

MP₅-FONAMENTS DE MAQUINARI

JORGE PERIS ADSURA

UF₁

- MICROPROCESADORS

MICROPROCESSADOR

- Component principal de l'ordinador.
- Fa les operacions matemàtiques i lògiques i coordina els elements de l'ordinador.
- Noms: *micro*, *processador* o *CPU*.
- Està compostat de milers o, fins i tot, milions de transistors.
- La seva forma sol ser rectangular i disposa d'una sèrie de potes, connectors o contactes per tal de comunicar informació amb la resta de components de la placa mare (a través del sòcol de la CPU)

ARQUITECTURES

PROCESSADORS CISC (*Complex Instruction Set Computer*)

- El joc d'instruccions del processador sol ser molt ampli
- Solen tenir un format variable d'instrucció
 - Hi hauran instruccions més llargues que altres
 - Instruccions amb diferent nombre de camps
- La seva unitat de control sol ser microprogramada
 - Al disposar d'un gran nombre d'instruccions, el seu disseny electrònic sol ser complex
 - Això fa que sigui complicat augmentar la seva freqüència de funcionament
- Ex: La família de microprocessadors Intel 80x86

ARQUITECTURES

- **PROCESSADORS RISC** (*Reduced Instruction Set Computer*)
 - Joc d'instruccions més reduït i simple
 - Electrònica més simple
 - Més facilitat per tal d'augmentar la freqüència de funcionament
 - La falta de funcionalitat ha de ser resolta pels compiladors
 - Afegeix conjunts d'instruccions simples que substitueixen a una altra més complexa que podria existir en un CISC
 - Ex: SPARC de Sun Microsystems; Alpha de Compaq; PowerPC

FUNCIONAMENT

INSTRUCCIONS

- Fases d'execució:
 - Cerca de la instrucció
 - Descodificació de la instrucció
 - Cerca dels operands
 - Execució de la instrucció
 - Emmagatzemament dels resultats
- Cadascuna de les fases s'executa, com a mínim, en un cicle de rellotge
- Un programa serà un conjunt d'instruccions que s'executaran una darrere l'altra.
 - Durant l'execució d'un programa, les sentències de control faran que no totes les instruccions s'executin de forma seqüencial: hi haurà salts d'una part a una altra del programa

CARACTERISTIQUES FISIQUES

- **SSI:** Small Scale Integration (integració a baixa escala)
 - Desenes de transistors
- **MSI:** Medium Scale Integration (integració de mitja escala)
 - Centenes de transistors
- **LSI:** Large Scale Integration (integració de gran escala)
 - Milers de transistors
- **VLSI:** Very Large Scale Integration (integració de molt gran escala)
 - Centenars de milers de transistors
- **ULSI:** Ultra Large Scale Integration
 - Més d'un milió de transistors

ENCAPSULACIÓ

– **DIP:** amb potes als dos costats d'un xip rectangular

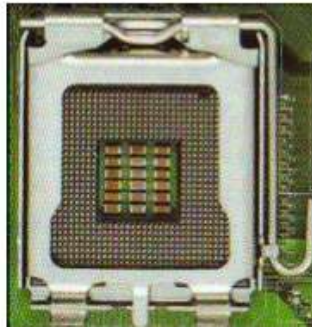
- Dual-in-line package
- Poques potes disponibles per a les operacions d'entrada i sortida i la comunicació amb l'exterior



ENCAPSULACIÓ

– LGA:

- Land Grid Array
- El processador té una sèrie de contactes plans en lloc de disposar de potes, les quals estaran al sòcol
- Permet augmentar la freqüència de funcionament de la CPU



ENCAPSULACIÓ

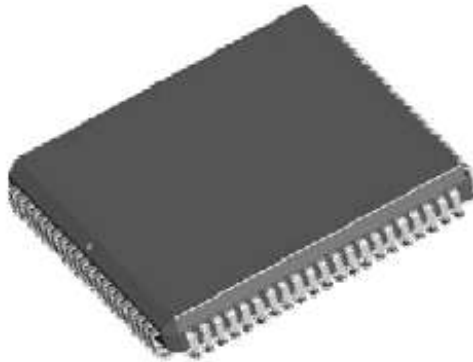
– PGA:

- Pin Grid Array
- Matriu de potes que cobreixen una cara o gran part d'una cara del xip



ENCAPSULACIÓ

- **PLCC:** amb potes als quatre costats d'un xip rectangular
 - Plastic Leadless Chip Carrier
 - Més potes que els DIP



ENCAPSULACIÓ

– SECC:

- Single Edge Cardridge Connector
- Tots els contactes estan en una de les vores del processador, similar a una targeta de connexió



VELOCITAT

VELOCITAT INTERNA

- Diferents unitats de mesura segons el tipus d'ordinador:
 - **MHz / GHz: Megahertz / Gigahertz:**
 - Freqüència de polsos que envia el rellotge al processador
 - Equival a la quantitat de cicles de processador que s'executen per segon (ex: 3,0GHz → 3000 milions de cicles per segon)
 - És incorrecte fixar-se únicament en la freqüència del processador per determinar les seves prestacions (Intel i AMD per exemple executen una quantitat diferent d'instruccions amb la mateixa freqüència).
 - **MIPS:** Milions d'instruccions per segon.
 - Fa referència únicament a instruccions que no siguin de coma flotant.
 - No s'han de comparar els MIPS entre processadors de diferents architectures per dir que una és més ràpida que una altra.
 - **FLOPS:** Quantitat d'instruccions de coma flotant per segon.
 - En múltiples: Mega FLOPS (MFLOPS) o, fins i tot, Giga Flops (GFLOPS)
 - No s'han de comparar els FLOPS entre processadors de diferents architectures per a dir que una és més ràpida que una altra.

VELOCITAT

VELOCITAT EXTERNA o DEL BUS

- Anomenada també *velocitat FSB (Front Side Bus)*
- Velocitat amb la que la CPU es comunica amb la placa (es fa amb el bus de dades)
- velocitat CPU \neq velocitat bus dades
- Sol estar entre 100 MHz i 1000 MHz aprox.
- **Factor multiplicador:** número que, multiplicat per la velocitat externa, dóna la interna a que treballa el micro.
 - El multiplicador que doni ha d'estar suportat per la placa
 - Ex: Pentium III a 933 MHz amb bus (FSB) de 133 MHz, el factor és 7.0x \rightarrow Ex. en el manual: Pentium III 933 MHz (133 x 7)
- **Quan val el f. Multiplicador d'un AMD Athlon 750 MHz amb un FSB de 200 MHz ?**

MEMORIA

- Els micros inclouen una memòria anomenada *memòria cau* (o *caché*). Aquesta està organitzada en jerarquia. De la L1 (+ràpida, +cara, -tamany) a la L2 i L3 (-ràpida, -cara, +tamany)
 - Memòria molt ràpida que accelera la transferència de dades.
 - S'hi guarden dades de memòria principal, a les quals els micro hi ha d'accedir pròximament.
 - Abans de necessitar aquestes dades, se seleccionen i col·loquen en la memòria.
 - Quan la CPU busca una dada, primer ho fa a la memòria cau, llavors a la RAM i finalment al disc dur.
 - Tres tipus:
 - caché L1 (nivell 1).
 - caché L2 (nivell 2)
 - caché L3 (nivell 3)

– MEMÒRIA CAU DE PRIMER NIVELL (CACHE L1)

- Memòria de molt alta velocitat d'accés.
- La de primer nivell es troba encapsulada dins el propi nucli del processador. S'eliminen retards produïts per la comunicació en altres memòries, al trobar-se junt al nucli.
- La seva mida és molt limitada (de l'ordre de pocs KB, p.e. 128KB).
- És alimentada per la memòria cau de nivells més alts.
- Sol ser més ràpida que la cau de segon nivell.
- Alguns processadors la divideixen en dues parts:
 - Cau L1 de dades
 - Cau L1 d'instruccions

MEMÒRIA CAU

– MEMÒRIA CAU DE SEGON NIVELL (CACHE L2)

- Alta velocitat, però no tanta com la cau L1.
- En alguns models, integrada dins el mateix encapsulat del processador, però fora del nucli: dos xips dins un mateix encapsulat.
- Sol ser de major grandària que la cau de primer nivell
- Hi ha processadors que tenen memòria cau L2 externa de gran tamany (p.e. 8 MB), encara que la grandària habitual és inferior si es interna (p.e. 512KB o 1MB)

– MEMÒRIA CAU DE TERCER NIVELL (CACHE L3)

- S'anomena memòria cau de tercer nivell a la més externa al microprocessador i més lenta que L1 i L2 però de més tamany (p.e.10MB). Només la disposen alguns microprocessadors.

– MEMÒRIA CAU EXTERNA (Onboard caché)

- Està situada fora el microprocessador en forma de xip a la placa mare o targeta memòria.

ALIMENTACIO

- Treballen amb 2 voltatges diferents:
 - Voltatge extern o d'E/S:
 - Permet al processador comunicar-se amb la placa base (normalment 3,3 V)
 - Voltatge intern o de nucli:
 - Menor que l'anterior (2,4 V; 1,8 V)
 - Permet al processador funcionar amb una temperatura interna menor.
- Antigament calia configurar els voltatges de la CPU amb *jumpers*. Ara es fa de forma automàtica.

REFRIGERACIO

- El consum va lligat a la velocitat de procés.
- Es pot escalfar massa → problemes!! → reiniciar de forma inesperada.
 - SOLUCIÓ: instal·lar *dissipadors de calor amb ventilador*
 - DISSIPADOR: *extreu la calor de la CPU*
 - VENTILADOR: refreda el dissipador.
 - REFRIGERACIÓ LÍQUIDA: refreda mitjançant la recirculació d'aigua.
 - HEAT PIPE: redirigeix l'aire calent
- MOLT IMPORTANT: el sistema de refrigeració del micro es mantingui a la temperatura de funcionament pel que s'ha dissenyat.

LLEI DE MOORE

- Formulada per Gordon Moore, cofundador d'Intel, l'any 1965
 - *El nombre de transistors continguts en un microprocessador (i pertant les seves prestacions) es duplica més o menys cada divuit mesos.*
- Aquesta llei s'ha complert durant quasi 40 anys. A dia d'avui encara es vigent, però està arribant-se al límit físic de la capacitat de miniaturització dels transistor, pel que caldrà revisar-la en poc temps.



EVOLUCIO DELS PROCESADORS

Existeixen dos grans fabricants de microprocessadors:

- Intel



- AMD (Advanced Micro Devices)



INTEL

- **1971 → Intel crea el microprocessador 4004**

- El microprocessador de 4 bits 4004 anava a 108kHz, contenia 2300 transistors i té una integració de 10 micres o 10000nm(nanometres). La seva velocitat estimada era de 0,06MIPS.
- Tenia em mateix poder de càlcul que l'ENIAC de 1946 que ocupava tota una habitació amb 18.000 vàlvules de buit.
- Actualment l'Intel Core 2 Duo té una velocitat de 3GHz, conté 291 milions de transistors i té una integració de 65nm. Té una velocitats d'execució d'uns 20.000MIPS.



- **1972 → Intel crea el micro 8008**

- Bus de dades de 8 bits. Bus d'adreces de 14 bits (16KB)
- 66 instruccions



- **1974 → Intel crea el micro 8080**

- Bus de dades de 8 bits. Bus d'adreces de 16 bits (64KB)
- 111 instruccions
- Motorola crea el M6800



- 1978

- Intel → 8086
 - Bus de dades de 16 bits
 - Bus d'adreces de 20 bits (1MB)
- Zilog → Z80 (ZX Spectrum)
- Amstrad → el CPC.
- National → Ns16000
- Texas Instruments → TI9900
- Motorola → 68000 (primers models d'Apple Macintosh)



- 1979

- IBM crea el primer PC (Personal Computer)
 - Inclou el micro 8088
 - Bus intern de 16 bits
 - Bus extern era de 8bits (per compatibilitat xips existents).
- Posteriorment es va treure el PC amb el 8086, que tenia 50 % més de potència que el 8088 → bus de dades de 16 bits.
 - AMD, igual que altres fabricants tenia llicència d'Intel per fabricar 8088 i posteriorment els x86 quan AMD va decidir que sino s'aliaria amb Zilog amb el micro Z8000 de 16 bits.



• 1982

– 80286

- Bus de dades de 16bits i bus d'adreces de 24 bits (16MB)
- Té molts xips de suport integrats i va millorar la unitat de control.
- Freqüències de rellotge fins 16 MHz
- Va permetre treballar en multitasca → poder executar molts programes a la vegada.



• 1985

– Primer 386, que posteriorment seria 386DX

- Va suposar un salt considerable:

- Bus de dades de 32 bits i bus d'adreces de 32 bits (4 GB)
- Augment de les freqüències del rellotge: 20,25,33 Mhz
 - » Amb 33MHz es van aconseguir 11,4 MIPS

– Posteriorment apareixen els micros 386 SX.

- Més ràpid que el 286, però més lent que el 386DX

- Idèntic al 386DX, menys el bus de dades que es redueix a 16 bits (per compatibilitat)
- Aprofitaven la circuiteria dels de 16 bits, (més barats).
- L'encapsulat era de plàstic, mentre que el DX era ceràmic.

– Va aparèixer el 386SL

- Adaptat pels portàtils
- Integració més elevada
- Incorporava un gestor de consum d'energia



1993

– Pentium

- Bus de dades de 64 bits i bus d'adreces de 32bits (4GB)
- 3,1 milions de transistors
- 2 memòries cau de 8Kbytes (dades i instruccions)
- Doble unitat d'instruccions: permet executar 2 instruccions per cicle
- Cada unitat (*pipeline*) té la seva pròpia ALU i circuits de generació d'adreces.
- 117 MIPS a 66MHz
- Altres freqüències: 166 i 180MHz



– Pentium MMX

- Bus de dades de 64 bits i bus d'adreces de 32bits (4GB)
- Afegeix 57 instruccions
 - Millor per la gestió de multimèdia i comunicacions
 - Milloren el rendiment i qualitat en les execucions de les aplicacions multimèdia i beneficien directament les aplicacions gràfiques de 2D/3D, àudio i reconeixement de veu, compressió de dades i vídeo.
- Es compatible amb els sistemes operatius actuals sense cap modificació.
- Freqüències de bus a 66, 75, 88 MHz.



Pentium-Pro

- Bus de dades de 64bits i bus d'adreces de 36bits (64GB)
- Millora molts aspectes de rendiment
- Destinat principalment a l'àrea del servidors



Pentium II

- Bus de dades de 64bits i bus d'adreces de 36bits (64GB)
- Canvia el tipus d'encapsulat pel tipus SEC
- Bus a 100MHz
- Afegeix instruccions noves MMX.
- Memòria cau L1 de 32 Kb (16 k d'instruccions i 16 de dades) i L2 de 512 Kb
- Bus dedicat de 64 bits entre CPU i memòria cau L2.
- Versió econòmica de PII: el Mendocino de 128 Kb L2 i el Celeron que no té memòria cau.



Pentium III

- Bus de dades de 64bits i bus d'adreces de 36bits (64GB)
- Moltes noves funcions per millorar el rendiment
- Avantatges per millorar la resposta d'Internet:
 - Afegeix 70 noves instruccions SIMD (Single Instrucción Multiple Data)
 - Millorar el so, vídeo, imatges i objectes 3D anomenades SIMD
 - Permet treballar amb múltiples dades.
 - Millorar del 3D i optimitzar les memòria caus internes.
- Augmenta en més del 70 % el rendiment respecte al PII a 450 Mhz en 3D.
- És un 29 % més ràpid en multimèdia respecte al mateix en PII a la mateixa velocitat.
- Incorpora 256 Kbytes de memòria cau, treballant a la mateixa velocitat de la CPU
- Bus intern de 64 bits.
- Bus de 133 Mhz.
- Pot gestionar Memòria cau L2 des de 512 Kbytes fins a 2Mbytes



Pentium 4

- 2,4 GHz (abril del 2002)
- 2,53 GHz al maig → augment del FSB de 400 a 533 MHz.
- 2,6 i 2,8 GHz (agost)
- 3,06 GHz (novembre)
 - Suporta tecnologia Hyper Threading
 - Permet al software programat amb varis fils, que s'executin de forma paral·lela
 - Processadors virtuals
 - Abril 2003 → variants noves a 2,4 i 3,0 GHz
 - Diferència → tecnologia Hyper-Threading i FSB de 800 MHz.

Pentium D

- Dos processadors Pentium 4 (amb nuclí Prescott) en un sol xip
- 90 nm
- Variants:
 - Pentium D 805, a 2.6GHz
 - Pentium D 820, a 2.8GHz
 - Pentium D 830, a 3.0GHz
 - Pentium D 840, a 3.2GHz i HyperThreading
 - Pentium D Extreme Edition, a 3.2GHz
- Cada un d'aquests té 1MB caché L2 per cada nucli



Pentium M

- Versió per a portàtils. A la tecnologia Intel per aplicacions amb portàtils se la coneix com a Centrino (processador, xipset i comunicació inalàmbrica).
- Actualment els Centrino d'Intel utilitzen processadors multinucli.



Xeon (Xeon Dual Core, Xeon Quad Core)

- Primers Xeon → 1998
- Orientat a servidors.
- Memòria cau L2 pot anar des dels 512 KB fins als 2 MB.
- Es poden muntar equips amb fins a 8 processadors.
- Optimizat per a aplicacions de 32 bits.
- Té 32 KBytes de memòria cau L1 repartits en 16KB per dades i els altres per instruccions.
- Incorpora 7,5 milions de transistors.
- Actualment → Xeon Dual Core i Quad Core



13, 15, 17

AMD

8086, 80286, Am386, Am486

- El 1982 AMD obté llicència d'Intel per fabricar els microprocessadors 8086, 8088 i 80286 però el 1986 Intel anul·la la llicència pel microprocessador 80386.
- Després de judicis i plets AMD aconsegueix fabricar el 1991 l'AM386 i el 1993 l'AM486 (en diferents versions) a partir de l'arquitectura de 32 bits desenvolupada per Intel, clònics creats mitjançant enginyeria inversa.
- Serien els darrers microprocessadors que fabricaria a partir de desenvolupaments d'Intel. Posteriorment, el 1995 dissenya l'arquitectura dels seus propis microprocessadors, anant inclús per davant d'Intel.



K5

- Primera competència d'Intel amb els Pentium
- Prestacions millors que les del Pentium Clàssic en el càlcul d'enters i una millor relació qualitat/preu, la qual cosa el va convertir en la millor opció per a tasques d'oficina.
- Optimitzat per a executar instruccions de 16 i 32 bits.
- Utilitza el socket 7.
- Disposa d'una memòria cau L1 d'instruccions de 16Kb, i 8Kb. per a les dades.
- Treballa a 3.52 volts.
- Estan fabricats amb tecnologia de 0.35 micres.
- Incorpora 43 milions de transistors.



K6

- Superava Intel en tots menys el Pentium Pro
- De 166MHz a 300MHz
- Joc d'instruccions MMX
- Socket 7
- Cau L1 de 32KB instruccions i 32KB de dades
- 8.8 milions d'instruccions



Athlon



- Nou sòcol (slot A), similar al l'Slot 1 d'Intel
- bus a velocitats de 200 MHz., en comptes dels 100 dels models anteriors.
- Cau L1 amb 128 KB (quatre vegades la dels Pentium III)
- Cau L2 és programable → permet adaptar la quantitat de memòria cau a diferents necessitats, comptant en un principi amb 512 KB
- Els models inicials treballen a 500, 550 i 600 MHz.
- Tecnologia de 0.25 micres.
- 22 milions de transistors.
- Suporta les instruccions 3DNow.
- Suporta sistemes multiprocessador poguent-se construir màquines amb fins a 8 micros o més.
- Versió anomenada Thunderbird (Cau L2 de 256KB en el propi nucli)

- Athlon XP (Palomino, Thoroughbred, Barton i Thorton)
 - Es fabrica amb 0.18 μ m
 - Cau L2 en el nucli
 - Són redissenys del Thunderbird orientat a reduir el consum elèctric i millorar les prestacions de l'Athlon respecte Intel.
- Duron
 - Nova versió de l'Athlon (Thunderbird) de baix cost
 - Només 64KB de L2.



Athlon 64

- Bus de dades de 64 bits, bus d'adreces de 40 bits (1TB), registres interns de 64 bits.
 - 32 bits
 - Podia treballar amb 2^{32} nombres enters → de 0 a 4.300 milions.
 - 64 bits
 - Pot treballar amb 2^{64} enters → de 0 a 18 trillions.
- El SO ha de poder treballar amb aquesta tecnologia o no s'aprofita.
- Manté dos nivells de memòria cau (128 KB L1 i 1MB L2).
- 105,9 milions de transistors
- Bus intern del processador utilitza tecnologia *Hypertransport* (millora les comunicacions d'entrada i sortida de dades).
- Tecnologia de reducció de la velocitat del processador → *Cool'n'Quiet* (Fred i silencis)
 - Quan s'executen aplicacions que necessiten poc ús de CPU, la velocitat i el voltatge es redueixen → els consums màxims baixen de 89W a 22W



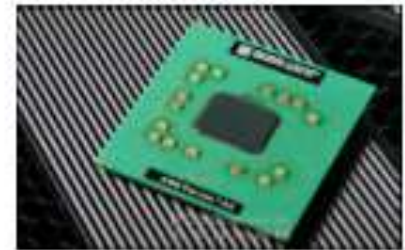
Athlon 64X2

- 64 bits i doble nucli (millora aprox. 22% rendiment per multitasca)
- Ample de registres de 128 bits!!
- Cau L1 d'instruccions de 64 KB, per nucli (128 KB, en total)
- Cau L1 de dades de 64 KB, per nucli (128 KB, en total)
- Cau L2 de fins a 1 MB, per nucli (2 MB, en total)
- Sòcol 939 (90nm)
- Sòcol AM2 (65nm)
- De 154 a 233 milions de transistors



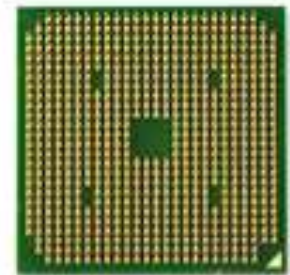
Athlon 64

- Versió Athlon 64 destinat al mercat dels ordinadors portàtils i per competir amb els Centrino d'Intel per a portàtils.
- Baix consum.



Turion 64x2

- Versió de l'Athlon 64x2 de doble nucli destinada al mercat dels ordinadors portàtils i competir amb els Centrino Core Duo i Core 2 Duo d'Intel per a portàtils.
- Baix consum.



TENDENCIES

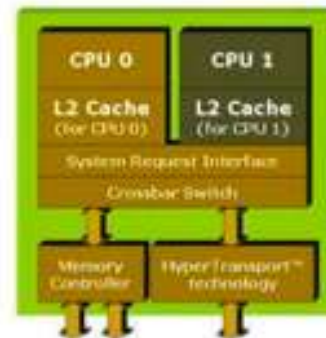
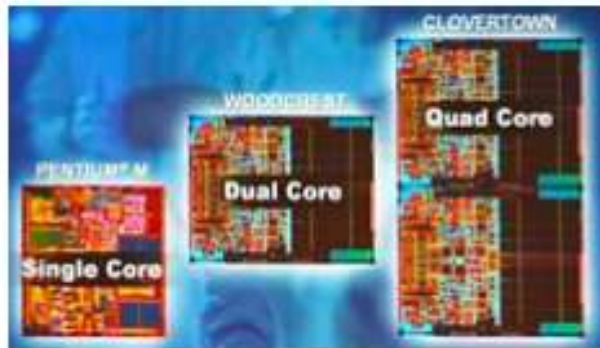
- Multiprocessador

- Varis microprocessadors treballant conjuntament la mateixa placa mare



- Multinucli

- Intel: Pentium D Dual Core, Athlon 64x2, Xeon Dual Core, Xeon Quad Core, Core Duo, Core 2 Duo, Core2 Extreme, Core 2 Quad
- AMD: Athlon 64x2 Dual Core, Turion 64x2 Dual Core



VIDEOS