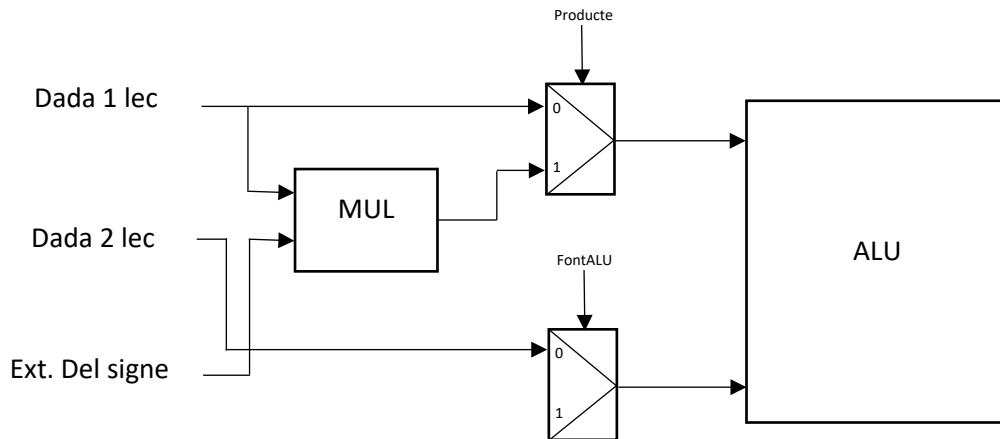


La modificació més lògica:



b) Indiqueu ordenadament els senyals de control que s'han d'activar per executar la instrucció.

RegDest = 0; SaltCondicional = 0; SaltIncondicional = 0;
Producte = 1; FontALU = 0;
ALUOp = Operació de suma
EscrMem = 0; LectMem = 0;
MemoReg = 0;
EcrReg = 1;

c) Després d'aquesta modificació, quina serà la freqüència màxima?

1. Memòria de programa (MP)
2. Unitat de control (UC)
3. Abans de l'ALU (Banc de registres, est, del signe i multiplicador)
 - 3.1. Rs -> Banc de registres + MUL + MUX
 - 3.2. Valor -> Ext. Del signe + MUL + MUX
 - 3.3. Rt -> MUX + Banc de registres + MUX
4. ALU
5. MUX
6. Banc de registres (escriptura)

El temps més llarg abans de l'ALU:

$$100+200+20 = 320 \text{ ps}$$

$$10+200+20 = 230 \text{ ps}$$

$$20 + 100 + 20 = 140 \text{ ps}$$

El temps total: $200+20+320+60+20 = 620 \text{ ps}$

La freqüència màxima -> $1/620 \text{ ps} = 1,6129 \text{ GHz}$

Problema 2. Memòries cau (2,5)

Es disposa d'un sistema fet amb un processador MIPS de 32 bits amb una cau L1 compartida per dades i codi. Aquesta cau accelera l'accés a una memòria principal de 4 GBytes. La memòria cau té 2 MByte de capacitat i els blocs estan formats per 8 paraules. L'ordinador incorpora a més una memòria cau L2 de 4 MBytes, amb correspondència associativa i la mateixa mida de bloc que la memòria cau L1. Les paraules son de 32 bits (4 bytes).

Responen a les següents qüestions:

- 1) Indiqueu raonadament en quins camps es divideixen les adreces sol·licitades pel processador a la memòria cau L1, suposant que la memòria cau L1 és de correspondència directa. Quantes línies té?

2 MBytes -> 21 línies per direccionar-la. Memòria amb correspondència directe.

Línia	Paraula dins la línia (8)	Byte dins la paraula
16 bits (20 : 5)	3 bits (4 : 2)	2 bits (1 : 0)

L'adreça de memòria

Etiqueta	Línia	Paraula dins la línia (8)	Byte dins la paraula
11 bits (31 : 21)	16 bits (20 : 5)	3 bits (4 : 2)	2 bits (1 : 0)

Nombre de línies de la memòria cau L1: $2^{16} = 65.536$ línies

- 2) Feu el mateix per L2.

4 MBytes -> 22 línies per direccionar-la. Memòria amb correspondència associativa

Etiqueta	Paraula dins la línia (8)	Byte dins la paraula
17 bits (20 : 5)	3 bits (4 : 2)	2 bits (1 : 0)

L'adreça de memòria

Etiqueta	Paraula dins la línia (8)	Byte dins la paraula
27 bits (31 : 5)	3 bits (4 : 2)	2 bits (1 : 0)

Nombre de línies de la memòria cau L1: $2^{17} = 131.072$ línies

- 3) Amb les dues caus fredes (buides), s'executa un fragment de programa, emmagatzemat a partir de l'adreça 0x1234caf0. Mostreu detalladament l'evolució de les caus L1 i L2 per a cada un dels cinc accessos a memòria que produeix aquest fragment de programa, i suposant que les escriptures es realitzen a través del mecanisme d'escriptura immediata.

```
main:  addi $t0, $zero, 255
        lw  $t1, 25($t0)
        sw  $t1, 25($t0)
```

0x1234caf0 -> 0b 00010010001 1010011001010111 100 00 Per L1: Etiqueta 0x091; línia: 0xA657; Paraula: 4

0x1234caf0 -> 0b 000100100011010011001010111 100 00 Per L2: Etiqueta 0x091A657; Paraula: 4

255 + 25 = 280 -> 0b 00000000000 0000000000001000 110 00 Per L1: Etiqueta 0; Línia 0x8; Paraula: 6

255 + 25 = 280 -> 0b 0000000000000000000000001000 110 00 Per L2: Etiqueta: 0x8; Paraula: 6

Per I2 i I3: Igual que I1, però amb les paraules 5 i 6

L'escriptura immediata es pot fer amb assignació o sense. (faig el primer)

Taula

		L1		L2	Comentari
Ins	Dades	Etiqueta	Conjunt	Etiqueta	
I1		0x091	0xA657	0x091A657	Fallada a L1 i L2
I2					Encert per L1 i L2
		0	0x0008	0x0000008	Lectura a la dada 280 (Fallada)
I3					Encert a L1 i L2
					Espectura a la dada 280 Encert però també escriu a la MP

Problema 3. Memòries (1 p)

Dissenyeu un sistema de memòria de 512 KBytes (448 KBytes de RAM y 64 KBytes de ROM) accessible a nivell de byte, utilitzant xips de memòria SRAM de 64Kx8 i xips de ROM de 32Kx8. Si el bus d'adreces és de 19 bits, situeu

Problema 4. Processadors segmentats (2 p)

El següent tros de codi s'executa sobre un processador segmentat de 5 etapes (IF:Fetch, LR:Lectura registres, AL: Operació de l'ALU, MD: Accés a la memòria de dades, WR: Espectura al registre).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
addi r1, r0, #0	IF	LR	AL	MD	WR															
lw r2, 0(r1)		IF	X	X	LR	AL	MD	WR												
addi r1, r1, #4					IF	LR	AL	MD	WR											
add r3, r2, r4						IF	X	LR	AL	MD	WR									
lw r4, 0(r1)								IF	LR	AL	MD	WR								
addi r1, r1, #4									IF	LR	AL	MD	WR							
sw 0(r1), r3										IF	X	X	LR	AL	MD	WR				

Suposant que la dada es pot escriure en el banc de registres i llegir el seu valor en el mateix cicle:

- 1) Representeu el diagrama de cicles de rellotge del programa amb les dependències i els cicles d'espera que s'han d'afegir.
- 2) Quins riscos hi ha? En quines instruccions?

Riscos RAW:

- Entre I1 i I2 per r1
- Entre I1 i I3 per r1
- Entre I2 i I4 per r2
- Entre I3 i I5 per r1
- Entre I6 i I7 per r1

Riscos WAW:

- Entre I1 i I3 per R1
- Entre I3 i I6 per r1

Risc WAR:

- Entre I1 i I3 per r1
- Entre I5 i I6 per r1

```
addi r1, r0, #0 ; r1 = r0 + 0
lw r2, 0(r1) ; r2 = Mem(r1+0)
addi r1, r1, #4 ; r1 = r1 + 4
add r3, r2, r4 ; r3 = r2 + r4
lw r4, 0(r1) ; r4 = Mem(r1 + 0)
addi r1, r1, #4 ; r1 = r1 + 4
sw 0(r1), r3 ; Mem(r1 + 0) = r3
```

- Entre l6 i l7 per r1

- 3) Calculeu el nombre de cicles que es necessiten per executar aquest tros de codi: 16 cicles
- 4) Creieu que es pot afegir algun curtcircuit per millorar el rendiment? Quins?

Es podria posar un curtcircuit a la sortida de l'ALU cap a l'entrada, per aconseguir el resultat de la operació i utilitzar-la al següent cicle. Aconseguiríem reduir en només un cicle els dos retard que es donen en els dos riscos que hi ha. A la sortida de la memòria fins l'entrada de l'ALU. El temps d'execució passaria a ser de 13 cicles.

Problema 5. Entrades i sortides (2 p)

Una empresa necessita escanejar documents de mida A4 a una resolució de 300ppp (punts per polzada lineal) en escala de grisos de 16 bits (nivells de gris de 0 a 65535). El document A4 té una mida de 8 ¼ polzades d'ample i 11 ¾ de llarg. Es barregen dues possibilitats per comprar l'escàner, que estarà connectat a un processador a 2 GHz:

- i) Pel port paral·lel, que té una velocitat de 1 MBytes per segon.
- ii) Pel port USB 2.0, amb una velocitat de 280 Mbits per segon.

Un foli A4 té 8,25 x 11,75 polsades, que multiplicades per 300 punts per polsada lineal (90.000 punts per polsada quadrada) surt un total de $8,25 * 11,75 * 90.000 = 8.724.375$ punts. Multiplicant per 2 bytes => 17.448.750 bytes.

Tenint en compte aquestes dades, es vol saber:

- a) Quant de temps trigarà a escanejar una pàgina un escàner connectat per cada port i) i ii)?

$17.448.750 \text{ Bytes} / 1 \text{ MByte/s} (1048576 \text{ bytes}) = \mathbf{16,64 \text{ segons}}$ en el cas i),
 $17.448.750 / (280 * 1024 * 1024 \text{ bits} / 8 \text{ bits/byte}) = \mathbf{0,47544 \text{ segons}}$ en el cas ii).

- b) Si el port paral·lel es programa per interrupcions en la què es processa un sol byte. Cada interrupció requereix de 200 cicles per ser processada. Quin percentatge de CPU es dedica a l'E/S en aquest cas?

El maquinari genera 1 MByte (1.048.576 bytes) per segon, que representa, 1048576 interrupcions per segon. Si tractar cada interrupció tarda 200 cicles, fa un total de 209.715.200 cicles per segon. La CPU va a 2 Ghz, que son, 2.000.000.000 cicles per segon. Per fer totes les interrupcions (d'una pàgina) necessita $209.715.200 / 2.000.000.000 * 100 = 10,48576 \%$.

- c) En el port USB s'utilitza el DMA. El controlador USB té un buffer de 128 bytes, que s'utilitza per fer les transferències per DMA. El temps de programar el DMA per a cada transferència és de 500 cicles, i el de tractar la interrupció de finalització és de 200 cicles. Quin percentatge de CPU es dedica a l'E/S en aquest cas?

En un segon es produeixen en aquest cas 280 Mbytes (293.601.280 bits) => 36.700.160 bytes. Com que el buffer es de 128 bytes, s'han de realitzar $293.601.280 / 128 * 8 = 286.720$ transferències de DMA per segon. Cadascuna necessita 500 + 200 cicles. Per lo tan, els cicles que es gasten en E/S son $286.720 * 700 = 200.704.000$ cicles. El percentatge de cicles dedicats a E/S serà llavors de $200.704.000 / 2.000.000.000 = 10,0352\%$.

- d) Finalment es proposa una altra estratègia: Enquesta. Cada cert temps la CPU pregunta a l'escàner si té un byte disponible. Cadascuna d'aquestes preguntes li porten al processador 50 cicles. Independentment de la connexió, es vol que mentre s'escaneja un document, el processador no passi més d'un 10% servint el procés d'enquesta de l'E/S. Quant trigarà llavors a escanejar una pàgina A4?

Un 10% dels 2.000.000.000 de cicles per segon del processador son 200.000.000 de cicles dedicats a E/S com a màxim. Cada enquesta tarda 50 cicles, com a màxim, es faran $200.000.000 / 50$ enquestes = 4.000.000 d'enquestes per segon. En cadascuna d'elles, es llegeix un byte. Com que el document consta de 17.448.750 bytes, a 4.000.000 bytes per segon tardarà $17.448.750 \text{ bytes} / 4.000.000 \text{ bytes/segons} = 4,3621$ segons.