Corso di Laurea in Informatica
Architettura degli elaboratori
a.a. 2020-2021

La macchina programmata
Instruction Set Architecture (3)

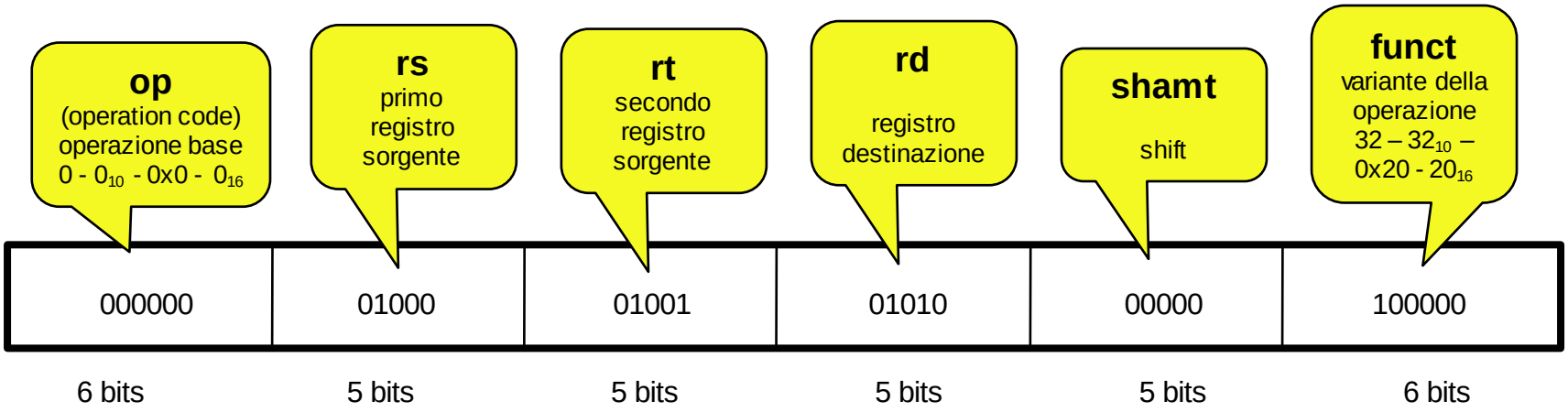
Istruzioni J-type
Istruzioni di salto

Claudia Raibulet
claudia.raibulet@unimib.it

Istruzione R-Type *(già vista)*

quello che si vuole fare (in italiano)
numeri decimali (per comodità)

"somma i contenuti del registro 8 e del registro 9 e metti il risultato nel registro 10"

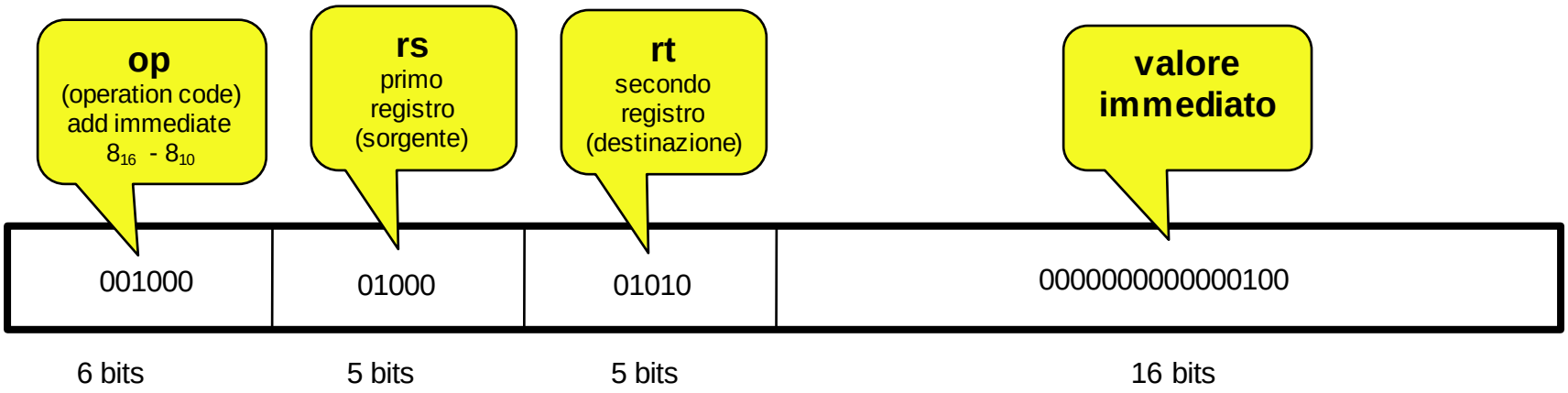


- **Se**
  - rs contiene inizialmente 64 (00000000000000000000000001000000)
  - rt contiene inizialmente 4 (00000000000000000000000000000100)
- **dopo l'esecuzione**
  - rd contiene 68 (00000000000000000000000001000100)
- **Formato Assembly**
  - add $10, $8, $9 OPPURE add $t2, $t0, $t1
  - (attenzione all'ordine degli operandi)

Istruzione I-type *(add immediate, già vista)*

quello che si vuole fare (in italiano)
numeri decimali (per comodità)

"somma il valore 4 al contenuto del registro 8 e metti il risultato nel registro 10"



- se rs contiene inizialmente 64 (00000000000000000000000001000000)
- dopo l'esecuzione rt contiene 68 (00000000000000000000000001000100)

Problema: qual è il range di valori immediati che si può esprimere con 16 bit in complemento a 2?
(-32768 <= valore <= 32767). Se serve un valore più grande, va gestito a livello programmativo.

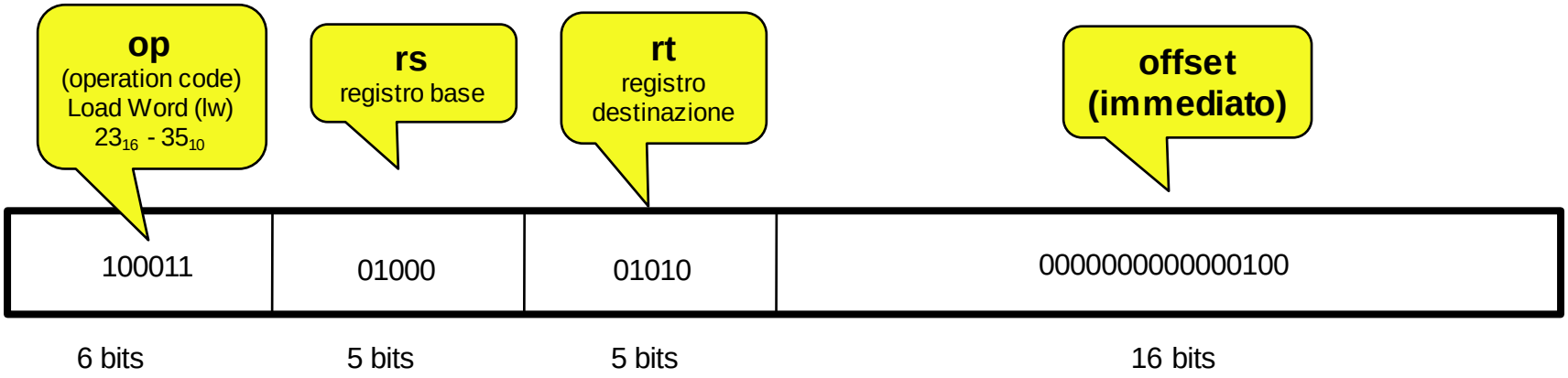
Formato Assembly:

addi $10, $8, 4 OPPURE addi $t2, $t0, 4

Istruzione I-type load word *(già vista)*

quello che si vuole fare (in italiano)
numeri decimali (per comodità)

"carica nel registro 10 il contenuto della parola (32 bit)
che è all'indirizzo di memoria ottenuto come somma del registro 8 e dell'offset immediato 4"

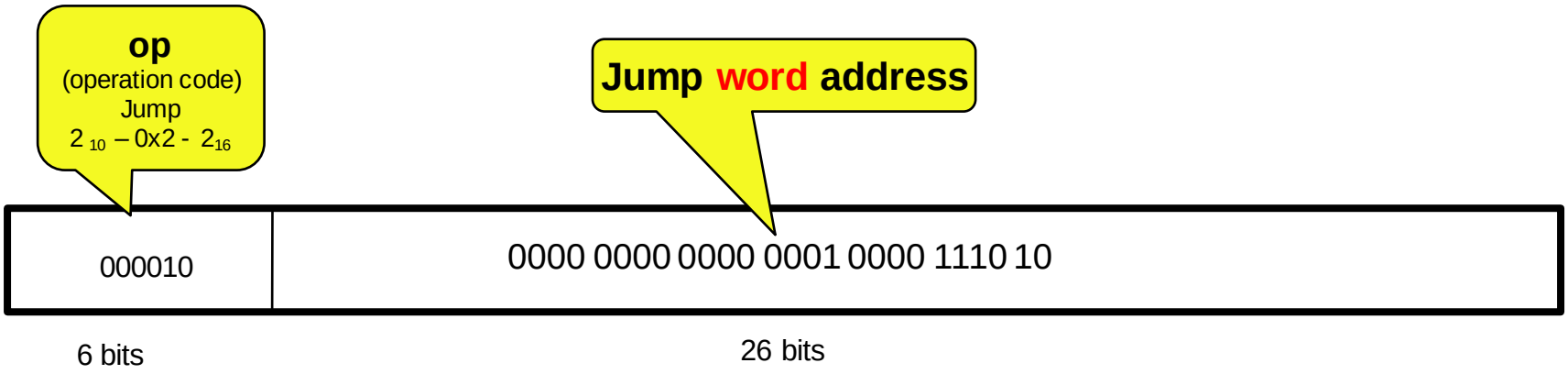


- se rs contiene inizialmente 64 (00000000000000000000000001000000)
- l'indirizzo in memoria della word da caricare è 68 (00000000000000000000000001000100)

- in rt vengono copiati 32 bit (1 word) a partire dall'indirizzo…
- …qualunque sia il significato di quei 32 bit

Istruzione J-Type (Jump)

"salta all'istruzione il cui indirizzo è $00010e8_{16}$"



Carica in PC 0000 0000 0000 0001 0000 1110 10**00**

...poiché le istruzioni devono essere allineate al word
(responsabilità di chi scrive e carica i programmi in memoria;
in pratica, assembler e loader)

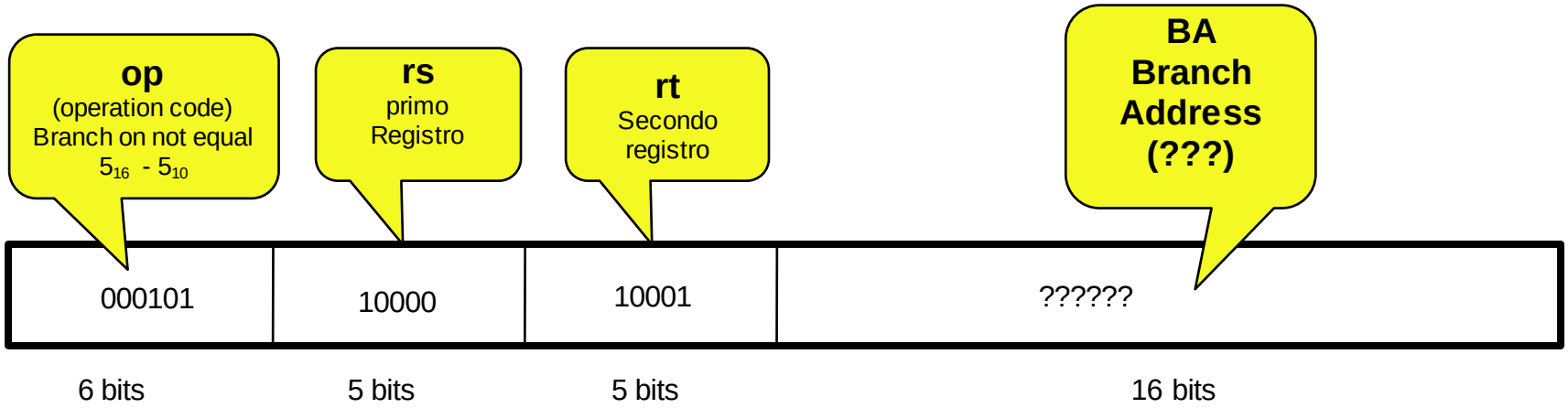
Quindi con 26 bit si indirizzano 2^{28} Byte di memoria programma oppure 2^{26} Word

I 4 bit più significativi sono i 4 bit più significativi di PC

PC – Program Counter – contiene l'indirizzo dell'istruzione successive da eseguire

Istruzione I-type (branch)

"salta a Branch Address se il contenuto del registro 16 (rs) è diverso dal contenuto del registro 17 (rt)"

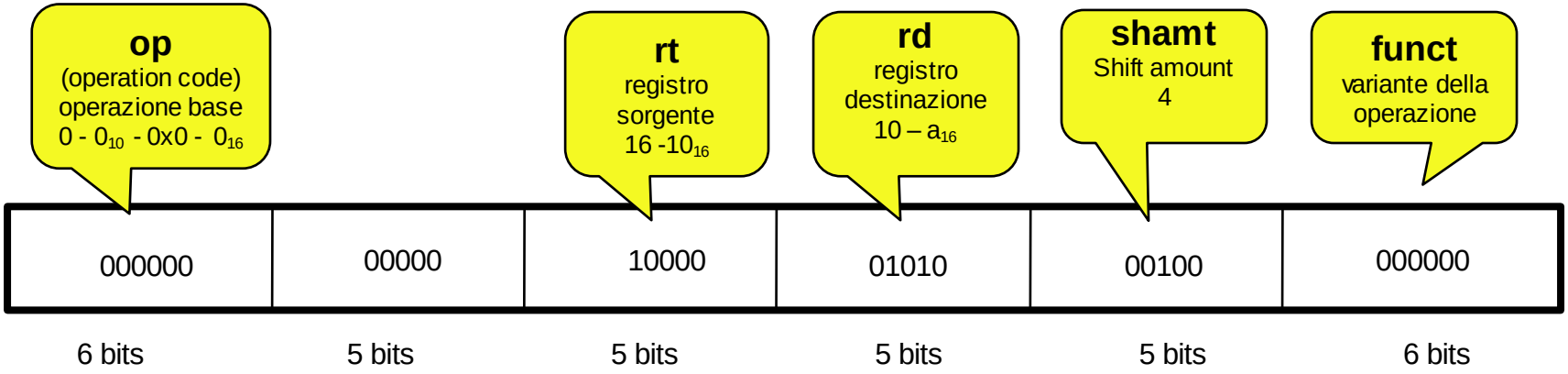


- Formato Assembly: bne $16, $17, Exit OPPURE bne $s0, $s1, Exit
- Exit è una etichetta che l'assembler traduce in uno spiazzamento
- Problema 1: "dove" si può saltare? (valore immediato $-2^{15} <= BA < 2^{15}$)
- Soluzione 1: usare un registro base R (indirizzo di salto = R + BA)
- Soluzione 2: Usare PC come registro base
- Se CA è l'indirizzo dell'istruzione corrente, si salta a CA + 4 + BranchAddr*4 (perche ogni istruzione e' memorizzata su 4'byte; BranchAddr rappresenta il numero di word da saltare rispetto all'indirizzo memorizzato nel PC))
  - (PC è già stato incrementato, quindi PC contiene CA + 4)
  - Ampiezza del salto: +- 2^{15} rispetto a PC
  - Adeguata in moltissimi casi (loop, if…)

Istruzione R-Type (shift left)

quello che si vuole fare (in italiano)
numeri decimali (per comodità)

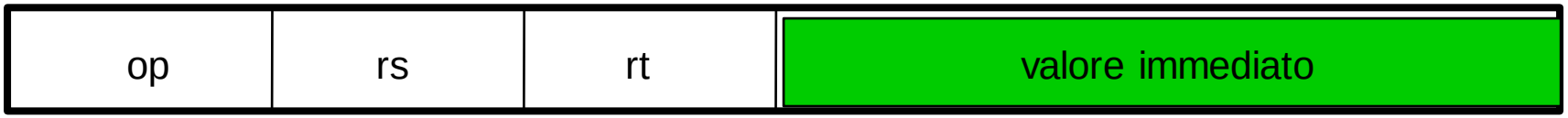
"shift di 4 bit a sinistra il contenuto del registro 16 e metti il risultato nel registro 10"



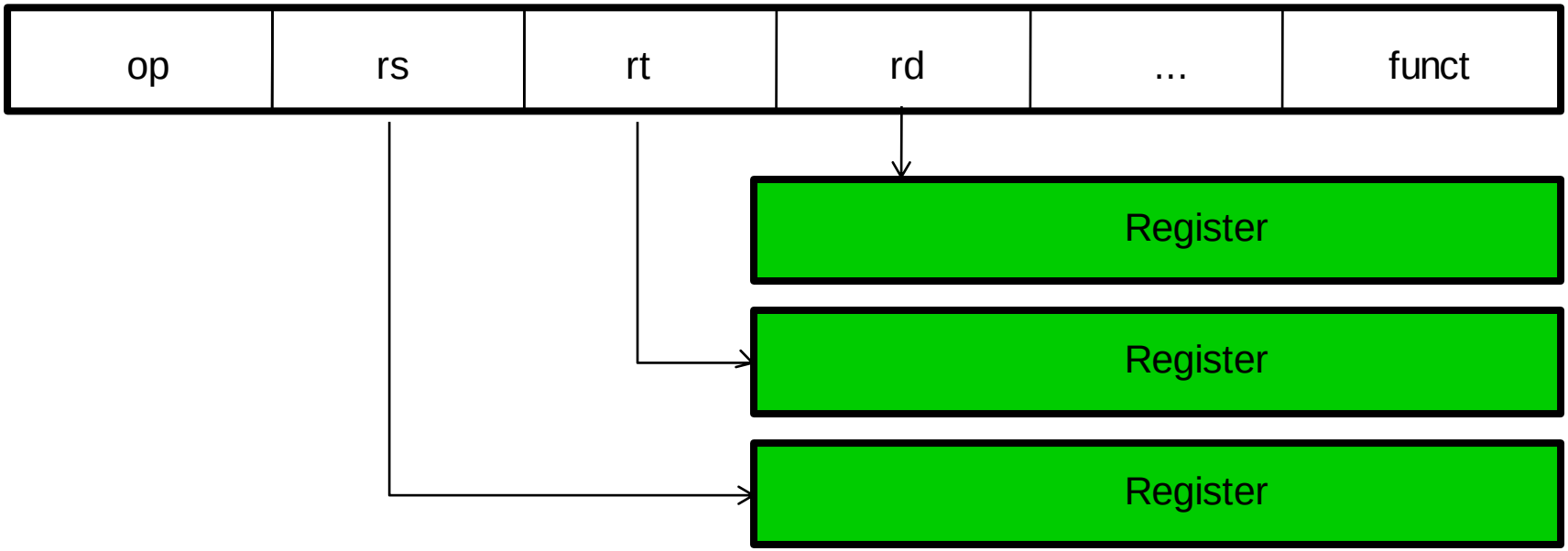
- **Se**
  - rt contiene inizialmente 9 (0000 0000 0000 0000 0000 0000 1001) (= 9_{16})
- **dopo l'esecuzione**
  - rd contiene 144 (0000 0000 0000 0000 0000 0000 1001 0000) (= 90_{16})

- Formato Assembly: sll $10, $16, 4 OPPURE sll $t2, $s0, 4 (shift left logical)

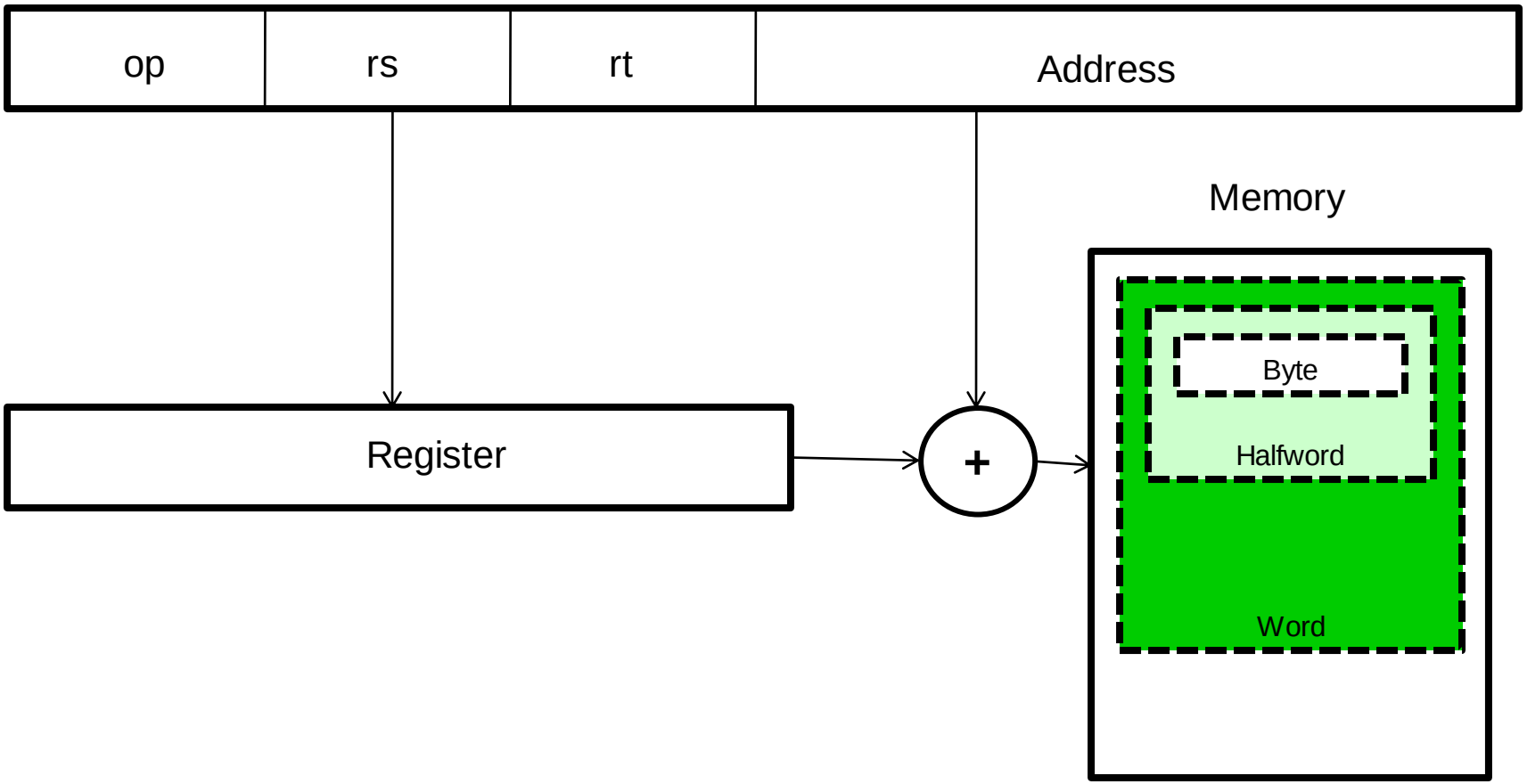
Immediate addressing



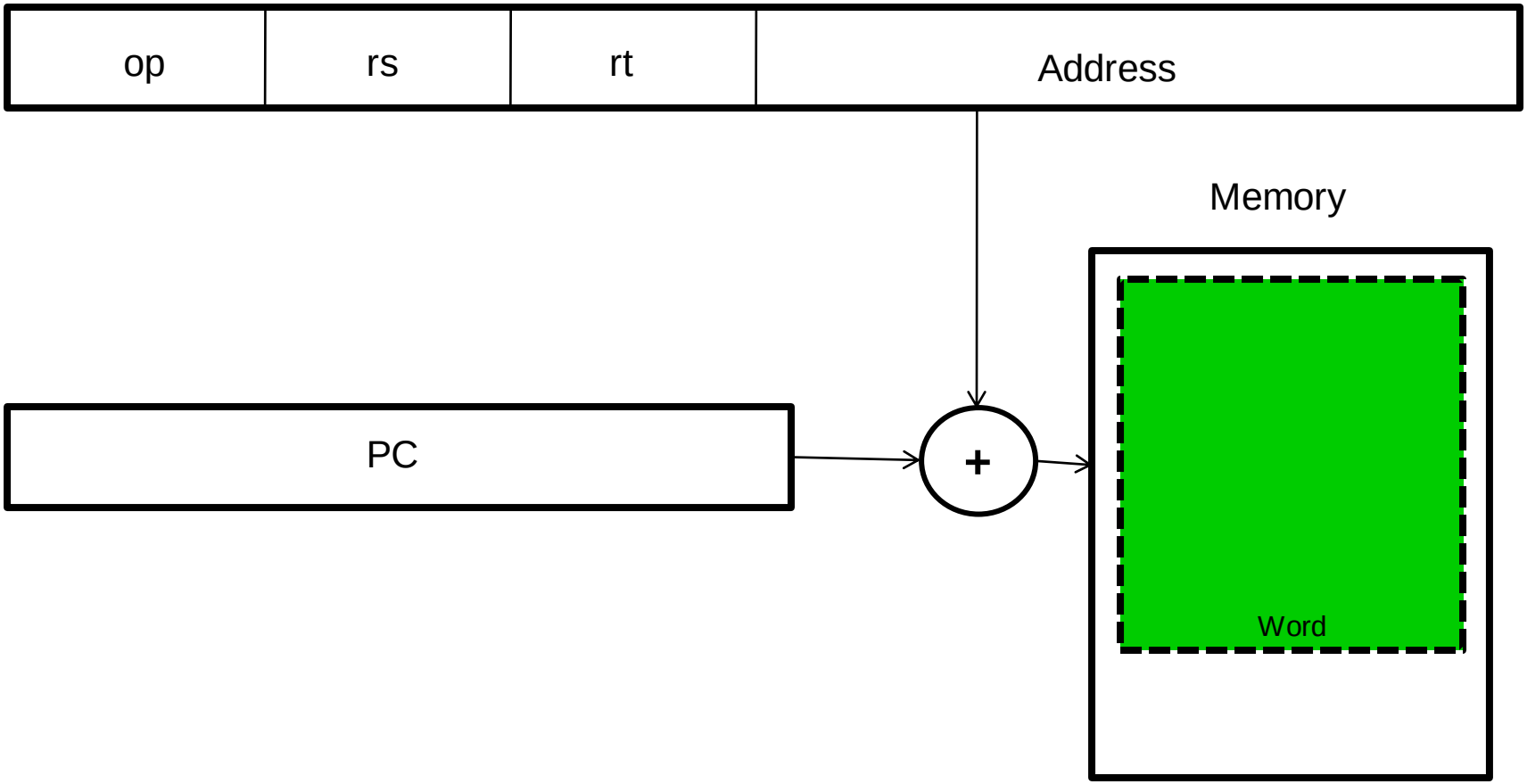
Register addressing



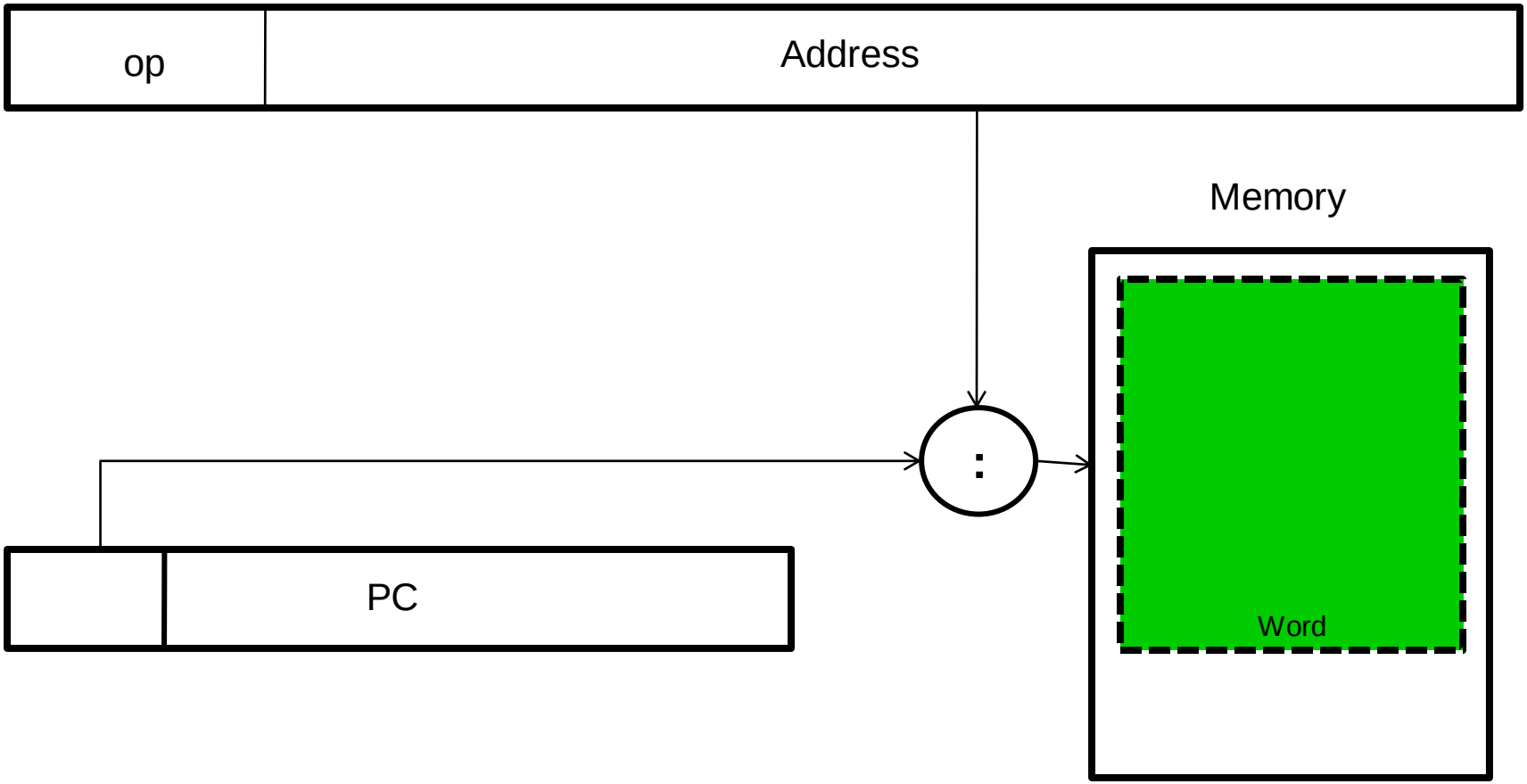
Base addressing



PC-relative addressing



Pseudodirect addressing



Esercizio

Si chiede di scrivere le istruzioni MIPS per il seguente codice Java:

```
if (i==j)
        f=g+h;
else
        f=g-h;
```

considerando che le 5 variabili sono memorizzate nei registri: $s0 - $s4 (oppure $16-$20), e che l'indirizzo della prima istruzione e' 80000.
Si chiede di scrivere le istruzioni sia in Assembly sia in binario.

Soluzione:

Indirizzo istruzione:		istruzione Assembly	istruzione macchina
8 0000		bne $s0, $s1, Else	5 16 17 2
8 0004		add $18, $19, $20	0 19 20 18 0 32
8 0008		j exit	2 20004
8 0012	Else:	sub $18, $19, $20	0 19 20 18 0 34
8 0016	exit:	….	

Esercizio - Soluzione

Si chiede di scrivere le istruzioni MIPS per il seguente codice Java:

```
if (i==j)
        f=g+h;
else
        f=g-h;
```

Considerando che le 5 variabili sono memorizzate nei registri: $s0 - $s4.
L'indirizzo della prima istrizione e' 80000.

Soluzione (tutto in base 10):

			Op code	RS	RT	RD	SHAMT	FUNCT
80000		bne $s3, $s4, ELSE	5	19	20		2	
80004		add $s0, $s1. $s2	0	17	18	16	0	32
80008		j EXIT	2			20004		
80012	ELSE:	sub $s0, $s1. $s2	0	17	18	16	0	34
80016	EXIT:	…						

		Op code	RS	RT	VAL IMMEDIATO
	bne $s3, $s4, ELSE	000101	10011	10100	0000000000000010
	add $s0, $s1. $s2	000000	10001	10010	10000 00000 100000
	j EXIT	000010	00000000001001110001001 00		
ELSE:	sub $s0, $s1. $s2	000000	10001	10010	10000 00000 100010
EXIT:	…				

In base 2:

Esercizio

Si chiede di scrivere le istruzioni MIPS per il seguente codice Java:

```
if (i>j)
        i++;
else
        if (i<j)
                j++;
        else
                f=i*j*g;
```

Considerando che le 5 variabili sono memorizzate nei registri: $s0 - $s4 (oppure $16-$20).
L'indirizzo della prima istruzione e' 80000.

Istruzioni Branch

- **Branch on equal**
- **Branch on greater than zero**
- **Branch on less than zero**
- **...**