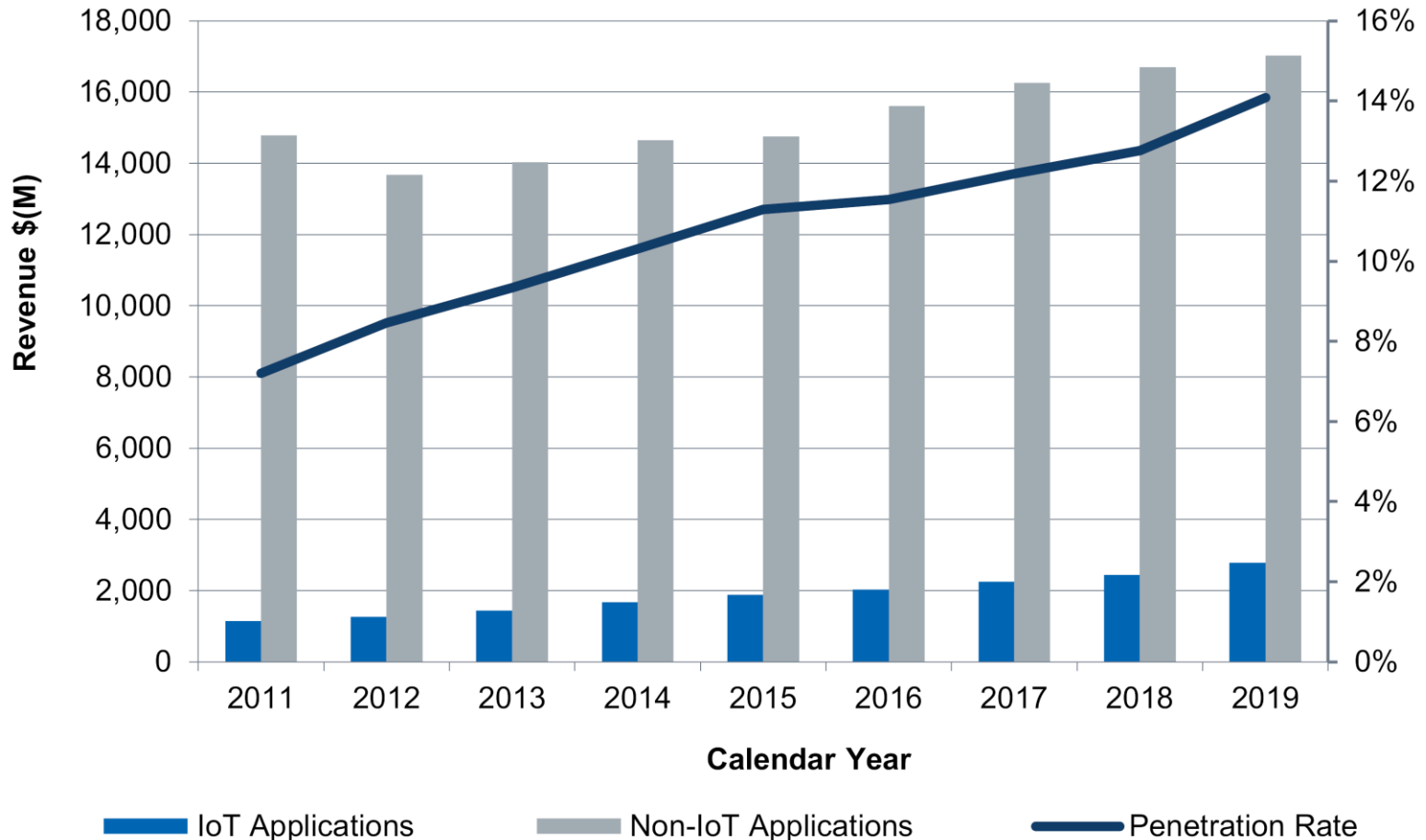


FUNDAMENTOS DE SISTEMAS EMBEBIDOS INTRODUCCIÓN

RG Ramírez- Chavarría

Mercado actual

MCU market in IoT applications compared to markets outside of IoT



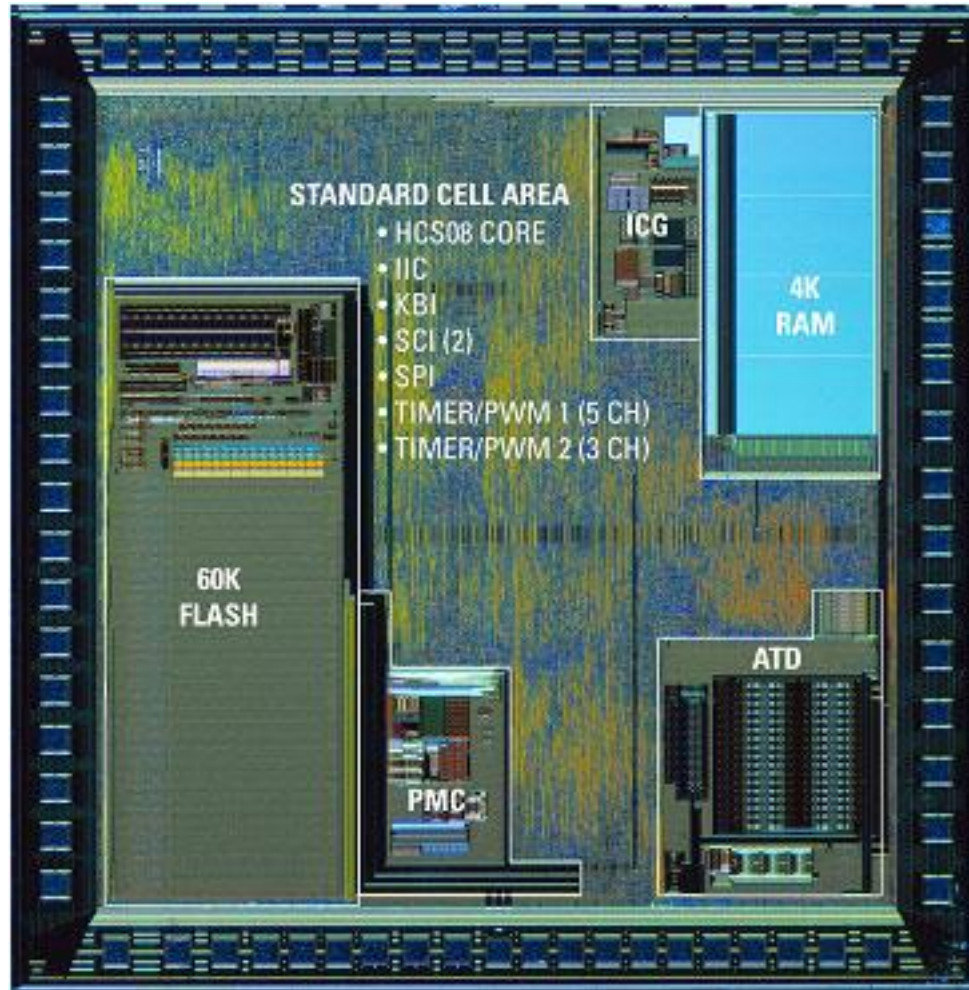
Source: IHS

© 2015 IHS

Introducción

- Un microcontrolador (MCU) es una computadora pequeña un circuito integrado.
- Consiste de una unidad central de procesamiento (CPU) combinada con periféricos (memorias, entradas salidas I/O, convertidores, y temporizadores).

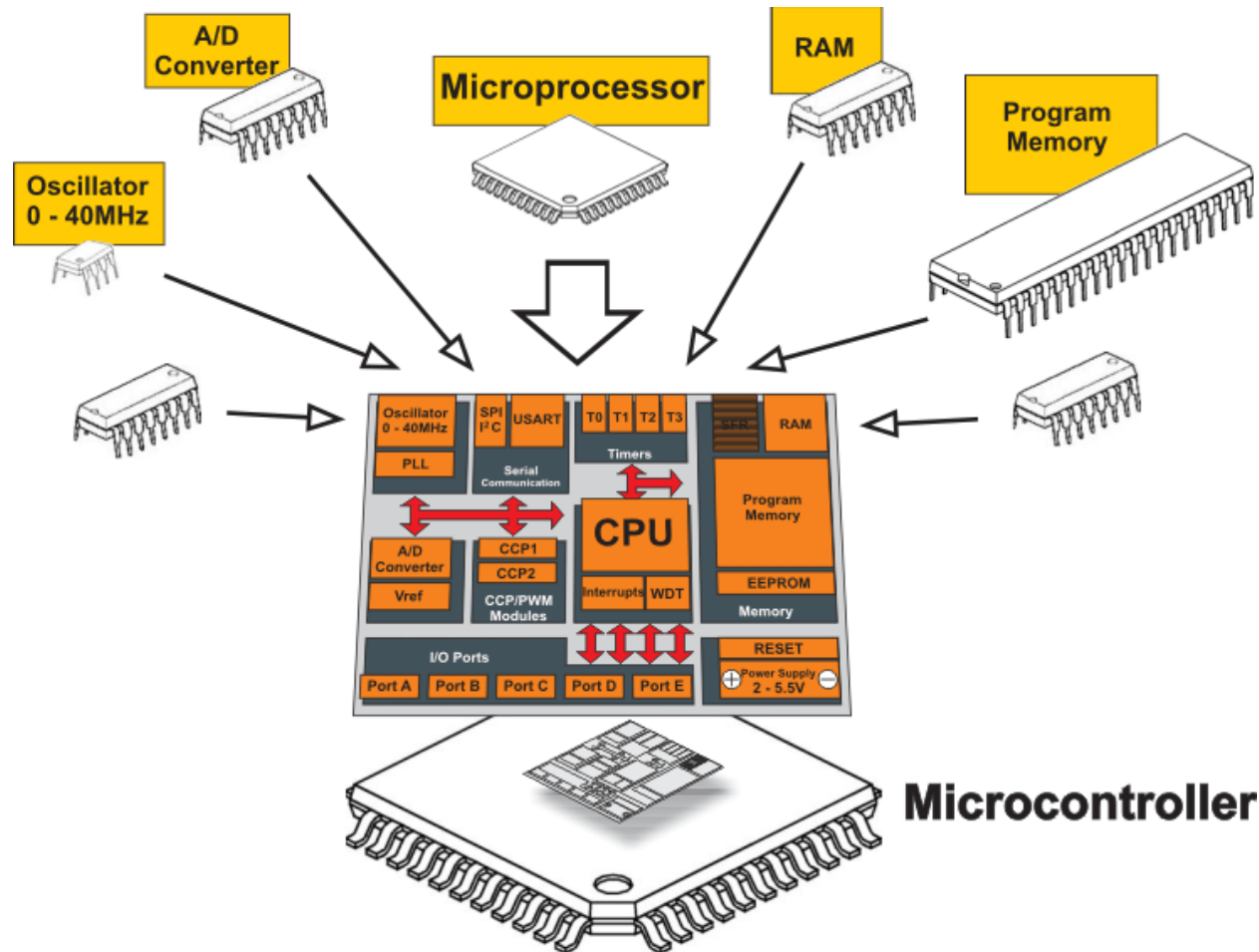
Radiografía de un microcontrolador



Microcontrolador VS Microprocesador

- Un microcontrolador es una computadora que contiene procesador, memoria y periféricos programables dentro de un solo chip.
- Un microprocesador incorpora las funciones de únicamente de un CPU en un solo chip (no memoria, no periféricos, etc.)

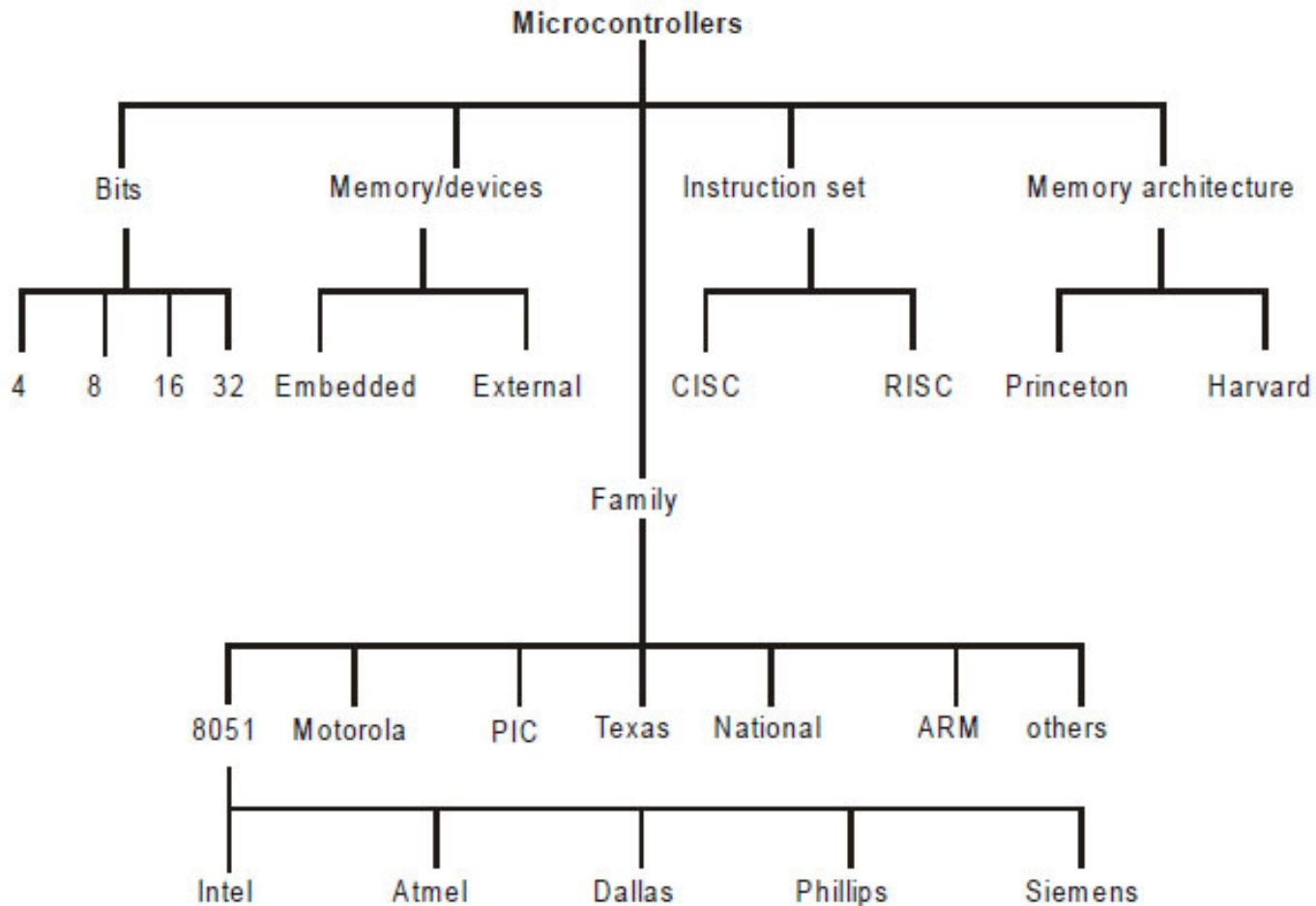
Microcontrolador VS Microprocesador



Tipos de procesadores

- En el cómputo de propósito general, la arquitectura dominante es el Intel x86.
- En el cómputo embebido, existe una gran variedad de dispositivos para diseñar.
- A tener en mente cuando se diseña:
 - Periféricos, Concurrencia & Temporización, Tasas de reloj, Tamaño de memoria(SRAM & flash), tamaño del propio dispositivo.

Una clasificación de microcontroladores



Cómo elegir un MCU?

- Las métricas que DEBEMOS considerar
 - Consumo de energía
 - Frecuencia de reloj (velocidad de procesamiento)
 - Terminales I/O
 - Memoria
 - Funcionalidad interna
 - Periféricos y núcleos específicos

Cómo elegir un MCU?

- Las métricas que DEBEMOS considerar
 - Power consumption
 - Preferentemente $> \text{mA}$
 - Frecuencia de reloj
 - kHz muy lento...
 - 100MHz demasiado rápido...
 - Terminales I/O
 - Muchos periféricos- sensores, UART, SD card, DAC, ADC, LED, sensors capacitivos, Wi-Fi, BLE

Cómo elegir un MCU?

- Las métricas que DEBEMOS considerar
 - Memoria
 - Necesitamos memoria suficiente para programa y datos
 - Funcionalidad interna y núcleos específicos
 - Acceso Directo a Memoria (DMA)
 - Procesamiento Digital de Señales (DSP)

Input and Output (I/O)

Input Devices:



keyboard



mouse



other pointing devices



speech

**Direct
manipulation**

Output Devices:

monitor



projector



other displays



audio output



I/O Devices

- Interfaz entre el MCU y el mundo exterior.
- Digitales (estados lógicos altos y bajos)
- Analógicos (señales en tiempo continuo)
- Comunicaciones (paralelo y serial)
- Interrupciones externas

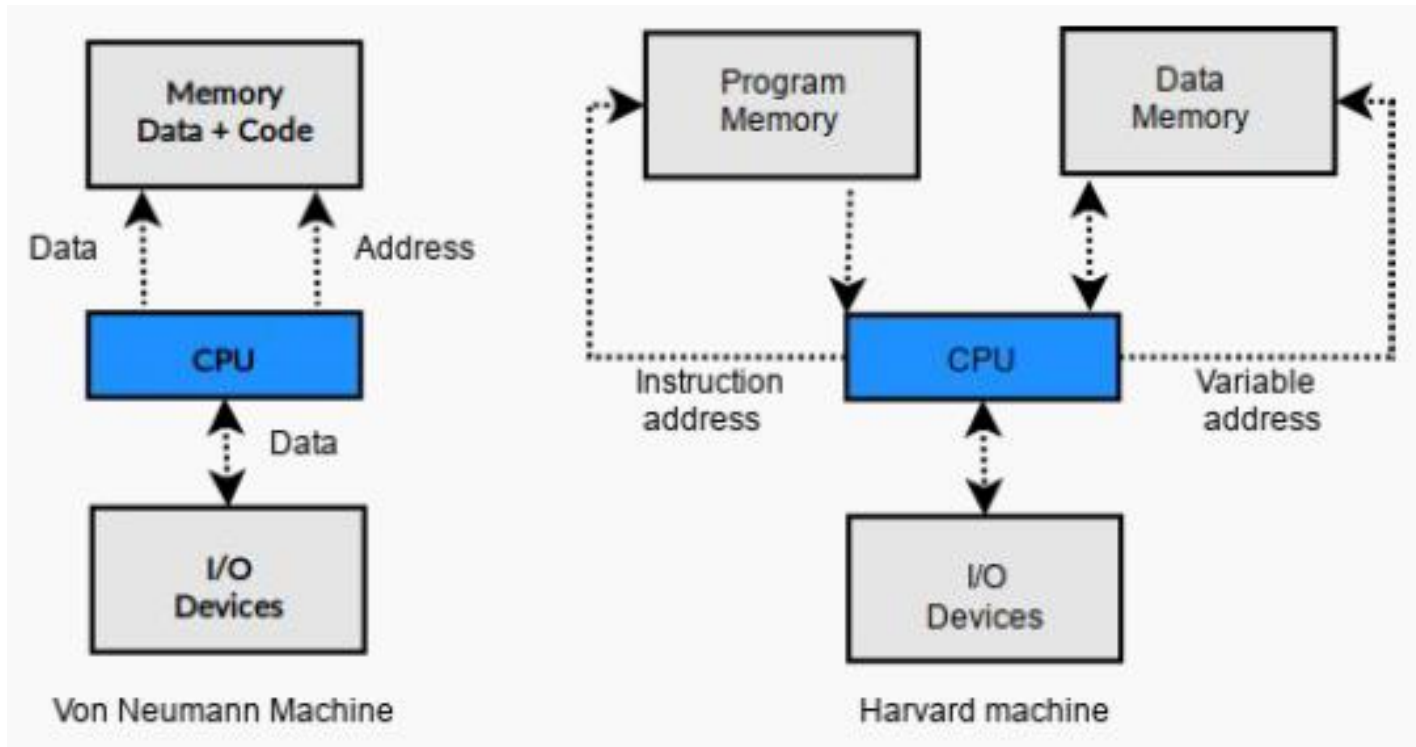
Lenguajes de programación

Configurar los I/O, describir funciones, manipulación de registros.

- Ensamblador ASM
- Estructurado C
- Orientado a objetos C++
- Python ?

Arquitecturas

- Por memoria



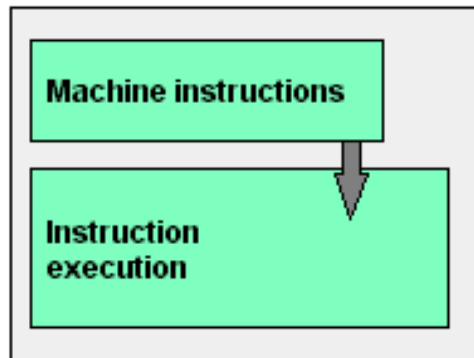
Arquitecturas

- Por conjunto de instrucciones

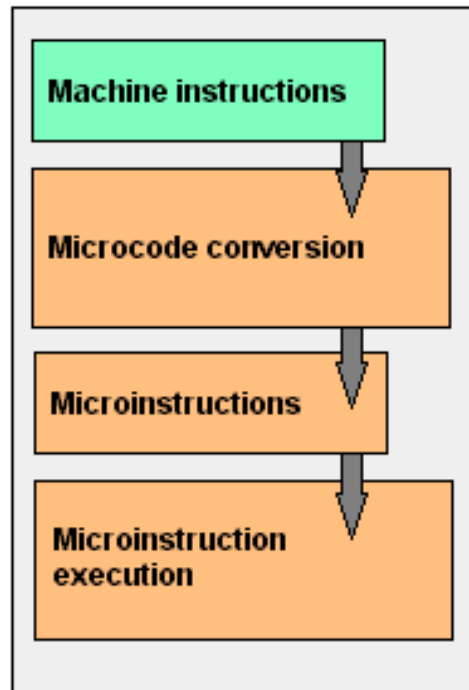
RISC: Reduced instruction set computer

CISC: Complex instruction set computer

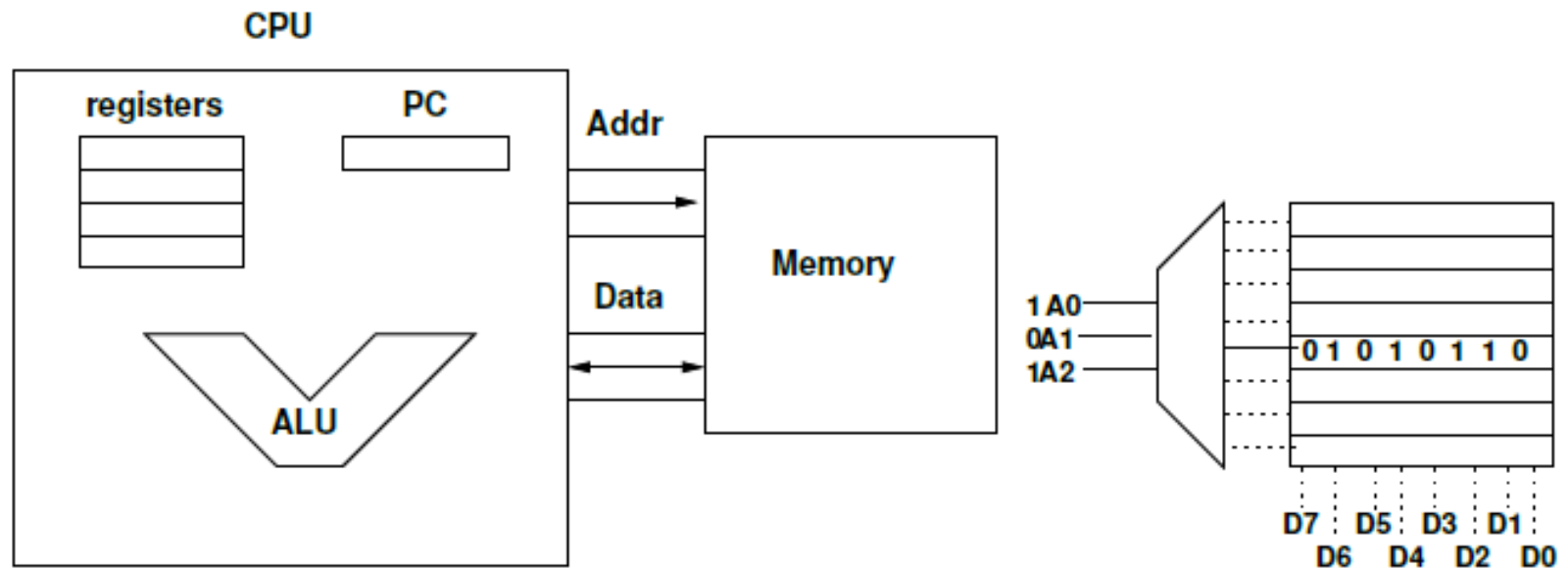
RISC



CISC



Tamaño de un procesador



Qué define el tamaño de un procesador?

Diferencia entre un procesador de 8 bits, 16 bits, 32 bits?

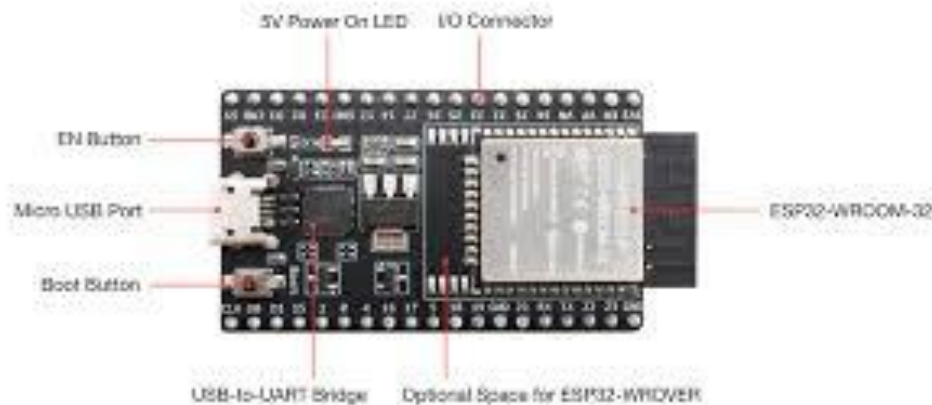
Bus de datos vs bus de direcciones

Dispositivos para diseñar SE

- **Microcontroladores**
- Microprocesadores?
- ASIC (Application Specific Integrated Circuit)
- FPGA (Field Programmable Gate Array)

Nuestros dispositivos para desarrollar SE

ESP 32



RASPBERRY Pi



Diferencias

ESP 32

Microcontrolador

- Procesador dual core **Xtensa® LX6** de 32 bits
- Frecuencia de reloj : 160 Mhz -240 Mhz
- Memoria 520 Kb de RAM
- **Wifi** integrado: Acces point & Station
- Bluetooth 4.2 2.4 Ghz; BT 2.0 y 4.0 BLE
- 36 GPIO terminales
- 16 x **Analog-to-Digital Converter (ADC)** de 12 bits de resolución
- 2 x **Digital to Analog converter (DAC)** de 8 bits.
- Hasta 16 canales de PWM.
- 2 x UART 2 x I2C channels y 4 x SPI channels.

Consumo < 100 mA

RASPBERRY Pi

Microprocesador

- CPU + GPU: **Broadcom BCM2837B0**, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @ 1.4GHz
- Memoria **1GB** RAM LPDDR2 SDRAM
- Wi-Fi + Bluetooth: 2.4GHz y 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac, Bluetooth 4.2, BLE
- Ethernet: Gigabit Ethernet sobre USB 2.0 (300 Mbps)
- 40 GPIO terminales
- HDMI
- 4 puertos USB 2.0
- Salida de audio estéreo y vídeo compuesto
- Micro-SD (Almacenamiento)

Consumo > 400 mA

Take home messages

1. Determine si los siguientes ejemplos son SE o no. Lista tres características que los definirían como SE.

- 1.1 Una maquina rasuradora tiene un MCU PIC16F1516 (16 MHz, 8k flash, 512B RAM), un display de 7 segmentos, un sensor de presión I2C, y un motor con sus respectiva etapa de potencia.

Take home messages

1. Determine si los siguientes ejemplos son SE o no. Lista tres características que los definirían como SE.

- 1.2 Un iPhone 8 tiene un procesador ARM A11 en el. El procesador es quad-core 64-bit operando a 2.3 GHz, y con memoria caché. También tiene un GPU.

Take home messages

1. Determine si los siguientes ejemplos son SE o no. Lista tres características que los definirían como SE.

- 1.3 Un microondas tiene un procesador MSP432 de 16-bits operando a 48 MHz, y los periféricos asociados son un LCD, un teclado y etapas de calefacción y ventilación.

Take home messages

2. Determine de cuantos bits son los siguientes sistemas.

2.1 Un ARM 1176. Sus registros, ALU, PC (program-counter), y bus de direcciones son todos de 32 bits.

2.2 Un 8031 Intel. Sus registros, bus de datos, y ALU son de 8 bits, el apuntador de instrucciones y el bus de direcciones son de 16 bits.