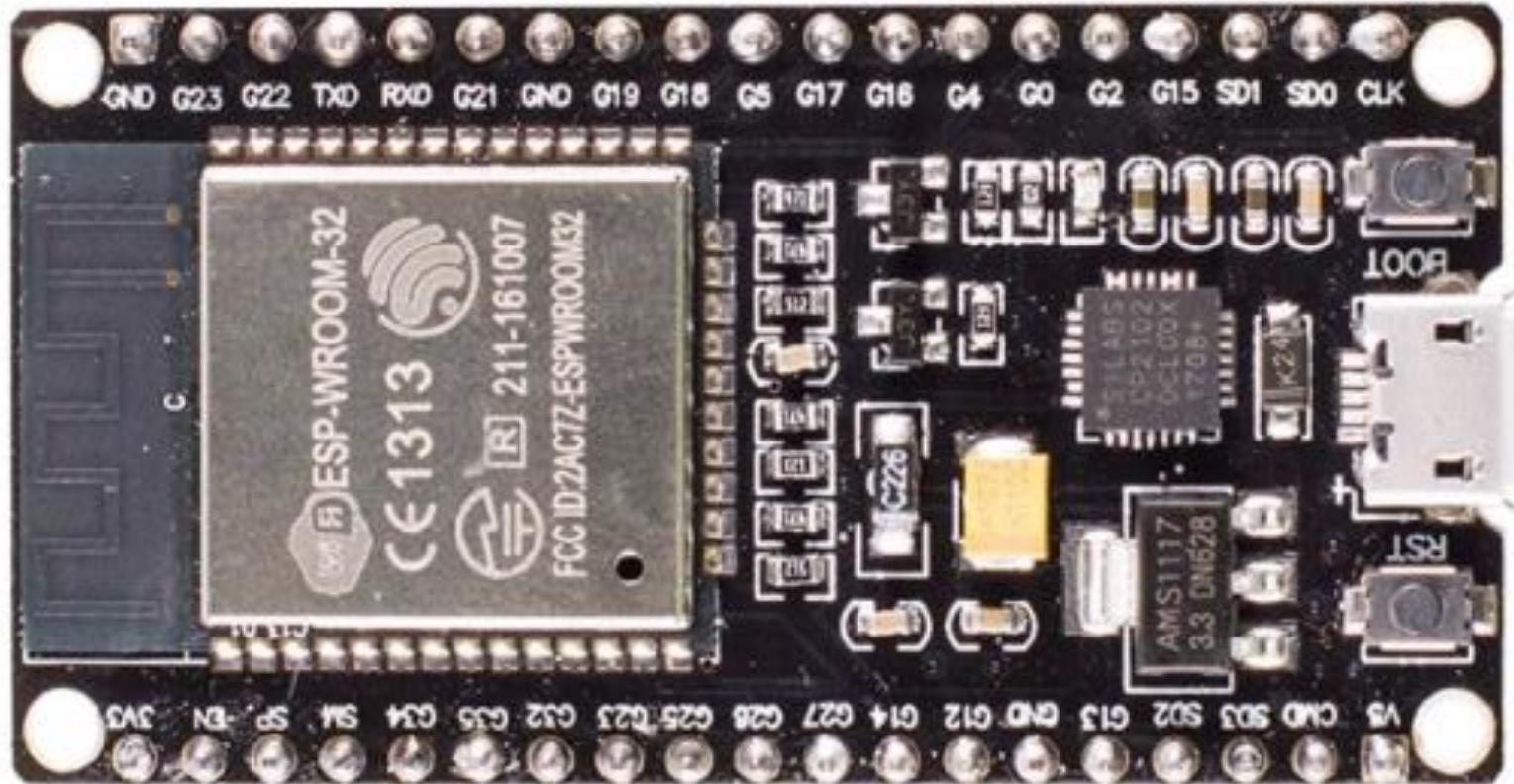
	GND GND
	GND Black
	GND
	GND Green
	GND White
	Pins 14, 16, 18, 20: On some models like the high-end model J-Link PRO, these pins may not be connected to GND but are reserved for future use/extension. In case of doubt, leave open on target hardware.
GND	PROGRAM Port
IO23	36 GPIO23 VSPID S1STROBE SPI MOSI
IO22	39 GPIO22 EMACTXD U2RTS VSPIPW Wire SCL
TXD0	41 GPIO101 EMACRXD U2TXD CLR0013
RXD0	40 GPIO103 U2RXD CLR0012
IO21	42 GPIO211 EMACRXD VSPIDH Wire SDA
GND	NC
IO19	38 GPIO19 EMACTXD U2CTS VSPIV SPI MISO
IO18	35 GPIO18 VSPICLK HS1DATA SPI SCK
IO5	34 GPIO105 EMACRXD VSPICSD HS1DATA SPI SS
IO17	27 GPIO17 EMACRXD U2TXD HS1DATA
IO16	25 GPIO16 EMACRXD U2RXD HS1DATAA
IO4	24 GPIO144 EMACRXD ADC2_0 RTC1010 Touch0 HSPID SDIDATA1 HS2DATA1
IO0	23 GPIO100 EMACRXD ADC2_1 RTC1011 Touch1 CLKOUT1
IO2	22 GPIO102 HSPIDP ADC2_2 RTC1012 Touch2
IO15	21 GPIO155 EMACRXD ADC2_3 RTC1013 Touch3 MTDO HSPIDCS0 SDIDM HS2DM TDO
SD1	33 GPIO8 SPID U2CTS HS1DATA1 SDIDAT1 FLASH D1
SD0	32 GPIO7 SPID U2RTS HS1DATA0 SDIDAT0 FLASH D0
CLK	31 GPIO6 SPIDCLK U2CTS HS1CLK SDCLK FLASH SCK

Adapted from data at:

http://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp_wroom_32_datasheet_en.pdf

https://cdn-shop.adafruit.com/product-files/3269/pinout_wroom_pinout.png

Pinout (II)



Treball pràctic amb dispositiu IoT

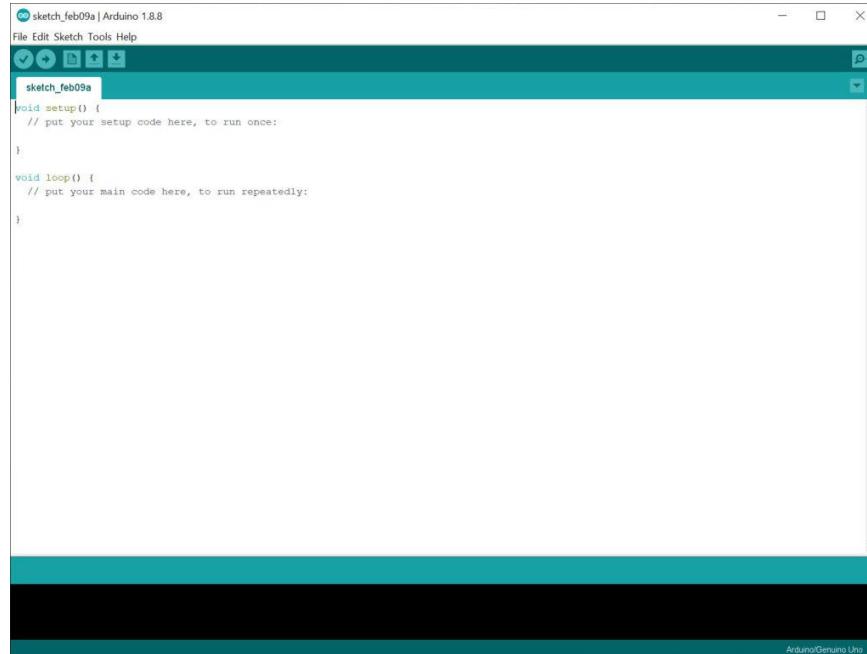
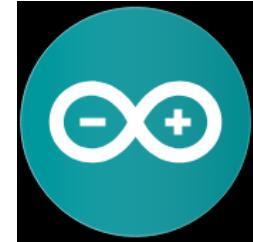
- Cobrirem 3 passos
 - Identificació del model concret
 - Cal identificar amb el màxim de concreció el dispositiu que tenim
 - Segons les seves particularitats, això pot condicionar més o menys els següents passos
 - Instal·lació i configuració de l'entorn de desenvolupament
 - Treballarem amb l'IDE d'Arduino
 - Caldrà configurar-lo d'acord amb el dispositiu que tenim
 - Test: exemples bàsics
 - Test d'exemples per veure que el node funciona correctament

Identificació del model concret

- Basat en ESP32
 - A l'IDE d'Arduino caldrà instal·lar suport per aquest xip
- Més detall
 - El venedor indica que és un “Dev Kit C”
 - Xip ve etiquetat com: “ESP-WROOM-32”
- Buscant a Google, trobem que el fabricant (Espressif) indica que hi ha diverses versions d'ESP32-DevKitC
 - **ESP32-WROOM-32**
 - ESP32-WROOM-32D
 - ESP32-WROOM-32U
 - ESP32-SOLO-1
 - ESP32-WROVER
 - ESP32-WROVER-B
 - ESP32-WROVER-I
 - ESP32-WROVER-B (IPEX)

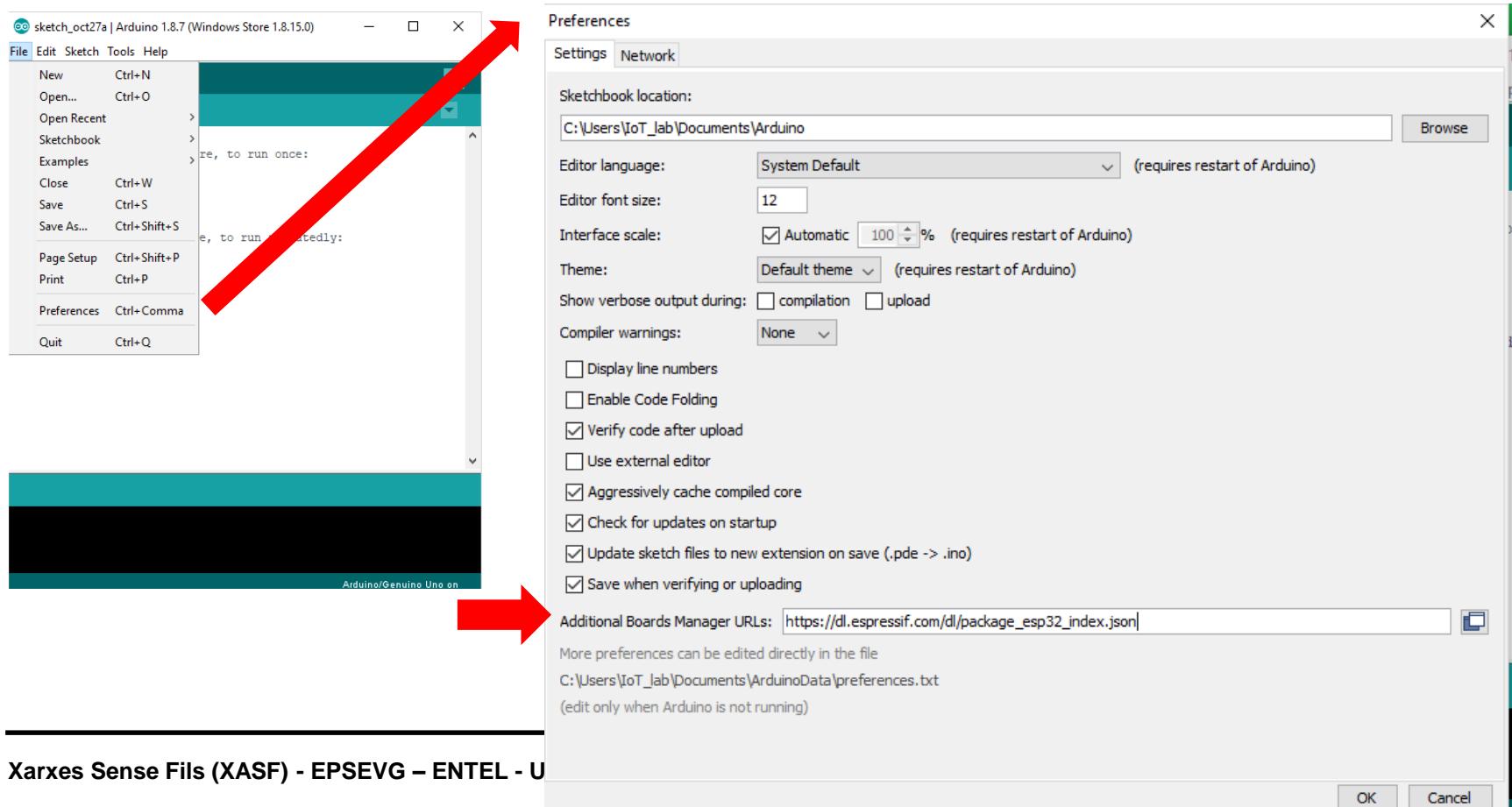
Instal·lació de l'IDE

- Baixem i instal·lem la darrera versió de l'IDE d'Arduino
 - <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>
- Arranquem l'IDE



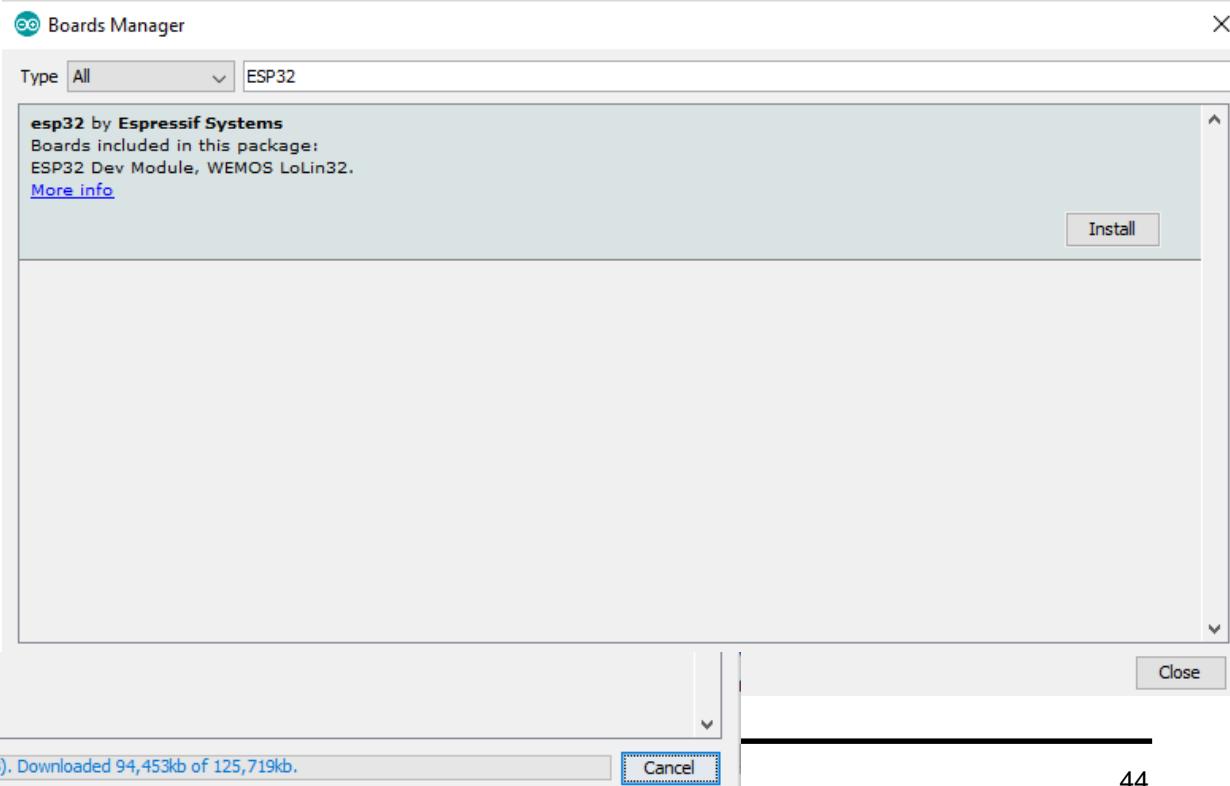
Configuració de l'IDE

- Anar a “File”=>”Preferences”
 - Include additional board manager:
https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json



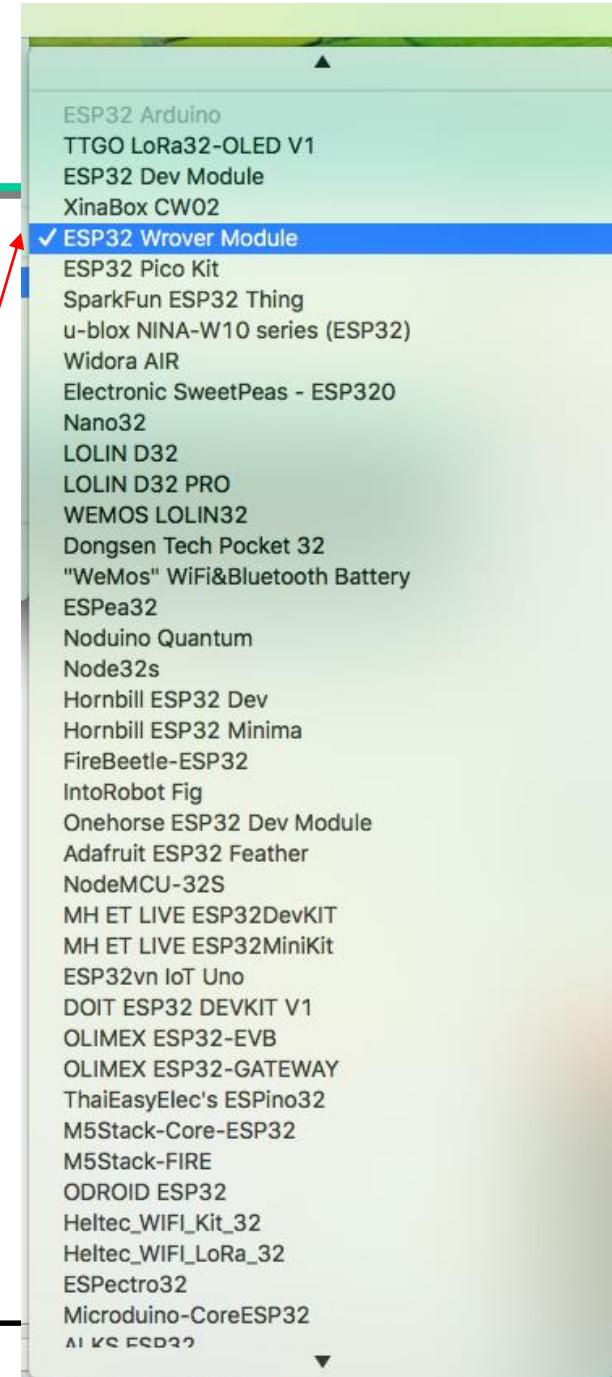
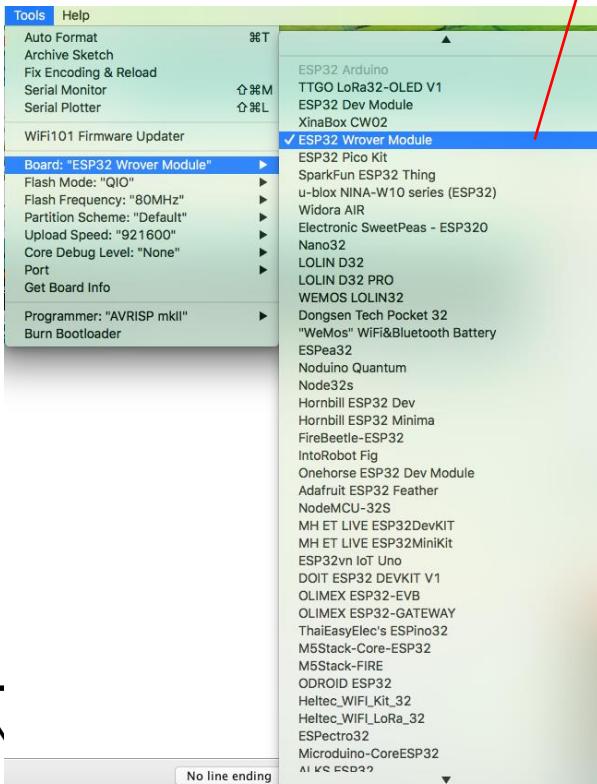
Configuració de l'IDE (II)

- Instal·lar dispositiu IoT
 - Afegir dispositiu ESP32:
 - Tools > Board > Boards Manager
 - Buscar ESP32 i instal·lar



Configuració de l'IDE (III)

- Seleccionar el model
 - Buscar a la part identificada com ESP 32
 - Marcar “ESP32 Wrover Module”



Instal·lació de drivers

- Només si no es reconeix el driver
 - <https://www.silabs.com/products/development-tools/software/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers>

The screenshot shows the official website for Silicon Labs. At the top, there is a navigation bar with links for "About", "Products", "Solutions", "Community & Support", "Log In | Register", and search functions ("Parametric Search | Cross-Reference Search" and a search bar). Below the navigation, a breadcrumb trail indicates the current page: "Silicon Labs » Products » Development Tools » Software » USB to UART Bridge VCP Drivers". The main title is "CP210x USB to UART Bridge VCP Drivers". A descriptive text explains that these drivers are required for device operation as a Virtual COM Port to facilitate host communication with CP210x products. It also mentions AN197: The Serial Communications Guide for the CP210x. Below this, there is a section titled "Download Software" with a link to "Application Note Software". A note states that the CP210x Manufacturing DLL and Runtime DLL have been updated and must be used with v6.0 and later of the CP210x Windows VCP Driver. Application Note Software downloads affected are AN144SW.zip, AN205SW.zip and AN223SW.zip. If you are using a 5x driver and need support you can download archived Application Note Software. A link to "Legacy OS software and driver package download links and support information" is also provided. Finally, a link to "Download for Windows 10 Universal (v10.1.3)" is shown.

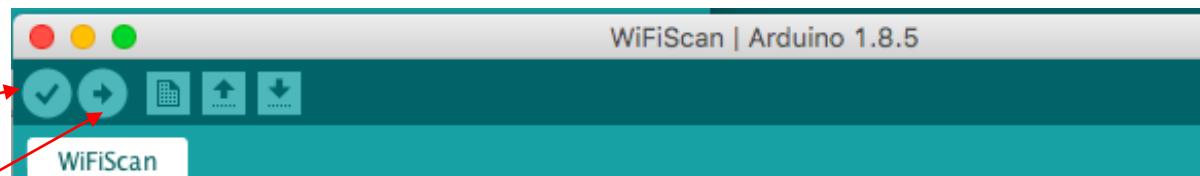
- Si fa falta, tancar i obrir l'IDE d'Arduino

Test

- Prova de funcionament
 - Obrir exemples >WiFi-> WiFiscan
 - A “Tools”
 - Comprovar que el dispositiu ha estat detectat en un port
 - Arrencar el “Serial Monitor”
 - Comprova que la velocitat del port sèrie és la mateixa al codi que al “Serial Monitor”
 - Compila i carrega el codi

Compila (verifica)

Carrega el codi



```
WiFiScan | Arduino 1.8.5

WiFiScan

/*
 * This sketch demonstrates how to scan WiFi networks.
 * The API is almost the same as with the WiFi Shield library,
 * the most obvious difference being the different file you need to include:
 */
#include "WiFi.h"

void setup()
{
    Serial.begin(115200);
```

Projecte [IoT]

Sisè Iliurament: Desenvolupament d'un projecte IoT

- Requeriments bàsics
 - Oferir un servei
 - Emular un sensor (temperatura, humitat, batec cardíac,...)
 - Comunicació directe entre el dispositiu IoT i el mòbil
 - Wi-Fi i/o BLE
 - Utilitzant apps de tercers
 - Habilitar algun mecanisme que faciliti la descoberta del dispositiu
 - Propis de BLE, sobre IP amb Wi-Fi o un QR o etiqueta NFC
- Millores possibles
 - Combinar diferents tecnologies per optimitzar les tasques de descoberta, configuració i comunicació
 - Utilitzar dades reals provinents dels sensors DHT11
 - Desenvolupar una app per a interaccionar amb el dispositiu IoT
 - Enviar dades a alguna plataforma al núvol (per ex., ThingsBoard o ThingSpeak)
 - Bot de Telegram (pregunta resposta, notificacions)
 - Interacció amb el dispositiu amb Alexa
- Lliurament
 - Document amb la descripció del sistema complert
 - Demostració de funcionament
 - Codi

Recursos de interès

- Informació ampliada sobre dispositiu IoT
 - <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/get-started/get-started-devkitc.html>
 - Modes de funcionament i consums associats
<https://lastminuteengineers.com/esp32-sleep-modes-power-consumption/>
- Sensor DHT-11
 - Connexió i llibreries:
 - <https://circuits4you.com/2019/01/25/esp32-dht11-22-humidity-temperature-sensor-interfacing-example/>
 - Canvis a la llibreria en cas de problemes (“NAN” (not a number)). Cal modificar 2 línies:
 - <https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library/issues/48>
 - <https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library/issues/94>
 - App per a la descoberta de serveis sobre Wi-Fi
 - Service browser: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.druk.servicebrowser>
- Com funciona Alexa i com crear una skill:
 - Assistent personal per l'EPSEVG basat en Alexa (TFG); URL:
<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/339408>

