

# Esercizi Cache



## organizzazione e tecniche di allocazione

**Es4a:** Siano date le seguenti 2 sequenze di indirizzi di memoria (parole) emessi dalla CPU

	Sequenza 1	Sequenza 2
1	00000000000000000000000000000001	000000000000000000000000000000100
2	00000000000000000000000000000010000110	00000000000000000000000000000011010110
3	00000000000000000000000000000011010100	00000000000000000000000000000010101111
4	00000000000000000000000000000000000001	00000000000000000000000000000011010110
5	00000000000000000000000000000000000010000111	0000000000000000000000000000000000000100
6	00000000000000000000000000000011010101	0000000000000000000000000000001010100
7	00000000000000000000000000000010100010	0000000000000000000000000000000000000001
8	00000000000000000000000000000010100001	00000000000000000000000000000010101110
9	000000000000000000000000000000000000010	00
10	000000000000000000000000000000000000101100	001101001
11	000000000000000000000000000000000000101001	0000000000000000000000000000000000001010101
12	00000000000000000000000000000000000011011101	00000000000000000000000000000000000011010111

ed una cache ad associazione diretta di 16 blocchi di una parola. Dire come si decompongono gli indirizzi e determinare le corrispondenti sequenze di hit e miss



### Soluz.:

- 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 una sola parola, il campo parola è a dimensionalità nulla (0 bit)
  - il campo linea sarà costituito da 4 bit in quanto occorre indirizzare 16 (=  $2^4$ ) linee (blocchi) di cache
  - il campo tag sarà quindi costituito dai rimanenti 28 bit più significativi
- di seguito si mostra, per ogni sequenza di indirizzi, la corrispondente sequenza di hit e miss

	Sequenza 1	h/m	cache
	[ tag   linea]		
1	00010001	miss	blocco 1 <sub>dec</sub> in linea 0001
2	00010001110	miss	blocco 134 <sub>dec</sub> in linea 0110
3	00011010100	miss	blocco 212 <sub>dec</sub> in linea 0100
4	001	hit	
5	00010001111	miss	blocco 135 <sub>dec</sub> in linea 0111
6	00011010101	miss	blocco 213 <sub>dec</sub> in linea 0101
7	00010100010	miss	blocco 162 <sub>dec</sub> in linea 0010
8	00010100001	miss	blocco 161 <sub>dec</sub> in linea 0001 [ 1 <sub>dec</sub> out]
9	0010010	miss	blocco 2 <sub>dec</sub> in linea 0010 [162 <sub>dec</sub> out]
10	000101100	miss	blocco 44 <sub>dec</sub> in linea 1100
11	000101001	miss	blocco 41 <sub>dec</sub> in linea 1001
12	00011011101	miss	blocco 221 <sub>dec</sub> in linea 1101

	Sequenza 2	h/m	cache
	[ tag   linea]		
1	0001000	miss	blocco 4 <sub>dec</sub> in linea 0100
2	00011010110	miss	blocco 214 <sub>dec</sub> in linea 0110
3	00010101111	miss	blocco 175 <sub>dec</sub> in linea 1111
4	00011010110	hit	
5	00100	hit	
6	0001010100	miss	blocco 84 <sub>dec</sub> in linea 0100 [ 4 <sub>dec</sub> out]
7	0001000001	miss	blocco 65 <sub>dec</sub> in linea 0001
8	00010101110	miss	blocco 174 <sub>dec</sub> in linea 1110
9	0001000000	miss	blocco 64 <sub>dec</sub> in linea 0000
10	0001101001	miss	blocco 105 <sub>dec</sub> in linea 1001
11	0001010101	miss	blocco 85 <sub>dec</sub> in linea 0101
12	00011010111	miss	blocco 215 <sub>dec</sub> in linea 0111

## 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 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. 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 ( $= 2^3$ ) linee (blocchi) di cache
- il campo tag sarà quindi costituito dai rimanenti 28 bit più significativi

- di seguito si mostra, per ogni sequenza di indirizzi, la corrispondente sequenza di hit e miss

l = linea  
p = parola

	Sequenza 1	h/m	cache
	[ tag   l   p]		
1	00000000000000000000000000000001	miss	blocco $1_{dec}/2 = 0_{dec}$ in linea <b>000</b>
2	000000000000000000000000000010000110	miss	blocco $134_{dec}/2 = 67_{dec}$ in linea <b>011</b>
3	0000000000000000000000000011010100	miss	blocco $212_{dec}/2 = 106_{dec}$ in linea <b>010</b>
4	000000000000000000000000000000000001	hit	
5	000000000000000000000000000010000111	hit	
6	0000000000000000000000000011010101	hit	
7	0000000000000000000000000000010100010	miss	blocco $162_{dec}/2 = 81_{dec}$ in linea <b>001</b>
8	0000000000000000000000000000010100001	miss	blocco $161_{dec}/2 = 80_{dec}$ in linea <b>000 a</b>
9	0000000000000000000000000000000000010	miss	blocco $2_{dec}/2 = 1_{dec}$ in linea <b>001 b</b>
10	0000000000000000000000000000000101100	miss	blocco $44_{dec}/2 = 22_{dec}$ in linea <b>110</b>
11	00000000000000000000000000000101001	miss	blocco $41_{dec}/2 = 20_{dec}$ in linea <b>100</b>
12	0000000000000000000000000000011011101	miss	blocco $221_{dec}/2 = 110_{dec}$ in linea <b>110 c</b>

a = [  $0_{dec}$  out]  
b = [  $81_{dec}$  out]  
c = [  $22_{dec}$  out]

l = linea  
p = parola

	Sequenza 2	h/m	cache
	[ tag   l   p]		
1	00000000000000000000000000000100	miss	blocco $4_{dec}/2 = 2_{dec}$ in linea <b>010</b>
2	0000000000000000000000000011010110	miss	blocco $214_{dec}/2 = 107_{dec}$ in linea <b>011</b>
3	000000000000000000000000000001010111	miss	blocco $175_{dec}/2 = 87_{dec}$ in linea <b>111</b>
4	0000000000000000000000000011010110	hit	
5	000000000000000000000000000000000100	hit	
6	000000000000000000000000000001010100	miss	blocco $84_{dec}/2 = 42_{dec}$ in linea <b>010 a</b>
7	00000000000000000000000000000100001	miss	blocco $65_{dec}/2 = 32_{dec}$ in linea <b>000</b>
8	000000000000000000000000000001010110	hit	
9	000000000000000000000000000000000100000	hit	
10	000000000000000000000000000001101001	miss	blocco $105_{dec}/2 = 52_{dec}$ in linea <b>100</b>
11	000000000000000000000000000001010101	hit	
12	0000000000000000000000000000011010111	hit	

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 ( $= 2^3$ ) 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 ( $2^1$  parole); il campo linea sarà costituito da 2 bit in quanto occorre indirizzare 4 ( $= 2^2$ ) linee (blocchi) di cache; il campo tag sarà quindi costituito da  $(32 - 2 - 1) = 29$  bit;
- c) blocco costituito da 4 parole:  
il campo parola ha 2 bit ( $2^2$  parole); il campo linea sarà costituito da 1 bit in quanto occorre indirizzare 2 ( $= 2^1$ ) linee (blocchi) di cache; il campo tag sarà quindi costituito da  $(32 - 1 - 2) = 29$  bit.

Blocco di 1 parola

	Sequenza 1	h/m	cache
	[ tag   linea ]		
1	001	miss	blocco $1_{dec}$ in linea 001
2	00000000000000000000000000000000010000110	miss	blocco $134_{dec}$ in linea 110
3	0011010100	miss	blocco $212_{dec}$ in linea 100
4	0001	hit	
5	00000000000000000000000000000000010000111	miss	blocco $135_{dec}$ in linea 111
6	0011010101	miss	blocco $213_{dec}$ in linea 101
7	00000000000000000000000000000000010100010	miss	blocco $162_{dec}$ in linea 010
8	00000000000000000000000000000000010100001	miss	blocco $161_{dec}$ in linea 001 [ $1_{dec}$ out ]
9	00010	miss	blocco $2_{dec}$ in linea 010 [ $162_{dec}$ out ]
10	0000000000000000000000000000000101100	miss	blocco $44_{dec}$ in linea 100 [ $212_{dec}$ out ]
11	0000000000000000000000000000000101001	miss	blocco $41_{dec}$ in linea 001 [ $161_{dec}$ out ]
12	000000000000000000000000000001101101	miss	blocco $221_{dec}$ in linea 101 [ $213_{dec}$ out ]

Blocco di 1 parola

	Sequenza 2	h/m	cache
	[ tag   linea ]		
1	0000000000000000000000000000100	miss	blocco $4_{dec}$ in linea 100
2	0000000000000000000000000000110110	miss	blocco $214_{dec}$ in linea 110
3	00000000000000000000000000001010111	miss	blocco $175_{dec}$ in linea 111
4	000000000000000000000000000011010110	hit	
5	00000000000000000000000000000000100	hit	
6	00000000000000000000000000001010100	miss	blocco $84_{dec}$ in linea 100 [ $4_{dec}$ out ]
7	00000000000000000000000000001000001	miss	blocco $65_{dec}$ in linea 001
8	00000000000000000000000000001010110	miss	blocco $174_{dec}$ in linea 110 [ $214_{dec}$ out ]
9	00000000000000000000000000001000000	miss	blocco $64_{dec}$ in linea 000
10	00000000000000000000000000001101001	miss	blocco $105_{dec}$ in linea 001 [ $65_{dec}$ out ]
11	00000000000000000000000000001010101	miss	blocco $85_{dec}$ in linea 101
12	00000000000000000000000000001101011	miss	blocco $215_{dec}$ in linea 111 [ $175_{dec}$ out ]

Blocco di 2 parole     l = linea  
p = parola

	Sequenza 1	h/m	cache
	[ tag   l   p ]		
1	0000000000000000000000000000001	miss	blocco $1_{dec}/2 = 0_{dec}$ in linea 00
2	00000000000000000000000000001000110	miss	blocco $134_{dec}/2 = 67_{dec}$ in linea 11
3	00000000000000000000000000001101010	miss	blocco $212_{dec}/2 = 106_{dec}$ in linea 10
4	00000000000000000000000000000000001	hit	
5	00000000000000000000000000001000011	hit	
6	000000000000000000000000000011010101	hit	
7	000000000000000000000000000010100010	miss	blocco $162_{dec}/2 = 81_{dec}$ in linea 01
8	000000000000000000000000000010100001	miss	blocco $161_{dec}/2 = 80_{dec}$ in linea 00 a
9	000000000000000000000000000000000010	miss	blocco $2_{dec}/2 = 1_{dec}$ in linea 01 b
10	0000000000000000000000000000101100	miss	blocco $44_{dec}/2 = 22_{dec}$ in linea 10 c
11	0000000000000000000000000000101001	miss	blocco $41_{dec}/2 = 20_{dec}$ in linea 00 d
12	00000000000000000000000000001101101	miss	blocco $221_{dec}/2 = 110_{dec}$ in linea 10 e

a = [  $0_{dec}$  out ]  
b = [  $81_{dec}$  out ]  
c = [  $106_{dec}$  out ]  
d = [  $80_{dec}$  out ]  
e = [  $22_{dec}$  out ]

Blocco di 2 parole      l = linea  
p = parola

	Sequenza 2	h/m	cache
	[                    tag                     1 p]		
1	00000000000000000000000000000000100	miss	blocco $4_{dec}/2 = 2_{dec}$ in linea 10
2	0000000000000000000000000000000011010110	miss	blocco $214_{dec}/2 = 107_{dec}$ in linea 11
3	0000000000000000000000000000000010101111	miss	blocco $175_{dec}/2 = 87_{dec}$ in linea 11 a
4	0000000000000000000000000000000011010110	miss	blocco $214_{dec}/2 = 107_{dec}$ in linea 11 b
5	00000000000000000000000000000000000000100	hit	
6	0000000000000000000000000000000001010100	miss	blocco $84_{dec}/2 = 42_{dec}$ in linea 10 c
7	000000000000000000000000000000001000001	miss	blocco $65_{dec}/2 = 32_{dec}$ in linea 00
8	0000000000000000000000000000000010101110	miss	blocco $174_{dec}/2 = 87_{dec}$ in linea 11 d
9	000000000000000000000000000000001000000	hit	
10	000000000000000000000000000000001101001	miss	blocco $105_{dec}/2 = 52_{dec}$ in linea 00 e
11	000000000000000000000000000000001010101	hit	
12	0000000000000000000000000000000011010111	miss	blocco $215_{dec}/2 = 107_{dec}$ in linea 11 f

a = [  $102_{dec}$  out]  
b = [  $87_{dec}$  out]  
c = [  $2_{dec}$  out]  
d = [  $102_{dec}$  out]  
e = [  $32_{dec}$  out]  
f = [  $87_{dec}$  out]

Blocco di 4 parole      l = linea  
p = parola

	Sequenza 1	h/m	cache
	[                    tag                     1 p]		
1	00000000000000000000000000000000001	miss	blocco $1_{dec}/4 = 0_{dec}$ in linea 0
2	0000000000000000000000000000000010000110	miss	blocco $134_{dec}/4 = 33_{dec}$ in linea 1
3	000000000000000000000000000000000011010100	miss	blocco $212_{dec}/4 = 53_{dec}$ in linea 1 a
4	001	hit	
5	0000000000000000000000000000000010000111	miss	blocco $135_{dec}/4 = 33_{dec}$ in linea 1 b
6	000000000000000000000000000000000011010101	miss	blocco $213_{dec}/4 = 53_{dec}$ in linea 1 c
7	00000000000000000000000000000000101000010	miss	blocco $162_{dec}/4 = 40_{dec}$ in linea 0 d
8	000000000000000000000000000000000010100001	hit	
9	0010	miss	blocco $2_{dec}/4 = 0_{dec}$ in linea 0 e
10	00000000000000000000000000000000101100	miss	blocco $44_{dec}/4 = 11_{dec}$ in linea 1 f
11	0000000000000000000000000000000000101001	miss	blocco $41_{dec}/4 = 10_{dec}$ in linea 0 g
12	00000000000000000000000000000000001101101	miss	blocco $221_{dec}/4 = 55_{dec}$ in linea 1 h

a = [  $33_{dec}$  out]      f = [  $53_{dec}$  out]  
b = [  $53_{dec}$  out]      g = [  $0_{dec}$  out]  
c = [  $33_{dec}$  out]      h = [  $11_{dec}$  out]  
d = [  $0_{dec}$  out]  
e = [  $40_{dec}$  out]

