

# Sistemas Embebidos

## Tema 2: Arquitecturas de Sistemas Embebidos

copyright © equipo docente

# Contenidos

---

1. Introducción
2. Microcontroladores
3. Procesadores Digitales de Señal (DSP – Digital Signal Processors)
4. Arquitectura FPGA
5. Arquitectura ARM
6. Arquitectura GPU

# 1. Introducción

---

- ▶ La **arquitectura** del sistema embebido define la estructura del sistema, así como la funcionalidad que ofrece.
- ▶ La **estructura** del sistema describe los componentes que lo forman y las interrelaciones entre los mismos.

# 1. Introducción

---

- ▶ Evolución de las capacidades de Procesamiento y de Comunicación de los Sistemas Embebidos
- ▶ Buscar un compromiso entre las prestaciones del dispositivo y sus requerimientos de funcionamiento: microcontroladores, procesadores.
- ▶ Procesadores para Sistemas Embebidos:
  - ▶ General Purpose Processor - Procesadores de Propósito General (GPP)  
Implementación:
    - ▶ Normalmente en circuitos VLSI.
  - ▶ Procesador Especializado - Application Specific Instruction Processor (ASIP)  
Hechos a medida para un uso particular o específico.  
Implementación:
    - ▶ Application Specific Integrated Circuits (ASIC)
    - ▶ Field Programmable Gate Arrays (FPGA)

# 1. Introducción

---

- ▶ Procesadores de propósito general:
  - ▶ Microcontrolador
  - ▶ Microprocesador
- ▶ Procesadores de propósito específico:
  - ▶ Procesador Digital de Señal
- ▶ Arquitecturas
  - ▶ Arquitectura FPGA
  - ▶ Arquitectura ARM
  - ▶ Arquitectura GPU

## 2. Microcontroladores

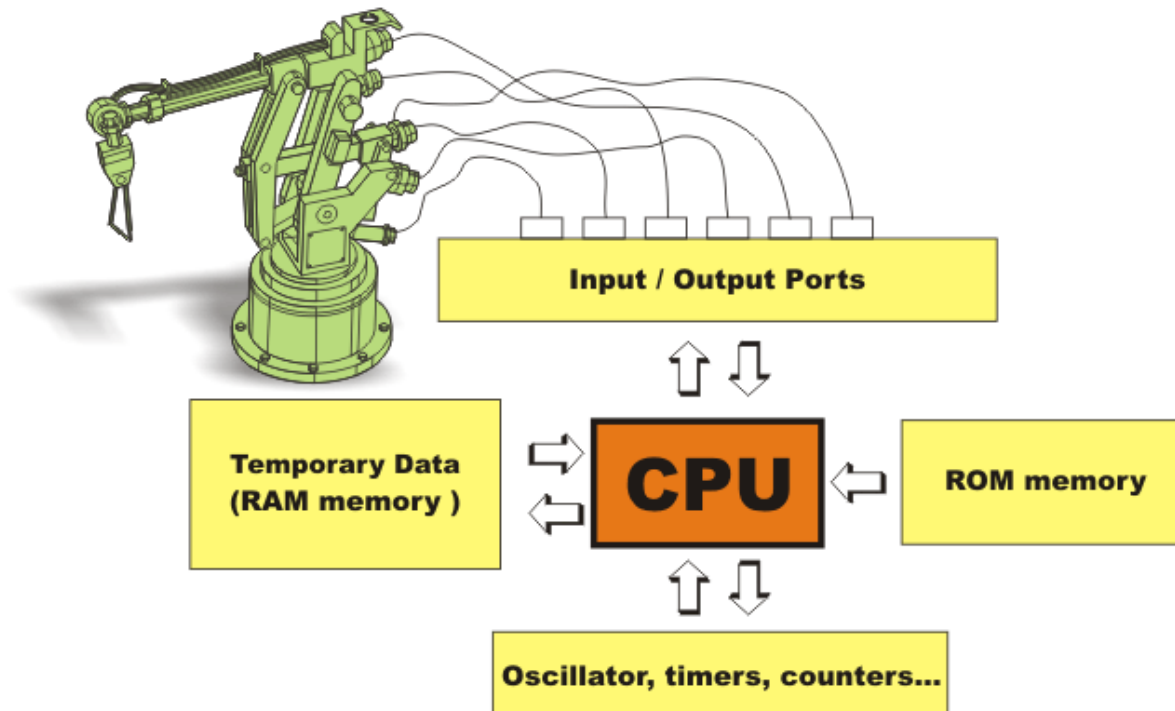
---

- ▶ Circuito VLSI con un juego de instrucciones reducido, memoria limitada (RAM y ROM) y entradas/salidas.
- ▶ Se utilizan para la construcción de SE simples con funciones de control.
- ▶ Las prestaciones no son elevadas pero suficientes para las tareas encomendadas.
- ▶ Ventajas:
  - ▶ Bajo coste.
  - ▶ Juego de instrucciones reducido.
  - ▶ Eficiencia del código. Todas las instrucciones se ejecutan en un ciclo.

## 2. Microcontroladores

---

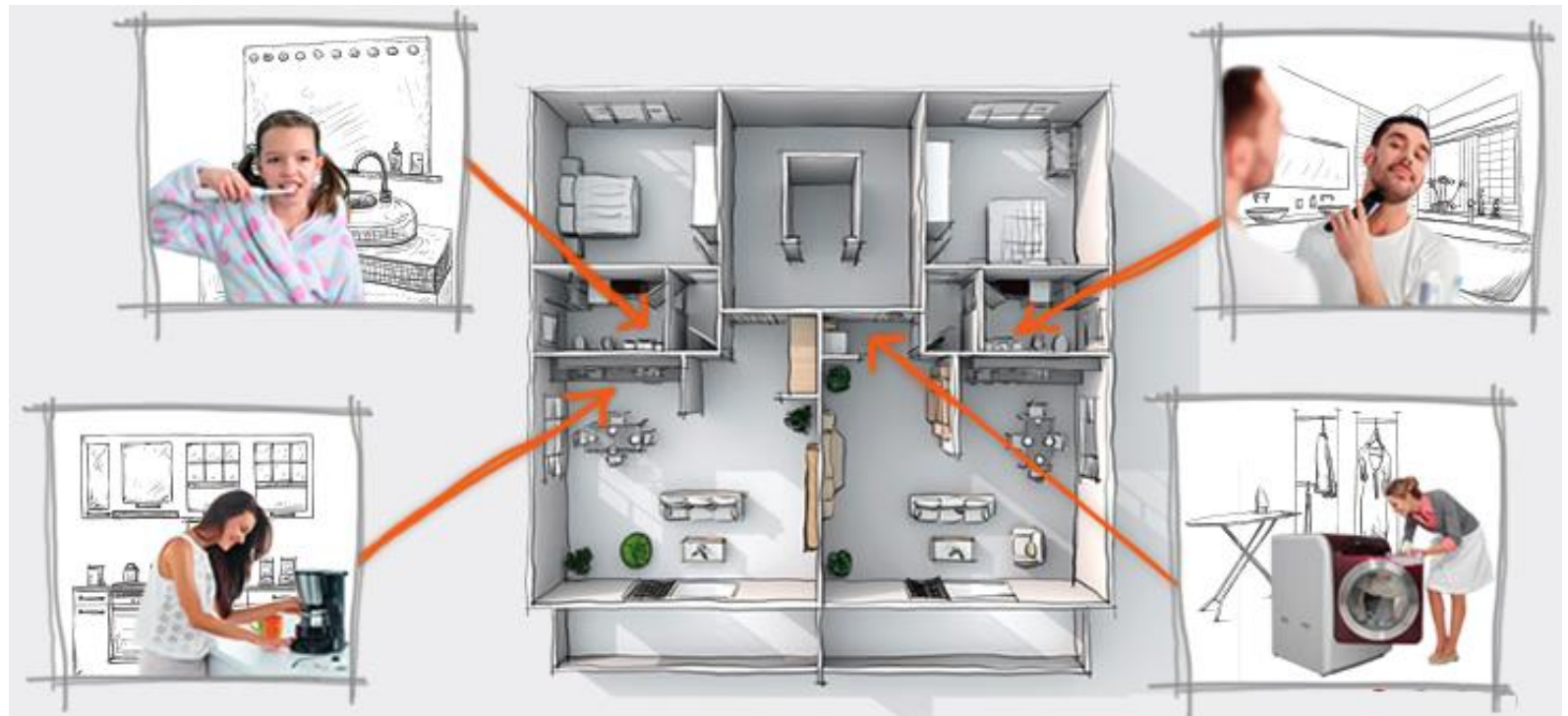
- ▶ Aplicaciones:
  - ▶ Robótica: control de extremidades, soportes, etc.



## 2. Microcontroladores

### ► Aplicaciones:

- Equipamiento informático: impresoras, ratones, etc.
- Domótica: climatizaciones, control centralizado de puertas, persianas, etc.
- Electrónica de consumo: electrodomésticos.

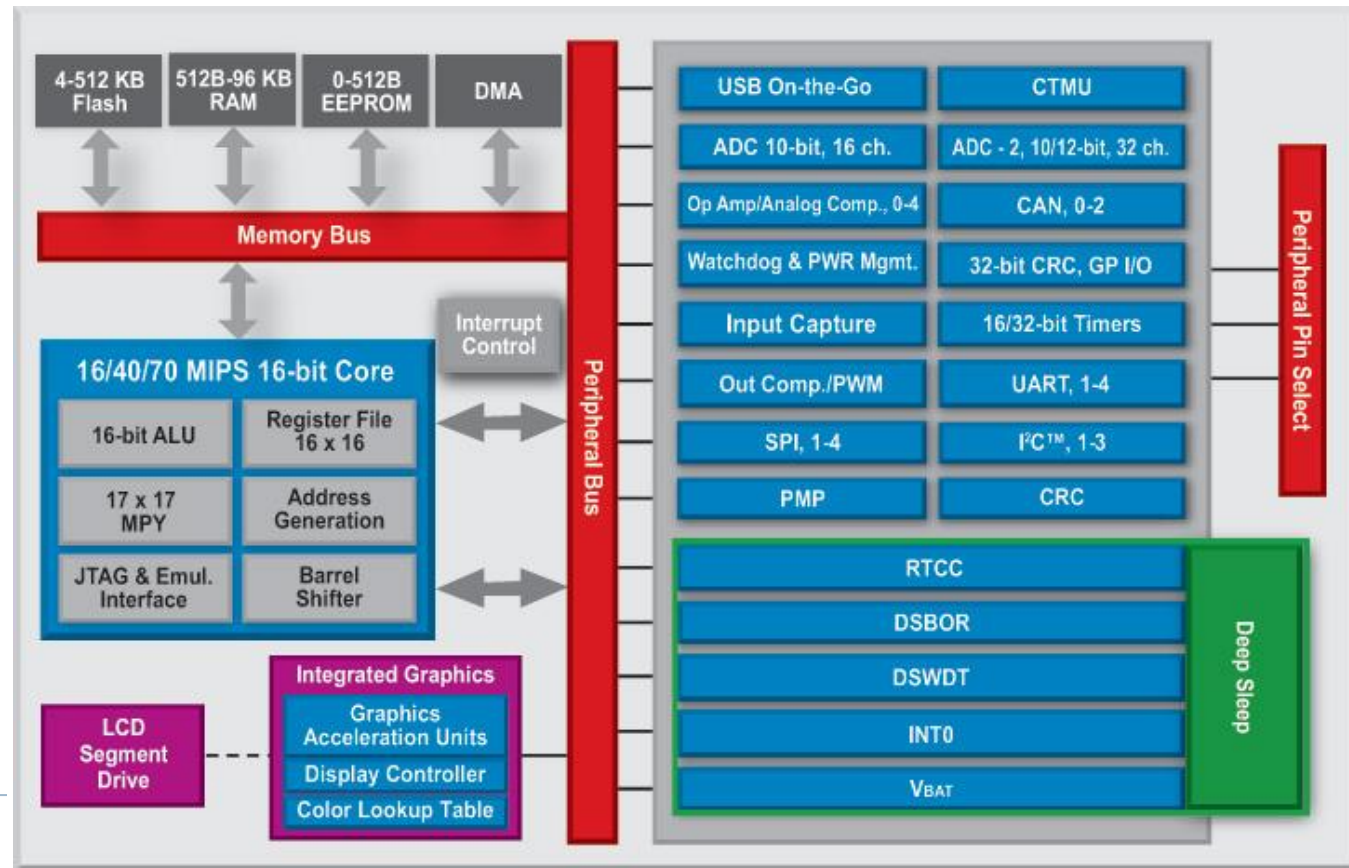




## 2. Microcontroladores

- ▶ Tipos de microcontroladores:
  - ▶ Ancho de palabra: 4, 8, 16 y 32 bits
  - ▶ Periféricos incluidos: serie, A/D, D/A, timers, etc.
  - ▶ Especialidad concreta: comunicaciones, señales, video, etc.

Arquitectura de microcontrolador de 16 bits



## 2. Microcontroladores

---

### ► Fabricantes:

- Microchip: <http://www.microchip.com/>
- Atmel: <http://www.atmel.com/>
- Motorola
- Texas Instruments
- Intel

### ► Ejemplos:

- PIC: Microchip
- AVR: Atmel
- 68HC11xx: Motorola
- 8051, 80251: Intel

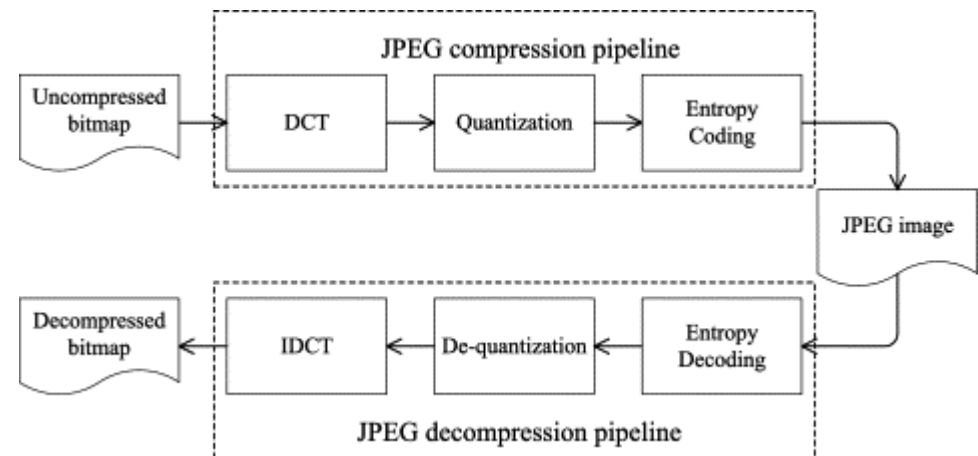
## 2. Microprocesador para SE

---

- ▶ Circuito VLSI con un juego de instrucciones más amplio.
- ▶ Los microprocesadores para SE requieren otros componentes externos, como la memoria RAM y las interfaces de periféricos para realizar sus funciones.
- ▶ Requieren de un Sistema Operativo.
- ▶ Mantienen condiciones para su implantación como sistema embebido:
  - ▶ Reducido tamaño.
  - ▶ Bajo consumo.
- ▶ En muchos casos comparten los mismos fabricantes de semiconductores.

# 3. Procesadores Digitales de Señal (DSP)

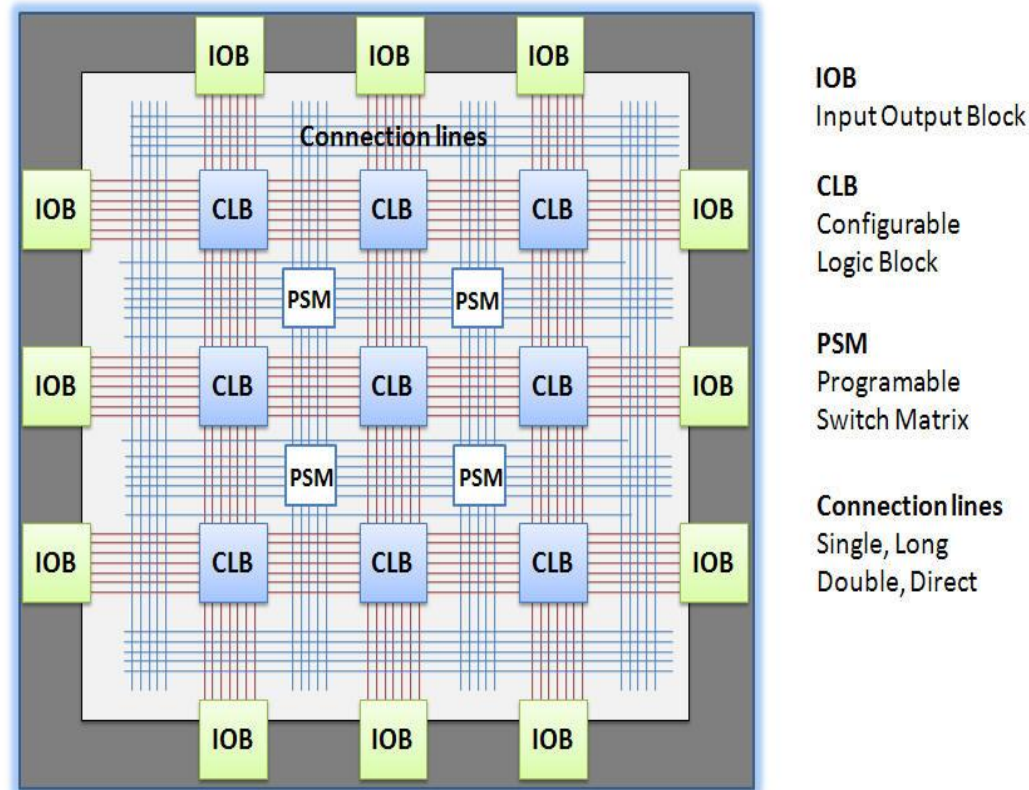
- ▶ Procesador Digital de Señal (DSP - Digital Signal Processor) consiste en un circuito integrado especializado en el procesamiento de señal digital.
- ▶ Contiene un repertorio de instrucciones diseñadas específicamente para la implementación eficiente de algoritmos de procesamiento de señales digitales.
- ▶ Señal digital:
  - ▶ Audio
  - ▶ Vídeo
  - ▶ Otras señales (RADAR, LIDAR, infrarrojo, etc.)
- ▶ Ejemplos:
  - ▶ Compresión/reproducción mp3.
  - ▶ Decodificador H.264/MPEG-4, H.265/HEVC, etc.



## 2. Arquitectura FPGA

- ▶ FPGA - Field Programmable Gate Array
- ▶ Una FPGA es un dispositivo de programación hardware.
- ▶ Estructura:
  - ▶ Conjunto de entradas y salidas.
  - ▶ Estructura interna formada por Bloques Lógicos Configurables (CLB) y conexiones entre ellos.
  - ▶ Otros elementos lógicos y de memoria: registros, módulos de memoria, multiplexores, codificadores, etc.

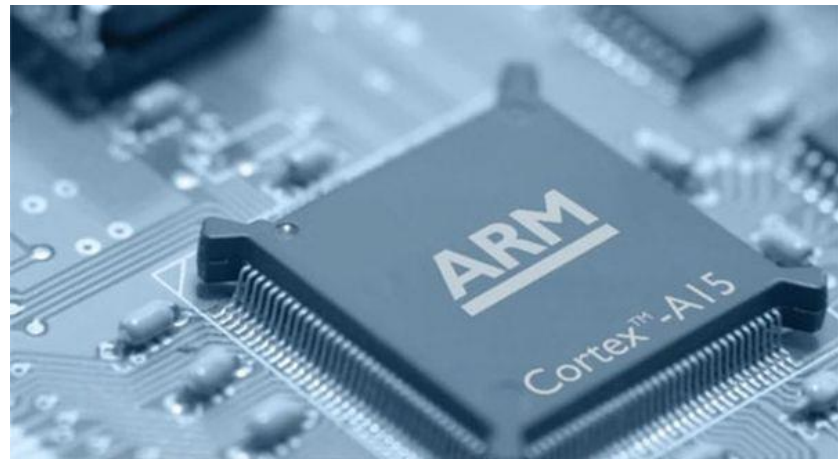
Los bloques CLB están formados por *Look-Up Tables (LUT)*.



# 3. Arquitectura ARM

---

- ▶ ARM: Advanced RISC Machine
- ▶ Procesador sencillo de propósito general
- ▶ Requerimientos de funcionamiento poco exigentes: bajo consumo, bajo coste y reducido tamaño.
- ▶ Procesador dominante en el mercado de la electrónica móvil de consumo : dispositivos móviles, consolas, reproductores digitales, etc.
- ▶ ARM Holdings (<https://www.arm.com/>) diseña la arquitectura.
- ▶ Fabricantes:
  - ▶ Intel
  - ▶ Apple
  - ▶ Atmel
  - ▶ Nvidia
  - ▶ Samsung
  - ▶ Etc.



### 3. Arquitectura ARM

---

- ▶ Fundación Raspberry Pi (<https://www.raspberrypi.org/>)
- ▶ Arduino (<http://www.arduino.org/>)
- ▶ Fabricantes de placas de computación de propósito general basadas en procesadores ARM.



# 4. Consideraciones de diseño

---

## **Sistema operativo embebido**

- ▶ Necesario en sistemas complejos para crear abstracción del hardware.
- ▶ Permite una gestión eficiente de los recursos.
- ▶ Ejemplos:
  - ▶ Windows embedded
  - ▶ Windows Mobile.
  - ▶ Windows CE.
  - ▶ Linux embebido.
  - ▶ BlackBerry OS.
  - ▶ Google Android
- ▶ Windows 10 IoT
- ▶ Raspbian



# 5. RaspBerry Pi

- ▶ Computador de placa reducida de bajo costo (~50€).
- ▶ Desarrollado por la fundación **Fundación Raspberry Pi**

<https://www.raspberrypi.org/>

## Especificaciones:

- ▶ Quad core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz
- ▶ 1GB, 2GB or 4GB LPDDR4-3200 SDRAM
- ▶ 2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11ac wireless, Bluetooth 5.0, BLE
- ▶ Gigabit Ethernet
- ▶ Micro-SD card slot for loading operating system and data storage

