

# Architettura dei Calcolatori

## Prova scritta – 21 gennaio 2020 – 1h30

PARTE 1 – RISPOSTA SINGOLA - Ogni domanda ha una sola risposta VERA.

- Una risposta esatta fa acquisire il punteggio positivo riportato a fianco della domanda
- Una risposta errata fa perdere il punteggio negativo riportato a fianco della domanda
- Una risposta lasciata in bianco viene valutata 0

1. (2, -.5) I sistemi Blu-Ray hanno una velocità di lettura di circa 5MB/s e una capacità di 25 GB. Quanto tempo è necessario per leggere l'intero disco?

- a) circa 5 secondi
- b) circa 0,2 secondi
- c) **circa 5000 secondi**
- d) circa 200 secondi

$$\frac{25 * 10^9 \text{ Bytes}}{5 * 10^6 \frac{\text{Bytes}}{\text{sec}}} = 5 * 10^3 \text{ sec}$$

2. (2, -.5) Si supponga che un programma richieda l'esecuzione di  $50 \times 10^6$  istruzioni FP,  $100 \times 10^6$  istruzioni INT,  $80 \times 10^6$  istruzioni di lettura/scrittura e  $15 \times 10^6$  istruzioni di salto condizionato. Il CPI per ciascun tipo di istruzione è rispettivamente di 1, 1, 4 e 2. Di quanto occorre aumentare il CPI delle istruzioni FP se si vuole che il programma impieghi il doppio del numero di cicli a eseguire?

- a) 2
- b) **11**
- c) 10
- d) 5

Coi dati forniti si ottiene un'esecuzione di

$$50 + 100 + 80 * 4 + 15 * 2 = 500 \text{ cycles}$$

Perché il numero di cicli raddoppi il CPI delle istruzioni FP deve aumentare di un fattore x

$$50x + 450 = 1000 \text{ cycles}$$

$$x = \frac{550 \text{ cycles}}{50} = 11$$

3. (2, -.5) Si supponga che x5 contenga il valore 0x0000 0000 0101 0000. Determinare il contenuto di x6 dopo l'esecuzione delle seguenti istruzioni:

```
bge x5, x0, ELSE
```

```
jal x0, FINE
```

```
ELSE: ori x6, x0, 2
```

```
FINE:
```

- a) **2**
- b) 0
- c) 5
- d) 50

4. (2, -.5) Si supponga che una CPU abbia una cache di primo livello e una di secondo livello, con tempi di accesso rispettivamente di 1ns e 2ns. Il tempo di accesso alla memoria centrale è di 10ns. Se hanno successo il 20% di accessi alla cache di primo livello e il 60% degli accessi alla cache di secondo livello, qual è il tempo medio di accesso?

- a) 1,2ns
- b) 6ns
- c) **3,4ns**
- d) 2ns

**PARTE 2 – (POSSIBILI) RISPOSTE MULTIPLE -**  
**Ogni domanda può avere da una a quattro risposte CORRETTE.**

- Ogni risposta esatta viene calcolata: +1
- Ogni risposta errata viene calcolata: -0.5
- Una risposta lasciata in bianco viene calcolata: 0

5. Si consideri l'esecuzione della seguente istruzione RISC-V:

**and rd, rs1, rs2**

Quali affermazioni sul funzionamento di un datapath pipelined sono corrette?

- a) La ALU e la data memory eseguono entrambe lavoro utile
- b) La immediate generation unit non esegue lavoro utile
- c) Durante la fase di decode il register file esegue lavoro utile
- d) La ALU non esegue lavoro utile

6. Si considerino le seguenti misure di prestazioni di un programma compilato per due calcolatori:

| Misura               | Calcolatore A | Calcolatore B |
|----------------------|---------------|---------------|
| Numero di istruzioni | 10 miliardi   | 8 miliardi    |
| Frequenza di clock   | 4 GHz         | 4 GHz         |
| CPI                  | 1,0           | 1,1           |

- a) Il calcolatore A esegue il programma più veloce
- b) Il calcolatore B esegue il programma più veloce
- c) Il calcolatore A ha il valore più alto di MIPS
- d) Il calcolatore B ha il valore più alto di MIPS

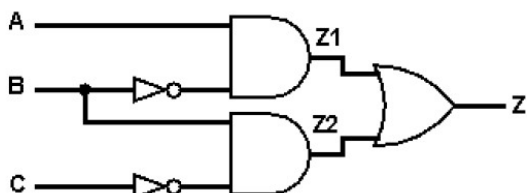
$$\frac{10 * 10^9 \text{instr} * 1,0 \frac{\text{cycles}}{\text{instr}}}{4 * 10^9 \frac{\text{cycles}}{\text{sec}}} = 2,5 \text{ sec} \quad 4000 \text{MIPS}$$

$$\frac{8 * 10^9 \text{instr} * 1,1 \frac{\text{cycles}}{\text{instr}}}{4 * 10^9 \frac{\text{cycles}}{\text{sec}}} = 2,2 \text{ sec} \quad 3636 \text{MIPS}$$

7. Quali delle seguenti affermazioni sono corrette?

- a) Il valore restituito da una lettura dipende da quali blocchi si trovano nella cache.
- b) Le gerarchie di memorie sfruttano la località temporale.
- c) Accedere al livello più alto della gerarchia di cache ha il costo più alto del sistema di memoria.
- d) La maggior parte della capacità di una gerarchia di memoria si trova nel livello più basso.

8. Si consideri la seguente rete logica:



Quali affermazioni sono vere?

- a) Z1=Z2
- b) Z=Z1\*Z2
- c) Z= AB'+BC'
- d) Z=Z1+Z2

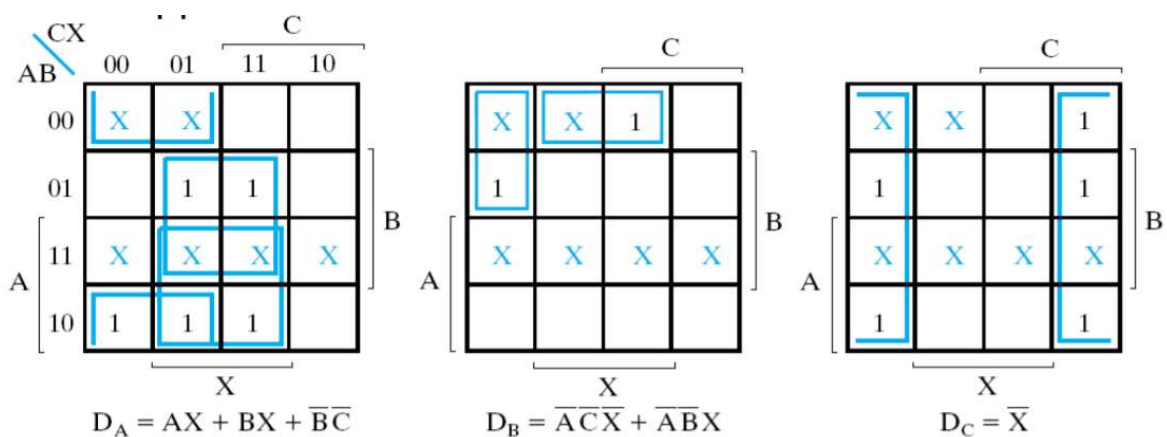
### PARTE 3 – DOMANDE APERTE

- Una risposta esatta fa acquisire il punteggio positivo riportato a fianco della domanda
- Una risposta errata può eventualmente causare una penalità che dipende dalla gravità dell'errore
- Una risposta lasciata in bianco viene calcolata: 0
- SI RICORDA CHE L'UNICO FOGLIO DA CONSEGNARE E' IN CALCE AL COMPITO. QUESTO FOGLIO, PUO' SERVIRE ESCLUSIVAMENTE COME "BRUTTA COPIA". EVENTUALI RISPOSTE SCRITTE IN QUESTO FOGLIO NON VERRANNO PRESE IN CONSIDERAZIONE

9. (5 pt) Progettare un circuito sequenziale che opera secondo la tabella di stato seguente, utilizzando flip-flop D.

| Present State |   |   | Input | Next State |   |   |
|---------------|---|---|-------|------------|---|---|
| A             | B | C | X     | A          | B | C |
| 0             | 0 | 1 | 0     | 0          | 0 | 1 |
| 0             | 0 | 1 | 1     | 0          | 1 | 0 |
| 0             | 1 | 0 | 0     | 0          | 1 | 1 |
| 0             | 1 | 0 | 1     | 1          | 0 | 0 |
| 0             | 1 | 1 | 0     | 0          | 0 | 1 |
| 0             | 1 | 1 | 1     | 1          | 0 | 0 |
| 1             | 0 | 0 | 0     | 1          | 0 | 1 |
| 1             | 0 | 0 | 1     | 1          | 0 | 0 |
| 1             | 0 | 1 | 0     | 0          | 0 | 1 |
| 1             | 0 | 1 | 1     | 1          | 0 | 0 |

### SOLUZIONE



10. (6 pt) Si consideri il seguente programma assembly RISC-V. Supponendo di eseguire il codice su una versione della pipeline a cinque stadi che non gestisce i data hazards:

```
ld    x28, 8(x10)
addi  x28, x28, -10
sd    x28, 8(x10)
sub   x15, x12, x11
ld    x13, 4(x15)
or    x13, x15, x13
add   x2, x6, x7
ld    x12, 0(x2)
add   x6, x2, x12
```

- si inseriscano delle NOP per garantirne il funzionamento corretto.
- assumendo che la pipeline sia già piena quando si esegue la prima istruzione, si dica quanti cicli impiega a eseguire questo codice.
- si riordini, se possibile, il codice per rimuovere eventuali NOP
- si dica quanti cicli impiega il codice riordinato a eseguire

### SOLUZIONE

**a.**

```
ld    x28, 8(x10)
nop
nop
addi  x28, x28, -10
nop
nop
sd    x28, 8(x10)
sub   x15, x12, x11
nop
nop
ld    x13, 4(x15)
nop
nop
or    x13, x15, x13
add   x2, x6, x7
nop
nop
ld    x12, 0(x2)
nop
nop
add   x6, x2, x12
```

**c.**

```
ld    x28, 8(x10)
sub   x15, x12, x11
add   x2, x6, x7
subi  x28, x28, 10
ld    x13, 4(x15)
ld    x12, 0(x2)
sd    x28, 8(x10)
or    x13, x15, x13
add   x6, x2, x12
```

**d.** 9 cicli (13 se si considera la pipeline inizialmente vuota).

**b.** 21 cicli (se si considera la pipeline inizialmente vuota ce ne vogliono 4 in più, cioè 25).

11. (6 pt) Si consideri il seguente ciclo in assembly RISC-V.

```
CICLO:    beq  x6, x0, FINE
          addi x6, x6, -1
          addi x5, x5, 2
          jal  x0, CICLO
```

**FINE:**

- Scrivere la procedura C equivalente. Si supponga che i registri **x5** e **x6** contengano rispettivamente le variabili intere **acc** e **i**.
- Si supponga che il registro **x6** sia inizializzato col valore numerico **N**. Quante istruzioni RISC-V verranno eseguite dal ciclo riportato sopra?
- Sostituire l'istruzione **beq** con l'istruzione **blt**. Scrivere l'equivalente codice C.

a. 

```
while (i>0)
{
    acc += 2;
    i--;
}
```

oppure 

```
while (i-- > 0) acc += 2;
```

oppure 

```
for ( ; i>0; i--) acc += 2;
```

b. 

```
N x 4 + 1
```

c. 

```
while (i-- >= 0) acc += 2;
```