

The slide features a teal background with a circuit board pattern. Black lines representing traces and circular pads are visible. A central black horizontal band contains the title text in white. The top and bottom sections of the slide show the continuation of the circuit board design.

Mikroprocesszorok gyorsítása

Tartalomjegyzék

Témakör	Főbb tartalmak	
Koprocesszorok	Az első önálló koprocesszorok az AMD-től. A koprocesszorok alapvető feladatai. Az Intel koprocesszor sorozata.	

Segédprocesszorok

A mikroprocesszorok megjelenésével egy időben (1971) már létezett a numerikus számításokat gyorsító segédprocesszor.

A mikroprocesszorok alapvetően általános célokat szolgálnak így architektúrájuk nincs felkészítve speciális feladatokra. Ennek legfőbb oka a korai mikroprocesszorok esetében az erősen korlátozott méret vagy más megfogalmazásban a korlátozott tranzisztorszám melyekből a processzor felépül.

Ugyanakkor a számítógépeket már a megjelenésüktől fogva alkalmazták összetett számítási műveletek automatikus végrehajtására. Mindaddig, míg a számítások egy szerűek csak éppen nagyon sokszor ismétlődnek, az általános célú processzorok hatékonyan tudják a feladataikat ellátni.

Amint szükség van összetettebb műveletek elvégzésére is úgy mint az előző fejezetekben megismert szorzás, osztás vagy hatványozás, gyökvonás, trigonometrikus számítások, stb., akkor az általános célú processzorok számítási kapacitása kevésnek bizonyul.

A fent említett műveleteket hatékonyan erre a célra kifejlesztett céláramkörök, úgynevezett koprocesszorok képesek elvégezni. A koprocesszorok alapvetően a fő processzor kisegítő áramkörei melyeknek a fő processzor adja át az elvégzendő műveletet és az operandusokat majd a koprocesszortól kapja vissza az eredményt.

Segédprocesszorok, AM9511

A mikroprocesszorokhoz elsőként az AMD cég gyártott AM9511 típusjelzéssel matematikai társprocesszort.

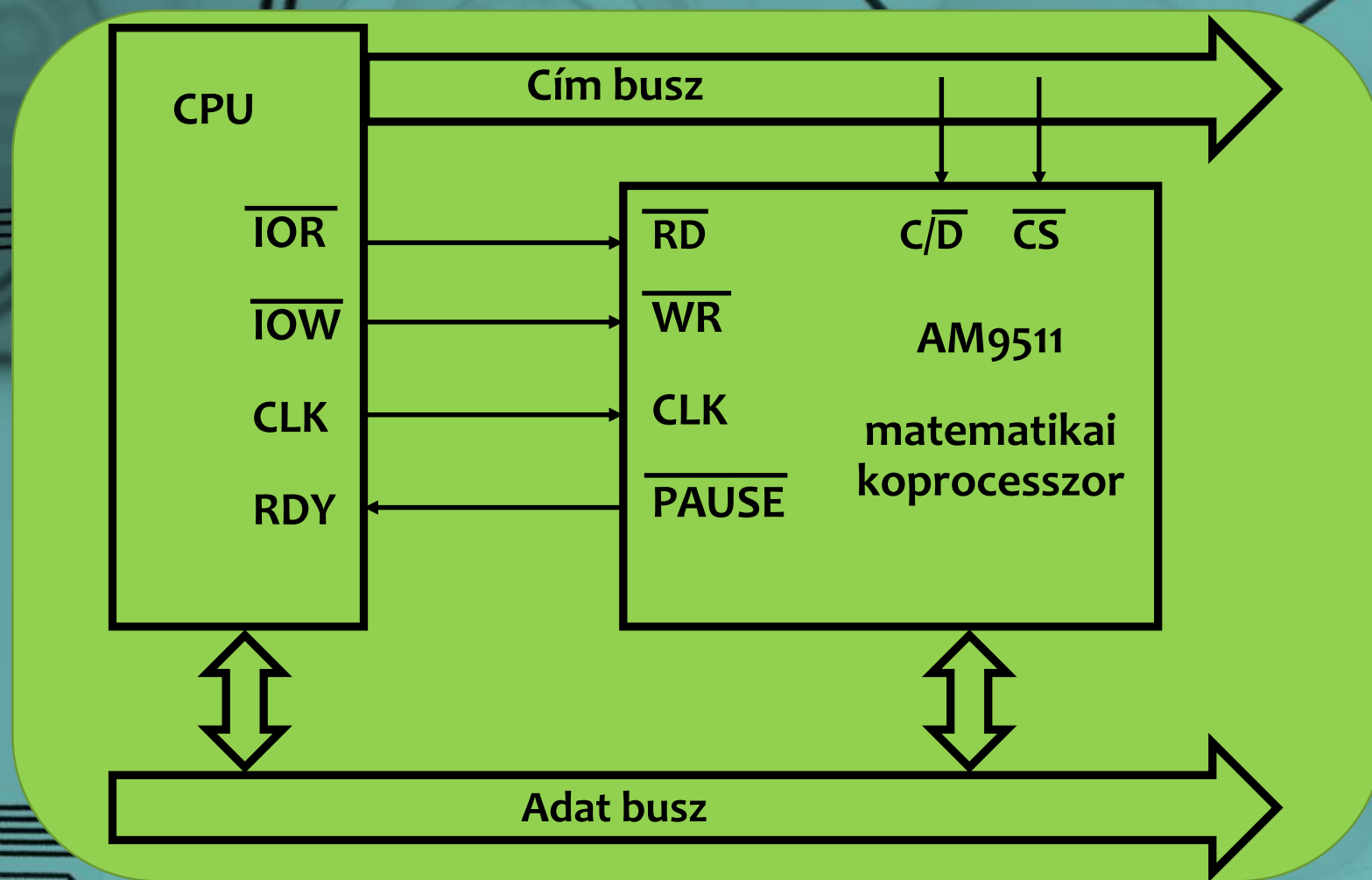
Ennek a processzornak az illesztése úgy volt megoldva, hogy gyakorlatilag bármely mikroprocesszorhoz (gyártótól függetlenül) illeszthető volt. Alapvetően egy periféria illesztést kellett megvalósítani. A főprocesszor így át tudta adni a feladatot (operandusok és művelet) a segédprocesszornak ami a feladat elvégzését követően egy vezetéken jelezte a főprocesszor számára, hogy a kért művelet végrehajtása befejeződött. Így a főprocesszor kiolvasta az eredményt.

A fentiekből érthető, hogy a társprocesszor a műveleteket párhuzamosan, a főprocesszor lefoglalása nélkül hajtja végre ami önmagában is számítási teljesítmény növelő hatású.

Az AM9511 matematikai társprocesszor az alábbi művelettípusokat volt képes elvégezni:

- 16 bites fix pontos műveletek (összeadás, kivonás, szorzás osztás),
- 32 bites fix pontos műveletek (összeadás, kivonás, szorzás osztás),
- 32 bites lebegőpontos műveletek (összeadás, kivonás, szorzás osztás),
- További lebegőpontos műveletek (szinusz, koszinusz, tangens és ezek inverzei, gyökvonás, tízes és természetes alapú logaritmus és e^x),
- Adatkezelő műveletek és a π konstans értéke.

Segédprocesszorok, AM9511



Az AMD cég AM9511 típusú koprocesszorát az Intel cég licenc alapján i8231 típusjelzéssel 1979-től gyártotta. A két chip teljes mértékben kompatibilis egymással.

Az ábrán az AM9511 koprocesszor elvi kapcsolatát szemlélteti a főprocesszorral.

Látható, hogy a főprocesszor az író (WR) és olvasó (RD) vezérlő jelekkel állítja be a koprocesszor üzemmódját. Az adatcsere a központi adatbuszon keresztül történik.

Segédprocesszorok, AM9511

COMMAND EXECUTION TIMES

Command Mnemonic	Clock Cycles	Command Mnemonic	Clock Cycles
ACOS	6304-8284	LOG	4474-7132
ASIN	6230-7938	LN	4298-6956
ATAN	4992-6536	NOP	4
CHSD	26-28	POPD	12
CHSF	16-20	POPF	12
CHSS	22-24	POPS	10
COS	3840-4878	PTOD	20
DADD	20-22	PTOF	20
DDIV	196-210	PTOS	16
DMUL	194-210	PUPI	16
DMUU	182-218	PWR	8290-12032
DSUB	38-40	SADD	16-18
EXP	3794-4878	SDIV	84-94
FADD	54-368	SIN	3796-4808
FDIV	154-184	SMUL	84-94
FIXD	90-336	SMUU	80-98
FIXS	90-214	SQRT	782-870
FLTD	56-342	SSUB	30-32
FLTS	62-156	TAN	4894-5886
FMUL	146-168	XCHD	26
FSUB	70-370	XCHF	26
		XCHS	18

A táblázat az AM9511 koprocesszor egyes utasításainak végrehajtási idejét szemlélteti.

Érdemes megfigyelni, hogy az eddig tárgyalt szorzás és osztás műveleti idejének többszörösét igénylik a trigonometrikus és hatvány műveletek.

Noha a koprocesszor a főprocesszortól függetlenül, vele párhuzamosan hajtja végre a műveleteket, mégis előfordulhat, hogy egy adott művelet eredményére a főprocesszornak várnia kell, mivel a következő utasítás azzal az értékkel fog tovább dolgozni. Ebben az esetben a főprocesszor blokkolódik, így a végrehajtás lassul.

Ezeket a blokkolásokat megfelelően felépített programkóddal minimalizálni lehet, de már itt is megjelenik a párhuzamos programozás egyik alapvető problematikája az úgynevezett adatfüggőség!

Segédprocesszorok, AM9512

Mnemonic	Description
SADD	Add TOS to NOS Single Precision and result to NOS. Pop stack.
SSUB	Subtract TOS from NOS Single Precision and result to NOS. Pop stack.
SMUL	Multiply NOS by TOS Single Precision and result to NOS. Pop stack.
SDIV	Divide NOS by TOS Single Precision and result to NOS. Pop stack.
CHSS	Change sign of TOS Single Precision operand.
PTOS	Push Single Precision operand on TOS to NOS.
POPS	Pop Single Precision operand from TOS. NOS becomes TOS.
XCHS	Exchange TOS with NOS Single Precision.
CHSD	Change sign of TOS Double Precision operand.
PTOD	Push Double Precision operand on TOS to NOS.
POPD	Pop Double Precision operand from TOS. NOS becomes TOS.
CLR	CLR status.
DADD	Add TOS to NOS Double Precision and result to NOS. Pop stack.
DSUB	Subtract TOS from NOS Double Precision and result to NOS. Pop Stack.
DMUL	Multiply NOS by TOS Double Precision and result to NOS. Pop Stack.
DDIV	Divide NOS by TOS Double Precision and result to NOS. Pop Stack.

Az AMD cég második koprocesszora az AM9512 volt melyet az előzőhöz hasonlóan az Intel licenc alapján 8232 típusjelzéssel gyártott. Az Intel ezt a processzort már lebegőpontos processzornak (Floating Point Processor) nevezte.

Az AM9512 a lebegőpontos számábrázolásnál már az IEEE 754 szabványt alkalmazta és képes volt 32 és 64 bites számokat, azaz egyszeres és duplapontos értékeket kezelni.

A koprocesszorból kimaradtak többek az előzőekben megismert trigonometrikus műveletek és a hatvány műveletek.

Az AM9512-es koprocesszor az AM9511-hez hasonló módon kapcsolható a főprocesszorhoz.

Segédprocesszorok, AM9512

A táblázat az AM9512 koprocesszor műveletvégrehajtási időket szemlélteti.

Összehasonlítva az AM9511 koprocesszor azonos műveleteivel hasonló végrehajtási időket láthatunk.

Az AM9512 nagy előnye, hogy dupla pontos lebegőpontos műveletek végrehajtására képes.

Table 2. Am9512 Execution Time in Cycles.

Single Precision			
	Min	Typ	Max
Add	58	220	512
Subtract	56	220	512
Multiply	192	220	254
Divide	228	240	264

Double Precision			
	Min	Typ	Max
Add	578	1200	3100
Subtract	578	1200	3100
Multiply	1720	1770	1860
Divide	4560	4920	5120

Az Intel koprocesszorai

Az Intel önálló koprocesszora először 1980-ban 8087 típusjelzéssel jelent meg. A 8087-es koprocesszort kimondottan a 8086-os processzorcsaládhoz (8086 és 8088) tervezték. Itt már megszűnt az általánosan alkalmazható tárprocesszor lehetősége. A 8087 az előző koprocesszorokhoz hasonlóan veremarchitektúrát valósít meg.

Kommunikációja a főprocesszorral jelentősen eltér a periféria illesztett megoldásoktól ami egyben hatékonyabb és gyorsabb de processzorfüggő megoldás. A 8087 a 8086 buszrendszerére csatlakozik. A főprocesszor speciális bitsorozattal kezdődő utasításokat (0001 1011 ami decimális 27 azaz az „ESC” ASCII kódja) automatikusan a koprocesszornak adja át. Ez vezérlésátadást jelent ami mai szemmel biztonsági rés, mivel hibás utasítással (olyan utasítás ami ugyan 11011 szekvenciával kezdődik de a koprocesszor számára nem értelmezhető) „lefagyasztható” a rendszer.

A 8087 jelentős gyorsításokat tudott elérni azokban az esetekben melyekben a programok BCD, lebegőponos vagy exponenciális műveletek sokaságát igényelték.

A 8087 IEEE 754 formátumban kezelte a lebegőpontos adatokat. 32, 64 és 80 bites lebegőpontos műveleteket, 32 és 64 bites fix pontos műveleteket valamint 18 digit (számjegyes) BCD műveleteket tudott elvégezni.

Az Intel koprocesszorai, 8087

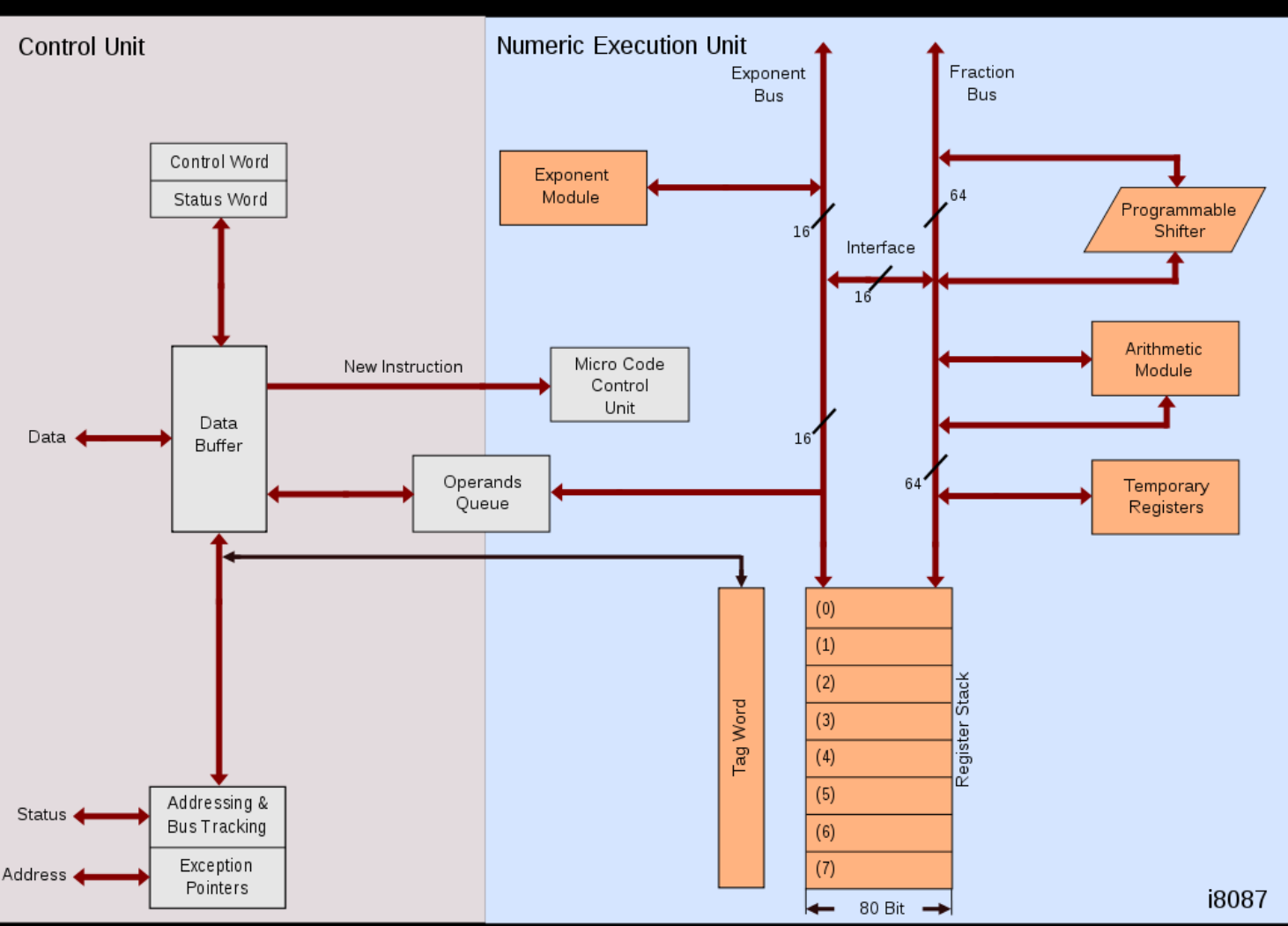
Table 3. Execution Time for Selected 80287 Instructions

Floating Point Instruction	Approximate Execution Time (μ s)
	80287 (5 MHz Operation)
Add/Subtract	14/18
Multiply (single precision)	19
Multiply (extended precision)	27
Divide	39
Compare	9
Load (double precision)	10
Store (double precision)	21
Square Root	36
Tangent	90
Exponentiation	100

A 8087-es sebessége az előző koprocesszorokhoz mérten lenyűgöző. A táblázat a végrehajtási időket szemlélteti néhány utasítás esetében.

A 8087 további előnye, hogy a 8086 utasításkészletének kiterjesztését teszi lehetővé, így a programozónak nem kell a koprocesszor kezelésével foglalkoznia. Minden olyan utasítás (F betűvel kezdőnek. Például a főprocesszor szorzás utasítása MUL, a koprocesszoré FMUL) amely a koprocesszornak szól a rendszer által automatikusan kerül végrehajtásra. Így a programozó egyetlen nagyobb utasításkészlettel rendelkező processzort lát.

Az Intel koprocesszorai, 8087



A 8087-es a kijelölt műveleteket a benne kialakított verem egyes elemein hajtja végre.

Az egyes 8087-esnek szóló utasítások elhelyezik a koprocesszor veremtárába az operandusokat majd azokon történik a megfelelő művelet végrehajtása. Az eredmény is a verembe (általában a verem tetejére átírva az ott található operandust) íródik vissza.

Mivel a verem elemeit egyszerűen egy utasítással cserélni lehet, viszonylag hatékonyan lehet a verem hét regiszterét használni.

Az Intel koprocesszorai

x87 típusok	Utasítások								Max órajel	5 MHz-es 8087 FMUL műv.hez viszonyított érték
	FADD	FMUL	FDIV	FXCH	FCOM	FSQRT	FPTAN	FPATAN		
8087	70~100	90~145	193~203	10~15	40~50	180~186	30~540	250~800	5→10 MHz	1.0 → 2.0-szer gyorsabb
80287 (eredeti)	70~100	90~145	193~203	10~15	40~50	180~186	30~540	250~800	6→12 MHz	1.2 → 2.4-szer gyorsabb
80387 (és későbbi 287 modellek)	23~34	29~57	88~91	18	24	122~129	191~497	314~487	16→33 MHz	kb. 10 → 20 × gyorsabb
80486 (vagy 80487)	8~20	16	73	4	4	83~87	200~273	218~303	16→50 MHz	kb. 18 → 56 × gyorsabb

Az Intel önálló koprocesszorainak összehasonlító adatai.

Az egyes végrehajtási időtartományok az adott koprocesszor adott utasításának valamennyi ábrázolási tartományú adatával végezhető idők átlagát mutatja. Az adatok ezért csak a táblázaton belül hasonlíthatók össze.

Az Intel koprocesszorai

Fontos megemlíteni, hogy az egyes típusok kizárólag a hozzájuk tartozó főprocesszorral képesek együttműködni, azaz nem alkalmazhatók univerzális módon tetszőleges processzorokhoz!

Az Intel fejlesztése között megjelent a 80187-es jelű koprocesszor amely időben a 387-es koprocesszor piacra kerülésével közös. Ennek a koprocesszornak a megjelenése azért volt szükséges mert a 80186-os főprocesszorhoz a 8087-es koprocesszor nem volt kapcsolható. A késői megjelenés okán a 80187 egy igen fejlett koprocesszor volt mert már a 80387 architektúrával készült. Valójában csak az interfész egységében tért el tőle, illeszkedve a 80186-os processzorhoz.

Érdekesség, hogy a 486-os processzorok gyártásakor már olyan nagy integráltsági fokot értek el a tervezők, hogy a processzor chipbe elfért a koprocesszor is. Mivel azonban a gyártás során sok esetben a koprocesszorok nem működtek megfelelően azokat inaktiválták és SX jelöléssel látták el az ilyen látszólag koprocesszor nélküli 486-osokat. Ezekhez lehetett külső koprocesszor formájában a 487-es chipet kapcsolni. Ez a módszer elfogadott volt, hiszen az összes eddig gyártott processzor esetében ez a megoldás létezett. A 487-es koprocesszor azonban egy teljes értékű 486-os processzor volt. A 487 azonnal letiltotta a 486SX működését és maga vette át a vezérlést. Ezt később az Intel cég is elismerte.

Az Intel koprocesszorai

Gyakorlatilag a 487-es koprocesszonnal befejeződött az Intel önálló koprocesszor gyártása. Ezt követően már csak az Nx586 (NextGen) processzorhoz készült az Nx587 koprocesszor. Az összes többi Intel processzor már magában tartalmazza a koprocesszort is.

Más gyártók esetében az integráltság növekedtével hasonlóan az Intelhez, megszűntek a külső koprocesszorok. A chipen belüli koprocesszor előnye, hogy hatékonyabb ezáltal gyorsabb adatcsere valósítható meg, így további sebességnövekedés érhető el. A mai processzorok esetében pedig már el sem különül a koprocesszor és a főprocesszor!

A táblázatban a P5/Pentium processzor számítási teljesítményét lehet összevetni a 486-os processzoréval.

x87 típusok	Utasítások								Max órajel	5 MHz-es 8087 FMUL műv.hez viszonyított érték
	FADD	FMUL	FDIV	FXCH	FCOM	FSQRT	FPTAN	FPATAN		
8087	70~100	90~145	193~203	10~15	40~50	180~186	30~540	250~800	5→10 MHz	1.0 → 2.0-szer gyorsabb
80486 (vagy 80487)	8~20	16	73	4	4	83~87	200~273	218~303	16→50 MHz	kb. 18 → 56 × gyorsabb
Intel P5 / Pentium / Pentium MMX	1~3	1~3	39	1 (0*)	1~4	70	17~173	19~134	60→300 MHz	kb. 1100 → 5400 × gyorsabb