



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

**Facoltà di Ingegneria dell'Informazione, Informatica e
Statistica
Dipartimento di Informatica**

Architettura degli Elaboratori

Autore:
Simone Lidonnici

7 settembre 2024

Indice

E	Esercizi	1
E.1	Esercizi sulla CPU	1
E.1.1	Divisione in bit delle istruzioni	1
E.1.2	Segnali ALU	1
E.1.3	Segnali attivi per ogni istruzione	1
E.1.4	Numeri dei registri	2
E.1.5	Circuito completo senza pipeline	3
E.2	Esercizi sulla pipeline	4
E.2.1	Dove si applica il forwarding	4
E.3	Esercizi sulla Cache	5
E.3.1	Cache Direct-Mapped	5
E.3.2	Cache Set-Associative	5
E.3.3	Riempire i campi di una linea	6

E

Esercizi

E.1 Esercizi sulla CPU

E.1.1 Divisione in bit delle istruzioni

Nome	Campi						Commenti
Dimensione	6 bit	5 bit	5 bit	5 bit	5 bit	5 bit	Le istruzioni in MIPS sono a 32 bit
Formato R	op	rs	rt	rd	shamt	funct	Formato delle istruzioni aritmetiche
Formato I	op	rs	rt	indirizzo/costante			Formato delle istruzioni di trasferimento dati, di salto condizionato e immediate
Formato J	op	indirizzo di destinazione					Formato delle istruzioni di salto incondizionato

E.1.2 Segnali ALU

Istruzione	ALUOP		Campi funct					Segnali ALU				Operazione
lw e sw	0	0	-	-	-	-	-	0	0	1	0	ADD
beq	-	1	-	-	-	-	-	0	1	1	0	SUB
add	1	-	-	0	0	0	0	0	0	1	0	ADD
sub	1	-	-	0	0	1	0	1	1	1	0	SUB
and	1	-	-	0	1	0	0	0	0	0	0	AND
or	1	-	-	0	1	0	1	0	0	0	1	OR
slt	1	-	-	1	0	1	0	0	1	1	1	SLT

E.1.3 Segnali attivi per ogni istruzione

Istruzione	RegDst	RegWrite	ALUSrc	ALUOP		MemRead	MemWrite	MemToReg	Branch	Jump
Tipo R	1	1	0	1	-	-	0	0	0	0
Tipo I	0	1	1	1	-	-	0	0	0	0
lw	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0
sw	-	0	1	0	0	0	1	-	0	0
beq	-	0	0	-	1	-	0	-	1	0
j	-	0	-	-	-	-	0	-	-	1

E.1.4 Numeri dei registri

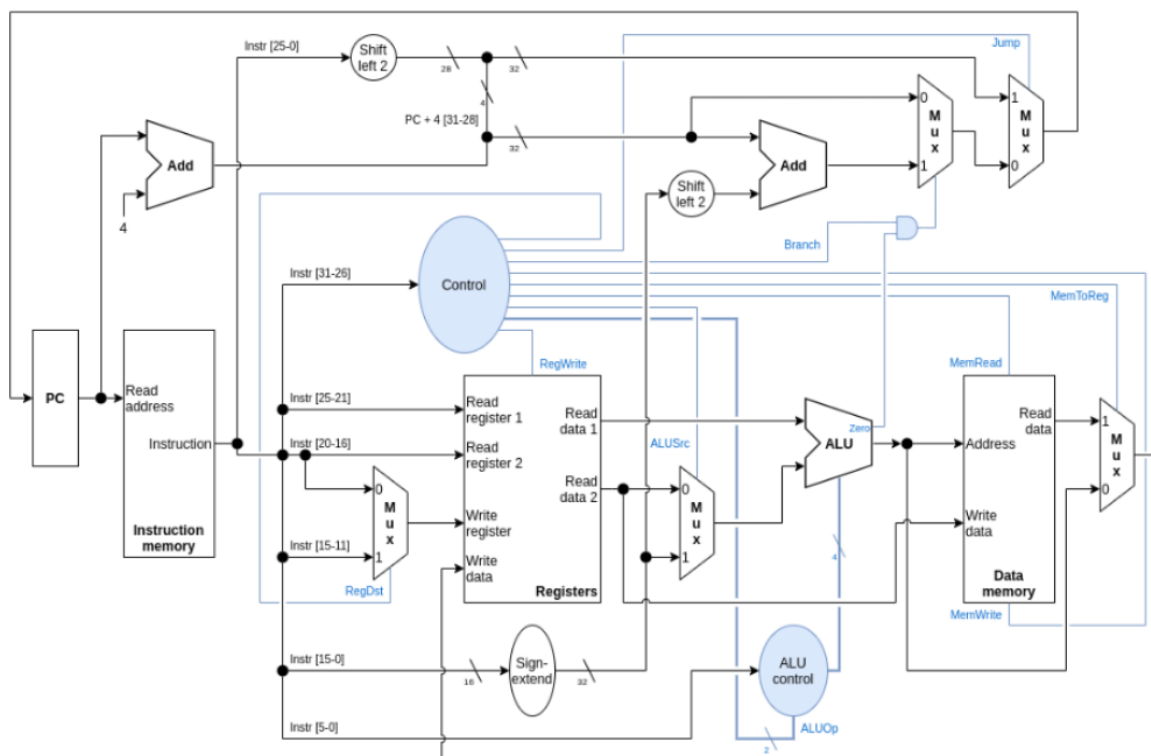
Registri utili:

Registro	Numero
\$at	1
\$v0	2
\$a0	4
\$t0	8
\$s0	16

Registri totali:

Registro	Numero
\$at	1
\$v0	2
\$v1	3
\$a0	4
\$a1	5
\$a2	6
\$a3	7
\$t0	8
\$t1	9
\$t2	10
\$t3	11
\$t4	12
\$t5	13
\$t6	14
\$t7	15
\$s0	16
\$s1	17
\$s2	18
\$s3	19
\$s4	20
\$s5	21
\$s7	22
\$s8	23
\$t8	24
\$t9	25
\$k0	26
\$k1	27
\$gp	28
\$sp	29
\$fp	30
\$ra	31

E.1.5 Circuito completo senza pipeline



E.2 Esercizi sulla pipeline

E.2.1 Dove si applica il forwarding

Dopo→ Prima ↓	lw	Operazione matematica o logica: add, sub, and	Salto condizionato	sw
lw	mem→ exe	mem→ exe	mem→ decode	mem→ mem
Operazione matematica o logica: add, sub, and	exe→ exe	exe→ exe	exe→ decode	exe→ exe
li	exe→ exe	exe→ exe	exe→ decode	exe→ exe
sw	exe→ exe	exe→ exe	exe→ decode	//

E.3 Esercizi sulla Cache

E.3.1 Cache Direct-Mapped

Memoria con l linee(set) e w word per ogni blocco.

Tutte le dimensioni sono da considerarsi in bit tranne la dimensione della cache.

Nome	Formule	Notazione
Dimensione indice di linea	$\log_2(l)$	n
Dimensione offset di word	$\log_2(w \cdot 4)$	m
Dimensione di un blocco	$w \cdot 4 \cdot 8$	DBl
Dimensione del tag	$32 - n - m$	tag
Dimensione di una linea	V.bit(1)+tag+DBl	DLn
Dimensione della cache (in byte)	$l \cdot DLn$	DC

Esempio:

$$l = 32$$

$$w = 16$$

$$n = \log_2(32) = 5$$

$$m = \log_2(16 \cdot 4) = 6$$

$$\text{DBl} = 16 \cdot 4 \cdot 8 = 512$$

$$\text{tag} = 32 - 5 - 6 = 21$$

$$\text{DLn} = 1 + 21 + 512 = 534$$

$$\text{DC} = 32 \cdot 534 = 17088 \text{ bit} = 2134 \text{ byte} \approx 2.1 \text{ KB}$$

E.3.2 Cache Set-Associative

Memoria con v vie, l linee(set) e w word per ogni blocco.

Tutte le dimensioni sono da considerarsi in bit tranne la dimensione della cache.

Nome	Formule	Notazione
Dimensione indice di linea	$\log_2(l)$	n
Dimensione offset di word	$\log_2(w \cdot 4)$	m
Dimensione di un blocco	$w \cdot 4 \cdot 8$	DBl
Dimensione del tag	$32 - n - m$	tag
Dimensione di una linea	V.bit(1)+LRU bit(1)+tag+DBl	DLn
Dimensione della cache (in byte)	$v \cdot l \cdot DLn$	DC

Esempio:

$$v = 4$$

$$l = 32$$

$$w = 16$$

$$n = \log_2(32) = 5$$

$$m = \log_2(16 \cdot 4) = 6$$

$$\text{DBI} = 16 \cdot 4 \cdot 8 = 512$$

$$\text{tag} = 32 - 5 - 6 = 21$$

$$\text{DLn} = 1 + 1 + 21 + 512 = 535$$

$$\text{DC} = 4 \cdot 32 \cdot 535 = 68480 \text{ bit} = 8560 \text{ byte} \approx 8.36 \text{ KB}$$

E.3.3 Riempire i campi di una linea

Dato un indirizzo A e una memoria con l linee e w word per blocco.

I risultati devono essere numeri interi e vanno approssimati per difetto. (% indica il resto della divisione)

Nome	Formule	Notazione
Numero del blocco	$\lfloor \frac{A}{4w} \rfloor$	#Bl
Indice di linea	$\text{\#Bl} \% l$	Id
Tag	$\lfloor \frac{\text{\#Bl}}{l} \rfloor$	tag
Offset del blocco	$A \% (4w)$	OBl
Offset word	$\lfloor \frac{\text{OBl}}{4} \rfloor$	Ow

Esempio:

$$w = 8$$

$$l = 4$$

Chiamate alla cache sequenziali, ricordando che il bit di validità all'inizio è 0 e dopo che viene chiamato per la prima volta un indice diventa 1

	128	130	162	40	47	8
#Bl	4	4	5	1	1	0
Id	0	0	1	1	1	0
tag	1	1	1	0	0	0
Hit/Miss	MISS	HIT	MISS	MISS	HIT	MISS

Tipi di MISS:

- **Cold start:** se #Bl non è mai stato caricato
- **Cap:** se anche in una cache fully-associative #Bl darebbe un MISS
- **Conflict:** se il #Bl è stato già caricato ma poi sovrascritto da un'altro, ma non darebbe MISS in una cache fully-associative