

Solución Problemas obligatorios

4-5-6-7

Solución problema 4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
LD F10,0(R1)	IF	ID	EX	ME	WB															
MULD F4,F0,F10		IF	IDp	ID	X1	X2	X3	X4	X5	ME	WB									
LD F12, 0(R2)			IFp	IF	ID	EX	ME	WB												
ADDD F2,F12,F4					IF	IDp	IDp	IDp	ID	A1	A2	ME	WB							
LD F4, 8(R1)						IFp	IFp	IFp	IF	ID	EXp	EX	ME	WB						
MULD F12,F4,F12										IF	IDp	IDp	ID	X1	X2	X3	X4	X5	ME	B
LD F12, 16(R1)											IFp	IFp	IF	ID	EX	ME	WB			

IDp parada por **riesgo de datos LDE**

IFp parada por **riesgo estructural**, atapa anterior ocupado

EXp parada por **riesgo estructural**, dos instrucciones no pueden acceder a la vez a la etapa Mem

WB inhibición de escritura, **riesgo de datos EDE**

$$CPI=20/7=2.86$$

Solución problema 5

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
LW R2,X(R6)	IF	ID	EX	ME	WB													
LW R3,Y(R6)		IF	ID	EX	ME	WB												
SUB R2,R2,R3			IF	IDp	ID	EX	ME	WB										
ADD R2,R2,R1				IFp	IFp	IF	ID	EX	ME	WB								
SUB R6,R6,#4							IF	ID	EX	ME	WB							
SW Z(R6),R2								IF	ID	EX	ME	WB						
BNEZ R6, bucle									IF	ID	EX	ME	WB					
ADD R1,R1,#1										IF	ID	EX	ME	WB				
LW R2,X(R6)											IFp	IF	ID	EX	ME	WB		

Cada vuelta del bucle necesita 11 ciclos

R6 vale 2000 , se decrementa de 4 en 4 → 500 iteraciones

Solución problema 5

Última vuelta del bucle

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
LW R2,X(R6)	IF	ID	EX	ME	WB													
LW R3,Y(R6)		IF	ID	EX	ME	WB												
SUB R2,R2,R3			IF	IDp	ID	EX	ME	WB										
ADD R2,R2,R1				IFp	IFp	IF	ID	EX	ME	WB								
SUB R6,R6,#4							IF	ID	EX	ME	WB							
SW Z(R6),R2								IF	ID	EX	ME	WB						
BNEZ R6, bucle									IF	ID	EX	ME	WB					
ADD R1,R1,#1										IF	ID	EX	ME	WB				
SUB R3,R3,R7											IFp	IF	ID	EX	ME	WB		

Nº ciclos = $500 * 11 + 5 = 5505$ ciclos

Nº inst. = $500 * 8 + 1 = 4001$ inst



CPI = $5505 / 4001 = 1.38$

MIPS = $f / (CPI * 10^6) = 10^9 / (1.38 * 10^6) = 724.64$

Solución problema 6, apartado a)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Loop: LD F2,0(R1)	IF1	IF2	ID	EX	M1	M2	WB																			
MULTD F4,F2,F0		IF1	IF2	IDp	IDp	ID	X1	X2	X3	X4	X5	M1	M2	WB												
LD F6,0(R2)			IF1	IF2p	IF2p	IF2	ID	EX	M1	M2	WB															
ADD F6,F4,F6				IF1p	IF1p	IF1	IF2	IDp	IDp	IDp	ID	A1	A2	A3	A4	M1	M2	WB								
SD 0(R2),F6							IF1	IF2p	IF2p	IF2p	IF2	IDp	IDp	IDp	ID	EX	M1	M2	WB							
ADDI R1,R1,8								IF1p	IF1p	IF1p	IF1	IF2p	IF2p	IF2p	IF2	ID	EX	M1	M2	WB						
SGTI R3,R1,done												IF1p	IF1p	IF1p	IF1	IF2	ID	EX	M1	M2	WB					
BEQZ R3,Loop																IF1	IF2	IDp	ID	EX	M1	M2	WB			
ADDI R2,R2,8																IF1	IF2p	IF2	ID	EX	M1	M2	WB			
Loop: LD F2,0(R1)																		IF1p	IF1p	F1	IF2	ID	EX	M1	M2	WB

IDp parada por **riesgo de datos LDE**

IF1p **IF2p** parada por **riesgo de estructural**, la siguiente etapa está ocupada

IF1p parada por **riesgo de control**, hasta el final de la etapa ID no se sabe si salta o no, y el salta retardado es sólo de una instrucción

Solución problema 6, apartado a)

Ultima iteración

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Loop: LD F2,0(R1)	IF1	IF2	ID	EX	M1	M2	WB																			
MULTD F4,F2,F0		IF1	IF2	IDp	IDp	ID	X1	X2	X3	X4	X5	M1	M2	WB												
LD F6,0(R2)			IF1	IF2p	IF2p	IF2	ID	EX	M1	M2	WB															
ADDD F6,F4,F6				IF1p	IF1p	IF1	IF2	IDp	IDp	IDp	ID	A1	A2	A3	A4	M1	M2	WB								
SD 0(R2),F6							IF1	IF2p	IF2p	IF2p	IF2	IDp	IDp	IDp	ID	EX	M1	M2	WB							
ADDI R1,R1,8								IF1p	IF1p	IF1p	IF1	IF2p	IF2p	IF2p	IF2	ID	EX	M1	M2	WB						
SGTI R3,R1,done												IF1p	IF1p	IF1p	IF1	IF2	ID	EX	M1	M2	WB					
BEQZ R3,Loop																IF1	IF2	IDp	ID	EX	M1	M2	WB			
ADDI R2,R2,8																IF1	IF2p	IF2	ID	EX	M1	M2	WB			

Done=4096 y r1=256, en total se ejecutarán $(4096-256)/8=480$ iteraciones

$$\text{CPI} = (480 * 19 + 5) / 480 * 9 = 9125 / 4320 = 2.11$$

Solución problema 6, apartado b)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Loop: LD <u>F2</u> ,0(R1)	IF1	IF2	ID	EX	M1	M2	WB																
LD F6,0(R2)		IF1	IF2	ID	EX	M1	M2	WB															
MULTD <u>F4</u> , <u>F2</u> ,F0			IF1	IF2	IDp	ID	X1	X2	X3	X4	X5	M1	M2	WB									
ADDI <u>R1</u> ,R1,8				IF1	IF2p	IF2	ID	EX	M1	M2	WB												
SGTI R3, <u>R1</u> ,done					IF1p	IF1	IF2	ID	EX	M1	M2	WB											
ADDD <u>F6</u> , <u>F4</u> ,F6							IF1	IF2	IDp	IDp	ID	A1	A2	A3	A4	M1	M2	WB					
SD 0(R2), <u>F6</u>								IF1	IF2p	IF2p	IF2	IDp	IDp	IDp	ID	EX	M1	M2	WB				
BEQZ R3,Loop									IF1p	IF1p	IF1	IF2p	IF2p	IF2p	IF2	ID	EX	M1	M2	WB			
ADDI R2,R2,8												IF1p	IF1p	IF1p	IF1	IF2	ID	EX	M1	M2	WB		
Loop: LD F2,0(R1)																IF1p	IF1	IF2	ID	EX	M1	M2	WB

IDp parada por **riesgo de datos LDE**

IF1p **IF2p** parada por **riesgo de estructural**, la siguiente etapa está ocupada

IF1p parada por **riesgo de control**, hasta el final de la etapa ID no se sabe si salta o no, y el salta retardado es sólo de una instrucción

Solución problema 6, apartado b)

Ultima iteración

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Loop: LD <u>F2</u> ,0(R1)	IF1	IF2	ID	EX	M1	M2	WB																
LD F6,0(R2)		IF1	IF2	ID	EX	M1	M2	WB															
MULTD <u>F4</u> , <u>F2</u> ,F0			IF1	IF2	IDp	ID	X1	X2	X3	X4	X5	M1	M2	WB									
ADDI <u>R1</u> ,R1,8				IF1	IF2p	IF2	ID	EX	M1	M2	WB												
SGTI R3, <u>R1</u> ,done					IF1p	IF1	IF2	ID	EX	M1	M2	WB											
ADDD <u>F6</u> , <u>F4</u> ,F6							IF1	IF2	IDp	IDp	ID	A1	A2	A3	A4	M1	M2	WB					
SD 0(R2), <u>F6</u>							IF1	IF2p	IF2p	IF2	IDp	IDp	IDp	ID	EX	M1	M2	WB					
BEQZ R3,Loop								IF1p	IF1p	IF1	IF2p	IF2p	IF2p	IF2	ID	EX	M1	M2	WB				
ADDI R2,R2,8											IF1p	IF1p	IF1p	IF1	IF2	ID	EX	M1	M2	WB			

Done=4096 y r1=256, en total se ejecutarán $(4096-256)/8=480$ iteraciones

$$CPI = (480 * 16 + 5) / 480 * 9 = 7685 / 4320 = 1.78$$

Solución problema 7, apartado a)

Iteración n=0 k=3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Loop_K: LS F3,0(R3)	IF	ID	E	M	WB																					
LS F4,0(R4)		IF	ID	E	M	WB																				
MULS F6,F3,F4			IF	IDp	ID	M1	M2	M3	M	WB																
LS F5,0(R5)			IFP	IF	ID	E	M	WB																		
ADDS F5,F6,F5					IF	IDp	ID	A2	M	WB																
SS 0(R5),F5						IFP	IF	IDp	ID	E	M	WB	WB													
ADDI R3,R3,#4								IFP	IF	ID	E	M	WB													
ADDI R4,R4,#4										IF	ID	E	M	WB	WB											
ADDI R2,R2,#1											IF	ID	E	M	WB											
BLTI R2,#4, ...											IF	IDp	ID	E	M	WB										
ADDI R5,R5,#4												IFP	IF	ID	E	M	WB									
SUBI R3,R3,#16														IF	ID	E	M	WB								
SUBI R4,R4,#12															IF	ID	E	M	WB							
ADDI R1,R1,#1																IF	ID	E	M	WB						
BLTI R1,100...																	IF	IDp	ID	E	M	WB				
B. _____																			IFP	IF	ID					
Loop_n: ADDI R2,R0,#0																					IF	ID	E	M	WB	

IDp parada por riesgo de datos LDE

IF parada por riesgo de estructural, la siguiente etapa está ocupada

Solución problema 7, apartado b)

Primera iteración del bucle interno $k=0, n=$ (de 0 a 98) : 11 instrucciones , 16 ciclos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Loop_n: ADDI R2,R0,#0	IF	ID	E	M	WB																
Loop_K: LS F3,0(R3)		IF	ID	E	M	WB															
LS F4,0(R4)			IF	ID	E	M	WB														
MULS F6,F3,F4				IF	IDp	ID	M1	M2	M3	M	WB										
LS F5,0(R5)					IFP	IF	ID	E	M	WB											
ADDS F5,F6,F5							IF	IDp	M	A1	A2	M	WB								
SS 0(R5),F5								IFP	IF	IDp	ID	M	WB	WB							
ADDI R3,R3,#4										IFP	IF	ID	E	M	WB						
ADDI R4,R4,#4												IF	ID	E	M	WB	WB				
ADDI R2,R2,#1													IF	ID	E	M	WB	WB			
BLTI R2,#4, ...														IF	IDp	ID	E	M	WB		
ADDI R5,R5,#4															IFP	IF	ID				
Loop_K: LS F3,0(R3)																	IF	ID	E	M	WB

Segunda y tercera iteraciones del bucle interno ($k=1$ y $k=2$): 10 instrucciones , 15 ciclos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Loop_K: LS F3,0(R3)	IF	ID	E	M	WB															
LS F4,0(R4)		IF	ID	E	M	WB														
MULS F6,F3,F4			IF	IDp	ID	M1	M2	M3	M	WB										
LS F5,0(R5)				IFP	IF	ID	E	M	WB											
ADDS F5,F6,F5						IF	IDp	ID	M	A2	M	WB								
SS 0(R5),F5							IFP	IF	IDp	ID	M	WB	WB							
ADDI R3,R3,#4								IFP	IF	ID	E	M	WB							
ADDI R4,R4,#4										IF	ID	E	M	WB	WB					
ADDI R2,R2,#1											IF	ID	E	M	WB					
BLTI R2,#4, ...												IF	IDp	ID	E	M	WB			
ADDI R5,R5,#4													IFP	IF	ID	E	M	WB		
Loop_K: LS F3,0(R3)																IF	ID	E	M	WB

Solución problema 7, apartado b)

Última iteración del bucle interno (k=3): 15 instrucciones , 21 ciclos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Loop_K: LS F3,0(R3)	IF	ID	E	M	WB																					
LS F4,0(R4)		IF	ID	E	M	WB																				
MULS F6,F3,F4			IF	IDp	ID	M1	M2	M3	M	WB																
LS F5,0(R5)				IFP	IF	ID	E	M	WB																	
ADDS F5,F6,F5					IF	IDp	ID	WB																		
SS 0(R5),F5						IFP	IF	IDp	ID	E	M	WB	WB													
ADDI R3,R3,#4								IFP	IF	ID	E	M	WB													
ADDI R4,R4,#4										IF	ID	E	M	WB	WB											
ADDI R2,R2,#1											IF	ID	E	M	WB											
BLTI R2,#4, ...												IF	IDp	ID	E	M	WB									
ADDI R5,R5,#4													IFP	IF	ID	E	M	WB								
SUBI R3,R3,#16															IF	ID	E	M	WB							
SUBI R4,R4,#12																IF	ID	E	M	WB						
ADDI R1,R1,#1																	IF	ID	E	M	WB					
BLTI R1,100...																		IF	IDp	ID	E	M	WB			
B.																				IFP	IF	ID				
Loop_n: ADDI R2,R0,#0																					IF	ID	E	M	WB	

Última iteración del programa (n=99 y k=3): tiene 4 ciclos más

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Loop_K: LS F3,0(R3)	IF	ID	E	M	WB																				
LS F4,0(R4)		IF	ID	E	M	WB																			
MULS F6,F3,F4			IF	IDp	ID	M1	M2	M3	M	WB															
LS F5,0(R5)				IFP	IF	ID	E	M	WB																
ADDS F5,F6,F5					IF	IDp	ID	WB																	
SS 0(R5),F5						IFP	IF	IDp	ID	E	M	WB	WB												
ADDI R3,R3,#4								IFP	IF	ID	E	M	WB												
ADDI R4,R4,#4										IF	ID	E	M	WB	WB										
ADDI R2,R2,#1											IF	ID	E	M	WB										
BLTI R2,#4, ...												IF	IDp	ID	E	M	WB								
ADDI R5,R5,#4													IFP	IF	ID	E	M	WB							
SUBI R3,R3,#16															IF	ID	E	M	WB						
SUBI R4,R4,#12																IF	ID	E	M	WB					
ADDI R1,R1,#1																	IF	ID	E	M	WB				
BLTI R1,100...																		IF	IDp	ID	E	M	WB		
B.																				IFP	IF	ID	E	M	WB

Solución problema 7, apartado b)

Bucle interno (k=0 a <4) 4 iteraciones:

$$\begin{aligned} \text{Nº de inst} &= 11 + 10*2 + 15 = 46 \\ \text{Nº de ciclos} &= 16 + 15*2 + 21 = 67 \\ &\quad (k=0) \quad (k=1 \text{ y } 2) \quad (k=3) \end{aligned}$$

Bucle externo (n=0 a <100) 100 iteraciones

$$\begin{aligned} \text{Nº de inst. totales} &= 100*46 + 1 = 4601 \\ \text{Nº de ciclos totales} &= 100*67 + 4 = 6704 \end{aligned}$$

$$\text{CPI} = 6704/4601 = 1,45$$

Solución problema 7, apartado c)

Esquema de ejecución (salto retardado):

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	fin bucle interno			19	20	21	fin bucle externo							
Loop_N: ADDI R2,R0,#0	IF	ID	E	M	WB																								
Loop_K: LS F3,0(R3)		IF	ID	E	M	WB																							
LS F4,0(R4)			IF	ID	E	M	WB																						
MULS F6,F3,F4				IF	IDp	ID	M1	M2	M3	M	WB																		
LS F5,0(R5)					IFp	IF	ID	E	M	WB																			
ADDS F5,F6,F5							IF	IDp	ID	A1	A2	M	WB																
SS 0(R5),F5								IFp	IF	IDp	ID	E	M	WB															
ADDI R3,R3,#4										IFp	IF	ID	E	M	WB														
ADDI R2,R2,#1												IF	ID	E	M	WB													
BLTI R2,#4, Loop_K													IF	IDp	ID	E	M	WB											
ADDI R4,R4,#4														IFp	IF	ID	E	M	WB										
ADDI R5,R5,#4																IF	ID	E	M	WB									
SUBI R3,R3,#16																	IF	ID	E	M	WB								
ADDI R1,R1,#1																		IF	ID	E	M	WB							
BLTI R1,100, Loop_N																			IF	IDp	ID	E	M	WB					
SUBI R4,R4,#12																				IFp	IF	ID	E	M	WB				
B.																													
ADDI R2,R0,#0																													

IDp parada por riesgo de datos LDE

IFp parada por riesgo de estructural, la siguiente etapa está ocupada

Solución problema 7, apartado c)

Bucle interno (k=0 a <4) 4 iteraciones:

$$\begin{aligned}\text{Nº de inst} &= 11 + 10*2 + 15 = 46 \\ \text{Nº de ciclos} &= 15 + 14*2 + 20 = 63 \\ &\quad (k=0) \quad (k=1 \text{ y } 2) \quad (k=3)\end{aligned}$$

Bucle externo (n=0 a <100) 100 iteraciones

$$\begin{aligned}\text{Nº de inst. totales} &= 100* 46 +1 = 4601 \\ \text{Nº de ciclos totales} &= 100* 63 +5 = 6305\end{aligned}$$

$$\text{CPI} = 6305/4601 = 1,37$$

Solución problema 7, apartado d)

Reordenación del código:

```
for (n=0; n<100; n++) {  
    tmp = out[n];  
    for (k=0; k<4; k++) {  
        tmp = tmp+ filter[k] * input[n+k];  
    }  
    out[n] = tmp;  
}
```

```
loopN:  ADDI R2, R0, #0  
        LS F5, 0(R5)  
loopK:  LS F3, 0(R3)  
        LS F4, 0(R4)  
        ADDI R2, R2, #1  
        MULS F6, F3, F4  
        ADDI R3, R3, #4  
        ADDI R4, R4, #4  
        ADDS F5, F6, F5  
        BLTI R2, #4, loopK  
        ADDI R5, R5, #4  
        ADDI R1, R1, #1  
        SUBI R3, R3, #16  
        SUBI R4, R4, #12  
        SS 0(R5), F5  
        BLTI R1, 100, loopN  
B.
```

Solución problema 7, apartado d)

Esquema de ejecución:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ADDI R2, R0, #0	IF	ID	E	M	WB																			
LS F5, 0(R5)		IF	ID	E	M	WB																		
LS F3, 0(R3)			IF	ID	E	M	WB																	
LS F4, 0(R4)				IF	ID	E	M	WB																
ADDI R2, R2, #1					IF	ID	E	M	WB															
MULS F6, F3, F4						IF	ID	M1	M2	M3	M	WB												
ADDI R3, R3, #4							IF	ID	E	M	WB													
ADDI R4, R4, #4								IF	IDp	ID	E	M	WB											
ADDS F5, F6, F5									IFp	IF	ID	M1	A2	M	WB									
BLTI R2, #4, loopK											IF	IDp	ID	E	M	WB								
ADDI R5, R5, #4												IFp	IF	ID	E	M	WB							
ADDI R1, R1, #1														IF	ID	E	M	WB						
SUBI R3, R3, #16															IF	ID	E	M	WB					
SUBI R4, R4, #12																IF	ID	E	M	WB				
SS 0(R5), F5																	IF	ID	E	M	WB			
BLTI R1, 100, loopN																		IF	ID	E	M	WB		
B. _____																			IF	ID	E	M	WB	
ADDI R2, R0, #0																				IF	ID	E	M	WB

IDp parada por **riesgo estructural**, coincidirían las etapas Mem de esta instrucción y la anterior

IFp parada por **riesgo estructural**, la siguiente etapa está ocupada

Solución problema 7, apartado d)

Bucle interno (k=0 a <4) 4 iteraciones:

$$\begin{aligned} \text{Nº de inst} &= 10 + 8*2 + 14 = 40 \\ \text{Nº de ciclos} &= 13 + 11*2 + 17 = 52 \\ &\quad (k=0) \quad (k=1 \text{ y } 2) \quad (k=3) \end{aligned}$$

Bucle externo (n=0 a <100) 100 iteraciones

$$\begin{aligned} \text{Nº de inst. totales} &= 100*40 + 1 = 4001 \\ \text{Nº de ciclos totales} &= 100*52 + 4 = 5204 \end{aligned}$$

$$\text{CPI} = 5204/4001 = 1,3$$