



Sistemas electrónicos digitales

ASIGNATURA: 14084 - *SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES*

CENTRO: *Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación*

TITULACIÓN: *Ingeniero de Telecomunicación*

DEPARTAMENTO: *INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA*

ÁREA: *Tecnología Electrónica*

PLAN: 13 - Año 2000 **ESPECIALIDAD:**

CURSO: *Tercer curso*

IMPARTIDA: *Primer cuatrimestre*

TIPO: *Troncal*

CRÉDITOS: 6

TEÓRICOS: 3

PRÁCTICOS: 3

▪Profesorado:

▪Teoría: Valentín de Armas Sosa (armas@iuma.ulpgc.es)

▪Pabellón A. Despacho: 308

▪Práctica: Juan Manuel Cerezo Sánchez (jcerezo@diea.ulpgc.es)

▪Pabellón A. Despacho: 205

▪<http://www.ulpgc.es> → Campus Virtual



Índice del tema



Introducción



Aplicaciones de los microprocesadores



Tendencias: la era Post PC



Sistemas empotrados (*embedded systems*)



¿Dónde se localiza este curso?



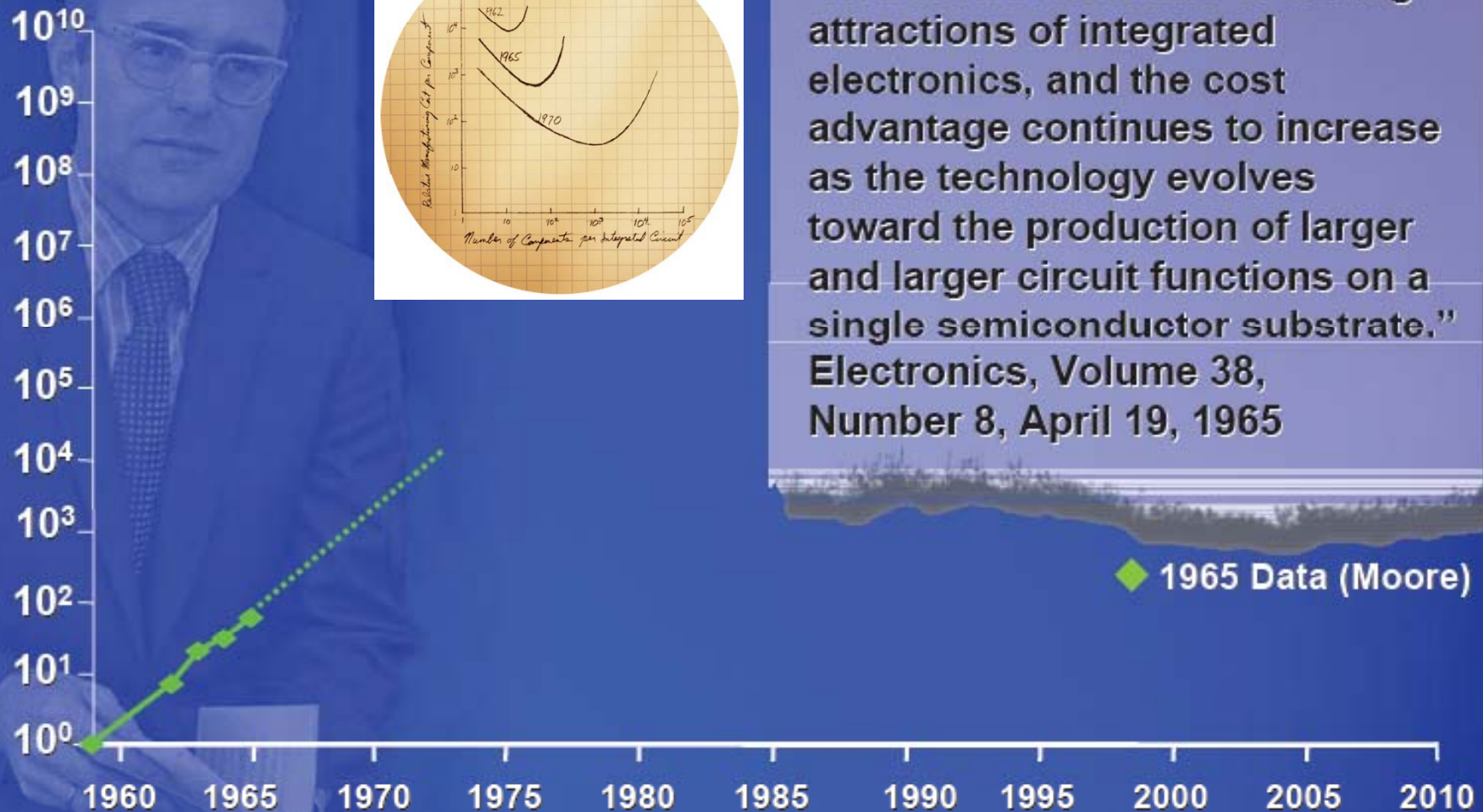
Contenido y bases de la asignatura



Bibliografía

Moore's Law - 1965

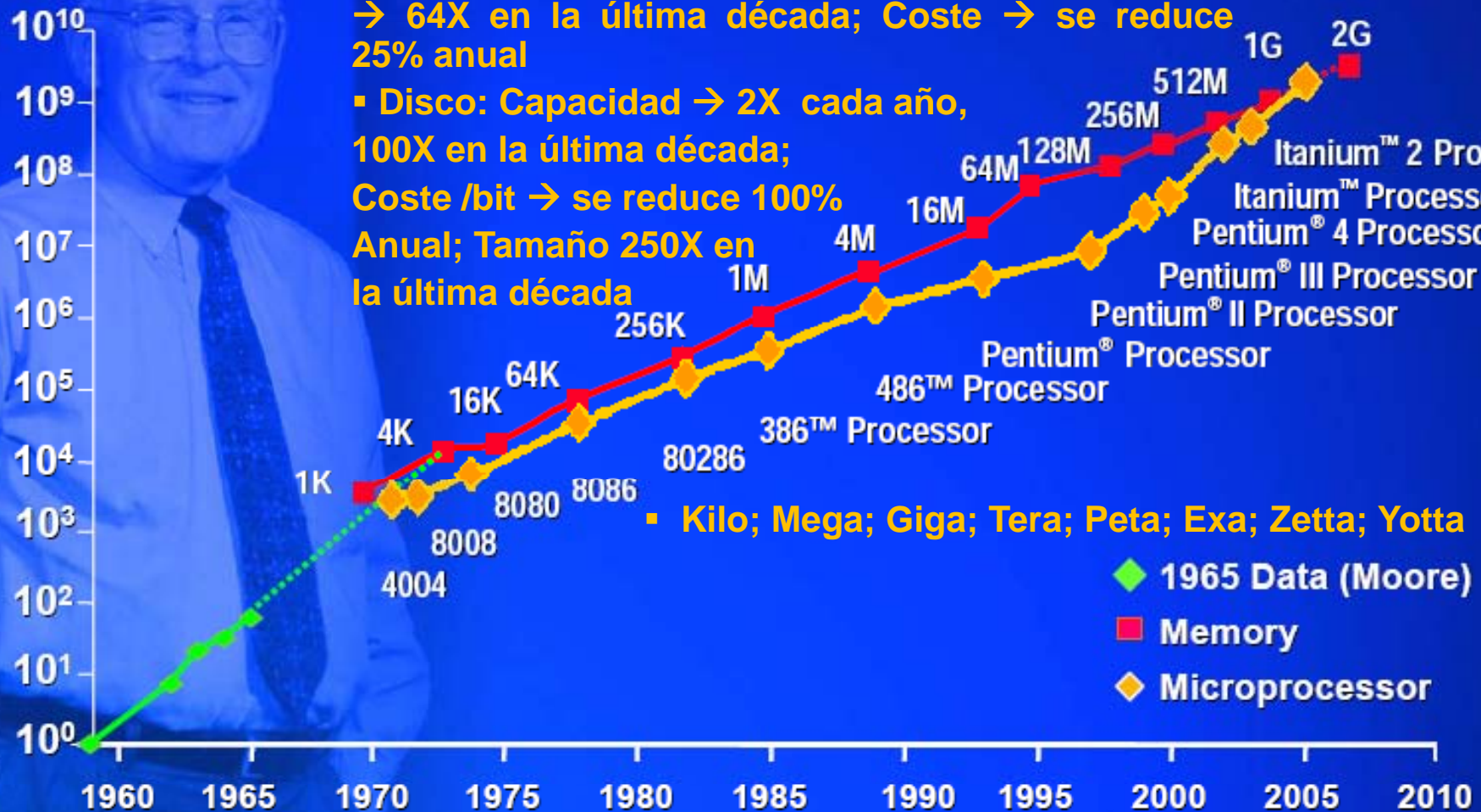
Transistors
Per Die



“Reduced cost is one of the big attractions of integrated electronics, and the cost advantage continues to increase as the technology evolves toward the production of larger and larger circuit functions on a single semiconductor substrate.”
Electronics, Volume 38,
Number 8, April 19, 1965

Moore's Law - 2005

Transistors
Per Die



▪ **Procesador:** Velocidad → 2X cada 18 meses;
Prestaciones → 100X en la última década

▪ **Memoria:** Capacidad → 2X cada 2 años; Tamaño
→ 64X en la última década; Coste → se reduce
25% anual

▪ **Disco:** Capacidad → 2X cada año,
100X en la última década;
Coste /bit → se reduce 100%
Anual; Tamaño 250X en
la última década

▪ Kilo; Mega; Giga; Tera; Peta; Exa; Zetta; Yotta



Aplicaciones de los microprocesadores I

 Sistemas de propósito general:



- **Procesador:** Intel Pentium IV
- **Frecuencia:** 3,2 GHz
- **Potencia:** **103W**
- **Proceso:** 90nm

 Sistemas empotrados



- Consumos inferiores a los 250-300mW.



Aplicaciones de los microprocesadores II

■ Incremento en el uso de aplicaciones empotradas





Aplicaciones de los microprocesadores III

- Aplicación en áreas muy diferentes de la electrónica y de la ciencia de la computación. Biotecnología.



Sensors in latex fingers instantly register hot and cold, and an electronic interface in his artificial limb stimulates the nerve endings in his upper arm, which then pass the information to his brain. The \$3,000 system allows his hand to feel pressure and weight, so for the first time since losing his arms in a 1986 accident, he can pick up a can of soda without crushing it or having it slip through his fingers.

One Digital Day: How the Microchip Is Changing Our World



- ¿Sólo los sociólogos son capaces de ayudar a la gente?



Aplicaciones de los microprocesadores IV

Industria del automóvil:

- 53 x 8-bits; 11 x 23-bits
7 x 16-bits → 71 μ ps.
- Múltiples redes de datos
- Sensores y actuadores
- Windows CE OS
- Sistema de gestión:
 - Consumo, inyección, control de emisión, etc.
- Instrumentación:
 - Adquisición de datos, visualización y procesamiento
- Seguridad y estabilidad:
 - Airbags, ABS, control de estabilidad, etc.
- Entretenimiento y comfort



•El límite está en la IMAGINACIÓN



Aplicaciones de los microprocesadores V

Teléfono móvil:

■ Sistema multiprocesador:

- μp 8-32 bits \rightarrow interfaz de usuario, DSP,
 μp 32-bits \rightarrow control de puertos Bluetooth e IR

■ Componentes:

- 8-100 Mbytes de memoria, C.I. específicos, cámara integrada, altavoz, etc.



Jarra de cerveza inteligente:

■ Combina:

- Sensor de nivel de líquido, μp 8-bits, sistema RF con antena interna

■ Integración de varias tecnologías:

- Transmisión por radio, instrumentación con sensores, entre otras





Tendencias: la era Post PC I

 **Robert X. Cringely** (*Technical Writer, Broadcaster and Computer Guy*)

“If the automobile had followed the same development cycle as the computer, a Rolls-Royce would today cost \$100, get a million miles per gallon, and explode once a year, killing everyone inside.”

■ <http://www.pbs.org/cringely/about/>



 **Tendencias:**

- Dispositivos móviles de consumo:
 - Ejemplo, *Apple*: → iPod → iPhone
- Aumento de las interfaces de I/O frente a potencia de cómputo
- Aplicaciones multimedia:
 - Respuesta en tiempo-real
 - Ancho de banda de las memorias



“How Multimedia Workloads Will Change Processor Design”
Keith Diefendorff & Pradeep K. Dubey, IEEE Computer



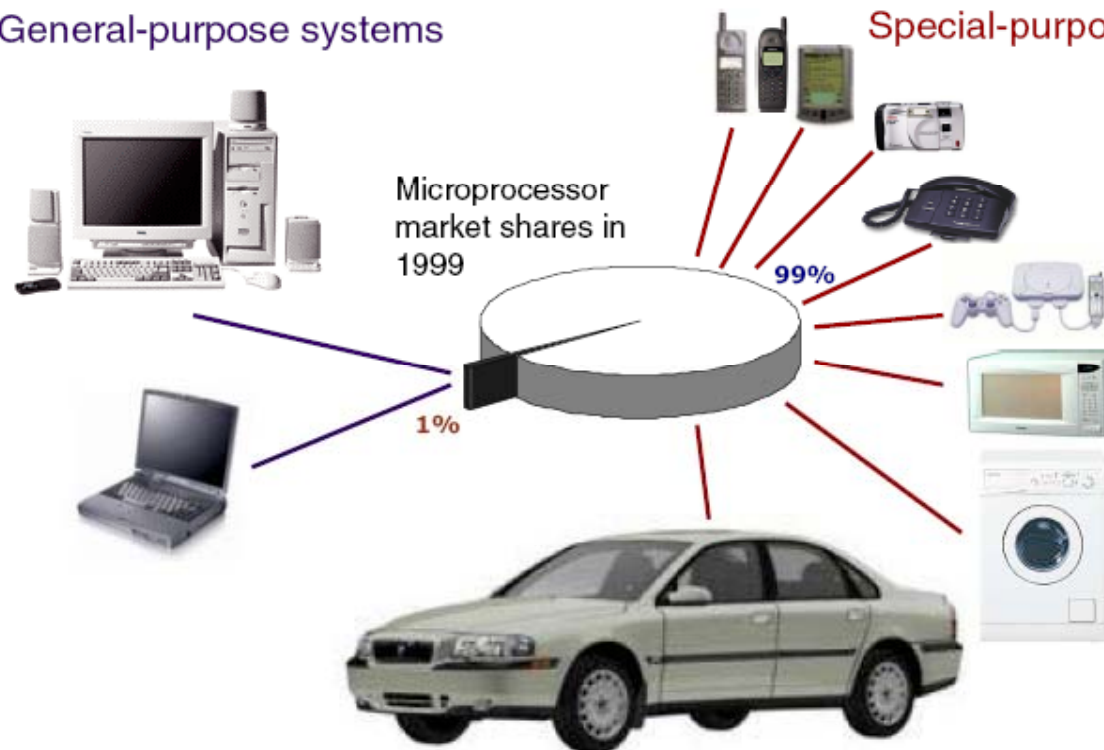
Tendencias: la era Post PC II

■ Análisis de mercados:

- Máquinas de propósito general: 100 millones de procesadores vendidos
- Sistemas empotrados: 3 billones de procesadores vendidos

General-purpose systems

Special-purpose systems





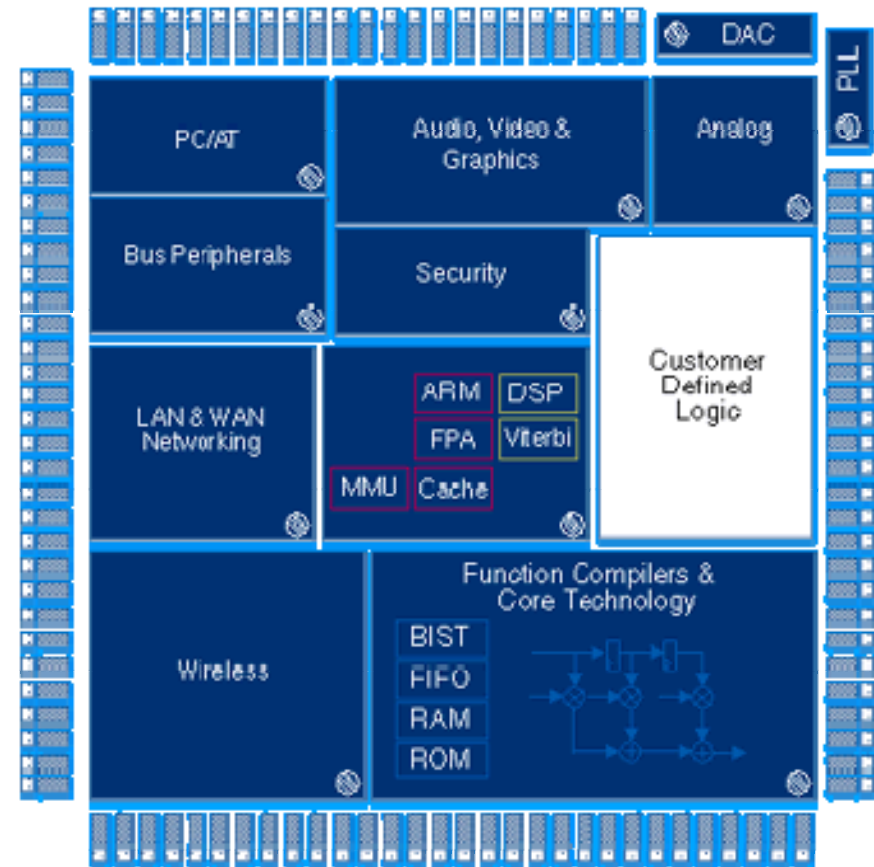
Tendencias: la era Post PC III → *System-On-Chip*

Densidad de integración:

- 12 millones de puertas lógicas en un chip

Diseñadores:

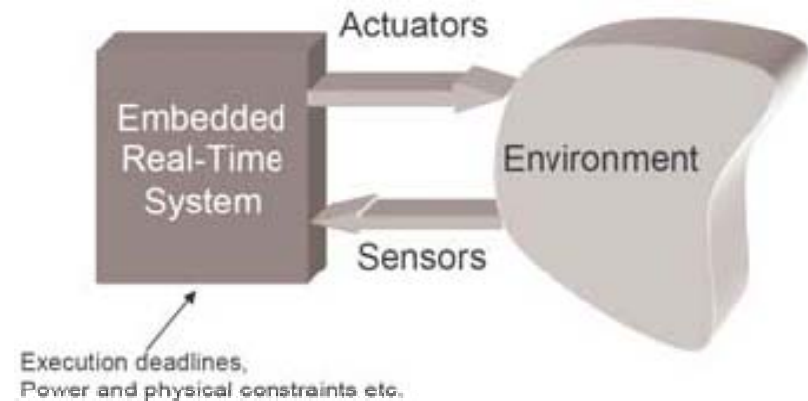
- Técnicas de co-diseño: hardware-software
- Aplicaciones empotradas
- Técnicas de optimización:
 - Ensamblador: *optimización del código de la aplicación*
 - Herramientas de diseño: *Time To Market*
 - Diseño de bajo consumo: *potencia*





Sistemas empotrados: definición y características

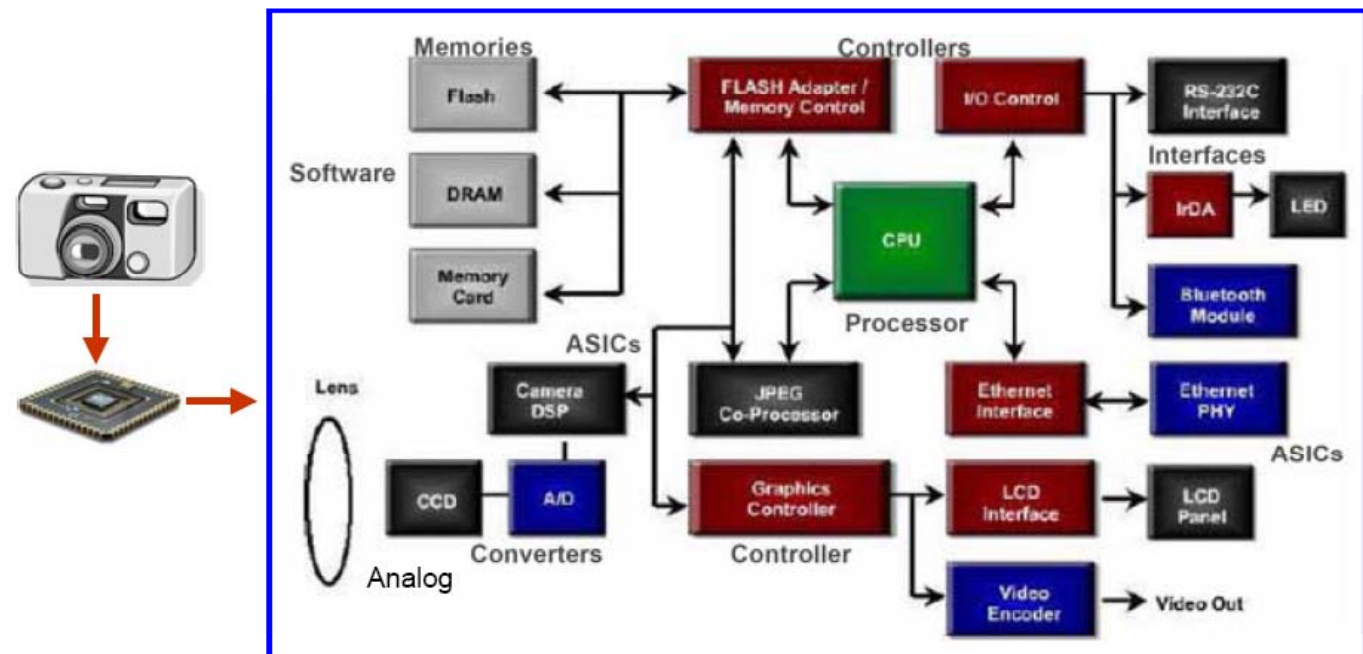
- Cualquier dispositivo que incluya un componente programable pero que, en sí mismo, no sea un procesador de propósito general
- Un sistemas empotrado:
 - Conjunto de dispositivos programables rodeados de componentes hardware de aplicación específica así como otros periféricos
 - Interacción continua con el entorno mediante sensores
 - Sistema en tiempo real, debe satisfacer los requisitos temporales
 - Debe satisfacer otros parámetros tales como:
 - área, potencia, coste, consumo, seguridad, robustez, etc.





Sistemas empotrados: componentes

- Componentes **digitales**: procesadores, memorias, controladores, ASICs, Interfaces
- **Software** empotrado:
 - Programas de aplicación, RTOs, *drivers* de periféricos
- Componentes **analógicos**: sensores y actuadores
- **Convertidores** Analógico/Digital y Digital/ Analógico

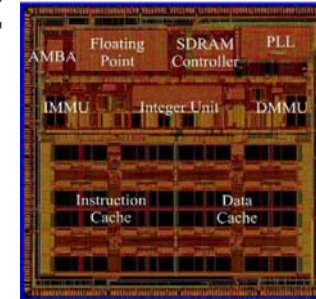




Sistemas empotrados: procesador

■ Procesadores de Propósito General:

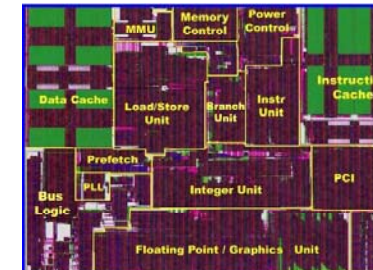
- Pueden realizar muy diversas tareas
- Alta flexibilidad y bajo coste
- Alta disipación de potencia
- Bajo NRE (*Non-recurring-cost*)



•ARM10

■ Procesadores de Aplicación Específica: ASIPs

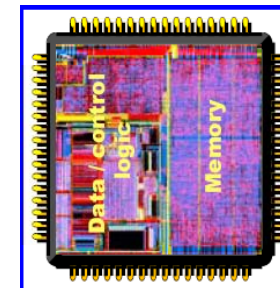
- Ajustados para una determinada aplicación aunque programables
- Rápidos y de consumo reducido
- Juego de instrucciones específicos



•DSP, VLIW:
Transmeta

■ Circuitos de Aplicación Específica:

- Ajustado a una determinada tarea
- Rápidos, reducido consumo y mínima área
- Nula flexibilidad y coste elevado



•Codificador
Audio, Video,
etc.

■ Dispositivos programables: FPGA



Sistemas empotrados: memoria I

Principales características:

- Almacenamiento permanente
- Habilidad de escritura: forma y velocidad para ser escritas

ROM, PROM: (*No volátil*)

- Programadas durante el proceso de fabricación (ROM) o mediante programadores especiales (PROM)
- Memorias de sólo lectura. Los datos no pueden borrarse

EEPROM: (*No volátil*)

- Borrado por luz ultravioleta
- Programación mediante programadores especiales

EEPROM, Flash: (*No volátil*)

- Ofrecen borrado eléctrico mediante sobretensión
- Permite escritura pero más lenta que las RAMs
- Flash: permite el borrado por bloques, más rápidas que las EEPROM



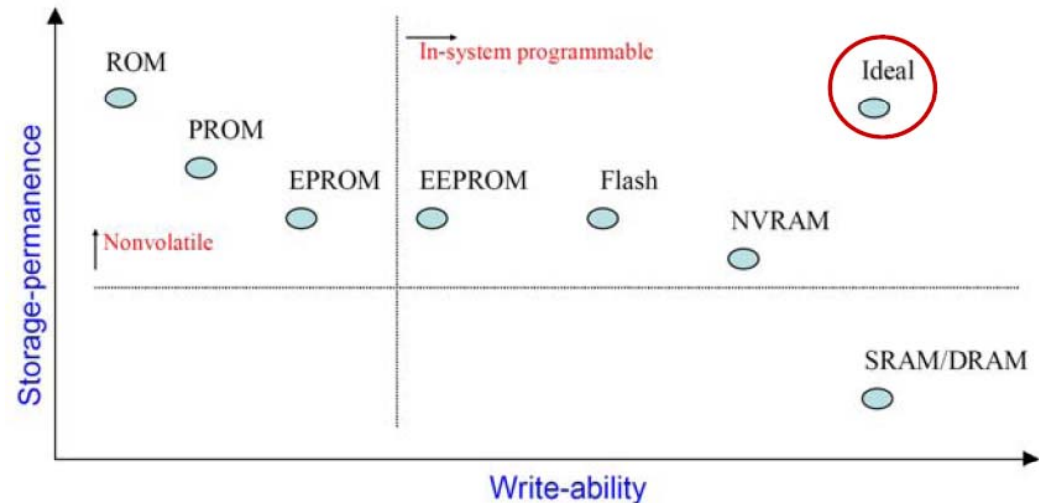
Sistemas empotrados: memoria II

SRAM, DRAM: (*Volátil*)

- El procesador puede escribir de forma sencilla y rápida
- DRAM ofrecen mayor capacidad que las SRAM, aunque requiere un mecanismo de refresco para mantener la información
- SRAM son más caras y más rápidas que las DRAM

NVRAM:

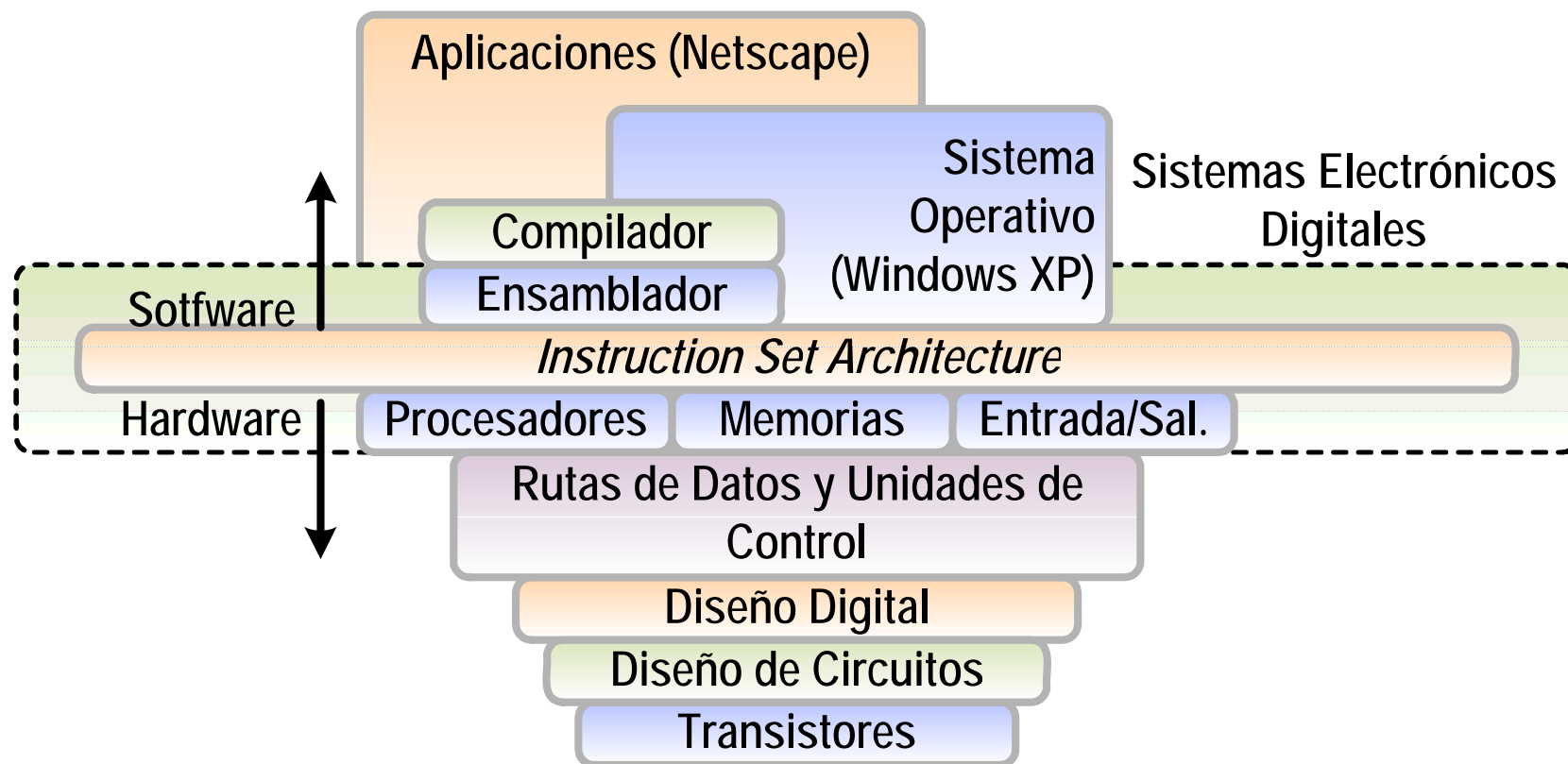
- Mantiene el contenido cuando se desconecta de la alimentación.
 - SRAM con conexión permanente a una fuente de potencia.
 - Combinación de SRAM y EEPROM.





¿Dónde se localiza este curso? I

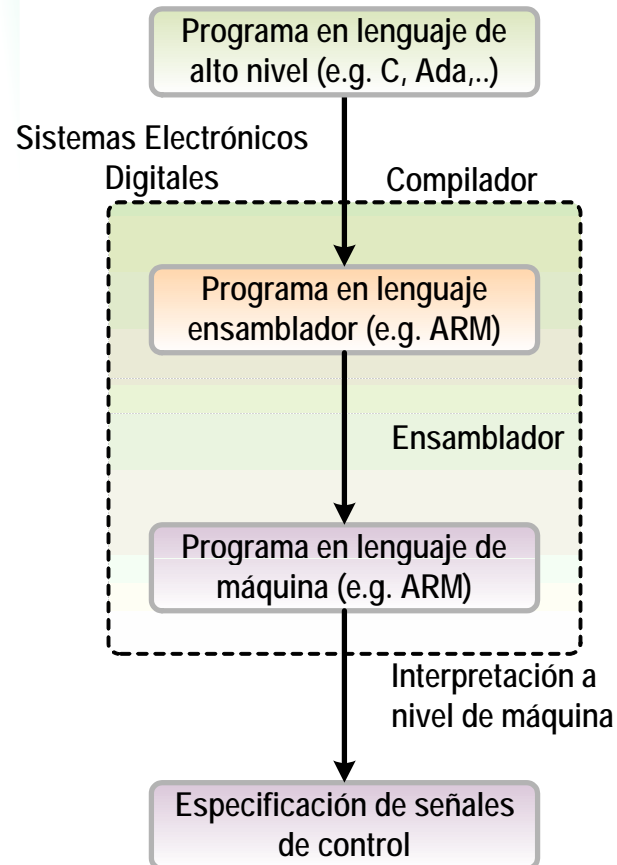
- Coordinación de muchos niveles de abstracción





¿Dónde se localiza este curso? II

Niveles de programación



```
temp = v[k]
v[k] = v[k+1]
v[k+1] = temp
```

• "I speak Spanish to God,
Italian to women,
French to men and
German to my horse."
Carlos V

```
ldr r0, [r2,#0]
ldr r1, [r2,#4]
str r1, [r2,#0]
str r0, [r2,#4]
```

• I speak C++ to my compiler,
Machine Instructions to
Assemblers,
Datapath Design to Digital Logic
Gates and
German to my horse.

```
1110 0101 1001 0010 0000 0000 0000 0000
1110 0101 1001 0010 0000 0000 0000 0100
1110 0101 1000 0010 0001 0000 0000 0000
1110 0101 1000 0010 0001 0000 0000 0100
```

```
ALUOP[0:3] <= InstReg[9:11] & MASK
```



Contenido y bases de la asignatura I

Programa de contenidos teóricos

- Estudio de los conceptos sobre sistemas electrónicos basados en procesadores
- Programa basado en el procesador ARM:
 - Procesador RISC de 32 bits enfocado a sistemas empujados de altas prestaciones
 - Juego de instrucciones muy versátil
 - Alta densidad de código (*High Code Density*)
 - Diseño de bajo consumo
 - Disponible bajo licencia para fabricantes de dispositivos: Broadcom Corporation, Royal Philips Electronics and Samsung, etc.

Profesorado:

- Valentín de Armas Sosa

Horario:

- Lunes de 10:00 a 12:00
- Aula Morse



Contenido y bases de la asignatura II

Programa de contenidos prácticos

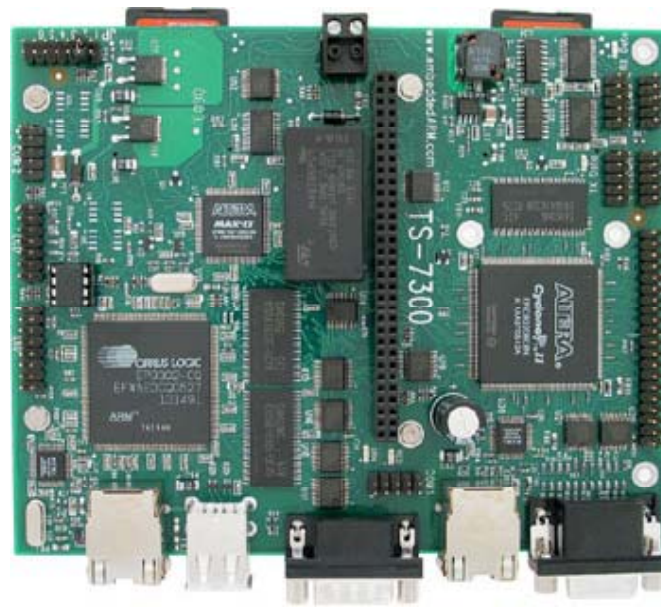
- Basado en la tarjeta TS-7300 de *Technologic Systems*
 - ARM920T de Cirrus Logic
 - 32MBytes SDRAM

Horarios:

- Grupo 1: Martes de 12 a 14
- Grupo 2: Miércoles de 12 a 14
- Grupo 3: Jueves de 12 a 14
- Grupo 4: Viernes de 10 a 12
- Laboratorio de Diseño ASIC y Sistemas Digitales

Profesorado:

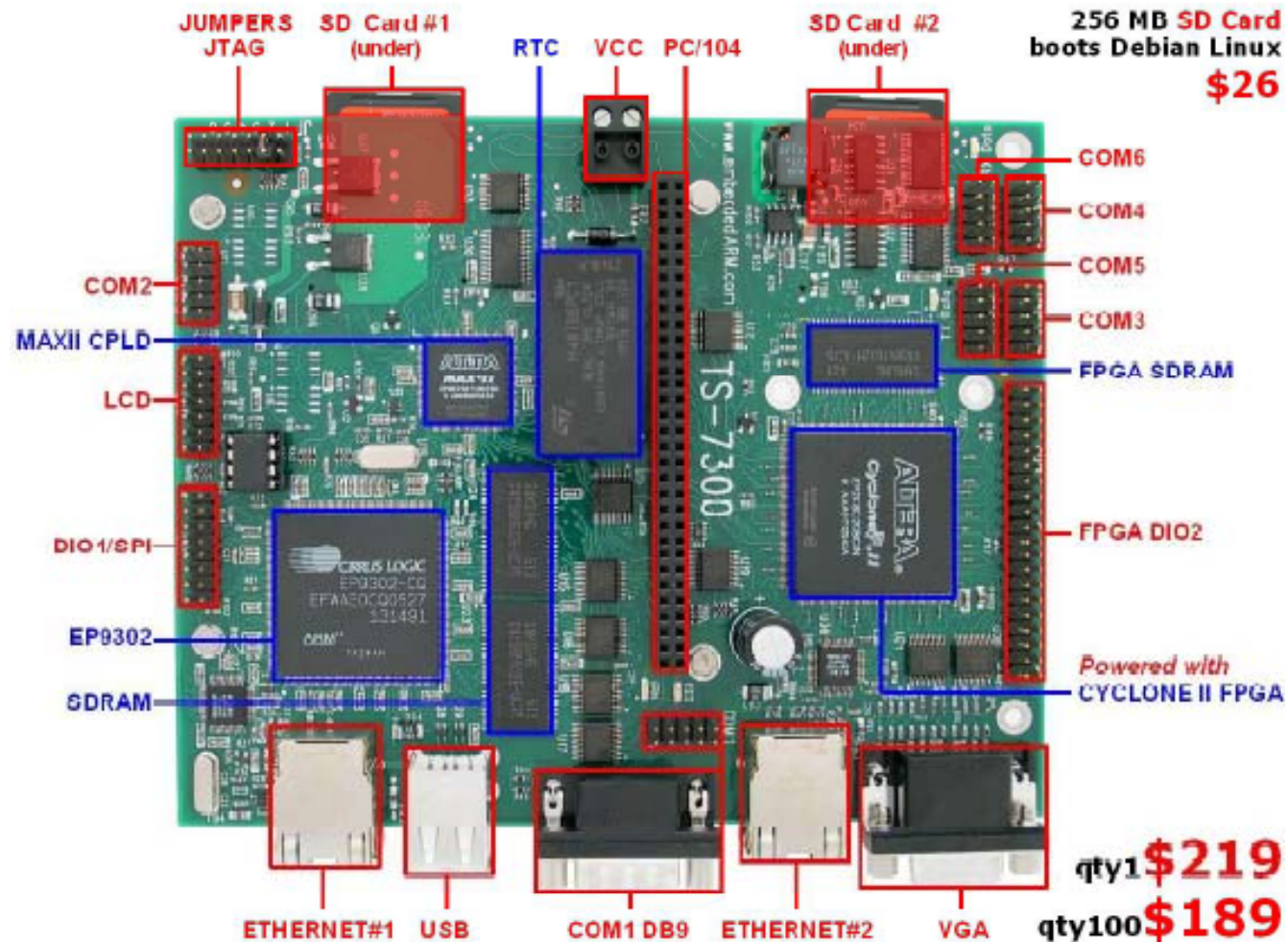
- Juan Manuel Cerezo Sánchez





Contenido y bases de la asignatura III

Placa TS-7300:





Contenido y bases de la asignatura IV

Evaluación del aprendizaje: contenidos teóricos

- Convocatorias oficiales en fechas del calendario de planificación docente
- Evaluación continua:
 - Consiste en la realización de problemas marcados en clase. Cada problema deberá ser entregado en el plazo de una semana a partir de su publicación en el Campus Virtual
 - Los problemas puntúan con un máximo de un punto **extra** sobre la nota final de la asignatura

Evaluación del aprendizaje: contenidos prácticos

- Realización y entrega de las prácticas propuestas
- Examen práctico a realizar al final del cuatrimestre


 Para poder aprobar la asignatura es necesario haber superado la parte práctica

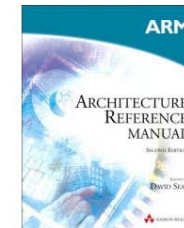



Bibliografía

 Steve Furber, “*ARM system-on-chip architecture*”, Addison-Wesley, 2000.



 David Seal, “*ARM: Architecture Reference Manual*”, Second Edition, Addison-Wesley, 2001.



 ARM web page documentation:
http://www.arm.com/documentation/ARMProcessor_Cores/index.html