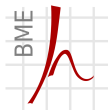


Virtuális memóriakezelés

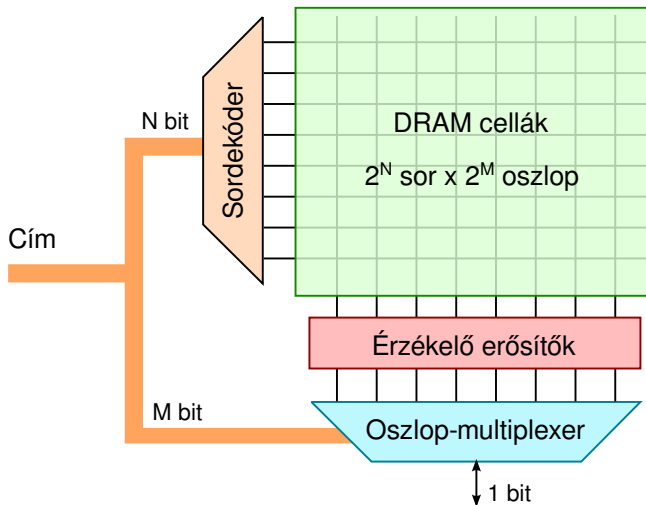
Gyakorlat



Híradástechnikai Tanszék

2024. március 13.

DRAM bank



1. Memória technológia

DRAM parancsok:

- ACTIVATE s

1. Memória technológia

DRAM parancsok:

- **ACTIVATE s** Adott sor megnyitása. s a sor száma

1. Memória technológia

DRAM parancsok:

- `ACTIVATE s` Adott sor megnyitása. `s` a sor száma
- `READ o`

1. Memória technológia

DRAM parancsok:

- **ACTIVATE s** Adott sor megnyitása. s a sor száma
- **READ o** Oszlop olvasása, o az oszlop száma

1. Memória technológia

DRAM parancsok:

- **ACTIVATE s** Adott sor megnyitása. s a sor száma
- **READ o** Oszlop olvasása, o az oszlop száma
- **WRITE o**

1. Memória technológia

DRAM parancsok:

- ACTIVATE s Adott sor megnyitása. s a sor száma
- READ o Oszlop olvasása, o az oszlop száma
- WRITE o Oszlop írása, o az oszlop száma

1. Memória technológia

DRAM parancsok:

- **ACTIVATE s** Adott sor megnyitása. s a sor száma
- **READ o** Oszlop olvasása, o az oszlop száma
- **WRITE o** Oszlop írása, o az oszlop száma
- **PRECHARGE**

1. Memória technológia

DRAM parancsok:

- **ACTIVATE** s Adott sor megnyitása. s a sor száma
- **READ** o Oszlop olvasása, o az oszlop száma
- **WRITE** o Oszlop írása, o az oszlop száma
- **PRECHARGE** Nyitott sor lezárás, jelvezetékek feltöltés.
Nincs paraméter

1. Memória technológia

DRAM parancsok:

- **ACTIVATE** s Adott sor megnyitása. s a sor száma
- **READ** o Oszlop olvasása, o az oszlop száma
- **WRITE** o Oszlop írása, o az oszlop száma
- **PRECHARGE** Nyitott sor lezárás, jelvezetékek feltöltés.
Nincs paraméter
- **REFRESH**

1. Memória technológia

DRAM parancsok:

- **ACTIVATE** s Adott sor megnyitása. s a sor száma
- **READ** o Oszlop olvasása, o az oszlop száma
- **WRITE** o Oszlop írása, o az oszlop száma
- **PRECHARGE** Nyitott sor lezárás, jelvezetékek feltöltés.
Nincs paraméter
- **REFRESH** Megnyit egy sort és utána le is zárja – töltés regenerálás. Nincs paramétere, automatikusan mindig a következő sort veszi.

1. Memória technológia

DRAM parancsok:

- **ACTIVATE s** Adott sor megnyitása. s a sor száma
- **READ o** Oszlop olvasása, o az oszlop száma
- **WRITE o** Oszlop írása, o az oszlop száma
- **PRECHARGE** Nyitott sor lezárás, jelvezetékek feltöltés.
Nincs paraméter
- **REFRESH** Megnyit egy sort és utána le is zárja – töltés regenerálás. Nincs paramétere, automatikusan mindig a következő sort veszi.
- **FCFS**

1. Memória technológia

DRAM parancsok:

- **ACTIVATE s** Adott sor megnyitása. s a sor száma
- **READ o** Oszlop olvasása, o az oszlop száma
- **WRITE o** Oszlop írása, o az oszlop száma
- **PRECHARGE** Nyitott sor lezárás, jelvezetékek feltöltés.
Nincs paraméter
- **REFRESH** Megnyit egy sort és utána le is zárja – töltés regenerálás. Nincs paramétere, automatikusan mindig a következő sort veszi.
- **FCFS** First Come, First Served

1. Memória technológia

DRAM parancsok:

- **ACTIVATE s** Adott sor megnyitása. s a sor száma
- **READ o** Oszlop olvasása, o az oszlop száma
- **WRITE o** Oszlop írása, o az oszlop száma
- **PRECHARGE** Nyitott sor lezárás, jelvezetékek feltöltés.
Nincs paraméter
- **REFRESH** Megnyit egy sort és utána le is zárja – töltés regenerálás. Nincs paramétere, automatikusan mindig a következő sort veszi.
- **FCFS** First Come, First Served
- **FR-FCFS**

1. Memória technológia

DRAM parancsok:

- **ACTIVATE s** Adott sor megnyitása. s a sor száma
- **READ o** Oszlop olvasása, o az oszlop száma
- **WRITE o** Oszlop írása, o az oszlop száma
- **PRECHARGE** Nyitott sor lezárás, jelvezetékek feltöltés.
Nincs paraméter
- **REFRESH** Megnyit egy sort és utána le is zárja – töltés regenerálás. Nincs paramétere, automatikusan mindig a következő sort veszi.
- **FCFS** First Come, First Served
- **FR-FCFS** First Ready, First Come First Served

1. Memória technológia

(a) Kérések: (3 sor, 8 oszlop), (3 sor, 2 oszlop), (7 sor, 9 oszlop)
Kezdetben a 7 sor nyitott.

DRAM parancsok ütemezése:

FCFS

Kérések:

(3 sor, 8 oszlop)

(3 sor, 2 oszlop)

(7 sor, 9 oszlop)

Parancsok:

PRECHARGE

ACTIVATE 3

READ 8

READ 2

PRECHARGE

ACTIVATE 7

READ 9

FR-FCFS

Kérések:

(7 sor, 9 oszlop)

(3 sor, 8 oszlop)

(3 sor, 2 oszlop)

parancsok:

READ 9

PRECHARGE

ACTIVATE 3

READ 8

READ 2

1. DRAM sebességek

DRAM típusok:

- SDR SDRAM

1. DRAM sebességek

DRAM típusok:

- SDR SDRAM Single Data Rate Synchronos Dynamic Random Access Memory

1. DRAM sebességek

DRAM típusok:

- SDR SDRAM Single Data Rate Synchronos Dynamic Random Access Memory
- DDR SDRAM

1. DRAM sebességek

DRAM típusok:

- SDR SDRAM Single Data Rate Synchronos Dynamic Random Access Memory
- DDR SDRAM Double Data Rate Synchronos Dynamic Random Access Memory

1. DRAM sebességek

DRAM típusok:

- SDR SDRAM Single Data Rate Synchronos Dynamic Random Access Memory
- DDR SDRAM Double Data Rate Synchronos Dynamic Random Access Memory
- DDR2 SDRAM

1. DRAM sebességek

DRAM típusok:

- SDR SDRAM Single Data Rate Synchronos Dynamic Random Access Memory
- DDR SDRAM Double Data Rate Synchronos Dynamic Random Access Memory
- DDR2 SDRAM DDR-hez képest kétszer nagyobb frekvenciájú külső órajel.

1. DRAM sebességek

DRAM típusok:

- SDR SDRAM Single Data Rate Synchronos Dynamic Random Access Memory
- DDR SDRAM Double Data Rate Synchronos Dynamic Random Access Memory
- DDR2 SDRAM DDR-hez képest kétszer nagyobb frekvenciájú külső órajel.
- DDR3 SDRAM

1. DRAM sebességek

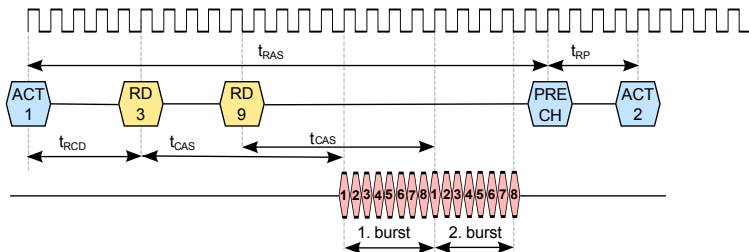
DRAM típusok:

- SDR SDRAM Single Data Rate Synchronos Dynamic Random Access Memory
- DDR SDRAM Double Data Rate Synchronos Dynamic Random Access Memory
- DDR2 SDRAM DDR-hez képest kétszer nagyobb frekvenciájú külső órajel.
- DDR3 SDRAM DDR-hez képest négyszer nagyobb frekvenciájú külső órajel.

1. Memória technológia

Időzítés:

- DDR3-2000 DRAM
- t_{RCD} sor megnyitási idő = 12 clk
- t_{CAS} oszlop olvasási idő = 10 clk
- t_{RP} (Row) PRECHARGE idő = 12 clk
- t_{RAS} kondenzátor töltés regenerálásának minimális ideje
- Burst méret = 8 adategység



1. Memória technológia

Időzítés:

- DDR3-2000 DRAM
- t_{RCD} sor megnyitási idő = 12 clk
- t_{CAS} oszlop olvasási idő = 10 clk
- t_{RP} (Row) PRECHARGE idő = 12 clk
- t_{RAS} kondenzátor töltés regenerálásának minimális ideje
- Burst méret = 8 adategység

(b) Mekkora a külső órajel periódusa ns-ban mérve?

1. Memória technológia

Időzítés:

- DDR3-2000 DRAM
- t_{RCD} sor megnyitási idő = 12 clk
- t_{CAS} oszlop olvasási idő = 10 clk
- t_{RP} (Row) PRECHARGE idő = 12 clk
- t_{RAS} kondenzátor töltés regenerálásának minimális ideje
- Burst méret = 8 adategység

(b) Mekkora a külső órajel periódusa ns-ban mérve?

DDR3-2000 DRAM \Rightarrow le és felfutó adatátvitel miatt

$$f = 2000\text{Mhz}/2 = 1000\text{Mhz} = 1 \times 10^9/\text{sec}$$

1. Memória technológia

Időzítés:

- DDR3-2000 DRAM
- t_{RCD} sor megnyitási idő = 12 clk
- t_{CAS} oszlop olvasási idő = 10 clk
- t_{RP} (Row) PRECHARGE idő = 12 clk
- t_{RAS} kondenzátor töltés regenerálásának minimális ideje
- Burst méret = 8 adategység

(b) Mekkora a külső órajel periódusa ns-ban mérve?

DDR3-2000 DRAM \Rightarrow le és felfutó adatátvitel miatt

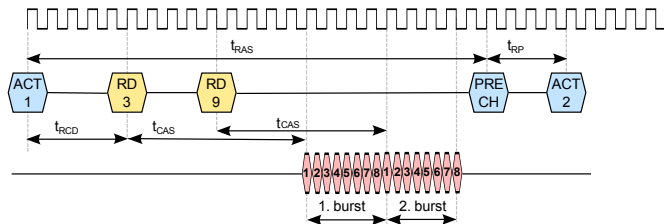
$$f = 2000\text{Mhz}/2 = 1000\text{Mhz} = 1 \times 10^9/\text{sec}$$

$$T = 1/10^9\text{sec} = 10^{-9}\text{sec} = 1\text{ns}$$

1. Memória technológia

(c) Az FCFS ütemezést alapul véve hányadik (külső) órajel múlva jelenik meg a (3. sor, 8. oszlop) kérésre érkező az első adat?

Időzítés adatai: t_{RCD} 12 clk; t_{CAS} 10 clk, t_{RP} 12 clk

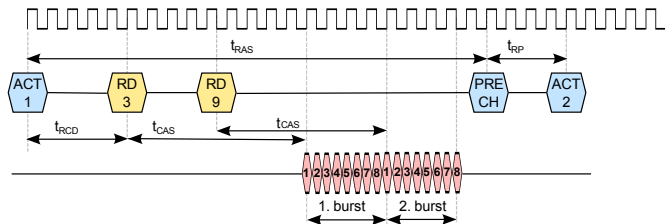


$t_{késleltetés} = t_{RP} + t_{RCD} + t_{CAS} = 12 + 12 + 10 = 34clk$ 1 clk 1ns
ezért időben mérve 34ns

1. Memória technológia

(c) Az FCFS ütemezést alapul véve hányadik (külső) órajel múlva jelenik meg a (3. sor, 8. oszlop) kérésre érkező az első adat?

Időzítés adatai: t_{RCD} 12 clk; t_{CAS} 10 clk, t_{RP} 12 clk



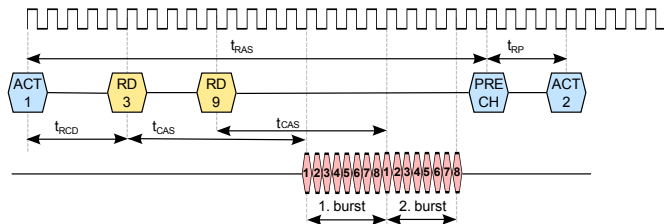
$t_{késleltetés} = t_{RP} + t_{RCD} + t_{CAS} = 12 + 12 + 10 = 34clk$ 1 clk 1ns
ezért időben mérve 34ns

(d) És a (3. sor, 2. oszlop) kérésre érkező első adat? :

1. Memória technológia

(c) Az FCFS ütemezést alapul véve hányadik (külső) órajel múlva jelenik meg a (3. sor, 8. oszlop) kérésre érkező az első adat?

Időzítés adatai: t_{RCD} 12 clk; t_{CAS} 10 clk, t_{RP} 12 clk



$t_{késleltetés} = t_{RP} + t_{RCD} + t_{CAS} = 12 + 12 + 10 = 34clk$ 1 clk 1ns
ezért időben mérve 34ns

(d) És a (3. sor, 2. oszlop) kérésre érkező első adat? :

$t_{adatátvitel} = burst\ hossz / 2 = 4clk$. A második olvasás kérés átlapolódóan hajtodik végre!

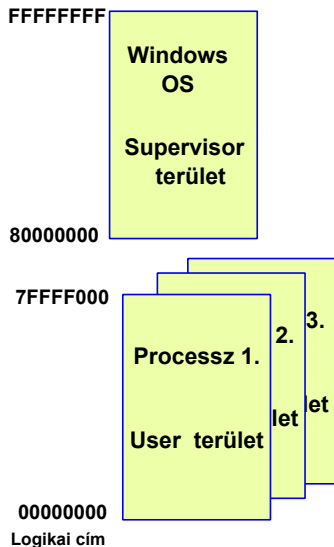
$t = t_{késleltetés} + 4.0 = 38clk$

1. Memória technológia

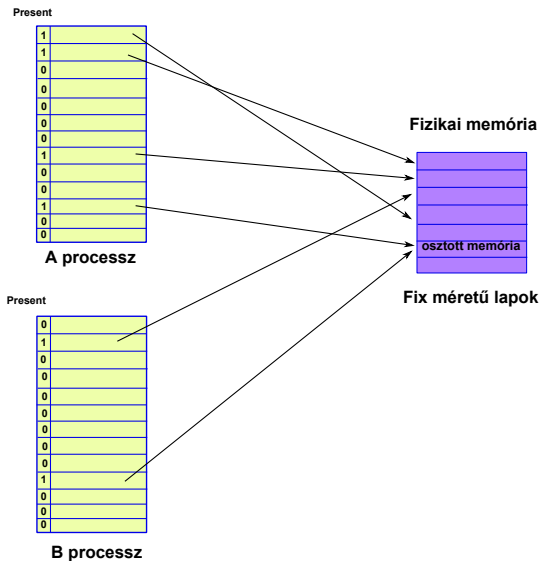
$$(d) 8 \times 2000 \times 10^6 = 16 \times 10^9 = 1600MB/s$$

Más jelölése a DDR3-2000 DRAM : **PC3-1600**

32 bites Windows memória kiosztás



Lapozás elve (elnagyolva)



2. feladat egyszintes laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 15 bit ($N_F = 15$)
- lapméret : 2^{12} byte azaz 4 Kbyte ($L = 12$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 8 bit

2. feladat egyszintes laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 15 bit ($N_F = 15$)
- lapméret : 2^{12} byte azaz 4 Kbyte ($L = 12$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 8 bit

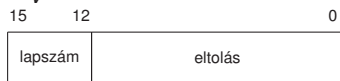
(a) Virtuális cím tagozódás:

2. feladat egyszerűsített laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 15 bit ($N_F = 15$)
- lapméret : 2^{12} byte azaz 4 Kbyte ($L = 12$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 8 bit

(a) Virtuális cím tagozódás: lapszám bitszélessége = $N_V - L = 4$



(b) Teljes laptábla mérete ?

2. feladat egyszintes laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 15 bit ($N_F = 15$)
- lapméret : 2^{12} byte azaz 4 Kbyte ($L = 12$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 8 bit

(c) Hány lap fér a memóriába?

2. feladat egyszintes laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 15 bit ($N_F = 15$)
- lapméret : 2^{12} byte azaz 4 Kbyte ($L = 12$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 8 bit

(c) Hány lap fér a memóriába?

$$\frac{2^{N_F}}{2^L} = \frac{2^{15}}{2^{12}} = 8 \text{ lap}$$

2. feladat egyszintes laptábla

(d) Az alábbi laptábla alapján hol található a 3-as, 6-os és 11-es lap?

valid Keretszám

1 bit 3 bit

0:	1	5
1:	1	7
2:	0	?
3:	1	2
4:	0	?
5:	0	?
6:	1	1
7:	0	?
8:	1	6
9:	0	?
10:	0	?
11:	0	?
12:	1	0
13:	1	3
14:	0	?
15:	1	4

laptábla

2. feladat egyszintes laptábla

(e) Hozzuk be a 11-es lapot a fizikai memóriába a 6-os lap helyére, a 2-es lapot a 8-as lap helyére.

valid Keretszám

1 bit 3 bit

0:	1	5
1:	1	7
2:	0	?
3:	1	2
4:	0	?
5:	0	?
6:	1	1
7:	0	?
8:	1	6
9:	0	?
10:	0	?
11:	0	?
12:	1	0
13:	1	3
14:	0	?
15:	1	4

laptábla

2. feladat egyszintes laptábla

(e) 6-os \rightarrow háttértárolón, 11-es \rightarrow 1-os keret, 8-as \rightarrow háttértárolón 2-es \rightarrow 6-as keret.

valid Keretszám
1 bit 3 bit

0:	1	5
1:	1	7
2:	1	6
3:	1	2
4:	0	?
5:	0	?
6:	0	?
7:	0	?
8:	0	?
9:	0	?
10:	0	?
11:	1	1
12:	1	0
13:	1	3
14:	0	?
15:	1	4

laptábla

2. feladat egyszintes laptábla

(f1) TLB találat esetén:

2. feladat egyszintes laptábla

(f1) TLB találat esetén: nem kell memória művelet.

2. feladat egyszintes laptábla

(f1) TLB találat esetén: nem kell memória művelet.

(f2) TLB hiba esetén:

2. feladat egyszintes laptábla

(f1) TLB találat esetén: nem kell memória művelet.

(f2) TLB hiba esetén: 1 memória művelet kell.

Többszintű laptáblára példa

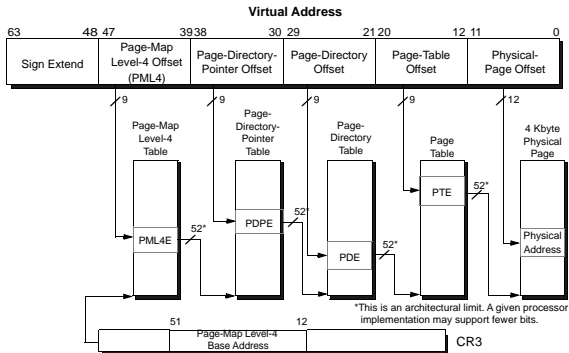


Figure 5-17. 4-Kbyte Page Translation—Long Mode

3. feladat háromszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

3. feladat háromszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(a) Virtuális cím tagozódás:

3. feladat háromszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(a) Virtuális cím tagozódás: laptábla bejegyzés száma = $(N_V - L)/3 = 2$



3. feladat háromszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(a) Virtuális cím tagozódás: laptábla bejegyzés száma = $(N_V - L)/3 = 2$



(b) Összes laptábla mérete ?

3. feladat háromszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(a) Virtuális cím tagozódás: laptábla bejegyzés száma = $(N_V - L)/3 = 2$



(b) Összes laptábla mérete ?

1 laptábla mérete = bejegyzés száma. \times lapméret = $2^2 \times 2\text{byte} = 8 \text{ byte}$

3. feladat háromszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(a) Virtuális cím tagozódás: laptábla bejegyzés száma = $(N_V - L)/3 = 2$



(b) Összes laptábla mérete ?

1 laptábla mérete = bejegyzés száma. \times lapméret = $2^2 \times 2\text{byte} = 8\text{ byte}$

laptábla száma = 1 első szintű + 4 másod szintű + $4 \times 4 = 16$ harmadik szintű, összesen 21

3. feladat háromszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(a) Virtuális cím tagozódás: laptábla bejegyzés száma = $(N_V - L)/3 = 2$



(b) Összes laptábla mérete ?

1 laptábla mérete = bejegyzés száma. \times lapméret = $2^2 \times 2\text{byte} = 8\text{ byte}$

laptábla száma = 1 első szintű + 4 másod szintű + $4 \times 4 = 16$ harmadik szintű, összesen 21

Összes laptábla mérete = $21 \times 8\text{ byte} = 168\text{ byte}$

3. feladat háromszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(c) Optimálisan mennyi a laptáblák által elfoglalt memória?

3. feladat háromszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(c) Optimálisan mennyi a laptáblák által elfoglalt memória?
3 szintű laptábla esetén:

3. feladat háromszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(c) Optimálisan mennyi a laptáblák által elfoglalt memória?
3 szintű laptábla esetén: $3 \times 8 \text{ byte} = 24 \text{ byte}$.

3. feladat háromszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(c) Optimálisan mennyi a laptáblák által elfoglalt memória?

3 szintű laptábla esetén: $3 \times 8 \text{ byte} = 24 \text{ byte}$.

1 szintű laptábla esetén:

3. feladat háromszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(c) Optimálisan mennyi a laptáblák által elfoglalt memória?

3 szintű laptábla esetén: $3 \times 8 \text{ byte} = 24 \text{ byte}$.

1 szintű laptábla esetén: $2^6 = 64 \text{ lap}$. $64 \times 2 \text{ byte} = 128 \text{ byte}$.

3. feladat háromszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(d) Hány lap fér a memóriába?

3. feladat háromszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 16 bit ($N_V = 16$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(d) Hány lap fér a memóriába? $N_F = 13, L = 10$ tehát keretek azonosítására 3 bit marad, aza $2^3 = 8$?

3. feladat háromszintű laptábla

(g) Feltéve, hogy nincs laphiba, hány memóriaművelet kell a címfordításhoz TLB hiba, ill. TLB találat esetén?

3. feladat háromszintű laptábla

(g) Feltéve, hogy nincs laphiba, hány memóriaművelet kell a címfordításhoz TLB hiba, ill. TLB találat esetén?

TLB hiba esetén: 3

3. feladat háromszintű laptábla

(g) Feltéve, hogy nincs laphiba, hány memóriaművelet kell a címfordításhoz TLB hiba, ill. TLB találat esetén?

TLB hiba esetén: 3

TLB találat esetén: 0

3. feladat háromszintű laptábla

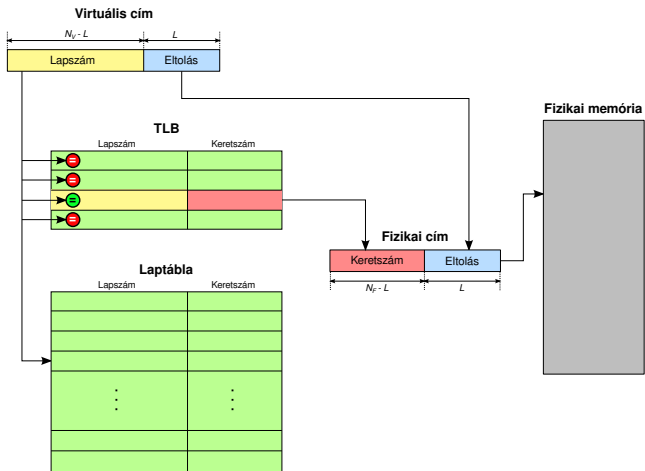
(e) Rajzolja fel az összes érintett laptáblát, melyek az 1001000000000000 és az 1001111111111111 közé eső virtuális címek címfordításához kell! A laptábla bejegyzésekben tüntesse fel a virtuális tárkezelés működéséhez elengedhetetlen mezőket!

3. feladat háromszintű laptábla

Helyezze el a laptáblában az alábbi összerendeléseket

- Az 100100 lap a fizikai memóriában a 7-es keretben található
- Az 100101 lap a háttértáron van
- Az 100110 lap a fizikai memóriában a 3-mas keretben található
- Az 100111 lap a háttértáron van

Címfordítás TLB használatával



4. feladat kétszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 14 bit ($N_V = 14$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

4. feladat kétszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 14 bit ($N_V = 14$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

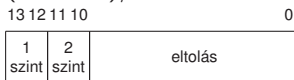
(a) Virtuális cím tagozódás:

4. feladat kétszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 14 bit ($N_V = 14$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(a) Virtuális cím tagozódás: laptábla bejegyzés száma = $(N_V - L)/2 = 2$

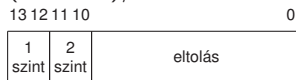


4. feladat kétszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 14 bit ($N_V = 14$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(a) Virtuális cím tagozódás: laptábla bejegyzés száma = $(N_V - L)/2 = 2$



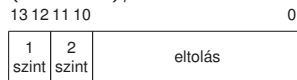
(d) Összes laptábla mérete ?

4. feladat kétszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 14 bit ($N_V = 14$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(a) Virtuális cím tagozódás: laptábla bejegyzés száma = $(N_V - L)/2 = 2$



(d) Összes laptábla mérete ?

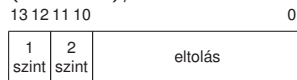
1 laptábla mérete = bejegyzés száma \times 1 bejegyzés mérete = $2^2 \times 2\text{byte} = 8 \text{ byte}$

4. feladat kétszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 14 bit ($N_V = 14$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(a) Virtuális cím tagozódás: laptábla bejegyzés száma = $(N_V - L)/2 = 2$



(d) Összes laptábla mérete ?

1 laptábla mérete = bejegyzés száma \times 1 bejegyzés mérete = $2^2 \times 2\text{byte} = 8\text{ byte}$

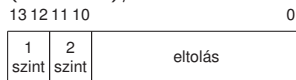
laptábla száma = 1 első szintű + 4 másod szintű = 5

4. feladat kétszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 14 bit ($N_V = 14$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(a) Virtuális cím tagozódás: laptábla bejegyzés száma = $(N_V - L)/2 = 2$



(d) Összes laptábla mérete ?

1 laptábla mérete = bejegyzés száma \times 1 bejegyzés mérete = $2^2 \times 2\text{byte} = 8\text{ byte}$

laptábla száma = 1 első szintű + 4 másod szintű = 5

Összes = $5 \times 8\text{ byte} = 40\text{ byte}$

4. feladat kétszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 14 bit ($N_V = 14$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(e) Optimálisan mennyi a laptáblák által elfoglalt memória?

4. feladat kétszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 14 bit ($N_V = 14$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(e) Optimálisan mennyi a laptáblák által elfoglalt memória?
2 szintű laptábla esetén:

4. feladat kétszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 14 bit ($N_V = 14$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(e) Optimálisan mennyi a laptáblák által elfoglalt memória?
2 szintű laptábla esetén: $2 \times 8 \text{ byte} = 16 \text{ byte}$.

4. feladat kétszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 14 bit ($N_V = 14$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(e) Optimálisan mennyi a laptáblák által elfoglalt memória?

2 szintű laptábla esetén: $2 \times 8 \text{ byte} = 16 \text{ byte}$.

1 szintű laptábla esetén:

4. feladat kétszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 14 bit ($N_V = 14$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(e) Optimálisan mennyi a laptáblák által elfoglalt memória?

2 szintű laptábla esetén: $2 \times 8 \text{ byte} = 16 \text{ byte}$.

1 szintű laptábla esetén: $16 \times 2 \text{ byte} = 32 \text{ byte}$.

4. feladat kétszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 14 bit ($N_V = 14$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(b) Hány lap fér a memóriába?

4. feladat kétszintű laptábla

Adatok:

- virtuális cím: 14 bit ($N_V = 14$)
- fizikai cím: 13 bit ($N_F = 13$)
- lapméret : 2^{10} byte azaz 1 Kbyte ($L = 10$)
- laptábla bejegyzésének a mérete: 16 bit

(b) Hány lap fér a memóriába? $N_F = 13, L = 10$ tehát keretek azonosítására 3 bit marad, aza $2^3 = 8$?

4. feladat kétszintű laptábla

(f) Feltéve, hogy nincs laphiba, hány memóriaművelet kell a címfordításhoz TLB hiba, ill. TLB találat esetén?

4. feladat kétszintű laptábla

(f) Feltéve, hogy nincs laphiba, hány memóriaművelet kell a címfordításhoz TLB hiba, ill. TLB találat esetén?

TLB hiba esetén: 2

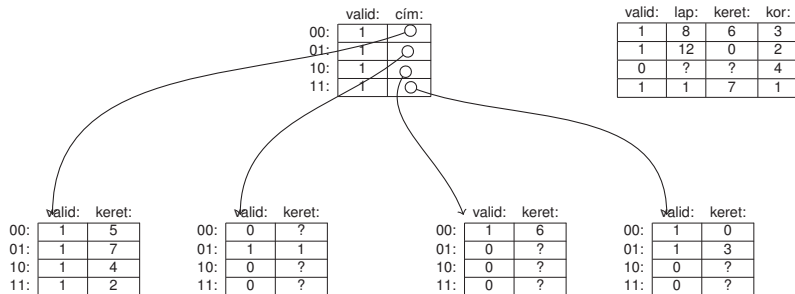
4. feladat kétszintű laptábla

(f) Feltéve, hogy nincs laphiba, hány memóriaművelet kell a címfordításhoz TLB hiba, ill. TLB találat esetén?

TLB hiba esetén: 2

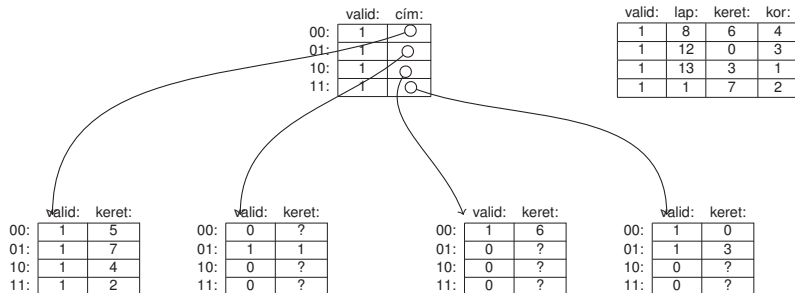
TLB találat esetén: 0

4. feladat



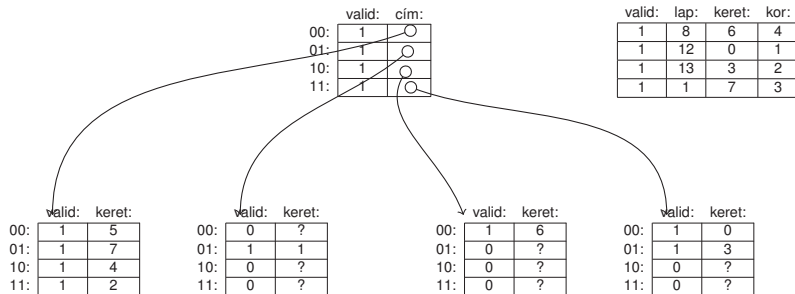
1 lépés 13 Lap (1101)

4. feladat



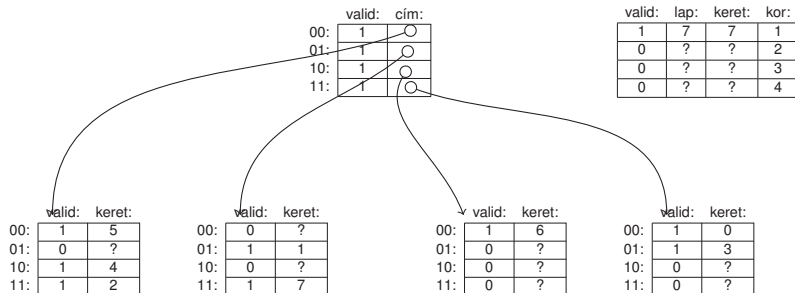
1 lépés 12 Lap (1100)

4. feladat



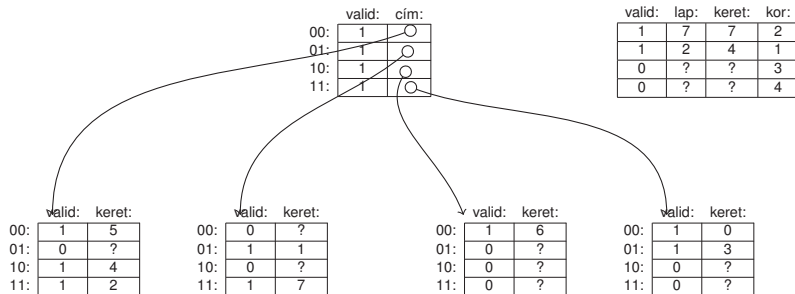
3 lépés 7 Lap (0111)

4. feladat



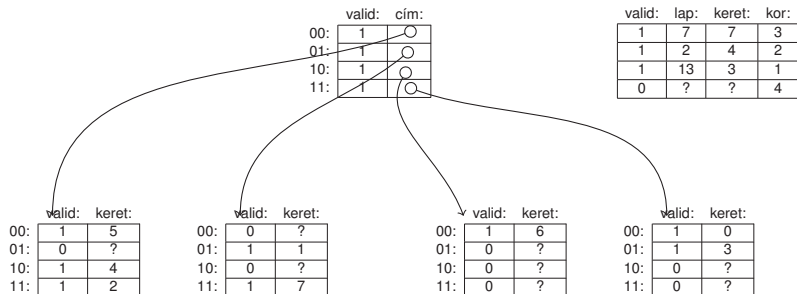
5 lépés 2 Lap (0010)

4. feladat



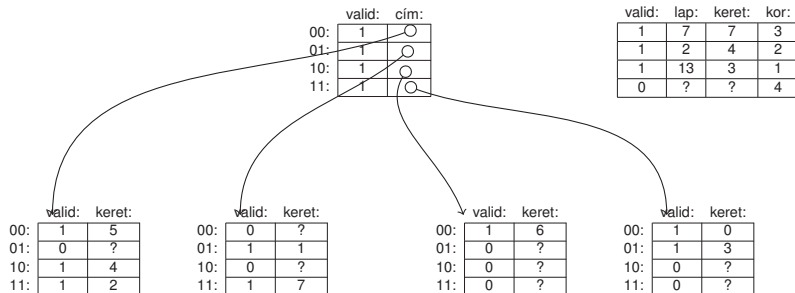
6 lépés 13 Lap (1101)

4. feladat



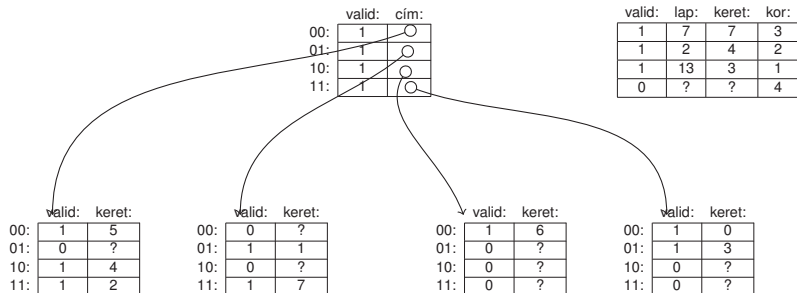
6 lépés után vége

4. feladat



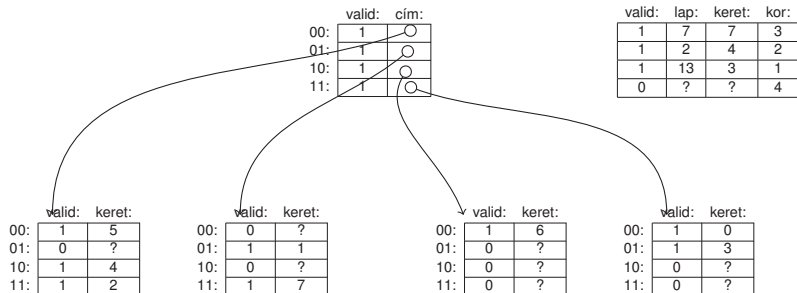
6 lépés után vége
TLB találat:

4. feladat



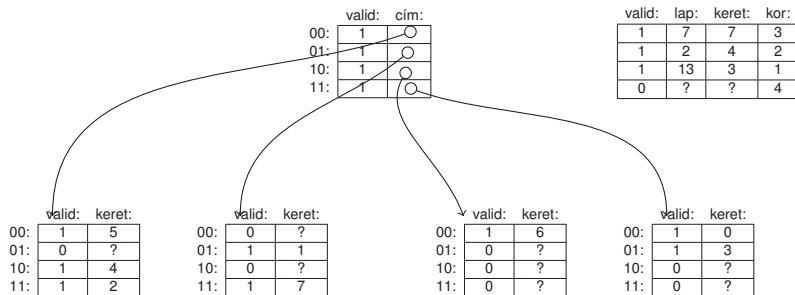
6 lépés után vége
TLB találat: 1

4. feladat



6 lépés után vége
TLB találat: 1

4. feladat

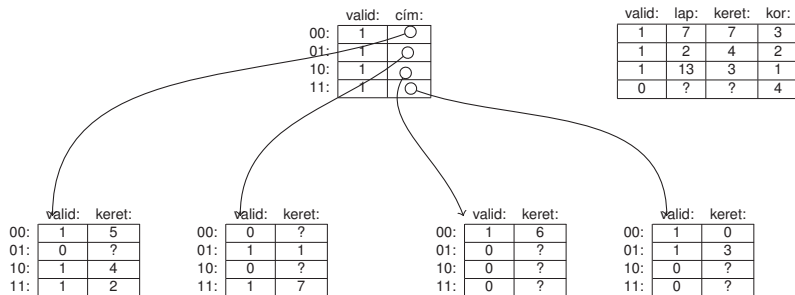


6 lépés után vége

TLB találat: 1

Laphiba:

4. feladat



6 lépés után vége

TLB találat: 1

Laphiba: 1