

Problema

Dado el siguiente código:

```
inicio:      LD      F0,0(R2)
             LD      F2,0(R4)
             LD      F4,0(R6)
             ADDD    F0,F0,F2
             ADDD    F0,F0,F4
             DIVD    F0,F0,F8
             SD      0(R1),F0
             ADDI    R2,R2,#8
             ADDI    R4,R4,#8
             ADDI    R6,R6,#8
             ADDI    R1,R1,#8
             JUMP    inicio
```

a) Genere la secuencia de código vectorial equivalente sin incluir las instrucciones escalares necesarias para recorrer los vectores.

b) Si VLR=64, calcule el Tarranque y el Telemento para ejecutar la secuencia de código vectorial si dispone de una unidad de carga/almacenamiento (12 ciclos de Tarranque), una unidad de suma vectorial (6 ciclos) y otra de división vectorial (7 ciclos) en los siguientes supuestos:

- Sin encadenamiento.
- Con encadenamiento.
- Con solapamiento entre convoyes.

Solución

a) La operación entre vectores que se realiza es:

```
A: = A + B
A: = A + C
A:=  A / d
```

donde A, B y C son vectores de longitud indefinida y almacenados a partir de las posiciones de memoria indicadas por R2, R4 y R6, respectivamente, y d es un escalar que se encuentra almacenado en F8.

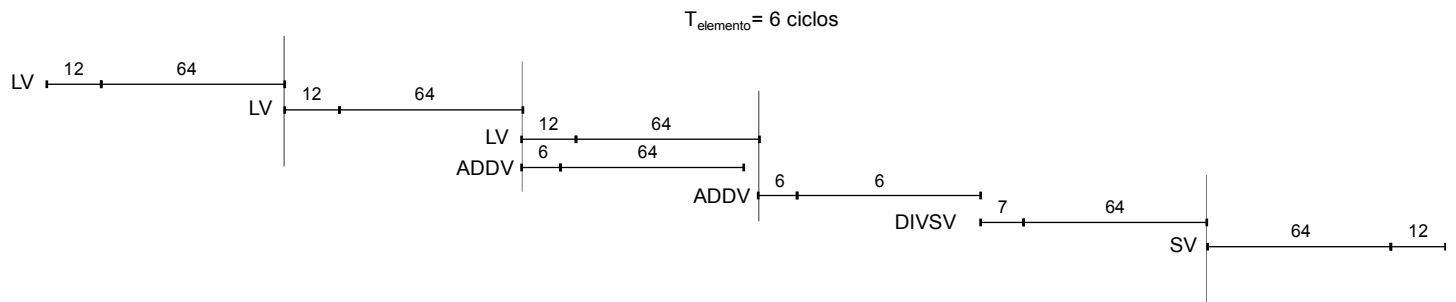
De acuerdo con esto, la secuencia de código vectorial equivalente al código escalar del enunciado sin incluir el código necesario para la vectorización completa del vector es:

```
LV          V1,R2           // Carga de A en V1
LV          V2,R4           // Carga de B en V2
LV          V3,R6           // Carga de C en V3
ADDV        V1,V1,V2        // A := A + B
ADDV        V1,V1,V3        // A := A + C
DIVSV       V1,V1,F8        // A := A / d
SV          R1,V1           // Almacenamiento de V1
```

b.1) **Sin encadenamiento:** Analizando los riesgos estructurales se obtiene la siguiente estructura de convoyes:

Convoy 1:	LV	V1, R2
Convoy 2:	LV	V2, R4
Convoy 3:	LV	V3, R6
	ADDV	V1, V1, V2
Convoy 4:	ADDV	V1, V1, V3
Convoy 5:	DIVSV	V1, V1, F8
Convoy 6:	SV	R1, V1

La secuencia de ejecución de los seis convoyes si se considera que VLR es 64 es la que se muestra en la siguiente figura.



Dado que hay seis convoyes, *Telemento* es 6 ciclos y el *Tarranque* total es igual a la suma de los tiempos de arranque visibles de los seis convoyes. Esto es

$$Tarranque = 3 \cdot Tarranque \text{ LV} + 2 \cdot Tarranque \text{ ADDV} + Tarranque \text{ DIVSV} + Tarranque \text{ SV}$$

$$Tarranque = (3 \cdot 12 + 6 + 7 + 12) \text{ ciclos} = 61 \text{ ciclos}$$

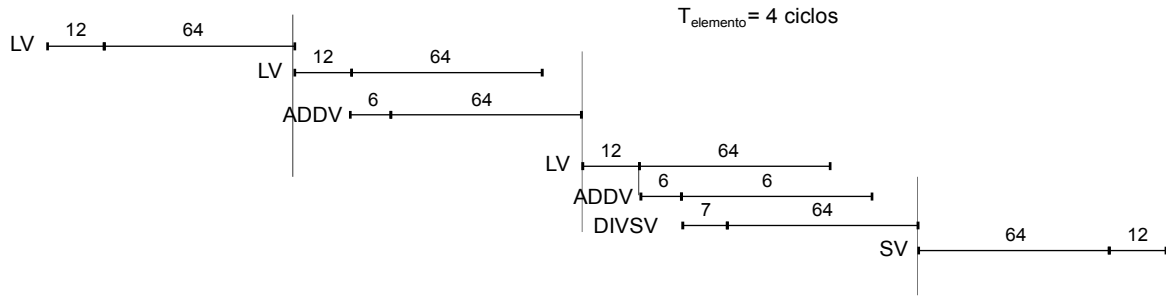
Sustituyendo los valores conocidos de *Tarranque* y *Telemento* en la expresión que determina el tiempo de ejecución de un bucle vectorizado para vectores de longitud n se tiene

$$T_n = 10 + \left\lceil \frac{n}{64} \right\rceil \cdot (15 + 61) + 6 \cdot n$$

b.2) **Con encadenamiento:** Analizando los riesgos estructurales se obtienen cinco convoyes:

Convoy 1:	LV	V1, R2
Convoy 2:	LV	V2, R4
	ADDV	V1, V1, V2
Convoy 3:	LV	V3, R6
	ADDV	V1, V1, V3
	DIVSV	V1, V1, F8
Convoy 4:	SV	R1, V1

La secuencia de ejecución de los cuatro convoyes si se considera que VLR es 64 es la que se muestra en la siguiente figura.



Dado que hay cuatro convoyes, *Telemento* es 4 ciclos y el *Tarranque* total es igual a la suma de los tiempos de arranque visibles de los siete convoyes. Esto es

$$Tarranque = 3 * Tarranque LV + 2 * Tarranque ADDV + Tarranque DIVSV + Tarranque SV$$

$$Tarranque = (3 * 12 + 2 * 6 + 7 + 12) \text{ ciclos} = 67 \text{ ciclos}$$

Sustituyendo los valores conocidos de *Tarranque* y *Telemento* en la expresión que determina el tiempo de ejecución de un bucle vectorizado para vectores de longitud n se tiene

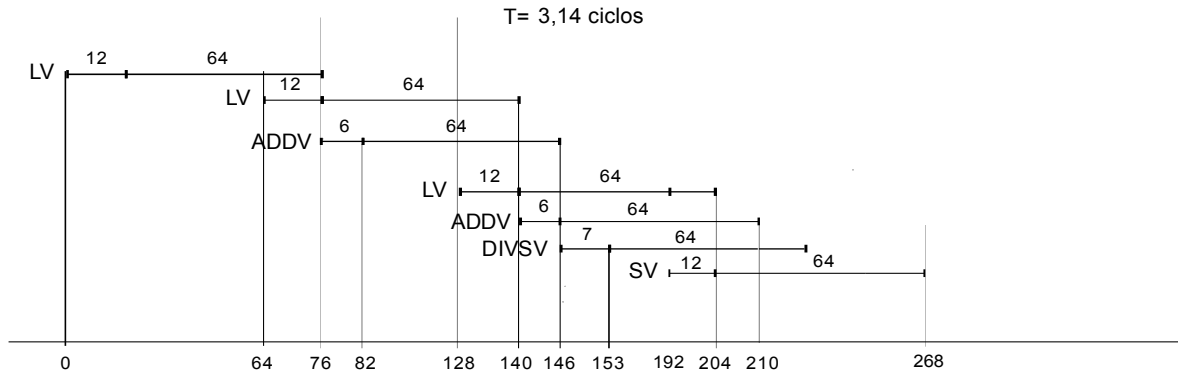
$$T_n = 10 + \left\lceil \frac{n}{64} \right\rceil \cdot (15 + 67) + 4 \cdot n$$

b.3) Con encadenamiento y solapamiento entre convoyes:

Para calcular $T_{elemento}$ en situaciones con solapamiento hay que recordar que:

$$T_{elemento} = (T_n - T_{arranque}) / n$$

Por un lado, tenemos el siguiente diagrama de ejecución:



que nos indica que el tiempo total de ejecución utilizando un VLR de 64 es 268 ciclos.

El tiempo de arranque total visible es:

$$Tarranque = 3 * Tarranque LV + 2 * Tarranque ADDV + Tarranque DIVSV + Tarranque SV$$

$$Tarranque = (3 * 12 + 2 * 6 + 7 + 12) \text{ ciclos} = 67 \text{ ciclos}$$

Por lo tanto, se tiene:

$$T_{elemento} = (T_n - T_{arranque}) / n$$

$$T_{elemento} = (268 - 67) / 64$$

$$T_{elemento} = 3,14$$