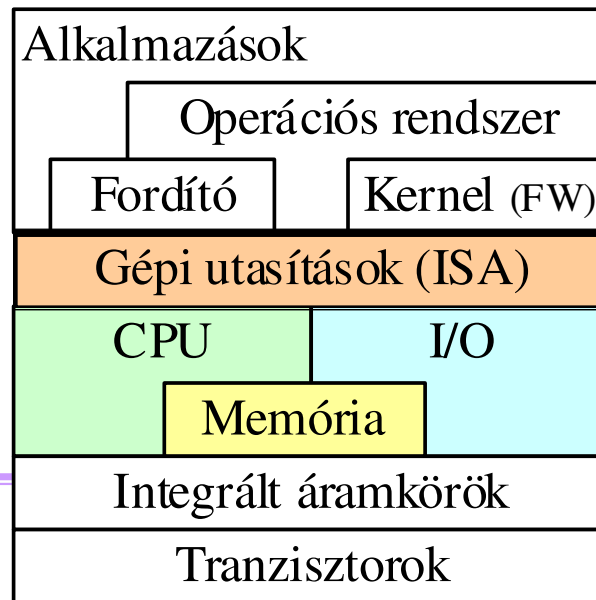


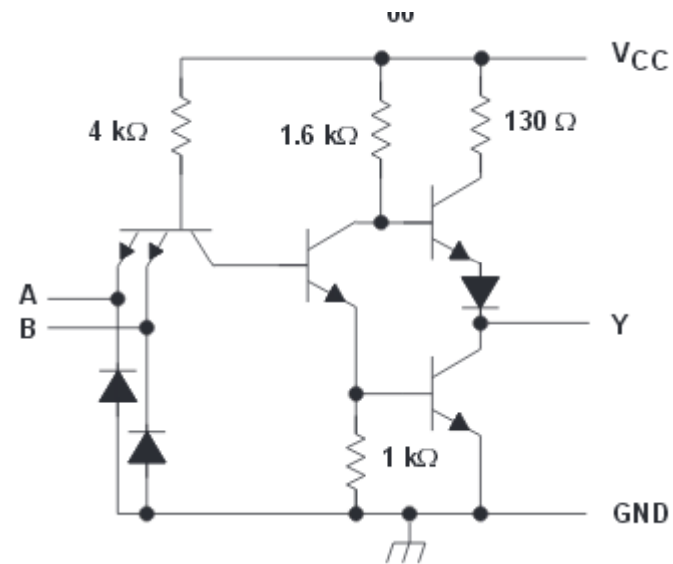
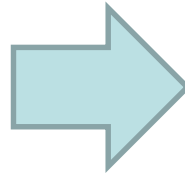
INFORMATIKA I.

BMEVIIIAB04

Számítógép architektúra

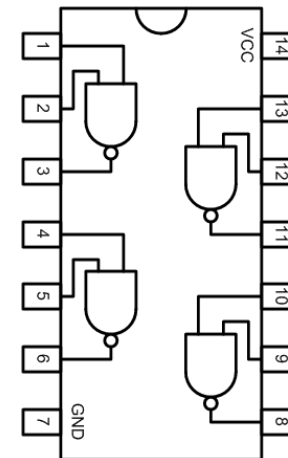
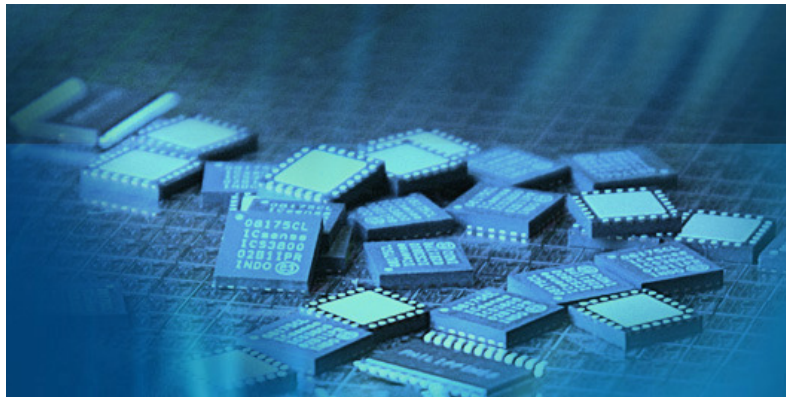


A számítógép tárgyalási szintjei



Tranzisztorok

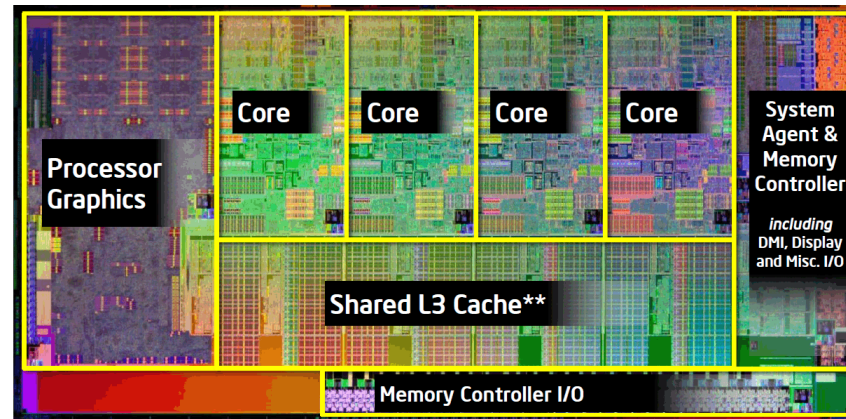
A számítógép tárgyalási szintjei



Integrált áramkörök

Tranzisztorok

A számítógép tárgyalási szintjei



Mikroarchitektúra,
funkcionális egységek

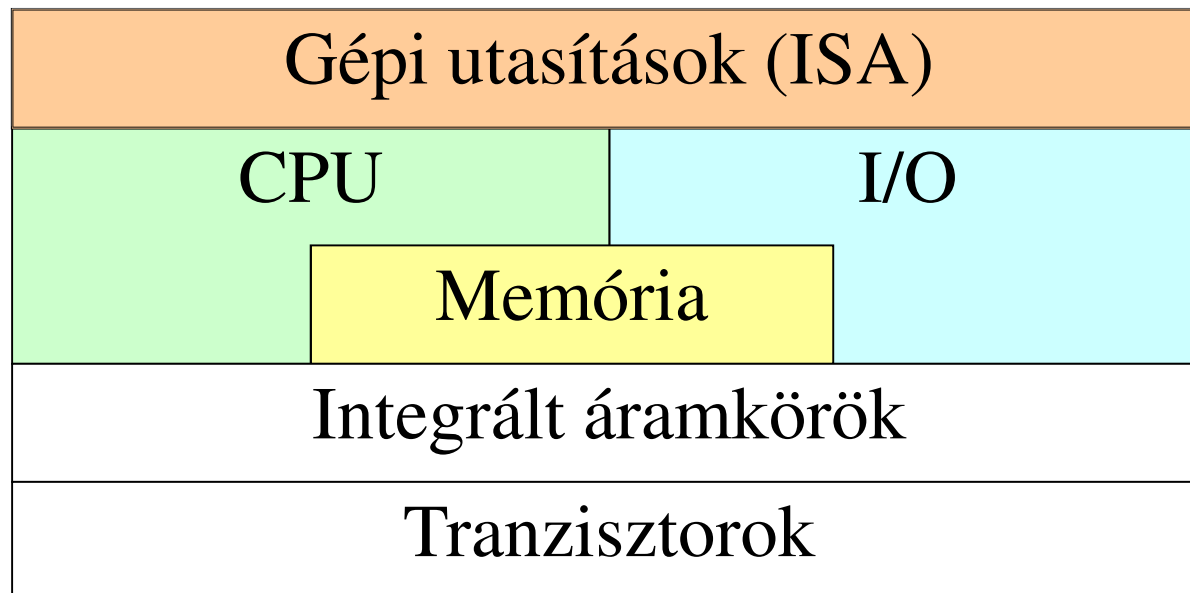
Integrált áramkörök

Tranzisztorok

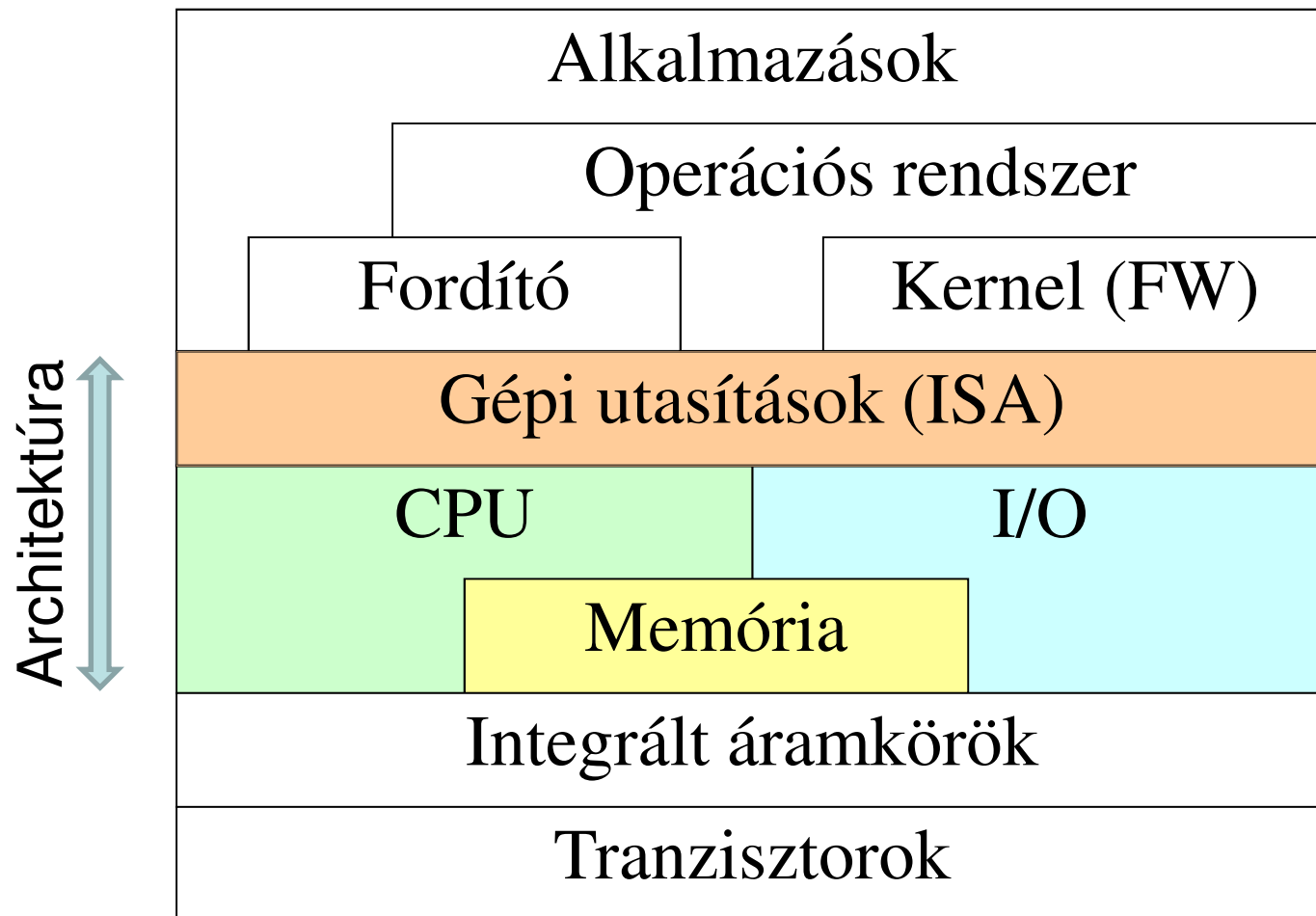
A számítógép tárgyalási szintjei

```

0x00401340  push  %ebp
0x00401341  mov   %esp,%ebp
0x00401343  sub   $0x10,%esp
0x00401346  mov   0x8(%ebp),%edx
0x00401349  mov   %edx,%eax
0x0040134B  add   %eax,%eax
0x0040134D  add   %edx,%eax
0x0040134F  mov   %eax,-0x4(%ebp)
0x00401352  mov   0xc(%ebp),%eax
0x00401355  lea   (%eax,%eax,1),%edx
0x00401358  mov   -0x4(%ebp),%eax
0x0040135B  add   %edx,%eax
0x0040135D  leave
0x0040135E  ret
    
```



A számítógép tárgyalási szintjei

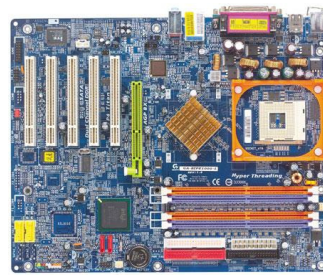


A számítógép architektúra

- Az információfeldolgozás elméleti modelljének egy megvalósítása *(Michael J. Flynn 1965)* /„csak elméleti”/
 - ❑ /Flynn osztályok: SISD, SIMD, MISD MIMD/
 - A számítógép kívülről látható tulajdonságainak együttese /„mit tud” /
 - ❑ ISA jó definíció a HW és a SW felé /ISA instruction set architecture /
 - A számítógép - adott feladatot ellátó - funkcionális moduljainak és azok együttműködésének feladat szintű tárgyalási módja /„mit csinál”/
 - ❑ Mikroarchitektúra a gépi utasítás végrehajtásához szükséges implementáció egy konkrét megvalósítását definiálja *(nagy része „láthatatlan”)*
- /„hogyan, milyen teljesítménnyel csinálja”/

A számítógép architektúra

- **Implementáció:** az architektúrát megvalósító rendszer egy lehetséges logikai struktúrája, szervezése (*„hogyan csinálja”*)
- **Realizáció:** az implementáció egy konkrét fizikai megvalósítása (*Az elemi áramkörökből felépített konkrét hardver*)
- Egy architektúrának több különböző realizációja létezhet

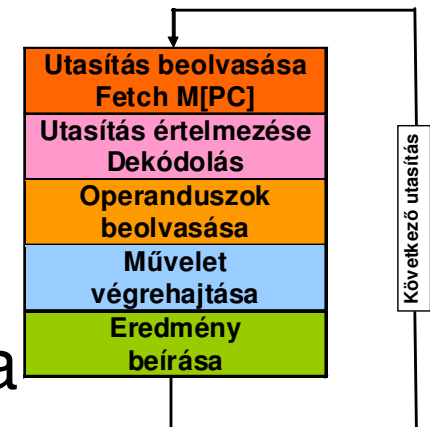


- **Architektúra:**
 - személygépkocsi
 - autóbusz
 - tehergépkocsi/stb.
- **Implementáció:** *motor, sebességváltó, kormány, fék, felépítmény együttese*
- **Mikroarchitektúra:** *konkrét gyártmányú, adott motorú, adott felszereltségű személygépkocsi*
- ☐ *Nézőpont: tervező/szerelő/vezető /közlekedő szempontjából*
- ☐ *A használat szempontjából érdektelen, hogy az utolsó csavarig hogyan épül fel, csak a tulajdonság számít*

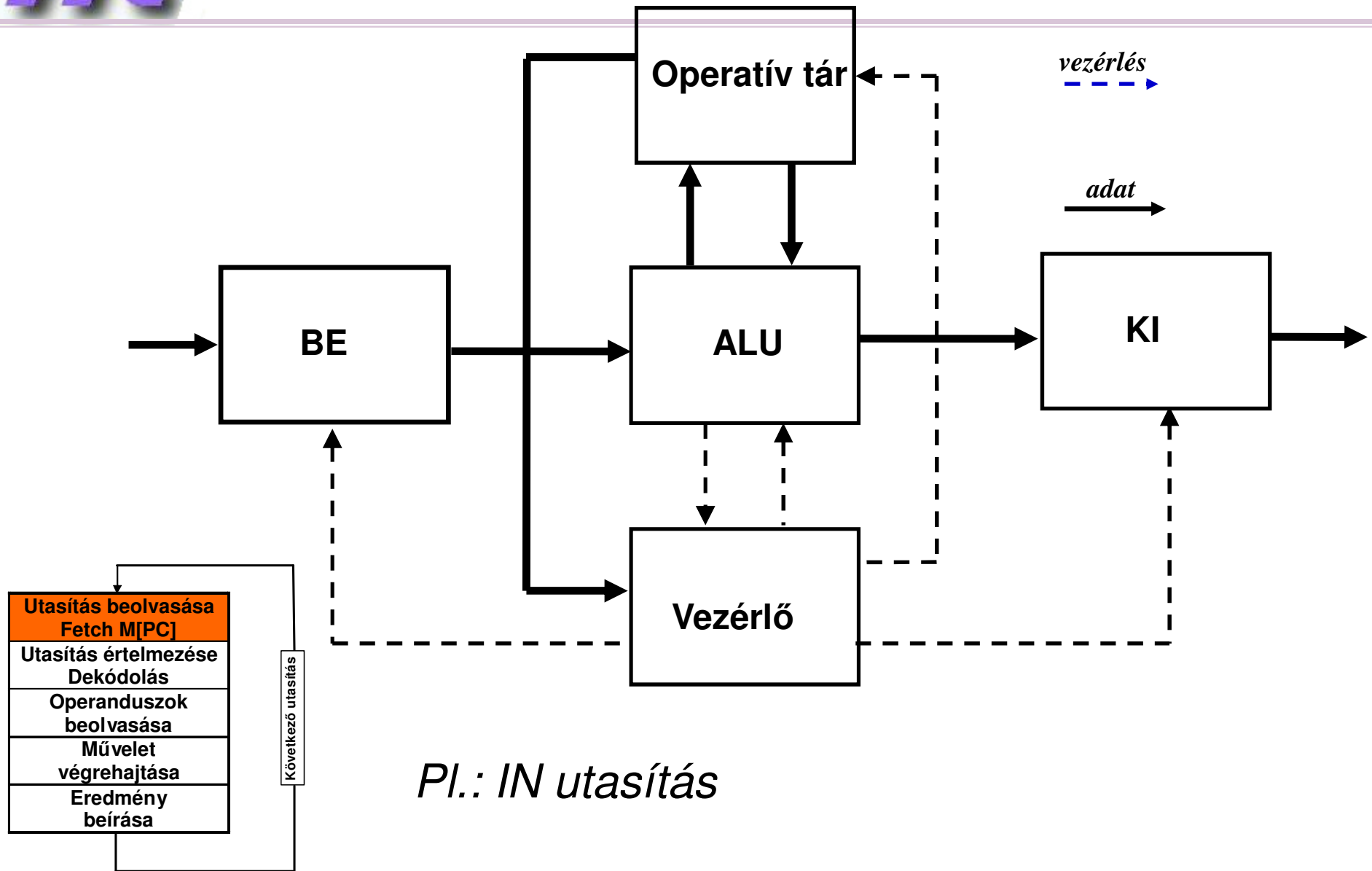


□ Alapelvek

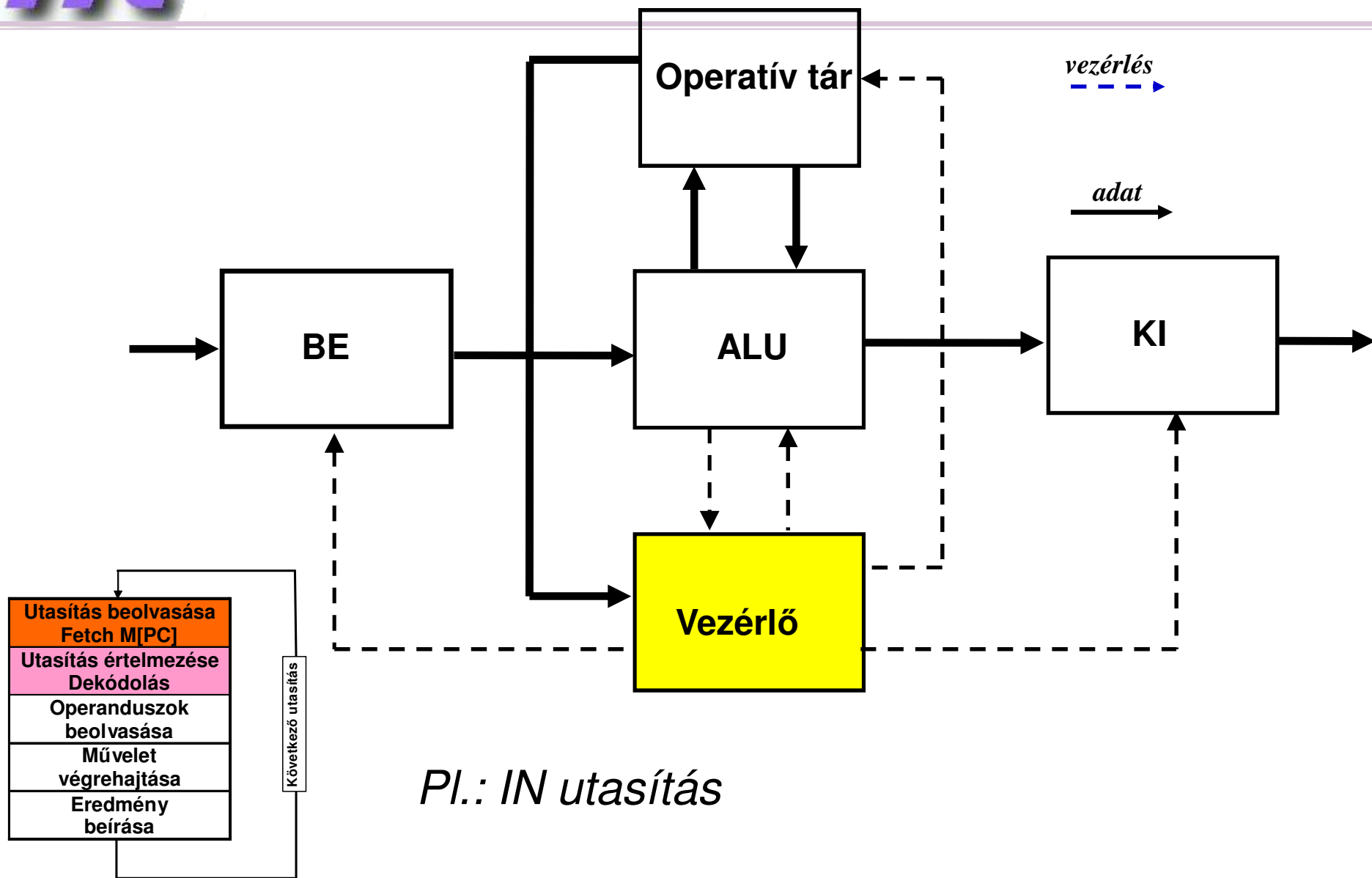
- Belső programtárolás, illetve program vezérlés
- Utasítás és adat azonos közegen és formában tárolva
 - ▶ Értelmezés az algoritmus, illetve a PC szerint
 - ▶ Utasítások programmal módosíthatók
 - ▶ Az adattípusok műveletekhez rendelvek
- Szekvenciális utasítás végrehajtás
 - ▶ **/Ma is  Nem biztos!/"**
- Egydimenziós, lineáris címzésű memória
- Bináris ábrázolás



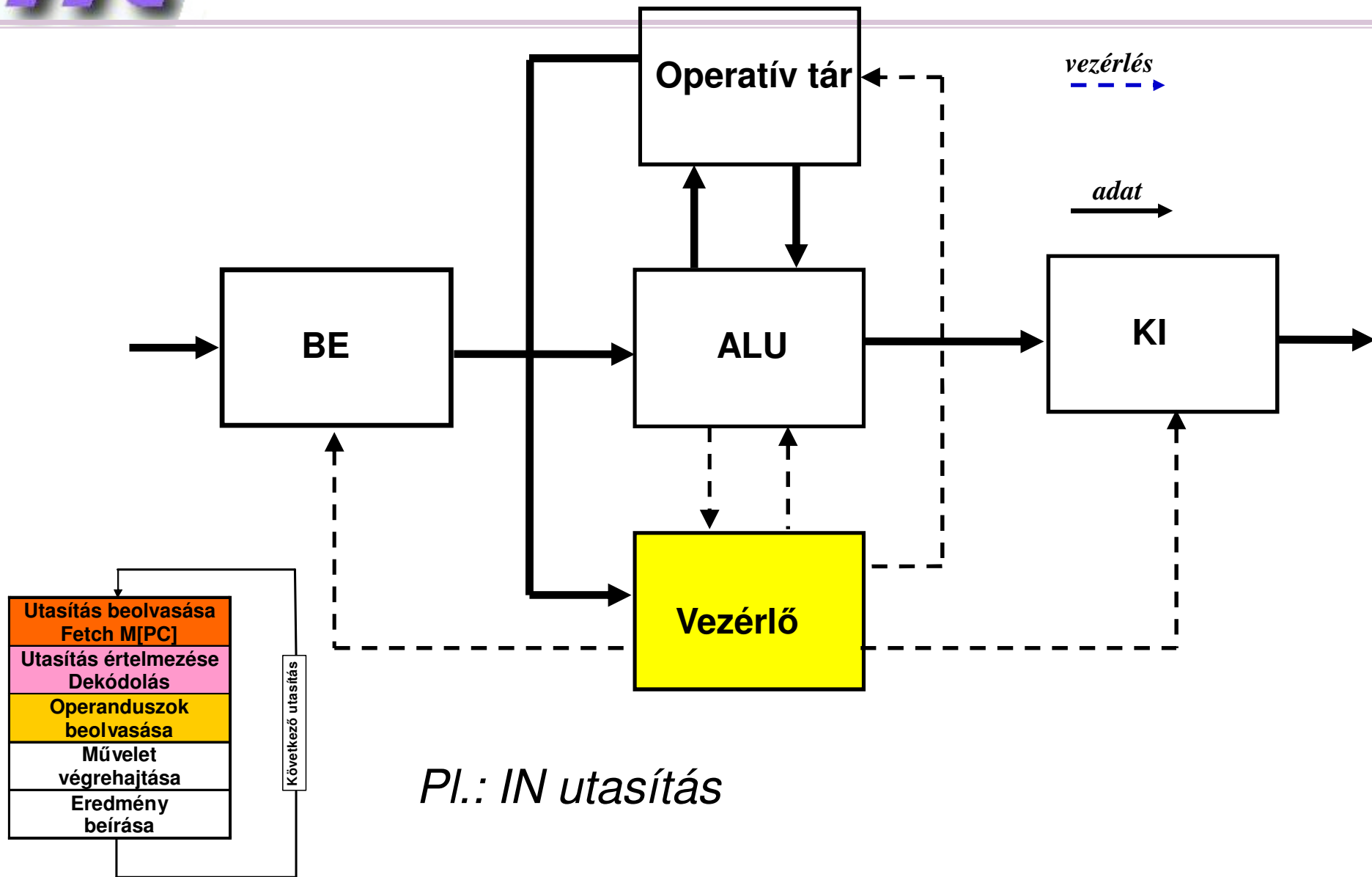
Neumann modell



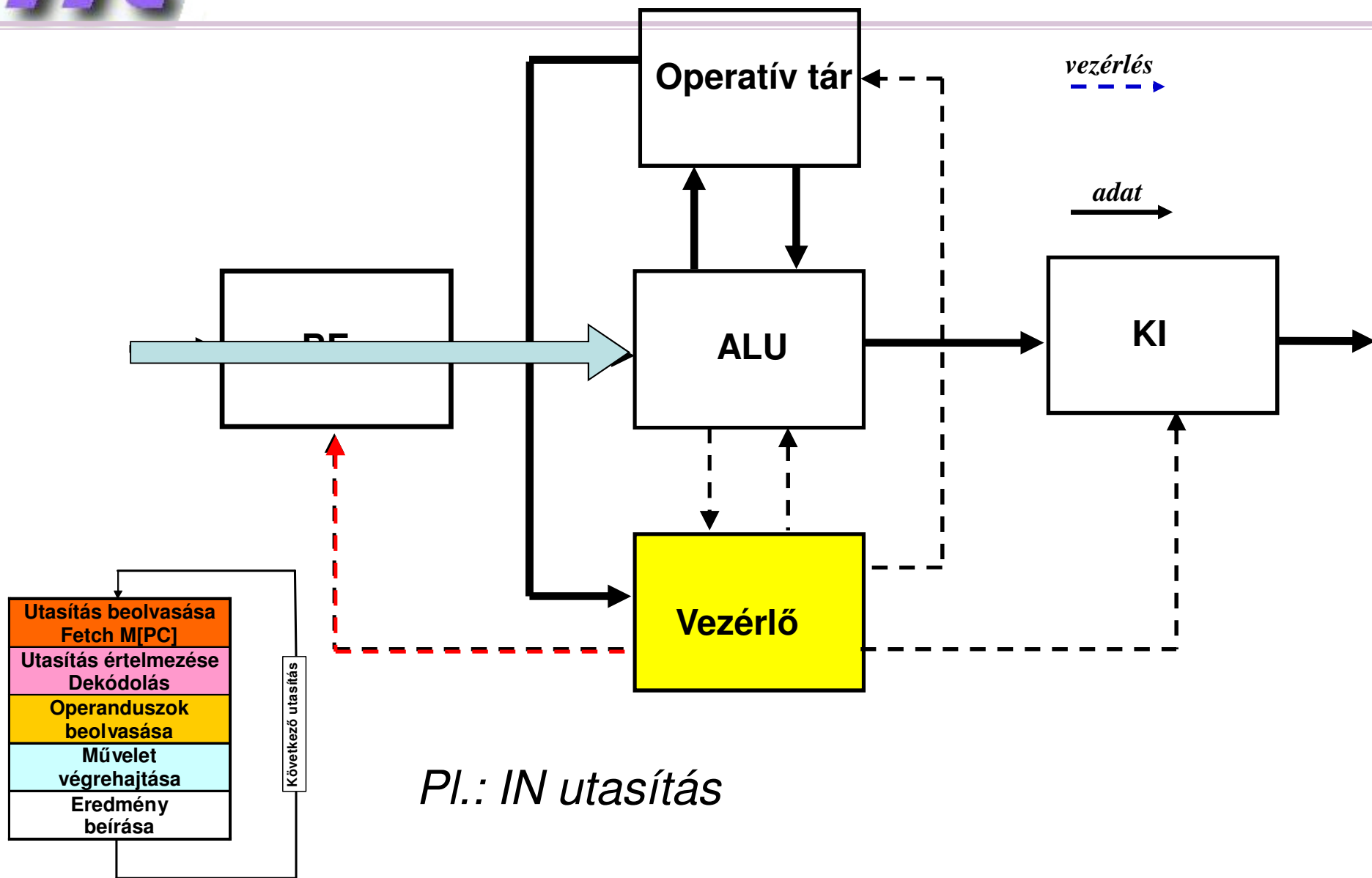
Neumann modell



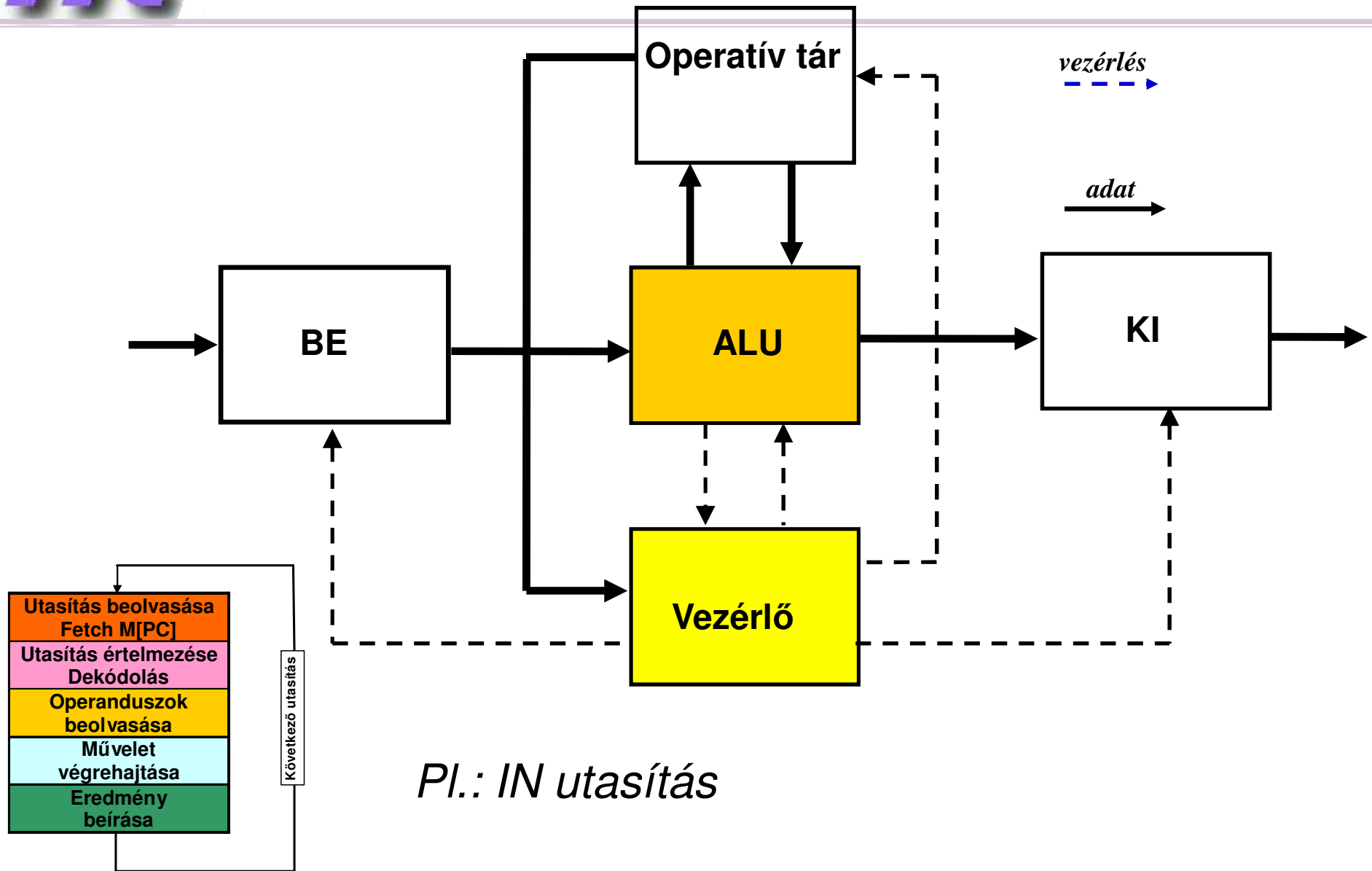
Neumann modell



Neumann modell



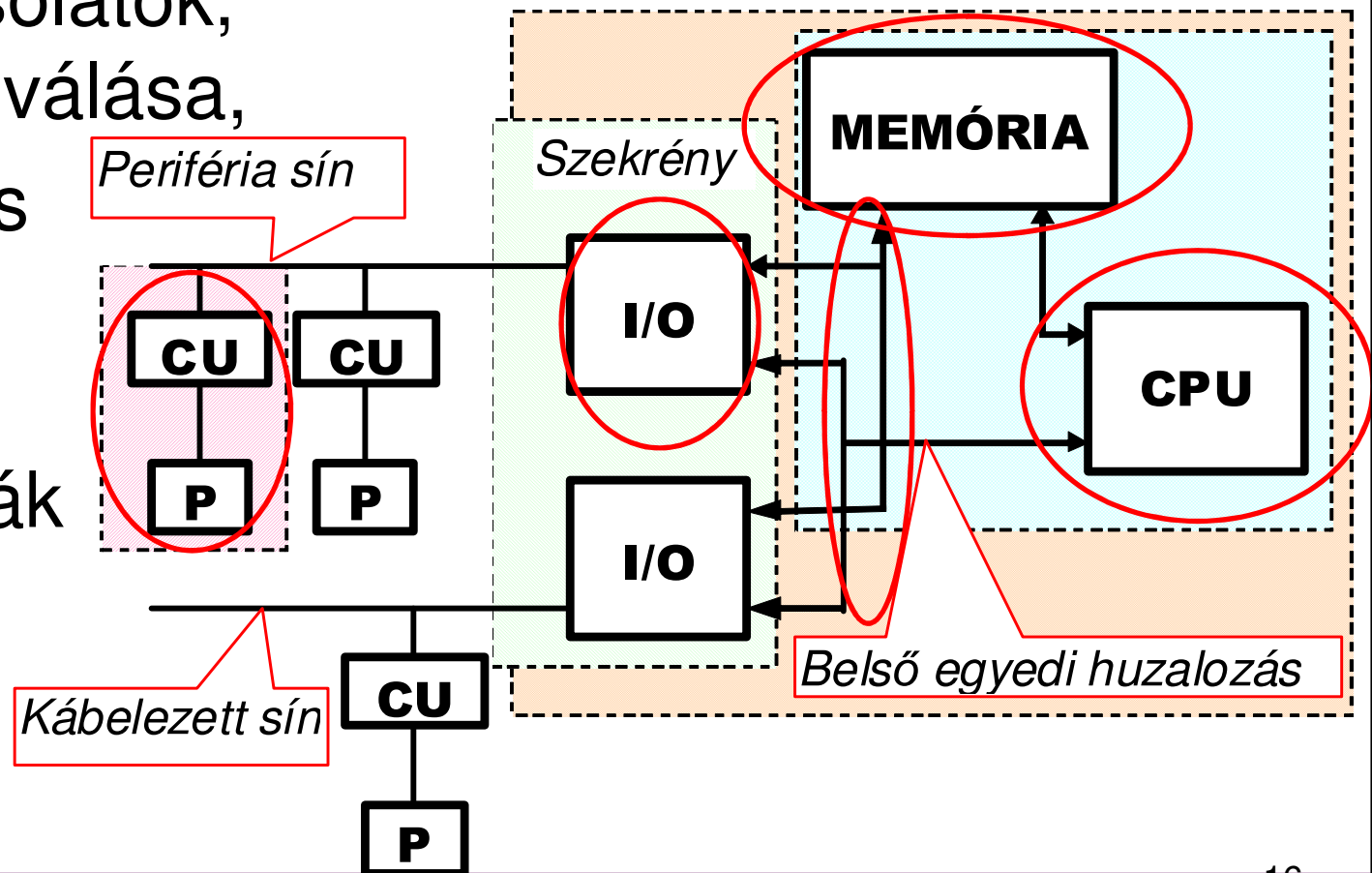
Neumann modell



Fejlődés

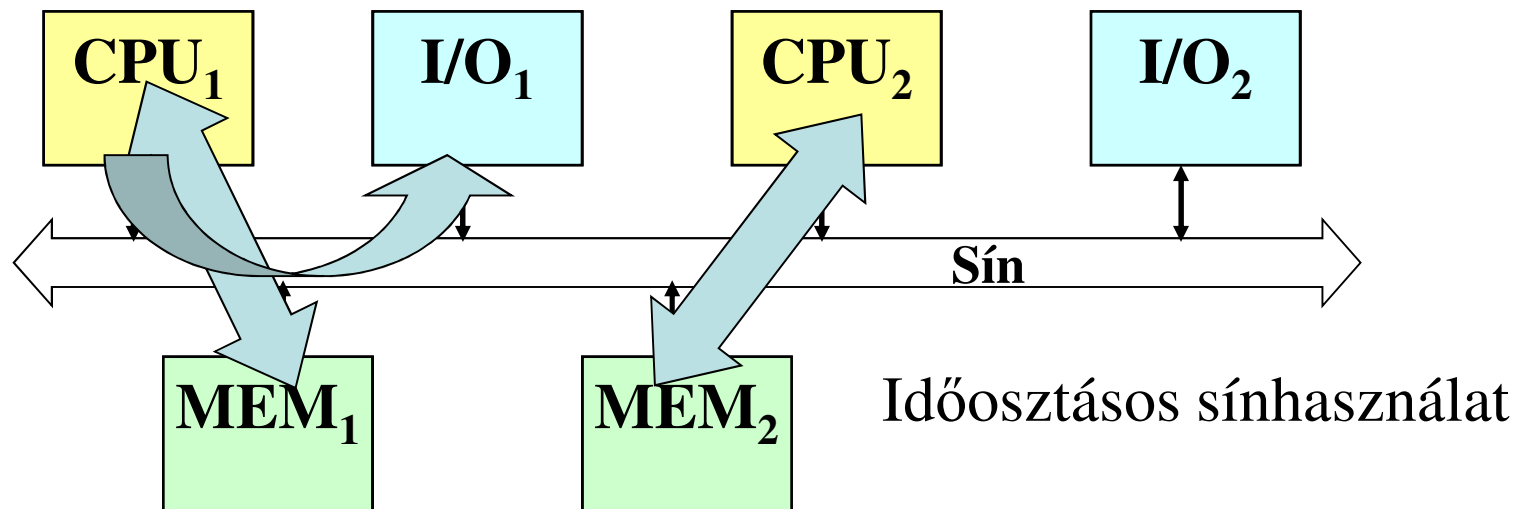
ALU + vezérlő egység $\Rightarrow$ processzor (CPU)

- Ki-Be összevonása (I/O),
külső kapcsolatok,
perifériák leválása,
- Tárcentrikus
felépítés
(+DMA)
- I/O csatornák
kialakítása



Fejlődés - modularitás

- Tipikus egységek (CPU, I/O, MEM) hogyan kapcsolhatók össze?
- Egyszerű sín (egységesített cím, adat és vezérlő jelcsoportok)

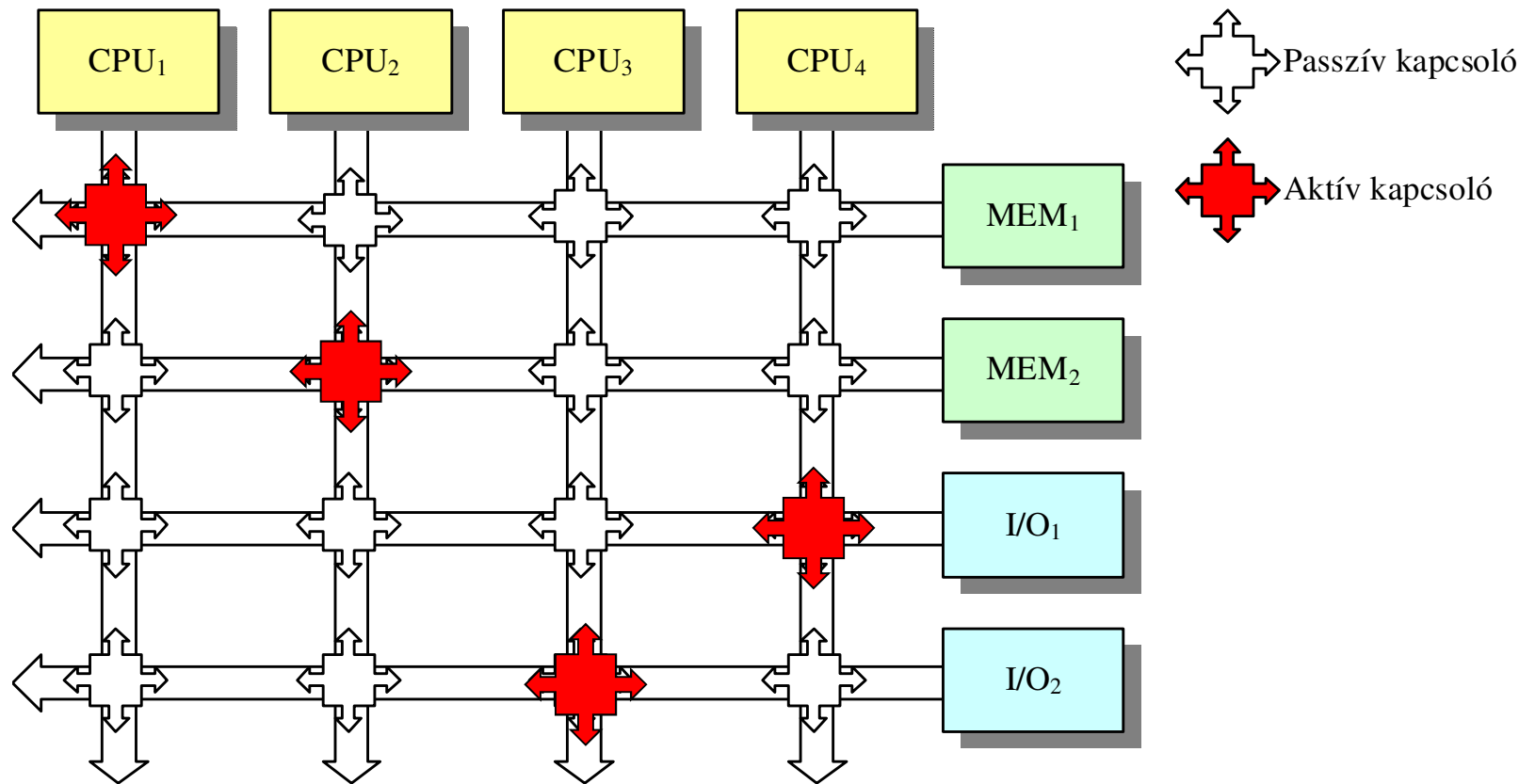


- **Sínvezérlésért verseny** ❖
- **Előny: egyszerű és olcsó** 👉👍
- **Hátrány: a sín szűk keresztmetszet** 👉👎

Fejlődés - modularitás

- Két-vagy többdimenziós kapcsoló mátrix (Crossbar)

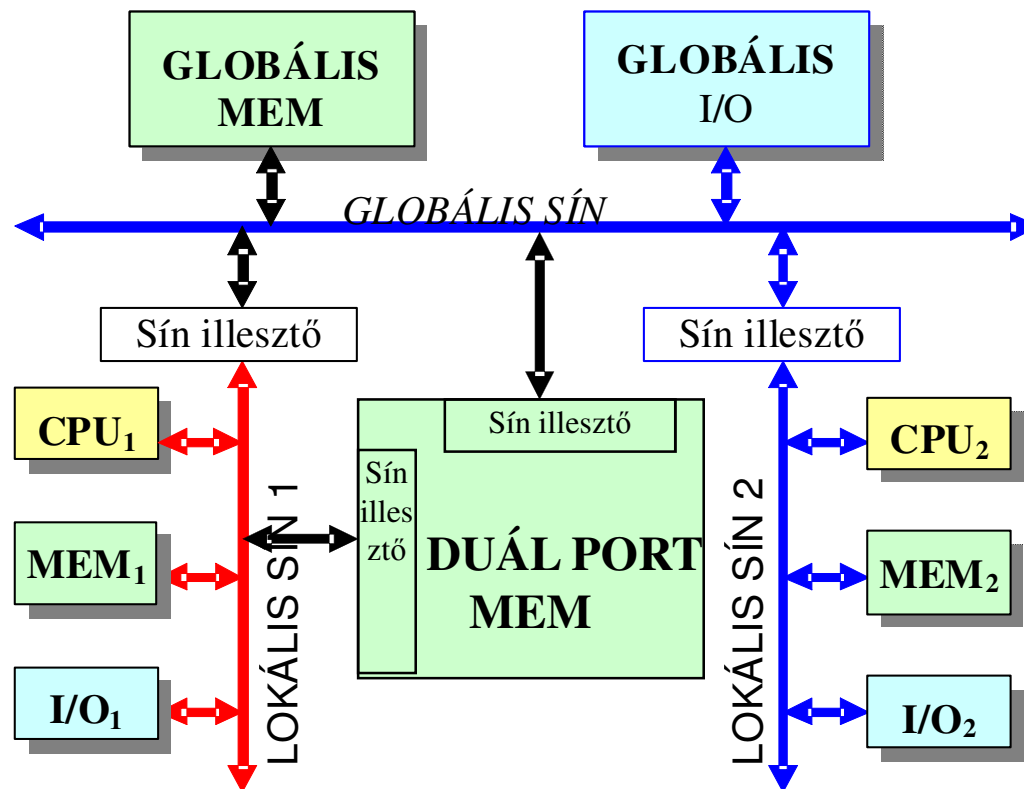
A rács, csomópontjaiban kapcsolók vannak



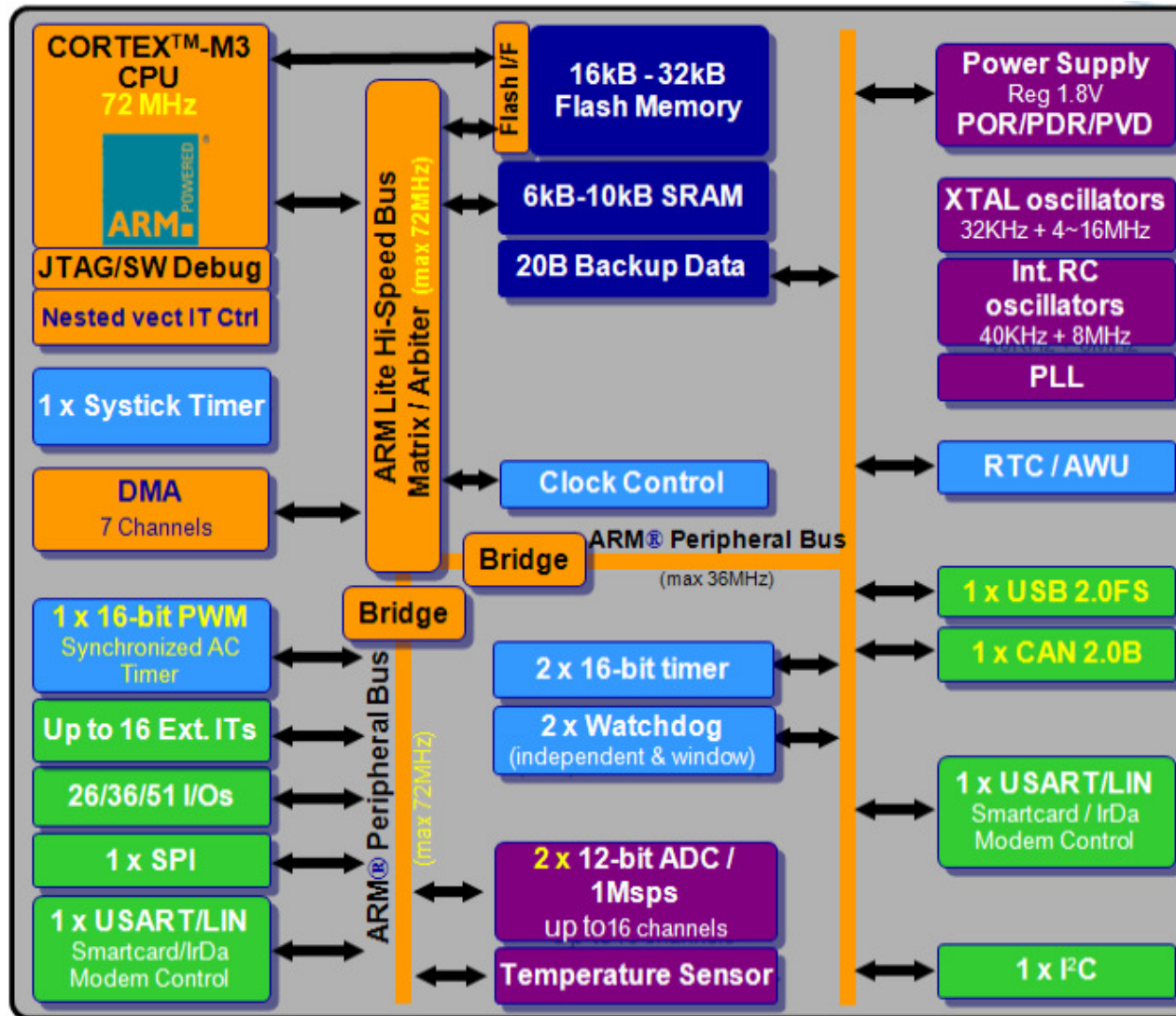
- ❑ **Előny:** átlapolt, párhuzamos működés a síneken
- ❑ **Hátrány:** bonyolult, és drága

Közbülső kompromisszumos megoldások

- pl. duál-port memória
- hierarchikus sínrendszer



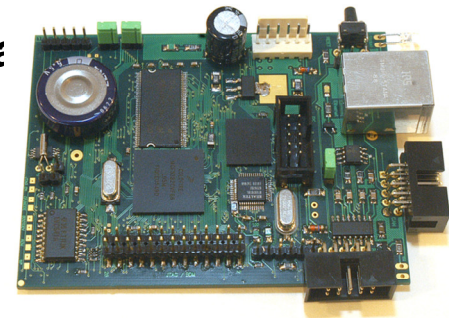
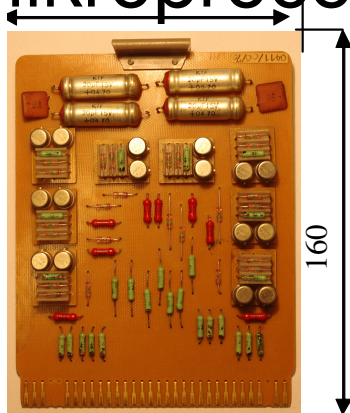
Hierarchikus sínrendszer



Számítógép generációk

Technológiai háttér

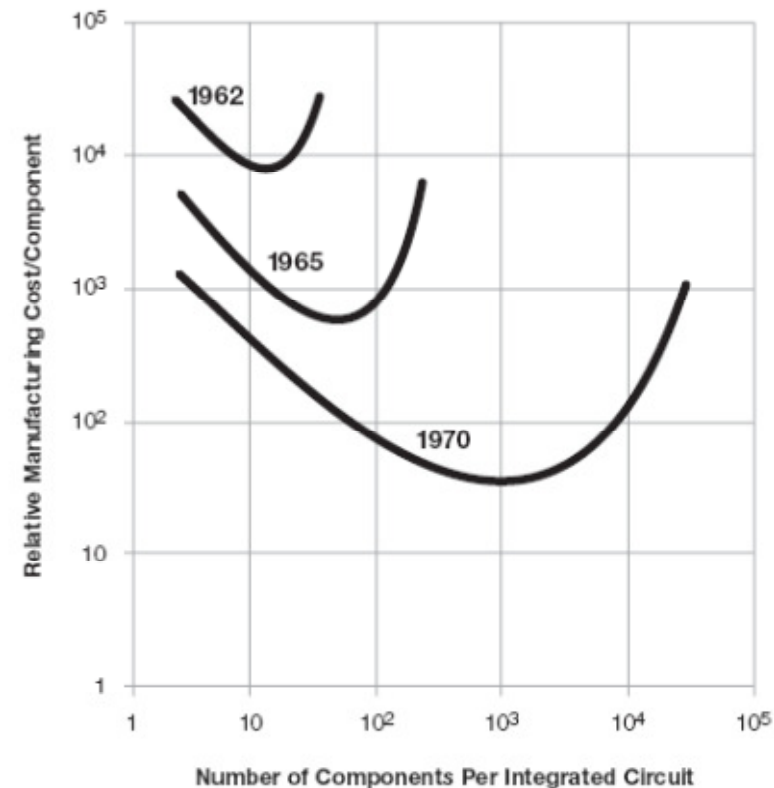
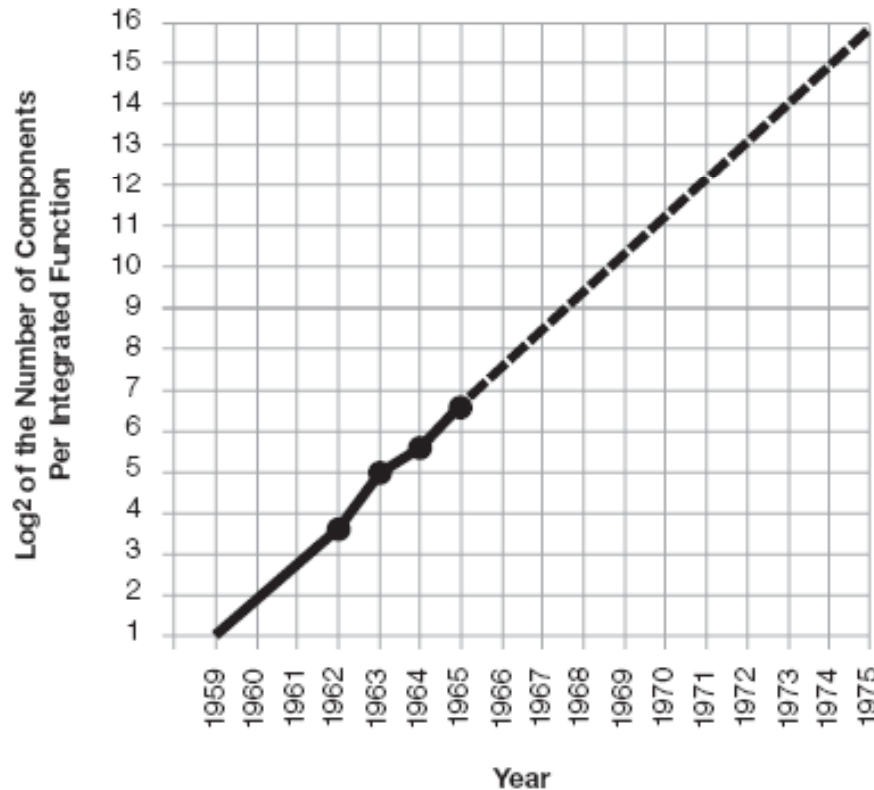
- Elektroncső gazdaságos tömegtermék
 - Elsőgenerációs számítógép /**1945-57**/
- 1948-Ge, -53 Si tranzisztor /Nobel Díj/
 - Másodikgenerációs számítógép /**1957-1965**/
- 1961-IC, (*Texas, Fairchild, 59-ben benyújtják szabadalmat*)
(www.pbs.org/transistor/background1/events/icinv.html)
- 1971 mikroprocesszor



Gordon E Moore törvénye:

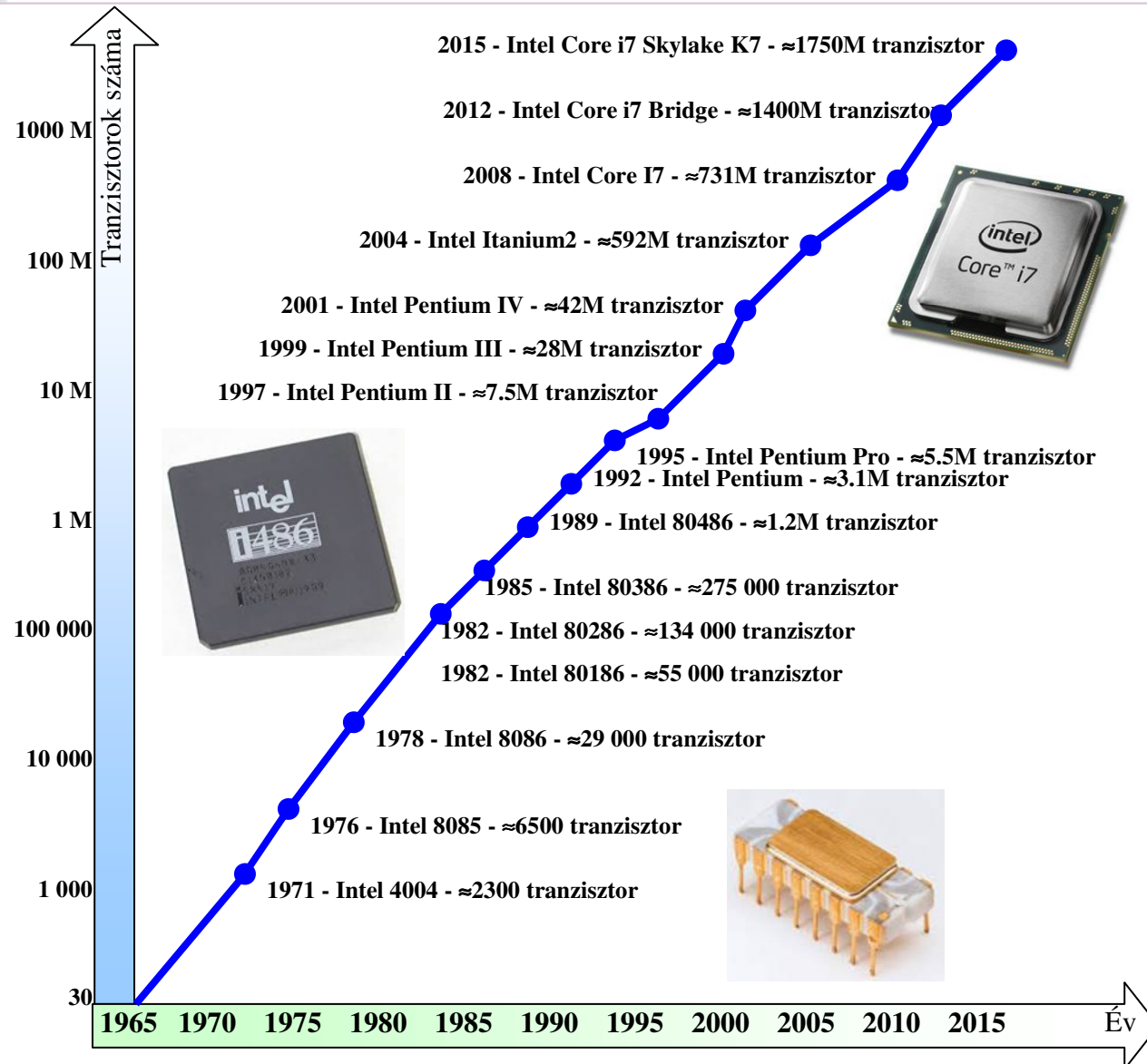
az IC-n a tranzisztorok száma nagyjából kétévenként megduplázódik

–1965-ben 18 havonkénti duplázódást jósol, az ára ezzel arányosan csökken:



(http://download.intel.com/museum/Moores_Law/Articles-Press_Releases/Gordon_Moore_1965_Article.pdf)

Moore törvénye



➤ **Mikroprocesszor generációk** *(csak az Intel főbb típusai)*

Év	típus	bit	memória	tranzisztor
♦ 1971 Intel 4004		4	4KB	2300 tr.
♦ 1974 Intel 8080		8	64KB	
♦ 1976 Intel 8085		8	64KB	6500 tr.
♦ 1978 Intel 8086		16	1MB	
♦ 1979 Intel 8088		16/8	1MB	29 000 tr.
♦ 1985 Intel 80386		32	4GB	275 000 tr.
♦ 1989 Intel 486/FPU/C		32	4GB	1.2 millió tr.
♦ 1993 Intel Pentium		32/64	4GB	3.1 millió tr.
♦ 1995 Intel Pentium Pro		32/64	4GB	5.5 millió tr.
♦ 1997 Intel Pentium II		32/64	4GB	7.5 millió tr.
♦ 2001 Intel Pentium 4		32/64	64GB	42 millió tr.
♦ 2004 Intel Itanium 2		128	64GB	592 millió tr.

☐ Pentium

- 64 bites külső sín, 32 bites belső regiszterek és feldolgozás /lebegő pontos 64 bit/

☐ Pentium Pro

- L2 cache, hatékonyabb pipe- line

☐ Pentium MMX

- Multimédiás kiterjesztett utasításkészlet

☐ Pentium II,...IV

- Pentium Pro MMx bővítéssel, megnövelt L2 , 64 bites működés

☐ Itanium VLIW/EPIC utasítások



Utasítás architektúrák

- x86 – IA-32
- x86-64 – IA-32e– Intel 64 – AMD64
- IA-64

IA-32 processzorok

Intel Processor	Date Introduced	Micro-architecture	Top-Bin Clock Frequency at Introduction	Transistors	Register Sizes ¹	System Bus Bandwidth	Max. Extern. Addr. Space	On-Die Caches ²
Intel Pentium M Processor 755 ³	2004	Intel Pentium M Processor	2.00 GHz	140 M	GP: 32 FPU: 80 MMX: 64 XMM: 128	3.2 GB/s	4 GB	L1: 64 KB L2: 2 MB
Intel Core Duo Processor T2600 ³	2006	Improved Intel Pentium M Processor Microarchitecture; Dual Core; Intel Smart Cache, Advanced Thermal Manager	2.16 GHz	152M	GP: 32 FPU: 80 MMX: 64 XMM: 128	5.3 GB/s	4 GB	L1: 64 KB L2: 2 MB (2MB Total)
Intel Atom Processor Z5xx series	2008	Intel Atom Microarchitecture; Intel Virtualization Technology.	1.86 GHz - 800 MHz	47M	GP: 32 FPU: 80 MMX: 64 XMM: 128	Up to 4.2 GB/s	4 GB	L1: 56 KB ⁴ L2: 512KB

Számítógép generációk

Intel-64 processzorok

Intel Processor	Date Introduced	Micro-architecture	Top-Bin Frequency at Introduction	Transistors	Register Sizes	System Bus/QPI Link Speed	Max. Extern. Addr. Space	On-Die Caches
64-bit Intel Xeon Processor with 800 MHz System Bus	2004	Intel NetBurst Microarchitecture; Intel Hyper-Threading Technology; Intel 64 Architecture	3.60 GHz	125 M	GP: 32, 64 FPU: 80 MMX: 64 XMM: 128	6.4 GB/s	64 GB	12K μ op Execution Trace Cache; 16 KB L1; 1 MB L2
64-bit Intel Xeon Processor MP with 8MB L3	2005	Intel NetBurst Microarchitecture; Intel Hyper-Threading Technology; Intel 64 Architecture	3.33 GHz	675M	GP: 32, 64 FPU: 80 MMX: 64 XMM: 128	5.3 GB/s ¹	1024 GB (1 TB)	12K μ op Execution Trace Cache; 16 KB L1; 1 MB L2, 8 MB L3
Intel Xeon Processor 7460	2008	Enhanced Intel Core Microarchitecture; Six Cores; Intel 64 Architecture; Intel Virtualization Technology.	2.67 GHz	1.9 B	GP: 32, 64 FPU: 80 MMX: 64 XMM: 128	8.5 GB/s	1024 GB	L1: 64 KB L2: 3MB (9MB Total) L3: 16MB
Intel Atom Processor 330	2008	Intel Atom Microarchitecture; Intel 64 Architecture; Dual core; Intel Virtualization Technology.	1.60 GHz	94 M	GP: 32, 64 FPU: 80 MMX: 64 XMM: 128	Up to 4.2 GB/s	Up to 64GB	L1: 56 KB ⁵ L2: 512KB (1MB Total)
Intel Core i7-965 Processor Extreme Edition	2008	Intel microarchitecture (Nehalem); Quadcore; HyperThreading Technology; Intel QPI; Intel 64 Architecture; Intel Virtualization Technology.	3.20 GHz	731 M	GP: 32, 64 FPU: 80 MMX: 64 XMM: 128	QPI: 6.4 GT/s; Memory: 25.6 GB/s	64 GB	L1: 64 KB L2: 256KB L3: 8MB



Számítógép generációk

IA-64 processzorok

Description	Intel® Itanium® Processor 9300 Series	Intel® Itanium® Processor 9500 Series
Socket	LG1248	LG1248
Transistors	2 billion	3.1 billion
Cores/Threads	up to 4/8	up to 8/16
Clock speeds	up to 1.86 GHz via Intel® Turbo Boost with sustained boost	1.73 - 2.53 GHz
Integrated on-die cache	L1 (L1I 16K/L1D 16K), L2 (L2I 512K, L2D 256K), inclusive L3 (6 MB per core, up to 24 MB)	FLC (FLI 16K/FLD 16K), MLC (MLI 512K, MLD 256K), LLC (shared, up to 32 MB)
Ararat Voltage Regulator Module Support	Ararat "I"	Ararat II
Supported speeds	DDR3-800	DDR3-800 and DDR3-1067
Intel QPI links	6 (4 full/2 half width at up to 4.8 GT/s)	6 (4 full/2 half width at up to 6.4 GT/s)
Integrated memory controllers	2	2
Intel® SMI Interface	Intel® 7500 Scalable Memory Buffer (4.8 GT/s)	Intel® 7500 Scalable Memory Buffer (4.8 GT/s) Intel® 7510 Scalable Memory Buffer (6.4 GT/s)
Intel® SMI Hot-plug	Supported	Supported
Physical address space/virtual address space	50 physical/64 virtual	50 physical/64 virtual

<http://www.intel.com/content/www/us/en/processors/itanium/itanium-9300-9500-datasheet.html>

- Elsőgenerációs szg. 1945-57 (elektroncső)
- Másodikgenerációs szg. 1957-1965 (tranzisztor)
- Harmadik generációs szg. 1965-75 (Integrált áramkör)
- Negyedik generációs szg. 1975-(mikroprocesszor)
- IBM PC 1981
- Elindul a RISC irányzat: 1981 MIPS (mikroprocesszor)
- Ötödik generációs szg. ~1995-(VLSI)

□ További csoportok

- Méret szerint /nagy, mini, mikro?/
- Memóriakapacitás szerint?
- Ár szerint?
- Teljesítmény szerint /mi a jó mérce?/

A technológia fejlődése egy idő múlva a csoportok közötti átfedést idézi elő

- Mivel mérjük?
 - Sebesség
 - Működési frekvencia (MHz, GHz)
 - Utasítás végrehajtási idő (ns)
 - ☐ Lehet, de (*Forma-1 - Autóbusz? Utasok száma?*) !
 - ☐ Sebesség növekedés azonos típuson
 - Áteresztő képesség /kibocsátás (1ut/idő, vagy MIPS)
 - ☐ Lehet, de (*1motor/2óra-1szgk/2óra?*)!
 - Mérő algoritmusok (Benchmark)
adott feladat elvégzéséhez szükséges idő
 - ☐ Alkalmazás-csoportokhoz rendelve
 - ☐ Összehasonlító mérések

- ❑ t_{MA} = „MA” algoritmus végrehajtásához szükséges idő
- ❑ $I_N(\mathbf{A})$ = az algoritmus utasításainak száma
- ❑ $C_N(\mathbf{I})$ = órajelciklusok átlagos száma (cikl/ut /CPI/)
- ❑ $T(\mathbf{C})$ = órajelciklus hossza (periódusideje)

$$t_{MA} = I_N(\mathbf{A}) \cdot C_N(\mathbf{I}) \cdot T(\mathbf{C})$$

Pontosan számolva: $t_{MA} = \left[\sum_{i=1}^n I_{iN} \cdot C_{iN} \right] \cdot T(\mathbf{C})$

❑ A kisebb a jobb?!

- Teljesítmény (PERFORMANCE)

$$P = \frac{1}{t_{MA}}$$

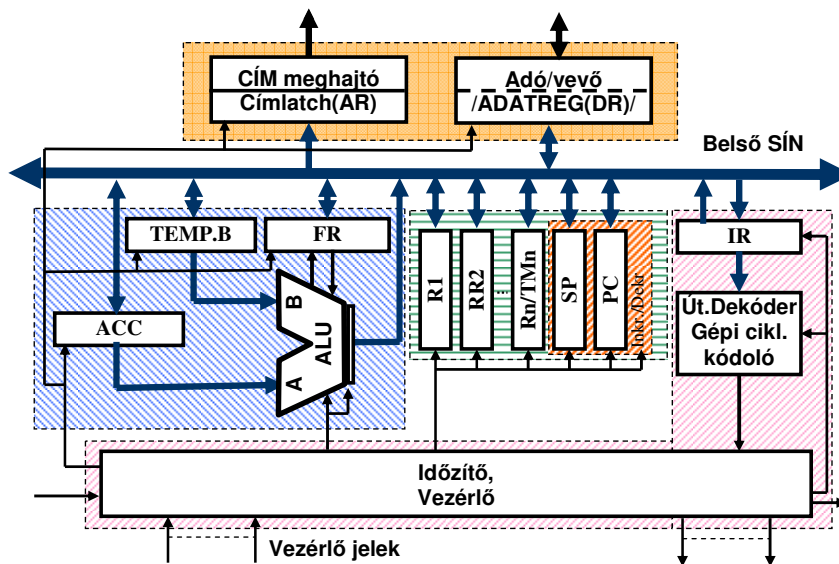
és $\frac{1}{C_N} = \frac{\text{utasítás}}{\text{ciklus}} / \text{IPC} /$

$\frac{1}{T} = f$ /frekvencia/

$$P = \frac{1}{t_{MA}} = \frac{\text{IPC} \cdot f}{I_N(\mathbf{A})}$$

A számítógépek teljesítménye függ:

- Az alkalmazott áramkörök sebességétől (f) /technológia/
- utasítás készlettől, hatásaitól (I_N) /bonyolult-egyszerű?/
- a számítógép szervezésétől (IPC)
 - ❑ funkcionális egységek (CPU, Mem, I/O) belső felépítésétől



❑ funkcionális egységek **kapcsolatától, kiegészítésektől**
(pl.: DMA, társprocesszor, **gyorsítótár, stb**)

- Számítógépek tárgyalási szintjei
- Neumann elvek
- Számítógépek fejlődése
- Moore törvény
- Számítógép generációk
- Mikroprocesszorok fejlődése
- Számítógépek teljesítményének mérése