

MEMÒRIA VIRTUAL

Pàgina virtual: Bloc de memòria contigua i de grandària fixa T d'un programa.

Nº de pàg. Virtual: N° id. de cada pàg. (VPN). $VPN = \frac{A}{T}$ on A és l'adreça.

En aquest cas fixarem la pàg. a un espai dispo. no hi ha etiq.

Març de pàgina: Subdivisió contigua de grandària T de 6 MF. Cadascuna tindrà un PPN.

MMU: Proporciona així al sistema operatiu. Tradueix adreça lògica (virtual) per l'adreça física on es troba.

Taula de pàgines

Mateix tamany que nº d'entrades. \nexists El VPN no està dins la taule.

VPN	P	M	PPN

P és bit validesa, M és com bit Dirty.
Page Table Entry (PTE)

Cada programa té la seva taule.

Proces actiu: Programes en execució. Si canviem de proces actiu s'incrementa canvi de context.

Aquests canvis ho fa el S.O. // # Hi ha registre especial que apunta dir. mem. on està la taule del proces.

Fallada de pàgines

Quan la CPU referencia a una adreça lògica pertanyent a una pàg. que no es troba en MF.

El bit de Presència de l'entrada en TP corresponent al VPN val '0'.

Quan això passa cal:
- Llegir del disc la pàg. # Un cop s'ha comprovat que és una adreça vàlida.
- Carregar-la en un març de pàg en MF.

SWAP: Emmagatzem les pàgines med. i que ha hagut de reemplaçar-se (temporalment).

NOTA: El bit P val 0 per pàgines invàlides (Aquelles que no estan en el rang de mem. virtual assignats per aquell proces). Quan això passa \Rightarrow Segmentation Fault.

TLB

VPN	V	M	PPN

"Còpia de les últimes entrades de la T.P."

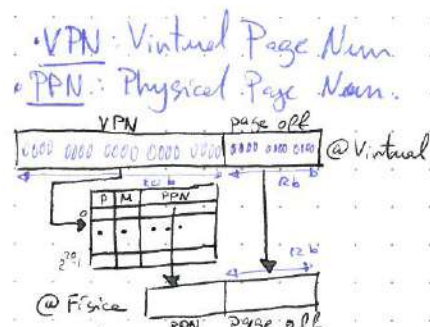
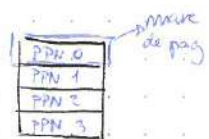
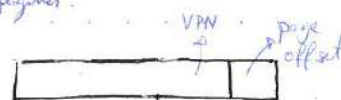
Fa com de cache per la T.P. Quan hi ha miss en TLB reemplaça aleatòriament (ex. LRU).

Si hi ha algun amb $V=0 \rightarrow$ Reemplaça aquell.

Després de copiar la info. del T.P. al TLB reinicieu tot el proces.

Si és escriptura i $M=0 \Rightarrow$ Modifiquem $M=1$

Per exemple: les variables read-only poden estar en 1 mateix o var. pàgines.



Proteus i Compartició

7.1

• Espai d'adreces de programes (grand. M.V). $= 16 \text{ MB} = 2^{24}$

• Espai mem. física $= 16 \text{ KB} = 2^{14}$

• Mida pàg. $= 256 \text{ B} = 2^8$

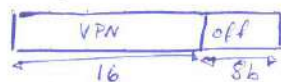
Cada prog. pot tindre 3 pàg. simultàniament. (Sino <RU).

a) Indica dim. Taule de pag.

Sabem que una pàgina conté $256 \text{ B} = 2^8 \text{ B}$ i el offset serveix per identificar quina part d'aquesta pàgina es vol accedir. Page offset = 8b

Ara hem de saber quantes pàg. caben en 6 M.V $2^{24} \div 2^8 = 2^{24-8} = 2^{16} \text{ M}^e \text{ de pàgines virtuals}$

Això també vol dir que la mida del VPN és 16b



Un cop acabat amb la part virtual, hem de saber la info de la física.

Sabem que Page Table Entry té 2b $\xrightarrow{P} M$ i hem de saber quants bits de PPN.

Per lògica hem de saber quantes pàg. caben en la nostra Mem Física. (Tot i que no passa res si hi ha més pàg. en la virtual). $2^{14} \div 2^8 = 2^{14-8} = 2^6 \text{ M}^e \text{ pàg. físiques}$

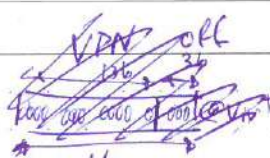
El PPN = 6b i Page Table Entry són 8b

b) Taule hi ha @ Vint. Omple la taule.

Adreça	Nº Pag	Fallada	Nº pag reemp.	LRU
000023	0	Si	—	0
000101	1	Si	—	0
000102	1	No	—	0
000200	2	Si	—	0
000010	0	No	—	1
000111	1	No	—	2
000416	4	Si	2	3
000520	5	Si	0	1
000101	4	No	—	4

3 pàg. ja hi ha carregades 3 pàg. i ho diu en l'at. Natx argument.

7.4.



Això sig que per buscar entre les pgs. necessitem 13b

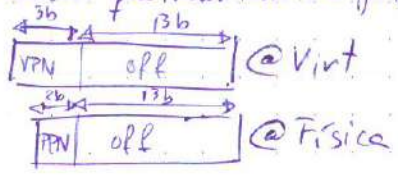
VPN	PM	PPN
0	0	0
1	0	0
2	1	0
3	1	0
4	1	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0

Pag	Pag Log.
0	2
1	3
2	4
3	-

16b @Virt; 15b @Física. Mida pag: 8KB

Adr. Log	VPN	PPN	Fall. Pag	Lec. disc	Esc. disc	Pag. vcom	VPN	PPN
E 4458	7	3	SI	NO	NO	NO	-	-
E 8666	4	2	NO	NO	NO	-	-	-
L 18BF	0	0	SI	SI	NO	-	-	-
E 5C44	2	1	SI	SI	NO	-	-	-
L 6600	3	2	SI	SI	SI	-	-	-
L 4000	2	1	NO	NO	NO	-	-	-

Veïem que necessitem 13b per id. en taule

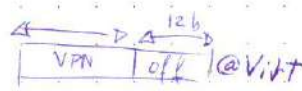


M.F

0	VPN 2	VPN 0
1	VPN 3	VPN 2 ^D
2	VPN 4 ^D	VPN 3
3	VPN 7 ^D	

VPN = 0 però el dir 2 en que no ho trobem en comptes que a Física. Serà 15b.

7.6.



T. pàgina: 4KB, TLB = 4 entrades.

V	VPN	PPN
1	1	12
1	7	4
1	3	6
0	9	0

P	PPN
1	5
0	-
0	-
2	6
1	9
1	11
0	-
0	-
1	3
1	12

a) Indica estat final TLB; T.P. i digues fal·laça.

Llista: 4095 $\equiv 0 \times \text{OFFF} \Rightarrow \text{VPN} = 0, \text{off} = \text{FFF}$
 TLB: M " T.P = H

31272 $\equiv 0 \times 7A28 \Rightarrow \text{VPN} = 7, \text{TLB} = \text{H}$

15789 $\equiv 0 \times 3DAD \Rightarrow \text{VPN} = 3, \text{TLB} = \text{H}$

15000 $\equiv 0 \times 3A98 \Rightarrow \text{VPN} = 3, \text{TLB} = \text{H}$

7193 $\equiv 0 \times 1C19 \Rightarrow \text{VPN} = 1, \text{TLB} = \text{M}, \text{TP} = \text{M}$

4096 $\equiv 0 \times 1000 \Rightarrow \text{VPN} = 4, \text{TLB} = \text{H}$ Fixat que mod 7, 3, 1, 2

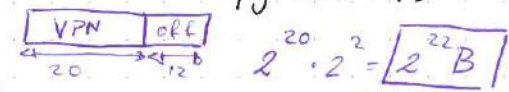
8912 $\equiv 0 \times 22D0 \Rightarrow \text{VPN} = 2, \text{TLB} = \text{M}$

b) Matar que "a)" però 16KB T. pag #Ultim 2b.

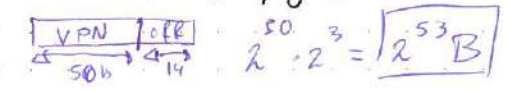
- 4095 $\equiv 0 \times \text{OFFF} \Rightarrow \text{VPN} = 0 \mid \text{TLB} = \text{M} \quad \text{TLB}[3] = \text{TP}[0]$
- 31272 $\equiv 0 \times 7A28 \Rightarrow \text{VPN} = 1 \mid \text{TLB} = \text{M} \quad \text{TLB}[0] = \text{TP}[4] \quad \text{TP}[1] = 13$
- 15789 $\equiv 0 \times 3DAD \Rightarrow \text{VPN} = 0 \mid \text{TLB} = \text{H}$
- 15000 $\equiv 0 \times 3A98 \Rightarrow \text{VPN} = 0 \mid \text{TLB} = \text{H}$
- 7193 $\equiv 0 \times 1C19 \Rightarrow \text{VPN} = 0 \mid \text{TLB} = \text{H}$
- 4096 $\equiv 0 \times 1000 \Rightarrow \text{VPN} = 0 \mid \text{TLB} = \text{H}$
- 8912 $\equiv 0 \times 22D0 \Rightarrow \text{VPN} = 0 \mid \text{TLB} = \text{H}$

c) Digues mida TP en cada cas

@Virt 32b | T. pag = 4KB | 4B



@Virt 64b | T. pag = 16KB | 8B



EC Examen de Problemes

Exercici 1. Mecanisme de traducció amb taula de pàgines (Ex. Final 2011-2012 Q2)

Disposem d'un processador de 16 bits amb sistema de memòria virtual paginada que té les següents característiques:

- Pàgines de 4 Kbytes (2^{12} bytes) $2^{16} = 2^{12} \cdot 2^4$
- Espai d'adreces dels programes = 64 Kbytes (2^{16} bytes) $2^{16} = 2^{12} \cdot 2^4$
- Espai de memòria física = 16 Kbytes (2^{14} bytes) $2^{14} = 2^{12} \cdot 2^2$
- Reemplaçament pàgines físiques: LRU

- a) Quins bits de l'adreça lògica serviran per conèixer el número de pàgina lògica (virtual page number o VPN)? Quantes pàgines virtuals hi ha en total? **4b, 16 pàgines**
- b) Quantes pàgines físiques hi ha en total? Quin és el tamany (en bits) d'una entrada de la TP? **$2^2 = 4$ pag. físiques / 4b = PTE**

Considerem els següents continguts inicials d'una part de la taula de pàgines. Suposarem que inicialment la pàgina física 3 (PPN = 3) està lliure. Per al funcionament de l'algorisme LRU suposarem que les pàgines físiques han estat accedides en aquest ordre: 0, 2, 1 (de la que fa més temps a la més recent).

	V	D	PPN
0	0	0	-
1	0	0	-
2	0	0	-
3	1	1	0
4	1	0	2
5	1	0	1
6	0	0	3
...

7 1 0 0

Table 1: TP

fallada de pàg.
No té PPN

- c) La següent taula mostra una seqüència de referències a memòria (E: escriptura/ L: lectura). Emplena la taula fent servir la informació de la taula de pàgines.

PPN s'omple amb LRU

adr. lògica	VPN	fallada de pàg?	es llegirà del disc?	s'escriurà al disc?	PPN resultant
L:0x4FFF	4	NO	NO	NO	2
E:0x5401	5	NO	NO	NO	1
L:0x60A0	6	Si	Si	NO	3
L:0x7000	7	Si	Si	Si	0
E:0x30A0	3	Si	Si	NO	2
L:0x30A0	3	NO	NO	NO	2
L:0x4FFF	4	Si	Si	Si	1

(La que queda lliure)

- d) Suposarem ara que repetim l'apartat anterior però assumint que existeix un TLB de 2 entrades completament associatiu. Desconeixem l'algorisme de reemplaçament i l'estat inicial d'aquest TLB. Emplena la següent taula indicant quins seran els continguts finals del TLB. L'ordre en que disposis les entrades no serà tingut en compte.

V	D	VPN	PPN
1	1	3	2
1	0	4	1

Table 2: TLB

Fixet que aquí hi ha una modificació

- ③ Veiem que tenim 11b de offset i que la TP arriba fins $0xFFFF = 2^{16}$ així que $@Virt = 11 + 16 = 27b$
- ④ T-PAG del. quanta quantitat es guardarà en MF. Si 1 pag = $2^{12}b$ i tenim tota la MF dispo per memòria de $2^{17}b$ sig. que necessitem $2^{17} = 2^{12} \cdot 2^5$ pàgines per a poder arribar a cobrir la memòria $2^{17}b$. Tenim 64KB de mida i cada entrada ocupa 1B llavors hem de fer 64 div per veure el nº d'entrades.
- ⑤ Veig que PPN són 6b pg. tenim 2 entrades. Això sig $PTE = 1 + 1 + 6 = 8b = 1B$

Exercici 2. Taula de pàgines i introducció al TLB (Ex. Final 2012-2013 Q2)

Suposem un sistema amb pàgines de 2KB, on tota la memòria física de 128 KB està dedicada al meu procés, i on tenim la següent taula de pàgines, de mida 64KB (la resta d'entrades tenen el bit P=0):

T-PAG = $2^{16}b$
 MF = $2^{17}b$
 T-TP = $2^{16}b$
 @Virt = ?
 MV = ?
 Nº. pàgs. MF = ?

VPN (hex)	V	D	PPN (binari)
0x0000	0	0	000000
0x0001	1	1	000100
0x0002	1	0	000110
0x0003	1	0	000111
0x0004	1	1	001000
0x0005	1	0	000010
0x0006	0	0	000001
...
0xFFFF	0	0	0x0000

$2^{17} = 2^{12} \cdot 2^5$
 $2 = 2 \cdot 2^1$
 $2^5 = 32$

Table 3: TP

- a) Quina mida té la memòria virtual? $2^{16} \cdot 2^5 = 2^{21} = 128MB$
- b) Quants bits tenen les adreces virtuals? 27
- c) Quants marcs de pàgina té la memòria física? 64

Considerem els següents continguts inicials d'un TLB de 4 entrades.

V	D	VPN	PPN
1	1	0x0001	4 (entrada que fa més temps que no s'utilitza)
1	0	0x0003	7
1	1	0x0004	8
1	0	0x0005	2

Table 4: TLB

Si el processador genera una adreça virtual = 0x30A4. 00111010001010100

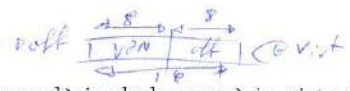
- a) Quina és la VPN generada (en hexadecimal)? 0x6
- b) Es produeix fallada de TLB (SI/NO)? Si
- c) Es produeix fallada de pàgina (SI/NO)? Si pg. bit de presència = 0
- d) S'escriu alguna pàgina al disc (en cas afirmatiu, indiqueu quina pàgina virtual)?

~~NO pg. la pàgina al disc momentàniament no hi hagi fallada de pg i no hi hagi cap pàgina disponible per la pg. En aquest cas si que hi ha de TLB però està incompleta i com que l'entrada de VPN = 0x5 té PPN assignat, no hi ha problema.~~

NO pg. la pg. al disc momentàniament no hi hagi cap fallada de disc i no hi hagi cap marc de pg. disponible per la pg. En aquest cas si que hi ha una fallada de pg. però com que l'entrada de VPN 0x0006 ja té un PPN i no hi ha fet falta agafar el PPN d'alguna entrada amb D=1, llavors guardem el marc de pàgina al seu contenidor i ja.

Exercici 3. TLB (Ex. Final 2012-2013 Q1)

Disposen d'un processador de 16 bits amb sistema de memòria virtual paginada que té les següents característiques:

- Pàgines de 256 bytes (2^8 bytes) *offset* 
 - Espai d'adreces dels programes (grandària de la memòria virtual) = 64 Kbytes (2^{16} bytes) *$2^{16} = 2^8 \cdot 2^8 \Rightarrow 2^8$ entrades*
 - Espai de memòria física = 4 Kbytes (2^{12} bytes) *$2^{12} = 2^8 \cdot 2^4 \Rightarrow 2^4$ entrades*
 - Reemplaçament pàgines físiques: LRU
- a) Quins bits de l'adreça lògica serviran per conèixer el número de pàgina lògica (virtual page number o VPN)? Quantes pàgines virtuals hi ha en total? *8 bits, 2^8 entrades*
- b) Quantes pàgines físiques hi ha en total? Quin és el tamany (en bits) d'una entrada de la TP? *2^4 entrades, 16 bits (1+1+4)*

Considerem els següents continguts inicials del TLB. Per al funcionament de l'algorisme LRU suposarem que les entrades han estat accedides en el mateix ordre que apareixen a la taula

1/0/0/1

V	D	Etiqueta	PPN
1	0	11 0B	1 (entrada que fa més temps que no s'utilitza)
1	0	12 0C	2
1	1	13 0D	3
1	0	14 0E	4

t

Table 5: TLB

Considerem també els següents continguts inicials d'una part de la taula de pàgines. Suposarem que la resta d'entrades estan buides (P=0 i D=0) i que les pàgines físiques que no apareixen a la taula (PPN = 5, 6, 7, etc.) estan lliures. Per a noves pàgines assignades de MP, s'assignaran números de pàgina física (PPN) correlatius, a partir del número de pàgina física lliure major (és a dir, PPN = 5, 6, 7, etc.).

VPN	V	D	PPN
...	0	0	-
0A	10	1	0
0B	11	1	0
0C	12	1	0
0D	13	1	1
0E	14	1	0
0F	15	0	0
10	16	0	0
...	0	0	-

Table 6: TP

- c) La següent taula mostra una seqüència de referències a memòria (E: escriptura/ L: lectura). Emplena la taula fent servir la informació del TLB i la taula de pàgines.

adr. lògica	VPN	TLB miss	VPN _{TLB} out	fallada TP	lect. disc?	esc. disc?	PPN final
L:0x0E10	0E	NO	—	NO	NO	NO	4
E:0x0A20	0A	SI	0B	NO	NO	NO	0
L:0x0B30	0B	SI	0C	NO	NO	NO	2
L:0x0F40	0F	SI	0D	SI	SI	NO	5
E:0x1050	10	SI	0E	SI	SI	NO	6

→ Tg em asseguren que sempre tindrem PPNs dispo