

PC ISMERETEK I.

Hardver alapok

Rébay Viktor

2004. február 6.

Tartalomjegyzék

1. A PC-k felépítése	6
1.1. Általános felépítés	6
2. Alaplapok	8
2.1. Fizikai méret és kialakítás	8
2.1.1. Baby AT (BAT)	8
2.1.2. AT	8
2.1.3. LPX és Mini-LPX	9
2.1.4. ATX	10
2.1.5. Micro-ATX	11
2.1.6. Flex-ATX	11
2.1.7. NLX	11
2.1.8. WTX	12
2.2. Chipkészlet	12
2.2.1. Processzor családok támogatása	12
2.2.2. Processzor órajelek	13
2.2.3. Többprocesszoros támogatás	13
2.2.4. Memória támogatás	13
2.2.5. Cache memóriák támogatása	13
2.2.6. Chipkészlet pufferek	14
2.2.7. Memória időzítés	14
2.2.8. Gyakori chipkészletek jellemzői	15
2.3. Buszrendszerek	16
2.3.1. ISA (Industry Standard Architecture)	16
2.3.2. MCA (MicroChannel Architecture)	17
2.3.3. EISA (Extended Industry Standard Architecture)	18
2.3.4. VL-Bus (VESA Local Bus)	19
2.3.5. PCI (Peripheral Component Interconnect)	20
2.3.6. AGP (Accelerated Graphics Port)	21
2.4. Processzor foglalatok típusai	23
2.5. BIOS	24
2.5.1. A CMOS memóriák energiaellátása	26
2.5.2. A ROM BIOS	26
2.5.3. Plug-and-Play BIOS	27
3. Processzorok	29
3.1. A mikroprocesszorok történeti áttekintése	29
3.2. Processzorok legfőbb jellemzői	31
3.2.1. Az adatbusz	31
3.2.2. A címbusz	32

3.2.3.	Regiszterek (belső adatbusz)	32
3.3.	Processzorok sebessége és teljesítménye	33
3.4.	Processzorok és alaplapok sebessége	35
3.4.1.	Intel processzorok frekvenciái	35
3.4.2.	Cyrix processzorok frekvenciái	37
3.4.3.	AMD processzorok frekvenciái	39
3.5.	Cache memória	41
3.5.1.	L1 cache	41
3.5.2.	L2 cache	42
3.5.3.	Jellemző méretek és sebességek	42
3.6.	Processzorok hűtése	42
3.6.1.	Passzív hűtés	43
3.6.2.	Aktív hűtés	44
3.7.	Matematikai segédprocesszor	45
3.8.	Processzorok kódnevei	46
3.9.	Első generációs processzorok	49
3.9.1.	A 8088 és 8086 processzorok	49
3.9.2.	A 80186 és 80188 processzorok	50
3.9.3.	A 8087-es matematikai segédprocesszor	50
3.10.	Második generációs processzorok	50
3.10.1.	A 286-os processzorok	50
3.10.2.	A 80287-es matematikai segédprocesszor	51
3.11.	Harmadik generációs processzorok	51
3.11.1.	A 386-os processzorok	52
3.12.	Negyedik generációs processzorok	54
3.12.1.	A 486-os processzorok	54
3.12.2.	486 DX processzorok	55
3.12.3.	486 SL processzorok	56
3.12.4.	486 SX processzorok	56
3.12.5.	487 SX coprocesszorok	56
3.12.6.	486 DX2 OverDrive és 486 DX2 processzorok	57
3.12.7.	486 DX4 processzorok	58
3.12.8.	AMD 486 (5x86) processzorok	58
3.13.	Ötödik generációs processzorok	59
3.13.1.	Pentium processzorok	59
3.13.2.	Első generációs Pentium processzorok	60
3.13.3.	Második generációs Pentium processzorok	60
3.13.4.	Harmadik generációs Pentium MMX processzorok	61
3.13.5.	AMD K5 processzorok	62
3.14.	Hatodik generációs processzorok	62
3.14.1.	Pentium Pro processzorok	63
3.14.2.	Pentium II processzorok	63
3.14.3.	Celeron processzorok	66
3.14.4.	Pentium III processzorok	67
3.14.5.	Pentium II Xeon és Pentium III Xeon processzorok	73
3.14.6.	AMD K6 processzorok	74
3.14.7.	AMD Athlon processzorok	75
3.14.8.	AMD Duron processzorok	76
3.14.9.	AMD Athlon XP processzorok	77
3.15.	Hetedik generációs processzorok	79
3.15.1.	Intel Pentium 4 processzorok	79

4. Memóriák	88
4.1. Memóriatípusok	89
4.1.1. ROM	89
4.1.2. DRAM – Dinamikus RAM	90
4.1.3. SRAM – Statikus RAM	90
4.2. RAM-ok típusai	91
4.2.1. FPM RAM	92
4.2.2. EDO RAM	92
4.2.3. SDRAM	93
4.2.4. DDR SDRAM	94
4.2.5. RDRAM	94
4.3. Memóriamodulok	96
4.3.1. DIP memóriák	96
4.3.2. SIMM memóriamodulok	96
4.3.3. DIMM memóriamodulok	97
4.3.4. RIMM memóriamodulok	97
5. Hajlékonylemez meghajtók	99
5.1. A tárolás elve	99
5.1.1. Az FM eljárás (frekvenciamoduláció)	99
5.1.2. Az MFM eljárás (módosított frekvenciamoduláció)	100
5.2. Lemezek formázása	100
5.2.1. Floppy lemezek sűrűsége	100
5.3. Lemeztípusok	101
5.4. Meghajtótípusok	101
5.4.1. 5 ¼" - 360 kB	102
5.4.2. 5 ¼" - 1200 kB	102
5.4.3. 3 ½" - 720 kB	103
5.4.4. 3 ½" - 1440 kB	104
5.4.5. 3 ½" - 2880 kB	105
5.5. Hajlékonylemez felépítése	105
5.5.1. 5 ¼"	106
5.5.2. 3 ½"	107
5.6. Hajlékonylemez kezelése	108
6. Merevlemez	110
6.1. Az adattárolás elve	111
6.2. Lemezek formázása	111
6.2.1. Alacsony szintű formázás	111
6.2.2. Particionálás	112
6.2.3. Magas szintű formázás	112
6.3. Merevlemez részei	112
6.3.1. Mágneslemez	113
6.3.2. Író/olvasó fejek	115
6.3.3. Fejmozgató mechanizmus	117
6.3.4. Tengelymotor	119
6.3.5. Vezérlő elektronika	119
6.4. Merevlemez jellemzői	121
6.4.1. Kapacitás	121
6.4.2. Teljesítmény	123
6.4.3. Megbízhatóság	125

7. CD-ROM meghajtók	127
7.1. Az adathordozó	127
7.2. CD szabványok	128
7.2.1. Red Book – Vörös Könyv	128
7.2.2. Yellow Book – Sárga Könyv	129
7.2.3. Green Book – Zöld Könyv	129
7.2.4. Orange Book – Narancssárga Könyv	130
7.2.5. White Book – Fehér Könyv	130
7.2.6. Blue Book – Kék Könyv	130
7.3. A CD-ROM meghajtó felépítése	131
7.3.1. Mechanikai felépítés	131
7.3.2. Az optikai rendszer működése	132
7.4. CD meghajtók teljesítménye	133
7.4.1. Adatátviteli sebesség	133
7.4.2. Átlagos elérési idő	135
7.4.3. Puffer	136
7.4.4. Processzorterhelés	136
7.4.5. DMA – Direct Memory Access	136
7.4.6. Interfész	136
7.4.7. CD meghajtók tisztítása	138
8. CD-R és CD-RW meghajtók	140
8.1. Az adathordozó	141
8.1.1. CD-R	141
8.1.2. CD-RW	141
8.1.3. CD-MO	142
8.2. CD-írók teljesítménye	143
8.2.1. CD-R vagy CD-RW	143
8.2.2. Adatátviteli sebesség	143
8.2.3. Interfész	144
8.2.4. Puffer	144
8.2.5. Támogatott formátumok és eljárások	145
9. DVD meghajtók	146
9.1. Az adathordozó	146
9.2. DVD szabványok	147
9.3. DVD meghajtó- és lemeztípusok	148
9.3.1. DVD-ROM	149
9.3.2. DVD-RAM	149
9.3.3. DVD-R	149
9.3.4. DVD-RW	150
9.3.5. DVD+R és DVD+RW	150
9.3.6. Multiformátumú DVD újraírók	151
9.4. Optikai eszközök kompatibilitása	151
10. Monitorvezérlők	153
10.1. VGA – Video Graphics Array	153
10.2. SVGA – Super VGA	154
10.3. Monitorvezérlők általános jellemzői	154
10.3.1. Grafikus memória	155
10.3.2. Grafikus processzor	158
10.3.3. Grafikus kártyák által használt buszok	159

10.3.4. Digitális/analóg átalakító	159
10.3.5. Video BIOS	160
10.3.6. Illesztőprogram	160
11. Monitorok	161
11.1. Katódsugárcsöves monitorok	161
11.1.1. CRT monitorok működési elve	161
11.1.2. Képpontok	162
11.1.3. Képfreállítás	162
11.2. LCD monitorok	162
11.2.1. Aktív-mátrix kijelzők	163
11.2.2. Az LCD monitorok működési elve	163
11.2.3. Pixelhibák	164
11.2.4. Az LCD-k hátrányai	164
11.3. Felbontások	165
12. Billentyűzetek	167
12.1. A billentyűzetek működési elve	167
12.2. Billentyűzetek csatlakoztatása	167
12.2.1. Hagyományos csatlakozások	168
12.2.2. USB billentyűzetek	168
12.3. Billentyűzetek kapcsolóinak típusai	168
12.3.1. Tisztán mechanikus kapcsolók	168
12.3.2. Szivacsbetétes kapcsolók	169
12.3.3. Gumikupolás kapcsolók	169
12.3.4. Membrán kapcsolók	169
12.3.5. Kapacitív kapcsolók	170
12.4. A billentyűzetek fajtái	170
12.4.1. A 101 gombos billentyűzet	170
12.4.2. A 104 gombos billentyűzet	172
12.4.3. Multimédiás és speciális funkciókkal kiegészített billentyűzetek	173
13. Pozicionáló eszközök	174
13.1. Opto-mechanikus egerek	174
13.2. Optikai egerek	175
13.3. TrackBall	176
13.4. TrackPoint	176
13.5. Touch Pad	176
13.6. Pozicionáló eszközök interfészei	177
13.6.1. Soros interfész	177
13.6.2. Alaplapi egér port (PS/2)	177
13.6.3. USB port	178
14. Számítógépházak és tápegységek	179
14.1. Számítógépházak	179
14.2. Tápegységek	180
14.2.1. Power_Good jelzés	181
14.2.2. A tápegységek feladata	181
14.2.3. Fizikai kialakítás	182
A. Plug-and-Play eszközazonosítók	185

1. fejezet

A PC-k felépítése

1.1. Általános felépítés

A PC (Personal Computer, azaz személyi számítógép¹) szabványát 1981-ben az IBM fejlesztette ki, azonban viszonylag rövid ideig - mindössze 6 évig - kezelte azt. 1987-re más cégek saját fejlesztéseik szerint kezdtek dolgozni, saját szabványaik szerint kezdtek számítógépeket építeni. Így ma már nem is lehet pontosan megmondani, hogy mely szervezet kezében van a PC-k szabványa. Az irányokat manapság különböző érdek-, és cégcsoportok diktálják a piaci igényekhez igazodva.

Egyvalami azonban sohasem változott lényegesen az idők során. A PC-k felépítése a kezdetek óta szinte állandónak tekinthető. Ez a szabványos elemekből történő moduláris felépítés az első PC-k megjelenése óta napjainkig jelen van. Az egyes építőelemek hasonló technikákkal illeszthetők, nincs szükség forrasztásra vagy az egyes elemek átalakítására. Tekintsük át, hogy mik azok a fontosabb részek amikre szinte minden személyi számítógépben szükség van:

- Alaplap: bátran mondhatjuk, hogy ez az eszköz a személyi számítógépünk szíve. Szinte minden további paramétert meghatároz, úgymint a processzor-, a memória fajtáját, az alkalmazható bővítmőkártyák típusát. Nagyon fontos tehát, hogy az alaplap kiválasztása rendkívül körültekintő és jól átgondolt módon történjen.
- Processzor: ha az alaplapot a számítógép szívének neveztük, akkor ugyanezzel a hasonlattal élve a processzort a gépünk agyának titulálhatjuk. Egy modern CPU (Central Processing Unit, azaz Központi Feldolgozó Egység) rendkívül összetett, általánosan a számítási műveletek elvégzése, valamint az egyes eszközök (memória, háttértárak, stb.) feladatainak összehangolása a feladata.
- Memória: nem más mint a processzor munkaterülete. Itt tárolódnak átmenetileg azok a programok illetve adatok amiket a processzor végre fog hajtani illetve fel fog dolgozni. Klasszikus értelemben PC-s környezetben memória alatt a RAM-ot (Random Access Memory, azaz véletlenszerűen elérhető memória) értjük.
- Eszközvezérlők: a különböző eszközök, perifériák illesztésére. Ezek egy része általában már az alaplapra integrálva jelenik meg, azonban, hogy ne legyenek a szükségesnél is nagyobb kötöttségeink, a vezérlőket bővítmőkártyaként is illeszthetjük az alaplaphoz.

¹A személyi számítógép elnevezés egyesek számára meglepő lehet. Ez az elnevezés többet jelent annál mint amit rajta szó szerint értünk. Gondoljunk csak bele abba, hogy egy Apple Macintosh rendszer is személyi számítógépnek tekinthető. Azonban a Mac használók valószínűleg furcsán néznének ránk, ha egyszerűen csak PC-nek neveznénk a gépüket.

- **Háttértárak:** az adataink tárolásának biztosítására. Manapság a számítógépek legfontosabb háttértároló egysége a merevlemez. Ezek mellett gyakran használunk hajlékonylemezt, CD vagy DVD meghajtókat, illetve flash memóriát. Ezek az eszközök olyan tulajdonságokkal rendelkeznek, hogy a RAM-mal ellentétben a számítógép kikapcsolása után is megőrzik a rajtuk tárolt információkat.
- **Kimeneti perifériák:** minden olyan eszköz ehhez a csoporthoz tartozik, ami a számítógép felől a felhasználó irányába jelenít meg információt. A leggyakrabban alkalmazott kimeneti perifériák a monitor, a nyomtató és a hangszóró. Természetesen ezek mindegyikével a későbbiekben részletesen foglalkozunk.
- **Bemeneti perifériák:** ehhez a csoporthoz azok az eszközök tartoznak amik a felhasználó felől közölnek adatot a számítógép felé. Legjellemzőbben a billentyűzet és az egér tartozik a bementi perifériákhoz, de a mikrofon vagy a scanner is ilyen eszköz. Természetesen léteznek olyan perifériák is amelyek egyben kimeneti és bemeneti eszközök is. Ilyen lehet például az érintőképernyő.
- **Számítógépház:** sokak számára a ház nem jelent többet egy egyszerű doboznál. Ez elfogadható azoktól a felhasználóktól akik kész gépet vásárolnak és soha nem nyitják ki számítógépük házát. Azonban azok számára akik saját maguk szerelik össze, bővítik vagy tartják karban számítógépüket nagyon is fontos szempont a ház kiválasztása, hiszen ez fogja meghatározni gépünk bővítésének fizikai korlátait, valamint az asztalunkon, szobánkban történő elhelyezés lehetőségeit.
- **Tápegység:** nélkülözhetetlen része minden számítógépnek. Feladata a számítógép eszközeinek ellátása szabályozott energiával. Általában a számítógépházzal együtt vásárolható, azonban az igazán igényes tápegységek (és házak) külön-külön is kiválaszthatók, megvásárolhatók és össze-szerelhetők. A stabil működés egyik fontos feltétele a megfelelő minőségű tápegység.

A fenti listát végigolvasva világossá válik, hogy a felsorolt elemek mindig részei voltak a PC-knek, jelenleg is azok, sőt minden valószínűség szerint ez a jövőben sem fog gyökeresen megváltozni. Mi az hát ami miatt mégsem lehet másról hallani mint az informatika, a számítástechnika rohamos fejlődéséről? Mi az, ami az idők folyamán drasztikus mértékben megváltozott? Nos, a válasz egyszerű: a technológia. És ezek a technológiai változások döntő többségükben egyetlen célt szolgálnak: a sebesség fokozását.

A későbbi fejezetekben - ahol az egyes részek típusait, működését tárgyaljuk - jól látható lesz a fejlődés nagyságrendje. Hogy ezt a nagyságrendet érzékeltessük, lássunk egy kiragadott példát. 10 év alatt egy 3,5"-os merevlemez átlagos tárolókapacitása 40 MB-ról 120 GB-ra nőtt. Az adatsűrűség növekedése háromezerszeres...

Ebből az űrült rohanásból következik, hogy lehetetlen és felesleges is volna részletesen megismerni minden egyes hardvereszközt, szabványt, ezért erre most nem is törekszünk. Annak érdekében hogy hatékonyan legyünk képesek egy PC összeállítására, karbantartására sokkal fontosabb, hogy megismerjük, kipróbáljuk és használjuk a közelmúlt és a jelen eszközeit, valamint hogy naprakészek legyünk a jövő fejlesztéseivel kapcsolatban. Ehhez két dolog szükséges. Először is elengedhetetlen a megfelelő alapozás, amit ez a jegyzet is szolgál. Másfelől szükséges a folyamatos szintentartás is, amit legjobban szakfolyóiratok olvasásával és az informatikával foglalkozó portálok böngészésével érhetünk el leghatékonyabban.

2. fejezet

Alaplapok

Az alaplapok¹ fontosságát már megismerhettük az előzőekben. Ha kezünkbe veszünk egy alaplapot, az első amit minden hozzáértés nélkül megállapíthatunk róla azok a fizikai méretei. A PC-s alaplapok nem csak egy méretben készülnek, különböző kialakítások léteznek.

2.1. Fizikai méret és kialakítás

Az angol *Form Factor* kifejezés az alaplap fizikai kiterjedésén kívül meghatározza még a rögzítőfuratok pontos helyét, a tápegység csatlakozójának típusát valamint az alaplapra szerelt portok fajtáját és helyzetét. Az alaplapok ezen tulajdonsága leginkább a régi rendszerek felújításánál okozhat gondot, ugyanis ha egy házban alaplapot cserélünk, akkor általában csak az eredetivel megegyező méretű és kialakítású alaplapot tudunk majd használni.

Új PC összeszerelésekor nem fogunk hasonló problémákba ütközni, mivel először a számunkra legjobb alaplapot kell kiválasztanunk, majd ehhez kell megfelelő házat keresnünk.

2.1.1. Baby AT (BAT)

Az első népszerű és elterjedt PC-s alaplaptípus. Az IBM XT alaplapjai (1983) szinte teljes mértékben megegyeznek az első BAT alaplappal. Az egyetlen apró különbség mindössze egy rögzítési pont helyzete. Erre a változtatásra azért volt szükség, hogy az alaplap elhelyezhető legyen egy AT típusú számítógépházban is. Az AT alaplapok a billentyűzet csatlakoztatására 5 tűs DIN aljzatot használnak, melynek helye pontosan rögzített, annak érdekében, hogy az AT típusú számítógépházak kialakításához minden esetben illeszkedjen. Ez az alaplaptípus rugalmasságának köszönhetően 1983 és 1996 eleje között a legnépszerűbbnek számított a PC-t használók körében.

2.1.2. AT

Kialakulása 1984-re tehető, amikor a 8-bites XT architektúrát továbbfejlesztették 16 bitessé. Az új IBM fejlesztés az AT nevet kapta. Az új alaplaptípus fejlesztésére azért volt szükség, mert az új architektúra nagyobb helyet igényelt, az áramköröket egyszerűen képtelenek voltak az akkori technológiával egy BAT

¹Az alaplap szóra az angol nyelv több megfelelőt is használ. Ezek közül a leggyakrabban a következőkkel találkozhatunk: motherboard, main board, system board, baseboard, planar board.

lapra felzsúfolni. Az alaplapp méretét az IBM 12 hüvelyk szélesre és 13,8 hüvelyk mélyre növelte. A változások mellett a billentyűzet csatlakozójának és a bővítőkártyáknak a helye nem módosult, így csak a számítógépház méretei miatt nem volt lehetséges egy XT házba beépíteni a teljes méretű AT lapot. A szabványos rögzítési- és csatlakozási pontok megtartása miatt fordított irányban azonban cserélhetők az eszközök. Azaz egy AT alaplapp helyére probléma nélkül beszerelhetünk egy baby AT alaplappot.

2.1.3. LPX és Mini-LPX

A szabványt 1987-ben fejlesztette ki a Western Digital, azzal a céllal, hogy a hagyományos AT házaknál alacsonyabb profilú számítógépházakat alkalmazzassanak. A technikai újítást az jelentette, hogy a bővítőkártyákat vízszintesen² - azaz az alaplappal párhuzamosan - helyezték el. Ezt úgy oldották meg, hogy az alaplappra egyetlen csatlakozót építettek a bővítőkártyák számára, amibe egy átalakító került. Ez alakította a függőleges irányt vízszintessé, valamint megsokszorozta a csatlakozóhelyek számát is.

Az ilyen típusú alaplappok előnye (és egyben hátránya is), hogy számos eszközt integráltak az alaplappra³ és ezek csatlakozói is fix helyet kaptak. Ez szerencsés, mert egyszerűbb a gép szerelése, nincs szükség olyan bővítőkártyák alkalmazására melyek szinte minden PC-s rendszerben megtalálhatóak, csak a speciális igényeket kell kártya vásárlásával megoldani. Ez azonban egyben hátrány is, hiszen így kevésbé lesz testreszabható a gép, valamint egy soros port meghibásodása esetén az egész alaplappot ki kell cserélnünk.

Általában a következő portok találhatók meg egy LPX alaplapon:

- Audió kimenet (csak bizonyos típusoknál)
- Mikrofon bemenet (csak bizonyos típusoknál)
- PS/2 billentyűzet csatlakozó
- PS/2 egér csatlakozó
- Soros port 1
- Soros port 2 vagy 2 db USB port
- Párhuzamos port
- Videó kimenet (VGA)

Az LPX alaplappok szabványát sajnos nem minden gyártó alkalmazza, ezért érdemes ügyelni arra, hogy egy ilyen alaplapp cseréjénél lehetőség szerint azonos márkát vásároljunk. Különböző gyártók alaplappjai nem minden esetben 100%-ig kompatibilisek.

²Az AT alaplappoknál a kártyák elhelyezése az alaplappra merőleges, egy alaplapon általában 8 db bővítőkártya számára kialakított csatlakozót találunk.

³Ilyen integrált megoldásokkal az AT alaplappok között is találkozhatunk, a különbség csak annyi, hogy a csatlakozók nincsenek az alaplapphoz rögzítve, hanem a szalagkábelrel ellátott portokat egy-egy kártyahelyre lehet rögzíteni. Egy ilyen számítógépről nem dönthető el kívülről, hogy integrált alaplapp található-e a házban.

2.1.4. ATX

Az ATX szabványát 1995-ben rögzítették. Kezdetben ipari szabványnak szánták, ezért csak 1996 közepén került a boltokba. A piac kedvezően fogadta az új alaplapok megjelenését, az ATX folyamatosan váltotta fel a Baby AT alaplapokat⁴.

Az ATX kialakítás jelenleg a legelterjedtebb a világon. Sikerét annak köszönheti, hogy a BAT és LPX alaplapok előnyeinek ötvözetét számos újdonsággal, plusz szolgáltatással egészíti ki. Lényeges eltérés, hogy az ATX alaplapok már méreteikben sem kompatibilisek elődeikkel. A teljes méretű ATX alaplapok 12" szélesek és 9,6" mélyek, a mini-ATX kialakítás pedig 11,2" x 8,2"-os méretet jelent.

Az alaplapon található tápegységcsatlakozó is megújult, így ezeknek az alaplapoknak a használatához már az ATX szabványhoz kialakított számítógépház⁵ és tápegység szükséges.

A megelőző laptípusokat a következő technikai fejlesztésekkel javítja az ATX szabvány:

- Az LPX alaplapokon található hosszú csatlakozósort két, egymás felett elhelyezkedő sorba rendezték, azonban csak olyan egységek kerültek integrálásra, amik a legtöbb felhasználó igényeit kielégítik (pl. a videokártya nincs az alaplapra integrálva, mert ezek fejlődése dinamikus, spektrumuk rendkívül széles). Ez a megoldás lehetővé teszi hogy a bővítőkártyákat a „hagyományos” módon az alaplapra merőlegesen helyezzük el az általában szükséges integrált portok mellett. Egy szabványos ATX alaplapon a következő portok kapnak helyet (balról jobbra, felülről lefelé haladva):
 - PS/2 egér csatlakozó
 - PS/2 billentyűzet csatlakozó
 - USB port 0
 - USB port 1
 - Párhuzamos port
 - Soros port A
 - Soros port B
 - MIDI/game port (opcionális)
 - Audió vonalkimenet (opcionális)
 - Audió vonalbemenet (opcionális)
 - Mikrofoncsatlakozó (opcionális)
- Megváltoztatták a tápegység csatlakozójának típusát az egyértelmű csatlakoztathatóság érdekében. Az ATX tápegységek csak egy csatlakozóval rendelkeznek, melynek kialakítása fizikailag teszi lehetetlenné a helytelen illesztést. Az AT tápegységek két csatlakozóval rendelkeznek, amik fordítva is illeszthetők az alaplaphoz. Ebből kifolyólag a gyakorlatlan felhasználók könnyen tönkretehetik az AT alaplapjukat ha e két csatlakozót felcserélve kötik be.
- A processzor és a memória modulok foglalatai új helyre kerültek. Így ezek már az alaplap kiszérése nélkül is kivehetők, cserélhetők, valamint megszűnt az a probléma, hogy néhány bővítőkártya nem volt behelyezhető minden foglalatba, mert nem fért el a processzortól vagy a memóriától.

⁴AT típusú alaplapok ennek ellenére még ma is kaphatók, de beszerzésük nem könnyű. Léteznek AT formátumú ATX tápcsatlakozóval szerelt alaplapok is. Ezek általában minden ATX szolgáltatást biztosítanak és beépíthetők egy AT házba (természetesen ATX tápegységgel).

⁵Léteznek olyan számítógépházak is, amelyek AT és ATX típusú alaplapok befogadására egyaránt alkalmasak. Ez úgy oldható meg, hogy cserélhető hátlapokat adnak a házhoz a két alaplaptípusnak megfelelően kialakítva. Ez azonban közel sem jelenti azt, hogy az ilyen házak tápegysége is használható lenne mind az AT-s mind pedig az ATX-es alaplapokhoz! A házba mindig az alaplap típusának megfelelő tápegységet kell választani és szerelni.

Ez az átalakítás azonban nem sikerült teljesen tökéletesre. Sajnos a gyakorlatban lehet találkozni olyan ház, alaplappal és (a szokásosnál kicsit magasabb) memóriák kombinációjával ahol a használni kívánt 3,5"-os vagy 5,25"-os eszközöket lehetetlen beépíteni valamelyik erre kialakított helyre.

- A fentiek mellett új helyet kaptak az alaplappra integrált I/O eszközök csatlakozói is. A floppy és winchester vezérlők csatlakozói közelebb kerültek a háttértárakhoz, ami rövidebb kábelek alkalmazását teszi lehetővé. Az elhelyezésnél szintén figyelembe vették a tervezők, hogy az alaplapon ezen részei könnyen hozzáférhetőek legyenek, ne kelljen kártyákat vagy magát az alaplappot kiszerezni ahhoz, hogy hozzájuk férhessünk.

2.1.5. Micro-ATX

1997 végén mutatta be az Intel a kisebb méretű és alacsonyabb költségekkel előállítható micro-ATX rendszereit. Kialakítását tekintve az alaplappal méretei 9,6" x 9,6"-ra csökkentek, az ATX-el való kompatibilitás megtartása mellett. Így egy micro-ATX alaplappal nem igényel speciális házat, egy normál ATX házba is szerelhető, annak tápegységével működtethető. Azonban ha ki szeretnénk használni a kínált előnyöket, érdemes egy speciálisan ehhez a típushoz kialakított 12" x 12" x 7" méretű házat és a hozzá való szintén csökkentett méretű SFX típusú tápegységet választanunk.

A méretek csökkentése miatt kevesebb bővítőkártya-csatlakozó számára maradt hely az alaplapon, ezért megnövelték az integráltságot és a monitorvezérlő, a hálózati kártya és esetenként a FireWire csatlakozó is beépítésre kerül.

2.1.6. Flex-ATX

Az ATX család legkisebb méretű (9" x 7,5") tagja. Lényeges eltérés, hogy ez a típus már csak „socket” processzorok fogadására lett kialakítva, Slot1 illetve Slot2 processzorok fogadására alkalmas típusa nem létezik. A legtöbb flex-atx alaplappal egyaránt használható ATX és micro-ATX házakkal illetve tápegységekkel is.

2.1.7. NLX

Az alacsony profilú LPX alaplappal továbbfejlesztett változata. Külsője és megjelenése hasonló az elődéhez, de ami fontos eltérés, hogy az NLX alaplappal már teljesen gyártófüggetlenek, 100%-ban kompatibilisek egymással. Természetesen ezekbe az alaplappal már bekerültek mindazok a fejlesztések is, amik a két típus bemutatása közti kilenc évben napvilágot láttak.

Ezek közül a legfontosabbak az AGP (Accelerated Graphics Port), az USB (Universal Serial Bus) megjelenése, valamint a DIMM illetve RIMM memóriamodulok használata.

Az NLX rendszerek szintén fontos ismérve a rugalmasság. Ennek egyik része a már említett teljesen standardizált (gyártófüggetlenséget biztosító) szabvány, másik része pedig a gyors szerelést biztosító felépítés. A tápegység vagy az egyes meghajtók cseréjéhez semmi más nem kell kiszerezniünk, minden jól hozzáférhető és eltávolítható. Az alaplappal kialakítása is speciális. Az LPX-hez hasonlóan a bővítőkártyák itt is az alaplappal párhuzamosan helyezkednek el, de az ezt megvalósító átalakító kártyának itt más speciális szerepe is van. Ezen a kártyán található meg minden kábelnek (floppy, winchester, a számítógéphez LED-jei, reset gomb, hangszóró stb.) a csatlakozója. Így egy alaplappal cseréje lényegesen egyszerűbbé válik, csak ezt a plusz kártyát kell kihúznunk az alaplappal, ami így már kiszerezhetővé válik. Az új alaplappal beszerelése után pedig nem kell bajlódniunk a kábelek visszadugásával sem.

2.1.8. WTX

A felsőkategóriás munkaállomások és szerverek számára kifejlesztett típus, a jövő technológiáinak támogatására. Tervezésénél többek között a következő dolgok támogatását tartották fontosnak:

- Intel alapú 32 és 64 bites processzorok támogatása.
- Kétprocesszoros üzemmód támogatása.
- Az új memória technológiák támogatása.
- Az új grafikai technológiák támogatása.
- A memóriamodulok és a bővítőkártyák könnyű hozzáférhetősége.
- „Rack mount” technológia integrálása.
- Nagy teljesítményű tápegységek használata.
- Flex Slot I/O vezérlő integrálása.

Ezek az irányok a gyakorlatban a következő formában jelennek meg. A gépek tápegysége két alapképzésben létezik. A 350W-os egy ventilátorral ellátott egység a legkisebb minimum, a komolyabb konfigurációkhoz a 850W-os két ventilátoros tápegység szükséges.

A legérdekesebb újítás azonban a Flex Slot csatlakozó - ami valójában egy dupla széles PCI sín - és az ehhez készített I/O vezérlő. Ez a vezérlőkártya rendkívül összetett, általában a következő lehetőségeket kínálja egyetlen kártyára integrálva: billentyűzet- és egér csatlakozó, soros- és párhuzamos port, USB, FireWire csatlakozó, hang- és hálózati kártya valamint SCSI vezérlő.

2.2. Chipkészlet

Ahogy az alaplap definiálja a PC-t, ugyanúgy definiálja a chipkészlet az alaplapot. A chipkészlet meghatározza az alaplap fontosabb jellemzőit, úgy mint a használható processzorok fajtáit, a memóriák típusát és maximális méretét, a támogatott buszok típusait és sebességét. A felsoroltak azonban csak a legfontosabb tulajdonságai egy chipkészletnek. Ahhoz, hogy jó döntést tudjunk hozni egy alaplap vásárlásánál, fontos, hogy tisztában legyünk az alaplapok fontos paramétereit meghatározó chipkészletek jellemzőivel.

2.2.1. Processzor családok támogatása

Általánosságban elmondható, hogy egy adott chipkészlet egy CPU családot támogat. Ez teljesen érthető is, hiszen például egy Pentium I-es processzor és egy Pentium II-es processzor teljesen eltérő módon használja többek között a cache memóriát is, így egy közös fejlesztésű chipkészlet a teljesítmény rovására menne. Egy processzor hatékonyságának maximális kihasználására csak a speciálisan az adott családhoz fejlesztett chipkészlettel van lehetőség.

2.2.2. Processzor órajelek

A processzorok órajelének beállításához két dolgot kell meghatározni. Az egyik a memória-busz sebessége, ami alatt azt a sebességet (amit a processzor külső órajelének is nevezünk) értjük, amin a processzor a memóriával kommunikál. A Pentium II-es chipszetektől kezdődően ezt az értéket FSB-nek (Front Side Bus) nevezik. A standard FSB értékek az ötödik generációs processzoroknál (Pentium II Klamath, Pentium II Celeron, Pentium III, Pentium Pro) 66 MHz, 100 MHz illetve 133 MHz, a Pentium IV-es processzoroknál pedig 400 MHz, 533 MHz illetve 800 MHz.

A másik meghatározó tényező egy szorzó érték. Ez az érték azt határozza meg, hogy a processzor belső órajele hányszorosa a külső órajelnek. Például egy Pentium II Celeron processzor esetén 100 MHz-es FSB-nél ez a szorzó 6x-os, de 133 MHz-es FSB esetén csak 4,5x-es. Amennyiben alaplaponk és memóriánk támogatja a gyorsabb FSB használatát, érdemes azt használni egy kisebb szorzó érték mellett, mivel ez a megoldás azonos belső órajel mellett nagyobb teljesítményű rendszert eredményez.

2.2.3. Többprocesszoros támogatás

Néhány alaplaptípus (és chipkészlet) egynél több processzor egyidejű használatát is lehetővé teszi. Ezeknek a chipkészleteknek a feladatköre kiegészül az egyes műveleteknek a processzorok és a memória közti koordinálásával, ami szükséges, de közel sem elégséges feltétele az SMP (Symmetric Multiprocessing) megvalósulásának.

A chipszet támogatása mellett szükséges, hogy a használt processzorok is támogassák az SMP-t. Néhány kivételtől eltekintve a mai Intel processzorok mindegyike képes többprocesszoros üzemmódra.

Természetesen az operációs rendszer is fel kell, hogy legyen készítve egy többprocesszoros rendszer használatára. A leggyakrabban használt PC-s operációs rendszerek közül a Windows NT, Windows 2000, Windows XP és a különféle linux disztribúciók támogatják az SMP-t.

2.2.4. Memória támogatás

A PC-kben használt RAM-oknak igen sok fajtája létezik. Léteznek különböző kialakítású és különböző foglalatokba illeszthető modulok (pl.: DIMM, SIMM, RIMM), léteznek különböző hozzáférésű modulok (pl.: FPM, EDO, SDRAM, RDRAM) és mindezekben belül még számos dologban különbözhet egymástól két ránézésre közel egyforma modul (pl.: tápfeszültség, hibajavítás).

Minden chipkészlet más-más kombinációkat támogat az imént felsoroltakból. Léteznek olyan alaplaponk amelyek csak egy típust támogatnak, de léteznek olyanok is amelyek különböző memóriatípusok kezelésére egyaránt alkalmasak. Ezeknél az alaplaponknál azonban fontos tudnunk, hogy a chipkészlet általában csak az egyik fajta memóriára van optimalizálva.

A maximálisan használható memória mérete is fontos paraméter. Ezt az értéket részben az alaplapon a memóriák részére elhelyezett csatlakozók száma is korlátozhatja, másrészt az alaplaponk chipkészlete is csak véges méretű memóriák címzésére képes. Így az alaplaponk fizikai korlátai mellett egy logikai korlát is szabályozza a memória maximális méretét. Fontos megjegyezni, hogy ez olyan korlát amit az átlagos napi felhasználás tekintetében csak igen ritkán érünk el.

2.2.5. Cache memóriák támogatása

Mivel a processzorok sebessége valahol a 386-os gépek világában jelentősen átlépte a memóriák sebességét, szükségessé vált egy lényegesen gyorsabb memóriatípus alkalmazása. A cache memóriák átmeneti

tárat képeznek a CPU és a RAM között. Magas árak miatt kapacitásuk viszonylag kicsi. Két típusuk közül⁶ az alaplap chipkészlete az L2-es cache maximális méretét és tulajdonságait határozza meg.

Az L2 cache memóriák jellemző mérete 128 kB, 256 kB illetve 512 kB. Értelmszerűen minél nagyobb cache méretet támogat a chipkészlet és minél több ilyen memória van az alaplapon, annál gyorsabb lehet a rendszer.

Működésükben is megkülönböztethetünk két fontos típust:

1. A „Write-through” cache esetében a változások az L2-es cache-ben és a RAM-ban is rögzítésre kerülnek a koherencia megőrzése érdekében. Az eljárás viszonylag egyszerű, de nem túl gyors.
2. A „Write-back” cache esetében a változások csak a cacheben rögzülnek. Az eljárás lényegesen gyorsabb, azonban bonyolultabb kiegészítő áramköröket igényel a koherencia megőrzése, ezért ez a típus drágább.

Fontos szót ejteni a maximálisan cache-elhető memória méretéről, mivel nem minden alaplap képes arra, hogy a maximálisan használható memóriaterületet cache-elje. A maximálisan cache-elhető memóriaméretnél több memóriát nem célszerű telepíteni, mivel ilyenkor még az is előfordulhat, hogy a rendszerünk a memóriabővítés után lassabb lesz a kiindulási állapotnál. Célszerű tehát olyan alaplaptól választani, ami képes a benne maximálisan használható memória cache-elésére.

2.2.6. Chipkészlet pufferek

Az egyes folyamatok összesége a különböző eszközök és buszok között nem egymást rendezett sorban követő részfeladatok egysége. A számítógép különböző részei más-más sebességen működnek és a különböző csatornákon párhuzamosan zajlik a kommunikáció. A chipkészlet feladata, hogy ezeket a folyamatokat menedzselje, az egyes eszközöket sebességben illessze, az adatokat átmenetileg tárolja amíg egy másik folyamat zajlik. Ehhez átmeneti tárolók (pufferek) használata is szükséges.

A pufferek tekintetében az egyes típusok felépítése nagymértékben különbözhet. Az chipkészletek ezirányú fejlettségét a rendelkezésre álló pufferek számával és hatékonyságával mérhetjük.

2.2.7. Memória időzítés

A processzorok és a memóriák közti sebességkülönbségek kiegyenlítésének a feladata is a chipkészletekre hárul. Gyakran előfordul, hogy a CPU kénytelen egy vagy több órajelciklust várni a memóriára, amíg az a kért adatokat szolgáltatni tudja. Ezeket az inaktív CPU periódusokat nevezzük „wait state”-eknek. A cél természetesen ezeknek a holtidőknek a minimalizálása.

Erre a problémára jelent megoldást többek között a cache memória alkalmazása. Ha a processzornak adatokra van szüksége a memóriából, akkor először a lényegesen gyorsabb cache-hez fordul. Amennyiben megtalálja a keresett adatokat, a cache-ből tölti be azokat, nem várakozik a RAM-ra. Ha a keresett információt nem találta a cache-ben, akkor a memóriából először a cache-be tölti, és csak onnan a processzorba. Így a szükséges adatok a cache-ben is megmaradnak, mert vélhetően a CPU-nak még szüksége lesz rá a közeljövőben.

A cache és a RAM közti adatcsere folyamata négy külön lépésből áll. A cache az adatokat 32 bájtos sorokban írja vagy olvassa. Azonban a memóriák kezelése 64-biten azaz 8 bájton történik. Az első lépés a legidőigényesebb, mivel ilyenkor meg kell állapítani a memóriacímet, valamint el kell érni a memóriát

⁶A processzorok egy részében is található cache memória. Ezt nevezzük Level 1 (L1) cache memóriának. A másodlagos (L2) cache a processzoron kívül, az alaplapon kap helyet.

az adatcsere megkezdése előtt. Ezt a várakozást nevezik latency-nek (lappangási idő). A hátralévő három ciklus már gyorsabban, azonos sebességgel zajlik, mivel ilyenkor csak egy eltolást kell végrehajtani a memóriacímen az adatcsere előtt.

A különböző időzítéseket azonos X-Y-Y-Y formában szokás megadni. Ahol X az első hosszabb várakozás alatt lezajló órajelciklusok számát, Y pedig a hátralévő három várakozási ciklus mindegyike alatt lezajló órajelciklusok számát adja meg.

Ezek az értékek nem csak az alaplap chipkészletétől, hanem az alkalmazott memória típusától és sebességétől is függenek. A Pentium II-es alaplapok már automatikusan képesek detektálni az installált memória méretét, típusát és sebességét, így egyaránt képesek a fenti időzítések optimális beállítására is.

2.2.8. Gyakori chipkészletek jellemzői

Az azonos processzortípusokhoz készített különböző chipkészletek számos tulajdonságukban különbözhetnek egymástól. Az alábbi táblázatok a legjellemzőbb és legfontosabb tulajdonságok szerint hasonlítják össze a különböző típusokat, érzékelteve, hogy milyen különbségek lehetnek alaplap és alaplap között.

	Intel 440 LX	Intel 440 BX	Intel 810	Intel 840
Busz órajele (MHz)	66	66/100	66/100	133
Támogatott processzorok	Celeron/PII	Celeron/PII/PIII	Celeron/PII/PIII	PIII
Processzorok max. száma	2	2	1	2
Maximális memória (MB)	1024	1024	512	8192
Használható memóriatípusok	EDO/PC66	PC66/PC100	PC100	PC100/RDRAM
ECC támogatás	Igen	Igen	Nem	Igen
Támogatott PCI verzió	2.1	2.1	2.2	2.2
Támogatott AGP sebességek	1x/2x	1x/2x	Integrált	1x/2x/4x
Déli híd	PIIX4	PIIX4	82801	82801
ATA támogatás	33	33	33/66	33/66

2.1. táblázat. Celeron, Pentium II/III chipkészletek

	Intel 845E	Intel 850E	Intel 865P	Intel 875P
Busz órajele (MHz)	400/533	400/533	400/533	533/800
Támogatott processzorok	Celeron/PIV	Celeron/PIV	PIV	PIV
Processzorok max. száma	1	1	1	1
Maximális memória (GB)	2	2	4	4
Használható memóriatípusok	DDR 200/266	PC800/1066 RD	DDR 266/333	DDR 266/333/400
ECC támogatás	Van	Van	Nincs	Van
Támogatott PCI verzió	2.3	2.3	2.2	2.2
Támogatott AGP sebességek	4x	4x	8x	8x
Serial ATA	ATA 150	ATA 150	Nincs	Nincs
ATA támogatás	ATA/100	ATA/100	Ultra ATA/100	Ultra ATA/100

2.2. táblázat. Pentium IV chipkészletek

2.3. Buszrendszerek

A PC-k buszrendszere (sínrendszere) nem más mint egy számos vezetékből álló rendszer. Ezeken a vezetékcsoportokon adatok és vezérlőjelek vihetők át az adott buszrendszerre vonatkozó szabványban rögzített módon. Szintén a sínrendszer specifikációja adja meg az egyes vezetékek és az átvinni kívánt jelek, adatok összerendelési szabályait.

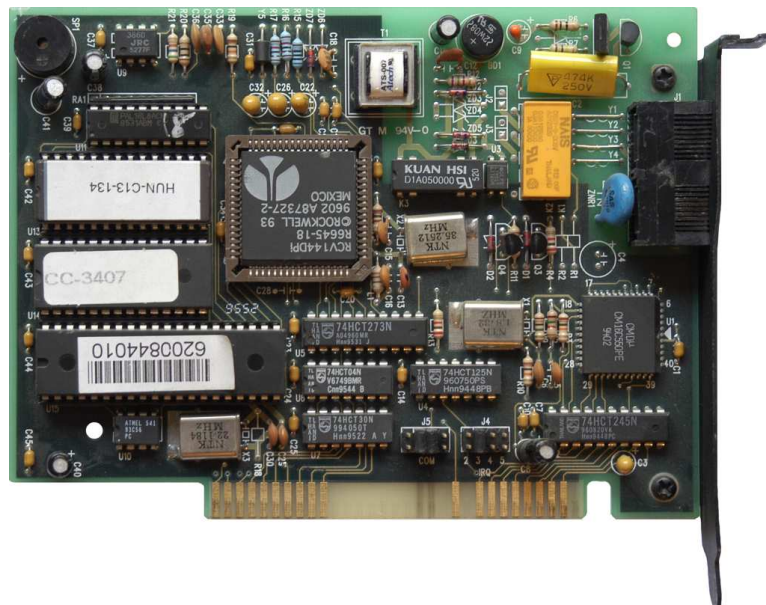
A tárgyalt buszrendszerek egy országúthoz hasonló formában képzelhetők el, ahol két különböző pont között egy előre megállapított és ismert szabályrendszer szerint lehet közlekedni. Ahogy az országutakon, úgy a sínrendszereken is egyszerre több adat is haladhat különböző állomások között, eltérő irányokban.

A buszrendszerek hatalmas előnye, hogy a rögzített specifikáció miatt az egyes eszközök könnyen cserélhetők, gyártótól és típustól függetlenül képesek az egymással való kommunikációra, azaz kompatibilisek egymással. A szabványos kialakítás megkönnyíti a hibakeresést és gyorsabbá teszi a meghibásodott eszköz cseréjét.

Az alaplapon általában a chipkészlettel összehangolva több busz együttesen biztosítja a rendszer működését. A processzor-, memória- és cache busz mellett azonban szükség van olyan sínekre is, amelyek külső eszközökkel, bővítőkártyákkal való kapcsolatottartásra is képesek.

2.3.1. ISA (Industry Standard Architecture)

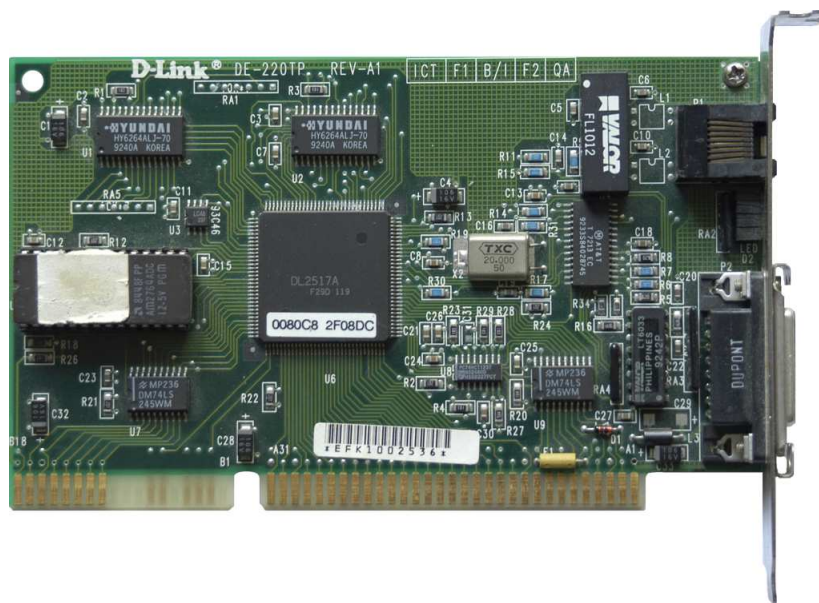
8 bites változata (2.1 ábra) 1981-ben mutatkozott be az IBM XT gépeiben, azonban az 1984-ben megjelent AT-kat már 16 bites ISA buszokkal szerelték. 8 bites ISA csatlakozóhelyet az AT alaplapon csak ritkán (és akkor is csak 1-2 darabot) találunk, mert a 16 bites változatot úgy alakították ki, hogy a 8 bites bővítőkártyákat is képes legyen kezelni. A két típus órajele is különbözik, a 8 bites 8 MHz-en a 16 bites változat pedig 12 MHz-en működik.



2.1. ábra. 8 bites ISA kártya

Rendkívüli elterjedését és népszerűségét megbízhatóságának és rugalmasságának köszönheti. Még napjaink legmodernebb Pentium IV-es gépei között is találunk a nevesebb gyártók kínálatában olyan alaplapt amin ISA busz is található.

Érdekesség, hogy a 16 bites ISA busz megjelenésével mutatkozott be a PC-k világában az a remek ötlet, ami a mai napig megakadályozza, hogy egy bővítőkártyát vagy memóriamodult fordítva tegyünk a helyére. A 2.2 ábrán jól látható, hogy a csatlakozó fizikálisan két részre van osztva, a részek között úgynevezett záróblokk található. A csatlakozó hosszabb része megegyezik a 8 bites ISA kialakítással és a két rész együttesen adja a 16 bites csatlakozás lehetőségét.



2.2. ábra. 16 bites ISA kártya

2.3.2. MCA (MicroChannel Architecture)

A 32 bites 386-os processzorok megjelenésével indokolttá vált egy 32 bites buszrendszer kifejlesztése. Az IBM az ISA újbóli kibővítése helyett egy új 32 bites buszrendszer fejlesztésébe fogott, ez lett az MCA. A buszrendszernek négy változatát terveztek meg, három 16 bitest és egy 32 bitest. A szabvány a CPU-tól teljesen független aszinkron időzítést valamint az ISA bővítőkártyáknál egyszerűbb használatot tesz lehetővé.

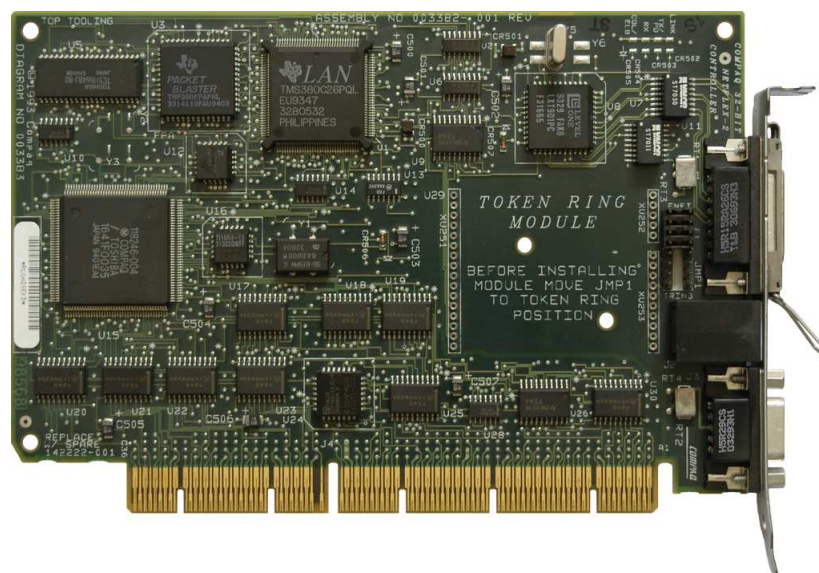
Az MCA busz előnyei mellett megvolt az a hátránya is, hogy a már meglévő ISA-s kártyákkal egyáltalán nem volt kompatibilis. Ez, és a mikrocsatorna jogvédeltsége⁷ megpecsételte a sorsát, mert az IBM nem tudott olyan partnert találni akivel sikeresen képesek lettek volna kiszorítani az ISA buszt. Az IBM ezután a teljes technikai dokumentációt elérhetővé tette, azonban a fejlesztés megállt, mivel napjainkban már más gyorsabb és rugalmasabb buszrendszerek is léteznek.

⁷A mikrocsatornával ellátott PC-k gyártásáért az IBM komoly licenccdíjat kért más gyártóktól!

2.3.3. EISA (Extended Industry Standard Architecture)

Az MCA-hoz hasonló célokkal elsőként a Compaq kezdett bele az EISA busz fejlesztésébe. A Compaq azonban felismerte, hogy más gyártókat és fejlesztőket is be kell vonnia, hogy a munka sikeres legyen. Ezért a Compaq továbbadta a terveket másoknak is, akikkel egy non-profit szervezetet hoztak létre a hatékony együttműködés érdekében.

A kész EISA szabvány egy 32 bit széles 8,33 MHz-es órajel ciklussal működő 33,32 MByte/sec-os⁸ átviteli sebességű buszt jelent, az ISA kártyák fogadására is alkalmas csatlakozókkal. Ezt úgy valósították meg, hogy a csatlakozó mérete nem változott, azonban az összesen 188 csatlakozópont két sorban, egymás alatt kapott helyet. A felső sorban az ISA érintkezőit, az alsóban pedig az EISA érintkezőit helyezték el. A kártyák alsó sorában bevágások, az alaplapok csatlakozóinak alsó sorában pedig (a bevágásokkal összhangban lévő) záróblokkok helyezkednek el. Így az ISA kártyákat fizikailag nem lehet az alsó (EISA) sorig benyomni.



2.3. ábra. EISA kártya

A sebesség növelése és a kompatibilitás megőrzése mellett még két újdonság jelent meg az EISA busszal. Az ilyen típusú kártyák képesek saját maguk automatikus beállítására (I/O cím, megszakítás), valamint egy megszakítás közös használatára (IRQ sharing). A gyakorlatban ha az EISA kártyákat több ISA kártyával együtt használjuk az automatikus beállítás nem mindig működik helyesen. Ilyenkor a kártya - az ISA kártyákhoz hasonlóan - jumperek segítségével konfigurálható.

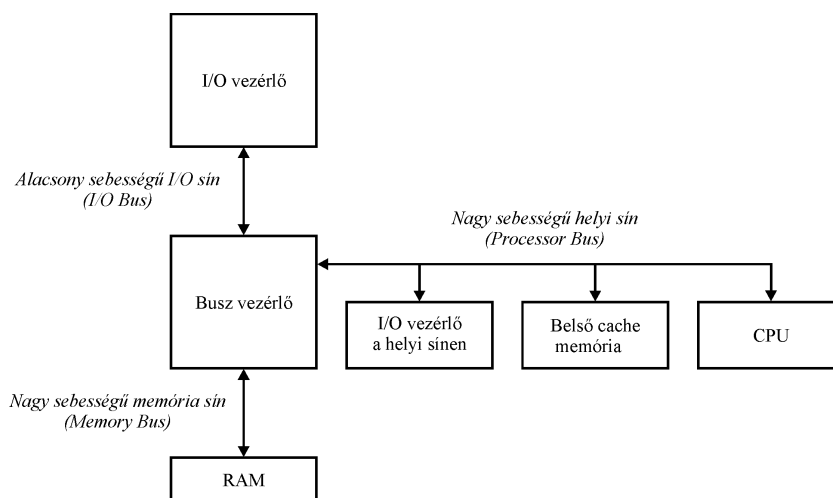
Mindezek ellenére a szabvány szélesebb körű fejlesztése sem hozott átütő sikert. A gyakorlatban ritkán találkozhattunk (manapság pedig már nincs is gyakorlati jelentőségük) ilyen eszközökkel, leggyakrabban lemezvezérlőket vagy hálózati kártyákat építettek EISA alapokra. A local bus megjelenése után alkalmazása jelentősen visszaszorult.

⁸ Az átviteli sebesség a következő módon számítható: $32 \text{ bit} \times 8,33 \text{ MHz} = 266,56 \text{ Mbit/sec} = 33,32 \text{ MByte/sec}$

2.3.4. VL-Bus (VESA Local Bus)

Az eddig megismert buszok legfőbb közös tulajdonsága az alacsony működési frekvencia. Ez a kezdeti PC-s időkben eredeztethető, mivel akkor a buszok és a processzorok órajele megegyezett. A fejlődés során azonban a processzorok órajele lényegesen, a buszok sebessége viszont csak névlegesen (a buszok szélességének növekedésével) emelkedett.

A növekvő teljesítményigény⁹ miatt egy lényegesen gyorsabb megoldást kellett keresni, aminek megvalósítása kézenfekvőnek tűnhet. A processzor busza (helyi sín) általában a CPU-t köti össze a cache memóriával. Ezt a buszt kiterjesztve a perifériák egy részére is, egy olyan gyors csatornát kapunk ami képes kiszolgálni a megnövekedett igényeket. Az ilyen típusú buszokat nevezzük local bus-nak vagy helyi sín-nek.



2.4. ábra. A local bus

A VESA¹⁰ Local Bus jelent meg először (1992) az ilyen típusú sínek közül. Fejlesztése szintén egy non-profit szervezethez kötődik, amit az NEC alapított. A specifikációk szerint a busz 32 bit széles, a maximális adatátviteli sebessége 132 MByte/sec. A lassú adatátvitel problémája ezzel egy időre megoldottnak tűnt, azonban a VLB számos hátrányos tulajdonsággal is rendelkezik.

- A szabvány a 486-os processzorokhoz kötött. A később megjelent Pentium processzoros rendszerekben a VLB már nem üzemeltethető a processzor órajelén, a sebességet valamilyen módon csökkenteni kell. Ez általában az elvártnál lényegesen gyengébb teljesítményt eredményez.
- A VLB rendszerek külső zavarokra nagy mértékben érzékenyek. A tápegység vagy a grafikus vezérlő zavarása is befolyásolhatja a helyes működést. A szabvány maximálisan 66 MHz-es órajelet enged meg, azonban pontosan emiatt az érzékenység miatt 40-50 MHz környékén is problémák adódhatnak a silányabb eszközökkel. A megbízható működés általában 33 MHz-en garantált.
- A helyi sít eredetileg csak a processzor, a cache memória és busz vezérlő chipek kommunikációjára tervezték. Ennek megfelelően az órajel ütemezése szigorúan kötött. Ha ugyanerre a sínre

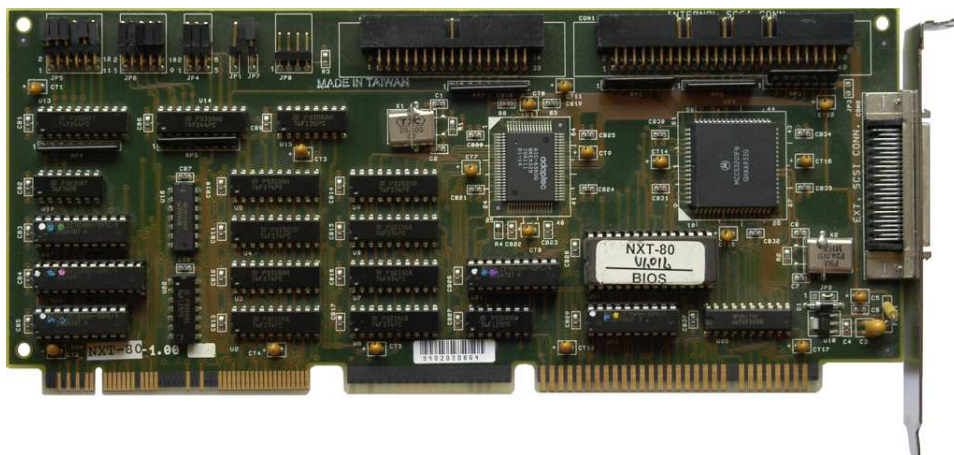
⁹Többek között az ebben az időben megjelenő grafikus felhasználói interfészek fokozott grafikai teljesítményt igényeltek. Ez a már meglévő buszokon nem minden esetben volt megvalósítható.

¹⁰A VESA mozaikszó a Video Electronics Standards Association csoport nevéből származik. Az érdekközösséghez a VESA fénykorában (1993) több mint 200 cég tartozott, akik a grafikai szoftver- és hardverelemekkel foglalkoztak.

újabb áramköröket, eszközöket illesztünk az a terhelés növekedésével jár. Ha a helyi sín nem tökéletesen kivitelezett, akkor ez akár időzíítési problémákhoz vagy az adatok integritásának sérüléséhez is vezethet.

- Az egyidejűleg maximálisan üzemeltethető bővítőkártyák száma is erősen korlátozott, ez alapesetben három darab. Azonban a sebesség növelésével a kártyák számát csökkenteni kell, 50 MHz-es buszsebesség mellett már csak egy VLB kártyát használhatunk.

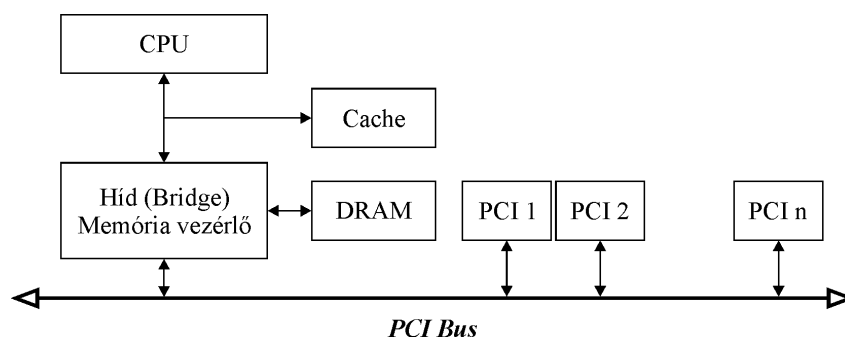
Jól látható, hogy a Vesa Local Bus, egy 486-os processzorokra kialakított egyszerű, olcsó, de nem jól megtervezett megoldás.



2.5. ábra. VESA kártya

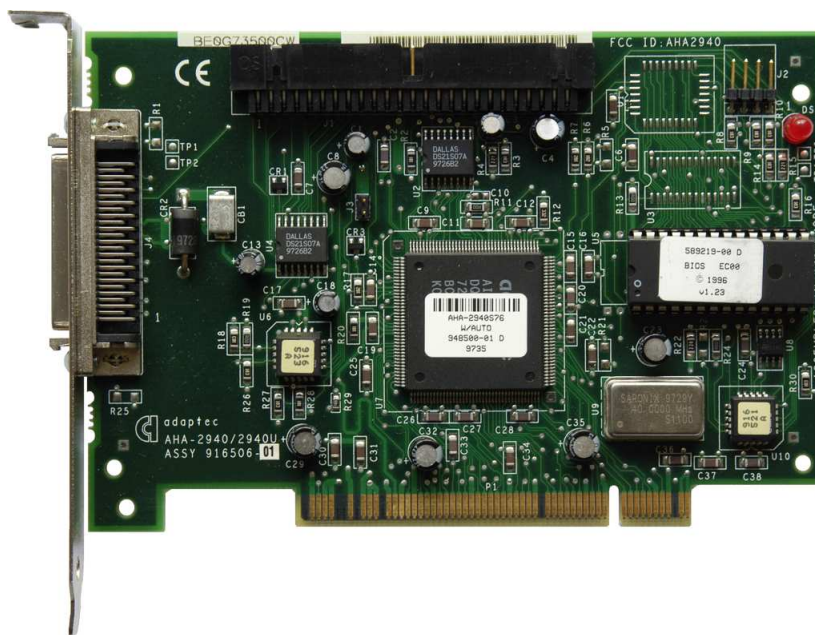
2.3.5. PCI (Peripheral Component Interconnect)

Az Intel vezetésével a fejlesztésben részt vevő cégek tanultak a VLB gyengeségeiből, hibáiból. Külön figyelmet fordítottak a zavarok megfelelő kezelésére valamint a processzortól való függetlenedés fontosságára. Ezért nem egy már meglévő buszt bővítettek ki, hanem egy újat hoztak létre. A rendszer elvi felépítését a 2.6 ábra szemlélteti.



2.6. ábra. PCI bus

A PCI buszon az információ 33 MHz-en, a processzor teljes adatszélességében halad, függetlenül a processzor órajelétől. Az adatátviteli sebesség maximuma ennek megfelelően 32 bites processzor esetén 132 MByte/sec, 64 bites processzor esetén pedig ennek duplája, 264 MByte másodpercenként. Természetesen ezek az értékek csak elméleti maximumok, azonban a PCI a gyakorlatban is lényegesen gyorsabb bármely megelőző PC-kben elterjedt buszrendszerénél.



2.7. ábra. PCI kártya

Az alaplapokon egy teljesen új kialakítású csatlakozó biztosítja a PCI-os eszközök illesztését, ami egyetlen más típusú kártyával sem kompatibilis. A könnyebb megkülönböztethetőséget az elhelyezésén és a méreten kívül a csatlakozók színei is segítik (2.8 ábra). Az ISA megszokott fekete (sötét) színével szemben a PCI csatlakozók általában valamilyen fehérhez közeli világos kivitelben jelennek meg.

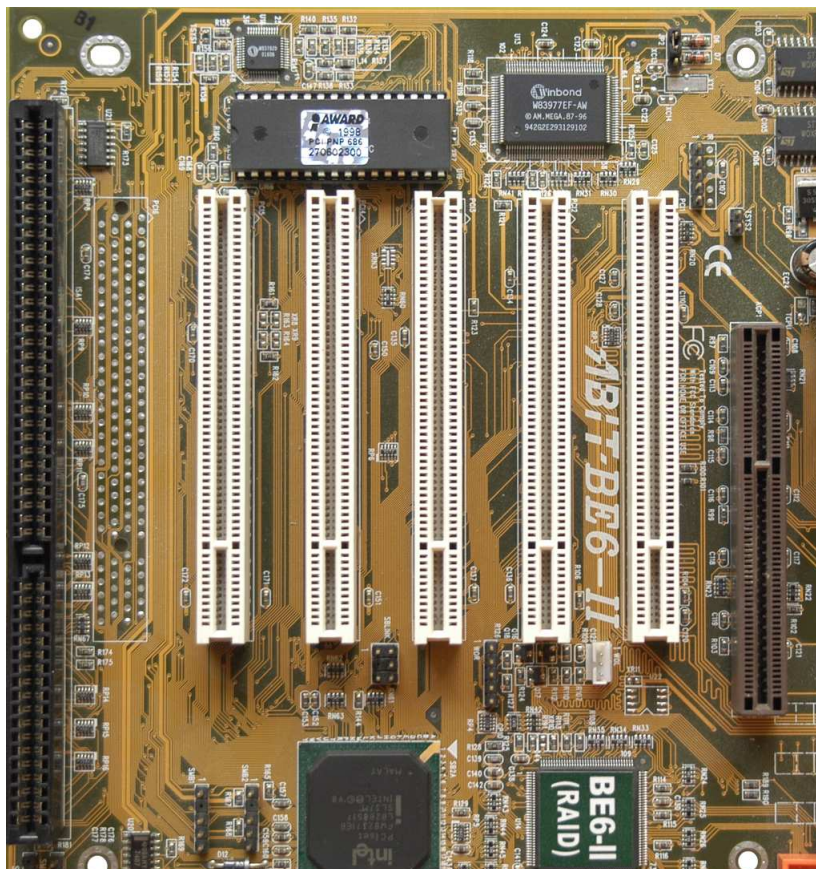
A PCI-os alaplapok energiaellátás szempontjából három típusban készülhetnek. Az 5V-os és a 3,3V-os feszültségszinttel működő változatok mellett univerzális kivitel is létezik ami mindkét feszültség szint kezelésére képes.

A PCI kártyák további előnye, hogy már nem igényelnek hardveres eszközeállítás (jumperelést), minden automatikusan, szoftveresen történik. Többek között ez a konfigurációs eljárás szolgáltatta a mintát a később megalkotott Plug and Play¹¹ szabvány tervezésénél is.

2.3.6. AGP (Accelerated Graphics Port)

Kifejezetten a nagy teljesítményigényű grafikai feladatok kiszolgálására létrehozott, a PCI alapjaira épülő, de attól teljesen független rendszer. A közös alapok egyik bizonyítéka a hasonló csatlakozó, amelyet a különbségek hangsúlyozása (és a nem megfelelő kártyák csatlakoztatásának kivédése) érdekében a

¹¹A Plug and Play (PnP) szabvány az eszközök automatikus konfigurálására szolgál. A PnP kompatibilis bővítőkártyákat az alaplapba helyezve nincs szükség a megszakítások, I/O címek és a DMA csatornák kézzel történő beállítására, ezt elvégzi helyettünk az alaplapon lévő PnP kompatibilis BIOS.

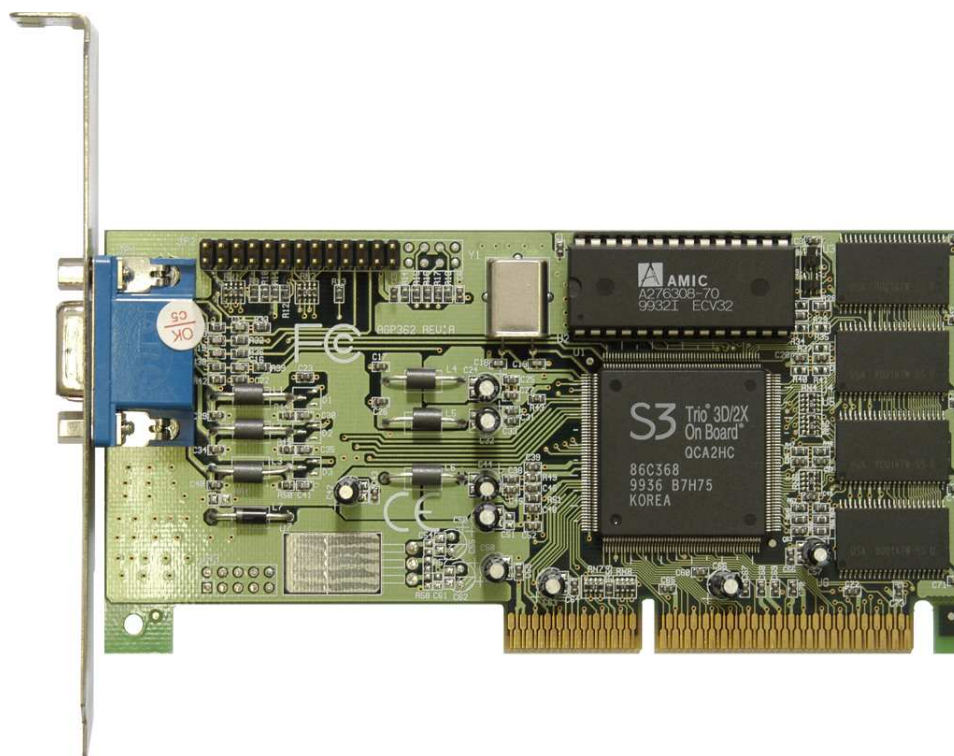


2.8. ábra. ISA-PCI-AGP alaplap

PCI-től eltérő pozícióban és színben helyezték el az alaplapon (2.8 ábra). Mivel az AGP-t kizárólagosan csak egy speciális feladat elvégzéséhez tervezték, ezért minden alaplapon maximálisan csak egy ilyen csatlakozó található a videokártya számára.

Az 1996 közepén megjelent 1.0-es szabvány 66 MHz-es órajelet, 1x-es és 2x-es jelzést valamint 3,3V-os feszültségszintet definiál. A jelzések száma a gyakorlatban azt jelenti, hogy egy órajel alatt hányszor történik adattovábbítás. Azaz a 32 bit széles AGP csatornán keresztül, a PCI órajelének duplájával órajelenként egyszeri adattovábbítással maximálisan 266 MByte/sec adatátviteli sebesség érhető el. Értelemszerűen ha a jelzések számát megduplázzuk, az átviteli sebesség is a duplájára, 533 MByte/sec-ra nő. A 2.0-es szabványban megjelenik a 4x AGP (1066 MByte/sec), a 3.0-as specifikációban pedig a 8x AGP (2133 MByte/sec). A szabványok legfőbb jellemzőit a 2.3 táblázat szemlélteti.

A grafikus alkalmazások fokozott memóriaigénye miatt az AGP egy közvetlen, nagy sebességű csatornát kapott a rendszermemóriához, annak érdekében, hogy elkerülhető legyen a grafikus kártyán található memóriák méretének irreális mértékű növelése.



2.9. ábra. AGP kártya

	AGP 1.0	AGP 2.0	AGP 3.0
Jelzési sebesség	1x, 2x	1x, 2x, 4x	4x, 8x
Maximális átviteli sebesség	266 MB/s	1066 MB/s	2133 MB/s
Csatlakozó típusa	3,3V	1,5V	1,5V
Jelzési szint	3,3V	1,5V	0,8V

2.3. táblázat. AGP szabványok

2.4. Processzor foglalatok típusai

Az PC-s alaplapon és processzorok között a megfelelő illeszthetőséget az alaplapon szerelt, a CPU számára kialakított foglalatok biztosítják. Ez lehetőséget teremt arra, hogy ezt a két fontos eszközt egymástól függetlenül szerezhessük be, mindkét esetben a számunkra optimális megoldást választva. További fontos előny, hogy így a processzorok könnyen cserélhetővé válnak egy esetleges meghibásodás vagy bővítés esetén.

A korszak kezdetén megjelent PC-k esetében a CPU legtöbbször az alaplapon elválaszthatatlan részét képezte (2.10 ábra), ezeknek a központi feldolgozó egységeknek házilag cseréjére nincs lehetőség. Így ha egy 286-os vagy egy 386-os gép processzora meghibásodik, vagy egyszerűen csak nagyobb órajelűre szeretnénk cserélni a már meglévő processzorunkat, akkor általában ez csak alaplappal cserével együtt történhet meg.

A 486-os SX, DX gépektől kezdődően a CPU és az alaplapon kapcsolatát már oldható kötés biztosítja. Az ezt biztosító csatlakozó leggyakrabban un. Socket típusú, egyedül a Pentium II/III-as gépek egy része



2.10. ábra. 486 SLC processzor az alaplaphoz integrálva

képez kivételt ahol Slot típusú csatlakozókkal is találkozhatunk. A 2.4 táblázat az egyes csatlakozó- és processzorfajták kapcsolatát mutatja be.

A gyakorlatban átalakítók is léteznek néhány típusokhoz. A legelterjedtebb átalakítók a Socket típusú processzorok behelyezését teszik lehetővé Slot típusú alaplaphoz (2.11 ábra).

Fontos azonban tudni, hogy ezeket az átalakítókat csak speciális esetekben érdemes használni, a nevesebb gyártók egyáltalán nem támogatják ezek alkalmazását. A tapasztalatok azt mutatják, hogy ilyen megoldások nem minden esetben garantálnak 100%-os megbízhatóságot, ezért lehetőség szerint érdemes kerülni ezeket az eszközöket.

2.5. BIOS

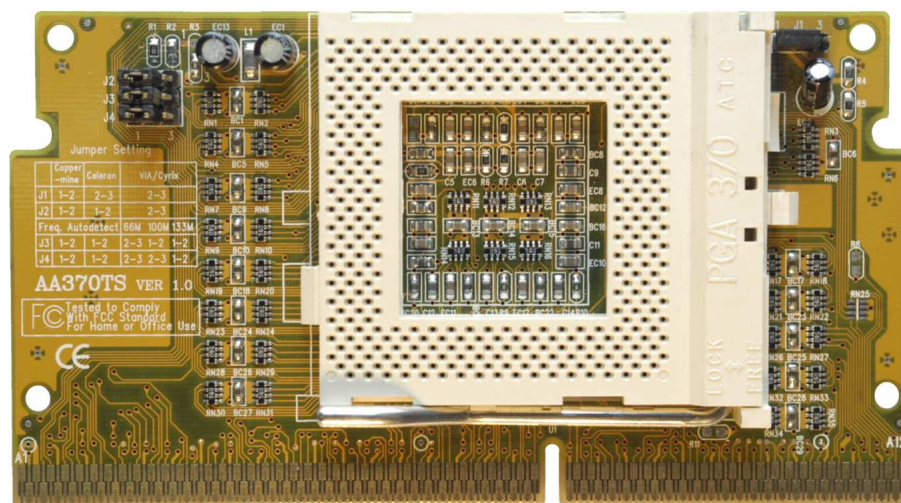
Minden alaplaphoz rendelkezik egy kitüntetett chip-el, amit BIOS-nak vagy ROM BIOS-nak nevezünk¹². Ez az integrált áramkör (2.12. ábra jobb oldala) és az ebben tárolt programok felelnek a rendszerindítás folyamatáért valamint ezalatt az alaplaphoz és a hozzá csatlakoztatott eszközök kezeléséért. Ahhoz tehát, hogy az alaplaphoz szempontjából véletlenszerűen összeválogatott eszközök működő rendszerre váljanak, minden számítógépnek szüksége van BIOS-ra, azaz Basic Input/Output System-re.

A rendszer helyes működéséhez egyedi, a rendszerre jellemző beállításokra is szükség van. Mivel a BIOS tartalma nem módosítható, így ezen információk tárolását is biztosítani kell. A rendszeridő, a háttértárak paraméterei, a chipkészletre jellemző beállítások és még számos fontos információ tárolása a CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*) memóriában történik.

¹²A számítógépekben nem csak az alaplaphoz található BIOS, hanem például számos hálózati- vagy SCSI kártya is rendelkezik ilyen memóriával. Az ilyen BIOS-ok szerepe is hasonló az alaplaphoz: az adott kártya és a csatlakoztatott eszközök megfelelő működtetését hivatottak biztosítani.

Típus	Lábak	Elrendezés	Tápfeszültség	Támogatott processzorok	Bemutató dátuma
Socket 1	169	17x17 PGA	5V	486 SX/SX2; 486DX/DX2; 486 DX4 OverDrive	1989. április
Socket 2	238	19x19 PGA	5V	486 SX/SX2; 486 DX/DX2; 486 DX4 OverDrive; Pentium OverDrive	1992. március
Socket 3	237	19x19 PGA	5V/3,3V	486 SX/SX2; 486DX/DX2; 486 DX4; 486 Pentium Overdrive; 5x86	1994. február
Socket 4	273	21x21 PGA	5V	Pentium 60/66; Pentium 60/66 Overdrive	1993. március
Socket 5	320	37x37 SPGA	3,3V/3,5V	Pentium 75-300; Pentium 75+ Overdrive	1994. október
Socket 62	235	19x19 PGA	3,3V	486 DX4; 486 Pentium Overdrive	1994. február
Socket 7	321	37x37 SPGA	VRM	Pentium 75-300; Pentium 75+ Overdrive; Cyrix M1/II; AMD K5/K6	1997. január
Socket 8	387	Dual SPGA	Auto VRM	Pentium Pro	1995. november
Socket 370	370	37x37 SPGA	Auto VRM	Celeron, Pentium III (PPGA, FCPGA)	1998. augusztus
Socket PAC418	418	38x2 S-SPGA	Auto VRM	Itanium	2001. május
Socket 423	423	39x39 SPGA	Auto VRM	Pentium 4 (FC-PGA2)	2000. november
Socket A (462)	462	37x37 SPGA	Auto VRM	AMD Athlon, Duron (FC-PGA)	2000. június
Socket 478	478	26x26 mPGA	Auto VRM	Pentium 4 (FC-PGA2)	2001. október
Socket 603	603	31x25 mPGA	Auto VRM	Xeon P4	2001. május
Socket 754	754	29x29 mPGA	Auto VRM	Athlon 64	2003. szeptember
Socket 940	940	31x31 mPGA		AMD Opteron	2003. április
Slot 1 (SC242)	242	121x2 Slot	Auto VRM	Pentium II; Celeron; Pentium III (SECC)	1997. május
Slot 2 (SC330)	330	150x2 Slot	Auto VRM	Pentium II Xeon; Pentium III Xeon	1998. április
Slot A	242	121x2 Slot	Auto VRM	AMD Athlon (SECC)	1999. június

2.4. táblázat: CPU foglalatok



2.11. ábra. Slot1 → PGA átalakító

2.5.1. A CMOS memóriák energiaellátása

A számítógép jellemző információit tároló memória energiaellátásának folyamatosnak kell lennie, hogy a beállított értékek a számítógép kikapcsolása után se vesszenek el. Vagyis olyan áramforrásról kell gondoskodni, ami a számítógép kikapcsolt állapotában is ellátja energiával a CMOS-t. Mivel az NVRAM-ok (*Non-Volatile RAM*) energiafelvétele minimális¹³, elegendő az alaplapon egy kis akkumulátort vagy elemet elhelyezni a CMOS folyamatos táplálására.

Az alaplapon régebbi típusain általában egy beforrasztott akkumulátort találunk, aminek házilag cseréjével gyakorlatlanul nem célszerű próbálkozni. Így ha ez az akkumulátor tönkremegy, a megfelelő áramellátás külső energiaforrás használatával biztosítható. Ez egy, az alaplapon speciálisan erre a célra kialakított csatlakozón keresztül négy darab AA típusú ceruzaelemmel történhet.

Napjaink alaplappjaiban gombelemeket használnak (2.12. ábra bal oldala), amit egy gyakorlatiasabb felhasználó saját maga is ki tud cserélni, de ha valaki nem bízik saját ügyességében, akkor egy szakember néhány pillanat alatt képes kicserélni a megöregedett elemet a számítógép komolyabb szétszerelése és az alaplapon történő kockázatos forrasztások nélkül.

2.5.2. A ROM BIOS

Az elnevezés a kezdeti időkből ered, amikor a BIOS egy ROM-ban, azaz Read Only Memory¹⁴-ban került tárolásra. Ilyen esetben a BIOS cseréje csak a chip cseréjével volt megoldható. A későbbiekben megoldást jelentett az PROM (*Programmable Read Only Memory*) megjelenése, amely felkínálta a gyári értékek megváltoztatásának lehetőségét.

Az alaplapon régebbi típusain EPROM-okat (*Erasable PROM*) találunk. Ezek törlése rendkívül egyszerűen, a chip tetején található quartz kristályból készült ablakon keresztül az EPROM-ot UV fénnel

¹³Az energiafelvétel olyan minimális, hogy egy gombelem évekig képes folyamatosan működtetni az alaplapon CMOS memóriáját.

¹⁴Read Only Memory, azaz csak olvasható memória. A gyárilag chip-be égetett információt a felhasználó csak olvasni tudja, a memória tartalmának felülírására nincs lehetősége.



2.12. ábra. Az alaplapi BIOS és energiaellátása

megvilágítva történik. Az ablakot azért quartzból készítik, mert a hagyományos üvegek nem engedik át az UV fényt. Amennyiben nem rendelkezünk UV lámpával, a megfelelő hatást napfény segítségével is elérhetjük. A véletlen tönkretétel ellen az EPROM-ok ablakát általában szalaggal vagy matricával szokás leragasztani. A törölt EPROM programozása már bonyolultabb művelet, nem csak speciális programokra, hanem kimondottan erre a célra készített EPROM-égető hardverre is szükség van az adatok beírásához.

Jelentős változást hoztak az EEPROM-ok (*Electrically Erasable PROM*) a programozható ROM-ok világában. A legtöbb napjainkban megjelenő alaplap már ilyen BIOS-szal kerül forgalomba. Ezek a Flash BIOS-nak is nevezett memóriák lehetővé teszik azt, hogy a chip eltávolítása, sőt a számítógép házának felnyitása nélkül újraprogramozhassuk az alaplapi BIOS-t. Amennyiben egy alaplaphoz BIOS frissítés jelenik meg, akkor a gyártó nem csak a BIOS tartalmát teszi letölthetővé, hanem a szükséges programot, valamint a folyamat részletes leírását is.

Természetesen egy BIOS tartalmának felülírása komoly kockázatokat foglal magában. Ha a folyamatba valamilyen hiba csúszik, az alaplap és természetesen az egész számítógép használhatatlanná válhat. Ezért célszerű frissítés előtt a régi BIOS-t lemezre menteni, biztosítva a visszatöltés lehetőségét hiba esetére. Néhány alaplap már megduplázott BIOS-szal jelenik meg, ahol a két azonos program közül csak az egyiket tudjuk felülírni. Amennyiben az alaplap az új BIOS-szal működésképtelenné válik, a másik (tartalék) chipből még visszatölthető az eredeti program.

2.5.3. Plug-and-Play BIOS

Az angol kifejezés magyarra fordítva kb. annyit tesz, hogy „csatlakoztasd és használd”. Vagyis a hangzatos elnevezés azt ígéri, hogy a PnP (*Plug-and-Play*) rendszerekben nincs szükség az eszközök kézzel történő beállítására, az IRQ, a DMA csatornák beállítása és a I/O címek kiosztása már automatikusan történik. A PnP rendszerek három összetevőből állnak:

1. Plug-and-Play BIOS
2. ESCD (*Extended System Configuration Data*)
3. Plug-and-Play kompatibilis operációs rendszer

A PnP BIOS működése során megvizsgálja, hogy van-e új kártya telepítve a rendszerben. Amennyiben nincs, a BIOS beolvassa az ESCD információkat és elindítja a rendszertöltés folyamatát. Amennyiben új kártya található a rendszerben a BIOS a már meglévő ESCD információk és a kártya igényei alapján megpróbál szabad erőforrásokat biztosítani az új hardver számára. Ha ez sikerült akkor az új információk felülírják a konfigurációs adatokat (ESCD) és megkezdődik a rendszer indítása. Ha már nem állnak rendelkezésre szabad erőforrások, akkor a BIOS a PnP kompatibilis operációs rendszerre bízva az ütközések feloldását.

A PnP eszközöket az egyszerűbb megfeleltetés érdekében egyedi azonosítókkal (ID-vel) látják el. Ezek egy három karakter hosszú gyártóazonosítót és egy négy karakter hosszú eszközazonosítót tartalmazva tárolódnak az adott eszközben¹⁵, melyekről összefoglaló táblázat található a függelékben. Az eszközöket gyártó cégek meghatározott azonosítót használhatnak, a termékeik számozását pedig saját hatáskörben végzik. Amennyiben egy gyártó egy meghatározott azonosítóval már bevezette az adott termékét a piacra, köteles a később előállított azonos eszközöket is a megegyező PnP azonosítóval ellátni.

Találkozhatunk PNPxxxx azonosítóval ellátott PnP eszközökkel is. Ezeket az azonosítókat a Microsoft vezette be azoknak a gyakran előforduló eszközök azonosítására, amelyek nem rendelkeznek egyedi gyártóazonosítóval, de a meghatározott eszközökkel 100%-ban kompatibilis működésre képesek.

¹⁵Pl.: az ADP1542 PnP eszközazonosító az Adaptec cég AHA-154X/AHA-1535 Plug and Play SCSI Host Adapter-ét jelöli

3. fejezet

Processzorok

A processzor vagy mikroprocesszor a PC-k azon része, ami képes a számára előírt adatokkal a szintén előre meghatározott műveletek elvégzésére és az eredmény elhelyezésére az arra kijelölt helyen. A processzor tehát nem valamiféle intelligens eszköz, csupán egyszerű aritmetikai-, logikai- és időzítési műveletek elvégzésére képes a működését vezérlő program algoritmusai szerint.

Mégis elmondható, hogy a PC-kben található processzor (CPU - *Central Processing Unit*, azaz Központi Végrehajtó Egység) ezeknek a számítógépeknek (is) a középpontja, motorja.

3.1. A mikroprocesszorok történeti áttekintése

Az első mikroprocesszort az Intel fejlesztette ki és mutatta be 1971 november 15-én. A 2300 darab tranzisztort tartalmazó processzor a 4004 nevet viseli, órajele 108 KHz. Az első mikroprocesszor 10 mikronos technológiával készült, egyszerre 4 bit átvitelére és 640 bájt memória címzésére alkalmas. A 4004-et eredetileg kalkulátorokba szánták, azonban a lehetőségek felismerése után többek között közlekedési jelzőlámpák, vérvizsgáló berendezések vezérléséhez is felhasználták.

1972 áprilisában mutatta be az Intel a 8008-as processzorát, ami a 4004-hez hasonlóan 10 mikronos technológiára épül, azonban már 8 bites adatbusszal és 3500 tranzisztorttal rendelkezik. A processzor sebessége 200 KHz-re, a címezhető memória mérete pedig 16 kB-ra nőtt.

A következő processzorra egészen 1974 áprilisáig kellett várni. Az ekkor megjelent 8080-as az előző 8008-as processzor teljesítményének tízszeresére képes, órajele 2 MHz. A processzor 6 mikronos technológiával készült, 8 bites adatbusszal rendelkezik és 64 kB memória címzésére alkalmas. A 8080-as volt az a processzor ami nagy mértékben segítette a PC-s világ kialakulását, mivel az első személyi számítógép – az Altair 8800 –, is a 8080 köré épült. A processzorhoz operációs rendszer is készült, ez CP/M néven került be a köztudatban. Ekkorra tehető a Microsoft megalakulása és első termékük – a Microsoft BASIC – megszületése, ami szintén az Altairhoz készült.

A 8080 igazán népszerűvé csak 1976 júliusában vált. Ekkorra ugyanis a számos ex-Intel fejlesztőmérnököt soraiban tudó Zilog nevű cég piacra dobta a Z-80 elnevezésű processzorát, ami az Intel 8080-as erősen javított változatának tekinthető. A Z-80-at úgy tervezték meg, hogy minden, a 8080-on érvényes utasítást képes legyen végrehajtani, azaz teljes mértékben alkalmas volt az Intel konkurens processzorára írt alkalmazások futtatására. Ahhoz persze, hogy a Z-80 olyan népszerűséget vívjon ki magának, mint amelyet addig egyetlen processzornak sem sikerült, a kompatibilitásnál több kellett. A Z-80 számos új utasítást és több belső regisztert is tartalmaz a 8080-hoz képest, valamint olyan funkciókkal is bír, amik a teljes számítógép gyártását is lényegesen olcsóbbá tették. A Z-80 8500 tranzisztort tartalmaz, 64 kB

memória címzésére képes. Órajele kezdetben 2,5 MHz volt, a későbbi verziók maximális sebessége 10 MHz.

Annak ellenére, hogy a Z-80 nem volt fizikálisan kompatibilis a 8080-al, a legtöbb számítógépet már e chip köré építették. Ezeknek a számítógépeknek az operációs rendszere is a CP/M maradt, hiszen a Z-80 teljesen kompatibilis a 8080-as processzorokkal.

1976 márciusában dobta piacra az Intel 8085-ös processzorát, ami 3 mikronos technológiával készült, és 6500 darab tranzisztort tartalmaz. Órajele 5 MHz, adatbuszának szélessége 8 bit. Az Intel újdonsága azonban nem hozta meg az átütő sikert, a Z-80 uralmát nem veszélyeztette a 8085.

Ebben az időszakban már nem csak a 8080-as vonalon folyt a mikroprocesszorok fejlesztése, hanem a teljesen külön utakon járó MOS Technologies is bemutatta 6502-es processzorát. Ezt a chipet leginkább olyan ex-Motorola mérnökök fejlesztették, akik részt vettek az első Motorola processzor (6800) megtervezésében is. A 6502-es hasonló paraméterekkel rendelkezik mint a 8080, azonban piacra kerülésekor az ára mindössze az $\frac{1}{12}$ része volt a 8080-énak. Mivel az ár mindig fontos tényező a piaci versenyben, a 6502 számos eszköznek lett a processzora. A 6502 lehetőségeit többek között Steve Wozniak is felismerte, aki e processzor köré építette Apple I és Apple II rendszereit. A 6502-öt felhasználta továbbá a Commodore cég, de az eredeti Nintendo játékkonzolok is ezt a mikroprocesszort tartalmazzák. A Motorola később megalkotta a 68000-es családot, ami köré az Apple Macintosh számítógépek épültek.

Igazi áttörést hozott az 1978-as év, aminek közepén az Intel bemutatta 8086-os processzorát. A drámai újítást a 8086 teljes 16 bites architektúrája hozta. A 16 bites regisztereket és 16 bites adatbuszt tartalmazó processzor így már 16 bites számok feldolgozására és egy lépésben történő továbbítására is képes. 20 bites címbusza lehetővé teszi 1 MB memória címzését. A 8086-os processzorok 29000 tranzisztort tartalmaznak, órajelük 5 MHz-től indul.

A 8086 utasításkészlete már nem egyezett meg a megelőző Intel processzorokéval, ezzel a chippel jelent meg az x86-os utasításkészlet. Ez kiemelt fontossággal bír, mivel a mai x86 kompatibilis processzorok (például az Intel Pentium 4-es processzorai) is tartalmazzák ezt az utasításkészletet.

A 8086 egy kimondottan jól sikerült konstrukciónak tekinthető, egyetlen "hibáját" az jelentette, hogy a teljes 16 bites architektúra miatt új alaplaponokra és kiegészítő áramkörökre volt szükség. A költségek csökkentése érdekében 1979-ben elkészült az első 8088-as processzor, ami szinte mindenben megegyezett a 8086-ossal, kivéve, hogy a 8088 külső adatbuszát 8 bitesre csökkentették. Ez tette lehetővé, hogy alacsonyabb költségek mellett, a már meglévő fejlesztéseket felhasználva lehessen a 8088 számára alkalmas alaplaponokat készíteni. A költségek ilyen módon történő leszorítása után tett szert a 8088-as (majd később a 8086-os) processzor hatalmas népszerűsége, mivel az IBM e köré építette első PC-jét.



3.1. ábra. 8088-as processzor

Az Intel sikere ettől kezdve hosszú ideig töretlen volt, a fejlesztett processzorok sebessége folyamatosan nőtt. Az igazi áttörést a 16 bites belső architektúra 32 bitesre történő növelése jelentette, ami a 386DX processzorokban jelent meg először.

Jelenleg ismét egy váltás határán állunk, hiszen az Intel már 2001 márciusában bejelentette az első 64 bites processzorát az Itanium-ot, de ezek a gyakorlatban még nem hozzáférhetőek. A legfőbb konkurens

AMD sem marad el a versenyben, az Athlon 64 évek óta áll a legnagyobb szakkiállítások középpontjában, azonban a piaci forgalomban 2003 végéig még ez a processzor sem jelent meg.

3.2. Processzorok legfőbb jellemzői

Minden processzor két legjellemzőbb tulajdonsága a szélessége és az órajele. Az órajel vizsgálata lényegesen egyszerűbb kérdés, hiszen ez minden esetben a Hertz valamely nagyságrendjében, megahertzen (MHz) vagy gigahertzen (GHz) van megadva. Általánosságban elmondható, hogy minél magasabb egy processzor órajele, annál nagyobb teljesítményre képes az egyéb paraméterek állandósága mellett.

A processzor szélességének vizsgálata már érdekesebb probléma, mivel a processzoroknak három olyan jellemzője is van, aminek szélessége döntően befolyásolhatja a processzor teljesítményét. Ezek a jellemzők a következők:

- Az adatbusz szélessége
- A címbusz szélessége
- A regiszterek szélessége

Mivel a fenti szélességek csak ritkán egyeznek meg egy processzoron belül, meg kell gondolnunk, hogy hány bitesnek definiálunk egy processzort. Szemléletes példaként szolgálhatnak a manapság népszerű Pentium 4-es processzorok, melyek adatbusza 64 bites. Ez azonban koránt sem jelenti azt, hogy ezek valódi 64 bites processzorok lennének, mivel ezek belső regiszterei csak 32 bit szélesek. Így ezek a processzorok valójában csak 32 bites processzoroknak tekinthetők. Napjainkban már a valódi 64 bites típusok is elkészültek, de piacra egyelőre még nem kerültek.

A PC-k világában előforduló processzorok legfontosabb tulajdonságait a fejezet végén található 3.27 és 3.28 táblázatok foglalják össze.

3.2.1. Az adatbusz

A processzorok az adatbuszukon keresztül képesek adatcserét végezni az alaplapi chipkészlettel illetve a memóriával. Mivel minden feldolgozandó adatnak el kell jutni a processzorba, egyértelmű, hogy az adatbusz szélessége igen fontos paraméter egy CPU összteljesítményének szempontjából.

Az adatbusz vezetékek csoportjaként fogható fel, ahol egy időben, minden egyes vezetéken egységnyi információ áramoltatható párhuzamosan. Könnyen belátható, hogy 10 vezetéken 10x annyi információ juthat el például a processzorból a memóriába, mintha csak 1 vezetéken folyna a kommunikáció.

A probléma jól szemléltethető a közúti közlekedésből vett példával is. Egy egysávos úton a kiindulási ponttól azonos távolságban egyszerre mindig csak egy gépjármű lehet. Ahhoz, hogy az út áteresztőképességét megnöveljük, bővíteni kell a forgalmi sávok számát, ami lehetővé teszi a gépjárművek párhuzamos közlekedését. Ha több sáv áll rendelkezésre egy irányban, akkor egymás mellett több autó is haladhat a közös kiindulási- és végpont között.

A processzorok adatbuszával is teljesen hasonló a helyzet. A mai CPU-k egészen a Pentium processzorok megjelenése óta 64 bites adatbuszt használnak. Ez azt jelenti, hogy egy időben 64 különböző, egymástól független jel lehet jelen az adatbuszon, ami az adatok párhuzamos áramlását 64 csatornán teszi lehetővé.

Az adatbusz szélessége hosszú ideig teljes mértékben megkötötte, hogy egyszerre hány azonos méretű memóriamodult kellett használni az alaplapon. Példaként vizsgáljunk meg egy 386DX processzort, aminek az adatbusza 32 bit széles. A 386-os PC-k idejében a használható memóriák 8 (vagy 8+1) bitesek

voltak, ezért ezekből mindig 4 modult kellett használni, hogy a memória és az adatbusz szélessége illeszkedjenek egymáshoz. Napjainkban az Intel 865-ös és 875-ös chipkészletében megjelent "Dual Channel" memóriatámogatással érvényét veszti az illesztés fenti törvénye, ami alól egyébként a Rambus memóriák is kivételt képeznek.

3.2.2. A címbusz

Az adatbusz szélessége azt határozta meg a processzor és a memória kapcsolatában, hogy egyidőben hány bitnyi információ átadása történhet meg a két egység között. A címbusz szélessége pedig azt határozza meg, hogy mekkora a maximálisan megcímezhető memória nagysága.

A címbusz vezetékein található egységnyi információk egy-egy számjegyet jelentenek a címbuszon megjelenített teljes számból. Könnyen belátható, hogy minél több számjegyből álló számot tudunk megjeleníteni, annál nagyobb értékű számot képezhetünk. Mivel a számítógépek a bináris számrendszert használják, a címbuszon maximálisan képezhető szám értéke kettő annyiadik hatványa, ahány bit széles a processzor címbusza. Vagyis ha a 8088-as processzor 20 bites címbuszát vesszük példaként, akkor a maximálisan kialakítható szám $2^{20} = 1.048.576$ lehet, azaz a maximálisan megcímezhető memóriaterület mérete 1 MB.

A 8088 címbuszának megduplázásával már $2^{40} = 1.099.511.627.776$ bájtnyi, azaz 1 TB-nyi memória megcímezésre van lehetőségünk. Ezt a szélességet egyedül az AMD Opteron processzora használja, a manapság használt processzorok címbusza 36 bit széles. Az Intel processzorok által használt címbuszok szélességét és ezáltal a maximálisan címezhető memória nagyságát a 3.1 táblázat szemlélteti.

Processzor	Címbusz szélessége	Címezhető memória (bájt)	(kB)	(MB)	(GB)	(TB)
8088/8086	20	1.048.576	1.024	1	-	-
286/386SX	24	16.777.216	16.384	16	-	-
386DX/486 Pentium	32	4.294.967.296	4.194.304	4.096	4	-
Pentium Pro Pentium II Pentium III Celeron Pentium 4	36	68.719.476.736	67.108.864	65.536	64	-
Itanium	44	17.592.186.044.416	17.179.869.184	16.777.216	16.384	16

3.1. táblázat. Intel processzorok memória címzési lehetőségei

3.2.3. Regiszterek (belső adatbusz)

A processzorok belső regisztereinek mérete meghatározza, hogy az adott processzor mennyi információval képes egyszerre dolgozni. Az egyes műveletek mind a regiszterek segítségével hajthatók végre. Például egy egyszerű összeadás esetén két külön regiszterben találhatók az összeadandók és általában egy harmadik regiszterbe kerül az eredmény. Így könnyen belátható, hogy a regiszterek mérete erősen korlátozza a műveletek végzéséhez használt adatok méretét.

A mai processzorok többsége (386SX – Pentium 4 Xeon) 32 bites belső regisztereket használ. Ez lehetővé teszi a 32 bites adatokkal való műveletvégzést, a 32 bites alkalmazások és a 32 bites operációs rendszerek futtatását. Természetesen ezek a processzorok képesek kisebb számokkal is dolgozni, így

nem okoz számukra problémát a 16 bites operációs rendszerek vagy alkalmazások futtatása sem. Természetesen optimális teljesítményüket olyan operációs rendszert használva érhetik el, amely maximálisan kihasználja belső regisztereik méretét. Így a 64 bites regiszterekre épülő processzorok (Intel Itanium, AMD Opteron) csak egy valódi 64 bites operációs rendszerrel érik el csúcsteljesítményüket.

Megfigyelhető, hogy a processzorok belső regisztereinek és külső adatbuszáinak szélessége nem minden esetben egyezik meg. A két érték összehasonlításakor három eset lehetséges.

1. A regiszterek és az adatbusz szélessége megegyezik. Ez az Intel processzorok közül leginkább a 486-os processzorokra jellemző, de ebbe a csoportba tartozik például a 386DX CPU is. Ilyen esetben nincs probléma a regiszterek tartalmának kiírásával, mivel ezek az értékek közvetlenül elhelyezhetők az adatbuszon.
2. A regiszterek szélessége meghaladja az adatbusz szélességét. Jellemzően a 8088-as és a 386SX processzoroknál figyelhető meg ez a megoldás. Mindkét esetben az adatbusz szélessége csak fele a regiszterek szélességének. Ezek a megoldások egy alacsony költségekkel fejleszthető rendszer érdekében jöttek létre, hiszen az alacsonyabb költségekkel készülő 16 bites alaplaphoz olyan 32 bites processzor illeszthető amely teljes mértékben kompatibilis a 32 bites operációs rendszerekkel. A megoldás problémája mindössze annyi, hogy az adatok mozgatásához két ciklusra van szükség, mivel egy időben a regiszterek tartalmának csak a fele mozgatható az adatbuszon.
3. Az adatbusz szélessége haladja meg a regiszterek szélességét. Például a Pentium processzorok, ahol 64 bites adatbuszhoz 32 bites belső regiszterek tartoznak. Mivel ebben az esetben nem a költséghatékonyság volt az elsődleges szempont, a megoldás nem mehet a teljesítmény rovására. Ezért a Pentium processzorokat úgy tervezték meg, hogy két 32 bites folyamat dolgozza fel párhuzamosan az információkat, így az adatbusz két regiszterből egy ciklus alatt teljes szélességében feltölthető.

3.3. Processzorok sebessége és teljesítménye

Sokakban felmerülhet a kérdés, hogy mitől is gyorsabb például egy Pentium III-as processzor mint egy Pentium II-es, ha mindkettő azonos órajellel dolgozik. Valójában nagyon fontos szempont egy processzor teljesítményének értékelésekor, hogy az adott CPU milyen hatékonysággal működik.

Az egész rendszer összteljesítménye természetesen nem csak a processzoron múlik, ebben egyaránt komoly szerepet játszik a CPU, az alaplap és annak chipkészlete valamint a használt memória típusa és nagysága is. Azonban ha mindezekről elvonatkoztatunk és csak a processzort vizsgáljuk, azt kell tapasztalnunk, hogy az azonos órajellel működő, de eltérő felépítésű (generációjú) processzoroknak különböző hosszúságú időkre van szükségük ugyanazon műveletek végrehajtásához.

A 8086-os és 8088-as processzorok átlagosan 12 órajelciklus alatt végeznek el egy egyszerű műveletet. A következő generációkhoz tartozó 286-os és 386-os chipek megjelenésével ez az érték 4,5 ciklusra csökkent, ami majdnem háromszoros teljesítménynövekedést jelent azonos órajel mellett. A negyedik generációs 486-os Intel és velük kompatibilis processzorok tovább javították a hatékonyságot, számukra egy utasítás végrehajtásához átlagosan 2 órajelciklus szükséges. Lényeges áttörést hozott a Pentium processzorok megjelenése, hiszen ezek a chipek számos technológiai újítással rendelkeznek. Többek között a párhuzamos utasításvégrehajtásnak köszönhetően a Pentium processzoroktól kezdődően már nem azt kell számolnunk, hogy hány ciklus kell egy utasítás végrehajtásához, hanem azt, hogy egy órajelciklus hány utasítás végrehajtására elegendő. Ez az érték az ötödik generációs Pentium processzorok esetében 1 vagy 2 utasítás végrehajtását jelenti ciklusonként. Természetesen a következő generációk megjelenésével is növekedett a teljesítmény, a Pentim Pro/II/III/4 processzorok már 3 vagy több utasítás elvégzését teszik lehetővé minden egyes órajelciklusban.

Természetesen nem csak az azonos órajellel működő de eltérő belső felépítésű processzorok teljesítménye különbözik, hanem az azonos generációhoz tartozó, de más frekvencián járatott típusoké is. Mivel két eltérő processzor sebességének mérése és objektív összehasonlítása nem egyszerű feladat, ezért az Intel kifejlesztett egy olyan teljesítmény-értékelő programot, amely alkalmas a különböző órajelű processzorok összemérésére. Ez a teszt az iCOMP (*Intel Comparative Microprocessor Performance*) nevet kapta, a teszt által szolgáltatott eredmény az adott processzorra vonatkozó iCOMP index. A tesztet kétszer dolgozták át, az egyes verziók iCOMP, iCOMP 2.0 és iCOMP 3.0 néven terjedtek el. Az iCOMP által nyújtott értékek jó összehasonlítási alapot teremtenek az egyes processzorok között, azonban ügyelnünk kell arra, hogy a különböző verziók által szolgáltatott értékek (index számok) nem összemérhetők. A következő táblázatok (3.2 és 3.3 táblázatok) az Intel processzorok iCOMP indexeit foglalják össze.

Processzor	iCOMP 2.0	Processzor	iCOMP 2.0
Pentium 75	67	Pentium Pro 200	220
Pentium 100	90	Celeron 300	226
Pentium 120	100	Pentium II 233	267
Pentium 133	111	Celeron 300A	296
Pentium 150	114	Pentium II 266	303
Pentium 166	127	Celeron 333	318
Pentium 200	142	Pentium II 300	332
Pentium 166 MMX	160	Pentium II OverDrive 300	351
Pentium Pro 150	168	Pentium II 333	366
Pentium 200 MMX	182	Pentium II 350	386
Pentium Pro 180	197	Pentium II OverDrive 333	387
Pentium 233 MMX	203	Pentium II 400	440
Celeron 266	213	Pentium II 450	483

3.2. táblázat. iCOMP 2.0 teljesítményértékek

Processzor	iCOMP 3.0	Processzor	iCOMP 3.0
Pentium II 350	1000	Pentium III 650	2270
Pentium II 450	1240	Pentium III 700	2420
Pentium III 450	1500	Pentium III 700	2540
Pentium III 500	1650	Pentium III 800	2690
Pentium III 550	1780	Pentium III 866	2890
Pentium III 600	1930	Pentium III 1000	3280
Pentium III 600E	2110		

3.3. táblázat. iCOMP 3.0 teljesítményértékek

A Pentium 4 megjelenésével az Intel szakított hagyományaival, és ezeknek a processzoroknak a sebességtesztjét már egy kereskedelmi forgalomban kapható programmal, a *BAPCo SYSmark 2002 benchmark suite* segítségével végzi. Mivel a program mindenki számára hozzáférhető, így a sebesség tesztek nem csak az Intel végezheti, hanem lehetőség van független mérések lebonyolítására is. A 3.4 táblázat a Pentium 4-es processzorok SYSmark 2002-vel történő értékelését tartalmazza.

Processzor	SYSmark 2002	Processzor	SYSmark 2002
Pentium 4 1,50 GHz	159	Pentium 4 2,20 GHz ¹	227
Pentium 4 1,60 GHz	166	Pentium 4 2,26 GHz ²	239
Pentium 4 1,70 GHz	174	Pentium 4 2,40 GHz ²	245
Pentium 4 1,80 GHz	179	Pentium 4 2,53 GHz ²	254
Pentium 4 1,90 GHz	186	Pentium 4 2,80 GHz ²	295
Pentium 4 2,00 GHz	193	Pentium 4 3,06 GHz ²	315
Pentium 4 2,00 GHz ¹	212		

3.4. táblázat. SYSmark 2002 teljesítményértékek

3.4. Processzorok és alaplapi sebessége

Az alaplapi és processzorok sebessége már a 486DX2-es processzor megjelenésétől fogva eltér egymástól. Ezekben az esetekben az alaplapi által szolgáltatott frekvenciát a processzor többszörözi és az így nyert órajelet használja belső frekvenciaként.

Kezdetekben az alaplapi jumperelésével lehetett kizárólag beállítani a processzor számára szükséges frekvenciát, ilyenkor – egészen a 486DX processzorokig – az alaplapi és a processzor órajele minden esetben megegyezik. Ezeknek az alaplapioknak a maximális frekvenciaértéke 50 MHz, amivel a leggyorsabb szorzó nélküli processzort, a 486DX50-et lehet üzemeltetni.

Az 1998-as évekig az alaplapi általában 66 MHz-en, vagy ennél alacsonyabb frekvencián üzemeltek. 1998-ban az Intel bemutatta legújabb alaplapiját és processzorát, amelyek egyaránt képesek a 100 MHz-es alaplapi sebesség kezelésére.

1999 végén jelentek meg a maximálisan 133 MHz-en működő alaplapi, az új, Intel Pentium III-as processzorok kiszolgálására. 2001-re már elérhetőek lettek a 400 és 533 MHz-es Intel, valamint a 200, 266 és 333 MHz-es, AMD processzorok kiszolgálására fejlesztett alaplapi is. 2003-ban mutatkoztak be a 800 MHz-es alaplapi frekvenciával üzemelő Intel Pentium 4-es processzorok és az őket kiszolgáló alaplapi illetve chipkészletek.

A következő táblázatok az Intel (3.5 táblázat), a Cyrix (3.6 táblázat) és az AMD (3.7 táblázat) processzorok órajeleit, órajel szorzóit és alaplapi frekvenciáit mutatják be.

3.4.1. Intel processzorok frekvenciái

Processzor típusa	Processzor sebessége (MHz)	Órajel szorzója	Alaplapi sebessége (MHz)
Pentium	75	1,5x	50
Pentium	60	1x	60
Pentium	90	1,5x	60
Pentium	120	2x	60
Pentium	150	2,5x	60
Pentium/Pentium Pro	180	3x	60
Pentium	66	1x	66
Pentium	100	1,5x	66

¹0,13 micron, 512 kB L2 cache, 400 MHz CPU bus

²0,13 micron, 512 kB L2 cache, 533 MHz CPU bus

Processzor típusa	Processzor sebessége (MHz)	Órajel szorzója	Alaplap sebessége (MHz)
Pentium	133	2x	66
Pentium/Pentium Pro	166	2,5x	66
Pentium/Pentium Pro	200	3x	66
Pentium/Pentium II	233	3,5x	66
Pentium(m)/PII/Celeron	266	4x	66
Pentium II/Celeron	300	4,5x	66
Pentium II/Celeron	333	5x	66
Pentium II/Celeron	366	5,5x	66
Celeron	400	6x	66
Celeron	433	6,5x	66
Celeron	466	7x	66
Celeron	500	7,5x	66
Celeron	533	8x	66
Celeron	566	8,5x	66
Celeron	600	9x	66
Celeron	633	9,5x	66
Celeron	666	10x	66
Celeron	700	10,5x	66
Celeron	733	11x	66
Celeron	766	11,5x	66
Pentium II	350	3,5x	100
Pentium II	400	4x	100
Pentium II/III	450	4,5x	100
Pentium III	500	5x	100
Pentium III	550	5,5x	100
Pentium III	600	6x	100
Pentium III	650	6,5x	100
Pentium III	700	7x	100
Pentium III	750	7,5x	100
Pentium III/Celeron	800	8x	100
Pentium III/Celeron	850	8,5x	100
Pentium III/Celeron	900	9x	100
Pentium III/Celeron	950	9,5x	100
Pentium III/Celeron	1000	10x	100
Pentium III/Celeron	1100	11x	100
Pentium III/Celeron	1200	12x	100
Pentium III/Celeron	1300	13x	100
Pentium III/Celeron	1400	14x	100
Pentium III	533	4x	133
Pentium III	600	4,5x	133
Pentium III	666	5x	133
Pentium III	733	5,5x	133
Pentium III	800	6x	133
Pentium III	866	6,5x	133
Pentium III	933	7x	133
Pentium III	1000	7,5x	133
Pentium III	1066	8x	133

Processzor típusa	Processzor sebessége (MHz)	Órajel szorzója	Alaplap sebessége (MHz)
Pentium III	1133	8,5x	133
Pentium III	1200	9x	133
Pentium III	1266	9,5x	133
Pentium III	1333	10x	133
Pentium III	1400	10,5x	133
Pentium 4	1300	3,25x	400
Pentium 4	1400	3,5x	400
Pentium 4	1500	3,75x	400
Pentium 4	1600	4x	400
Pentium 4	1700	4,25x	400
Pentium 4	1800	4,5x	400
Pentium 4	1900	4,75x	400
Pentium 4	2000	5x	400
Pentium 4	2200	5,5x	400
Pentium 4	2400	6x	400
Pentium 4	2500	6,25x	400
Pentium 4	2600	6,5x	400
Pentium 4	2266	4,25x	533
Pentium 4	2400	4,5x	533
Pentium 4	2533	4,75x	533
Pentium 4	2660	5x	533
Pentium 4	2800	5,25x	533
Pentium 4	3060	5,75x	533
Pentium 4	3200	4x	800
Pentium 4	3400	4,25x	800
Itanium	733	2,75x	266
Itanium	800	3x	266
Itanium 2	1000	2,5x	400

3.5. táblázat. Intel processzorok és alaplapok sebessége

3.4.2. Cyrix processzorok frekvenciái

Cyrix és vele kompatibilis IBM, VIA 6x86-os processzorok esetében fontos megjegyezni, hogy az ezeken a processzorokon feltüntetett sebességértékek nem a valóságban használt órajelet tükrözik. Mivel ezeket a processzorokat az Intel Pentium processzorok konkurenciáinak szánták, azt igyekeztek feltüntetni rajtuk, hogy az adott processzor teljesítménye melyik Intel processzor teljesítményét közelíti meg legjobban. Ezek a PR (*Performance Rating*) számok minden esetben magasabbak a tényleges órajelnél, így a tapasztalatlan felhasználókat könnyen megtéveszthetik.

Processzor típusa	PR	Processzor sebessége (MHz)	Órajel szorzója	Alaplap sebessége (MHz)
6x86	PR90	80	2x	40
6x86	PR120	100	2x	50
6x86	PR133	110	2x	55
6x86	PR150	120	2x	60

Processzor típusa	PR	Processzor sebessége (MHz)	Órajel szorzója	Alaplap sebessége (MHz)
6x86	PR166	133	2x	66
6x86	PR200	150	2x	75
6x86MX	PR133	100	2x	50
6x86MX	PR133	110	2x	55
6x86MX	PR150	120	2x	60
6x86MX	PR150	125	2,5x	50
6x86MX	PR166	133	2x	66
6x86MX	PR166	137,5	2,5x	55
6x86MX	PR166	150	3x	50
6x86MX	PR166	150	2x	75
6x86MX	PR200	150	2x	75
6x86MX	PR200	165	3x	55
6x86MX	PR200	166	2,5x	66
6x86MX	PR200	180	3x	60
6x86MX	PR233	166	2x	83
6x86MX	PR233	187,5	2,5x	75
6x86MX	PR233	200	3x	66
6x86MX	PR266	207,5	2,5x	83
6x86MX	PR266	225	3x	75
6x86MX	PR266	233	3,5x	66
M-II	PR300	225	3x	75
M-II	PR300	233	3,5x	66
M-II	PR333	250	3,5x	83
M-II	PR366	250	2,5x	100
M-II	PR400	285	3x	95
M-II	PR433	300	3x	100
Cyrix III	PR433	350	3x	100
Cyrix III	PR466	366	3x	122
Cyrix III	PR500	400	3x	133
Cyrix III	PR533	433	3,5x	124
Cyrix III	PR433	450	4,5x	100

3.6. táblázat. Cyrix processzorok és alaplapok sebessége

A 3.6 táblázatból jól megfigyelhető, hogy azonos PR jelöléssel különböző sebességű processzorok is forgalomba kerültek. Például PR200 jelöléssel 150 MHz-es (3.2 ábra), 165 MHz-es, 166 MHz-es és 180 MHz-es processzorok egyaránt készültek, de olyan ami valóban 200 MHz-en működne, soha. Már ebből is sejthető, hogy az Intel processzorokkal történő összehasonlítás nem minden esetben alapul egzakt méréseken.

Mivel a teljesítmények összehasonlítása csak kezdetben történt meg, ezért a későbbi processzorok már egyre kevésbé közelítették meg az azonos teljesítményűnek kikiáltott Intel CPU-k teljesítményét. Például a PR400-as jelű processzor, amely a valóságban 285 MHz-en üzemel, inkább közelíti egy hasonló frekvencián működő Intel processzor (Celeron 300) teljesítményét mint egy 400 MHz-esét.



3.2. ábra. 150 MHz-en működő PR200-as 6x86-os processzor

3.4.3. AMD processzorok frekvenciái

Az AMD processzorok esetében is jellemző érték a Cyrix processzoroknál már megismert PR szám. Ez az AMD esetében lényegesen korrektebben tükrözi a valóságot, azonban ez is csak bizonyos processzorok esetében igaz. Egy 2 GHz-es AMD processzor közel azonos teljesítményre képes mint egy 2,4 GHz-es Intel, pontosan ezért is hozza forgalomba az AMD ezeket Athlon XP 2400+ néven. Azonban miután az Intel bevezette a 0,13 mikronos technológiát a Pentium 4-es processzorainak gyártásában, ezek az arányok megváltoztak és 2 GHz felett már nem minden esetben helytálló az összehasonlítás. Természetesen az AMD erre is kidolgozott egy skálát annak érdekében, hogy a fogyasztókat minél korrektebb módon tájékoztathassa.

Az AMD ragaszkodása az összehasonlításhoz természetes, hiszen ugyanolyan frekvencián érezhetően gyorsabb processzorokat gyárt az Intel-nél, ami a CPU belső szerkezetéből adódik. A piacon azonban a vevők többsége nem ismeri a két gyártó közötti különbséget, így ha az AMD is a processzorok tényleges órajelét tüntetné fel, akkor a vevő csak az órajel és az ár alapján dönthetne. Vélhetőleg az olcsóbb, de lassabb Intel javára.

Processzor típusa	PR	Processzor sebessége (MHz)	Órajel szorzója	Alaplap sebessége (MHz)
K5	75	75	1,5x	50
K5	90	90	1,5x	60
K5	100	100	1,5x	66
K5	120	90	1,5x	60
K5	133	100	1,5x	66
K5	166	116	1,75x	66
K6	200	200	3x	66
K6	233	233	3,5x	66
K6	266	266	4x	66

Processzor tí- pusa	PR	Processzor (MHz)	sebessége	Órajel szorzója	Alaplap (MHz)	sebessége
K6	300	300		4,5x	66	
K6-2	233	233		3,5x	66	
K6-2	266	266		4x	66	
K6-2	300	300		4,5x	66	
K6-2	300	300		3x	100	
K6-2	333	333		5x	66	
K6-2	333	333		3,5x	95	
K6-2	350	350		3,5x	100	
K6-2	366	366		5,5x	66	
K6-2	380	380		4x	95	
K6-2	400	400		6x	66	
K6-2	400	400		4x	100	
K6-2	450	450		4,5x	100	
K6-2	475	475		5x	95	
K6-2	500	500		5x	100	
K6-2	533	533		5,5x	97	
K6-2	550	550		5,5x	100	
K6-3	400	400		4x	100	
K6-3	450	450		4,5x	100	
Athlon	500	500		2,5x	200	
Athlon	550	550		2,75x	200	
Athlon/Duron	600	600		3x	200	
Athlon/Duron	650	650		3,25x	200	
Athlon/Duron	700	700		3,5x	200	
Athlon/Duron	750	750		3,75x	200	
Athlon/Duron	600	600		4x	200	
Athlon/Duron	850	850		4,25x	200	
Athlon/Duron	900	900		4,5x	200	
Athlon/Duron	950	950		4,75x	200	
Athlon/Duron	1000	1000		5x	200	
Athlon/Duron	1100	1100		5,5x	200	
Athlon/Duron	1200	1200		6x	200	
Athlon/Duron	1300	1300		6,5x	200	
Athlon/Duron	1400	1400		7x	200	
Athlon	1000	1000		3,75x	266	
Athlon	1133	1133		4,25x	266	
Athlon	1200	1200		4,5x	266	
Athlon	1333	1333		5x	266	
Athlon	1400	1400		5,25x	266	
Athlon XP	1500+	1333		5x	266	
Athlon XP	1600+	1400		5,25x	266	
Athlon XP	1700+	1466		5,5x	266	
Athlon XP	1800+	1533		5,75x	266	
Athlon XP	1900+	1600		6x	266	
Athlon XP	2000+	1666		6,25x	266	
Athlon XP	2100+	1733		6,5x	266	
Athlon XP	2200+	1800		6,75x	266	

Processzor típusa	PR	Processzor sebessége (MHz)	Órajel szorzója	Alaplap sebessége (MHz)
Athlon XP	2400+	2000	7,5x	266
Athlon XP	2600+	2133	8x	266
Athlon XP	2500+ ³	1833	5,5x	333
Athlon XP	2600+	2083	6,25x	333
Athlon XP	2700+	2167	6,5x	333
Athlon XP	2800+ ³	2083	6,25x	333
Athlon XP	2800+	2250	6,75x	333
Athlon XP	3000+ ³	2167	6,5x	333
Athlon XP	3200+ ³	2333	7x	333

3.7. táblázat. AMD processzorok és alaplapok sebessége

3.5. Cache memória

A cache memória nem más mint egy átmeneti tároló a processzor és a számítógép hagyományos értelemben vett memóriája között. Azért van szükség ilyen puffer alkalmazására, mert a processzorok sebessége már régen meghaladta a memóriák teljesítőképességét. Vagyis ha nem használnának a PC-kben cache memóriát, akkor a processzornak folyamatosan arra kellene várni, hogy a RAM-ból a szükséges információk megérkezzenek.

A cache memóriát általában két logikai és fizikai szintre tudjuk bontani (Level 1 (L1) és Level 2 (L2) cache) a legtöbb PC esetben, azonban léteznek olyan nagyteljesítményű processzorok (pl.: Itanium) is, amelyek három szintes cache memóriát használnak.

3.5.1. L1 cache

Az első szintű (L1 cache) manapság már minden modern processzornak része, kezdve a 486DX-től. Az L1 cache mérete processzortípusonként változik, általában 8 kB, 16 kB, 20 kB, 32 kB, 64 kB vagy 128 kB méretű gyorsítótárakkal találkozhatunk egy átlagos felhasználásra szánt CPU-ban.

Az L1 cache mindig a processzor belsejében található és minden esetben a processzor belső órajelén működik. Ez azt jelenti, hogy a processzornak nem kell várakozni a cache memóriára, a közös frekvencia miatt a cache bármely időpillanatban azonnal képes a CPU kiszolgálására. Amennyiben a processzor közvetlenül a memóriából próbálná kiolvasni a számára szükséges információkat, akkor teljesítménye drasztikusan lecsökkenne, mivel ideje nagy részét a feladatok végrehajtása helyett várakozással töltené.

Arról, hogy a cache-ben mindig a megfelelő adatok álljanak rendelkezésre a cache-vezérlő igyekszik gondoskodni. Ez a kontroller működése során megpróbálja "kitalálni", hogy a processzornak mely információkra lesz szüksége a közeljövőben és a cache-t vezérlő áramkör ezeket az információkat fogja betölteni a pufferbe. Amennyiben a cache jól működik, a processzornak nem kell várakoznia, a rendszer maximális teljesítménnyel üzemelhet. Ha a cache vezérlő becslése hibás volt, akkor a CPU nem fogja megtalálni a gyorsítótárban a számára szükséges adatokat, ezért a memóriához kell fordulnia. Ilyenkor a memóriák lényegesen lassabb sebessége miatt a processzor várakozásra kényszerül, ami a rendszer összteljesítményének csökkenését eredményezi.

³Barton, 512 kB cache (256 kB helyett)

Természetesen nagyon fontos szempont, hogy egy cache milyen találati aránnyal dolgozik, hiszen ez minél magasabb, annál gyorsabban képes kiszolgálni a CPU-t. Az Intel processzorokba épített L1 cache-ről elmondható, hogy átlagosan 90%-os találati arányra képesek, ami azt jelenti, hogy rendszerint 100-ból mindössze 10 esetben kellene a processzornak a (lassú) memóriához fordulni a szükséges információért, persze csak akkor ha nem létezne az L2 cache.

3.5.2. L2 cache

Az L2 cache manapság már szintén a processzorok belsejében található, de a régebbi típusok az alaplapon kaptak helyet. Ha ez a puffer a processzor belsejében található, akkor ugyanazok igazak rá mint az L1 cache-re, vagyis a processzorral általában azonos sebességen, annak belső órajelével üzemel. Ha ez a gyorsár az alaplapon található akkor is lényegesen gyorsabban képes adatokat szolgáltatni mint a hagyományos memória.

Mivel az L2 cache jellemzően nagyobb méretű mint az L1 cache, a vezérlő több információt képes felolvasni ebbe a pufferbe. Ha a CPU által kért információ nem található meg az első szintű cache-ben, akkor azt először a második szinten található gyorsárból próbálja meg az L1 cache-be tölteni. Ha a szükséges információ itt sem található meg, akkor kell csak a processzornak a memóriához fordulni, és addig várakozni amíg az teljesíteni nem tudja a kérést.

Ha figyelembe vesszük, hogy az L2 pufferek is körülbelül 90%-os találati aránnyal dolgoznak, akkor könnyen belátható, hogy milyen jól átgondolt stratégia a két szint alkalmazása. Hiszen ha a keresett információ nem található az L1 pufferben – ennek az esélye körülbelül 10% –, akkor fordul a processzor az L2 pufferhez. Annak az esélye, hogy a szükséges információ itt nem áll rendelkezésre ismét 10%. Ha a teljes cache területre vetítjük a valószínűsíthető találati arányt, akkor az 99%, vagyis kétfélszáz cache esetén általában csak az esetek 1%-ában szükséges a memóriára várakozni.

3.5.3. Jellemző méretek és sebességek

Összességében elmondható, hogy a találati arányokat figyelembe véve lényegesen fontosabb szempont a cache sebessége mint annak mérete. Sokat számíthat, hogy a második szint is a processzor belsejében helyezkedik el, hiszen ilyenkor mind az első, mind a második szintű gyorsár a CPU belső órajelén működik, vagyis az esetek döntő többségében várakozás nélkül képesek a processzor igényeit kiszolgálni. Az áttekinthetőség és a különbségek érzékeltetése érdekében a 3.8 táblázat néhány jellemző processzortípusban alkalmazott cache memória tulajdonságait mutatja be.

3.6. Processzorok hűtése

A processzorok működése során hő keletkezik, ami lényegében a normál működés egyfajta káros mellékhatásaként fogható fel. Minél nagyobb teljesítménnyel üzemel egy processzor, annál nagyobb a keletkező hőmennyiség. Mivel egy CPU túlzott melegezése átmenetileg vagy véglegesen is működésképtelenné teheti az eszközt, gondoskodni kell a megfelelő hűtésről.

Manapság már szinte minden processzornak szüksége van hűtésre, már a 486-os CPU-k egy része is igényelte az aktív vagy passzív hűtési megoldást. Azt, hogy az adott processzorhoz és számítógéphez aktív vagy passzív hűtésre van szükség, nem csak a CPU teljesítménye, hanem a számítógép belső kialakítása is befolyásolhatja.

CPU típusa	Pentium	Pentium Pro	Pentium II	AMD K6-2
CPU sebessége	233 MHz	200 MHz	450 MHz	550 MHz
L1 sebessége	4,3 ns (233 MHz)	5,0 ns (200 MHz)	2,2 ns (450 MHz)	1,8 ns (550 MHz)
L1 mérete	16 kB	32 kB	32 kB	64 kB
L2 típusa	alaplapon	processzorban	processzorban	alaplapon
L2 sebességaránya	-	1/1	1/2	-
L2 sebessége	15 ns (66 MHz)	5 ns (200 MHz)	4,4 ns (225 MHz)	10 ns (100 MHz)
L2 mérete	változó	256 kB	512 kB	változó
CPU külső órajele	66 MHz	66 MHz	100 MHz	100 MHz
Memória sebessége	60 ns (16 MHz)	60 ns (16 MHz)	10 ns (100 MHz)	10 ns (100 MHz)

CPU típusa	AMD K6-3	Duron	Athlon	Athlon XP
CPU sebessége	450 MHz	1,3 GHz	1,4 GHz	2,167 GHz
L1 sebessége	2,2 ns (450 MHz)	0,77 ns (1,3 GHz)	0,71 ns (1,4 GHz)	0,46 ns (2,167 GHz)
L1 mérete	64 kB	128 kB	128 kB	128 kB
L2 típusa	processzorban	processzorban	processzorban	processzorban
L2 sebességaránya	1/1	1/1	1/1	1/1
L2 sebessége	2,2 ns (450 MHz)	0,77 ns (1,3 GHz)	0,71 ns (1,4 GHz)	0,46 ns (2,167 GHz)
L2 mérete	256 kB	64 kB	256 kB	512 kB
CPU külső órajele	100 MHz	200 MHz	266 MHz	333 MHz
Memória sebessége	10 ns (100 MHz)	5 ns (200 MHz)	3,8 ns (266 MHz)	3,0 ns (333 MHz)

CPU típusa	Pentium III	Celeron/370	Celeron/478	Pentium 4
CPU sebessége	1,4 GHz	1,4 GHz	2,2 GHz	2,53 GHz
L1 sebessége	0,71 ns (1,4 GHz)	0,71 ns (1,4 GHz)	0,45 ns (2,2 GHz)	0,39 ns (2,53 MHz)
L1 mérete	32 kB	32 kB	20 kB	20 kB
L2 típusa	processzorban	processzorban	processzorban	processzorban
L2 sebességaránya	1/1	1/1	1/1	1/1
L2 sebessége	0,71 ns (1,4 GHz)	0,71 ns (1,4 GHz)	0,45 ns (2,2 GHz)	0,39 ns (2,53 MHz)
L2 mérete	512 kB	256 kB	128 kB	512 kB
CPU külső órajele	133 MHz	100 MHz	400 MHz	533 MHz
Memória sebessége	7,5 ns (133 MHz)	10 ns (100 MHz)	2,5 ns (400 MHz)	1,9 ns (533 MHz)

3.8. táblázat. Cache memóriák jellemzői különböző processzorokban

3.6.1. Passzív hűtés

A hűtőbordákkal megvalósított passzív hűtés általában a kisebb teljesítményű processzorok esetében oldható meg, mivel ezek hőtermelése viszonylag alacsony. Általában elegendő egy megfelelő méretű hűtőborda felszerelése a processzorra, ami képes optimális módon elvezetni a hőt. Ezek a hűtőbordák általában valamilyen jó hővezetési tulajdonságokkal rendelkező anyagból készülnek (alumínium, réz), és nagy felületen érintkeznek a környezettel (levegő). A forma kialakításakor a cél a minél nagyobb hőátadásra alkalmas felület létrehozása, ezért a klasszikus hűtőbordák tetején számos tüske található, ami nagy mértékben megnöveli az eszköz felületét.

Néhány nevesebb cég (HP, Dell) nagyobb teljesítményű CPU-k esetén is alkalmaz passzív hűtést a processzoron. Természetesen ilyen esetben is gondoskodni kell a levegő mozgatásáról a hűtőborda tüskéi között, mivel ellenkező esetben a hőátadás a szükségesnél alacsonyabb hatásfokkal történne. Ezekben a gépekben általában a tápegységben található ventilátor és speciális terelőlemezek segítségével valósul meg a levegő megfelelő áramoltatása, a szükséges hűtés biztosítása érdekében.

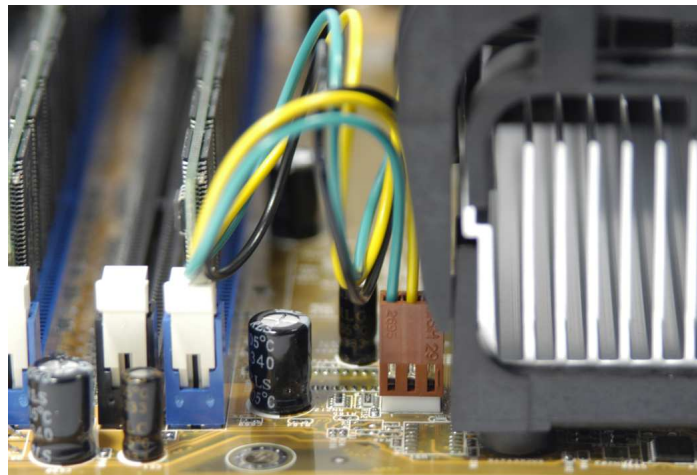
3.6.2. Aktív hűtés

Abban az esetben ha a processzor által termelt hő elvezetésére nem alkalmas egy egyszerű hűtőborda, gondoskodni kell a levegő intenzívebb mozgatásáról is. Ezt leggyakrabban olyan ventilátorokkal oldják meg napjainkban, amelyek a hűtőbordára szerelhetők, vagy már eleve együtt vásárolhatók⁴.



3.3. ábra. Golyóscsapágyas processzorhűtő

Természetesen ezeknek a ventilátoroknak is szükségük van energiára a működésükhöz, amit általában az alaplap kimondottan erre a célra kialakított csatlakozóján (3.4 ábra) keresztül nyernek⁵.



3.4. ábra. A hűtés csatlakoztatása az alaplaphoz

⁴Léteznek más megoldások is a processzorok aktív hűtésére, azonban ezek még nem terjedtek el magas áruk miatt.

⁵A régebbi típusok nem az alaplaphoz, hanem a tápegység egyik kivezetésére csatlakoztak.

Az alaplapon található ventilátorok számára kialakított csatlakozó nem csak egyszerűen ellátja tápfeszültséggel a hozzá kapcsolt ventilátort, hanem képes annak fordulatszámát figyelni és szabályozni is. Ez rendkívül hasznos lehet olyan esetben ha a ventilátor tönkremegy és leáll, mivel ekkor az alaplap riasztást küldhet a felhasználó felé, erről az egyébként időben nem érzékelhető problémáról. Az intelligensebb alaplapok képesek továbbá mérni a processzor hőmérsékletét is, aminek függvényében automatikusan a hűtés intenzitását is módosítani tudják.

Amennyiben aktív hűtőt vásárolunk, érdemes megvásárolni a drágább, golyóscsapágyas típusokat, mivel ezek élettartama lényegesen hosszabb az olcsóbb fajtákénál. A legjobb megoldás talán olyan processzor vásárlása, amihez jár a hűtést biztosító eszköz is (3.5 ábra). Ilyenkor biztosak lehetünk abban, hogy egy jó minőségű, sokáig megbízhatóan használható modellhez jutottunk hozzá. Ráadásul lehet, hogy anyagilag is jobban járunk, mivel az Intel esetében néha olcsóbban lehet hozzájutni ugyanazon teljesítményű dobozos (hűtéssel ellátott) CPU-hoz, mint az OEM verzióhoz.



3.5. ábra. Eredeti Intel hűtő dobozos processzorokhoz



Az Intel adatai szerint a csavarhúzó után az alaplapok második legnagyobb ellenségei a hűtőbordák. Felszerelésük nem mindig egyszerű, ezért ezt a műveletet mindig nagyon körültekintően kell végezni, ügyelve arra, hogy az alaplap ne sérüljön meg.

3.7. Matematikai segédprocesszor

Manapság már minden modern PC-s processzornak része egy beépített matematikai segédprocesszor, más néven társprocesszor vagy coprocesszor. A coprocesszor lebegőpontos számábrázolással magasabb szintű matematikai műveletek (trigonometrikus függvények, hosszú osztások, logaritmusok, stb.) elvégzésére képes a processzor sebességénél 10x-100x gyorsabban.

Természetesen ezeknek a segédprocesszoroknak az utasításkészlete teljesen eltérő a PC-k esetében hagyományos értelemben vett processzorok utasításkészletétől, ezért mindkét egység csak a neki szánt feladatok hatékony elvégzésére képes. Minden program, amelynek szándékában áll használni a coprocesszort, először megpróbálja detektálni azt, és csak a sikeres azonosítás után küld számára utasításokat. Leggyakrabban a bonyolult vagy gyakori számításokat végző programok használják ki a coprocesszor lehetőségeit, mint például az adatbáziskezelők, táblázatkezelők vagy a grafikus programok.

A matematikai segédprocesszor nem volt mindig része a CPU-nak, ez a tendencia csak a 486-os processzoroktól kezdődően figyelhető meg. A 386-os és azt megelőző konfigurációkban a coprocesszor számára az alaplapon helyeztek el egy külön foglalatot, amibe bármikor beépíthető volt a chip. Természetesen a költségtakarékosság érdekében nem minden ilyen alaplapon áll rendelkezésre ez a foglalat, ez az opció tehát erősen típusfüggő. A különböző processzorokhoz tartozó matematikai segédprocesszorok típusait foglalja össze a 3.9 táblázat.

Processzor	Coprocesszor	Processzor	Coprocesszor
8086	8087	486 DX2	beépített
8088	8087	486 DX4; 5x86	beépített
286	287	Pentium	beépített
386 SX	387 SX	Cyrix 6x86/MI/MII	beépített
386 DX	387 DX	K5/K6/Duron/Athlon	beépített
486 SX	487 SX ⁶ ; DX2/OD ⁷	PII/III/Celeron/Xeon	beépített
487 SX ⁶	beépített	Pentium 4	beépített
486 SX2	DX2/OD ⁷	Athlon 64	beépített
486 DX	beépített	Itanium; Itanium II	beépített

3.9. táblázat. Processzorok és coprocesszorok

Természetesen az alaplaphoz utólag telepíthető társprocesszoroknál az sem elhanyagolható, hogy az adott rendszer milyen órajellel üzemel. Figyelembe kell venni, hogy a társprocesszorok egy típuson belül is számos eltérő változatban készültek. A matematikai segédprocesszorok száma mögött található egy másik szám is, ez jelzi a felhasználónak, hogy mekkora sebességen használható maximálisan az áramkör. A 3.10 táblázat csak néhány példát mutat be a 8086 és 286-os processzorok segédprocesszorai közül.

coprocesszor	Maximális sebesség	coprocesszor	Maximális sebesség
8087	5 MHz	287	6 MHz
8087-3	5 MHz	287-6	6 MHz
8087-2	8 MHz	287-8	8 MHz
8087-1	10 MHz	287-10	10 MHz

3.10. táblázat. Matematikai segédprocesszorok maximális sebessége

3.8. Processzorok kódnevei

A legnagyobb gyártók (Intel, AMD, Cyrix) gyakran illetik a legújabb, még bemutatás előtt álló processzorukat különböző kódnevekkel. Ezek nem minden esetben épülnek be a köztudatba, vagy az is

⁶A 487 SX processzor nem más mint egy 486 DX processzor ami már matematikai társprocesszort is tartalmaz. Ha egy ilyen processzort helyezünk az alaplaphoz, akkor a 486 SX processzor kihasználatlanná válik, mivel minden műveletet a 487 SX processzor fog végezni.

⁷A DX2/OverDrive processzor nem más mint egy matematikai segédprocesszorral kiegészített SX2-es processzor.

gyakran előfordul, hogy a kevésbé tájékozott felhasználók az azonos processzort fedő kódnév és processzor fajta hallatán két különböző termékre gondolnak. Mivel az alaplapok leírásában sem szerepel általában mindkét elnevezés, a félreértések elkerülése végett a következő táblázatok az Intel (3.11 táblázat), az AMD (3.12 táblázat) és a Cyrix (3.13 táblázat) processzorok kódneveit tartalmazzák.

Intel kódnév	Processzor típusa
P23	486 SX (Socket 1, 2, 3)
P23S	486 SX SL-enhanced (Socket 1, 2, 3)
P23N	487 SX (Socket 1)
P4	486 DX (Socket 1, 2, 3)
P4S	486 DX SL-enhanced (Socket 1, 2, 3)
P24	486 DX2 (Socket 1, 2, 3)
P24S	486 DX2 SL-enhanced (Socket 1, 2, 3)
P24D	486 DX2 - Write-back cache (Socket3)
P24C	486 DX4 (Socket 3)
P23T	486 DXODP - 486 OverDrive (Socket 3)
P4T	486 DXODPR - 486 OverDrive (Socket 1, 2, 3)
P24T	PODP5V - Pentium OverDrive (Socket 2, 3)
P24CT	Pentium OverDrive 3,3 V (Socket 2, 3)
P5	Pentium 60/66 MHz (Socket 4)
P5T	Pentium OverDrive 120/133 MHz (Socket 4)
P54C	Pentium 75-120 MHz (Socket 5, 7)
P54CQS	Pentium 120-133 MHz (Socket 5, 7)
P54CS	Pentium 120-200 MHz (Socket 7)
P54CT(A)	Pentium OverDrive (Socket 5, 7)
P55C	Pentium MMX (Socket 7)
P54CTB	Pentium OverDrive MMX (Socket 5, 7)
Tillamook	Mobile Pentium MMX
P6	Pentium Pro (Socket 8)
P6T	Pentium II OverDrive (Socket 8)
Klamath	0,35 μ m Pentium II (Slot 1)
Deschutes	0,25 μ m Pentium II (Slot 1)
Drake	0,25 μ m Pentium II Xeon (Slot 2)
Tonga	Mobil Pentium II
Covington	Celeron (Slot 1)
Mendocino	0,25 μ m Celeron /128 kB L2 (Slot 1, Socket 370)
Dixon	Mobil Pentium II /256 kB L2
Katmai	0,25 μ m Pentium III /SSE (Slot 1)
Tanner	0,25 μ m Pentium III Xeon /SSE (Slot 2)
Coppermine	0,18 μ m Pentium III (Slot 1, Socket 370)
Tualatin	0,13 μ m Pentium III (Socket 370)
Coppermine-T	0,18 μ m Pentium III /Tualatin feszültség (Socket 370)
Cascades	0,18 μ m Pentium III Xeon (Slot 2)
Coppermine-128	0,18 μ m Celeron /128 kB L2 (Socket 370)
Timna	Mobil Celeron /DRAM vezérlő (Törölve)
Willamette	0,18 μ m Pentium 4 (Socket 423, 478)
Northwood	0,13 μ m Pentium 4 (Socket 478)
Prescott	0,09 μ m Pentium 4 /Hyperthreading (Socket 478)
Banias	Mobil Pentium 4
Foster	Xeon DP (Socket 603)

Intel kódnév	Processzor típusa
Foster MP	Xeon MP (Socket 603)
Prestonia	0,13 μm Xeon DP (Socket 603)
Gallatin	0,13 μm Xeon MP (Socket 603)
Nocona	0,09 μm Xeon (Socket 603)
Merced	Itanium (PAC 418)
McKinley	Itanium 2 /3 MB L3 (PAC 418)
Madison	0,13 μm Itanium 2
Deerfield	Alacsony költségű Madison
Montecito	0,09 μm Madison

3.11. táblázat. Intel processzorok kódnevei

AMD kódnév	Processzor típusa
X5	5x86-133 (Socket 3)
SSA5	K5 PR75-PR100 (Socket 5, 7)
5k86	K5 PR120-PR200 (Socket 7)
K6	Az eredeti AMD K6 mag (Törölve)
NX686	NexGen K6 mag (Socket 7)
Little Foot	0,25 μm K6 (Socket 7)
Chompers	K6-2 (Socket 7, Super 7)
Sharptooth	K6-3 (Super 7)
Argon	A K7 korábbi neve
K7	Athlon (Slot A)
K75	0,18 μm Athlon (Slot A)
K76	0,18 μm Athlon /réz kapcsolódás (Slot A)
K8	Athlon 64
Thunderbird	Athlon (Slot A, Socket A)
Mustang	Athlon /nagy méretű L2 (Törölve)
Corvette	Korábbi mobil Athlon
Palomino	0,18 μm Athlon XP/MP, Mobil Athlon 4 (Socket A)
Thoroughbred	0,13 μm Athlon XP/MP (Socket A)
Barton	0,13 μm Athlon XP/MP /512 kB L2 (Socket A)
Spitfire	Duron (Socket A)
Camaro	Korábbi Morgan
Morgan	Mobil Duron és Modell 7 Duron (Socket A)
Appaloosa	0,13 μm Morgan (Socket A)
ClawHammer	Athlon 64 (64-bit CPU) (Socket 754)
ClawHammer DP	Az Opteron DP korai elnevezése (Socket 940)
San Diego	0,09 μm Athlon 64
Odessa	0,09 μm mobil Athlon 64
SledgeHammer	Opteron (Socket 940)

3.12. táblázat. AMD processzorok kódnevei

Cyrix kódnev	Processzor típusa
M6	486 DX (Socket 1, 2, 3)
M7	486 DX2/DX4 (Socket 3)
M9	5x86 (Socket 3)
M1sc	5x86 (Socket 3)
Chili	5x86 tervezet
M1	6x86 - 3,3V/3,52V (Socket 7)
M1L	6x86 - 2,8V (Socket 7)
M2	6x86MX/M-II (Socket 7, Super 7)
Cayenne	MXi, Gobi
Jedi	Korábbi Joshua
Gobi	Korábbi Joshua
Joshua	Korábbi Cyrix III (törölve)
MXi	Szabadalmaztatott integrált CPU
Jalapeno	Korábbi Mojave
Mojave	M3 (Socket 370)
Serrano	M4
C5	Samuel
C5B	0,15 μm Samuel 2
C5C	0,13 μm Ezra
C5M	Ezra-T
C5N	Ezra-T /réz kapcsolódás
Samuel	C3 (Socket 370)
Samuel 2	0,15 μm C3 (Socket 370)
Ezra	0,13 μm C3 (Socket 370)
Ezra-T	Ezra 1,25V (Socket 370)
C5X	Nehemiah
C5XL	Nehemiah /energiatakarékos
C5YL	Esther
Nehemiah	C3 /titkosítással (Socket 370)
Esther	C4 (Socket 370)
CZA	0,10 μm Socket 478 CPU)
Matthew	Szabadalmaztatott integrált CPU

3.13. táblázat. Cyrix processzorok kódnevei

3.9. Első generációs processzorok

Amikor az IBM az első PC fejlesztésébe fogott, az Intel-t választotta partnernek a fejlesztéshez. Az Intel chipkészletei segítségével fejlesztették ki az első PC-s alaplapt, aminek működtetéséhez szintén Intel processzort használtak.

3.9.1. A 8088 és 8086 processzorok

Az Intel első processzorát – a 8086-ot – 1978 júniusában mutatta be. A 8086 volt az első 16 bites processzor a piacon, ami 16 bites belső regiszterekkel, 16 bites adatbusszal és 1 MB memória kezelésére

alkalmas, 20 bites címbusszal rendelkezett⁸.

Mivel a már használt személyi számítógépek 8 bites architektúrára épültek, túlzottan költséges lett volna belevágni egy komplett 16 bites rendszer (alaplap, memória, stb.) kifejlesztésébe. Ezért az Intel megalkotta a 8086 kistestvérét, a 8088-at. A 8088-as processzor adatbuszát 8 bitesre csökkentették, de meghagyták 16 bites belső regisztereit és az 1 MB memória kezelésére alkalmas 20 bites címbuszát.

A 8088 így már kisebb fejlesztéseket tett szükségessé, valamint a 8 bites kiszolgáló hardver is lényegesen olcsóbban volt előállítható mint a 8086-hoz szükséges 16 bites környezet. Mindezek mellett a 8088 megőrizte a 8086 szinte minden előnyét, vagyis a 16 bites regisztereknek köszönhetően képes 16 bites programok futtatására, 20 bites címbusza pedig akkori szemmel hatalmas memória címezését teszi lehetővé.

3.9.2. A 80186 és 80188 processzorok

A fenti processzorok a 8086 és a 8088 továbbfejlesztései, nagy előnyük, hogy számos olyan kiegészítő komponenst integrálnak magukba, amik eddig az alaplapon foglaltak helyet. Ezzel a gyártók a kiszolgáló áramkörök bonyolultságát és előállítási költségét is képesek voltak jelentősen csökkenteni.

A 80186 és a 80188 közti különbség megegyezik a 8086 és a 8088 közti különbséggel, vagyis a 80188 8 bites, a 80186 pedig 16 bites külső adatbusszal van felszerelve.

3.9.3. A 8087-es matematikai segédprocesszor

Az Intel a 8086-os és a 8088-as processzorai kiegészítésére fejlesztette a 8087-es matematikai segédprocesszort, amit akkoriban előszeretettel neveztek numerikus adat processzornak (NDP – *Numeric Data Processor*). A 8087-et bonyolult matematikai műveletek gyors végrehajtására alkották meg, ami bizonyos számítási műveletek a CPU-tól történő átvételével és végrehajtásával képes a processzor tehermentesítésére.

3.10. Második generációs processzorok

A második generáció legjelentősebb lépése a 8 bites adatbusz kibővítése volt 16 bitesre, így ezek a processzorok már minden tekintetben 16 bitesnek tekinthetők. Jelentősen megnőtt a processzorok sebessége is, a 8088 4,47 MHz-es órajele a későbbi típusoknál 16 MHz-ig növekedett.

3.10.1. A 286-os processzorok

A 286-os (80286) processzort 1981-ben mutatta be az Intel. Miután az IBM nekilátott az első AT (*Advanced Technology*) fejlesztésének, ismét az Intel processzorát választotta az első IBM PC AT CPU-jának. A választás teljesen kézenfekvő volt, hiszen a 286 a 8086 továbbfejlesztéseként jött létre, oly módon, hogy kompatibilis maradt az előddel. Vagyis képes minden program futtatására, aminek futtatására a 8086 vagy a 8088 is képes.

Az első 286-os AT sebessége 6 MHz-re növekedett, azonban az átlagosan egy utasítás végrehajtásához szükséges idő drasztikusan, 12 ciklusról 4,5 ciklusra csökkent a 8088-hoz képest. A processzor belső regiszterei maradtak 16 bitesek, adatbusza szintén 16 bitesre bővült, és címbuszával az eddigi 1 MB helyett már 16 MB memóriát képes kezelni.

⁸A piacon lévő legtöbb processzor akkoriban 8 bites belső regisztereket, 8 bites adatbuszt és 64 kB memória kezelésére alkalmas 16 bites címbuszt tartalmazott.



3.6. ábra. 10 MHz-es 286-os processzor

A 286-os CPU forradalmi újítása a processzor két üzemmódja, a valós és a védett mód. Valós módban a 286-os processzorok teljes mértékben kompatibilisek a 8086-os és 8088-as processzorokkal, ezért valószínűleg meg az egyirányú kompatibilitás a két típus között. A védett móddal azonban teljesen újat hozott a 286-os processzor. Ebben az új állapotban a 286-os processzor például képes 1 GB memória logikai kezelésére annak ellenére, hogy fizikálisan csak 16 MB elérésére alkalmas. Az egyetlen probléma a 286-os által használt védett móddal az, hogy valós módba csak újraindítás után képes visszatérni a processzor, annak ellenére, hogy valós módból védett módba minden gond nélkül, bármikor képes átváltani.

3.10.2. A 80287-es matematikai segédprocesszor

A 80287-es coprocesszor belső felépítése megegyezik a 8087-es coprocesszoréval. Különbség csak a processzor lábkiosztásában található, ezért fizikálisan nem kompatibilis a két chip. A legtöbb 286-os számítógépben a processzor a rendszer órajelét felezi, és ezt használja belső órajelnek. A 286-osokban használt matematikai segédprocesszorok azonban nem felezik, hanem harmadolják ezt az órajelét, ami azt eredményezi, hogy a coprocesszor sebessége csak a $\frac{2}{3}$ -a a processzor sebességének. Mivel a két chip egymáshoz képest eltérő ütemben dolgozik, a coprocesszor és a CPU közti interfész hatékonysága gyengébb mint a 8088 és 8087 esetében.

3.11. Harmadik generációs processzorok

A harmadik generáció megjelenése ismét drámai változást hozott a PC-k világában. Az addigi 16 bites chipeket valódi 32 bites chippek váltották fel, ezzel hatalmasat lépve a PC-k fejlődésében. A 32 bites processzorok lényegesen előrébb jártak, mint amire környezetüknek szüksége lett volna, hiszen sokáig nem is léteztek olyan szoftverek, amik képesek lettek volna kihasználni az új lehetőségeket. Jellemző adat, hogy a 32 bites operációs rendszerek csak 10 évvel a harmadik generációs processzorok megjelenése után kezdtek általánosan elfogadottá válni.

3.11.1. A 386-os processzorok

A 386-os (80386) processzorok valódi 32 bites processzorok, amelyek 1985-ben mutatkoztak be. Ugyan a processzorok ekkor már hozzáférhetőek voltak, mégis az első 386-os processzorral szerelt PC-re 1986 végéig kellett várni.

A 386-os processzorok minden tekintetben megelőzik elődeiket, azonban a kompatibilitás megmaradt a régebbi típusokkal. Valós módban a 386-os processzorok is teljes mértékben kompatibilisek a 8086-os processzorokkal, valamint védett módban a 286-os processzorok védett módjával. Valós módban az azonos órajelű 286-os és 386-os processzorok teljesítményében jelentős különbséget nem találunk, mindkét típusnak átlagosan 4,5 ciklusra van szüksége egy utasítás végrehajtásához.

A 386-os processzorok fontos újításai a processzor különböző üzemmódjai körül keresendők. A 386-os processzorok már képesek a valós és védett mód mindkét irányú váltására újraindulás nélkül, azaz a két mód közti átkapcsolás bármikor elvégezhető. Továbbá megjelent egy virtuális valós módnak nevezett lehetőség is, ami lehetővé teszi számos valós módú folyamat egyidejű futtatását a processzor védett módjában.

A virtuális valós mód, azaz a több folyamat egyidejű futtatásának lehetőségének megteremtéséhez az Intel beépített a processzorba egy új memória vezérlő egységet (MMU – *Memory Management Unit*), ami képes védett, egymástól független memóriaterületek kezelésére. Így ha az egyik futó folyamat összeomlik, akkor a többi folyamat probléma nélkül képes tovább futni, mivel az ezekhez szükséges adatok a memória egy más részén, az egyéb folyamatoktól védve tárolódnak.

3.11.1.1. A 386 DX processzorok

A 386-os család első tagjaként jelentek meg a 386 DX processzorok, amik tisztán 32 bitesek. A 275,000 tranzisztort tartalmazó 386-os processzorok igen nagy integráltsági fokkal (VLSI – *Very Large Scale Integration*) készültek CMOS anyagok felhasználásával. A CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*) technológiának köszönhetően a processzor áramfelvétele az eddigi típusokhoz képest igen szerény (~400 mA), kisebb mint amire egy 8086-os processzornak szüksége van.



3.7. ábra. Intel 386 DX processzor

A processzorok 16 MHz és 40 MHz közti órajelekkel kerültek forgalomba, igaz az Intel által gyártott legnagyobb órajelű CPU 33 MHz-es volt a 386-os processzorok között. A legtöbb Magyarországon forgalomba hozott 386-os chipet az AMD gyártotta, amik közül a legelterjedtebbek a 33 és 40 MHz-es, alaplapra integrált típusok voltak.

3.11.1.2. A 386 SX processzorok

A DX-es verzió alacsony költségekkel gyártható, kissé lebutított fajtája. Árban inkább a 286-os processzorokhoz álltak közel a 386 SX-es chipek, azonban lényegesen jobbak voltak azoknál. Az ár csökkentése érdekében a külső adatbuszt 32 bitesről 16 bitesre, a címbuszt pedig szintén 32 bitesről 24 bitesre csökkentették az Intel mérnökei.



3.8. ábra. 386 SX processzor (33 MHz)

Ezzel a megszorításokkal a költségek jelentősen csökkentek, azonban még így is megtartotta a 386-os processzorok számos előnyét az SX-es verzió. Vagyis megmaradtak a 32 bites regiszterek, az új MMU, és a virtuális valós mód lehetőségei. Összességében átlagos felhasználás esetén a teljesítménycsökkenés kevésbé érezhető, mint azt gondolnánk, annak ellenére is, hogy ezek a processzorok teljesen más árkategóriát képviseltek mint DX-es társaik.

3.11.1.3. A 386 SL processzorok

A 386-os processzorok SL verziója az SX családra épül, különlegességét a csökkentett energiafogyasztás jelenti. Az energiagazdálkodásról a beépített SMI (*System Management Interrupt*) gondoskodik. További többlet az SX processzorokhoz képest a beépített LIM (Lotus Intel Microsoft) támogatás, ami többek között egy 16 kB - 64 kB méretű külső cache memória vezérlését teszi lehetővé. Az SL processzorok ezeknek a kiegészítéseknek köszönhetően lényegesen több, 855,000 tranzisztort tartalmaznak. Az SL processzorok kizárólag 25 MHz-es órajellel készültek és leginkább notebookokba szánták őket.

3.11.1.4. A 80387-es coprocesszor

Mivel a 80387-es coprocesszor csak lényegesen az első 386-os processzorok megjelenése után került forgalomba, néha találkozhatunk olyan 386-os alaplappal, amelyeken a 80287-es coprocesszor számára kialakított foglalattal van. Természetesen nem ez a jellemző, főleg annak ismeretében, hogy a 386-os processzorokhoz teljesen új, kimondottan a 386-os architektúra számára fejlesztett matematikai segédprocesszorok készültek – hasonlóan a 386-osokhoz –, CMOS technológiával. A 386 DX processzorokhoz

a 387 DX társprocesszorok, a 386 SX és 386 SL processzorokhoz pedig a 387 SX társprocesszorok használhatók.

3.12. Negyedik generációs processzorok

A negyedik generáció processzoraiban nem tapasztalhatunk olyan forradalmi változásokat, mint a harmadik generáció megjelenésekor. A gyártók a technológiáik finomítását és természetesen ezáltal a processzorok teljesítményének növelését tűzték ki célul. A negyedik generáció processzorai között már külön kell említeni a nagyobb gyártók (Intel, AMD) processzorait, mivel ezek között apró eltérések tapasztalhatók.

3.12.1. A 486-os processzorok

A 486-os (80486) processzorok teljesítménye körülbelül a kétszerese az azonos órajellel működő 386-os CPU-knak. Ez már lehetővé tette, hogy a felhasználók grafikus felhasználói interfészen dolgozzanak, azaz ekkor kezdtek igazán elterjedni a GUI-val rendelkező operációs rendszerek (OS/2, Microsoft Windows 95).

A processzorokban a következő változásokat eszközölték a teljesítmény növelése érdekében:

- Jelentős mértékben csökkent a műveletek végrehajtásához szükséges idő. Átlagosan egy utasítás végrehajtásához 2 ciklusra van szükségük az első 486-os processzoroknak, míg ez az érték a 386-osok esetében 4,5 ciklus.
- A belső első szintű (L1) cache megjelenése és megközelítőleg 90%-os találati aránya lényegesen csökkentette a memóriára való várakozások idejét.
- A burst-mode megjelenése a memóriakezelésben. Alapesetben minden 32 bites átvitel a memóriába két órajelciklust vett igénybe. Azonban a burst-mode alkalmazásával további 3x32 bit átvihető 3x1 órajelciklus alatt, azaz 16 bájt átvitele 8 órajelciklus helyett 5 alatt elvégezhető.
- Beépítésre került továbbá a matematikai segédprocesszor (csak a DX processzorokba), ami ezáltal szinkron működésre képes a főprocesszorral.

A 486-os processzorok gyorsan kiszorították a 386-os processzorokat a piacról. Ennek több oka is volt. Természetesen az azonos órajel mellett nyújtott kétszeres teljesítmény igen fontos tényező, főleg ha azt is figyelembe vesszük, hogy a 486-os processzorok órajele nem 40 MHz-ig, hanem 120 MHz-ig terjedt. Nagyon fontos továbbá, hogy a 486-os processzorok könnyen cserélhetők, az erre felkészített alaplapon a megfelelő beállítások elvégzése után egyaránt képes működni egy SX, DX, DX2 vagy DX4 processzor.



DX4 processzorok esetében figyelni kell arra, hogy ezek a CPU-k nem a 486-osoknál megszokott 5V-os, hanem 3,3V-os tápfeszültséggel működnek. A 3,3V-os tápfeszültség jumperek segítségével állítható be azokon az alaplapon, amelyek ezt támogatják.

Ezzel a megoldással egyszerűen és gyorsan megnövelhető egy 486-os konfiguráció teljesítménye, mivel egy 33 MHz-es alaplapon elegendő a 486DX-33 processzor helyett egy 486DX2-66 típust alkalmazni és máris kétszeresére nőtt az órajelünk. Ez azért lehetséges, mert a DX2 és DX4 típusoknál

megjelent az alapórajel többszörözésének technikája, ami magasabb belső órajelet tesz lehetővé, mint amit az alaplap szolgáltat. A DX2 processzorok nevükhöz híven az alapórajel kétszerezését, a DX4 processzorok pedig – kicsit meglepő módon – általában az alapórajel háromszorozását, ritkább esetben két és félszerezését végzik. A lehetséges órajelek kialakítását a 3.14 táblázat szemlélteti.

Alaplap	DX CPU	DX2 CPU	DX4 CPU (3x)	DX4 CPU (2,5x)
25 MHz	25 MHz	50 MHz	75 MHz	63 MHz
33 MHz	33 MHz	66 MHz	100 MHz	83 MHz
40 MHz	40 MHz	80 MHz	120 MHz	100 MHz
50 MHz	50 MHz	-	-	-

3.14. táblázat. 486 processzorok órajele

A processzorok további előnye, hogy saját üzemi frekvenciájuk alatt is képesek működni, azaz egy 486 DX2-66 egy 25 MHz-es alaplapban 486 DX2-50-ként viselkedik.

3.12.2. 486 DX processzorok

A 486-os processzorok első típusa, amely 1989 áprilisában jelent meg. Ez a processzor képviseli a 486-osok alapkonceptióját, vagyis tartalmazza a processzorba integrált matematikai segédprocesszort, a beépített L1 cache-t (8 kB) és teljesítménye körülbelül kétszerese az azonos órajelű 386 DX processzoroknak.

A 486 DX megőrizte a 386-os processzorok 32 bites belső regisztereit, 32 bites adat- és címbuszát aminek köszönhetően maximálisan 4 GB fizikai és 64 TB virtuális memória címzésére alkalmas. A processzorok 25, 33, 40 és 50 MHz-es sebességben készültek, tápfeszültség igényük 5V.



3.9. ábra. AMD 486 DX-40 processzor

Természetesen a 486 DX is kompatibilis az előző generációkkal, és esetében is megtalálható a 386-nál megismert három üzemmód, a valós, védett és a virtuális valós mód. A 486 DX verzióba épített coprocesszor teljes mértékben kompatibilis a 387-es társprocesszorokkal, azonban teljesítménye – hasonlóan a főprocesszoréhoz – a duplájára nőtt.

3.12.3. 486 SL processzorok

Az SL processzorok jellemzői közül a 486-os család esetében is a csökkentett energiafogyasztás és a speciális energiatakarékosági funkciók dominálnak, akár a 386 SL esetében. Ennek megfelelően az SL CPU-k tápfeszültsége természetesen nem 5V, hanem 3,3V. Ezeket a processzorokat eredetileg hordozható számítógépekbe szánták, azonban speciális szolgáltatásaik hamar népszerűvé váltak az asztali számítógépek körében is, ezért ezek az opciók hamar beépültek a többi 486-os processzorba is.

A legjelentősebb újítás az Intel által fejlesztett System Management Mode (SMM), ami a CPU hardverétől és szoftverétől teljesen függetlenül képes hardver erőforrások energiatakarékos állapotba küldésére, és visszaállítására normál állapotba, úgy, hogy ezt a változást a rendszer egyéb részei ne érzékeljék. Az SMM eszköze a System Management Interrupt (SMI), aminek prioritása magasabb a többi megszakításénál, és képes az SMM-hez kapcsolódó események kezelésére. Például ha egy merevlemez adott ideig nem használ a rendszer, akkor az egy SMI segítségével leállítható, és egy újabb megszakítás segítségével újraindítható abban az esetben ha egy másik eszköz kommunikációt kezdeményezne az adott perifériával.

A másik új fejlesztés a felfüggesztés/folytatás (*Suspend/Resume*) opció. Ennek segítségével a munkafolyamat megszakítható és a számítógép működése felfüggeszthető. Felfüggesztett állapotban a 486 SL processzorok nem vesznek fel energiát, vagyis egy notebook akár hetekig is képes egyetlen akkumulátorral, feltöltés nélkül üzemelni. A memóriában tárolt adatok ezalatt elvileg nem vesznek el, azonban szerencsésebb ha ezeket az adatokat a felfüggesztés előtt a merevlemezre menti az operációs rendszer. A munkafolyamatok folytatása alapesetben másodperceken belül megtörténhet, ami lényegesen rövidebb idő, mint amit egy bekapcsolás utáni bootolási folyamat jelent.

3.12.4. 486 SX processzorok

A 486 SX processzorok, hasonlóan a 386 SX-ekhez az alacsonyabb piaci árat célozták. Azonban a módszer teljesen különbözik a 386-osok esetében alkalmazottaktól, mivel a 486 esetében inkább üzleti fogásként jelenik meg az SX család, mint technikai újdonságként.

Az SX processzor legjelentősebb változtatása, hogy nem tartalmazza a matematikai segédprocesszort. Pontosabban a fenti kijelentés nem minden esetben igaz, mivel az első SX processzorok teljesen meggyeztek a DX-es párjukkal, csak le volt tiltva a fizikailag bennük lévő coprocesszor. Később persze elkészült a valódi SX processzor is, ami 1,2 millió tranzisztor helyett már csak 1,185 milliót tartalmazott.

A 486 SX regisztereinek mérete, adat- és címbusza teljesen megegyezik a 486 DX esetében leírtakkal, az egyetlen jelentős különbséget a coprocesszor hiánya jelenti. A 486 SX CPU-k 16, 20, 25 és 33 MHz-es órajellel kerültek forgalomba, de később megjelentek az SX2 processzorok is 50 illetve 66 MHz-es órajellel.

3.12.5. 487 SX coprocesszorok

A 487 SX chipek rendkívül érdekes koncepciót tükröznek. Ezek a processzorok igazából nem csak coprocesszorok, hanem teljes értékű 25 MHz-es 486 DX processzorok. Felépítésükből adódóan ha egy 487 SX-et telepítünk egy 486 SX mellé, akkor az előbbi a teljes rendszer irányítását átveszi, és a régi 486 SX processzorunkat "feleslegessé" teszi.

Ennek a látszólag logikátlan és redundáns megoldásnak két oka van. Az egyik, hogy abban az időben amikor ezek a processzorok készültek, az Intel-nek az volt a filozófiája, hogy minden alaplapon kell

lennie egy dedikált processzornak, amit kiszedni veszélyes és éppen ezért nem is ajánlott⁹. A másik ok pedig az, hogy a későbbiekben ismertetett OverDrive processzorok ugyanabba a foglalatba telepíthetők, mint a 487 SX-ek. Vagyis ha már létezik az alaplapon ez a bővítési lehetőség, akkor miért ne legyen egy olyan megoldás is a piacon, ami ha nem is jelentős mértékben, de minimális ráfordítással növelheti a rendszer teljesítményét.

3.12.6. 486 DX2 OverDrive és 486 DX2 processzorok

A régebbi 486 SX rendszerek egyszerű bővítésére születtek meg a 486 DX2 OverDrive processzorok. A DX2 OverDrive processzoroknak a lényege az, hogy egy már meglévő 486 SX processzor mellé telepíthetők és abban az alaplapon órajelének kétszeresével üzemeltethetők. Ezzel a módszerrel már jelentősen megnövelhető egy SX rendszer teljesítménye, mivel ezek az OverDrive processzorok már tartalmazzák a coprocesszort és belső órajelük is duplája a már használt processzornak. Természetesen ilyen OverDrive processzor használatkor is jelentőségét veszti az alaplapon integrált első számú SX processzor, mivel minden feladatot átvesz tőle az új CPU.



3.10. ábra. Intel OverDrive processzor

Természetesen az ötlet hatalmas siker volt, ezért a 1992 májusában bemutatott 169 tűs, 486 SX rendszerekbe szánt OverDrive processzorok után szeptemberben már megjelentek a DX-es rendszerekhez használható 168 tűs DX2 CPU-k, amik 40, 50 és 66 MHz-es maximális belső órajellel kerültek forgalomba. Ez azt jelenti, hogy rendre 20, 25 és 33 MHz-es órajelet szolgáltató alaplaponkba helyezve érték el a fenti CPU-k maximális teljesítményüket. Mivel azonban ezekre a processzorokra is igaz, hogy képesek a maximális órajelüknél alacsonyabb frekvencián is üzemelni, egy DX2-66 processzor minden gond nélkül üzemelhet egy 25 MHz-es alaplapon is, 50 MHz-es sebességgel. Vagyis általánosságban elmondható, hogy a 486 DX2 CPU-k mindig az alaplapon órajelét duplázzák és az így kapott órajellel működnek.

Az egyszerű bővíthetőség érdekében azonban csak a processzorok belső órajele duplázódik a DX2 CPU-k esetén, az alaplapon órajele, valamint a processzor és a külvilág közti kommunikáció sebessége nem változik, nem változhat. Pontosan ezért a DX2 processzorok esetében jelentősen megnő a cache szerepe,

⁹Napjainkra az Intel ezen véleménye jelentősen megváltozott, jelenleg pontosan ennek ellenkezőjét preferálja a cég

mivel a processzor órajele a memóriához viszonyítva az eredeti DX rendszerekhez képest megduplázódott. Ez azt jelenti, hogy ha a processzornak a memóriára kell várakoznia, akkor azzal közel kétszer annyi ciklust "veszt" mint a DX CPU-k esetén. Annak érdekében, hogy a cache találati arányát tovább javítsák, az alaplapon második szintű (L2) cache-t helyeztek el. Ennek mérete 128 kB vagy 256 kB, de nevesebb gyártók készítettek speciális, 512 kB vagy 1 MB gyorsítótárral ellátott alaplaponkat is.

Kérdés lehet, hogy egy 486 DX-50 processzorral és egy 486 DX2-50 processzorral felszerelt számítógép teljesítménye között van-e különbség. Természetesen van, hiszen a DX-50-es processzor esetén nem csak a CPU belső órajele 50 MHz, hanem az alaplap, vagyis az egész rendszer órajele is. A 486 DX2-50 esetében 50 MHz-en csak a CPU üzemel, minden egyéb csak ennek felén, 25 MHz-en dolgozik.

Érdekesebb kérdés, hogy egy 486 DX-50-es vagy egy 486 DX2-66-os rendszer-e a gyorsabb? A válasz hasonló logikával nehezen adható meg, azonban a gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy a DX2-66-os processzorral szerelt PC – az egyéb paraméterek egyezése esetén – nagyobb összteljesítményre képes.

3.12.7. 486 DX4 processzorok

A DX4 processzorok megtévesztő elnevezésük ellenére nem négyszerezik, hanem általában csak háromszorozzák vagy két és félszerelik az alaplap frekvenciáját. Létezik a DX4 processzorok esetében a kétszeresítés lehetősége is, azonban ez a mindennapi gyakorlatban még a 486-os korszakban sem gyakran fordult elő.

A DX4 processzorok jelentős különbsége a processzor működéséhez szükséges tápfeszültségben van, ami 3,3V. Körültekintően kell tehát eljárunk, amikor egy régi processzort cserélünk DX4-re, mivel ilyenkor valószínűleg jumperek segítségével kell beállítanunk a helyes tápfeszültséget. Léteznek átalakítók is, amelyek lehetővé teszik a kizárólag 5V-os tápfeszültséget támogató alaplaponkat is a DX4-es processzorok használatát, sőt a fokozott igényt felismerve készültek olyan 486 DX4 OverDrive processzorok is, amelyekbe gyárilag került beépítésre a feszültségszabályozás.

3.12.8. AMD 486 (5x86) processzorok

Az AMD nem készített túl sok 486-os processzort, azonban fontos megemlíteni a céget, mivel az AMD nevéhez fűződnek a leggyorsabb 486-os processzorok. Az AMD nem csak kétszeres szorzóval működő DX2-eket, hanem négyszeres szorzóval dolgozó központi feldolgozó egységeket is gyártott. Ezeket az újabb 486-os alaplaponkat általában beépíthető CPU-kat 5x86 néven hozták forgalomba, teljesítményük az első Pentium processzorok teljesítményével vetekedett. Talán kicsit megtévesztő módon ezeken a processzorokon feltűnt a P75 és P90 jelölés is, ami azt volt hivatott jelezni, hogy az adott CPU a Pentium processzorok között, a jelzettel közel azonos teljesítményre képes.

Valójában ezek az 5x86-os chippek nem mások, mint négyszeres belső órajel szorzóval ellátott 486-os processzorok. Alapórajelük 33 MHz és 40 MHz, amit megnégyeserezve 133 MHz-es és 160 MHz-es belső órajelű processzorokhoz jutunk. Az előbbi, vagyis az AMD 5x85 133 MHz egy Pentium 75-ös CPU, az utóbbi, vagyis az AMD 5x86 160 MHz pedig egy Pentium 90-es CPU teljesítményével áll hasonló szinten.

Speciális tápfeszültség igényük ($3,45V \pm 0,15V$) miatt nem minden 486-os alaplap támogatja az 5x86-os processzorokat, azonban megfelelő alaplap esetén olcsó fejlesztési lehetőséget jelentettek az AMD termékei a Pentium korszak kezdetén.



3.11. ábra. AMD 486 DX-2 80 MHz

3.13. Ötödik generációs processzorok

Természetesen a 486-os processzorok gyors térhódítása után sem állhatott meg a fejlesztés. Mivel a különböző cégek számos "trükköt" bevetettek a negyedik generációs processzoraik felgyorsításához, a 486-os család hamar elérte lehetőségeinek határát. A megoldást egy új architektúra jelentette, amit a várakozásokkal ellentétben nem 586-os, hanem Pentium néven vezettek be a köztudatba az Intel reklámszakemberei.

3.13.1. Pentium processzorok

Az ötödik generációs processzorainak elnevezésekor az Intel új stratégiát követett. Megelégette, hogy a konkurencia az Intel processzoraival azonos néven hozza forgalomba termékeit, ezért új processzorukat védjeggyel kívánták ellátni. Mivel az 586 elnevezés erre alkalmatlannak bizonyult, új nevet kellett keresni. Az új processzort így végül Pentium néven jegyezték be.

A Pentium processzorok lényegesebb jellemzői a következőképpen alakultak. Belső regiszterei maradtak 32 bitesek, akárcsak címbusza, ami így továbbra is 4 GB fizikai memória címzését teszi lehetővé. Megnövelték viszont a külső adatbuszt, ami a Pentium esetében már 64 bit széles, azaz egyszerre 64 bitnyi információ beolvasása vagy kiírása történhet meg a processzorba illetve a processzorból.

A megduplázott adatbusz miatt egy memóriabank mérete is 64 bitesre növekedett, ami azt jelenti, hogy a 486-osokban használt 32 bites (SIMM) memóriamodulokból minimálisan 2 db szükséges egy Pentium rendszerbe, és a memória további bővítése is csak két-két modulonként lehetséges. Később megjelentek a DIMM modulok, amik már 64 bit szélesek, vagyis ebből a típusból akár 1 db is elegendő, és a memória további bővítése is történhet modulonként.

A forradalmi újítást azonban nem az adatbusz kiszélesítése jelentette. A Pentium processzorokban jelent meg elsőként a CISC processzorok között a párhuzamos utasításvégrehajtás lehetősége, amit *superscalar* technológiának nevezünk. Ennek köszönhetően a Pentium iker csővezetékében egyidejűleg két különböző utasítás végrehozható el. Az utasítások végrehajtása a Pentium processzorokban az u- és a v-csőben történik. A két cső nem teljesen azonos, az u-csőnek elsődleges szerepe van, és képes minden

művelet végrehajtására mind az egész-, mind a lebegőpontos típusokkal. A v-cső szerepe másodlagos, és csak egész számokkal történő egyszerűbb műveletek, és bizonyos lebegőpontos műveletek végrehajtására képes. Ahhoz, hogy az utasítások végrehajtása párhuzamosan történhessen, fel kell mérni a soron következő műveleteket és párosítani kell azokat. Abban az esetben ha nincsenek párosítható műveletek, csak az elsődleges u-cső dolgozik, a másodlagos v-cső kihasználatlan marad.

A Pentium processzorokban megváltozott a cache memória felépítése is. A processzorban két különálló 8 kB-os gyorsítót kapott helyet, és természetesen a cache memóriát vezérlő áramköröket is a processzorba integrálták. A gyorsítótban található, módosított adatok memóriába történő visszairása sem azonnal megy végbe – mint az eddigi processzorok esetében –, hanem csak akkor, ha a CPU és a rendszer terheltsége egy meghatározott szint alá csökken.

Természetesen a Pentium CPU-k is tartalmaznak integrált matematikai segédprocesszort, azonban ezek teljesítménye lényegesen nagyobb a 486-osokban használtaknál. Az előző verziókkal való kompatibilitás pedig nem csak a coprocesszor esetén garantált, hanem maga a Pentium chip is képes minden megelőző Intel CPU által használt kód értelmezésére.

3.13.2. Első generációs Pentium processzorok

A Pentium processzorok első generációja nem hozta meg az átütő sikert. Ezek a CPU-k még 0,8 mikronos BiCMOS (*Bipolar Complementary Metal-Oxide Semiconductor*) technológiával készültek, amit számos más gyártó erős kritikával illetett. A kritikának alapot teremtett, hogy akkoriban a nagyobb processzorgyártók mind 0,6 mikronos technológiát alkalmaztak, ami sokkal inkább megfelelt az igényeknek. Az Intel által alkalmazott 0,8 mikronos technológiával 3,1 millió tranzisztort integráltak az első Pentium processzorokba, ami meglehetősen kiterjedt téte a processzor magját. Mindezeknek köszönhetően a CPU táplálásához 5 V-os tápfeszültséget kellett választani, ráadásul az első Pentium processzorok áramfelvétele is elképesztően magas, 3,2 amper. Ez a 16 W-os teljesítmény természetesen hatalmas hőtermeléssel is együtt jár, ezért a folyamatos, megfelelő minőségű hűtés elengedhetetlen ezen processzorok működésének biztosításához.

Valószínűleg a fentiek miatt nem is készült túl sok típus az első generációs Pentium processzorokból, mindössze egy 60 MHz-es és egy 66 MHz-es, egyszeres órajel-szorozójú chip került forgalomba.

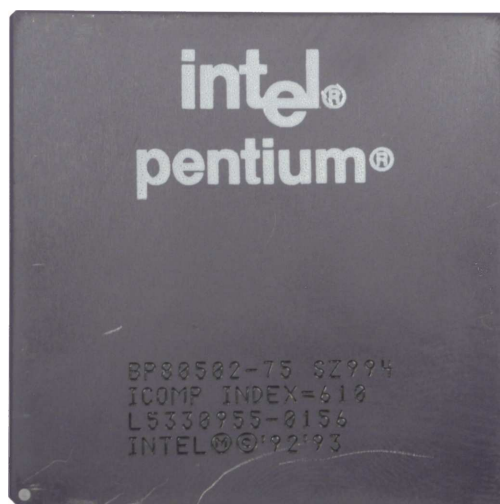
3.13.3. Második generációs Pentium processzorok

Az első generációhoz képest gyökeres változások jellemzik a második generációt. Mindezek közül a legfontosabb, hogy a 75 MHz, 90 MHz és 100 MHz órajelű Pentium processzorokat már az elvárható 0,6 mikronos, a később megjelenő 120 MHz, 133 MHz, 150 MHz, 166 MHz és 200 MHz órajelű CPU-kat pedig már 0,35 mikronos technológiával gyártották. Ez lehetővé tette a 3,3 V-os tápfeszültség alkalmazását is, vagyis megoldódtak az előző verzió legsúlyosabb problémái. Érdekesség, hogy a fenti változásoknak köszönhetően egyazon generáción belül a 66 MHz-es processzornak ha csak kevéssel is, de nagyobb a teljesítményfelvétele, mint a 200 MHz-es nagytestvérének. A Pentium processzorok feszültség, áram és teljesítményigényét a 3.15 táblázat szemlélteti.

Az előző Pentium generáció hibáinak kijavítása mellett természetesen számos újdonság is került a 75 MHz és annál nagyobb órajelű Pentium CPU-kba. Ezek közül a két legjelentősebbet az új energiagazdálkodási lehetőség, az APIC (*Advanced Programmable Interrupt Controller*) és az SMP (*Symmetric Multiprocessing*) beépítése jelentette. Az SMP lehetővé teszi, hogy egy PC-ben két Pentium processzor egymás mellett párhuzamosan dolgozhasson. Természetesen ehhez speciálisan a két processzor befogadására alkalmas alaplap és az SMP-t támogató operációs rendszer is szükséges.

Órajel	Generáció	Tápfeszültség	Áramfelvétel	Teljesítményfelvétel
60 MHz	I.	5 V	2,92 A	14,6 W
66 MHz	I.	5 V	3,2 A	16 W
100 MHz	II.	3,3 V	3,25 A	10,725 W
133 MHz	II.	3,3 V	3,4 A	11,2 W
150 MHz	II.	3,3 V	3,5 A	11,6 W
166 MHz	II.	3,3 V	4,4 A	14,5 W
200 MHz	II.	3,3 V	4,7 A	15,5 W

3.15. táblázat. Pentium processzorok teljesítményfelvétele



3.12. ábra. Második generációs Intel Pentium 75 MHz processzor

A Pentiumok két generációja között azonban nem csak belső átalakítások történtek, a két típus tokozása is eltér egymástól. Míg az első 60 és 66 MHz-es típusok 273 tűs PGA tokozással kerültek forgalomba, az újabb processzorok 296 tűs SPGA tokba kerültek. Ez lehetetlenné teszi a generációk közti átjárhatóságot, vagyis az első generációs Pentium processzorral szerelt rendszerek csak alaplpcsere után bővíthetők az újabb Pentium processzorokkal.

3.13.4. Harmadik generációs Pentium MMX processzorok

Az MMX processzorok nem sokban térnek el az őket megelőző processzoroktól. Az 1997 elején megjelent MMX családban 166, 200, 233 és 266 MHz-es típusok találhatók, azonban ezek közül a leggyorsabb 266 MHz-es csak mobil processzorként került forgalomba. A 0,35 micronos szilícium CMOS eljárással készült CPU-k 4,5 millió tranzisztort tartalmaznak, működtetésükhöz 2,8 V-os tápfeszültség szükséges. A mobil felhasználásra szánt típusok (233 MHz és 266 MHz) 0,25 micronos alapokra épülnek, feszültségigényük 1,8 V.

A csökkentett tápfeszültségigény természetesen dicséretes, azonban szemet kell, hogy szúrjon a processzorban található tranzisztorok számának jelentős növekedése. Ennek okát a 8+8 kB-os L1 cache megduplázásában (16+16 kB) és az MMX CPU-k legfőbb különlegességét jelentő MMX egységben kell keresni. Az MMX technológia 57 új, multimédiás (hang, kép, mozgókép) adatok kezelésére szolgáló

utasítással bővíti a CPU utasításkészletét, valamint magába foglalja az Intel SIMD (*Single Instruction Multiple Data*) technológiáját, ami egyazon utasítás végrehajtását teszi lehetővé különböző adatokon.

3.13.5. AMD K5 processzorok

Az AMD K5 processzorai az Intel Pentium processzoraival teljesen kompatibilis chipek, vagyis minden olyan alaplapon használhatók ami legalább második generációs Pentium processzorok használatát lehetővé teszi. Természetesen minden esetben meg kell győződni arról, hogy az adott alaplapon képes-e a CPU működéséhez szükséges tápfeszültség és frekvencia szolgáltatására, sőt néhány esetben a BIOS frissítésére is szükség lehet ahhoz, hogy az alaplapon megfelelően ismerje fel a K5 CPU-kat.

Az AMD processzorai PR75, PR90, PR100, PR120, PR133 és PR166 jelölésekkel kerültek forgalomba. Ezek a PR jelölések nem a processzor belső órajelét tükrözik, hanem azt jelzik, hogy az adott processzor a PR jelöléssel feltüntetett órajelű Intel processzorral azonos teljesítményre képes. Vagyis egy PR133-as AMD processzor az Intel Pentium 133-as processzorával képes azonos teljesítményt nyújtani (az AMD szerint), azonban órajele csak 100 MHz!

3.14. Hatodik generációs processzorok

A hatodik generáció első processzora az Intel Pentium Pro már 1995. novemberében megjelent, amikor az ötödik generáció még javában virágzott. A Pentium Pro alapjaira számos processzort építettek, azonban a 3.16 táblázatban feltüntetett CPU-k mind a hatodik generációhoz tartoznak. A 3.16 táblázat a hatodik generációs Intel processzorok közti legjelentősebb eltéréseket, a beépített L2 cache méretét és sebességét mutatja be.

Processzor típusa	Processzor jellemzői
Pentium Pro	256 kB, 512 kB vagy 1 MB L2 cache, teljes belső órajellel
Pentium II	512 kB L2 cache, $\frac{1}{2}$ belső órajellel
Pentium II Xeon	512 kB, 1 MB vagy 2 MB L2 cache, teljes belső órajellel
Celeron	L2 cache nélküli típus
Celeron-A	128 kB L2 cache, teljes belső órajellel
Pentium III	512 kB L2 cache, $\frac{1}{2}$ belső órajellel, SSE támogatással
Pentium III PE	256 kB L2 cache, teljes belső órajellel
Pentium III E	256 kB vagy 512 kB L2 cache, teljes belső órajellel, SSE támogatással
Pentium III Xeon	512 kB, 1 MB vagy 2 MB L2 cache, teljes belső órajellel, SSE támogatással

3.16. táblázat. Hatodik generációs Intel processzorok

A hatodik generációs processzorok is tartalmaznak radikális újításokat. Mindenképp ki kell emelni a dinamikus végrehajtást (*Dynamic Execution*) és a független kettős buszt (*Dual Independent Bus*). A független kettős busz technológiának köszönhetően a processzor két egymástól független adatbusszal rendelkezik, amik közül az egyiket az alaplappal történő kommunikációra, a másikat pedig kizárólag a cache memóriával való kapcsolattartásra használja. Ez megteremti a lehetőséget arra, hogy a cache memóriával (L2) a megszokottnál lényegesen gyorsabb kommunikációt alakítson ki a processzor.

A dinamikus végrehajtás lehetővé teszi, hogy a processzor több utasítást végezzen párhuzamosan, ami összességében a feladatok gyorsabb elvégzését eredményezi. Az újítás három új feldolgozási technikát tartalmaz:

- **Multiple branch prediction.** Az eljárás segítségével néhány elágazáson keresztül is jó találati aránnyal kiszámítható, hogy melyik lesz a következő végrehajtandó utasítás.

- **Dataflow analysis.** Az analízis során meghatározható az utasítások optimális sorrendje a fel-
dolgozás szempontjából. Az egyes utasítások ennek megfelelően az eredeti formájukhoz képest
átrendezhetők úgy, hogy a végeredmény természetesen azonos marad, azonban a szükséges idő
lecsökken.
- **Speculative execution.** A processzor nem csak a soron következő utasításokat hajtja végre, hanem
azokat is amelyek valószínűleg következni fognak. Hogy melyek lehetnek ezek, azt a többágú
előrejelzés (*Multiple branch prediction*) határozza meg.

A fenti újdonságokon kívül a Pentium Pro processzorokban azzal is továbbfejlesztették a párhuzamos
utasításvégrehajtás lehetőségeit, hogy az ötödik generációs processzorok két utasításvégrehajtó egységét
hatra bővítették. A csatornák számának bővítése mellett a CISC utasításokat kis (RISC) méretű utasítá-
sokká bontja fel a processzor, ami még hatékonyabbá teszi a párhuzamos műveletvégzést.

3.14.1. Pentium Pro processzorok

A Pentium Pro processzorokat leginkább a processzorba épített L2 cache tette nagygyá. A cache beépítése
szó szerint értendő, ugyanis ezek a processzorok két magot tartalmaznak. Az egyikben kap helyet maga
a Pentium Pro processzor, a másikban pedig a 256 kB, 512 kB vagy 1 MB méretű L2 cache. Így a
Pentium Pro CPU-ban található tranzisztorok száma a cache méretétől függően változik. Maga a CPU
5,5 millió tranzisztorból épül fel, ehhez jön hozzá a cache memória tranzisztorainak száma, ami 256 kB
esetén 15,5 millió, 512 kB esetén 31 millió és 1 MB esetén 62 millió tranzisztorot jelent.

A Pentium Pro processzorok 150, 166, 180 és 200 MHz-es órajelekkel készültek, amit 60 illetve 66
MHz-es alapórajelből 2,5x-ös vagy 3x-os belső szorzó felhasználásával állítanak elő. A Pentium Pro
belső regiszterei megmaradtak 32 bitesek, és nem változott a Pentium processzoroknál bevezetett 64 bites
külső adatbusz szélessége sem. A címbusz méretét viszont megnövelték az Intel mérnökei, így 36 biten
64 GB fizikai memória kezelését teszi lehetővé a Pentium Pro processzor. A 3,3 V-os (ritkábban 3,1
V-os) tápfeszültséget igénylő CPU 387 tűs, speciális dcPGA tokozást kapott, ami a Pentium Pro szá-
mára készült Socket 8-as alaplapon használatát teszi szükségessé. Természetesen a processzor tartalmaz
beépített matematikai segédprocesszort és 8+8 kB első szintű cache memóriát is.

A Pentium Pro továbbfejlesztette a többprocesszoros működés lehetőségeit is, a Multiprocessor Spe-
cification (MPS 1.1) szabvány keretein belül 4 db Pentium Pro CPU képes egy alaplapon hatékonyan
együttműködni. A szabvány kialakítását az tette lehetővé, hogy a Pentium Pro processzorhoz tartozó
L2 cache lényegében a CPU része, vagyis minden processzorban megtalálható. Így, ha minden CPU a
saját, független cache memóriájával dolgozik, nem kell gondot fordítani a közös cache koherenciájának
megőrzésére, mint a Pentium processzorok esetében.

3.14.2. Pentium II processzorok

A Pentium II processzorok 1997. májusában jelentek meg, és Klamath néven váltak ismertté a fel-
használók körében. A Pentium Pro-hoz képest a Klamath processzorok jelentős külső és apróbb belső
változásokon estek át. A külső és a belső változása ebben az esetben szervesen összefügg, mivel az
új tokozás tette lehetővé, hogy az L2 gyorsítárakat az Intel ne saját maga gyártsa, hanem megvásárolt
modulokkal szerelhesse fel a Pentium II processzorokat.

A PC-s processzorok történetében először, az Intel szakított az akkor már hagyományosnak nevezhető
Socket processzorokkal és egy új, a bővítőártyák csatlakoztatására emlékeztető alaplapi csatlakozót
(Slot1) és tokozást mutatott be. A SECC (*Single Edge Contact Cartridge*) és SECC2 tokozásban a pro-
cesszor egy kb. 12 cm széles és 6 cm magas áramköri lapra került, amit műanyag vagy fém borítással

láttak el. A két típus között az jelenti a különbséget, hogy a SECC processzorok mindkét oldala burkolt, a SECC2 processzoroknak pedig csak az elején található borítás. Természetesen az 1999 kezdetétől megjelent Slot 1-es Pentium II és Pentium III processzorok már kivétel nélkül az olcsóbban előállítható SECC2-es tokozást kapták.

A Pentium II-es processzorok órajele ott kezdődött, ahol a Pentium Pro processzoroké abbamaradt, vagyis a legkisebb Pentium II-es órajele is magasabb a legerősebb, 200 MHz-es Pentium Pro órajelénél. A gyártott típusok külső és belső órajeléről és órajel-szorójáról a 3.17 táblázat tájékoztat.

Processzor	Órajel szorzó	Alaplap órajele
Pentium II 233 MHz	3,5x	66 MHz
Pentium II 266 MHz	4x	66 MHz
Pentium II 300 MHz	4,5x	66 MHz
Pentium II 333 MHz	5x	66 MHz
Pentium II 350 MHz	3,5x	100 MHz
Pentium II 400 MHz	4x	100 MHz
Pentium II 450 MHz	4,5x	100 MHz

3.17. táblázat. Pentium II processzorok

A Pentium II legjellemzőbb adatai megegyeznek a Pentium Pro processzorokéval, vagyis belső regiszterei 32 bitesek, külső adatbusza 64 bites, címbusza pedig 36 bites, ami 64 GB fizikai memória címzését teszi lehetővé. Többet a Pentium Pro processzorokhoz képest az MMX utasításkészlet integrálása és emiatt az L1 cache megduplázása 16+16 kB-osra. Kezdetben 0,35 micronos, majd a 333 MHz-es órajeltől kezdődően már 0,25 micronos technológiával készültek a Pentium II processzorok, ami ismét azt az érdekességet eredményezte, hogy a legmagasabb órajellel rendelkező PII CPU teljesítményfelvétele elmarad a legalacsonyabb órajelű PII CPU teljesítményfelvételétől (3.18 táblázat). Ez természetesen nem csak a nagyobb sűrűségű gyártási technológia, hanem az ezzel együtt járó tápfeszültség csökkentése 2,8 V-ról 2,0 V-ra együttesen tette lehetővé. Természetesen a Pentium II processzoroknak is része a *Dynamic Execution* és a *Dual Independent Bus* is, hiszen ezek a módszerek sikeresen mutatkoztak be a Pentium Pro processzorokban.

Processzor	Technológia	Tápfeszültség	Teljesítményigény
Pentium II 233 MHz	0,35 micron	2,8 V	34,8 W
Pentium II 266 MHz	0,35 micron	2,8 V	38,2 W
Pentium II 300 MHz	0,35 micron	2,8 V	43,0 W
Pentium II 333 MHz	0,25 micron	2,0 V	21,5 W
Pentium II 350 MHz	0,25 micron	2,0 V	23,7 W
Pentium II 400 MHz	0,25 micron	2,0 V	24,3 W
Pentium II 450 MHz	0,25 micron	2,0 V	27,1 W

3.18. táblázat. Pentium II processzorok eltérő gyártási technológiái

Fontos megemlíteni azt a Pentium Pro processzorokhoz képest teljesítményt csökkentő tényezőt is, amivel a Pentium II processzorokban találkozhatunk. Mint arról már szó volt, ezekben a CPU-kban az L2 cache a gyártás folyamán külön építhető be, mivel ezeket a chipket külső gyártótól vásárolta az Intel. Így az L2 cache nem szerves része a processzornak, aminek következtében a CPU és a cache közötti kommunikáció sem a processzor belső órajelével, hanem annak csak felén zajlik. Ez természetesen visszalépés a Pentium Pro processzorokhoz képest, azonban ez a megoldás jelentősen csökkentette a gyártási költségeket, a kezdetben amúgy is drága hatodik generációs processzorok piacán. Ha jobban

belegondolunk, ez a megoldás nem is eredményez jelentős teljesítménycsökkenést, persze csak a Pentium Pro processzorokhoz képest. Hiszen ha megvizsgálunk egy 333 MHz-es PII processzort, akkor egyszerűen meghatározható, hogy a CPU és az L2 cache közötti kommunikáció 167 MHz-en zajlik. Ez nem sokban marad el attól, amire a leggyorsabb Pentium Pro CPU képes (200 MHz), mégis jelentősen gyorsabb mintha a kommunikáció az alaplap órajelén (66 MHz) folya.

Szintén az L2 gyorsítárhoz kapcsolódik, hogy a 333 MHz és alacsonyabb órajelű Pentium II processzorokban található L2 cache maximálisan csak 512 MB kezelésére alkalmas. Ezt a problémát a 350 MHz és magasabb frekvencián üzemelő processzorokban megoldották, így az L2 cache által kezelhető memória mérete 4 GB-ra nőtt.

Mivel a Pentium II processzorok lényegesen elterjedtebbek mint a Pentium Pro típusok, gyakrabban lehet szükségünk egy ilyen CPU helyes azonosítására. Ehhez nyújt segítséget a 3.19 táblázat.

S-spec	Mag	CPUID	Órajel (MHz)	L2 cache mérete	L2 cache típusa
SL264	C0	0633h	233/66	512 kB	nem ECC
SL265	C0	0633h	266/66	512 kB	nem ECC
SL268	C0	0633h	233/66	512 kB	ECC
SL269	C0	0633h	266/66	512 kB	ECC
SL28K	C0	0633h	233/66	512 kB	nem ECC
SL28L	C0	0633h	266/66	512 kB	nem ECC
SL28R	C0	0633h	300/66	512 kB	ECC
SL2MZ	C0	0633h	300/66	512 kB	ECC
SL2HA	C1	0634h	300/66	512 kB	ECC
SL2HC	C1	0634h	266/66	512 kB	nem ECC
SL2HD	C1	0634h	233/66	512 kB	nem ECC
SL2HE	C1	0634h	266/66	512 kB	ECC
SL2HF	C1	0634h	233/66	512 kB	ECC
SL2QA	C1	0634h	233/66	512 kB	nem ECC
SL2QB	C1	0634h	266/66	512 kB	nem ECC
SL2QC	C1	0634h	300/66	512 kB	ECC
SL2KA	dA0	0650h	333/66	512 kB	ECC
SL2QF	dA0	0650h	333/66	512 kB	ECC
SL2K9	dA0	0650h	266/66	512 kB	ECC
SL35V	dA1	0651h	300/66	512 kB	ECC
SL2QH	dA1	0651h	333/66	512 kB	ECC
SL2S5	dA1	0651h	333/66	512 kB	ECC
SL2ZP	dA1	0651h	333/66	512 kB	ECC
SL2ZQ	dA1	0651h	350/100	512 kB	ECC
SL2S6	dA1	0651h	350/100	512 kB	ECC
SL2S7	dA1	0651h	400/100	512 kB	ECC
SL2SF	dA1	0651h	350/100	512 kB	ECC
SL2SH	dA1	0651h	400/100	512 kB	ECC
SL2VY	dA1	0651h	300/66	512 kB	ECC
SL33D	dB0	0652h	266/66	512 kB	ECC
SL2YK	dB0	0652h	300/66	512 kB	ECC
SL2WZ	dB0	0652h	350/100	512 kB	ECC
SL2YM	dB0	0652h	400/100	512 kB	ECC
SL37G	dB0	0652h	400/100	512 kB	ECC
SL2WB	dB0	0652h	450/100	512 kB	ECC

S-spec	Mag	CPUID	Órajel (MHz)	L2 cache mérete	L2 cache típusa
SL37H	dB0	0652h	450/100	512 kB	ECC
SL2W7	dB0	0652h	266/66	512 kB	ECC
SL2W8	dB0	0652h	300/66	512 kB	ECC
SL2TV	dB0	0652h	333/66	512 kB	ECC
SL2U3	dB0	0652h	350/100	512 kB	ECC
SL2U4	dB0	0652h	350/100	512 kB	ECC
SL2U5	dB0	0652h	400/100	512 kB	ECC
SL2U6	dB0	0652h	400/100	512 kB	ECC
SL2U7	dB0	0652h	450/100	512 kB	ECC
SL356	dB0	0652h	350/100	512 kB	ECC
SL357	dB0	0652h	400/100	512 kB	ECC
SL358	dB0	0652h	450/100	512 kB	ECC
SL37F	dB0	0652h	350/100	512 kB	ECC
SL3FN	dB0	0652h	350/100	512 kB	ECC
SL3EE	dB0	0652h	400/100	512 kB	ECC
SL3F9	dB0	0652h	400/100	512 kB	ECC
SL38M	dB1	0653h	350/100	512 kB	ECC
SL38N	dB1	0653h	400/100	512 kB	ECC
SL36U	dB1	0653h	350/100	512 kB	ECC
SL38Z	dB1	0653h	400/100	512 kB	ECC
SL3D5	dB1	0653h	400/100	512 kB	ECC

3.19. táblázat. Pentium II processzorok azonosítása

3.14.3. Celeron processzorok

A Celeron processzorok eredetileg a hatodik generációs Pentium II-es processzorok olcsón előállítható, csökkentett teljesítményű testvéreinek készültek, azonban az alacsony ár olyan sikereket hozott, hogy a Celeronok azóta már készültek Pentium III-as és Pentium 4-es processzorok alapjaira épülve is.

Az eredeti processzorokhoz képest a Celeron processzorok általában csak tokozásukban és a processzorba épített L2 cache méretében rendelkeznek szerényebb paraméterekkel. A külsőt illetően az első Celeronok külső borításuktól megfosztva SEP vagy SEPP (*Single Edge Processor (Package)*) (3.13 ábra) tokozással kerültek forgalomba, ami teljesen kompatibilis a Slot 1-es alaplappal.

Később a költségek további csökkentése érdekében a Celeron processzorok Socket 370-es foglalatba helyezhető verziója jelent meg. Ezeknek a processzoroknak a tokozását PPGA (*Plastic Pin Grid Array*) vagy FC-PGA (*Flip Chip PGA*) tokozásnak nevezzük. A SEP és PPGA tokozású, egyébként teljesen azonos CPU-k bizonyos ideig egyaránt elérhetők voltak (300 MHz – 433 MHz), azonban a 466 MHz-es Celerontól kezdődően csak a Socket 370-be való típusokat gyártották egészen az 1,4 GHz-es verzióig. Az ennél nagyobb sebességű Celeron processzorok már Pentium 4-es alapokra épülnek és Socket 478-as foglalatba helyezhetők.

Az L2 cache szempontjából vizsgálva a Celeron processzorokat, elmondható, hogy az első típusok (266 MHz, 300 MHz) egyáltalán nem tartalmaztak integrált L2 gyorstárat. Később azonban ezeken az órajeleken is megjelentek a 266A és 300A jelzéssel ellátott típusok, melyekbe 128 kB L2 cache van integrálva, ami az egész Celeron családot is jellemzi. Érdekeség, hogy a Pentium III-as és Pentium 4-es verziók legtöbbje valójában 256 kB L2 cache memóriát tartalmaz, de ennek fele, 128 kB le van tiltva. Ez a látszólag értelmetlen megoldás azért alakult ki, mert ezek a processzorok még így is olcsóbban előállíthatók, mintha egy teljesen új, 128 kB L2 cache-t tartalmazó CPU-t kellene tervezni és gyártani.



3.13. ábra. Pentium II Celeron 266 MHz



3.14. ábra. Pentium 4 Celeron processzor (2,2 GHz)

Általánosságban a következő tulajdonságok jellemzik a Celeron processzorokat:

- A Celeron processzorok célja elsődlegesen az alacsony árfekvés.
- 128 kB integrált L2 cache, ECC támogatással, 4 GB memóriaméretig¹⁰.
- 66 MHz-es, 100 MHz-es vagy 400 MHz-es alapfrekvencia.
- SEP, PGA, FC-PGA vagy FC-PGA2 tokozás.
- Beépített MMX-, Celeron 533A-tól felfelé SSE-, Celeron 1,7 GHz-től felfelé SS2 támogatás.

3.14.4. Pentium III processzorok

A Pentium III processzorok 1999. februárjában mutatkoztak be, és néhány újítást is hoztak a hatodik generációs processzorok világába. A belső alapok (regiszterek mérete, adatbusz szélessége, címezhető memória nagysága) nem változtak, azonban néhány plusz lehetőség bekerült ezekbe a processzorokba.

¹⁰kivéve a Celeron 266 és Celeron 300 processzorokat, amelyek nem tartalmaznak L2 gyorsítót.



3.15. ábra. Különböző tokozású PII Celeron processzorok

- Streaming SIMD Extensions (SSE). Az SSE az MMX-hez hasonló utasításkészletet jelent, ami szintén a multimédiás alkalmazások lényegesen gyorsabb kezelését teszi lehetővé. Az SSE 70 új utasítása leginkább a 3D-s videók, a képszerkesztési funkció, a beszédfelismerés vagy akár a webböngészés terén hatékony, vagyis azokon a területeken, ahol a grafika és a hangfeldolgozás kerül előtérbe.
- Processzorok gyári száma. A Pentium III processzorba elektronikus úton is beépítésre került a processzor egyedi gyári száma, ami alkalmas lehet egy rendszer egyértelmű azonosítására.

A Pentium III processzorok – akárcsak a Celeronok – rendkívül sokféle technológiával, különböző méretű L2 gyorsítárral és kétféle tokozással kerültek forgalomba. A könnyebb áttekinthetőség és azonosíthatóság érdekében a Pentium III processzorok típusait a következő oldalakon a 3.20 táblázat részletesen ismerteti.



3.16. ábra. Slot1-es Pentium III processzor

Sebesség [MHz]	Busz [MHz]	Szorzó	CPU S-spec	OEM S-spec	Mag	CPUID	L2 [kB]	L2 [MHz]	T_{max} [°C]	Tápfesz. [V]	P_{max} [W]	Technológia	Tranzisztor [millió db]	Tokozás
450	100	4,5x	SL3CC	SL364	kB0	0672	512	225	90	2,00	25,3	0,25	9,5	SECC2
450	100	4,5x	SL37C	SL35D	kC0	0673	512	225	90	2,00	25,3	0,25	9,5	SECC2
500	100	5x	SL3CD	SL365	kB0	0672	512	250	90	2,00	28,0	0,25	9,5	SECC2
500	100	5x	SL365	SL365	kB0	0672	512	250	90	2,00	28,0	0,25	9,5	SECC2
500	100	5x	SL37D	SL35E	kC0	0673	512	250	90	2,00	28,0	0,25	9,5	SECC2
500E	100	5x	SL3R2	SL3Q9	cA2	0681	256	500	85	1,60	13,2	0,18	28,1	FC-PGA
500E	100	5x	SL45R	SL444	cB0	0683	256	500	85	1,60	13,2	0,18	28,1	FC-PGA
533B	133	4x	SL3E9	SL3BN	kC0	0673	512	267	90	2,05	29,7	0,25	9,5	SECC2
533EE	133	4x	SL3SX	SL3N6	cA2	0681	256	533	85	1,65	14,0	0,18	28,1	SECC2
533EB	133	4x	SL3VA	SL3VF	cA2	0681	256	533	85	1,65	14,0	0,18	28,1	FC-PGA
533EB	133	4x	SL44W	SL3XG	cB0	0683	256	533	85	1,65	14,0	0,18	28,1	SECC2
533EB	133	4x	SL45S	SL3XS	cB0	0683	256	533	85	1,65	14,0	0,18	28,1	FC-PGA
550	100	5,5x	SL3FJ	SL3F7	kC0	0673	512	275	80	2,00	30,8	0,25	9,5	SECC2
550E	100	5,5x	SL3R3	SL3QA	cA2	0681	256	550	85	1,60	14,5	0,18	28,1	FC-PGA
550E	100	5,5x	SL3V5	SL3N7	cA2	0681	256	550	85	1,60	14,5	0,18	28,1	SECC2
550E	100	5,5x	SL44X	SL3XH	cB0	0683	256	550	85	1,60	14,5	0,18	28,1	SECC2
550E	100	5,5x	SL45T	n/a	cB0	0683	256	550	85	1,60	14,5	0,18	28,1	FC-PGA
600	100	6x	SL3JT	SL3JM	kC0	0673	512	300	85	2,00	34,5	0,25	9,5	SECC2
600E	100	6x	SL3NA	SL3H6	cA2	0681	256	600	82	1,65	15,8	0,18	28,1	SECC2
600E	100	6x	SL3NL	SL3VH	cA2	0681	256	600	82	1,65	15,8	0,18	28,1	FC-PGA
600E	100	6x	SL44Y	SL43E	cB0	0683	256	600	82	1,65	15,8	0,18	28,1	SECC2
600E	100	6x	SL45U	SL3XU	cB0	0683	256	600	82	1,65	15,8	0,18	28,1	FC-PGA
600E	100	6x	n/a	SL4CM	cC0	0686	256	600	82	1,70	15,8	0,18	28,1	FC-PGA
600E	100	6x	n/a	SL4C7	cC0	0686	256	600	82	1,70	15,8	0,18	28,1	SECC2
600B	133	4,5x	SL3JU	SL3JP	kC0	0673	512	300	85	2,05	34,5	0,25	9,5	SECC2
600EB	133	4,5x	SL3NB	SL3H7	cA2	0681	256	600	82	1,65	15,8	0,18	28,1	SECC2
600EB	133	4,5x	SL3VB	SL3VG	cA2	0681	256	600	82	1,65	15,8	0,18	28,1	FC-PGA

3.20. táblázat: Pentium III processzorok azonosítása

Sebesség [MHz]	Busz [MHz]	Szorzó	CPU S-spec	OEM S-spec	Mag	CPUID	L2 [kB]	L2 [MHz]	T_{max} [°C]	Tápfesz. [V]	P_{max} [W]	Technológia	Tranzisztor [millió db]	Tokozás
600EB	133	4,5x	SL44Z	SL3XJ	cB0	0683	256	600	82	1,65	15,8	0,18	28,1	SECC2
600EB	133	4,5x	SL45V	SL3XT	cB0	0683	256	600	82	1,65	15,8	0,18	28,1	FC-PGA
600EB	133	4,5x	SL4CL	SL4CL	cC0	0686	256	600	82	1,70	15,8	0,18	28,1	FC-PGA
600EB	133	4,5x	n/a	SL46C	cC0	0686	256	600	82	1,70	15,8	0,18	28,1	SECC2
650	100	6,5x	SL3NR	SL3KV	cA2	0681	256	650	82	1,65	17,0	0,18	28,1	SECC2
650	100	6,5x	SL3NM	SL3VJ	cA2	0681	256	650	82	1,65	17,0	0,18	28,1	FC-PGA
650	100	6,5x	SL452	SL3XK	cB0	0683	256	650	82	1,65	17,0	0,18	28,1	SECC2
650	100	6,5x	SL45W	SL3XV	cB0	0683	256	650	82	1,65	17,0	0,18	28,1	FC-PGA
650	100	6,5x	n/a	SL4CK	cC0	0686	256	650	82	1,70	17,0	0,18	28,1	FC-PGA
650	100	6,5x	n/a	SL4C5	cC0	0686	256	650	82	1,70	17,0	0,18	28,1	SECC2
667	133	5x	SL3ND	SL3KW	cA2	0681	256	667	82	1,65	17,5	0,18	28,1	SECC2
667	133	5x	SL3T2	SL3VK	cA2	0681	256	667	82	1,65	17,5	0,18	28,1	FC-PGA
667	133	5x	SL453	SL3XL	cB0	0683	256	667	82	1,65	17,5	0,18	28,1	SECC2
667	133	5x	SL45X	SL3XW	cB0	0683	256	667	82	1,65	17,5	0,18	28,1	FC-PGA
667	133	5x	n/a	SL4CJ	cC0	0686	256	667	82	1,70	17,5	0,18	28,1	FC-PGA
667	133	5x	n/a	SL4C4	cC0	0686	256	667	82	1,70	17,5	0,18	28,1	SECC2
700	100	7x	SL3SY	SL3S9	cA2	0681	256	700	80	1,65	18,3	0,18	28,1	SECC2
700	100	7x	SL3T3	SL3VL	cA2	0681	256	700	80	1,65	18,3	0,18	28,1	FC-PGA
700	100	7x	SL454	SL453	cB0	0683	256	700	80	1,65	18,3	0,18	28,1	SECC2
700	100	7x	SL45Y	SL3XX	cB0	0683	256	700	80	1,65	18,3	0,18	28,1	FC-PGA
700	100	7x	SL4M7	SL4CH	cC0	0686	256	700	80	1,70	18,3	0,18	28,1	FC-PGA
700	100	7x	n/a	SL4C3	cC0	0686	256	700	80	1,70	18,3	0,18	28,1	SECC2
733	133	5,5x	SL3SZ	SL3SB	cA2	0681	256	733	80	1,65	19,1	0,18	28,1	SECC2
733	133	5,5x	SL3T4	SL3VM	cA2	0681	256	733	80	1,65	19,1	0,18	28,1	FC-PGA
733	133	5,5x	SL455	SL3XN	cB0	0683	256	733	80	1,65	19,1	0,18	28,1	SECC2
733	133	5,5x	SL45Z	SL3XY	cB0	0683	256	733	80	1,65	19,1	0,18	28,1	FC-PGA
733	133	5,5x	SL4M8	SL4CG	cC0	0686	256	733	80	1,70	19,1	0,18	28,1	FC-PGA

3.20. táblázat: Pentium III processzorok azonosítása (folytatás)

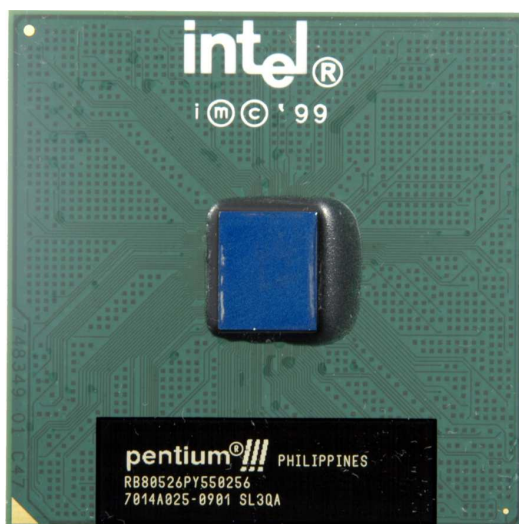
Sebesség [MHz]	Busz [MHz]	Szorzó	CPU S-spec	OEM S-spec	Mag	CPUID	L2 [kB]	L2 [MHz]	T_{max} [°C]	Tápfesz. [V]	P_{max} [W]	Technológia	Tranzisztor [millió db]	Tokozás
733	133	5,5x	SL4KD	SL4C2	cC0	0686	256	733	80	1,70	19,1	0,18	28,1	SECC2
733	133	5,5x	SL4FQ	SL4CX	cC0	0686	256	733	80	1,70	19,1	0,18	28,1	SECC2
750	100	7,5x	SL3V6	SL3WC	cA2	0681	256	750	80	1,65	19,5	0,18	28,1	SECC2
750	100	7,5x	SL3VC	SL3VN	cA2	0681	256	750	80	1,65	19,5	0,18	28,1	FC-PGA
750	100	7,5x	SL456	SL3XP	cB0	0683	256	750	80	1,65	19,5	0,18	28,1	SECC2
750	100	7,5x	SL462	SL3XZ	cB0	0683	256	750	80	1,65	19,5	0,18	28,1	FC-PGA
750	100	7,5x	SL4M9	SL4CF	cC0	0686	256	750	80	1,70	19,5	0,18	28,1	FC-PGA
750	100	7,5x	SL4KE	SL4BZ	cC0	0686	256	750	80	1,70	19,5	0,18	28,1	SECC2
800	100	8x	SL457	SL3XR	cB0	0683	256	800	80	1,65	20,8	0,18	28,1	SECC2
800	100	8x	SL463	SL3Y3	cB0	0683	256	800	80	1,65	20,8	0,18	28,1	FC-PGA
800	100	8x	SL4MA	SL4CE	cC0	0686	256	800	80	1,70	20,8	0,18	28,1	FC-PGA
800	100	8x	SL4KF	SL4BY	cC0	0686	256	800	80	1,70	20,8	0,18	28,1	SECC2
800EB	133	6x	SL458	SL3XQ	cB0	0683	256	800	80	1,65	20,8	0,18	28,1	SECC2
800EB	133	6x	SL464	SL3Y2	cB0	0683	256	800	80	1,65	20,8	0,18	28,1	FC-PGA
800EB	133	6x	SL4MB	SL4CD	cC0	0686	256	800	80	1,70	20,8	0,18	28,1	FC-PGA
800EB	133	6x	SL4G7	SL4XQ	cC0	0686	256	800	80	1,70	20,8	0,18	28,1	SECC2
800EB	133	6x	SL4KG	SL4BX	cC0	0686	256	800	80	1,70	20,8	0,18	28,1	SECC2
850	100	8,5x	SL47M	SL43F	cB0	0683	256	850	80	1,65	22,5	0,18	28,1	SECC2
850	100	8,5x	SL49G	SL43H	cB0	0683	256	850	80	1,65	22,5	0,18	28,1	FC-PGA
850	100	8,5x	SL4MC	SL4CC	cC0	0686	256	850	80	1,70	22,5	0,18	28,1	FC-PGA
850	100	8,5x	SL4KH	SL4BW	cC0	0686	256	850	80	1,70	22,5	0,18	28,1	SECC2
866	133	6,5x	SL47N	SL43G	cB0	0683	256	866	80	1,65	22,9	0,18	28,1	SECC2
866	133	6,5x	SL49H	SL43J	cB0	0683	256	866	80	1,65	22,9	0,18	28,1	FC-PGA
866	133	6,5x	SL4MD	SL4CB	cC0	0686	256	866	80	1,70	22,5	0,18	28,1	FC-PGA
866	133	6,5x	SL4KJ	SL4BV	cC0	0686	256	866	80	1,70	22,5	0,18	28,1	SECC2
866	133	6,5x	SL5B5	SL5QE	cD0	068A	256	866	80	1,75	26,1	0,18	28,1	FC-PGA
900	100	9x	n/a	SL3SD	cC0	0686	256	900	75	1,70	23,2	0,18	28,1	FC-PGA

3.20. táblázat: Pentium III processzorok azonosítása (folytatás)

Sebesség [MHz]	Busz [MHz]	Szorzó	CPU S-spec	OEM S-spec	Mag	CPUID	L2 [kB]	L2 [MHz]	T_{max} [°C]	Tápfesz. [V]	P_{max} [W]	Technológia	Tranzisztor [millió db]	Tokozás
933	133	7x	SL47Q	SL448	cB0	0683	256	933	75	1,70	25,5	0,18	28,1	SECC2
933	133	7x	SL49J	SL44J	cB0	0683	256	933	75	1,70	24,5	0,18	28,1	FC-PGA
933	133	7x	SL4ME	SL4C9	cC0	0686	256	933	75	1,70	24,5	0,18	28,1	FC-PGA
933	133	7x	SL4KK	SL4BT	cC0	0686	256	933	75	1,70	25,5	0,18	28,1	SECC2
933	133	7x	n/a	SL5QF	cD0	068A	256	933	77	1,75	27,3	0,18	28,1	FC-PGA
1000B	133	7,5x	SL4FP	SL48S	cB0	0683	256	1000	70	1,70	26,1	0,18	28,1	SECC2
1000B	133	7,5x	SL4C8	SL4C8	cC0	0686	256	1000	70	1,70	26,1	0,18	28,1	FC-PGA
1000B	133	7,5x	SL4MF	n/a	cC0	0686	256	1000	70	1,70	26,1	0,18	28,1	FC-PGA
1000	100	10x	SL4BR	SL4BR	cC0	0686	256	1000	70	1,70	26,1	0,18	28,1	SECC2
1000	100	10x	SL4KL	n/a	cC0	0686	256	1000	70	1,70	26,1	0,18	28,1	SECC2
1000B	133	7,5x	SL4BS	SL4BS	cC0	0686	256	1000	70	1,70	26,1	0,18	28,1	SECC2
1000B	100	10x	n/a	SL5QV	cD0	068A	256	1000	75	1,75	29,0	0,18	28,1	FC-PGA
1000B	133	7,5x	SL5DV	n/a	cD0	068A	256	1000	75	1,75	29,0	0,18	28,1	FC-PGA
1000B	133	7,5x	SL5B3	SL5B3	cD0	068A	256	1000	75	1,75	29,0	0,18	28,1	FC-PGA
1000B	133	7,5x	SL52R	SL52R	cD0	068A	256	1000	75	1,75	29,0	0,18	28,1	FC-PGA
1000B	133	7,5x	SL5FQ	n/a	cD0	068A	256	1000	75	1,75	29,0	0,18	28,1	FC-PGA
1100	100	11x	n/a	SL5QW	cD0	068A	256	1100	77	1,75	33,0	0,18	28,1	FC-PGA
1133	133	8,5x	SL5LT	n/a	tA1	06B1	256	1133	69	1,475	29,1	0,13	44,0	FC-PGA2
1133	133	8,5x	SL5GQ	SL5GQ	tA1	06B1	256	1133	69	1,475	29,1	0,13	44,0	FC-PGA2
1133-S	133	8,5x	SL5LV	n/a	tA1	06B1	512	1133	69	1,45	27,9	0,13	44,0	FC-PGA2
1133-S	133	8,5x	SL5PU	SL5PU	tA1	06B1	512	1133	69	1,45	27,9	0,13	44,0	FC-PGA2
1200	133	9x	SL5GN	SL5GN	tA1	06B1	256	1200	69	1,475	29,9	0,13	44,0	FC-PGA2
1200	133	9x	SL5PM	n/a	tA1	06B1	256	1200	69	1,475	29,9	0,13	44,0	FC-PGA2
1266-S	133	9,5x	SL5LW	SL5QL	tA1	06B1	512	1266	69	1,45	29,5	0,13	44,0	FC-PGA2
1333	133	10x	n/a	SL5VX	tA1	06B1	256	1333	69	1,475	29,9	0,13	44,0	FC-PGA2
1400-S	133	10,5x	SL657	SL5XL	tA1	06B1	512	1400	69	1,45	29,9	0,13	44,0	FC-PGA2
1200	133	9x	SL5PM	n/a	tA1	06B1	256	1200	69	1,475	29,9	0,13	44,0	FC-PGA2

3.20. táblázat: Pentium III processzorok azonosítása (folytatás)

Irányadóként elmondható, hogy az első típusok 0,25 micronos technológiával, 9,5 millió tranzisztorral, SECC2-es tokozással készültek. 1999 végén az Intel már új alapokra helyezte a PIII-as processzorok gyártását, és 0,18 micronos technológiával, 256 kB belső órajellel működő L2 cache hozzáadásával jelentősen növelte a CPU-k sebességét. Ezeket a típusokat a *Coppermine* kódnévvel illették. A Pentium III csúcstípusát jelentő *Tualatin* processzorok már 0,13 micronos technológiával és 44 millió tranzisztorral készültek a közelmúltban. Tokozás szempontjából kezdetben a SECC2 (3.16 ábra) volt a jellemző, azonban később az FC-PGA(2) (3.17 ábra) vált dominánssá.



3.17. ábra. Pentium III processzor

3.14.5. Pentium II Xeon és Pentium III Xeon processzorok

A Pentium II Xeon és Pentium III Xeon processzorok a Pentium II illetve Pentium III CPU-k csúcsterminációi. Az első Xeon processzor (Pentium II) 1998. júniusában mutatkozott be, a Pentium III-as verzió pedig 1999. márciusában követte a megelőző típust. A Xeon processzorok a következő tulajdonságaikban térnek el a hagyományos Pentium II és III CPU-któl:

- Tokozás. A Xeon processzorok a megszokottnál magasabb SECC tokozást kapnak, mivel a borítás alatt található áramkör is nagyobb méretű. Erre azért van szükség, hogy el tudják helyezni a processzoron azt a nagy mennyiségű cache memóriát, ami lényegében különlegessé tesz ezt a típust. A Xeon processzorok későbbi verziói már Socket 370-es foglalatba készültek, még a Pentium 4-es verzió Socket 603-as foglalatba illeszkedik.
- L2 cache mérete. A Xeon processzorok kimagasló teljesítményüket a gyors és nagy méretű L2 gyorsítárnak köszönhetik. A Xeon processzorok minimálisan 512 kB L2 cache-t tartalmaznak, azonban léteznek 1 MB és 2MB gyorsítárral szerelt típusok is.
- L2 cache sebessége. Természetesen mit sem ér a nagyméretű cache, ha annak sebessége nem megfelelő. A Xeon processzorokban ezzel sem lehet probléma, mivel az L1 és L2 cache minden esetben a processzor belső órajelén működik.

Kezdetben az L2 cache még külön chipen kapott helyet, azonban ez lényegesen megnehezítette a szükséges sebesség elérését. Ezért később az L2 cache is a processzor magjába került, ami elképesztő számú tranzisztor integrálását tette szükségessé. Az alap PII Xeon CPU 7,5 millió, a PIII-as változat pedig 9,5 millió tranzisztort tartalmaz. Ehhez adódik még az L2 cache számára szükséges mennyiség, ami a legnagyobb gyorstárral rendelkező 2 MB-os CPU-k esetében összesen 140 millió (!) tranzisztor integrálását jelenti.

3.14.6. AMD K6 processzorok

Az AMD K6-os processzorai remek lehetőséget jelentenek azok számára, akik Pentium rendszereiket olcsón szeretnék fejleszteni. A K6 processzorok felépítésüket tekintve hatodik generációs CPU-knak tekinthetők, azonban kiszolgálásukhoz Socket 7-es, azaz ötödik generációs alaplaphoz szükséges. Vagyis egy Pentium CPU elvileg probléma nélkül kicserélhető egy Pentium II-es processzor teljesítményét közelítő AMD K6 CPU-val, az alaplaphoz és egyéb kiegészítők megtartása mellett.

A gyakorlatban persze kicsit bonyolultabb a helyzet, mivel az AMD processzorai nem az Intel Pentium processzorok által használt tápfeszültséggel működnek, így a fizikai kompatibilitás nem minden esetben elegendő. Az AMD processzorok működéséhez szükséges tápfeszültségek és frekvenciák a 3.21 táblázatban találhatók. További segítség, hogy az AMD weboldalai között megtalálható azoknak az alaplaphoz tartozó listája, amelyek tesztelve lettek, és minden probléma nélkül működnek a K6 processzorokkal.

Ahhoz, hogy az AMD processzorai valóban versenyképesek legyenek a konkurens, egy generációval újabb technológiát képviselő Intel processzorokkal, meg kellett oldani az alaplapon található, lassú, ötödik generációs L2 cache okozta problémát. Az AMD ezt a hátrányt 64 kB, L1 cache processzorba történő integrálásával próbálta ellensúlyozni, amit a hatodik generációra jellemző dinamikus végrehajtással is megtámogattak a fejlesztés során.

CPU típus	Órajel [MHz]	Szorzó	Busz [MHz]	Core [V]	I/O [V]
K6	166	2,5x	66	2,9	3,3
K6	200	3x	66	2,9	3,3
K6	233	3,5x	66	3,2	3,3
K6	266	4x	66	2,2	3,3
K6	300	4,5x	66	2,2	3,45
K6-2	266	4x	66	2,2	3,3
K6-2	300	4,5x	66	2,2	3,3
K6-2	300	3x	100	2,2	3,3
K6-2	333	5x	66	2,2	3,3
K6-2	333	3,5x	95	2,2	3,3
K6-2	350	3,5x	100	2,2	3,3
K6-2	366	5,5x	66	2,2	3,3
K6-2	380	4x	95	2,2	3,3
K6-2	400	4x	100	2,2	3,3
K6-2	450	4,5x	100	2,4	3,3
K6-2	475	5x	95	2,4	3,3
K6-3	400	4x	100	2,4	3,3
K6-3	450	4,5x	100	2,4	3,3

3.21. táblázat. AMD K6 processzorok jellemzői

Az első K6 processzorok még 0,35 mikronos technológiával, 8,8 millió tranzisztor integrálásával készültek. A későbbiek már az AMD is a 0,25 mikronos technológiát alkalmazta, és az utolsó K6-3 processzorok

rába már 21,3 millió tranzisztort integrált. Természetesen az AMD ezen processzorai is tartalmaznak beépített matematikai segédprocesszort és MMX támogatást a multimédiás felhasználáshoz. A K6-2 CPU-k további 21 kép- és hangfeldolgozást támogató utasítással egészültek ki, valamint nagyobb órajellel (266 MHz – 475 MHz) és magasabb buszsebességgel (66 MHz – 100 MHz) kerültek forgalomba. A K6-3 legfontosabb változása a K6-2 típusokhoz képest, a processzorba integrált, belső órajellel működő 256 kB-os L2 cache memória, azonban ezeket a típusokat csak viszonylag rövid ideig forgalmazták, mivel működésük rendkívül nagy melegedéssel jár együtt.

3.14.7. AMD Athlon processzorok

Az AMD az Athlon processzorok bemutatásával szakított az Intel processzorokkal való fizikai kompatibilitással. Az Athlon CPU-k már teljesen új formában, Slot A tokozással jelentek meg a piacon. Hasonlóan az Intel Slot1-es processzoraihoz, az első Athlonok gyorstára is a CPU mellett, a processzort is tartalmazó áramkörön van elhelyezve. Az 512 kB-os cache, sebessége a CPU-tól függően a processzor órajelének $\frac{1}{2}$ -e, $\frac{2}{5}$ -e vagy $\frac{1}{3}$ -a lehet, ami maximálisan 350 MHz-et jelent.

A 2000. júniusában bemutatott *Thunderbird* néven népszerűvé vált Athlon processzorok jelentős változásokat hoztak. Az új Athlon processzorokban csökkentették az L2 cache méretét, de az új 256 kB-os gyorstár már a processzor belsejében kapott helyet, és annak teljes órajelével képes üzemelni. Ezzel a változtatással az Athlon processzorok leggyengébb pontja szűnt meg, ami az összteljesítmény jelentős növekedését eredményezte. Mivel a *Thunderbird* processzoroknak már nem volt szükségük az integrált cache megjelenése miatt a nagyméretű külső nyomtatott áramkörre, az új CPU tokozása is megváltozott és bemutatkozott a Socket A foglalat. Kezdetben Slot A és Socket A tokozással párhuzamosan készültek az azonos órajelű CPU-k, azonban az 1 GHz-es átléptetésével a Socket A vált egyeduralgoddá. Az Athlon processzorok legfontosabb paramétereit a 3.22 táblázat (Slot A) és a 3.23 táblázat (Socket A) tartalmazza.

Sebesség [MHz]	Busz [MHz]	Szorzó	L2 [kB]	L2 [MHz]	Tápfesz. [V]	P_{max} [W]	Technológia [mikron]	Tranzisztor [millió db]
500	200	5x	512	250	1,60	42	0,25	22
550	200	5,5x	512	275	1,60	46	0,25	22
600	200	6x	512	300	1,60	50	0,25	22
650	200	6,5x	512	325	1,60	54	0,25	22
700	200	7x	512	350	1,60	50	0,25	22
550	200	5,5x	512	275	1,60	31	0,18	22
600	200	6x	512	300	1,60	34	0,18	22
650	200	6,5x	512	325	1,60	36	0,18	22
700	200	7x	512	350	1,60	39	0,18	22
750	200	7,5x	512	300	1,60	40	0,18	22
800	200	8x	512	320	1,70	48	0,18	22
850	200	8,5x	512	340	1,70	50	0,18	22
900	200	9x	512	300	1,80	60	0,18	22
950	200	9,5x	512	317	1,80	62	0,18	22
1000	200	10x	512	333	1,80	65	0,18	22
650	200	6,5x	256	650	1,70	36,1	0,18	37
700	200	7x	256	700	1,70	38,3	0,18	37
750	200	7,5x	256	750	1,70	40,4	0,18	37
800	200	8x	256	800	1,70	42,6	0,18	37
850	200	8,5x	256	850	1,70	44,8	0,18	37

Sebesség [MHz]	Busz [MHz]	Szorzó	L2 [kB]	L2 [MHz]	Tápfesz. [V]	P_{max} [W]	Technológia [mikron]	Tranzisztor [millió db]
900	200	9x	256	950	1,75	49,7	0,18	37
950	200	9,5x	256	950	1,75	52,0	0,18	37
1000	200	10x	256	1000	1,75	54,3	0,18	37

3.22. táblázat. AMD Athlon processzorok jellemzői (Slot A)

Sebesség [MHz]	Busz [MHz]	Szorzó	L2 [kB]	L2 [MHz]	Tápfesz. [V]	P_{max} [W]	Technológia [mikron]	Tranzisztor [millió db]
650	200	3,25x	256	650	1,75	38,5	0,18	37
700	200	3,5x	256	700	1,75	40,3	0,18	37
750	200	3,75x	256	750	1,75	43,8	0,18	37
800	200	4x	256	800	1,75	45,5	0,18	37
850	200	4,25x	256	850	1,75	47,3	0,18	37
900	200	4,5x	256	900	1,75	50,8	0,18	37
950	200	4,75x	256	950	1,75	52,5	0,18	37
1000	200	5x	256	000	1,75	54,3	0,18	37
1000	266	3,75x	256	1000	1,75	54,3	0,18	37
1100	200	5,5x	256	1100	1,75	59,5	0,18	37
1133	266	4,25x	256	1133	1,75	63,0	0,18	37
1200	200	6x	256	1200	1,75	66,5	0,18	37
1200	266	4,5x	256	1200	1,75	66,5	0,18	37
1300	200	6,5x	256	1300	1,75	68,3	0,18	37
1333	266	5x	256	1333	1,75	70,0	0,18	37
1400	266	5,5x	256	1400	1,75	72,0	0,18	37

3.23. táblázat. AMD Athlon processzorok jellemzői (Socket A)

Az AMD Athlon processzorok további érdekessége a CPU által használt EV6 processzor busz. Ez a busz jelenleg a Compaq tulajdona, és nem csak az AMD processzorokban található meg¹¹. Az EV6 érdekessége, hogy az AMD esetében az alkalmazott buszfrequencia 100 MHz vagy 133 MHz, azonban az EV6 buszon egy ciklus alatt kétszer megy végbe az adattovábbítás. Így a busz sebessége gyakorlatilag 200 MHz-nek illetve 266 MHz-nek felel meg. Mivel az alkalmazott buszok szélessége 64 bit (8 bájt), sebessége 200 MHz illetve 266 MHz, az adatátvitel sebessége 1600 B/s illetve 2100 B/s. Mivel a PC1600 és PC2100 DDR memória is pontosan ezekre az értékekre képes, ezek a típusok optimális választást jelenthetnek az Athlon processzorokhoz.

3.14.8. AMD Duron processzorok

A Duron processzorokat az AMD 2000 júniusában dobta piacra, konkurenciát teremtve az Intel Celeron processzorainak, hiszen mindkét típus az alacsony árfekvésű rendszereket célozza. A Duron processzor hasonlóan származtatható az Athlon CPU-tól, mint a Celeron a Pentium II-es CPU-tól, vagyis a processzor csak lényegesen kisebb, az AMD Duron esetében 64 kB L2 cache memóriát tartalmaz. A Duron processzorok legfontosabb paramétereit a 3.24 táblázat mutatja be.

¹¹Például szintén EV6 buszt használnak az Alpha 21264 processzorok is.

Sebesség [MHz]	Busz [MHz]	Szorzó	L2 [kB]	L2 [MHz]	Tápfesz. [V]	P_{max} [W]	Technológia [mikron]	Tranzisztor [millió db]
550	200	2,75x	64	550	1,60	25,3	0,18	25
600	200	3x	64	600	1,60	27,4	0,18	25
650	200	3,25x	64	650	1,60	29,4	0,18	25
700	200	3,5x	64	700	1,60	31,4	0,18	25
750	200	3,75x	64	750	1,60	33,4	0,18	25
800	200	4x	64	800	1,60	35,4	0,18	25
850	200	4,25x	64	850	1,60	37,4	0,18	25
900	200	4,5x	64	900	1,60	39,5	0,18	25
900	200	4,5x	64	900	1,75	42,7	0,18	25,2
950	200	4,75x	64	950	1,60	41,5	0,18	25
950	200	4,5x	64	950	1,75	44,4	0,18	25,2
1000	200	5x	64	1000	1,75	46,0	0,18	25,2
1100	200	5,5x	64	1100	1,75	50,3	0,18	25,2
1200	200	6x	64	1200	1,75	54,7	0,18	25,2
1300	200	6,5x	64	1200	1,75	60,0	0,18	25,2

3.24. táblázat. AMD Duron processzorok jellemzői

Egyéb paramétereiben a Duron processzor megegyezik az Athlon processzorok paramétereivel, azonban a Duronok már csak Socket A kivitelen készültek. A hasonlóság természetesen a multimédiás utasítás-készletekre is vonatkozik, vagyis a Model 3 Duron CPU-k is támogatják a 3DNow!, a Model 7 Duron CPU-k pedig a 3DNow! Professional szabványt.

3.14.9. AMD Athlon XP processzorok

Az Athlon XP processzorok nem túl meglepő módon a hagyományos Athlonok továbbfejlesztett változatai. Hogy miben is több az Athlon XP, mint a hagyományos Athlon? Lényegében nem sokban. Ami érezhető és kézzel fogható különbség, hogy az Athlon XP-k már végre tudják hajtani az Intel processzorokban használt SSE utasításokat, valamint, hogy a legújabb – Barton névre keresztelt – típusok már 512 kB teljes órajelen működő L2 cache-t tartalmaznak az Athlonokban megszokott 256 kB helyett.

A kevésbé megfogható, rendkívül marketingszagú újítás a processzor elnevezése (XP) és a belső felépítésre utaló QuantiSpeed architektúra. Az elnevezést valószínűleg a Windows XP operációs rendszer nevével történő összecsengés miatt találták ki az AMD marketingosztályán, azonban a legtöbb helyen az eXtreme Performance szavak kvázi kezdőbetűiből eredeztetik az elnevezést.

A QuantiSpeed architektúra sem jelent többet, mint négy kiemelt okot, ami miatt a processzor teljesítménye kimagaslónak mondható. Azonban alaposan megvizsgálva az alábbi pontokat, észrevehető, hogy közülük legalább kettő a Thunderbird processzorokra is igaz.

- A leglényegesebb talán a kilenc végrehajtó egységgel rendelkező, szuperskalár processzormag. A kilenc végrehajtó egység között három lebegőpontos számábrázolást támogató végrehajtó egységet, három egész számok ábrázolását támogató végrehajtó egységet és három cím számító egységet találunk.
- Szuperskalár lebegőpontos egység, amely a konkurens Intel processzoroknál gyorsabban képes a számítások elvégzésére.

- További újdonság az adatok hardveres előbehívása (*hardware data prefetch*), ami lényegében nem más, mint a CPU által valószínűleg igényelt adatok spekulatív betöltése az L1 gyorsárba.
- Továbbfejlesztett *Translation look-aside buffers*, amikben a tényleges memóriacím kiszámításához szükséges adatok cache-elődnek, a címfordítás felgyorsításának érdekében.

Nem szabad említés nélkül hagyni továbbá az AMD modellszámozását sem, ami nagymértékben hasonlít (gyakorlatilag azonos elveket követ) a korábbi *Pentium Rating* modellszámozáshoz. Vagyis az Athlon XP processzoroknál is igaz az, hogy egy AMD processzor órajele mindig alacsonyabb a modellszámánál. Például egy 2000+ modellszámmal ellátott AMD CPU órajele, "csak" 1667 MHz, azonban az elnevezés arra utal, hogy ez a CPU körülbelül egy 2 GHz-es Thunderbird processzorral azonos teljesítményt – már ha lenne ilyen magas órajelű Thunderbird CPU –, és egy 2 GHz-es Intel Pentium 4-es processzornál magasabb teljesítményt nyújt. Az Athlon XP processzorok leglényegesebb paramétereit a processzorok modellszámának feltüntetésével a 3.25 táblázat foglalja össze.

Modell	Sebesség [MHz]	Busz [MHz]	Szorzó	L2 [kB]	L2 [MHz]	Tápf. [V]	P_{max} [W]	Techn. [mikron]	Tranzisztor [millió db]
1500+	1333	266	5x	256	1333	1,75	60,0	0,18	37,5
1600+	1400	266	5,25x	256	1400	1,75	62,8	0,18	37,5
1700+	1467	266	5,5x	256	1467	1,75	64,0	0,18	37,5
1800+	1533	266	5,75x	256	1533	1,75	66,0	0,18	37,5
1900+	1600	266	6x	256	1600	1,75	68,0	0,18	37,5
2000+	1667	266	6,25x	256	1667	1,75	70,0	0,18	37,5
2100+	1733	266	6,5x	256	1733	1,75	72,0	0,18	37,5
1700+	1467	266	5,5x	256	1467	1,5	49,4	0,13	37,2
1700+	1467	266	5,5x	256	1467	1,6	59,8	0,13	37,2
1800+	1533	266	5,75x	256	1533	1,5	51,0	0,13	37,2
1800+	1533	266	5,75x	256	1533	1,6	59,8	0,13	37,2
1900+	1600	266	6x	256	1600	1,5	52,5	0,13	37,2
2000+	1667	266	6,25x	256	1667	1,6	60,3	0,13	37,2
2000+	1667	266	6,25x	256	1667	1,6	61,3	0,13	37,2
2100+	1733	266	6,5x	256	1733	1,6	62,1	0,13	37,2
2200+	1800	266	6,75x	256	1800	1,65	67,9	0,13	37,2
2200+	1800	266	6,75x	256	1800	1,60	62,8	0,13	37,2
2400+	2000	266	7,5x	256	2000	1,65	68,3	0,13	37,2
2500+	1833	333	5,5x	512	1833	1,65	68,3	0,13	54,3
2600+	2133	266	8x	256	2133	1,65	68,3	0,13	37,2
2600+	2083	333	6,25x	256	2083	1,65	68,3	0,13	37,2
2700+	2167	333	6,5x	256	2167	1,65	68,3	0,13	37,2
2800+	2083	333	6,25x	512	2083	1,65	68,3	0,13	54,3
3000+	2167	333	6,5x	512	2167	1,65	74,3	0,13	54,3

3.25. táblázat. AMD Athlon XP processzorok jellemzői

3.15. Hetedik generációs processzorok

3.15.1. Intel Pentium 4 processzorok

A Pentium 4 processzorok ismét egy újabb generációt képviselnek a PC-s CPU-k között. Ha az Intel még mindig csak számozná a processzorait, akkor a Pentium 4 helyett a 786-os névvel illetnék ezeket az eszközöket. A 2000. novemberében debütáló Pentium 4-es család jelentős mértékben megnövelte a PC-k összteljesítményét, köszönhetően az alkalmazott 1,3 GHz – 3,2 GHz-es órajelnek és az ezt megalapozó 400 MHz, 533 MHz vagy 800 MHz-es rendszerbusznak.

A Pentium 4-es processzoroknak jelenleg kétféle típusa létezik, a 0,18 mikronos technológián alapuló, 256 kB belső L2 cache memóriát és 42 millió tranzisztort tartalmazó *Willamette* kódnevű és a 0,13 mikronos technológiával készülő, 512 kB méretű L2 gyorsítárral rendelkező, 55 millió tranzisztorból felépülő *Northwood*. Természetesen mindkét típus kompatibilis az előző 32 bites Intel processzorokkal, és mindkét típus tartalmaz matematikai segédprocesszort, amely a processzor órajelének kétszeresén üzemel. A multimédiás támogatás is kibővült a Pentium 4 processzorokban, az SSE2 utasításkészlet 144 új, a kép- és hangfeldolgozást segítő utasítást tartalmaz.



3.18. ábra. Intel Pentium 4 processzora

A Pentium 4 processzorok új architektúrára épülnek, amit az Intel NetBurst mikroarchitektúrájának nevez. A NetBurst nem valami átfogó új technológiát jelöl, csupán néhány fejlesztés összefoglaló nevéként jelenik meg, ami természetesen kitűnő reklámfogás. A NetBurst része a 400, 533 vagy 800 MHz-es rendszerbusz, ami valójában 100, 133, 200 MHz-en működik, azonban minden órajelciklusban négyszer történik adattovábbítás. Kiszámolható, hogy a 64 bites buszon ilyen sebességek mellett rendre 3200 MB/s, 4266 MB/s illetve 6400 MB/s adatátviteli sebesség érhető el, vagyis a használt memóriamodulokat is ennek megfelelően célszerű megválasztani. Érdemes megjegyezni, hogy a Pentium 4-es processzorokhoz eredetileg tervezett, a fenti sebességre képes RDRAM-okat felváltják a teljesítményben velük közel ekvivalens és lényegesen olcsóbb, úgynevezett *Dual-channel* memóriák. Ezeknek a típusoknak a sebessége csak 1600 MB/s, 2133 MB/s vagy 3200 MB/s, azonban ezeket párosával használva a megfelelő alaplapon kihasználható a Pentium 4 teljes átviteli sebessége.

Szintén a NetBurst része az *execution trace cache*, ami lényegében az L1 cache-nek felel meg. A kettő közti különbség, hogy amíg a hagyományos L1 cache x86-es utasításokat tárol, addig a TC 12000 mikro-utasítás átmeneti elhelyezését teszi lehetővé. A Pentium 4-es processzorok további lényeges paraméterei és a CPU-k azonosításukhoz szükséges információk a 3.26 táblázatban találhatóak.

Sebesség [GHz]	Busz [MHz]	Szorzó	CPU S-spec	OEM S-spec	Mag	CPUID	L2 [kB]	L2 [GHz]	T _{max} [°C]	P _{max} [W]	Technológia	Tranzisztor [millió db]	Tokozás
1,30	400	3,25x	SL4QD	SL4SF	B2	0F07h	256	1,30	69	48,9	0,18	42	423
1,30	400	3,25x	SL4SF	SL4SF	B2	0F07h	256	1,30	69	48,9	0,18	42	423
1,30	400	3,25x	SL5GC	SL5FW	C1	0F0Ah	256	1,30	70	51,5	0,18	42	423
1,40	400	3,5x	SL4SC	SL4SG	B2	0F07h	256	1,40	70	51,8	0,18	42	423
1,40	400	3,5x	SL4SG	SL4SG	B2	0F07h	256	1,40	70	51,8	0,18	42	423
1,40	400	3,5x	SL4X2	SL4WS	C1	0F0Ah	256	1,40	72	54,7	0,18	42	423
1,40	400	3,5x	SL5N7	SL59U	C1	0F0Ah	256	1,40	72	55,3	0,18	42	478
1,40	400	3,5x	SL59U	SL59U	C1	0F0Ah	256	1,40	72	55,3	0,18	42	478
1,40	400	3,5x	SL5UE	SL5TG	D0	0F12h	256	1,40	72	55,3	0,18	42	478
1,40	400	3,5x	SL5TG	SL5TG	D0	0F12h	256	1,40	72	55,3	0,18	42	478
1,50	400	3,75x	SL4TY	SL4SH	B2	0F07h	256	1,50	72	54,7	0,18	42	423
1,50	400	3,75x	SL4SH	SL4SH	B2	0F07h	256	1,50	72	54,7	0,18	42	423
1,50	400	3,75x	SL4X3	SL4WT	C1	0F0Ah	256	1,50	73	57,8	0,18	42	423
1,50	400	3,75x	SL4WT	SL4WT	C1	0F0Ah	256	1,50	73	57,8	0,18	42	423
1,50	400	3,75x	SL5TN	SL5SX	D0	0F12h	256	1,50	73	57,8	0,18	42	423
1,50	400	3,75x	SL5N8	SL59V	C1	0F0Ah	256	1,50	73	57,9	0,18	42	478
1,50	400	3,75x	SL5UF	SL5TJ	D0	0F12h	256	1,50	73	57,9	0,18	42	478
1,50	400	3,75x	SL5TJ	SL5TJ	D0	0F12h	256	1,50	73	57,9	0,18	42	478
1,50	400	3,75x	SL62Y	SL62Y	D0	0F12h	256	1,50	71	62,9	0,18	42	478
1,60	400	4x	SL4X4	SL4WU	C1	0F0Ah	256	1,60	75	61,0	0,18	42	423
1,60	400	4x	SL5UL	SL5VL	D0	0F12h	256	1,60	75	61,0	0,18	42	423
1,60	400	4x	SL5VL	SL5VL	D0	0F12h	256	1,60	75	61,0	0,18	42	423
1,60	400	4x	SL5UW	SL5US	C1	0F0Ah	256	1,60	75	60,8	0,18	42	478
1,60	400	4x	SL5UJ	SL5VH	D0	0F12h	256	1,60	75	60,8	0,18	42	478
1,60	400	4x	SL5VH	SL5VH	D0	0F12h	256	1,60	75	60,8	0,18	42	478
1,60	400	4x	SL6BC	-	E0	0F13h	256	1,60	75	60,8	0,18	42	478
1,60	400	4x	SL679	SL679	E0	0F13h	256	1,60	75	60,8	0,18	42	478

3.26. táblázat: Pentium 4 processzorok azonosítása

Sebesség [GHz]	Busz [MHz]	Szorzó	CPU S-spec	OEM S-spec	Mag	CPUID	L2 [kB]	L2 [GHz]	T _{max} [°C]	P _{max} [W]	Technológia	Tranzisztor [millió db]	Tokozás
1,60A	400	4x	SL668	SL62S	B0	0F24h	512	1,60	66	38,0	0,13	55	478
1,70	400	4,25x	SL57V	SL57W	C1	0F0Ah	256	1,70	76	64,0	0,18	42	423
1,70	400	4,25x	SL57W	SL57W	C1	0F0Ah	256	1,70	76	64,0	0,18	42	423
1,70	400	4,25x	SL5TP	SL5SY	D0	0F12h	256	1,70	76	64,0	0,18	42	423
1,70	400	4,25x	SL5N9	SL59X	C1	0F0Ah	256	1,70	76	63,5	0,18	42	478
1,70	400	4,25x	SL5UG	SL5TK	D0	0F12h	256	1,70	76	63,5	0,18	42	478
1,70	400	4,25x	SL5TK	SL5TK	D0	0F12h	256	1,70	76	63,5	0,18	42	478
1,70	400	4,25x	SL62Z	SL62Z	D0	0F12h	256	1,70	73	67,7	0,18	42	478
1,70	400	4,25x	SL6BD	SL67A	E0	0F13h	256	1,70	75	63,5	0,18	42	478
1,80	400	4,5x	SL4X5	SL4WV	C1	0F0Ah	256	1,80	78	66,7	0,18	42	423
1,80	400	4,5x	SL5UM	SL5VM	D0	0F12h	256	1,80	78	66,7	0,18	42	423
1,80	400	4,5x	SL5VM	SL5VM	D0	0F12h	256	1,80	78	66,7	0,18	42	423
1,80	400	4,5x	SL5UV	SL5VT	C1	0F0Ah	256	1,80	77	66,1	0,18	42	478
1,80	400	4,5x	SL5UK	SL5VJ	D0	0F12h	256	1,80	77	66,1	0,18	42	478
1,80	400	4,5x	SL5VJ	SL5VJ	D0	0F12h	256	1,80	77	66,1	0,18	42	478
1,80	400	4,5x	SL6BE	SL67B	E0	0F13h	256	1,80	77	66,1	0,18	42	478
1,80A	400	4,5x	SL63X	SL62P	B0	0F24h	512	1,80	67	49,6	0,13	55	478
1,80A	400	4,5x	SL62P	SL62P	B0	0F24h	512	1,80	67	49,6	0,13	55	478
1,80A	400	4,5x	SL6LA	SL6LA	C1	0F27h	512	1,80	változó	változó	0,13	55	478
1,80A	400	4,5x	SL6E6	SL6S6	C1	0F27h	512	1,80	változó	változó	0,13	55	478
1,80A	400	4,5x	SL68Q	SL66Q	B0	0F24h	512	1,80	67	49,6	0,13	55	478
1,80A	400	4,5x	-	SL62R	B0	0F24h	512	1,80	68	41,6	0,13	55	478
1,90	400	4,75x	SL5WH	SL5VN	D0	0F12h	256	1,90	73	69,2	0,18	42	423
1,90	400	4,75x	SL5VN	SL5VN	D0	0F12h	256	1,90	73	69,2	0,18	42	423
1,90	400	4,75x	SL5WG	SL5VK	D0	0F12h	256	1,90	75	72,8	0,18	42	423
1,90	400	4,75x	SL5VK	SL5VK	D0	0F12h	256	1,90	75	72,8	0,18	42	478
1,90	400	4,75x	SL6BF	SL67C	E0	0F13h	256	1,90	77	72,8	0,18	42	478

3.26. táblázat: Pentium 4 processzorok azonosítása (folytatás)

Sebesség [GHz]	Busz [MHz]	Szorzó	CPU S-spec	OEM S-spec	Mag	CPUID	L2 [kB]	L2 [GHz]	T _{max} [°C]	P _{max} [W]	Technológia	Tranzisztor [millió db]	Tokozás
2,00	400	5x	SL5TQ	SL5SZ	D0	0F12h	256	2,00	74	71,8	0,18	42	423
2,00	400	5x	SL5UH	SL5TL	D0	0F12h	256	2,00	76	75,3	0,18	42	478
2,00	400	5x	SL5TL	SL5TL	D0	0F12h	256	2,00	76	75,3	0,18	42	478
2,00A	400	5x	SL5ZT	SL5YR	B0	0F24h	512	2,00	68	52,4	0,13	55	478
2,00A	400	5x	SL5YT	SL5YR	B0	0F24h	512	2,00	68	52,4	0,13	55	478
2,00A	400	5x	SL6GQ	SL6GQ	C1	0F27h	512	2,00	69	54,3	0,13	55	478
2,00A	400	5x	-	SL6S7	C1	0F27h	512	2,00	69	54,3	0,13	55	478
2,00A	400	5x	SL68R	SL66R	B0	0F24h	512	2,00	68	52,4	0,13	55	478
2,00A	400	5x	-	SL62Q	B0	0F24h	512	2,00	68	52,4	0,13	55	478
2,00A	400	5x	-	SL6E7	C1	0F27h	512	2,00	69	54,3	0,13	55	478
2,20	400	5,5x	SL5ZU	SL6YS	B0	0F24h	512	2,20	69	55,1	0,13	55	478
2,20	400	5,5x	SL5YU	SL6YS	B0	0F24h	512	2,20	69	55,1	0,13	55	478
2,20	400	5,5x	SL6GR	SL6GR	C1	0F27h	512	2,20	70	57,1	0,13	55	478
2,20	400	5,5x	SL6E8	SL6S8	C1	0F27h	512	2,20	70	57,1	0,13	55	478
2,20	533	4,125x	SL68S	SL66S	B0	0F24h	512	2,20	70	56,0	0,13	55	478
2,26	533	4,25x	SL683	SL67Y	B0	0F24h	512	2,26	70	56,0	0,13	55	478
2,26	533	4,25x	SL67Y	SL67Y	B0	0F24h	512	2,26	70	56,0	0,13	55	478
2,26	533	4,25x	SL6EE	SL6RY	C1	0F27h	512	2,26	70	58,0	0,13	55	478
2,26	533	4,25x	SL6ET	SL6D6	B0	0F24h	512	2,26	70	56,0	0,13	55	478
2,26	533	4,25x	SL6DU	SL6DU	C1	0F27h	512	2,26	70	58,0	0,13	55	478
2,40	400	6x	SL67R	SL65R	B0	0F24h	512	2,40	70	57,8	0,13	55	478
2,40	400	6x	SL65R	SL65R	B0	0F24h	512	2,40	70	57,8	0,13	55	478
2,40	400	6x	SL6E9	SL6S9	C1	0F27h	512	2,40	71	59,8	0,13	55	478
2,40	400	6x	SL6GS	SL6GS	C1	0F27h	512	2,40	71	59,8	0,13	55	478
2,40	400	6x	SL68T	SL66T	B0	0F24h	512	2,40	70	57,8	0,13	55	478
2,40B	533	4,5x	SL684	-	B0	0F24h	512	2,40	70	57,8	0,13	55	478
2,40B	533	4,5x	SL67Z	SL67Z	B0	0F24h	512	2,40	70	57,8	0,13	55	478

3.26. táblázat: Pentium 4 processzorok azonosítása (folytatás)

Sebesség [GHz]	Busz [MHz]	Szorzó	CPU S-spec	OEM S-spec	Mag	CPUID	L2 [kB]	L2 [GHz]	T _{max} [°C]	P _{max} [W]	Technológia	Tranzisztor [millió db]	Tokozás
2,40B	533	4,5x	SL6EU	-	B0	0F24h	512	2,40	70	57,8	0,13	55	478
2,40B	533	4,5x	SL6EF	SL6RZ	C1	0F27h	512	2,40	71	59,8	0,13	55	478
2,40B	533	4,5x	SL6DV	SL6DV	B0	0F24h	512	2,40	70	57,8	0,13	55	478
2,40B	533	4,5x	SL6D7	SL6D7	B0	0F24h	512	2,40	70	57,8	0,13	55	478
2,50	400	6,25x	SL6EB	SL6SA	C1	0F27h	512	2,50	72	61,0	0,13	55	478
2,50	400	6,25x	SL6GT	SL6GT	C1	0F27h	512	2,50	72	61,0	0,13	55	478
2,53	533	4,75x	SL685	-	B0	0F24h	512	2,53	71	59,3	0,13	55	478
2,53	533	4,75x	SL682	SL682	B0	0F24h	512	2,53	71	59,3	0,13	55	478
2,53	533	4,75x	SL6EV	-	B0	0F24h	512	2,53	71	59,3	0,13	55	478
2,53	533	4,75x	SL6EG	SL62S	C1	0F27h	512	2,53	72	61,5	0,13	55	478
2,53	533	4,75x	SL6DW	SL6DW	C1	0F27h	512	2,53	72	61,5	0,13	55	478
2,53	533	4,75x	SL6D8	SL6D8	B0	0F24h	512	2,53	71	59,3	0,13	55	478
2,60	400	6,5x	SL6HB	SL6SB	C1	0F27h	512	2,60	72	62,6	0,13	55	478
2,60	400	6,5x	SL6GU	SL6GU	C1	0F27h	512	2,60	72	62,6	0,13	55	478
2,66	533	5x	SL6SK	-	C1	0F27h	512	2,66	74	66,1	0,13	55	478
2,66	533	5x	SL6S3	SL6S3	C1	0F27h	512	2,66	74	66,1	0,13	55	478
2,66	533	5x	SL6EH	-	C1	0F27h	512	2,66	74	66,1	0,13	55	478
2,66	533	5x	SL6DX	SL6DX	C1	0F27h	512	2,66	74	66,1	0,13	55	478
2,80	533	5,25x	SL6SL	-	C1	0F27h	512	2,80	75	68,4	0,13	55	478
2,80	533	5,25x	SL6S4	SL6S4	C1	0F27h	512	2,80	75	68,4	0,13	55	478
2,80	533	5,25x	SL6K6	-	C1	0F27h	512	2,80	73	68,4	0,13	55	478
2,80	533	5,25x	SL6HL	SL6HL	C1	0F27h	512	2,80	73	68,4	0,13	55	478
3,00	800	3,75x	SL6WU	SL6WU	D1	0F29h	512	3,00	69	81,8	0,13	55	478
3,00	800	3,75x	SL6WK	-	D1	0F29h	512	3,00	69	81,8	0,13	55	478
3,06	533	5,75x	SL6SM	-	C1	0F27h	512	3,06	69	81,8	0,13	55	478
3,06	533	5,75x	SL6S5	SL6S5	C1	0F27h	512	3,06	69	81,8	0,13	55	478
3,06	533	5,75x	SL6K7	-	C1	0F27h	512	3,06	69	81,8	0,13	55	478
3,06	533	5,75x	SL6JJ	SL6JJ	C1	0F27h	512	3,06	69	81,8	0,13	55	478

3.26. táblázat: Pentium 4 processzorok azonosítása (folytatás)

Processzor típusa	Órajel szorzó	Tápfesz.	Regiszter méret	Adatbusz szélessége	Max. memória	L1 cache mérete	L1 cache típusa	L2 cache mérete	L2 cache sebessége	Beépített FPU	Tranzistorok száma	Bemutató dátuma
8088	1x	5V	16 bit	8 bit	1 MB	-	-	-	-	-	29.000	79.06
8086	1x	5V	16 bit	16 bit	1 MB	-	-	-	-	-	29.000	78.06
286	1x	5V	16 bit	16 bit	16 MB	-	-	-	-	-	134.000	82.02
386SX	1x	5V	32 bit	16 bit	16 MB	-	-	-	Bus	-	275.000	88.06
386SL	1x	3,3V	32 bit	16 bit	16 MB	0 kB	WT	-	Bus	-	855.000	90.10
386DX	1x	5V	32 bit	32 bit	4 GB	-	-	-	Bus	-	275.000	85.10
486SX	1x	5V	32 bit	32 bit	4 GB	8 kB	WT	-	Bus	-	1.185.000	91.04
486SX2	2x	5V	32 bit	32 bit	4 GB	8 kB	WT	-	Bus	-	1.185.000	94.04
487SX	1x	5V	32 bit	32 bit	4 GB	8 kB	WT	-	Bus	Igen	1.200.000	91.04
486DX	1x	5V	32 bit	32 bit	4 GB	8 kB	WT	-	Bus	Igen	1.200.000	89.04
486SL2	1x	3,3V	32 bit	32 bit	4 GB	8 kB	WT	-	Bus	Opcionális	1.400.000	92.11
486DX2	2x	5V	32 bit	32 bit	4 GB	8 kB	WT	-	Bus	Igen	1.200.000	92.03
486DX4	2x-3x	3,3V	32 bit	32 bit	4 GB	16 kB	WT	-	Bus	Igen	1.600.000	94.02
486 Pentium OD	2,5x	5V	32 bit	32 bit	4 GB	2x16 kB	WB	-	Bus	Igen	3.100.000	95.01
Pentium 60/66	1x	5V	32 bit	64 bit	4 GB	2x8 kB	WB	-	Bus	Igen	3.100.000	93.03
Pentium 75-200	1,5x-3x	3,3V-3,5V	32 bit	64 bit	4 GB	2x8 kB	WB	-	Bus	Igen	3.300.000	94.10
Pentium MMX	1,5x-4,5x	1,8V-2,8V	32 bit	64 bit	4 GB	2x16 kB	WB	-	Bus	Igen	4.500.000	97.01
Pentium Pro	2x-3x	3,3V	32 bit	64 bit	64 GB	2x8 kB	WB	256 kB, 512 kB, 1 MB	Core	Igen	5.500.000	95.11

3.27. táblázat: Intel processzorok specifikációi

Processzor típusa	Órajel szorzó	Tápfesz.	Regiszter méret	Adatbusz szélessége	Max. memória	L1 cache mérete	L1 cache típusa	L2 cache mérete	L2 cache sebessége	Béépített FPU	Tranzisztorok száma	Bemutató dátuma
Pentium II	3,5x-4,5x	1,8V-2,8V	32 bit	64 bit	64 GB	2x16 kB	WB	512 kB	1/2 Core	Igen	7.500.000	97.05
Pentium II PE	3,5x-6x	1,6V	32 bit	64 bit	64 GB	2x16 kB	WB	256 kB	Core	Igen	27.400.000	99.01
Celeron	3,5x-4,5x	1,8V-2,8V	32 bit	64 bit	64 GB	2x16 kB	WB	0 kB	-	Igen	7.500.000	98.04
Celeron A	3,5x-8x	1,5V-2V	32 bit	64 bit	64 GB	2x16 kB	WB	128 kB	Core	Igen	19.000.000	98.08
Celeron III	4,5x-11,5x	1,5V-2V	32 bit	64 bit	64 GB	2x16 kB	WB	128 kB	Core	Igen	28.100.000	00.02
Celeron IIIB	9x-14x	1,5V	32 bit	64 bit	64 GB	2x16 kB	WB	256 kB	Core	Igen	44.000.000	01.10
Pentium III	4x-6x	1,8V-2V	32 bit	64 bit	64 GB	2x16 kB	WB	512 kB	1/2 Core	Igen	9.500.000	99.02
Pentium IIIE	4x-9x	1,3V-1,7V	32 bit	64 bit	64 GB	2x16 kB	WB	256 kB	1/2 Core	Igen	28.100.000	99.10
Pentium IIIB	8,5x-10,5x	1,45V	32 bit	64 bit	64 GB	2x16 kB	WB	512 kB	Core	Igen	44.000.000	01.06
Pentium II Xeon	4x-4,5x	1,8V-2,8V	32 bit	64 bit	64 GB	2x16 kB	WB	512 kB, 1 MB, 2 MB	Core	Igen	7.500.000	98.04
Pentium III Xeon	5x-6x	1,8V-2,8V	32 bit	64 bit	64 GB	2x16 kB	WB	512 kB, 1 MB, 2 MB	Core	Igen	9.500.000	99.03
Pentium IIIE Xeon	4,5x-6,5x	1,65V	32 bit	64 bit	64 GB	2x16 kB	WB	512 kB, 1 MB, 2 MB	Core	Igen	28.100.000	99.10
Celeron 4	4,25x	1,6V	32 bit	64 bit	64 GB	2x16 kB	WB	128 kB	Core	Igen	42.000.000	02.05
Pentium 4	3x-5x	1,7V	32 bit	64 bit	64 GB	12+8 kB	WB	256 kB	Core	Igen	42.000.000	00.11
Pentium 4A	4x-6x	1,3V	32 bit	64 bit	64 GB	12+8 kB	WB	512 kB	Core	Igen	55.000.000	02.01
Pentium 4 Xeon	3x-5x	1,7V	32 bit	64 bit	64 GB	12+8 kB	WB	256 kB	Core	Igen	42.000.000	01.05
Itanium	3x-5x	1,6V	64 bit	64 bit	16 TB	2x16 kB	WB	96 kB	Core	Igen	25.000.000	01.05
Itanium 2	3x-5x	1,6V	64 bit	128 bit	16 TB	2x16 kB	WB	96 kB	Core	Igen	221.000.000	02.06

3.27. táblázat: Intel processzorok specifikációi (folytatás)

Processzor típusa	Órajel szorzó	Tápfesz.	Regiszter méret	Adatbusz szélessége	Max. memória	L1 cache mérete	L1 cache típusa	L2 cache mérete	L2 cache sebessége	Beépített FPU	Tranzistorok száma	Bemutató dátuma
AMD K5	1,5x-1,75x	3,5V	32 bit	64 bit	4 GB	16+8 kB	WB	-	Bus	Igen	4.300.000	96.03
AMD K6	2,5x-4,5x	2,2V-3,2V	32 bit	64 bit	4 GB	2x32 kB	WB	-	Bus	Igen	8.800.000	97.04
AMD K6-2	2,5x-6x	1,9V-2,4V	32 bit	64 bit	4 GB	2x32 kB	WB	-	Bus	Igen	9.300.000	98.05
AMD K6-3	3,5x-4,5x	1,8V-2,4V	32 bit	64 bit	4 GB	2x32 kB	WB	256 kB	Core	Igen	21.300.000	99.02
AMD Athlon	5x-10x	1,6V-1,8V	32 bit	64 bit	4 GB	2x64 kB	WB	512 kB	1/2-1/3core	Igen	22.000.000	99.06
AMD Duron	5x-10x	1,5V-1,8V	32 bit	64 bit	4 GB	2x64 kB	WB	64 kB	Core	Igen	25.000.000	00.06
AMD Athlon TB	5x-10x	1,5V-1,8V	32 bit	64 bit	4 GB	2x64 kB	WB	256 kB	Core	Igen	37.000.000	00.06
AMD Athlon XP/MP	5x-6,5x	1,5V-1,8V	32 bit	64 bit	4 GB	2x64 kB	WB	256 kB	Core	Igen	37.500.000	01.10
AMD Athlon XP	5,5x-6,5x	1,65V	32 bit	64 bit	4 GB	2x64 kB	WB	512 kB	Core	Igen	54.300.000	03.02
AMD Opteron	1x-4,5x	1,55V	64 bit	128 bit	1 TB	2x64 kB	WB	1 MB	Core	Igen	105.900.000	03.04
Cyrix 6x86	2x	2,5V-3,5V	32 bit	64 bit	4 GB	16 kB	WB	-	Bus	Igen	3.000.000	96.02
Cyrix 6x86MX/MII	2x-3,5x	2,2V-2,9V	32 bit	64 bit	4 GB	64 kB	WB	-	Bus	Igen	6.500.000	97.05
Cyrix III	2,5x-7x	2,2V	32 bit	64 bit	4 GB	64 kB	WB	256 kB	Core	Igen	22.000.000	00.02
Rise mP6	2x-3,5x	2,8V	32 bit	64 bit	4 GB	2x8 kB	WB	-	Bus	Igen	3.600.000	98.10
VIA C3 (Samuel 2 core)	6x-8x	1,6V	32 bit	64 bit	4 GB	64 kB	WB	128 kB	Bus	Igen	15.200.000	01.13
VIA C3 (Ezra core)	6x-8x	1,35V	32 bit	64 bit	4 GB	64 kB	WB	128 kB	Bus	Igen	15.400.000	01.03
VIA C3 (Ezra-T core)	5,5x-6x	1,35V	32 bit	64 bit	4 GB	64 kB	WB	128 kB	Bus	Igen	15.500.000	01.09
VIA C3 (Nehemiah core)	7,5x-10,5x	1,4V	32 bit	64 bit	4 GB	65 kB	WB	128 kB	Bus	Igen	20.500.000	02.01

3.28. táblázat: AMD, Cyrix, Rise és VIA processzorok specifikációi

4. fejezet

Memóriák

Ha PC-ről beszélünk, akkor a memória szó említése kapcsán általában a számítógépek operatív memóriája (*Main Memory*) jut a felhasználók eszébe. Ez természetes is, hiszen ez olyan része a PC-knek, ami külön is megvásárolható, ráadásul mérete jelentősen befolyásolja a rendszer összteljesítményét. Nyilvánvalóan más típusú és funkciót ellátó memóriák is fontos szerepet kapnak a számítógépekben, azonban ezek ritkábban kerülnek előtérbe, kevesebb szó esik róluk a mindennapokban.

Természetesen ezekkel az egyéb memóriákkal is részletesen foglalkozunk, azonban ebben a bevezető részben a RAM néhány fontos jellemzőjét emeljük ki. Mit is jelent valójában a RAM mozaikszó? A RAM, a *Random Access Memory*, vagyis a véletlenszerűen elérhető memória rövidítése. Annak ellenére, hogy számos más memóriatípus elérése is történhet véletlenszerűen – vagyis bármikor, bármelyik címen található adatokat elérhetjük –, mégis a számítógépek operatív memóriáját szokás RAM-ként említeni. A rövidítés eredeti jelentése tehát az idők során jelentősen megváltozott és manapság már a RAM szót elsődlegesen a PC-k és más számítógépek operatív memóriájának megnevezésére használjuk.

A szó jelentéstartalma nem véletlenül tolódott el ilyen irányba, hiszen a RAM rendkívül fontos építőköve a PC-knek. A programok végrehajtása és futása során a szükséges információk mind az operatív memóriában tárolódnak, akkor is ha a vizsgált adat vagy utasítás arra vár, hogy a CPU feldolgozza, és akkor is amikor ez a műveletvégzés már megtörtént. Ennek tudatában belátható, hogy a PC-ben található memória mérete az egész rendszer tekintetében is igen lényeges paraméter. Abban az esetben ha a használat során minden futó program számára szükséges információ elfér a RAM-ban nincs probléma, a számítógép gyorsan és hatékonyan képes dolgozni. Amennyiben a programok futtatásához szükséges memóriaigény meghaladja a RAM fizikális méreteit más megoldást kell találni az operációs rendszernek az adatok átmeneti tárolására, ami a rendszer lassulását eredményezi.

A PC-s korszak egy hosszú intervallumára folyamatosan az volt jellemző, hogy ha kevés volt a memória, nem megfelelő sebességgel futottak az alkalmazások, az újabb programok pedig szóba sem álltak a felhasználóval amíg nem bővítette a számítógépe memóriáját. A bővítésnek pedig általában nem az alaplapok és az operációs rendszerek korlátozott lehetőségei szabtak határt, hanem az igen magas memóriaárak. A RAM-ok olyan értéket képviseltek, hogy illegális megszerzésükre már komoly bűnözők szakosodtak. Összehasonlításként, ma 1 MB memória átlagosan 0,1 dollárba kerül, ugyanennyi memória például 1995-ben legalább 40 dollárt¹ ért.

Az árak radikális csökkenése 1996-ra tehető, amikor egy év alatt tizedére csökkentek a memória árak, majd egy újabb év alatt, körülbelül 80%-os árcsökkenés volt tapasztalható. A piac ezekben és az ezeket követő években olyan kiszámíthatatlan volt, hogy az üzletekben általában várni kellett a kiszemelt

¹Az összehasonlítás forintban is szemléletes lehet, azonban a dollár esetében, annak stabilitása miatt még nagyobb az árcsökkenés aránya.

modulokra, mivel a kereskedők nem mertek nagyobb mennyiséget vásárolni, elkerülendő a hatalmas bukást. Szerencsére napjainkra már teljesen normalizálódott a helyzet, és a kor alkalmazásaihoz szükséges optimális memóriamennyiség már az átlagos felhasználó számára is elérhető.

4.1. Memóriatípusok

A PC-kben azonban nem csak RAM, hanem más fizikai memória is megtalálható, például a csak olvasható ROM. Az egyes RAM típusú memóriák működése között és lényeges eltérést tapasztalhatunk, hiszen dinamikus és statikus chipeket egyaránt találhatunk a PC-kben.

4.1.1. ROM

A ROM a *Read Only Memory*, azaz a csak olvasható memória rövidítése. Az elnevezés azonban nem minden esetben fedí a valóságot, mivel a manapság PC-kben használt ROM-ok általában írhatók is, azonban az írás módszere lényegesen bonyolultabb mint a RAM-ok esetében. Léteznek csak a gyártás során írható, vagyis a felhasználó által egyáltalán nem módosítható tartalmú csak olvasható memóriák, de léteznek speciális eszközökkel vagy szoftverekkel törölhető és újraírható típusok is.

- **Maszkolt ROM:** ennek a típusnak a tartalma gyártáskor kerül kialakításra, a későbbiekben a felhasználó csak olvasni tudja a benne tárolt információt, megváltoztatni nem.
- **PROM:** vagyis a *Programmable Read Only Memory* a gyártás során tartalom nélkül készül, a szükséges információt a felhasználó (gyártó) írja (égeti) a chipbe. Miután megtörtént a PROM programozása, annak tartalma már nem módosítható.
- **EPROM:** az *Erasable Programmable Read Only Memory* tartalmát szintén a felhasználó alakítja ki, azonban annak megváltoztatására, törlésére is képes. A chip tartalma ultraibolya fénnel törölhető, majd újraprogramozható. A törlés történhet speciális lámpával vagy akár napfény segítségével is, azonban az utóbbi módszer hosszabb időt vesz igénybe. Az EPROM-ok könnyen felismerhetők, mivel a chip tetején egy ablak található, amin keresztül elvégezhető a törlés. A véletlen törlés elkerülése érdekében a felprogramozott EPROM-on található ablakot le szokás ragasztani valamilyen, az UV fényt át nem eresztő anyaggal.
- **EEPROM:** az *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* elvi működése nagyon hasonlít az EPROM működéséhez, a különbség abból adódik, hogy az EEPROM törlése elektromos jelekkel történik. Ez már lényegesen egyszerűbb és gyorsabb megoldás mint az UV fény alkalmazása, ráadásul ezek a chippek megbízhatóbbak és egyszerűbben előállíthatóak mint az EPROM-ok.

A ROM típusú memóriák természetesen nem ellentétei a RAM típusúaknak, egyszerűen két különböző elven működő memóriáról van szó. A ROM memóriák legnagyobb előnye, hogy tartalmuk a tápellátás megszűnése után, vagyis egy PC esetében a számítógép kikapcsolása után is megmarad. Ellentétben a RAM-okkal, hiszen az azokban tárolt összes információ ilyen esetben elvész.

A PC-kben általában EEPROM memóriákat alkalmaznak ott, ahol az információt a gép kikapcsolása után is tárolni kell. Az alaplapon kívül jellemzően azok az eszközök vannak ellátva ROM-mal, amelyek helyes működéséhez még az operációs rendszer betöltődése előtt szükség van a megfelelő illesztőprogramokra. Ilyenek lehetnek például a monitorvezérlők vagy az SCSI vezérlők. Mivel ezek, a bootolás előtt szükséges információk viszonylag kis méretet képviselnek, a PC-kben használt ROM-ok mérete általában 1 MB vagy 2 MB alatt marad.

4.1.2. DRAM – Dinamikus RAM

A *Dynamic RAM*, vagyis a dinamikus RAM az a memóriatípus amiből a PC-k operatív memóriája felépül. A dinamikus memóriák nagy előnye, hogy nagy sűrűség érhető el velük, és manapság az áruk sem túl magas. Így – a nagy sűrűség miatt – egyetlen apró chipbe is rengeteg információ tárolható, az alacsony ár következtében pedig szükség esetén gyorsan, viszonylag kis ráfordítással megduplázható a rendelkezésre álló kapacitás. A sűrűség érzékeltetésére remek példa, hogy léteznek 1 Gb-es, sőt nagyobb chippek is. Ha figyelembe vesszük, hogy minden egyes bit tárolásához szükség van egy tranzisztorra és egy apró kapacitív elemre, akkor 1 Gb esetén ez 1 milliárd tranzisztort jelent egyetlen chipben².

A dinamikus RAM-oknak azonban van egy igen rossz tulajdonságuk is. Az információ tárolása apró kapacitív cellák segítségével történik, amikben a töltések jelenléte illetve hiánya jelzi a logikai igaz és hamis szinteket. Azonban ezekből a cellákból a töltések rövid idő alatt képesek elszivárogni, ezért a memória tartalmának frissítéséről (olvasás és újraírás) folyamatosan gondoskodni kell. A frissítés a memóriavezérlő feladata, a frissítés intervalluma pedig általában 15 μ sec. Ez másodpercenként körülbelül 66.666 frissítést jelent, ami egyértelműen a dinamikus ramok rossz tulajdonságai közé sorolható, főleg annak ismeretében, hogy a memória frissítése mennyi processzoridőt "rabol(t)" el a felhasználótól. Egy régebbi rendszer esetében a memória frissítése akár a teljes processzoridő 10%-át is felemészthette, azonban a mai, több gigahertzen működő processzorok esetében ez az érték már 1% alatt marad.

Tehát belátható, hogy napjainkban már nem jelent olyan súlyos problémát a dinamikus memóriák folyamatos frissítése. Persze felvetődhet a kérdés, hogy miért nem alkalmazunk más típusokat, olyanokat, amelyek nem igényelnek állandó újraírást. Nos a válasz kézenfekvő, ezek a típusok nagyságrendileg drágábbak a dinamikus RAM-oknál. Természetesen számos olyan technológiát fejlesztettek ki az évek során ami jelentősen növelheti a DRAM-ok teljesítményét, ezeket a későbbiekben részletesen tárgyalja is a jegyzet.

4.1.3. SRAM – Statikus RAM

A statikus memóriák (*Static RAM*) – ellentétben dinamikus társaikkal – nem igényelnek állandó frissítést, azt az információt amit egyszer elhelyeztünk bennük, egészen a kikapcsolásig biztosan őrzik. Azonban az SRAM-ok fejlesztése nem csak ezért történt, ugyanis ez a típus egy további igen fontos és jó tulajdonsággal is rendelkezik. Nevezetesen, nagyságrendileg gyorsabb mint a dinamikus RAM, így képes lépést tartani a magasabb órajelű processzorokkal is.

Mint már említettük, a számos jó tulajdonság ellenére sem alkalmazható mindenhol statikus memória, mivel ennek a típusnak is megvannak a maga hátrányai. Ezek közül a legfontosabb az ár és a fizikai méret (sűrűség). Mind az ár, mind a sűrűség tekintetében elmondható, hogy több mint 30x-os a DRAM-ok előnye az SRAM-okkal szemben, ami annyit jelent, hogy egy 256 MB-os DRAM modult, egy körülbelül 30x akkora méretű SRAM modullal tudnánk helyettesíteni, ami szinte lehetetlenség lenne a PC-k felépítésének ismeretében. Persze, ez sem lenne megoldhatatlan feladat, de azt is tudni kell, hogy a 256 MB SRAM több mint a harmincszorosába kerülne a gyakorlatban operatív tárként DRAM-nál.

Persze nem említénék ilyen részletességgel ezeket a speciális memóriákat akkor, ha nem lenne meg az igen fontos helyük és szerepük a PC-k világában. Mivel a processzorok sebessége valahol a 16 MHz-es órajel környékén elhagyta a dinamikus memóriák sebességét, szükség volt valamilyen új, a DRAM-oknál sokkal gyorsabb memóriára, olyanra, ami képes lépést tartani a processzorok rohanó tempójával. Ennek a problémának a megoldására kerültek be a PC-kbe az SRAM-ok, amiket cache memóriaként használnak ezek a rendszerek. A cache felépítésével és működésével részletesen a 3.5 fejezet foglalkozik.

²Egy modern Pentium 4-es processzor is csak 55 millió tranzisztort tartalmaz

4.2. RAM-ok típusai

Tudjuk, hogy az operatív memóriának használt RAM modulok sebessége jelentősen elmarad a processzorok sebességétől, ezért is van szükség a gyorsítók alkalmazására. Mivel a processzorok sebességét általában Hz-ben (MHz vagy GHz) adják meg, a memóriák sebességét pedig vagy ns-ban vagy szintén Hz-ben, az összehasonlításhoz néha át kell konvertálni egymásba a két mértékegységet.

Ha végiggondoljuk a két mennyiség jelentését, magunk is elvégezhetjük a konverziót. Az 1 Hz nem jelent mást, mint másodpercenként egy rezgést, azaz egy ciklust. Ugyanígy, például 40 MHz esetén – ami 40.000.000 Hz-nek felel meg –, 1 másodperc alatt 40.000.000 ciklus megy végbe. Vagyis az 1 ciklushoz szükséges időtartalom $1/40.000.000$ másodperc, azaz 0,000000025 másodperc, ami $25 \cdot 10^{-9}$ secundum, vagyis 25 ns.

A jelenleg még használt típusokat és azok jellemző paramétereit a 4.1 táblázat tartalmazza. Az átviteli sebesség az órajelből, az órajelenkénti átviteli ciklusokból és a vizsgált memória szélességéből számítható, a következő módszer felhasználásával. A memória órajele meghatározza, hogy másodpercenként hány órajelciklus fog végbemenni. Ezt a számot kell megszorozni az egy órajelre eső átviteli ciklusok számával és a memóriabusz szélességével, és már meg is kaptuk az adatátviteli sebességet. Például PC100-as SDRAM esetén a sebesség 100 MHz, ami 100.000.000 órajelet jelent másodpercenként. Ha ezt megszorozzuk 1-el (mivel minden órajel alatt csak egyszer történik adattovábbítás) és 8-al (mivel ez a típus 8 bájt széles), akkor megkapjuk a $100.000.000 \cdot 1 \cdot 8 = 800.000.000$ B/s-os átviteli sebességet, ami egyszerűbb formában írva 800 MB/s.

Szabvány	Formátum	Chipek	Órajel [MHz]	Ciklus /órajel	Szélesség [Bájt]	Átviteli seb. [MB/s]
FPM	SIMM	60 ns	22	1	8	176
EDO	SIMM	60 ns	33	1	8	266
PC66	SDR DIMM	10 ns	66	1	8	533
PC100	SDR DIMM	8 ns	100	1	8	800
PC133	SDR DIMM	7,5 ns	133	1	8	1066
PC1600	DDR DIMM	DDR200	100	2	8	1600
PC2100	DDR DIMM	DDR266	133	2	8	2133
PC2400	DDR DIMM	DDR300	150	2	8	2400
PC2700	DDR DIMM	DDR333	166	2	8	2667
PC3000	DDR DIMM	DDR366	183	2	8	2933
PC3200	DDR DIMM	DDR400	200	2	8	3200
PC3500	DDR DIMM	DDR433	216	2	8	3466
PC3700	DDR DIMM	DDR466	233	2	8	3733
PC4000	DDR DIMM	DDR500	250	2	8	4000
PC4300	DDR DIMM	DDR533	266	2	8	4266
RIMM1200	RIMM-16	PC600	300	2	2	1200
RIMM1400	RIMM-16	PC700	350	2	2	1400
RIMM1600	RIMM-16	PC800	400	2	2	1600
RIMM2100	RIMM-16	PC1066	533	2	2	2133
RIMM2400	RIMM-16	PC1200	600	2	2	2400
RIMM3200	RIMM-32	PC800	400	2	4	3200
RIMM4200	RIMM-32	PC1066	533	2	4	4266
RIMM4800	RIMM-32	PC1200	600	2	4	4800
RIMM6400	RIMM-64	PC800	400	2	8	6400
RIMM8500	RIMM-64	PC1066	533	2	8	8533

Szabvány	Formátum	Chipek	Órajel [MHz]	Ciklus /órajel	Szélesség [Bájt]	Átviteli seb. [MB/s]
RIMM9600	RIMM-64	PC1200	600	2	8	9600

4.1. táblázat. A jelenleg használt és a jövő memóriái

4.2.1. FPM RAM

Alapesetben egy memóriacím tartalmának kiolvasásához először is meg kell határozni a pontos memóriacímet. Ez általában két részből áll, egy sor- illetve egy oszlopcímből. Ez a két érték már egyértelműen képes azonosítani a keresett információt, azonban a módszer meglehetősen lassú. A gyorsabb elérés érdekében született meg az az ötlet, ami az FPM (*Fast Page Mode*) memóriák működésének alapelvét szolgáltatja.

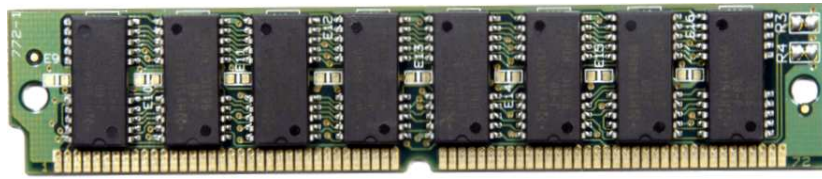
Az FPM esetében a teljes memóriát apró lapokra (*pages*) osztják fel, és az egymást követő memóriacímek esetében csak az oszlop azonosítóját adják meg, a sor azonosítója a lapon belül állandó. Így a memória címezésénél keletkező kényeszerű várakozások száma jelentősen csökkenthető, hiszen egy lapon belül a címezéshez lényegesen kevesebb változó információra van szükség. Természetesen ha szükséges adat már egy újabb lapon található, akkor lapozni kell, ami átmenetileg újra megnöveli a várakozási időt.

Az FPM memóriák teljesítményét tovább növeli a 486-os processzoroknál bevezetett *burst* mód alkalmazása. A *burst* mód segítségével az első memóriacím sor- és oszlopazonosítójának meghatározása után a következő három, szomszédos címen található érték minden további várakozás nélkül olvasható ki. Abban az esetben ha nem használnánk ezt az eljárást, akkor négy egymást követő memóriacím kiolvasásához $x-x-x-x$ időnyi várakozás lenne szükséges. A *burst* mód használatával azonban csak az első érték eléréséhez van szükség x várakozási időre, a további három érték már y ($y < x$) várakozással olvasható. Tehát a vizsgált négy cím kiolvasása $x-y-y-y$ várakozással történhet.

Egy másik lehetséges megoldás az FPM memóriák sebességének növelésére az *interleaving*, amit leginkább összefésülésnek lehetne fordítani. Ahhoz, hogy ezt a lehetőséget ki tudjuk használni két bankot kell feltölteniünk azonos memóriamodulokkal, mivel az eljárás felváltva éri el az egyes bankokat, az egyikben a páros, a másikban pedig a páratlan bájtokat tárolva. Ezt a módszert alkalmazva elérhető, hogy amíg az egyik bank kimenetére kerül a szükséges adat, addig a másik bankban megtörténik a cím meghatározása. Így amíg az egyik bankban a címezéssel kapcsolatos várakozás zajlik, addig a másik bankban a kimenetre íródik a kiolvasandó információ. Az összefésülés módszere leginkább a 486-os gépek idejében volt divatos, mivel ezekhez a 32 bites processzorokhoz elegendő 2 darab 32 bit széles memóriamodul használata. A 64 bites Pentium processzorok megjelenésével már bonyolultabbá vált a helyzet, mivel itt már 4 darab 32 bites, vagy 2 darab 64 bites modulra van szükség.

4.2.2. EDO RAM

Az FPM memóriák alapjaira építve, az *interleaving* lehetőségét továbbgondolva születtek meg az első EDO (*Extended Data Output*) RAM-ok. Ez a típus teljes egészében az FPM memóriákra épült, az ott használt DRAM chipekkel azonos chipeket használtak az új típus építéséhez is. Az újítás abban áll, hogy a memória kimenetén megjelenő adat akkor is elérhető marad, ha a memóriavezérlő már egy új cím meghatározásába kezd. Az FPM RAM-ok esetében ilyenkor a kimeneten már nem érhető el az előző cím tartalma, vagyis a memóriavezérlőnek meg kell várnia amíg a kimenetre került adat továbbítódik. Az EDO esetében az információ kimenetre írása után a memóriavezérlő azonnal belekezdhet a következő cím meghatározásába, és ezalatt a kimenet tartalma is továbbítható.



4.1. ábra. EDO RAM memóriamodul

Összehasonlításképpen amíg egy tipikus FPM memóriára az 5-3-3-3 várakozási idők jellemzőek, addig az EDO RAM-ok rendszerint 5-2-2-2 várakozási időekkel dolgoznak. Ez 14 ciklus helyett csak 11 ciklust jelent, ami körülbelül 21,43%-os teljesítménynövekedést prognosztizál. A valóságban azonban ennél lényegesen kisebb a teljes rendszer teljesítménynövekedése, általában a változás csupán 5% körüli.

A minimális különbség ellenére az EDO RAM-ok gyorsan elterjedtek, mivel a gyártásuk semmivel sem került többbe és az újdonság is jól eladható volt. Az új típus használatához természetesen olyan alaplaphoz és chipkészletre is szükség van, ami rendelkezik EDO RAM támogatással, azonban a memóriatípus megjelenése után (1995) szinte minden alaplaphoz felkészítettek az EDO RAM kezelésére.

Papíron létezik az úgynevezett BEDO RAM is, ami az EDO RAM speciális *burst* funkciókkal kiegészített fajtája. A gyakorlatban azonban nem igazán találkozhatunk ezzel a típussal, mivel ennek szabványa védett és nem is elterjedt. Olyannyira nem, hogy mindössze egyetlen olyan chipkészlet létezik (Intel 440FX) ami támogatja BEDO RAM-okat.

4.2.3. SDRAM

Az SDRAM-ok (*Synchronous Dynamic RAM*) legjelentősebb újítása a nevükben is szereplő szinkron működés. Az eddigi aszinkron elven működő memóriákkal ellentétben az SDRAM-ok az alaplaphoz órajelén, azokkal szinkronban képesek működni. Ez lehetővé teszi a várakozási idők jelentős csökkentését, vagyis a rendszer teljesítményének növekedését. Az SDRAM-okra jellemző várakozási idők az 5-1-1-1 forma szerint alakulnak.

Az első olvasáshoz szükséges várakozási ciklusok száma magasnak tűnhet, azonban nem szabad elfelejteni, hogy az SDRAM esetében is az FPM RAM-oknál használt DRAM chipokról van szó. Ha egyben vizsgáljuk a négy memóriacím olvasásához szükséges várakozásokat, akkor az FPM 14 ciklusa és az EDO 11 ciklusa helyett, mindössze 8 ciklusra van szükség. Ez az FPM-hez képest körülbelül 42,86%-os, az EDO-hoz képest pedig 27,27%-os elvi sebességnövekedést jelent.



4.2. ábra. PC100-as SDRAM

Természetesen, ha a sebességnövekedést vizsgáljuk, azt sem szabad elfelejteni, hogy az SDRAM-ok legmagasabb órajele 133 MHz, ami 7,5 ns-os ciklusidőt jelent, ellentétben az FPM és EDO modulok 60 ns-os ciklusidejével. Az SD családban azonban más órajelek is léteznek. Az egyszerűbb azonosítás és

kezelhetőség érdekében az Intel szabványokat hozott létre. Ezek szerint megkülönböztethetünk PC66-os, PC-100-as és PC133-as típusokat. Érdekesség, hogy szabványon belül is eltérő sebességű chipeket használnak, például a PC133-on belül nem csak 133 MHz-es (7,5 ns), hanem 143 MHz-es (7 ns) chip is található.

Léteznek a piacon PC150 és PC166 jelölésű modulok is, azonban ezek nem tekinthetők szabványosnak. Egyetlen komoly gyártó sem készített olyan alaplapt, ami dokumentáltan támogatná ezeket a sebességeket. Valójában arról van szó, hogy ezeket a modulokat is 7,5 ns-os vagy 7 ns-os chipből építik, majd magasabb órajeleken teszteli őket. Ha átmennek a teszten megkapják a megfelelő jelölést (PC150 vagy PC166), ha pedig nem képesek magasabb órajelen működni, akkor még mindig eladhatók PC133-as memóriaként.

4.2.4. DDR SDRAM

Az SDRAM-ok továbbfejlesztéseként jöttek létre a 2000-es évben, azonban igazán népszerűvé csak 2001-ben váltak, amikor nagyobb mennyiségben jelentek meg az új memóriát támogató alaplaptok is. A DDR (*Double Data Rate*) memóriák azonos buszfrekvencia mellett kétszeres teljesítménynövekedése annak köszönhető, hogy minden órajel alatt kétszer történik adattovábbítás. Egyszer az órajel felfutó, egyszer pedig az órajel lefutó élénél. Ez a módszer lényegében a rendszerbusz frekvenciájának megduplázását jelenti. Az új típusú memória új kialakítást is kapott, a 184 tűs csatlakozófelülettel rendelkező DIMM modul általában 2,5 V-os tápfeszültséggel üzemel.



4.3. ábra. PC400-as DDR RAM

Kidolgozás alatt vannak és lassan már a boltokba kerülhetnek a DDR2-es memóriák és az ezeket támogató alaplaptok, chipkészletek. A DDR2 szabványt eredetileg úgy tervezték, hogy egy órajel alatt négyszer történjen adattovábbítás, azonban ezek a típusok is csak a buszfrekvencia kétszeresét lesznek képesek elérni. A sebesség és a teljesítménynövekedés a megváltoztatott lábkiosztásnak is köszönhető, ami gyorsabb jelzést tesz lehetővé kisebb interferencia és zajérzékenység mellett. A szabvány további előnye, hogy a DDR 400 MHz-es maximális sebessége a DDR2 esetében már 800 MHz.

4.2.5. RDRAM

Az RDRAM (*Rambus DRAM*) egy igen furcsa szerzet. 1996-ban kezdődött az Intel és a Rambus cég együttműködése, aminek keretében 1999-ben már megjelentek az első RDRAM modulok. De mielőtt sikeres lehetett volna az új memóriatípus, 2001-ben az Intel leállította az RDRAM-ok támogatását, és az ennél később fejlesztett alaplaptjait már DDR támogatással készíti. Mivel az Intel – akinek chipkészletei uralják a PC-s piacot – kivonult az RDRAM-ot támogatók köréből, manapság már nagyon kevés rendszert adnak el ezzel a memóriatípussal szerelve.

A Rambus memóriák mindössze 16 bites adatbuszt használnak, ami lényeges eltérés az egyéb memóriák széles adatbuszához képest. Az eredeti 16 bites, egycsatornás konstrukció is azonban már 800 MHz-en működik, ami 16 biten, 1.600 MB átvitelét teszi lehetővé másodpercenként. Az újabb RDRAM-ok

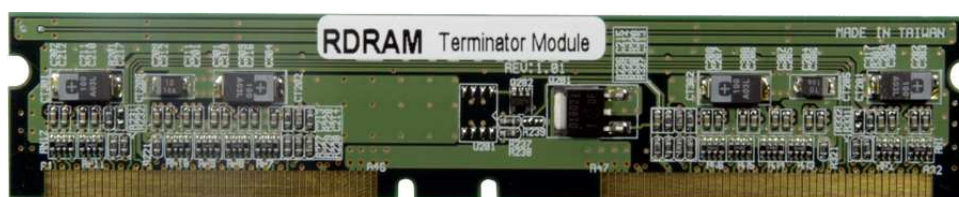


4.4. ábra. RDRAM memóriamodul

azonban már ennél nagyobb, 1066 MHz-es és 1200 MHz-es frekvencia használatára is képesek, valamint a csatornák többszörözését is támogatják. Az átviteli sebesség jelenlegi – és valószínűleg egyben végső – felső határát a 4 csatornás, 1200 MHz-es modulok jelentik, amik közel 10 GB (9.600 MB) átvitelére képesek minden másodpercben.

Az adatok továbbítása – hasonlóan a DDR memóriákhoz – minden órajelben kétszer történik, egyszer az órajel felfutó, egyszer pedig az órajel lefutó élénél. Érdekesség, hogy megkülönböztetett szerepe van a fel- illetve lefutó éleknek, mivel egy csomag küldése kizárólag a lefutó élénél, vagy más elnevezéssel élve a páros ciklusban (a felfutó éleket páratlan ciklusoknak is nevezik) történhet. Az adattovábbítást a magas órajel mellett az is gyorsítja, hogy az RDRAM-oknál használt adatsín, címsín és vezérlősín egymással párhuzamos felépítésű, továbbá, hogy a használt címsín is speciális. Az RDRAM esetében nem egyszerű címsínről beszélhetünk, hanem egy olyan megoldásról, ami akár egyszerre képes az oszlopcím és a sorcím meghatározására. Vagyis egy memóriacím kijelölése nem két egymás utáni lépéssel, hanem egyetlen lépésben két párhuzamos címmeghatározással történik.

Az alaplapokon az RDRAM-ok számára úgynevezett RIMM aljzatok találhatók, amik a Rambusz csatornához illesztik a modulokat. Egy csatorna általában 2 vagy 3 modul befogadására képes és az ezekhez tartozó csatlakozókat minden esetben be kell tölteni ahhoz, hogy a számítógép működőképesé váljon. Amennyiben nem szeretnénk a maximális számú modult telepíteni a csatornára, akkor úgynevezett C-RIMM (*Continuous RIMM*), vagy lezáró modult kell a foglalatba helyezni. Ezek a modulok memóriát nem tartalmaznak, csupán a csatorna folytonosságát biztosítják, az alaplaphoz integrált, a csatorna két végén található lezárás között.



4.5. ábra. Memóriát nem tartalmazó RIMM modul

Összességében az RDRAM számos innovációt tartalmaz, azonban halálos ítéletét már aláírták, ráadásul pont az az Intel tette ezt, aki valójában életre hívta a technológiát. Természetesen nem szabad elfelejteni, hogy az RDRAM nem csak a PC-k világában használatos, hanem például a Nintendo 64 vagy a Sony Playstation 2 játékkonzoloknak is fontos része.

4.3. Memóriamodulok

A memóriák esetében nem csak a felhasznált chippek jellemzik az adott típust, hanem a memóriamodulok fizikai kialakítása is. Hiszen az eltérő foglalatok, csatlakozók, lábkiosztások legtöbbször eltérő technológiákat is jelölnek. A PC-kben használt típusok esetében minden memóriatípushoz tartozik egy jellemző forma, egy szabványos kialakítás, ami általában az adott típus sajátja. A leggyakrabban használt típusokhoz tartozó formátumokat a 4.1 táblázat foglalja össze.

4.3.1. DIP memóriák

Az első PC-kben még nem a mai felhasználók számára is ismert SIMM, DIMM vagy RIMM modulokat használták, hanem minden memóriachip egy külön foglalatban kapott helyet az alaplapon. Ezt a megoldást nevezik DIP (*Dual Inline Package*) tokozásnak. A DIP nem egy túl hálás megoldás, mivel 1 MB memória telepítéséhez vagy eltávolításához minimum 8 db chipet kellett a foglalatba helyezni, vagy abból kiszedni. Persze a 8 db már a 286-os gépek esetén igaz, az első PC-kben ennél lényegesen több chipet használtak. Ezeknek az integrált áramköröknek a szereléséhez némi gyakorlat és sok türelem szükséges, mivel – nem megfelelő mozdulatok esetén – könnyen elhajlíthatók vagy letörhetők a chippek csatlakozói.

Némelyik alaplaphoz nem is lehetett kiszedni ezeket az IC-ket, mivel a memória egy része fixen be lett forrasztva gyártáskor. Az ilyen alaplaphoz ugyan bővíthetők további áramkörökkel, azonban a teljes memória nem távolítható el róluk. Ennek azért van, vagy inkább csak volt jelentősége, mert miután megjelentek az első 386-os gépek, a feleslegessé vált 286-os alaplaphoz kinyert memóriák remekül felhasználhatóak voltak a monitorvezérlő kártyák bővítésére.

4.3.2. SIMM memóriamodulok

A DIP gyengeségeiből tanulva a 386-os alaplaphoz már SIMM (*Single Inline Memory Module*) memóriák csatlakoztatását támogatják. A SIMM memóriákat már nyugodtan nevezhetjük memóriamoduloknak, hiszen egy áramköri lapra több chip van fixen felszerelve, így a felhasználó csak a teljes modul kezelésére képes.

A modulós szervezés jelentősen megkönnyíti a memória eltávolítását, bővítését vagy cseréjét, mivel a praktikus kialakított foglalatoknak köszönhetően ezek az alkatrészek egyszerű mozdulatokkal, elvileg csak egyféle módon illeszthetők az alaplaphoz.

A SIMM memóriáknak két típusa létezik, a 8 vagy 8+1 bites 30 csatlakozópontos³ és a 32 vagy 32+4 bites 72 csatlakozópontos. A plusz 1 és a plusz 4 bit minden esetben paritásbite(ke)t jelent, azaz mindkét típus azonosan 8 vagy 32 bit széles, azzal a különbséggel, hogy a paritásos moduloknál minden bájtához tartozik egy bitnyi paritás is.

A 8 bites SIMM memóriák fizikailag is kisebbek a 32 bites társaiknál, és általában 256 kB-os, 1 MB-os és 4 MB-os méreteken készültek. Ezek a típusok jellemzően a 386-os és a kisebb teljesítményű 486-os alaplaphoz illeszthetők. A 32 bites SIMM-ek már a későbbi 486-osok és az első Pentium konfigurációk operatív memóriájaként jöhetnek számításba, általában 4, 8, 16, 32, 64, 128 és 256 MB-os modulokkal találkozhatunk.

A SIMM moduloknál fontos kitérni arra, hogy a processzorok adatbuszának szélessége és a memóriamodulok szélessége eltérő lehet. Ennek kivédésére minden alaplapon a memóriák számára úgynevezett

³Létezik továbbá egy SIPP (*Single Inline Pin Package*) elnevezésű 8(+1) bites, 30 tűs típus is, ami a csatlakozófelület kialakítását kivéve mindenben megegyezik a SIMM memóriákkal. A SIPP modulok illesztése a lapos érintkezőfelületek használata helyett apró tűk segítségével történik, amelyek a DIP modulokhoz hasonlóan igen sérülékenyek.



4.6. ábra. 9 bites SIMM modul

bankok találhatók, amelyeknek feltöltése kötelező, ugyanis ezek a bankok garantálják a CPU adatbusza és a memóriák közti illesztést. Vagyis minden esetben minimálisan annyi modult kell az alaplaphoz illeszteni, amennyi egy teljes bank feltöltéséhez szükséges, és a memória további bővítése is csak a következő bank teljes feltöltésével lehetséges.

Ha például egy 386DX processzorhoz szeretnénk 8 bites SIMM memóriákat használni, akkor minimálisan 4 modult kell az alaplaphoz megfelelő foglalataiba pattintani. Ha a 32 bites adatbusszal rendelkező DX processzor helyett egy 16 bites adatbuszu SL vagy SX processzort használunk, akkor 2 modul is elegendő. A 32 bites modulok csak a 486-os processzoroktól kezdve használhatóak, értelemszerűen a 486DX processzor 32 bites adatbuszához egyetlen 32 bites modul elegendő, azonban ugyanebből a modulból Pentium esetén már minimálisan kettőt kell használni, hiszen ennek adatbusza már 64 bit széles.

4.3.3. DIMM memóriamodulok

A SIMM moduloktól eltérően a DIMM modulok két oldalán található csatlakozósorok lábkiosztása eltérő. Ezért is kapta ez a típus a DIMM (*Dual Inline Memory Module*) elnevezést. A típus alapvetően három féle memóriából, SDRAM, DDR SDRAM vagy DDR2 SDRAM chipekből épülhet fel.

Az SDRAM-ot tartalmazó DIMM modulok a két oldalukon összesen 168 csatlakozóponttal rendelkeznek, a modul két oldalán egy-egy, a modul csatlakozófelületén pedig két bevágás található a helytelen beszerelés megakadályozására. A DDR memóriával szerelt DIMM modulok összesen 184 csatlakozóponttal, a modul két oldalán két-két, a csatlakozófelületen pedig egy, az illesztést segítő bevágást tartalmaznak. A DDR2-es típusok csatlakozópontjainak száma 240, a modul két oldalán a DDR-hez hasonlóan két-két bevágás található, a helytelen beszerelést megakadályozó egyetlen bevágás pedig a csatlakozófelület közepére került.

Az SDRAM-ok általában Pentium és Pentium II konfigurációk memóriájaként használatosak, leggyakrabban 32, 64, 128 és 256 MB-os modulokban lehet(ett) őket beszerezni. A DDR DIMM memóriák napjaink PC kompatibilis számítógépeiben látják el az operatív memória feladatait, jellemzően 128, 256 és 512 MB-os modulokban kerülnek a végfelhasználókhoz.

4.3.4. RIMM memóriamodulok

Hasonlóan a DIMM modulokhoz, a RIMM (*Rambus Inline Memory Module*) memóriák is eltérő lábkiosztással rendelkeznek a modul két oldalán. A szabvány három típust rögzít, azonban jelenleg a gyakorlatban leginkább a 16 vagy 18 bites 184 csatlakozópontos verzióval találkozhatunk. Létezik még egy 32 vagy 36 bites 232 csatlakozópontos és egy 64 vagy 72 bites 326 csatlakozópontos típus is. A 32 bites RIMM modulok 2002 végétől, a 64 bites RIMM modulok pedig várhatóan 2004-től érhetők el. Mivel azonban az Intel a legújabb fejlesztésű alaplappjaiban és chipkészleteiben már a DDR memóriákat részesíti előnyben az RDRAM-ot tartalmazó RIMM modulokkal szemben, erősen kérdéses, hogy a 64 bites modulok valaha is piacra kerülnek-e.

Mindhárom típus befogadására azonos méretű aljzat szolgál, azonban a különböző modulok felcserélésének megakadályozására a bevágások eltérő pozíciókban helyezkednek el. Minden alaplappal kizárólag csak az egyik típust támogatja, a másik kettő már fizikailag sem csatlakoztatható.

5. fejezet

Hajlékonylemezes meghajtók

A hajlékonylemezes meghajtó vagy más néven FDD *Floppy Disk Drive* megjelenése óta napjainkig szinte minden PC szerves része. Alan Shugart 1967-ben fejlesztette ki az IBM számára a hajlékonylemezt, egy 8 hüvelyk átmérőjű szövet béléssel ellátott, védőtokba helyezett adathordozót. A tervező 1969-ben távozott az IBM-től és a rohamos léptekkel teret hódító 5,25"-os meghajtót már saját cége termékeként mutatta be 1976-ban. A mai napig használt 3,5"-os meghajtók első megjelenése pedig 1983-hoz és a Sonyhoz köthető.

A hajlékonylemezek mágneses elven tárolják felületükön az adatokat, ezért a külső hatásokkal szemben az optikai tárolóeszközöknél lényegesen érzékenyebbek. Az évek során a tárolási elv nem változott jelentősen, csak a floppy-k tárolókapacitása nőtt meg számottevően. Ez a kapacitás azonban napjainkban már elenyészőnek számít, manapság már olyan méretű állományokat kell mozgatnunk gépek között, amelyeknek a mérete meghaladja a hajlékonylemezek lehetőségeit. Az FDD meghajtóknak, a PC-k egyik kifutó eszközeinek szerepét az elkövetkező években át fogják venni a CD lemezek és a kis méretű, de nagy kapacitású flash memóriák.

5.1. A tárolás elve

A floppy meghajtókat minden PC-ben egy vezérlőkártya irányítja, ezek többsége körülbelül az utolsó 486-os gépektől már az alaplap integrált része. A vezérlőkártya felé soros adatfolyamként megjelenő nullák és egyesek sokaságát mágneses impulzussá, egészen pontosan fluxusváltozássá kell alakítani, hogy ezek az impulzusok a hajlékonylemezek (és egyéb mágneses elven működő adattárolók) felületén rögzíthetők legyenek. Az adatbitek felírása mellett a szinkronizálást segítő információk rögzítése is szükséges, annak érdekében, hogy a későbbi visszaolvasásnál meghatározható legyen egy adatbit kezdete és vége.

5.1.1. Az FM eljárás (frekvenciamoduláció)

FM eljárást alkalmazva a mágneses fluxus iránya minden 1 értékű adatbitnél megváltozik, 0 értékű adatbit esetén pedig változatlan marad. Az adatbitek kezdetének jelzéséről minden esetben egy szinkronbit gondoskodik, ami azt jelenti, hogy egy bit átviteléhez tartozó időrés alatt nullás adatbit esetén egy, egyes adatbit esetén pedig két impulzus keletkezik. Így az 1 értékű bitek frekvenciája pontosan a duplája lesz a 0 értékű bitek frekvenciájának (frekvenciamoduláció). Jól látható, hogy az FM eljárás hatásfoka rendkívül alacsony, minden hasznos bit mellett egy, a felhasználó számára értéktelen bitet is rögzíteni kell.

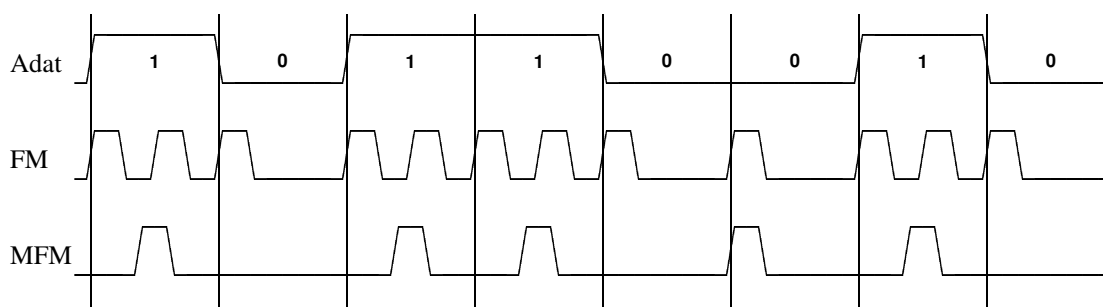
Az eljárást ezért már régóta nem is alkalmazzák, azonban működésének megértése segít az MFM eljárás megismerésében.

5.1.2. Az MFM eljárás (módosított frekvenciamoduláció)

Kihasználva, hogy az adathordozó az írási és olvasási műveletek során állandó sebességgel forog és így a lemezfelületen minden bithoz időben megegyező hosszúságú felület tartozik, valamint megőrizve az FM eljárásban alkalmazott adat- és szinkronbitek fogalmát jött létre a módosított frekvenciamoduláció.

Az 1 értékű bitekhez az időben egységnyi felület közepén tartozik egy fluxusváltozás, külön szinkronbit nincs. 0 érték esetén a tartomány elején található a szinkronbit, de csak abban az esetben, ha a megelőző érték szintén 0 volt. Amennyiben a megelőző érték 1 volt, nullás adatbit esetén nincs fluxusváltozás.

Ezzel a módszerrel az FM technológia hatékonyságát sikerült majdnem megduplázni. Az eljárás rendkívül időtállóan bizonyult, hiszen még ma is ezt az elvet használják a PC-k floppy meghajtói.



5.1. ábra. Az FM és MFM eljárás

5.2. Lemezek formázása

A lemezeket használatbavétel előtt formázni kell, ezzel alakíthatjuk ki a szükséges adatszerkezetet. Szerencsére már legtöbbször nem kell ilyesmire időt fordítanunk, mert a manapság kapható legtöbb hajlékonylemez MS-DOS kompatibilis operációs rendszerek számára már gyárilag formázva kerül az üzletbe.

A formázás során kialakul a sávokra és szektorokra felosztott szerkezet. A sávok a lemez közepe felől kiindulva koncentrikus köröket alkotnak, amiket a középpontból tortaszeletek módjára kiinduló sugár irányú egyenesek vágak szektorokra. Egy szektor mérete MS-DOS kompatibilis operációs rendszerekben minden lemez esetén 512 byte. Az eltérő lemezkapacitások leginkább a különböző sűrűségek alkalmazásából adódnak. E mellett léteznek egy (SS azaz *Single Sided*), illetve mindkét (DS azaz *Double Sided*) oldalon használt lemezek is, aminek a tárolókapacitás szintén függvénye. Manapság az egyoldalas lemezek már teljesen elavultnak számítanak, nem használjuk őket, ahogyan a kétoldalasok többségét sem.

5.2.1. Floppy lemezek sűrűsége

Floppy lemezek esetében kétféle sűrűségről beszélhetünk. A horizontális sűrűség a hüvelyenkénti sávok számát jelenti, amit angolul *Tracks Per Inch*-nek, rövidítve TPI-nek nevezünk. A hajlékonylemezek

egyébként összesen 40 vagy 80 koncentrikus sáv található típustól függően. A floppy lemezek lineáris sűrűsége 48 TPI, 96 TPI vagy 135 TPI lehet.

A másik sűrűséggel kapcsolatos fogalom a lineáris sűrűség, amely egy adott sávban egy hüvelykre felírató bitek számát adja meg. Ezt a mérőszámot BPI (*Bits Per Inch*) rövidítéssel jelzik.

A hajlékonylemezeken a sűrűséget a SD (*Single Density*, azaz szimpla sűrűség), DD (*Double Density*, azaz dupla sűrűség) és a HD (*High Density*, azaz nagy- vagy magas sűrűség) betűpárokkal jelölik. A legnagyobb kapacitású 2,88 MB-os lemezek jelölése nem igazán érett szabványossá az idők során, mivel maga a lemez sem volt gyakran alkalmazott típus. Többek között a már megismert HD, vagy ED (*Extra Density*, azaz extra sűrűség) jelöléssel szokás ellátni az ilyen lemezeket.

5.3. Lemeztípusok

Az 5,25"-os és a 3,5"-os lemezek típusait a 5.1 táblázat szemlélteti, az operációs rendszer függő adatok MS-DOS kompatibilis operációs rendszerekre vonatkoznak.

	5 ¼"			3 ½"		
	SSDD	DSDD	DSHD	DSDD	DSHD	DSDD
Kapacitás formázva (kB)	160/180	320/360	1200	720	1440	2880
Média azonosító byte	FEh/FCh	FFh/FDh	F9h	F9h	F0h	F0h
Oldalak száma	1	2	2	2	2	2
Sávok oldalanként	40	40	80	80	80	80
Sávok szélessége (mm)	0,300	0,300	0,155	0,115	0,115	0,115
Tracks Per Inch (TPI)	48	48	96	135	135	135
Bits Per Inch (BPI)	5876	5876	9646	8717	17434	34868
Szekterméret (byte)	512	512	512	512	512	512
Szektorok száma sávonként	8/9	8/9	15	9	18	36
Lemezenkénti szektorszám	320/360	640/720	2400	1440	2880	5760
Lemezenkénti felhasználható szektorszám	313/351	630/708	2371	1426	2847	5726
FAT típusa	12-bit	12-bit	12-bit	12-bit	12-bit	12-bit
FAT mérete (szektor)	1/2	1/2	7	3	9	9
Gyökérkönyvtár mérete (szektor)	4	7	14	7	14	15
Gyökérkönyvtár bejegyzések max.	64	112	224	112	224	240

5.1. táblázat. Hajlékonylemezek

Az általános gyakorlatban szinte már csak 3,5"-os, kétoldalas, nagy sűrűségű lemezekkel találkozhatunk, a többi konstrukció már vagy elavult, vagy soha nem is terjedt el igazán.

5.4. Meghajtótípusok

A különböző kapacitású lemezekhez különböző meghajtók léteznek. Ezek bizonyos része csak egy dedikált típusú lemez kezelésére alkalmas, azonban többségük képes az azonos méretű, de eltérő kapacitású lemezek kezelésére is. Általában azonos fizikai méret esetén a legnagyobb kezelt kapacitásnál kisebb tárolókapacssággal rendelkező floppy-k is használhatók egyazon meghajtóval.

5.4.1. 5 ¼" - 360 kB

Az MFM kódolás bevezetésével nagyságrendileg megduplázódott az a tárolókapacitás ami a frekvencia moduláció alkalmazásával megközelítőleg 90 kB volt. Ilyen (FM kódolású) lemezeket PC kompatibilis gépeken nem használtak, az első PC-s lemezek is DD jelölésűek, azaz dupla sűrűségek. Mivel a 360 kB-ot tárolni tudó meghajtók már két fejfel rendelkező eszközök, így a lemezek mindkét oldalának felhasználására alkalmasak.



5.2. ábra. 360 kB-os, 5 ¼"-os floppy lemez

Az ilyen meghajtók fordulatszáma 300 rpm (300 fordulat percenként), azaz az egyszeri körülfordulás a másodperc ötöde alatt történik. A lemezek maximális írási/olvasási sebessége 250.000 bps (250 kHz). A meghajtótípust minden PC kompatibilis BIOS támogatja, így ha a sors úgy hozná, hogy feltétlenül egy ilyen meghajtót szeretnénk a gépünkbe szerelni, akkor ennek semmi elvi akadálya nem lenne.

5.4.2. 5 ¼" - 1200 kB

A „nagylemezek” klasszikusa 1984-től kezdődően hosszú éveken át számított a cserélhető lemezes adattárolás zászlóshajójának. A megújult alapanyag (Cobalt) fajlagosan magasabb költségei miatt ugyan kezdetben nem hozott átütő sikert, azonban mikor a HD-s lemezek ára elérhetővé vált, a térhódítás megállíthatatlan volt. A kezdeti magas árat néhány felhasználó úgy próbálta meg kijátszani, hogy az új meghajtóban régi (360 kB kapacitású) lemezeket formázott 1200 kB-osra. Ez a módszer általában csak rövid távon, sok szerencsével párosulva működik, legtöbbször azonban adatvesztés az eredménye.

A fizikális méreteiben azonos lemezfelületen kis mértékben megnövelték a hasznos felületet és megduplázták a sávok számát 80-ra. Ezzel duplájára növelték a kapacitást, azonban más változtatások is



5.3. ábra. 1,2 MB-os, 5¼"-os floppy lemez

történtek. Szintén megnövelték a sávonkénti szektorok számát 9-ről 15-re. Így a lemez kapacitása az eredeti 360 kB-os méret három és egyharmadszorosára, 1200 kB-ra nőtt.

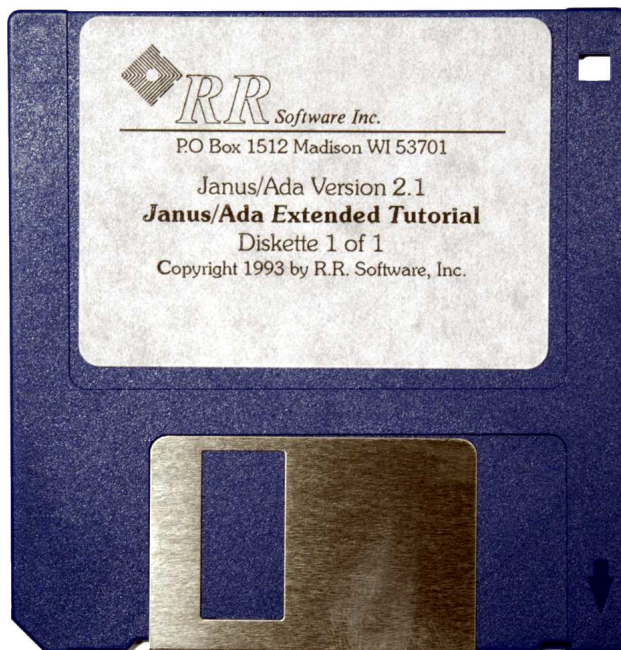
Az 1,2 MB-os meghajtók általában megfelelően képesek a 360 kB-os lemezek kezelésére is, a lemez forgási sebessége mindkét esetben 360 fordulat percenként. Az előző meghajtóhoz képest 20%-al megnövekedett forgási sebesség a 360 kB-os lemezek esetén szintén 20%-al növekvő adatátviteli sebességet jelent, ami így 300.000 bps (300 kHz). Az 1200 kB-os lemezek esetében ez 500.000 bps (500 kHz).

Szinte minden használatban lévő BIOS támogatja mindhárom sebességet, vagyis az 1200 kB-os, 5¼"-os meghajtóval egyaránt képes a DD-s és HD-s 5¼"-os floppy-k kezelésére.

5.4.3. 3½" - 720 kB

1986-tól az IBM már ezekkel a kis méretű, keményebb tokozású lemezek kezelésére alkalmas meghajtók első típusával szerelve kínálta rendszereit. A magyar szakzsargonban ezeket a 3½" -os meghajtókat nevezzük „kislemezes” meghajtóknak, mivel fizikai méretük jelentősen kisebb „nagylemezes” 5¼"-os társaiknál. Fontos azonban megjegyezni, hogy a külső méret nem minden, a tárolható adatok mennyisége a kislemezek esetén nagyobb.

A DD-s 3½"-os lemezekon néhány gyártó 1 MB-ot tüntet fel kapacitásként. Ennek két oka lehet. Az egyik, hogy a tapasztalatlanabb felhasználók nyilván azt a lemezt fogják megvásárolni amelyik kapacitása nagyobb, de minden más paramétere a konkurenciával megegyező. A szakszerű és kevésbé rosszul tájékozott magyarázat azonban az, hogy ez az 1 MB a lemez formázatlan kapacitása. Különböző gépeket és



5.4. ábra. 3 1/2"-os DD-s lemez

operációs rendszereket használva a formázott kapacitás más és más lehet. Ez PC-k esetében 720 kB, de egy Apple Macintosh számítógépen ugyanazon lemezen már 800 kB-ot tudunk tárolni.

A meghajtó forgási sebessége 300 rpm, ami a vezérlő áramköröktől – a 360 kB-os lemezekkel megegyező módon – 250.000 bps-os adatátviteli maximumot kíván. A meghajtót a használatban lévő BIOS-ok mindegyike szinte kivétel nélkül támogatja.

5.4.4. 3 1/2" - 1440 kB

Ha floppy lemezzel és meghajtóval találkozunk a napi munkánk során, akkor a legvalószínűbb, hogy ezzel a típussal dolgozunk. A szaküzletekben már csak ezeket a meghajtókat és lemezeket forgalmazzák. Néhány éve ezek még igen kedvelt adathordozók voltak, mivel nem létezett olyan alternatíva a PC-s világban, ami az ár/teljesítmény arányában hasonló paraméterekkel rendelkezett volna a cserélhető lemezes adattárolók körében. Napjainkban már az igen olcsó CD- és DVD írók, valamint a szintén kedvező árú és a hajlékonylemezeknél lényegesen gyorsabb USB portra csatlakoztatható flash memóriák kiszorítják a lassú és sérülékeny floppy lemezeket.

A 80 sávon történő rögzítés és a sávonkénti 18 szektor 1,44 MB-os kapacitást garantál. Ezeknél a lemezeknél is gyakran a formázatlan adathordozó kapacitását szokás feltüntetni, ez 2,0 MB.

Hogy az eddig megismert vezérlő áramkörökkel kompatibilis maradjon az új meghajtó, a maximális adatátviteli sebességet 500.000 bps-ban – az eddig használt legnagyobb értékben – definiálták. Ennek megvalósítása érdekében a lemez forgási sebessége maximálisan 300 fordulat percenként.



5.5. ábra. 1,44 MB-os floppy meghajtó (tető nélkül)

5.4.5. 3 1/2" - 2880 kB

A Toshiba által fejlesztett meghajtókat több komoly gyártó is beépítette rendszereibe, mivel az teljesen kompatibilis volt a már elterjedt 1,44 MB-os lemezekkel. Azonban a lemezek viszonylag magas ára és a nem számottevő kapacitásnövekedés miatt, még így, a gyártók támogatását élvezve sem terjedt el igazán ez a típus.

A lemez formázatlan mérete 4,0 MB, MS-DOS kompatibilis operációs rendszerek esetében ebből 2,88 MB használható. A lemezek fordulatszáma a meghajtóban 300 rpm, azonban a 18-ról 36-ra duplázódott sávonkénti szektorszám miatt a vezérlőnek 1.000.000 bps-os (1 MHz) adatátviteli sebességet kell biztosítania.

A ma használt PC-kben található BIOS-okról elmondható, hogy általában képesek az ED-s lemezek kezelésére. Amennyiben a BIOS nem támogatja ezt a formátumot, érdemes lehet próbálkozni annak frissítésével ha a gyártó biztosít számunkra ilyen lehetőséget. Az MS-DOS operációs rendszerek az 5.0-ás verziótól kezdve képesek a 2,88 MB-os lemezek kezelésére.

5.5. Hajlékonylemezek felépítése

Mindkét méretű hajlékonylemez hasonló felépítést mutat. A lágy és érzékeny adathordozó korong egy szögletes műanyag tokban van elhelyezve a fizikai hatásokkal szembeni megfelelő védelem érdekében. A két méret között a legszembevetőbb különbség a tok anyagául szolgáló műanyag keménysége, azonban néhány más apró eltérés is van a 3 1/2"-os és az 5 1/4"-os lemezek között.



5.6. ábra. 3 1/2"-os HD-s lemez

5.5.1. 5 1/4"

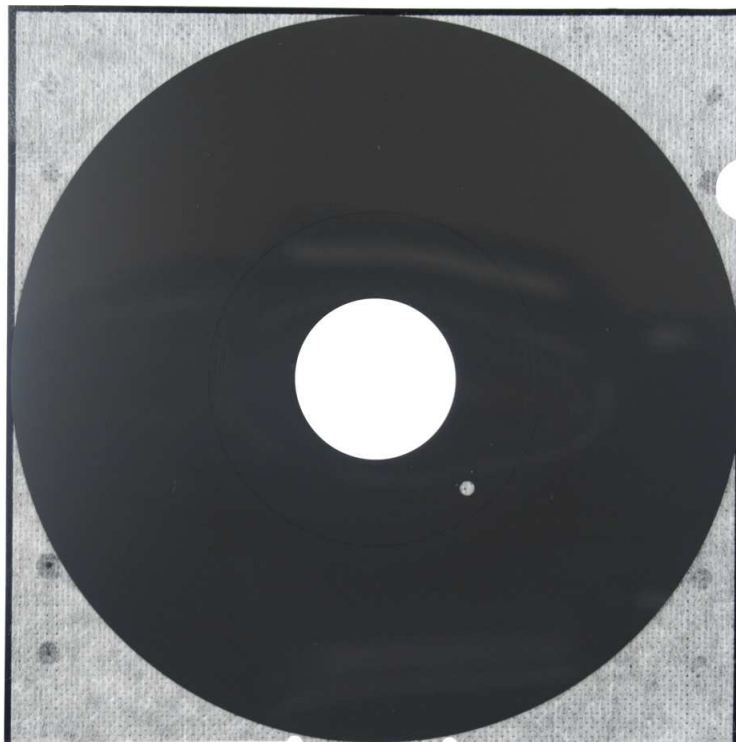
Az átlagos "nagy-lemez" egy fekete négyzet alakú műanyag tasak, kisebb-nagyobb lyukakkal és bevágásokkal (5.7 ábra). A közepén található legnagyobb lyuk szolgál a lemez pozicionálására, rögzítésére és forgatására a meghajtóban. Miután a lemezt a meghajtóba helyeztük, a meghajtó ajtajának zárásával történik a pozicionálás, ilyenkor egy erre kialakított kúpos szerkezetet tol a mechanika a lemez közepén lévő nyílásba, ezzel rögzítve a floppy-t a megfelelő pozícióban. Szintén a lemez rögzítését és helyes pozícióban tartását szolgálja a két apró bevágás, középen a lemez elején.

A már megfelelő pozícióban lévő hajlékonylemez felpörgetése után meg kell határozni a szektorok fizikai pozícióját a lemez felületén. Erre szolgál az index lyuk, ami az előző melletti, ám annál lényegesen kisebb kivágás. Az esetek többségében ezen nem is látunk át, mivel a burkolórétegen lévő lyuk alatt magát az adathordozó lemezt látjuk. Azonban ha óvatosan körbefogatjuk a lemezt a tokjában, meg fogjuk találni annak felületén is a külső kivágáshoz illeszkedő, még apróbb lyukat.

A lemez burkolatán egy versenypályára emlékeztető nagyobb kivágást is találunk, ahol a lemez hordozófelülete látszik. Ez a lemeznek az a része, ahol az adatok tárolódnak. Természetesen nem csak ez a kis felület szolgál az információ rögzítésére, hanem a lemez teljes felülete is. A megfelelő szektorok írása, olvasása a lemez megfelelő pozícióba forgatásával történik. Ezt a felületét nem szabad kézzel megérinteni, felsérteni nem szabad, mert adatvesztést okozhat. A kivágásra azért van szükség, hogy a lemez védelme mellett a meghajtóban található író és olvasó fejek képesek legyenek megfelelő közelségbe kerülni a lemez felületével, az írási és olvasási műveletek elvégzéséhez.

A lemez oldalán található apró (kb.: 4x6 mm) kivágás biztosítja a lemezek írásvédelmének lehetőségét. Alapesetben ez a kivágás megvan minden újként vásárolt lemez oldalán, ilyen állapotban az 5 1/4"-os lemezek írhatók és olvashatók is. Ha egy ilyen lemezt írásvédetté szeretnénk tenni, akkor ezt a nyílást kell leragasztanunk egy megfelelő matricával. Ezek a kis matricák minden doboz üres floppy-hoz járnak¹,

¹Léteznek olyan (gyárilag információt hordozó) lemezek is, melyeken ez a kivágás gyárilag nem is létezik, azaz a lemez a



5.7. ábra. 5 1/4"-os hajlékonylemez belső szerkezete

a dobozban egy külön lapon találhatók. Amennyiben nem rendelkezünk ilyen matricákkal, bármilyen fényt át nem eresztő ragasztószalag is megteszi, a meghajtó ugyanis az írásvédelmet fény segítségével vizsgálja. Ha "átlát" a lemeznek e pontján akkor a lemez írását és olvasását is engedélyezi az elektronika, ellenkező esetben a lemezt írásvédettnek tekinti.

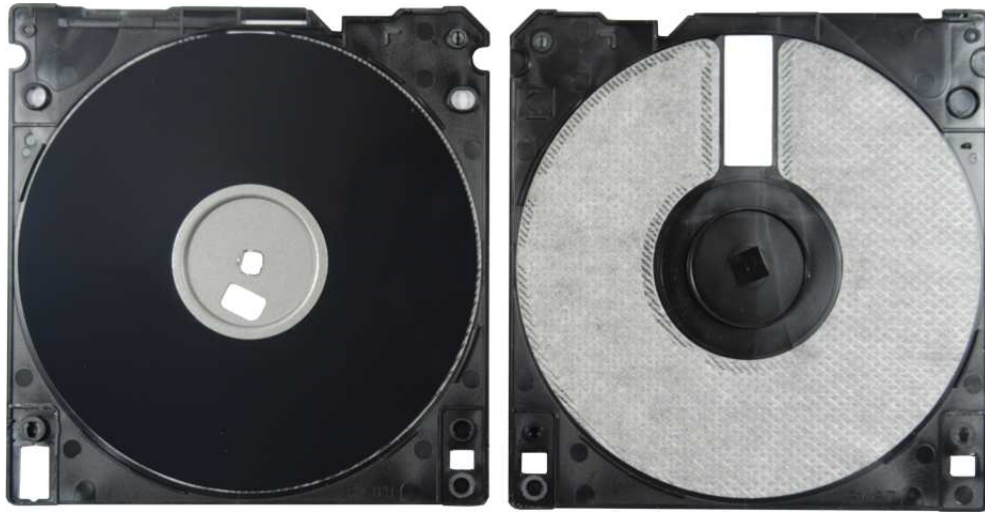
5.5.2. 3 1/2"

A legszembevetőbb különbség (a méreten kívül) a lemezt védő tok anyaga és annak keménysége. Ez a merev műanyag tok teszi lehetővé a precízebb kialakítást, a lemez nagyobb fokú védelmét. Ennek köszönhető, hogy egy külsőre kisebb lemezen több adat tárolható mint a nagyobbakon.

A lemez írási, olvasási műveleteit biztosító ablak sem látszik, ezt egy fém vagy műanyag elcsúsztatható ajtó takarja. Így a lemez teljes felülete mindig védve van, nem kell attól tartanunk, hogy véletlenül hozzáérünk az adathordozó felülethez. Az ajtót kézzel is elcsúsztathatjuk kíváncsiságunk kielégítésére, de üzemszerű működés során ezt a meghajtóba helyezéskor az egység mechanikája megteszi helyettünk.

Ha egy lemezünkön ez az ajtó megsérül vagy tönkremegy és ezért az használhatatlanná válik, akkor megtehetjük, hogy óvatosan eltávolítjuk a sérült szerkezetet. Mivel a lemez kezelésének nem feltétele ennek az alkatrésznek a megléte, így a floppy-t egy elhelyezve annak tartalma még leolvasható, feltéve, hogy a hordozófelület még nem sérült. A lemezt ebben az állapotban csak a leszerelés utáni adatmentés idejére célszerű használni, a további használat adatvesztést eredményezhet.

felhasználóhoz kerülve már írásvédett a véletlen vagy szándékos törlés elkerülésének érdekében. Ha egy ilyen floppy tartalmát szeretnénk felülírni akkor vagy utólag kell a megfelelő pozícióba vágnunk egy nyílást vagy egy megfelelő programmal felül kell bírálunk a meghajtó írásvédelmét.



5.8. ábra. 3 1/2"-os hajlékonylemez belső szerkezete

A kislemezeknél a szektorok pozicionálását úgy oldják meg, hogy a lemez egy fém korong köré épül, azaz középen sem lyukas. Ez lényegesen nagyobb stabilitást is biztosít, és ezen a korongon található egy bemarás is, ami egy mechanikus pozicionálást tesz lehetővé, így nincs szükség index nyílás alkalmazására.

Az írásvédelem elve pontosan a fordítottja az 5 1/4"-os lemezeknél alkalmazottaknak. Szerencsére ezeknél a típusoknál már nincs szükség kis matricákra, egy műanyag kapcsoló segítségével, az erre a célra kialakított ablak (5.8 ábra bal alsó része) felfedésével és eltakarásával kapcsolható be illetve ki az írásvédelem. Azaz ha az ablakon átlátunk akkor a nagylemezekkel ellentétben a 3 1/2"-os floppy írásvédett, ellenkező esetben írható és olvasható. A gyári lemezek védelmét általában úgy oldják meg, hogy be sem építik ezt a kapcsolót.

A lemezek típusának azonosítására is hasonló kivágást használnak, az írásvédelmi kapcsolóval ellentétes oldalon (5.8 ábra jobb alsó része), azzal megegyező magasságban. Ha ezen a helyen megtalálható ez négyzet alakú lyuk, akkor HD-s, azaz 1,44 MB-os lemezeről, ellenkező esetben DD-s, 720 kB-os lemezeről van szó.

Az igen ritka ED-s, 2,88 MB-os lemezek azonosítására egy, az előbbiekkal megegyező méretű és formájú kivágás szolgál, a HD-s lemezek azonosítására szolgáló lyuk helye fölött.

5.6. Hajlékonylemezek kezelése

A hajlékonylemezek meglehetősen érzékeny eszközök. Az alapvető kezelési szabályok betartása nélkül a lemezek könnyen megsérülhetnek, tönkremehetnek, tartalmuk részben vagy teljes egészében elveszhet. Hogy lemezünket hosszú ideig megbízhatóan használhassuk, soha ne tegyük ki a következő hatásoknak:

- Semmivel ne érintsük az adathordozó felületet!
- Ne írjunk a lemezek címkéjére (ha az már a lemezre van ragasztva) ceruzával, golyóstollal vagy hasonló kemény íróeszközzel!

- Ne tartsuk a lemezt huzamos ideig a dobozon jelzett hőmérsékletnél melegebb vagy hidegebb helyen!
- Ne érje a lemez felületét folyadék!
- Ne érje a lemez felületét folyamatosan erős fény!
- Kerüljük az erős mágneses tereket!

A felsoroltak közül talán az utolsó – az erős mágneses terek – jelentik a legnagyobb veszélyforrást, hiszen ezek számunkra láthatatlanok. Csak néhány példát sorolunk fel a teljesség igény nélkül azokról a dolgokról és helyzetekről, amik tönkretehetik egy mágneslemezen tárolt adatainkat.

A nagyteljesítményű villanymotorok komoly mágneses teret gerjeszthetnek, ezek könnyen tönkretehetik a lemezünkön tárolt információt. A háztartásokban ilyen lehet egy légkondicionáló vagy egy takarítógép motorja. A hangszórókban is található mágnes, ezek közelében sem célszerű mágneslemezeket tárolni. Komoly veszélyforrást jelenthet a katódsugárcsőves képernyő is. A legtöbb ilyen monitor rendelkezik lemágnesezési funkcióval, amit a monitor használója is aktiválhat, de általában bekapcsoláskor ez automatikusan megtörténik. Ilyenkor nem célszerű hajlékonylemezeket tartani a monitor előtt, ha a rajta lévő adatokat biztonságban szeretnénk tudni. Különös veszélyeket rejthet a mágneslemezek villamos történő szállítása is, ugyanis a villamos belsejében is alakulhatnak ki olyan erős terek, amik már adatvesztést okozhatnak.

Mindezekén kívül természetesen sok más, a lemezen lévő adatok biztonságát fenyegető veszélyforrás is létezik. Ezért célszerű fontosabb munkáinkat több helyen is archiválni, lehetőség szerint a floppy helyett valamilyen más adathordozót választani. Az újraírható CD lemezek vagy az USB-s memóriák lényegesen megbízhatóbb és nagyobb kapacitású eszközök.

Amennyiben mindenképp a hajlékonylemez használatára vagyunk kényszerítve, ne csak az adatok egy példányával induljunk útnak, hanem legalább két lemezen szállítsuk ugyan azokat az információkat. Tapasztalatból tudom, hogy kevés olyan kellemetlen dolog van a számítástechnika világában, mint amikor több napnyi munka után, rohanva, az utolsó pillanatban megérkezőnk valahova a szükséges adatokkal, de a lemez használhatatlansága miatt minden erőfeszítésünk hiábavaló volt. Csak minimális többletfordítás a lemezeket használat előtt újraformázni a hibás szektorok kiszűrése érdekében és indulás előtt még egy lemezre tartalék másolatot készíteni.

6. fejezet

Merevlemezek

A merevlemezek (*Hard Disk Drive* – HDD) napjaink PC-inek szinte elmaradhatatlan részei. Ezek az eszközök igen nagy mennyiségű adat tárolását teszik lehetővé mágneses adatrögzítési technológiát használva, ami az információ megőrzését a számítógép kikapcsolása után is lehetővé teszi. A merevlemezeknek ezt a nagyszerű tulajdonságát kihasználva az eszközön a számítógépek működését irányító operációs rendszer mellett az alkalmazások és felhasználói adatok is tárolódhatnak.

A winchesterek¹ és azok tárolókapacitása rendkívüli iramban fejlődik. Nehéz lenne megjósolni, hogy milyen értékek lesznek jellemzőek 10-15 év múlva, de az elmúlt húsz évet áttekintve jól látható, hogy a PC-kben használt részegységek közül a merevlemezek kapacitásnövekedése egyedülálló.

1983-ban egy 2,5 kg súlyú (ami manapság egy komplett notebook súlyának felel meg), 5 1/4"-os (CD-ROM meghajtók kétszerese) meghajtóba 10 MB tárolókapacitást voltak képesek zsúfolni. Ma a 3 1/2"-os meghajtók maximális kapacitása 260 GB körül mozog, ami 26.000-szeres kapacitásnövekedést jelent a fizikai méretek 6,5-szeres csökkenése mellett. Azonban ha a fizikai méretek csökkenését tartjuk elsődleges szempontnak, akkor érdemes megemlíteni a notebookokba készített 2 1/2"-os meghajtókat, melyeknek maximális kapacitása jellemzően 80 GB. Ez "mindössze" 8.000-szeres kapacitásnövekedést jelent húsz év alatt, azonban az eszközök fizikai méretei az 1983-as méretek 1/37 részére, súlyuk pedig 1/26 részére csökkent a 8.000-szeresre megnövelt kapacitás mellett!

A fejlődés természetesen nem csak a tárolókapacitást és a fizikai méreteket érintette, hanem a winchesterek egyéb fontos jellemzőit is. Az átlagos adatátviteli sebesség a 100 kB/s körüli maximumról a 60 MB/s-os maximumérték környékére emelkedett, az átlagos keresési idő pedig 85 ms környékéről 3-4 ms környékére csökkent. A felsorolt paraméterek persze minden esetben az adott típusra jellemzőek, azonban nagyságrendjük alkalmas arra, hogy szemléletessé tegye a merevlemezek gyártásában megfigyelhető hatalmas technológiai fejlődést.

A felhasználó számára persze nem ért volna túl sokat ez az egész fejlődés ha az adattárolás fajlagos költsége nem csökken, hiszen kezdetekben a rendkívül magas ár miatt csak a nagyobb cégek engedhették meg maguknak a nagy kapacitású merevlemezek beszerzését. Szerencsére a technológia fejlődése az árak csökkenésével is együtt járt. 1983-ban 1 megabájtnyi tárolókapacitás költsége a winchesterek esetében \$200 körül mozgott, napjainkra ez az érték \$0,001 körül összegre csökkent. A nagy kapacitású merevlemezek népszerűségét tehát többek között a megabájtonkénti tárolás költségeinek 200.000-ed ré-

¹A merevlemezeket hazánkban is gyakran nevezik winchester-nek. A furcsa elnevezés egészen 1973-ig vezethető vissza, amikor az IBM bemutatta a 3340-es típusszámú 30 MB-os fix és 30 MB-os cserélhető lemezzel rendelkező háttértárolóját. A kutatást vezető Ken Haughton azért választotta a winchester kódnevet a projekthez, mert merevlemez kapacitására utaló és gyakran használt elnevezés (30-30) nagyon hasonlított a népszerű Winchester 94-es lőfegyverekhez használt lövedékek kaliberéhez (.30-30).

szére való csökkenése, valamint az a fontos "tétel" tette lehetővé, hogy nincs akkora merevlemez, amit ne lehetne megtölteni.

6.1. Az adattárolás elve

A merevlemezek esetében az adatok tárolása és visszaolvasása mágneses technológia felhasználásával valósul meg. A meghajtó belsejében egy vagy több olyan kemény, mágneses anyaggal bevont kemény lemez² található, melynek mindkét oldalán (felületén) lehetséges az adatok tárolása. Minden felülethez tartozik egy író/olvasó fej, ami a hozzá tartozó felületen tárolt adatok lemezre írását és olvasását valósítja meg. A fejek megfelelő helyre történő pozicionálását egyrészt a lemezek állandó forgásával, másrészt a fejek közel sugár irányban történő mozgatásával érik el.

A lemezeken természetesen megfelelő adatszerkezet is szükséges az információ tárolásához. A felületeken koncentrikus körökként helyezkednek el a sávok (*track*), melyek számozása 0-tól kezdődik. Mivel egy teljes sáv jelentős mennyiségű információ tárolására képes, nem lenne gazdaságos ha ezt választanánk a tárolás alapegységének. Belegondolva abba, hogy számos meghajtó képes sávonként akár 100 kB tárolására is, apró állományok rögzítése esetén a sáv mint alapegység igen nagy veszteséget okozna.

A gazdaságosság növelése miatt minden sávot szektorokra (*sector*) osztanak, melyek mérete általában 512 bájt. A sávok kialakítása legjobban a lemezt alkotó korong sugarainak bizonyos fokunkénti meg-rajzolásával szemléltethető, ami minden sávot szektorokra vág fel. Ilyen esetben a lemez külső sávjain található szektorok fizikai mérete lényegesen nagyobb lesz mint a belső sávokon található szektoroké, ami a valóságban – a lemezfelület kihasználtságának javítása érdekében – nem minden esetben van így. A szektorok úgy is kialakíthatók, hogy azok fizikai mérete közel azonos legyen, azonban ilyenkor a külső sávok mindig több szektort tartalmaznak mint a lemez középpontjához közelebb esők. A szektorok számozása mindig 1-el kezdődik, és a vezérlő elektronikának köszönhetően "látszólag" minden sáv azonos számú szektort tartalmaz.

A felületeken, sávokon és szektorokon kívül még egy fontos alapegységet meg kell említeni, ez pedig a különböző lemezekben található, több egymás alatt elhelyezkedő sáv, amiket cilindernek (*cylinder*) nevezünk. A cilindereknek azért van jelentőségük, mert a fejeket mozgató mechanizmus a különböző felületekhez tartozó fejeket egyszerre mozgatja, vagyis minden lemeznél azonos sávon állnak. Az adatok rögzítésénél és visszaolvasásánál lényegesen nagyobb sebesség érhető el, ha az adott állomány egy cilinderen található, mivel ilyenkor a meghajtóban lévő összes író/olvasó fej egyszerre képes az állomány különböző részeinek kezelésére.

6.2. Lemezek formázása

Mielőtt egy winchesterre felhasználói adatok vagy programok kerülnének, az eszköznek át kell esni egy háromlépcsős folyamaton annak érdekében, hogy felületein kialakításra kerüljön az adott operációs rendszer által értelmezhető adatstruktúra.

6.2.1. Alacsony szintű formázás

Az alacsony szintű formázás (*Low Level Formatting*) a gyártás során történik, ezt a műveletet nem a felhasználónak kell végeznie. Az alacsony szintű formázás során kerül kialakításra az adattárolás szerkezete, vagyis megtörténik a felületek sávokra és szektorokra osztása, az egyes sávokat és szektorokat

²A merevlemezekben használt lemezeket szokás táányrának vagy korongnak is nevezni.

elválasztó hézagok létrehozása, a szektorok azonosítására szolgáló információk felírása, a fejek pozicionálását segítő szektorok elkészítése valamint a felhasználó adatok számára fenntartott szektorok feltöltése egy előre meghatározott bitmintával. A meghajtó teljes kapacitásának speciális adatokkal való feltöltésére azért van szükség, hogy a gyártás utolsó szakaszában történő ellenőrzéskor a lehető legtöbb hibára fény derüljön.

6.2.2. Particionálás

A lemezek particionálása lehetővé teszi, hogy egy merevlemez meghajtón különböző fájlrendszereket használjunk, vagyis akár több, különböző operációs rendszer telepítése is megvalósítható. A particionálás már a felhasználó feladata. A gyakorlottabbak ezt a műveletet egy megfelelő segédprogramot használva a saját elgondolásuk alapján végzik, a kezdő felhasználóknak pedig célszerűbb ezt az operációs rendszer telepítése során kapott ajánlásokat követve végezni. A mai operációs rendszerek (SuSE Linux 9.0, Windows XP) standard telepítési folyamata minden esetben tartalmaz egy olyan lépést, ahol a felhasználónak meg kell határozni, hogy melyik partícióra kívánja telepíteni a programot. Amennyiben a merevlemezeken nincsenek partíciók, a telepítési folyamat általában ajánlást tesz a létrehozandó partíciók méretére és típusára, amit abban az esetben érdemes elfogadni, ha nem terveztük valamilyen speciális adatstruktúra felépítését. Ha a telepítést olyan meghajtóra végezzük amely már tartalmaz partíciókat, akkor a telepítőprogram általában lehetőséget ad arra, hogy kiválasszuk, hogy melyikre történjen a rendszer másolása.



A lemezek klasszikus értelemben vett particionálása minden esetben a lemezen tárolt adatok elvesztésével jár! Ha úgy szeretnénk elvégezni egy partíció méretének, típusának vagy más jellemzőjének megváltoztatását, hogy az adataink megmaradjanak, akkor speciális segédprogramot kell használnunk, amilyen például a PowerQuest cég Partition Magic nevű szoftvere. Mindazonáltal mielőtt ilyen kényes műveletbe kezdenénk, feltétlenül javasolt a lemez tartalmáról biztonsági másolatot készíteni.

6.2.3. Magas szintű formázás

A magas szintű formázás (*High Level Formatting*) az a művelet, amit a legtöbb felhasználó egyszerűen csak formázásnak nevez. Ez érthető is, mivel a PC-t használók többsége csak ezt az eljárást használja a merevlemezeken esetében. Érdekes, hogy a felhasználók által végzett formázás a floppy-k esetében egyszerre jelent alacsony és magas szintű formázást, azonban ugyanez az eljárás (például a `FORMAT` parancs) merevlemezeken esetében csak a magas szintű formázást végzi.

A magas szintű formázás során a már előre kialakított adatszerkezetre kerülnek felírásra olyan információk, amelyek az adott fájlrendszerhez szükségesek. Ezek az adatok jellemzően alkalmasak arra, hogy tárolják a partíción található állományok tartalomjegyzékét, a szabad lemezterület nagyságának számításához szükséges információkat, az esetlegesen meghibásodott szektorok adatait.

6.3. Merevlemezek részei

A merevlemezeknek számos típusa létezik, azonban fizikai kialakításukat és felépítésüket tekintve ezek az eszközök nagymértékben hasonlóak. Eltérések leginkább a winchestert vezérlő elektronikában, az interfész típusában, valamint a felhasznált anyagok minőségében tapasztalhatók. Funkcionálisan a következő részekre bonthatjuk a merevlemezeket:

- Mágneslemezek
- Író/olvasó fejek
- Fejmozgató mechanizmus
- Tengelymotor
- Vezérlő elektronika

6.3.1. Mágneslemezek

A merevlemezek belsejében az adatok tárolása egy vagy több mágneslemez felületén történik. Ezek a lemezek lényegesen keményebbek és nagyobb szilárdságúak, mint a hajlékonylemezekben található adathordozók, ezért is nevezik ezeket a háttértárolókat merevlemezeknek. A HDD-kben található korongok jellemzően kétféle alapanyagra épülhetnek, a régebbi típusok alumíniumból, az újabbak pedig általában üvegből vagy üveg és kerámia keverékből készülnek. Az üveg alapú lemezek merevebbek, kevésbé érzékenyek a szélsőséges hőmérsékletekre, ezáltal kisebb a lemezek elhajlásának veszélye. A merevebb anyagszerkezet lehetővé teszi a vékonyabb lemezek alkalmazását, amiből adott magasságú házba több építhető, ez pedig a kapacitás jelentős növekedését vagy a meghajtó méretének csökkentését teszi lehetővé.

6.3.1.1. Fizikai méretek

A PC-khez használt HDD-k leggyakrabban 3 1/2"-os méretben készülnek, de léteznek más átmérőjű korongok is.

- **5 1/4"** – ezekben a manapság már ritkán látható eszközökben a lemezek átmérője 130 mm. Az ilyen típusok magassága általában csak 1/4-e a teljes magasságú 5 1/4"-os meghajtókének, vagyis a fele a CD-ROM meghajtók magasságának. Az 5 1/4"-os merevlemezek egyik legismertebb sorozata a Quantum BigFoot széria, amire nem az átlagosnál nagyobb kapacitás, hanem a 3 1/2"-os merevlemezekénél nagyobb szektorméret, ezáltal pedig az adatok biztonságosabb tárolása jellemző.
- **3 1/2"** – napjaink legnépszerűbb merevlemez formátuma, a használt lemezek átmérője 95 mm.
- **2 1/2"** – a hordozható számítógépek tipikus háttértárolója. A 65 mm átmérőjű hordozófelület vagy hordozófelületek egy mindössze 9,5x70x100 mm-es házban foglalnak helyet, és az egész meghajtó súlya általában 100 gramm alatt marad. Ez a súly és méret még elfogadható a hordozható PC-k kategóriájában és a maximális tárolókapacitás is elegendő a notebookot használók döntő többségének.
- **1 3/10"** – ezek az apró méretű háttértárolók általában notebookok kiegészítői lehetnek, mivel egy II-es típusú PC kártyába integrálva kerülnek forgalomba. A 48 mm átmérőjű lemez felületén maximum 5 GB információ tárolható, azonban itt már a tárolás megabájtontonkénti költsége lényegesen magasabb az átlagos merevlemezekénél.
- **1"** – a CF kártyába épített merevlemezek 34 mm-es korongot tartalmaznak, maximális tárolókapacitásuk 4 GB! Ezeket az eszközöket az IBM MicroDrive néven vezette be a piacra 1998-ban. A MicroDrive a megjelenését követően magas ára ellenére vált népszerűvé, mivel abban az időben még nem léteztek azok a CF memóriakártyák amik kapacitásban felvehették volna a versenyt az IBM eszközeivel. Napjainkra ezeknek az eszközöknek a jelentősége csökkent, mivel hasonló kapacitású memóriakártyák a MicroDrive-al összemérhető áron kaphatók. Ezek az apró tárolóeszközök digitális fényképezőgépek és kamerák, kézi számítógépek, MP3 lejátszók, mobiltelefonok tartozékai lehetnek, amennyiben nagy mennyiségű információ tárolására van szükség.

A számítástechnika világában a fentiekén kívül létezik még néhány méret a merevlemezek piacán, azonban a PC-k világára csak a felsoroltak jellemzőek.

6.3.1.2. Hordozóréteg

A lemez anyagától függetlenül, az információt minden esetben a lemez felületét bevonó, vékony mágneses réteg hordozza. A hordozórétegeknek három típusát szokás alkalmazni merevlemezek esetében:

- A hordozóként alkalmazott **oxidréteg** több komponensből készül, aktív alkotóelemként vas-oxidot használva. A réteg felvitele viszonylag egyszerű módon történik. A nyers lemezre megfelelő, vas-oxidot is tartalmazó szirupot öntenek, ami a lemez nagy sebességű forgása közben a centrifugális erő hatására a lemez középpontja felől a szélék felé haladva szétterül és egyenletes bevonatot hoz létre a felületen. A felvitt réteg megszilárdulását követően a felület polírozása következik, majd a folyamatot egy védőréteg felvitele zárja. Az ilyen módon készített hordozóréteg a barnás, vagy borostyánsárga szín alapján ismerhető fel.



6.1. ábra. Vas-oxidréteg bevonatot használó winchester

Napjainkban már nem gyártanak ezzel a technológiával merevlemezeket, mivel nem érhető el vele a szükséges precíz felület kialakítása. A mágneses hordozóként használt oxidréteget annak lágyága is jellemzi, ami a fej egy esetleges mechanikai sérülése esetén okozhat visszaállíthatatlan adatvesztést.

- A napjainkra jellemző **vékony-film réteg** az előző bevonatnál vékonyabb, keményebb és tökéletesebben formázható felületet biztosít. A technológia lehetővé teszi a lemez felülete és az író/olvasó fej közti levegőréteg nagyságának csökkentését, aminek következtében nagyobb adatsűrűség érhető el. A felület keménységének köszönhetően a hordozóréteg mechanikai sérülésének esélye lényegesen kisebb, mint a már megismert vas-oxid réteggel bevont korongoké. A típust a tükrös emlékeztető felületéről ismerhetjük meg legkönnyebben.
- Az IBM által fejlesztett és 2001-ben piacra dobott **AFC** felülete egy olyan problémát próbál megoldani, amihez még nem értek el a merevlemez gyártók, de vélhetően már a közelében járnak annak a határnak, ahol az úgynevezett szupermágneses effektussal is számolniuk kell. A merevlemezek tárolókapacitása (adott fizikai méreteken belül) a sávok sűrűségétől és a lemez lineáris sűrűségétől



6.2. ábra. Vékony-film réteget használó winchester

függ. Mindkét értéket jelentősen befolyásolja annak az elemi tárolófelületnek a mérete, amit a gyártók folyamatosan igyekeznek csökkenteni. Ahogy ez az elemi felület egyre kisebb és kisebb lesz, annak mágneses állapotának megváltoztatásához egyre kevesebb energiára lesz szükség. Ez a folyamat mindaddig fokozódhat, amíg a mágneses állapot megváltoztatásához olyan kis energia is elegendővé válik, amit a környezet hőmérséklete is képes biztosítani. Ilyen esetben a mágneses tárolás instabillá, használhatatlanná válik, vagyis fellép a szupermágneses effektus³.

Az IBM a megelőzés érdekében fejlesztette ki az AFC (*Antiferromagnetically Coupled*) technológiát, melynek lényege, hogy a hordozóréteg folyamatos elvékonyítása helyett egy új réteg bevezetésével igyekezzenek növelni a mágneses jelek közti határok élességét. Az IBM felülete két mágnesezhető rétegből áll, amit egy három atom vastagságú Rutherfordium sáv⁴ választ el egymástól. A két egymás felett elhelyezkedő mágneses réteg ezek után mindig ellentétesen mágnesesedik fel, ami tovább növeli a rendszer stabilitását és lehetővé teszi a biteket tároló elemi mágneses felületek további csökkentését, a szupermágneses effektus bekövetkezése nélkül.

6.3.2. Író/olvasó fejek

A merevlemezekben általában minden hordozófelülethez egy író/olvasó fej tartozik. Figyelembe véve azt a tényt, hogy az adatok tárolása legtöbbször a lemezek mindkét oldalán történik, egy winchesterben a fejek száma a lemezek számának duplájaként adódik. Természetesen nem kötelező a gyártóknak a lemez mindkét felét használni, ilyenkor csak ahhoz az oldalhoz építenek be író/olvasó fejet a meghajtóba amelyen az adatok tényleges tárolása történik.

A gyártás költségeinek csökkentése érdekében gyakran alkalmazzák azt a megoldást, hogy kialakítanak egy közös konstrukciót, amit az elérendő legnagyobb kapacitáshoz méreteznek, majd a kisebb tárolókapacitású eszközöket is ezekre az alapokra építik. Ezekben a meghajtókban gyakran találhatunk olyan lemezeket, amiknek csak az egyik oldalán van író/olvasó fej, vagy egyáltalán nincs benne annyi lemez, mint ahányra a mechanikát egyébként felkészítették. Ezzel a módszerrel a különböző kapacitású

³Hogy pontosan milyen adatsűrűsége kell számolni a szupermágneses effektus hatásaival, az egyelőre nem tisztázott pontosan. A jelenleg piacon lévő meghajtók adatsűrűsége 5 Gb/cm^2 körül mozog, az elvi maximumot pedig jelenleg $22\text{-}30 \text{ Gb/cm}^2$ -re becsülik legtöbbször, azonban számos ettől eltérő vélemény is létezik.

⁴A két mágneses réteget elválasztó Rutherfordium sávot az IBM *pixie dust*-nak, vagyis tündérpornak nevezi.

merevlemezeket a gyártó egyetlen eszköz megtervezésével és azonos gépsorok alkalmazásával képes elkészíteni, úgy, hogy a meghajtóba csak az elérendő kapacitáshoz szükséges számú lemezt és író/olvasó fejet épít be. Az egyedüli különbség a meghajtót vezérlő elektronika programjában van, ami a meghajtó kapacitásához és a beépített lemezek és fejek számához igazodik.



6.3. ábra. A mechanika további lemezek és fejek beépítését teszi lehetővé.

Az író/olvasó fejeket a meghajtó kikapcsolt állapotában a mechanika rugók segítségével feszíti a lemez mindkét oldalának. Bekapcsolás után, ha a meghajtó eléri az üzemi fordulatszámát, a lemez felületén akkora légnyomás alakul ki, ami felemeli a fejeket a lemeztől. A fejet mozgató mechanika csak ezután kezd meg a pozicionálást, vagyis normál működés közben a lemez hordozórétege és az író/olvasó fejek között nincs fizikai kontaktus. A lemezek és a fejek között egy igen vékony légrés képződik, aminek nagysága döntően befolyásolja a maximális adatsűrűséget. Kezdetekben ez a távolság $6\text{ }\mu\text{m}$ körül mozgott, napjainkra ezt az értéket majdnem egy nagyságrenddel, 10 nm környékére sikerült csökkenteni.

6.3.2.1. Szennyeződések kiszűrése

Jól látható a fejeket és a lemezfelületeket elválasztó légrés méretéből is, hogy egy merevlemez igen precíz szerkezet. Belátható, hogy egy ilyen finomra hangolt mechanika a külső – főként működés közben érkező – fizikai hatásokkal szemben igen érzékeny. Normál körülmények között nem ajánlott a merevlemez meghajtók szétszerelése sem, mivel ebben az esetben olyan apró, a levegőben található szennyeződések kerülhetnek a meghajtó belsejébe, amik szabad szemmel nem is minden esetben láthatók, de könnyen a hordozófelület vagy a fej sérülését okozhatják.

Amennyiben a meghajtó szétszerelése például adatmentés vagy javítás miatt elkerülhetetlen, akkor ezt csak speciális légszűrő berendezésekkel ellátott, úgynevezett "tisztas szobában" érdemes megtennie a szakembereknek, ahol szigorú paraméterek rögzítik azt, hogy egységnyi térfogatú levegőben maximálisan mekkora méretű részecskék milyen számban fordulhatnak elő. Néhány mikrométeres szennyeződések azonban a normál működés során is keletkezhetnek a winchester belsejében, ami esetenként szintén gondot okozhatna. Ezért a meghajtókban a levegő áramlásának útjába egy olyan szűrőt építenek be, amely képes a $0,3\text{ }\mu\text{m}$ -nél nagyobb részecskék kiválasztására.

A legtöbb merevlemezes meghajtó tartalmaz egy második szűrőt is, amely a külvilág és winchester belseje között található. Ennek ismeretében könnyen belátható, hogy hamis az a széles körben elterjedt feltetelezés, hogy a merevlemezes meghajtókban légmentes tér található. Az úgynevezett lélegző nyílások kialakítására azért van szükség, hogy a külső környezet és az eszköz belsejének légnyomása kiegyenlítődhessen, a szűrő pedig a befelé áramló levegőt hivatott megtisztítani minden olyan szennyeződéstől, ami veszélyt jelenthetne a meghajtóra. Hogy ez a nyomáskiegyenlítés milyen értékek között valósulhat meg az adott eszköznél, azt a gyártó általában feltünteti a meghajtó technikai specifikációjában, azonban általánosan elmondható, hogy egy jó minőségű meghajtó a tengerszint alatti 305 métertől a tengerszint feletti 3050 méteres magasságig használható megbízhatóan. Mivel ez a magasság néhány speciális esetben nem elegendő, néhány gyártó már olyan meghajtókat is készít, amelyekben valóban légmentes tér található. Ezek az eszközök már szélsőséges körülmények között is megállják a helyüket, lényegesen megbízhatóbbak és tartósabbak az átlagos típusoknál.

6.3.3. Fejmozgató mechanizmus

A merevlemezes meghajtókban a legkényesebb feladat a fej precíz mozgatása a megfelelő sávra, valamint a fej sávon tartása a folyamatosan rezgésben lévő lemezfelületen. Számos megoldás létezik a fejek pozicionálására, azonban a HDD-k esetében minden megoldás két alapelve vezethető vissza. A léptetőmotorok alkalmazása inkább a kezdeti időkre volt jellemző, napjainkban gyakorlatilag minden winchester az úgynevezett *voice coil* motort használja.

A gyors és pontos pozicionálás nem csak azért fontos, hogy minél gyorsabb és gyorsabb meghajtókat használhassunk, hanem azért is, hogy ne következhesen be olyan hiba ami az adatok felülírásához vezetne. Például abban az esetben ha a számítógépbe valaki véletlenül belerúg amikor a winchester éppen írási műveletet végez, előfordulhat, hogy a fej egy másik sávra kerül és egy teljesen más szektort fog felülni. Ennek kivédésére, vagy legalább az adatvesztés lehetőségének csökkentésére vannak alkalmas és kevésbé alkalmas pozicionáló mechanizmusok.

A szigorú és folyamatos sávkövetés mellett más lehetőségek is vannak a külső erőhatásokkal szembeni védekezésre. Minden meghajtó esetében rögzíti a gyártó, hogy kikapcsolt és működő állapotban mekkora gyorsulást képes elviselni az adott eszköz maradó sérülés vagy adatvesztés nélkül. Ez a probléma leginkább talán a hordozható számítógépekbe épített merevlemezeket érinti, mivel ezeket bekapcsolt állapotban is számos erőhatás érheti. Éppen ezért néhány rendszerben olyan érzékelők is találhatók, amelyek ha egy előre meghatározott értéknél nagyobb erőhatást érzékelnek képesek az írási műveletek felfüggesztésére, amit a meghajtó csak a fej újbóli pozicionálása után folytat.

6.3.3.1. Léptetőmotoros fejpozicionálás

A technika alkalmazása leginkább a 100 MB alatti merevlemezekre volt jellemző, amelyek gyártása az 1990-es évek elején fejeződött be⁵. A léptetőmotoros mechanizmusok legfőbb jellemzője, hogy csak diszkrét pozíciók felvételére képesek, vagyis a vezérlés nem pozicionálhatja a fejeket tetszőleges helyre. A léptetőmotor sávról-sávra mozgatja a fejeket, azonban a vezérlés nem kap semmiféle visszajelzést arról, hogy azok valóban a megfelelő cylinder felett tartózkodnak-e.

Az ilyen fejmozgató mechanizmussal ellátott merevlemezes meghajtók legfőbb problémája a hőmérséklet és a meghajtó helyzetének megváltozásakor jelentkezik. A meghajtó működése során a lemezek a nagy sebességű forgás következtében felmelegednek, ami kis mértékű hőtágulással jár együtt. A lemez hőtágulásával természetesen a sávok pozíciója is megváltozik, ráadásul ez a változás csak igen apró, éppen ezért szinte kiszámíthatatlan. A sávok tervezettnél nagyobb mértékű elmozdulásának követésére pedig a mechanika képtelen, mivel az a fejeket csak egy teljes sávval arrébb lenne képes pozicionálni.

⁵Léptetőmotorokat ma is használnak a PC-kben, a hajlékonylemezes meghajtókban, szintén az író/olvasó fej pozicionálására.

A probléma a meghajtó beépítési helyzetének megváltoztatásával tovább fokozódhat. Ha egy vízszintes helyzetbe szerelt meghajtót egyszer csak az oldalára fordítunk, akkor könnyen előfordulhat, hogy az eszköz képtelenné válik az adatok írására és olvasására. Ilyenkor a meghajtó újraformázása jelenthet megoldást, ami természetesen a winchesteren tárolt adatok elvesztésével jár. Az újraformázás mint megelőzés is szóba kerülhet ezeknél a típusoknál, ugyanis ha bizonyos időközönként elvégezzük ezt a műveletet, akkor kisebb lesz az adatvesztés esélye.

6.3.3.2. Voice coil fejpozicionálás

A furcsa és magyarra kissé nehezen fordítható elnevezés egyszerű mechanikai megoldást és bonyolult vezérlést takar. A fejeket tartó kar egy két mágnes között elhelyezett tekercs segítségével mozdul el a kívánt irányba, a tekercset gerjesztő áram erősségének függvényében. A vezérlés állandóan figyeli az író/olvasó fejek helyzetét, és ha szükséges, akkor korrekciót végez.

Az aktuális helyzet figyelése tehát a pozicionálás talán legfontosabb része. Ennek megvalósításához a gyártás során olyan speciális információkat helyeznek el a lemez felületén, amelyek kizárólag helyzetmeghatározásra használhatók. Ha ezek az információk megsérülnek, olvashatatlanok válnak, akkor az egész meghajtó használhatatlan lesz, mivel a vezérlés képtelen lesz meghatározni és beállítani a fejek helyzetét. Arra, hogy hová kell elhelyezni ezeket a kiemelt fontosságú jeleket több eltérő megoldás is született.

Dedikált szervó mechanizmus. Egy logikailag igen egyszerű megoldást alkalmaztak leggyakrabban a kezdeti időkben, ami úgy oldotta meg a problémát, hogy egy teljes lemezfelületen csak olyan jeleket tároltak, ami a fejek pozicionálását segítette. Ez a felület nem módosítható, információ tárolására nem alkalmas, az ehhez tartozó fejek kizárólag annyi a feladata, hogy az aktuális pozíciót beolvassa és a vezérlés felé továbbítsa. Megfelelő mechanikai precizitás mellett már könnyen elérhető, hogy a többi fej is azonos sávon mozogjon, vagyis mindegyik egy cilindert írjon, olvasson. A dedikált szervó előnye közé tartozik a helyzetre vonatkozó információk folytonos rendelkezésre állása, a gyors és precíz korrekció lehetősége. Önmagában ez a módszer azonban ma már ritkán kerül alkalmazásra, mivel egyrészt veszteséges a tárolható hasznos információ mennyiség szempontjából, másrészt – és ez sokkal fontosabb –, a sávok szélessége olyan mértékűre csökkent az idők során, hogy az egyes lemezek egymáshoz viszonyított rezgése összemérhetővé vált a sávok szélességével, ami lehetetlenné tette, hogy ez a megoldás önmagában elegendő pontosságot biztosítson a fejek pozicionálásához.

Beékelt szervó mechanizmus. Egy szintén egyszerű, de kevésbé életképes megoldás a beékelt szervó mechanizmus. Ebben az esetben a pozicionáláshoz szükséges információkat az adatterület egy részén helyezik el, egészen pontosan a sáv elejét jelző index területet megelőzően az úgynevezett pre-index részben. Ha ezeket a réseket egy teljes felületen felrajzoljuk, akkor a lemez közepétől a szélei felé növekvő ék alakot láthatunk, amiről a módszer a nevét is kapta. A beékelt szervó mechanizmus hátránya, hogy minden körülforduláskor csak egyszer van lehetőség az aktuális helyzet beolvasására, vagyis egy meghatározott helyre történő pozicionálás több körülfordulásnyi ideig is eltarthat, ami lényegesen lelassíthatja az eszköz működését.

Beágyazott szervó mechanizmus. Manapság a legelterjedtebb, általánosan alkalmazott megoldás. Hasonló a szervó információk beékeléséhez, azonban itt nem a sávok elején helyezik el a megfelelő jeleket, hanem minden szektor kezdetét megelőzően. Így egy körülfordulás alatt több százszor juthat a vezérlés a fej helyzetére vonatkozó fontos információkhoz, ami igen gyors és precíz beavatkozást tesz lehetővé, ha egy adott fej letérne a sávról. A megoldás további előnye, hogy minden felülethez és fejhez tartoznak speciális, a sávkövetést segítő információk, amik lehetővé teszik annak megállapítását, hogy

melyik fejnél jelentkezett a probléma. Természetesen a beékelt és beágyazott információk felülírása sem lehetséges – erről egyébként a meghajtót vezérlő elektronika gondoskodik –, hiszen ez a meghajtó működésképtelenségéhez vezetne.

6.3.4. Tengelymotor

A winchesterekben található lemezeket forgató motor – amit tengelymotornak is nevezünk – mindig közvetlenül kapcsolódik a meghajtandó tányérokhoz. A motornak mindenfajta zajtól és vibrációtól mentes hajtást kell biztosítania annak érdekében, hogy a lemezek forgása sima és egyenletes maradjon, ezért semmilyen közvetett megoldás (szíj, fogaskerekek) nem jöhet szóba. Igen fontos a lemezek egyenletes forgása, vagyis a motor sebességének állandó, megfelelő értéken tartása. A fordulatszám figyelését ezért egy, a motorhoz tartozó elektronika végzi ami szükség esetén képes korrigálni a megváltozott fordulatszámot⁶.

Napjaink winchestereinek fordulatszáma 4.800 és 15.000 között mozog percenként, ami 80 és 250 közötti másodpercenkénti körbefordulást jelent. Ez a sebesség már igen precíz kialakítást kíván az eszközt hajtó motortól, azonban hagyományos golyóscsapágyak esetén a csapágyak golyóinak és gyűrűinek tökéletlensége miatt könnyen felléphetnek nemkívánatos rezgések. A problémára megoldást jelenthet a folyadékfilmes csapágyak alkalmazása, ami jelenleg az új irányvonalat képviseli a tengelymotorok gyártásában. Ennek alkalmazásával a motor álló- és forgó része között egy vékony, egyenletes filmszerű folyadék réteg jön létre, ami lehetővé teszi azt, hogy a forgórész szinte lebegjen az állórész körül. A folyadékfilm alkalmazása a golyóscsapágyaknál körülbelül egy nagyságrenddel simább siklást biztosít, ami előrevetíti annak lehetőségét, hogy a technológia néhány éven belül teljesen általánossá és megszokottá váljon.

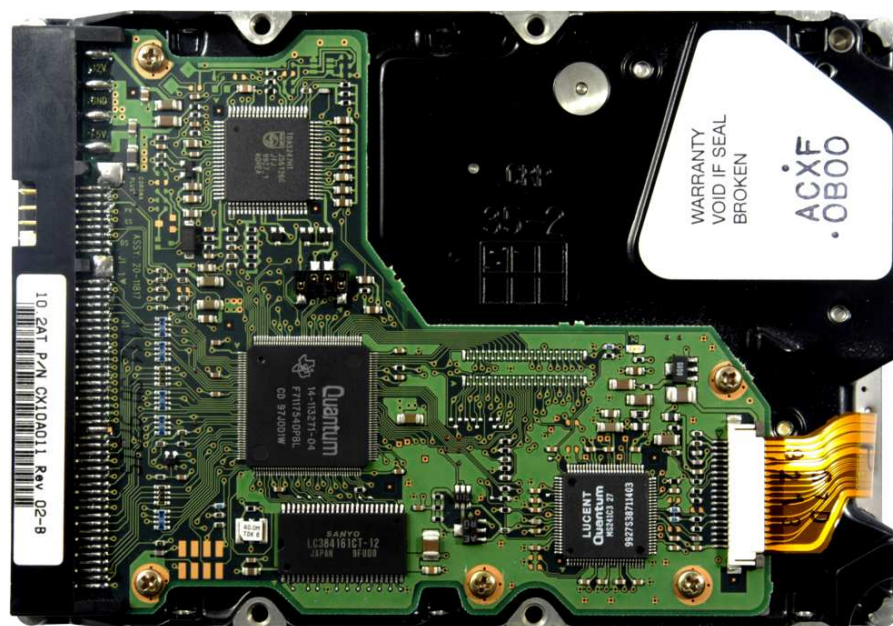
6.3.5. Vezérlő elektronika

A merevlemezes meghajtókat mikroprocesszoros elektronika vezérli, az elektronikán egy vagy két processzor kap helyet. Ha két processzor végzi a meghajtó irányítását, akkor az egyik általában az adatforgalom lebonyolítását, a másik pedig a motort és a fejek pozicionálást irányítja. Az elektronika általában a meghajtók alján helyezkedik el, és ez a winchesterek egyetlen olyan része, amit szinte bárki képes lehet kicserélni. Ez azért is lényeges, mert bármilyen furcsán is hangzik, a meghajtók elektronikája gyakrabban hibásodik meg mint az eszközök mechanikája.

A lemez meghajtót vezérlő elektronika meghibásodása szerencsés esetben nem okoz mechanikai sérülést sem a lemezek felületén, sem pedig a fejeket mozgó mechanikában. Ilyen esetben ugyan a meghajtó használhatatlanná válik, de a rajta tárolt adatok nem vesznek el, "csak" a felhasználó számára ideiglenesen vagy végleg elérhetetlenné válnak. A megoldás tehát egyszerűnek tűnhet: vásárolunk egy új elektronikát, kicseréljük a meghibásodott panelt, és boldogan használjuk tovább a meghajtót. A valóságban azonban sajnos az a helyzet, hogy egyetlen gyártó sem árusít külön elektronikát a meghajtóihoz, és ez igencsak megnehezíti a hibaelhárítást.

Az adatok mentésére házilag a következő lehetőségünk kínálkozik. Amennyiben lehetséges vásárolunk egy, a meghibásodott típussal teljesen azonos meghajtót és az új eszköz elektronikájával helyettesítjük a meghibásodottat, amivel minden reményünk szerint újra működni fog a winchesterünk.

⁶Néhány nevesebb gyártó a merevlemezes meghajtók fordulatszámának és más paramétereinek figyeléséből képes megjósolni az eszközök meghibásodását akár napokkal, hetekkel előre. Ilyen esetekben ajánlott azonnal biztonsági mentést készíteni az adott meghajtóról és gondoskodni a cserekészülék beszerzéséről.



6.4. ábra. Winchester vezérlő elektronika



Mielőtt az elektronika cseréjébe kezdenénk, érdemes átgondolni annak a lehetőségét is, hogy valamilyen mechanikai hiba okozta az elektronika meghibásodását. Ilyen és hasonló esetekben valószínűleg az újonnan beszerzett vezérlő áramkör is az előzővel hasonló sorsra fog jutni és már két használhatatlan meghajtónk lesz. Ez leginkább akkor kellemetlen ha az elektronikát nem vásároltuk, hanem valakitől kölcsönkértük az adatmentés idejére.

A bemutatott lehetőség elég költségesnek tűnhet, azonban ha nem sikerül működő elektronikát beszerezünk, akkor egy szakértő cég által végzett adatmentés ennek sokszorosába is kerülhet. Minden kizárólag attól függ, hogy az elvesztett, pontosabban elérhetetlen adatok számunkra mennyire fontosak.

6.3.5.1. Csatlakozók és jumperek

A meghajtók elektronikájának részét képezik azok a csatlakozók is, amelyek a PC-k egyéb részegységeivel való kapcsolattartást szolgálják. Ezek közül minden merevlemez meghajtón megtalálható a két legfontosabb, az eszköz által használt interfész csatlakozója és a tápellátást biztosító csatlakozó.

Mivel a merevlemez esetében több interfész típus (ATA, SCSI, SATA) is szóba jöhet, az egyes típusok speciális tulajdonságait most nem részletezzük. Természetesen ez a csatlakozási pont minden esetben igen fontos, mivel ezen keresztül történik az adatok és vezérlő információk szállítása a háttértároló és a meghajtót vezérlő egységek között. Az winchesterekhez használt adatkábel említésére a legtöbb embernek a 40 eres szalagkábel képe ugrik be, azonban az elkövetkezendő néhány évben a Serial ATA vezérlők elterjedésével vélhetően ezek szépen lassan kiszorulnak a PC-k köréből.

Mivel a merevlemezek működtetéséhez nem kevés energiára is szükség van, a tápegység által szolgáltatott 5 V és 12 V illesztéséről is gondoskodni kell. A 3½"-os meghajtóknak általában mindkét feszültség-szintre szükségük van, a 12 V-os jelszint a tengelymotort és az író/olvasó fejeket mozgató motort táplálja,



6.5. ábra. ATA merevlemez csatlakozói

az 5 V pedig az elektronika működtetéséhez elengedhetetlen. Arról, hogy a különböző feszültség szintek a megfelelő helyekre jussanak olyan kialakítású aljzatok és dugók gondoskodnak, amelyek normál körülmények között fordítva nem csatlakoztathatók. Azonban mindenképp érdemes a helyes illesztést megfelelő gondossággal elvégezni, mivel kopott vagy sérült dugók esetén, vagy egyszerűen csak túlzott fizikai erő alkalmazásával sikerülhet fordítva a meghajtóba dugni a tápegység csatlakozóját, ami a két jelszint felcserélését és ezáltal a meghajtó elektronikájának tönkretételét jelenti.

A hordozható gépekbe szánt, kisebb méretű meghajtók működéséhez általában csak 5 V szükséges, mivel ezeknek a meghajtóknak a teljesítményfelvétele is lényegesen kisebb. Érdekesség, hogy például a 2 1/2"-os meghajtók esetében az elektronikán csak egy csatlakozósor található, amelyen mind az energiaellátást, mind az adatáramlást biztosító csatlakozópontok megtalálhatók.

A jumpernek nevezett apró kapcsolókból is találunk néhányat a vezérlő elektronika paneljén, ezek segítségével a meghajtó különböző paramétereit változtathatjuk meg. A jumperek jelentésére (hogy melyik kapcsoló milyen paramétert befolyásol) nincsenek általános szabályok, de a legtöbb meghajtón megtalálhatók a pontos beállításhoz szükséges információk.

6.4. Merevlemezek jellemzői

Hogy miben különbözhet egymástól két merevlemez, azt nehéz lenne felsorolni is. A következő fejezetekben azokat a jellemzőket ismerhetjük meg, amelyek döntően befolyásolhatják, hogy adott felhasználónak milyen meghajtóra van szüksége. A felsorolt jellemzők az általános felhasználás során jelentkező különbségeket igyekeznek bemutatni, melyek természetesen további speciális és apró részletek összességéből adódnak.

6.4.1. Kapacitás

A kapacitás fontosságának bemutatása nem tűnik túlságosan bonyolult feladatnak, egyszerűen azt is mondhatnánk, hogy minél nagyobb egy winchester kapacitása, az nekünk annál jobb. És ez lényegében így is van, hiszen gyakran szembesülünk azzal a ténnyel, hogy egyszerűen nem létezik akkora winchester, amit ne tudnánk megtölteni adatokkal.

Visszaemlékezve az első számítógépemre és a benne található 40 MB-os merevlemezre, azt gondoltam, hogy ez mindenre elég lesz. Aztán ahogy az ember ismeretei bővülnek, egyre több dologra igyekszik használni ugyanazt a meghajtót, és hamar rá kell döbbernem, hogy tévedtem. Miután már napi problémák adódtak a lemez kapacitásából, egy 850 MB-os eszköz beszerzése következett. Miután erre mindent átmásoltam a régi meghajtóról, még mindig 20x annyi üres hely maradt, mint amennyivel addig gazdálkodtam, az örömöm határtalan volt ... legalábbis néhány hónapig. Jelenleg egy 40 GB-os winchesterrel felszerelt notebookot használok a napi munkám során amit annak ellenére is kezdek kinőni, hogy a teljes

kapacitásnak csak az $\frac{1}{2}$ része szolgál felhasználói adatok tárolására. És akkor még nem is beszéltem az asztali gépek meghajtóin tárolt esetenként több száz gigabájtról.

6.4.1.1. Szabványok korlátozásai

Sajnos nem csak a pénztárcánk és a piacokon megjelenő legnagyobb kapacitás szab határt abban, hogy mekkora winchestereket használhatunk. Nyilvánvaló, hogy egy adott kapacitással gyártott és forgalmazott meghajtó minden esetben olyan szabvány szerint készül, ami alkalmas a teljes tárolókapacitásának kihasználására. Azonban ez még nem biztosíték arra, hogy ezt az eszközt a saját számítógépünkbe építve is teljes egészében használhatjuk. Természetesen a meghajtót kezelő vezérlőnek is ismernie kell azt a szabványt ami alapján a merevlemez készült, különben az együttműködés nem lesz megfelelő.

Az ATA specifikáció megalkotásakor a maximális kapacitást 137 GB-ban határozták meg, ami az 1984-es megjelenéstől kezdve sokáig elegendőnek is tűnt. 2001-ben azonban már megjelent az ATA-6 szabvány, ami már 144 PB⁷-ban maximalizálja az ATA-6 szabványú merevlemez meghajtók kapacitását. Ez mai szemmel nézve szinte elképzelhetetlen mennyiségű adat tárolását jelenti, azonban könnyen lehetséges, hogy az ehhez hasonló nagyságrendek 20 év múlva mindennaposak lesznek. A PC-kben winchesterekhez is használt másik szabvány, az SCSI 2,2 TB-os maximális kapacitást definiált, azonban az SCSI parancskészletet szintén 2001-ben kibővítették, aminek következtében a kapacitás maximuma 9,44 ZB⁸-ra (!) emelkedett.

6.4.1.2. BIOS korlátozások

A szabványoknál sokkal komolyabb korlátozást jelentenek a PC-kben használt alaplap BIOS-ok, mivel a legtöbb PC-ben az alaplapon található vezérlő végzi a merevlemez meghajtók irányítását. Ezeknek a szoftvereknek a korlátozásából eredő problémákkal lényegesen gyakrabban találkozhatunk, mivel az 1998 előtt gyártott BIOS-okra a 8,4 GB-os, az 1998 és 2002 között gyártott BIOS-okra pedig a 137 GB-os korlát jellemző. Szerencsére a legtöbb alaplap már egyszerűen felülírható flash-BIOS-t használ, így a felhasználónak általában lehetősége van a BIOS frissítésére.

Amennyiben olyan alaplappal rendelkezünk, amelyik 1998 vagy 2002 előtt készült, és 8,4 GB-nál vagy 137 GB-nál nagyobb winchestert szeretnénk vásárolni, akkor először érdemes felkeresni az alaplap vagy a számítógép gyártójának a honlapját (vagy képviselőjét) és meggyőződni arról, hogy az adott BIOS képes a vásárolni kívánt meghajtó kapacitásának kezelésére, vagy létezik megfelelő frissítés a BIOS-hoz. Amennyiben a BIOS nem képes a szükséges kapacitás kezelésére és nem is frissíthető, akkor még mindig két megoldással számolhatunk. Vagy beszerzünk egy külön vezérlőkártyát ami már alkalmas az új meghajtó kezelésére, vagy magát az alaplapot cseréljük ki. Bár az utóbbi lényegesen drágább megoldás, mégis megfontolandó, mivel a fokozott elvárásoknak köszönhetően könnyen előfordulhat, hogy a közeljövőben egy újabb korlátba ütközünk.

6.4.1.3. Operációs rendszerek korlátozásai

A konkrét operációs rendszerek megnevezése nélkül, általánosságban az mondható el, hogy az új eszközök és kapacitások, a náluk lényegesen régebbi operációs rendszereknek jelenthetnek problémát. Ennek az az oka, hogy minden operációs rendszert úgy igyekeznek megírni, hogy az adott kor technikai szintjén túlmutassanak, vagyis a merevlemez meghajtók esetében az operációs rendszer kiadásakor elérhető legnagyobb kapacitásnál lényegesen nagyobb háttértárolók használatára is alkalmas legyen a szoftver.

⁷1 peta = 10^{15}

⁸1 zetta = 10^{21}

6.4.2. Teljesítmény

Egy winchester teljesítményére sok tényező lehet hatással, azonban mindezek együttese a meghajtóra jellemző adatátviteli sebességében és átlagos hozzáférési időben tükröződik.

6.4.2.1. Adatátviteli sebesség

Az adatátviteli sebesség a merevlemez meghajtók teljesítményének legfontosabb jellemzője. A valóságban többféle adatátviteli sebesség létezik, azonban a gyártók és a forgalmazók ezek közül általában csak egyet közölnek és a reklámanyagokban azt sem tüntetik fel, hogy a megadott érték a meghajtó melyik átviteli sebességét tükrözi. Persze a magára valamit is adó gyártó a meghajtó részletes technikai specifikációjában pontosan megadja a háttértároló jellemző értékeit, éppen ezért fontos, hogy ezekből tájékozódjunk. A következő átviteli sebességek jellemezhetnek egy winchestert:

- A nyers lemez maximális adatátviteli sebessége.
- A nyers lemez minimális adatátviteli sebessége.
- A nyers lemez átlagos adatátviteli sebessége.
- A formázott lemez maximális adatátviteli sebessége.
- A formázott lemez minimális adatátviteli sebessége.
- A formázott lemez átlagos adatátviteli sebessége.
- Az interfész adatátviteli sebessége.

A felsoroltak közül a legmagasabb érték az interfész adatátviteli sebességéhez tartozik. Ez az érték a valóságban nem befolyásolja döntően egy meghajtó teljesítményét, mivel ez az adott interfészre vonatkozó elvi maximumot jelenti, amit a meghajtók a gyakorlatban meg sem közelítenek. Például egy ATA-100-as meghajtó esetében az interfészre vonatkozó maximális adatátviteli sebesség 100 MB/s, de egy ilyen meghajtó a valóságban ennek az elvi maximumnak körülbelül csak a felét közelíti.

Meg kell továbbá különböztetni a meghajtó maximális, minimális és átlagos átviteli sebességét. Ennek az az oka, hogy a valóságban a lemez felületén a szektorok mérete közel azonos, ami azt is jelenti, hogy a belső (rövidebb) sávok kevesebb, míg a külső (hosszabb) sávok több szektort tartalmaznak. Mivel a meghajtókban lévő lemez mindig azonos sebességgel pörög, a külső sávokon egy körülfordulás alatt több szektor, vagyis több adat olvasása vagy írása lehetséges. A maximális átviteli sebesség tehát a külső sávokon, a minimális átviteli sebesség pedig a belső, kevesebb szektort tartalmazó sávokon értelmezhető.

Az átlagos sebesség meghatározása kicsit bonyolultabb feladat. Az átlag meghatározása legegyszerűbben a maximális és a minimális átviteli sebesség számtani közepének számításával történhet. Mivel azonban egy lemez felületét nem csak két zónára, külső és belső sávokra osztják a mai meghajtókban, a számítás tovább bonyolítható. A gyakorlatban kettőnél több zónát⁹ szokás kialakítani, mivel ezzel a módszerrel jelentős kapacitásnövekedés érhető el. Elméletben a kapacitás szempontjából az optimális megoldást a minden esetben azonos méretű szektorok jelentenék, vagyis ha belülről kifelé haladva minden sáv egyre több azonos fizikai méretű szektort tartalmazna. Ez a megoldás azonban nem hozna akkora hasznot a kapacitásnövelésben, mint amennyire a meghajtót vezérlő elektronikát megbonyolítaná, ezért a tervezésnél optimális megoldást kell keresni. Ez általában tíz körüli zóna kialakítást jelenti. Az átviteli

⁹A zónának a merevlemezen azokat az egymást követő sávokat nevezzük, ahol a sávonkénti szektorszám azonos.

sebesség természetesen a zónákon belül azonos, de minden egyes zónában más és más. Az átvitel sebesség pontos átlagának kiszámításához az egyes zónák átviteli sebességének átlagát kell kiszámolni, ami a gyakorlatban közel azonos a két szélsőérték átlagával.

Az átviteli sebesség szempontjából fontos különbség az is, hogy a nyers vagy a formázott lemezek átviteli sebességéről beszélünk. A nyers lemezek esetében az átviteli sebesség lényegesen (körülbelül 15-25%-al) magasabb, mivel ilyenkor a teljes lemezfelületen található információk olvasási sebességének mérése történik. Mivel minden sáv tartalmaz a vezérlést és az azonosítást lehetővé tevő információkat, a sávokon tárolható felhasználói információ mennyisége mindig kisebb a sáv maximális (formázatlan) kapacitásánál. A formázott lemezek adatátviteli sebességének mérésénél így csak azoknak a biteknek az írása vagy olvasása számít bele az egységnyi idő alatt átvitt információmennyiségbe, amelyek felhasználói adatokat tartalmaznak.

A gyakorlatban tehát a felhasználó számára a meghajtó formázott lemezekre vonatkozó átlagos adatátviteli sebessége szolgáltatja a legtöbb információt. Természetesen az egyéb értékek összevetéséből is kiderülhet, hogy melyik meghajtó nyújtja adatátvitel tekintetében a jobb teljesítményt, azonban ez az az érték, amit a felhasználó, vagy bizonyos programok elvárhatnak a meghajtótól.

Azt már láttuk, hogy a lemezek azonos sebességgel történő forgása esetén a sávonkénti szektorszám határozza meg az adatátviteli sebességet. Vagyis minél több szektor található az adott sávon, azonos fordulatszám esetén annál nagyobb lesz a meghajtó adatátviteli sebessége. Felmerülhet a kérdés, hogy a fordulatszám megváltozása milyen hatással lehet a vizsgált jellemzőre? Természetesen az előző állítás megfordítása is igaz. Vagyis azonos sávonkénti szektorszám mellett a nagyobb fordulatszámon üzemelő meghajtó fogja a jobb teljesítményt nyújtani. A mai asztali gépekben használt újabb winchesterek fordulatszáma általában 7.200 rpm, a régebbi típusok percenként csak 5.400-szor fordulnak körbe. Notebookok meghajtóira jellemző még a 4.200 rpm, a nagy teljesítményű munkaállomások és szerverek meghajtóira pedig a 10.000 és a 15.000 rpm.

Jól látható, hogy jelentős különbségek vannak az egyes meghajtók között. Azonos struktúra mellett egy 5.400-as fordulátú és egy, a csúcstechnológiát képviselő 15.000-es fordulatszámon üzemelő meghajtó között az adatátviteli sebesség különbsége közel háromszoros lesz! Kérdés, hogy mindez megéri-e nekünk? Ugyanis amíg az 5.400-as és 7.200-as meghajtók közötti árkülönbség minimális, az ennél gyorsabb eszközök már külön árkategóriát képviselnek.

6.4.2.2. Átlagos hozzáférési idő

Azt az időt, ami ahhoz szükséges, hogy a winchester egy tetszőleges szektorában található információt elérjük átlagos hozzáférési időnek (*Average Access Time*) nevezzük. Pontosabban átlagos hozzáférési időnek azt nevezzük, amit sok, véletlenszerűen elhelyezkedő és egymást véletlenszerű sorrendben követő szektor elérésének átlagából számítunk. A tesztprogramok is ezt a módszert használva igyekeznek minél pontosabb információt szolgáltatni a vizsgált meghajtóról. Hogy miért kell több mérést végezni és ezek átlagát vizsgálni, arra magyarázatul az átlagos hozzáféréshez szükséges idő felbontása szolgálhat.

Átlagos keresési idő. Az az általában miliszekundumokban mérhető idő, ami ahhoz szükséges, hogy az író/olvasó fejek a lemez egy tetszőleges cilinderéről egy meghatározott cilinderre álljanak. Könnyen belátható, hogy a megfelelő cilinder kereséséhez szükséges időnek is az átlagával kell számolni, mivel egy kiragadott mérés valószínűleg hamis eredményt szolgáltatna a meghajtó teljesítményével kapcsolatban. A keresés során két szélsőérték lehetséges. A megfelelő cilinderre álláshoz a legrövidebb időre akkor van szükség, ha a fejek már a kérés kiadásakor is az adott cilinderen állnak. Ilyenkor a keresési idő gyakorlatilag nulla. A legrosszabb esetben – amikor a keresési idő maximális – a fejeket a két szélső cilinder között kell mozgatni, vagyis a legbelső sávokról a legkülsőkre, vagy fordítva. A meghajtó normál működése során az átlagos keresési idő (*Average Seek Time*) e két szélsőérték között, körülbelül félúton

található. A gyakorlatban a sávra pozicionálás gyorsaságában nem mérvado a meghajtó által használt interfész vagy vezérlőkártya, a jelentős különbségek a fejmozgató mechanizmusból adódhatnak.

Lappangási idő. A hozzáférési idő másik összetevője a lappangási idő, vagyis a *Latency*. A latency az az időintervallum, amíg a sávra pozicionált fej a keresett szektorhoz ér. A lemezek állandó forgása miatt ennek az időnek is van egy lehetséges minimuma és maximuma. Minimális, gyakorlatilag nulla lappangási idővel abban a szerencsés esetben kell számolnunk, ha a sáv megtalálása éppen a keresett szektor előtt (kellő távolságban) történt meg, ilyenkor az adatok olvasása azonnal megkezdődhet. Azonban ha a sávra történő pozicionálás pontosan a keresett szektor után fejeződött be, akkor a szektor olvasásának újbóli lehetőségére egy teljes körülfordulást kell várakozni. Az átlagos lappangási idő a két szélsőérték számtani közepeként adódik. Könnyen belátható, hogy a lappangást lényegében csak a lemezek fordulatszáma befolyásolja, vagyis minél nagyobb sebességgel forognak a lemezek a meghajtóban, annál kisebb lesz a lappangásból adódó átlagos idővesztés. A gyakorlatban ez az 5.400-as fordulatszámon működő meghajtók esetében 5,56 ms-ot, a napjainkra jellemző 7.200-as meghajtók esetében pedig 4,17 ms-ot jelent. A notebookokban még használt 4.200-as winchesterek átlagos lappangási ideje 7,14 ms, még a csúcstechnológiát képviselő 10.000 és 15.000 rpm-es egységeknek átlagosan 3 ms illetve 2 ms szükséges egy szektor sávon belüli megtalálásához.

6.4.2.3. Gyorstárak

Gyorstárakat, vagyis cache memóriákat nem csak a RAM hozzáférések, hanem a winchester hozzáférések idejének csökkentésére is használnak. A merevlemezekhez használt cache lehet a meghajtó elektronikájának vagy vezérlőjének részét képező memória, de lehet a RAM egy területe is, ilyenkor a folyamat irányítását egy speciális szoftver (például: SmartDrive) végzi. A gyorstár alkalmazásának oka hasonló mint az alaplapok és processzorok esetén: a lassú winchesterre gyakran kellene várakozni, amíg az a kért adatokat prezentálni képes. A cache memória használatával az olvasott¹⁰ adatokat nem csak az azt igénylő alkalmazás kapja meg, hanem az információ a gyorstárban is megmarad. Ha ugyanerre legközelebb is szüksége lesz egy programnak, akkor ez az információ már valahol egy memóriában található, vagyis sokkal gyorsabban hozzáférhető, mintha azt újból a mágneslemez felületéről kellene beolvasni. Manapság gyakorlatilag már minden winchester rendelkezik beépített gyorstárral, melyek mérete általában 2 MB. A nagyobb teljesítményű ATA merevlemezek 8 MB-os, a csúcsteljesítményű SCSI eszközök pedig 16 MB-os cache memóriával rendelkeznek.

6.4.3. Megbízhatóság

Egy merevlemez meghajtó esetében a megbízhatóság fogalma igen fontos, hiszen ezeken az eszközökön általában nagy mennyiségű adatot tárolunk. Arra, hogy valójában milyen fontos tényező is a megbízhatóság a legtöbben csak akkor jönnek rá amikor az általuk használt winchester tönkremegy és tartalmáról nem rendelkeznek biztonsági másolattal. Ilyenkor szerencsésebb esetekben speciális adatmentő cégek a meghajtó árának sokszorosáért általában képesek az adatok visszaállítására, azonban szerencsétlen esetekben (vagy ha nem áll módunkban megfizetni az adatmentés költségeit), akár több éves munkánk is kárba veshet.

Winchesterek esetében a megbízhatóság jellemzésére előszeretettel használt tulajdonság az MTBF (*Mean Time Between Failures*) érték, amely az adott típusra vonatkozó meghibásodások között eltelt időt jósolja meg üzemében. Ez az érték általában 200.000 és 1.000.000 óra között mozog, azonban fontos megjegyezni, hogy ezek csak valószínűsíthető számok. A meghajtó specifikációjában dokumentált értékek

¹⁰Természetesen a cache memória az írási műveleteknél is jól használható, azonban ilyenkor fennáll annak a veszélye, hogy bizonyos adatok amiket elvileg már lemezre mentettünk, még mindig a memóriában tárolódnak. Egy ilyenkor bekövetkező szoftver- vagy hardverhiba, esetleg egy áramszünet pedig azt eredményezheti, hogy a biztonságban hitt adatok elvesznek.

csak becsült adatok, a becslést az előző, hasonló anyagokból és technikával épült modellek statisztikáinak alapján végzik. Mivel az MTBF nem azt jelenti, hogy az általunk vásárolt meghajtó ennyi órát biztosan működni fog, ez az érték a néhány merevlemezt használók számára nem igazán lényeges¹¹. Sokkal fontosabb lehet ez a szám olyan informatikai felsővezetők számára, akik évente ezres nagyságrendekben szereznek be számítógépeket vagy merevlemezeket, hiszen esetükben egy jó döntéssel valószínűleg pénzt és időt takarítanak meg. Például ha 10.000 egyforma, 250.000 MTBF értékkel jellemzett meghajtót egy időben helyezünk üzembe, akkor ez azt jelenti, hogy átlagosan 25 óránként fog egy meghajtó meghibásodni, vagyis szinte minden nap. Ha 1.000.000-os MTBF értékkel rendelkező meghajtókat használunk, akkor az átlagos meghibásodások csak valamivel ritkábban, mint négy naponta fognak bekövetkezni.

Természetesen a jóslott értékek csak üzemszerű működésre vonatkoznak, az egyéb okból történő meghibásodások lehetőségét figyelmen kívül hagyják. A rázkódás, a statikus feszültség, a nem megfelelő tápfeszültség és egyéb káros hatások okozta meghibásodásokkal nem számolnak, nem is számolhatnak a gyártók. Ugyancsak nincs mód ezeknek az eseményeknek megjíósolni a várható bekövetkezését, hiszen nem tervezett eseményekről van szó.

Lehetőség van viszont az érzékelhető jellemzők figyelésére és ezáltal a tervezhető hibák bekövetkeztének jóslására. A SMART (*Self-Monitoring, Analysing and Reporting Technology*) révén a merevlemez meghajtók képesek olyan jellemzőiknek analizálására, amiből a megfelelő programok következtetéseket vonhatnak le, és szükség esetén figyelmeztethetik a felhasználót a lehetséges veszélyre. Hogy melyik meghajtó milyen jellemzőket vizsgál és milyen határértékek elérése esetén ítéli veszélyesnek a problémát arról mindig az eszközt gyártó cég határoz. A következő felsorolás néhány olyan jellemzőt mutat be, amelyeket a SMART felhasználhat a hibák előrejelzésére:

- A fej és a lemezek közti légrés vastagsága.
- Adatátviteli sebesség.
- Keresési idő.
- Keresési hibaarány.
- A lemezek felpörgetéséhez szükséges idő.
- A lemezek felpörgetésének száma.
- Áthelyezett szektorok száma.
- Fordulatszám.

A felsorolt jellemzők között találunk olyanokat amelyeknek egy meghatározott értéktől történő eltérése lehet figyelmeztető jel, ilyen például a lemezek fordulatszáma vagy az adatátviteli sebesség. Más tulajdonságok esetében – mint például az áthelyezett szektorok száma vagy a lemezek felpörgetésének száma – a határt egy bizonyos mennyiség túllépése jelentheti. A SMART ezeket és ehhez hasonló információkat használ fel ahhoz, hogy a hiba bekövetkezésének lehetőségét még a hiba tényleges bekövetkezése előtt jelezze a felhasználónak, akinek így lehetősége nyílik az adatok mentésére, a meghajtó meghibásodására való felkészülésre.

¹¹Természetesen ha két minden más paraméterében azonos meghajtó közül az egyiknek magasabb az MTBF értéke, akkor azt a típust kell választani.

7. fejezet

CD-ROM meghajtók

A CD (*Compact Disc*) nagy mennyiségű adat tárolására szolgáló optikai eszköz. Optikai, hiszen a lemezek olvasása és az írható lemezek írása egyaránt lézerfény segítségével történik, különböző optikai eljárások (fényvisszaverődés, fénytörés, polarizáció) felhasználásával. Nagy mennyiségű adat tárolására alkalmas, hiszen funkcióit és felhasználási területeit tekintve az írható CD-ket hasonló feladatokra használjuk mint anno a hajlékonylemezeket. És micsoda különbség! Egy CD-n megközelítőleg 450 kis-lemez tartalma fér el (ami nagyságrendileg 330.000 gépelt oldal), de egy írható CD ára körülbelül csak háromszorosa egy floppy lemezének.

A CD először a zenei világban jelent meg. Analóg és digitális jelek rögzítésére alkalmas eszközként, de analóg felvételeket viszonylag ritkán, speciális esetekben készítenek CD-re. A zene digitális tárolásának szabványa a CD-DA (*Compact Disk - Digital Audio*). Ez a szabvány szinte teljesen kiszorította a piacról a bakelitlemezeket, pontosabban teljesen új jelentést adott nekik. A CD lett a hétköznapi audio tároló eszköze, a bakelitlemezek pedig már csak egy szűk réteg számára képviselnek értéket.

Az igazi áttörést természetesen az hozta, amikor rájöttek, hogy ezzel az elvvel nem csak hangot lehet tárolni, hanem bármilyen digitális adatot, például számítógépes programokat vagy adatokat. Mivel a technológiák és az eszközök már adottak voltak, nem kellett sok időnek eltelti a CD-ROM (*Compact Disc - Read Only Memory*) szabvány megszületéséig.

Fontos mérföldkő volt az optikai adattárolás történetében az írható (CD-R) és az újraírható (CD-RW) lemezek megjelenése és elterjedése. Miután az ilyen lemezek megírására alkalmas eszközök kezdetben drágák voltak, el kellett telni néhány évnek amíg ezek az árak megfizethetővé váltak egy átlagos PC vásárló számára is. Ma körülbelül 3%-al kerül többre egy személyi számítógép CD-íróval mint "csak" olvasóval.

A CD lemezek sikertörténetüket nagy kapacitásuk és az alacsony költségek mellett más tényezőknek is köszönhetik. A legfontosabb talán, hogy a CD-k olyan megbízhatósággal rendelkeznek, amellyel a CD-k megjelenéséig semmi más hasonló eszköz nem bírt. A CD-k élettartama 10 években mérhető, ellentétben például a hajlékonylemezek tartósságával.

7.1. Az adathordozó

A CD lemezek polikarbonát alapból készülnek, egyik oldaluk arany, alumínium vagy más speciális fényvisszaverő réteggel van bevonva. A lemezek átmérője általában 120 milliméter, de létezik 80 milliméteres verzió is. Mindkettő közepén egy 15 milliméter átmérőjű lyuk található. A kisebb átmérőjű lemezre

maximálisan 21 perc, a nagyobb átmérőjű lemezre pedig a Vörös Könyv értékei szerint maximálisan 74 perc 33 másodperc¹ zene rögzíthető az előírt digitális formátumban.

A hasznos adatok nem a lemez teljes felületén tárolódnak. A teljes felület három részre osztható, a felhasználó számára hasznos információ az 50 mm és 116 mm közötti részen helyezkedik el. A CD-k a hanglemezekhez hasonlóan (és a floppy lemezeketől eltérően) egy spirális szerkezeten tárolják az adatokat, aminek a kezdete a lemez belső részén található. Az egy CD-n elterülő spirál hozzávetőlegesen 5,2 km hosszú, a szomszédos "sávok" 1,6 μm távolságra vannak egymástól, azaz a sűrűségük 1600 sáv hüvelyenként.

A bevezető rész (*Lead-In*) a 46 mm-től az 50 mm-ig terjedő részen, a kivezető szakasz pedig a 116 mm és 117 mm közötti részen helyezkedik el. A bevezető szakasz szolgál az olvasófej szinkronizálására, valamint itt helyezkedik el a lemez tartalomjegyzéke (TOC). "Hasznos" adat sem a bevezető-, sem a kivezető szakaszon nem tárolódik.

Az adatok tárolása a spirálon lévő lyukak (*pit*) és felületek (*land*) segítségével történik, az információ a lyukak és felületek hosszában van kódolva. A lemez felületét pásztázó lézersugár az emberi szem által nem látható, de a lemez felületéről visszaverődve egy tükrrendszer segítségével az optikai szenzor számára jól érzékelhető és feldolgozható. Az olvasás a lemez alsó része felől történik, a lemez felületét érő lézersugár átmérője körülbelül 800 μm . A CD-khez használt anyagok törésmutatója 1,55, így a lézersugár a hordozórétegnél már csak egy 1 μm -es pontban fókuszálódik. Ez teszi lehetővé az igen sűrű adatszerkezetet, továbbá azzal az előnnyel is jár, hogy a lemez felületén (alján) lévő apró karcolások, szennyeződések nem befolyásolják komolyan a lemez olvashatóságát. Sokkal veszélyesebbek a lemez tetején lévő sérülések, mert a hordozó- és fényvisszaverő felületet felülről csak egy vékony lakkréteg óvja.

7.2. CD szabványok

Mivel ebben a jegyzetben a hardverelemek és az azokhoz tartozó technikák bemutatása a fő cél, nem kívánjuk részletesen tárgyalni a különböző CD formátumok jellemzőit. A CD-vel kapcsolatos szabványokat rögzítő színes könyveknek csak a tömör összefoglalása olvasható az alábbiakban.

7.2.1. Red Book – Vörös Könyv

Az első CD-vel kapcsolatos szabványt a Sony és a Philips közösen adta ki 1982-ben. Ezt Vörös Könyvnek (*Red Book*) nevezik. Minden későbbi CD-vel kapcsolatos szabványnak is ez az alapja, a legmeghatározóbb fizikai paramétereket a 7.1 táblázat foglalja össze. A Vörös Könyv rögzíti a lemezek méreteit, az alkalmazott modulációs és hibajavító eljárásokat.

A szabványt digitális audio (CD-DA) tárolására fejlesztették. A hanganyag megfelelő minőségét a 16 bites 44,1 kHz-es mintavételi frekvenciájú PCM (*Pulse Coded Modulation*) mintavételezés biztosítja. A Vörös Könyv minimálisan 1, maximálisan 99 sávot (track) ír elő a CD-DA formátumnál. Minden szektor 2.352 byte hasznos hanganyagot, 2 * 392 byte hibajavító kódot és 98 byte alcsatorna információt tartalmaz. Az alcsatornák vezérlési és információs célokat szolgálnak.

¹A legenda szerint amikor meghatározták, hogy egy CD-nek milyen hosszú legyen a játékidéje, a fejlesztő cégek vezetői felkeresték Herbert von Karajan karmestert, hogy kikérjék a véleményét a kérdésről. A válasz az volt, hogy Beethoven IX. szimfóniája az a zenemű, ami még megszakítás nélkül élvezhető maximálisan, ezért lett a CD játékidéje 74 perc 33 másodperc.

Átmérő:	120 mm
Központi lyuk átmérője:	15 mm
Vastagság:	1,2 mm
Rögzítési terület:	46-117 mm
Adatterület:	50-116 mm
Sávsűrűség:	1,6 μm
Forgásirány:	Felülről nézve az óramutató járásával megegyező
Forgási sebesség:	1,2-1,4 m/sec (állandó lineáris)
Maximális lejátszási idő:	74 perc 33 másodperc
Lyukhossz minimum:	0,833 μm (1,2 m/sec esetén) – 0,972 μm (1,4 m/sec esetén)
Lyukhossz maximum:	3,05 μm (1,2 m/sec esetén) – 3,56 μm (1,4 m/sec esetén)
Lyukmélység:	0,12 μm
Lyukszélesség:	0,6 μm
Hullámhossz:	780 nm

7.1. táblázat. A Vörös Könyv legfontosabb előírásai

7.2.2. Yellow Book – Sárga Könyv

A Vörös Könyv kiegészítése, ami a CD-ROM (*Compact Disc–Read Only Memory*) definiálására szolgál. Ez határozza meg azokat a bővítéseket, amelyek lehetővé teszik, hogy CD-ken digitális formában adatokat tárolhassunk. A Sárga Könyv két struktúrát is rögzít a szektorok tagolására.

7.2.2.1. Mode 1

Az 1. mód jelenti az általánosan elfogadott CD-ROM formátumot. A szektoronként 2.352 használható byte-ot felbontották, a hasznos információk tárolására 2.048 byte maradt. Az így kapott, egyenként címezhető 2 kbyte nagyságú szektorok rendkívül egyszerű kezelhetőséget biztosítanak. A megmaradt helyeken a következők találhatók: 12 byte szinkron információ, 4 byte fejrész, majd ezt követi a 2.048 byte hasznos információ. A hibajelzés és javítás érdekében a hasznos adatokat 4 byte-os EDC (*Error Detection Code*) és 8 byte üres hely után 276 byte ECC (*Error Correction Code*) követi. A hibák kiszűrése és javítása azért kapott kiemelt szerepet, mert számítógépes programoknál 1 bit hiba is működésképtelenné teheti a teljes rendszert. Az audio CD-k esetében azonban az ennél lényegesen nagyobb hibák sem érzékelhetők az emberi fül számára. Az alkalmazott kódoknak köszönhetően átlagosan csak minden 10^{15} bit hibája nem javítható.

7.2.2.2. Mode 2

A 2. módú szektorok nem tartalmaznak hibadetektáló és javító adatokat, így egy szektorban 2.336 byte tárolható. Ezt a módot önmagában soha nem használták, értelmet igazából a CD-ROM/XA (*eXtended Architecture*) típusú lemezeknél nyert. A Sárga Könyv két új típusú sávval egészült ki, ami lehetővé tette tömörített audio és (vagy) videó anyagok tárolását számítógépes adatokkal együtt.

7.2.3. Green Book – Zöld Könyv

A sárga Könyv kiegészítése az interaktív CD-t (CD-i) definiálta. A CD-i lemezeken 2. módú szektorialakítással rögzített adatokat a felhasználó interaktív módon képes elérni. A formátum olvasásához

speciális meghajtóra van szükség. Ezek az eszközök saját beépített számítógéppel és operációs rendszerrel (OS/9, CD-RTOS) rendelkeznek, aminek ismeretében könnyen belátható, hogy a hagyományos CD-ROM meghajtók nem képesek az interaktív CD-k kezelésére. Ezt a viszonylag ritkán használt formátumot speciális játékok, oktatóprogramok, enciklopédiák és hasonló interaktivitást igénylő anyagok tárolására készítették.

7.2.4. Orange Book – Narancssárga Könyv

Az írható CD-k szabványait tartalmazó könyv három részre tagolódik:

1. CD-MO (*Compact Disc–Magneto-Optical*)
2. CD-WO (*Compact Disc–Write Once*)
3. CD-E (*Compact Disc–Erasable*)

Az utóbbi két formátum a köztudatban CD-R (*Compact Disc–Recordable*) és CD-RW (*Compact Disc–Rewritable*) néven terjedt el. A Narancssárga Könyv a CD írás kétféle módját definiálja, a sávonkénti (*Track-At-Once* TAO) és a lemezenkénti (*Disk-At-Once*) rögzítést. Az előbbi módszerrel egy lemezre eltérő időben, többször írhatunk adatokat a megmaradt szabad részeket felhasználva. Ezt a technikát multisession-nek nevezzük.

Ellentétben a CD-RW formátummal, CD-R lemezek esetén multisession alkalmazásával sincs módunk a már felírt adatok fizikai törlésére, vagyis a foglalt helyek felszabadítására. Logikailag elrejthetünk adatokat, úgy, hogy azokat az aktuális TOC-ba nem vesszük fel, azonban ettől még minden felírt adat továbbra is megtalálható a lemezen.

Minden kereskedelmi forgalomban lévő, és a legtöbb használatban lévő CD-ROM meghajtó képes az írható lemezek és a multisession olvasására. Amennyiben egy meghajtó mégsem olvasná az ilyen módon elkészített lemezt annak két oka lehet. Vagy nem alkalmas a multisession kezelésére, vagy olyan régi a meghajtó, hogy az abban alkalmazott optikai érzékelő nem tudja értelmezni az írható lemez hordozórétegről gyengébben visszavert jeleket. Az előbbi probléma megoldható a CD-R lemez lezárásával, aminek következtében egy végleges tartalomjegyzék kerül a CD-ra, azonban ezután ezek a lemezek tovább már nem írhatók. A második problémára csak a meghajtó cseréje jelenthet megoldást.

7.2.5. White Book – Fehér Könyv

A Video CD-k leíró szabványa. A CD-ROM/XA tárolási szerkezetét kihasználva MPEG-1 kódolással 70 percnyi teljes képernyős mozgókép rögzíthető, jó minőségű hanggal. A lejátszáshoz speciális Video CD lejátszó, erre a célra kiegészített CD-i lejátszó vagy egy CD-ROM/XA kompatibilis meghajtóval és megfelelő dekódoló szoftverrel vagy hardverrel ellátott számítógép szükséges. Napjainkban ezeknek a lemezeknek a szerepe a DVD térhódításával egyre minimálisabbra csökken.

7.2.6. Blue Book – Kék Könyv

Zene és számítógépes adatok tárolását biztosítja olyan módon, hogy az Extra CD-t egy hagyományos CD játszóba helyezve, az csak a zeneszámokat játsza le. A lemez elején találhatók az audio sávok, amik általában a lemez tartalmának döntő hányadát jelentik. A számítógép számára elhelyezett adatok ezt követően egy külön session-ben vannak. A gyakorlatban egy zenei CD kiegészülhet egy videóklippel, dalszövegekkel, vagy bármilyen más információt tartalmazó fájlokkal.

7.3. A CD-ROM meghajtó felépítése

Külsőre nem sok mindent látni egy CD-ROM meghajtón. Az előlapon található a lemez kiadására szolgáló gomb, egy apró lyuk a kikapcsolt állapotban történő mechanikus lemezkiadáshoz², egy visszajelző LED, egy hangerőszabályozó és egy fejhallgató csatlakozó. Mindezek nem szabványban rögzített, kötelező részei minden CD-ROM meghajtónak, a felsorolt elemek csak a kialakult gyakorlatot tükrözik. Az eszköz hátsó részén a tápkábel csatlakozója, a vezérlővel való kapcsolattartást biztosító szalagkábel csatlakozója, digitális és analóg audio kimenet valamint néhány jumper található.

A CD ROM meghajtók általában a számítógép házában találhatók, ezeket belső (*internal*) CD meghajtóknak nevezzük. Logikusan következik, hogy léteznek külső (*external*) típusok is, amelyek a számítógéphez csatlakoztatva saját házukban működnek. Mindkét típus rendelkezik előnyökkel és hátrányokkal egyaránt. A belső típusok – amik egyébként lényegesen gyakoribbak – rendkívül olcsó, megbízható nagy teljesítményű fixen beszerelt eszközök. A külső meghajtók legnagyobb előnye a mobilitás lehetősége, egy eszközt könnyedén használhatunk több számítógéphez is. Hátrányuk azonban a magas ár, a visszafogottabb teljesítmény valamint bizonyos interfésztípusok alacsony sebessége.

7.3.1. Mechanikai felépítés

A belső mechanikai felépítés is rendkívül egyszerű. Az egyes részek a kívülről is látható hordozó keret-höz vannak rögzítve. Az elektronika általában a meghajtó alján, esetleg tetején foglal helyet. Ez vezérli többek között a CD behúzását, kiadását végző tálcá mozgatását, amelyet külön motor mozgat. A tengelymotor csak a meghajtóba helyezett lemez forgatásáért felel. Az optikai eszközök és az optikai fej lemezzel párhuzamos irányú mozgatását általában lineáris motorok végzik, de léteznek mikrolépésekre képes léptetőmotorok is. A fókuszálást végző tárgylencsének a lemez felületére merőleges mozgását úgy oldották meg, hogy azt egy lengőtekercsben rögzítették, amit egy mágneses térben helyeztek el. A lencse távolsága a lemez felületétől a tekercsen átfolyó áramerősség szabályozásával befolyásolható.

A meghajtók mechanikájában a legtöbb eltérés a lemez mozgatásában van. A legáltalánosabb megoldás a tálcá alkalmazása, ahol a lemez a tálcára helyezve azzal együtt mozog. A meghajtó elején lévő kiadó gomb megnyomásának hatására a tálcát egy motor kitolja a meghajtó belsejéből, majd a gomb ismételt megnyomásával ugyanez a motor vissza is húzza azt. Általában a visszahúzás a tálcá rövid, de határozott befelé nyomásával is kiváltható.

Egy – a kezdetekben gyakoribb – megoldás az ún. caddy használata. A caddy lényegében egy kazettának tekinthető, ami teljes egészében magába zárja a lemezt. A behelyezés a videokazettákhoz hasonló módon és elven történik. A lemez olvasása a 3 1/2"-os lemezekben található tolóajtóhoz hasonló szerkezet, a meghajtó belsejében történő elmozdítása után történhet. A caddy-k esetében az ajtó mindkét irányba elhúzható, ezzel lehetőséget teremtve arra, hogy különböző gyártók, különböző mechanikával alakíthassák kis meghajtóikat. A caddy előnye, hogy a lemeznek folyamatos védelmet nyújt az ujjlenyomatok, karcok és egyéb fizikai hatások ellen, azonban ha minden lemezünket ilyen módon szeretnénk megővni, az igen költséges lenne.

Ritkán alkalmazott megoldás a számítástechnika világában az, ami az autók cd-s rádióiban mindennapos. Az eszköz előlapján csak egy CD szélességű és magasságú kivágás található, amibe a lemezt betolva a mechanika megragadja azt és egy motor segítségével megfelelő helyre pozicionálja. A módszer hasonló a caddy-s rendszerekhez, csak ebben az esetben nincs szükség semmi kiegészítő eszközre.

Nem túl praktikusak és nem is túl esztétikusak azok a meghajtók, ahol a lemez behelyezéséhez az egész eszközt – mint egy fiókot –, kell kihúzni az azt rögzítő keretből. Miután ez megtörtént, annak fedelét

²A számítógép kikapcsolt állapotában is lehetőségünk van a lemez kivételére a meghajtóból, amennyiben a meghajtó rendelkezik az erre a célra kialakított kb. 1 mm. átmérőjű nyílással. Legegyszerűbb egy széthajtogatott gémkapcsot benyomni a lyukba, ami előidézi a tálcá kioldását és megkezdji annak kitolását.

felnyitva behelyezhető a CD, majd lecsukott fedéllel az eszközt a gépbe visszatolva megkezdődhet a lemez olvasása. Talán csak a legelső típusok között léteztek ilyen modellek, amikor még egy motor megspórolása is komoly költségcsökkentő tényező volt. Hozzá kell tenni, hogy ezeknek a meghajtóknak az idejében ha az ember CD-ROM-ot vásárolt, akkor azt egy közel számítógépháznyi dobozban kapta. Megfelelően becsomagolva, kézikönyvvel, telepítő lemezzel, csavarokkal, kábelekkel, leírással ...

7.3.2. Az optikai rendszer működése

A CD meghajtókat az optikai háttértárak közé soroljuk, mivel az adatok olvasása (és bizonyos esetekben a rögzítése is) fény felhasználásával történik. Az olvasás elve és annak folyamata a CD típusától (CD-DA, CD-ROM, CD-I) teljes egészében független, az eltérés csak az érzékelt optikai jelek feldolgozásában van. Az optikai rendszer végzi a fej sávon tartását, valamint az olvasás műveletét.

Az alkalmazott lézerdióda által előállított fény hullámhosszúsága 780 nm, teljesítménye általában 600 μ W körül mozog. A lézerdióda diszkrét fényt, azaz azonos hullámhosszúságú, azonos fázisú fényt bocsát ki, amit a felhasználás előtt még párhuzamosítani és fókuszálni kell. A diódából kijutó fény párhuzamosan, egyenesen halad többek között egy prizmán és egy tárgylencsén keresztül a lemez felülete felé. A CD különböző részeiről visszavert fény a rendszerben lévő prizmán a visszaverődés irányában már megtörik, és megfelelően fókuszálva egy fényérzékelő elemre jut.

A fókuszálási, olvasási folyamat precíz hangolását az egy állandó mágnesből és két lengőtekercsből álló szerkezetbe épített tárgylencse vagy objektív lencse vízszintes és függőleges irányú elmozdulása végzi. A lemez csigavonalú sávjának követését a vízszintes elmozdulás, a lemez felületére történő fókuszálást pedig a függőleges elmozdulás teszi lehetővé.

7.3.2.1. Fókuszálás

Hogy a lemezen található lyukak³ és felületek megkülönböztethetők legyenek, az optikai rendszert úgy alakították ki, hogy a kétfajta felületről visszaverődött fénynek pontosan egy félhullámnyival kevesebb utat kelljen megtenni. A lemez felületére történő fókuszálás igen fontos és egyben kényes feladat is, mivel ha nincs meg a $\pm 0,5 \mu\text{m}$ -es pontosság, akkor a visszaverődés után már nem jön létre az olvasáshoz szükséges interferencia.

A fókuszálás automatizálásához négy fényérzékelő diódát használnak, amiket egy képzeletbeli négyzet sarkaiban helyeznek el. Normál visszaverődés esetén az érzékelőblokkra eső fény kör alakú, azaz minden szenzorra azonos intenzitású fény kerül. Ilyenkor az átlósan szemben álló diódák összegének a különbsége nulla, azaz nincs szükség korrekcióra. Ha a lemez felületének és az optikai rendszernek a távolsága megváltozik, akkor a visszavert fény alakja torzul, ellipszishez hasonló képként jelenik meg az érzékelőkön. Ilyenkor az egyik átlón elhelyezkedő két diódát nagyobb, még a másik átlón lévő két diódát kisebb intenzitású visszavert fény éri, a blokk kimenetén nullától különböző, pozitív vagy negatív érték fog megjelenni. Ennek az értéknek az ismeretében a fókusz korrigálható.

A lemezen tárolt hasznos információ olvasására is ugyanez a négy fényérzékelő dióda szolgál, annyi különbséggel, hogy a feldolgozott értékeket összeadják, és ennek megfelelően képzik az olvasás kimenetét. Belátható, hogy minimális pontatlanságot még jól tűr a rendszer, mivel a külön-külön megállapított értékek összegzéséből kapjuk azt az eredő kimenetet amiről az elektronikának el kell döntenie, hogy kiemelkedésről vagy ép felületről történt-e a visszaverődés.

³A lyukakat kiemelkedéseknek is szokás nevezni, hiszen a lézersugár szempontjából ezeknek a felületeknek az eléréséhez a fénynek több utat kell megtenni mint az ép felületek esetén. Vagyis a lézerfény szemszögéből ezek a lyukak apró dombokként emelkednek ki az őket körülvevő ép felületből.

7.3.2.2. Sávkövetés

A fej sávon tartása az olvasás elengedhetetlen feltétele, ami lényegesen bonyolultabb feladat mint a hagyományos bakelitlemezek esetében. Mivel a CD-knél nincs fizikai kontaktus a lemez és az olvasógység között, nincs semmi olyan mechanikus megoldás ami képes lenne a sávkövetést valamilyen egyszerű formában biztosítani. Annál is inkább, mivel ebben az esetben $\pm 0,1\mu\text{m}$ -es maximális tűrés engedhető meg, amit mechanikai rendszerekkel nem valószínű, hogy biztosítani lehetne napjainkban.

A megoldásra kézenfekvő módon optikai eljárásokat dolgoztak ki. A lézerdióda által kibocsátott szórt fény közvetlenül nem alkalmas CD-k olvasására, azt előbb párhuzamossá kell tenni és fókuszálni kell a lemez felületére. A kibocsátott sugarak párhuzamosítása egy – a lézerdióda előtt elhelyezkedő – eltérítőrács szolgál, aminek segítségével a fősugár mellett első- másod- és alacsonyabb rendű sugarak jönnek létre. A fősugarat használják fókuszálásra valamint a lemezen található információk olvasására, ennek az energiája a legnagyobb. A csökkenő intenzitású és a kibocsátás helyén a függőlegestől egyre nagyobb szögben hajló, alacsonyabb rendű sugarak közül a két elsőrendűt használják sávkövetésre a háromsugaras rendszerekben.

A fősugarat a sáv közepére fókuszálják, így a két elsőrendű sugár a sáv két szélét fogja pásztázni. Ebben az optimális esetben a két elsőrendű oldalsugárból azonosan kevés fény fog visszaverődni, és a megfelelő érzékelőkbe jutni. Ha az olvasófej letér a sávról, akkor az egyik oldalsugár a sáv közepének irányába, a másik oldalsugár pedig a két sáv közötti rész irányába fog elmozdulni. Ilyenkor a két elsőrendű sugár az eltérő felületeken teljesen eltérő visszaverődést produkál, az egyes oldalsugarakhoz tartozó érzékelőkbe eltérő intenzitású visszavert fény jut. A két érzékelő által feldolgozott jelek különbségéből megállapítható az eltérés iránya és mértéke egyaránt, így az olvasófej a megfelelő pozícióba visszamozdítható.

Az egysugaras rendszerekben a fókuszálás, olvasás, sávkövetés műveletét egyaránt a fősugár végzi. A lemez felületéről visszavert fényt még az érzékelők előtt "kettévágják" és a két nyalábot négy egymás melletti szenzorra vezetik. A sávkövetés folyamatát a két-két egymás mellett elhelyezkedő szenzor által mért jelek összegének a különbsége vezérli. Azaz az egymás melletti érzékelők által mért jeleket összegzik és ezt a két összeget vonják ki egymásból. Ha a fősugár letér a sávról akkor a nyaláb egyik fele több felületet, a másik fele pedig több kiemelkedést talál el. Így a sugár egyes részei más-más módon verődnek vissza, a kialakuló interferencia miatt a kettévágott nyalábban olyan fényerőkülönbség keletkezik ami alkalmas a letérés korrigálásának vezérlésére.

7.4. CD meghajtók teljesítménye

A legtöbb esetben a CD-ROM meghajtók teljesítményét mindössze egyetlen mérőszámmal jellemzik a kereskedők és a felhasználók, a lemez maximális forgási sebességével az audio lemezek forgási sebességéhez viszonyítva. Ez a mérőszám szervesen összefügg az adatátviteli sebesség alakulásával is, azonban mint később majd látható lesz, a két mennyiség nem minden esetben egyenesen arányos egymással. A lemez forgási sebessége és az adatátviteli sebesség mellett azonban még számos más tényező is döntően befolyásolja egy meghajtó teljesítményét.

7.4.1. Adatátviteli sebesség

Az adatátviteli sebesség CD-ROM-ok esetében tehát nem más mint adott időegység alatt feldolgozott és a számítógép felé továbbított információmennyiség. Ennek a számítástechnikában leggyakrabban alkalmazott mértékegysége a kB/s vagy MB/s. Az 1x-es (egyszeres) sebesség értéke az elsőként megjelent zenei CD-k lejátszási sebességéből ered. Az első adatlemezek lejátszása is a zenei lemezekével megegyező sebességen történt, másodpercenként 75 szektor olvasásával. A Vörös Könyv specifikációja szerint egy szektor 2.048 bájt hasznos információt hordoz, azaz másodpercenként $75 \cdot 2.048$ bájt

= 153.600 bájt (150 kB) olvasása lehetséges. Az első CD-ROM meghajtók mindössze erre a sebességre voltak képesek, csak később jelentek meg az egyre nagyobb sebességet ígérő meghajtók. A nagyobb feldolgozási sebesség elérésére azért nyílt lehetőség mert az adatlemez olvasása és feldolgozása a zenei lemezekkel ellentétben nem valós időben történik. A leírtak szerint például egy 4x-es meghajtó maximális adatátviteli sebessége $4 * 150 \text{ kB} = 600 \text{ kB}$. Fontos kiemelni a maximális szó fontosságát, ugyanis számos gyártó csak reklámfogásként tüntet fel olyan magas értéket, amelyet az általa forgalmazott meghajtó a gyakorlatban nem képes teljesíteni. Természetesen az adatátviteli sebesség növelése nem minden esetben a lemez forgási sebességének növelésével történik, a lemezek állandó sebességén sem minden esetben a zenei CD-k állandó lineáris sebességét kell érteni.

7.4.1.1. CLV – Constant Linear Velocity

A CD klasszikus elve szerint a lemez lineáris forgási sebessége állandó, azaz kerületi sebessége annak függvényében változik, hogy az olvasás a lemez belső- vagy külső részén történik-e. Állandó lineáris sebességgel működnek például a zenei CD-k lejátszására szolgáló eszközök, mivel ezeknél a valós idejű olvasás alapkövetelmény a lemez minden pontján, valamint az olvasás művelete általában folyamatosan előrefelé haladva történik.

Nagyobb sebességű meghajtókkal történő adatlemez olvasása esetén ez a megoldás nem túl szerencsés, mivel a lemez felületéről olvasott adatok általában véletlenszerűen helyezkednek el. Így az olvasás során nem csak a fejet kellene megfelelő pozícióba vezérelni, hanem a lemez fordulatszámát – akár a szélsőséges értékek között – is folyamatosan változtatni kellene. Mivel ez a gyakorlatban nem kivitelezhető megfelelő formában, az adatlemez olvasását általában állandó szögsebességű meghajtókkal szokták megvalósítani.

7.4.1.2. CAV – Constant Angular Velocity

Azok a meghajtók amelyek állandó szögsebességgel forgatják az olvasandó lemezt egyaránt rendelkeznek komoly előnyökkel és hátrányokkal is az előző megoldáshoz képest. Az állandó fordulatszám lehetővé teszi az egyszerűbb felépítésű, olcsóbb motorok használatát, ami jelentősen csökkentheti az előállítási költségeket. Azonban így az adatátviteli sebessége a lemez különböző pontjain más és más. Az ilyen meghajtóknál a feltüntetett érték a maximális, tehát a lemez külső ívén elérhető adatátviteli sebességre utal. A gyártók közül néhányan azt az elvet követik, hogy a feltüntetett szorzószám után egy "max" jelölést is használnak, arra utalóan, hogy az eszköz teljesítményének csak a csúcsát jelöli a mérőszám, az átlagos érték ennél lényegesen alacsonyabb.

Például egy 40x-max CD-ROM meghajtó esetében a lemez külső részén, ahol a sávok hosszabbak optimális esetben elérhető a negyvenszeres adatátviteli sebesség. A lemez közepe felé haladva azonban ez a szám jelentősen lecsökken, megközelítőleg a 17x-es sebességen fog történni az olvasás. Az átlagos adatátviteli sebesség így egy 40x-max meghajtó esetén mindössze körülbelül 27x-es.

A CAV elven működő CD-ROM meghajtók természetesen képesek alacsony sebességű CLV lejátszásra is, ezzel biztosítva az audio lemezek hallgatásának lehetőségét.

7.4.1.3. P-CAV – Partial Constant Angular Velocity

Ezek a típusok CAV technológia előnyeit megőrizve egy állandóbb átviteli sebesség elérését célozzák. Annak függvényében, hogy az olvasás a lemez mely részén történik, a fordulatszám különböző lehet, azonban ez a változás nem folyamatos, hanem a fordulatszám csak néhány diszkrét értéket vehet fel. Ezeknek az értékeknek a száma általában kettő, vagyis, ha az olvasás a lemez belső felén történik akkor állandó de magasabb fordulatszámon forog a lemez mintha az olvasás a lemez külső felén folyna. Így az

adatátviteli sebesség a lemez két szélének (belső és külső) olvasása során sokkal kisebb mértékben tér el egymástól.

7.4.1.4. TrueX meghajtók

A TrueX meghajtók alapvetően CLV típusú eszközök. A jelentős különbség abban rejlik, hogy a hagyományos egy lézersugár helyett a TrueX meghajtók egyszerre hét lézersugárral végzik a lemez olvasását, a kimeneti jelfolyam az egyes visszavert sugarak feldolgozásának összefésüléséből adódik. Könnyen kiszámítható, hogy egy sáv folyamatos olvasása esetén az 1x-es sebességű TrueX meghajtó 7x-es sebességű hagyományos CLV meghajtónak felel meg adatátviteli sebesség szempontjából. Így kis fordulatszám mellett is igen magas átviteli sebesség érhető el.

A meghajtó előnyei mellett számos rossz tulajdonsággal is rendelkezik. Az eszközhöz bonyolult felépítésű, robusztus motor szükséges az állandó lineáris sebesség megtartásának érdekében. A CLV technológiának köszönhetően véletlenszerű olvasás esetén jelentősen lassul az átviteli sebesség, mivel az egyes pozicionálások nem csak a fej mozgatásával, hanem a lemez fordulatszámának szabályozásával is járnak. Ez a gyakorlatban nem csak sebességcsökkenést, hanem komoly vibrációt is eredményez. Végezetül az eszközben alkalmazott lényegesen nagyobb teljesítményű lézer nem használható minden írható és újraírható lemez olvasására.

7.4.2. Átlagos elérési idő

Hasonlóan a merevlemezekhez, elérési időnek azt az intervallumot nevezzük, ami a vezérlő parancs kiadásától az első bit olvasásáig telik el. CD meghajtók esetében ez az idő körülbelül egy nagyságrenddel nagyobb, mint a merevlemezek esetében, általában 70-100 ms között mozog egy átlagos meghajtónál. Fontos megjegyezni, hogy CLV meghajtók esetén az elérési idő annak függvényében is változik, hogy a lemez külső vagy belső felén lévő információt kell-e olvasni, CAV eszközöknél ilyen problémával az állandó fordulatszám miatt nem kell foglalkoznunk.

Meghajtó sebessége:		Elérési idő (ms)
Egyszeres sebesség	1x	400
Kétszeres sebesség	2x	300
Négyszeres sebesség	4x	150
Hatszoros sebesség	6x	150
Nyolcszoros sebesség	8x	100
Tízszeres sebesség	10x	100
Tizenkétszeres sebesség	12x	100
Tizenhatszoros sebesség	16x	90
Huszonnégyeszeres sebesség	24x	90
Harminckétszeres sebesség	32x	85
Negyvenszeres sebesség	40x	75
Negyvennyolcszoros sebesség	48x	75

7.2. táblázat. CD-ROM meghajtók átlagos elérési ideje

Mint az a 7.2 ábra adataiból jól megfigyelhető az elérési idők közel sem változtak olyan ütemben az idők során mint az adatátviteli sebességek. Könnyen belátható tehát, hogy az átlagos elérési idő nem elhanyagolható, de a meghajtók összteljesítményének értékelésekor nem is elsődleges szempont.

7.4.3. Puffer

A legtöbb CD-ROM meghajtóban különböző méretekben alkalmaznak átmeneti tárolókat. Ezek általában a 256 kB-os méret nagyságrendjében kerülnek beépítésre a meghajtó elektronikájába. Minél nagyobb pufferrel rendelkezik az adott meghajtó, általában annál nagyobb összteljesítmény elérésére képes a többi paraméter állandósága mellett. Fontos azonban hangsúlyozni, hogy két különböző gyártó azonos sebességű meghajtója esetén könnyen lehet, hogy a kisebb pufferrel rendelkező eszköz lesz képes nagyobb sebesség elérésére, köszönhetően a meghajtókban alkalmazott eltérő technológiáknak.

A pufferek alkalmazása komoly előnyt jelenthet, mivel így a számítógép az adatokat viszonylag állandó időközönként kapja a CD-ROM meghajtótól. Pufferek nélkül a viszonylag lassú elérési idők miatt az információáramlás nem lehetne folyamatos, ami például egy videofilm lejátszásánál meglehetősen zavaró lenne.

7.4.4. Processzorterhelés

Természetesen a CD-ROM-ok is terhelik a számítógép processzorát működésük során. A felhasználónak így az a fontos, hogy ez a terhelés lehetőség szerint minimális legyen, annak érdekében, hogy a CPU-nak minél több szabad kapacitása maradjon az egyéb feladatok elvégzésére. Hogy egy CD-ROM működtetése mekkora terhelést jelent a CPU-nak, az leginkább a következő három tényezőtől függ:

1. Az állandó fordulatszámú meghajtóknál azonos sebesség mellett a lemez belső és külső részének olvasása során eltérő processzorterhelés jelentkezik. Ez annak a következménye, hogy a belső részekben egységnyi idő alatt kevesebb információt kell olvasni és feldolgozni, mint a lemez külső részén.
2. Azonos meghajtók esetén általában minél nagyobb az eszközbe integrált puffer, annál kisebb lesz a CPU terhelése.
3. Az interfész típusa talán a legfontosabb szempont a processzor terhelésének vizsgálatakor. Jellemzően a CD-ROM meghajtók SCSI vagy IDE felületen keresztül kommunikálnak a processzorral. Az SCSI vezérlők rendszerint saját processzorral rendelkeznek, ami nagy mértékben képes tehermentesíteni a CPU-t. Ha a két felületet összehasonlítjuk, akkor az tapasztalható, hogy ha egy adott tesztnél egy IDE csatlakozófelülettel ellátott eszköz 75%-os terhelést generál, akkor egy hasonló SCSI-s meghajtó esetében mindössze 10% körüli terhelés mérhető.

7.4.5. DMA – Direct Memory Access

A mai IDE kontrollerek komolyan megváltoztatták az IDE és az SCSI közti viszonyt. Ezek a vezérlők képesek direkt memória hozzáférés használatára, ami a teljesítmény növekedése mellett a CPU terhelésének csökkenésével is jár. A processzor terhelése így már nem tér el jelentősen SCSI és IDE interfésszel szerelt CD-ROM meghajtók használata esetén. Természetesen nem csak a vezérlőnek, hanem az eszköznek is képesnek kell lenni a DMA kezelésére, valamint ennek használatát engedélyezni is kell.

7.4.6. Interfész

Mint a CD-ROM-ok terhelése során keletkező processzorterhelés vizsgálatánál is jól látható volt, az eszköz és a számítógép illesztésére használt interfész típusa rendkívül fontos. A CD-ROM meghajtók leggyakrabban IDE/ATAPI felületen keresztül csatlakoztathatók, de az igényesebb típusoknál általában megtalálható az SCSI felületű meghajtó is. Külső eszközök csatlakoztatására leggyakrabban az USB-t illetve a párhuzamos portot használják.

7.4.6.1. IDE/ATAPI

A legelterjedtebb módja a CD-ROM-ok és más háttértárak csatlakoztatásának. Manapság már sebességükre sem lehet semmi panasz, áruk pedig minimális. Az IDE (Integrated Drive Electronics) csatoló szinte minden napjainkban kapható alaplaptípuson megtalálható, azaz ilyen vezérlőre külön már nem kell a felhasználónak költeni. Egy alaplaphoz általában 2×2 IDE eszköz csatlakoztatható, azonban speciális (RAID) vezérlőkkel ez a szám könnyen megduplázható.

Az ATAPI (*AT Attachment Packet Interface*) az IDE szabványos kiegészítése CD-ROM meghajtók számára. Az ATAPI tulajdonképpen nem más mint egy szoftver, ami az SCSI/ASPI parancsokat az IDE/ATA interfész számára értelmezhetővé alakítja. Ez lehetőséget teremt arra, hogy a gyártók gyorsan és egyszerűen adaptálhassák felsőkategóriás meghajtóikat az IDE felületre.

Összességében elmondható, hogy az IDE/ATAPI felület magasan a legjobb ár/teljesítmény arányú eszközök interfésze, így egy átlagos PC számára a legmegfelelőbb eszköz. Azonban speciális esetekben egyéb szempontokat is figyelembe kell venni, amelyek teljesítésére más szabványos csatlakozási felületek alkalmasabbak lehetnek.

7.4.6.2. SCSI

Az SCSI (*Small Computer System Interface*) számos különböző eszköz egyetlen buszra csatlakoztathatóságát valósítja meg igen hatékonyan. Egyetlen SCSI-2 vezérlőre maximálisan hét eszköz fűzhető fel, azonban szükség esetén egy PC-be több SCSI kontroller is szerelhető. Az SCSI-re csatlakoztatható eszközök palettája igen széles, leggyakrabban merevlemezek, optikai meghajtók, szkennerek, szalagos meghajtók illesztésére szokás használni.

A SCSI vezérlők nem minden esetben teljesen azonos felépítésűek, ezért egy egységes szoftver interfészt is kifejlesztett hozzá az Adaptec⁴ cég, akik az SCSI elemek fejlesztésében az élen járnak. Ezt az interfészt ASPI-nak (*Advanced SCSI Programming Interface*) nevezik és az SCSI eszközök és az SCSI vezérlő közti kommunikációt biztosítja. Az ASPI két fő részből épül fel, az egyik az ASPI menedzser program, ami illesztőprogramként funkcionál az operációs rendszer és az SCSI vezérlő között, a másik fontos rész pedig az eszközspecifikus illesztőprogram.

Az SCSI rendszerek hatalmas előnye a nagyfokú rugalmasság és teljesítmény, ezekkel szemben egyedüli hátrányként áll az eszközök igen magas ára. Ennek "köszönhetően" a SCSI eszközök nem terjedtek el a PC-s világ mindennapjaiban, általában ilyen meghajtókat csak nagy teljesítményű munkaállomásokban vagy szerverekben használnak.

7.4.6.3. Párhuzamos port

A külső CD-ROM-ok használata egyetlen olyan előnyt hordoz, ami miatt egyáltalán érdemes velük foglalkozni. Ez pedig az egyszerű csatlakoztathatóság. A számítógép házának megbontása nélkül egyetlen csatlakozó illesztésével valósítható meg az eszköz rendszerbe kapcsolása, a meghajtót kezelő programot pedig a belső eszközökhöz hasonló módon kell telepíteni. Mivel a párhuzamos port szinte minden PC-n megtalálható, az eszköz egyaránt telepíthető asztali és mobil számítógépekhez. Alkalmazásuk igazából mobil gépek (notebookok) esetében indokolt, mivel ezeknek az eszközöknek a bővítése általában csak külső eszközök illesztésével valósítható meg.

⁴Amennyiben SCSI rendszert szeretnénk kialakítani véleményem szerint elsődlegesen célszerű az Adaptec kínálatát megvizsgálni. Amennyiben lehetőségünk van több hasonló paraméterekkel rendelkező SCSI vezérlő közül választani, célszerű egy Adaptec termék mellé tenni a voksunkat. Így biztosak lehetünk abban, hogy nem lesznek kompatibilitási problémáink, valamint, hogy megfelelő támogatást kapunk termékünkhöz.

A párhuzamos port korlátaiból adódóan az eszközök maximális adatátviteli sebessége viszonylag alacsony. Amennyiben a használt párhuzamos port támogatja az ECP/EPP módot, akkor ezt célszerű használni, mivel ilyenkor az adatátviteli sebesség akár a tízszerese is lehet egy standard párhuzamos port sebességének. Ez az érték azonban még így is nagyon alacsony, az elérhető csúcssebesség mindössze 1.200 kB másodpercenként. A megoldás másik hátránya, hogy az eszköz tápellátásáról is gondoskodni kell, ami valamilyen külső tápegység alkalmazását igényli. Ez egy újabb cipelendő, elveszíthető, tönkretelhető elemet jelent, ami számos felhasználó szemében a mobilitás és a rugalmasság fogalmával teljesen ellentétes.

7.4.6.4. USB

Jelenleg a külső meghajtók és eszközök csatlakoztatásának legkedveltebb formája. Alkalmazása hihetetlen rugalmasságot biztosít, az eszközök csatlakoztatásához és eltávolításához nincs szükség a számítógép kikapcsolására, mindezek bekapcsolt állapotban is történhetnek. Az USB (*Universal Serial Bus*) csatlakozóval rendelkező PC-k általában már Plug-and-Play kompatibilisek, így a periféria csatlakoztatása után a szoftver telepítése is lehetőség szerint automatikusan megtörténik, ami után az eszköz már készen áll a használatra.

További előnye az USB-nek, hogy sebessége lényegesen nagyobb a párhuzamos port sebességénél, valamint, hogy a kisebb energiaigényű eszközök táplálása is megoldható az USB csatlakozón keresztül, nincs szükség külső tápegység alkalmazására. Egy gépen általában több USB port is található, elviekben egy univerzális soros buszra akár 127 különböző egység is csatlakoztatható lenne.

Külső CD-ROM esetében is legjobb választásnak az USB-s eszköz tűnik, mivel ezt szinte minden újabb gépen, gond nélkül megfelelő sebességgel használhatjuk. Általában ezek már kis méretű, könnyű eszközök, amelyek a belső meghajtókéhoz hasonló teljesítmény elérésére képesek. Természetesen áruk lényegesen magasabb a belső eszközökénél, de ez minden külső CD meghajtóra igaz.

7.4.7. CD meghajtók tisztítása

A legáltalánosabb hibajelenség az adatlemezeknél fellépő olvasási hiba vagy a zenei CD-k akadozó, ugráló lejátszása. Ilyen esetekben a meghajtó nem képes 100%-ban értelmezni (olvasni) a lemezen található adatokat. Ennek leggyakoribb okát nem a CD-ROM meghajtóban, hanem magán a lemezen kell keresni. Az összekarcolódott, piszkos lemez az alkalmazott redundáns kódolások mellett sem mindig értelmezhető teljes biztonsággal. A koszos lemezek tisztítása optimális esetben speciális folyadék és egy puha ruha segítségével történhet. A karcolások eltávolítására nincs lehetőség, azonban, ahhoz, hogy egy lemez olvashatatlaná váljon a rajta lévő karcolások miatt, igen erős fizikai behatásokra van szükség. Fontos, hogy a fizikai sérülésekkel szemben a lemezek felső oldala sokkal védtelenebb, mivel az adatot hordozó és a lézerefényt visszaverő réteget felülről csak igen vékony lakkréteg védi.

Ha a meghajtónak nem csak egy (vagy) néhány lemez olvasásával van problémája, akkor érdemes a meghajtó tisztításához hozzáférni. Ennek legegyszerűbb módja a kereskedelmi forgalomban kapható tisztítólemezek alkalmazása, aminek használatát szükség esetén többször is meg lehet ismételni. Nagy előnye, hogy alkalmazásához nincs szükség az eszköz szétszerelésére, így a garancia elvesztésének veszélye sem fenyeget az ilyen típusú tisztítás következtében. Sajnos ez a módszer azonban nem oldja meg a meghajtóban összegyűlt por és apró szemét okozta problémákat.

A legtöbb CD-ROM szétszerelése nem túl bonyolult, a borítás felső része könnyedén eltávolítható. Így hozzáférhetővé válik a meghajtó belseje, amit hasonló célokra kialakított apró porszívóval vagy tisztító aerosol segítségével portalaníthatunk. Szintén gyakran előforduló hiba az optikai meghajtóknál, hogy a tengelymotorhoz csatlakozó és a lemezt forgató gumikorong elkoszolódik. Ilyenkor a lemez felpörgetésekor a hirtelen gyorsulás hatására a tökéletlen kontaktus miatt a CD megcsúszhat a piszkos felületen.

és ezáltal képtelen lesz elérni a szükséges fordulatszámot. A probléma a meghajtó szétszerelése után a lemezt forgató korong tisztításával könnyen orvosolható, azonban ha a hiba már bekövetkezett egy adott meghajtónál, akkor hasonló körülmények között várhatóan ismét be fog következni.



Fontos, hogy a meghajtó szétszerelése a garancia elvesztésével, gyakorlat hiányában az eszköz tönkretételével is járhat!

8. fejezet

CD-R és CD-RW meghajtók

A CD megjelenését követően szinte azonnal felmerült a felhasználókban az ötlet, hogy milyen jó is lenne az, ha a CD-t nem csak olvasni hanem írni is képesek lennének. Az igény akkora volt, hogy teljesen biztos befektetésnek látszott az írható CD-k szabványának, a kapcsolódó eszközöknek és kellékanyagoknak a kifejlesztése. Az eredmény egy a CD-ROM-okhoz hasonló meghajtó, amelybe olyan teljesítményű lézert építettek ami az olvasás mellett képes egy speciális média (CD-R lemez) írására is. Az így megírt (égetett) lemezt pedig bizonyos korlátozásokat figyelembe véve minden CD-ROM képes olvasni.

A CD-írás lehetőségeinek a hagyományos CD préseléssel szemben számos előnye van. Ezek közül a következőket emelném ki:

- Az adatok tárolása különböző időpontokban, különböző helyeken történhet egy lemezen belül.
- A kis példányszámban kiadott anyagok gazdaságosabban előállíthatók mint préseléses technikával. Szükség esetén azonnal és helyben készíthetők újabb másolatok.
- Nagy példányszámú anyagok kiadása előtt a tesztverziók gazdaságosan, nagy gyakorisággal rögzíthetők és terjeszthetők.
- Egyéni adatok rögzítésére is gyorsan és gazdaságosan alkalmazható.

Kezdetben a CD-írás eszközei olyan drágák voltak, hogy erre a műveletre egyének vagy cégek szakosodtak, akik megvásárolták a szükséges eszközöket és a CD-re történő adatmentést bér munkaként végezték. Később a CD-írók elterjedésével és népszerűsödésével valamint a technológia fejlődésével az írható lemezek és a CD-R(W) meghajtók ára olyan alacsonyra esett, hogy manapság korunk legnépszerűbb adattárolójává nőtte ki magát. Használható többek között komplett CD-k másolására, nagy mennyiségű adat költséghatékony tárolására, biztonsági mentések készítésére.

Az első írható CD lemezek WORM (*Write-Once Read Many*), azaz egyszer írható, sokszor olvasható típusok voltak. Ezeket nevezzük CD-R (*CD-Recordable*) lemezeknek. Az egyszer írható lemezek tipikusan biztonsági mentések, adatok tartós tárolását megvalósító eszközök. A CD-RW (*CD-Rewritable*) lemezek és meghajtók segítségével pedig nagy mennyiségű adatok mozgatására van úgy módunk, hogy a művelet befejezése után az adathordozót újra, más feladatokra is felhasználhatjuk. Természetesen CD-RW médiát is használhatunk adatok állandó tárolására, csak hogy ennek fajlagos költsége körülbelül a duplája annak mintha hagyományos CD-R lemezekre írnánk.

8.1. Az adathordozó

A írható és a gyárilag préselt CD-k fizikai méretei teljesen azonosak. A kétfajta CD külsőre egyetlen dologban tér csak el egymástól, mégpedig színében. Ez az alkalmazott hordozóréteg és az azt fedő fényvisszaverő réteg anyagának különbségéből adódik.

8.1.1. CD-R

A CD-R lemezek olvasása a hagyományos préselt lemezekével egyező módon történik. Eltérés csak az adatok rögzítésében van. A rögzítés a Narancssárga Könyv specifikációja szerint történhet egy vagy több lépésben, azonban a már felírt adatok fizikális törlésére nincs lehetőség. A többmenetes írás lehetőségének köszönhetően a tartalomjegyzékből ugyan eltávolítható a felesleges információ, azonban hely ettől nem szabadul fel, a láthatatlanná tett adatok továbbra is a lemez felületén tárolódnak.

Írható lemezek esetében minden gyártó más-más összetételű fényérzékeny réteget alkalmaz, azonban irányvonalak megfigyelhetők. Ezeket az anyagokat és azok jellemzőit mutatja be a 8.1 táblázat.

	Kékes-zöld	Sárgás-zöld	Kék
Fényérzékeny hordozóanyag	Cianint	Ftalocianint	Azo
Tükrözőfelület színe általában	Arany/Ezüst	Arany	Ezüst
Optimális írási sebesség	Alacsony sebesség	Magas sebesség	Magas sebesség
Optimális lézerimpulzus	Hosszú	Rövid	Rövid
Jóslott élettartam	$\simeq 50$ év	$\simeq 100$ év	> 100 év
Gyakoribb gyártók	Imation, TDK, BASF	Kodak, Maxell, Ricoh	Verbatim

8.1. táblázat. Írható CD-k színei és anyagai

Egy üres CD-R lemez felülete az olvasó szemszögéből kizárólag ép felületet tartalmaz. Ez az ép felület azonban kicsit bonyolultabb felépítésű mint egy homogén fényvisszaverő réteg. A hordozó felületre speciális fényérzékeny festékréteg kerül, amit aranyszínű vagy más hasonló tulajdonságokkal rendelkező tükrözőréteg borít. Maga a felület sem egyenletes, azon már előre formázott barázdák találhatók – amelyek információt gyárilag nem tartalmaznak –, a CD-írás során ezekbe a barázdákba égeti a lézer a felhasználó által rögzíteni kívánt adatokat.

8.1.2. CD-RW

Az olvasás elve szintén megegyezik a hagyományos CD esetében leírtakkal. A fontos, és problémát okozó különbség a használható anyagok lényegesen gyengébb fényvisszaverő képessége. Hagyományos CD-k esetében az ép felületekről történő visszaverődés minimálisan előírt értéke 70%, a kiemelkedésekről pedig maximum 28%-a verődhet vissza a lézersugárnak. Újraírható lemezek esetében a visszaverődés (ép felületek esetén) 15% és 25% között mozog. Ez egy erre fel nem készített CD-ROM számára teljes egészében értelmezhetetlen adatokat eredményez, a lemez olvashatatlan lesz az eszközzel. Ennek elkerülésére a mai CD-ROM meghajtókat már úgy tervezik és készítik, hogy képesek legyenek az összes CD média olvasására. Az ilyen meghajtókon kezdetben feltüntették a "multiread" szót, ami utalt arra, hogy az eszközzel az újraírható lemezek is olvashatók. Manapság ez már minden CD-ROM-tól minimálisan elvárható alapkövetelmény, ezért ezt a képességet az új meghajtókon legtöbbször már nem is jelölik. Ahhoz, hogy az olvasás egyaránt megvalósulhasson minden CD esetében, a meghajtókba automatikus erősítés szabályozást (*Auto Gain Control*) építenek.

Az adatok rögzítése, vagyis a nyersanyag égetése reverzibilis folyamattal történik. Az eljárás tehát megfordítható, egy adatokat tartalmazó újraírható lemezből is képesek az újraírók "üres" lemezt készíteni. Az újraírható lemezek két egymástól jelentős mértékben eltérő elv szerint működhetnek, leggyakrabban azonban a fázisváltáson alapuló technológiát használják.

8.1.2.1. Fázisváltós CD-RW lemez

A lemez írása során a hordozóréteg anyagszerkezete változik meg. Az alkalmazott ötvözet (Ag-In-Sb-Te) egyaránt képes kristályos és amorf anyagszerkezet felvételére. Kristályos állapotban az anyag tükröző felületet képez, ez hagyományos értelemben a CD-k ép felületének felel meg. Amorfa szerkezet esetén az ötvözetre eső fény elnyelődik – a visszaverődés minimális –, akár a préselt lemezek kiemelkedéseinek esetében.

A legnagyobb teljesítményű lézerre az információ tárolásakor van szükség. Ilyenkor a lemez aktív részét körülbelül 500°C és 700°C közé hevíti a fény, ami ennek hatására folyékony halmazállapotúvá válik. Ebben az állapotban az anyagban található molekulák szabad mozgásba kezdenek, a kristályos állapotot feladva és a fényvisszaverő képességet elveszítve amorffá válik az anyagszerkezet.

A lemez törléséhez kisebb energiára van szükség. A felület fényvisszaverő képességének visszaállításához az aktív réteget körülbelül 200°C hőmérsékletűre kell melegíteni. Ezen a hőfokon az anyag még nem válik folyékony halmazállapotúvá, de végbemegy az a folyamat aminek során a molekulák újra kristályszerkezetbe rendeződnek.

8.1.2.2. Festékpolimeres CD-RW lemez

A lemez írása és olvasása során a média fizikai alakváltozást szenved, így működése lényegesen jobban hasonlít a CD-R lemezek működéséhez. Az írás során a felvételi rétegen valódi kiemelkedések jönnek létre, az adatok törlésekor pedig ugyanez a felület simul ki.

A lemezt két rétegben vonják be fényérzékeny vegyülettel, az egyes rétegek más-más hullámhosszúságú fényre reagálnak. Íráskor a felső rugalmas réteget hevítve az anyag térfogata megnő és ez nyomni kezdi az alsó réteget, amiben ennek hatására apró kitüremkedések keletkeznek. Az alsó réteg az írásra használt fényre teljesen transzparens, azonban a nyomás hatására kialakuló formáját a felső réteg kihülése után is megőrzi. Az így keletkező kitüremkedések fogják az információt hordozni, olvasáskor a fényt megtörni.

A lemez törlése egy másik hullámhosszúságú lézerrel történik, ami az alsó réteget melegíti, a felső rétegben pedig nem nyelődik el. Az alsó réteget felmelegítve az azon található egyenetlenségek a felső réteg nyomására kisimulnak, és a lemez visszanyeri eredeti (üres) szerkezetét.

8.1.3. CD-MO

A magneto-optikai lemezek nem igazán elterjedtek. Ennek az az oka, hogy nem csak az írásukhoz, hanem az olvasásukhoz is speciális meghajtóra van szükség. Azaz a CD-MO lemezek olvasására egy hagyományos CD-ROM vagy audio CD lejátszó alkalmatlan, mert ezen médiumok esetében sem az olvasás, sem az írás művelete nem tisztán optikai elven történik. A technológia továbbfejlesztésével napjainkban leginkább a Sony Mini Disc eszközeiben találkozhatunk.

A CD-MO technológiájában a hagyományos mágneses jelrögzítési eljárások ötvöződnak a lézerfény által biztosított nagy sűrűségű optikai adattárolással. Az adattárolásnál nem csak külön-külön alkalmazzák a két módszert, hanem a fény mágneses térben történő viselkedését is hasznosítják.

A lemez szintén a már megismert polikarbonát alapra épül, az eltérés a hordozó rétegben van. Ez nem más mint egy mágneses sáv, ami két dielektrikum réteg között helyezkedik el. A hordozót felülről

szintén tükröző- és lakkréteg borítja. A lemez felületén előpréssel kialakított barázdákban mágneses domének¹ találhatók, amelyeknek az állapota az információt hordozza.

A lemez írásakor az információt hordozó domének egy csoportját lézervény segítségével melegítik fel egy meghatározott hőmérséklet (Curie-pont) eléréséig. A 120°C-200°C elérése után az anyag mágnesezettségének polaritása igen kis energiával² is megváltoztatható, ezt egy külső mágneses tér gerjesztésével oldják meg. Ezzel a módszerrel az É/D irányú doméneket D/É irányba vagy az D/É irányúakat É/D irányba billenthetjük. A lemezek tartalmának törlése az írással analóg módon történik.

Az adathordozó olvasásakor az íráshoz használt tekercset nem gerjesztik és a lézer is lényegesen kisebb teljesítménnyel üzemel. Az olvasáshoz használt lézersugár polarizációs síkja a felületen lévő mágneses domének polaritásának függvényében negatív vagy pozitív irányba elfordul. A visszavert fény útjába helyezett polarizátor résekkel vagy egy prizma segítségével kiszűrhető a hasznos információ, és az érzékelés a fényerő érzékelésére vezethető vissza.

8.2. CD-írók teljesítménye

A CD-ROM-ok és a CD-írók felépítése és működése alapjaiban teljesen azonos. A lényeges különbség a változtatható teljesítményű lézersugárban van, hiszen ez teszi lehetővé a nyersanyagok adatokkal való feltöltését, égetését. Természetesen a CD-írók kivétel nélkül alkalmasak CD-ROM lemezek olvasására és audio CD-k lejátszására is, így érthető, hogy teljesítményüket a CD-ROM-ok esetében vizsgáltakhoz hasonló paraméterek határozzák meg. A következőkben csak azokat a jellemzőket részletezzük, amelyek kizárólag a CD-írók sajátjai vagy jelentősebbek mint a CD-ROM-ok esetében.

8.2.1. CD-R vagy CD-RW

Új eszköz vásárlása esetén nem is lehet már kérdés, hogy CD-R vagy CD-RW meghajtót válasszunk-e, mivel minden forgalomban lévő típus egyaránt képes mindkét lemezfajta kezelésére. A CD-írás kezdeti korszakában gyakoriak voltak a csak CD-R lemez írására képes eszközök is, de ilyenhez már csak használt állapotban juthatunk. A mindkét lemezt kezelő meghajtók esetében általában három sebességértéket szokás feltüntetni, mint például: 52x/24x/52x. Ezek az értékek arra utalnak, hogy a meghajtó a CD-R lemezeket 52x-es, a CD-RW lemezeket pedig 24x-es sebességgel képes maximálisan írni, az olvasási sebességének maximuma pedig szintén 52x-es. Általánosságban megállapítható, hogy minden CD-író lassabban írja az újraírható lemezeket, mint az egyszer írhatóakat.

8.2.2. Adatátviteli sebesség

A fogalom jelentése teljesen megegyezik a CD-ROM-ok esetében leírtakkal. Fontos, hogy az előbb megfogalmazottaknak megfelelően egy CD-író nem csak egy átviteli sebességgel rendelkezik, hanem más-más feladatokhoz más-más maximális sebesség tartozhat. CD-írás esetében lehet igazán szemléletesen bemutatni a meghajtókon feltüntetett szorzók jelentését és "működését". Ha 74 perces lemezt 1x-es sebességen írunk tele, akkor az megközelítőleg³ 74 percig fog tartani. Ha ugyan ezt az adatmennyiséget mondjuk 4x-es sebességgel írjuk, akkor a rögzítéshez körülbelül $74/4 = 18,5$ perc szükséges.

¹A ferromágneses anyagok tartományai, ahol az atomi mágneses dipólusok azonos irányban állnak.

²A CD-MO lemezek esetében a domének polaritásának megváltoztatásához körülbelül 100-400 Oersted erősségű külső mágneses térre van szükség

³Azért csak megközelítőleg, mert egy CD megírásakor nem csak a felhasználói adatokat kell a lemez hordozófelületére égetni, hanem más, a működéshez szükséges információkat is. Ez azonban csak néhány percet vesz igénybe.

A CD írásakor alkalmazható maximális sebességet nem csak a meghajtó paraméterei, hanem a használni kívánt nyersanyag tulajdonságai is meghatározzák. Minden CD-R vagy CD-RW lemezen fel van tüntetve az a sebességérték, amivel az adott lemez maximálisan írható. A két érték (lemez maximális írási sebessége és a meghajtó maximális írási sebessége) közül mindig a kisebb lesz a használható legnagyobb sebesség az írás során.

8.2.3. Interfész

A leggyakrabban IDE és SCSI felületű eszközöket alkalmaznak. Az SCSI minősége, megbízhatósága jobb mint az IDE eszközöké, valamint a CPU-t is kisebb mértékben terheli. CD-ről CD-re történő másoláskor, SCSI eszközök esetén a CPU csak minimális munkát végez, mivel ilyenkor a SCSI vezérlőn lévő processzor vezérli a folyamat döntő hányadát.

Árban a két típus között lényeges különbség van, az SCSI eszközök ára minimum kétszerese az IDE-s eszközökének. Mindehhez még a vezérlőkártya árát is hozzá kell számolni, ami szintén nem elhanyagolható, főleg az IDE vezérlő árához viszonyítva, amelyet szinte minden alaplappal "ingyen" kapunk.

8.2.4. Puffer

Az írási puffereknek a régebbi meghajtókban igen komoly jelentőségük van. Mivel ezeknél az eszközök-nél a CD-k írása egyetlen folyamatos adatsor rögzítésével történik, az információ rendelkezésre állásának folyamatosságát minden körülmények között biztosítani kell. Ellenkező esetben a CD írása megszakad, és a félig megírt lemezt csak bonyolult és időigényes módszerek segítségével lehet befejezni. Ezek az eljárások nem is alkalmazhatók minden esetben, leggyakrabban az ilyen félresikerült lemezek a szemetesládában szokták végezni.

A jelfolyam biztosítását szolgálják az írási pufferek, amelyeknek átlagos mérete az írási sebességtől függ. Szerepük akkor kerül előtérbe ha a számítógép rövid ideig nem tudja megfelelő sebességgel biztosítani az adatokat a CD-író számára. Ez több okból kifolyólag is megtörténhet, például sok, apró, szétszórót fájl esetén a merevlemez képtelen megfelelő gyorsasággal elvégezni az olvasást, vagy egy véletlenül beinduló program is lelassíthatja a gép működését.

8x-os írási sebesség (1.200 kB/sec) esetén 2 MB-os puffert használva körülbelül $2.048/1.200 \simeq 1,7$ másodpercig védett a rendszer a puffer kiürülése ellen. Ez a közel 2 másodperces adathiány az, amit a jobb minőségű CD-írók képesek puffer segítségével áthidalni. Azonban ha belegondolunk abba, hogy mekkora átmeneti tárat kellene telepíteni egy 52x-es CD-R meghajtóba, ahhoz, hogy két másodpercig védett legyen a rendszer, elég nagy számot (körülbelül 16 MB) kapunk. Ennek elkerülése érdekében a fejlesztők új, jobban működő eljárásokat dolgoztak ki.

Szerencsére a pufferek szimpla alkalmazásánál lényegesen jobb megoldásokat fejlesztettek ki az évek során a puffer kiürüléséből származó sikertelen írárok kiküszöbölésére. Az áttörést a Sanyo cég által kifejlesztett BURN-Proof (*Buffer UnderRun proof*) technológia megjelenése hozta. Ennek működése során, ha a pufferben lévő adatok mennyisége egy előre meghatározott érték alá esik (ez általában a puffer teljes kapacitásának 10 %-a), akkor a CD írását felfüggeszti a rendszer, és a BURN-Proof áramkör megállapítja és tárolja az utolsó sikeresen felírt szektor adatait. Ha a puffer újra megfelelő kapacitással áll rendelkezésre, az írás a megfelelő pozíciótól indul újra. Ezzel a megoldással normál működés esetben nem keletkeznek olyan írási hibák, amik a későbbi felhasználást befolyásolhatnák. Sok más cég is kifejlesztett saját – a BURN-Proof technológiához hasonló – pufferkiürülés elleni védelmet, ezért manapság számos variációval találkozhatunk. Ilyen megoldás lehet például a JustLink vagy Just Link technológia is.

8.2.5. Támogatott formátumok és eljárások

Természetesen az sem elhanyagolható szempont, hogy egy CD-író milyen formátumú lemezeket olvas, milyen formátumok megírására és milyen eljárások alkalmazására képes. A következőkben felsorolt képességekkel minden komolyabb írónak rendelkeznie kell.

- Olvasás: CD-DA, CD-ROM, CD-ROM/XA, CD-I, Video CD, CD-Extra, CD-R, CD-RW
- Írás: CD-DA, CD-ROM, CD-ROM/XA, CD-I, Video CD, CD-Extra, CD-R, CD-RW
- Írási eljárások: Disc-at-Once, Session-at-Once, Track-at-Once, multisession

9. fejezet

DVD meghajtók

A DVD meghajtók és lemezek a CD-khez hasonló módon, optikai elven teszik lehetővé nagy mennyiségű adat gyors és megbízható tárolását. A tárolt adatok rendkívül változatosak lehetnek, azonban kiemelt szerepük van a DVD-n terjesztett filmeknek. Ezek egy speciális szeletét alkotják a DVD technológiának, amelynek segítségével számítógép nélkül, egy asztali DVD lejátszóval is kitűnő kép- és hangminőségben mozizhatunk. Természetesen a DVD-k kapacitását felhasználhatjuk bármilyen digitálisan kódolt adat tárolására, ahogy azt a CD-nél már megszokhattuk.

A DVD rövidítés jelentése nem egészen egyértelmű. Eredetileg a digitális video lemez (*Digital Video Disc*) kifejezés szavainak kezdőbetűiből állt össze a mozaikszó, azonban ezt később sokoldalú digitális lemezre (*Digital Versatile Disc*) módosították, de ezt a változtatást soha nem sikerült a DVD Forum¹ minden tagjával elfogadtatni. Ezért a hivatalos álláspont az, hogy ez csak egy egyszerű elnevezés, senki ne keresse a mögöttes tartalmat ...

9.1. Az adathordozó

A lemezek felépítése és működése alapjaiban megegyezik a CD-k szerkezetével. A DVD hordozórétegén az információt szintén felületek és kiemelkedések váltakozása tárolja egyetlen spirális sávon. A DVD-k lényegesen nagyobb kapacitását – általában a leggyakrabban használt lemezek 4,7 GB kapacitásúak – többek között az alkalmazott lézersugár megváltoztatása tette lehetővé. Szemben a CD-k esetében használt 780 nm hullámhosszúságú fénnel, a DVD-k esetében 636 nm vagy 650 nm hullámhosszúságú lézert alkalmaznak. A rövidebb hullámhosszúságú, jobban fókuszálható fénnel kisebb méretű pitek létrehozására van lehetőség. Ennek következtében nem csak hosszában lesz rövidebb az információ tárolásához szükséges hely, hanem a csökkenő méret a spirális szerkezet sűrítését is lehetővé teszi. A kapacitás növekedését biztosító megoldásokat, és azok hatékonyságát a 9.1 táblázat foglalja össze.

Jelentős előretörés a CD lemezekhez képest, hogy a DVD-k minden esetben egységes fizikai fájlstruktúrát használnak az OSTA (*Optical Storage Technology Association*) ajánlása alapján, amit UDF-nek (*Universal Disc Format*), univerzális lemezformátumnak nevezünk. Ennek a közös formátumnak köszönhetően lehetővé válik, hogy minden DVD lemezen található fájl, minden DVD lejátszó képes legyen olvasni és értelmezni. A mai PC-s operációs rendszerek mindegyike rendelkezik UDF támogatással, a Microsoft a Windows 98-ba építette be először ezt a lehetőséget.

¹A DVD-vel kapcsolatos fejlesztéseket számos cég végezte. Belőlük alakult meg a DVD Consortium, aminek a helyét később egy mindenki számára (bizonyos feltételekkel) nyitott DVD Forum vette át.

Alkalmazott megoldás	Változás mértéke	Változás hatékonysága
Rövidebb pitek	$0,972 \Rightarrow 0,4 \text{ micron}$	$\sim 2,08x$
Sűrűbb kialakítású sávok	$1,6 \Rightarrow 0,74 \text{ micron}$	$\sim 2,16x$
Nagyobb adatterület	$86 \Rightarrow 87,6 \text{ cm}^2$	$\sim 1,02x$
Hatékonyabb csatornabit moduláció	EFM \Rightarrow NEM+	$\sim 1,06x$
Hatékonyabb hibajavító kód	CIRC \Rightarrow RPC	$\sim 1,32x$
Kevesebb szolgálati információ a szektorokban	$2.048/2352 \Rightarrow 2.048/2.060$	$\sim 1,32x$

9.1. táblázat. A DVD kapacitását növelő tényezők a CD-hez képest

A DVD lemezeknek számos típusa létezik a gyakorlatban, és még több elméletben. A lemezek kétféle, 80 és 120 mm-es átmérővel kerülnek gyártásra. A gyakrabban használt átmérő a 120 mm-es, ami ugyanúgy megegyezik a CD lemezek méreteivel, mint az 1,2 mm-es vastagság. DVD lemezek nemcsak egyoldalas hanem kétoldalas kialakításban is léteznek. Ilyen esetben két, 0,6 mm vastagságú lemezt ragasztanak össze annak érdekében, hogy a média mindkét oldala alkalmas legyen az információ tárolására. A lemezek kapacitását szintén megduplázhatja a több rétegben történő adattárolás. A DVD-k mindkét oldala egy vagy két hordozóréteget tartalmazhat, egymás felett elhelyezve. Léteznek olyan kétoldalas lemezek is, melyeknek egyik oldala egyrétegű, a másik oldala pedig kétrétegű információátvitelt tesz lehetővé. A lemezek jelölésére a következő rövidítéseket használják:

- SS – Single Side (egyoldalas lemez)
- DS – Double Side (kétoldalas lemez)
- SL – Single Layer (egyrétegű lemez)
- DL – Double Layer (kétrétegű lemez)

A fenti rövidítéseket felhasználva mutatja be a 9.2 táblázat a különböző DVD típusok felépítését és tárolókapacitását. Az egyes típusokkal (DVD-ROM, DVD-R, DVD-RW, DVD+R, DVD+RW, DVD-RAM) a későbbiekben részletesen foglalkozunk. A méretek esetében két érték is fel van tüntetve, az első oszlop a tényleges, valós méretet ($1 \text{ GB} = 2^{30}$ bájt), a második oszlop pedig a névleges, DVD-ken feltüntetett értéket mutatja, ahol egy gigabájt 10^9 bájt-ként értelmeznek.

9.2. DVD szabványok

A különböző DVD formátumokkal kapcsolatos szabványokat – hasonlóan a CD lemezekhez – különböző könyvekben rögzítették a DVD Forum tagjai. Ezek alapján a DVD technológia felhasználása bárki számára hozzáférhető, aki aláírja a titoktartási nyilatkozatot és befizeti a több ezer dolláros jogdíjat. A DVD-k esetében a könyveket nem színnel, hanem az angol ABC nagybetűivel jelölik.

A DVD szabványainak kialakításakor a következő szempontokat tartották a legfontosabbnak:

Típus	Átmérő	Rétegek	Valós méret	Névleges méret
DVD-1	80 mm	SS/SL	1,36 GB	1,45 GB
DVD-2	80 mm	SS/DL	2,47 GB	2,65 GB
DVD-3	80 mm	DS/SL	2,72 GB	2,9 GB
DVD-4	80 mm	DS/DL	4,95 GB	5,3 GB
DVD-5	120 mm	SS/SL	4,38 GB	4,7 GB
DVD-9	120 mm	SS/DL	7,95 GB	8,5 GB
DVD-10	120 mm	DS/SL	8,75 GB	9,4 GB
DVD-14	120 mm	DS/SL+DL	12,33 GB	13,24 GB
DVD-18	120 mm	DS/DL	15,9 GB	17 GB
DVD-R 1.0	120 mm	SS/SL	3,68 GB	3,95 GB
DVD-R 2.0	120 mm	SS/SL	4,38 GB	4,7 GB
DVD-R 2.0	120 mm	DS/SL	8,75 GB	9,4 GB
DVD-RW 2.0	120 mm	SS/SL	4,38 GB	4,7 GB
DVD-RW 2.0	120 mm	DS/SL	8,75 GB	9,4 GB
DVD+R 2.0	120 mm	SS/SL	4,38 GB	4,7 GB
DVD+R 2.0	120 mm	DS/SL	8,75 GB	9,4 GB
DVD+RW 2.0	120 mm	SS/SL	4,38 GB	4,7 GB
DVD+RW 2.0	120 mm	DS/SL	8,75 GB	9,4 GB
DVD-RAM 1.0	120 mm	SS/SL	2,4 GB	2,58 GB
DVD-RAM 1.0	120 mm	DS/SL	4,8 GB	5,16 GB
DVD-RAM 2.0	80 mm	SS/SL	4,38 GB	4,7 GB
DVD-RAM 2.0	80 mm	DS/SL	1,36 GB	1,46 GB
DVD-RAM 2.0	120 mm	SS/SL	2,47 GB	2,65 GB
DVD-RAM 2.0	120 mm	DS/SL	8,75 GB	9,4 GB

9.2. táblázat. DVD típusok

- Nagy kapacitás.
- Megbízható adattárolás.
- Gyors adatátvitel és keresés.
- Egyszerű adatcsere szabvány.
- Olcsó eszközök (meghajtók és médiák).
- Lefelé kompatibilitás a létező CD-ROM lemezekkel.
- Lefelé kompatibilitás a létező CD-R és CD-RW lemezekkel.
- Közös állománykezelő-rendszer az összes alkalmazáshoz és formátumhoz.

9.3. DVD meghajtó- és lemeztípusok

Mint a 9.2 táblázatból is látszik, többféle DVD lemez és meghajtó létezik különböző méretekben és tárolókapacitásokkal. Az olvasás művelete általában hasonló módon történik a különböző típusoknál, azonban a lemezek írásánál számos eltérés tapasztalható.

9.3.1. DVD-ROM

A DVD-ROM lemezek jelentős része filmeket tartalmaz, ezeket a lemezeket DVD-Video lemezeknek nevezzük. A DVD-Video lemezek a DVD-ROM-ok egy csoportját képezik, elmondható, hogy minden DVD-Video lemez egyben DVD-ROM lemez is, de nem minden DVD-ROM lemez videolemez. A nem filmek tárolására készült lemezek pedig mindenféle számítógéppel értelmezhető adatot (játékokat, adatbázisokat, zeneszámokat, képeket, mozgóképet, stb.) tartalmazhatnak. Ha további hasonlaltal szeretnénk érzékeltetni a DVD-Video lemezek elhelyezkedését a DVD-ROM lemezek között, akkor azt mondhatnánk, hogy a CD-DA (audio) lemezeknek van hasonló pozíciója a CD-ROM-ok összességén belül.

Mivel a DVD-ROM lemezek csak olvasható adattárolók, a szükséges információkat a CD-ROM előállításához hasonló gépsorokon, üzemekben préselik a lemezek felületére. Az fajlagos előállítási költségek annál alacsonyabbak minél nagyobb példányszámban kell sokszorosítani egy lemezt. Néhány száz példányig nem érdemes préselt lemezeket készíteni, az írható DVD-k folyamatosan csökkenő árai miatt.

9.3.2. DVD-RAM

Az első generációs DVD-RAM eszközök 1998 közepén jelentek meg 2,58 GB-os oldalankénti kapacitással. A DVD-RAM-ok kettős fázisváltós technológiát kombinálnak némi magneto-optikai eljárással az adatok rögzítéséhez. A DVD-RAM formátum talán az elérhető legjobb DVD formátum az alkalmazott hibakezelés és a gyors elérés miatt. Sajnos a régebbi meghajtók nem képesek az ilyen lemezek olvasására. A DVD-RAM következő generációja 2000-ben jelent meg, ez mind a 2,58 GB-os, mind a 4,7 GB-os lemezformátumokat támogatja.

Számos eltérő típusú DVD-RAM média létezik. A lemezek tokkal vagy tok nélkül kerülhetnek forgalomba, azonban a tokozott verzióból is kétféle létezik. A 1-es típusú tok csak lezárva kerül a boltokba, a 2-es típusú tok pedig zárt vagy nyitható formában jelenik meg. A DVD-RAM lemezek írása csak tokozott állapotban történhet. Ahhoz, hogy a lemezeket egy hagyományos DVD meghajtóban olvasni tudjuk, nyilvánvalóan ki kell szednünk a médiát a tokjából, mivel az csak a DVD-RAM meghajtókba helyezhető be. A lemez kiszedése azonban veszélyekkel jár, mivel az adathordozó a visszahelyezés után számos esetben nem lesz megbízhatóan írható.

Tárolókapacitás	2,58 GB (egyoldalas), 5,16 GB (kétoldalas)
Átmérő	(80 mm), 120 mm
Vastagság	1,2 mm
Rögzítési eljárás	Fázisváltó eljárással
Lézer hullámhossza	650 nm
Adatbit hossz	0,41-0,43 mikron
Sávok távolsága	0,74 mikron

9.3. táblázat. A DVD-RAM főbb fizikai jellemzői

9.3.3. DVD-R

Az első írható DVD lemezek a DVD-R (*DVD-Recordable*) lemezek voltak 1997 végén. A mai árakhoz² képest elképesztőnek tűnhet a 17.000 \$-os író berendezés és a 80 \$-os egyszer írható lemez ára. Az 1.0-ás DVD-R szabvány egyoldalas, egyrétegű lemezeket definiált, a tárolókapacitás elmaradt a DVD-ROM lemezekétől, "csak" 3,95 GB adat fér el ezeken az adathordozókon.

²A jegyzet írásának időpontjában egy DVD író átlagosan 170 \$-ba, egy DVD-R lemez pedig körülbelül 3 \$-ba került.

A később megjelenő 2.0-ás szabvány már igazodik a DVD-ROM-ok kapacitásához, a lemezek egy (4,7 GB) illetve kétoldalas (9,4 GB) verzióban elérhetők, mindkét lemez egy rétegben írható.

Tárolókapacitás	4,7 GB (egyoldalas), 9,4 GB (kétoldalas)
Átmérő	(80 mm), 120 mm
Vastagság	1,2 mm
Rögzítési eljárás	Szerves festékréteg alkalmazásával
Lézer hullámhossza	635 nm felvételnél, 635/650 nm lejátszásnál
Adatbit hossz	0,293 mikron
Sávok távolsága	0,8 mikron

9.4. táblázat. A DVD-R főbb fizikai jellemzői

9.3.4. DVD-RW

Kezdetben DVD-R/W-nek, majd egy rövid ideig DVD-ER-nek is nevezték az első újraírható DVD lemezeket. A DVD-RW (*DVD-ReWritable*) lemezek a DVD-R alapjaira épülve 1999-ben jelentek meg. A közös alapok hasonló sávtávolságot, jelhosszúságot, forgatásvezérlést jelentenek, azonban a szerves hordozófesték helyett az RW lemezek fázisváltásra képes, törölhető anyagokat használnak az információ rögzítésére és tárolására. Mindezek miatt a legtöbb DVD meghajtó képes olvasni a DVD-RW lemezeket is, azonban néhány (általában régebbi) típus megzavarodhat az újraírható lemezek gyengébb fényvisszaverési képességei miatt. Ez leggyakrabban abban nyilvánul meg, hogy a meghajtó nem ismeri fel a lemezformátum kódját, vagy kétrétegű lemezként próbálja kezelni az egyrétegű, gyengébb tükröződésű újraírható lemezt. Szerencsére ezek a problémák rendszerint egy egyszerű firmware frissítéssel orvosolhatók.

Jelenleg kétféle DVD-RW meghajtó létezik. Az 1x DVD-RW/2x DVD-R régebbi- és a 2x DVD-RW/4x DVD-R újabb típusok. A nagyobb sebességre képes meghajtók több előnyös funkcióval is rendelkeznek:

- Gyors formázás. Az 1x/2x-es meghajtóknak szükségük van a lemez használat előtti formázására, ami körülbelül egy órát vesz igénybe. A 2x/4x-es meghajtókba helyezett lemezek néhány másodperc múlva már használhatók is, a formázás a háttérben történik.
- Gyors törlés. A lemez törlése és újraírása (1x/2x) helyett a 2x/4x-es meghajtók képesek a lemez törlésére ha a DVD-RW lemezen tárolt állományokhoz további fájlokat szeretnének adni.
- Gyors lezárás. A kevés adatot (<1 GB) tartalmazó lemezek lezárását a 2x/4x-es meghajtók lényegesen gyorsabban végzik el, mint az 1x/2x-es meghajtók.

9.3.5. DVD+R és DVD+RW

Érdekeség, hogy előbb létezett a DVD+RW formátum, mint a DVD+R. A DVD+RW a CD-RW alapjaira fejlesztett formátum, ami 2001 végén jelent meg. A DVD Forum annak ellenére sem támogatja, hogy olyan neves gyártók állnak a DVD+RW mellett, mint a Philips, a Sony, a Hewlett-Packard, a Dell, a Ricoh vagy a Yamaha. A DVD+RW meghajtók képesek a DVD-ROM-ok és a CD-k olvasására, és nagy százalékban kezelik a DVD-R és a DVD-RW lemezeket is. A DVD+RW meghajtók a CD-R és a CD-RW lemezek írására is alkalmasak, de nem olvassák a DVD-RAM médiát.

A lemezek kezdeti 2,8 GB-os oldalankénti kapacitását bővítették később 4,7 GB-ra. Az új, nagyobb kapacitású lemezeket már a legtöbb DVD meghajtó is képes kezelni, ugyanez azonban nem mondható el

a 2,8 GB-os első DVD+RW lemezekről. Ez szerencsére nem okoz gyakran problémát, mivel a 2,8 GB kapacitású lemezek nem terjedtek el.

Tárolókapacitás	4,7 GB (egyoldalas), 9,4 GB (kétoldalas)
Átmérő	120 mm
Vastagság	1,2 mm
Rögzítési eljárás	Fázisváltó eljárással
Lézer hullámhossza	650 nm
Adatbit hossz	0,4 mikron
Sávok távolsága	0,74 mikron

9.5. táblázat. A DVD+RW főbb fizikai jellemzői

A 2002 közepén megjelenő DVD+R lemezek nagyon hasonlóak a DVD-R lemezekhez. A többször írható fázisváltós hordozórteget fényérzékeny festékréteggel helyettesítették, a lemez többi eleme a DVD+RW lemezektől származik.

9.3.6. Multiformátumú DVD újraírók

A DVD-k világában jelenlévő eltérő szabványok miatt nehéz megfelelő eszközhöz hozzájutni, mivel a legtöbb meghajtó csak a használt szabványok egy részét támogatja. Ezt a problémát igyekszik megoldani (vagy legalábbis enyhíteni) a piacokon nemrég megjelent két új kategória.

9.3.6.1. DVD Multi

A DVD Forum által fejlesztett szabvány, ami minden - a DVD Forum - részéről elismert szabvány kezelésére képes. Vagyis az ilyen meghajtók alkalmasak a DVD-Video, DVD-Audio, DVD-ROM, DVD-R, DVD-RW és DVD-RAM lemezek kezelésére. A dolog egyetlen szépséghibája, hogy a DVD Multi eszközök nem támogatják a DVD+R és DVD+RW lemezek kezelését, mivel ezek specifikációit a DVD Forum nem ismeri el szabványként.

9.3.6.2. DVD±R/RW

A DVD±R/RW ellentétben a DVD Multi-val nem szabvány, hanem csak egy egyszerű jelölés a DVD írókon. Ez arról tájékoztatja a felhasználót, hogy a meghajtó egyaránt képes a DVD-R/RW és a DVD+R/RW lemezek kezelésére. A DVD±R/RW meghajtók általában nem támogatják a DVD-RAM médiumokat, azonban ez a formátum hazánkban nem is igazán elterjedt.

9.4. Optikai eszközök kompatibilitása

A 9.6 táblázat segítségével megpróbáljuk összefoglalni a különböző optikai meghajtók és médiák (CD-k és DVD-k) egymással való kompatibilitását. Az összefoglalás azt szeretné szemléletessé és rendszerezetté tenni, hogy a különböző eszközök milyen műveletek elvégzésére alkalmasak a különböző adathordozókkal. A táblázat sajnos a legnagyobb igyekezet ellenére sem lehet pontos, mivel a DVD-k szabványai nem olyan kiforrottak mint a CD-k esetében.

A táblázat felső sorában az adathordozók, a baloldali oszlopban pedig a különböző típusú meghajtók vannak feltüntetve. Ha egy meghajtó alkalmas az adott média olvasására, azt a táblázatban "O" betű jelöli, ha a média írására és olvasására egyaránt alkalmas az eszköz, azt az "I/O" karakterek jelzik.

	CD-ROM	CD-R	CD-RW	DVD-ROM	DVD-R	DVD-RAM	DVD-RW	DVD+RW	DVD+R
CD-ROM drive	O	O	O	-	-	-	-	-	-
CD-R drive	O	I/O	O	-	-	-	-	-	-
CD-RW drive	O	I/O	I/O	-	-	-	-	-	-
DVD-Video lejátszó	O	O ¹	O ¹	-	O	O ¹	O	O	O
DVD-ROM drive	O	O	O	O	O	O ¹	O	O ²	O
DVD-R drive	O	I/O	I/O	O	I/O	-	O	O	O
DVD-RAM drive	O	O	O	O	O ⁷	I/O	O	O ²	O
DVD-RW drive	O	I/O	I/O	I	I/O	-	I/O	O	O
DVD+R/RW drive	O	I/O	I/O	I	I	I ⁴	I	I/O	I/O ³
DVD-Multi drive⁵	O	I/O	I/O	O	O	I/O	I/O	O ²	O
DVD±R/RW drive	O	I/O	I/O	O	I/O	O ⁶	I/O	I/O	I/O

1 - A MultiRead/MultiPlay meghajtók képesek a lemez olvasására.

2 - A MultiRead/MultiPlay meghajtók képesek a lemez olvasására.

3 - Néhány első generációs DVD+RW meghajtó nem képes a DVD+R lemezek írására.

4 - A DVD-RAM lemezek olvasásának képessége meghajtófüggő.

5 - A DVD Forum specifikációja azokra a meghajtókra, amelyek minden DVD szabvány kezelésére alkalmasak.

6 - Néhány meghajtó képes a DVD-RAM lemezek írására is.

7 - Néhány meghajtó képes a DVD-R lemezek írására is.

9.6. táblázat: Optikai eszközök kompatibilitása

10. fejezet

Monitorvezérlők

A monitorok vagy megjelenítők a PC-k legfontosabb és legtöbbet használt kimeneti perifériái. A megjelenített kép felbontásáért, színhűségéért, frissítéséért, egyszerűen annak minőségéért nem csak a kijelző, hanem az azt vezérlő áramkör is felelős. A PC-k történetében több fontos, a képalkotáshoz kapcsolódó szabványt is fejlesztett az IBM, amíg el nem jutottunk a manapság alapnak számító VGA megjelenítésig. Ezek a vezérlő- és monitortípusok megjelenésük időrendjében a következők:

- **MDA** - Monochrome Display Adapter
- **HGC** - Hercules Graphics Card
- **CGA** - Color Graphics Adapter
- **EGA** - Enhanced Graphics Adapter

Manapság azonban az IBM a monitorvezérlők piacán sem játszik már jelentős szerepet, a fejlesztést több, speciálisan a megjelenítéssel foglalkozó vállalat ragadta magához. Napjaink megjelenítői a VGA továbbfejlesztett szabványait (SVGA, XGA, UVGA) használják, azonban a vezérlők közti versengést inkább a kártyák által nyújtott egyéb szolgáltatások és paraméterek döntik el. Hogy csak a legfontosabbakat említsük, kiemelkedő fontosságú a 3D támogatás, a monitorvezérlő memóriájának mérete és sebessége valamint a kártyán található csatlakozók típusa.

10.1. VGA – Video Graphics Array

A VGA szabvány ma is fontos szerepet játszik a legtöbb PC és operációs rendszer életében, hiszen ez az a közös alap, amit minden manapság használt grafikus kártya ismer és amihez az operációs rendszer grafikus felületének helytelen beállítása után vissza tudunk térni. A Microsoft Windows 95-től kezdődően a Windows operációs rendszerek indításakor lehetőségünk van VGA módban történő indításra, de a különböző linuxok grafikus felhasználó interfésze is minden esetben konfigurálható VGA módban.

A szabványos VGA vezérlő maximum 256 szín megjelenítésére képes, a megjelenítendő színek 262.144 lehetséges árnyalat közül kerülnek kiválasztásra. A szabvány 640x480-as grafikus vagy 720x400-as szöveges módban 16 szín egyidejű megjelenítését támogatja. Ez, mármint a 640x480-as felbontás 16 színnel az, amire azt mondjuk, hogy nagyon ronda, de ezt minden VGA kompatibilis kártya és minden VGA kompatibilis monitor képes megjeleníteni. Szerencsére ilyen képernyőt általában csak akkor látunk

ha csökkentett módban indítjuk a Windowst, vagy ha nem rendelkezünk a monitorvezérlőhöz megfelelő illesztőprogrammal.

A VGA megjelenítés azonban nem csak színes lehet, az elsőként megjelent monochrome monitorok csak szürke árnyalatokat támogatnak. A lehetséges 64 árnyalat megjelenítése a színes kép átalakításával jön létre, a vezérlő a rendszer indításakor, a monitor érzékelése után dönti el, hogy színes vagy szürkeárnyalatos képet küld-e a kimenetére. Néhány vezérlő és monitor párosítása esetén a detektálás nem mindig működik 100%-osan, ilyenkor előfordulhat, hogy a színes monitoron is fekete-fehér kép jelenik meg.

10.2. SVGA – Super VGA

Természetesen a VGA megjelenése után folyamatos érdeklődés mutatkozott a nagyobb felbontások és színmélységek iránt, ezért a gyártók megkezdték a VGA szabvány továbbfejlesztését. Ez jellemzően a felbontás növelését jelentette, az új maximum 800x600 képpont lett. Annak ellenére, hogy az SVGA szabvány csak ezt a felbontást jelenti, a rendkívül gyors fejlődésnek és továbblépéseknek köszönhetően a köznyelvben az ennél nagyobb felbontásokat és színmélységeket is szokás (volt) SVGA-nak titulálni.

1989-ben némileg rendeződött az SVGA körüli bizonytalanság, mivel a VESA (*Video Electronics Standards Association*) kezébe vette az irányítást. A VBE (*VESA BIOS Extension*) bevezetésével a programozók helyzete lényegesen egyszerűbbé vált, hiszen ettől kezdve csak egy szabványos interfészhez kellett elkészíteniük a kódot. A VBE maximálisan 1280x1024-es felbontást és 24 bites színmélységet (16,7 millió szín) definiál. Annak ellenére, hogy ezeket az értékeket napjainkban is használjuk, a VBE jelentősége mára már elhanyagolható. Microsoft operációs rendszerek használata esetén leginkább a Windows 95 előtti programok, alkalmazások futtatásakor kerülhet elő a VBE.

10.3. Monitorvezérlők általános jellemzői

Minden VGA vezérlőre jellemzőek a következő paraméterek:

- Grafikus **memória** mérete és .
- Grafikus **Processzor** típusa és sebessége.
- A kártya által használt **busz** típusa.
- **Digitális/analóg átalakító** .
- A grafikus kártyán található **BIOS**.
- **Illesztőprogram**.

Egy grafikus kártya ezen tulajdonságai már nagyjából meghatározzák a kártya lehetséges felhasználási területeit, piaci pozícióját és árát. Természetesen más szempontokat is figyelembe vehetünk a monitorvezérlő kiválasztásakor, azonban a speciálisabb, viszonylag szűk réteg számára fontos plusz szolgáltatások mellett a felsorolt alapvető paraméterek mindig fontosak maradnak.

10.3.1. Grafikus memória

A monitorvezérlő kártyákon használt memóriáknak is sokféle típusa ismert, akár csak az alaplapra illeszthető, RAM-ként funkcionáló moduloknak. Napjaink tipikus memóriaméretei egy grafikus kártya esetén, 32 MB vagy 64 MB lehet, de nem ritkák már a 128 MB-os vezérlők sem. Összehasonlításként érdemes megemlíteni, hogy a VGA korszak kezdetén a legtöbb kártya 256 kB vagy 512 kB memóriával rendelkezett, bizonyos típusok egészen 1 MB-ig voltak bővíthetők az SVGA felbontás megvalósításához.



10.1. ábra. 1 MB-ig bővíthető Trident 8900-as monitorvezérlő

A jelen vezérlői között ritkábbak a bővíthető típusok, általában vásárláskor kell jól meggondolni, hogy mennyi memóriára is lesz szükségünk. Gyakori tévhit, hogy a video memória bővítése minden esetben a megjelenítés sebességének növekedését eredményezi. Ez ugyanis csak speciális feltételek¹ teljesülésekor következhet be, az esetek döntő többségében a plusz memória nem gyorsítja a grafikus alrendszer működését.

A memória mérete azonban egyenes arányban áll a megjeleníthető felbontással és színmélység maximumával. Ha csak két színt szeretnénk megjeleníteni, akkor minden képponthoz elegendő lenne egy bitnyi információ megadása, hiszen ekkor ennek a bitnek *igaz* és *hamis* állapotához is rendelhetnénk egy-egy színt. Ebben az esetben a teljes felületen történő megjelenítéshez pontosan annyi bitnyi memóriára lenne szükségünk, ahány képpontból a képernyőnk áll. Például 640x480-as felbontás esetén a szükséges memória = $640 \times 480 = 307.200 \text{ bit} = 38,4 \text{ kB}$. Ha több színt szeretnénk alkalmazni, vagyis növelni kívánjuk a színmélységet, akkor a képpontok számát annyival kell megszoroznunk, ahány biten a kívánt színek ábrázolhatók. Például, ha az előbbi 640x480-as felbontást 256 színben szeretnénk megjeleníteni, akkor először azt kell megállapítani, hogy a 256 szín hány biten tárolható. Szerencsére könnyű dolgunk van, mivel $2^8 = 256$, vagyis a 256 szín tárolásához minden egyes képpontban 8 bitre (1 bájt) van szükség. Ennek ismeretében tehát a szükséges memória = $640 \times 480 \times 8 = 2.457.600 \text{ bit} = 307,2 \text{ kB}$. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy egy 512 kB-os monitorvezérlőre van szükségünk, mivel az ez alatt létező legnagyobb típus is általában csak 256 kB memóriával van szerelve.

¹A grafikus kártya memóriájának bővítése például abban az esetben okozhat sebességnövekedést, ha ennek hatására a processzor szélesebb buszon képes kapcsolódni a memóriához.

Kétdimenziós megjelenítés esetén tehát a következő módszer alkalmazásával számítható ki a szükséges memória nagysága: a képernyő vízszintes felbontása (képpontokban) szorozva a képernyő függőleges felbontásával (képpontokban) és szorozva a színmélységgel (bitben). Az egyszerűbb áttekinthetőség érdekében az alábbi táblázat (10.1 táblázat) a leggyakrabban használt felbontásokhoz és színmélységekhez szükséges memória nagyságát dokumentálja.

Felbontás	Színmélység (bit)	Színek száma	Memóriaigény (bájt)	Memóriaméret (MB)
640x480	4	16	153.600	1/4
640x480	8	256	307.200	1/2
640x480	15	32.768	576.000	1
640x480	16	65.536	614.400	1
640x480	24	16.777.216	921.600	1
800x600	4	16	240.000	1/4
800x600	8	256	480.000	1/2
800x600	15	32.768	900.000	1
800x600	16	65.536	960.000	1
800x600	24	16.777.216	1.440.000	2
1024x768	4	16	393.216	1/2
1024x768	8	256	786.432	1
1024x768	15	32.768	1.474.560	2
1024x768	16	65.536	1.572.864	2
1024x768	24	16.777.216	2.359.296	4
1280x1024	4	16	655.360	1
1280x1024	8	256	1.310.720	2
1280x1024	15	32.768	2.457.600	4
1280x1024	16	65.536	2.621.440	4
1280x1024	24	16.777.216	3.932.160	4
1600x1200	4	16	960.000	1
1600x1200	8	256	1.920.000	2
1600x1200	15	32.768	3.600.000	4
1600x1200	16	65.536	3.840.000	4
1600x1200	24	16.777.216	5.760.000	8

10.1. táblázat. 2D megjelenítéshez szükséges memóriaméretek

3D megjelenítés esetén a memóriaigényre az előbbieken kívül hatással van továbbá a Z-puffer² mélysége illetve, hogy dupla vagy tripla puffereletet használunk. Az előbbi számítás tehát ezen paraméterek figyelembevételével egészül ki. Abban az esetben ha a Z-puffer mélysége megegyezik a használt színmélységgel egyszerű dolgunk van, mivel ilyenkor a 2D-s számítás eredményét csak a pufferek számával kell megszoroznunk, ami dupla pufferelet esetén háromszoros, tripla pufferelet esetén pedig négyszeres eredményt jelent. Az alábbi táblázat (10.2 táblázat) a gyakrabban használt beállítások memóriaigényét tekinti át, feltételezve, hogy a színmélység és a Z-puffer mélysége megegyező.

²A Z-puffer tárolja az adott pixel térbeli elhelyezkedésének mélységét, vagyis ennek értékéből állapítható meg renderelésnél, hogy melyik képpont melyik képpontot takarja.

Felbontás	Színmélység (bit)	Pufferelés	Memóriaigény (MB)	Memóriaméret (MB)
640x480	16	dupla	1,758	2
640x480	16	tripla	2,344	4
640x480	24	dupla	2,637	4
640x480	24	tripla	3,516	4
640x480	32	dupla	3,516	4
640x480	32	tripla	4,688	8
800x600	16	dupla	2,747	2
800x600	16	tripla	3,662	4
800x600	24	dupla	4,120	8
800x600	24	tripla	5,493	8
800x600	32	dupla	5,493	8
800x600	32	tripla	7,324	8
1024x768	16	dupla	4,500	8
1024x768	16	tripla	6,000	8
1024x768	24	dupla	6,750	8
1024x768	24	tripla	9,000	16
1024x768	32	dupla	9,000	16
1024x768	32	tripla	12,000	16
1280x1024	16	dupla	7,500	8
1280x1024	16	tripla	10,000	16
1280x1024	24	dupla	11,250	16
1280x1024	24	tripla	15,000	16
1280x1024	32	dupla	15,000	16
1280x1024	32	tripla	20,000	32
1600x1200	16	dupla	10,986	16
1600x1200	16	tripla	14,648	16
1600x1200	24	dupla	16,479	32
1600x1200	24	tripla	21,973	32
1600x1200	32	dupla	21,973	32
1600x1200	32	tripla	29,297	32

10.2. táblázat. 3D megjelenítéshez szükséges memóriaméretek

Természetesen egy grafikus kártya memóriájának jóságát nem csak annak mérete, hanem a felhasznált chippek típusa is meghatározza. Ahogy a PC-k operatív memóriájának használt típusok is jelentősen különbözhetnek, ugyanúgy komoly eltérések lehetnek a grafikus kártyákon használt típusok között is.

- A hagyományos dinamikus **FPM RAM**-ok alkalmazása rendkívül olcsó megoldást jelent napjainkban. Mivel ezek a típusok folyamatos frissítést igényelnek az információ megőrzéséhez és nem képesek egyszerre írási és olvasási műveletek végzésére, lassúságuk miatt már nem alkalmasak a mai grafikus kártyák memóriájának. A típus sebességéből adódóan elméletben maximálisan egy 1024x768-as felbontású, 24 bites színmélységű kijelző 72 Hz-es frissítésére képes, ami körülbelül 170 MB-os adatátvitelt igényel másodpercenként. A dinamikus memóriákkal (DRAM) a jegyzet 4.1.2 fejezete, az FPM memóriákkal pedig a 4.2.1 fejezete foglalkozik részletesen.
- Az FPM memóriák továbbfejlesztéseként létrehozott **EDO RAM**-ok (4.2.2 fejezet) némileg megnövelt teljesítményt nyújtanak az FPM memóriákkal azonos áron, azonban a sebességnövekedés a

grafikus kártyákon való felhasználhatóság szempontjából nem jelentős.

- A **VRAM** (*Video RAM*), mint neve is mutatja kimondottan grafikus kártyákhoz készült. A típus jelentős újítása, hogy a VRAM külön porton képes az adatok írására és olvasására, ami jelentős teljesítménynövekedést eredményez. Természetesen ez a sebességnövekedés a valóságban soha nem lesz kétszeres, de hatása a mindennapi felhasználás során is érezhető. A típus manapság már nem használatos, mivel sebessége elmarad napjaink típusaitól és ára már saját idejében is magas volt.
- A **WRAM** (*Windows RAM*) a Samsung fejlesztése, amely hasonlóan a VRAM-okhoz két porton keresztül képes adatcserére és kimondottan grafikus vezérlők számára tervezték. A VRAM-oknál némileg jobb teljesítmény és alacsonyabb ár jellemzi ezt a típust, amit napjainkban már szintén nem használnak a gyártók.
- A grafikus kártyákon használt **SDRAM** memóriák teljes egészében megegyeznek az operatív memóriának használtakkal, részletesebb információ a jegyzet 4.2.3 fejezetében található. Általában a monitorvezérlőkre különálló chipeket szerelnek, komplett modulok csak ritkán illeszthetők. SDRAM-mal szerelt kártyák jelenleg is nagy számban működnek, az új eszközök közül az olcsóbb, alacsonyabb kategóriába sorolható vezérlőkártyákat szerelik ezzel a memóriával.
- Az SDRAM továbbfejlesztéseként alkották meg az **SGRAM**-ot (*Synchronous Graphics RAM*), amit kimondottan grafikus kártyák memóriájának fejlesztettek. Az SGRAM mindössze annyiban különbözik az olcsóbb SDRAM-októl, hogy egy kiegészítő áramkör segítségével képes az írási műveletek blokkos végrehajtására, ami nagyobb sebességen teszi lehetővé a Z-pufferrel történő műveletvégzést valamint grafikák feltöltését. Az SGRAM-ot megálmodóik a felső kategóriás eszközökbe szánták, azonban a nem sokkal később megjelenő DDR SDRAM-ok kiszorították az SGRAM-okat a piacról.
- A **DDR SDRAM** (*Double Data Rate SDRAM*) napjaink legnépszerűbb típusa. Működése szintén megegyezik az operatív memóriaként használt DDR SDRAM-okéval (részletesebben 4.2.4 fejezet), vagyis az adatátviteli sebesség kétszerese az azonos sebességen működő SDRAM-okénak.
- A **DDR-II SDRAM**-ok már órajelenként 4 bit átvitelére képesek, ami a DDR memóriák sebességének megduplázását, a hagyományos SDRAM-ok sebességének megnégyesítését jelenti azonos működési frekvencia mellett. A típussal bővebben a jegyzet 4.2.4 fejezete foglalkozik.

10.3.2. Grafikus processzor

Egy rendszerben a grafikus processzor és a köré épülő chipkészlet hasonló fontosságú szerepet tölt be a megjelenítés folyamatában, mint a CPU egy komplett PC esetén. Gyakran találkozhatunk olyan, különböző gyártók által forgalomba hozott grafikus kártyákkal, amelyek azonos chipkészletre épülnek. Ezekben az esetekben jelentős árkülönbség is előfordulhat az eltérő termékek között. Ilyenkor leginkább a kártyán található grafikus memória méretében, a kártya és annak driverei által nyújtott szolgáltatásokban, a mellékelt szoftverekben és kiegészítőkben valamint a cég által nyújtott terméktámogatásban kell keresni a különbség okát.

A megjelenítéshez használt processzorok jelentős fejlődésen estek át az elmúlt években. Kezdetben a monitorvezérlőkön nem találhattunk olyan feldolgozó egységet, ami képes lett volna számítási műveletek elvégzésére, ezek a típusok mindössze a számítógépben található CPU által szolgáltatott eredmények megjelenítését vezérlik. Az eszköz működési elvéből egyenesen következik, hogy mai szemmel nézve rendkívül lassúnak mondható.

A később kifejezetten mérnöki munkához fejlesztett grafikus kártyák egy csoportja már saját, teljes értékű processzort kapott, ami igen gyors működést tesz lehetővé, hiszen amíg a CPU az általa szokásos

számításokat végzi, addig a grafikus processzor egy redukált – kifejezetten a megjelenítésre fejlesztett –, speciális utasításkészlet segítségével hatékonyabban képes végezni a képalkotáshoz szükséges számításokat. A megoldás egyetlen hátránya az előző típussal szemben az eszközök magas ára.

Amióta a PC-k (és más számítógépek) ára jelentősen lecsökkent, azokat már nem csak munkára, hanem gyakran szórakozásra is használjuk. A játékok a számítógépes piac jelentős részét lefedik, és rohamos tempóban igényelnek egyre nagyobb és nagyobb erőforrásokat a legtöbb szülő bosszúságára. A grafikus kártya egy olyan különösen kényes terület, amiből az átlag felhasználó sohasem rendelkezik megfelelővel ahhoz, hogy a használni kívánt összes játékot a kívánt minőségben élvezhesse. Az első jelentős lépés az úgynevezett gyorsítókártyák megjelenése volt, ami azt tette lehetővé, hogy a CPU által küldött vezérlés alapján a gyorsítókártyán kerülnek kiszámításra a vonalak, körök és egyéb formák. Ez a megoldás jelentősen csökkenti a CPU terhelését és nagy mértékben gyorsítja a megjelenítés folyamatát.

Az első gyorsítókártyák a meglévő rendszer kiegészítéseként funkcionáltak, vagyis a meglévő monitorvezérlő mellé egy újabb kártya került, ami az újabb utasításokat értelmezte. Az ilyen megoldásban a két kártyát általában a számítógépen kívül és belül egyaránt egy-egy kábel köti össze, ami biztosítja a vezérlők együttműködését. A később megjelent gyorsítókártyák már kiváltották a hagyományos értelemben vett VGA vezérlőket, ezek már egy egységben látnak el minden feladatot.

Napjainkban már szinte csak 3D-s grafikus processzorral szerelt vezérlőket használunk, mivel ezek alsó kategóriájának ára már minden PC használó által megfizethető szintre csökkent. Ezek a kártyák már megfelelően gyors két- és háromdimenziós megjelenítésre képesek, speciális utasításkészleteikkel hatékonyan valósítanak meg különböző fényekkel, árnyalásokkal és árnyékolásokkal kapcsolatos feladatokat. A 3D-s grafikus processzorok kifejezetten a játékok erőforrásigényeihez igazodnak, ezért kevés olyan egyéb felhasználási terület van, ami gondot okozhatna nekik. A kártyák ára rendkívül széles spektrumon mozog, ezt leginkább a vezérlőre épített chipkészlet és memória milyensége valamint a kártya által nyújtott egyéb szolgáltatások határozzák meg.

10.3.3. Grafikus kártyák által használt buszok

A PC-k világában a grafikus kártya az egyetlen olyan eszköz, amit minden eddig használt buszhoz készítettek. Persze ez nem nagy kunszt, hiszen a manapság használt AGP (2.3.6 fejezet) felület kizárólag a monitorvezérlők számára készült, más kártyát ehhez a felülethez egyetlen gyártó sem készít.

Az AGP-s grafikus kártyákon kívül néhány rendszer még PCI-os (2.3.5 fejezet) vezérlőt használ, azonban ezek száma és jelentősége egyre csökken. A PCI-nál régebbi szabványok alkalmazása manapság már nem jellemző, mivel az ISA (2.3.1 fejezet), EISA (2.3.3 fejezet) és VLB (2.3.4 fejezet) már nem biztosítják a napjainkban elvárható átviteli sebességet.

10.3.4. Digitális/analóg átalakító

A digitális/analóg átalakító feladata – mint arra a neve is utal –, a vezérlőkártya digitális jeleinek átalakítása analóg jelekké. Az átalakításra azért van szükség, mert a hagyományos monitorok kizárólag analóg jeleket felhasználva alkalmasak képalkotásra. Az újabb digitális bemenettel rendelkező kijelzők és digitális kimenettel felszerelt vezérlők esetén a digitális/analóg átalakító, vagy más néven RAMDAC (*Random Access Memory Digital Analog Converter*) szerepe is megváltozik.

A RAMDAC sebessége általában megahertzben mérhető, jelenleg egy jobb minőségű kártya 300 MHz és 500 MHz közti sebességen működő konverterrel van felszerelve. Minél nagyobb a RAMDAC sebessége, annál nagyobb függőleges képfrissítési frekvencia elérése lehetséges azonos felbontás mellett, vagy megfordítva, nagyobb felbontás érhető el a képfrissítés frekvenciájának megtartása mellett.

10.3.5. Video BIOS

A grafikus kártyákon – hasonlóan az alaplaphoz – is található BIOS. A monitorvezérlőkön található BIOS teljesen független az alaplapi BIOS-ától, azonban felépítése, funkciója, működése közel azonos azzal. A videokártyákon található BIOS feladata egy interfész szolgáltatása a kártya hardvere és a kártyát használó szoftver között, ami a programozó elől elrejtje a hardver okozta speciális tulajdonságokat, helyette egy szabványos felületet szolgáltat felé.

Természetesen ezeket a BIOS-okat is lehet frissíteni, ennek különböző módjai ismertek. A régebbi – EPROM-ot használó – vezérlők esetén a BIOS-t tartalmazó áramkört kell kiemelni a foglalatból és a helyébe egy újat tenni. Ez lehet egy gyárilag kiadott új áramkör, vagy a kicserélt áramkör is, miután új tartalom került bele. Az újabb kártyák azonban már Flash BIOS-t használnak, amiket megfelelő segédprogramokkal, a gép szétszerelése nélkül egy gyakorlottabb felhasználó is képes frissíteni. Azonban mielőtt a BIOS frissítésébe kezdünk, mindig tartsuk szem előtt a következő fontos elvet: ami jól működik, azt ne akarjuk megjavítani. Vagyis csak abban az esetben kezdjük a BIOS frissítésébe, ha valamilyen problémát tapasztalunk a vezérlőkártya működése során, esetleg ezt a problémát dokumentáljuk is a kártya fejlesztője. Csak azért mert találtunk az Interneten egy új BIOS-t sose kezdjük a jól működő régi program felülírásába, mert lehet, hogy az eredmény rosszabb lesz mint a kiindulási állapot.

10.3.6. Illesztőprogram

Az illesztőprogram vagy más néven *driver* szintén fontos része a monitorvezérlőknek. Ugyan az előbbi megállapítás más eszközökre is igaz, azonban egy hibás illesztőprogram a megjelenítésben teljes egészében tönkretelheti a grafikus felhasználói felületet, ennek kijavítása pedig (a megszokott környezet hiányában) a gyakorlatlan felhasználók számára komoly nehézséget jelenthet. Természetesen minden operációs rendszernél megvan a módja a helytelen beállítások megszüntetésének vagy a nem megfelelő illesztőprogram eltávolításának, azonban a probléma első megjelenésekor nem ritka, hogy annak elhárításához valaki szakember segítségét kérje.

Az illesztőprogram azonban nem csak egyértelműen jó vagy rossz lehet az adott vezérlőhöz vagy chipkészlethez. Egy csúcstechnológiából felépülő, de rosszul megírt driverrel üzemelő kártya akár gyengébb teljesítményt is nyújthat, mint az előző technikai generáció elemeiből épített, de kitűnő illesztőprogrammal ellátott adapter. A szükséges programokat minden esetben a gyártó az eszközhöz mellékel, de a frissebb, újabb és általában jobb illesztőprogramok le is tölthetők a nevesebb gyártók oldalairól.

11. fejezet

Monitorok

A számítógépek kezdeti világában hatalmas áttörésnek számított az, amikor a karakternyomtatót – mint elsődleges kimeneti perifériát – felváltotta az első monitor. Ezek a típusok kizárólag szöveges információ megjelenítésére voltak képesek, mindössze egy színben. Az eszköz kezdetlegességének ellenére a fejlődés jelentős volt, hiszen az elsődleges kimeneti periféria immár valós időben volt képes az információ szolgáltatására.

A technológia a kezdetektől napjainkig továbbra is folyamatosan fejlődik, megújul. Először a felbontások és a megjeleníthető színek számában történtek előrelépések, majd az SVGA szabvány elérése után inkább a monitorok méretei és képfrissítési frekvenciái kerültek előtérbe. Napjaink jellemző tendenciája, hogy az eddig szinte kizárólag csak hordozható számítógépekben használt LCD monitorok felváltják az asztali PC-k hagyományos, katódsugárcsöves megjelenítőit.

11.1. Katódsugárcsöves monitorok

A katódsugárcsöves (*Cathode Ray Tube* – CRT) megjelenítők nem a számítástechnika világában mutatkoztak be először. A technológia már több mint 60 éve, a televízió elterjedése óta létezik, és alapjai a mai napig nem változtak.

11.1.1. CRT monitorok működési elve

A működési alapelv a következő: a monitorban található képcső hátsó részén elhelyezkedő elektronágyú elektronsugarakat lő ki a képcső eleje felé. A képcső elülső részét egy foszfor alapú réteg borítja, ami az elektronsugarak hatására gerjesztett állapotba kerül és fényleni kezd. A gerjesztés mértéke, vagyis, hogy a stimulált terület milyen erősségű fényt bocsát ki, az elektronsugár feszültségének nagyságától függ. A megfelelő kép előállításához az elektronsugarak irányítására is szükség van, amit az elektronsugár útjában létrehozott mágneses térrel oldanak meg.

Az első CRT megjelenítőkhöz csak egyetlen elektronágyút építettek és a képcső elejére is csak egy homogén foszforréteget vittek fel. Ez természetesen csak egy szín különböző árnyalatainak megjelenítésére alkalmas, de az alapelv egyszerű továbbfejlesztésével könnyen megtervezhető volt a színes megjelenítők elvi felépítése. Három alapszín használva a színes megjelenítőkhöz három elektronágyút bocsát ki az elektronsugarakat az alapszínek képpontjaiból felépülő foszforréteg felé. Mindhárom színhez egy-egy elektronágyú tartozik, azaz az egyes színekért független elektronsugarak felelnek.

11.1.2. Képpontok

Három egymás mellett elhelyezkedő és eltérő színű képpont alkot egy pixelt, ami a színkeverésnek köszönhetően már tetszőleges szín megjelenítésére alkalmas. A képernyők felbontásának növelésével a pixelek egyre közelebb kerültek egymáshoz, ami lényegesen precízebb vezérlés alkalmazását tette szükségessé, mivel a sugarak pontatlan becsapódása esetén nem csak azok a képpontok fognak felvillanni, amelyeknek eredetileg kellett volna, hanem esetleg néhány szomszédos pont is gerjesztett állapotba kerülhet. Az ilyen pontatlanságok ellen ki kellett dolgozni valamilyen megoldást, ugyanis a jelenség a kép elmosódását, szellemkép megjelenését vagy színtorzulást okozhat.

A problémára az egyik megoldást egy úgynevezett árnyékmazsk beépítése jelentette, ami a foszforréteg és az elektronágyú között, közvetlenül a foszforréteg előtt helyezkedik el. Ez a maszk általában egy egyszerű fémlemez, amire a megfelelő helyeken lyukakat fúrtak a gyártás során. A pontosan érkező elektronnyalábok átjutnak a számukra kijelölt lyukakon és így biztosan a megfelelő képpontot kezdik stimulálni. Az eltévedt sugarak pedig ennek rendkívül egyszerű mechanikai megoldásnak köszönhetően nem érik el a foszforréteget, nem lesznek hatással a kialakuló képre.

Egy másik megoldást alkalmaznak a Trinitron monitorok, ahol a foszfort nem pontonként, hanem függőleges csíkonként viszik fel a képcső felületére. A foszforréteg felvitelének szempontjából ez egy lényegesen egyszerűbb megoldás, azonban az eltévedt sugarak kiszűréséről itt is gondoskodni kell. Árnyékmazsk helyett igen vékony vezetékeket alkalmaznak a képpontok elválasztására, az ezekből felépülő hálót apertúrárcsnak nevezzük. A rács stabilitásának biztosítása érdekében ezekben a monitorokban két csillapítóvezeték is beépítenek, ami vízszintesen a kép $\frac{1}{3}$ -ánál és $\frac{2}{3}$ -ánál helyezkedik el. Sajnos ezek a vezetékek a megjelenített képen is észrevehetőek és véleményem szerint abszolút felhasználófüggő, hogy zavaró-e ez a mindennapi munkában.

11.1.3. Képfrissítés

A megjelenítendő kép megalkotása soronként történik, az elektronsugarak balról jobbra pásztázzák végig a képernyőt, az egyes képpontokat megfelelő mértékben gerjesztve. Ha a sugár eléri a sor végét, akkor az egy pillanatra kikapcsol, a mágneses mező átáll a következő sorra és a sugár ismételt aktiválásával megkezdődik az új sor pásztázása. Ha a folyamat a képernyő legalsó sorának végéhez ér, akkor befejeződött a kép kirajzolása és a vezérlés a monitor bal-felső sarkába állítja vissza a sugarat, amivel megkezdődik a következő képkocka megjelenítése. A teljes kép megrajzolásának sebességét nevezzük képfrissítésnek, amit Hz-ben mérünk és a monitorok jellemző mérőszáma¹. Általánosan elmondható, hogy adott felbontás mellett minél magasabb egy monitor képfrissítési frekvenciája, annál jobb minőségű, az emberi szem számára kevésbé fárasztó kép előállítására képes. Persze ez alól a szabály alól is léteznek kivételek. Előfordulhat, hogy néhány ember szeme bizonyos frekvenciákra érzékeny és az ilyen sebességgel előállított képet nagyon zavarónak találja. Éppen ezért mindenkinek célszerű saját magának végigpróbálni a lehetséges frekvenciákat, célszerűen a magasabb értékeket részesítve előnyben.

11.2. LCD monitorok

Az folyadék kristályos monitorok (LCD – *Liquid Crystal Display*) napjainkra már nem kizárólag a hordozható számítógépek megjelenítői. Nemrég ugyanis áruk olyan mértékben csökkent, hogy az asztali PC-k megjelenítőiként a CRT monitorok konkurenseivé válhattak. Jelenleg egy jó minőségű 17"-os CRT monitor ára körülbelül a fele egy vele közel azonos látható felülettel rendelkező 15"-os LCD monitor

¹A képfrissítési frekvenciák a különböző felbontásokban eltérőek lehetnek, ezért ezek az értékek csak hozzájuk tartozó felbontási adatokkal együtt szolgáltatnak értékelhető információt.

árának. Figyelembe véve, hogy az emberi szem számára lényegesen kényelmesebb a folyadékkristályos kijelzők használata, valamint, hogy ezek a típusok lényegesen kevesebb helyet és energiát igényelnek, egyre többen gondolják úgy, hogy érdemes lecserélni a megszokott katódsugárcsöves készülékeket.

Az LCD monitoroknak több típusa ismert, azonban ezek közül már csak kettőt használunk a PC-k világában. A monochrome kijelzővel már legalább 10 éve nem gyártanak notebookot, sőt ezek a megjelenítők a kézisámítógépek között is egyre ritkábbak. A passzív-mátrix kijelzők (STN – *Supertwist Nematic Design*) szintén nem jellemzőek a mai notebookokra, régebben is csak az alsóbb kategóriás gépeket szerelték ezzel a típussal.

11.2.1. Aktív-mátrix kijelzők

Amelyekkel jelenleg foglalkozni érdemes, azok az aktív-mátrix kijelzők. Ezeknek a megjelenítőknek analóg és digitális típusa is létezik, mindkettő a *Thin-Film Transistor* azaz TFT technológiára épül. A TFT monitorokban minden képponthoz egy (monochrome) vagy három (RGB) tranzisztor tartozik, ezek egy a monitorral azonos méretű és formájú rugalmas anyagon, pontosan a vezérlő folyadékkristály cella mögött találhatók.

A kizárólag analóg (hagyományos VGA csatlakozó) csatlakozási felület általában a 15"-os megjelenítők többségére és az alsóbb kategóriás 17"-os TFT monitorokra jellemző. Ezek a kijelzők bármely VGA kártyához egyszerűen illeszthetők, azonban a képalkotás folyamatában kétszer történik jelátalakítás. Először a számítógépben található grafikus kártya alakítja a digitális jeleket analóggá, majd a TFT monitor a bemenetére érkező jelfolyamot visszakonvertálja digitálissá. Ez a kettős átalakítás elméletben ront a kép minőségén, azonban a gyakorlatban ennek hatása csak ritkán vehető észre. Ha a probléma látható módon jelentkezik, akkor azt legkönnyebben a képernyő sarkaiban a kép elmosódásából vehetjük észre.

A digitális bemenettel (DVI) rendelkező monitorok általában az analóg jel fogadására is fel vannak készítve, de itt már lehetőségünk van egy digitális jelet szolgáltató grafikus kártya kimenetére közvetlenül csatlakozni. Ebben az esetben nem történik meg a videojel kétirányú, ezáltal felesleges konverziója, a digitális jel közvetlenül kerül a megjelenítő áramköreire. Digitális jelátvitelt használva a képinformáció nem torzul veszteséges konverziók során, vagyis biztosak lehetünk benne, hogy a lehető legjobb minőségű képet kapjuk.

11.2.2. Az LCD monitorok működési elve

A színes LCD monitorok képpontjait (pixeljeit) is a három alapszínből építik fel. Ezeket a piros (*red*), zöld (*green*) és kék (*blue*) összetevőket szubpixeleknek nevezzük. A szubpixelek lényegében olyan színes, fényáteresztő anyagként foghatók fel, amelyeknek a fényáteresztő képessége a fény teljes átengedése és teljes visszaverése között szabályozható. Így a kijelző homogén háttérvilágítása az egyes szubpixeleken különböző színekben és fényerővel jut át a felhasználó felé.

A valóságban az LCD monitorokban polarizációs szűrők segítségével oldják meg a fény erősségének szabályozását az egyes szubpixeleken. A háttérvilágítás fényét egy polarizációs szűrőn átvezetve olyan fényt állítanak elő, amely csak vízszintes rezgésű hullámokat tartalmaz, mivel az első filter a függőleges rezgéseket szűri. Ha ezeknek a hullámoknak az útjába egy újabb, az elsőhöz képest 90°-al elforgatott filtert helyezünk, akkor ezen a kettős akadályon egyáltalán nem jut át fény. A két polarizációs szűrő között azonban ott van még a folyadékkristály is, melynek molekulái jó fényvezetők. További jellemzője még a folyadékkristálynak, hogy elektromos áram hatására molekulaszervezete megváltozik, ami a rajtuk áthaladó fény rezgéssíkjának folyamatos elforgatását eredményezi. Ezzel a módszerrel az egyes színek a teljesen sötét és világos állapot között változtathatók minden képpontban. A gyakorlatban sajnos a teljesen sötét állapot sohasem a tökéletes feketét, a fény teljese áteresztése pedig sohasem a tökéletes fehéret jelenti, mindazonáltal a két szélsőérték viszonya fontos jellemzője lehet az LCD képernyőknek.

11.2.3. Pixelhibák

A TFT panelek előállítása még napjaink technológiájával sem egyszerű feladat. Bár az eljárások az elmúlt években sokat finomodtak és ezáltal sokkal kevesebb selejtet készítenek a gépsorok, a gazdaságosság és a megjelenítők elfogadható áron tartása érdekében elkerülhetetlen, hogy olyan monitorok is a boltokba kerüljenek amelyekben hibás képpont(ok) is található(k). Ugyanis ha minden olyan panelt kidobnának a gyártási folyamat ellenőrzési szakaszában amely tartalmaz egy hibás szubpixel, akkor a nagyszámú selejt miatt a TFT monitorok ára érezhetően magasabbra szökne.

Természetesen a nevesebb gyártók igyekeznek tökéletes minőségű megjelenítőket előállítani, azonban a garanciális feltételekben szinte kivétel nélkül rögzítik az összes képpont számának függvényében azoknak a képpontoknak a maximális számát, ami működésképtelen lehet anélkül, hogy az eszközt hibásnak tekintenék.

Pixelhibának két jelenséget nevezhetünk. Az egyik eset, hogy a képernyőn egy vagy több szubpixel mindig sötét marad, vagyis az adott képpont soha nem enged át fényt. A másik – és szerintem lényegesen zavaróbb – hibatípus az előzőnek pontosan az ellenkezője, vagyis egy vagy több szubpixel folyamatosan minden fényt átenged. Az utóbbi esetben a képernyőn megjelenített képtől függően, kevésbé vagy nagyon zavaró módon, egy folyamatosan, teljes intenzitással világító képpont fogja vonzani a tekintetünket. Ez természetesen jelentős mértékben terheli a szemünket, sokkal hamarabb elfáradhatunk egy ilyen kijelzőt használva.

Mivel néhány pixelnyi hiba sajnálatos módon általában nem jogosít minket a készülék cseréjére, meg kell tanulni kezelni a problémát. A szerencsésebb felhasználók (akik például nem saját pénzükből vásároltak pixelhibás TFT kijelzőt, így kevésbé bosszantja őket ez a gyártó szerint "apró" hiba) általában nem is vesznek tudomást ezekről az apró rendellenességekről, őket nem is érinti a probléma. Természetesen apró trükkökkel időről időre feledtethető a hiba. Legegyszerűbb megoldás a grafikus felület háttérének és színösszeállításának olyan megválasztása, ami illeszkedik a hibás pixelek színéhez. Jó esetben így a használat jelentős hányadában egyáltalán nem is látható a hibás rész, ilyenkor már csak a tudat bosszantja a tulajdonost.



A pixelhibák egy részének megszüntetésére azonban van egy utolsó esély. Érdeemes megpróbálkozni a hibás képpont körüli terület gyengéd megérintésével, megnyomásával, azonban komolyabb erőt kifejteni nem érdemes, mert az további képpontok sérülését is okozhatja! Be kell vallanom, hogy ebben a módszerben sokáig nem hittem, de a jelenleg használt notebookomon én is bármikor képes vagyok előidézni és eltüntetni egy piros színű szubpixel hibáját.

11.2.4. Az LCD-k hátrányai

Sajnos az LCD képernyők az árukon kívül más komoly problémákkal is rendelkeznek, amik miatt vélhetően rövid időn belül nem lesznek képesek teljes egészében a CRT monitorok felváltására. Ezek a problémák általában csak speciális területeket és felhasználói igényeket érintenek, egy átlagos, számítógépet használó ember számára nem okoznak gondot. Az LCD-k talán legfőbb gyengesége, hogy maximális felbontásuk jelentősen elmarad, a hasonló látható felülettel rendelkező CRT monitorok felbontásától. Míg egy 15"-os LCD maximális felbontása szinte kivétel nélkül 1024x768 pixel, addig a vele közel egyenértékű 17"-os CRT megjelenítők hasonló paramétere 1600x1200 pixel.

Fontos mérőszám TFT monitorok esetében a kontrasztarány. Ez az érték általában elmarad a hasonló kategóriát képviselő CRT monitorok értékeitől, azonban az újabb panelek már általános célokra kifogástalan eredményt produkálnak. Egy jó minőségű TFT képernyő esetében a kontrasztarány a 450:1 vagy

500:1 értékek körül mozog. Figyelmet kell fordítani a látószögek értékeire is, hiszen ezek a típusok a legjobb minőségű képet akkor biztosítják ha szemből nézzük őket. A vízszintes és függőleges irányokhoz megadott értékek arról tájékoztatják a felhasználót, hogy maximálisan mekkora szögtartományban nyújt használható képet a monitor.

Különösen a passzív-mátrix kijelzők esetében okozott gondot a képpontok lassú reakcióideje, aminek hatására a képernyőn megjelenő gyors mozgások élvezhetetlenné tették a képet. Az aktív-mátrix kijelzők esetében ez a probléma szintén jelentkezhet az olcsóbb, gyengébb minőségű eszközök esetében, ami leginkább teljes képernyős 3D-s játékoknál, filmeknél okozhat észrevehető problémát.

Mindezek a gyengeségek azonban folyamatosan megoldódni látszanak és az LCD monitorok már-már minden technikai paraméter tekintetében képesek felvenni a versenyt a CRT megjelenítőkkal. Nem beszélve arról, hogy a TFT panelek számos olyan előnyös tulajdonsággal is rendelkeznek, amelyek a katódsugárcsöves eszközökre sosem lesznek jellemzők. Várhatóan tehát a TFT panelek összteljesítmény szempontjából messze felül fogják múlni a mindenki által megszokott CRT monitorokat, azonban a még mindig jelentős árkülönbség sokáig – vélhetően a katódsugárcsöves monitorok gyártásának befejezéséig – fenn fog maradni.

11.3. Felbontások

Mindkét monitortípus esetében fontos paraméter a maximális felbontás. A monitor felbontása a képernyőn található képpontok számát adja meg vízszintes és függőleges irányban. Másként fogalmazva a felbontás a képernyőre maximálisan kirajzolható oszlopok és sorok számát jelenti. Például ha egy megjelenítő maximális felbontása 1024x768 pixel, akkor a megjelenített képet vízszintesen 1024, függőlegesen pedig 768 képpontra, vagyis összesen $1024 * 768 = 786.432$ pixelre képes felbontani.

A megjelenítés felbontását nem állíthatjuk be tetszőleges értékekre, léteznek szabványos felbontási értékek, ezeket a 11.1 táblázat tartalmazza. Bizonyos esetekben a felsoroltaktól eltérő felbontások is beállíthatók, ezeket a lehetőségeket a grafikus kártya illesztőprogramja teszi lehetővé a felhasználó számára.

Szabvány	Felbontás	Képpontok száma	Képarány
CGA	320x200	64.000	16:10
EGA	640x350	224.000	11:6
VGA	640x480	307.200	4:3
WVGA	854x480	409.920	16:9
SVGA	800x600	480.000	4:3
XGA	1024x768	786.432	4:3
XGA+	1152x864	995.328	4:3
WXGA	1280x800	1.024.000	16:10
WXGA+	1440x900	1.296.000	16:10
SXGA	1280x1024	1.310.720	5:4
SXGA+	1400x1050	1.470.000	4:3
WSXGA	1600x1024	1.638.400	25:16
WSXGA+	1680x1050	1.764.000	16:10
UXGA	1600x1200	1.920.000	4:3
HDTV	1920x1080	2.073.600	16:9
WUXGA	1920x1200	2.304.000	16:10
QXGA	2048x1536	3.145.728	4:3
QSXGA	2560x2048	5.242.880	5:4

11.1. táblázat. Szabványos felbontási értékek

Hogy melyik monitoron mekkora felbontás használható az a gyártó által közölt paraméterek listájából derül ki. Hogy az elérhető beállítások közül melyiket érdemes használni, azt a felhasználási terület és a felhasználó személyisége határozza meg. Minél nagyobb felbontást használunk, annál nagyobb munkafelületen dolgozhatunk, így rendezettebb, áttekinthetőbb környezetet alakíthatunk ki. A felbontás növelése azonban együtt jár az egyes elemek (ikonok, karakterek) fizikai méretének csökkenésével, ami a láthatóság, olvashatóság csökkenését okozza. Mindezek figyelembevételével mindenkinek saját magának kell meghatározni azt az optimális felbontást, amelyet a szem még nem érez megerőltetőnek és amelynél a gyakran használt programok hatékonyan alkalmazhatók.

A 11.2 és 11.3 táblázatok a hagyományos katódsugárcsöves illetve TFT megjelenítők esetében leggyakrabban használható felbontásokat szemléltetik a képátló függvényében, az általános felhasználásra javasolt optimum feltüntetésével.

Képátló	640x480	800x600	1024x768	1280x1024	1600x1200
14"	optimális	elérhető	elérhető		
15"	elérhető	optimális	elérhető	elérhető	
17"	elérhető	elérhető	optimális	elérhető	elérhető
19"	elérhető	elérhető	elérhető	optimális	elérhető
21"	elérhető	elérhető	elérhető	elérhető	optimális

11.2. táblázat. CRT monitorok jellemző felbontásai

Képátló	640x480	800x600	1024x768	1280x1024	1600x1200
15"	nem ajánlott	nem ajánlott	optimális		
17"	nem ajánlott	nem ajánlott	nem ajánlott	optimális	
18"	nem ajánlott	nem ajánlott	nem ajánlott	optimális	
19"	nem ajánlott	nem ajánlott	nem ajánlott	optimális	
20"	nem ajánlott	nem ajánlott	nem ajánlott	nem ajánlott	optimális

11.3. táblázat. TFT monitorok jellemző felbontásai

A TFT monitorok esetében a maximális felbontás alatti szabványos értékek szintén használhatók, azonban ez csak indokolt esetben ajánlott. Ennek az az oka, hogy ezek a típusok fizikálisan annyi pixelből épülnek fel, amennyi a kijelző maximális felbontása. Vagyis ebben az üzemmódban minden fizikai pixel egy logikai pixelnek is megfelel, ez pedig biztosítja az optimális képminőséget. Ha csökkentjük a felbontást két eset lehetséges: az egyik lehetőség, hogy a kép nem az LCD panel teljes felületén jelenik meg, hanem annak közepén, továbbra is minden logikai képponthez egy-egy fizikai pixelt rendelve. A másik lehetőség a kép széthúzása a kijelző teljes felületére. Ebben a módban ugyan a teljes felületen jelenik meg a kép, de az közel sem lesz olyan jó minőségű, mintha a maximális felbontásba kapcsolnánk. Ilyenkor egy logikai képponthez már nem egész számú fizikai képpont tartozik², ami a kép elmosódását, életlenségét eredményezheti.

²A fent leírtak alól kivételt képeznek azok a speciális eszközök, amelyek akár több számítógép képeinek, egymás melletti megjelenítésére is képesek. Például létezik olyan 2048x1532 pixel felbontású TFT képernyő, ami képes négy különálló számítógép képét 4 db 1024x768 pixel méretű ablakban megjeleníteni.

12. fejezet

Billentyűzetek

A billentyűzet a PC-k elsődleges bemeneti perifériája, aminek segítségével a felhasználó képes utasításokat, adatokat közölni a számítógéppel. Több fajtájuk is kialakult, ami a billentyűk számában vagy a klaviatúrák fizikai megjelenésben is okozhat eltérést. Mindezen különbségek ellenére az eszköz működési elve teljesen egységes. Eltérés csak a billentyűzet és az alaplapi billentyűzet vezérlő között használt átviteli közegben tapasztalható, mivel a hagyományos vezetékes megoldást napjainkban a vezeték nélküli átvitel (infra, rádióhullám) kezdi felváltani.

12.1. A billentyűzetek működési elve

Egy billentyűzet nem más, mint különálló kapcsolók mátrixa, ahol minden billentyű egy kapcsolót képvisel. A kapcsolók a billentyűk lenyomásával záródnak, a billentyűzet vezérlő pedig felismeri a lenyomott billentyűt és egy-egy kódot rendel az adott gomb lenyomásához illetve felengedéséhez. Ezeket az úgynevezett scan kódokat a billentyűzet mindaddig a saját puffereiben tárolja amíg a számítógép ki nem olvassa azokat. A kiolvasást a billentyűzet processzora egy megszakítással kezdeményezi, majd a sikeres átvitel után a számítógép jelzi a billentyűzetnek, hogy törölheti a puffer tartalmát.

Ez az egyszerű működési elv biztosítja a váltó- vagy kapcsolóbillentyűk könnyű kezelését is. Amennyiben az alaplapon található billentyűzet vezérlő ilyen speciális gomb lenyomását vagy felengedését érzékeli, az adott billentyű állapotát jelző memóriaértéket változtatja meg. A billentyűzet soros átvitele miatt ezeknek a billentyűknek az állapota így folyamatosan rendelkezésre áll. Ha a beérkező scan kód egyéb billentyűhöz tartozik, akkor a vezérlő megvizsgálja, hogy aktív (lenyomott) állapotban van-e valamelyik módosító billentyű, és ennek megfelelően alakítja ki a karakter kódját.

12.2. Billentyűzetek csatlakoztatása

A klaviatúrák processzorai érzékelik a leütéseket, kezelik a leütésekkor keletkező pergéseket majd továbbítják az információt a PC felé. Az átvitel kétféle módon történhet. Az egyik lehetőség a hagyományos billentyűzet csatlakozót használva egy soros adatkapcsolat kialakítása, a másik pedig az USB port alkalmazása.

12.2.1. Hagyományos csatlakozások

Soros adatkapcsolat esetében az információ egyetlen vezetéken áramlik 11 bites csomagokban. Minden csomag 8 bit hasznos információt (a leütött karakter kódját) és 3 bit szervízinformációt tartalmaz. Természetesen a kapcsolat soros elve ellenére a billentyűzet interfésze nem kompatibilis a szabványos RS-232-es soros porttal.

A nem USB csatlakozóval szerelt billentyűzetek 5 pólusú DIN vagy 6 pólusú mini-DIN dugóval vannak ellátva. Az 5 pólusú DIN aljzatok a Baby-AT kialakítású alaplapon, a 6 pólusú mini-DIN aljzatok pedig a PS/2-es rendszerek (ATX, LPX, NLX) alaplapiain találhatók. A két típus csak fizikai kialakításában tér el egymástól, ezért könnyen készíthető olyan átalakító ami lehetővé teszi például egy PS/2-es billentyűzet csatlakoztatását egy AT alaplaphoz. A csatlakozók lábkiosztását a 12.1 táblázat tartalmazza.

Jel megnevezése	5 pólusú DIN	6 pólusú mini-DIN
Adatjel	2	1
Földelés	4	3
+5V	5	4
Órajel	1	5
Nem használt	3	2, 6

12.1. táblázat. Billentyűzet csatlakozók lábkiosztása

12.2.2. USB billentyűzetek

USB kapcsolat esetén a billentyűzet felől érkező információ a PC USB portjára kerül, ahonnan egy átirányítással jut el a szabványos (8042) billentyűzet interfészre. Itt az adatok kezelése már a hagyományos módon közölt billentyűzet információk kezelésével azonos módon történik. Ezt a folyamatot az újabb operációs rendszerek már képesek kezelni, azonban gondolni kell arra is, hogy még az operációs rendszer betöltődése előtt is szükség lehet a billentyűzetre. A probléma megoldását az újabb alaplapi BIOS-ában található *USB Legacy support* bekapcsolása szolgáltatja, ami lehetővé teszi az USB-s klaviatúrák használatát még az operációs rendszer betöltődése előtt.

12.3. Billentyűzetek kapcsolóinak típusai

Mint arról már esett szó, a billentyűzeten található gombok kapcsolóként funkcionálnak. Természetesen egy kapcsoló nem csak a klasszikus értelemben képzelhető el, a fémes érintkezés helyett gyakran alkalmaznak más technológiákat.

12.3.1. Tisztán mechanikus kapcsolók

A klasszikus kapcsolók elvén működő billentyűzet. Egy gomb lenyomásával fémes kontaktus jön létre a billentyű alatt található két érintkezők között. Minden gombhoz tartozik legalább egy rugó (esetleg valamilyen más, a gomb lenyomásakor ellenerőt kifejtő mechanizmus) ami a gombok megfelelő mozgását biztosítja. A rugók alkalmazásának és a fémes kontaktusnak köszönhetően ezek a billentyűzetek használat közben könnyen felismerhetők, a gombok lenyomásakor a rugók által okozott és tapintással jól érzékelhető ellenállásról valamint a fémes kontaktus kattogó hangjáról.

Ezek a típusok rendkívül tartósak és megbízhatóak. Általában 20 millió leütést garantálnak a nevesebb gyártók, ami az egyszerű felépítéssel és az öntisztító érintkezők alkalmazásával érhető el.

12.3.2. Szivacsbetétes kapcsolók

Rendkívül népszerű típus a régebbi billentyűzetek körében. Ezeknek a klaviatúráknak minden billentyűjét alulról egy rugalmas szivacsréteg borítja, aminek az alján valamilyen, – általában fémes – elektromos vezetőréteg található.

Egy billentyű lenyomásakor ez a vezetőréteg átkötést képez a billentyűzet alaplajján található, hasonló anyagból készült érintkezők között és ezzel megtörténik az adott gombhoz tartozó áramkör zárása. A billentyűkhöz tartozó rugók lenyomáskor megfelelő ellenertőt fejtenek ki, a szivacsréteg pedig tompítja a leütést és megakadályozza a kontaktus pergését. Sajnos ugyanez a szivacsréteg kellemetlenül puha érzést és bizonytalanságot kelthet a felhasználóban. A típus másik hibája, hogy az érintkezőfelületek hajlamosak a korrózióra, ami a billentyűzet használhatóságát jelentősen csökkentheti. Ilyen esetekben átmeneti megoldást jelenthet a klaviatúra szétszerelése és az érintkezők megfelelő módon történő megtisztítása. Ezzel átmenetileg egy "új" billentyűzetet kaphatunk, azonban a problémára ez sem jelent megoldást hosszú távon.

A fenti gyenge pontok miatt manapság már egyáltalán nem gyártanak billentyűzeteket ezzel a technológiával, ezért ilyen eszközt felkutatni sem egyszerű.

12.3.3. Gumikupolás kapcsolók

A gumikupolás kapcsolókkal szerelt billentyűzetek működése hasonló a szivacsbetétes kapcsolókkal ellátottakéhoz, azonban a két típus felépítése között számos eltérés található. A legfeltűnőbb, hogy ezekben a klaviatúrákban nem alkalmaznak rugókat, a billentyűk felengedés utáni, alapállapotba mozdítása a gumikupolák segítségével történik.

Egy gomb leütésekor a billentyű szára lenyomja a gombhoz tartozó kupolát, aminek visszacsatolása elfogadható szinten érzékelhető a felhasználó számára. A gumi alsó része egy vékony szénréteggel van bevonva, ez teszi lehetővé a billentyűzet alaplajján található fémek felületek zárását a billentyű lenyomásakor. Ez a megoldás lényegesen jobb paraméterekkel rendelkezik mint az előző típusnál alkalmazott fém-fém kontaktus, mivel a beépített öntisztító mechanizmusnak köszönhetően a felületek kevésbé hajlamosak a korrózióra.

A billentyűzetek ezen fajtái rendkívül egyszerű felépítésűek. Ennek köszönhető megbízható működésük, alacsony előállítási költségük és széles körben való elterjedésük. Mindazonáltal a típus közel sem tökéletes visszacsatolása arra készteti a gyártókat, hogy a magasabb igények kielégítésére professzionálisabb megoldásokat készítsenek.

12.3.4. Membrán kapcsolók

A membránt használó billentyűzetek a gumikupolás billentyűzetek egy csoportját képezik. Az ilyen klaviatúrák alapját egy vékony, flexibilis áramkör szolgáltatja, ami érzékeli a leütéseket és továbbítja az információkat a billentyűzet vezérlő áramköre felé. Kezdetben ezeket a billentyűzeteket csak ipari környezetben használták, mivel rövid billentyűutakat alkalmazva ez a típus a környezeti hatásokkal szemben rendkívül ellenálló. Természetesen az ilyen eszközök használata nem kényelmes és nem is alkalmas nagy mennyiségű adat bevitelére, általában csak vezérlési és irányítási célokat szolgálnak.

Később azonban a membrán billentyűzetek gombjait hagyományos billentyűkre cserélve megbízható és jól használható klaviatúrákat kezdtek gyártani. Ezek szintén olcsón előállítható típusok, ami nagyban

elősegítette a technológia elterjedését a mindennapi használatban. A gumimembrános billentyűzetek átlagos élettartama 5-10 millió leütés, azonban néhány gyártó termékei akár az 50 milliós leütésszámot is elérhetik.

12.3.5. Kapacitív kapcsolók

A ma létező legjobb minőségű billentyűzetek. Az egyetlen olyan típus, ahol nem mechanikus kontaktus segítségével történik a leütések érzékelése. Ez a típus nem tartalmaz olyan elemeket amik a folyamatos használatban elfáradhatnak, elkophatnak vagy olyan fémes felületeket amelyek korrodálódhatnak az idők során. Így biztosra vehető a hosszú élettartam, általában 25 millió leütés garantálható.

Egy gomb lenyomásakor a billentyű szárához rögzített vezető réteg közelít a klaviatúra alaplapjához rögzített másik vezető réteghez. Ez a két réteg felfogható egy kondenzátor fegyverzeteiként. Ha a két fegyverzet távolsága megváltozik, akkor megváltozik a kondenzátor kapacitása is, ami már könnyen érzékelhető és mérhető. A két fegyverzet között soha nem jön létre fémes kontaktus, így megakadályozható a bizonytalan érintkezésből eredő pergés, ami a leütött karakter többszöri megjelenését eredményezheti.

A megbízható működés mellett a kapacitív elven működő típusok általában kiemelkedően jó visszacsatolást is biztosítanak, így minden tekintetben a legjobb paraméterekkel rendelkeznek. A típus egyetlen hátránya a viszonylag magas ár, azonban ez ebben az esetben egyenes arányban áll a minőséggel.

12.4. A billentyűzetek fajtái

Alapvetően öt típus különböztethető meg, de ezek közül kettő manapság már nem használatos. Természetesen az egyes típusok eltérő nyelvekhez is készülhetnek, azonban ezek működése teljesen azonos, eltérés csak a billentyűk tetejére szitázott jelekben van.

- Multimédiás és egyéb speciális funkciókkal kiegészített billentyűzetek
- 104 (105) gombos Windows billentyűzet
- 101 (102) gombos billentyűzet
- 84 gombos AT billentyűzet
- 83 gombos XT billentyűzet

A két, már elfeledett típus a 83 illetve 84 gombos billentyűzetek, hasonló billentyűszámmal csak hordozható eszközök esetében találkozhatunk. A 101 gombos billentyűzet jelenti a manapság használt klaviatúrák alapját, mivel egyaránt ezt egészítik ki a Windows és multimédiás billentyűzetek a saját speciális billentyűikkel.

12.4.1. A 101 gombos billentyűzet

A típus 1986-ban mutatkozott be és pályafutása során számos fajtája jelent meg. Kezdetekben a különbséget a kapcsolóbillentyűk állapotát jelző LED-ek megléte vagy hiánya jelentette, majd a gyártók elkezdtek saját formatervű, ergonomikus billentyűzeteket is gyártani. Készültek 101 gombos klaviatúrák a hagyományos 5 tűs DIN és a PS/2-es rendszerekhez szükséges 6 tűs mini DIN csatlakozókkal egyaránt. Fontos azonban, hogy ezeknek az eszközöknek a felépítése és működési elve teljesen azonos.

A PC-k billentyűzete a következő fő részekre osztható:

- Alfanyumerikus billentyűzet
- Numerikus billentyűzet
- Kurzorvezérlő billentyűk
- Funkcióbillentyűk

12.4.1.1. Alfanyumerikus billentyűzet

A billentyűzet legnagyobb hányadát elfoglaló rész, amely nevéhez híven betűket, számokat, és egyéb jeleket tartalmaz. Egy billentyű általában két vagy több karakter megjelenítésére is alkalmas lehet, a SHIFT, ALT és CTRL gombokat használva. Például magyar billentyűzetkiosztás mellett, az önmagában lenyomott "V" gomb a "v" karaktert eredményezi. Ha azonban az előző gombot a SHIFT billentyű nyomva tartása mellett ütjük le, akkor "V" betűt, ha pedig a jobb oldali ALT (ALT GR) billentyűvel együtt használjuk, a "@" karaktert kapjuk eredményül.

Vezérlőbillentyűk. Azokat a billentyűk, amelyek lenyomása nem eredményez látható karaktert a képernyőn, vezérlőbillentyűknek nevezzük. Az alfanyumerikus rész a következő vezérlőbillentyűkkel rendelkezik:

ENTER	Parancsok, utasítások lezárására szolgál. Kiemelt szerepe van a legtöbb felhasználói programban is, a legtöbb szövegszerkesztőnél az ENTER például a bekezdés lezárására, új bekezdés kezdésére szolgál.
SHIFT	A leütött billentyű kisbetű illetve nagybetű üzemmódját befolyásolja. A lenyomott SHIFT billentyű mellett leütött karakter nagybetűként, az önmagában leütött karakter kisbetűként jelenik meg. A számokat és egyéb jeleket tartalmazó billentyűk is kétállapotúak, a legtöbb billentyűzeten mindkét állás leolvasható.
Caps Lock	A Caps Lock kapcsolóbillentyű segítségével állandó nagybetűs mód rögzíthető. A funkció bekapcsolt állapotára a Caps Lock felirat mellett található LED figyelmeztet. Fontos, hogy a Caps Lock állás csak a betűkre vonatkozik, a számok és egyéb jelek normál (alsó) állapotban jelennek meg.
TAB	Tabulátorok használatára szolgál, leginkább szövegszerkesztők használata, vagy űrlapok, formulák kitöltése közben találkozunk vele a felhasználó.
CTRL	A CTRL gomb nyomva tartása mellett néhány billentyű speciális funkciót fog ellátni megnyomásakor. Ezek a funkciók minden esetben a használt programtól függenek.
ALT és ALT GR	A SPACE (szóköz) billentyű két oldalán elhelyezkedő ALT gombok általában eltérő funkciót töltenek be. Általában a jobb oldalon található ALT GR billentyű szolgál a gombokon található, legtöbbször a jobb alsó sarokban elhelyezett karakterek megjelenítésére.

12.4.1.2. Numerikus billentyűzet

A billentyűzet jobb oldalán található elkülönített rész kétféle állapotban is működhet. Az állapotok közötti váltás a blokk bal felső sarkában található Num Lock billentyű megnyomásával történhet. Az aktuális állapotról a Num Lock felirat mellett található LED informálja a felhasználót.

A Num Lock bekapcsolt állapotában – amikor a funkcióhoz tartozó visszajelző LED világít – a nu-

merikus billentyűzet számok, tizedesvessző és az alapvető aritmetikai műveletek bevitelére szolgál. A számok és a műveleti jelek négyszög alakú felületen helyezkednek el, hasonlóan a számológépek gombjaihoz. A középső "5"-ös gombon általában egy kiemelkedés található, ami a vakon történő gépeléskor segíti a koordinációt. A numerikus billentyűzet kialakításának köszönhetően rendkívül hatékony lehetőséget teremt számok bevitelére és az alapvető matematikai műveletek gyors elvégzésére.

A Num Lock kikapcsolt állapotában a numerikus billentyűzet a kurzor gyors pozicionálására használható.

12.4.1.3. Kurzorvezérlő billentyűk

A csoport az alfanumerikus és a numerikus billentyűzet között helyezkedik el, a kurzor mozgatására, pozicionálására szolgál. Nem minden operációs rendszer támogatja az összes funkciót, azonban például szövegszerkesztéskor és ehhez hasonló feladatoknál minden esetben nagy mértékben megkönnyíthetik a munkát. A billentyűk jelentése a következő:

← ↑ → ↓	A kurzor mozgatása a billentyű által jelölt irányba.
INSERT vagy INS	A beszúró és átiró üzemmód váltása.
DELETE vagy DEL	A kurzortól jobbra lévő karakter törlése.
HOME	Valamilyen egység (pl. sor) elejére ugrás.
END	Valamilyen egység (pl. sor) végére ugrás.
PAGE UP	Egy képernyőnyi lapozás felfelé.
PAGE DOWN	Egy képernyőnyi lapozás lefelé.

12.4.1.4. Funkcióbillentyűk

A billentyűzet tetején, egy sorban található billentyűk F1-től F12-ig. Ezek általában szabadon programozhatók egy-egy funkció elvégzésére a különböző alkalmazásokban.

12.4.2. A 104 gombos billentyűzet

A Windows 95 operációs rendszer megjelenése után kezdték meg a 104 gombos billentyűzetek gyártását. A 101 gomb mellé három, speciális funkciókat ellátó gomb került. Általában az ALT és CTRL billentyűk között mindkét oldalon megtalálható a Windows vagy WIN billentyű (szálló ablakokat ábrázolva), valamint a jobb oldali Windows és CTRL billentyű között az Alkalmazás billentyű.

A Windows gombot leütve a Start menü aktivizálódik, amiben a kurzormozgató nyilak segítségével lépkedhetünk. Leggyakrabban a felhasználók csak ezt a funkcióját ismerik ennek a billentyűnek, holott ezen kívül még számos praktikus billentyűkombináció egyik elemeként is használhatjuk. A Windows 95-től, a Windows billentyű segítségével elérhető funkciókat a 12.3 táblázat tartalmazza.

Az Alkalmazás gomb használata az egér jobb gombját váltja ki bizonyos helyzetekben, leütésével a kiválasztott elemhez tartozó helyi menü jelenik meg.



Ezeket a billentyűzeteket a Windows operációs rendszerek használatának megkönnyítésére tervezték. Napjainkban szinte csak ilyen klaviatúrák kaphatók, amiket ha nem Windowshoz használunk, nem tudhatjuk előre, hogy a speciális gombok milyen hatást váltanak ki.

Billentyűkombináció	A végrehajtás eredménye
WIN+R	A Futtatás ablak indítása.
WIN+M	Minden ablak minimalizálása.
SHIFT+WIN+M	Minden ablak minimalizálásának visszaállítása.
WIN+F1	A súgó indítás.
WIN+E	A Windows Intéző indítása.
WIN+F	Fájlok vagy mappák keresése.
CTRL+WIN+F	Számítógép keresése
WIN+TAB	Lépkedés a Tálcán található alkalmazások között
WIN+Break	A rendszer tulajdonságainak megjelenítése

12.3. táblázat. A Windows gomb billentyűkombinációi

12.4.3. Multimédiás és speciális funkciókkal kiegészített billentyűzetek

A speciális funkciók tekintetében először olyan klaviatúrák jelentek meg, amik a fejlett energiagazdálkodás kezeléséhez rendelkeztek plusz billentyűkkel. Ezek általában a számítógép billentyűzetről történő indítását és leállítását, valamint készenléti módba küldését szolgálják. Természetesen ezek a billentyűk csak abban az esetben működnek megfelelően, ha ezeket a funkciókat az alaplapon található BIOS és a számítógép operációs rendszere is támogatja. Sajnos ez a három billentyű elég gyakran a kurzorvezérlő nyilak felett, a DELETE, END és PAGE DOWN gombok helyén van elhelyezve, ami a klaviatúrát vakon, megszokásból használókat igen kellemetlenül érintheti. Nincsen annál bosszantóbb, mint amikor a kapkodásban már harmadszor állítja le valaki a gépét, holott csak egy karaktert szeretett volna törölni. Amennyiben nem kívánjuk használni ezeket a gombokat, legegyszerűbb ha leszereljük őket a billentyűzetről, így soha többet nem okozhatnak kellemetlenséget.

Gyakran egészülnek ki a klaviatúrák további, bizonyos alkalmazások vagy funkciók közvetlen elérését biztosító gombokkal. Erre a leggyakoribb példa egy multimédiás billentyűzet, amely általában a CD lejátszását és a hangerő szabályozását teszi lehetővé a billentyűzet egyetlen gombjának lenyomásával. Nem ritkák továbbá azok a billentyűzetek sem, amelyek az operációs rendszer böngészőprogramjának vagy levelező kliensének indítását biztosítják egyetlen gombnyomással. Az ilyen típusú billentyűzetek speciális funkcióinak teljes kihasználásához minden esetben szükséges a klaviatúrához tartozó illesztőprogram telepítése. Legtöbbször a felhasználónak lehetősége van a billentyűzet tökéletes testre szabására a speciális billentyűk jelentésének átdefinálásával.

13. fejezet

Pozicionáló eszközök

A pozicionáló eszközök történetének kezdete 1964-ig vezethető vissza. Ekkor készítette ugyanis az első "egeret" Douglas Englebart a Stanford Kutató Intézetben (SRI). Hivatalosan az eszközt még nem egernek, hanem "*X-Y Position Indicator for a Display System*"-nek nevezték.

1973-ban a Xerox kínálta elsőként ezt az új pozicionáló eszközt az Alto rendszer részeként vásárlóinak, azonban a terméksalád nem volt kimondottan népszerű. 1979-ben a Xerox bemutatta az Alto rendszert az Apple mérnökeinek, akik közül Steve Jobs hatalmas fantáziát látott az egér és a grafikus felhasználói felület alkalmazásában.

Ebből az ötletből született meg az Apple cég Lisa nevet viselő számítógépe, ami 1983-ban kerül piacra. A várt siker azonban elmaradt, vélhetően a rendszer magas ára (\$10.000) miatt. A fejlesztés azonban tovább folyt és Steve Jobs egy alacsony költségekkel elkészíthető rendszer megépítését tűzte ki célul. 1984-ben megszületett az Apple Macintosh. A Macintosh már meghozta a várt sikert és a grafikus felhasználói felület az egérrel kiegészülve megkezdte térhódítását. Pontosan ezért a GUI és az egér fejlesztését sokan az Apple cégnek tulajdonítják, azonban nem szabad elfelejteni a Xerox és az SRI fontos szerepét sem.

Manapság az egér a PC-knek is elengedhetetlen része. Minden elterjedt operációs rendszer tartalmaz valamilyen grafikus felhasználói felületet, aminek kezelése legkényelmesebben az egér segítségével történhet. Pontosan ezért egy PC-nek már szerves része az egér, ami vagy a komplett rendszer részeként vagy – speciális igények esetén – külön megvásárolva kerül a felhasználó szolgálatába.

13.1. Opto-mechanikus egerek

Az egerek még ma is legelterjedtebb fajtája olcsó árának és egyszerű felépítésének köszönhetően. Nevéből is jól érzékelhető, hogy az eszköz működése során a mechanikai elmozdulásokat alakítja át optikai, majd elektromos jelekké.

Az opto-mechanikus egerek lelke az eszköz belsejében található viszonylag nagy méretű és nagy tömegű golyó. Ennek a golyónak rendkívül fontosak a paraméterei: méretének, súlyának és felületének is megfelelőnek kell lennie. Használat során a golyó érdes felülete érintkezik az asztal lapjával (vagy egy speciálisan egerhez készített alátét felületével) valamint az egér belsejében három görgővel. A golyó feladata mindössze annyi, hogy az egér asztallapon történő elmozdulását közvetítse ezeknek a görgőknek. A három görgő közül kettő tengelyként funkcionál, ezek az egér X illetve Y irányú elmozdulásával arányosan jönnek forgásba. A harmadik görgő kizárólag csak a golyó támasztását és megfelelő pozícióban tartását végzi, további feladata nincs.

Az X és Y irányú elmozdulás következtében forgásba jött tengelyek egy-egy tárcsában végződnek, melyek kerülete mentén meghatározott számú lyuk található. Mindkét tárcsa két-két optikai adó és vevő között forog. A vevő kimenetén megjelenő impulzusok száma megegyezik az optikai kapu előtt elhaladó lyukak számával és az így nyert impulzusokból már könnyedén meghatározható az eszköz X és Y irányú elmozdulása. A tárcsánkénti két optikai kapu alkalmazására az elmozdulás irányának megállapítása miatt van szükség. Az elmozdulás megállapítása után már csak némi kiegészítő áramkörre van szükség, hogy az egér jeleit a PC által értelmezhető szabványos jelekké alakítsuk.

Az opto-mechanikus egerek egyik legnagyobb problémája, hogy az egér golyója válogatás nélkül képes szinte minden szennyeződést összegyűjteni az asztal lapjáról vagy az egérpád felületéről. Ezek a szennyeződések általában a görgők felületén rakódnak le, lehetetlenné téve az egér normális használatát. Ilyen esetekben ki kell venni az egérből a golyót, amit langyos, szappanos vízben célszerű tisztítani. A görgők és tengelyek tökéletes tisztítása csak az egér szétszerelése után hasonló módszerekkel érhető el, azonban erre nem mindenki vállalkozik. Lehetőség van arra is, hogy a kiszedett golyó helyén egy apró csipesz vagy csavarhúzó segítségével kaparjuk le a lerakódott szennyeződés nagy részét a tengelyekről.

13.2. Optikai egerek

Az optikai egerek napjainkban egyre nagyobb népszerűségnek örvendenek. Ennek az az oka, hogy ezek a típusok nem igénylik a gyakori tisztítást, valamint, hogy áruk is egyre jobban közeledik a hagyományos opto-mechanikus egerek árához.

Az első optikai egerek elterjedését az is erősen lassította, hogy ezek a típusok csak az egérhez mellékelt alátétben képesek megfelelően működni. Ezek az alátétek általában valamilyen fényes (fényvisszaverő) bevonattal ellátott lapok, amelyeken megadott távolságban függőleges és vízszintes csíkok találhatók. Minél sűrűbb ez a rácozás, annál nagyobb lesz az egér felbontása, érzékenysége.

Működésüket tekintve ezeknek a modelleknek az alján egy fénykibocsátó dióda található, aminek fénye az alátét fényes felületeiről visszaverődik, a csíkokon pedig megtörik. A visszaverődés érzékelése négy darab, egyetlen közös tokba integrált fényérzékelővel történik. Alapesetben minden érzékelőre megegyező mennyiségű visszavert fény jut, azonban az egér elmozdításával valamilyen irányban egy csíkot fogunk keresztezni, aminek következtében a megfelelő érzékelőre nem jut visszavert fény, vagyis ezen érzékelőnek nem lesz kimeneti jele. Így a szenzorok kimenetét vizsgálva már könnyedén megállapítható az elmozdulás iránya és nagysága.

Ezeknek a kezdeti típusoknak az a legnagyobb problémája, hogy csak az egérhez adott felületen képesek működni. Ha ez a speciális alátét megsérül vagy elveszik, akkor az egér használhatatlanná válik.

Az optikai egerek új generációja az opto-mechanikus egereknél már megszokott sík felületek bármelyikén használható, azaz a két típus előnyös tulajdonságai ötvöződnek a mai termékekben. A változást azette lehetővé, hogy a visszavert fény érzékelésére szolgáló szenzorokat CCD érzékelőkre¹ cserélték.

Az egér mozgásának követése egyébként a kezdeti típusokkal hasonló módon történik. Az egér belsejében található fényforrás folyamatos, látható fénnel világítja meg a felületet, amiről a visszavert fény a CCD szenzorra jut. Az érzékelő kimenetén megjelenő értékekből pedig már némi kiegészítő elektronikával meghatározható az eszköz relatív elmozdulása.

¹Lényegében hasonló érzékelők található a digitális fényképezőkben is, azonban az egerekben alkalmazott típusok sokkal durvább, gyengébb minőségű lapkák

13.3. TrackBall

Az opto-mechanikus egerek egy kevésbé elterjedt típusa, aminek működési elve teljes egészében megegyezik az golyós egerek működésével. Az egyetlen különbséget az eszköz igen találó magyar elnevezése (hanyattgér) is szemlélteti, mivel egy trackballt úgy kell elképzelnünk mint egy hátra fordított opto-mechanikus egeret. Így az egér golyója felülre kerül, vagyis közvetlenül mozgatható, nincs szükség az egész eszköz elmozdítására. Vagyis praktikusnak javasolható ennek a pozicionáló eszköznek a használata, akik nem rendelkeznek elegendő hellyel ahhoz, hogy egy hagyományos egérrel dolgozzanak. A hanyattgerek külön is megvásárolhatók, de találkozhatunk velük billentyűzetbe vagy notebookba építve is.

13.4. TrackPoint

Az IBM által fejlesztett, különleges pozicionáló eszköz, amely az így kialakított billentyűzeteken, a B, G és H gombok között található. Az eszköz nem más, mint egy apró merev rúd, aminek a tetején egy sapka helyezkedik el. A felhasználó erre a sapkára helyezi rá a mutatóujját, majd a kívánt irányba erőteljesen fejt ki az eszközre. A TrackPoint érzékeli az erőhatás nagyságát illetve irányát, és ennek megfelelően a kívánt irányba mozgatja az egér mutatóját a képernyőn. A mutató mozgásának sebessége az erőhatás nagyságának függvénye.

Az eszköz legnagyobb előnye, hogy használatához nem kell felemelni a kezét a billentyűzetről, mivel az mind jobb, mind bal kézzel könnyen elérhető². Az, hogy az egérkurzor pozicionálása elvégezhető a kéz felemelése nélkül nem csak kényelmi szempontokat szolgál, hanem ennek segítségével a felhasználó időt is megtakarít.

Ezek az eszközök leggyakrabban notebookok (IBM, Toshiba, Dell, HP) billentyűzetein található meg, de léteznek TrackPoint-ot tartalmazó asztali klaviatúrák is. Sajnos a legtöbb gyártó egyre kevésbé részesíti előnyben ezt az eszközt, ezért manapság nem könnyű olyan notebookot találni a piacon, amely funkcióit tekintve teljesíti a vásárló minden igényét és ezek mellett a beépített pozicionáló eszköz a TrackPoint lenne.

A TrackPoint és a hasonló elven működő, de más néven jegyzett eszközök mai típusai már képesek speciális funkciók ellátására is. Leghasznosabb szolgáltatásuk, hogy finoman az eszköz sapkájára ütve az egérrel történő kattintás vagy dupla kattintás is kiváltható, azonban a SPACE billentyű alatt található egérgombok is maximálisan kézre állnak a nagyujj számára.

13.5. Touch Pad

Jelenleg a mobil számítógépek legelterjedtebb pozicionáló eszköze, ami a SPACE billentyű alatt foglal helyet. Az eszköz egy lapos, négyszög alakú felület, ami az emberi test kapacitásából képes megállapítani a felhasználó ujjának pontos helyzetét a Touch Pad felületén. Mivel az ujj pontos helye mindig ismert, nem okozhat problémát a relatív elmozdulások kiszámítása és megjelenítése az egérkurzor megfelelő irányba történő elmozdításával.

Természetesen a Touch Pad sem kizárólag a notebookok privilégiuma, léteznek olyan asztali billentyűzetek is amelyekbe már be van építve ez az érzékelő. Mindezek mellett kaphatók olyan önálló eszközök is, amelyek a PC RS-232-es vagy USB portjára csatlakoztathatók.

²Saját tapasztalatból mondhatom, hogy ezek az eszközök annyira kényelmesen használhatók a kéz felemelése nélkül, hogy a notebookom néhány hónapos használata után a csuklótámasz részen már meglátszott a kezem lenyomata. Természetesen ez leginkább a meg nem nevezett típus átgondolatlan konstrukciójának volt köszönhető.

Annak ellenére, hogy a mobil számítógépek gyártói manapság ezt a pozicionáló eszközt preferálják leginkább, a felhasználók véleménye megoszlik arról, hogy a Touch Pad vagy a TrackPoint használható-e jobban, kényelmesebben. Véleményem szerint ez személyenként eltérő lehet, ezért ezt mindenkinek magának kell eldöntenie. Erre a legjobb módszer egy olyan notebook kipróbálása, amely mind a kétféle eszközzel fel van szerelve.

13.6. Pozicionáló eszközök interfészei

Minden nem beépített egér esetében gondoskodni kell az eszköz és a PC csatlakoztatásáról. Az egerek általában a következő felületeken illeszthetők:

- Soros interfész
- Alaplapi egér port (PS/2)
- USB port

Az eszközök általában a fenti három interfész egyikéhez készülnek, azonban léteznek különböző átalakítók, amik lehetővé teszik például egy PS/2-es egér illesztését a soros portra. Ezek a kiegészítők általában jól működnek és szükség esetén igen hasznosak lehetnek. Azonban azt javaslom, hogy mindig olyan csatlakozóval felszerelt egeret vásároljunk, amely illeszkedik a használni kívánt port típusához és az átalakítókat csak szükség esetén alkalmazzuk.

13.6.1. Soros interfész

A régebbi PC-k és pozicionáló eszközök elterjedt illesztési módja az egér szabványos soros portra történő csatlakoztatása. A legtöbb konfiguráció két soros porttal van felszerelve, ezek közül tetszőlegesen választhatunk egy szabad csatlakozót. A PC-n található csatlakozók DB-9 vagy DB-25 típusú apacsatlakozók, amik rendre 9 és 25 vezeték illesztését teszik lehetővé, azonban a soros egerek a kommunikációjához mindössze csak néhány érre van szükség ezek közül.

Annak, hogy melyik szabad csatlakozót választottuk az egér számára, az eszköz illesztőprogramjának telepítésekor lesz jelentősége. Mint már említettem a legtöbb PC két soros porttal rendelkezik, amelyek általában a soros eszközök COM1 és COM2 portra történő csatlakoztatását teszik lehetővé. Mivel a csatlakoztatott eszközök nem közvetlenül illeszkednek a rendszerhez, nem is rendelkeznek saját erőforrásokkal. Lényegében annak a portnak az erőforrásait használják, amihez csatlakoznak. Például a COM1 portra csatlakoztatott egér és maga a port is (alapértelmezett erőforráshasználat esetén) a 4-es megszakítást (IRQ4) és a 3F8h-3FFh címtartományt használja.

13.6.2. Alaplapi egér port (PS/2)

Számos alaplap rendelkezik az egér csatlakoztatására szolgáló integrált porttal. Ezt a megoldást először 1987-ben az IBM vezette be a PS/2 rendszereiben, ezért is nevezik ezt az interfészt PS/2 egér interfésznek.

Az eszköz illesztése egy 6 pólusú mini-DIN csatlakozó segítségével történik, akárcsak az újabb típusú (PS/2) billentyűzeteké. Minden PS/2 rendszerben megtalálható ez a két csatlakozó, valamint az ATX szabvány is előírja ezen csatlakozók használatát. A legtöbb BAT alaplap is rendelkezik PS/2 egér csatlakozóval, azonban ez nem minden esetben van kivezetve a számítógép házának külsejére. Ilyen esetben a

megfelelő csatlakozó megvásárlásával, beszerelésével és a port konfigurálásával teljes értékű PS/2 egércsatlakozót kapunk.



Az ATX alaplapon a PS/2 billentyűzet és PS/2 egér csatlakozója egymás mellett található. Általában a csatlakozók színei is segítenek minket a perifériák helyes bekötésében, azonban így is előfordulhat, hogy a két eszközt véletlenül felcseréljük. Ilyenkor mind az egér, mind a billentyűzet ideiglenesen működésképtelenné válik, azonban aggodalomra semmi ok, maradandó hatása nem lesz mutatóvanyunknak.

13.6.3. USB port

Az USB port kiemelkedő rugalmasságának köszönhetően rendkívül széles körben alkalmazható. A pozicionáló eszközök sem képeznek kivételt ez alól, sőt az USB porthoz csatlakozó egerek számos előnyös tulajdonsággal is rendelkeznek.

- Az USB egerek mozgása sokkal simább mint a PS/2 portra csatlakozó egereké. Ennek az az oka, hogy a frekvencia, amivel az USB egér kommunikál lényegesen magasabb az egyéb típusok kommunikációs frekvenciájánál³. Ez az érték PS/2 esetén 40 Hz körül mozog, USB esetén pedig átlagosan 125 Hz⁴.
- Az USB egerek és pozicionáló eszközök ugyanúgy mint más USB eszközök menet közben csatlakoztathatók és eltávolíthatók (*hot-swap*). Ez lehetővé teszi például, hogy gépről gépre járjunk kedvenc egerünkkel úgy, hogy közben a használt gépeket nem kell kikapcsolnunk vagy újraindítanunk.
- Az USB eszközöket nem kell közvetlenül a PC hátsó részén található USB portra csatlakoztatni, használhatunk USB HUB-ot, vagy számítógépház elején található csatlakozókat. Így az eszközök lényegesen könnyebben illeszthetők, valamint a kábelek is könnyebben elvezethetők, elrejthetők.

Amennyiben az USB egeret Windows-on kívül is használni szeretnénk (például MS-DOS alatt) nem szabad megfedkezni az "USB Legacy Mode" engedélyezéséről az alaplap BIOS-ában.

³Ezek a frekvenciaértékek azt jelentik, hogy az eszköz másodpercenként hányszor közli a pozícióváltozást.

⁴A 125 Hz-es érték csak a vezetékes USB egerekre igaz, a vezeték nélkül csatlakozó egerek frekvenciája 40-50 Hz között változik

14. fejezet

Számítógépházak és tápegységek

14.1. Számítógépházak

A számítógépház az az eszköz, amibe a PC részegységei beépítésre kerülnek. A ház tartalmazza a számítógép különböző alkatrészeit, amiket a felhasználók zöme soha nem is lát. Ezek a dobozok klasszikusan fém vázra épülnek, az előlapjuk pedig műanyagból készül. Manapság egyre gyakrabban találkozhatunk különböző színekben pompázó házakkal vagy átlátszó műanyagból, esetenként üvegből készült oldal-lapokkal is, de a lehetőségek száma szinte végtelen. Néhányan például fából is készítenek exkluzív darabokat.

A számítógépház általában minden PC-nek része, azonban a működésnek nem szükséges feltétele. A PC működtetéséhez csupán egy megfelelő tápegységre van szükségünk. Ez a tápegység rendszerint a ház részét képezi, azonban az igazán jó minőségű számítógépházak és tápegységek külön is megvásárolhatók. Egy PC tehát könnyedén összeépíthető számítógépház felhasználása nélkül, akár egy asztal lapján is. Ez a megoldás kimondottan hasznos is lehet abban az esetben ha egy számítógép nem megfelelő működésének okát próbáljuk feltárni. Így minden alkatrész működés közben is könnyen hozzáférhető, szemügyre vehető vagy a PC leállítása után egyszerűen jumperelhető vagy kicserélhető.

Átlagos körülmények között azonban elvárás, hogy a számítógép valamiféle célirányosan erre a feladatra kialakított házba kerüljön. A számítógépház kiválasztásánál a következő szempontokat célszerű figyelembe venni:

- **Az alaplappal fizikai mérete és kialakítása.** A legtöbb számítógépház többféle alaplappal befogadására alkalmas (ATX, micro-ATX), azonban fontos meggyőződni arról, hogy az általunk használni kívánt alaplappal egyáltalán befér-e a választott házba.
- **Az alaplappal rögzítése.** A számítógép összeszerelésénél fontos szempont lehet, hogy a házba milyen módon szerelhető be az alaplappal és a többi alkatrész. A nevesebb gyártók a munka megkönnyítése érdekében számos újítást bevetnek, léteznek olyan házak is, ahol egyetlen csavar becsavarásával sem kell bajlódni, mindent patentok és gyorszárok segítségével tudunk kellő biztonsággal a megfelelő helyen rögzíteni. Természetesen az átlagos áron kapható házakban az eszközök rögzítése csavarokkal történik, de egy alaplappal beszerelésénél szempont lehet, hogy kicserélhető-e a házból az az alaplappal, amire az alaplappal kerül, valamint, hogy a rögzítéshez milyen csavarok, távtartók használhatók.
- **Külső 5¼"-os és 3½"-os helyek.** Az eltérő házak eltérő számú külső 5¼"-os és 3½"-os eszköz befogadására képesek. Külső eszközöknek ebben a környezetben azokat nevezzük, amelyek a

ház előlapján láthatóak, ilyenek például a CD-ROM meghajtók, a floppy meghajtók vagy a mobil rack-ek. Az 5,25"-os eszközöknél egyértelmű a helyzet, ezek szinte mindig külső eszközök és a fejlesztés során általában ezek a helyek szoktak legelőször elfogyni. A 3,5"-os helyekkel sokkal egyszerűbb a helyzet, mivel ezek közül leginkább csak az 1,44 MB-os floppy meghajtó olyan aminek külső helyet kell biztosítani. Továbbá ha a 3,5"-os helyek fogynak el, még mindig megvan annak a lehetősége, hogy egy speciális beépítőkeret segítségével egy 3,5"-os eszközt 5,25"-os helyre szereljünk.

- **Belső 5¼"-os és 3½"-os helyek.** A házban található belső helyek tipikusan a merevlemezek elhelyezésére szolgálnak, hiszen ezeknek az eszközöknek nincs olyan részük, feladatuk, ami azt igényelné, hogy a felhasználó láthassa vagy megérinthesse őket. Mivel manapság már túlnyomó részt 3,5"-os merevlemezeket gyártanak, az ezek elhelyezéséhez szükséges helyeket kell számba venni.
- **Hűtőventilátorok.** A számítógépekben a megfelelő hűtés biztosítása gyakran okoz gondot, ezért a legtöbb ház lehetőséget biztosít további hűtőventilátorok beszerelésére.
- **Kijelzők, gombok, csatlakozók.** Minden számítógépház rendelkezik néhány visszajelző LED-del, amik a felhasználót a rendszer állapotáról (kikapcsolt, bekapcsolt, energiatakarékos mód) és a merevlemez tevékenységéről informálják. Ezek mellett természetesen megtalálható a bekapcsoló valamint a reset gomb is. A speciálisabb szolgáltatások közé tartoznak a ház elején elhelyezett audio, USB vagy FireWire csatlakozók, amik lehetővé teszik, hogy egy eszköz (fejhallgató, digitális fényképezőgép) csatlakoztatásához ne kelljen a felhasználónak a számítógép mögött – a rálátás hiányában akár vakon – keresgélnie a megfelelő aljzatot.

Látható, hogy számos olyan szempont van amire érdemes odafigyelni. A gyakorlatban általában kompromisszumot kell kötni a vásárláskor, mivel olyan ház csak a legritkább esetben kapható elfogadható áron, ami számunkra minden szempontból megfelelne. A házak között is léteznek gyakran előforduló, tipikus kialakítások (14.1 táblázat), azonban ezek semmiképp sem tekinthetők szabványoknak, talán még ajánlásnak sem.

Számítógépház kialakítása	Külső helyek		Belső helyek	
	5¼"	3½"	5¼"	3½"
Alacsony profilú desktop	1-2	1	0	1-2
Desktop	2-3	1-2	0	1-3
Mikrotorony	1	1-2	0	1-2
Minitorony	2-3	1-2	0-2	1-3
Miditorony	2-4	1-2	0-3	2-5
Nagytorony	4-10	0-2	0-8	0-8

14.1. táblázat. Tipikus számítógépházak

14.2. Tápegységek

A tápegység minden PC fontos része. Ez az eszköz szolgáltatja az egész rendszer energiaellátását, a megfelelő feszültség- és teljesítményértékek biztosításával. Általában sem a végfelhasználók, sem a kereskedők nem tulajdonítanak túl nagy jelentőséget a tápegységeknek, ezért gyakran a lehető legolcsóbb típust vásárolják, árusítják. Persze a valóságban tápegység és tápegység között hatalmas eltérések lehetnek, amikre azért is érdemes figyelmet fordítani, mert egy rossz minőségű vagy egy meghibásodott

tápegység könnyen használhatatlanná tehet egy vagy több egységet is a számítógépben, vagy kirívó esetben akár a teljes rendszer minden elemének "halálát" is okozhatja.

Hogy valójában mitől is jó egy tápegység, annak számos összetevője van. Minden PC szabványos feszültségértékeket használ az eszközök működtetésére. Ezek az értékek bizonyos tűrésen belül mozoghatnak, a jó áramforrást a névleges értéktől való minimális eltérés jellemzi. Az is fontos továbbá, hogy ez az eltérés lehetőleg állandó legyen, vagyis a tápegység stabilan működjön és a kimeneti értékek ne változzanak folyamatosan a megengedett maximális és minimális értékek között. Követelmény a tiszta zavarmentes jel, valamint a megfelelő terhelhetőség. A maximális teljesítmény, amelyet a tápegység szolgáltatni képes nem jellemzi az eszköz minőségét, hiszen a PC-s tápegységeket is különböző maximális teljesítményigények kiszolgálására gyártják. Ami a feltüntetett teljesítményértékek kapcsán azonban fontos szempont, hogy az eszköz a valóságban is képes legyen a névleges értékek stabil és tartós szolgáltatására.

14.2.1. Power_Good jelzés

Annak érdekében, hogy a számítógép védett legyen a nem megfelelő feszültségszintek okozta károsodásoktól, a legtöbb tápegység képes kontrollálni az általa kibocsátott feszültségértékeket, amelyről az alaplapot is tájékoztatja egy speciális vezetéken, amit Power_Good jelnek nevezünk. Ezt a megoldást használva az alaplap és a processzor csak akkor fog elindulni, ha a gép bekapcsolása után a tápegység rendben találja a jelszinteket és erről az alaplapot is tájékoztatta a Power_Good szálon. A megfelelő tápfeszültség jelzésére általában 5V-os jelszintet használnak, ami folyamatosan jelen van amíg a tápegység megfelelően működik. Ha valami probléma merül fel a kimeneti értékekkel kapcsolatban, akkor a Power_Good jelzés megszűnik, a processzor pedig azonnal resetelődik és egészen addig nem indul újra amíg a tápegység vissza nem tér a normál működéshez.

Normál működés során a számítógép bekapcsolásakor a tápegységnek általában 0,1-0,5 mp-re van szüksége az önteszt végrehajtásához, ami minimális, a felhasználó számára nem igazán érzékelhető várakozás. Mindezek ellenére néhány nagyon silány minőségű tápegység nem végzi el a szükséges öntesztet vagyis nem foglalkozik azzal, hogy a kimenetén megjelenő értékek megfelelnek-e az előírásoknak. Természetesen ha egy ilyen tápegység hibásodik meg, akkor az könnyen maradandó károkat okozhat a PC egyéb részeiben is.

14.2.2. A tápegységek feladata

A tápegységek feladatát tömören összefoglalva azt mondhatnánk, hogy ezek az eszközök a hálózati feszültséget alakítják át a számítógép részeségei számára szükséges feszültségértékekké. Ha pontosan vizsgáljuk ezeket az értékeket, akkor azt mondhatjuk, hogy a PC-s tápegységek a 115 V-os 60 Hz-es vagy a 230 V-os 50 Hz-es váltakozó feszültségből állítanak elő +3,3 V-os, +5 V-os és +12 V-os egyenfeszültséget, esetenként pedig az előbbi értékek -5 V-os illetve -12 V-os egyenfeszültségekkel is kiegészülnek. A negatív feszültségek jelenleg egyre kevésbé használatosak, ezért már nem is mindegyik tápegység szolgáltatja ezeket a jelszinteket.

A különböző feszültségértékek előállítására azért van szükség, mert a különböző eszközök, perifériák, részesegységek más-más energiaellátást igényelnek. Jellemzően +3,3 V-ot használnak a chipszetek, a DIMM memória modulok, a PCI és az AGP kártyák. Utóbbiak +5 V-ot is használnak, akárcsak az ISA kártyák, a SIMM memóriák valamint a lemezmeghajtók vezérlő áramkörei. A +12 V pedig leginkább a lemezmeghajtók motorjainak szolgál tápfeszültségül. A negatív feszültségek napjainkra már szinte teljesen kihasználatlanok, ha egyáltalán előállít ilyen a tápegység. Régebben a -5V az ISA kártyák táplálásában, a -12 V pedig néhány integrált hálózati kártya ellátásában játszott szerepet.



Sok PC-s tápegység egyaránt használható 115 V-os (60 Hz) és 230 V-os (50 Hz) hálózatokon. Az ilyen eszközök egy részében a külső feszültség érzékelése és a tápegység megfelelő beállítása automatikusan történik, más típusok esetében azonban ez a felhasználó által manuálisan szabályozható. Fontos, hogy a helytelenül beállított és feszültség alá helyezett eszközök azonnal tönkremennek! A beállítást általában egy kis csúszókapcsoló segítségével kell elvégezni a tápegység hátsó részén, amit gyakran leragasztanak a gyártók vagy a forgalmazók a véletlen átkapcsolás elkerülése érdekében.

14.2.3. Fizikai kialakítás

A külső forma, a fizikai megjelenés (*Form Factor*) nem csak az alaplaphoz, hanem a tápegységeknek is fontos jellemzője. A tápegységek esetén két fontos dologra érdemes odafigyelni:

- A tápegység illeszkedik-e, beszerelhető-e a választott számítógépházba?
- A tápegység csatlakoztatható-e a választott alaplaphoz?

Összesen hét elfogadott szabvány létezik a tápegységek kialakítására vonatkozóan, ezekből öt a legelső PC-k esetén alkalmazott (AT) csatlakozófelületen keresztül illeszthető az alaplaphoz, míg a maradék kettő a ma korszerűnek számító ATX csatlakozókkal van felszerelve.

Az AT szabvány eredeti IBM fejlesztés, az első IBM PC-k tápegysége is már ezt a megoldást alkalmazta. A rendkívüli népszerűséget az hozta meg számára, hogy kezdetben a PC-s világ nem szólt másról, mint az IBM fejlesztéseinek lemásolásáról, vagyis senki nem kezdett a tápegységek terén sem új fejlesztésekbe. Ennek eredményeként az AT szabvány mindenhol megjelent, ami biztosította számára azt, hogy hosszú ideig egyeduralkodó maradjon. Természetesen ez a koncepció lehetővé tette azt is, hogy a meghibásodott vagy egyszerűen csak valamilyen szempontból nem megfelelő tápegységet egyszerűen és olcsón cserélhessük ki egy más gyártó által készített, számunkra jobban megfelelő típusra.

- **PC/XT tápegységek.** Az 1981-ben illetve 1983-ban megjelenő IBM fejlesztések tápegységei külső kialakításukban teljesen azonosak, a köztük lévő egyetlen eltérés az eszközök kimenő teljesítményéből adódik. Az első PC-kben használt tápegységek teljesítményét megközelítőleg a duplájára növelték, hogy az XT konfigurációkban is megfelelően használhatók legyenek. Az azonos mechanikus kialakítás könnyen lehetővé tette a tápegységek cseréjét, vagyis az első PC-k továbbfejlesztésekor elegendő volt az új, XT alaplaphoz szükséges tápegység cseréje, a számítógépház maradhatott a régi.
- **AT/Desk tápegységek.** Az első AT rendszerek tápegységei, amelyek már megjelenésükben is eltérnek az első PC-k és XT-k tápegységeitől. Ezek az eszközök nagyobb méretűek elődeiknél, vagyis mechanikai átalakítások is történtek a fejlesztés során. Az átállás azonban rendkívül gyors volt az AT számítógépek megjelenésekor, az eredeti IBM fejlesztés másolását szinte azonnal kezdte meg több száz gyártó.
- **AT/Tower tápegységek.** Az álló (*tower*) házakba szánt AT tápegységek mindössze egyetlen dologban különböznek a fekvő (*desktop*) házakba gyártott típusoktól. Míg a desktopokban használt tápegységeknek része a hálózati kapcsoló, addig a tornyokban használt típusok úgy vannak kialakítva, hogy hozzájuk egy külső kapcsolót lehessen csatlakoztatni. Ezekről a kapcsolókról azt érdemes tudni, hogy a teljes hálózati feszültség (Magyarországon 230 V) kapcsolását végzik, vagyis fizikálisan választják le a tápegységet az elektromos hálózatról. Ezeket a kapcsolókat általában a számítógépház elején helyezik el a könnyebb hozzáférés érdekében.

- **Baby-AT tápegységek.** A megismert AT tápegységek legkésőbbi kialakítása, ami az eredeti AT méretek egyetlen dimenziójának csökkentésével jött létre. Minden másban teljesen kompatibilis a két típus, vagyis a BAT tápegység probléma nélkül használható bármely AT házban, de a BAT rendszerekbe helyhiány miatt kizárólag csak a Baby-AT tápegység szerelhető.
- **LPX tápegységek.** Ezeknek a tápegységek az alapterülete és magassága egyaránt kisebb mint a már megismert AT típusoké, egyéb paramétereikben azonban a két szabvány teljesen megegyező. Az LPX kezdetben csak azokban a PS/2-es számítógépekben kapott helyet, ahol az alacsony profil kialakítása is cél volt. Ezt a tápegység magasságának csökkentése mellett a bővítőkártyák 90°-os elforgatásával érték el a fejlesztők, ami az alaplaphoz egy átalakító használatát is szükségessé tette. Az LPX tápegységek kezdeti szűk felhasználási területe aztán később jelentősen kibővült, és ez a típus lett a domináns a PC-kben egészen az 1985-ös megjelenéstől 1996-ig, az ATX elterjedéséig.

A jelenleg használt alaplaphoz többsége azonban már nem AT, hanem ATX tápegység-csatlakozóval készül, ezekhez háromféle tápegységet választhatunk, a ház és az alaplaphoz típusának függvényében. Az ATX tápegységeket már nem az IBM, hanem az Intel fejlesztette ki, napjainkban már ezek a típusok szinte egyeduralgúnak számítanak.

- **ATX tápegységek.** Az LPX formai kialakítását követve született meg a számos jelentős újítást tartalmazó ATX szabvány. Az egyik legfontosabb előrelépés az alaplaphoz és a tápegységhez kapcsolódó csatlakozó megváltoztatása, ami az ATX esetében már megakadályozza a két egység helytelen csatlakoztatását¹. További jelentős változás, hogy az ATX tápegységek már +3,3 V-ot is szolgáltatnak az alaplaphoz, ami lehetővé teszi, hogy az alaplaphoz kevesebb feszültség szabályozó áramkört kelljen használni². Leginkább a felhasználók kényelmét szolgálják a szabványba integrált további megoldások, melyek lehetővé teszik a számítógép különböző módokon történő bekapcsolását. A rendszer indítása történhet egy hagyományos bekapcsológomb segítségével is, azonban fontos különbség, hogy az ATX esetén használt bekapcsológomb, nem a hálózati feszültséget kapcsolja, csupán az alaplaphoz megfelelő áramkörre ad logikai magas szintet. A számítógép bekapcsolása történhet továbbá a klaviatúra egy speciális gombjának lenyomásával, egy jelszó bebillentyűzésével, egy indítási időpont megadásával vagy modemmel illetve számítógéphálózaton érkező külső jel segítségével³.
- **SFX tápegységek.** Az Intel ezeket a tápegységeket kis méretű és kis teljesítményű rendszerekhez fejlesztette ki. Az SFX tápegységek kitűnően használhatók Micro-ATX és Flex-ATX alaplaphoz, azonban más ATX rendszerekben is felhasználhatók a következő korlátozások figyelembevételével. A SFX tápegységek folyamatosan általában nem képesek 90 W-os teljesítménynél többet szolgáltatni, a csúcstértek sem haladhatja meg a 135 W-ot. Ez a típus nem állít elő -5 V-os jel-szintet, csak +5 V, +12 V, -12 V és +3,3 V jelenik meg a kimenetén. Ez nem teszi lehetővé a használatát olyan alaplaphoz, amelyek ISA buszt is használnak, azonban sem a Micro-ATX, sem a Flex-ATX alaplaphoz nem szerelnek ISA csatlakozókat. Továbbá az SFX tápegységek nem rendelkeznek a nagyobb teljesítményű rendszerekhez szükséges kiegészítő tápfeszültségekkel (3,3 V és 5 V) valamint az ATX 12 V-os csatlakozóval.

A felsorolt típusokon kívül természetesen még számos speciális kialakítás is létezik, azonban ezek nem szabványosak. Néhány nagyobb gyártó saját maga tervezi és készíti el rendszereihez a tápegységeit,

¹ Az AT tápegységek esetében az alaplaphoz található csatlakozóhoz két csatlakozó illeszkedik, amelyek bizonyos esetekben felcserélve is összeszerelhetők. Ez általában az alaplaphoz azonnali tönkretételét jelenti.

² A +3,3 V-os feszültséget általában a DIMM modulok és a chipszet-ek használják.

³ Mivel az ATX esetén a bekapcsolás folyamatában már az alaplaphoz is részt vesz, a felsorolt módszerek elérhetőségei függenek a használt alaplaphoz és BIOS típusától is.

amivel egyrészt biztosítják azt, hogy a nevükkel fémjelzett rendszerekben kizárólag megfelelő minőségű tápegységek látják el a rendszert a megfelelő feszültségekkel, másrészt tulajdonképpen kötelezik a vásárlókat arra, hogy az általuk gyártott jobb minőségű, de legtöbbször lényegesen drágább típusokat vásárolják.

A. Függelék

Plug-and-Play eszközazonosítók

Interrupt Controllers

PNP0000	AT programmable interrupt controller
PNP0001	EISA programmable interrupt controller
PNP0002	MCA programmable interrupt controller
PNP0003	Advanced programmable interrupt controller
PNP0004	Cyrix SLiC MP interrupt controller

Timers

PNP0100	AT system timer
PNP0101	EISA system timer
PNP0102	MCA system timer

DMA

PNP0200	AT DMA controller
PNP0201	EISA DMA controller
PNP0202	MCA DMA controller

Keyboards

PNP0300	IBM PC/XT keyboard controller (83-key)
PNP0301	IBM PC/AT keyboard controller (86-key)
PNP0302	IBM PC/XT keyboard controller (84-key)
PNP0303	IBM enhanced keyboard (101/102-key, PS/2 mouse support)
PNP0304	Olivetti keyboard (83-key)
PNP0305	Olivetti keyboard (102-key)
PNP0306	Olivetti keyboard (86-key)
PNP0307	Microsoft Windows(R) keyboard

PNP0308	General Input Device Emulation Interface (GIDEI) legacy
PNP0309	Olivetti keyboard (A101/102 key)
PNP030A	AT&T 302 keyboard
PNP030B	Reserved by Microsoft
PNP0320	Japanese 106-key keyboard A01
PNP0321	Japanese 101-key keyboard
PNP0322	Japanese AX keyboard
PNP0323	Japanese 106-key keyboard 002/003
PNP0324	Japanese 106-key keyboard 001
PNP0325	Japanese Toshiba desktop keyboard
PNP0326	Japanese Toshiba laptop keyboard
PNP0327	Japanese Toshiba notebook keyboard
PNP0340	Korean 84-key keyboard
PNP0341	Korean 86-key keyboard
PNP0342	Korean enhanced keyboard
PNP0343	Korean enhanced keyboard 101b
PNP0343	Korean enhanced keyboard 101c
PNP0344	Korean enhanced keyboard 103

Parallel Devices

PNP0400	Standard LPT printer port
PNP0401	ECP printer port

Serial Devices

PNP0500	Standard PC COM port
PNP0501	16550A-compatible COM port
PNP0502	Multiport serial device (non-intelligent 16550)
PNP0510	Generic IRDA-compatible device
PNP0511	Generic IRDA-compatible device

Disk Controllers

PNP0600	Generic ESDI/IDE/ATA compatible hard disk controller
PNP0601	Plus Hardcard II
PNP0602	Plus Hardcard IIXL/EZ
PNP0603	Generic IDE supporting Microsoft Device Bay Specification
PNP0680	Standard bus mastering IDE hard disk controller
PNP0683	Standard bus mastering IDE controller (no serialization)
PNP0700	PC standard floppy disk controller
PNP0701	Standard floppy controller supporting MS Device Bay Spec

Compatibility with early device ID list

PNP0802	Microsoft Sound System compatible device
----------------	--

Display Adapters

PNP0900	VGA-compatible display adapter
PNP0901	Video Seven VRAM/VRAM II/1024i
PNP0902	8514/A Compatible
PNP0903	Trident VGA
PNP0904	Cirrus Logic Laptop VGA
PNP0905	Cirrus Logic VGA
PNP0906	Tseng ET4000
PNP0907	Western Digital VGA
PNP0908	Western Digital Laptop VGA
PNP0909	S3 Inc. 911/924
PNP090A	ATI Ultra Pro/Plus (Mach 32)
PNP090B	ATI Ultra (Mach 8)
PNP090C	XGA Compatible
PNP090D	ATI VGA Wonder
PNP090E	Weitek P9000 Graphics Adapter
PNP090F	Oak Technology VGA
PNP0910	Compaq QVision
PNP0911	XGA/2
PNP0912	Tseng Labs W32/W32i/W32p
PNP0913	S3 Inc. 801/928/964
PNP0914	Cirrus Logic 5429/5434 (memory mapped)
PNP0915	Compaq Advanced VGA (AVGA)
PNP0916	ATI Ultra Pro Turbo (Mach64)
PNP0917	Reserved by Microsoft
PNP0918	Matrox MGA
PNP0919	Compaq QVision 2000
PNP091A	Tseng W128
PNP0930	Chips & Technologies Super VGA
PNP0931	Chips & Technologies Accelerator
PNP0940	NCR 77c22e Super VGA
PNP0941	NCR 77c32blt
PNP09FF	Plug and Play Monitors (VESA DDC)

Peripheral Buses

PNP0A00	ISA bus
PNP0A01	EISA bus
PNP0A02	MCA bus
PNP0A03	PCI bus
PNP0A04	VESA/VL bus
PNP0A05	Generic ACPI bus
PNP0A06	Generic ACPI extended-IO bus (EIO bus)

Real Time Clock, BIOS, System board devices

PNP0800	AT-style speaker sound
PNP0B00	AT real-time clock
PNP0C00	Plug and Play BIOS
PNP0C01	System board
PNP0C02	Motherboard resources
PNP0C03	Plug and Play BIOS event notification interrupt
PNP0C04	Math coprocessor
PNP0C05	APM BIOS (version independent)
PNP0C06	Reserved for early Plug and Play BIOS
PNP0C07	Reserved for early Plug and Play BIOS
PNP0C08	ACPI system board hardware
PNP0C09	ACPI embedded controller
PNP0C0A	ACPI control method battery
PNP0C0B	ACPI fan
PNP0C0C	ACPI power button device
PNP0C0D	ACPI lid device
PNP0C0E	ACPI sleep button device
PNP0C0F	PCI interrupt link device
PNP0C10	ACPI system indicator device
PNP0C11	ACPI thermal zone
PNP0C12	Device bay controller
PNP0C13	Plug and Play BIOS (used when ACPI mode cannot be used)

PCMCIA Controller Chipsets

PNP0E00	Intel 82365-Compatible PCMCIA Controller
PNP0E01	Cirrus Logic CL-PD6720 PCMCIA Controller
PNP0E02	VLSI VL82C146 PCMCIA Controller
PNP0E03	Intel 82365-compatible CardBus controller

Mice

PNP0F00	Microsoft Bus Mouse
PNP0F01	Microsoft Serial Mouse
PNP0F02	Microsoft InPort Mouse
PNP0F03	Microsoft PS/2-style Mouse
PNP0F04	Mouse Systems Mouse
PNP0F05	Mouse Systems 3-Button Mouse (COM2)
PNP0F06	Genius Mouse (COM1)
PNP0F07	Genius Mouse (COM2)
PNP0F08	Logitech Serial Mouse
PNP0F09	Microsoft BallPoint Serial Mouse
PNP0F0A	Microsoft Plug and Play Mouse
PNP0F0B	Microsoft Plug and Play BallPoint Mouse
PNP0F0C	Microsoft-compatible Serial Mouse
PNP0F0D	Microsoft-compatible InPort-compatible Mouse
PNP0F0E	Microsoft-compatible PS/2-style Mouse

PNP0F0F	Microsoft-compatible Serial BallPoint-compatible Mouse
PNP0F10	Texas Instruments QuickPort Mouse
PNP0F11	Microsoft-compatible bus mouse
PNP0F12	Logitech PS/2-style Mouse
PNP0F13	PS/2 port for PS/2-style mice
PNP0F14	Microsoft Kids Mouse
PNP0F15	Logitech bus mouse
PNP0F16	Logitech SWIFT device
PNP0F17	Logitech-compatible serial mouse
PNP0F18	Logitech-compatible bus mouse
PNP0F19	Logitech-compatible PS/2-style mouse
PNP0F1A	Logitech-compatible SWIFT device
PNP0F1B	HP Omnibook Mouse
PNP0F1C	Compaq LTE Trackball PS/2-style Mouse
PNP0F1D	Compaq LTE Trackball Serial Mouse
PNP0F1E	Microsoft Kids Trackball Mouse
PNP0F1F	Reserved by Microsoft Input Device Group
PNP0F20	Reserved by Microsoft Input Device Group
PNP0F21	Reserved by Microsoft Input Device Group
PNP0F22	Reserved by Microsoft Input Device Group
PNP0F23	Reserved by Microsoft Input Device Group
PNP0FFF	Reserved by Microsoft Systems

Network Adapters

PNP8001	Novell/Anthem NE3200
PNP8004	Compaq NE3200
PNP8006	Intel EtherExpress/32
PNP8008	HP EtherTwist EISA LAN Adapter/32 (HP27248A)
PNP8065	Ungermann-Bass NIUps or NIUps/EOTP
PNP8072	DEC (DE211) EtherWorks MC/TP
PNP8073	DEC (DE212) EtherWorks MC/TP_BNC
PNP8078	DCA 10 Mb MCA
PNP8074	HP MC LAN Adapter/16 TP (PC27246)
PNP80c9	IBM Token Ring
PNP80ca	IBM Token Ring II
PNP80cb	IBM Token Ring II/Short
PNP80cc	IBM Token Ring 4/16Mbs
PNP80d3	Novell/Anthem NE1000
PNP80d4	Novell/Anthem NE2000
PNP80d5	NE1000 Compatible
PNP80d6	NE2000 Compatible
PNP80d7	Novell/Anthem NE1500T
PNP80d8	Novell/Anthem NE2100
PNP80dd	SMC ARCNETPC
PNP80de	SMC ARCNET PC100, PC200
PNP80df	SMC ARCNET PC110, PC210, PC250
PNP80e0	SMC ARCNET PC130/E

PNP80e1	SMC ARCNET PC120, PC220, PC260
PNP80e2	SMC ARCNET PC270/E
PNP80e5	SMC ARCNET PC600W, PC650W
PNP80e7	DEC DEPCA
PNP80e8	DEC (DE100) EtherWorks LC
PNP80e9	DEC (DE200) EtherWorks Turbo
PNP80ea	DEC (DE101) EtherWorks LC/TP
PNP80eb	DEC (DE201) EtherWorks Turbo/TP
PNP80ec	DEC (DE202) EtherWorks Turbo/TP_BNC
PNP80ed	DEC (DE102) EtherWorks LC/TP_BNC
PNP80ee	DEC EE101 (Built-In)
PNP80ef	DECpc 433 WS (Built-In)
PNP80f1	3Com EtherLink Plus
PNP80f3	3Com EtherLink II or IITP (8 or 16-bit)
PNP80f4	3Com TokenLink
PNP80f6	3Com EtherLink 16
PNP80f7	3Com EtherLink III
PNP80f8	3Com Generic Etherlink Plug and Play Device
PNP80fb	Thomas Conrad TC6045
PNP80fc	Thomas Conrad TC6042
PNP80fd	Thomas Conrad TC6142
PNP80fe	Thomas Conrad TC6145
PNP80ff	Thomas Conrad TC6242
PNP8100	Thomas Conrad TC6245
PNP8105	DCA 10 MB
PNP8106	DCA 10 MB Fiber Optic
PNP8107	DCA 10 MB Twisted Pair
PNP8113	Racal NI6510
PNP811C	Ungermann-Bass NIUpc
PNP8120	Ungermann-Bass NIUpc/EOTP
PNP8123	SMC StarCard PLUS (WD/8003S)
PNP8124	SMC StarCard PLUS With On Board Hub (WD/8003SH)
PNP8125	SMC EtherCard PLUS (WD/8003E)
PNP8126	SMC EtherCard PLUS With Boot ROM Socket (WD/8003EBT)
PNP8127	SMC EtherCard PLUS With Boot ROM Socket (WD/8003EB)
PNP8128	SMC EtherCard PLUS TP (WD/8003WT)
PNP812a	SMC EtherCard PLUS 16 With Boot ROM Socket (WD/8013EBT)
PNP812d	Intel EtherExpress 16 or 16TP
PNP812f	Intel TokenExpress 16/4
PNP8130	Intel TokenExpress MCA 16/4
PNP8132	Intel EtherExpress 16 (MCA)
PNP8137	Artisoft AE-1
PNP8138	Artisoft AE-2 or AE-3
PNP8141	Amplicard AC 210/XT
PNP8142	Amplicard AC 210/AT
PNP814b	Everex SpeedLink /PC16 (EV2027)
PNP8155	HP PC LAN Adapter/8 TP (HP27245)
PNP8156	HP PC LAN Adapter/16 TP (HP27247A)

PNP8157	HP PC LAN Adapter/8 TL (HP27250)
PNP8158	HP PC LAN Adapter/16 TP Plus (HP27247B)
PNP8159	HP PC LAN Adapter/16 TL Plus (HP27252)
PNP815f	National Semiconductor Ethernod *16AT
PNP8160	National Semiconductor AT/LANTIC EtherNODE 16-AT3
PNP816a	NCR Token-Ring 4 Mbs ISA
PNP816d	NCR Token-Ring 16/4 Mbs ISA
PNP8191	Olicom 16/4 Token-Ring Adapter
PNP81c3	SMC EtherCard PLUS Elite (WD/8003EP)
PNP81c4	SMC EtherCard PLUS 10T (WD/8003W)
PNP81c5	SMC EtherCard PLUS Elite 16 (WD/8013EP)
PNP81c6	SMC EtherCard PLUS Elite 16T (WD/8013W)
PNP81c7	SMC EtherCard PLUS Elite 16 Combo (WD/8013EW or 8013EWC)
PNP81c8	SMC EtherElite Ultra 16
PNP81e4	Pure Data PDI9025-32 (Token Ring)
PNP81e6	Pure Data PDI508+ (ArcNet)
PNP81e7	Pure Data PDI516+ (ArcNet)
PNP81eb	Proteon Token Ring (P1390)
PNP81ec	Proteon Token Ring (P1392)
PNP81ed	Proteon ISA Token Ring (1340)
PNP81ee	Proteon ISA Token Ring (1342)
PNP81ef	Proteon ISA Token Ring (1346)
PNP81f0	Proteon ISA Token Ring (1347)
PNP81ff	Cabletron E2000 Series DNI
PNP8200	Cabletron E2100 Series DNI
PNP8209	Zenith Data Systems Z-Note
PNP820a	Zenith Data Systems NE2000-Compatible
PNP8213	Xircom Pocket Ethernet II
PNP8214	Xircom Pocket Ethernet I
PNP821d	RadiSys EXM-10
PNP8227	SMC 3000 Series
PNP8228	SMC 91C2 controller
PNP8231	Advanced Micro Devices AM2100/AM1500T
PNP8263	Tulip NCC-16
PNP8277	Exos 105
PNP828A	Intel '595 based Ethernet
PNP828B	TI2000-style Token Ring
PNP828C	AMD PCNet Family cards
PNP828D	AMD PCNet32 (VL version)
PNP8294	IrDA Infrared NDIS driver (Microsoft-supplied)
PNP82bd	IBM PCMCIA-NIC
PNP82C2	Xircom CE10
PNP82C3	Xircom CEM2
PNP8321	DEC Ethernet (All Types)
PNP8323	SMC EtherCard (All Types except 8013/A)
PNP8324	ARCNET Compatible
PNP8326	Thomas Conrad (All Arcnet Types)
PNP8327	IBM Token Ring (All Types)

PNP8385	Remote Network Access Driver
PNP8387	RNA Point-to-point Protocol Driver
PNP8388	Reserved for Microsoft Networking components
PNP8389	Peer IrLAN infrared driver (Microsoft-supplied)
PNP8390	Generic network adapter

SCSI, Proprietary CD Adapters

PNPA002	Future Domain 16-700 compatible controller
PNPA003	Panasonic proprietary CD-ROM adapter (SBPro/SB16)
PNPA01B	Trantor 128 SCSI Controller
PNPA01D	Trantor T160 SCSI Controller
PNPA01E	Trantor T338 Parallel SCSI controller
PNPA01F	Trantor T348 Parallel SCSI controller
PNPA020	Trantor Media Vision SCSI controller
PNPA022	Always IN-2000 SCSI controller
PNPA02B	Sony proprietary CD-ROM controller
PNPA02D	Trantor T13b 8-bit SCSI controller
PNPA02F	Trantor T358 Parallel SCSI controller
PNPA030	Mitsumi LU-005 Single Speed CD-ROM controller + drive
PNPA031	Mitsumi FX-001 Single Speed CD-ROM controller + drive
PNPA032	Mitsumi FX-001 Double Speed CD-ROM controller + drive

Sound/Video-capture, multimedia

PNPB000	Sound Blaster 1.5 sound device
PNPB001	Sound Blaster 2.0 sound device
PNPB002	Sound Blaster Pro sound device
PNPB003	Sound Blaster 16 sound device
PNPB004	Thunderboard-compatible sound device
PNPB005	Adlib-compatible FM synthesizer device
PNPB006	MPU401 compatible
PNPB007	Microsoft Windows Sound System-compatible sound device
PNPB008	Compaq Business Audio
PNPB009	Plug and Play Microsoft Windows Sound System Device
PNPB00A	MediaVision Pro Audio Spectrum
PNPB00B	MediaVision Pro Audio 3D
PNPB00C	MusicQuest MQX-32M
PNPB00D	MediaVision Pro Audio Spectrum Basic
PNPB00E	MediaVision Pro Audio Spectrum
PNPB00F	MediaVision Jazz-16 chipset (OEM Versions)
PNPB010	Auravision Vxp500 chipset - Orchid Videola
PNPB018	MediaVision Pro Audio Spectrum 8-bit
PNPB019	MediaVision Pro Audio Spectrum Basic
PNPB020	Yamaha OPL3-compatible FM synthesizer device
PNPB02F	Joystick/Game port

Modems

PNPC000	Compaq 14400 Modem (TBD)
PNPC001	Compaq 2400/9600 Modem (TBD)

Vendor specific

ABC1234	Intel Virtual Audio Device
ACC1660	Accton EN1660 PnP LAN Card
ACU0101	NCR SDMS (TM) Miniport Driver
ADP1502	Adaptec AVA-1502 SCSI Host Adapter
ADP1505	Adaptec AVA-1505 SCSI Host Adapter
ADP1510	Adaptec AHA-1510 SCSI Host Adapter
ADP1515	Adaptec AVA-1515 SCSI Host Adapter
ADP1520	Adaptec AHA-152X/AHA-1510 SCSI Host Adapter
ADP1522	Adaptec AHA-152X Plug and Play SCSI Host Adapter
ADP1532	Adaptec AHA-152X Plug and Play SCSI Host Adapter
ADP1540	Adaptec AHA-154X/AHA-164X/AHA-1535 SCSI Host Adapter
ADP1542	Adaptec AHA-154X/AHA-1535 Plug and Play SCSI Host Adapter
ADP154F	Adaptec SCSI Adapter Floppy Controller
ADP1740	Adaptec AHA-174X EISA Host Adapter
ADP2015	Adaptec AHA-152X/AHA-1510 SCSI Host Adapter
ADP2215	Adaptec AHA-152X Plug and Play SCSI Host Adapter
ADP2840	Adaptec AHA-284X VESA SCSI Host Adapter
ADP3015	Adaptec AHA-153X/AIC-6370 Plug and Play SCSI Host Adapter
ADP3215	Adaptec AHA-153X/AIC-6370 Plug and Play SCSI Host Adapter
ADP4215	Adaptec AHA-154X/AHA-1535 Plug and Play SCSI Host Adapter
ADP6360	Adaptec AHA-150X/1510/152X/AIC-6X60 SCSI Host Adapter
ADP7770	Adaptec AIC-777X EISA SCSI Host Adapter
ADP7771	Adaptec AIC-777X EISA SCSI Host Adapter
ADV55AA	AMD PCNET Family Ethernet Adapter/ISA+
ADV55AA	Mitron LX-2100+ Ethernet Adapter
ATI4402	ATI Graphics Ultra Pro EISA (mach32)
ATK1500	Allied Telesyn AT-1510 Plug and Play Ethernet Adapter
AZT1605	Aztech Sound Galaxy Nova 16
AZT2316	Aztech Sound Galaxy Washington 16
BRI0200	Boca Complete Office Communicator (Voice)
BRI1001	Boca Research BOCALANcard
BUS0042	BusLogic MultiMaster SCSI Host Adapters
BUS4201	BusLogic 32-Bit Bus Master EISA-to-SCSI Host Adapter w/Floppy
CPQ3001	Compaq EISA Advanced VGA (AVGA)
CPQ3011	Compaq QVision 1024/E
CPQ3111	Compaq QVision 1024/E
CPQ3112	Compaq QVision 1280/E
CPQ3122	Compaq QVision 1280/I
CPQ4300	Compaq Advanced ESDI Controller
CPQ4410	Compaq Integrated 32-Bit Fast-SCSI-2 Controller
CPQ4411	Compaq EISA 32-Bit Fast-SCSI-2 Controller
CPQ6001	Compaq 32-Bit DualSpeed Token Ring Controller

CPQ6002	Compaq NetFlex-2 TR Controller
CPQ6100	Compaq NetFlex ENET/TR Controller
CPQ6101	Compaq NetFlex-2 ENET/TR Controller
CPQ9A83	Compaq Deskpro XL Processor Board
CPQA050	Compaq SCSI Controller
CPQA060	Compaq Elite Ethernet Controller
CPQA090	Compaq SmartStation
CPQA0A0	Compaq MiniStation/EN
CPQA0B0	Compaq MiniStation/TR
CPQA0D2	Compaq Modem Audio
CPQA0D4	Compaq Modem Audio
CPQA0D5	ESS ES688 AudioDrive
CPQA0D6	Compaq Presario Bezel Volume Control
CPQA0D7	Compaq Enhanced Keyboard
CPQA0D8	Compaq PS/2 Port Mouse
CPQA0D9	Communications Port
CPQA0DA	Compaq IDE Controller
CPQA0DB	Compaq Floppy Disk Controller
CPQA0DE	Compaq PCMCIA Controller
CPQA0DF	Compaq Notebook Display (WD)
CPQA0E0	ECP Printer Port
CPQA0E1	Compaq TV Tuner
CPQA0E2	Compaq TV Tuner
CPQA0E3	Compaq Contura Integrated Ethernet Controller
CPQA0E4	Compaq Modem Audio
CPQA0EF	Compaq Deskpro Thermal Sensor
CPQAE08	Compaq Deskpro Thermal Sensor
CPQAE26	ESS ES1688 AudioDrive
CPQFA1B	Compaq Deskpro 486/50 system memory board
CPQFD17	Compaq SCSI Tape Adapter
CSC0000	Crystal PnP audio system CODEC
CSC0001	Crystal PnP audio system joystick
CSC0002	Crystal PnP audio system control registers
CSC0003	Crystal PnP audio system MPU-401 compatible
CSC0004	Crystal PnP IDE controller
CSC0010	Crystal PnP audio system control registers
CSC0011	Crystal PnP audio system CODEC/joystick
CSI2201	Cabletron E2200 Series DNI / Primary
CSI2202	Cabletron E2200 Series DNI / Secondary
CSI2203	Cabletron E2200 Series DNI
CTL0001	Creative Labs Sound Blaster 16 or AWE-32 Plug and Play
CTL0021	Creative Advanced Wave Effects Synthesis for AWE 32
CTL0031	Creative Labs Sound Blaster 16 or AWE-32 Plug and Play
CTL2001	MKEPanasonic CD-ROM Drive
CTL2011	Creative Labs IDE controller
CTL3011	Creative Labs Modem Blaster 28.8 DSVD PnP Voice
CTL7001	Gameport Joystick
CTL8001	Creative Advanced Wave Effects Synthesis for AWE 32

DBK0000	Databook ISA PCMCIA Controller
DBK0000	MobileMax Deskrunner ISA PCMCIA Controller
DBK0204	Databook Plug and Play PCMCIA Controller based on DB86084
DBK0214	Databook Plug and Play PCMCIA Controller based on DB86184
DBK0402	Databook Plug and Play PCMCIA Controller based on DB86084
DBK1402	Databook Plug and Play PCMCIA Controller based on DB86184
ESS0100	ESS ES688 PnP AudioDrive
ESS0102	ESS ES1688 PnP AudioDrive
ESS1481	ESS ES1488 AudioDrive
ESS1681	ESS ES1688 AudioDrive
ESS4881	ESS ES488 AudioDrive
ESS6880	ESS ES688 AudioDrive and Game Controller
ESS6881	ESS ES688 AudioDrive
FAR0002	Farallon EtherWave Plug and Play PC-ISA Card
FDC0000	Future Domain MCS-600/700 SCSI Host Adapter
FDC0000	Future Domain TMC-1650/1660/1670/1680 SCSI Host Adapter
FDC0000	Future Domain TMC-1790/1795 SCSI Host Adapter
FDC0950	Future Domain TMC-850/M/MER/MEX SCSI Host Adapter
FDC0950	Future Domain TMC-860/860M/885/885M SCSI Host Adapter
FDC1600	Future Domain PNP-1630/1640 Plug and Play SCSI controller
FDC1695	Future Domain TMC-1695 Plug and Play SCSI Host Adapter
FDC9516	Future Domain TMC-1695 Plug and Play SCSI Host Adapter
HWP1940	HP J2577A 10/100VG EISA LAN Adapter
HWP1950	HP J2573A 10/100VG ISA LAN Adapter
HWP1C10	HP COM and LPT Ports Combo Card
IBM0001	IBM Auto 16/4 ISA Token-Ring Adapter
IBM0002	IBM Thinkpad infrared port
IBM0020	InfraRed connector on the King ISA PnP PCMCIA Controller
IBM0034	IBM Thinkpad infrared port
IBM0070	IBM Thinkpad infrared port
IBM0071	IBM Thinkpad infrared port
IBM36E0	IBM Mwave DSP
IBM36F1	IBM Mwave Midi Synthesizer
IBM36F2	IBM Mwave SoundBlaster Compatibility
IBM3730	IBM 3780i PnP Communications Adapter
IBM3731	IBM 3780i PnP Communications Extender
IBM3760	IBM Thinkpad Mwave DSP
IBM3780	PS/2 TrackPoint
INT0902	Intel TokenExpress EISA 16/4
INT1030	Intel EtherExpress PRO/10 (PnP Enabled)
INT1060	Intel EtherExpress PRO/100 (EISA)
INT1201	Intel TokenExpress 32bit EISA 16/4
ISAB701	All Iomega 8-bit PC2x SCSI Host Adapters except PC2F
ISAB702	Iomega PC2F 8-bit SCSI Host Adapters
MDG0002	Madge Smart 16/4 EISA Ringnode
MDG0101	Madge Smart 16/4 ISA Client PnP Ringnode
MDY1900	Microdyne NE2500 Ethernet Adapter
MDY1901	Microdyne NE2500T Ethernet Adapter

NEC8201	NEC EISA SCSI Host Adapter
NVL0701	Intel EtherExpress 32
NVL0701	Novell/Anthem NE3200 or compatible
NVL0702	Novell/Anthem NE3200T
OLC0902	Olicom EISA 16/4 Token-Ring Adapter
OLC1201	Olicom 32bit Token-Ring Server Adapter
OLC9430	Olicom Plug and Play Token-Ring ISA 16/4 (OC-3118)
PRO6000	Proteon ProNET-4/16 EISA Token Ring (P1990) Rev A1-A7
PRO6001	Proteon ProNET-4/16 EISA Token Ring (P1990) Rev A8 above
PRO6002	Proteon ProNET-4/16 EISA Token Ring (P1990) Plus
RHI0101	Racal ES3210 EISA
RTL8019	Realtek RTL8019 PnP LAN adapter or compatible
SCM0469	SCM SwapBox Family Plug and Play PCMCIA controller
SKD8000	SysKonnnect SK-NET Flash Ethernet Adapter
SMC8010	SMC EtherCard Elite Ultra 32
SMC8416	SMC EtherEZ (8416)
SMC9000	SMC 9000 Ethernet Adapter
SUP1380	SupraExpress 288i PnP Voice
SVE0001	SVEC FD0421 EtherPlug-ISA
TCI00D0	Tulip NCC-16 ISA+
TCM5092	3Com EtherLink III EISA (3C579-TP)
TCM5093	3Com EtherLink III EISA (3C579)
TCM619B	3Com TokenLink III ISA in EISA mode (3C619B)
TCO4145	Thomas-Conrad Token Ring TC4145
TOS7400	Toshiba AcuPoint
USC0140	UltraStor 14F/14FB/34F/34FA/34FB Driver
USC0141	UltraStor 14F/14FB/34F/34FA/34FB Driver
USC0142	UltraStor 14F/14FB/34F/34FA/34FB Driver
USC0143	UltraStor 14F/14FB/34F/34FA/34FB Driver
USC0240	UltraStor 24F/24FA Driver
USC1240	UltraStor 124F Driver
VDM0469	Vadem PCIC compatible Plug and Play PCMCIA controller
WDC2001	Future Domain TMC-7000EX EISA SCSI Host Adapter
ZDS2000	ZDS SCSI/IDE/Floppy EISA Controller Board
ZDS2010	Zeos EISA IDE Controller

Irodalomjegyzék

- [1.] Abonyi Zsolt: PC hardver kézikönyv. ComputerBooks, Budapest, 1995.
- [2.] Bigelow, Stephen J.: PC Technician's Troubleshooting Pocket Reference. McGraw-Hill, USA, 2000.
- [3.] Csala Péter, Csetényi Arthur, Tarlós Béla: Informatika alapjai. ComputerBooks, Budapest, 2001.
- [4.] Dr. Cserny László: Mikroszámítógépek. LSI, Budapest, é.n.
- [5.] Gilster, Ron: PC Repair Bench Book. Wiley Publishing, Indianapolis, 2003.
- [6.] Ila László, Sághi Balázs: PC-Műhely 2. (Megjelenítők, háttértárolók, soros és párhuzamos interfész). Panem–McGraw-Hill, Budapest, 1996.
- [7.] Ila László: PC-Műhely 3. (PC-építés, tesztelés, eszközkezelés). Panem–McGraw-Hill, Budapest 1996.
- [8.] Ila László: PC-Műhely 5. (CD–Kompaktlemez). Panem, Budapest, 1998.
- [9.] Markó Imre: PC-k konfigurálása és installálása, A HARDVER. LSI, Budapest, 1999.
- [10.] Mueller, Scott: Upgrading and repairing PCs (15th Edition). QUE, Indianapolis, 2003.
- [11.] Mueller, Scott; Soper, Mark E.: Upgrading and repairing PCs: A+ Certification Study Guide. QUE, Indianapolis, 2001.
- [12.] Sághi Balázs: PC-Műhely 1. (Alaplapok, sínrendszerek, konfigurálás). Panem–McGraw-Hill, Budapest, 1996.
- [13.] Stone, David; Poor, Alfred: Magad uram ha gondod van ... a PC-vel. Szak, Budapest, 2002.
- [14.] Thompson, Robert Bruce - Thompson, Barbara Fritchman: PC hardware in a nutshell (3rd Edition). O'REILLY, Sebastopol, 2003.
- [15.] Tannenbaum, Andrew S.: Számítógép architektúrák. Panem, Budapest, 2001.
- [16.] MacRae, Kyle: The Do-It-Yourself PC Book. Osborne, USA, 2001.
- [17.] Minasi, Mark: The Complete PC Upgrade & Maintenance Guide. Sybex, USA, 2002.
- [18.] Nickles, Michael: PC-tuningolás 2003 : Tuningolás A-tól Z-ig. Computer Panoráma, Budapest, 2002.
- [19.] Nógrádi László: PC-iskola. Kossuth, Budapest, 1997.
- [20.] Rosenthal, Morris: Build your own PC. McGraw-Hill, California, 2002.