



# Examen final

29 de junio de 2023

Fundamentos de computadores II

*Dpto. Arquitectura de Computadores y Automática  
Universidad Complutense de Madrid*





# Ejercicios 1 y 2

1

Para llamar funciones debe usarse `call` y no `j`.

Los registros `a1` y `a2` son no preservados por lo que no puede asegurarse que conserven su valor tras la llamada a función, por lo que deben recargarse antes de cada llamada.

INCORRECTO

```
la a0, COLORS_a
la a1, LEDS
li a1, N
j set_led_colors
la a0, COLORS_B
j set_led_colors
j main_loop
```

CORRECTO

```
la a0, COLORS_a
la a1, LEDS
li a1, N
call set_led_colors
la a0, COLORS_B
la a1, LEDS
li a2, N
call set_led_colors
j main_loop
```

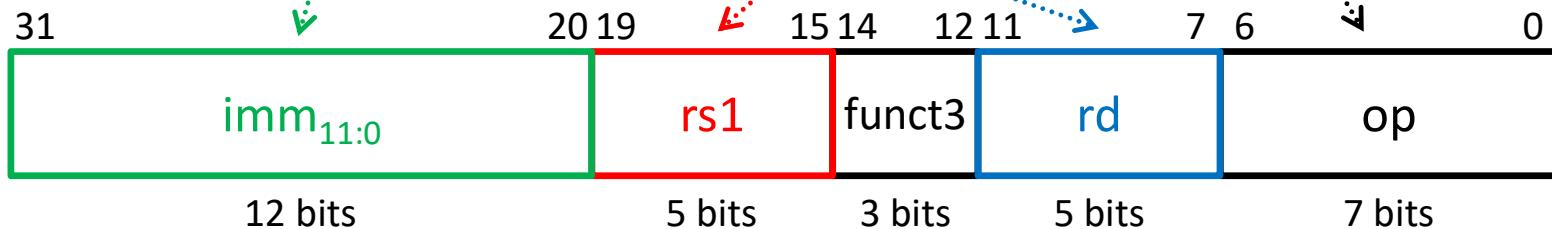
2

En la primera iteración del bucle la instrucción `sw t1,0(a1)` sobrescribiría la dirección `0x200`, ocupada por la instrucción `lw t1,0(a0)`, con el valor `0x00ff0000`. En la segunda iteración al tratar de ejecutar el código `0x00ff0000` se produciría una excepción por código ilegal.

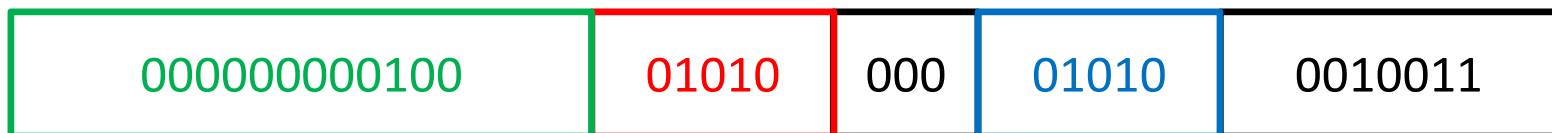


# Ejercicio 3

**addi a0, a0, 4**  $\equiv$  **addi x10, x10, 4**



*tipo-I*

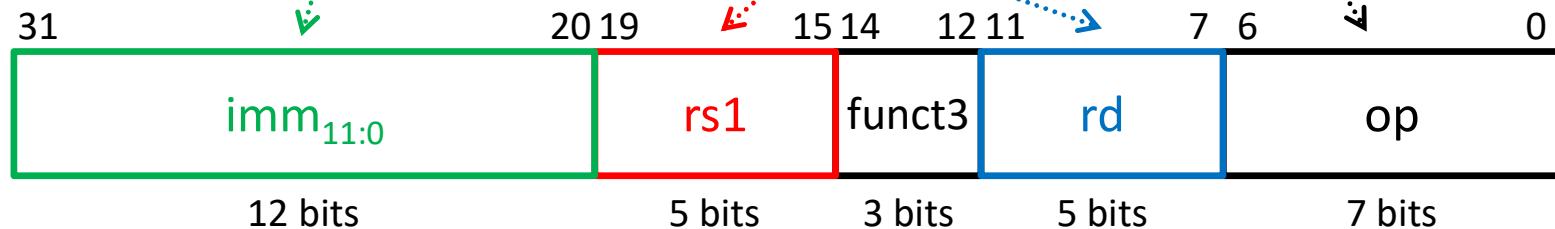


**0x00450513**



# Ejercicio 3

**addi a1, a1, 4**  $\equiv$  **addi x11, x11, 4**



*tipo-I*



**0x00458593**



# Ejercicios 4 y 5

4

iteración	PCSrc	Entrada PC	BRwr	ALUsrc	Zero*	Salida ALU	MemWr	ResSrc
primera	1	0x200	0	0	1	7	0	-
última	0	0x218	0	0	0	0	0	-

Presupone un comportamiento de **bne** análogo a **beq** y la ALU por la salida Zero indica si la condición se satisface o no

5

```
set_led_colors:
bucle:
    lw    t1,0(a0)
    sw    t1,0(a1)
    addi a0,a0,4
    addi a1,a1,4
    addi a2,a2,-1
    bne  a2,zero,bucle
fin_bucle:
    ret
```

16 veces } 1 vez }

$$N = 6 \times 16 + 1 = 97$$

	N	c
lw	16	2x
sw	16	2x
addi	$3 \times 16 = 48$	x
bne	16	3
ret	1	3

$$c = 16 \cdot 2x + 16 \cdot 2x + 48x + 16 \cdot 3 + 3 = 112x + 51$$

$$387 = 112x + 51 \Rightarrow x = 3$$

$$c_{addi} = 3 \quad c_{lw} = c_{sw} = 6$$



# Ejercicio 6

- Usando número de ciclos:  $t_{ejec} = \sum_i c_i \cdot n_i / f_{clk}$

$$tejec_{\text{monociclo}} = 97 / f_{\text{monociclo}}$$

$$tejec_{\text{multiciclo}} = 387 / f_{\text{multiciclo}}$$

}

$$tejec_{\text{monociclo}} > tejec_{\text{multiciclo}}$$

$$97 / f_{\text{monociclo}} > 387 / f_{\text{multiciclo}}$$

$$f_{\text{multiciclo}} > (387 / 97) \cdot f_{\text{monociclo}} \approx 4 \cdot f_{\text{monociclo}}$$

- Usando CPI:  $t_{ejec} = \frac{N \cdot CPI}{f_{clk}}$

$$N_{\text{monociclo}} = N_{\text{multiciclo}}$$

$$CPI_{\text{monociclo}} = 1$$

$$CPI_{\text{multiciclo}} = 387 / 97 \approx 4$$

}

$$tejec_{\text{monociclo}} > tejec_{\text{multiciclo}}$$

$$1 / f_{\text{monociclo}} > 4 / f_{\text{multiciclo}}$$

$$f_{\text{multiciclo}} > 4 \cdot f_{\text{monociclo}}$$



# Ejercicio 7

## Diagrama de ejecución

	$c_{iteración} = 9$												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
lw t1, 0 (a0)	IF	ID	EX	M	WB								
sw t1, 0 (a1)	IF	IFp	ID	EX	M	WB							
addi a0, a0, 4		IFp	IF	ID	EX	M	WB						
addi a1, a1, 4			IF	ID	EX	M	WB						
addi a2, a2, -1				IF	ID	EX	M	WB					
bne a2, zero, bucle				IF	ID	EX	M	WB					
ret				IF	ID								
la a0, COLORS_a					IF								
lw t1, 0 (a0)						IF	ID	EX	M				



# Ejercicio 8

2 ciclos  
(1 + 1 penalización)

4 ciclos

1 ciclo si no salta  
3 ciclos si salta

3 ciclos  
(1 + 2 penalización)

```
set_led_colors:  
bucle:  
    lw    t1,0(a0)  
    sw    t1,0(a1)  
    addi a0,a0,4  
    addi a1,a1,4  
    addi a2,a2,-1  
    bne  a2,zero,bucle  
fin_bucle:  
    ret
```

n veces

1 vez

$$N = 6n + 1$$

$$C = (n-1) \times (2+4+3) + 1 \times (2+4+1) + 3 = 9(n-1) + 10 = 9n + 1$$

$$CPI = (9n + 1) / (6n + 1)$$

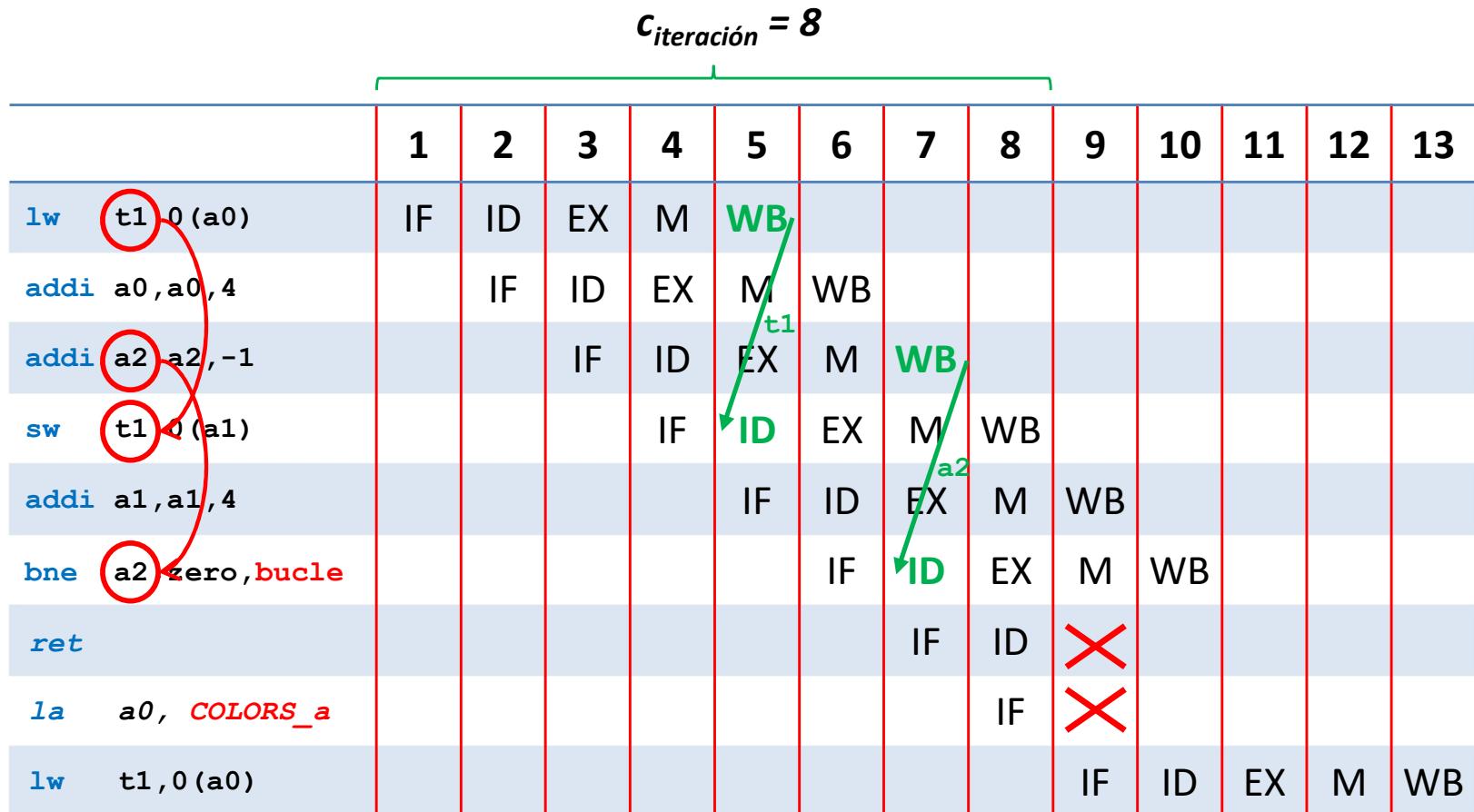
$$CPI (n=2) = 19/13 = 1.46$$

$$CPI (n=16) = 145/97 = 1.49$$

$$CPI (n \rightarrow \infty) = 9/6 = 1.5$$

# Ejercicio 9

## Diagrama de ejecución





# Ejercicio 9

5 ciclos  
1 ciclo si no salta  
3 ciclos si salta  
3 ciclos  
(1 + 2 penalización)

```
set_led_colors:  
bucle:
```

```
    lw    t1,0(a0)  
    addi a0,a0,4  
    addi a2,a2,-1  
    sw    t1,0(a1)  
    addi a1,a1,4  
    bne  a2,zero,bucle
```

```
fin_bucle:
```

```
    ret
```

2 veces

1 vez

$$c = 5 \times 2 + (1 + 3) + 3 = 17$$

# Acerca de *Creative Commons*



## ■ Licencia CC (*Creative Commons*)



- Ofrece algunos derechos a terceras personas bajo ciertas condiciones. Este documento tiene establecidas las siguientes:



### **Reconocimiento (Attribution):**

En cualquier explotación de la obra autorizada por la licencia hará falta reconocer la autoría.



### **No comercial (Non commercial):**

La explotación de la obra queda limitada a usos no comerciales.



### **Compartir igual (Share alike):**

La explotación autorizada incluye la creación de obras derivadas siempre que mantengan la misma licencia al ser divulgadas.

Más información: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>