

¿Qué pasó después del Z80?

- Desarrollo en diferentes líneas
 - Microcontroladores
 - de propósito general
 - Procesadores digitales de señal
 - GPUs
- Diferentes formas de comercialización
 - Circuito integrado fabricado
 - Arquitectura y licencia para utilizarla
 - Módulos de propiedad intelectual (IP)
- Diferentes formas de integración
 - System on a Chip (SoC)

Microcontroladores

- Sistema completo en un chip:
 - CPU
 - Memoria
 - Puertos
 - Control de interrupciones
 - Timers
 - Modos de bajo consumo
- Suelen incluir también:
 - conversión A/D y D/A, PWM
 - periféricos de comunicaciones
 - Real Time Clock
 - Watchdog

Microcontroladores

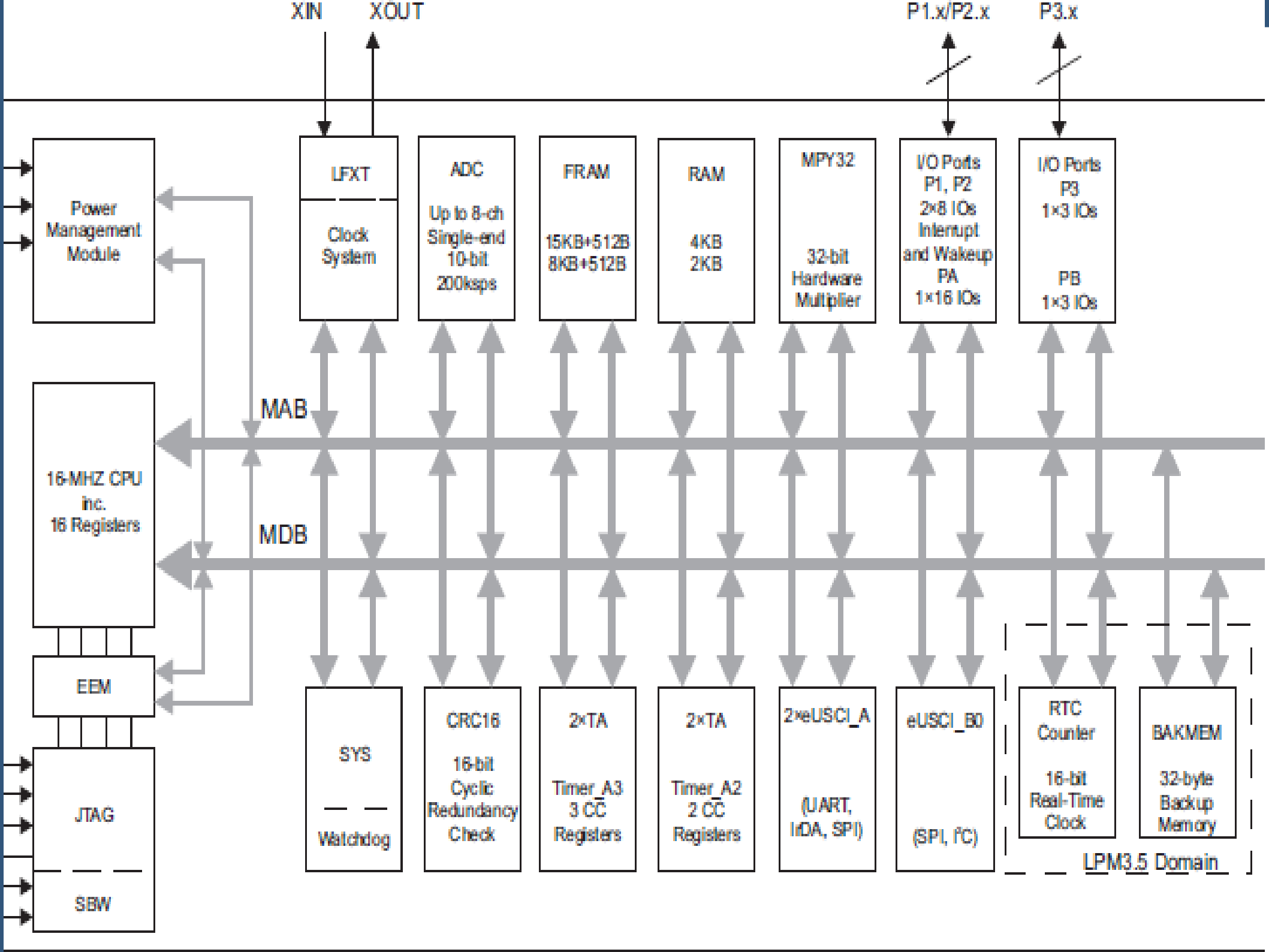
- A menudo familia con la misma CPU y diferentes combinaciones de periféricos.
- Aplicaciones:
 - Embedded Systems en general
 - P. ej.: Industria automotriz
 - Cuántos uProcesadores tiene un automóvil?

Microcontroladores - Productos

- INTEL
 - MCS-48 (primera familia)
 - MCS-51 (1980)
 - 12MHz/44MHz
 - 4 bancos de 8 registros
 - hasta 256bytes RAM interna + 32K ROM interna + 64K mem. externa
 - 32 pines de I/O
 - Interrupciones, timers, UARTs, ...
 - no todo disponible a la vez
 - p. ej. si utilizo memoria externa pierdo 16 pines de I/O
 - provisto por otros fabricantes (Philips, Siemens)

Microcontroladores - Productos

- Texas
 - MSP430 (16 bits, bajo consumo)
 - Usado en AntelSat
- Atmel
 - AVR (8 bits)
 - Usado en Arduino



Microcontroladores - Productos

- Microchip PICmicro
 - Sistema desarrollo muy baratos
 - Algunas versiones de pocos pines (8 o 16)
 - simplifica el circuito impreso.
 - Arquitectura Harvard
- Rabbit
 - Rabbit 2000, Rabbit 3000 y Rabbit 4000
 - Core compatible con Z80 y Z180

Procesadores de propósito general

- Cronología INTEL

- intel 4004 - nov 1971
- intel 8008 - abril 1972
- intel 8080 - abril 1974
- intel 8085 - 1976
- Z80 - 1976 - Zilog
- Microprocesadores 8088 8086 (1979)
 - IBM PC/XT – 8/16bits (1983)
- Microprocesador 80286 - IBM AT - 16 bits
- Microprocesador 80386 - 1985 - 32 bits
- Pentium - 32 bits direcciones / 64 bits datos (1993)
- MMX. Paralelismo Single Instruction Multiple Data (SIMD) (1997)
- ...

Procesadores de propósito general

- Motorola
 - MacIntosh y VME
 - En general arquitectura menos complicada
- Sparc
 - Estaciones de trabajo, SUN
- ARM
 - Advanced RISC Machine (era ACORN Risc Machine)
 - Auge con aplicaciones móviles de bajo consumo
 - Sucesivas familias
 - Comercializado licenciando la arquitectura

Procesadores de propósito general - Mejoras

- Más todo
 - Bits ancho de palabra: 8 → 16 → 32 → 64
 - Espacio direcciones: KB → MB → GB
 - MHz
 - Long. onda = veloc / frec
 - $C = 3 \times 10^8$ m/s
 - Si $f_{clk} = 1$ GHz = 10^9 Hz >>> $\lambda = 0.3$ m
- Paralelismo: Separación BIU/EU (8086 Intel)
 - cola de 6 bytes de código buscados mientras la EU no utiliza el bus para buscar datos (8088)
 - se pretende eliminar lapsos de Bus inactivo
 - pierde predictibilidad el tiempo de ejecución

Mejoras Pipelining

- Paralelismo: Pipelining
 - P. Ej. Pentium para instrucciones con enteros:
 - prefetch
 - decode1
 - decode2
 - execute
 - writeback
 - Predicción de branches
 - para minimizar los casos en que se debe vaciar el pipeline

Mejoras

Paralelismo interno

- Paralelismo dentro del procesador
 - Pentium tiene dos ALUs enteros + una unidad de punto flotante que pueden operar simultáneamente.
 - MMX hace paralelismo SIMD, la misma operación se hace simultáneamente sobre un conjunto de registros.

Mejoras

Paralelismo multiprocesador

- Paralelismo: Multiprocesador
 - Múltiples procesadores iguales sobre el motherboard
 - Múltiples cores iguales dentro del mismo chip
 - Múltiples procesadores especializados (ej: teléfono)
 - Múltiples hilos de ejecución (cada uno con su Program Counter) y asignación dinámica de recursos (ALUs p. ej.) en tiempo de ejecución

Mejoras Cache

- Localidad en ejecución de programas
- Velocidad vs. Precio de la memoria
- Hit rate
- Varios niveles:
 - RAM interna (on-chip), RAM estática, RAM dinámica y eventualmente disco
- Problema si hay procesadores concurrentes:
 - Varias copias del mismo dato
 - Coherencia

Mejoras

Memoria virtual

- Programador: espacio de memoria virtual
- Procesador real: un espacio de memoria físico
- Traducción de direcciones virtuales a direcciones físicas se hace por hardware en tiempo de ejecución
 - en cada acceso a memoria
- Sistemas operativos multitarea dan servicios para los que necesitan colaboración del hardware
 - Protección de memoria
 - entre áreas de memoria de diferentes tareas
 - datos del S.O. (por errores o accesos maliciosos)
 - Paginado y swapping a disco

Memoria virtual

Protección de memoria y Paginado

- Para cada recurso de memoria usado hay un descriptor que contiene:
 - dirección de comienzo
 - largo
 - derechos
 - si está presente en memoria o en disco
 - en caso de violación se produce automáticamente una excepción y se invoca una rutina del S.O.
 - Manejo del error (pantalla azul de Windows) o
 - Swapping a disco de la página faltante

DSP (Procesadores Digitales de Señales)

- Instrucciones MAC (Multiply and Accumulate)
- Dos o más buses internos y ALUs
- Paralelismo en cada instrucción
- Ej: Multiply and accumulate:
 - MAC Y_o, X_o, A
 - $A \leftarrow A + Y_o * X_o$
- Ej: Suma, transfiere e incrementa puntero:
 - add b, a y:(r5)+, b
 - $a \leftarrow a+b$
 - $b \leftarrow (r5)$
 - $r5 \leftarrow r5+1$
- Múltiples buses de datos externos
- Mecanismos de loop hardware
 - hasta varios niveles anidados.
- Acumuladores con precisión mayor al ancho de palabra
- Buffers circulares hardware
- A menudo arquitectura Harvard

DSP = Productos

- Texas Instruments (www.ti.com)
 - TMS320Cxx 16 bit fixed point
 - TMS320Cxx 32 bit floating point
- Motorola (www.mot.com) → Freescale
 - DSP561xx 16 bit fixed point
 - DSP560xx 24 bit, fixed point
 - DSP96002 32 bit, floating point
- Analog Devices (www.analog.com/dsp)
 - ADSP-21xx 16 bit, fixed point
 - ADSP-21xxx 32 bit, floating and fixed point
- NXP (ex Philips)

GPUs

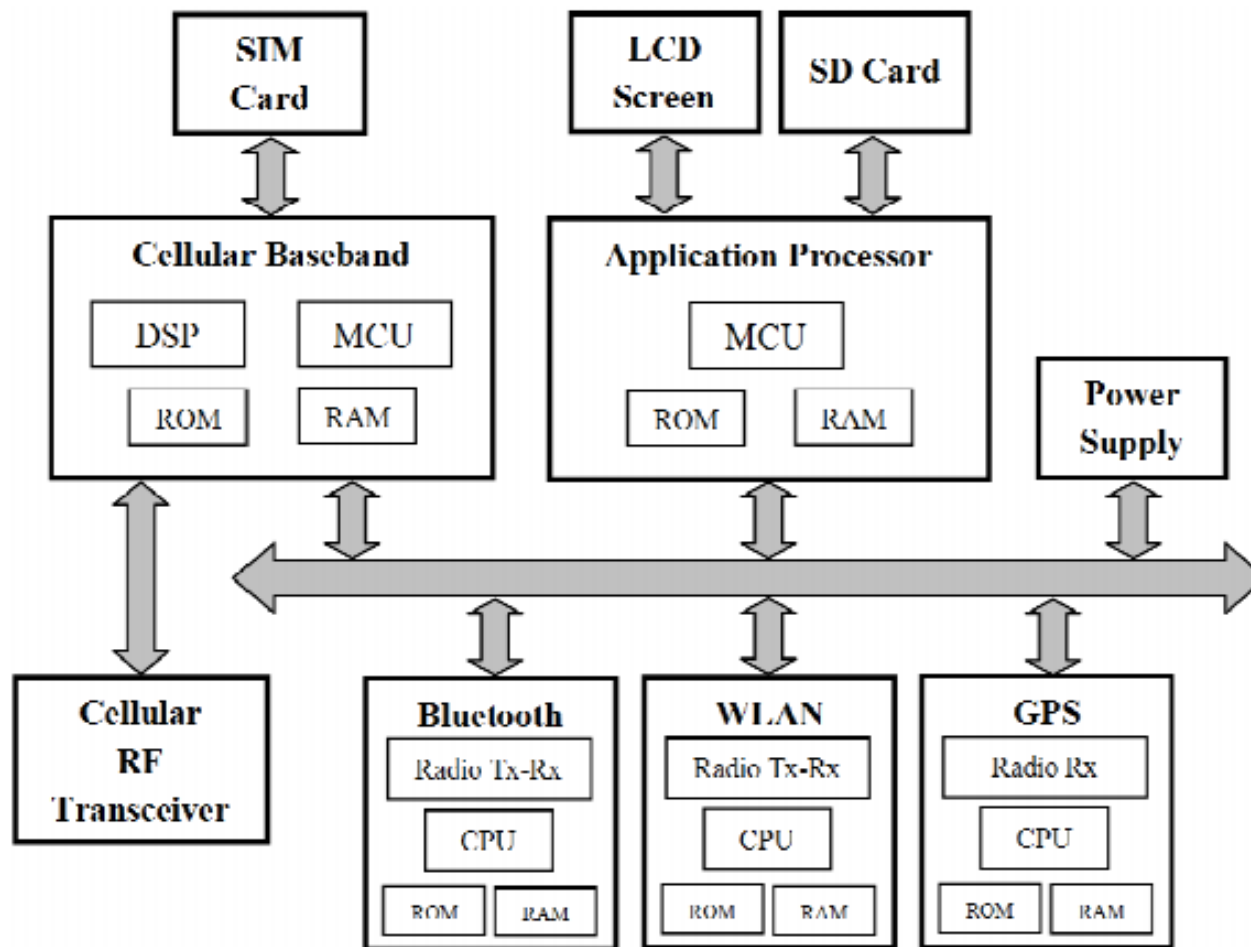
- Paralelismo SIMD
- Inicialmente como coprocesador de video
- Utilizado cada vez más también para cálculo científico: General Purpose Computing on GPU (GPGPU)
- Lenguajes: OpenCL, CUDA

Diferentes formas de comercialización

- Circuito integrado fabricado
 - La manera tradicional
- Arquitectura y licencia para utilizarla
 - Instruction Set Architecture (ISA)
 - ARM (licencia comercial)
 - RISC-V (licencia abierta)
- Módulos de propiedad intelectual (IP)
 - Módulos listos para integrar en diseños propios
 - P. ej. procesador T80 usado en el curso

Cores IP (Intellectual Property) y System on a Chip (SoC)

- Hardcores:
 - Hace unos años PowerPC dentro de chips Xilinx
 - ARM dentro de chips de Altera y Xilinx
- Softcores:
 - T80
 - NIOS de Altera
 - MicroBlaze de Xilinx
 - ARM
- ARM
 - Amba bus
- MIPS



- A Quick Introduction to Smartphone Architecture (<https://www.evelta.com/introduction-smartphone-architecture>)