

**Misák Sándor**

**SZÁMÍTÓGÉPES  
ARCHITEKTÚRÁK**

**Nanoelektronikai és  
Nanotechnológiai Részleg**

**DE TTK**

v.0.2 (2007.02.11.)

# ELÉRHETŐSÉGEK

---

**Dr. Misák Sándor**  
**főiskolai docens**

**Nanoelektronikai és Nanotechnológiai Részleg**  
**Fizikai Intézet, Debreceni Egyetem**

**Cím: Bem tér 18/a**

**Tel.: 06 (52) 415222 / 11120 (munkahely)**  
**06 (20) 4379618 (mobil)**

**E-mail: [misak@puma.unideb.hu](mailto:misak@puma.unideb.hu)**

**szoba: 118**

# A KURZUS CÉLJA

---

## **Megismerni:**

- **a személyi számítógépek (PC-k), szerverek, mikrovezérlők, bonyolultabb számítógép-architektúrák elvi felépítését;**
- **alapvető hardver egységek működésének fizikai és matematikai alapjait;**
- **a számítógépek processzor körüli egységeit (memória, főbb perifériák).**

# A KURZUS CÉLJA

---

## Betekintést nyerni:

- azok felépítésébe, működésük alapjaiba;

## Tudomást szerezni:

- a számítógépek szervezési hierarchiájáról és a számítógép-hardver jövőjéről.

## Megtanulni programozni:

- az **ATMEL** cég **8 bites AVR** mikrovezérlőit.

# IRODALOM

---

- 1. Tanenbaum, A. S.: Számítógép-architektúrák. Budapest: Panem, 2006.**
- 2. Cserny L.: Mikroszámítógépek. Budapest: LSI, 1994.**
- 3. Dr. Horváth L.: Számítástechnika IV. Processzorok, számítógépek. Budapest: Puskás Tivadar Távközlési Technikum, 1996.**
- 4. Horváthné Tőkei Zs., Dr. Horváth L.: Számítástechnika V. Mikroprocesszorok, architektúrák. Budapest: Puskás Tivadar Távközlési Technikum, 1997.**
- 5. Bakki P., Dr. Horváth L.: Programozható perifériális eszközök. Budapest: Puskás Tivadar Távközlési Technikum, 1996.**

# IRODALOM

---

6. **Kovács M., Knapp G., Ágoston Gy., Budai A.: Bevezetés a számítástechnikába. Budapest: LSI, 1999.**
7. **Abonyi Zs.: PC hardver kézikönyv. Budapest: ComputerBooks, 1996.**
8. **Markó I.: PC-k konfigurálása és installálása. A hardver. Budapest: LSI, 1999.**
9. **Markó I.: PC-k konfigurálása és installálása. Kiegészítés. Budapest: LSI, 1999.**
10. **Mueller S.: Upgrading and Repairing PCs. 11th ed. Indianapolis: Que, 1999.**
11. **Norton P., Goodman J.: Peter Norton's Inside the PC. 7th ed. Indianapolis: Sams Publishing, 1997.**

# A KURZUS TEMATIKÁJA

---

- 1. Alapvető definíciók. A számítógépek alapvető működési elve. Számítógépek csoportosítása.**
- 2. A strukturált számítógép-felépítés (nyelvek, szintek, virtuális gépek, korszerű többszintű számítógépek).**
- 3. A számítógéprendszerek felépítése (processzorok, központi memória, háttérmemória, bemenet/kimenet).**
- 4. A digitális logika szintje I. (alapvető digitális logikai áramkörök, memória, CPU lapkák).**

## A KURZUS TEMATIKÁJA

---

- 5. A digitális logika szintje II.** (sínek, megszakítási rendszer, kapcsolat a perifériákkal, interfészek).
- 6. A mikroarchitektúra szintje** (mikroarchitektúra-példa, megvalósítása, tervezése).
- 7. Az utasításrendszer-architektúra szintje I.** (áttekintés, adattípusok, utasításformátumok).
- 8. Az utasításrendszer-architektúra szintje II.** (címezési módszerek, utasítástípusok, vezérlési folyamat).



# A KURZUS TEMATIKÁJA

---

9. **Az utasításrendszer-architektúra szintje II.** (címezési módszerek, utasítástípusok, vezérlési folyamat, az Intel IA-64 architektúra és az Itanium 2).
10. **Az operációs rendszer gép szintje** (virtuális memória, virtuális Be/Ki utasítások, a párhuzamos feldolgozás virtuális utasításai).
11. **Az Assembly nyelv szintje** (bevezetés, makrók, az assembler menetei, szerkesztés és betöltés).

# A KURZUS TEMATIKÁJA

---

- 12. Párhuzamos számítógép-architektúra I.**  
(lapkaszintű párhuzamosság, társprocesszorok, közös memóriás multiprocesszorok).
- 13. Párhuzamos számítógép-architektúra II.**  
(üzenetátadásos multiszámítógépek, grid számítások).
- 14. A számítástechnika jövője** (optikai, mesterséges intelligencia, neurális, nanoszámitógépek).

## 1. előadás

# A SZÁMÍTÓGÉPEK ALAPVETŐ MŰKÖDÉSI ELVE

# A SZÁMÍTÓGÉPEK ALAPVETŐ MŰKÖDÉSI ELVE

---

## **1. előadás**

- 1. Alapvető definíciók.**
- 2. A számítógépek alapvető működési elve.**
- 3. A számítógépek csoportosítása.**

# ALAPVETŐ DEFINÍCIÓK

---

## INFORMÁCIÓ:

**Információnak** tekintünk mindent, ami egy adott helyzetben **bizonytalanságunkat csökkenti** (információhordozó).

Az **információ** a közlemény, az üzenet **tartalmi oldalát** jelenti és nem annak megjelenési formáját.

## INFORMATIKA:

Az a tudományág, amely az információk **keletkezésével, továbbításával, feldolgozásával, hasznosításával foglalkozik a legszélesebb értelemben.**

# ALAPVETŐ DEFINÍCIÓK

---

## ADAT:

**Adat** jelentésétől megfosztott jelsorozat.

Az **információ** a közlemény, az üzenet, egy jelsorozat **tartalma**, az **adat formai** oldalát (**kép, hang, írott szöveg, stb.**) jelenti.

Az adat (jelsorozat) **legkisebb** eleme, alapeleme a **karakter**.

A csak **sámjegyekből** álló adatokat **numerikus**, a **betűkből** állókat **alfabetikus**, a **vegyes** karakterekből állókat **alfanumerikus** adatoknak nevezzük.

# ALAPVETŐ DEFINÍCIÓK

---

## ADATFELDOLGOZÁS:

**Adatelőkészítés**, melynek során az adatokat feldolgozásra, pontosabban adatbevitelre alkalmas formára hozzuk;

**Adatbevitel**, melynek során az előkészített adatokat betöltjük a számítógépbe és átalakítjuk arra a formára, amely a gép belső használata szempontjából a legmegfelelőbb;

Az **adatok feldolgozása** előre meghatározott lépéssorozat alapján;

**Adatkihozatal**, melynek segítségével a feldolgozás eredményét az ember számára értelmezhető, vagy a további feldolgozás számára megfelelő formára alakítjuk.

# ALAPVETŐ DEFINÍCIÓK

---

## KÓDOLÁS:

Azokat az **átalakításokat**, amelyek nem érintik a közlemény **tartalmi** oldalát, **kódolásnak** nevezzük.

A **kódolás áttérést** jelent valamely **jelkészlet és szabályrendszer (kódrendszer)** használatáról egy másik **jelkészlet és szabályrendszer** használatára.

## KÓDÁBÉCÉ:

Azt a **jelkészletet**, amelynek **elemeiből** egy közleményt fel lehet építeni, **kódábécének** nevezzük.



# ALAPVETŐ DEFINÍCIÓK

---

## ALGORITMUS:

A feladatoknak felbontott és megkapott, a megoldáshoz vezető **lépéssorozatát** **algoritmusnak** nevezzük.

## UTASÍTÁSOK, PROGRAM:

Az algoritmusban megfogalmazott **elemi lépések**, amelyeket már nem akarunk további részfeladatokká felbontani, **utasítások** formájában írhatók elő feladatot megoldó számára.

Az utasítások **egymásutánisága**, **sorozata** alkotja a **programot**.

# ALAPVETŐ DEFINÍCIÓK

---

## **SZÁMÍTÓGÉP:**

Az információfeldolgozás leghatékonyabb, leguniverzálisabb eszköze a számítógép.

A számítógép egy olyan (elektronikus) eszköz, amely tárolt programutasítások alapján dolgozik, azokat a tárolás sorrendjében végrehajtva, aritmetikai, logikai műveletek automatikus elvégzésére alkalmas.

A digitális számítógép univerzális, mert tetszőleges feladat megoldásához használhatjuk;

A számítógép az adatokat számjegyes formában tárolja, azaz minden információ kódolása számjegyes.

# ALAPVETŐ DEFINÍCIÓK

---

## **HARDVER:**

**A számítógép elektronikus áramköreit, mechanikus berendezéseit, kábeleit, csatlakozóit, perifériáit együttesen **hardvernek** (hardware-nek) nevezzük.**

## **SZOFTVER:**

**A számítógépet működőképessé tevő **programok összességét** (beleértve ebbe a programokhoz tartozó dokumentációkat is) **szoftvernek** (software-nek) nevezzük.**

# ALAPVETŐ DEFINÍCIÓK

---

## FÖRMVER:

Vannak olyan **számítógépi feladatok**, elsősorban a **gép általános vezérlésére szolgáló algoritmusok programjai**, amelyek **állandóak a felhasználó szemszögéből**, de **célszerű fejlesztési okokból lehetővé tenni azok esetleges cseréjét**.

Ezek a programok olyan kisebb **tárakban** vannak elhelyezve, amelyek **csak olvasást engednek meg (ROM = Read Only Memory)** és a **tár cseréjével együtt megoldható a tárolt program cseréje is**. Ezt a megoldást, eszközt nevezik **förmver (firmware)-nek**.

# ALAPVETŐ DEFINÍCIÓK

---

## REGISZTER:

A számítástechnikában az adatok átmeneti tárolására alkalmas, **8-16-32-64 bit** (bináris helyi érték) **hosszúságú**, **rövid elérésű** (gyors működésű) **tároló**.

A **processzor** is tartalmaz regisztereket (pl. **utasítás-**, **programszámláló**, **akkumulátor-**, **vezérlő / állapotjelző**, **veremmutató**, **adat-**, **címregisztereket** (ún. dedikált, fixfeladatú regiszterek), valamint **regisztertárat** (ún. általános célú regiszterek, adatok befogadására). Mindezek a processzor órajelével működnek.

# ALAPVETŐ DEFINÍCIÓK

---

- **a gépek műveleti sebessége** – az az utasítás (művelet) szám, amelyet átlagosan egy időegység alatt dolgoz fel a gép.
- Az így mért sebesség mértékegysége :
- **IPS : utasítás per másodperc** (instructions per second).
- **OPS : művelet per másodperc** (operations per second).
- **FLOPS : lebegő pontos művelet per másodperc** (floating point operations per second),  $7,3189 \cdot 10^{-3}$ .

# ALAPVETŐ DEFINÍCIÓK

---

- A számítógép **órajel frekvenciája**: a gépek órajel sorozata **szinkronizálja** az egyes részek **működését**, **biztosítja** a párhuzamos folyamatok **egymásmellettségét** és **megszabja** a számítógép működési sebességének **felső korlátját** (**Hz, Hertz**).
- A használt áramköri egységek **technológiája** nagy mértékben **befolyásolja** azok **működési sebességét**.

# ALAPVETŐ DEFINÍCIÓK

---

- A belső, illetve külső sínrendszer **szélessége**, azaz annak értéke, hogy **hány bináris jelet tud egyidőben, párhuzamosan továbbítani.**
- Az utasítások, illetve műveletek végrehajtásakor, azok **átlapolhatóságának lehetősége (csővonal).**
- A használt **szóhosszúság**, azaz azon bináris jelsorozat-hossz, amit az **utasítások végrehajtásakor a gép egy egységként kezel.**



# ALAPVETŐ DEFINÍCIÓK

---

- **A memória adatátviteli sebessége (MB/s)-ban mérve; ennek nagyságát a memória ún. ciklusideje és a sínrendszer sebessége szabja meg.**
- **A perifériális egységek adatátviteli sebessége (MB/s)-ban mérve; amely a perifériák működési sebességétől és a perifériavezérlők kapacitásától függ.**

# A SZÁMÍTÓGÉPEK ALAPVETŐ MŰKÖDÉSI ELVE

---

**A számítógéptől, mint automatától megköveteljük, hogy olyan berendezés legyen, amely:**

- **programozható módon aritmetikai és logikai műveletek végrehajtására képes;**
- **rendelkezik olyan lehetőséggel, amelynek révén a végrehajtandó feladatokhoz az induló adatokat kívülről átveheti és az eredményeket is át tudja adni a környezetének.**

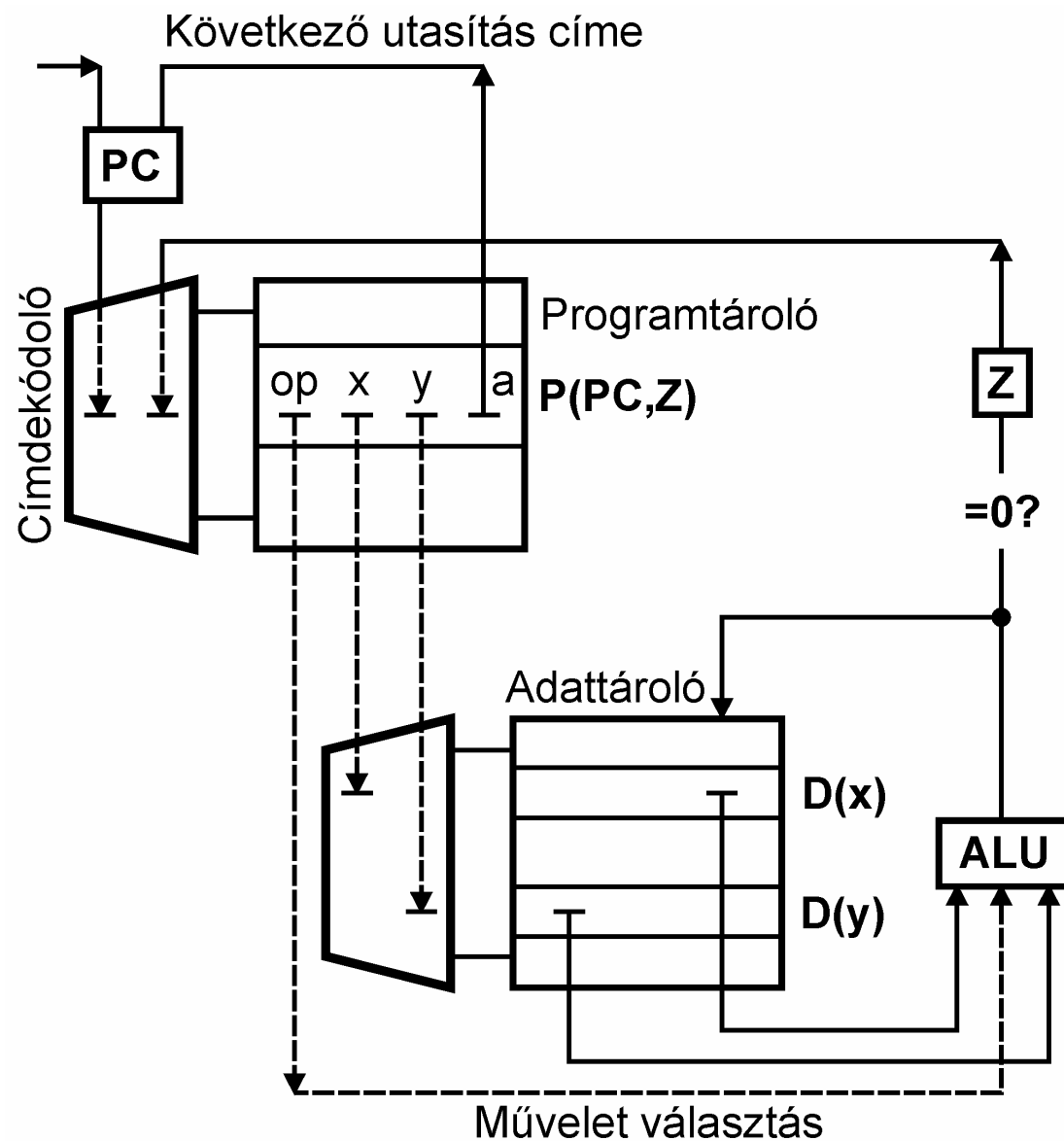
**Tehát olyan automata, amely bemenettel és kimenettel is rendelkezik.**

# LOGIKAI GÉP (TURING-GÉP) FELÉPÍTÉSE

---

- **közvetlen elérésű tároló**, melynek bármely tároló helye azonos idő alatt érhető el;
- **művelet-végrehajtó egység**, mely minimálisan a következő műveletek (utasítások) elvégzésére alkalmas:
  - „**ÉS**” (**AND**) művelet;
  - „**kizáró VAGY**” (**eXclusive OR**) művelet;
  - „**ELTOLÁS**” (**SHIFT**) művelet, azaz amely az eredeti értéket a hatványalap értékével (többnyire 2-vel) egyszer, vagy többször szorozza, vagy osztja;
  - „**ÁTVITEL**” (**MOVE**) művelet, amely egy adatot az egyik tároló helyről egy másik tároló helyre viszi át.
- a tárolóban elhelyezett **program**, amelynek automatikus végrehajtása vezérli a gép működését.

# LOGIKAI GÉP (TURING-GÉP) FELÉPÍTÉSE



## NEUMANN-ELVEK (1946)

---

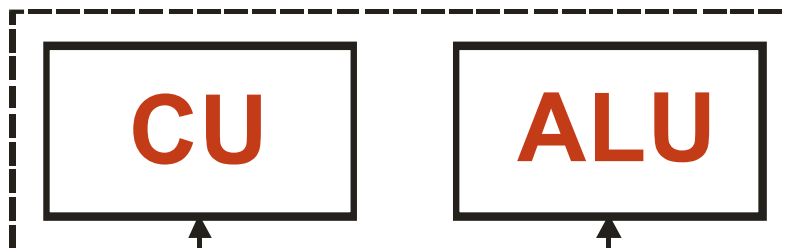
- A számítógép legyen teljesen **elektronikus**, külön **vezérlő** és **művelet végrehajtó egységgel** rendelkezzen;
- **Kettes számrendszert** használjon;
- Az adatok és a programok ugyanabban a **belső tárban**, a **memóriában** legyenek;
- A számítógép legyen **univerzális Turing-gép** (tárolt program alapú működés).

# NEUMANN-ELVŰ SZÁMÍTÓGÉP

Főtár (program /  
adat részére)



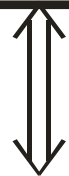
Processzor



Sínrendszer



Perifériák



Külvilág

# NEUMANN-ELVŰ SZÁMÍTÓGÉP FELÉPÍTÉSE

---

- **Vezérlő egység**, amely az egység utasításregiszterébe (**IR = Instruction Register**) a program utasításait egyenként befogadja, értelmezi azok műveleti kódját és az abban foglaltaknak megfelelően **vezérli** az **aritmetikai-logikai műveletvégző egységet**, illetve a számítógép további részeit.

# NEUMANN-ELVŰ SZÁMÍTÓGÉP FELÉPÍTÉSE

---

- A vezérlő egység tartalmaz egy olyan tároló helyet, az **utasításszámláló regisztert (PC = Program Counter)**, amelynek tartalma mindig a **következő utasítás tárbeli helyét (címét)** adja meg.
- A PC kezdő értékét, azaz a **program kezdő címét**, **kívülről** kell megadni, betölteni a regiszterbe.
- **Tárolóegység**, amely mind a program utasításait, mind az **adatokat** tárolja;

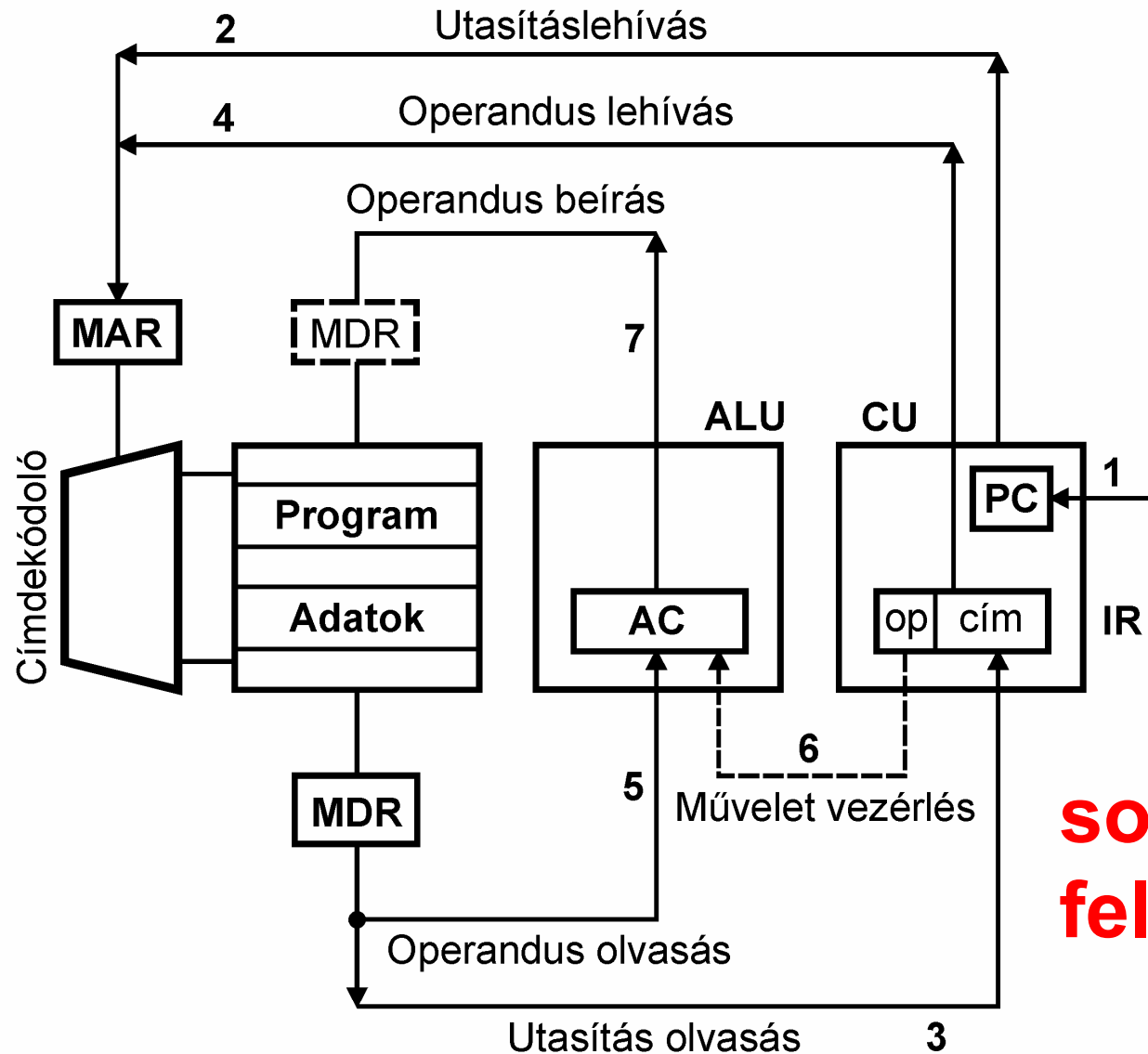


# NEUMANN-ELVŰ SZÁMÍTÓGÉP FELÉPÍTÉSE

---

- **Aritmetikai-logikai műveletvégző egység (ALU = Arithmetic-Logic Unit)**, amely a műveletvégzéshez az operandusok egyikének és az eredménynek ideiglenes tárolásához az **akkumulátor regisztert (AC = Accumulator Register)** használja fel.
- A művelethez szükséges **második operandus** tárbeli címét a műveletet előíró utasítás jelöli ki.

# NEUMANN-ELVŰ GÉP UTASÍTÁSVÉGREHAJTÁS LÉPÉSEI



**soros utasítás-  
feldolgozás**

# NEUMANN-ELVŰ GÉP UTASÍTÁSVÉGREHAJTÁS LÉPÉSEI

---

- **a program kezdő címének megadása (1.lépés);**
- **utasításelőkészítés, -lehívás: ebben a fázisban, az utasításslámláló regiszter (PC) tartalma alapján, a gép kikeresi a tárból a soron következő utasítást (2.lépés) és átviszi a vezérlő egység utasításregiszterébe (IR, 3.lépés);**

## NEUMANN-ELVŰ GÉP UTASÍTÁSVÉGREHAJTÁS LÉPÉSEI

---

- **utasításszámláló regiszter tartalmának növelése:** ez a lépés a **PC** tartalmának növelésével a **következő utasítás tárolóbeli címét állítja elő**; ez a **PC** tartalmának **1-gyel** (pontosabban **1 utasítás hosszának megfelelő értékkel**) való növelését jelenti;

## NEUMANN-ELVŰ GÉP UTASÍTÁSVÉGREHAJTÁS LÉPÉSEI

---

- **műveleti kód értelmezése és az operandus címének meghatározása:** ezalatt a fázis alatt történik egyrészt a **műveleti jelrész értelmezése**, azaz annak meghatározása, hogy mit kell csinálnia a gépnek az utasítás hatására, másrészt a **művelethez szükséges operandus(ok) címének a meghatározása, kidolgozása;**

## NEUMANN-ELVŰ GÉP UTASÍTÁSVÉGREHAJTÁS LÉPÉSEI

---

- **végrehajtás**: ebben a fázisban történik a kijelölt művelet végrehajtása (**6.lépés**) a kijelölt operandussal (ez magában foglalja az operandusnak a tárolóból történő kikeresését (**4.lépés**) és átvitelét (**5.lépés**) is);
- **visszaírás**: az eredmény előírt helyre történő írása (**7.lépés**).

# NEUMANN-ELVŰ GÉP UTASÍTÁSVÉGREHAJTÁS LÉPÉSEI

---

A gép memóriájához tartozik két regiszter is:

az egyik a **memória-címregiszter (MAR = Memory Address Register)**, amelyik a kiválasztandó tároló címét fogadja be a kiválasztó dekódoló vezérléséhez;

a másik regiszter az **memória-adatregiszter (MDR = Memory Data Register)**, amelyik a **tároló bemenete/kimenete** gyanánt szolgál, az adatok ezen keresztül kerülnek a tárolóba, illetve kiolvasáskor ezen keresztül jutnak el a gép más részeibe.

# SZÁMÍTÓGÉPEK CSOPORTOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI

---

- **műveleti sebesség alapján;**
- **teljesítmény alapján;**
- **kezelt folyamatok száma alapján**  
**(bonyolult számítógép rendszerek jellemzése);**
- **a számítógép fő alkotó eleme alapján**  
**(számítógép-generációk)**



# A SZÁMÍTÓGÉPEK CSOPORTOSÍTÁSA

---

## Sebesség, teljesítőképesség általi csoportosítás:

- **nagygépek (szuperszámítógépek)**
- **jellemzőjük** : nagy műveleti sebesség, nagy kapacitású tárolók, nagy teljesítményű perifériák, **összetett operációs rendszer**, több felhasználó;
- **alkalmazásuk** : adatfeldolgozás, tudományos számítások, számításigényes feladatok megoldása.

# A SZÁMÍTÓGÉPEK CSOPORTOSÍTÁSA

---

## Sebesség, teljesítőképesség általi csoportosítás:

- **középgépek (miniszámítógépek)**
- **jellemzőjük** : a nagy gépekhez képest **kisebb teljesítményű hardver**, több felhasználó;
- **alkalmazásuk** : folyamatvezérlési, termelésirányítási feladatok, mérésfeldolgozó rendszerek kiszolgáló gépei, **bonyolult grafikai feladatok kezelése** (térinformatikai, mérnöki tervező rendszerek).

# A SZÁMÍTÓGÉPEK CSOPORTOSÍTÁSA

---

## Sebesség, teljesítőképesség általi csoportosítás:

- **kisgépek (mikroszámítógépek)**
- **jellemzőjük : alacsony teljesítmény** elsősorban a géphez csatlakoztatott perifériák miatt;
- **alkalmazásuk : személyi számítógépként** vagy **hálózathoz kötve.**

# A SZÁMÍTÓGÉPEK CSOPORTOSÍTÁSA

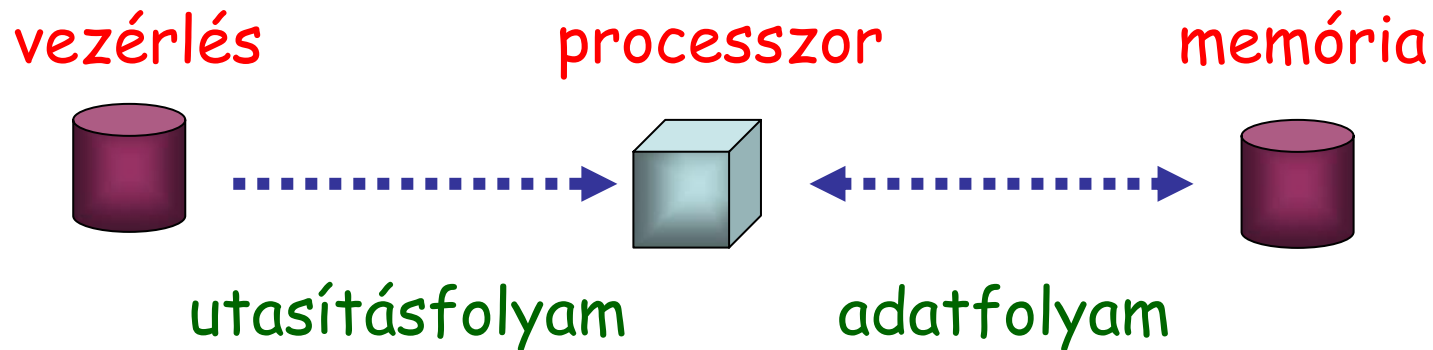
**Bonyolult számítógéprendszerek csoportosítása  
(kezelt folyamatok száma általi, Flynn, 1966):**

- **SISD** Single Instruction Stream on Single Data Stream (egy utasításfolyam, egy adatfolyamon)
- **SIMD** Single Instruction Stream on Multiple Data Stream (egy utasításfolyam, több adatfolyamon)
- **MISD** Multiple Instruction Stream on Single Data Stream (több utasításfolyam, egy adatfolyamon)
- **MIMD** Multiple Instruction Stream on Multiple Data Stream (több utasításfolyam, több adatfolyamon)

# A SZÁMÍTÓGÉPEK CSOPORTOSÍTÁSA

## SISD

- A **SISD** rendszerek : a szokásos egyprocesszoros (**Neumann-elvű**) számítógépek.



# A SZÁMÍTÓGÉPEK CSOPORTOSÍTÁSA

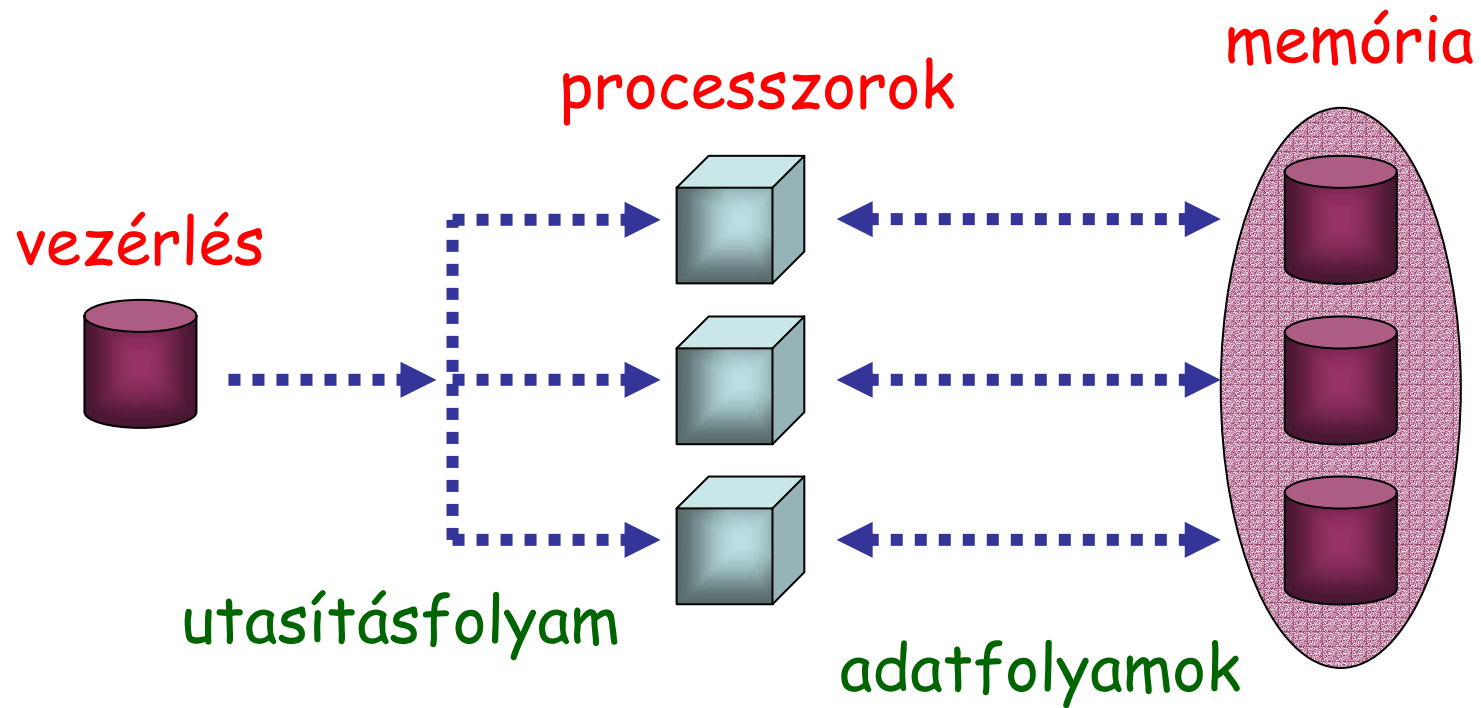
---

## SIMD

- A **SIMD rendszerek** : a program párhuzamosítása a **feldolgozott adatok szintjén** valósul meg.
- **Ugyanazt** a műveletet, egyszerre **több** adaton, **több** műveletvégző egység hajtja végre.
- Ezek az ún. **vektor-** (**CrayX**), **tömb-** (**Connection Machine**), **asszociatív** processzorok (**Staran**).

# A SZÁMÍTÓGÉPEK CSOPORTOSÍTÁSA

## SIMD



# A SZÁMÍTÓGÉPEK CSOPORTOSÍTÁSA

---

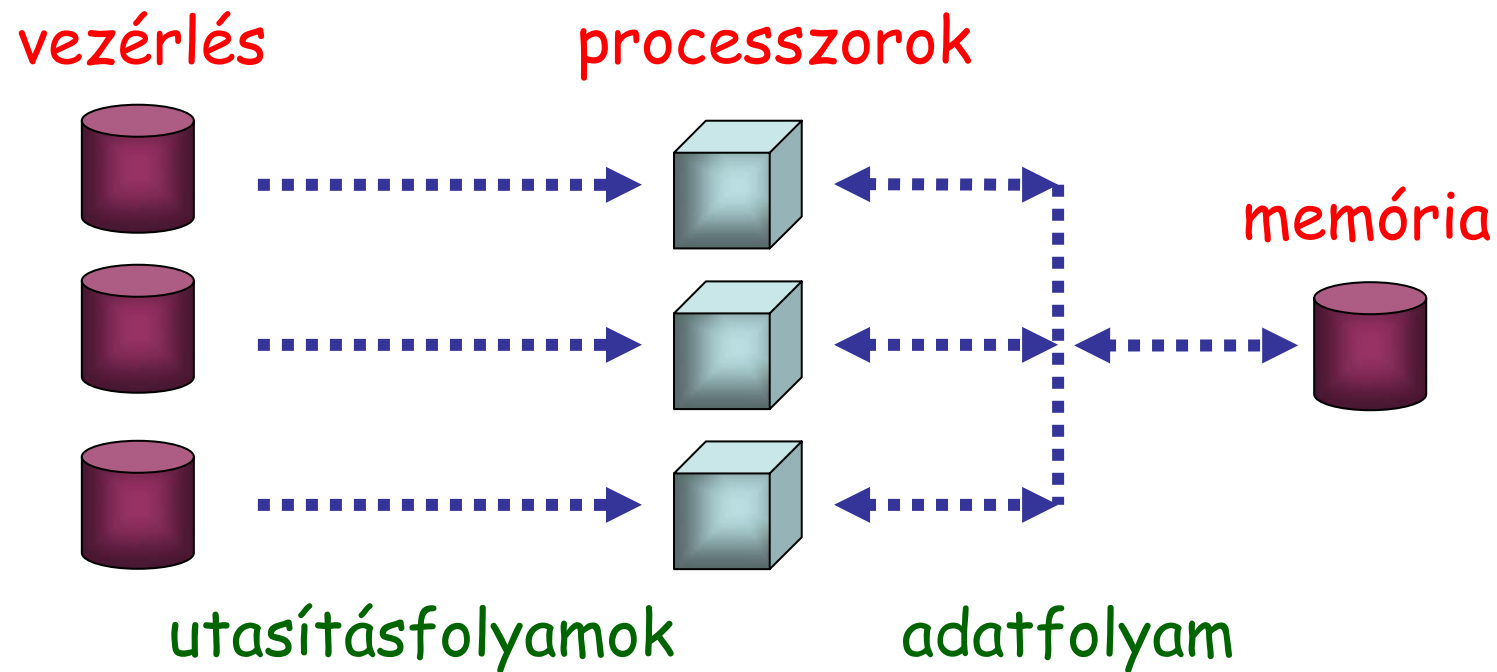
## MISD

- A **MISD rendszerek** : a **gépi utasítás végrehajtásán belüli párhuzamosítást** az ún. **pipeline (csővezeték)** processzorok valósítják meg.
- Egy gépi utasítás végrehajtása **több fázisra** bontható (pl. **utasításle hívás, dekódolás, végrehajtás, eredmény visszairása**).
- A fázisokat **átlapoltan, több utasításon párhuzamosan** hajtja végre a számítógép.
- Ez a párhuzamosítási technika a **pipeline (csővezeték) technika**.



# A SZÁMÍTÓGÉPEK CSOPORTOSÍTÁSA

## MISD



# A SZÁMÍTÓGÉPEK CSOPORTOSÍTÁSA

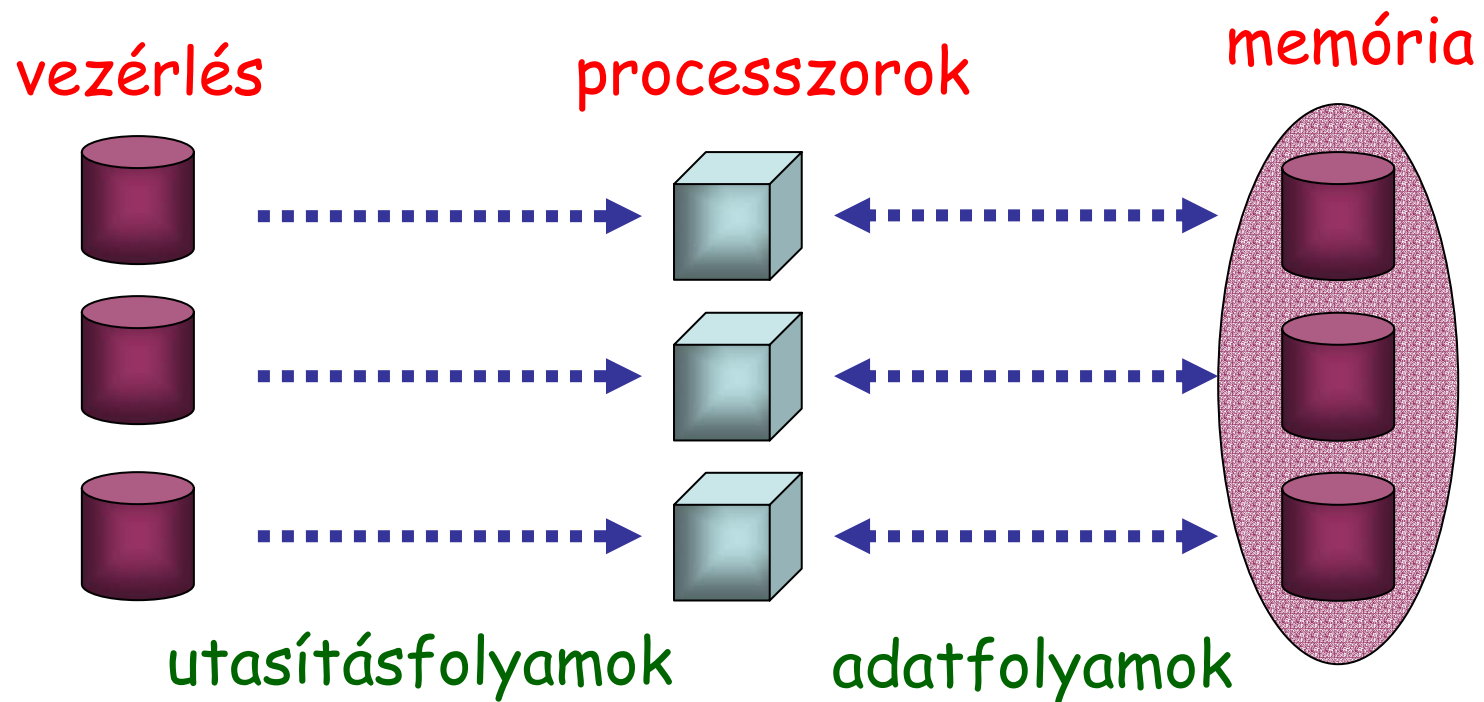
---

## MIMD

- A **MIMD architektúra** : a **gépi utasítások**, **eljárások** (makroutasítások), **jobok**, **folyamatok** közötti párhuzamosítás megvalósítása.
- **eljárás** (makroutasítás) = **gépi utasítás(ok) egy sorozata**, véges lefutású, nem önálló.
- **job** = **véges működésű program**, önálló működésre képes, a rendszer erőforrásait használja, a jobok egymástól logikailag függetlenek.
- **folyamat** (process) = **nem feltétlenül véges működésű program**, önálló működésre képes, a rendszer erőforrásait használja, a többi folyamattal kommunikál.

# A SZÁMÍTÓGÉPEK CSOPORTOSÍTÁSA

## MIMD



# SZÁMÍTÓGÉPGENERÁCIÓK

---

- **0 - generáció** – relék (jelfogók);
- **1 - generáció** – elektroncsövek;
- **2 - generáció** – félvezető tranzisztorok;
- **3 - generáció** – kis- és középbonyolultságú integrált áramkörök (**SSI, MSI IC-k**);
- **4 - generáció** – nagy- és igen nagybonyolultságú IC-k (**LSI, VLSI, ULSI, GLSI**);

# SZÁMÍTÓGÉPGENERÁCIÓK

---

- **5 - generáció** – mesterséges intelligencia (következtető gépek, tudásalapú rendszerek), igen és ultra nagybonyolultságú IC-k (**VLSI, ULSI**), új technológiák alkalmazása;
- **6 - generáció** – mesterséges intelligencia (neuroszámítógépek, tanuló rendszerek), igen és ultra nagy bonyolultságú IC-k (**VLSI, ULSI**), új technológiák alkalmazása.

# A VILÁG ELSŐ ELEKTRONIKUS SZÁMÍTÓGÉPE

---

## **ENIAC** (Electronic Numerical Integrator And Computer)

- a világ **első** teljesen elektronikus számítógépe;
- **építette** – J. Presper Eckert, John William Mauchly, University of Pennsylvania, 1943-1946;
- **fix programozású** – huzalozás (**2 napos!** kézi munka);
- **elektroncsöves** – 17 468 elektroncső, 7 200 dióda, 1 500 jelfogó, 70 000 ellenállás, 10 000 kondenzátor, 5 000 000 kézi forrasztási pont

# A VILÁG ELSŐ ELEKTRONIKUS SZÁMÍTÓGÉPE

---

## **ENIAC** (Electronic Numerical Integrator And Computer)

- **memória** – 20 darab 10 számjegyű előjeles fixpontos szám;
- **teljesítmény** – 5000 (összeadás-kivonás)/s, 385 szorzás/s, 40 osztás/s, 3 négyzetgyök-vonás/s (egy mai 0.5 mm<sup>2</sup> Si chip teljesítménye);
- **tömeg** – 27 tonna;
- **fogyasztása** – 160 kW;
- **méret** – 2.4x0.9x30 m<sup>3</sup>, 450 m<sup>2</sup> termet foglalt el;