

Misák Sándor

SZÁMÍTÓGÉPES ARCHITEKTÚRÁK

Nanoelektronikai és
Nanotechnológiai Részleg

DE TTK

v.0.2 (2007.03.06.)

3. előadás

A SZÁMÍTÓGÉP- RENDSZEREK FELÉPÍTÉSE

A SZÁMÍTÓGÉPRENDSZEREK FELÉPÍTÉSE

3. előadás

1. Processzorok:

- CPU felépítése, utasítás-végrehajtás;
- RISC és CISC processzorok, RISC tervezési elvek;
- Utasításszintű párhuzamosság (csővezeték, szuperskaláris architektúrák);
- Processzorszintű párhuzamosság.

A SZÁMÍTÓGÉPRENDSZEREK FELÉPÍTÉSE

3. előadás

2. Központi memória:

- Bitek, memóriacímek, bájtrend;
- Hibajavító kódok;
- Gyorsítótár (cache-tár);
- Memóriatokozás és -típusok.

A SZÁMÍTÓGÉPRENDSZEREK FELÉPÍTÉSE

3. előadás

3. Háttérmemória:

- Memóriahierarchia;
- Mágneslemezek;
- Hajlékonylemezek;
- IDE-lemezek, SCSI-lemezek;
- RAID;
- CD-ROM (CD-R, CD-RW, DVD, Blu-Ray).

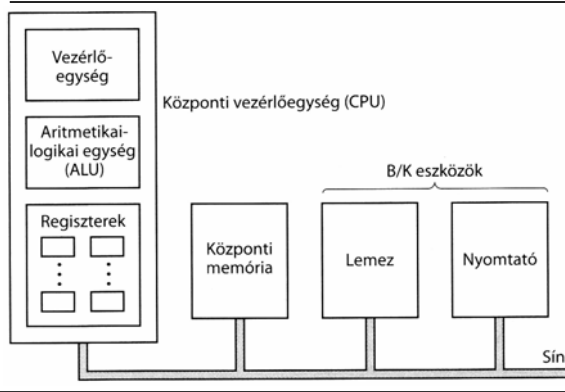
A SZÁMÍTÓGÉPRENDSZEREK FELÉPÍTÉSE

3. előadás

4. Bemenet / Kimenet:

- Sínek;
- Terminálok (billentyűzet, monitorok, video RAM-ok);
- Egér, nyomtatók, digitális kamerák;
- Telekommunikációs berendezések (modemek, digitális előfizetői vonalak, kábeles Internet);
- Karakterkódok.

EGYSZERŰ SÍNALAPÚ SZÁMÍTÓGÉP



EGYSZERŰ SÍNALAPÚ SZÁMÍTÓGÉP FELÉPÍTÉSE

Központi feldolgozó egység (CPU):

Feladata a központi memóriában tárolt **programok végrehajtása**, azaz a program utasításainak egymás utáni beolvasása, értelmezése és végrehajtása. Különálló részekből áll:

- **Vezérlőegység (CU);**
- **Aritmetikai-logikai egység (ALU);**
- **Regisztertár (általános célú és speciális regiszterek).**

EGYSZERŰ SÍNALAPÚ SZÁMÍTÓGÉP FELÉPÍTÉSE

Vezérlőegység (CU):

A **CU** feladata az **utasítások beolvasása** a központi memóriából és az **utasítások típusának megállapítása**.

Aritmetikai-logikai egység (ALU):

Az **ALU** a program utasításainak végrehajtásához szükséges **műveleteket végez**.

Regisztertár:

Kisméretű, gyors memória, amelyben **részeredmények és bizonyos (processzorállapot, vezérlési) információk tárolódnak**.

EGYSZERŰ SÍNALAPÚ SZÁMÍTÓGÉP FELÉPÍTÉSE

Központi memória:

A tárolóban **található** a végrehajtás alatt lévő **program** és a feldolgozásban felhasznált **adatok** is.

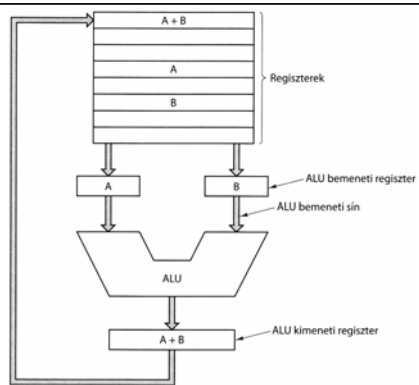
Sín (busz):

A számítógép egyes részeit köti össze, amely **címek, adatok és vezérlő jelek továbbítására** szolgáló vezetékköteg.

A **CPU-t** tekintve a sín lehet:

- **belső** (a CPU belső egységei között; CPU ↔ társprocesszor);
- **külső** (CPU ↔ központi memória, CPU ↔ Be/Ki egységek).

NEUMANN-ELVŰ SZÁMÍTÓGÉP ADATÚTJA



NEUMANN-ELVŰ SZÁMÍTÓGÉP ADATÚTJA

Egy tipikus Neumann-elvű számítógép egyik része láttuk, az ún. **adatút (data path)**, melynek részei a **regiszterek** (általában **1÷32**), az **ALU** és az ezeket összekötő néhány **sín**.

A legtöbb **utasítás két kategóriába** sorolható:

- **Regiszter-memória utasítások** (segítségükkel tölthetünk át szavakat a memóriából a regiszterekbe, valamint a regiszterek tartalmát írhatjuk vissza a memóriába);
- **Regiszter-regiszter utasítások** (ld. az előző ábra regiszterek és ALU közötti adatmozgást).

NEUMANN-ELVŰ SZÁMÍTÓGÉP ADATÚTJA

A két operandusnak az **ALU-n** történő átfutásából és az eredmény regiszterbe tárolásából álló folyamatot **adatútciklusnak** nevezzük.

Ez a legtöbb **CPU lelke**. Jelentős mértékben ez határozza meg, hogy a gép mire képes.

Minél **gyorsabb az adatútciklus**, annál **gyorsabban dolgozik a gép**.

UTASÍTÁS-VÉGREHAJTÁS

1. A soron következő utasítás beolvasása a memóriából az utasításregiszterbe.
2. Az utasításszámláló regiszter beállítása a következő utasítás címére.
3. A beolvasott utasítás típusának meghatározása.
4. Ha az utasítás memóriabeli szót használ, a szó helyének megállapítása.
5. Ha szükséges, a szó beolvasása a CPU regiszterébe.
6. Az utasítás végrehajtása.
7. Vissza az 1. pontra, a következő utasítás megkezdése.

UTASÍTÁS-VÉGREHAJTÁS

Az utasítás-végrehajtás **lépéssorozatát betöltő-dekódoló-végrehajtó ciklusnak** nevezzük.

Központi szerepe van minden számítógép működésében.

Mikroarchitektúra-szinten az **utasítások végrehajtása** kétféleképpen történhet:

- Értelmezéssel (mikroprogrammal);
- Közvetlenül (elektronikus áramkörökkel)

UTASÍTÁS-VÉGREHAJTÁS

Az első számítógépeknek **kicsi, egyszerű utasításkészletük** volt.

Jött a felfedezés, hogy **összetettebb utasítások alkalmazása** esetén a programok **végrehajtási ideje** sok esetben **csökken**, annak ellenére, hogy az egyes utasítások végrehajtása több időt vehet igénybe.

Összetett utasítások:

- Lebegőpontos utasítások;
- Tömbelemek közvetlen elérését lehetővé tevő gépi utasítások.

UTASÍTÁS-VÉGREHAJTÁS

Az **összetettebb utasítások** előnyösebbek voltak, mert **hardvermegoldásokkal** több utasítást **párhuzamosítva (átlapolva)** lehetett végrehajtani.

Ezt a megoldást drágább, nagyobb teljesítményű gépeknél alkalmazták.

Olcsóbb gépeken az összetett utasítások megvalósítását (utasítás-kompatibilitás miatt) csak **utasításinterpretálással** (mikroprogramozott utasítás-végrehajtás) lehetett megoldani.

Az értelmezőalapú számítógépek elterjedése a **gyors**, csak **olvasható tára**knak, az ún. **vezérlőtára**knak (**control store**) köszönhető, amelyekben az értelmezőt tárolták el.

UTASÍTÁS-VÉGREHAJTÁS

Az **interpretált utasításokkal** ellátott egyszerű gépek **előnyei:**

- **Olcsóbb hardveres kivitel.**
- **Hibásan implementált utasítások helyszíni javításának** vagy akár az alaphardverben előforduló tervezési hibák áthidalásának lehetősége.
- **Lehetőség új utasítások hozzáadására minimális költséggel, akár a számítógép leszállítása után is.**
- **Strukturált felépítés**, amely lehetővé tette az összetett utasítások hatékony fejlesztését, tesztelését és dokumentálását.

RISC ÉS CISC PROCESSZOROK

RISC = Reduced Instruction Set Computer (csökkentett utasításkészletű számítógép);

CISC = Complex Instruction Set Computer (összetett utasításkészletű számítógép).

- RISC processzorok: MIPS, SPARC.
- Elgondolások:
 - kevés utasítás (legalábbis az első RISC processzorokban);
 - egyszerű, szabályos felépítésű, gyorsan végrehajtható utasítások;
 - minél több utasítás elindítása (kiadása) 1 s alatt.

RISC TERVEZÉSI ELVEK

- Az összes utasítás közvetlen hardveres végrehajtása;
- Az utasításkiadási (-indítási) ütem maximalizálása;
- Az utasítások könnyű dekódolhatósága;
- Csak a betöltő (LOAD) és tároló (STORE) utasítások hivatkozhatnak a memóriára (a többi utasítás csak regisztert használhat);
- Nagy regisztertár (≥ 32 regiszter).

RISC ÉS CISC PROCESSZOROK ÖSSZEHOSONLÍTÁSA

Főbb jellemzők	CISC processzorok	RISC processzorok
Utasítás-végrehajtás	Mikroprogramvezérelt: <ul style="list-style-type: none"> • igen bonyolult mikroeljárások; • nagy mikroprogram-tároló; • bonyolult, több gépi ciklus alatti művelet sor. 	Huzalozott (hardveres): <ul style="list-style-type: none"> • Nincs mikroprogram; • Bonyolult fordítóprogram állítja elő a végső programkódot; • bonyolult utasítások elhagyása, egy órajel alatti utasítás-végrehajtási idő.
Utasításkészlet	Sokféle (100+300) utasítás.	Kevés (<128) utasítás.
Memóriacímzési módok	8-20	2-4

RISC ÉS CISC PROCESSZOROK ÖSSZEHOSONLÍTÁSA

Főbb jellemzők	CISC processzorok	RISC processzorok
Memóriakezelő utasítások	Sokféle, tárolót közvetlenül igénybevevő, megcímző utasítás használati lehetősége.	Memóriahasználatra csak 2 (LOAD és STORE) utasítás áll rendelkezésre.
Utasítások szerkezete	<ul style="list-style-type: none"> • sok mezőből álló, bonyolult utasítások; • több utasításformátum; • változó hosszúságúak. 	<ul style="list-style-type: none"> • kevés mezőből álló, egyszerű utasítások; • kevés utasításformátum; • rögzített hosszúságúak.
Hardver	<ul style="list-style-type: none"> • bonyolult hardver; • VLSI gyártási technológia; • nagy regisztertár; • pipeline-technika alkalmazása. 	<ul style="list-style-type: none"> • egyszerűbb hardver; • VLSI gyártási technológia; • nagy regisztertár; • pipeline-technika alkalmazása.

PROCESSZORTELJESÍTMÉNY-NÖVELÉS

- Órajel-frekvencia növelése (a gyártási technológia korlátozza);
- Párhuzamosítás (több utasítás végrehajtása egyszerre):
 - Utasításszintű párhuzamosság (kihasználja az egyes utasításokban rejlő párhuzamosságot, több utasítás kiadása (elindítása) másodpercenként);
 - Processzorszintű párhuzamosság (több processzor dolgozik egyszerre ugyanazon a feladaton).

UTASÍTÁSSZINTŰ PÁRHUZAMOSSÁG

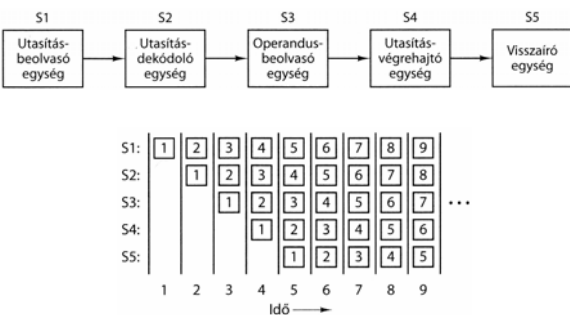
- Csővezeték-technika (pipeline-technika);
- Szuperskaláris processzor-felépítés.

A csővezeték egységeit fázisoknak nevezzük.

A csővezeték lehetővé teszi, hogy kompromisszumot kössünk késleltetés (mennyi ideig tart egy utasítás végrehajtása) és áteresztőképesség (hány MIPS a processzor sebessége) között.

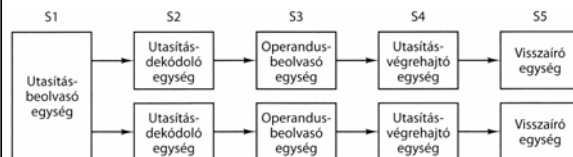
Ha az órajel T ns (nanosekundum), a csővezeték n fázisú, a késleltetés nT ns, mivel minden utasítás n állapotban halad keresztül és mindegyikben T ideig tartózkodik.

ÖTFÁZISÚ CSÖVEZETÉK



A fázisok állapota az idő függvényében (az ábrán kilenc órajelciklus látható)

SZUPERSKALÁRIS ARCHITEKTÚRÁK

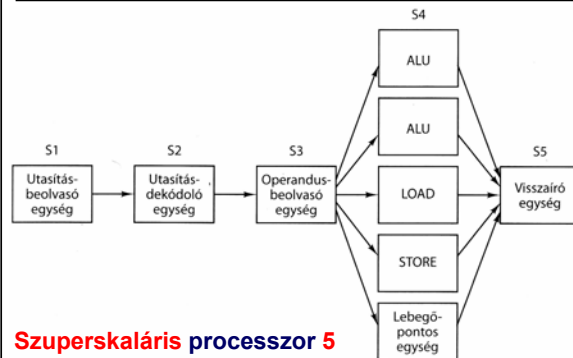


Kettős csövezeték közös utasítás-beolvasó egységgel (pl. Intel Pentium processzor 5 fázisú, ún. U és V pipeline-ja)

SZUPERSKALÁRIS ARCHITEKTÚRÁK

- A csövezeték számát meglehet növelni 4-el, de már túl sok hardverelemet kell megduplálni.
- Nagy teljesítményű (szuperskaláris) processzorokban csak egy csövezeték használnak, de több funkcionális egységgel.
- A szuperskaláris architektúra kifejezés ennek az elrendezésnek a jelölésére született.

SZUPERSKALÁRIS ARCHITEKTÚRÁK



Szuperskaláris processzor 5 funkcionális egységgel

SZUPERSKALÁRIS ARCHITEKTÚRÁK

- Nagyon kicsi a különbség két CPU között, ha az egyik 100 ns órajelenként ad ki egy utasítást a funkcionális egységek egy csoportja számára, a másik pedig 400 ns órajelenként négy utasítást ad ki ugyanennek a csoportnak.
- Mindkét esetben az az alapötlet, hogy az utasítások kiadásának sebessége nagyobb, mint a végrehajtás sebessége, így a terhelés megoszlik a funkcionális egységek között.
- Teljesítménynövelés csak abban az esetben érhető el, ha az utasítás-előkészítési fázis lényegesen rövidebb a végrehajtó fázisnál.

PROCESSZORSZINTŰ PÁRHUZAMOSÍTÁS

- Többszámítógépek:
 - Tömbprocesszor;
 - Vektorprocesszor.
- Multiprocesszorok.
- Multiszámítógépek (üzenetátadásos gépek).
 - Az utasításszintű párhuzamosítással 5-10-szeres processzorteljesítmény-növelés érhető el.
 - Viszont a processzorszintű párhuzamosítással, vagyis több CPU-t tartalmazó számítógéppel, elérhető akár az 50-100-szoros processzorteljesítmény-növelés.

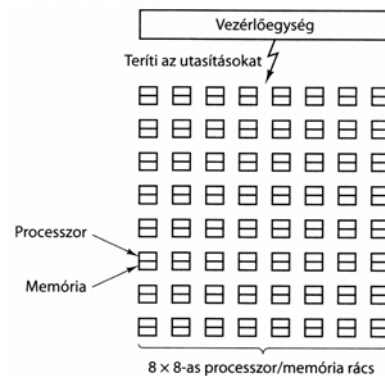
TÖMBPROCESSZOR

Egy **tömbprocesszor** nagyszámú egyforma **processzorból** áll, ezek ugyanazt a műveletsorozatot végzik el különböző adathalmazokon (ún. **SIMD**-processzorok).

ILLIAC IV (University of Illinois):

- 4 negyedből álló gép;
- Minden negyedben **8x8-as** négyzethálóban processzor/memória párokkal.
- Negyedenként egy **vezérlőegység** adta ki az utasításokat, melyeket a hozzá tartozó processzorok **szinkronizálva** hajtottak végre.
- az adatokat mindegyik a saját memóriából vette (amit egy **inicializálási fázisban** töltöttek fel).

ILLIAC IV TÍPUSÚ TÖMBSZÁMÍTÓGÉP



TÖMBPROCESSZOR

Tömbprocesszorokat jelenleg nem gyártanak, azonban az **ötlet** egyáltalán nem halt meg.

Az **MMX** és az **SSE utasítások**, amelyek a **Pentium 4** utasításkészletében találhatók, ezt a **végrehajtási modellt** használják a **multimédia-szoftver felgyorsítására**.

Ebben a tekintetben az **ILLIAC IV** a **Pentium 4** egyik **elődjének** tekinthető.

VEKTORPROCESSZOR

A **tömb- és a vektorprocesszorok is adattömbökkel** dolgoznak.

PI. két vektor elemeinek páronkénti összeadását a **tömbprocesszorok** úgy végzik, hogy a **vektor elemszámával megegyező számú összeadóegységet** tartalmaznak.

A **vektorprocesszorok** viszont ezt a műveletet úgy végzik, hogy **vektorregisztereket (regiszterláncot)** alkalmaznak.

Egy **vektorregiszter** több hagyományos regiszterből áll, ezeket a betöltő utasítás után, sorosan tölti fel a memóriából.

VEKTORPROCESSZOR

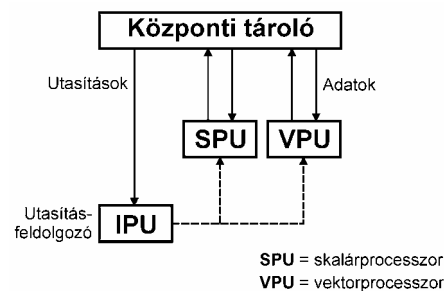
Ezután a vektorösszeadó utasítás végrehajtja két ilyen vektor elemeinek páronkénti összeadását úgy, hogy egy **csővezetékes összeadóba** irányítja a párokat a két vektorregiszterből.

A vektorösszeadás eredménye egy újabb vektor, amelyet egy vektorregiszterbe lehet tárolni, vagy közvetlenül fel lehet használni egy újabb vektorművelet operandusaként.

Skalár műveletek végrehajtásához a **vektorszámítógépben** külön egy **skalárprocesszort** alakítottak ki.

Első ilyen számítógép a **Cray-1 (1974)**.

VEKTORSZÁMÍTÓGÉP



MULTIPROCESSZOR

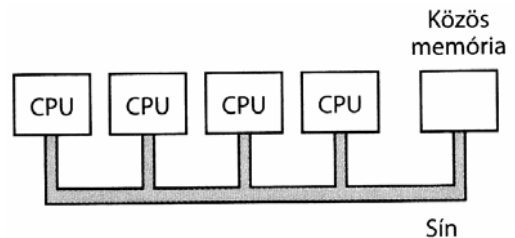
Egy **tömbprocesszor** **feldolgozóegységei nem függetlenek** egymástól, mert mindegyiküket **egy közös vezérlőegység** felügyeli.

A **multiprocesszor** olyan rendszer, amelyben **közös memóriát** használó **egynél több CPU** található.

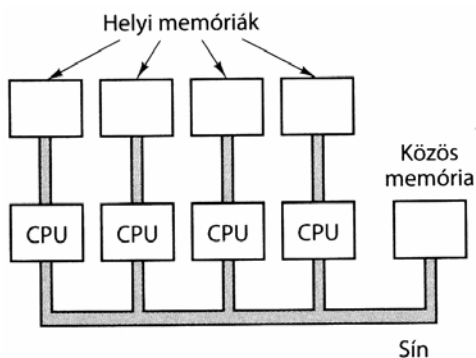
Mivel mindegyik **CPU** írhatja és olvashatja a memória bármely részét, **együtt kell működniük (szoftveresen)**, hogy ne legyenek egymás útjában.

Amikor **két vagy több CPU** rendelkezik azzal a képességgel, hogy **szorosan együttműködjenek**, mint ahogyan a multiprocesszorok esetében, akkor azokat **szorosan kapcsoltaknak** nevezik.

EGYSÍNES MULTIPROCESSZOR



MULTIPROCESSZOR LOKÁLIS MEMÓRIÁKKAL



MULTISZÁMÍTÓGÉP

Habár kevés (≤ 256) processzorból álló multiprocesszorok aránylag könnyen építhetők, nagyokat meglepően nehéz konstruálni.

A **nehézséget az összes processzor és a memória összekötése** jelenti.

A sok összekapcsolt számítógépből álló rendszereket, amelyeknek **csak saját memóriájuk van és közös memóriájuk nincs**, **multiszámítógépeknek** nevezik.

Akár több **1000** processzort tartalmazó mutiszámítógépet is építettek már.

A **multiszámítógép** processzorai **üzenetek küldésével** kommunikálnak egymással.

MULTISZÁMÍTÓGÉP

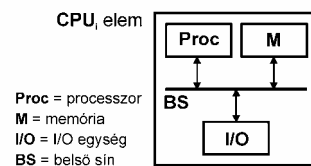
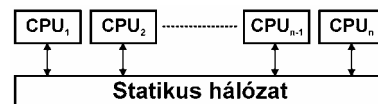
A **multiszámítógépeket 2, 3 dimenziós rácsba, fákba, gyűrűkbe** kötik (nem kötik össze mindegyiket egymáshoz).

Ennek következtében egy gép valamelyik másikkal küldött üzeneteinek gyakran egy vagy több közbenső gépen vagy csomóponton kell áthaladniuk ahhoz, hogy a kiindulási helyükről elérjenek a céljukhoz.

Mindazonáltal **néhány mikrosekundos nagyságrendű üzenetküldési idők** nagyobb nehézség nélkül elérhetők.

A **multiszámítógépek CPU-it időnként lazán kapcsoltaknak** nevezik, megkülönböztetve őket a multiprocesszorokban található szorosan kapcsolt CPU-któl.

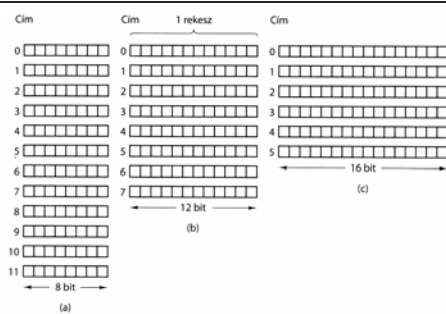
MULTISZÁMÍTÓGÉP



Proc = processzor
M = memória
I/O = I/O egység
BS = belső sín

Multiprocesszoros architektúra statikus kapcsolati rendszerrel

MEMÓRIACÍMEK



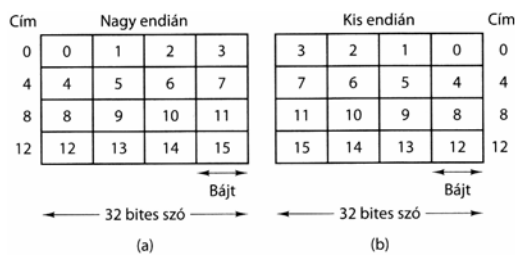
Egy **96 bites** memória **háromféle** szervezési módja

MEMÓRIAREKESZEK

Számítógép	Bit/rekesz
Burroughs B1700	1
IBM PC	8
DEC PDP-8	12
IBM 1130	16
DEC PDP-15	18
XDS 940	24
Electrologica X8	27
XDS Sigma 9	32
Honeywell 6180	36
DCD 3600	48
CCD Cyber	60

Bitek száma rekeszenként néhány számítógépben

BÁJTSORREND



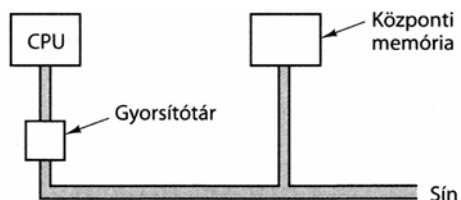
a) **Nagy endian** memória;
b) **Kis endian** memória

HIBAJAVÍTÓ KÓDOK

Szó hossza	Ellenőrző bitek	Teljes hossz	Hozzáadott bitek százaléka
8	4	12	50
16	5	21	31
32	6	38	19
64	7	71	11
128	8	136	6
256	9	265	4
512	10	522	2

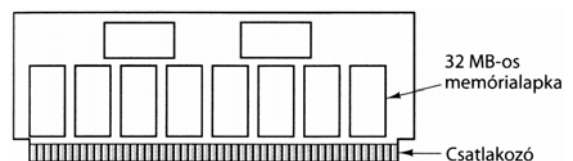
Egyetlen **bit**hibát javítani képes kódoláshoz **szükséges ellenőrző bitek száma**

GYORSÍTÓTÁR



A gyorsítótár **logikailag** a CPU és a **központi memória** között helyezkedik el. **Fizikailag számos** olyan hely van, ahová elhelyezhető

MEMÓRIATOKOZÁS ÉS -TÍPUSOK



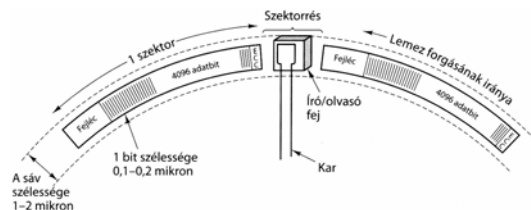
Egy **256 Mb-os SIMM** (Single Inline Memory Module). A két felső lapka vezérli a **SIMM** működését

MEMÓRIAHIERARCHIA



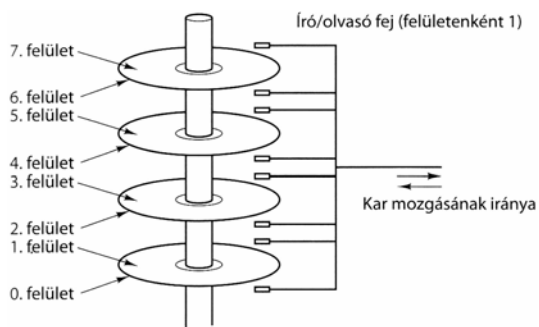
Ötszintű memóriahierarchia

MÁGNESLEMEZEK



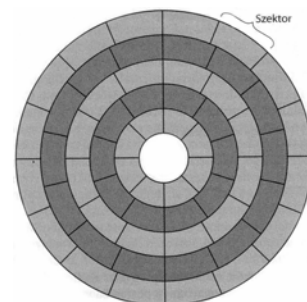
Egy sáv részlete. Két szektor látható a képen

MÁGNESLEMEZEK



Lemezegység négy koronggal

MÁGNESLEMEZEK



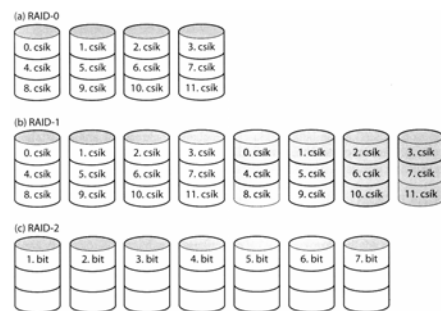
Egy lemezegység öt zónával. Minden zónában sok sáv található

SCSI-LEMEZEK

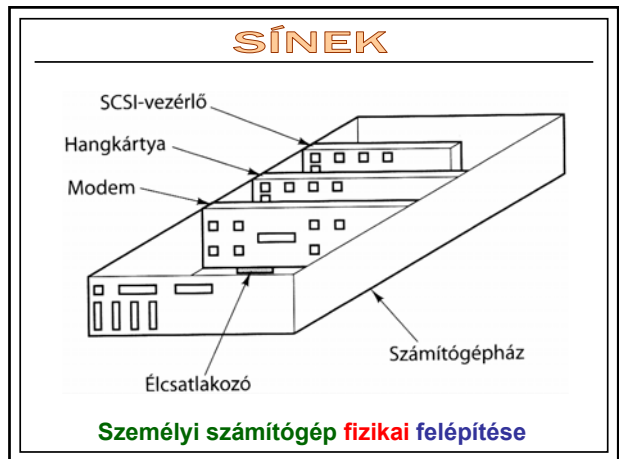
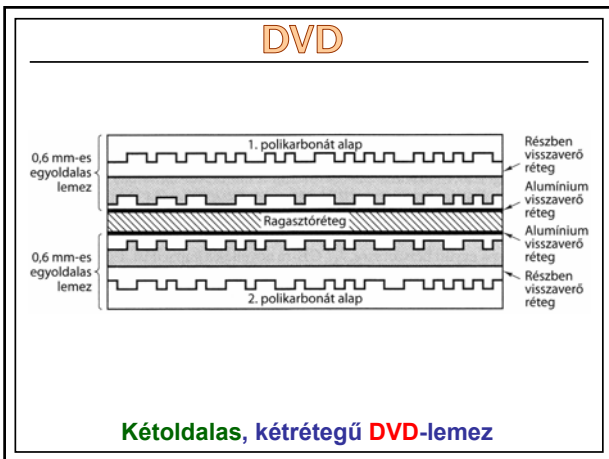
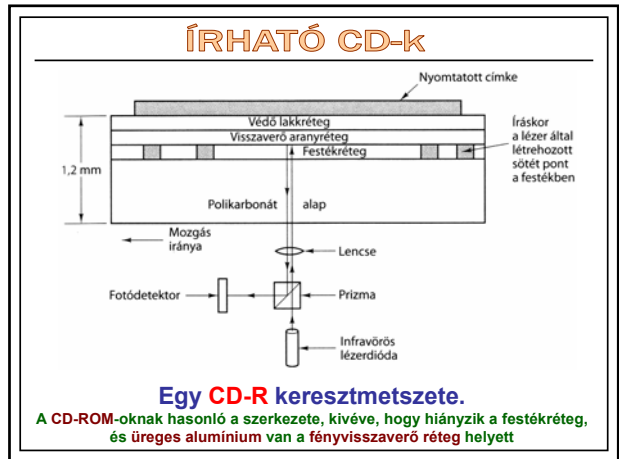
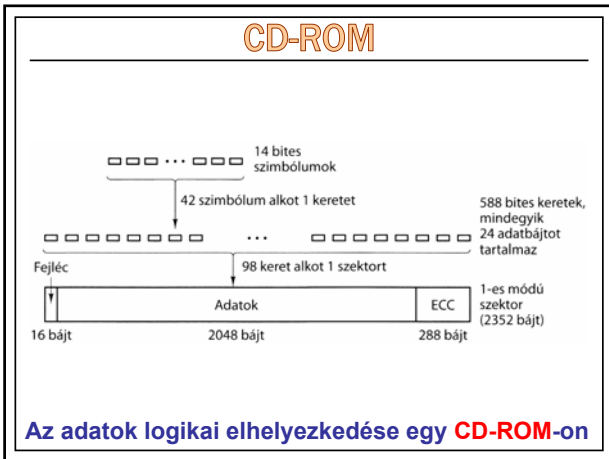
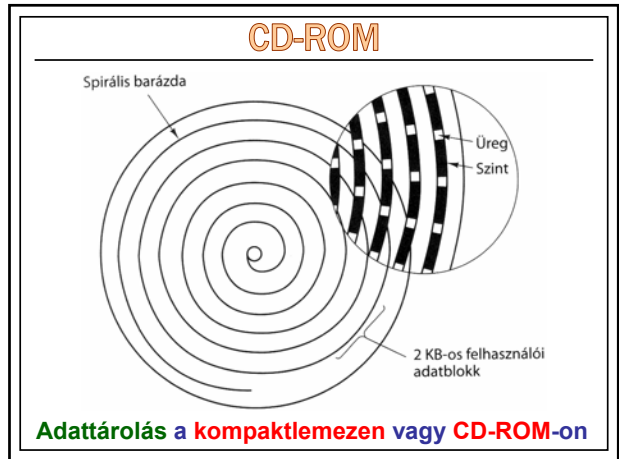
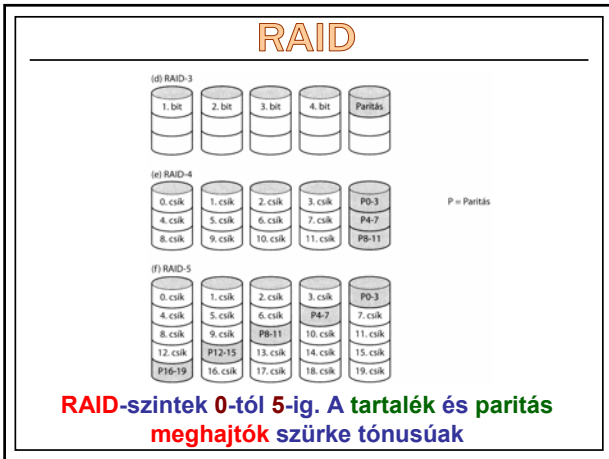
Név	Adatbitek	Sín MHz	MB/s
SCSI-1	8	5	5
Fast SCSI	8	10	10
Wide Fast SCSI	16	10	20
Ultra SCSI	8	20	20
Wide Ultra SCSI	16	20	40
Ultra2 SCSI	8	40	40
Wide Ultra2 SCSI	16	40	80
Ultra3 SCSI	8	80	80
Wide Ultra3 SCSI	16	80	160
Ultra4 SCSI	8	160	160
Wide Ultra4 SCSI	16	160	320

Néhány lehetséges SCSI-paraméter

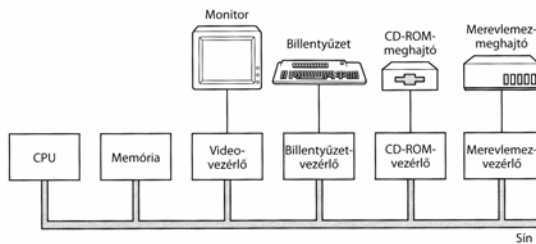
RAID



RAID-szintek 0-tól 5-ig. A tartalék és paritás meghajtók szürke tónusúak

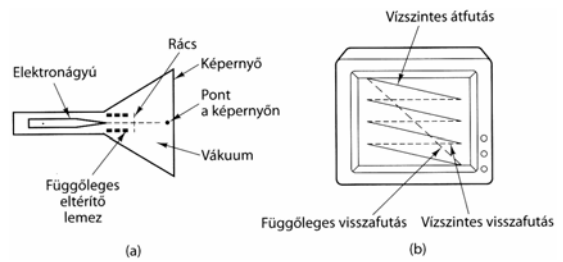


SÍNEK



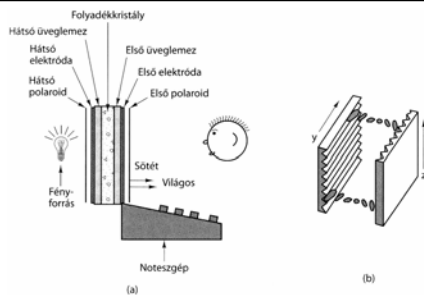
Egy tipikus modern PC egy PCI és egy ISA sínnel.
A modem és a hangkártya ISA-eszköz; a SCSI-vezérlő PCI-eszköz

KATÓDSUGÁRCSÖVES MONITOROK



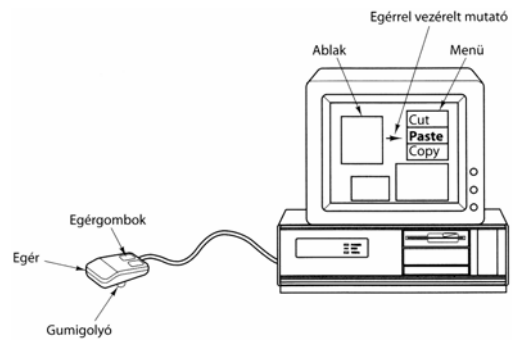
a) Katódsugárcső keresztmetszete.
b) Az elektronsugár útja

LAPOS MEGJELENÍTŐK



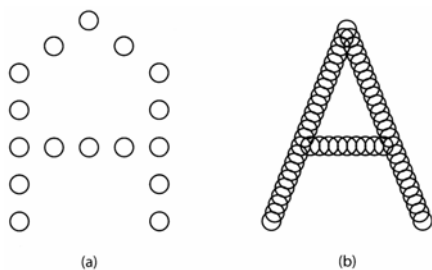
a) Egy LCD képernyő felépítése.
b) A hátsó és az első lemezek barázdái merőlegesen egymásra

EGÉR



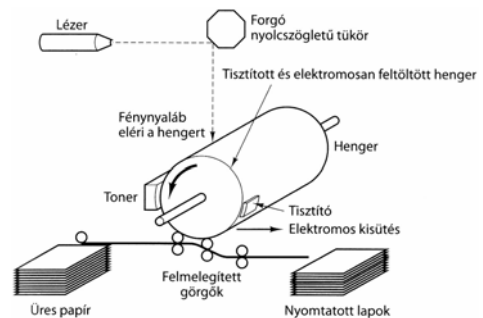
Menüelemek kiválasztása egérrel

NYOMTATÓK



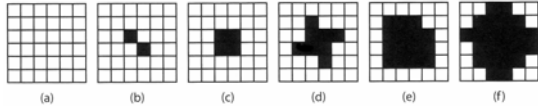
a) Az „A” betű 5x7-es mátrixon.
b) Az „A” betű 24 átfedő túvel nyomtatva

NYOMTATÓK



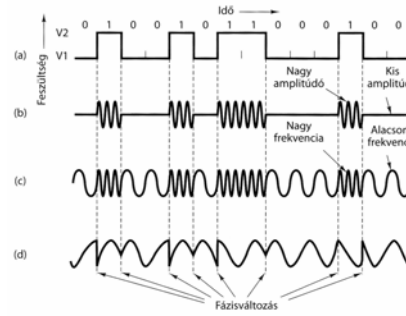
A lézernyomtató működése

NYOMTATÓK



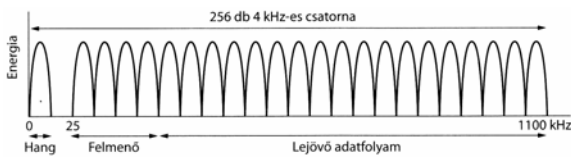
Szürkeségi árnyalatokhoz tartozó **halftone** pontok.
(a) 0-6. (b) 14-20. (c) 28-34. (d) 56-62. (e) 105-111.
(f) 161-167

TELEKOMUNIKÁCIÓS BERENDEZÉSEK



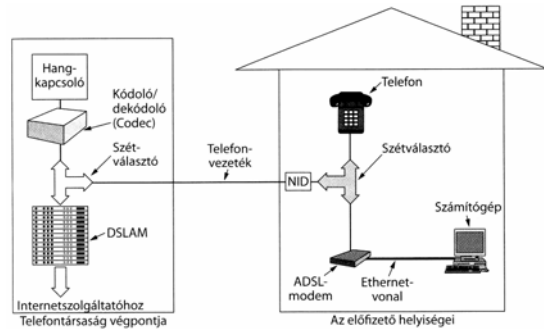
A **01001011000100** bináris szám bitenkénti átvitele
 telefonvonalon. **(a)** Kétszintű jel. **(b)** Amplitúdómoduláció. **(c)**
 Frekvenciamoduláció. **(d)** Fázisváltozás

DIGITÁLIS ELŐFIZETŐI VONALAK



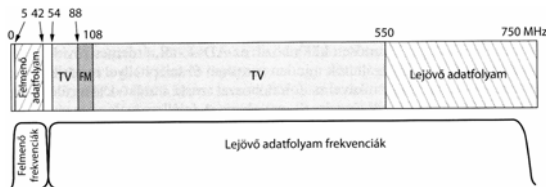
Az **ADSL** működése

DIGITÁLIS ELŐFIZETŐI VONALAK



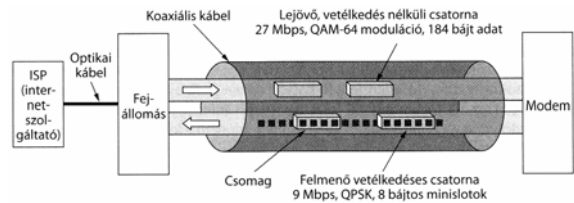
Egy tipikus **ADSL**-berendezés konfigurációja

KÁBELES INTERNET



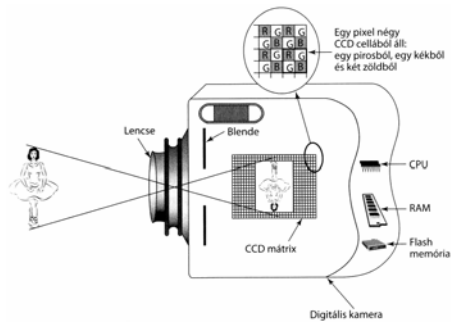
Egy tipikus **kábeltéves internetszolgáltatás**
 frekvenciakiosztási diagramja

KÁBELES INTERNET



A **felmenő** és a **lejövő csatornák** tipikus részletei Észak-Amerikában.
 A **QAM-64** (Quadrature Amplitude Modulation, kvadrátúra amplitúdómoduláció) **6 bit/Hz**-et enged meg, de magasabb frekvenciákon is működik. A **QPSK** (Quadrature Phase Shift Keying, kvadrátúra fáziseltolós kódolás) alacsony frekvenciákon működik, és csak **2 bit/Hz**-et enged meg.

DIGITÁLIS KAMERÁK



A digitális kamera

KARAKTERKÓDOK

Hexadecimális kód	Név	Jelentés
0	NE	Null
1	SOH	Start Of Heading (Főcímszöveg kezdete)
2	STX	Start Of Text (Szöveg kezdete)
3	ETX	End Of Text (Szöveg vége)
4	EOT	End Of Transmission (Átviteli vége)
5	ENO	Enquiry (Függőkérdés)
6	ACK	ACKnowledgement (Nyugta)
7	BEI	Bell (Csengő)
8	BS	BackSpace (Törlés)
9	HT	Horizontal Tab (Vízszintes tabulátor)
A	LF	Line Feed (Sorváltás)
B	VT	Vertical Tab (Függőleges tabulátor)
C	FF	Form Feed (Lapdobás)
D	CR	Carriage Return (Kocsis vészjel)
E	SO	Shift Out (Váltóképesítés)
F	SI	Shift In (Váltóképesítés)
10	DLE	Data Link Escape (Vezérlőkérelem)
11	DC1	Device Control 1 (Eszközevítő 1)
12	DC2	Device Control 2 (Eszközevítő 2)
13	DC3	Device Control 3 (Eszközevítő 3)
14	DC4	Device Control 4 (Eszközevítő 4)
15	NAK	Negative ACKnowledgement (Negatív nyugta)
16	SYN	Synchronous Idle (Sínkiesés)
17	ETB	End of Transmission Block (Átviteli blokk vége)
18	CAN	Cancel (Mégse)
19	EM	End of Medium (Adathordozó vége)
1A	SUB	Substitute (Helyettesítés)
1B	ESC	Escape (Vezérlőjel)
1C	FS	File Separator (Fájlválasztó)
1D	GS	Group Separator (Csoportválasztó)
1E	RS	Record Separator (Rögzítésválasztó)
1F	LS	Line Separator (Éggyeljesválasztó)

Az ASCII kódok

KARAKTERKÓDOK

Hexa-dec-kód	Karak-ter	Hexa-dec-kód	Karak-ter	Hexa-dec-kód	Karak-ter	Hexa-dec-kód	Karak-ter	Hexa-dec-kód	Karak-ter	Hexa-dec-kód	Karak-ter
20	(Szóköz)	30	0	40	@	50	P	60	·	70	p
21	!	31	1	41	A	51	Q	61	a	71	q
22	*	32	2	42	B	52	R	62	b	72	r
23	#	33	3	43	C	53	S	63	c	73	s
24	\$	34	4	44	D	54	T	64	d	74	t
25	%	35	5	45	E	55	U	65	e	75	u
26	&	36	6	46	F	56	V	66	f	76	v
27	'	37	7	47	G	57	W	67	g	77	w
28	(	38	8	48	H	58	X	68	h	78	x
29	)	39	9	49	I	59	Y	69	i	79	y
2A	*	3A	:	4A	J	5A	Z	6A	j	7A	z
2B	+	3B	;	4B	K	5B	[	6B	k	7B	{
2C	,	3C	<	4C	L	5C	\	6C	l	7C	|
2D	-	3D	=	4D	M	5D	]	6D	m	7D	}
2E	.	3E	>	4E	N	5E	^	6E	n	7E	~
2F	/	3F	?	4F	O	5F	_	6F	o	7F	DEL

Az ASCII kódok