

# Parallel Maximum

## Pseudocódigo

```
Input: Arreglo  $A[0 \dots N - 1]$   
Output: Máximo valor en  $A$   
 $step \leftarrow 1$  ;  
while  $step < N$  do  
    en paralelo para  $i = 0$  hasta  $N - 1$  con incremento  $2 \times step$  hacer ;  
        if  $i + step < N$  then  
             $A[i] \leftarrow \text{máx}(A[i], A[i + step])$  ;  
        end  
         $step \leftarrow 2 \times step$  ;  
end  
return  $A[0]$  ;
```

**Algorithm 1:** Parallel Maximum usando reducción paralela

## Explicación de los pasos de sincronización

El algoritmo trabaja en **niveles (pasos)**, donde en cada nivel todos los hilos comparan pares de elementos de forma paralela. Después de cada nivel, es necesario esperar a que todos los hilos terminen antes de continuar con el siguiente paso. Cada una de estas esperas es una **sincronización**.

### Ejemplo con $N = 8$

Sea el arreglo inicial:

$$A = [3, 4, 5, 6, 3, 1, 2, 4]$$

- **Paso 1:** Comparaciones en pares  $(3, 4), (5, 6), (3, 1), (2, 4)$  Resultado:  $A = [4, 6, 3, 4] \Rightarrow$  Se realiza 1 sincronización.
- **Paso 2:** Comparaciones  $(4, 6), (3, 4)$  Resultado:  $A = [6, 4] \Rightarrow$  Se realiza otra sincronización.
- **Paso 3:** Comparación  $(6, 4)$  Resultado:  $A = [6] \Rightarrow$  Última sincronización.

Total de pasos de sincronización: 3.

## Número general de pasos

En cada paso, el número de elementos se reduce a la mitad:

$$N \rightarrow \frac{N}{2} \rightarrow \frac{N}{4} \rightarrow \frac{N}{8} \rightarrow \dots \rightarrow 1$$

El número de pasos necesarios para reducir de  $N$  a 1 es:

Número de pasos de sincronización = $\log_2(N)$
---

Tamaño $N$	Pasos de sincronización $\log_2(N)$
4	2
8	3
16	4
32	5
64	6

## Complejidad

Tiempo paralelo:  $O(\log_2 N)$

Comparaciones totales:  $O(N)$

El algoritmo **Parallel Maximum** utiliza reducción paralela para encontrar el valor máximo en tiempo logarítmico con respecto al número de elementos. Cada nivel de reducción requiere una **sincronización**, y el número total de pasos es  $\log_2(N)$ .