

Esercizi Cache



organizzazione e tecniche di allocazione

Es4b: Ripetere l'esercizio precedente nel caso di una cache ad associazione diretta di 8 blocchi, ognuno costituito da 2 parole.

Es4c: Con riferimento alle sequenze mostrate nell'es4a, supponendo di avere una cache ad associazione diretta in grado di memorizzare 8 parole, quale fra le sequenti dimensioni di blocco

- a) 1 parola
- b) 2 parole
- c) 4 parole

è la più conveniente (minimizza il numero di miss) ?

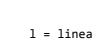
Es4d: Ripetere l'esercizio 4a nel caso di una cache ad associazione a 2 vie in grado di memorizzare 16 blocchi, ognuno costituito da 1 parola.





Soluz. Es4b:

- trattandosi di una cache con associazione diretta, l'indirizzo di memoria centrale deve essere suddiviso nei campi etichetta, linea, e parola, ed in particolare:
 - poiché un blocco è costituito da 2 parole, il campo parola è di 1 bit
 - il campo linea sarà costituito da 3 bit in quanto occorre indirizzare 8 (= 23) linee (blocchi) di cache
 - il campo tag sarà quindi cosituito dai rimanenti 28 bit più significativi
- di seguito si mostra, per ogni sequenza di indirizzi, la corrispondente sequenza di hit e miss



p = parola

	Sequenza 1	h/m	cache
	[tag <mark>1</mark> p]		
1	000000000000000000000000000000000000000	miss	blocco $1_{dec}/2 = 0_{dec}$ in linea 000
2	00000000000000000000000000000000000000	miss	blocco $134_{dec}/2 = 67_{dec}$ in linea 011
3	0000000000000000000000001101 <mark>010</mark> 0	miss	blocco $212_{dec}/2 = 106_{dec}$ in linea 010
4	000000000000000000000000000000000000000	hit	
5	000000000000000000000000000000000000000	hit	
6	0000000000000000000000001101 <mark>010</mark> 1	hit	
7	0000000000000000000000001010 <mark>001</mark> 0	miss	blocco $162_{dec}/2 = 81_{dec}$ in linea 001
8	0000000000000000000000001010 <mark>000</mark> 1	miss	blocco $161_{dec}/2 = 80_{dec}$ in linea 000 a
9	000000000000000000000000000000000000000	miss	blocco $2_{dec}/2 = 1_{dec}$ in linea 001 b
10	0000000000000000000000000000010 <mark>110</mark> 0	miss	blocco $44_{dec}/2 = 22_{dec}$ in linea 110
11	000000000000000000000000000010 <mark>100</mark> 1	miss	blocco $41_{dec}/2 = 20_{dec}$ in linea 100
12	0000000000000000000000001101 <mark>110</mark> 1	miss	blocco $221_{dec}/2 = 110_{dec}$ in linea 110 c

```
a = [ \emptyset_{dec} \text{ out} ]
b = [81_{dec} \text{ out} ]
c = [22_{dec} \text{ out} ]
```



```
l = linea
p = parola
```

```
| 1 |p]
                     tag
                                              miss blocco 4_{\rm dec}/2 = 2_{\rm dec} in linea 010 miss blocco 214_{\rm dec}/2 = 102_{\rm dec} in linea 011 miss blocco 175_{\rm dec}/2 = 87_{\rm dec} in linea 111
      1
2
      3
      0000000000000000000000001010{\color{red} 111} 1
4
      0000000000000000000000001101 \\ 0110
                                              hit
5
      hit
                                                    blocco 84_{dec}/2 = 42_{dec} in linea 010 a blocco 65_{dec}/2 = 32_{dec} in linea 000
      0000000000000000000000000101 \\ 010 \\ 0
6
                                              miss
7
      miss
8
      00000000000000000000000001010{\color{red} 1110}
                                               hit
9
      hit
                                                    blocco 105_{dec}/2 = 52_{dec} in linea 100
10
      000000000000000000000000001101001
                                              miss
      11
                                              hit
      000000000000000000000000110101111
```

```
a = [2_{dec} out]
```





Soluz. 4c:

- trattandosi di una cache con associazione diretta, l'indirizzo di memoria centrale deve essere suddiviso nei campi etichetta, linea, e parola, ed in particolare:
- a) blocco costituito da una sola parola:
 il campo parola ha 0 bit; il campo linea sarà costituito da 3 bit in quanto occorre indirizzare 8 (= 2³) linee (blocchi) di cache; il campo tag sarà quindi costituito da (32 3 0) = 29 bit;
- b) blocco costituito da 2 parole: il campo parola ha 1 bit (2¹ parole); il campo linea sarà costituito da 2 bit in quanto occorre indirizzare 4 (= 2²) linee (blocchi) di cache; il campo tag sarà quindi costituito da (32 – 2 – 1) = 29 bit;
- blocco costituito da 4 parole:
 il campo parola ha 2 bit (2º parole); il campo linea sarà costituito da 1 bit in quanto occorre indirizzare 2 (= 2¹) linee (blocchi) di cache; il campo tag sarà quindi cosituito da (32 1 2) = 29 bit.



Blocco di 1 parola

```
|linea|
                   tag
     1<sub>dec</sub> in linea 001
1
                                            miss blocco
2
     miss
                                                  blocco 134<sub>dec</sub> in linea 110
3
     000000000000000000000000110101000
                                            miss
                                                  blocco 212<sub>dec</sub> in linea 100
4
     hit
                                            miss blocco 135_{\rm dec} in linea 111
5
     00000000000000000000000010000111
                                            miss blocco 213<sub>dec</sub> in linea 101
     00000000000000000000000001101010101
6
7
     000000000000000000000000010100{\color{red}010}
                                            miss blocco 162_{\rm dec} in linea 010
8
     00000000000000000000000010100{\color{red}001}
                                            miss
                                                  blocco 161<sub>dec</sub> in linea 001 [ 1<sub>dec</sub> out]
     9
                                            miss blocco 2_{dec} in linea 010 [162_{dec} out]
10
     0000000000000000000000000000101100
                                            miss blocco 44_{\rm dec} in linea 100 [212_{\rm dec} out]
     miss blocco 41_{dec} in linea 001 [161_{dec} out]
11
     000000000000000000000000011011101
                                            miss blocco 221_{dec} in linea 101 [213<sub>dec</sub> out]
```

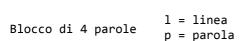
Blocco di 1 parola

```
linea
                   tag
                                              blocco
     4<sub>dec</sub> in linea 100
1
                                          miss
2
     00000000000000000000000000110101100110
                                                blocco 214_{\rm dec} in linea 110
                                          miss
                                                blocco 175<sub>dec</sub> in linea 111
3
     00000000000000000000000000010101111
                                          miss
4
     000000000000000000000000011010110
                                          hit
5
     hit
6
     miss
                                                blocco 84<sub>dec</sub> in linea 100 [ 4<sub>dec</sub> out]
7
     miss
                                                blocco 65<sub>dec</sub> in linea 001
8
     00000000000000000000000000000101110
                                                blocco 174_{dec} in linea 110 [214<sub>dec</sub> out]
                                          miss
9
     blocco 64_{dec} in linea 000
                                          miss
10
     00000000000000000000000001101001
                                          miss
                                                blocco 105_{dec} in linea 001 [ 65_{dec} out]
11
     blocco 85<sub>dec</sub> in linea 101
                                          miss
12
     0000000000000000000000000110101111
                                              blocco 215<sub>dec</sub> in linea 111 [175<sub>dec</sub> out]
                                          miss
```



Blocco di 2 parole $\begin{array}{c} 1 = linea \\ p = parola \end{array}$

```
|1|p]
     [
                    tag
     1
                                             miss
                                                   blocco 4_{dec}/2 = 2_{dec} in linea 10
                                                   blocco 214_{dec}/2 = 107_{dec} in linea 11
2
     00000000000000000000000011010110
                                             miss
3
      0000000000000000000000000010101111
                                             miss
                                                   blocco 175_{dec}/2 = 87_{dec} in linea 11 a
                                                   blocco 214_{dec}/2 = 102_{dec} in linea 11 b
4
      0000000000000000000000000011010110
                                             miss
      5
                                             hit
     blocco 84_{dec}/2 = 42_{dec} in linea 10 c
6
                                             miss
                                                   blocco 65_{dec}/2 = 32_{dec} in linea 00 blocco 174_{dec}/2 = 87_{dec} in linea 11 d
7
      miss
8
     000000000000000000000000010101 \\ {11}0
                                             miss
     9
                                             hit
10
      miss
                                                   blocco 105_{dec}/2 = 52_{dec} in linea 00 e
     000000000000000000000000000000101010101
11
                                             hit
      000000000000000000000000110101111
                                                  blocco 215_{dec}/2 = 102_{dec} in linea 11 f
12
                                             miss
       a = [102_{dec} \text{ out}]
      b = [87_{dec} \text{ out}]
c = [2_{dec} \text{ out}]
       d = [102_{dec} \text{ out}]
       e = [ 32<sub>dec</sub> out]
       f = [87_{dec} \text{ out}]
```



	Sequenza 1	h/m	cache		
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	[tag 1 p] 000000000000000000000000000000000000	miss miss hit miss miss miss	blocco $212_{dec}/4 = 53_{dec}$ in linea 1 a blocco $135_{dec}/4 = 33_{dec}$ in linea 1 b blocco $213_{dec}/4 = 53_{dec}$ in linea 1 c blocco $162_{dec}/4 = 40_{dec}$ in linea 0 d blocco $2_{dec}/4 = 0_{dec}$ in linea 0 e		
$a = [33_{dec} \text{ out}] $ $b = [53_{dec} \text{ out}] $ $c = [33_{dec} \text{ out}] $ $d = [0_{dec} \text{ out}] $ $e = [40_{dec} \text{ out}] $					



```
tag
                                         |1|p]
                                                     miss blocco 1_{dec}/4 = 0_{dec} in linea 0
       1
2
       000000000000000000000000010000110\\
                                                            blocco 134_{dec}/4 = 33_{dec} in linea 1
                                                     miss
                                                            blocco 212_{dec}/4 = 53_{dec} in linea 1 a
3
       00000000000000000000000011010{\color{red} 100}
                                                     miss
4
       hit
5
       00000000000000000000000000000000111
                                                     miss
                                                            blocco 135_{dec}/4 = 33_{dec} in linea 1 b
       0000000000000000000000001101010101
                                                           blocco 213_{dec}/4 = 53_{dec} in linea 1 c
6
                                                     miss
7
       blocco 162_{dec}/4 = 40_{dec} in linea 0 d
                                                     miss
8
       00000000000000000000000010100001
                                                     hit
9
       blocco 2_{dec}/4 = 0_{dec} in linea 0 = 0
                                                     miss
                                                     miss blocco 44_{\rm dec}/4=11_{\rm dec} in linea 1 f miss blocco 41_{\rm dec}/4=10_{\rm dec} in linea 0 g
10
       000000000000000000000000000101{\color{red}100}
       000000000000000000000000000000101001
11
12
       00000000000000000000000011011 \\ 101
                                                           blocco 221_{dec}/4 = 55_{dec} in linea 1 h
                                    f = [ 53_{dec} \text{ out} ] 
 g = [ 0_{dec} \text{ out} ] 
 h = [ 11_{dec} \text{ out} ] 
        a = \begin{bmatrix} 33_{dec} \text{ out} \end{bmatrix}
        b = [53_{dec} \text{ out}]
        c = [33_{dec} out]
        d = [ 0_{dec} out]
        e = [40_{dec} \text{ out}]
```



Blocco di 4 parole $\begin{array}{c} 1 = linea \\ p = parola \end{array}$

	Sequenza 2	h/m	cache
1 2 3 4 5 6 7 8 9	[tag 1 p] 000000000000000000000000000000000000	miss miss miss miss miss miss miss hit	blocco $4_{dec}/4 = 1_{dec}$ in linea 1 blocco $214_{dec}/4 = 53_{dec}$ in linea 1 a blocco $175_{dec}/4 = 43_{dec}$ in linea 1 b blocco $214_{dec}/4 = 53_{dec}$ in linea 1 c blocco $4_{dec}/4 = 1_{dec}$ in linea 1 d blocco $84_{dec}/4 = 21_{dec}$ in linea 1 e blocco $65_{dec}/4 = 16_{dec}$ in linea 0 blocco $174_{dec}/4 = 43_{dec}$ in linea 1 f
11 12	000000000000000000000001010 <mark>10</mark> 1 0000000000	miss miss	blocco $85_{dec}/4 = 21_{dec}$ in linea 1 h blocco $215_{dec}/4 = 53_{dec}$ in linea 1 i
	$ \begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$	t] t]	



Riassumendo i risultati ottenuti abbiamo:

Dimensione blocco	Numero totale miss	Numero totale hit	Migliore
1	21	3	v
4	18 21	6 3	X



Esercizi Cache



organizzazione e tecniche di allocazione

Es4c: Con riferimento alle sequenze mostrate nell'es4a, supponendo di avere una cache ad associazione diretta in grado di memorizzare 8 parole, quale fra le seguenti dimensioni di blocco

- a) 1 parola
- b) 2 parole
- c) 4 parole

è la più conveniente (minimizza il numero di miss) ?

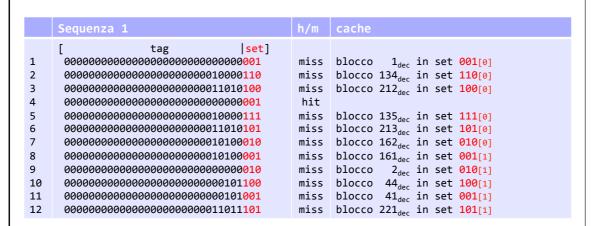
Es4d: Ripetere l'esercizio 4a nel caso di una cache ad associazione a 2 vie in grado di memorizzare 16 blocchi, ognuno costituito da 1 parola.





Soluz. Es4d:

- trattandosi di una cache con associazione a 2 vie, l'indirizzo di memoria centrale deve essere suddiviso nei campi etichetta, set, e parola, ed in particolare:
 - poiché un blocco è costituito da 1 parola, il campo parola è di 0 bit
 - il campo set sarà costituito da 3 bit in quanto: il numero totale di linee della cache è 16 (= 2^4), che devono essere organizzate in gruppi di 2 linee (vie) ognuno; pertanto il numero di gruppi (set) è 8 (= $2^4/2$)
 - il campo tag sarà quindi costituito dai rimanenti (32-3-0) = 29 bit più significativi
- di seguito si mostra, per ogni sequenza di indirizzi, la corrispondente sequenza di hit e miss



```
set 001[0] si riferisce alla linea 0 del set 001
set 001[1] si riferisce alla linea 1 del set 001
```



```
tag
     1
                                           miss
                                                blocco 4<sub>dec</sub> in set 100[0]
                                                 blocco 214<sub>dec</sub> in set 110[0] blocco 175<sub>dec</sub> in set 111[0]
2
     00000000000000000000000011010110
                                           miss
3
     000000000000000000000000010101111
                                           miss
4
     0000000000000000000000000011010110
                                           hit
     5
                                            hit
     miss blocco 84<sub>dec</sub> in set 100[1]
6
7
     000000000000000000000000010000001
                                           miss
                                                 blocco 65<sub>dec</sub> in set 001[0]
8
     000000000000000000000000010101 \\ 110
                                           miss
                                                 blocco 174<sub>dec</sub> in set 110[1]
     9
                                           miss blocco 64<sub>dec</sub> in set 000[0]
10
     00000000000000000000000001101001
                                           miss blocco 105_{dec} in set 001[1]
                                           miss blocco 85<sub>dec</sub> in set 101[0]
     11
                                                blocco 215<sub>dec</sub> in set 111[1]
     000000000000000000000000110101111
```

```
set 001[0] si riferisce alla linea 0 del set 001 set 001[1] si riferisce alla linea 1 del set 001
```