

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS
Área de Ingeniería Telemática

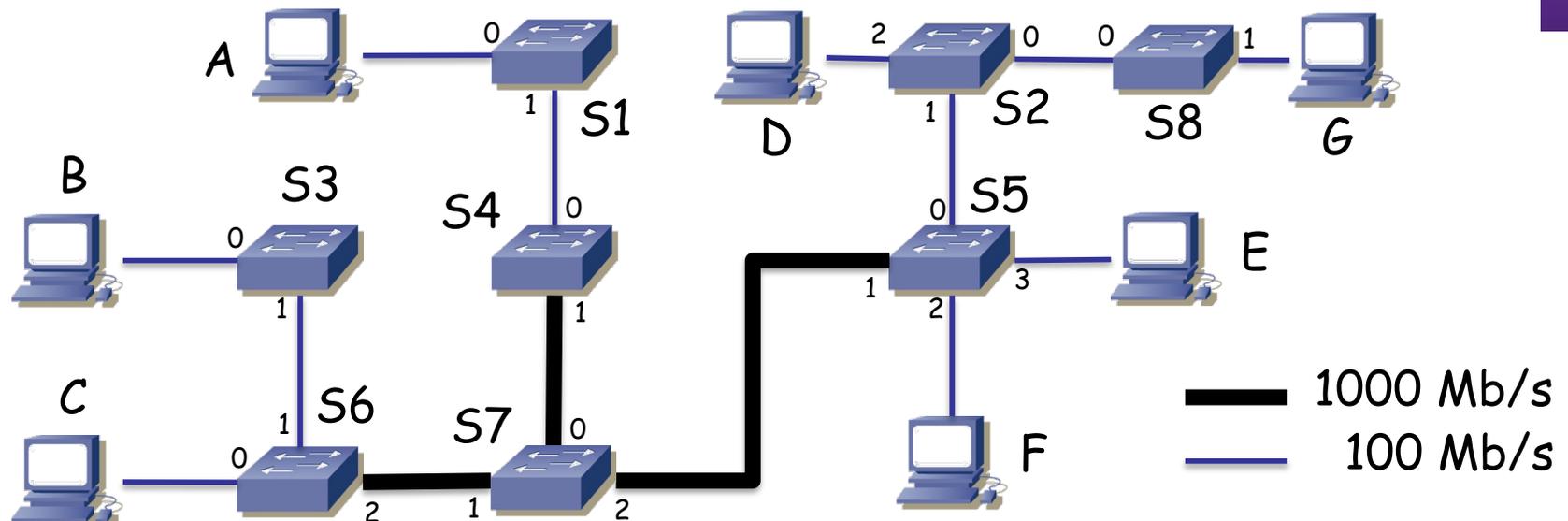
Retardo en redes

Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios

Conmutación

- Hemos visto conmutación de paquetes en dos tecnologías:
 - Ethernet (datagramas)
 - ATM (circuitos virtuales)
- Hemos visto el cálculo del retardo extremo a extremo
- Veamos algunos efectos que se nos pueden estar pasando por alto



upna

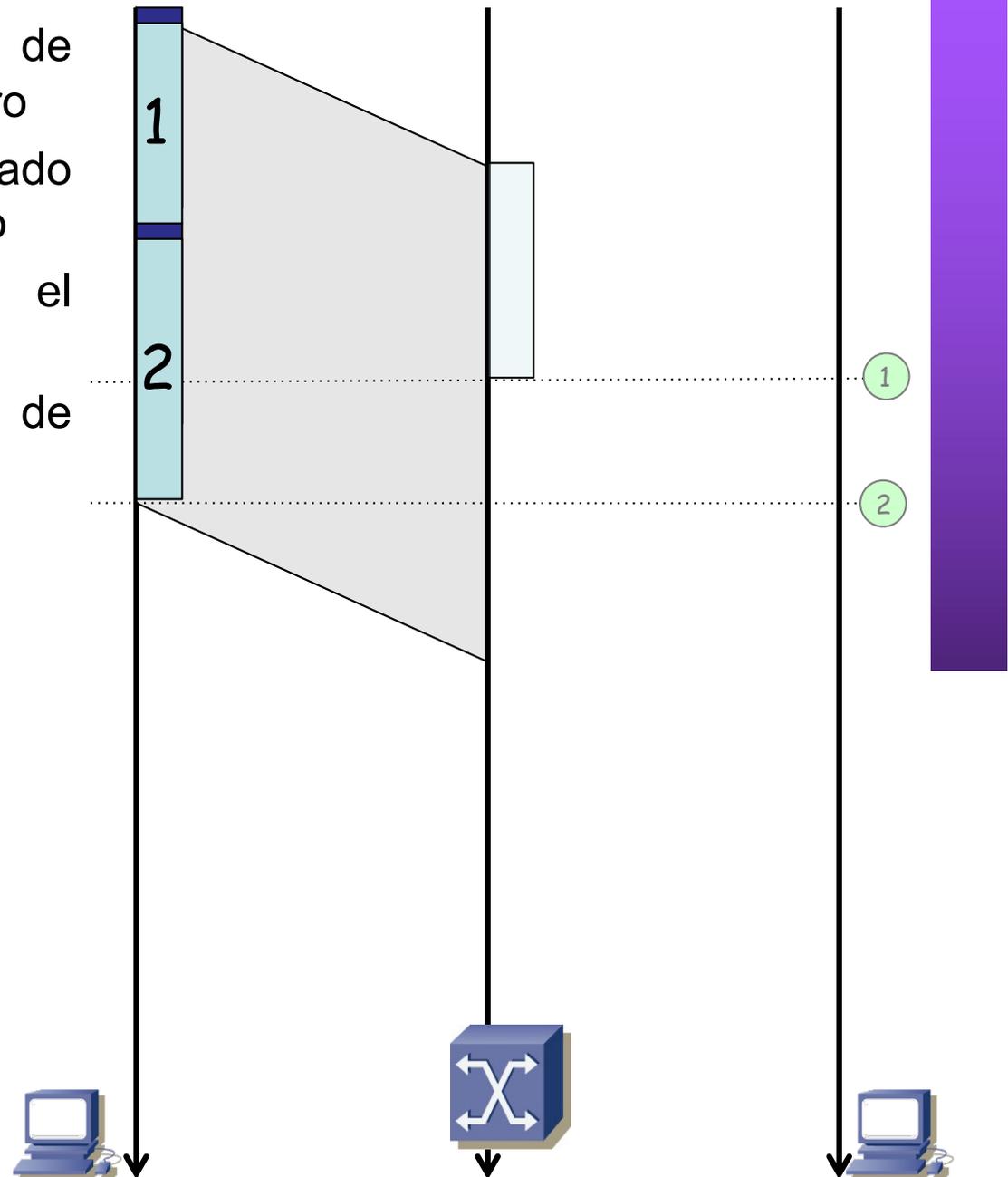
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS
Área de Ingeniería Telemática

Store & forward

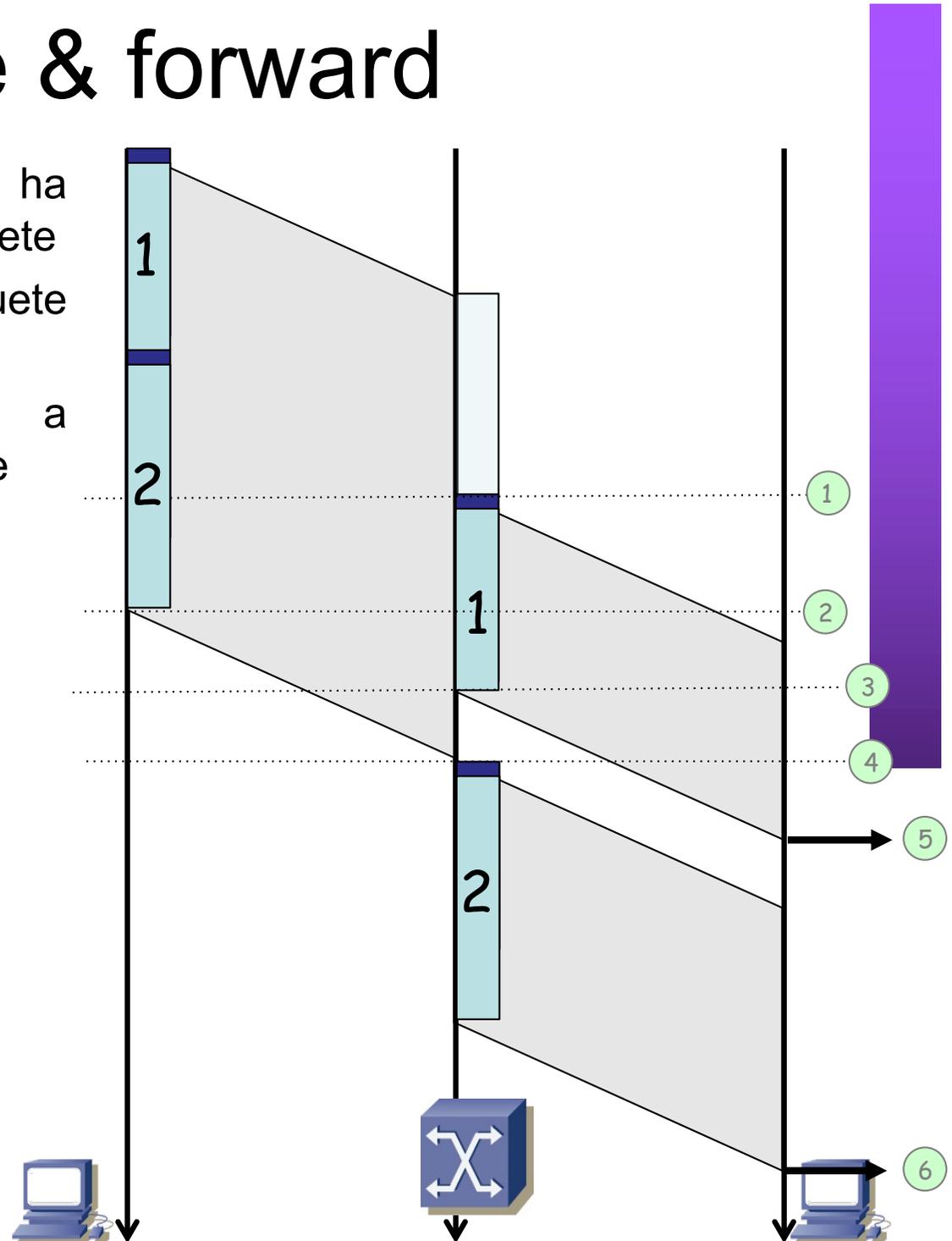
Store & forward

- Una vez que se termina de enviar un paquete puede otro
- En este caso ha terminado antes de recibirse el primero
- El tiempo (2) no lo ve el conmutador
- En (1) más el tiempo de procesado puede reenviar



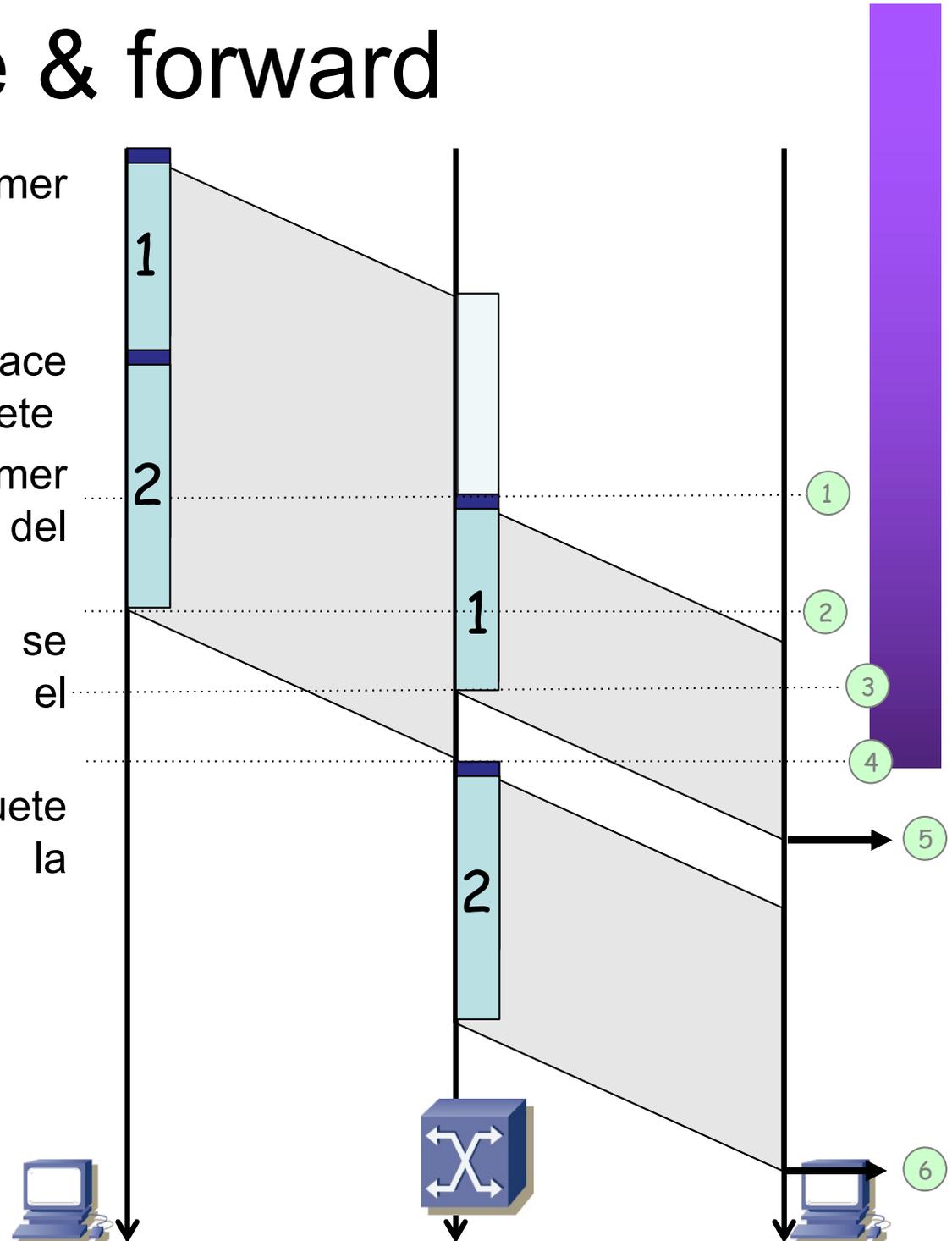
Store & forward

- En (3) el conmutador ha terminado de enviar el paquete
- No tiene el segundo paquete hasta (4)
- En (4) puede empezar a reenviar el segundo paquete



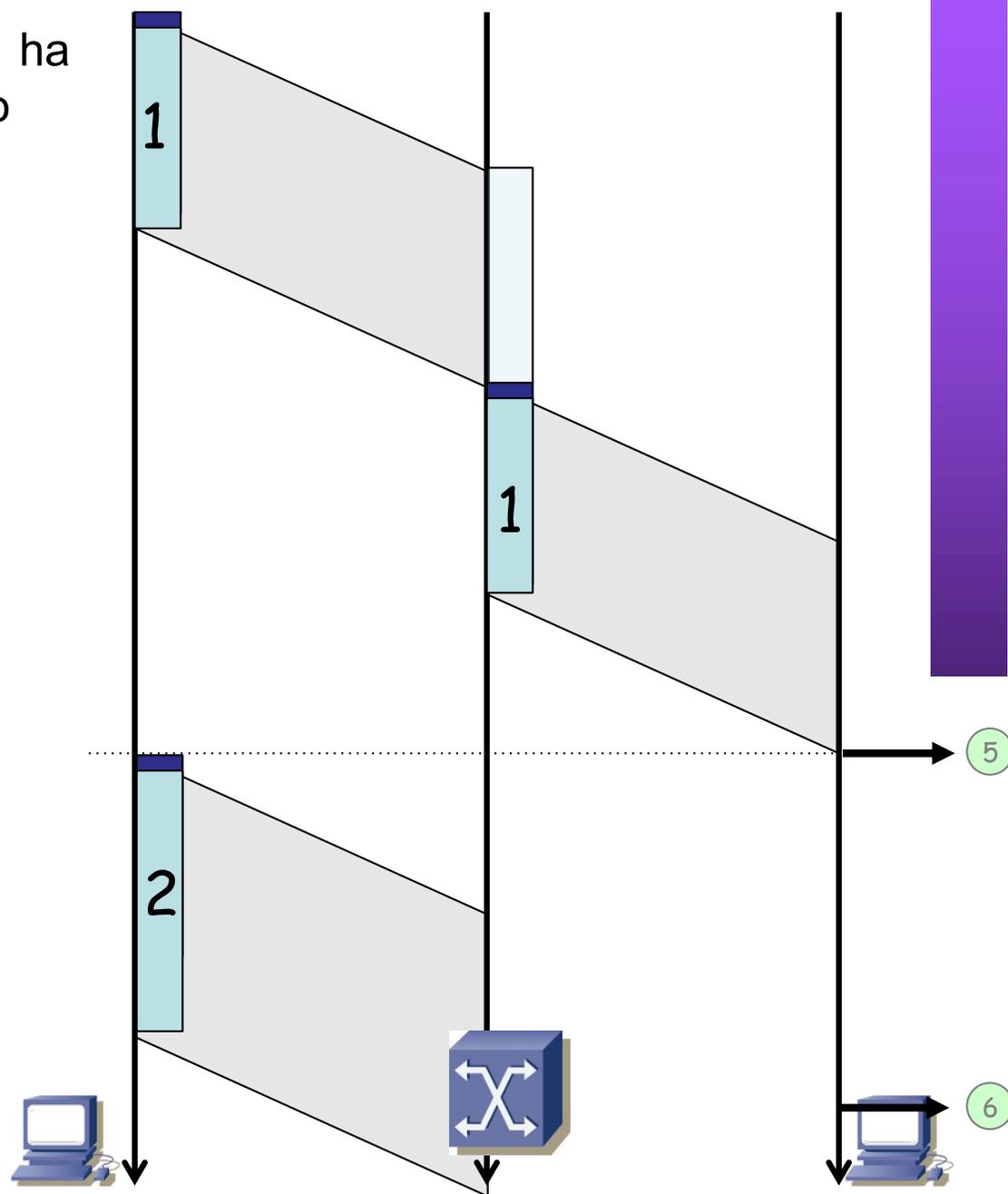
Store & forward

- En (5) está disponible el primer paquete
- En (6) el segundo
- Tenemos en el segundo enlace transmisión del primer paquete
- A la vez que en el primer enlace transmisión del segundo paquete
- Hay un tiempo en que no se está enviando nada en el segundo enlace
- Hasta que no tenga el paquete entero no puede tomar la decisión de reenvío



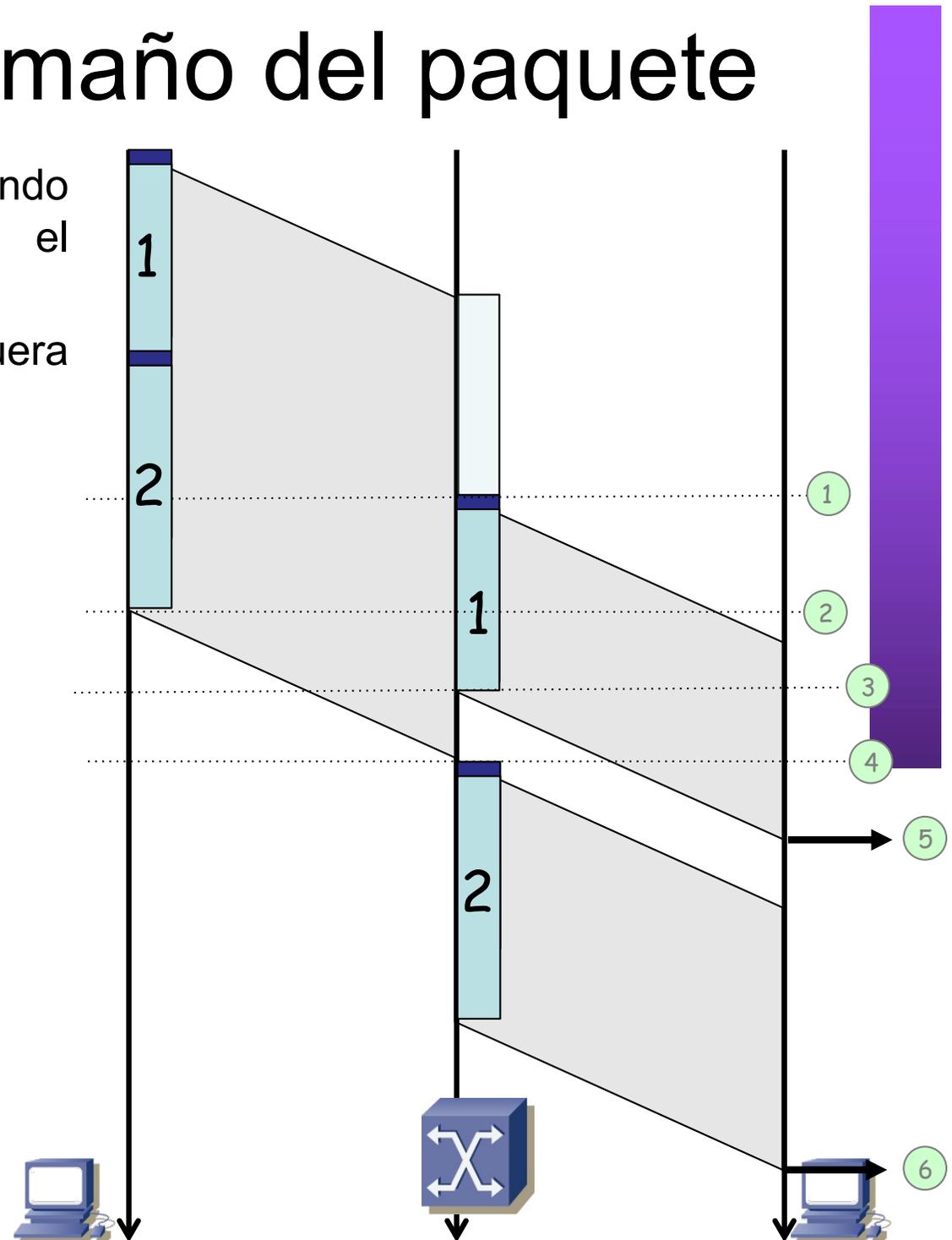
No ha sucedido esto

- El origen no sabe cuándo ha llegado el paquete al destino



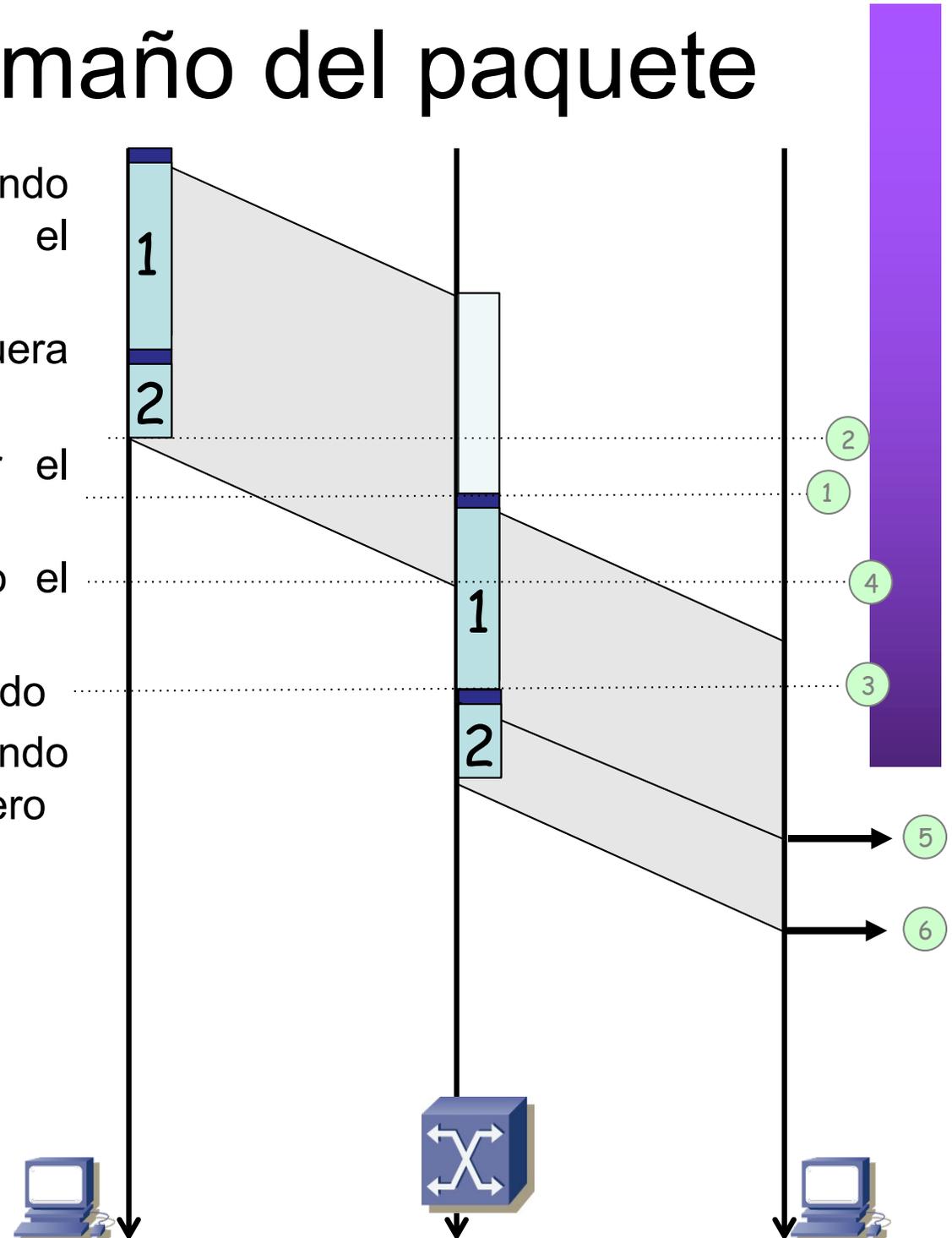
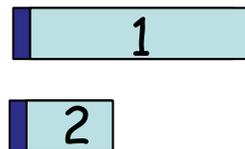
Efecto del tamaño del paquete

- En este ejemplo el segundo paquete era mayor que el primero
- Veamos qué sucedería si fuera más pequeño



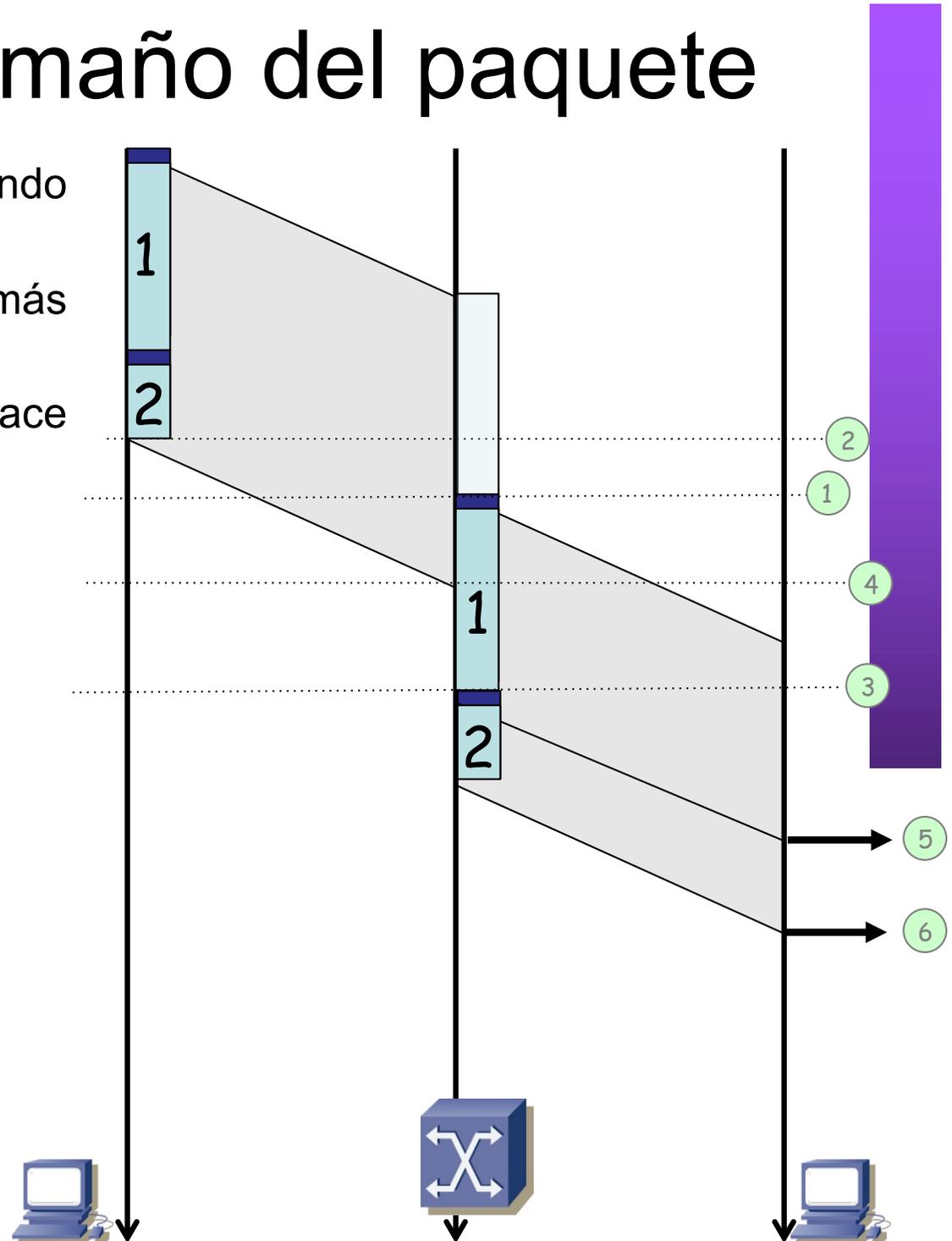
Efecto del tamaño del paquete

- En este ejemplo el segundo paquete era mayor que el primero
- Veamos qué sucedería si fuera más pequeño
- En (4) termina de llegar el segundo paquete al switch
- Pero aún está reenviando el primero
- Se queda en buffer esperando
- Podrá reenviarse cuando termine de enviarse el primero



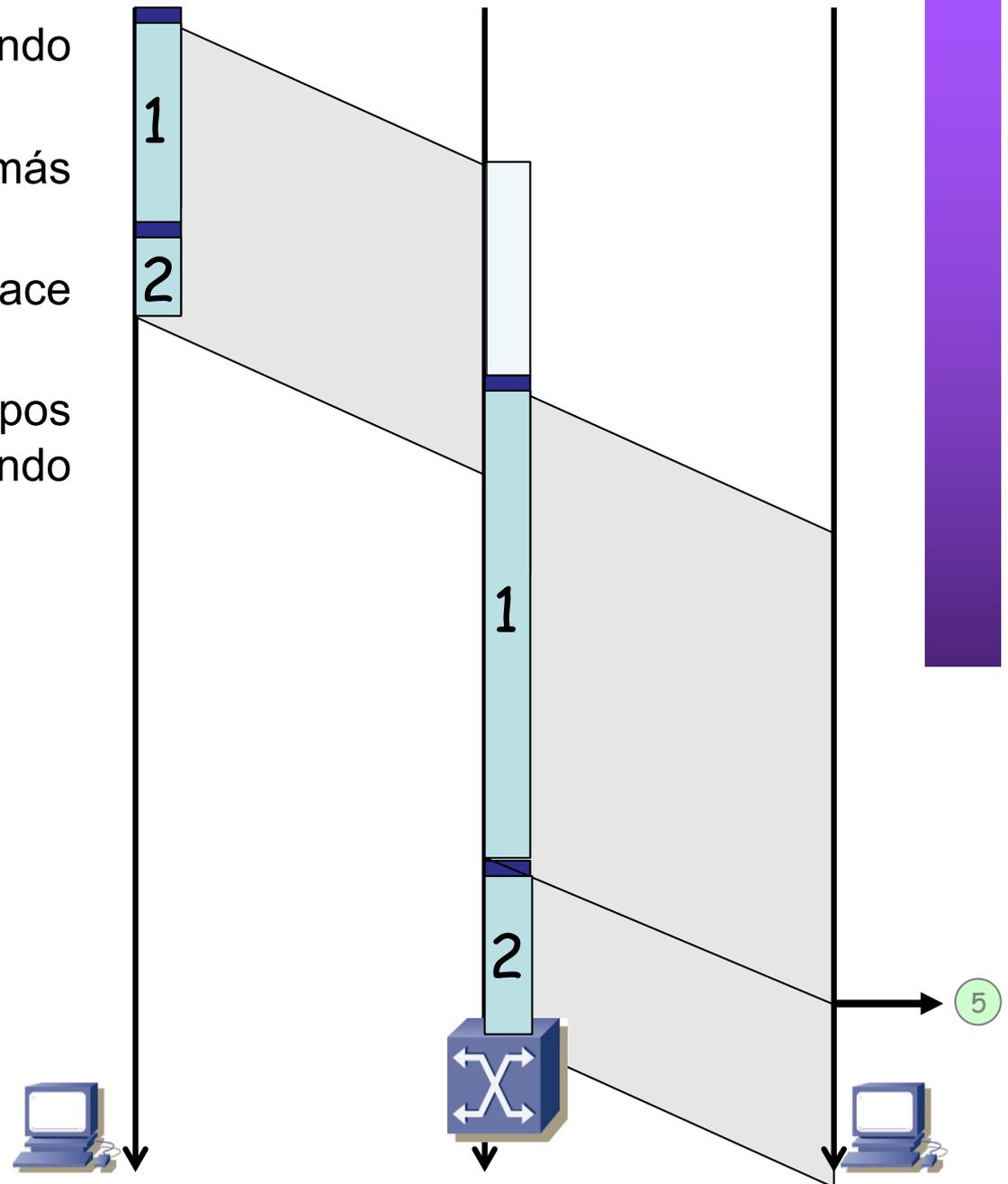
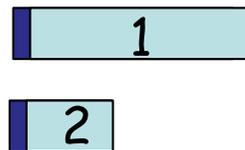
Efecto del tamaño del paquete

- Desde (4) hasta (3) el segundo paquete está en cola
- Podrían acumularse más paquetes
- Peor aún si el segundo enlace es de menor velocidad...



Efecto del tamaño del paquete

- Desde (4) hasta (3) el segundo paquete está en cola
- Podrían acumularse más paquetes
- Peor aún si el segundo enlace es de menor velocidad...
- Tendríamos mayores tiempos de transmisión en segundo enlace



Efecto del tamaño del paquete

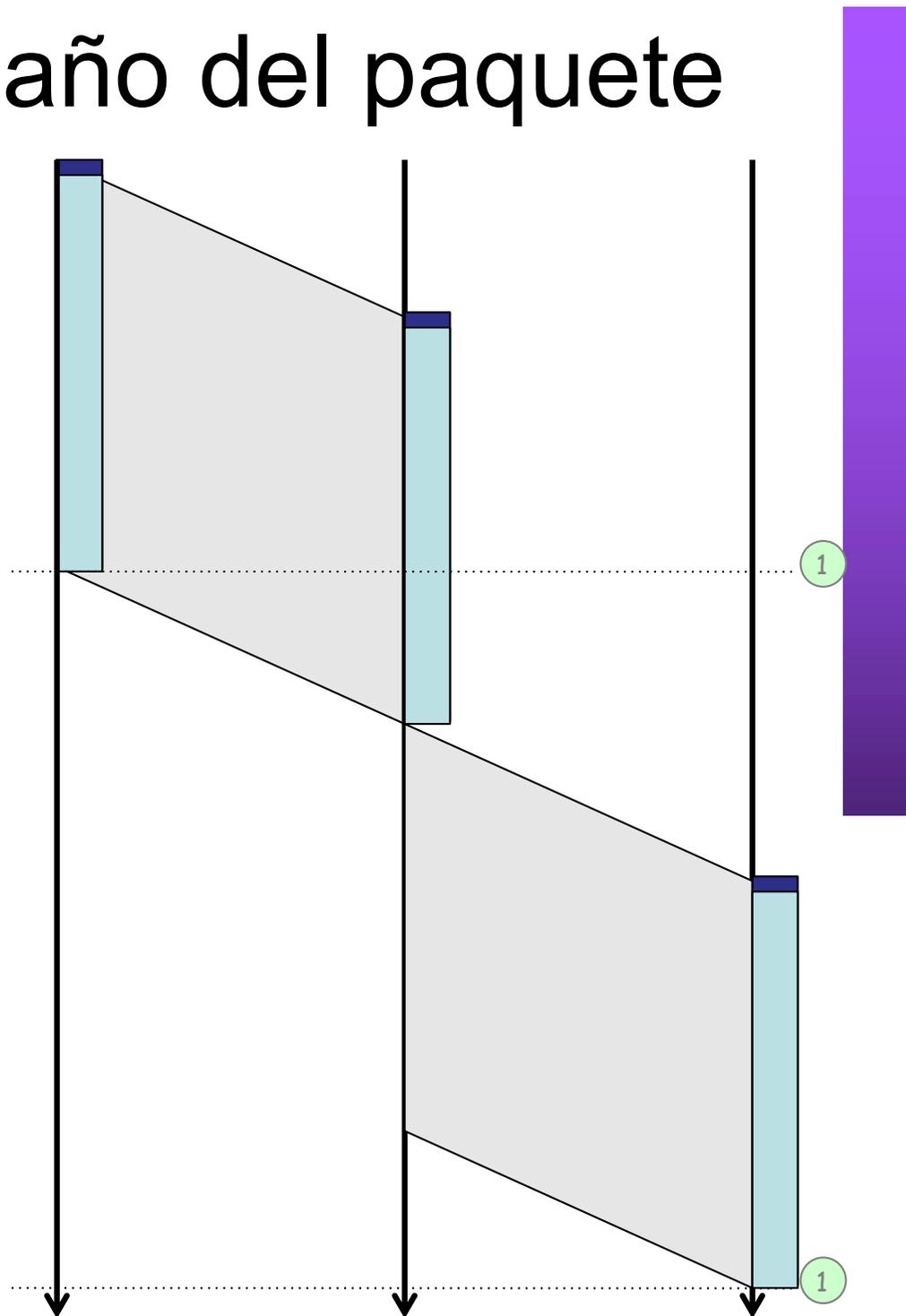
Efecto del tamaño del paquete

Mayor tamaño:

- Menos cabeceras, más eficiencia

Menor tamaño:

- (...)



Efecto del tamaño del paquete

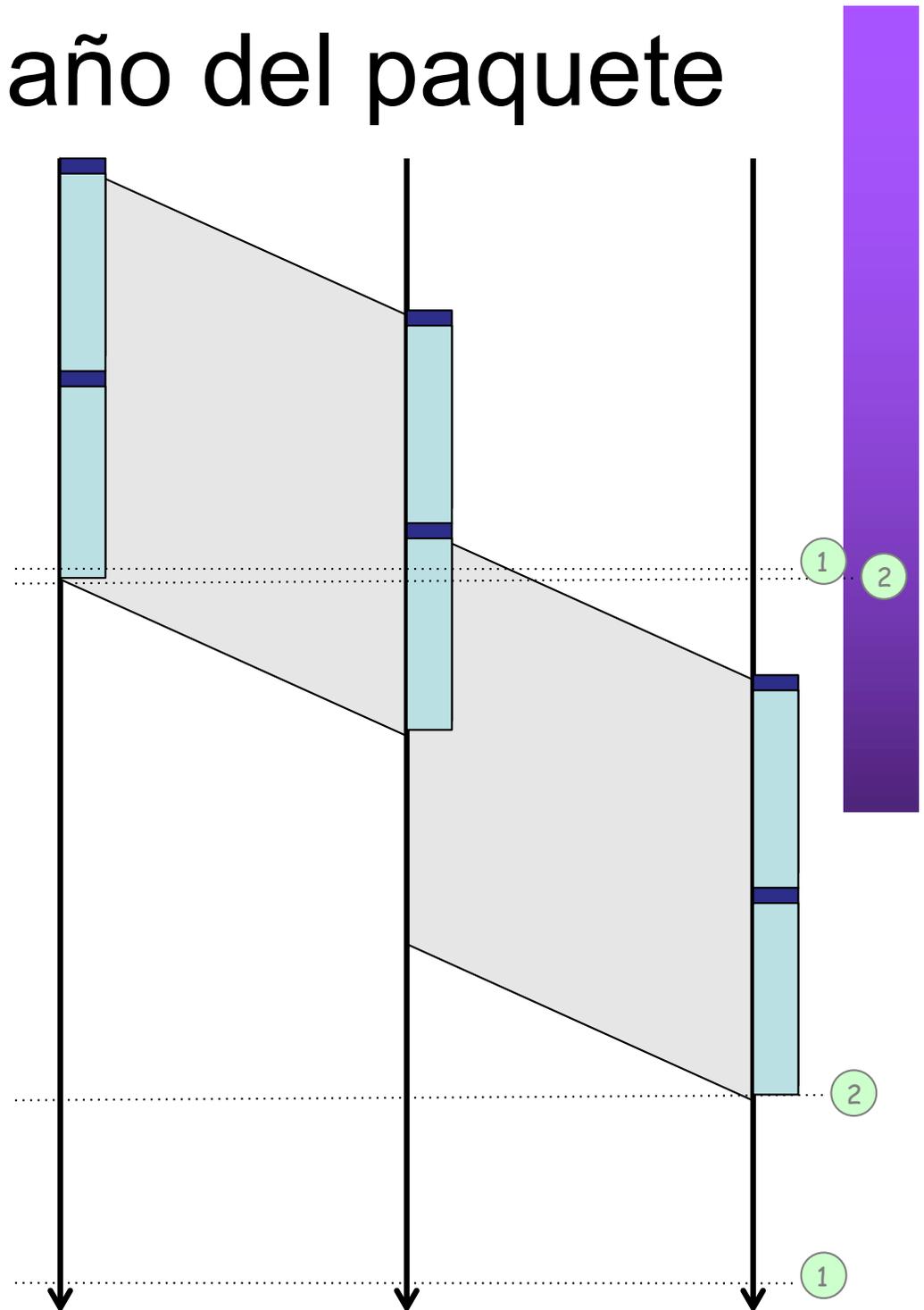
Mayor tamaño:

- Menos cabeceras, más eficiencia

Menor tamaño:

- Menos tiempo a esperar por *store and forward*

(...)



Efecto del tamaño del paquete

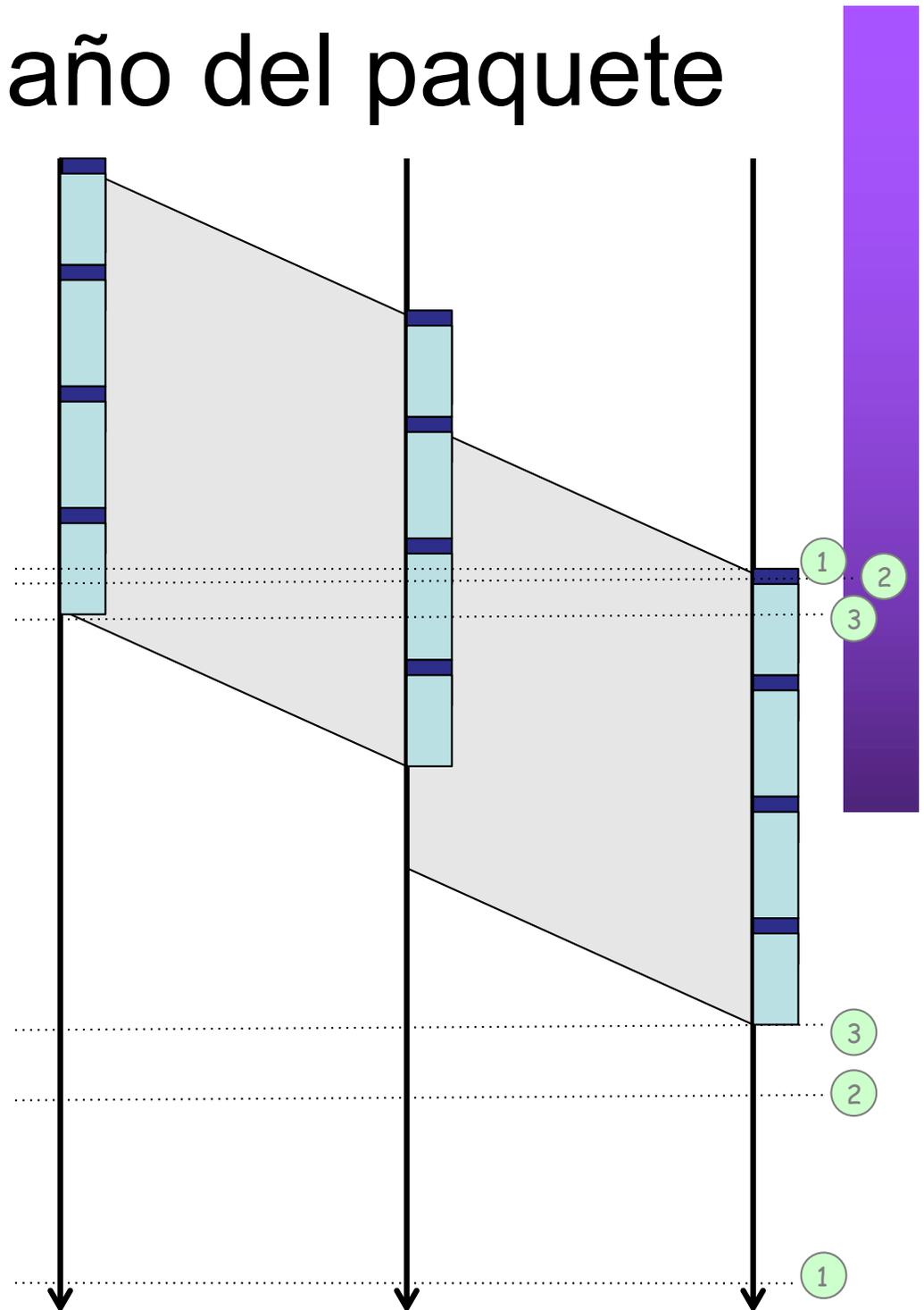
Mayor tamaño:

- Menos cabeceras, más eficiencia

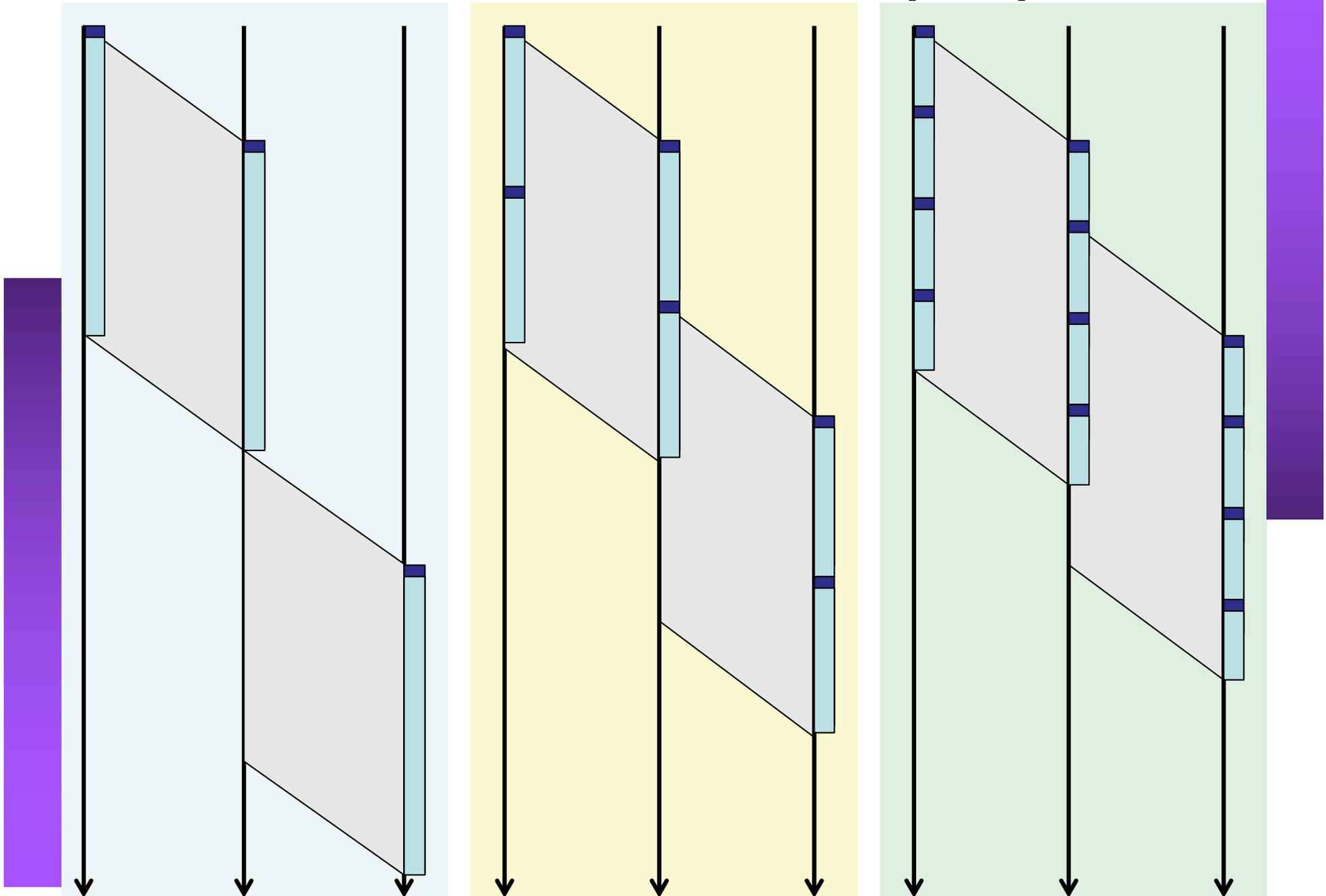
Menor tamaño:

- Menos tiempo a esperar por *store and forward*

(...)



Efecto del tamaño del paquete



upna

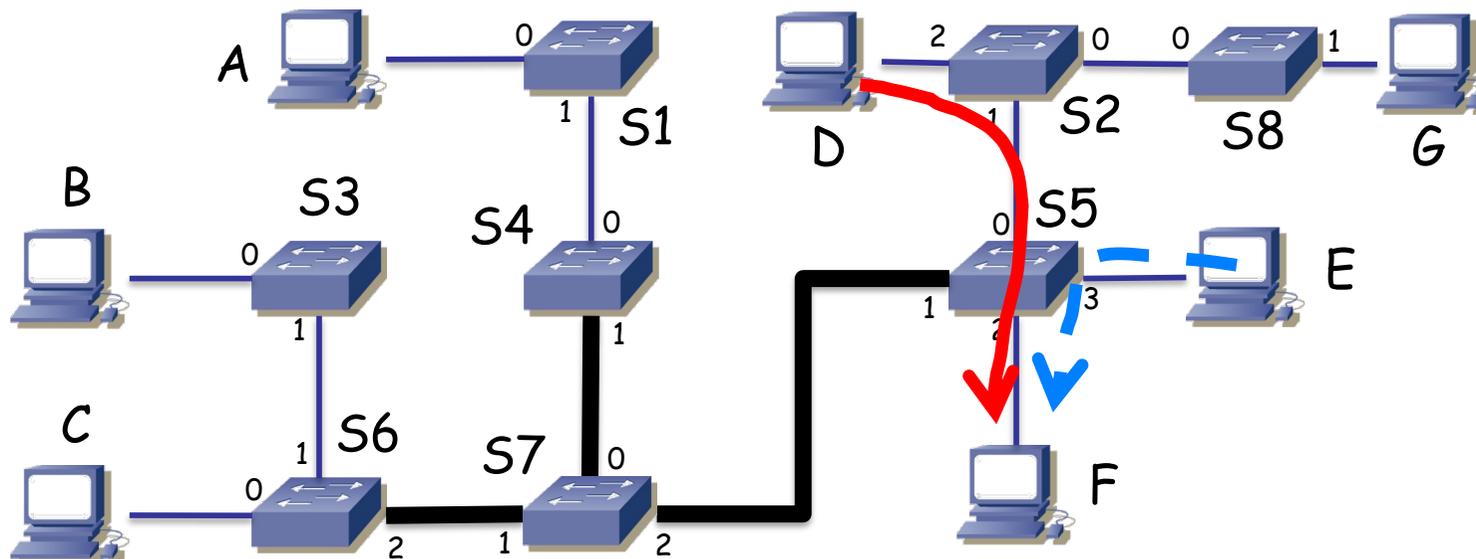
Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS
Área de Ingeniería Telemática

Múltiples inputs

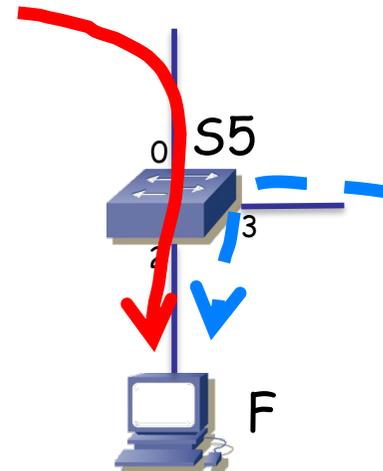
Múltiples inputs

- Será muy frecuente que lleguen paquetes al conmutador por varios enlaces, dirigidos al mismo puerto de salida



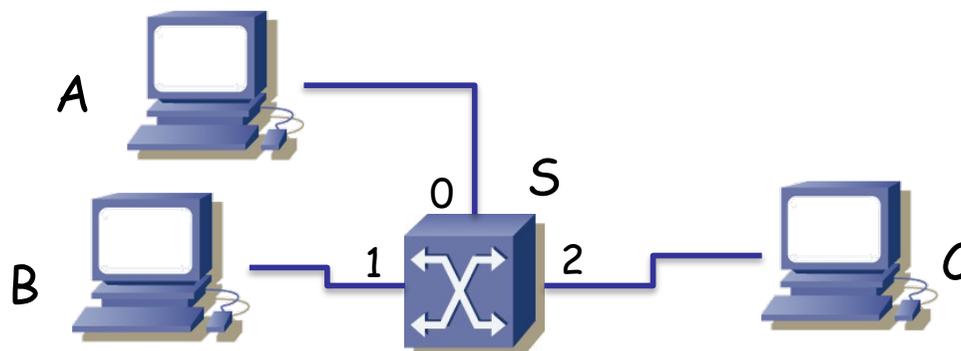
Múltiples inputs

- Será muy frecuente que lleguen paquetes al conmutador por varios enlaces, dirigidos al mismo puerto de salida



Ejemplo

- Enlaces full-duplex a 10Mbps
- Paquetes de entre 64 y 1518 bytes
- En un interfaz una trama no puede comenzar a enviarse inmediatamente a continuación de enviar la anterior
- Debe dejarse un tiempo libre equivalente al envío de 20 bytes
- Tiempo de procesamiento en el conmutador de $5 \mu\text{s}$
- Retardo de propagación despreciable comparado con los tiempos de transmisión (cables de pocos metros)
- Memoria compartida en el conmutador para buffers de 128MiB



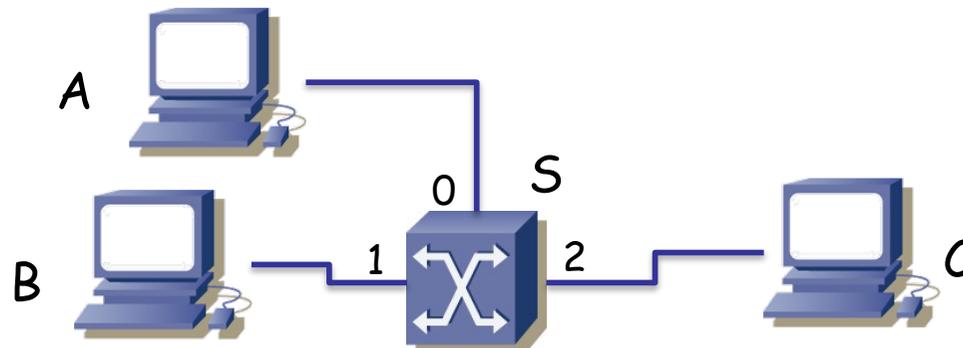
Comentario

- “Retardo de propagación despreciable comparado con los tiempos de transmisión (cables de pocos metros)”
- Propagación: 100m a 200.000Km/s son $0.5\mu\text{s}$
- Transmisión: 64 bytes a 10Mbps son $51.2\mu\text{s}$
- Tiempo de conmutación: $5\mu\text{s}$

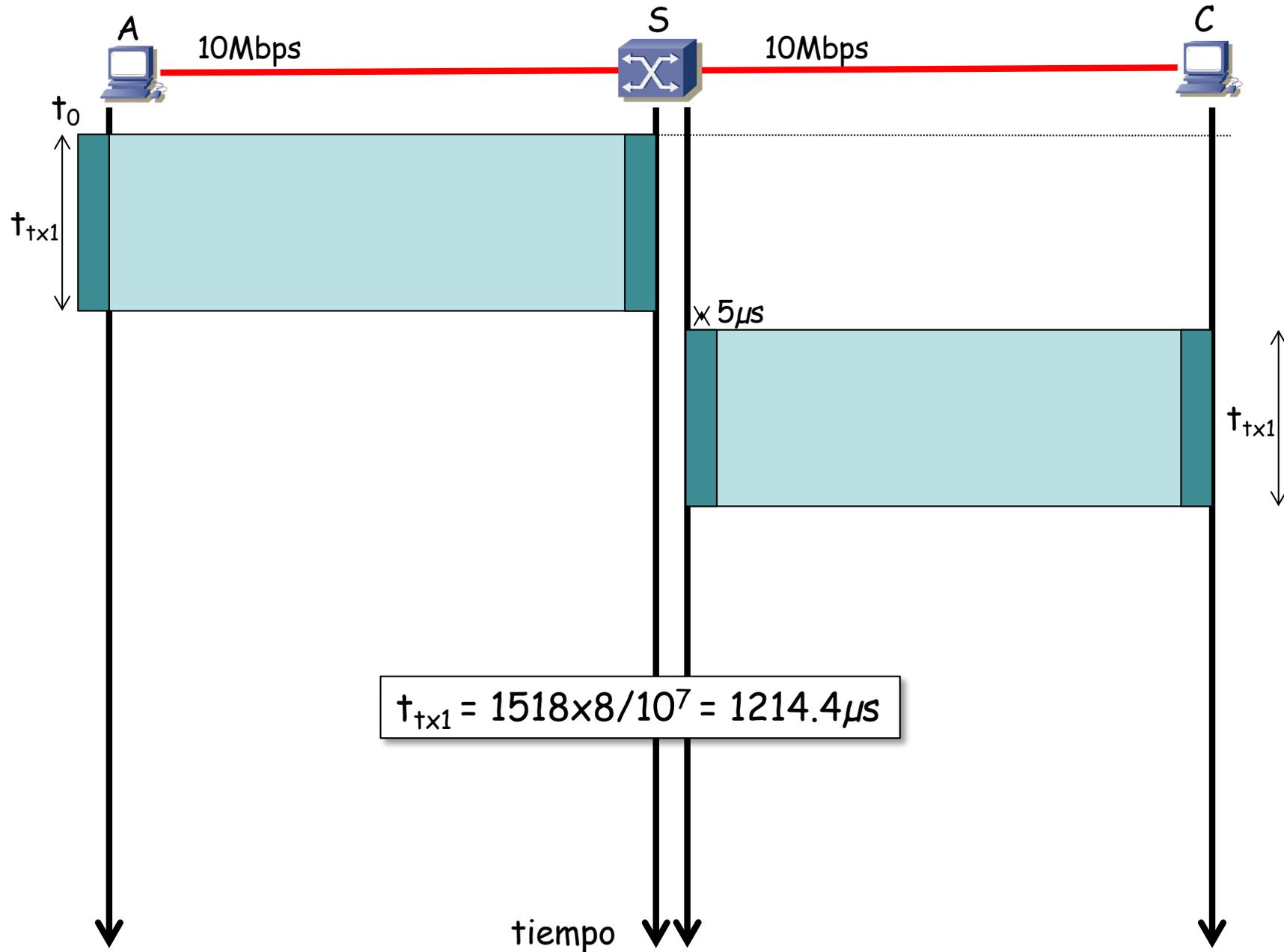
- Parece razonable despreciar el tiempo de propagación pero no el de conmutación

Escenario

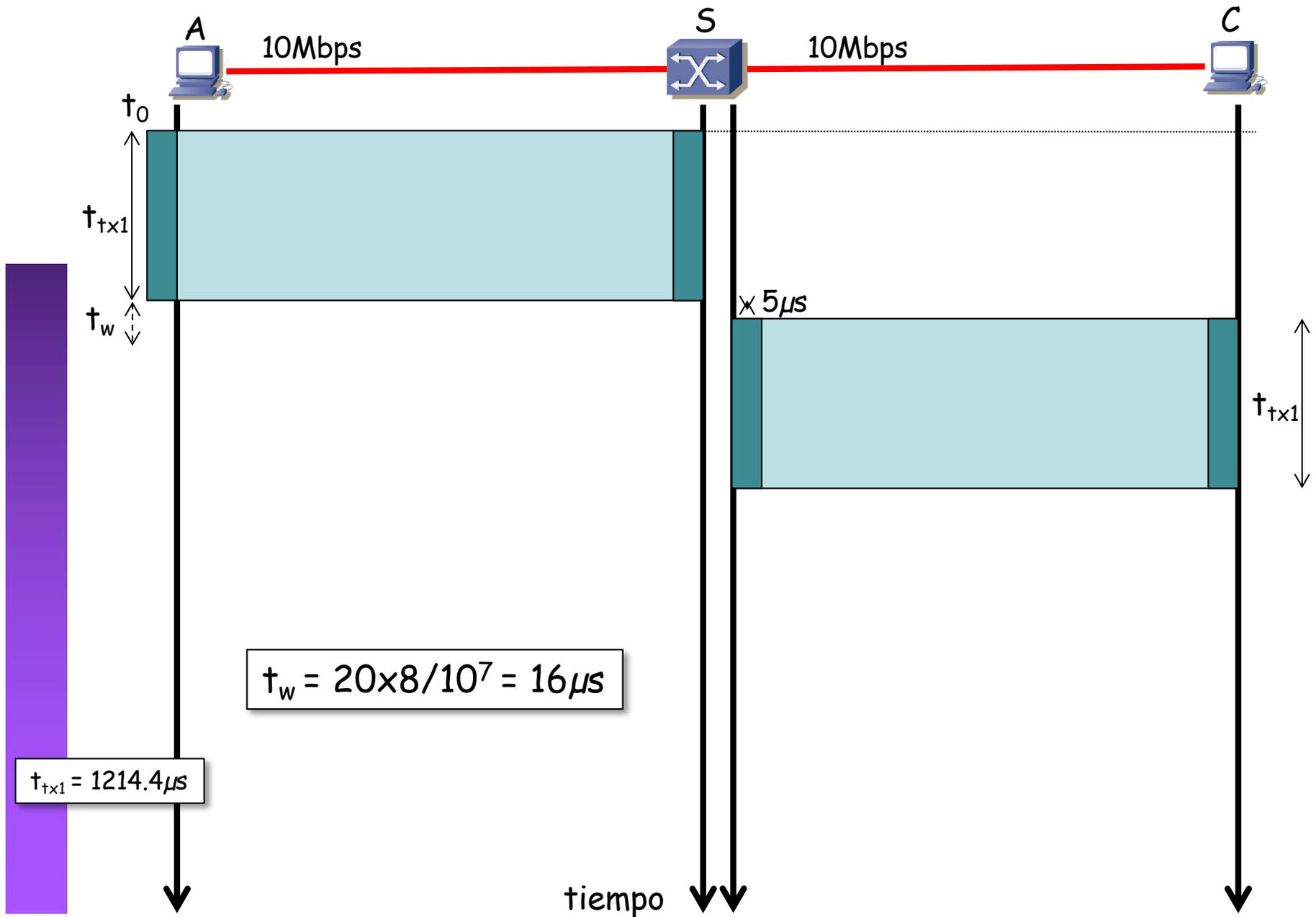
- En t_0 el host A envía dos tramas consecutivas a C
 - La primera de tamaño máximo
 - La segunda de tamaño mínimo
- Calcule el instante de tiempo en que cada una termina de ser recibida en el host C



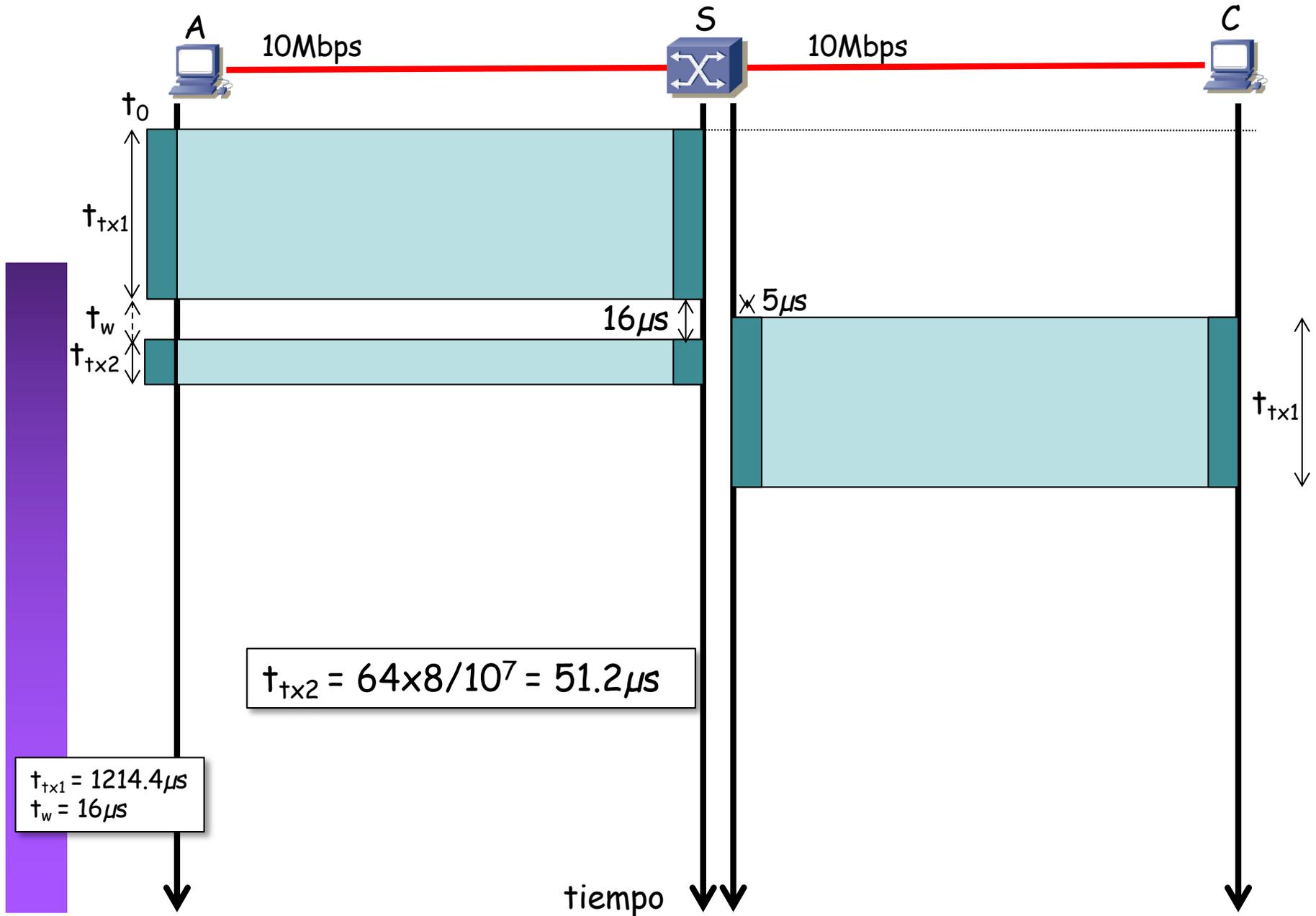
Solución



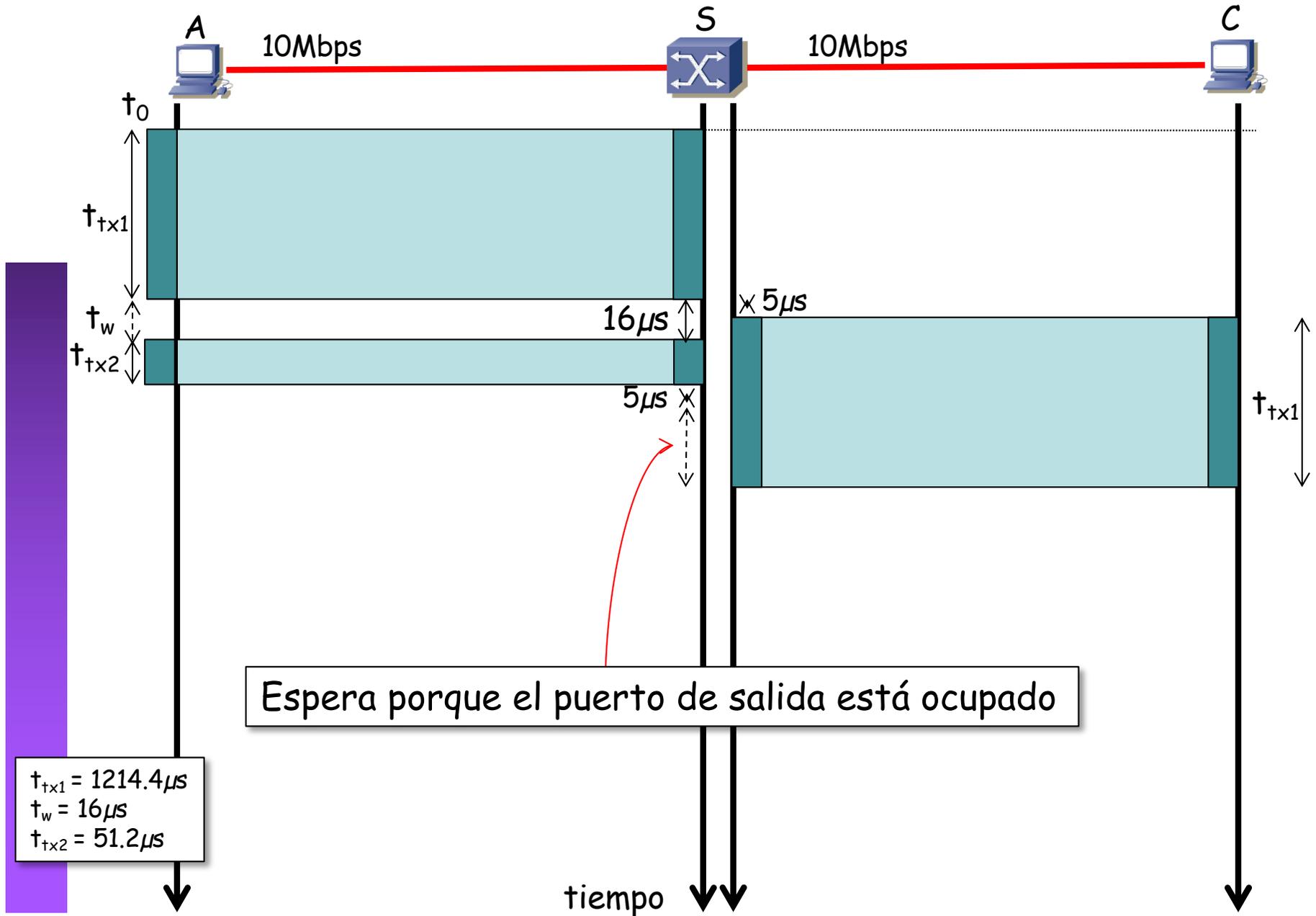
Solución



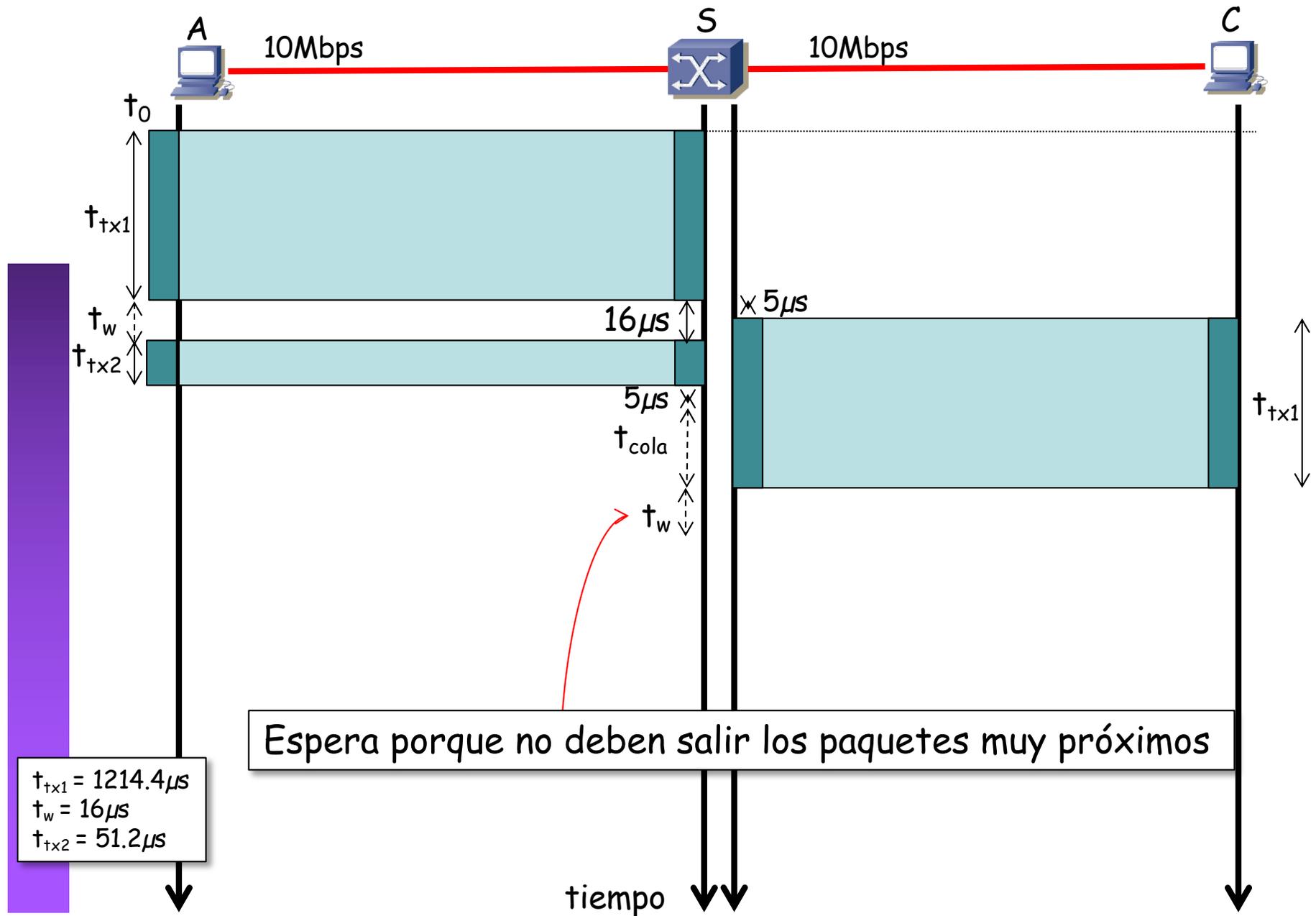
Solución



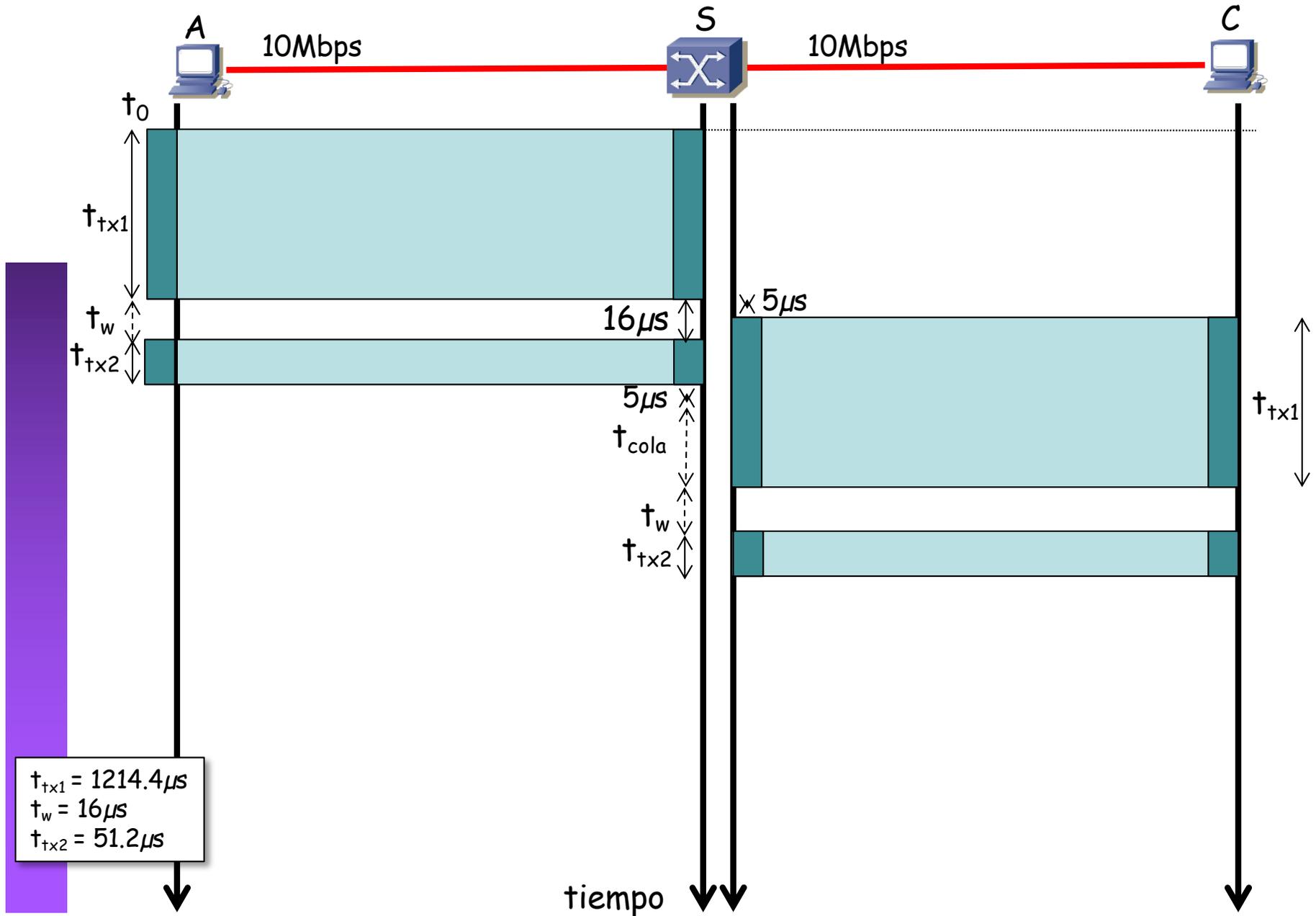
Solución



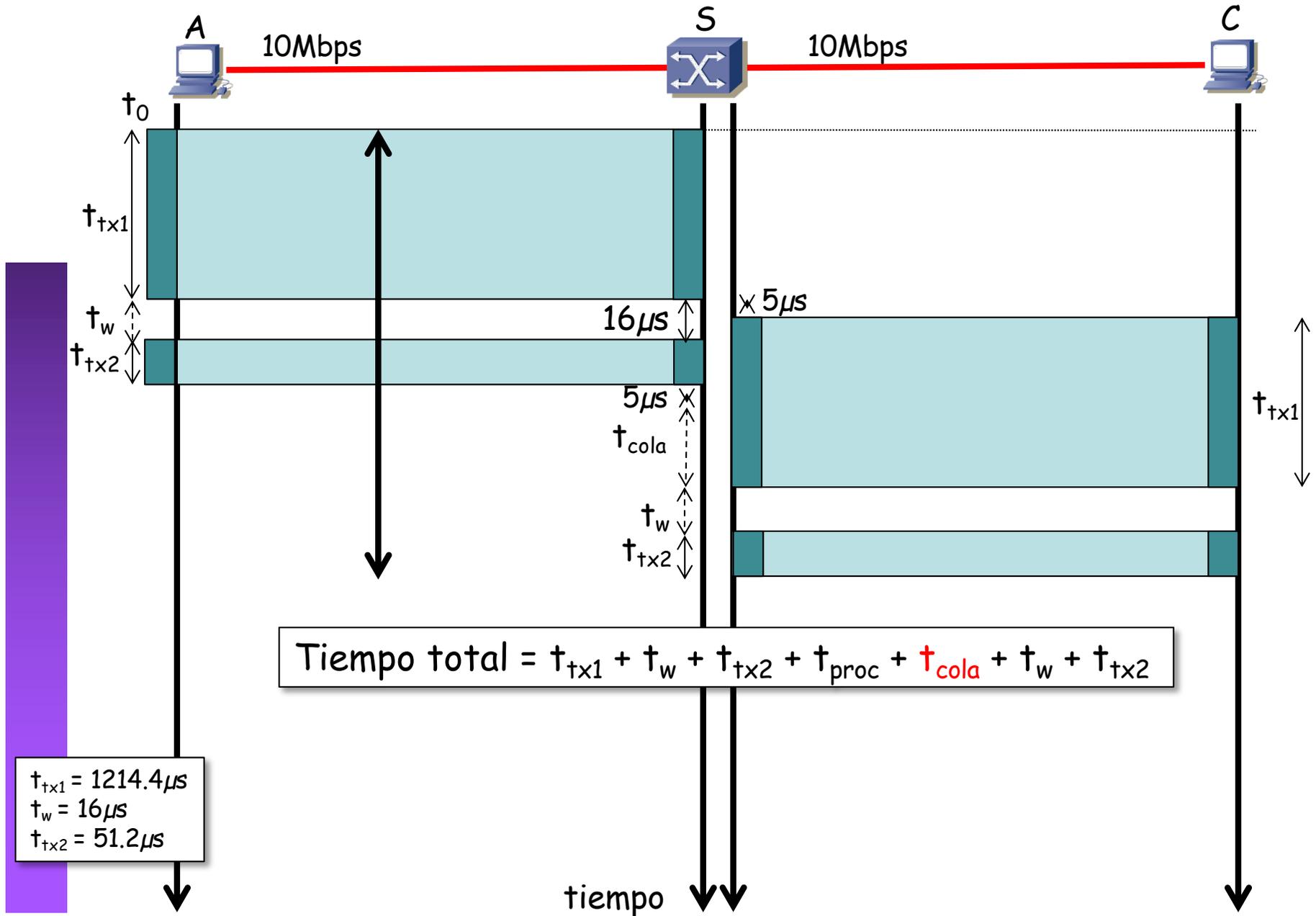
Solución



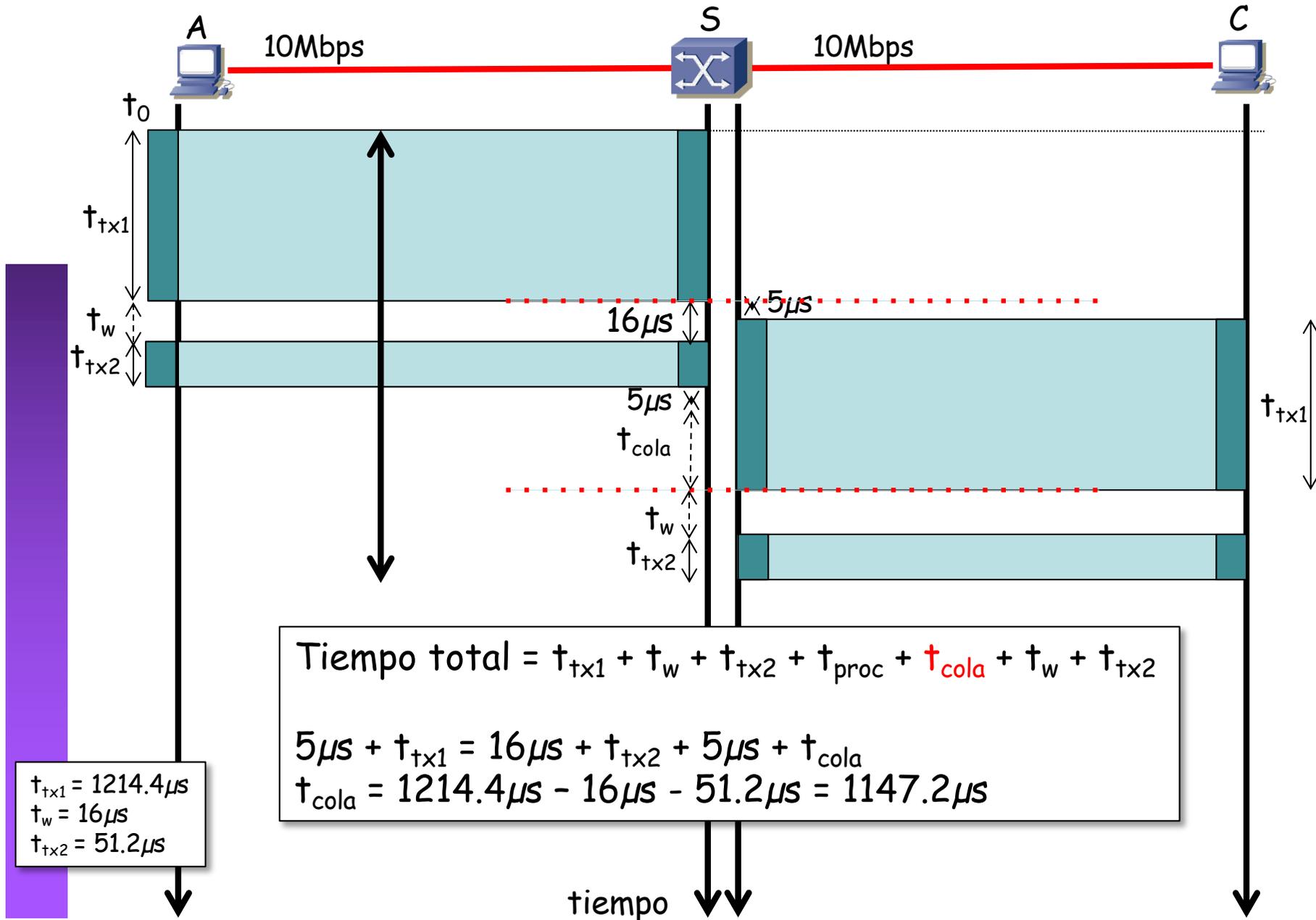
Solución



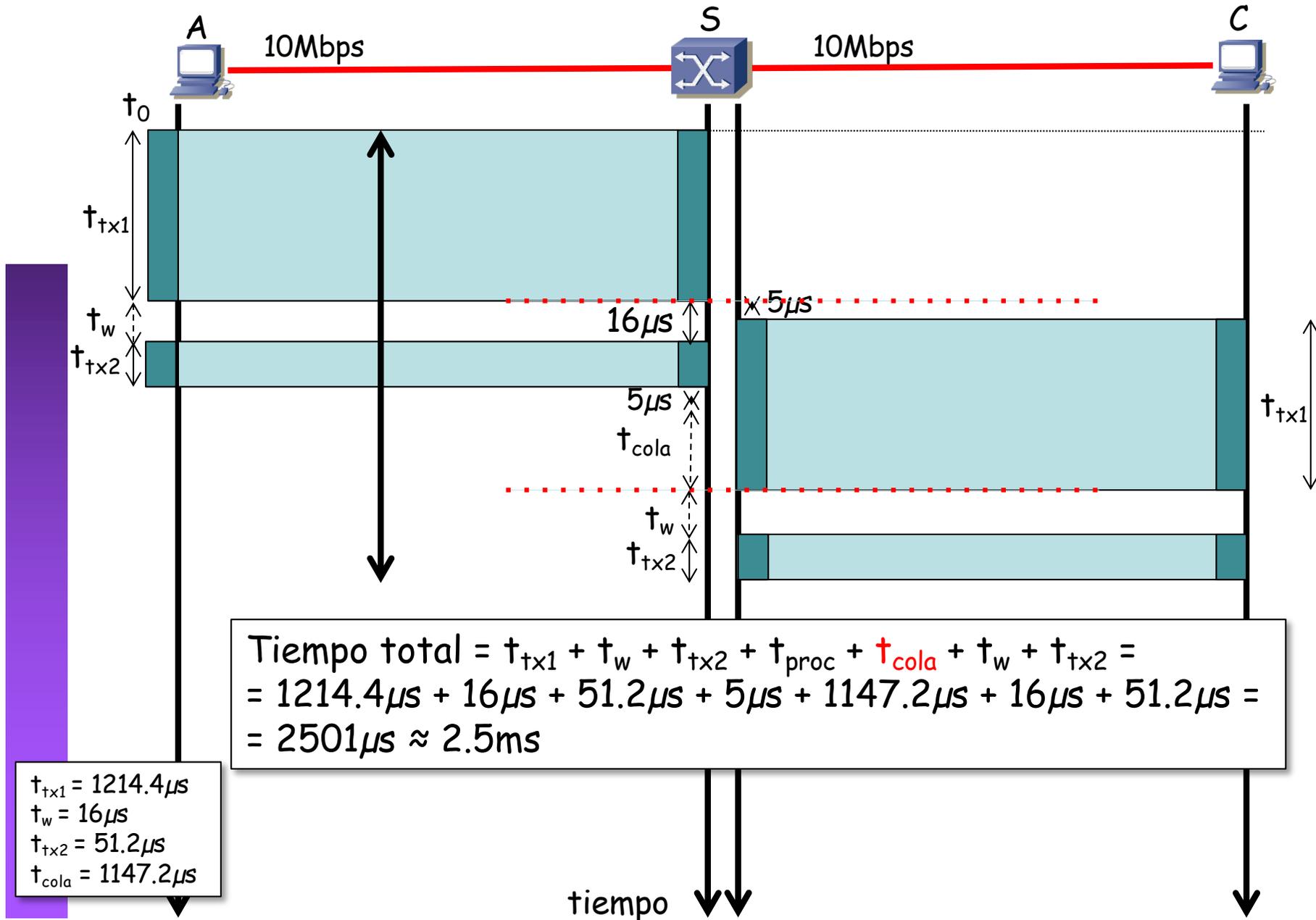
Solución



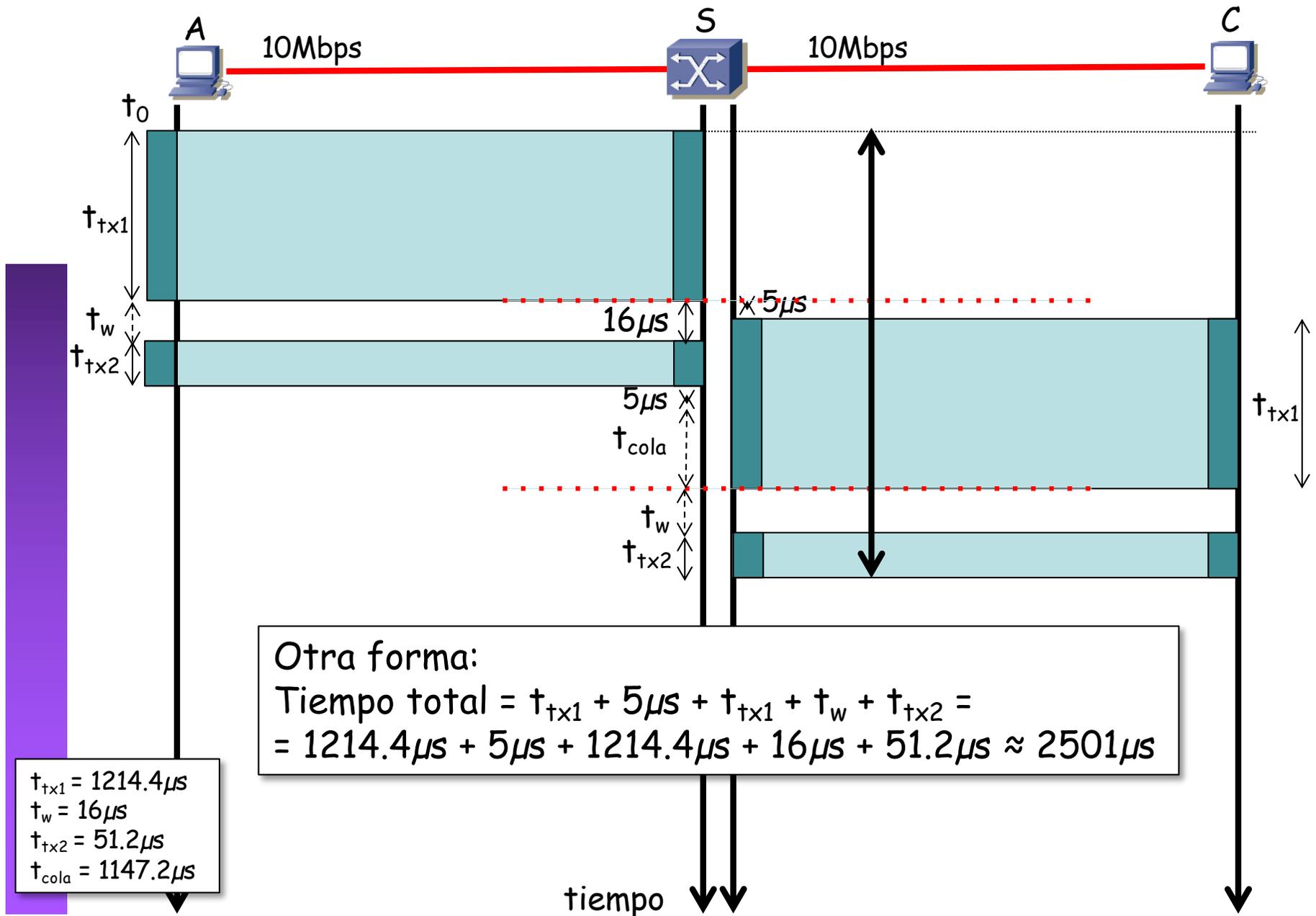
Solución



Solución

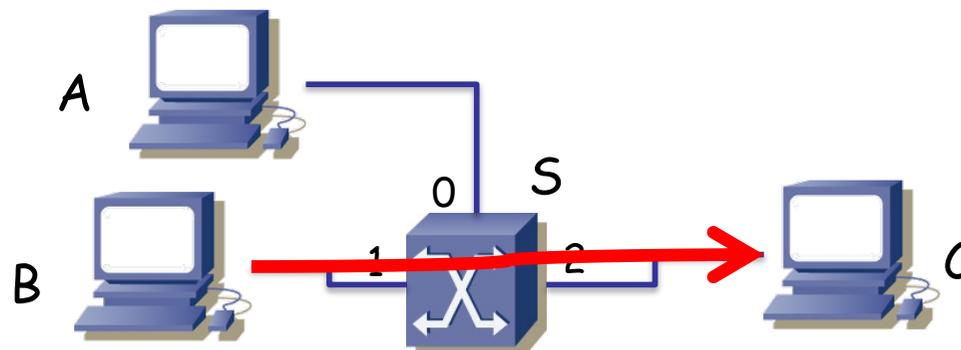


Solución



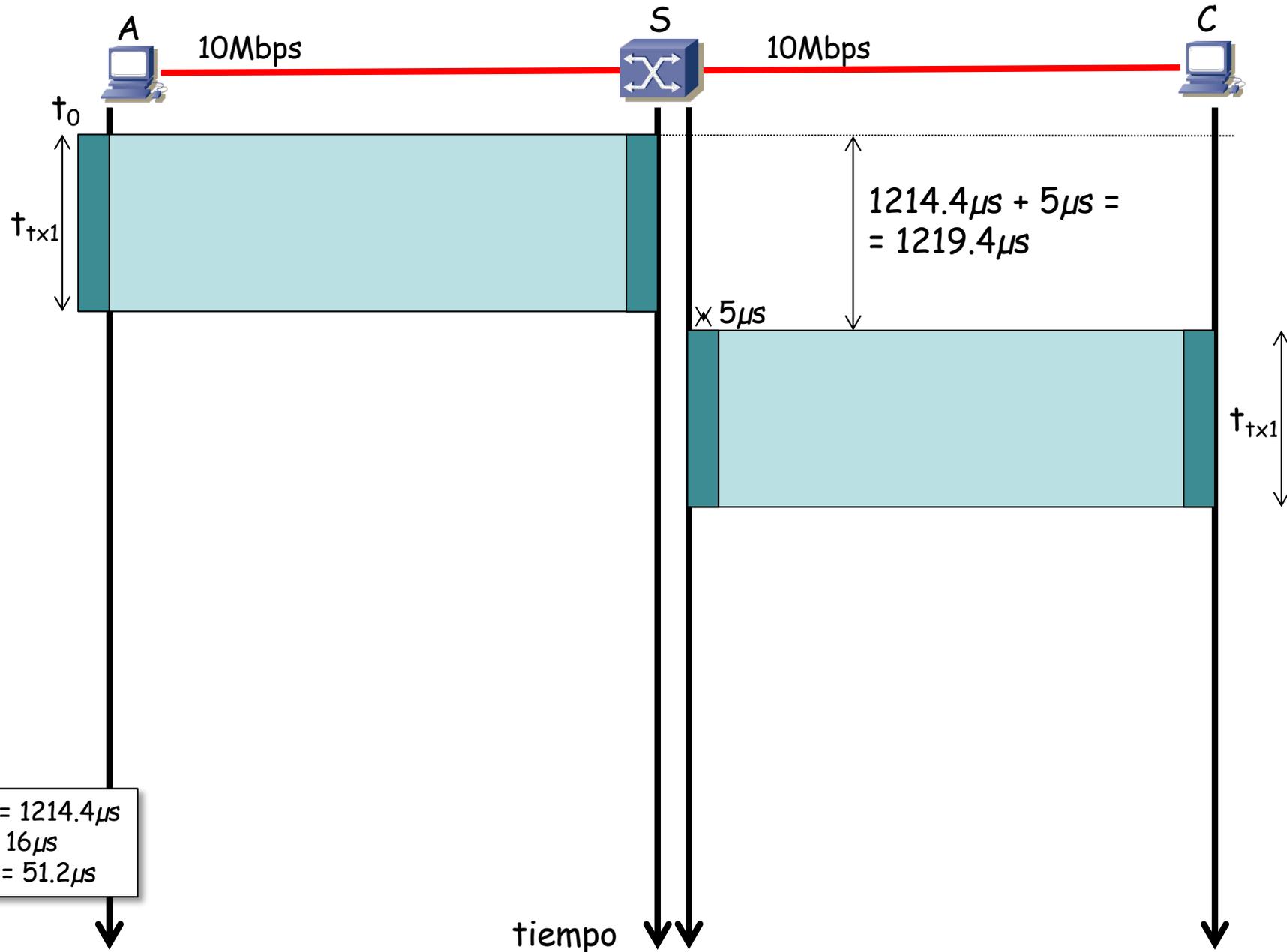
Escenario

- Además en $t=1220\mu\text{s}$ desde t_0 el host B envía a C 3 tramas consecutivas del tamaño mínimo
- ¿En qué instante termina de llegar cada trama de A a C?



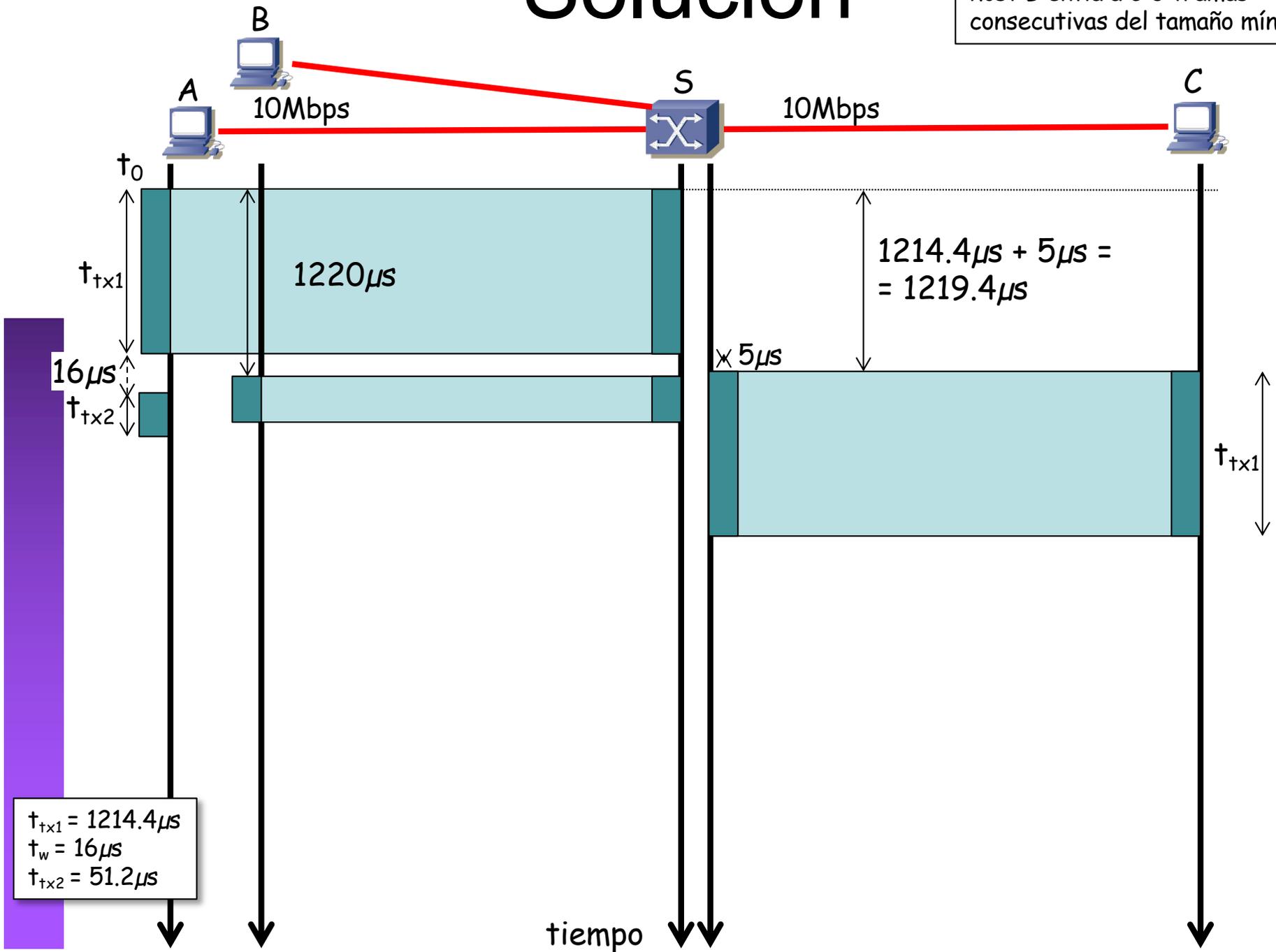
Solución

"Además en $t=1220\mu s$ desde t_0 el host B envía a C 3 tramas consecutivas del tamaño mínimo"



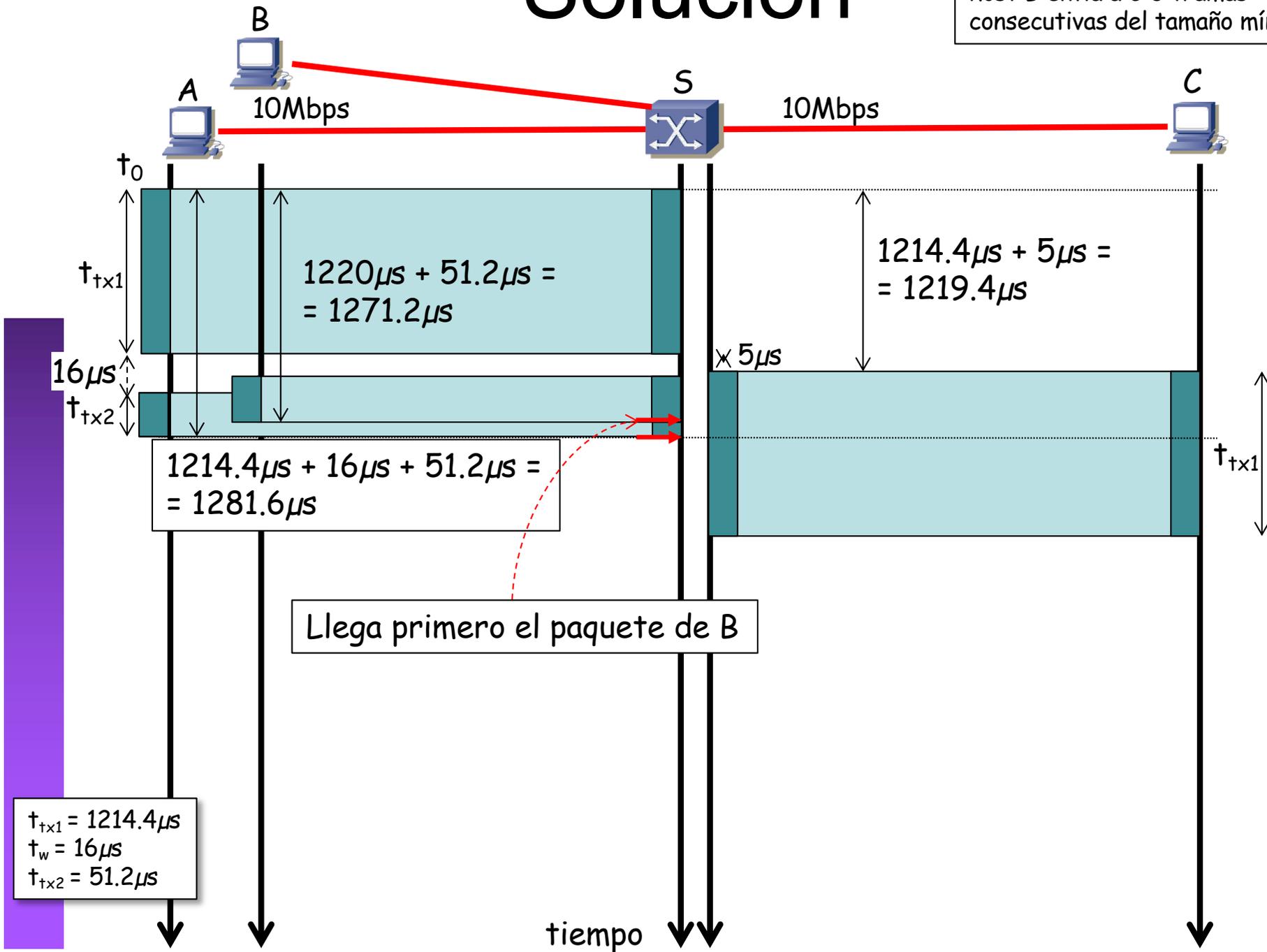
Solución

"Además en $t=1220\mu s$ desde t_0 el host B envía a C 3 tramas consecutivas del tamaño mínimo"



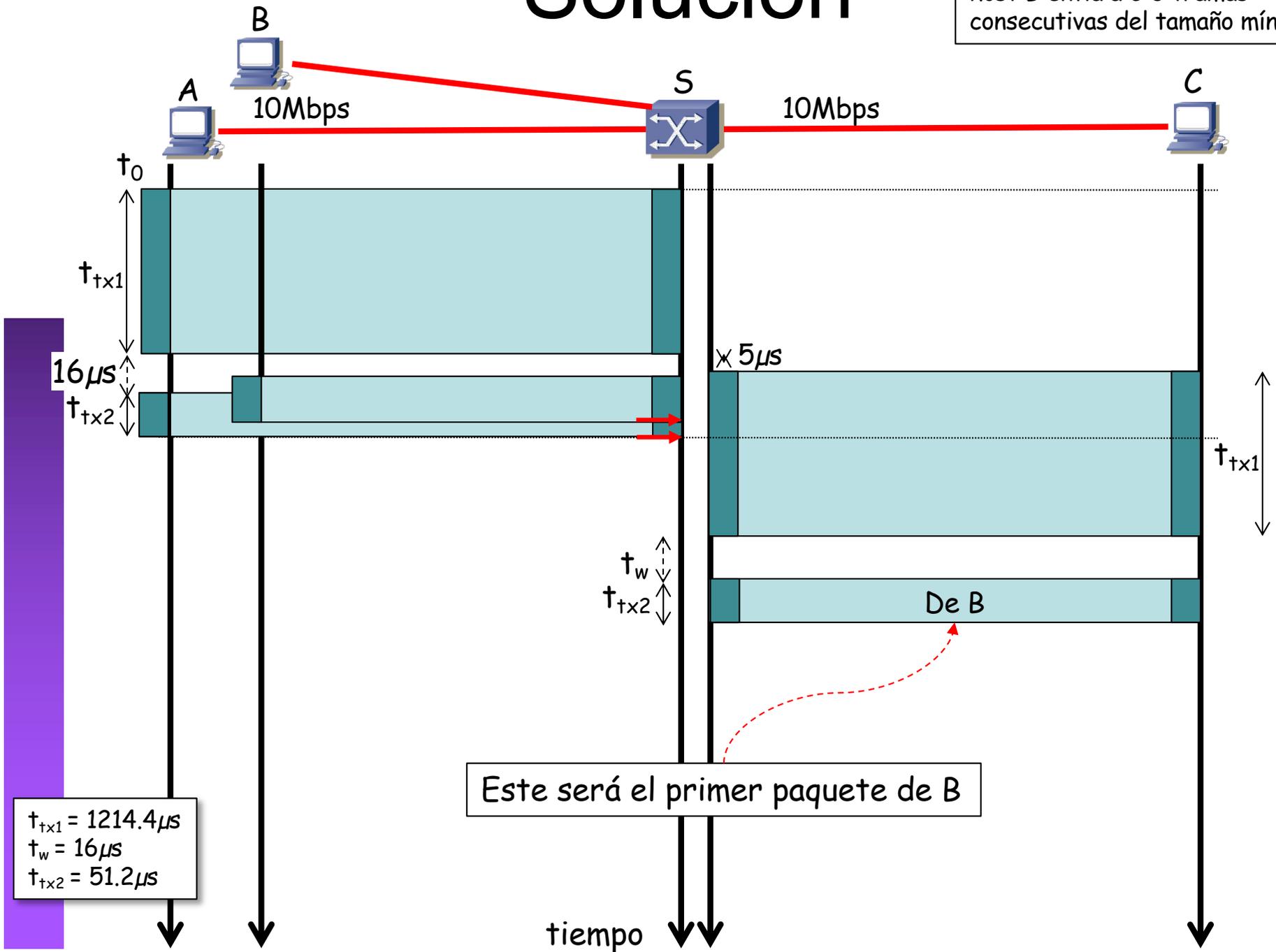
Solución

"Además en $t=1220\mu s$ desde t_0 el host B envía a C 3 tramas consecutivas del tamaño mínimo"



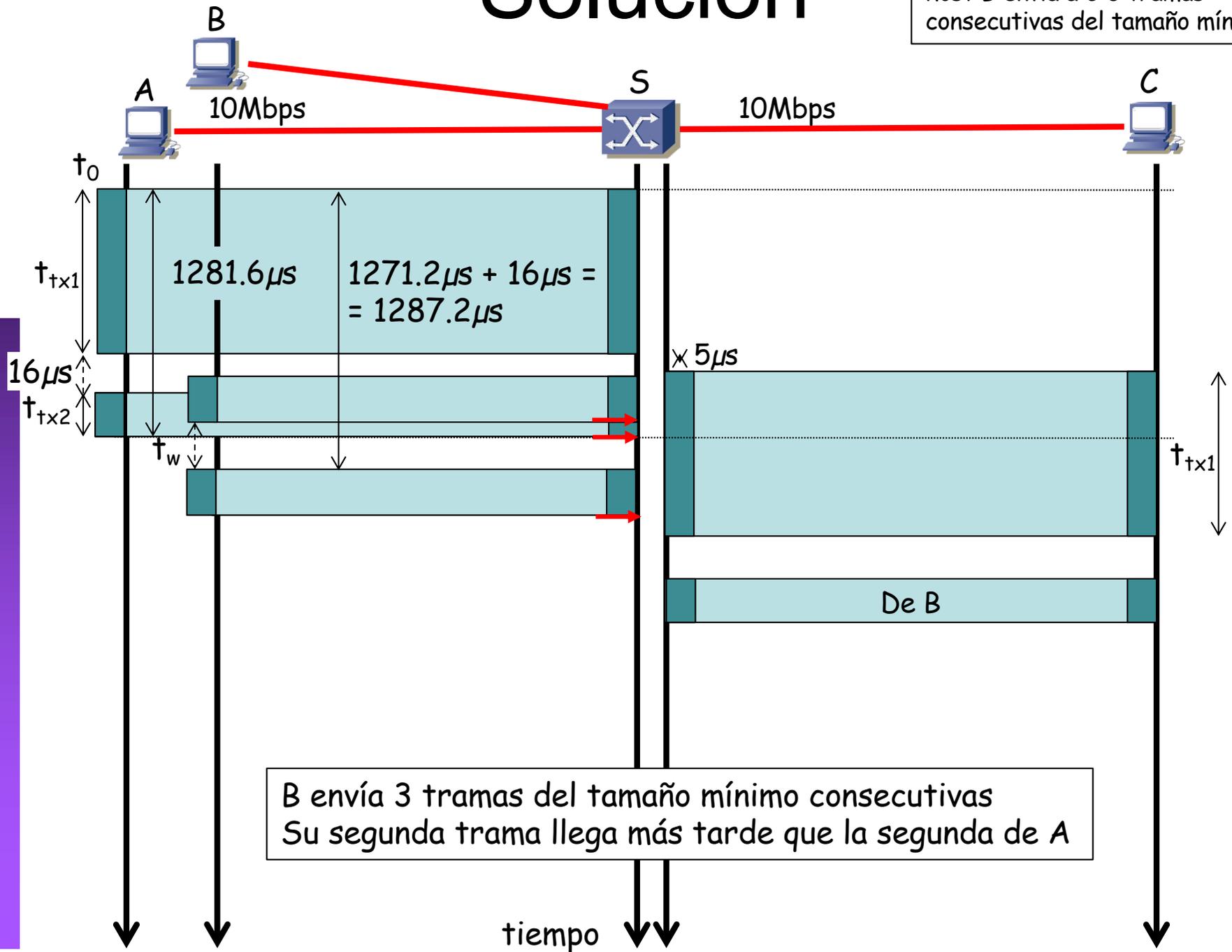
Solución

"Además en $t=1220\mu s$ desde t_0 el host B envía a C 3 tramas consecutivas del tamaño mínimo"



Solución

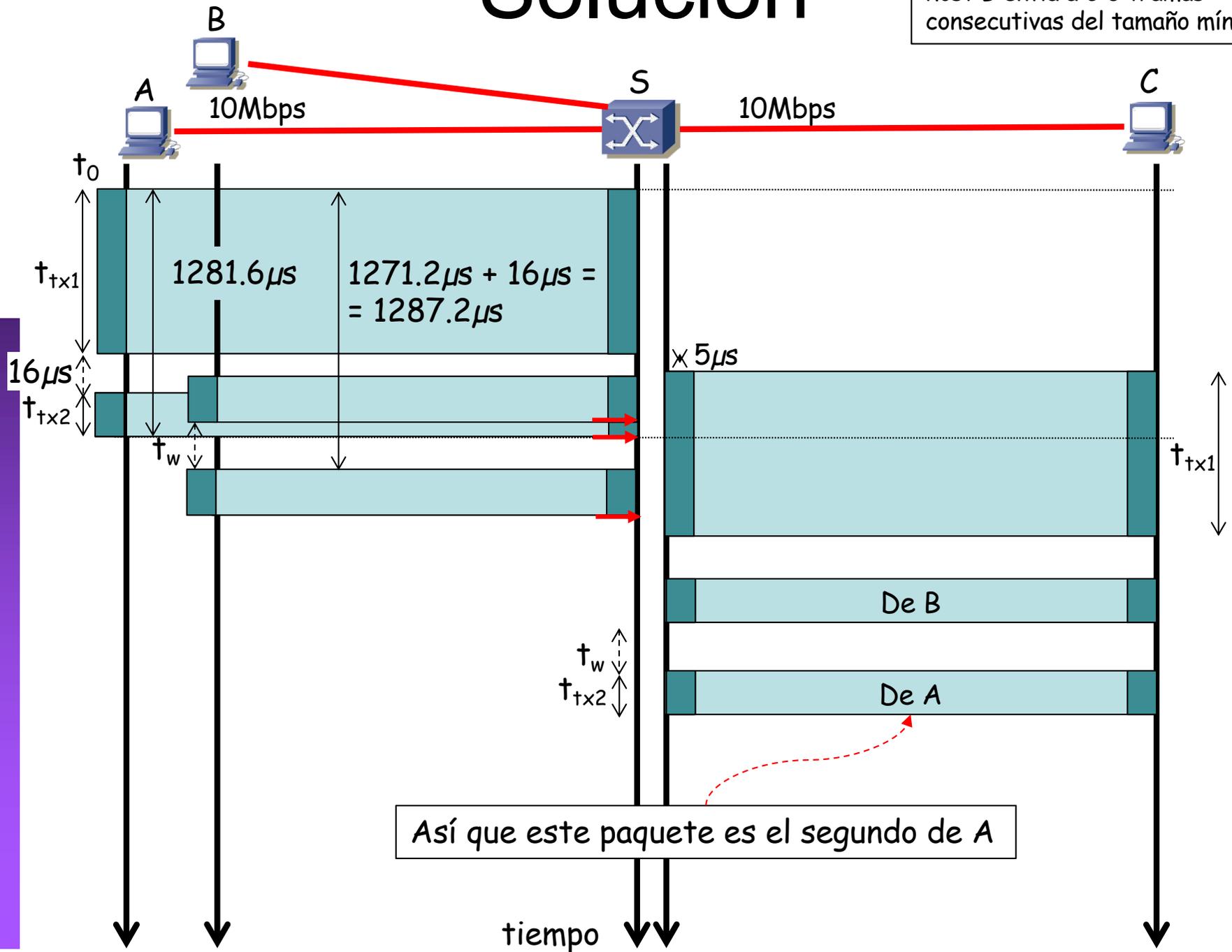
"Además en $t=1220\mu s$ desde t_0 el host B envía a C 3 tramas consecutivas del tamaño mínimo"



B envía 3 tramas del tamaño mínimo consecutivas
 Su segunda trama llega más tarde que la segunda de A

Solución

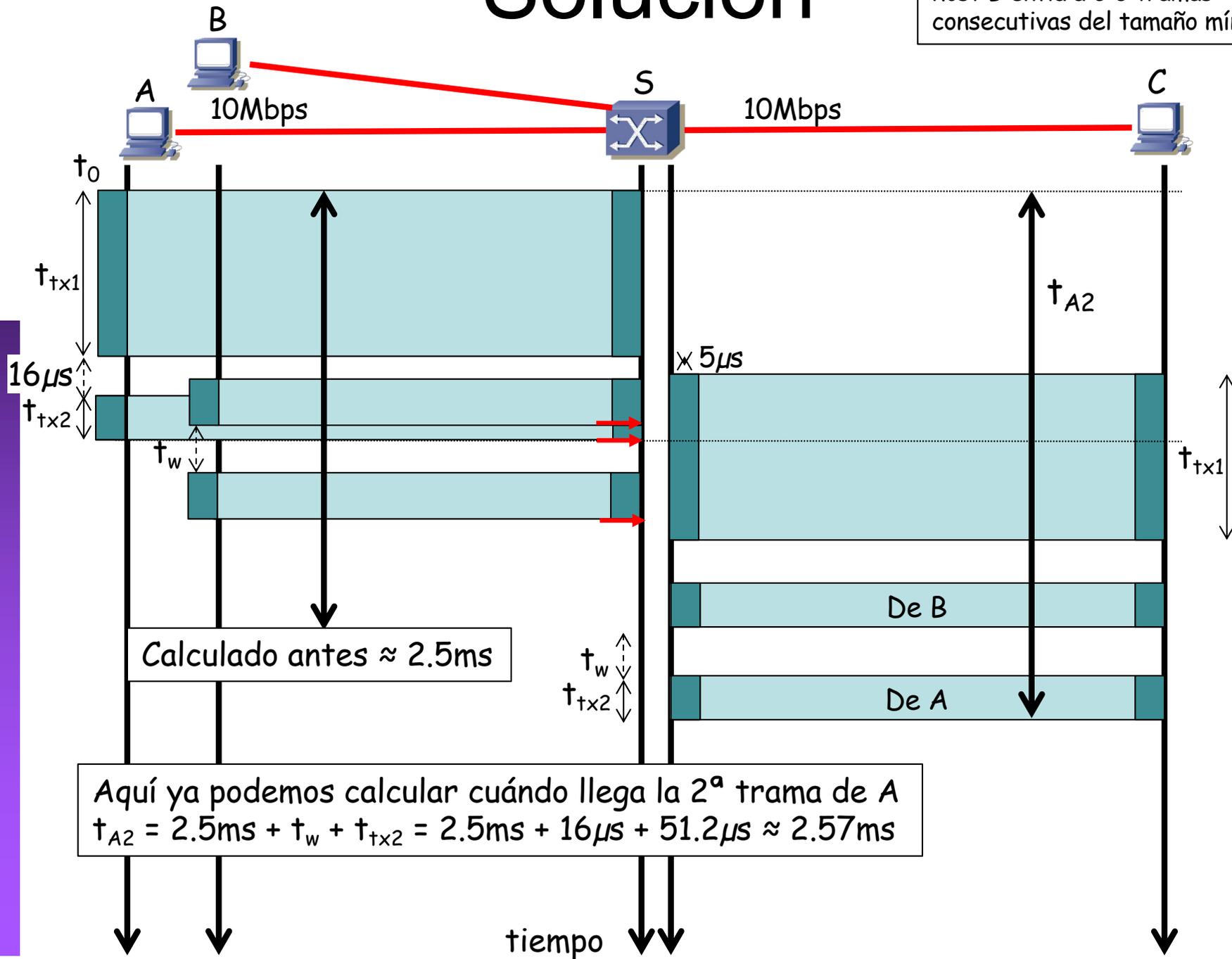
"Además en $t=1220\mu s$ desde t_0 el host B envía a C 3 tramas consecutivas del tamaño mínimo"



Así que este paquete es el segundo de A

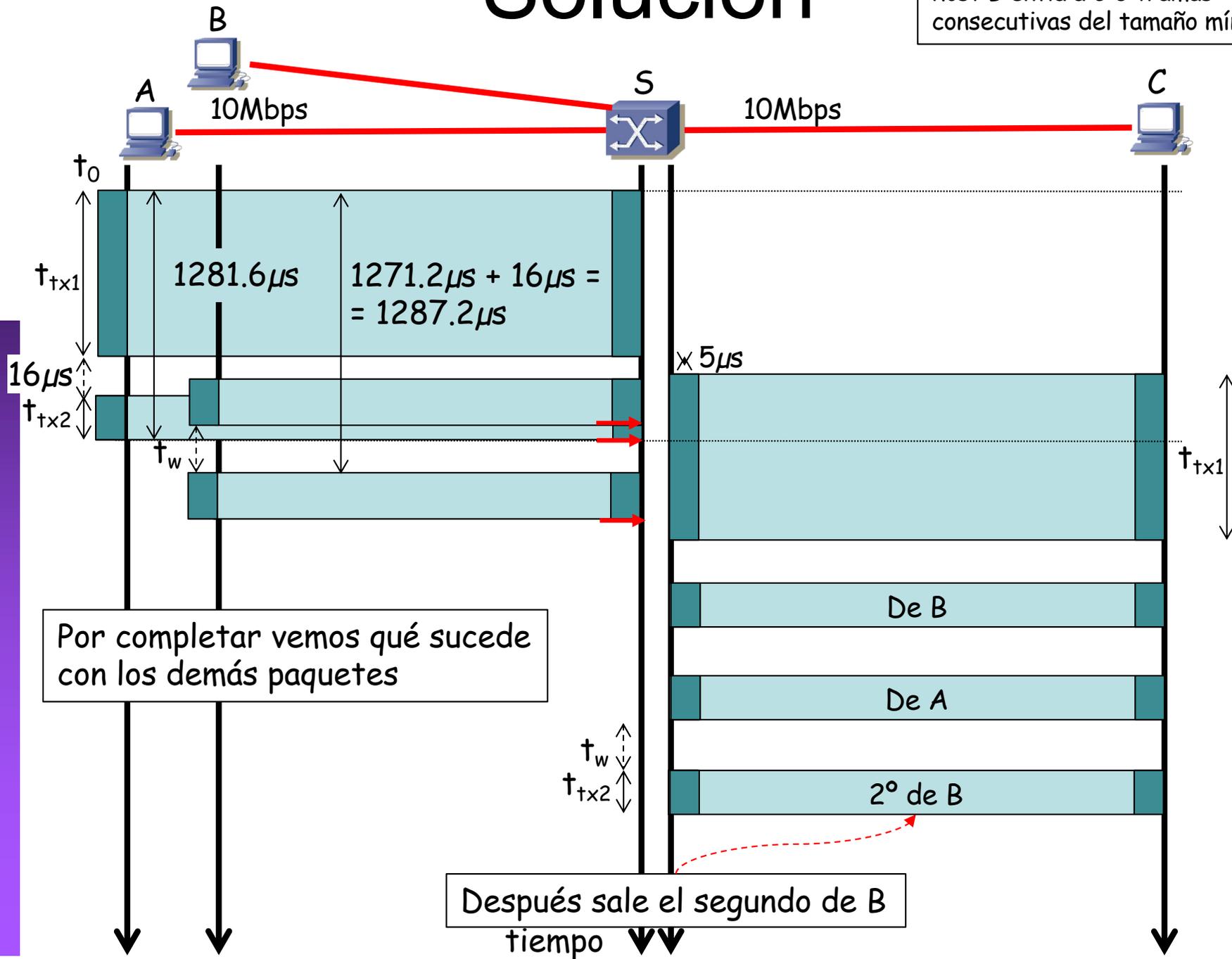
Solución

"Además en $t=1220\mu\text{s}$ desde t_0 el host B envía a C 3 tramas consecutivas del tamaño mínimo"



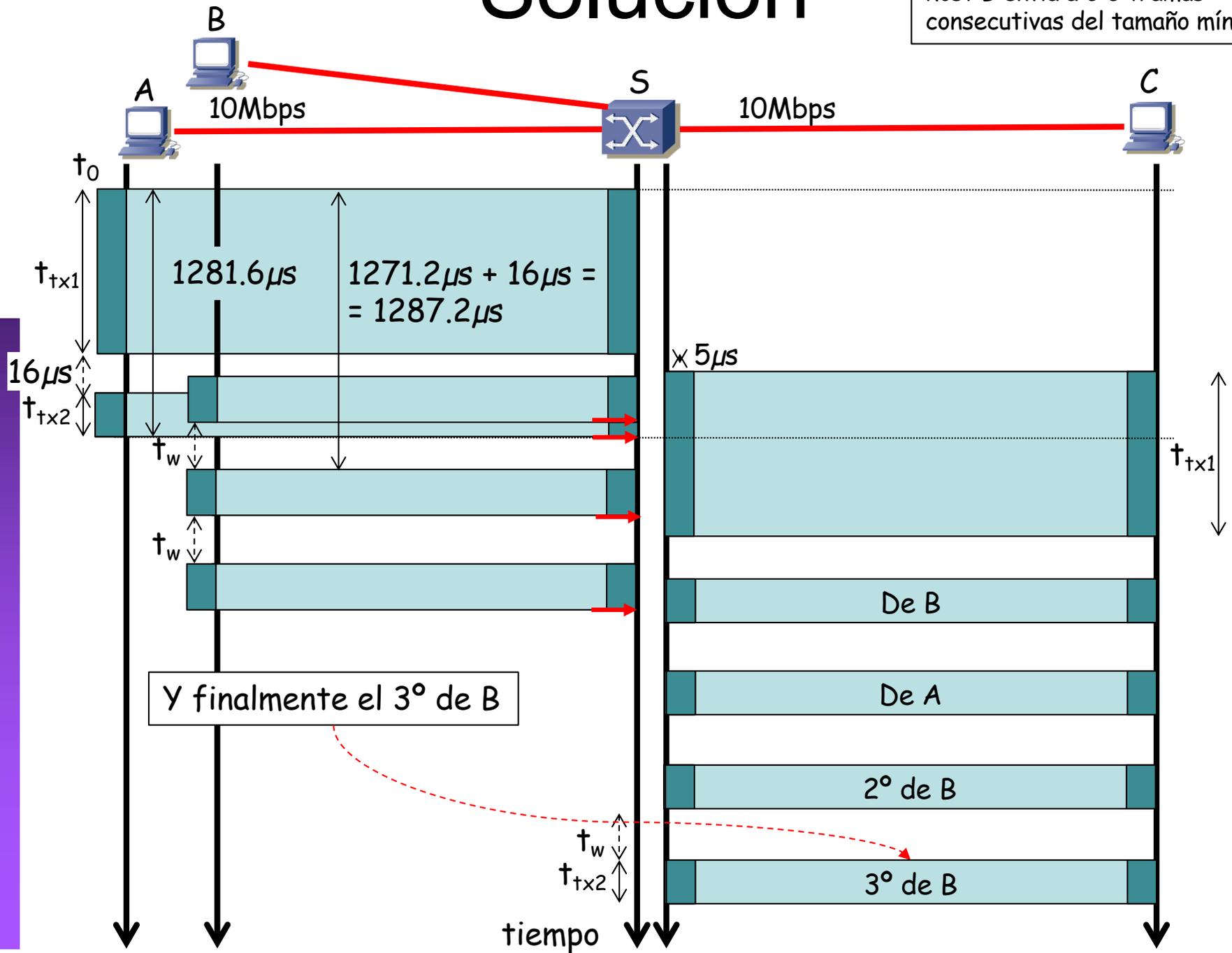
Solución

"Además en $t=1220\mu\text{s}$ desde t_0 el host B envía a C 3 tramas consecutivas del tamaño mínimo"

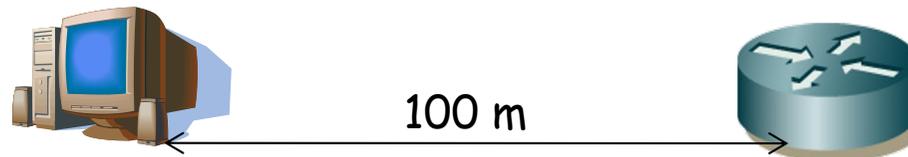


Solución

"Además en $t=1220\mu\text{s}$ desde t_0 el host B envía a C 3 tramas consecutivas del tamaño mínimo"



Ejemplo

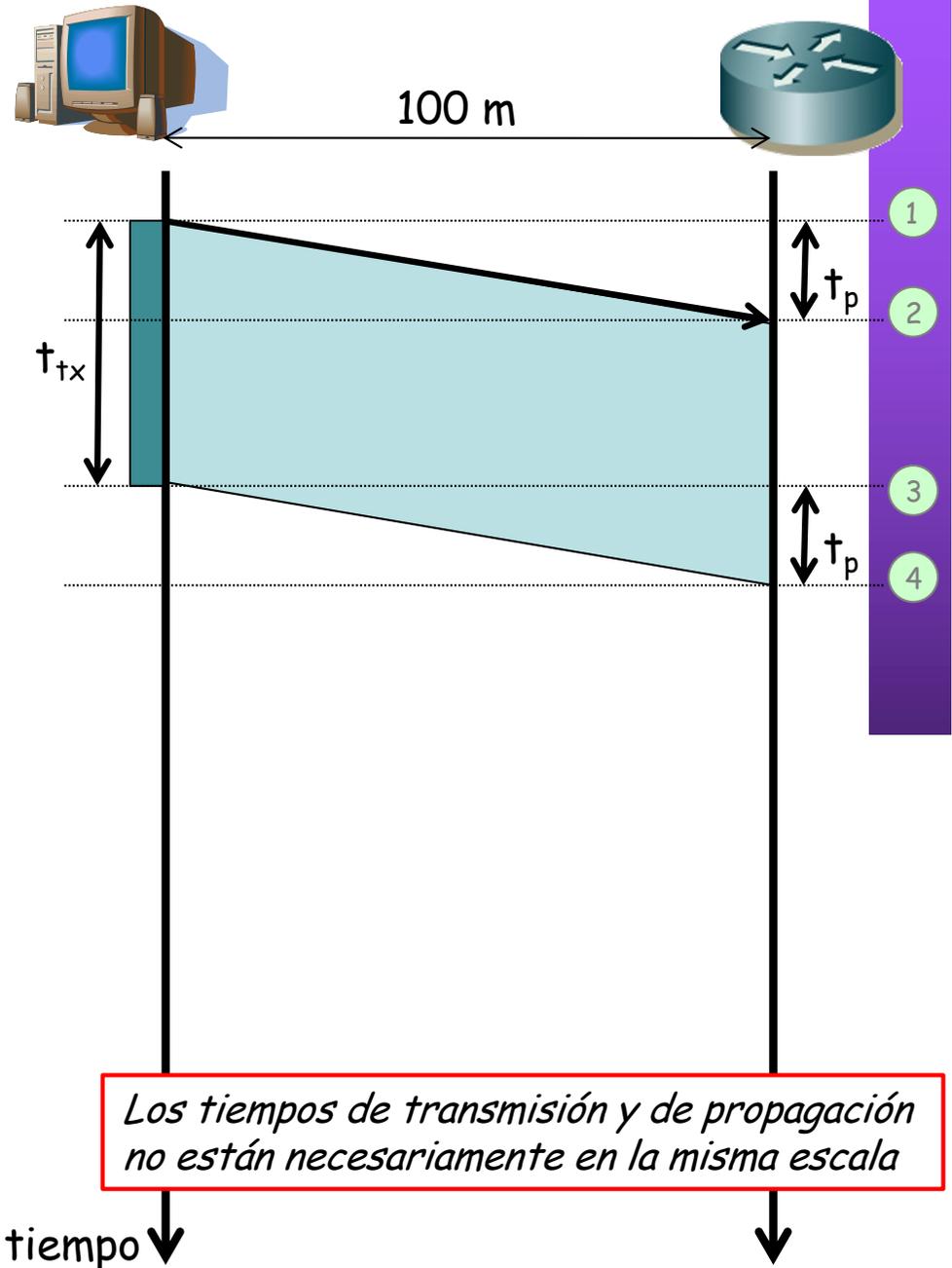


Solución

- $L = 1500$ Bytes
- $R = 10$ Mbps
- $s = 200.000$ km/s
- $d = 100$ m
- ¿Cuándo empieza a recibirse?
- ¿Cuándo se ha terminado de recibir?

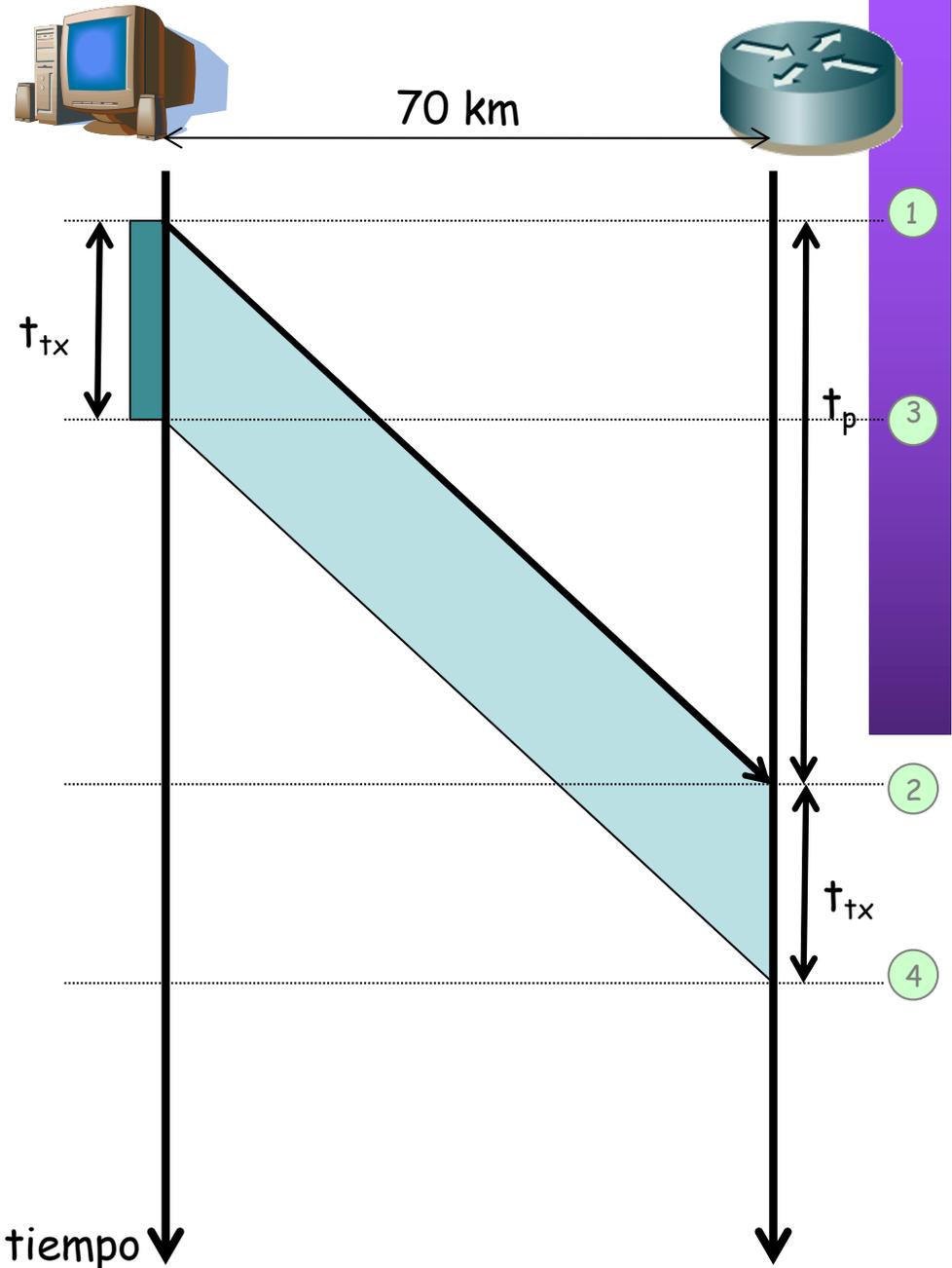
- $t_{tx} = L/R = 1500 \times 8 / 10^7 = 1.2$ ms
- $t_p = d/s = 100 / (2 \times 10^8) = 0.5$ μ s

1. Empieza transmisión ($t=0$)
2. Empieza recepción primer bit (t_p)
3. Termina transmisión (t_{tx})
4. Termina recepción ($t_{tx} + t_p = 1.2005$ ms)



Solución

- $L = 1500$ Bytes
 - $R = 100$ Mbps
 - $s = 200.000$ km/s
 - $d = 70$ km
 - ¿Cuándo empieza a recibirse?
 - ¿Cuándo se ha terminado de recibir?
 - ¿Dónde está 0.17 ms tras empezar la transmisión?
1. Empieza transmisión ($t=0$)
 2. Empieza recepción primer bit (t_p)
 3. Termina transmisión (t_{tx})
 4. Termina recepción ($t_{tx}+t_p = 0.47$ ms)



Solución

- $L = 1500$ Bytes
- $R = 100$ Mbps
- $s = 200.000$ km/s
- $d = 70$ km
- ¿Cuándo empieza a recibirse?
- ¿Cuándo se ha terminado de recibir?
- ¿Dónde está 0.17 ms tras empezar la transmisión?
- $t_{tx} = L/R = 1500 \times 8 / 10^8 = 0.12$ ms
- $t_p = d/s = 7 \times 10^4 / (2 \times 10^8) = 0.35$ ms
- 1. Empieza transmisión ($t=0$)
- 2. Empieza recepción primer bit (t_p)
- 3. Termina transmisión (t_{tx})
- 4. Termina recepción ($t_{tx} + t_p = 0.47$ ms)
- Instante 0.17 ms
 - $0.05ms \times s$ a $0.17ms \times s$ (10-34km)
- **Ejercicio:** ¿cuántos bits caben en el cable si la distancia es de 100km?

