



# Sistemas con Microprocesadores

---

## 2. Diseño de sistemas con microcontroladores

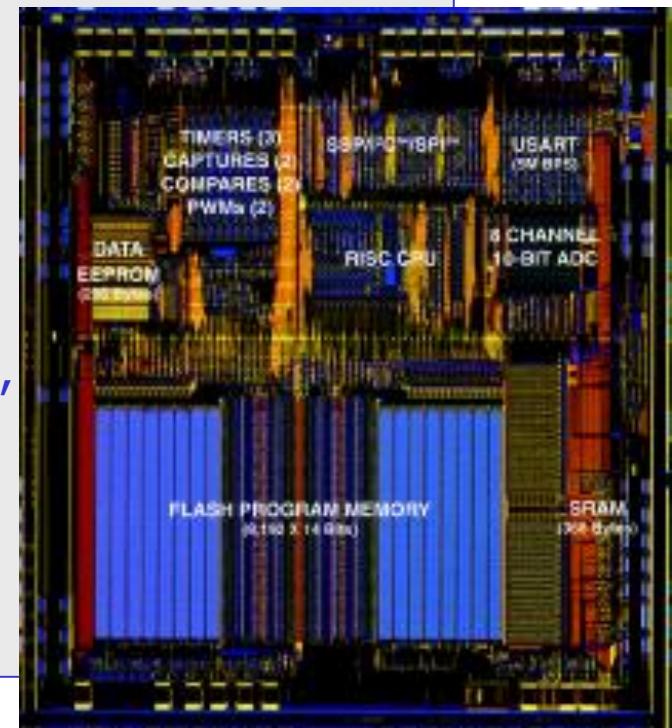
**2.1 Hardware y Software de desarrollo:  
Compiladores y ensambladores  
Tarjetas de programación/desarrollo**

**2.2 Arduino y otras plataformas**

# Microcontroladores

**Concepto de microcontrolador:** comprende un sistema microcomputador casi completo en un chip destinado a resolver una tarea específica.

- Núcleo microprocesador + memoria (instrucciones, datos) + interfaces de entrada/salida. Estos recursos varían en función del fabricante y del modelo:
  - Memoria no volátil para programa y datos
  - Memoria volátil para datos
  - Circuitos interfaces:
    - Puertos paralelo y/o serie (I<sup>2</sup>C, RS232, USB, ...).
    - Convertidores A/D y D/A, comparadores analógicos, señal PWM (*pulse width modulation*),...
  - Otros circuitos:
    - Temporizadores digitales, perro guardián, etc.



# Fabricantes y modelos de microcontroladores

Muchos **fabricantes** de semiconductores tienen secciones específicas dedicadas a producción de microcontroladores: Intel, ST microelectronics (Thomson+SGS), Siemens (Infineon), National Semiconductors, NXP (Philips, FreeScale (Motorola)), Zilog, Microchip (Atmel), Hitachi, Toshiba, Parallax, etc.

Los **modelos** del microcontroladores de 8 bits más populares fueron los basados en el **8051** de Intel (arquitectura de von Neumann), adoptado como núcleo de microcontroladores de otros fabricantes, como los **NXP700** de NXP, y los **CC111x** de Texas Instruments.

# Lenguajes y tecnologías de programación

## Lenguajes de programación:

- Tradicionalmente ensamblador.
- Cada vez es más extendido el uso de lenguajes de alto nivel (C, Basic, Javascript, Python, ...) a medida que se van abordando aplicaciones más complejas y los tamaños de memoria de programa disponibles crecen.

## Tecnologías de la memoria de instrucciones:

**ROM** (el fabricante mediante máscara, series muy grandes)

**OTP** (*One-Time-Programming*, bajo coste, fase producción)

**EPROM** (borrado con luz ultravioleta)

**EEPROM/FLASH** (útiles para depuración, actualización múltiple en el propio sistema, sistemas con reprogramación frecuente (por ej. microrobots), etc.)

Casi en desuso

# Herramientas de desarrollo

## Software:

**Ensambladores, compiladores, simuladores** (con facilidades de depuración de código) y **programadores**. Normalmente incluidos en entornos de desarrollo integrados (IDE).

## Hardware:

-**Dispositivos programadores y tarjetas de desarrollo** (básicas o con dispositivos periféricos): soluciones genéricas y habitualmente propietarias para el desarrollo de sistemas con microcontroladores.

-**Depuración de código en el propio circuito (ICE: In Circuit Emulator).**

Ejemplo: ICE multiplataforma basado en FPGA



# **Sistemas con Microprocesadores**

---

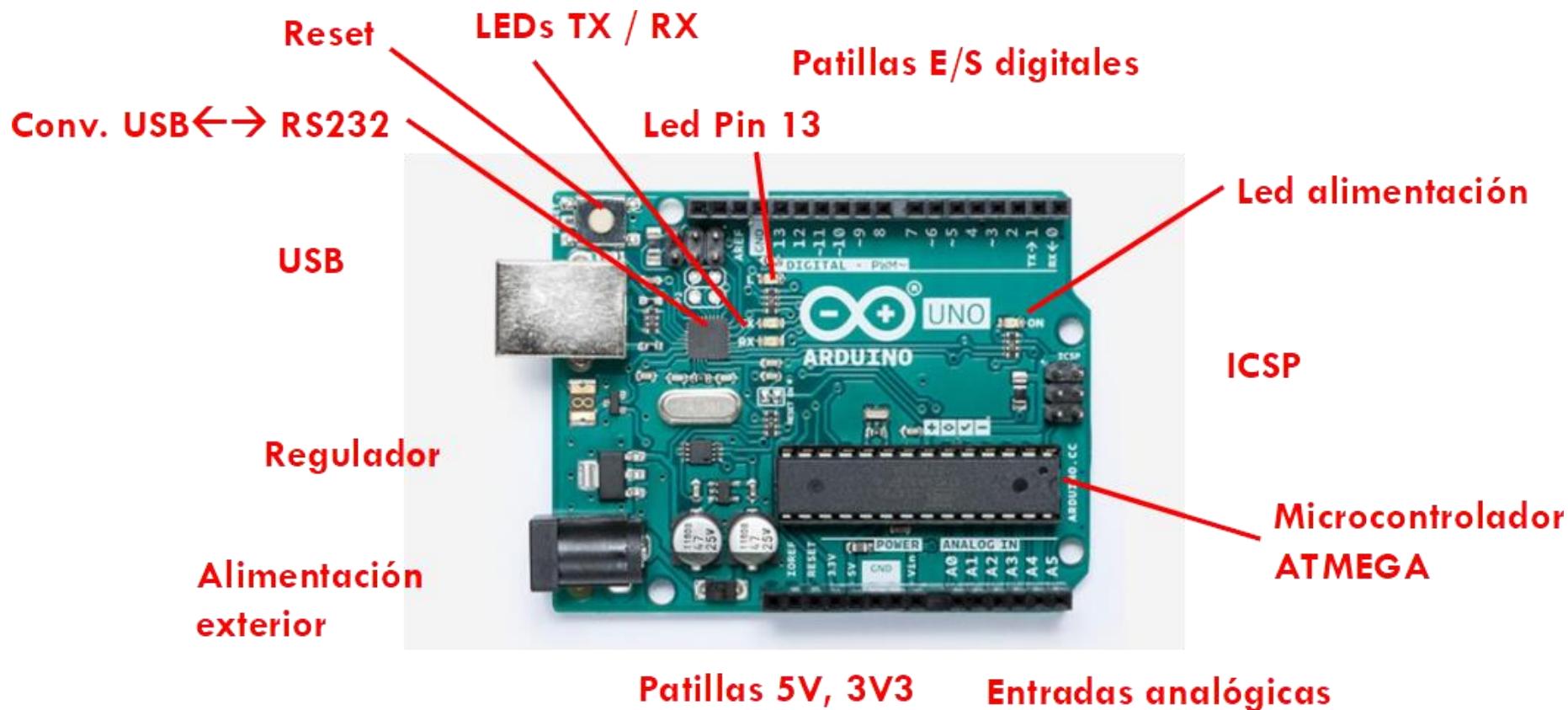
## **2. Diseño de sistemas con microcontroladores**

**2.1 Hardware y Software de desarrollo:**  
**Compiladores y ensambladores**  
**Tarjetas de programación/desarrollo**

**2.2 Arduino y otras plataformas**

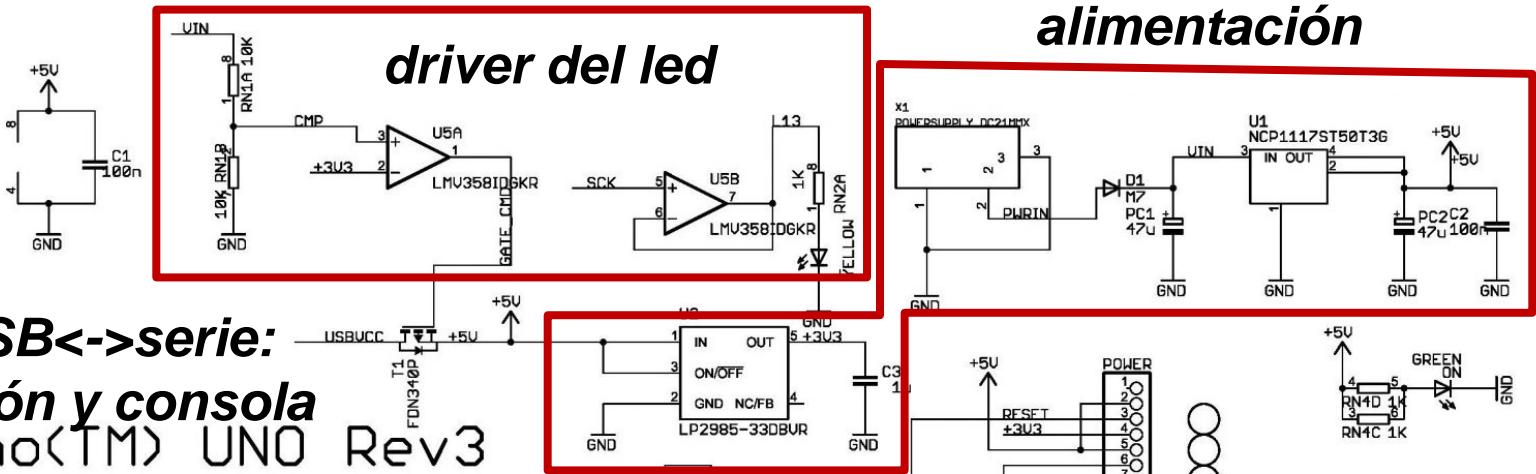
# Arduino UNO

- Micro. Microchip (Atmel) ATmega328P @ 16 MHz
- <https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/MCU08/ProductDocuments/DataSheets/ATmega48A-PA-88A-PA-168A-PA-328-P-DS-DS40002061B.pdf>

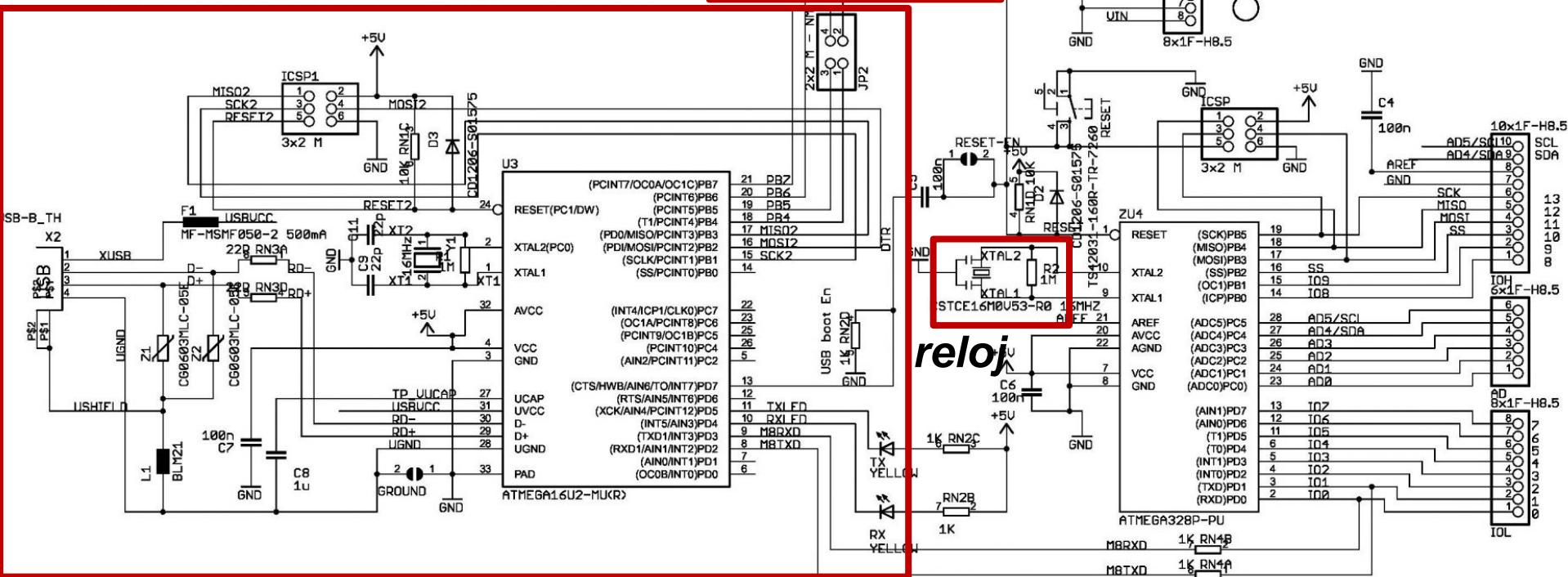


# Esquema Arduino UNO Rev3

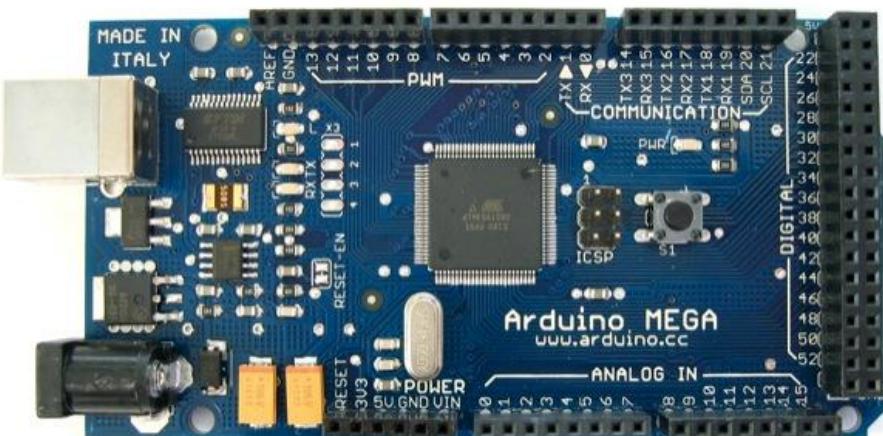
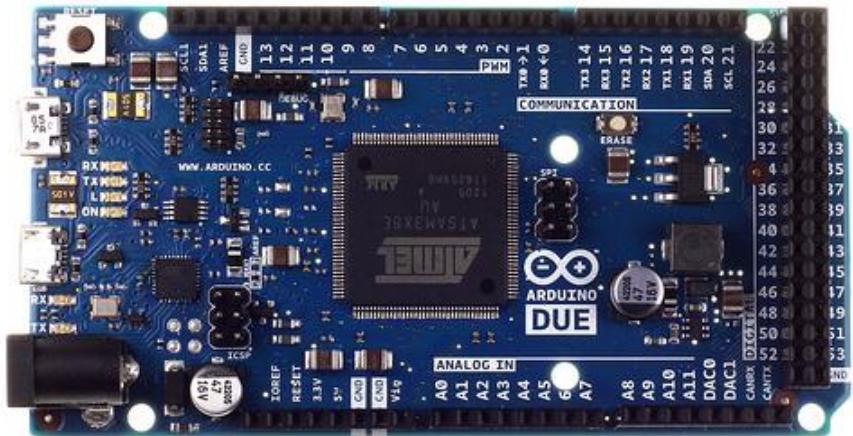
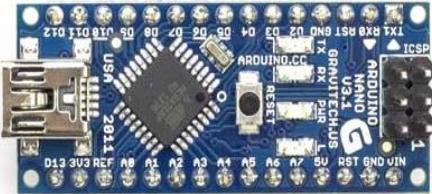
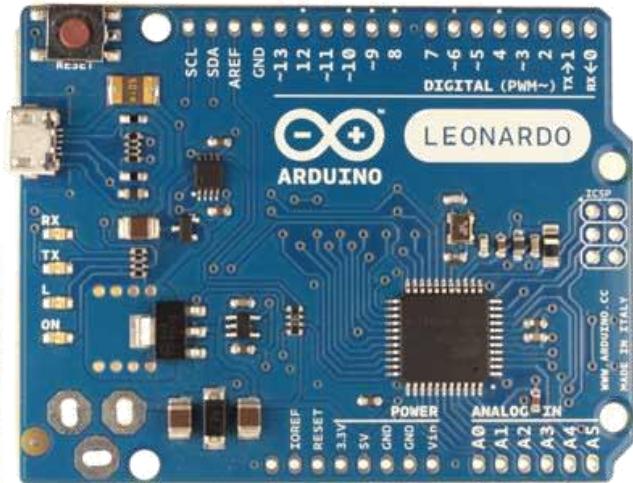
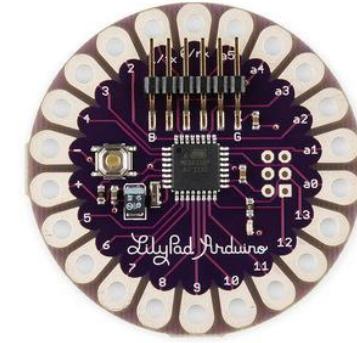
□ [https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/Arduino\\_Uino\\_Rev3-schematic.pdf](https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/Arduino_Uino_Rev3-schematic.pdf)



**Interfaz USB<->serie:  
Programación y consola  
Arduino(TM) UNO Rev3**

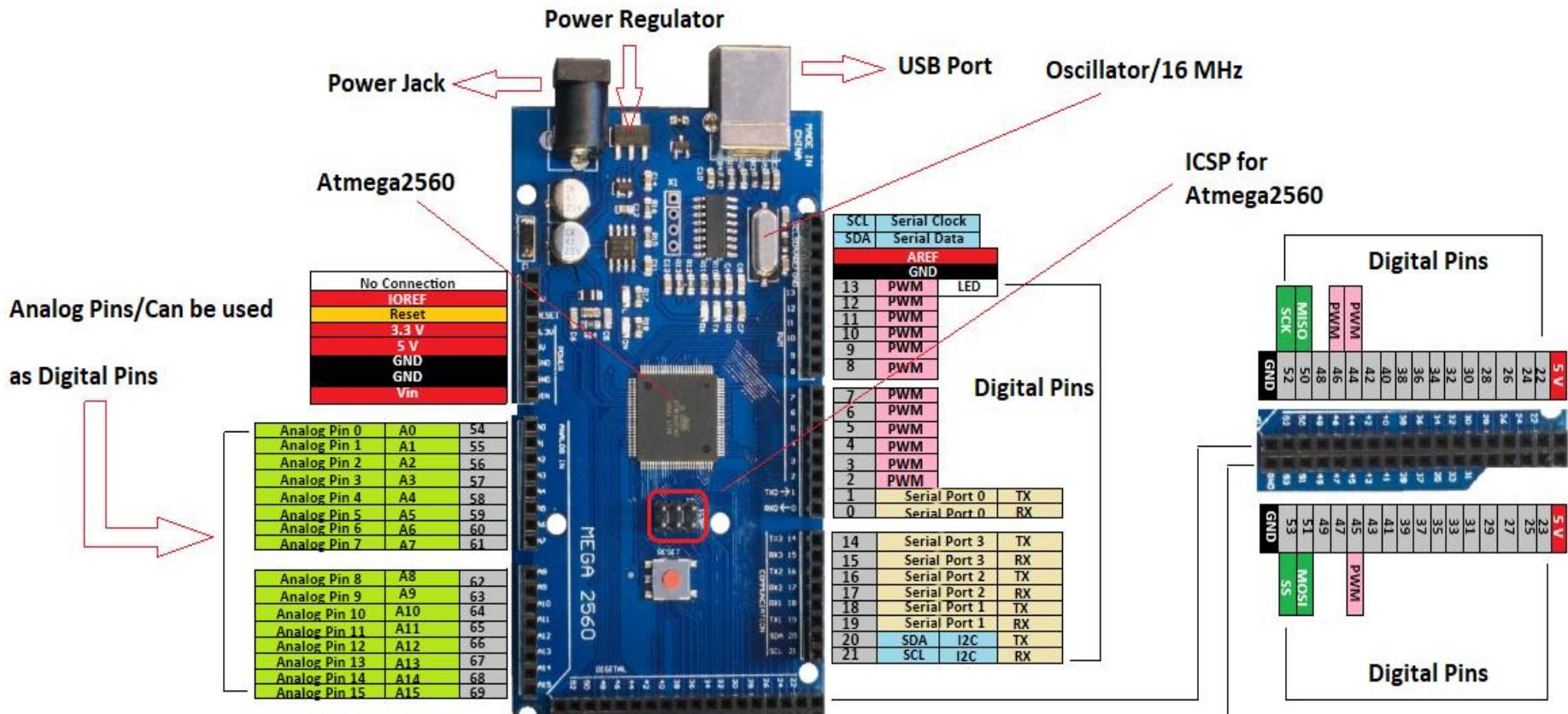


# Placas Arduino (8 bits)\*



32-bit ARM

# Arduino MEGA



- Microcontrolador: ATmega2560
- Voltaje funcionamiento: 5V
- Voltaje Entrada: (recomendado) 7-12 V
- Voltaje Entrada: (límites) 6-20 V
- Patillas E/S digital 54 (14 con salida PWM)
- Patillas entrada analógica: 16

- Corriente DC por pin E/S: 40 mA
- Corriente DC para salida 3,3 V: 50 mA
- Memoria Flash: 256 kB (8 kB bootloader)
- SRAM: 8 kB
- EEPROM: 4 kB
- Frecuencia de reloj: 16 MHz

# Placas Arduino

Placa	Micro	Flash (kB)	RAM (kB)	
Duecimille / Duemilanove	ATmega328 / 168	32/16	2/1	
<b>Uno</b>	<b>ATmega328</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	
Leonardo	ATmega32u4	32	2,5	Trans. USB incluido
Micro	ATmega32u4	32	2,5	
Nano	ATmega328 / 168	32/16	2/1	
Due (32 bits)	AT91SAM3X8E	512	96	84 MHz
Mega	ATmega2560	256	8	

Otras placas: Yún, Galileo, Tre,...

<http://arduino.cc/en/Main/Products>

# Shields

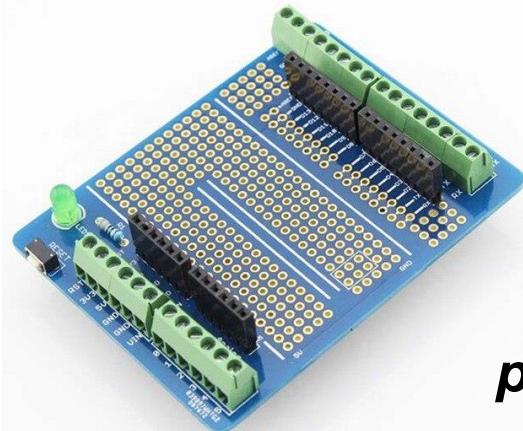
- Permiten conectar fácilmente periféricos
- <http://shieldlist.org>

Existe una gran cantidad de estas placas.

Ejemplos:



*Shield  
Ethernet*



*Shield de  
prototipado*



*Shield  
de relés*

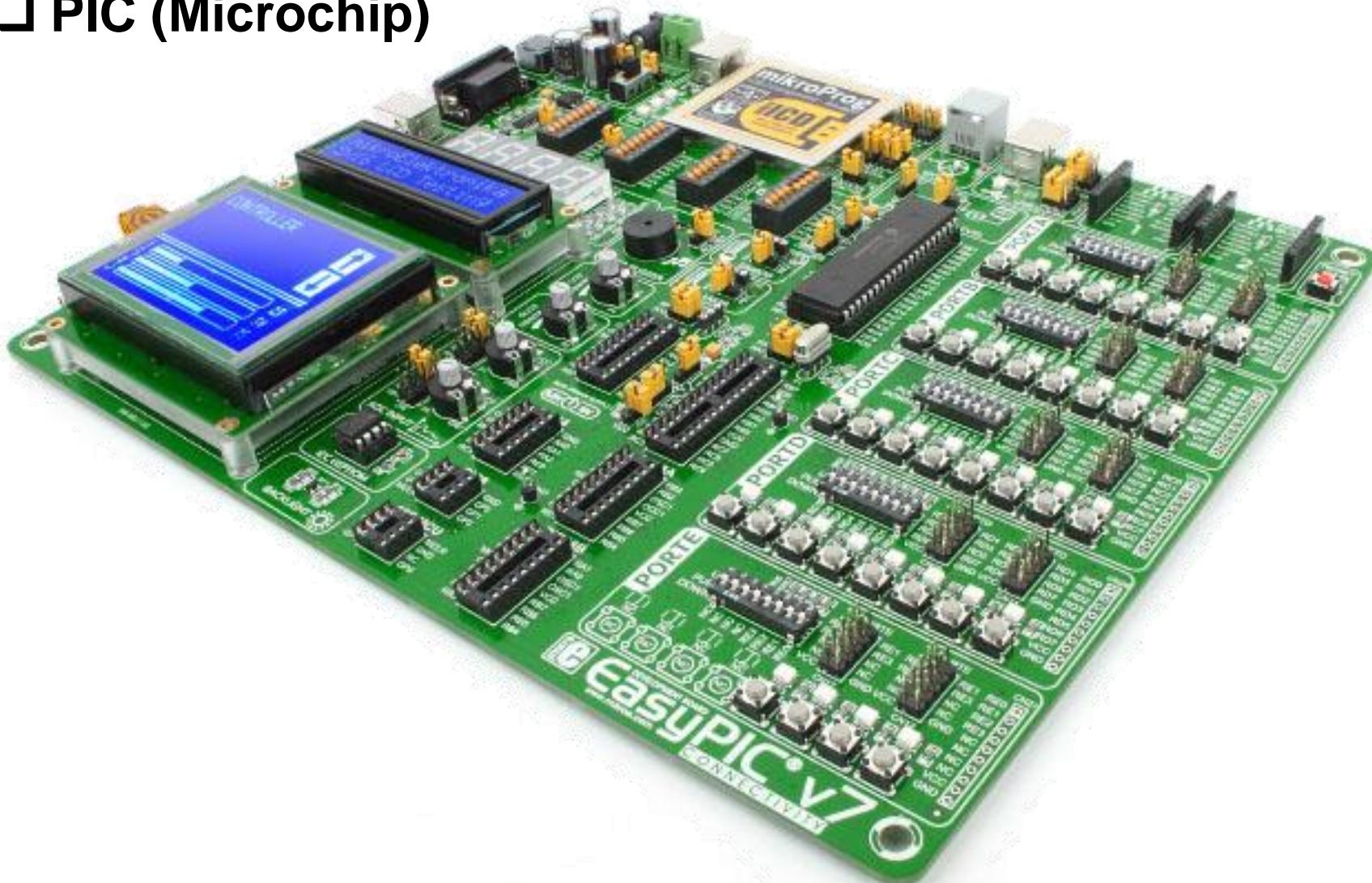
*Shield de  
control de  
motores*

# ¿Qué se puede conectar a un Arduino?

- Dispositivos controlados con los buses I<sup>2</sup>C y SPI. Una gran cantidad de periféricos usan estos buses.
- Entradas digitales y analógicas, teclados, botones.
- Pantallas LCD, *displays* 7 seg., pantalla de matriz de puntos
- Sensores: temperatura, humedad, presión, giróscopos, acelerómetros, ...
- Motores: de corriente continua, paso a paso
- Comunicaciones (añadiendo circuitos de interfaz):
  - USB, Bluetooth (+BLE), Zigbee, Ethernet, WiFi, RF, RFID, LoRa, NRF24L01 ...

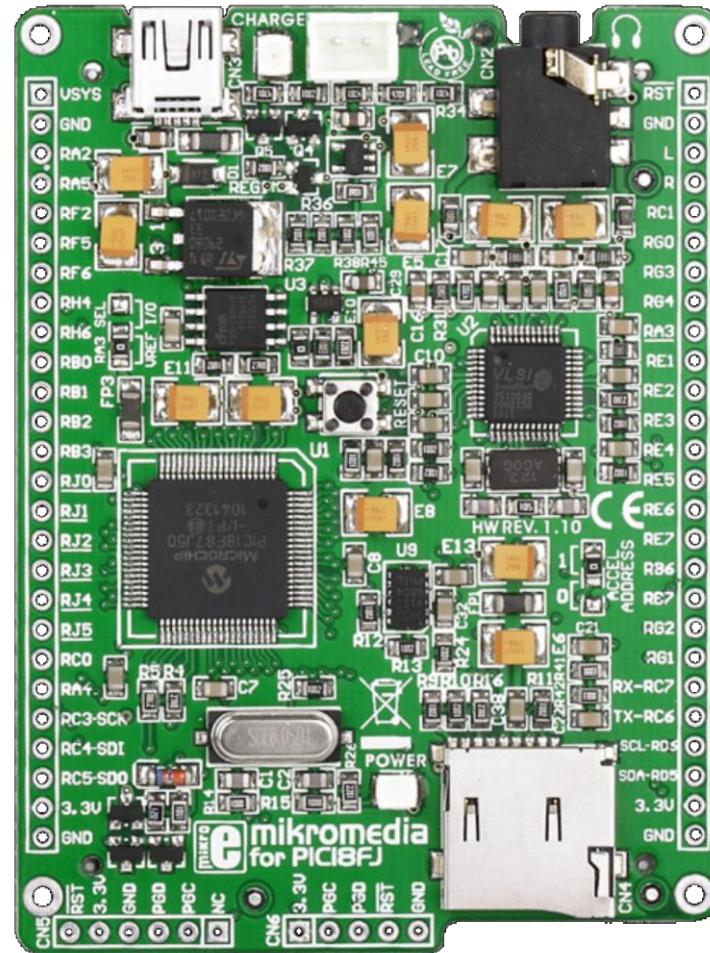
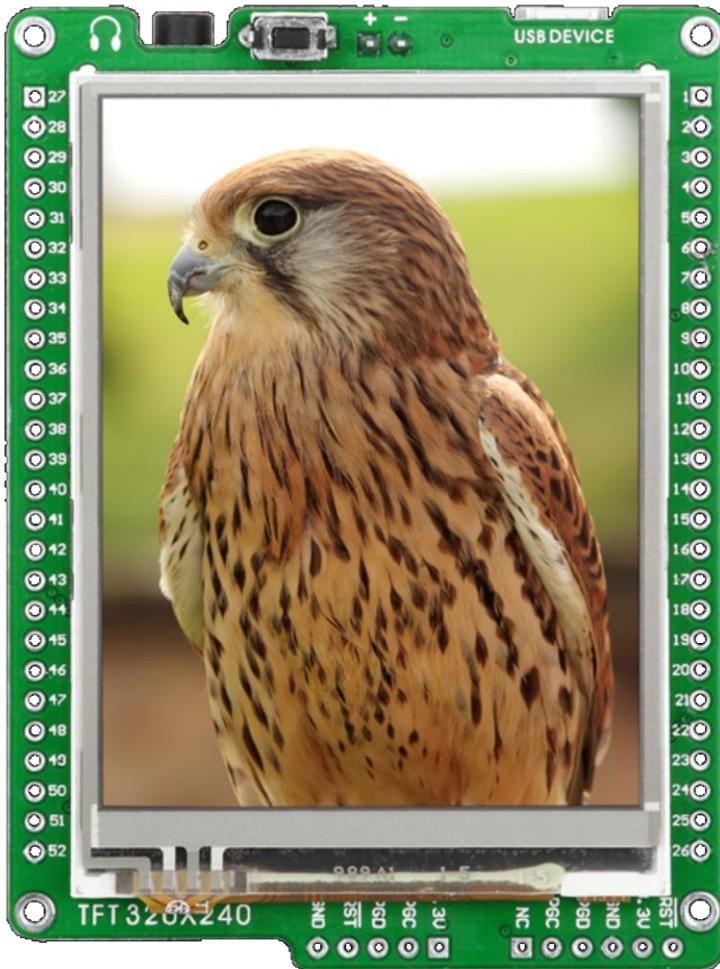
# Otras placas de desarrollo (microcontroladores de 8 bits)

## □ PIC (Microchip)



# Otras placas de desarrollo (microcontroladores de 8 bits)

## □ PIC (Microchip)

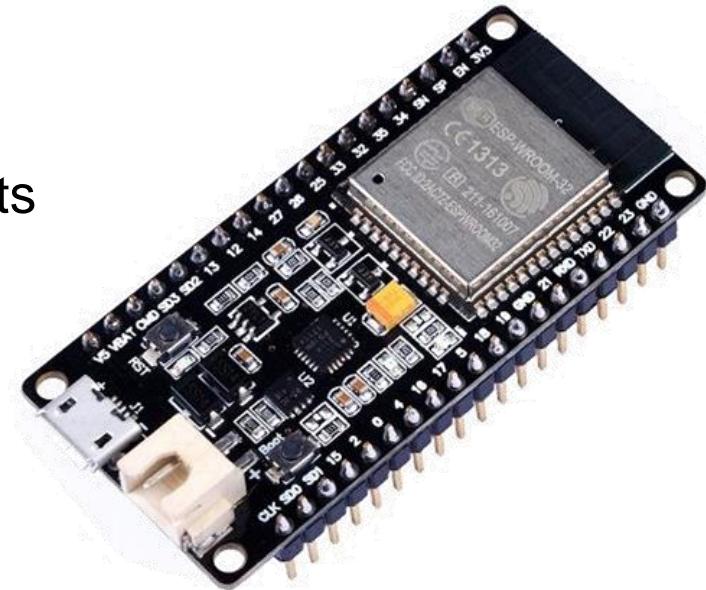


# Otras placas de desarrollo (microcontroladores de 32 bits)

## □ ESP32 de Espressif

### – Especificaciones generales:

- Procesador dual core Xtensa® LX6 de 32 bits
- Reloj: 160 MHz y 240 MHz
- 520 kB de RAM
- Wifi integrado: Acces *point & Station*
- Bluetooth 4,2 2,4 Ghz; BT 2.0 y 4.0 BLE
- 36 E/S de propósito general.
- 16 x *Analog-to-Digital Converter* (ADC) de 12 bits.
- 2 x *Digital to Analog converter* DAC de 8 bits.
- Pueden definirse hasta 16 canales de PWM.
- 2 x UART
- 2 x I2C
- 4 x canales SPI.

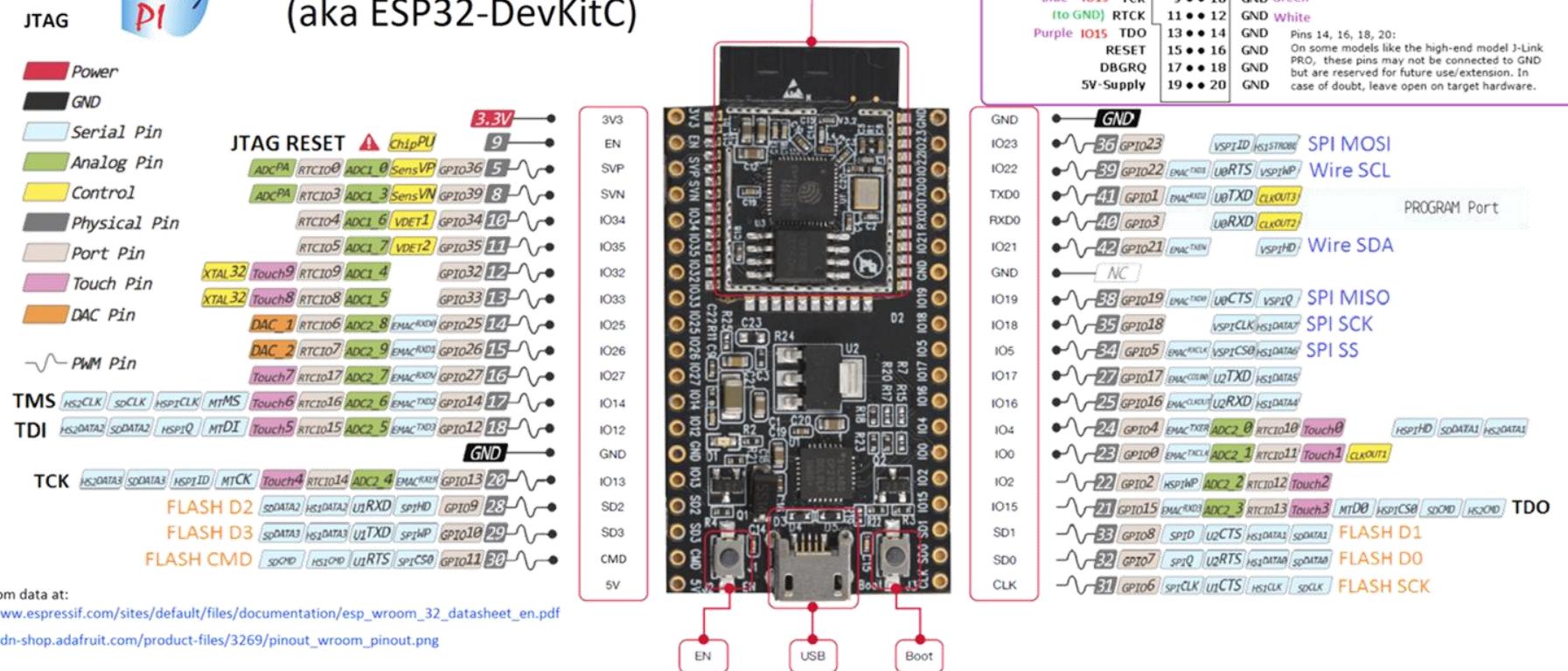


# Otras placas de desarrollo (microcontroladores de 32 bits)

## □ ESP32-WROOM-32



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



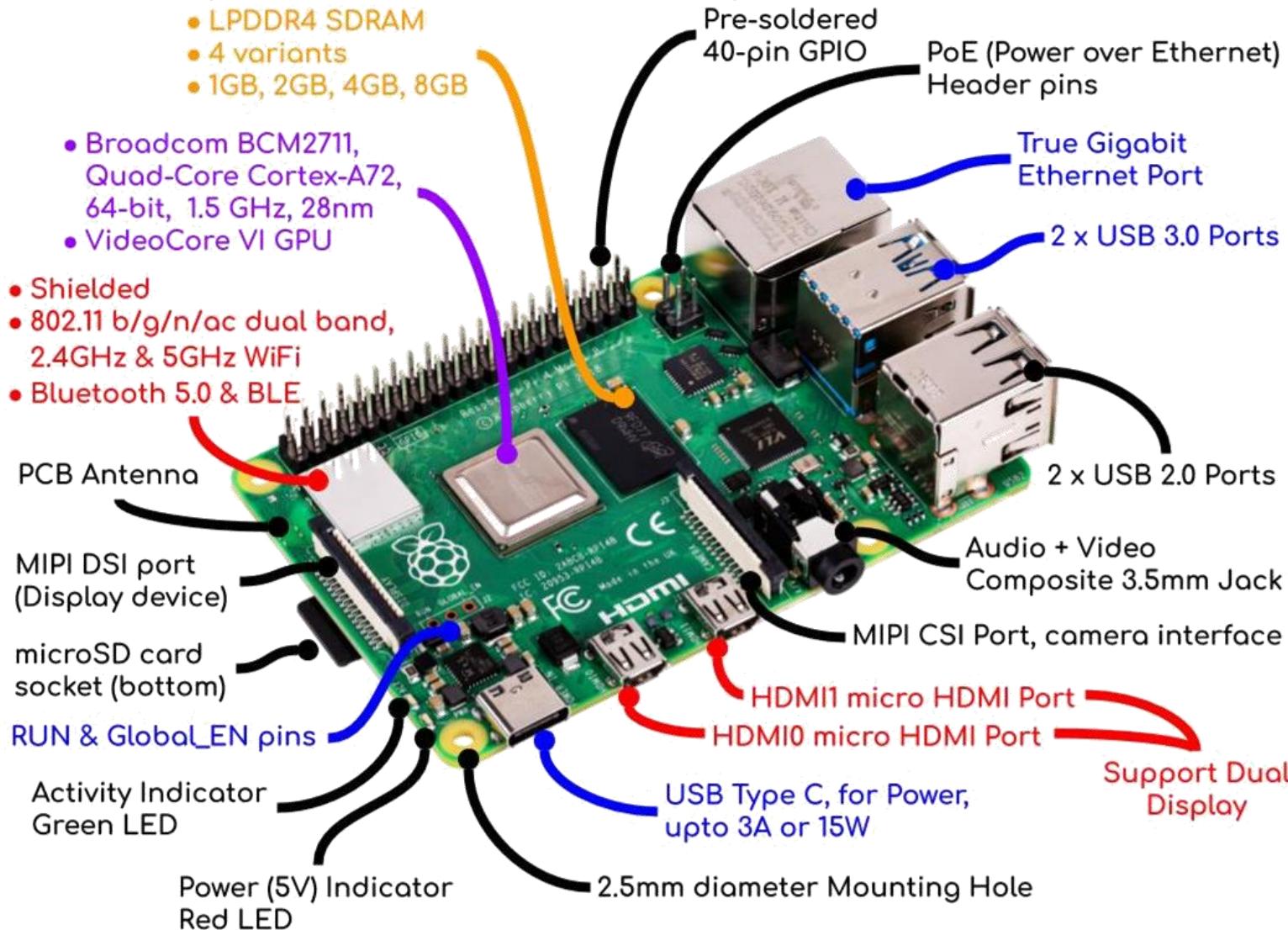
Adapted from data at:

[http://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp\\_wroom\\_32\\_datasheet\\_en.pdf](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](https://cdn-shop.adafruit.com/product-files/3269/pinout_wroom_pinout.png)

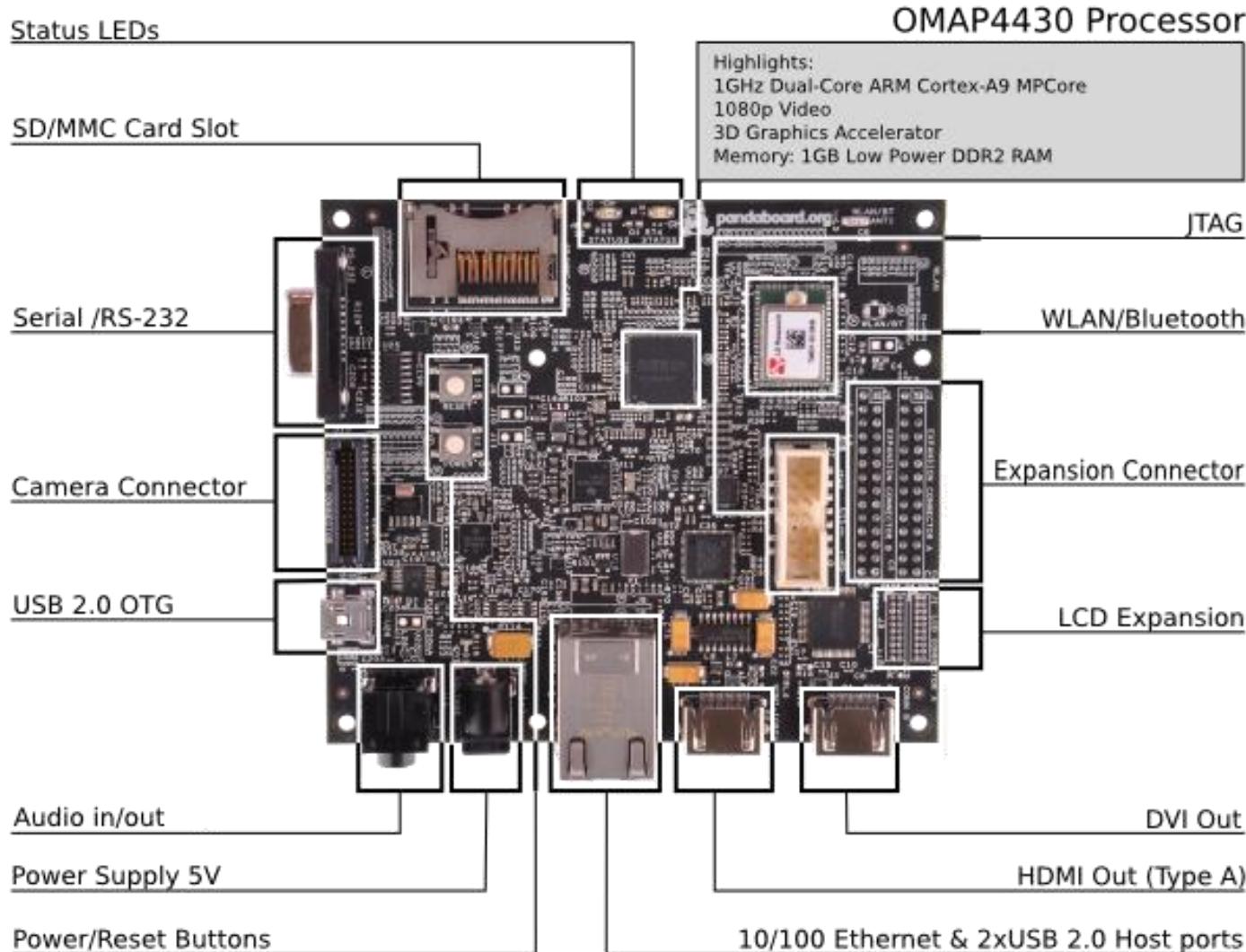
# Otras placas (procesadores de 32 / 64 bits)

## ☐ Raspberry Pi 4 Model B: Incluye sistema operativo



# Otras placas (procesadores de 32 bits)

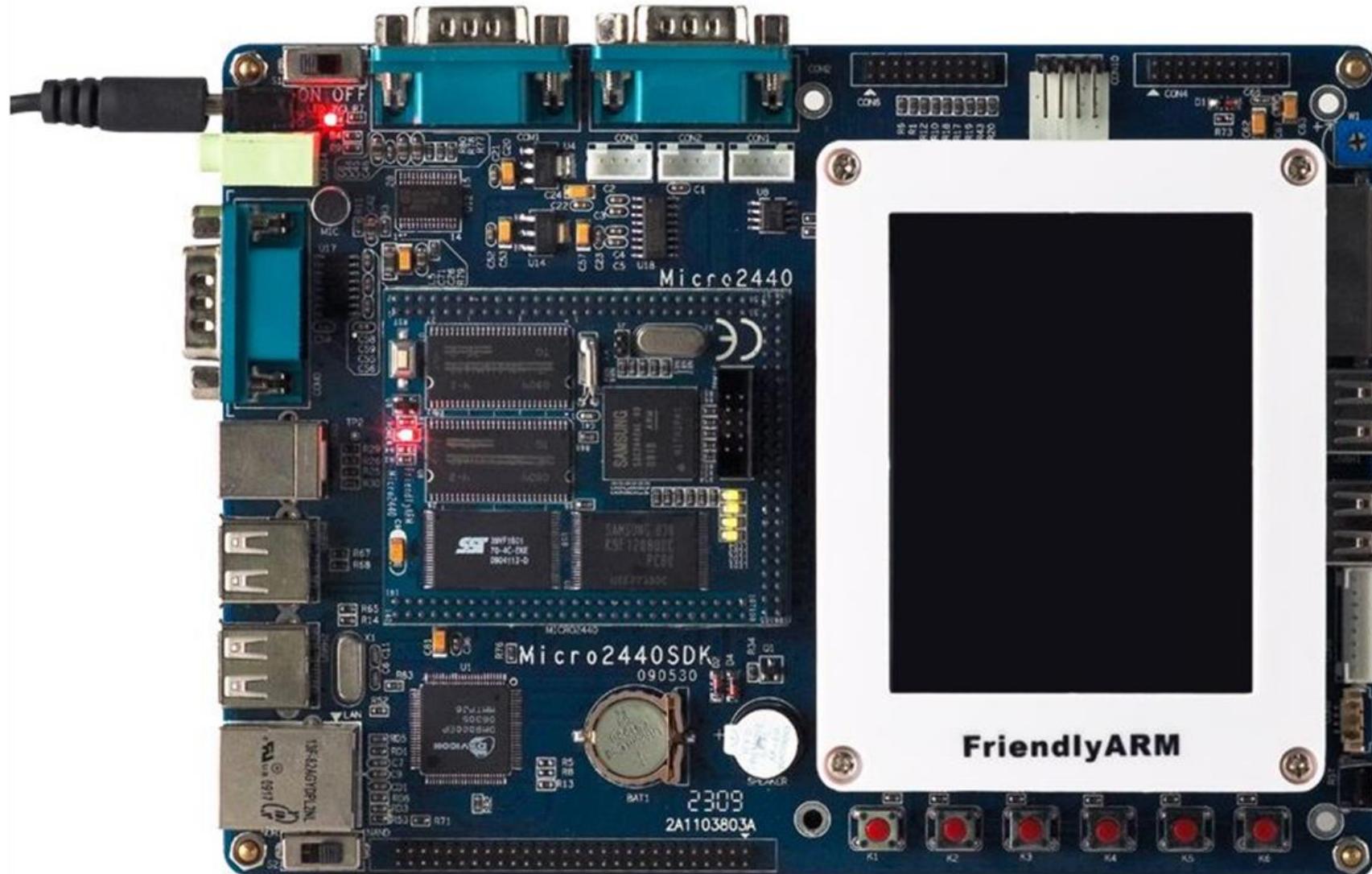
## □ PandaBoard



Board Dimensions: W:4.0" (101.6 mm) X H: 4.5" (114.3 mm)

# Otras placas (procesadores de 16 / 32 bits)

## □ FriendlyARM



# Proveedores

- Bricogeek, Electan, ...
- DX.com, Aliexpress, eBay, ...
- Farnell
  - <http://es.farnell.com>
- RS Amidata
  - <http://es.rs-online.com>