

Számítógép architektúrák

A sínek

Miről lesz szó?

- A sínek és kapcsolatos fogalmak
- Híres sínek jellemzői

A sín (bus)

- **A fő részegységek között háromféle útvonal lehetséges:**
 - **Processzor és memória között;**
 - **Processzor és I/O eszközök között;**
 - **Memória és I/O eszközök között**
- **De síneknek nevezzük az egyes kisebb funkcionális komponensek közötti adatforgalmat lebonyolító áramköröket, vezetékeket is: CPU belső sínjeiről beszélhetünk, egy nyomtatott áramköri kártyán a vezetékek sínek stb.**

A sín (bus)

- **A komponensek (modulok) közötti információforgalmat lebonyolító, a rendszer vezérléshez szükséges áramkörök, vezetékek, csatlakozók. Funkció:**
 - **n bites szó valamennyi bitjét egy sínre csatlakozó komponenstől egy másik komponenshez szállítani. Többnyire párhuzamos a bitek átvitele.**
 - **Lehetnek dedikált v. osztott sínek: 2 komponens között v. több komponens osztozik rajta (megosztás!)**

A sín (bus) - történelem

- A kezdeti main-frame-eknél két vezeték "köteg" a processzortól a memóriához, ill. az eszközökhöz. Szeparált instrukciókkal, más-más időzítésekkel, protokollokkal kezelte a processzor a két „világot”. Eleinte nem IT technika, hanem polling az eszközökhöz. Majd kialakult az IT, prioritásokkal. A perifériákhoz daisy chain. A többprocesszoros rendszereknél a memória-elérés is IT prioritásokkal megoldott.
- A DEC nagy ötlete: ugyanaz a sín kezelje mindkét „világot”: UNIBUS
- A korai PC-k is ilyenek: A CPU lábakra csatlakozó sín az alaplapon párhuzamosan elhelyezett foglalatokhoz vezet. A foglalatokba eszközvezérlő kártyák dughatók, a memória foglalatba memória lapkák. A CPU vezérli a sánt. A perifériák kontrollerei IT-kel jeleznek, de pufferükből a CPU „nyomja át” az adatokat a memóriába.
- Ennek az egyszerű sínrendszernek hátránya volt: minden komponens ugyanolyan sebességgel kellett dolgozzon. Illetve: a sánt csakis a CPU vezérelhette, ahelyett, hogy hasznosabb feladatokat teljesítene. A fejlődés: kialakul a két világ: egyik a CPU & a memória másik a perifériák. Köztük a sínvezérlő áramkör (bus controller). Nagyobb sebességgel dolgozhat a CPU. Az eszközök a CPU felügyelete nélkül is képesek társalogni, elég sok adatátvitel van az eszközök között. Az eredmény jobb összteljesítményt adott. Könnyebb volt egyre szélesebb (párhuzamos) síneket valósítani meg, és a setup-olás, jumpere-zés helyett a „plug-n-play” megoldásokat megvalósítani.
- A sebességigény növekedett, a sínek teljesítménye kiéhezést hoztak. Tovább „osztódtak” a sínek: SCSI, IDE, AGP stb.

Sín osztályozások

- **Hatáskör (szint) szerint**
 - **Helyi** sínek (rendszerint nem szabványos, egy kártyán, modulon, lapkán belül),
 - **Rendszer** sínek (fontos rendszerkomponensek közötti, „hátlap buszok”, többnyire szabványosak),
 - **I/O szintű** sínek (perifériák csatlakoztatásához),
 - **rendszerközi** sínek (számítógépeket összekötő sínek, rendszerint szabványosak, pl. hálózatok).
- **A bit-átvitel rendje szerint**
 - **Párhuzamos** (paralell) sínek (minden bitnek saját vonal)
 - **Soros** (serial) sínek (bitsorozatot visznek a vonalak)

Sín osztályozások – a gyakorlatban

- Lehetnek „*belső*” (**internal**) sínek, melyek a belső eszközöket csatolják (pl. memória, grafikus kártya), és
- „*külső*” (**external**) sínek a külső eszközöknek (diszkek, szkennerek, kamera stb.). A belső sínek biztos, hogy az alaplapon lévő komponenseket kötik össze, míg külső sín eszköze (controllere) lehet az alaplapon, de lehet bővítményen, porton.
- **Paralell belső** sínek: az EISA, PCI, local buses
- **Soros belső**: 1-Wire, I²C, SPI (Serial Peripheral Interface Bus), PCI Express, HyperTransport
- **Paralell külső**: IDE (ATA), IEEE-488, PCMCIA (Personal Computer Memory Card Association), SCSI, Centronics paralell
- **Soros külső**: USB, FireWire

Sín (vonalak) logikai osztályai

- **Adatátviteli sín (Data Transfer Bus)**

- adatsín,
- címsín, cím-módosító sín.

(Ezeknél fontos jellemző a sín szélesség: a párhuzamosan átvihető bitek száma, a „vonalak száma”)

- **Arbitrációs sín (a konfliktus feloldását segíti)**
- **Megszakítási és szinkronizációs sín**
- **Szolgálati sín**

Sín (vonalak) logikai osztályai - másik

- **Adat sín (Data Bus)**
- **Cím sín (Address Bus)**
- **Vezérlő sín (Control Bus)**
 - Az **adatátvitelt** vezérlő,
 - a **megszakításokat** jelző,
 - a **szinkronizációt** biztosító, magát
 - a **sínt vezérlő** jelek továbbítására.
- Az adatátvitelt **vezérlő jelek** lehetnek:
 - az adatátviteli **komponenst megadó** (memória - I/O) jel;
 - **írás-olvasás** jelzése;
 - **address strobe** jel (a cím stabil állapotát jelzi);
 - **data strobe** (adatsín bitjei stabilak) jelzés;
 - **ready jelzés** (eszköz rendelkezésre áll - adatátvitel befejezve).

Terminológia

- **Modul, komponens:** a sínre csatlakozó elem
- **Master** (mester,aktív) modul: képes sínműveletet kezdeményezni, a sánt vezérelni. Vannak potenciális mesterek.
- **Slave** (szolga, passzív) modul: képes válaszolni
- **Sínfoglalás** (arbitráció): (mivel adott időben csak egy master (vezérlő) lehet) mechanizmus, mely a sín vezérlés jogát igénylők közül egyet kiválaszt .
- **Forrás** (adó) és **cél** (vevő) modul: értelemszerű
Szolga modul ha forrás akar lenni, csak kérheti az átvitelt (pl. megszakítással)

Terminológia

- **Sín tranzakció:** a sínkérelem felleptétől az átvitel befejezéséig eltelt tevékenységsorozat (esetleg idő). **Több műveletet** (fázist) foglalhat magába (ezek több sín-ciklust igényelhetnek):
 - **sínkérelem,**
 - **sínfoglalás** (arbitráció),
 - **címzés** (helyfüggetlen (egyedi), memóriába ágyazott, csoport),
 - **adatátvitel,**
 - **hibadetektálás és hibajelzés,**
 - **a mester jog megszüntetése.**

Protokoll: szabályok egy tranzakció helyes elvégzésére.
Időzítési, vezérlési, formátummal, adatábrázolással kapcsolatos szabályok.

Mit jelent a sín szabvány?

- **Rögzíti az elektromos specifikációkat**
 - adat és címvonalak számát,
 - vezérlővonalak típusait és funkcióit,
 - jelszinteket, jelszint változásokat,
 - terhelhetőségi adatokat stb.
- **Mechanikai specifikációkat**
 - méreteket, csatlakozó-típusokat, bekötéseket stb.
- **Időzítési specifikációkat stb.**
- **Protokollokat.**

Jegyezzük meg ...

- Sokszor egy vonallal jelöltük a síneket, de azok
 - áramkörök,
 - bennük is időigényes a jelek lefutása.
 - Ciklusokban dolgoznak és
 - a tranziensek lefutása után jelennek meg a szintek (vagy szintváltások).
- Elektromos jellemzők:
 - buszvonat meghajtó áramkörök (buszmeghajtók),
 - buszvonat vevő áramkörök,
 - átviteli karakterisztika (véges jelterjedési sebesség, torzulások stb.)
 - busztartó áramkörök (esetleg),
 - power-down áramkör (esetleg).

Kommunikációs módszerek szerint lehetnek

- Szinkron sínek (adott sebességgel adás-vétel, időzített szinkronjelekkel).
 - A sínre kapcsolódó eszközök ugyanazt az órajelet (órajel éleit) használják;
 - Adatok adása – vétele ugyanazon sebességgel történik;
 - kapcsolat végig fennáll, nem kell kapcsolatfelvétel;
 - nem kell visszaigazolás sem;
 - gyors, de igényli a szinkron jelet továbbító vezetéket is;
- Aszinkron átvitel (adó-vevő nem jár szinkronban, kapcsolatfelvétel, vétel visszaigazolás szükségesség).
 - eltérő lehet a komponensek sebessége;
 - nincs állandó kapcsolat;
 - visszaigazolás történhet kézfogásos (handshaking) eljárással.

A sín teljesítménye

- Függ a **sín órajeltől**, ciklusidejétől,
- a sín **bitszélességétől**,
- az **átviteli protokolltól**,
- a **sínvezérlők számától**: arbitráció feloldó algoritmus idejétől.

(Arbitráció: több vezérlő esetén előforduló
“versenyhelyzetes” sínfogalás.)

Vezérlési módszerek

- **Blokkos átvitel (Burst Mode):** adatblokk mozog egy buszműveletben.
- **Dinamikus busz szélesség váltás**
- **Protokoll váltás**

Csomagátvitel

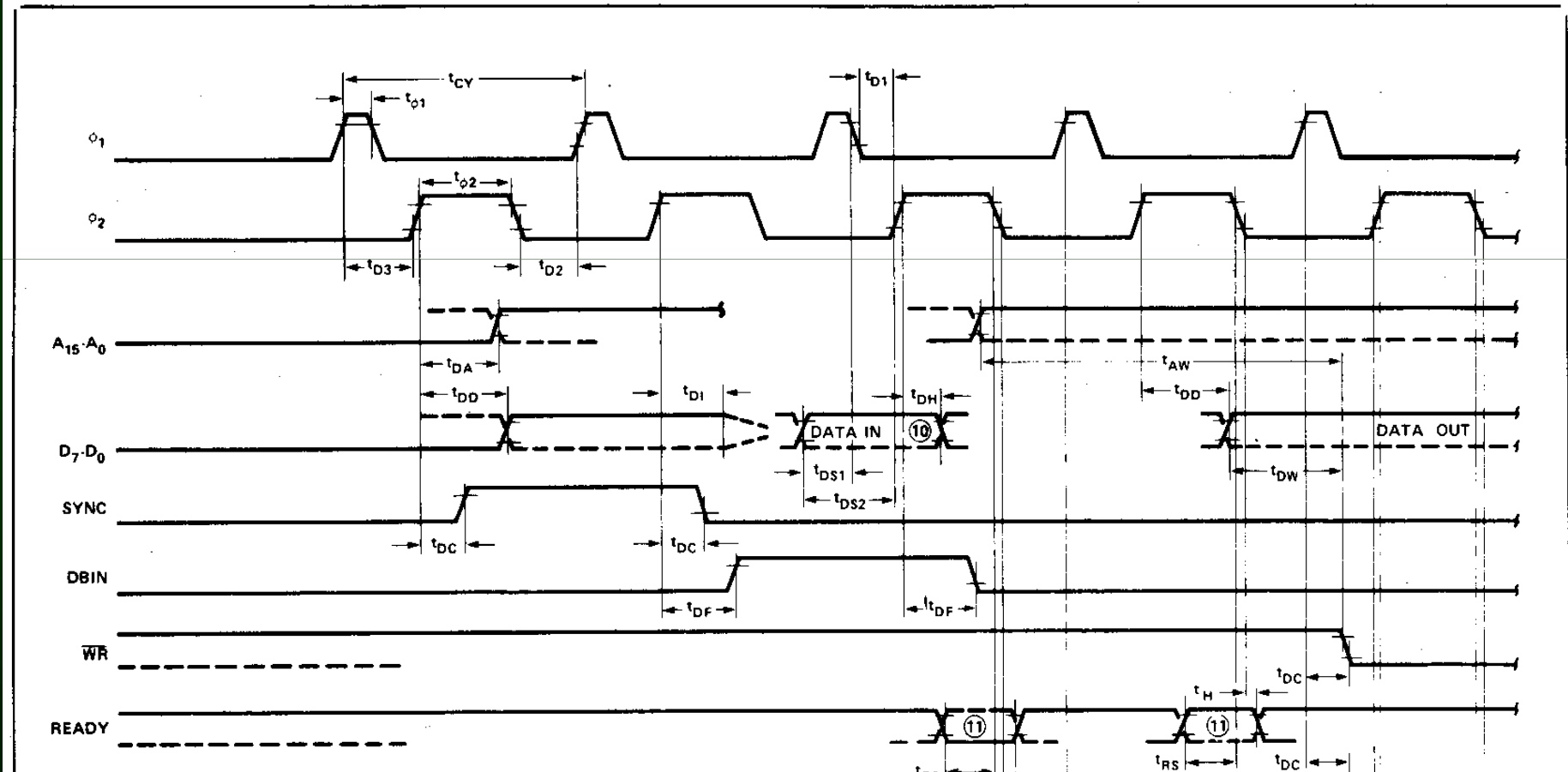
- Írás:
 - startcím+adat1+adat2+adat3+ ...
- Olvasás:
 - startcím+
-adat1-adat2-adat3- ...
- "Megspóroltunk" címátviteleket ...
- a forrásnál egymás utáni címekről,
- a célnál egymás utáni címekre jönnek/mennek az adatok ...

Olvasás, írás



8080A/8080A-1/8080A-2

WAVEFORMS



A sínek © Vadász, 2007.

Ea 6 19

Híres sínek

- **PC XT (1981)** (XT: Extended Technology)
 - 8 bites adat, 20 bites cím, 6 megszakítást kérő vonal, 3 közvetlen memória hozzáférési vonal,
 - 4,77 MHz frekvencia, szinkron
 - csak CPU és alaplapon lévő DMA vezérelheti,
 - nyílt szabvány.
- **PC AT (1984)** (AT: Advanced Technology),
később ISA (ISA: Industry Standard Architecture)
 - 16 bites adat (de 8 bites kártyák is), 24 bites cím, 10 megszakításkérő, 6 közvetlen memória hozzáférési kérelmi vonal, 6 - 12,4 MHz órafrekvencia,
 - külső egység is vezérelheti,
 - nyílt szabvány.

Híres sínek ...

- **EISA (Extended Industry Standard Architecture)**
 - több (9) cég specifikálta,
 - 32/32 bites, (de 8/16 bites kártyákat is fogad), multimaster-es, burst módú átvitel is,
 - nyílt szabvány, pontos időzítési specifikációkkal,
 - 8 MHz, 32 MB/s
- **IBM MCA (Micro Channel Architecture) (1987)**
 - (16)32/32 bit, 10 MHz,
 - nem kompatibilis az ISA, EISA sínekkel,
 - Szoftveres konfiguráció,
 - nem nyílt szabvány!

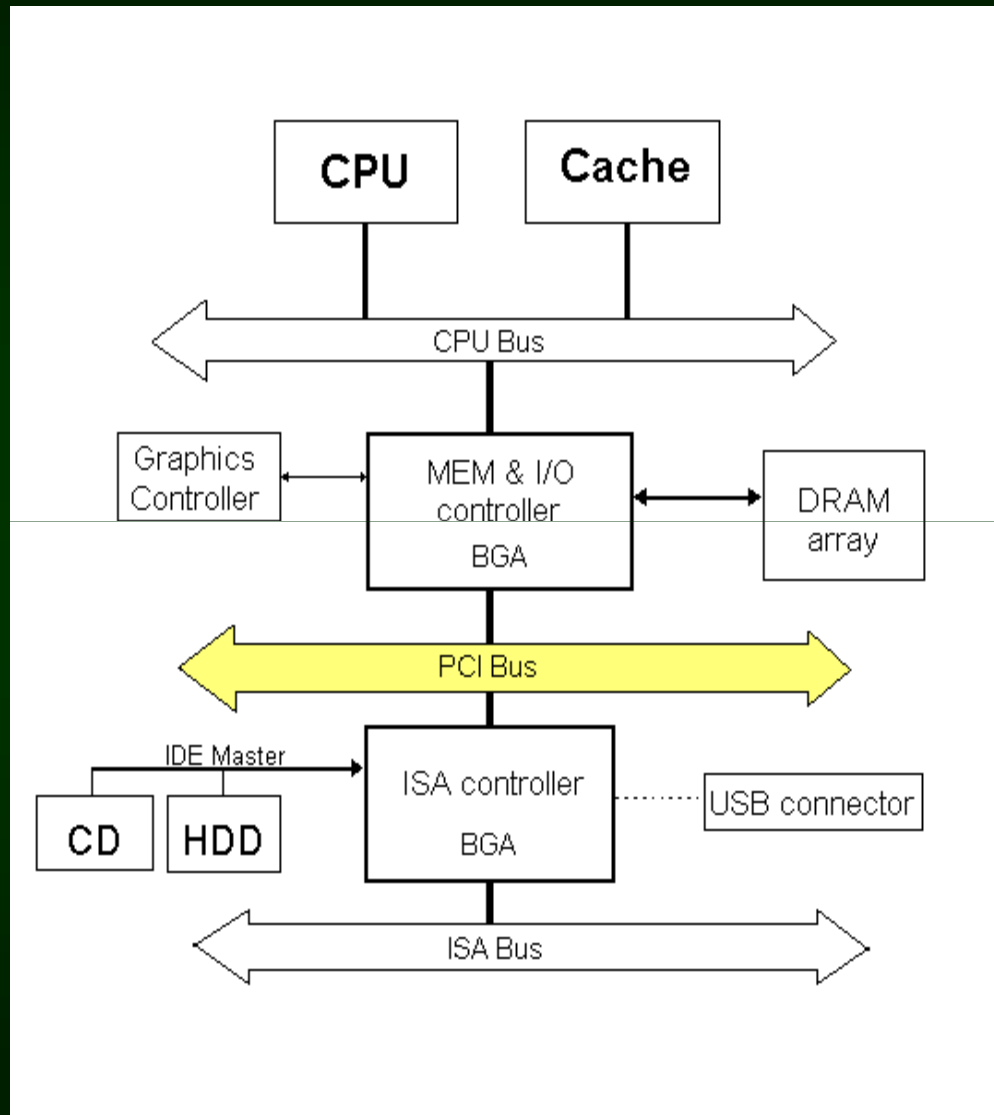
A PCI sín

- **Az Intel vezetésével: Peripheral Component Interconnect (1992, 93:2.0, 95: PCI 2.1)**
 - Szinkron sín; 5 (vagy 3,3) V-os bővítő-csatlakozók;
 - Először: 32 bit, 33 MHz, ($4 \cdot 33 = 132$ MB/s)
 - PCI 2.0: 64 bit, 33 MHz
 - PCI 2.1: 64 bit, 66 MHz (524 MB/s elméletileg).
 - PCI-X: 133MHz (1066 MB/s)
 - PCI-X 2.0: 266MHz, nagyobb konfigurációs memória (2133 MB/s)
 - Nincsenek külön cím és adat vezetékek! Nem blokkos átvitelnél nagyobb veszteségek emiatt!
 - Gyakorlatilag 50-80 % teljesítmény.
 - 1995-96-tól szélesedik elterjedése, kb. 2000-ig együtt az ISA-EISA sínnel.
 - 95-től az Apple lecseréli PCI-ra a NuBus sínjét.
 - 2004-ben megjelent a soros változata: PCI Express
 - További változatok: Mini PCI, laptopokhoz

Még a PCI-ről

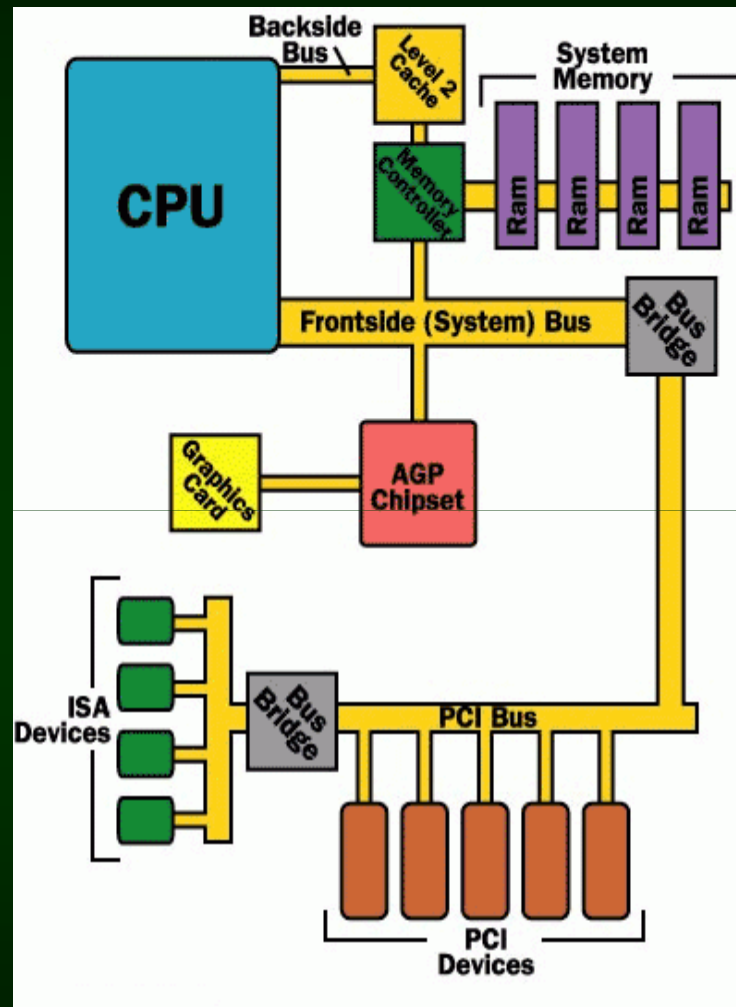
- **További előnyök:**
 - kompatibilitás 32 bites perifériákkal,
 - **processzorfüggetlen!**
 - Nem kell “setup”-olni a kártyákat!
 - **Osztott illesztőhely is! (Ez 2000-ig fontos volt!)**
- **Sok cég használja, feladva a saját sín koncepciót is.
Kliens gépekhez is, szerverekhez is!**

PCI sínre alapozott architektúra



Látszik: a PCI ún. *mezzanine* (félemeleten) sín: a CPU sín és a system bus között helyezkedik el.

Egy mai PC sínrendszerei ...



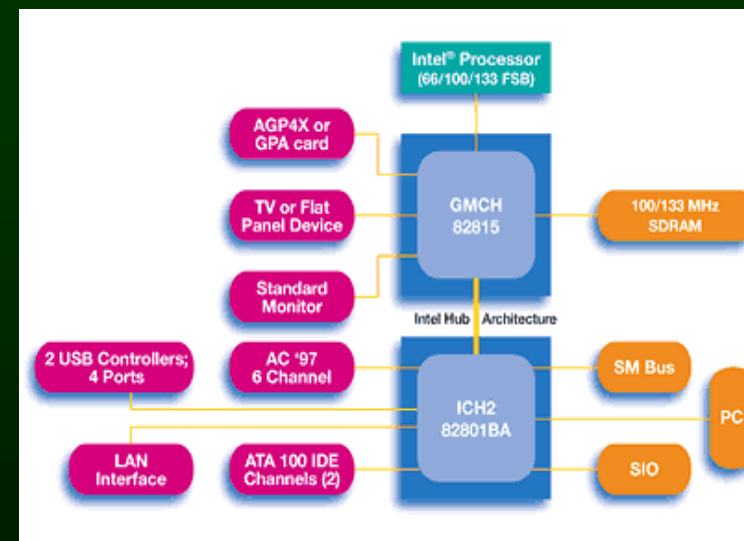
Ma a PCI sávszélessége már nem elég a grafikához.

Intel: 90-es évek közepe:

AGP (Accelerated Graphic Port)

2004-től a PCI soros változata: PCI Express

... és az Intel 815 chipset
funkcionális blokkdiagramja ...



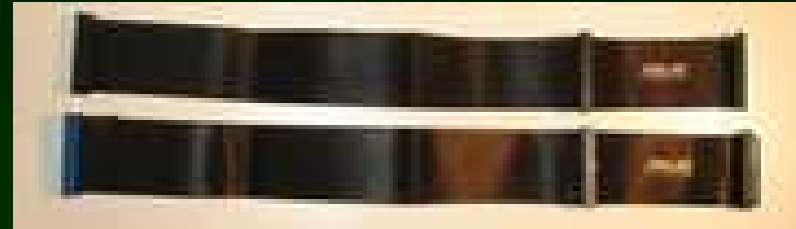
További híres sínek: ATA

- **Advanced Technology Attachment: külső párhuzamos sín diszkek, CD-ROM csatlakoztatásra**
- **Szinonimák: IDE (Integrated Drive Electronic), EIDE (Enhanced IDE), ATAPI (ATA Packet Interface), UDMA (Ultra Direct Memory Access).**
- **2003-ban mejelent a serial ATA, visszamenőleg adták a PATA (Paralell ATA) nevet**
- **A méretkorlátok (504 MB, 8 GB, 32 GB, 137 GB) okai:**
 - Az eredeti ATA specifikáció 28 bites címzést alkalmazott.
 - Ez engedte volna a 137 GB-ot, de az akkori standard BIOS csak 8 GB-ot tudott kezelni. De rosszabb volt a helyzet, az IDE és a BIOS „közös nevezőre hozása az akkori CHS (Cylinder-Head-Sector) címzéssel csak 512 MB-ot adott. Bevezetve az LBA (Logical Block Addressing 48 bit) rendszert, már 8 GB-ra emelkedhetett a korlát. Idővel az aztán emelkedhetett.

ATA



- 40 lábás csatlakozók (három) egy 40- vonalas lapos kábelen (UDMA megjelenésével 80 vezetékes a kábel, de 40-es a csatlakozó).
- Kábel max. 46 cm hosszú: emiatt nehéz nagy rendszereket összeállítani (megtéveszthetnek a piacon!)
- Egy kábelen lehet egy master és egy slave eszköz (ma device 0 és device 1)



- Az OS eszköz-driver-e „kezeli” az arbitrációt: ha a device 1 egy „parancsot” hajt végre, a device 0 nem indíthat parancsot (v.ö. lassabb CD a mellette lévő HD-t lassíthatja)
- Az ATA vezérlő manapság az alaplapon. Két csatorna (channell): primary és secondary

ATA

Pin 1	Reset
Pin 2	Ground
Pin 3	Data 7
Pin 4	Data 8
Pin 5	Data 6
Pin 6	Data 9
Pin 7	Data 5
Pin 8	Data 10
Pin 9	Data 4
Pin 10	Data 11
Pin 11	Data 3
Pin 12	Data 12
Pin 13	Data 2
Pin 14	Data 13
Pin 15	Data 1
Pin 16	Data 14
Pin 17	Data 0
Pin 18	Data 15
Pin 19	Ground
Pin 20	Key or VCC_in
Pin 21	DDRQ
Pin 22	Ground
Pin 23	I/O write
Pin 24	Ground
Pin 25	I/O read
Pin 26	Ground
Pin 27	IOCHRDY
Pin 28	Cable select
Pin 29	DDACK
Pin 30	Ground
Pin 31	IRQ
Pin 32	No connect
Pin 33	Addr 1
Pin 34	GPIO_DMA66_Detect
Pin 35	Addr 0
Pin 36	Addr 2
Pin 37	Chip select 1P
Pin 38	Chip select 3P
Pin 39	Activity
Pin 40	Ground



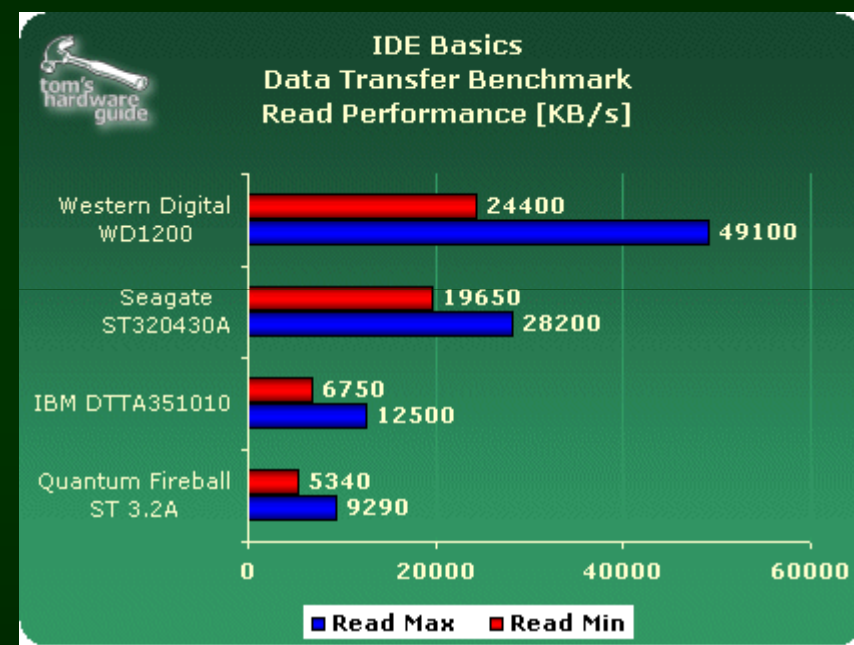
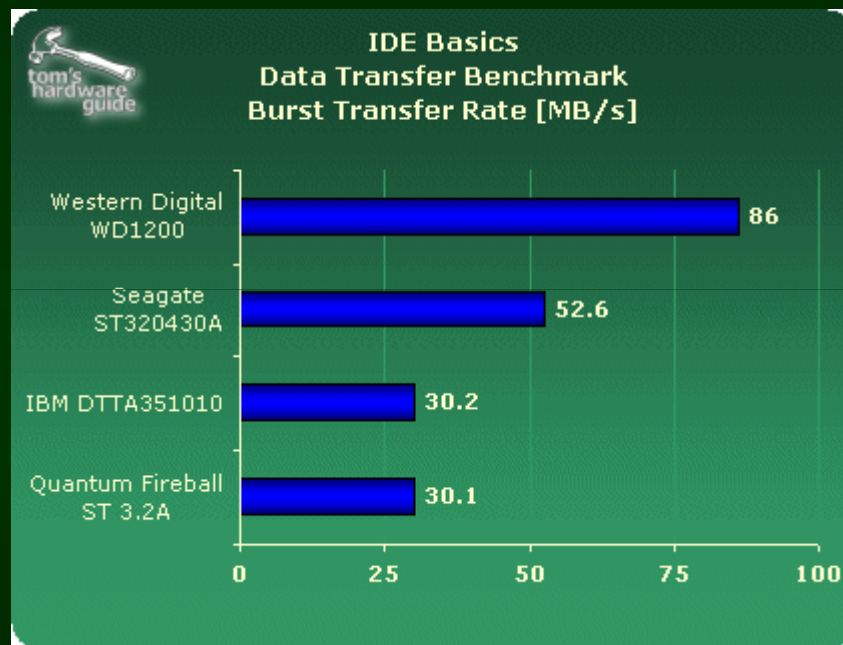
ATA szabványok és jellemzők

Név	Más név	Új jellemzők	ANSI Reference
ATA-1	ATA, IDE	up to 528 MB	<u>X3.221-1994</u> (obsolete since 1999)
ATA-2	EIDE, Fast ATA, Fast IDE, Ultra ATA	24-bit LBA (up to 8.4 GB)	<u>X3.279-1996</u> (obsolete since 2001)
ATA-3	EIDE	28-bit LBA (up to 137 GB) S.M.A.R.T., Security	<u>X3.298-1997</u> (obsolete since 2002)
ATA-4	ATAPI-4, ATA/ATAPI-4	Support for CD-ROM, etc., via ATAPI packet commands	NCITS 317-1998
ATA-5	ATA/ATAPI-5	80-wire cables	NCITS 340-2000
ATA-6	ATA/ATAPI-6	48-bit LBA (up to 144 TB) Automatic Acoustic Management	NCITS 347-2001
ATA-7	ATA/ATAPI-7	--	NCITS 361-2002
ATA-8	ATA/ATAPI-8	--	in project

A sínek© Vadász, 2007.

Ea 6 29

Valamit a teljesítményről ...



<http://www.tomshardware.com/storage/20020806/ide-08.html#benchmarks>

További híres sínek

- **SCSI (Small Computer System Interface) (1981-től)**
 - SCSI-1 (1986)
 - SCSI-2 (Wide, Fast SCSI) (1989)
 - SCSI-3 (1992)
- **Max. 8 (16) eszköz csatlakozhat (de csak 2 kommunikálhat)**
 - **kezdeményező (initiator) (ez lehet a számítógép) és a célberendezés (target) (ez lehet periféria, de akár másik gép is),**
 - **(multimasteres arbitráció).**
 - **Kábelhossz: 6m (25 m), 50 pólusú csatlakozók.**

SCSI interfész összefoglaló

Interfész	Bit szélesség	Órajel	Sín sávszélesség	Max. kábel hossz	Max. eszköszám
SCSI	8 bits	5 MHz	5 MB/s	6m	8
Fast SCSI	8 bits	10 MHz	10 MB/s	1.5-3m	8
Wide SCSI	16 bits	10 MHz	20 MB/s	1.5-3m	16
Ultra SCSI	8 bits	20 MHz	20 MB/s	1.5-3m	5-8
Ultra Wide SCSI	16 bits	20 MHz	40 MB/s	1.5-3m	5-8
Ultra2 SCSI	8 bits	40 MHz	40 MB/s	12m	8
Ultra2 Wide SCSI	16 bits	40 MHz	80 MB/s	12m	16
Ultra3 SCSI	16 bits	40 MHz DDR	160 MB/s	12m	16
Ultra-320 SCSI	16 bits	80 MHz DDR	320 MB/s	12m	16

További híres sín: USB



- **Universal Serial Bus**
 - A gazdagépen USB vezérlő és elosztó (hub) rendszer (fa szerkezetbe csatlakozhatnak eszközök, max. 5 mélység)
 - A max. 5 m kábelen tápfeszültség is
- **Nagyon fejlett plug-n-play lehetőségek**
- **Sokféle eszköz csatlakoztatható (egér, billentyűzet, lapolvasó, kamera, printer, HD, flash memória, hálózat stb.) eszköz osztályok**



USB eszköz osztályok

USB Human interface device class:

egér, billentyűzet (*Low Speed Rate: 1,5 Mbps*)

USB Mass storage device class:

Keydrives, HD, Cards, cameras, audio players
(*Full Speed Rate: 12 Mbps,*
vagy Hi-Speed Rate: 480 Mbps)

USB communication devices class (CDC):

modem, network cards, ISDN, Fax

USB printer device class:

USB audio device class:

hangkártya jellegű eszköz

USB video device class:

webcam, video cam

USB

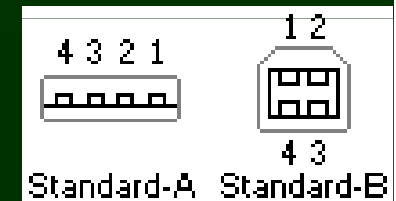
- **A gazdához (host controller) eszközök csatlakoznak az USB sínen**
- **Eszközök funkciók. Az elosztónak (hub) nincs hivatalos funkciója**
 - Minden eszköz/funkció azonosított
- **A végpont: a gazdától távol lévő funkció**
- **A gazdától a végpontig logikai adatcsatorna (pipe) alakul ki. A végpontokhoz 32 aktív csatorna: 16 bemeneti (inward), 16 kiemeneti (outward) (a ki-be a gazda szempontjából meghatározott)**
- **A csatornákon változó méretű csomagok**

USB

- 4 adat-továbbítási típus a csatornákon
 - *Vezérlés*. Kétirányú, parancsok az eszköz felé, állapotinformációk a gazda felé
 - *Megszakítás*. Egyirányú átvitel, olyan eszközökhöz, melyek gyors reakciók kívánnak (egér, billentyűzet, botkormány)
 - *Izokrón*. Egyirányú, garantált sebességű eszközök, ahol csomag elveszhet (telefon, hangszóró, realtime video stb.)
 - *Ömlesztett* (bulk). Kétirányú, nagy adatmennyiség átvitelére, nincs garancia a késedelemre, de visszaigazolós (fájlvitel)

USB

- **Három átviteli sebesség**
 - **Low Speed Rate:** 1.5 Mbps.
Főleg HiD (Human Interface Devices) eszközökre
 - **Full Speed Rate:** 12 Mbps.
USB 2.0 előtt ez volt a maximum
 - **Hi-Speed Rate:** 480 Mbps. Csak USB 2.0 –tól.
- **Az USB csatlakozók**
 - A és B típus, nem cserélhetők fel (nincs kör)
 - 4 vezeték (Power, D+, D-, Föld).
Csavart érpár, jobb az árnyékolt.
 - Power: 5 V, 500 mA. Nagy teljesítményt igénylő eszközhöz nem biztos, hogy elég



USB verziók

- **USB 1.0 FDR** 1995. nov.
- **USB 1.0** 1996. jan.
- **USB 1.1** 1998. szept.
- **USB 2.0** 2000. ápr.
 - **HI-Speed Mode**
- **USB 2.0 revised** 2002. dec.
 - **Mindhárom ráta, hátrafelé kompatibilitás**
- **USB 3.0** 2008
 - **5 Gbps**

További híres sínek: a FireWire



- **FireWire (IEEE 1394) (1995), i.Link**
 - PC-k (és izokrón eszközök) külső soros sínje
 - Apple fejlesztés. Sony: i.Link
- **IEEE-1394a 2000.**
- **IEEE-1394b 2002.**

- **Fire Wire: 63 eszközt, elosztón (hub)**
 - Több gazda is (és IP-hez nem kell speciális chipset)
 - Eszközök társaloghatnak a a CPU nélkül is (peer-to-peer)
 - Plug-n-play támogatás
 - Unregulated 25V (9-12V), 7-8W terhelés portonként

FireWire változatok

- **FireWire 400**
 - 100, 200, 400 Mbps sebességek (gyakorlatilag kissé kisebb: 98, 196, 392)
 - Kábel hossz 4,5 m, de 16 eszköz összeláncolható (daisy chain)
 - 6 v. 4 lábás csatlakozó, kábel
- **FireWire 800 (2003.)**
 - 786 Mbps, de kompatibilis a 400-as eszközökkel
 - 9 lábás csatlakozó



PCI Express

- **1991 - 2004 között a PCI helytállt**
 - 1997-től az AGP „kisegítette”
- **Tovább nőtt az igény**
- **PCIe: mind az Intel és AMD alaplapon**
 - soros, point-to-point sín
 - Skálázható (lane: 4-es szélességű adatutak többszörözhető)

PCIe	Lanes	Pins	MB/s	Purpose
x1	1	4	500 MB/s	Device
x2	2	8	1000 MB/s = 1 GB/s	Device
x16	16	64	8000 MB/s = 8 GB/s	Graphics Card