

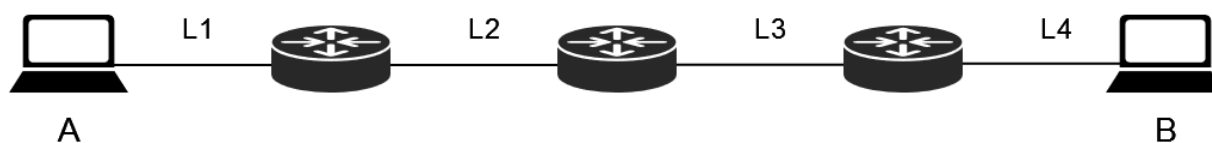
# Ejercicio de Latencia

Este documento fue hecho por Ezequiel Mundani Vegega para el curso de Redes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. Su última modificación fue el 30 de marzo de 2025.

En caso de encontrar algún error por favor mandame un mail a [emundani@fi.uba.ar](mailto:emundani@fi.uba.ar) y lo corrijo. ¡Espero que te sirva!

## Consigna

Se tiene la siguiente topología con sus datos:



	L1	L2	L3	L4
Distancia	25 m	10 km	9000 km	70 m
Tasa de envío	54 Mbps	100 Gbps	100 Gbps	100 Mbps
Velocidad del medio	$3 \cdot 10^5$ km/s	$1,8 \cdot 10^5$ km/s	$2 \cdot 10^5$ km/s	$1,7 \cdot 10^5$ km/s

- 1) Calcular el tiempo necesario para enviar un paquete de 1500 B de tamaño (despreciar tiempo de encolado).
- 2) Calcular el RTT entre **A** y **B** para dicho paquete (despreciar tiempo de encolado).
- 3) Calcular el tiempo necesario para enviar 2 paquetes del mismo tamaño desde **A** hacia **B**.
- 4) A partir de la información de la tabla, indique un posible ejemplo para cada tipo de enlace.

## Resolución

- 1) El tiempo necesario para enviar el paquete se compone de 4 tiempos principales: transmisión, propagación, encolado y procesamiento.

$$t = t_{\text{trans}} + t_{\text{prop}} + t_{\text{queue}} + t_{\text{proc}}$$

$t_{\text{trans}}$ :

$$t_{\text{trans}} = \frac{\text{Tamaño del paquete}}{\text{Tasa de envío}}$$

$$t_{\text{trans-1}} = \frac{12.000\text{b}}{54 \cdot 10^6\text{b/s}} = 2,22 \cdot 10^{-4}\text{s} = 222\mu\text{s}$$

$$t_{\text{trans-2}} = \frac{12.000\text{b}}{100 \cdot 10^9 \text{b/s}} = 1,2 \cdot 10^{-7} \text{s} = 120\text{ns}$$

$$t_{\text{trans-3}} = t_{\text{trans-2}} = 120\text{ns}$$

$$t_{\text{trans-4}} = \frac{12.000\text{b}}{100 \cdot 10^6 \text{b/s}} = 1,2 \cdot 10^{-4} = 120\mu\text{s}$$

$$t_{\text{trans}} = t_{\text{trans-1}} + t_{\text{trans-2}} + t_{\text{trans-3}} + t_{\text{trans-4}} = 342\mu\text{s}$$

$t_{\text{prop}}$ :

$$t_{\text{prop}} = \frac{\text{Distancia}}{\text{V del medio}}$$

$$t_{\text{prop-1}} = \frac{0,025 \text{ km}}{3 \cdot 10^5 \text{ km/s}} = 8,33 \cdot 10^{-8} \text{ s} = 83,3\text{ns}$$

$$t_{\text{prop-2}} = \frac{10 \text{ km}}{1,8 \cdot 10^5 \text{ km/s}} = 5,55 \cdot 10^{-5} \text{ s} = 55,5\mu\text{s}$$

$$t_{\text{prop-3}} = \frac{9000 \text{ km}}{2 \cdot 10^5 \text{ km/s}} = 0,045 \text{ s} = 45\text{ms}$$

$$t_{\text{prop-4}} = \frac{0,07 \text{ km}}{1,7 \cdot 10^5 \text{ km/s}} = 4,12 \cdot 10^{-7} \text{ s} = 412\text{ns}$$

$$t_{\text{prop}} = t_{\text{prop-1}} + t_{\text{prop-2}} + t_{\text{prop-3}} + t_{\text{prop-4}} \approx 45\text{ms}$$

$t_{\text{queue}}$ :

En un escenario real el tiempo de encolado es variable, se lo podría llegar a estimar o tomar un promedio. En este ejercicio se lo desprecia.

$t_{\text{proc}}$ :

El  $t_{\text{proc}}$  suele ser del orden de los ns. Analizando el valor del tiempo de propagación ya obtenido puede despreciarse.

Finalmente:

$$t = t_{\text{trans}} + t_{\text{prop}} + \cancel{t_{\text{queue}}} + \cancel{t_{\text{proc}}} = 342\mu\text{s} + 45\text{ms} \approx 45,3\text{ms}$$

2) El RTT (round trip time) del paquete para esta topología, siendo que el camino de ida es igual al de vuelta y las condiciones de la red también, será el doble del tiempo obtenido en el punto 1).

$$\text{RTT} = 2 \cdot (t_{\text{prop}} + t_{\text{queue}} + t_{\text{proc}} + t_{\text{trans}}) = 2 \cdot 45,3\text{ms} = 90,6\text{ms}$$

3) En caso de enviar varios paquetes, empezando la transmisión del segundo paquete cuando terminó la transmisión del primero (pipelining, se verá en mayor profundidad al estudiar TCP y Go Back N), el tiempo total de envío es el tiempo en que tarda en enviarse un solo paquete a través de la red, sumado al tiempo en que

tardan en transmitirse los bytes de los otros paquetes a través del enlace con menor tasa de envío:

$$t = 45,3\text{ms} + t_{\text{trans-1}} = 45,5\text{ms}$$

4) Para L1, siendo la velocidad del medio es aproximadamente la de la luz, se puede pensar que el medio es el aire o el vacío. Considerando que la distancia del enlace es del orden de las decenas de metros, se descarta que sea una conexión satelital, así que un posible ejemplo es un enlace inalámbrico WiFi.

Para L2, siendo que la velocidad del medio es aproximadamente  $\frac{2}{3}c$ , que la distancia es del orden de las decenas de kilómetros y la tasa de envío es de las centenas de Gbps, un ejemplo podría ser un enlace a través de fibra óptica.

Para L3, siendo que la velocidad del medio es nuevamente aproximadamente  $\frac{2}{3}c$  y que la distancia son miles de kilómetros, podría tratarse de un cable submarino. En caso de querer ver un mapa con los distintos cables submarinos: <https://www.submarinecablemap.com/>.

Para L4, siendo que nuevamente la velocidad del medio es aproximadamente  $\frac{2}{3}c$  y la distancia es del orden de las decenas de metros, podría ser una conexión Ethernet a través de un cable UTP.