

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE  
 CORSO DI LAUREA IN INFORMATICA  
 Corso di Architettura degli Elaboratori  
 Compito del 13/02/2016

**Esercizio 1**

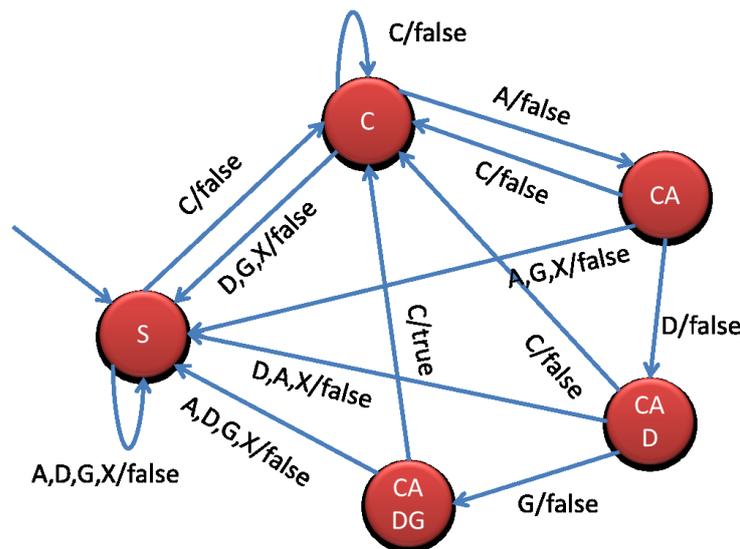
Si consideri un automa che riceve in input una sequenza di accordi fondamentali (DO, RE, MI, FA, SOL, LA, SI o – nella notazione anglosassone C, D, E, F, G, A, B) senza considerare accordi maggiori, minori, settime ... L'automata deve emettere *true* ogni volta in cui riconosce una sequenza di accordi che può indicare un giro di DO, ovvero una sequenza ordinata di input {DO, LA, RE, SOL, DO}; l'output deve essere *false* altrimenti.

**Considerare le sequenze di giro di DO come sovrapponibili.**

- Rappresentare l'automata di Mealy che risolve il problema, specificando anche la tabella delle transizioni.
- Verificare, mediante la tabella delle implicazioni, che la macchina sia minima e in caso contrario disegnare la macchina minima risultante.
- Riportare il numero minimo di elementi di memoria (flip-flop) necessari a memorizzare tutti gli stati dell'automata minimo appena descritto.

**Soluzione (Nuovo)**

	C	A	D	G	X
S	C/0	S/0	S/0	S/0	S/0
C	C/0	CA/0	S/0	S/0	S/0
CA	C/0	S/0	CAD/0	S/0	S/0
CAD	C/0	S/0	S/0	CADG/0	S/0
CADG	C/1	S/0	S/0	S/0	S/0



**Minimizzazione**

Dalla tabella delle implicazioni si verifica che l'automata è minimo:

Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

C	S/CA			
CA	S/CAD	CA/S, S/CAD		
CAD	S/CADG	CA/S, S/CADG	CAD/S, S/CADG	
CADG	x	x	x	x
	S	C	CA	CAD

C	S/CA			
CA	S/CAD	CA/S, S/CAD		
CAD	x	x	x	
CADG	x	x	x	x
	S	C	CA	CAD

C	S/CA			
CA	x	x		
CAD	x	x	x	
CADG	x	x	x	x
	S	C	CA	CAD

C	x			
CA	x	x		
CAD	x	x	x	
CADG	x	x	x	x
	S	C	CA	CAD

Inoltre, il numero di FF necessari risulta essere

$$\text{upperbound}(\log_2 |S|) = \text{upperbound}(\log_2 5) = 3$$

Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

### Esercizio 2

Si consideri un Full-Adder con 3 ingressi A, B, Cin (Carry-Input) e due uscite Cout (Carry-Output), S. Il circuito somma uno ad uno i bit che vengono dati in ingresso, restituendo la loro somma binaria nei due bit di uscita, considerando Cout come il bit più significativo della somma ed S come quello meno significativo.

Ricavare:

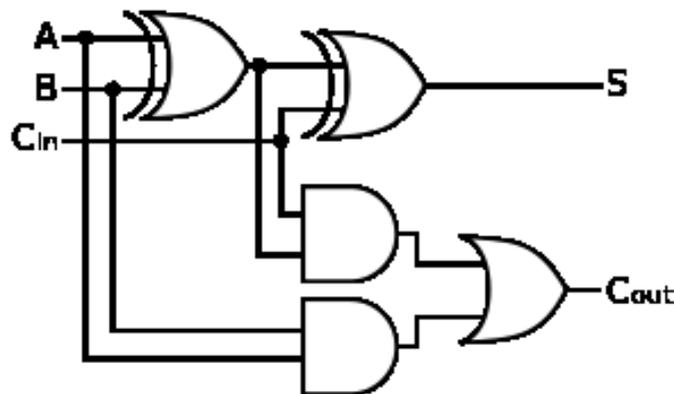
- La tabella di verità del Full-Adder a 3 ingressi sopra descritto.
- La forma SoP che minimizza il numero di porte NOT, AND, OR, XOR necessarie per descrivere le due funzioni che descrivono le uscite, ottenuta tramite manipolazioni utilizzando le regole dell'algebra di Boole. Suggestivi:
  - Si ricordi che  $A'B' + AB = A \text{ XNOR } B = (A \text{ XOR } B)'$
  - Il circuito minimo del Full-Adder può essere sintetizzato utilizzando 5 porte logiche (di cui due XOR).

### Soluzione

A	B	Cin	Cout	S
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

$$Cout = ABC' + ABC + A'BC + AB'C = AB(C+C') + C(A'B + AB') = AB + C(A \text{ XOR } B)$$

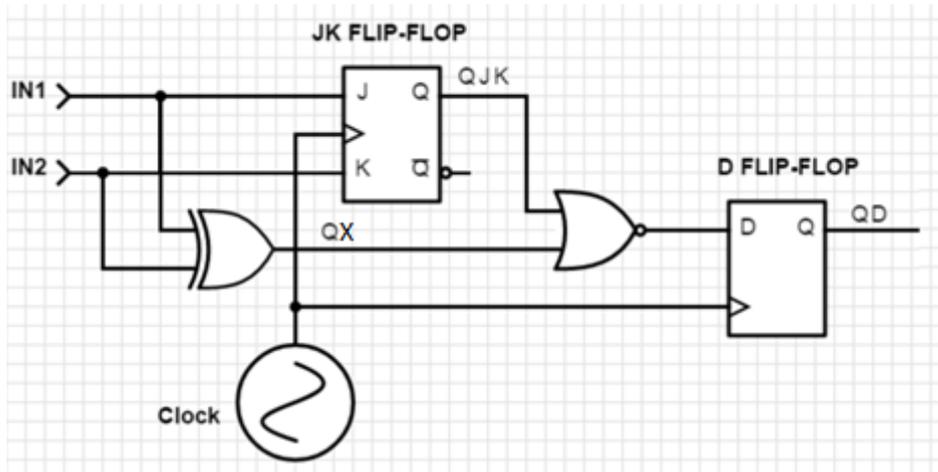
$$S = A'B'C + A'BC' + ABC + AB'C' = C(A'B' + AB) + C'(A'B + AB') = C(A \text{ XNOR } B) + C'(A \text{ XOR } B) = C(A \text{ XOR } B)' + C'(A \text{ XOR } B) = (A \text{ XOR } B) \text{ XOR } C$$



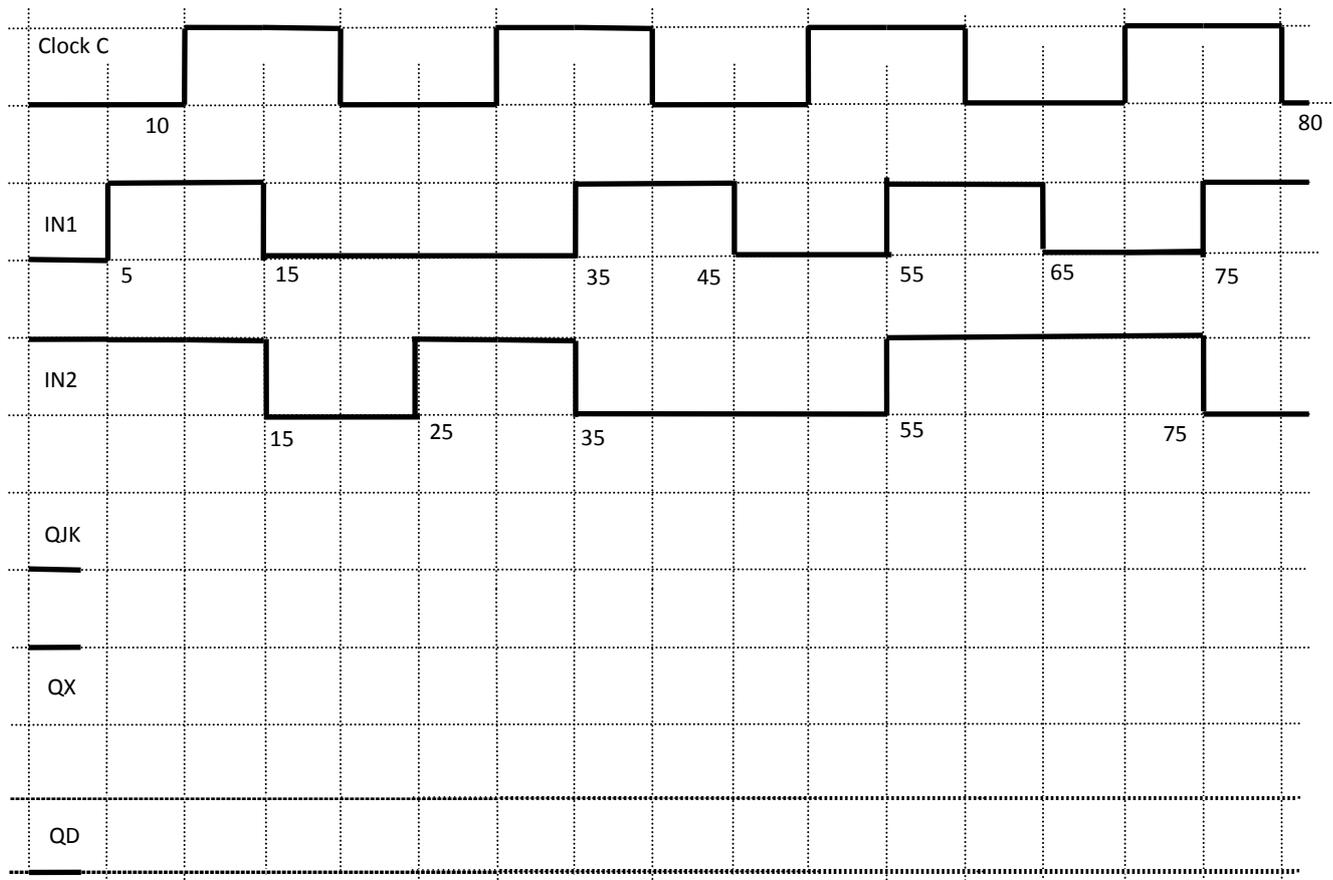
Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

### Esercizio 3



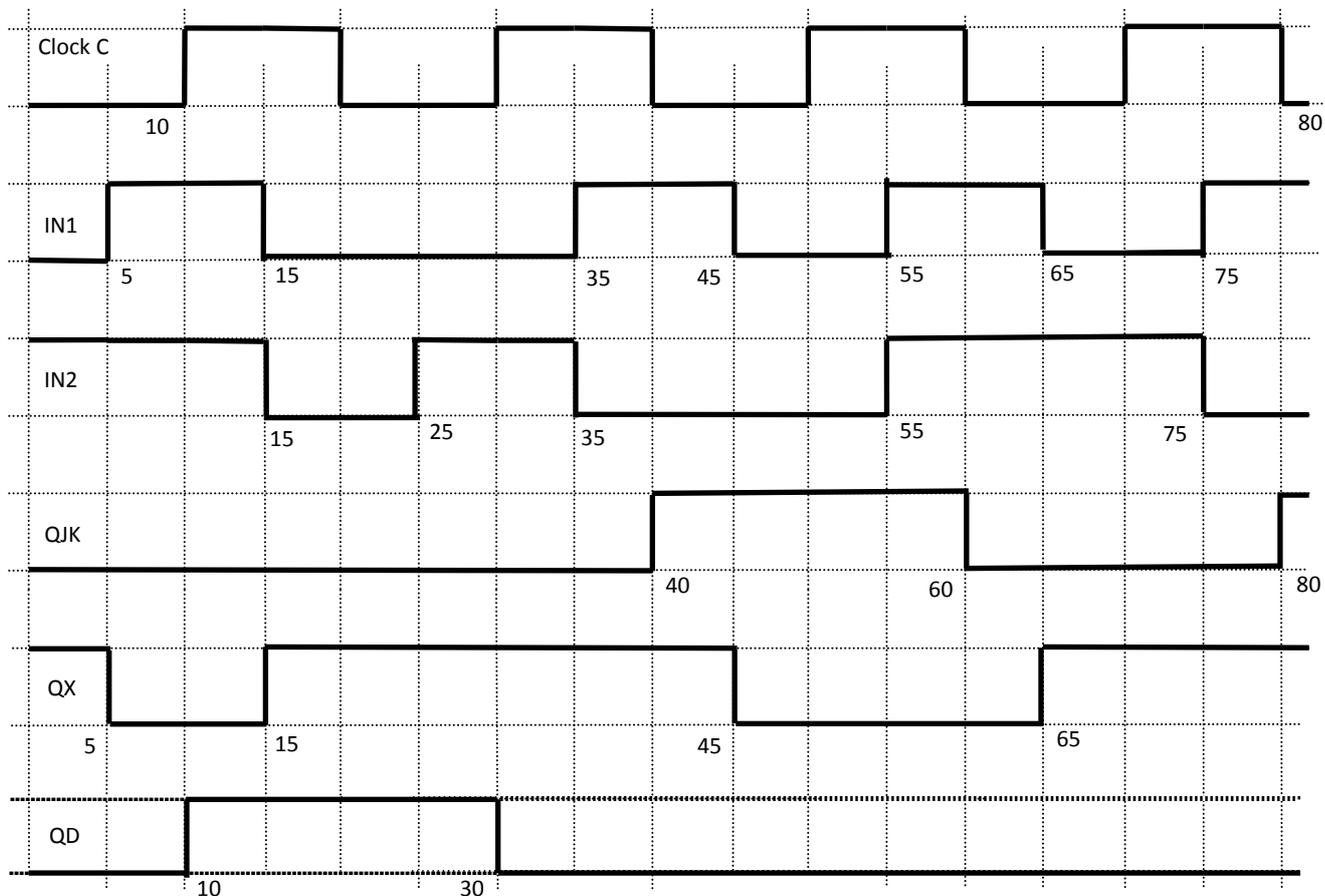
Si simuli il comportamento del sistema in figura, composto da un Flip Flop JK, da una porta XOR, una porta NOR e da un Flip Flop D, considerando che il segnale di clock abbia un periodo di 20 (10 alto e 10 basso). L'andamento del segnale del clock e di quelli di ingresso, IN1 e IN2, sono riportati di sotto. Completare la figura specificando l'andamento delle uscite QD e QJK dei due elementi di memoria e dell'uscita QX della porta XOR, indicando, per ogni variazione delle uscite, l'istante di tempo in cui avviene la commutazione (come indicato per IN1 e IN2). Considerare il bistabile D come sensibile al fronte di salita, ed il JK come sensibile al fronte di discesa, assumendo un ritardo di propagazione del segnale nullo tra i vari elementi di memoria. Si supponga inoltre che lo stato iniziale di QD e QJK sia 0.



Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

### Soluzione (Nuovo)



Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

### Esercizio 4

Dati i seguenti numeri decimali:

$$A = 231$$

$$B = -12$$

Determinare le relative rappresentazioni nelle seguenti codifiche:

- a) Base 2, modulo e segno, su 10 bit
- b) Base 2, forma polarizzata, su 10 bit
- c) Base 2, complemento a 2, su 10 bit
- d) Base 5, complemento a 5, su 4 cifre
- e) Base 16, modulo e segno, su 3 cifre

	$A = 231$	$B = -12$
a) Base 2, modulo e segno, su 10 bit		
b) Base 2, forma polarizzata, su 10 bit		
c) Base 2, complemento a 2, su 10 bit		
d) Base 5, complemento a 5, su 4 cifre		
e) Base 16, modulo e segno, su 3 cifre		

Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

## Soluzione

	$A = 231$	$B = -12$
a) Base 2, modulo e segno, su 10 bit	0011100111	1000001100
b) Base 2, forma polarizzata, su 10 bit	1011100110	0111110011
c) Base 2, complemento a 2, su 10 bit	0011100111	1111110100
d) Base 5, complemento a 5, su 4 cifre	1411	4423
e) Base 16, modulo e segno, su 3 cifre	0E7	FOC

### a) Base 2 modulo e segno su 10 bit

N	N mod 2	N	N mod 2
231	1	12	0
115	1	6	0
57	1	3	1
28	0	1	1
14	0	0	0
7	1		
3	1		
1	1		
0			

$$A. 231_{10} = +(11100111)_2 = (0011100111)_{2,MS}$$

$$B. -12_{10} = -(1100)_2 = (1000001100)_{2,MS}$$

### b) Base 2 forma polarizzata su 10 bit

$$BIAS = 2^{10-1} - 1 = 2^9 - 1 = 511$$

$$A + BIAS = 231 + 511 = 742$$

N	N mod 2
742	0
371	1
185	1
92	0
46	0
23	1
11	1
5	1
2	0
1	1
0	

$$A = 742_{10} = (1011100110)_{2,POL}$$

$$A. B + BIAS = -12 + 511 = 499$$

N	N mod 2
499	1
249	1
124	0
62	0
31	1

Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

15	1
7	1
3	1
1	1
0	

$$B = 499_{10} = (0111110011)_{2,FOL}$$

**c) Base 2 complemento a 2 su 10 bit**

- A.  $231_{10} = (0011100111)_{2,C2}$   
 B.

$$12_{10} = (1100)_2$$

$$B = -12_{10} = (1111110100)_{2,C2}$$

**d) Base 5 complemento a 5 su 4 cifre**

N	N mod 5
231	1
46	1
9	4
1	1
0	

N	N mod 5
12	2
2	2
0	

- A.  $231_{10} = 1411_{5,C5}$   
 B.

$$12_{10} = (0022)_5$$

$$\begin{array}{r} 10000 \\ - 0022 \\ \hline 4423 \end{array}$$

$$B: -12_{10} = (4423)_{4,C4}$$

**e) Base 16 modulo e segno su 3 cifre**

N	N mod 16
231	7
14	14
0	

N	N mod 16
12	12
0	

- A.  $231_{10} = 0E7_{16,MS}$   
 B.  $-12_{10} = F0C_{16,MS}$

Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

## Esercizio 5

Il processore di una macchina M opera alla frequenza di 3.2 Ghz. La macchina è dotata di un disco rigido collegato tramite un bus con una banda di 16MB/s. Si supponga che il disco stia trasferendo con il 100% di attività, e che nessun dato possa essere perso. Si calcoli la percentuale di CPU utilizzata per gestire il trasferimento di dati dal disco rigido, nei seguenti casi:

a) Polling

Ogni trasferimento richiede 400 cicli di CPU e trasferisce 8 byte.

b) DMA

Il setup iniziale di un trasferimento richiede 1200 cicli, e la gestione dell'interrupt al termine di un trasferimento ne richiede 400. Ogni trasferimento trasferisce in media 1.6 KB di dati.

## Soluzione

a. Polling

Dimensione trasferimento: 8 byte

Numero di trasferimenti al secondo:  $16\text{MB} / 8 \text{ Byte} = 2\text{M}$  trasferimenti/secondo

Cicli utilizzati per polling:  $2\text{M} \times 400 = 800\text{M}$  cicli/secondo =  $800 \times 10^6$  cicli/secondo

Percentuale di CPU utilizzata:  $800 \times 10^6 / 3200 \times 10^6 = 8 / 32 = \mathbf{25\%}$

b. DMA

Numero di trasferimenti al secondo:  $16\text{MB} / 1.6 \text{ KB} = 10000$  trasferimenti/secondo

Cicli utilizzati per DMA:  $(1200+400) \times 10000 = 1600 \times 10000 = 16\text{M}$  cicli/secondo =  $16 \times 10^6$  cicli/secondo

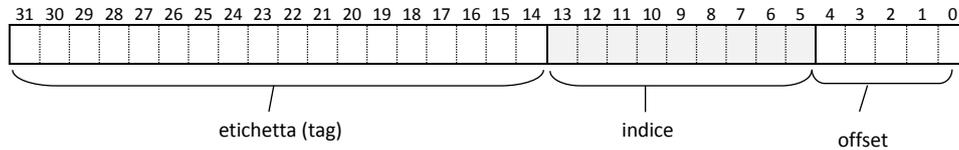
Percentuale di CPU utilizzata:  $16 \times 10^6 / 3200 \times 10^6 = 16 / 32 \times 10^{-2} = 0,5 \times 10^{-2} = \mathbf{0.5\%}$

Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

### Esercizio 6

Si consideri una cache a mappatura diretta e si assuma un indirizzamento al byte. Gli indirizzi della memoria principale, su 32 bit, vengono così suddivisi (vedi figura): 5 bit di offset, 9 bit di indice, 18 bit di etichetta (tag).



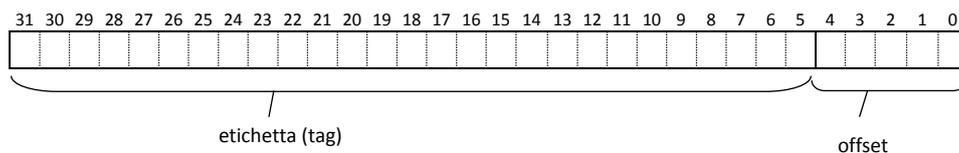
Si chiede di determinare:

- Il numero di blocchi di cui è composta la cache.
- La quantità di dati che possono essere memorizzati in un blocco della cache.
- Come cambierebbe la suddivisione degli indirizzi nel caso in cui la cache fosse delle stesse dimensioni, ma di tipo *completamente associativa*?

### SOLUZIONI

- Numero di blocchi =  $2^9 = 512$   
(essendo a mappatura diretta, ciascun insieme corrisponde a un blocco. Il numero di insiemi che è possibile indirizzare è dato dalla dimensione del campo indice)
- Dati =  $2^5$  byte = 32 byte = 256 bit  
(la quantità di dati per ciascun blocco è data dall'offset)
- Se la cache fosse completamente associativa, non ci sarebbe il campo indice. In questo caso quindi verrebbe esteso il campo etichetta fino ad un totale di  $18+9=27$  bit

La nuova suddivisione degli indirizzi è riportata di seguito



Si ricorda che:

- soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- NON si può usare la calcolatrice;
- Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.