

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
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, nanoszámítógépek).

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 **tartalmi**, az **adat formai oldalát** (**kép, hang, írott szöveg**, stb.) jelenti.

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

A csak **számjegyekből** 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 **egymásmellettiségét** 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:

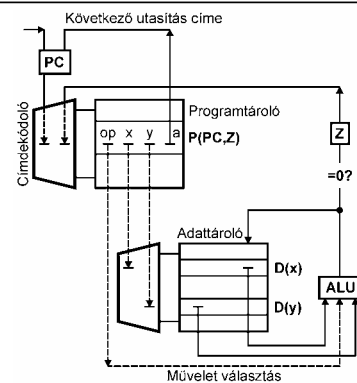
- **programozható módon aritmetikai és logikai műveletek végrehajtására képes;**
- **rendelkezik olyan lehetőséggel, amelynek révén a végrehajtandó feladatokhoz az induló adatokat kívülről átveheti és az eredményeket is át tudja adni a környezetének.**

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.**

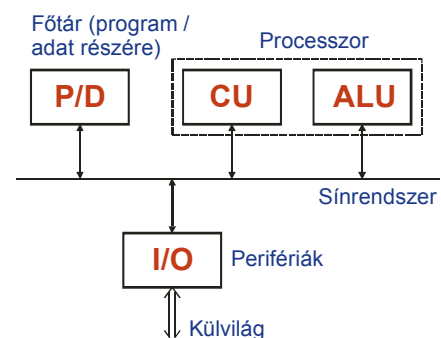
LOGIKAI GÉP (TURING-GÉP) FELÉPÍTÉSE



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



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.

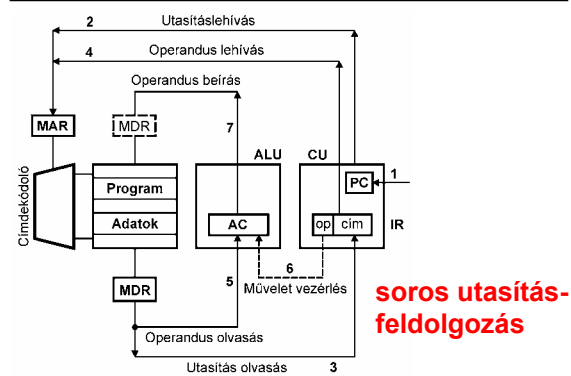
NEUMANN-ELVŰ SZÁMÍTÓGÉP FELÉPÍTÉSE

- 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



NEUMANN-ELVŰ GÉP UTASÍTÁSVÉGREHAJTÁS LÉPÉSEI

- a program **kezdő címének megadása (1.lépés)**;
- **utasításelőkészítés, -lehívás**: ebben a fázisban, az **utasításszámláló 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, számításgényes 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

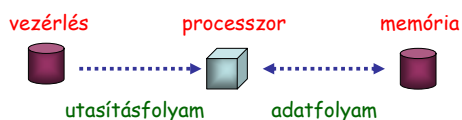
Bonyolult számítógéprendszerek csoportosítása (kezelt folyamatok száma általi, Flynn, 1966):

- **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.



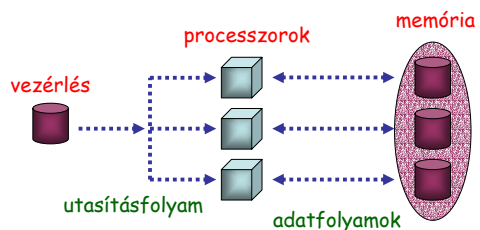
A SZÁMÍTÓGÉPEK CSOPORTOSÍTÁSA

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



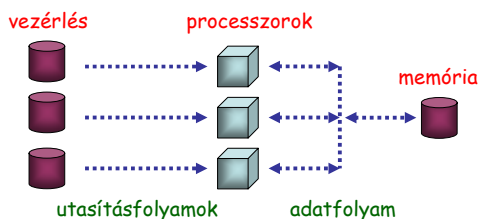
A SZÁMÍTÓGÉPEK CSOPORTOSÍTÁSA

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. **utasításleltétel, 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



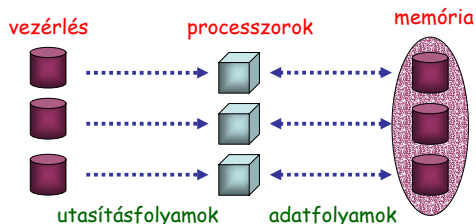
A SZÁMÍTÓGÉPEK CSOPORTOSÍTÁSA

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 tranzistorok;
- **3 - generáció** – kis- és középnyoltságú 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 mm² Si chip teljesítménye);
- **tömeg** – 27 tonna;
- **fogyasztása** – 160 kW;
- **méret** – 2.4x0.9x30 m³, 450 m² termet foglalt el;