



Examen final

19 de mayo de 2023

Fundamentos de computadores II

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





Ejercicios 1, 2, y 3

①

La función está correctamente escrita y respeta el estándar de llamadas del RISC-V. No tiene ni prólogo ni epílogo por ser una función hoja y usar únicamente registros no-preservados.

②

```
mv    a0, s1
mv    a1, s4
call  enviar_byte
```

③

```
for_bits:
    andi t2, a0, 1
    sw   t2, 0(a1)
    srli a0, a0, 1
    addi t1, t1, -1
    bne  t1, zero, for_bits
fin_for:
```

Ejercicios 4 y 5



```

enviar_byte:
    sw    zero,0(a1)
    addi  t1,zero,8
for_bits:
    beq   t1,zero,fin_for
    andi  t2,a0,1
    sw    t2,0(a1)
    srli  a0,a0,1
    addi  t1,t1,-1
    j     for_bits
fin_for:
    addi  t1,zero,1
    sw    t1,0(a1)
    ret
    
```

8+1 veces
(8 no salta, 1 salta)

8 veces

$$N = 2 + (6 \times 8 + 1) + 3 = 54$$

	N	Ciclos A	Ciclos B
sw	1+8+1 = 10	4	5
beq	8+1 = 9	3	3
j	8	3	4
ret	1	3	4
arit.-lóg.	1+3×8+1 = 26	4	3

$$C_A = 10 \times 4 + 9 \times 3 + 8 \times 3 + 1 \times 3 + 26 \times 4 = 198$$

$$C_B = 10 \times 5 + 9 \times 3 + 8 \times 4 + 1 \times 4 + 26 \times 3 = 191$$

④

$$CPI_A = 198 / 54 = 3.67$$

$$CPI_B = 191 / 54 = 3.54$$

⑤

$$t_A = 198 / 10^8 \text{ s} = 1.98 \mu\text{s}$$

$$t_B = 191 / (0.95 \cdot 10^8) \text{ s} = 2.01 \mu\text{s}$$

Ejercicio 6



```

enviar_byte:
    sw    zero,0(a1)
    addi  t1,zero,8
for_bits:
    beq   t1,zero,fin_for
    andi  t2,a0,1
    sw    t2,0(a1)
    srli  a0,a0,1
    addi  t1,t1,-1
    j     for_bits
fin_for:
    addi  t1,zero,1
    sw    t1,0(a1)
    ret
    
```

8+1 veces
(8 no salta, 1 salta)

8 veces

$$N = 2 + (6 \times 8 + 1) + 3 = 54$$

	N	B op 1	B op 2
sw	1+8+1 = 10	3	5
beq	8+1 = 9	3	3
j	8	4	4
ret	1	4	4
arit.-lóg.	1+3×8+1 = 26	3	2

$$C_{Bop1} = 10 \times 3 + 9 \times 3 + 8 \times 4 + 1 \times 4 + 26 \times 3 = 171$$

$$C_{Bop2} = 10 \times 5 + 9 \times 3 + 8 \times 4 + 1 \times 4 + 26 \times 2 = 165$$

$$CPI_{Bop1} = 171 / 54 = 3.16$$

$$t_{Bop1} = 171 / (0.95 \cdot 10^8) s = 1.8 \mu s$$

$$CPI_{Bop2} = 165 / 54 = 3.05$$

$$t_{Bop2} = 165 / (0.95 \cdot 10^8) s = 1.74 \mu s$$



Ejercicio 7

Diagrama de ejecución

$C_{iteración} = 8$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<code>beq t1,zero,fin_for</code>	IF	ID	EX	M	WB								
<code>andi t2,a0,1</code>		IF	ID	EX	M	WB							
<code>sw t2,0(a1)</code>			IF	ID	EX	M	WB						
<code>srli a0,a0,1</code>				IF	ID	EX	M	WB					
<code>addi t1,t1,-1</code>					IF	ID	EX	M	WB				
<code>j for_bits</code>						IF	ID	EX	M	WB			
<code>addi t1,zero,1</code>							IF	ID	×				
<code>sw t1,0(a1)</code>								IF	×				
<code>beq t1,zero,fin_for</code>									IF	ID	EX	M	WB

No hay conflicto entre `addi` y `beq` porque `beq` lee `t0` del BR en un ciclo posterior al ciclo en que lo escribe `addi`



Ejercicio 8

Diagrama de ejecución

$C_{iteración} = 12$

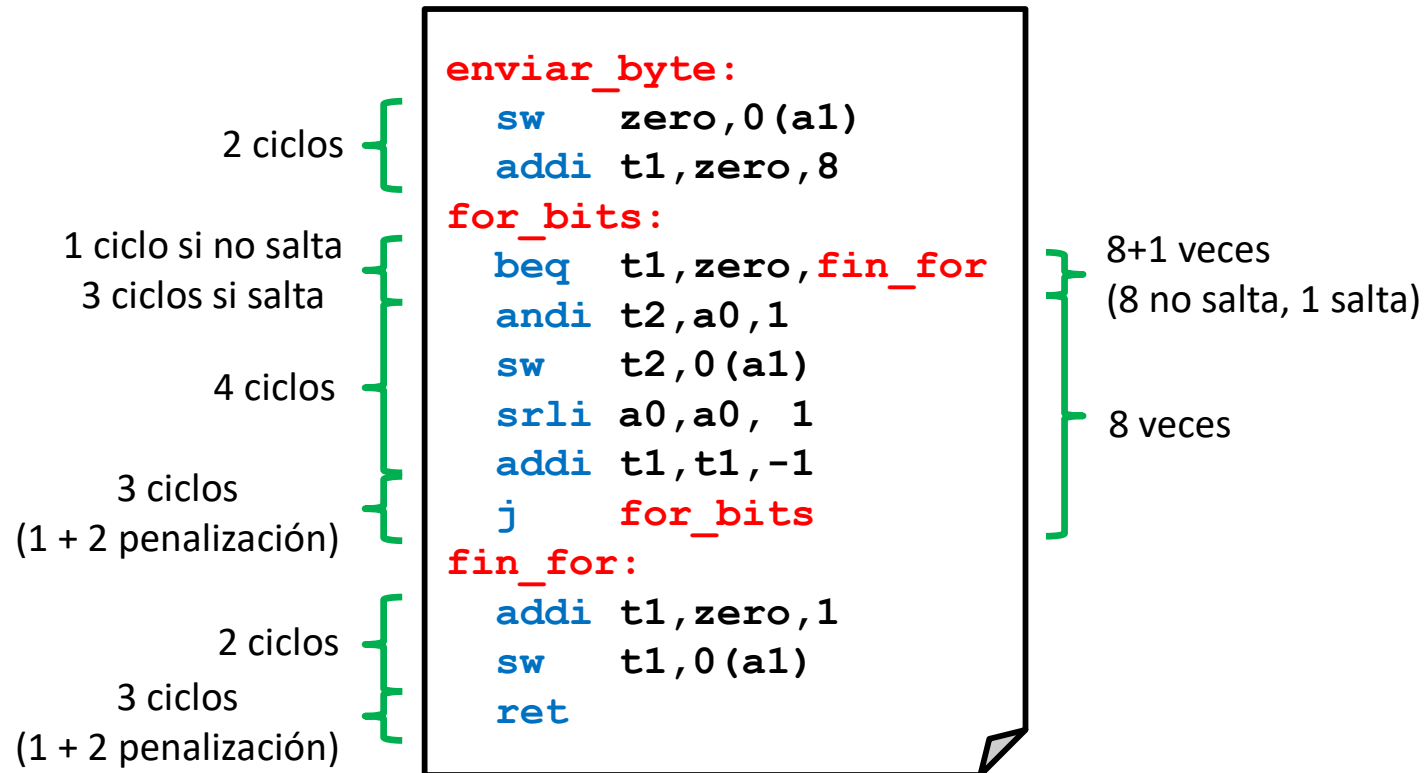
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
beq t1,zero,fin_for	IF	ID	EX	M	WB									
andi t2,a0,1		IFp	IFp	IF	ID	EX	M	WB						
sw t2,0(a1)					IF	IDp	IDp	ID	EX	M	WB			
srli a0,a0,1						IFp	IFp	IF	ID	EX	M	WB		
addi t1,t1,-1									IF	ID	EX	M	WB	
j for_bits										IF	ID	EX	M	WB
addi t1,zero,1											IFp	IFp	×	
beq t1,zero,fin_for													IF	ID

No hay conflicto entre addi y beq porque beq lee t0 del BR en un ciclo posterior al ciclo en que lo escribe addi



Ejercicio 8

Cálculo del CPI



$$N = 2 + (6 \times 8 + 1) + 3 = 54$$

$$C_{\text{anticipación+predicción}} = 2 + [8 \times (1 + 4 + 3) + 3] + 2 + 3 = 74$$

$$CPI_{\text{anticipación+predicción}} = 74 / 54 = 1.37$$

Ejercicio 8

Cálculo del CPI



4 ciclos
(2 + 2 penalización) {
3 ciclos
(1 + 2 penalización) {
6 ciclos
(4 + 2 penalización) {
3 ciclos
(1 + 2 penalización) {
4 ciclos
(2 + 2 penalización) {
3 ciclos
(1 + 2 penalización) {

```
enviar_byte:
    sw    zero,0(a1)
    addi  t1,zero,8
for_bits:
    beq   t1,zero,fin_for
    andi  t2,a0,1
    sw    t2,0(a1)
    srli  a0,a0,1
    addi  t1,t1,-1
    j     for_bits
fin_for:
    addi  t1,zero,1
    sw    t1,0(a1)
    ret
```

8+1 veces
(8 no salta, 1 salta)

8 veces

$$N = 2 + (6 \times 8 + 1) + 3 = 54$$

$$C_{\text{parada}} = 4 + [8 \times (3 + 6 + 3) + 3] + 4 + 3 = 110$$

$$CPI_{\text{parada}} = 110 / 54 = 2.03$$

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/>