

Problema 3.

Para ver la ocupación de ER desarrollamos algunas iteraciones. Con las que están a continuación se llega a producir un comportamiento repetitivo, por lo que no hace falta desarrollar más

ITERACIÓN 1	ISSUE	EXECUTE	WRITE	Load	Store	Add
LD F2, X(R1)	1	2-3	4	1	0	0
LD F4, Y (R1)	2	4-5 *	6	2	0	0
ADDD F4,F2,F4	3	7-9 \$	10	2	0	1
SD Y(R1), F4	4	11-12 \$	--	2	1	1
BNEZ R1,loop	5	6	--	1	1	1
SUB R1,R1,#8	6	7	8	1	1	1
ITERACIÓN 2				Load	Store	Add
LD F2, X(R1)	7	9-10 \$	11	1	1	1
LD F4, Y (R1)	8	11-12 *	13	2	1	1
ADDD F4,F2,F4	9	14-16 \$	17	2	1	2
SD Y(R1), F4	10	18-19 \$	--	2	2	2
BNEZ R1,loop	11	12	--	2	2	1
SUB R1,R1,#8	12	13	14	1	2	1
IT 3				Load	Store	Add
LD F2, X(R1)	13	15-17 \$+	18	2	1	1
LD F4, Y (R1)	14	18-19 *	20	2	1	1
ADDD F4,F2,F4	15	21-23 \$	24	2	1	2
SD Y(R1), F4	16	25-26 \$	--	2	2	2
BNEZ R1,loop	17	18	--	2	2	2
SUB R1,R1,#8	18	19-20 +	21	2	2	1
IT 4				Load	Store	Add
LD F2, X(R1)	19	22-24 \$+	25	2	2	1
LD F4, Y (R1)	20	25-26 *	27	3	1	1
ADDD F4,F2,F4	21	28-30 \$	31	2	1	2
SD Y(R1), F4	22	32-33 \$	--	2	2	2
BNEZ R1,loop	23	24	--	2	2	2
SUB R1,R1,#8	24	25	26	2	2	2
IT 5				Load	Store	Add
LD F2, X(R1)	25	27-28 \$	29	3	2	1
LD F4, Y (R1)	26	29-31 *+	32	3	2	1
ADDD F4,F2,F4	27	33-35 \$	36	3	1	2
SD Y(R1), F4	28	37-38 \$	--	2	2	2

BNEZ R1,loop	29	30	--	2	2	2
SUB R1,R1,#8	30	31-32 +	33	1	2	2
IT 6				Load	Store	Add
LD F2, X(R1)	31	34-36 \$+	37	2	2	2
LD F4, Y (R1)	32	37-38 *	39	3	2	1
ADDD F4,F2,F4	33	40-42 \$	43	2	2	2
SD Y(R1), F4	34	44-45 \$	--	2	2	2
BNEZ R1,loop	35	36	--	2	2	2
SUB R1,R1,#8	36	37	38	2	2	2
IT 7				Load	Store	Add
LD F2, X(R1)	37	39-40 \$	41	3	2	1
LD F4, Y (R1)	38	41-43 *+	44	3	2	1
ADDD F4,F2,F4	39	45-47 \$	48	3	1	2
SD Y(R1), F4	40	49-50 \$	--	2	2	2
BNEZ R1,loop	41	42	--	2	2	2
SUB R1,R1,#8	42	43-44 +	45	1	2	2
IT 8				Load	Store	Add
LD F2, X(R1)	43	46-48 \$+	49	2	2	2
LD F4, Y (R1)	44	49-50 *	51	3	2	1
ADDD F4,F2,F4	45	52-54 \$	55	2	2	2
SD Y(R1), F4	46	56-57 \$	--	2	2	2
BNEZ R1,loop	47	48	--	2	2	2
SUB R1,R1,#8	48	49	50	2	2	2

En la iteración 7 todo ocurre igual que en la 5, pero 12 ciclos más tarde. Lo mismo ocurre en la 8, donde todo ocurre igual que en la 6, pero 12 ciclos más tarde. Luego, como las circunstancias en que arranca la iteración 9, son las mismas que cuando arrancó la 7 se volverá a repetir el comportamiento, y análogamente para todas las impares 11, 13, etc. Lo mismo se puede razonar para las iteraciones pares.

En consecuencia, las instrucciones se lanzan a razón de un por ciclo de reloj → CPI = 1

Nota aclaratoria: Para hacerse una idea del comportamiento bastaría con desarrollar las 3 primeras iteraciones. Cuando comienza la 4ª iteración (ciclo 19) están totalmente finalizadas las 2 primeras. Luego el nº máximo de iteraciones vivas es 2. Por tanto podrían ser necesarios como máximo 2x2 LB, 2x1 ER de la suma y 2x1 SB. Solo hay 3 LB, pero hay que tener en cuenta que cuando se lanza el primer LD de la 4ª iteración, ya se vacía un LB de la 3ª iteración.

Cálculo del tiempo de ejecución (no se sabe el nº de iteraciones):

$$T = n^{\circ} \text{ ciclos} \times t_c = n^{\circ} \text{ ciclos} / f$$

$n^{\circ} \text{ ciclos} (n^{\circ} \text{ iteraciones} \times 6) \text{ ciclos}; f=10^9 \text{ ciclos/s}$

$$T = [(n^{\circ} \text{ iteraciones} \times 6) \text{ ciclos}] / (10^9 \text{ ciclos/s}) = n^{\circ} \text{ iteraciones} \times 6 \times 10^{-9} \text{ s}$$

Cálculo del rendimiento en MFLOPS

En cada iteración se hace una operación en PF.

Rendimiento = 1 FLOP / iteración = 1/6 FLOP/ciclo

Pasamos a FLOP/s:

$$1/6 \text{ FLOP/ciclo} = (1/6 \text{ FLOP/ciclo}) \times (10^9 \text{ ciclos/s}) = 10^9 / 6 \text{ FLOP/s}$$

Pasamos a MFLOPS: $(10^9 \times 10^{-6}) / 6 = 166 \text{ MFLOPS}$