



## Problema entregable 5

Se desea realizar el cálculo:

```
for (i=0;i<=58;i++)  
    if (B[i,i]>0)  
        D[i] = A[i]*B[i,i]*3.1+D[i];  
        C[i+2] = 1.5*A[i]*B[i,i];
```

donde B es una matriz de 59x59 componentes, que está almacenada por filas en la memoria de un computador vectorial a partir de la dirección indicada por el registro Rb. Los vectores A, C y D, de 61 componentes, están almacenados en la memoria del computador, a partir de las direcciones indicadas por los registros Ra, Rc y Rd, respectivamente. Se supone que las operaciones de comparación se ejecutan en un pipe de cuatro etapas que no puede encadenarse. El computador tiene las mismas características del VMIPS, excepto:

- La memoria está organizada en 64 bancos
- Tiene 2 pipes de load /store, cuya latencia es de 6 ns
- El ciclo de reloj dura 0.5 ns

Realiza las siguientes tareas:

1. Realiza las comprobaciones necesarias para averiguar si se pueden realizar todos los accesos a memoria sin conflictos.
2. Escribe un programa en el lenguaje máquina simbólico del VMIPS que ejecute el cálculo tratando de minimizar el tiempo de ejecución.

Notas:

- Las instrucciones vectoriales deben acompañarse de comentarios
  - Se pide solamente el código vectorial, organizado en convoyes, y con comentarios que expliquen su significado (no hace falta el código escalar)
  - Se puede asumir que los registros enteros y de PF utilizados contienen los valores adecuados, pero se debe especificar claramente cuáles son esos valores
3. Construye el diagrama de tiempo correspondiente al código del apartado anterior, y calcula el rendimiento obtenido, en MFLOPS, suponiendo que sólo 20 elementos de la diagonal de la matriz B son positivos.



## SOLUCIÓN

1. El acceso a  $B[i,i]$  (diagonal principal de B) tiene un  $stride = (n^\circ \text{ elementos por fila}) + 1 = 60$  componentes.

$$N^\circ \text{ bancos} = 64; T_{\text{acceso}} = \frac{6ns}{\frac{0,5ns}{\text{ciclo}}} = 12 \text{ ciclos}$$

El acceso sin conflictos requiere que  $\frac{mcm(stride, N^\circ \text{ bancos})}{stride} \geq T_{\text{acceso a memoria}}$

$$stride = 60 = 2^2 * 3 * 5; N^\circ \text{ bancos} = 26; \text{ Luego, } mcm = 26 * 3 * 5$$

$$\frac{mcm}{stride} = \frac{26 * 3 * 5}{22 * 3 * 5} = 2^4 = 16 > 12, \text{ luego el acceso está libre de conflictos.}$$

2. Rc2: contiene la dirección del elemento C[2]. Se obtiene como  $Rc2 = Rc + 2 * 8$   
Rs1: contiene el valor  $60 * 8$  (stride para acceso a diagonal principal de B)  
F0: contiene la constante 0  
F1: contiene la constante 3.1  
F2: contiene la constante 1.5  
R1: contiene el valor 59

MTC1 VLR, R1 ; Cargar en VLR el valor 59 (long de los vectores)

LV V1, Ra ; load A[i]

LVWS V2, (Rb, Rs1) ; load B[i,i]

MULVS V3, V1, F2 ; A[i]\*1.5

-----  
SGTVS V2, F0

-----  
LV V4, (Rd) ; load D[i]

MULVS V5, V1, F1 ; A[i]\*3.1

-----  
MULVV V6, V2, V5 ; B[i,i]\*A[i]\*3.1

ADDVV V7, V6, V4 ; Calcula valores de D[i]

SV Rd, V7 ; store D[i]

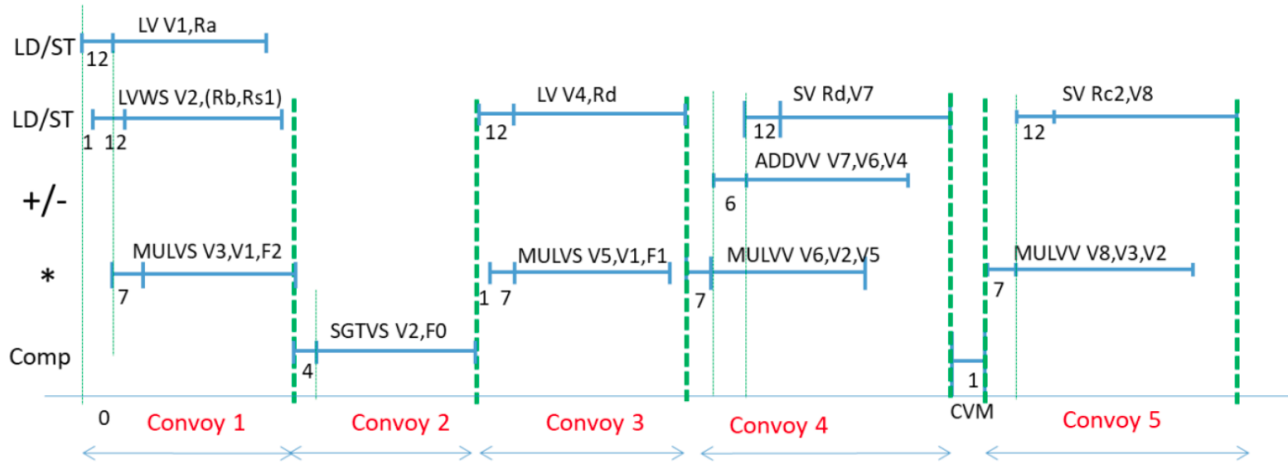
-----  
CVM

-----  
MULVV V8, V3, V2 ; 1.5\*A[i]\*B[i,i]

SV Rc2, V8



3.



$$T_{chime} = 5$$

La latencia de los pipes de LD y ST es 6 ns, lo cual son 12 ciclos (tiempo de ciclo = 0.5 ns).

$$T_{start} = 12 + 7 + 4 + 12 + 7 + 6 + 12 + 1 + 7 + 12 = 80 \text{ ciclos}$$

$$T_n = (T_{start}) + n * T_{chime} = (80) + 59 * 5 = 80 + 295 = 375 \text{ ciclos}$$

$$R = \frac{2 * 59 + 3 * 20 \text{ FLOP}}{375 \text{ ciclos}} = \frac{178 \text{ FLOP}}{375 \text{ ciclo}} = 0,475 \frac{\text{FLOP}}{\text{ciclo}}$$

$$\frac{0,475 \frac{\text{FLOP}}{\text{ciclo}}}{0,5 * 10^{-9} \frac{\text{s}}{\text{ciclo}}} = 0,95 * 10^9 \frac{\text{FLOP}}{\text{s}} = 950 \text{ MFLOPS}$$

Esta obra está bajo una licencia [Creative Commons "Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional"](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

