Digitális rendszerek

Digitális logika szintje

CPU lapkák

Mai modern CPU-k egy lapkán helyezkednek el

Kapcsolat a külvilággal: kivezetéseken (lábak) keresztül

- Cím, adat és vezérlőjelek, ill. sínek (buszok)
- Ezek segítségével tartja a kapcsolatot a központi memóriával és a perifériákkal

m bites címbusszal a megcímezhető memóriarekeszek száma 2^m

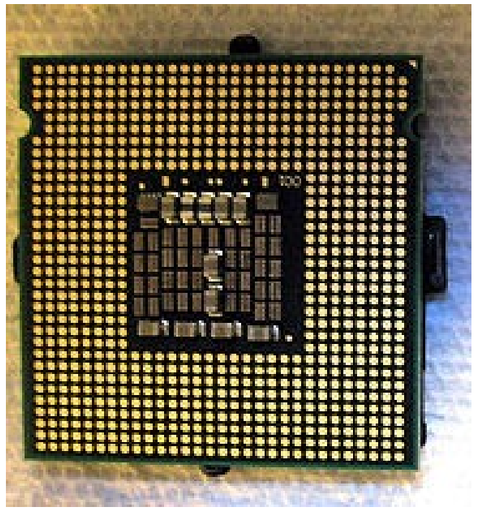
n bites adatbusz esetén egy művelet végrehajtása során max. n bites szavakkal tud dolgozni

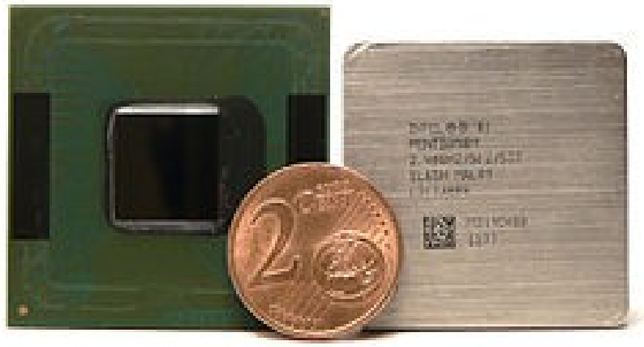
Vezérlőbusz

- Buszvezérlés, megszakításkezelés, buszütemezés/kiosztás
- Segédprocesszor, állapot és vegyes funkciójú vezérlőjelek

CPU lapkák

Intel Pentium4

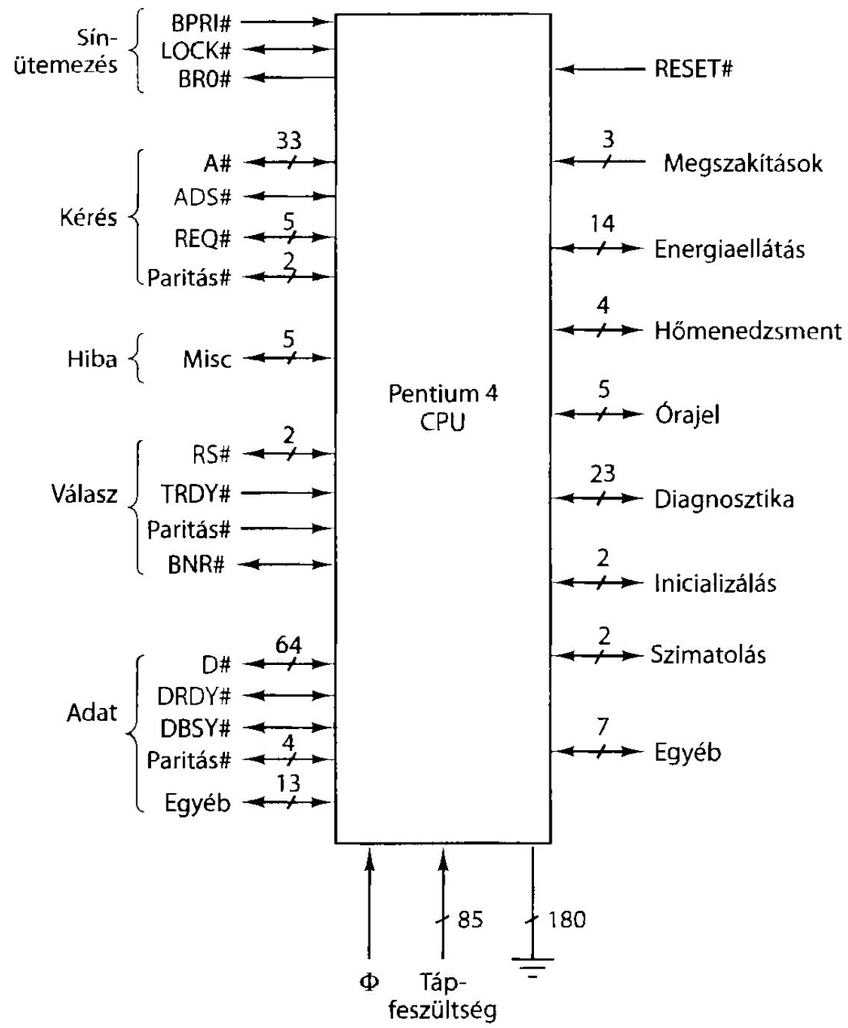




CPU lapkák

Pentium 4 jellemzők

- 2000-ben kerül piacra, 1,5GHz órajel, 42millió tranzisztor
- Továbbfejlesztve: 3,2GHz, 55millió tranzisztor, 9μm csíkszélesség
- visszafelé kompatibilis a 32 bites CPU-kkal, 64 bites adatbusz
- Egy ciklus alatt 2 művelet, 2 ALU, hyperthreading támogatása
- Két. III. háromszintű cache, memória- és perifériasín
- 63-82W teljesítményigény



Intel Core i7 Extreme CPU

I. pdf fájl.

Számítógép buszrendszerek

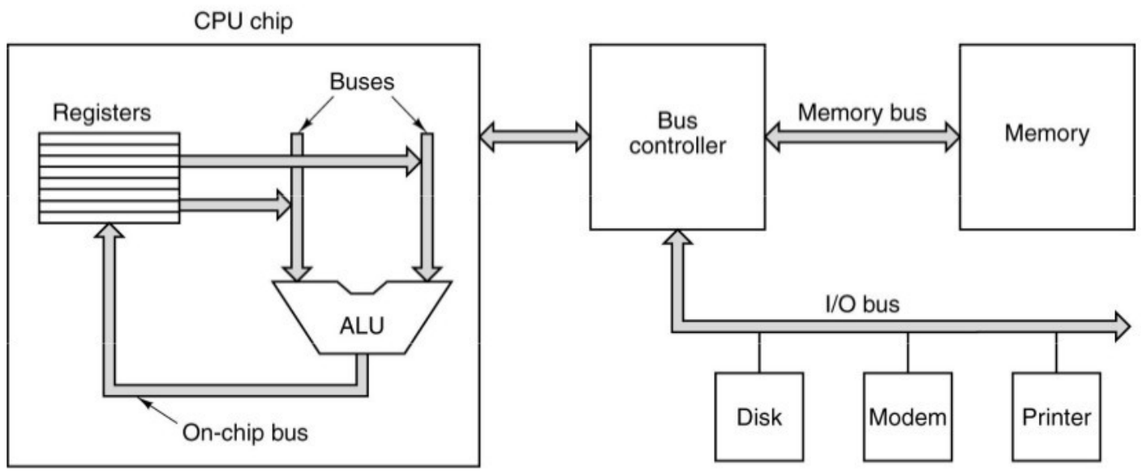
Rendszersín (system bus)

Korai személyi számítógépek I/O kártyákkal való bővítésének biztosítására (egyetlen-egy ilyen sín)

Néhány, részben ma is használatos sín:

- Omnibus (PDP-8), Unibus (PDP-11),
- Multibus (8086), VME sín (fizikai laboratóriumi be rendezések),
- IBM PC sín (PC/X T), ISA sín (PC/AT), EISA sín (80386), Micro Channel (PS/2),
- Nubus (Macintosh), PCI sín (sok PC), SCSI (sok PC és munkaállomás),
- Universal Serial Bus (modern PC-k) és FireWire (szórakoztatóelektronika)
- PCIe v1/v2/v3 (modern PC-k)

Computer Buses (1)



A computer system with multiple buses.

Számítógép buszrendszerek

Sínek működése

- Rákapcsolódó eszközök, berendezések master és/vagy slave-k lehetnek
- Kapcsolódás a sínre: bus driver, bus receiver vagy bus transceiver-en keresztül (tri-state vagy open collector)
- CPU vezérlőjelei sok esetben nem feleltethetők meg egy az egyben a rendszersín vezérlőjeleinek
- Sínek tervezésének alapvető kérdései:

  Sín szélessége

  Sín időzítése és ütemezése

  Sínműveletek

Számítógép buszrendszerek

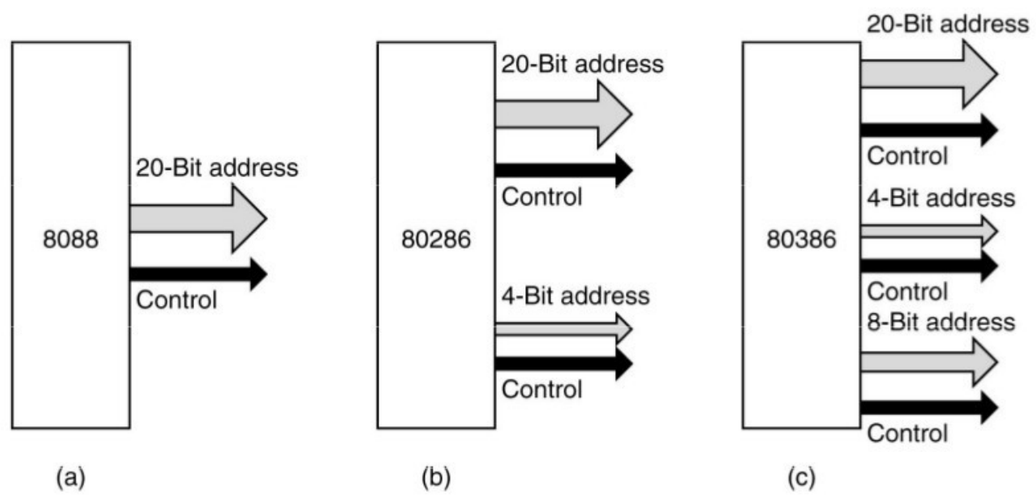
Sín szélessége

Alapvető tervezési szempont

Probléma (címbusz esetén): szélesség vs. költség vs. bővíthetőség

Probléma (adatbusz esetén): szélesség vs. sebesség vs. kompatibilitás

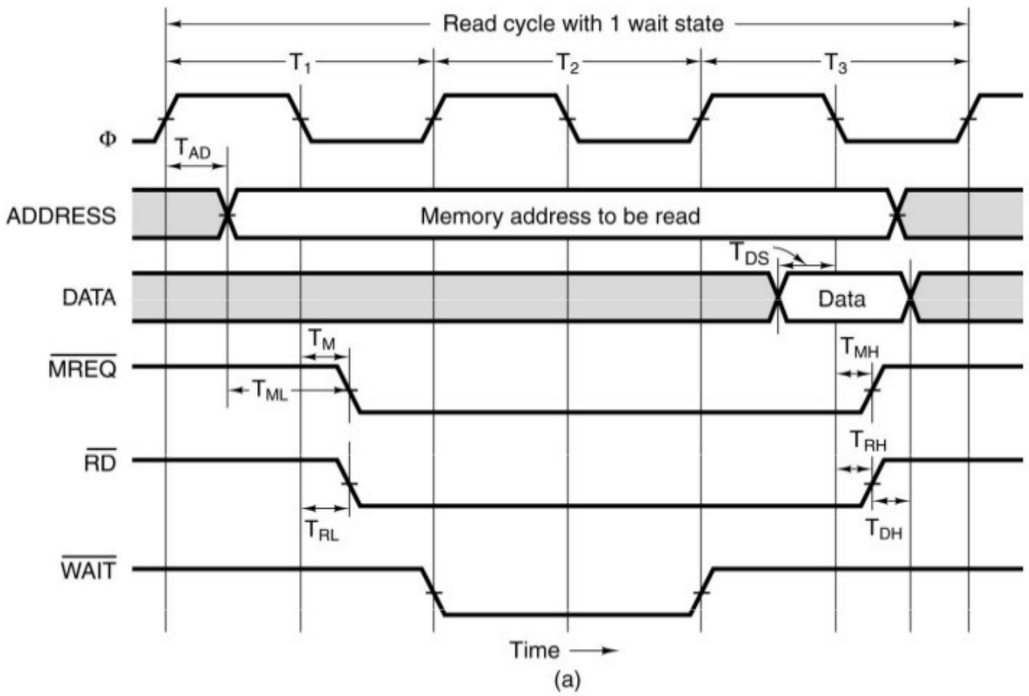
Bus Width



Growth of an Address bus over time.

Számítógép buszrendszerek
Szinkron busz

Bus Clocking (1)



Read timing on a synchronous bus.

Bus Clocking (2)

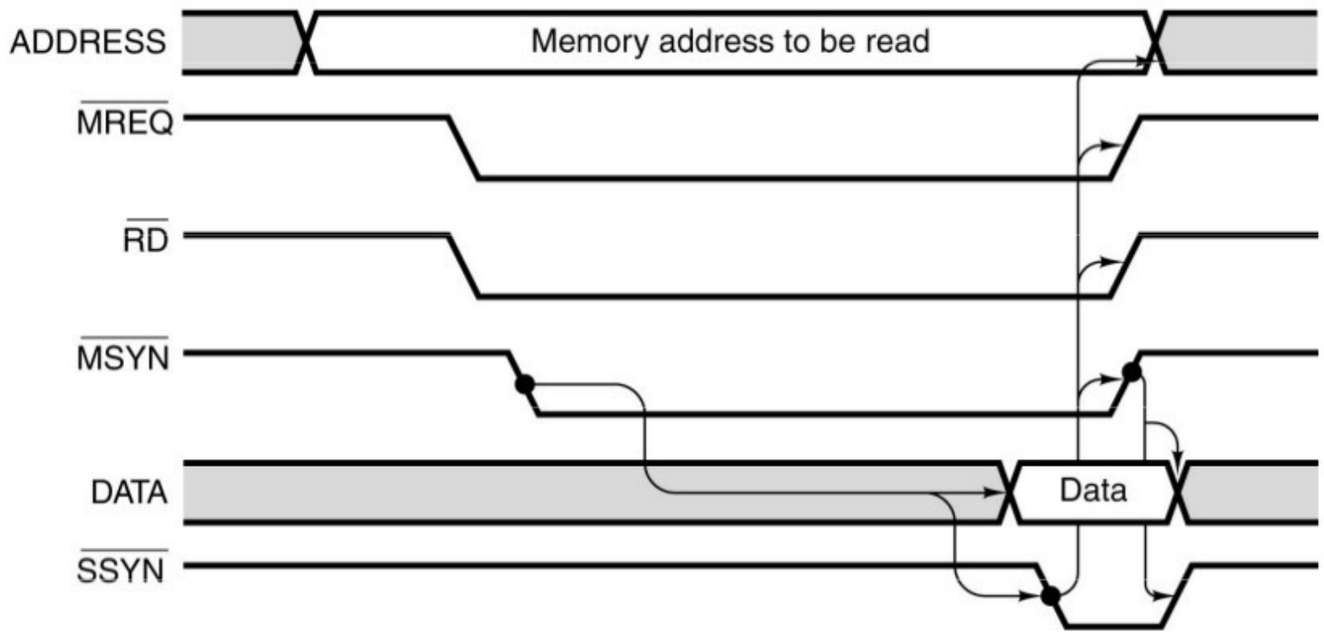
Symbol	Parameter	Min	Max	Unit
T_{AD}	Address output delay		4	nsec
T_{ML}	Address stable prior to $\overline{MREQ}$	2		nsec
T_M	$\overline{MREQ}$ delay from falling edge of Φ in T_1		3	nsec
T_{RL}	RD delay from falling edge of Φ in T_1		3	nsec
T_{DS}	Data setup time prior to falling edge of Φ	2		nsec
T_{MH}	$\overline{MREQ}$ delay from falling edge of Φ in T_3		3	nsec
T_{RH}	$\overline{RD}$ delay from falling edge of Φ in T_3		3	nsec
T_{DH}	Data hold time from negation of $\overline{RD}$	0		nsec

(b)

Specification of some critical times.

Számítógép buszrendszerek
Aszinkron busz

Asynchronous Buses



Operation of an asynchronous bus.

Számítógép buszrendszerek

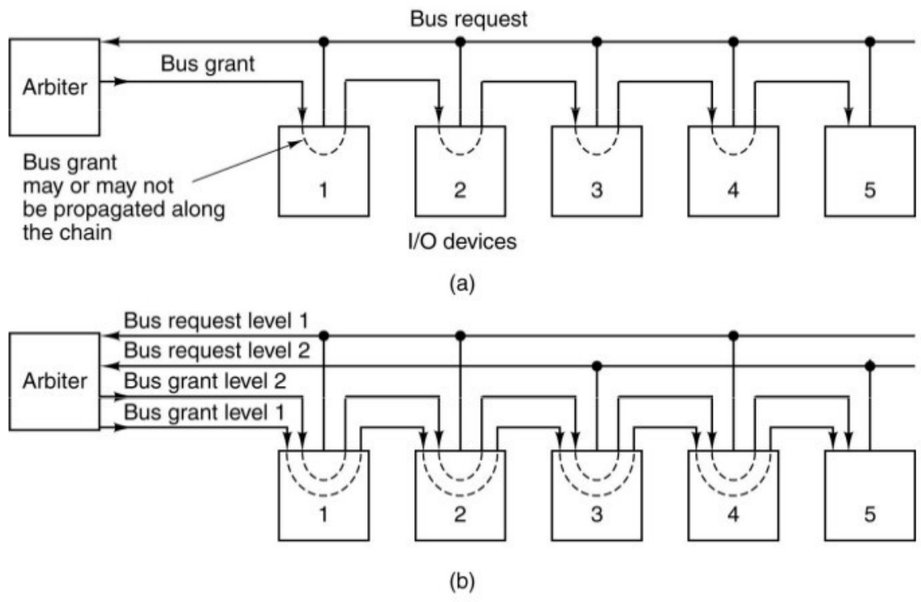
Sínütemezés

Sínmesterek (pl. CPU, I/O vezérlők, stb.) közötti ütemezési mechanizmus

Centralizált

- Sínmesterek láncolt (Daisy-chain) összekötése az ütemezővel
- Többszintű prioritási rendszer (2, 4 vagy akár 8, 16 szinttel)
- Nyugtázó vezeték a sínciklusok jobb kihasználásáért

Bus Arbitration (1)



(a) A centralized one-level bus arbiter using daisy chaining.
(b) The same arbiter, but with two levels.

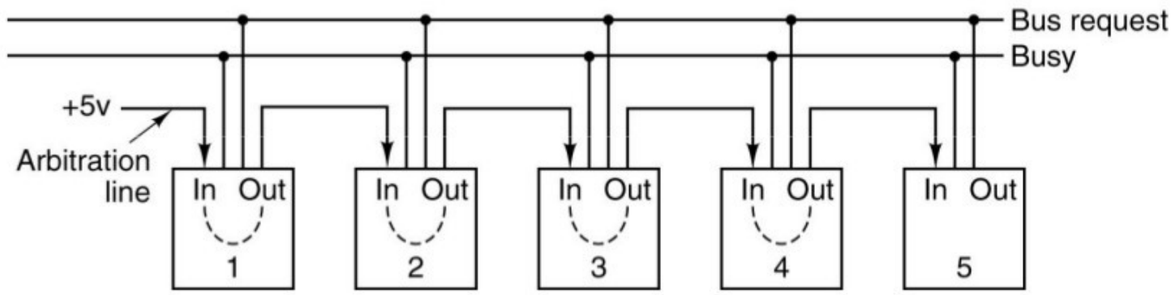
Számítógép buszrendszerek

Sínütemezés

Decentralizált

- Egyik megoldás: különböző prioritású sínkérés vezetékek a sínmestereknek
- Másik megoldás: sínütemező nélküli, láncolt, három vezetékes ütemezés

Bus Arbitration (2)



Decentralized bus arbitration.

Számítógép buszrendszerek

Sínműveletek

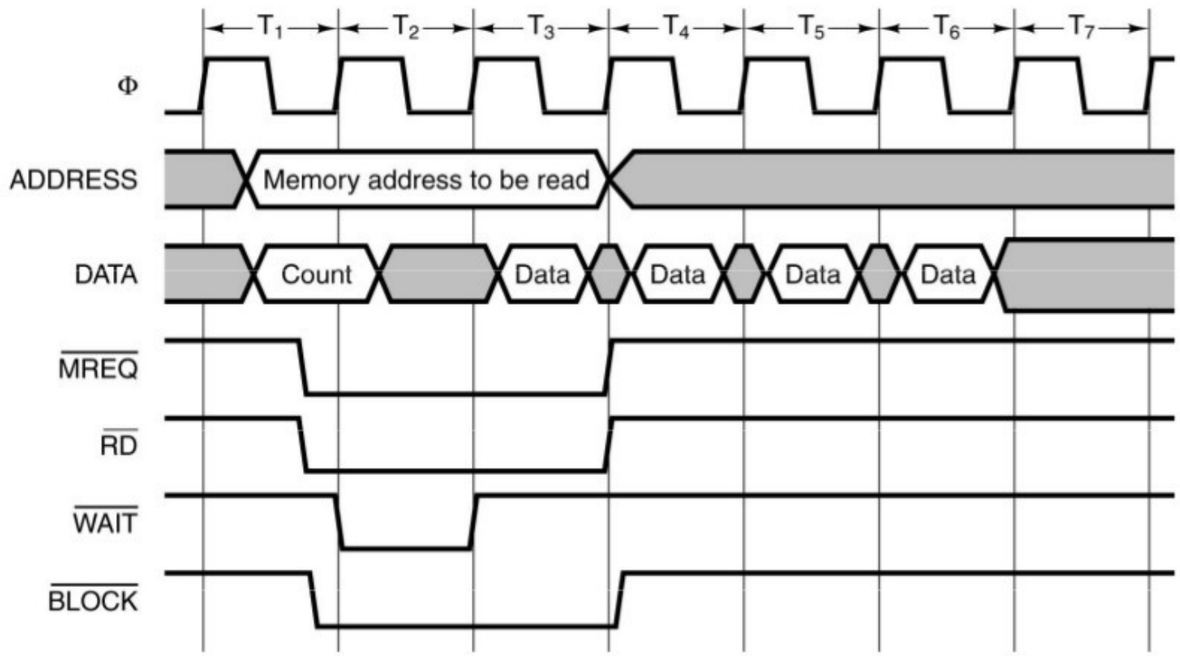
Blokkátvitel

Több egymás utáni szó blokkosított átvitele egy ciklusban

Olvasás-írás-módosítás

Többprocesszoros rendszerekben, a memóriarekeszekkel kapcsolatos műveletek során, a versenyhelyzet elkerülésére

Bus Operations (1)



A block transfer.

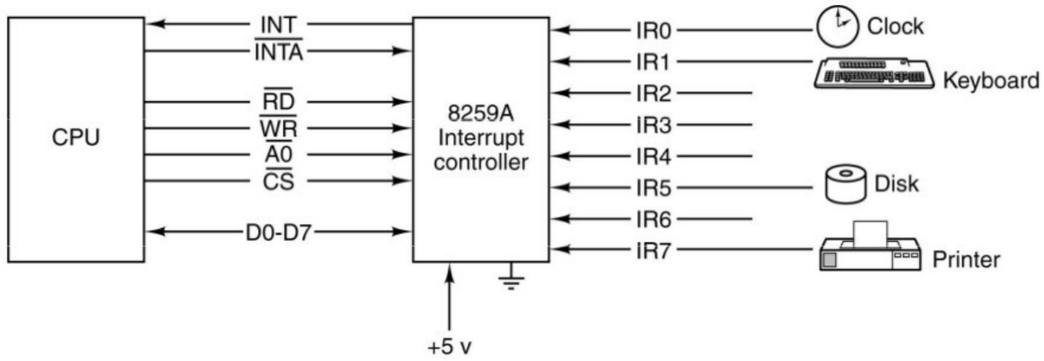
Számítógép buszrendszerek

Sínműveletek

Megszakításkezelés

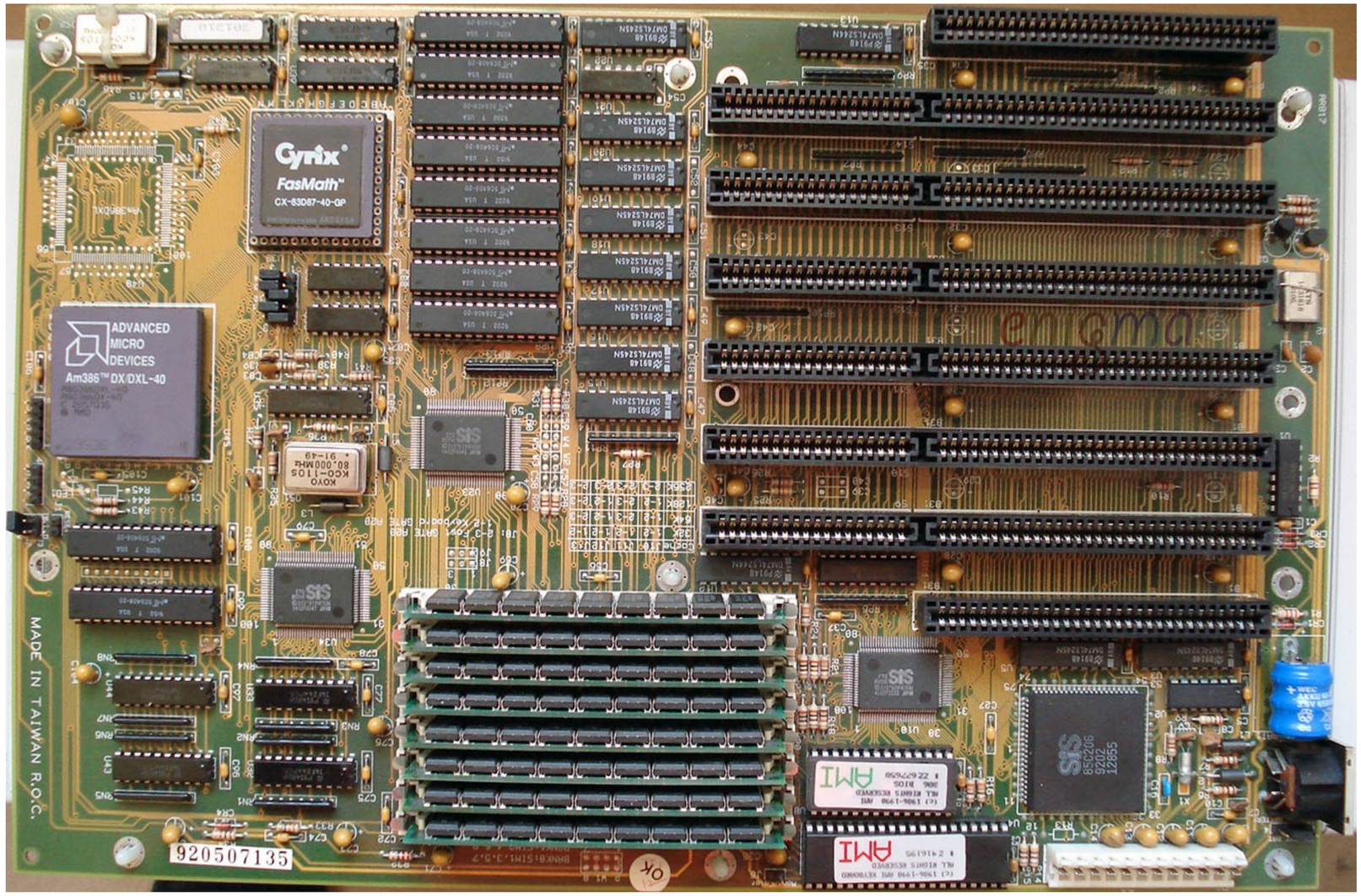
- Perifériák megszakításon keresztül jelzik kiszolgálási igényüket a CPU-nak
- Központi ütemező (pl. i8259) a megszakítások, ill. prioritások kezelésére
  - Kaszkádosítható
  - Belső regiszterek az üzemmódváltásra, megszakítási bemenetek kezelésére, állapotinformációk kiolvasására, stb.
  - Vezérlőjelek és 8 bites adatbusz a CPU-val történő kommunikációhoz

Bus Operations (2)



Use of the 8259A interrupt controller.

Számítógép buszrendszerek
IBM PC/ISA busz



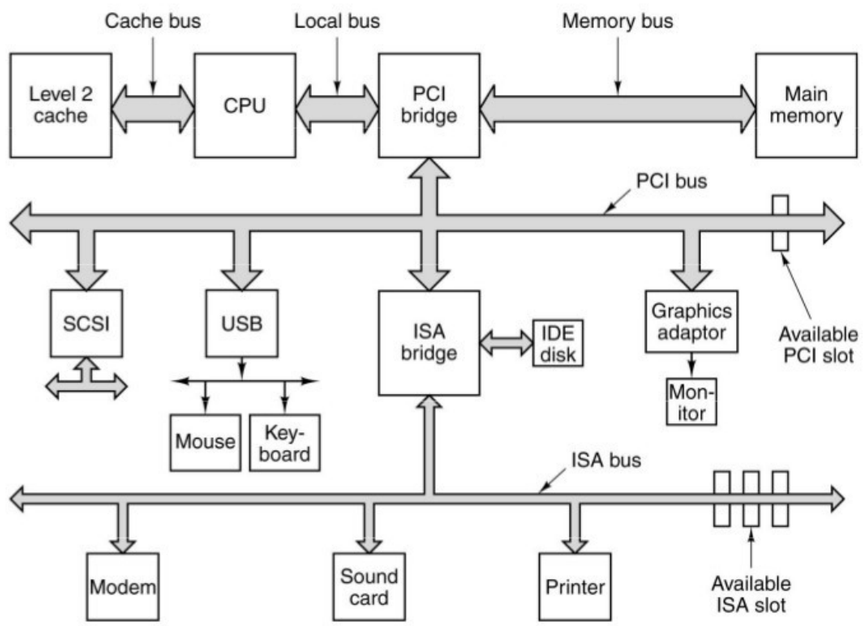
Számítógép buszrendszerek

PCI busz

Az ISA (16,7 MB/s) és az EISA busz (33,3 MB/s) sebessége szűkössé vált az új alkalmazások számára

1990-ben megjelenik a PCI busz (Peripheral Component Interconnect bus)

- v1.0: 32 bit, 33MHz, 133 MB/s
- v2.0 (1993), v2.1 (1995)
- v2.2: 66MHz, 64 bites átvitelre is alkalmas, 528 MB/s



Architecture of an early Pentium system. The thicker buses have more bandwidth than the thinner ones but the figure is not to scale.

Számítógép buszrendszerek

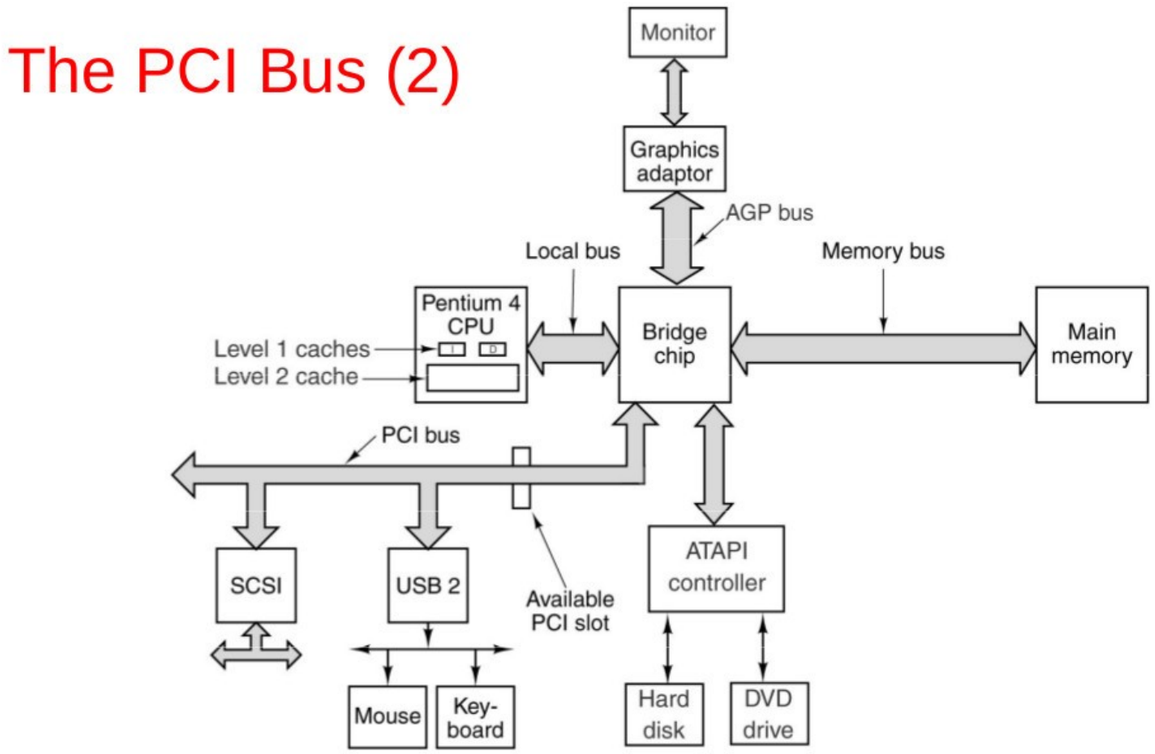
PCI busz

- *ISA sín „kihal”* ('90-es évek vége)
- *Megjelenik az AGP* (v1.0, 264 MB/s, 1x)

  AGP v3.0 (2,1 GB/s, 8x)
- *Szinkron busz*

  Mester (initiator) - szolga (target) tranzakciók

  Multiplexált cím- és adatvezetékek (64 vezeték)



The bus structure of a modern Pentium 4.

Számítógép buszrendszerek

PCI busz p*roblémák*

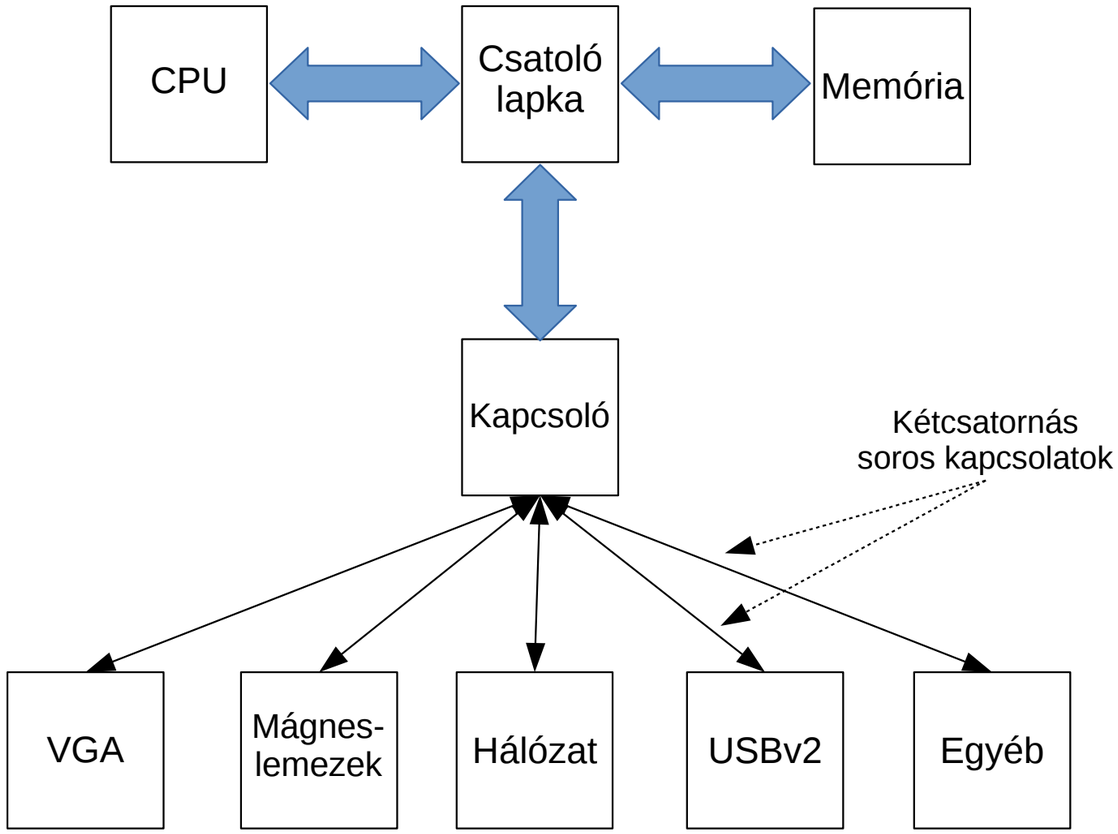
- *Szűkös a sín sávszélessége*
- *Órajelfrekvencia nem növelhető tovább*

  Sínasszimetria, áthallás és parazita kapacitások megjelenése
- *Fizikai mérete nem kedvező a mobil eszközöknek*

Megoldás: PCI Express

Számítógép buszrendszerek

PCI Express

Eltérések a PCI síntől

- *Párhuzamos helyett soros átvitel*
- *Kétcsatornás soros kapcsolatok*
- *I/O eszközök közötti kommunikáció adatcsomagok segítségével*
- *Hibajelző kódok használata*
- *Akár 50cm távolság a kapcsoló és az I/O eszköz között*
- *I/O eszköz lehet egy kapcsoló is*
- *I/O eszközök „hot-swap” támogatása*
- *PCI Express soros csatlakozók jelentősen kisebbek*