

## Solucions Problemes 1.7, 1.11, 5.6, 5.7, 5.11, 5.15

### Problema 1.7 de la col.lecció

Tenim dos implementacions diferents del mateix ISA, on hi han 4 classes d'instruccions A, B, C, D. La taula següent mostra la freqüència de rellotge i el CPI de cada classe, per les dues implementacions.

	Clock Rate	CPI A	CPI B	CPI C	CPI D
P1	1.5 Ghz	1	2	3	4
P2	2 Ghz	2	2	2	2

1. Quin seria el CPI en mitjana de cada implementació, suposant un programa de  $10^6$  instruccions distribuïdes de la forma : 10% Classe A, 20% Classe B, 50% Classe C i 20% Classe D?
2. Quina de les dues implementacions és més ràpida, suposant un programa  $10^6$ ?

SOLUCIÓ:

1.  $CPI_{P1} = 0,1 * 1 + 0,2 * 2 + 0,5 * 3 + 0,2 * 4 = 2,8$  cicles.  
 $CPI_{P2} = 0,1 * 2 + 0,2 * 2 + 0,5 * 2 + 0,2 * 2 = 2$  cicles.
2.  $Texe_{P1} = 10^6 * (0,1 * 1 + 0,2 * 2 + 0,5 * 3 + 0,2 * 4) * (1/1,5) * 10^{-9} = 10^6 * 1,87 * 10^{-9} = 1,87 * 10^{-3} = 1,87ms$ .  
 $Texe_{P2} = 10^6 * (0,1 * 2 + 0,2 * 2 + 0,5 * 2 + 0,2 * 2) * (1/2) * 10^{-9} = 10^6 * 1,0 * 10^{-9} = 1,0 * 10^{-3} = 1ms$ .

P2 és més ràpid.

### Problema 1.11 de la col.lecció

Tot i que la potència dinàmica és la principal font de dissipació de la potència en una CMOS, la pèrdua produeix una dissipació de la potencia estàtica, de la forma  $V * I_{leak}$ . Quant més petit és el circuit més significativa és la potència estatica. La taula següent ens mostra la dissipació de potència estatica i dinamica per a dues generacions de processadors.

	Tecnologia (nm)	Potència dinàmica (W)	Potència estàtica (W)	Voltatge (V)
a	250	49	1	3.3
b	90	75	45	1.1

1. Troba quin percentatge de potència total dissipada correspon a la potència estàtica i dinàmica en cada generació.
2. Si la potència estàtica depèn de la corrent de pèrdua ( $I_{leak}$ ),  $P = V * I_{leak}$ . Troba la corrent de pèrdua en cada tecnologia.
3. En quin percentatge podríem reduir la potència total de cada processador reduint només la potència dinàmica?

SOLUCIÓ:

1. (a)  $\%P_s = 1/50 = 2\%$ ;  $\%P_d = 49/50 = 98\%$   
(b)  $\%P_s = 45/120 = 37,5\%$ ;  $\%P_d = 75/120 = 62,5\%$

2. (a)  $I_{leak} = P_s/V = 1/3,3 = 0,3A$   
 (b)  $I_{leak} = P_s/V = 45/1,1 = 40,90A$
3.  $P_1 = \lim_{P_d \rightarrow 0} P = \text{Potència estàtica.}$   
 (a)  $\%millora = \frac{P_0 - P_1}{P_0} = \frac{50 - 1}{50} = \frac{49}{50} = 0,98 \rightarrow 98\%$  ( $50/1 = 50$  vegades)  
 (b)  $\%millora = \frac{P_0 - P_1}{P_0} = \frac{120 - 45}{120} = \frac{75}{120} = 0,625 \rightarrow 62,5\%$  ( $120/45 = 2,67$  vegades)

## Problema 5.6 de la col·lecció

La condició de desbordament (overflow) de la suma de dos nombres naturals  $a$  i  $b$  de 32 bits és fàcil de comprovar habent realitzat la suma  $s$ , ja que en aquest cas el valor de  $s$  (incorrecte) resulta ser menor que qualsevol dels dos sumands. En efecte, degut al desbordament es compleix que  $s = a + b - 2^{32}$ . Puesto que es compleix  $b < 2^{32}$ , es compleix també que  $a + b - 2^{32} < a$ , és a dir  $s < a$  (anàlogament es demostra  $s < b$ ). Basant-se en aquesta propietat, haz un programa que, donades dos variables naturals de 32 bits emmagatzegades en `$t1` i `$t2`, calculi si la seva suma (`$t0 = $t1 + $t2`), una vegada realitzada, ha produït desbordament (carry), en el qual cas ha de guardar un 1 en `$t3`, o bé un 0 en cas contrari. El programa no ha de contenir cap instrucció de salt.

(SOLUCIÓ)

```
addu $t0, $t1, $t2
sltu $t3, $t0, $t2 #suma < b
```

## Problema 5.7 de la col·lecció

La condició de desbordament (overflow) de la suma de dos nombres naturals de 32 bits  $a$  i  $b$  també es pot calcular abans de realitzar la suma: la condició és  $a + b > 2^{32} - 1$ . Lo qual equival a:  $a + b > a + \bar{a}$ . Lo qual equival a:  $b > \bar{a}$ . Basant-se en aquesta propietat, haz un programa que, donades dos variables naturals de 32 bits emmagatzegades en `$t1` i `$t2`, calculi anticipadament si la seva suma produirà desbordament (però sense calcular-la), en el qual cas ha de guardar un 1 en `$t3`, o bé un 0 en cas contrari. El programa no ha de contenir cap instrucció de salt.

(SOLUCIÓ)

```
nor $t0, $zero, $t1 #not(a)
sgtu $t3, $t2, $t0 #b > not(a)
```

## Problema 5.11 de la col·lecció

Suposant el circuit del problema 5.10, descriu els passos necessaris per a la multiplicació dels nombres naturals de 6 bits  $X$  (multiplicand) i  $Y$  (multiplicador), calculant en cada pas el valor dels registres  $P$ ,  $MD$  i  $MR$ , en binari:

```
a) Suposant X=101000, Y=010011
-----
INI:  |P= 000000000000|MR=010011|
      |MD=000000101000|          |
-----
IT1:  |P= 000000101000|MR=001001|
      |MD=000001010000|          |
-----
```

```

IT2:  |P= 000001111000|MR=000100|
      |MD=000010100000|          |
-----
IT3:  |P= 000001111000|MR=000010|
      |MD=000101000000|          |
-----
IT4:  |P= 000001111000|MR=000001|
      |MD=001010000000|          |
-----
IT5:  |P= 001011111000|MR=000000|
      |MD=010100000000|          |
-----
IT6:  |P= 001011111000|MR=000000|
      |MD=101000000000|          |
-----

```

b) Suposant X=110110, Y=000100

```

INI:  |P= 000000000000|MR=000100|
      |MD=000000110110|          |
-----
IT1:  |P= 000000000000|MR=000010|
      |MD=000001101100|          |
-----
IT2:  |P= 000000000000|MR=000001|
      |MD=000011011000|          |
-----
IT3:  |P= 000011011000|MR=000000|
      |MD=000110110000|          |
-----
IT4:  |P= 000011011000|MR=000000|
      |MD=001101100000|          |
-----
IT5:  |P= 000011011000|MR=000000|
      |MD=011011000000|          |
-----
IT6:  |P= 000011011000|MR=000000|
      |MD=110110000000|          |
-----

```

### Problema 5.15 de la col·lecció

Suposant el circuit del problema 5.14, descriu els passos necessaris per a la divisió dels nombres naturals de 6 bits X (dividend) entre Y (divisor), calculant en cada pas el valor dels registres R, D i Q, en binari:

a) Suposant X=101000, Y=010011

```

INI:  |R= 000000101000|Q=000000|
      |D=010011000000|          |
-----
IT1:  |R= 000000101000|Q=000000|
      |D=001001100000|          |
-----
IT2:  |R= 000000101000|Q=000000|
      |D=000100110000|          |
-----
IT3:  |R= 000000101000|Q=000000|

```

```

      |D=000010011000|      |
-----
IT4:  |R= 000000101000|Q=000000|
      |D=000001001100|      |
-----
IT5:  |R= 0000000000010|Q=000001|
      |D=000000100110|      |
-----
IT6:  |R= 0000000000010|Q=000010|
      |D=000000010011|      |
-----

```

b) Suposant X=010101, Y=100100

```

-----
INI:  |R= 000000010101|Q=000000|
      |D=100100000000|      |
-----
IT1:  |R= 000000010101|Q=000000|
      |D=010010000000|      |
-----
IT2:  |R= 000000010101|Q=000000|
      |D=001001000000|      |
-----
IT3:  |R= 000000010101|Q=000000|
      |D=000100100000|      |
-----
IT4:  |R= 000000010101|Q=000000|
      |D=000010010000|      |
-----
IT5:  |R= 000000010101|Q=000000|
      |D=000001001000|      |
-----
IT6:  |R= 000000010101|Q=000000|
      |D=000000100100|      |
-----

```