

Bevezetés az informatikába

3. előadás

Dr. Istenes Zoltán

Eötvös Loránd Tudományegyetem
Informatikai Kar
Programozáselmélet és Szoftvertechnológiai Tanszék

Matematikus BSc - I. félév / 2008 / Budapest



1 Egyszerű gép... - vázlatosan

2 Központi feldolgozó egység

- CPU felépítés, sínek, regiszterek
- utasítás ciklus
- utasítás típusok, utasítás készlet, címzési módok

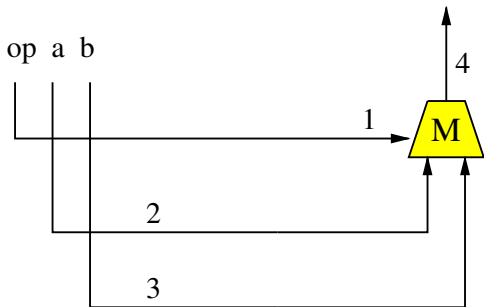
Tartalom

1 Egyszerű gép... - vázlatosan

2 Központi feldolgozó egység

- CPU felépítés, sínek, regiszterek
- utasítás ciklus
- utasítás típusok, utasítás készlet, címzési módok

egyszerű gép - műveletvégző



M - **műveletvégző**

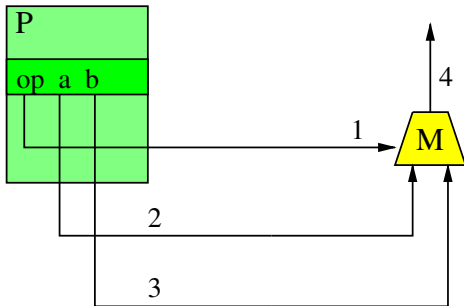
1 - művelet (op)

2,3 - adat értéke

(a,b)

4 - eredmény értéke

egyszerű gép - programmemória



P - **programmemória**

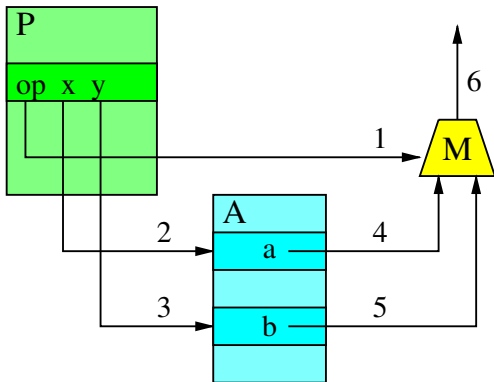
M - műveletvégző

1 - művelet

2,3 - adat értéke

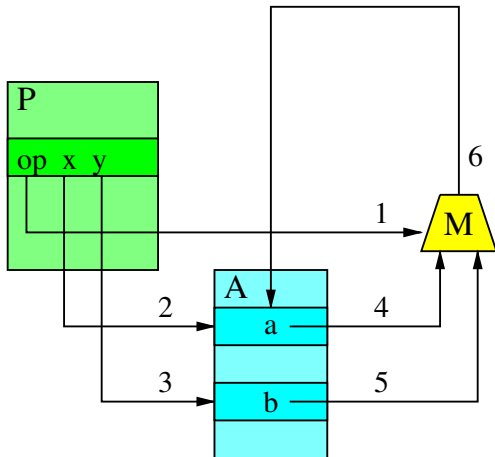
4 - eredmény értéke

egyszerű gép - adatmemória



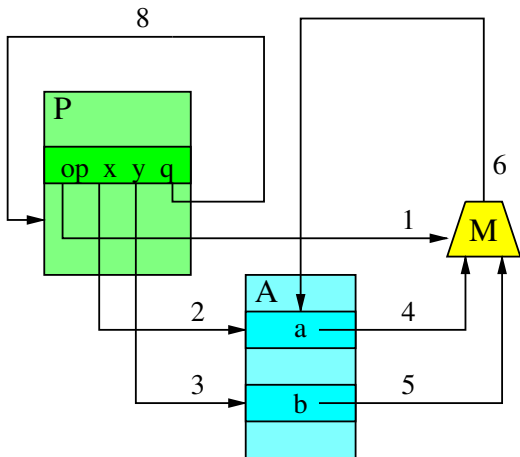
P - programmemória
 A - **adatmemória**
 M - műveletvégző
 1 - művelet
 2,3 - **adat címe**
 4,5 - **adat értéke**
 6 - eredmény értéke

egyszerű gép - eredmény visszaírása



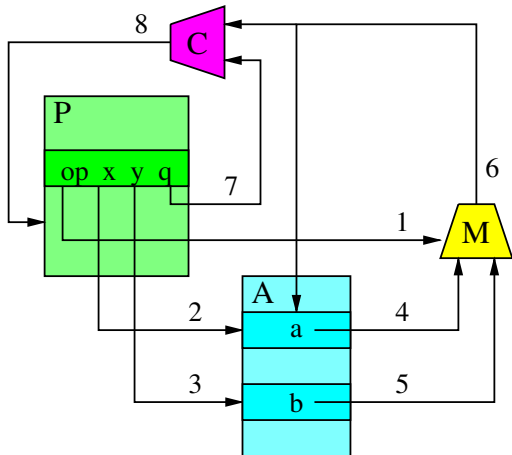
P - programmemória
 A - adatmemória
 M - műveletvégző
 1 - művelet
 2,3 - adat címe
 4,5 - adat értéke
 6 - **eredmény értéke**

egyszerű gép - következő utasítás címe



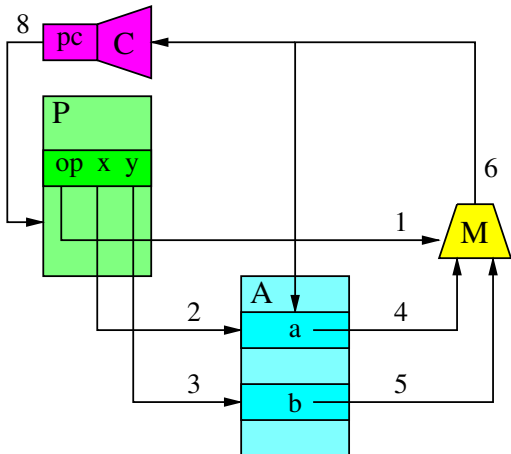
P - programmemória
 A - adatmemória
 M - műveletvégző
 1 - művelet
 2,3 - adat címe
 4,5 - adat értéke
 6 - eredmény értéke
 8 - **következő cím**

egyszerű gép



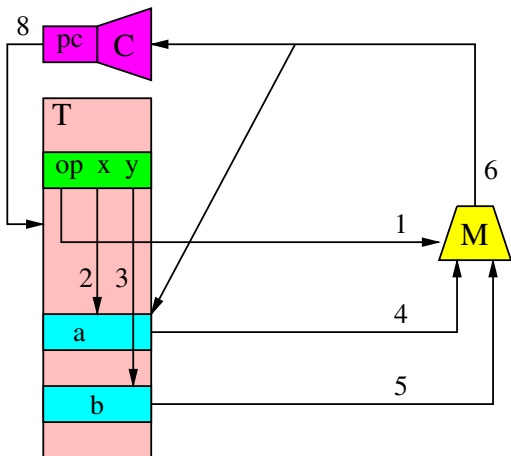
P - programmemória
 A - adatmemória
 M - műveletvégző
 C - cím kiszámító
 1 - művelet
 2,3 - adat címe
 4,5 - adat értéke
 6 - eredmény értéke
 7 - következő
 8 - következő cím

egyszerű gép - utasítás számláló regiszter



- P - program memória
- A - adat memória
- M - művelet végző
- C - cím kiszámító
- 1 - művelet
- 2,3 - adat címe
- 4,5 - adat értéke
- 6 - eredmény értéke
- 8 - következő cím
- pc - utasítás számláló

egyszerű gép - közös program és adat memória



T - memória
 M - művelet végző
 C - cím kiszámító
 1 - művelet
 2,3 - adat címe
 4,5 - adat értéke
 6 - eredmény értéke
 8 - következő cím
 pc - utasítás számláló

Tartalom

1 Egyszerű gép... - vázlatosan

2 Központi feldolgozó egység

- CPU felépítés, sínek, regiszterek
- utasítás ciklus
- utasítás típusok, utasítás készlet, címzési módok

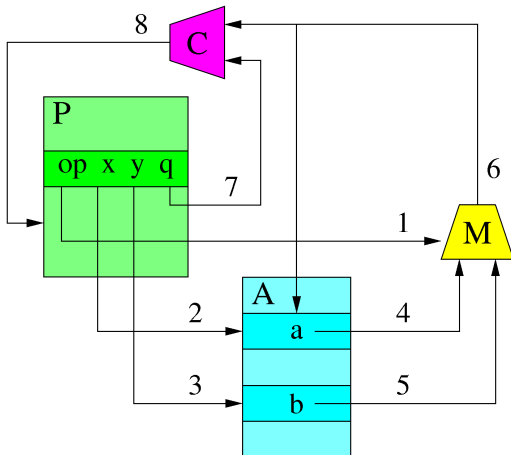
Tartalom

1 Egyszerű gép... - vázlatosan

2 Központi feldolgozó egység

- CPU felépítés, sínek, regiszterek
- utasítás ciklus
- utasítás típusok, utasítás készlet, címzési módok

egyszerű gép



P - program memória
 A - adat memória
 M - művelet végző
 C - cím kiszámító
 1 - művelet
 2,3 - adat címe
 4,5 - adat értéke
 6 - eredmény értéke
 7 - következő
 8 - következő cím

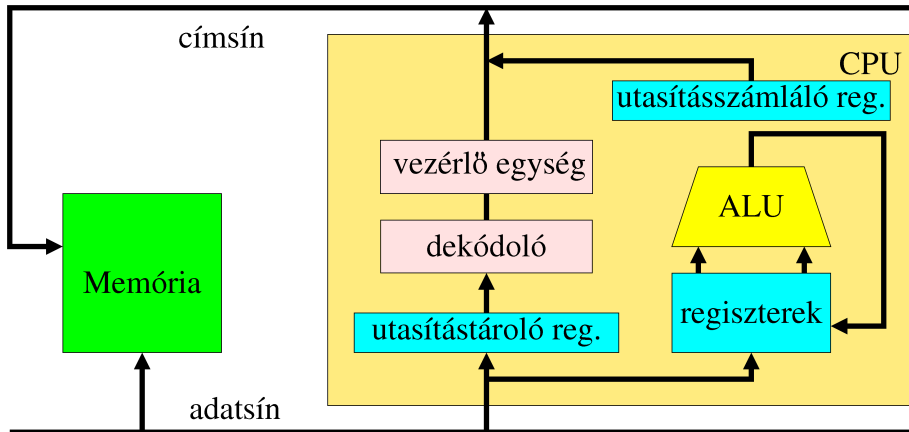
egyszerű gép módosítások

- program memória és adat memória összevonása
- memória és a **központi feldolgozó egység (Central Processing Unit - CPU)** különválasztása :
 - műveletvégző egység, **aritmetikai logikai egység** (Arithmetical Logical Unit - **ALU**)
 - **vezérlő egység** (Control Unit - CU)
 - címkiszámító egység
- a memóriát és a központi feldolgozó egységet **sínek** (bus) kötik össze
 - **adatsín**
 - **címsín**
 - **vezérlősín**

regiszterek

- egy **regiszter** (register) egy adat vagy utasítás tárolására alkalmas (gyors) tárolócella
- memória - központi feldolgozó egység sebességkülönbség
- **utasítás tároló regiszter** (Instruction Register - IR)
- **utasítás számláló regiszter** (Program Counter - PC)
- **adatregiszterek**

Memória - CPU - sínek blokk diagramm



Tartalom

1 Egyszerű gép... - vázlatosan

2 Központi feldolgozó egység

- CPU felépítés, sínek, regiszterek
- **utasítás ciklus**
- utasítás típusok, utasítás készlet, címzési módok

Utasítás ciklus (instruction cycle, fetch-execute cycle)

Az **utasítás ciklus** lépései:

elérés (fetch) : minden utasításra azonos

- 1 **utasítás elérés** a memóriából
 - program számláló (program counter, PC)
 - utasítás tároló regiszter (instruction register, IR)
- 2 utasítás **dekódolás**

végrehajtás (execute) : utasításonként változó

- 3 **operandus(ok) beolvasása** a memóriából
- 4 művelet **végrehajtás**
 - vezérlő egység, adatút, regiszterek
 - aritmetikai-logikai egység (arithmetic logic unit, ALU)
- 5 a művelet eredményének az **eltárolása**
 - a következő utasítás címének a kiszámítása

Utasítás ciklus (instruction cycle, fetch-execute cycle)

Az **utasítás ciklus** lépései:

elérés (fetch) : minden utasításra azonos

- 1 **utasítás elérés** a memóriából
 - program számláló (program counter, PC)
 - utasítás tároló regiszter (instruction register, IR)
- 2 utasítás **dekódolás**

végrehajtás (execute) : utasításonként változó

- 3 **operandus(ok) beolvasása** a memóriából
- 4 művelet **végrehajtás**
 - vezérlő egység, adatút, regiszterek
 - aritmetikai-logikai egység (arithmetic logic unit, ALU)
- 5 a művelet eredményének az **eltárolása**
 - a következő utasítás címének a kiszámítása

Utasítás ciklus (instruction cycle, fetch-execute cycle)

Az **utasítás ciklus** lépései:

elérés (fetch) : minden utasításra azonos

- 1 **utasítás elérés** a memóriából
 - program számláló (program counter, PC)
 - utasítás tároló regiszter (instruction register, IR)
- 2 utasítás **dekódolás**

végrehajtás (execute) : utasításonként változó

- 3 **operandus(ok) beolvasása** a memóriából
- 4 művelet **végrehajtás**
 - vezérlő egység, adatút, regiszterek
 - aritmetikai-logikai egység (arithmetic logic unit, ALU)
- 5 a művelet eredményének az **eltárolása**
 - a következő utasítás címének a kiszámítása

Utasítás ciklus (instruction cycle, fetch-execute cycle)

Az **utasítás ciklus** lépései:

elérés (fetch) : minden utasításra azonos

- 1 **utasítás elérés** a memóriából
 - program számláló (program counter, PC)
 - utasítás tároló regiszter (instruction register, IR)
- 2 utasítás **dekódolás**

végrehajtás (execute) : utasításonként változó

- 3 **operandus(ok) beolvasása** a memóriából
- 4 művelet **végrehajtás**
 - vezérlő egység, adatút, regiszterek
 - aritmetikai-logikai egység (arithmetic logic unit, ALU)
- 5 a művelet eredményének az **eltárolása**
 - a következő utasítás címének a kiszámítása

Utasítás ciklus (instruction cycle, fetch-execute cycle)

Az **utasítás ciklus** lépései:

elérés (fetch) : minden utasításra azonos

- 1 **utasítás elérés** a memóriából
 - program számláló (program counter, PC)
 - utasítás tároló regiszter (instruction register, IR)
- 2 utasítás **dekódolás**

végrehajtás (execute) : utasításonként változó

- 3 **operandus(ok) beolvasása** a memóriából
- 4 művelet **végrehajtás**
 - vezérlő egység, adatút, regiszterek
 - aritmetikai-logikai egység (arithmetic logic unit, ALU)
- 5 a művelet eredményének az **eltárolása**
 - a következő utasítás címének a kiszámítása

Utasítás ciklus (instruction cycle, fetch-execute cycle)

Az **utasítás ciklus** lépései:

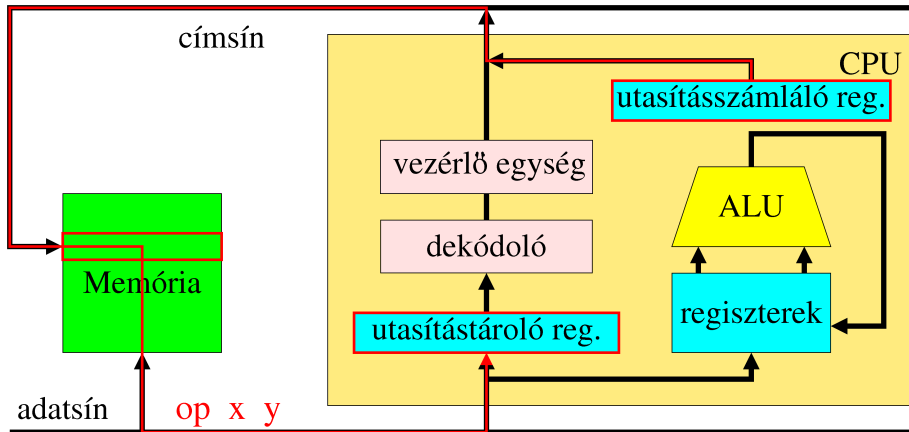
elérés (fetch) : minden utasításra azonos

- 1 **utasítás elérés** a memóriából
 - program számláló (program counter, PC)
 - utasítás tároló regiszter (instruction register, IR)
- 2 utasítás **dekódolás**

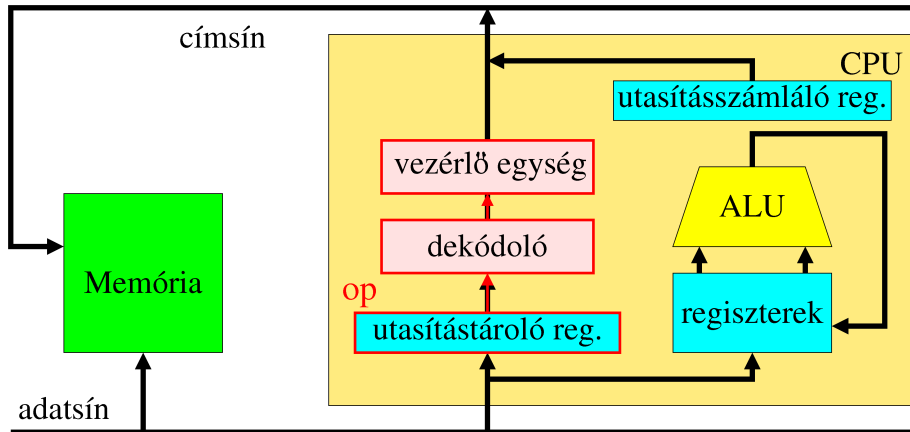
végrehajtás (execute) : utasításonként változó

- 3 **operandus(ok) beolvasása** a memóriából
- 4 művelet **végrehajtás**
 - vezérlő egység, adatút, regiszterek
 - aritmetikai-logikai egység (arithmetic logic unit, ALU)
- 5 a művelet eredményének az **eltárolása**
 - a következő utasítás címének a kiszámítása

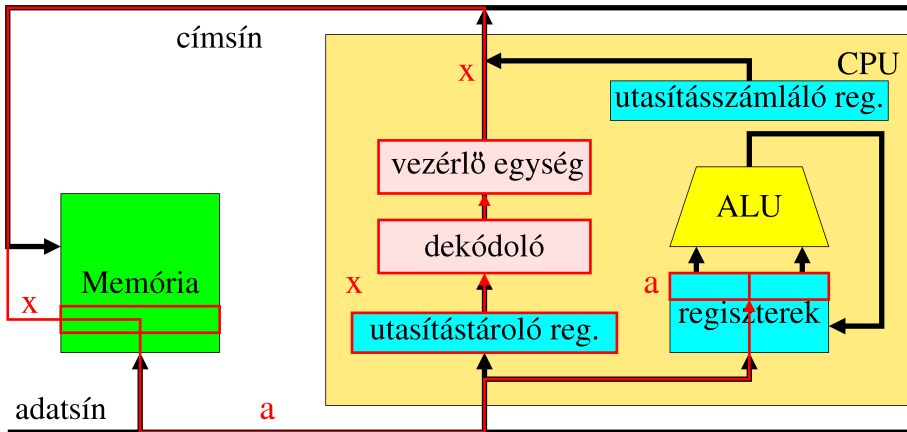
utasítás ciklus - 1. utasítás elérés



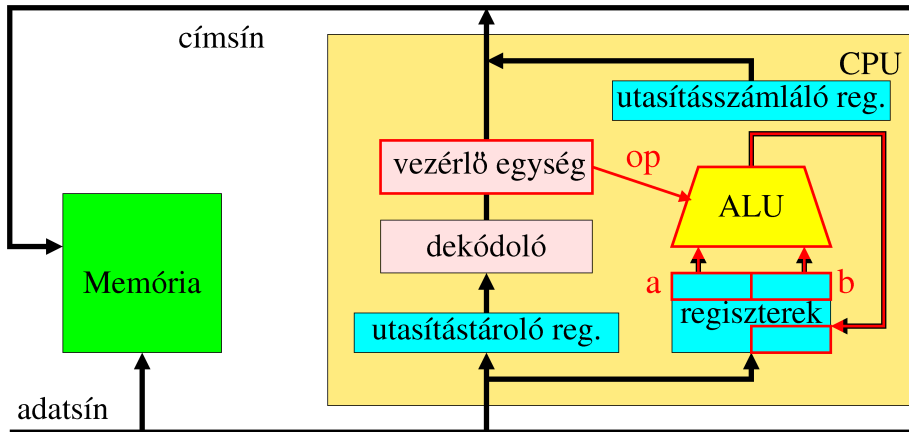
utasítás ciklus - 2. utasítás dekódolás



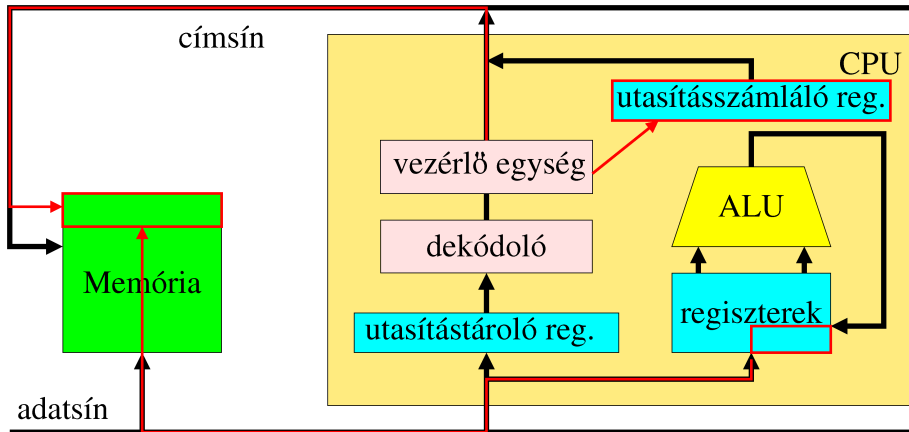
utasítás ciklus - 3. operandusok elérése



utasítás ciklus - 4. műveletvégzés



utasítás ciklus - 5. eredmény eltárolása



Tartalom

1 Egyszerű gép... - vázlatosan

2 Központi feldolgozó egység

- CPU felépítés, sínek, regiszterek
- utasítás ciklus
- utasítás típusok, utasítás készlet, címzési módok

utasítás típusok

- adat-töltő, adat átvitel a számítógép funkcionális részei között
- aritmetikai, logikai műveletek végzése adatokkal
- program vezérlő, vezérlésátadás a program egyik részéről egy másik részére
- speciális, rendszer vezérlő, hatékony működést segítő
- I/O, adat átvitel a számítógép és a környezete között

jelölések

- S : tárcím
- R : regisztercím
- A : akkumulátor regiszter
- I : közvetlen adat az utasításban
- MK : műveleti kód
- @ : tetszőleges művelet
- (S) : adat a tárban
- (R) : adat a regiszterben
- (A) : adat az akkumulátor regiszterben
- LI(n) : az n. utasítás hossza
- SI(n) : az n. utasítás címe

| | | |
|------------------------|---------------------|--|
| 4 cím | MK S1 S2 S3 S4 | (S1) @ (S2) -> (S3) SI(n+1) = S4 |
| 3 cím | MK S1 S2 S3 | (S1) @ (S2) -> (S3) SI(n+1) = SI(n) + LI(n) |
| 2 cím | MK S1 S2 | (S1) @ (S2) -> (S2) |
| 1 cím | MK S1 | (S1) @ (A) -> (A) |
| 0 cím | MK | @ (A) -> (A) |
| 1 R cím | MK R | @ (R) -> (R) |
| 1+R cím | MK R S | (R) @ (S) -> (R) vagy (R) @ (S) -> (S) |
| 2 R cím | MK R1 R2 | (R1) @ (R2) -> (R1) |
| 3 R cím | MK R1 R2 R3 | (R1) @ (R2) -> (R3) |
| közvetlen operandus | MK I S vagy MK I | I @ (S) -> (S) vagy @ I -> (A) |

cím értelmezés, cím megadás

cím értelmezés

| | | |
|---------------------------------------|------|---------|
| közvetlen (immediat) adatmegadás | MK I | @ I |
| közvetett (inherent), implicit címzés | MK | @ (A) |
| közvetlen (direkt) címzés | MK S | @ (S) |
| közvetett (indirekt) címzés | MK S | @ ((S)) |

cím megadás

| | | |
|-----------------------|------|-----------------|
| abszolút címmegadás | MK S | @ (S) |
| rövidített címmegadás | MK s | @ (s+bázis cím) |

utasítás készlet - MIPS 3000 (1988)

Regiszterek (32 bites) : \$0 .. \$31

Formátumok :

| Típus | Formátum(bitek) | | | | | |
|-------|-----------------|-------------|-------|---------------|----------|----------|
| R | opcode(6) | rs(5) | rt(5) | rd(5) | shamt(5) | funct(6) |
| I | opcode(6) | rs(5) | rt(5) | immediate(16) | | |
| J | opcode(6) | address(26) | | | | |

Példák :

| Típus | Szintaxis | Szemantika (magyarázat) |
|-------|--------------------|--|
| R | add \$1,\$2,\$3 | \$1=\$2+\$3 (regiszter összeadás) |
| I | addi \$1,\$2,CONST | \$1=\$2+CONST (regiszterhez konstans) |
| I | lw \$1,CONST(\$2) | \$1= Mem[\$2+CONST] (szó betöltés) |
| I | sll \$1,\$2,CONST | \$1=\$2 << CONST (bit eltolás $\times 2^{CONST}$) |
| I | beq \$1,\$2,CONST | if (\$1=\$2) goto PC+4+CONST (ugrás ha) |
| J | j CONST | goto CONST (feltétlen ugrás) |

eltérő címzésű módú gépek programozása példa

Adott 4 különféle típusú gép :

- 0 címes gép (verem), pld.: ADD, PUSH (M), POP (M)
- 1 címes gép, pld.: ADD M = ACC \leftarrow (ACC) + (M)
- 2 címes gép, pld.: ADD X,Y = X \leftarrow (X) + (Y)
- 3 címes gép, pld.: ADD X,Y,Z = Z \leftarrow (X) + (Y)

Műveletek : ADD+, SUB-, DIV/, MUL*, MOV, (LDA,STA)

Kiszámolandó : $Z := ((A+B)*C)/((D-E)*F)$

Adatok :

- M - 20 bites memóriacím
- X,Y,Z - 20 bites memória, vagy 3 bites regisztercím
- a műveleti kód rész hossza 8 bit

Kérdés mindegyik géptípusra (programra) : utasítások száma,
program mérete (bit-ben), felhasznált regiszterek száma

eltérő címzésű módú gépek programozása példa

0 címés gép : $Z=A+B$

PUSH A 8+20

PUSH B 8+20

ADD 8

POP Z 8+20

3 utasítás 92 bit2 címés gép : $Z=A+B$

MOV R0 A 8+3+20

MOV R1 B 8+3+20

ADD R1 R2 8+3+3

MOV Z R1 8+20+3

4 utasítás 107 bit1 címés gép : $Z=A+B$

LDA A 8+20

ADD B 8+20

STA Z 8+20

3 utasítás 84 bit3 címés gép : $Z=A+B$

ADD Z A B 8+20+20+20

1 utasítás 68 bit