



REDES DE COMPUTADORAS 2

Clase 2: Conceptos generales – Parte 2

Bibliografía:

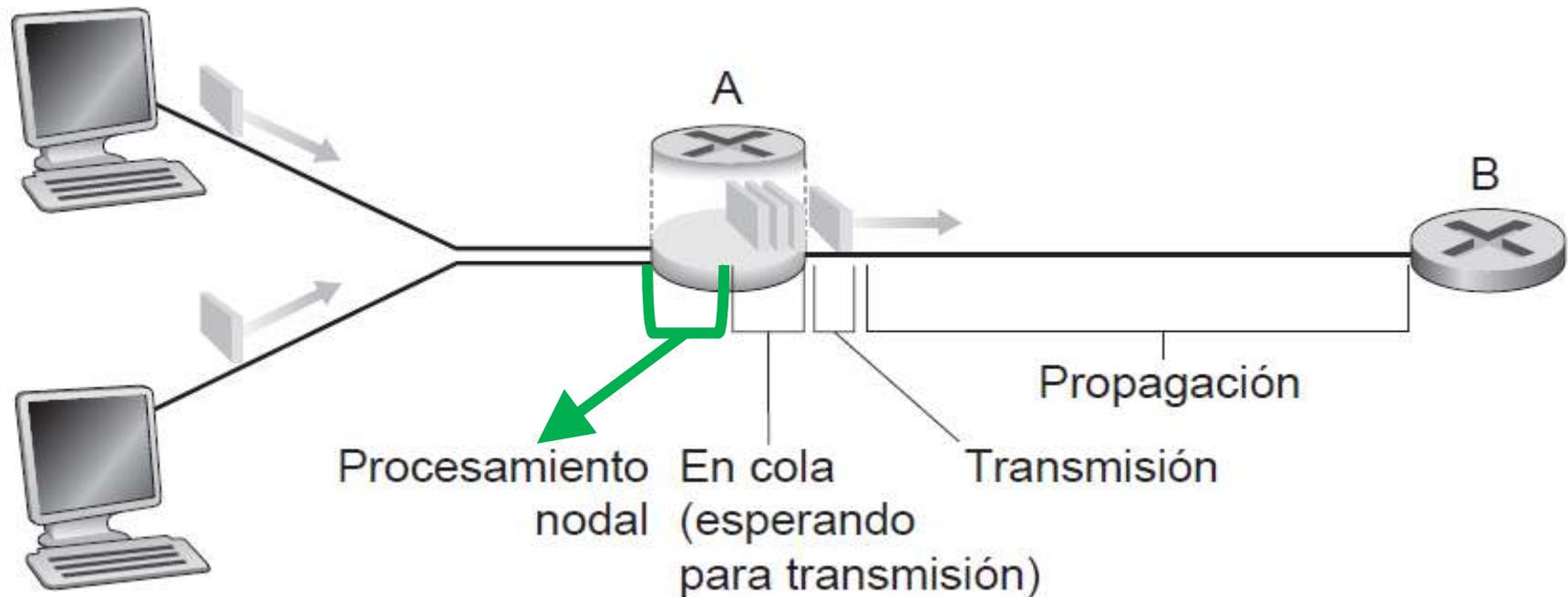
Kurose y Ross. Redes de computadoras. Un enfoque descendente. 7^a Edición. Editorial Pearson. Capítulo 1.

Contenidos – Clase 2

- ¿Qué es una red de computadoras?
- ¿Qué es Internet?
- La frontera de la red
- **El núcleo de la red**
 - **Retardos en Redes de Conmutación de Paquetes**

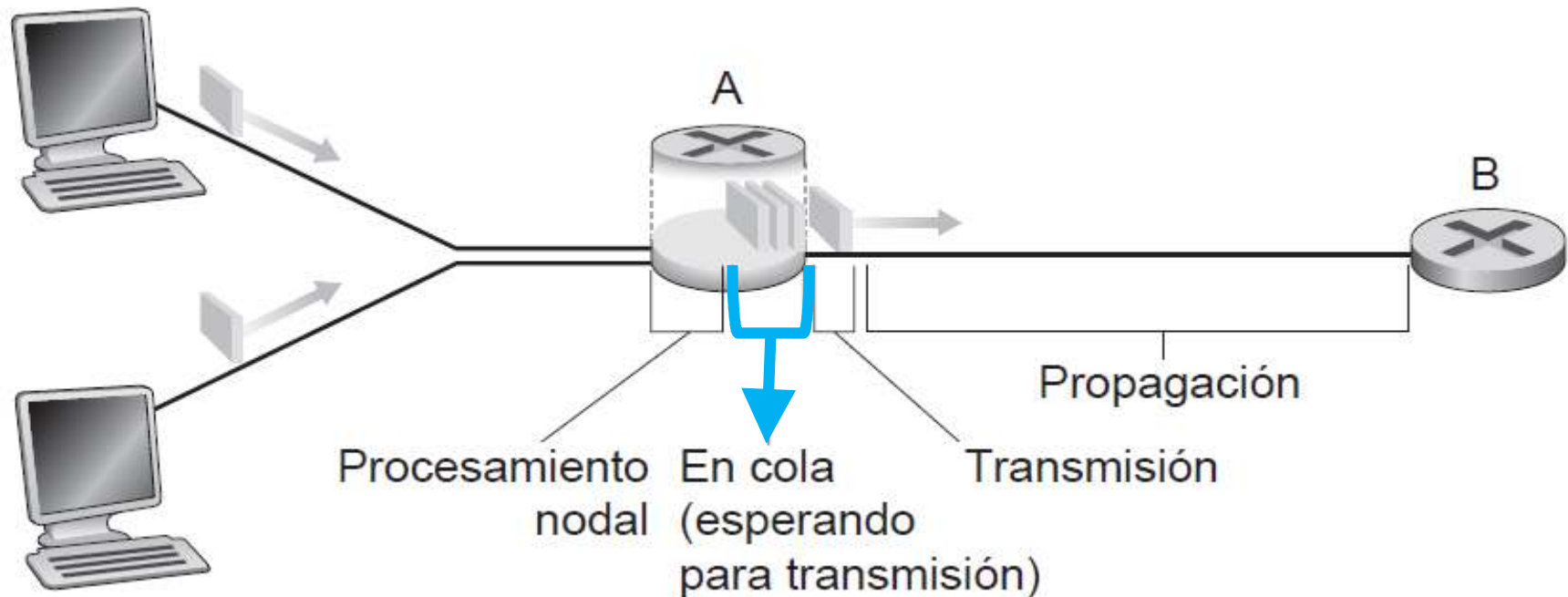
Retardos en Redes de Conmutación de Paquetes

❑ Retardo de procesamiento en el nodo



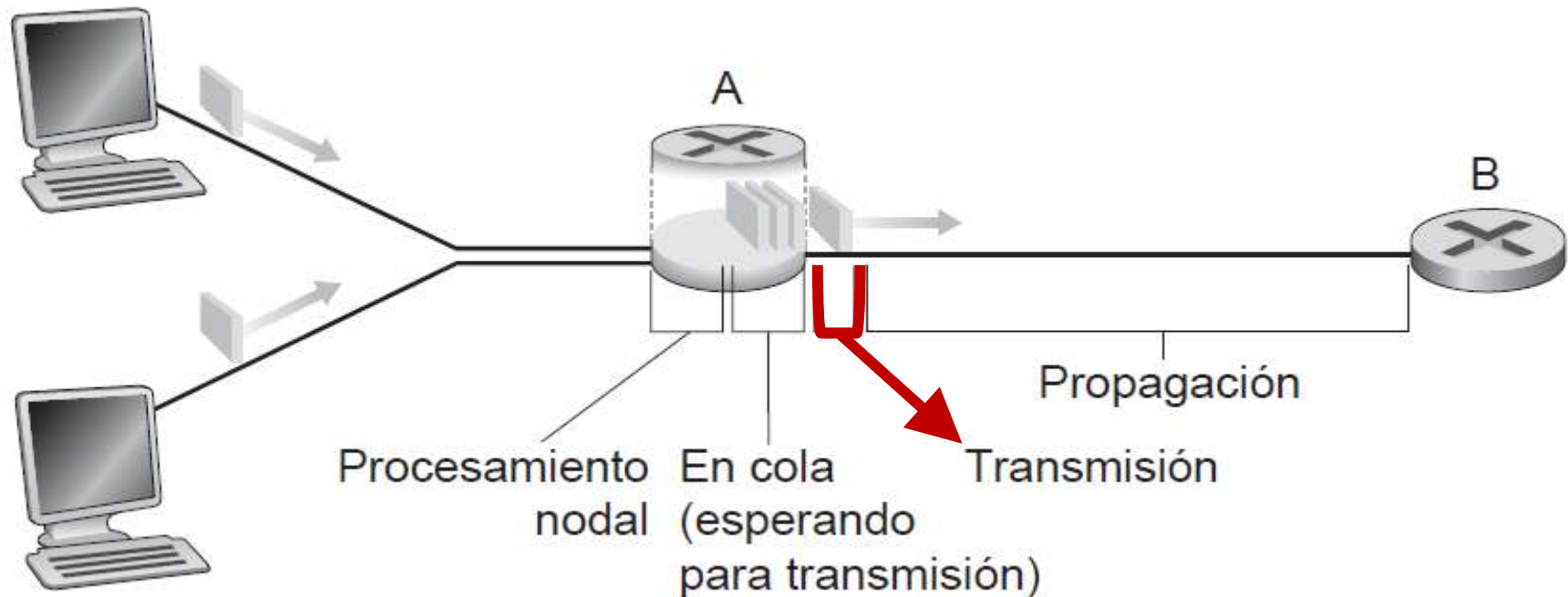
Retardos en Redes de Conmutación de Paquetes

- ❑ Retardo de procesamiento en el nodo
- ❑ **Retardo de cola**



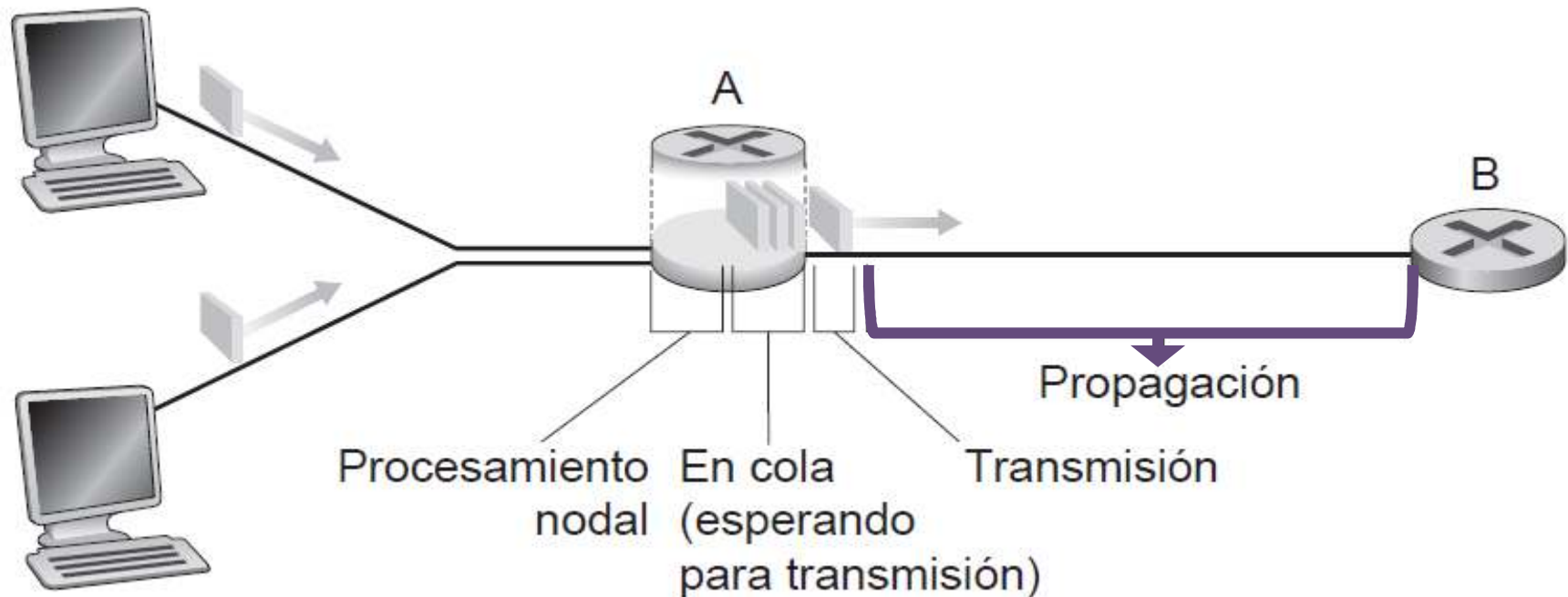
Retardos en Redes de Conmutación de Paquetes

- ☐ Retardo de procesamiento en el nodo
- ☐ Retardo de cola
- ☒ **Retardo de transmisión**



Retardos en Redes de Conmutación de Paquetes

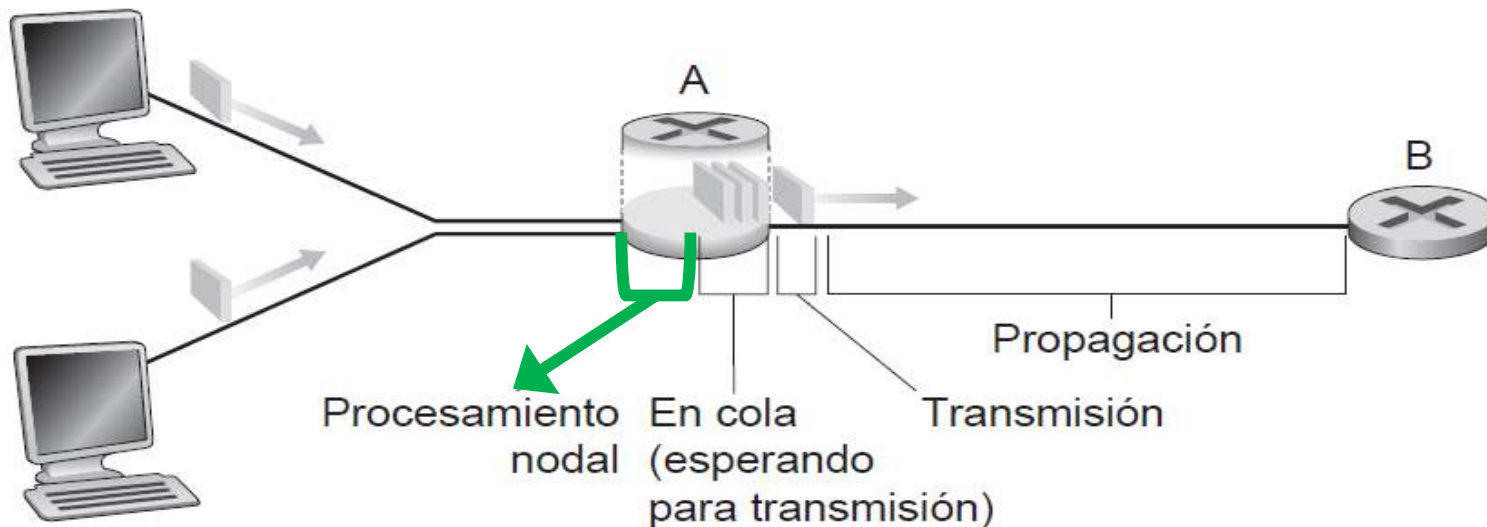
- ☐ Retardo de procesamiento en el nodo
- ☐ Retardo de cola
- ☐ Retardo de transmisión
- ☒ **Retardo de propagación**



Retardos en Redes de Conmutación de Paquetes

❑ Retardo de procesamiento en el nodo

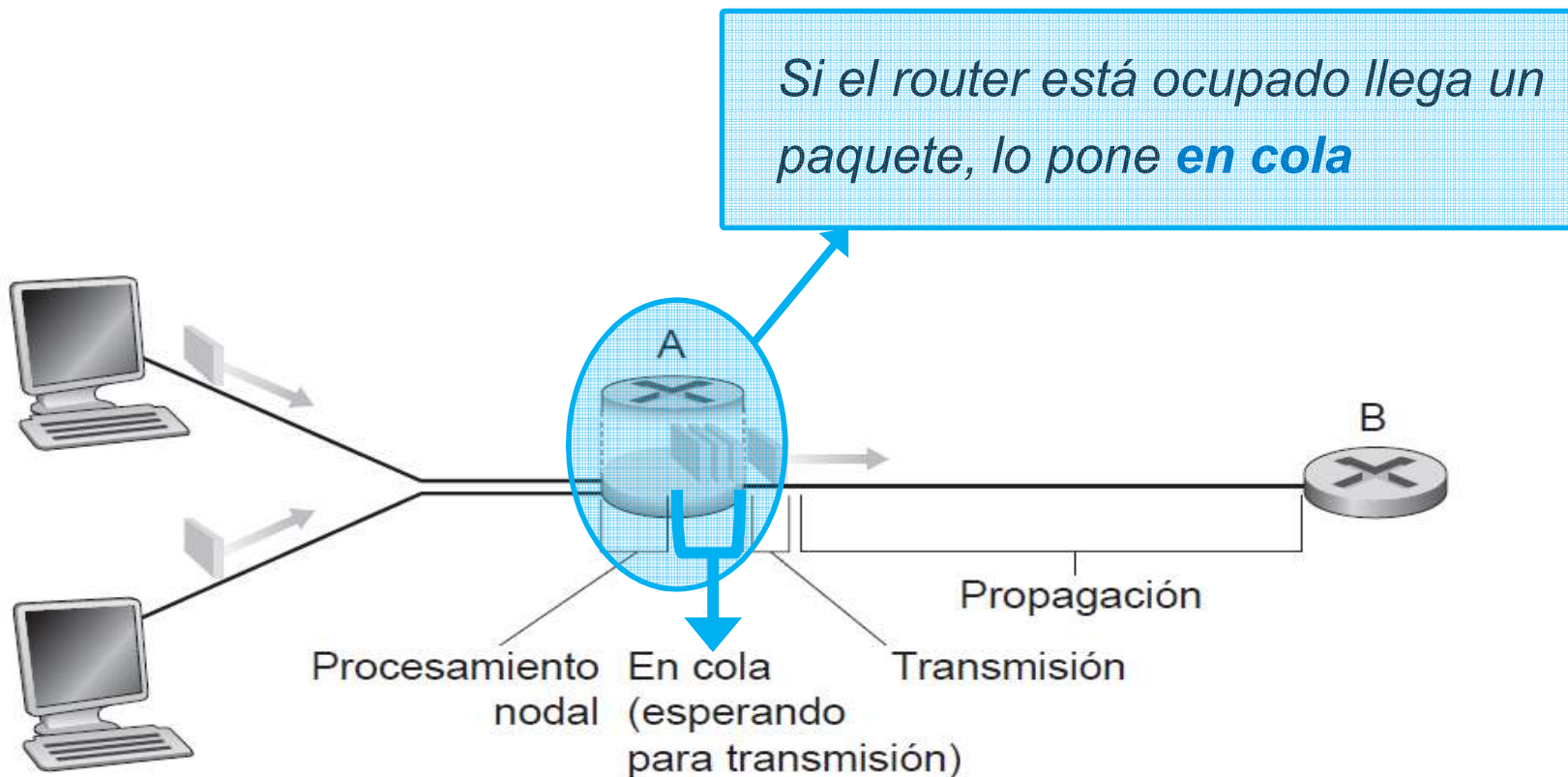
- *Tiempo requerido para procesar la cabecera del paquete*
 - ❖ *Determinación del enlace de salida.*
 - ❖ *Comprobación de errores de nivel de bit.*
 - ❖ *Es del orden del μseg o menores*



Retardos en Redes de Conmutación de Paquetes

❑ Retardo de cola

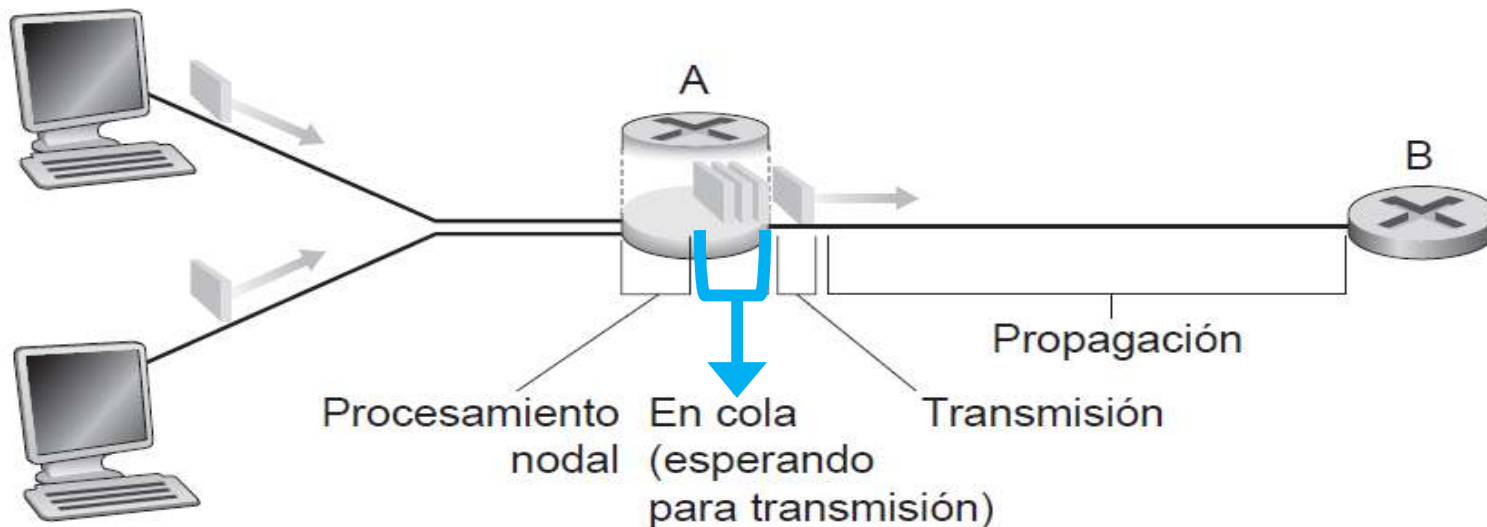
- *Tiempo esperado en la cola hasta ser transmitidos.*



Retardos en Redes de Conmutación de Paquetes

❑ Retardo de cola

- *Tiempo esperado en la cola hasta ser transmitidos.*
 - ❖ *Depende del número de paquetes que hayan llegados antes.*
 - ❖ *Depende de la **intensidad** y la **naturaleza** del tráfico.*



Retardo de cola

□ *Depende de la la Intensidad del Tráfico*

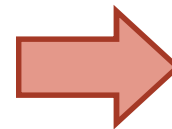
➤ *Velocidad media a la que llegan los paquetes*

$$a[\text{paq/seg}]$$

➤ *Velocidad de transmisión del enlace de salida*

$$R[\text{bps}]$$

**Velocidad media a la que
llegan los bits a la cola**



$$L \cdot a[\text{bps}]$$

Intensidad del Tráfico



$$I = \frac{L \cdot a}{R}$$

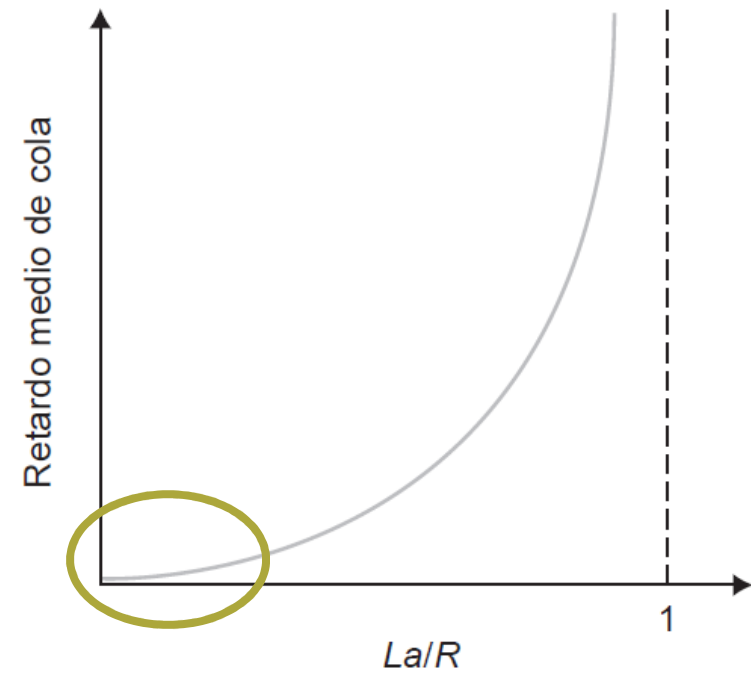
Retardo de cola

- ❑ *Depende de la la Intensidad del Tráfico*
- ❑ *Depende de la naturaleza del tráfico*



Retardo de cola

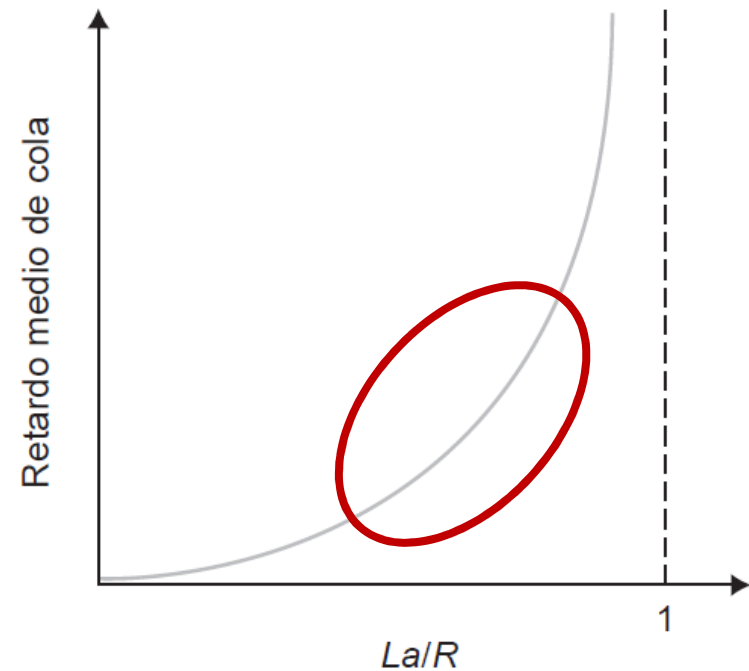
$$L \cdot a / R \cong 0 \quad \Rightarrow \quad d_{cola} \text{ pequeño}$$



Retardo de cola

$$L \cdot a / R \cong 0 \quad \longrightarrow \quad d_{cola} \text{ pequeño}$$

$$L \cdot a / R \rightarrow 1 \quad \longrightarrow \quad d_{cola} \text{ se hace grande}$$



Retardo de cola

$$L \cdot a / R \cong 0$$



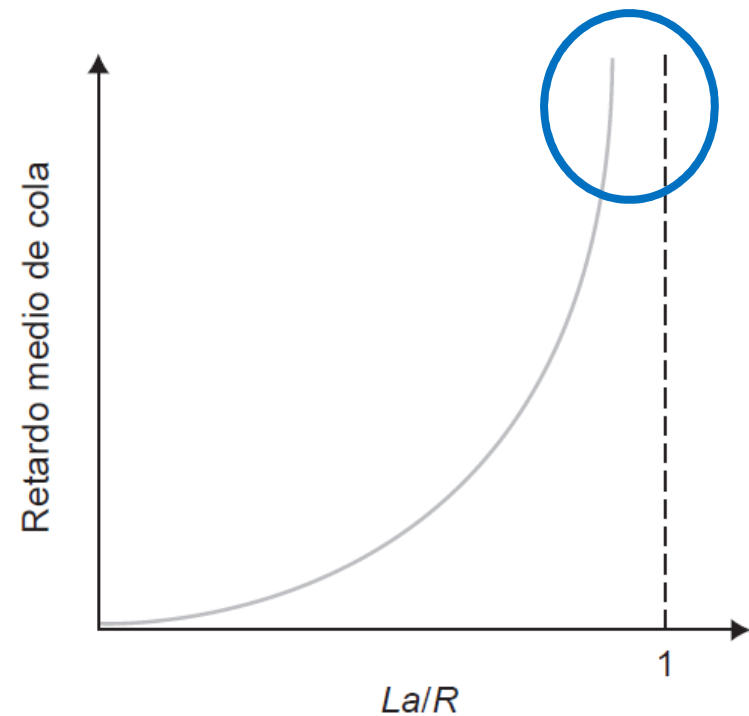
d_{cola} pequeño

$$L \cdot a / R \rightarrow 1$$



d_{cola} se hace grande

$$L \cdot a / R = 1$$



Retardo de cola

$$L \cdot a / R \cong 0$$



d_{cola} pequeño

$$L \cdot a / R \rightarrow 1$$

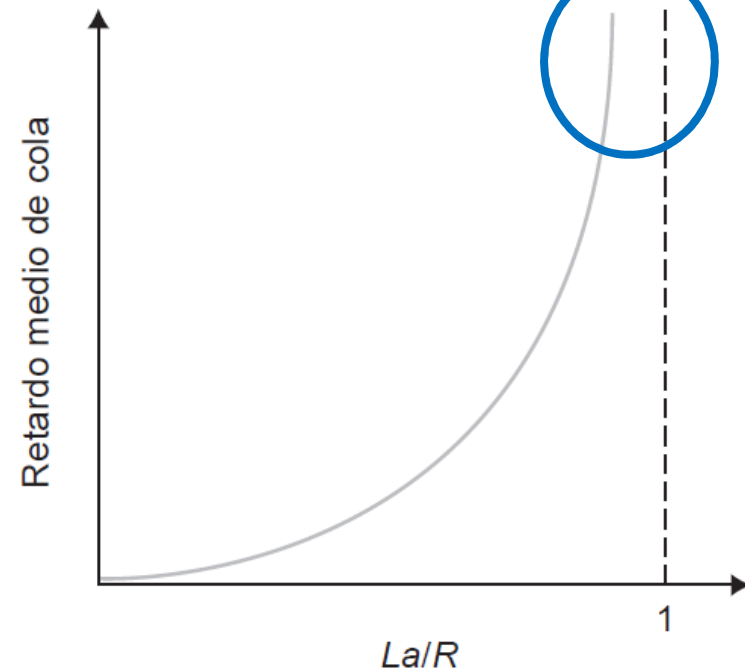


d_{cola} se hace grande

$$L \cdot a / R = 1$$



Retardo de cola promedio tiende a infinito!

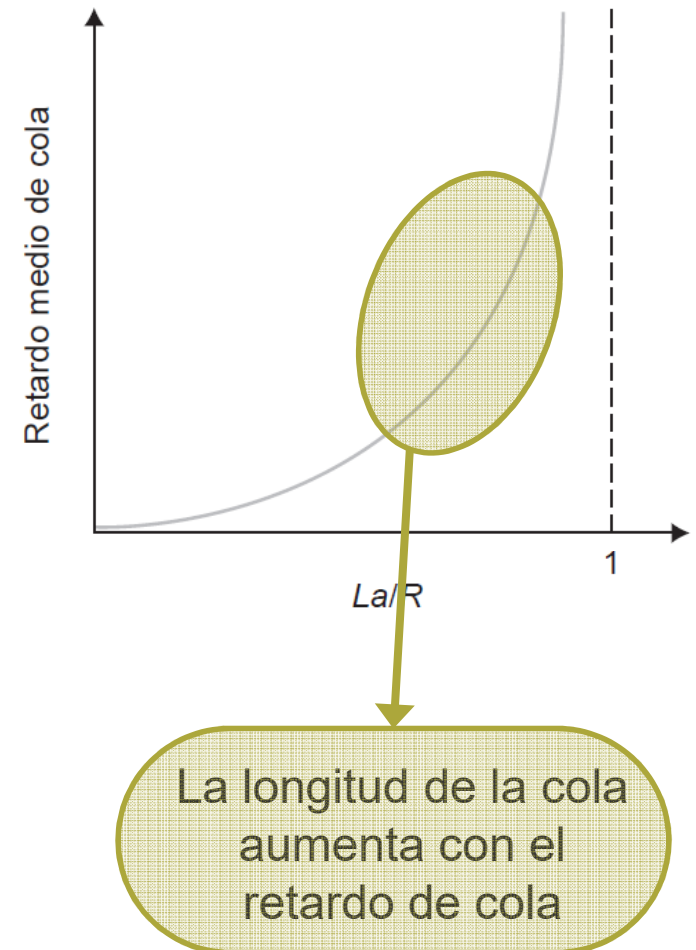




Pérdidas de Paquetes

❑ Colas de paquetes en los routers

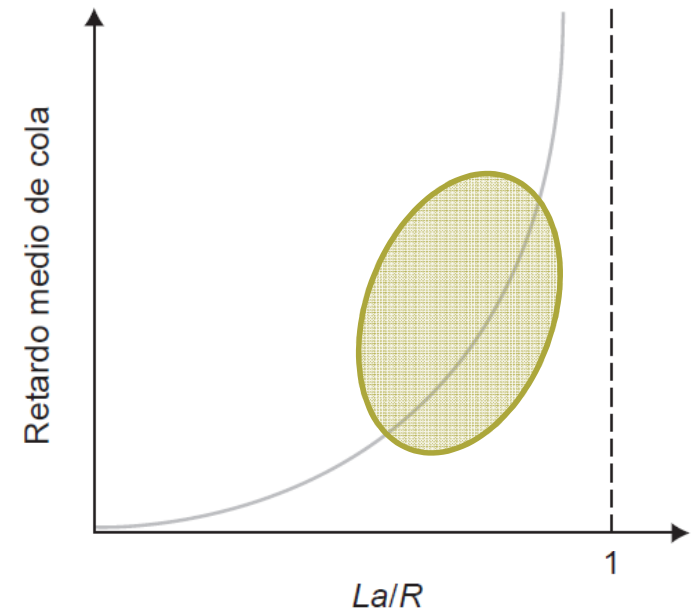
- Cola se forman en la memoria a la entrada del router (buffer de entrada)
- Buffers de capacidad **finita**



Pérdidas de Paquetes

❑ Colas de paquetes en los routers

- Cola se forman en la memoria a la entrada del router (buffer de entrada)
- Buffers de capacidad *finita*



*Si llega un paquete y
la cola está llena*



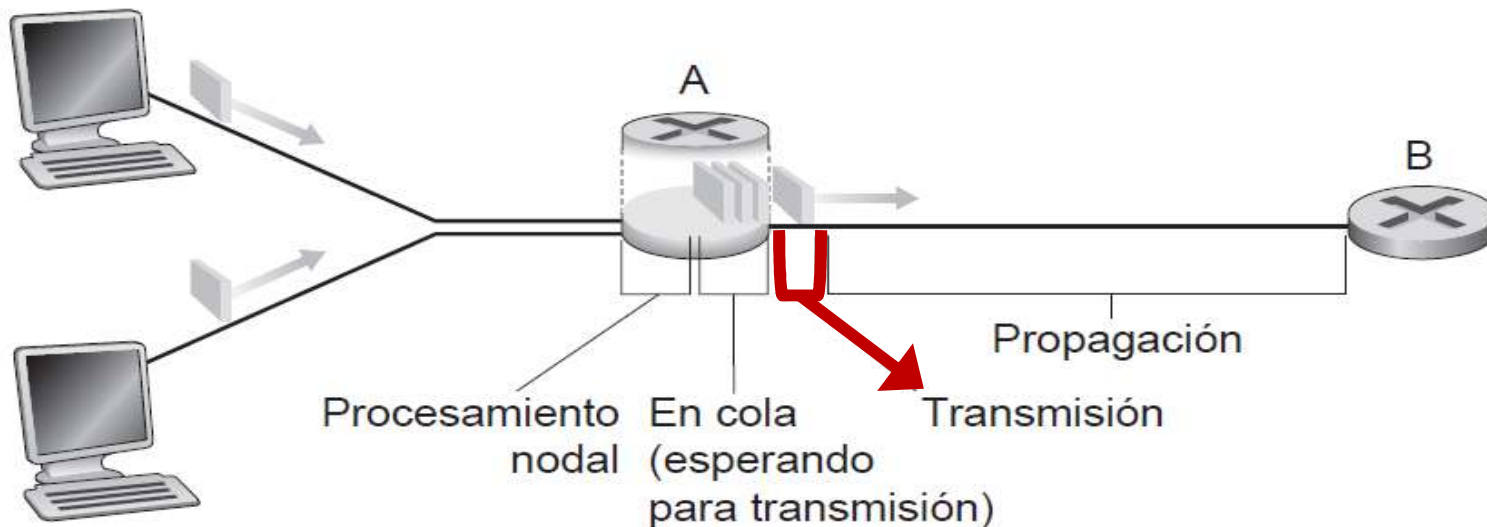
El paquete es descartado

Se produce la Pérdida de Paquetes

Retardos en Redes de Conmutación de Paquetes

❑ Retardo de transmisión

- *Tiempo necesario para transmitir todos los bits del paquete al enlace.*

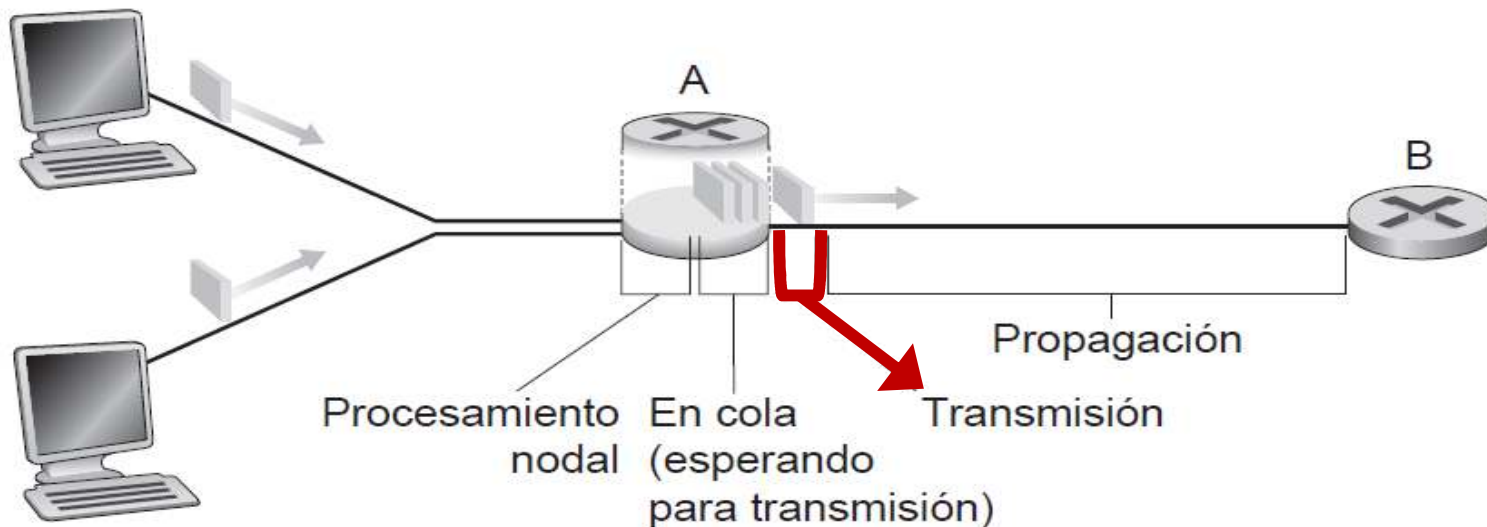


Retardos en Redes de Conmutación de Paquetes

❑ Retardo de transmisión

$$d_{Transm} [seg] = \frac{L [bits]}{R [bps]}$$

R: tasa de transmisión del enlace
L: longitud del paquete.

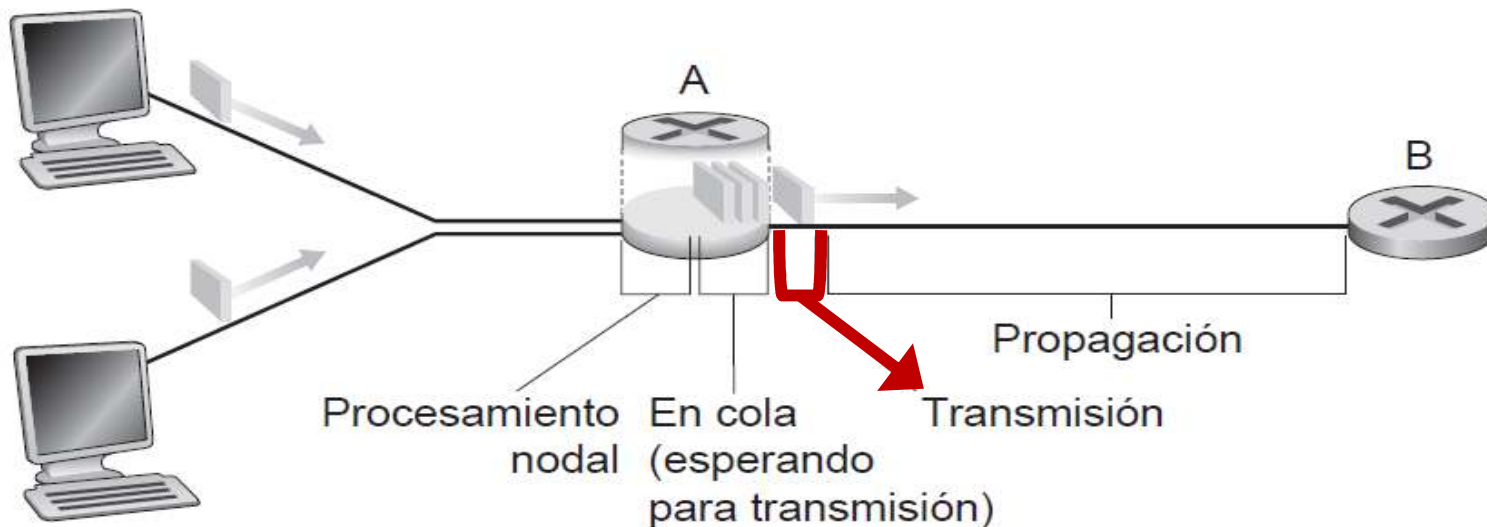


Retardos en Redes de Conmutación de Paquetes

❑ Retardo de transmisión

$$d_{Transm} [seg] = \frac{L [bits]}{R [bps]}$$

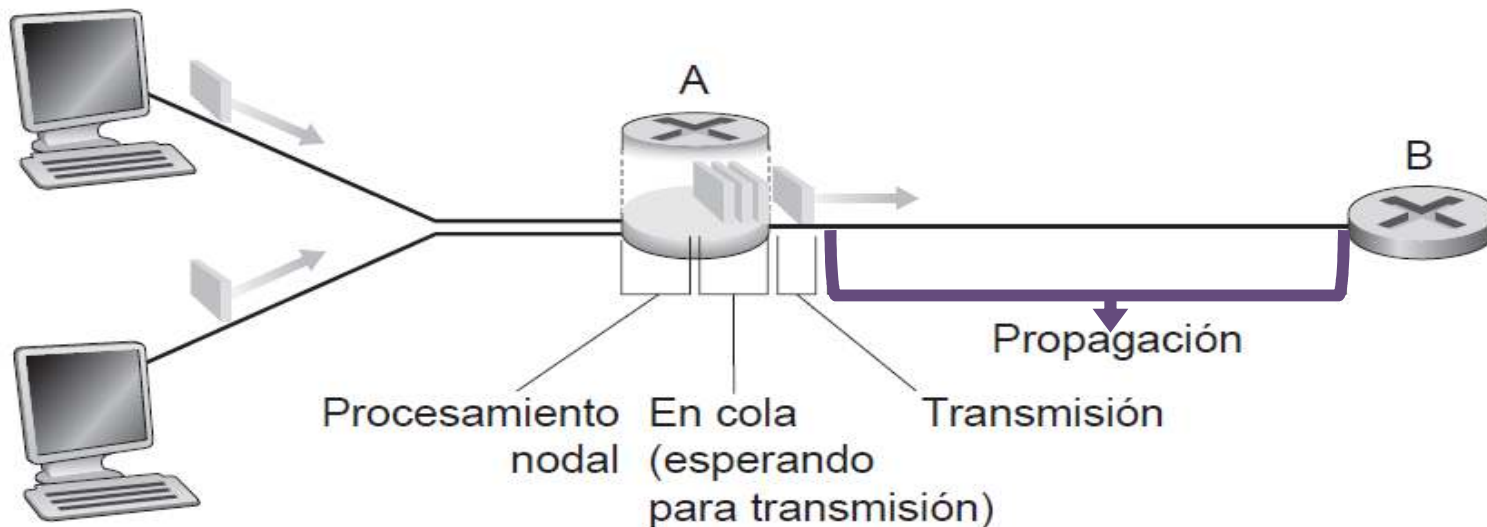
❖ Del orden del μ seg al mseg



Retardos en Redes de Conmutación de Paquetes

❑ Retardo de propagación

- *Tiempo necesario para que 1 bit se propague por el medio físico.*



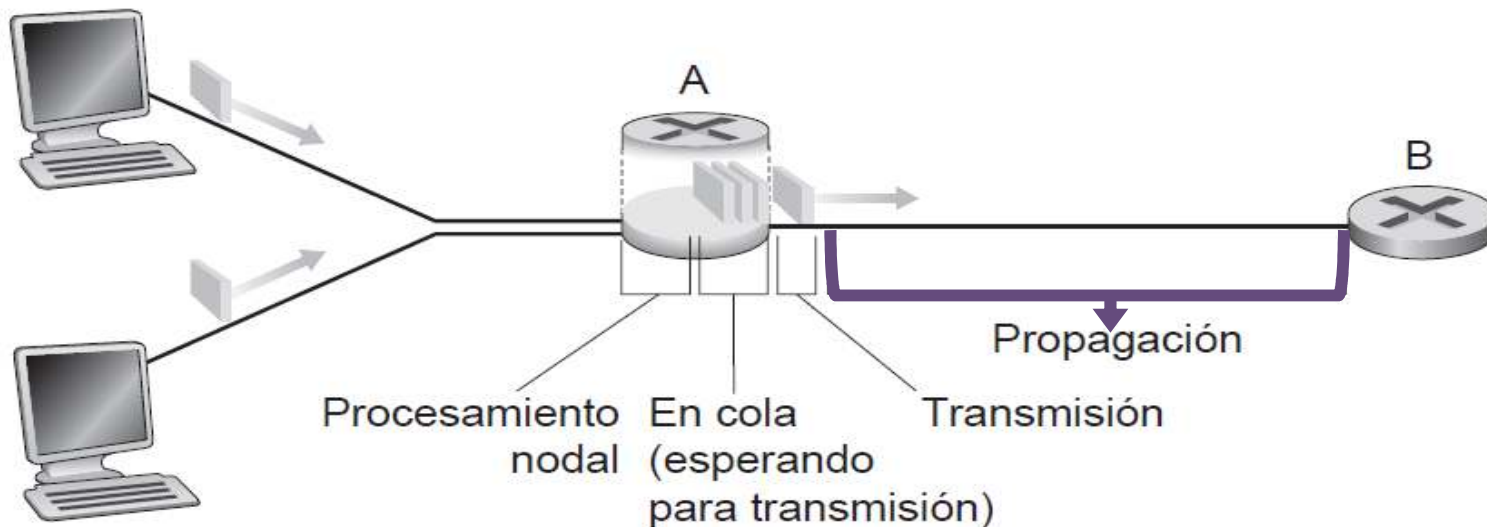
Retardos en Redes de Conmutación de Paquetes

❑ Retardo de propagación

$$d_{Prop} [seg] = \frac{d [Km]}{s [Km / seg]}$$

d : distancia entre dos routers.

s : velocidad de propagación del medio
(entre $2 \cdot 10^8$ m/s y $3 \cdot 10^8$ m/s)

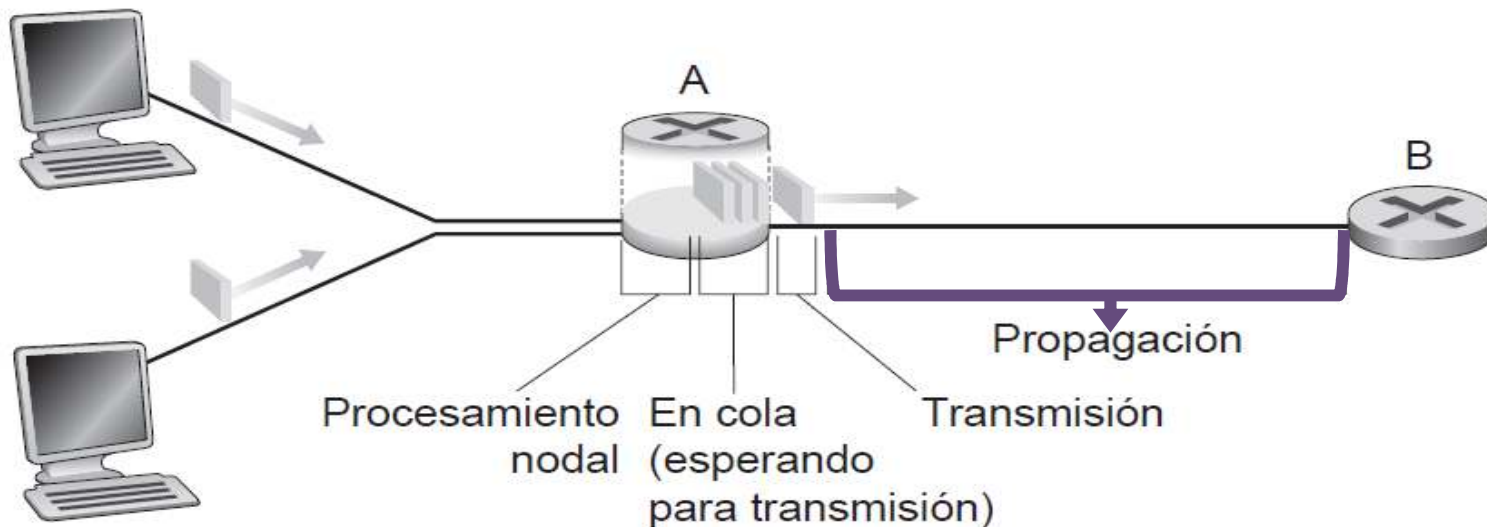


Retardos en Redes de Conmutación de Paquetes

❑ Retardo de propagación

$$d_{Prop} [seg] = \frac{d [Km]}{s [Km / seg]}$$

❖ Del orden del μ seg a 100mseg



Retardos en Redes de Conmutación de Paquetes

❑ *Retardo Nodal*

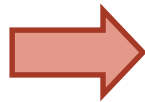
➤ *Retardo total en el nodo*

$$d_{nodal} = d_{proc} + d_{cola} + d_{trans} + d_{prop}$$

Retardo extremo a extremo

- $(N - 1)$ routers entre Origen y Destino (N enlaces)
- No hay congestión (Retardo de cola despreciable)

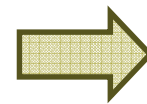
Para cada NODO



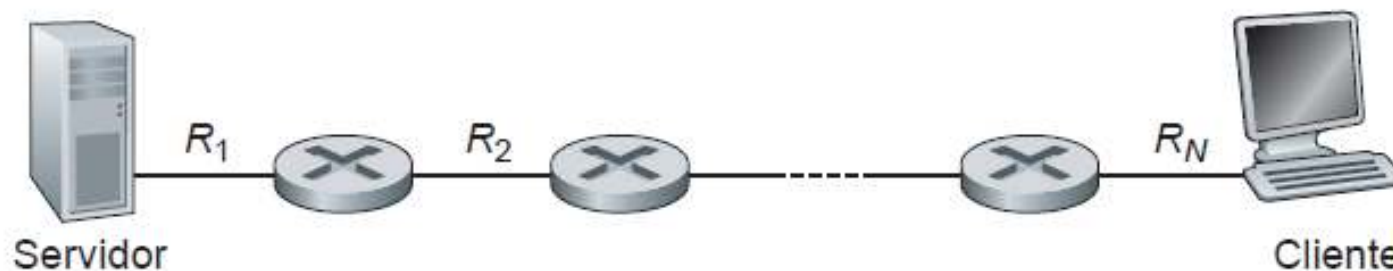
$$d_{nodal} \cong d_{proc} + d_{trans} + d_{prop}$$

- Si todos los nodos tienen iguales retardos nodales:

Retardo Extremo a Extremo



$$d_{extremo-extremo} = N \cdot d_{Nodal}$$



Tasa de Transferencia de extremo a extremo

Otra medida crítica de rendimiento de las redes de computadoras es la Tasa de transferencia terminal a terminal

➤ *Existen diferentes medidas de la Tasa de Transferencia:*

- ❖ Tasa de Transferencia Instantánea
- ❖ Tasa Media de Transferencia
- ❖ Cuello de botella

Tasa de Transferencia de extremo a extremo

Otra medida crítica de rendimiento de las redes de computadoras es la Tasa de transferencia terminal a terminal

➤ *Existen diferentes medidas de la Tasa de Transferencia:*

- ❖ **Tasa de Transferencia Instantánea**

 - ⇒ Velocidad en cualquier instante de tiempo [bps]

- ❖ Tasa Media de Transferencia

- ❖ Cuello de botella

Tasa de Transferencia de extremo a extremo

Otra medida crítica de rendimiento de las redes de computadoras es la Tasa de transferencia terminal a terminal

➤ *Existen diferentes medidas de la Tasa de Transferencia:*

❖ Tasa de Transferencia Instantánea

❖ **Tasa Media de Transferencia**

⇒ Velocidad promedio. Se calcula a partir del tiempo (T) requerido para enviar un paquete de gran tamaño (L)

$$R_{media} = L/T$$

❖ Cuello de botella

Tasa de Transferencia de extremo a extremo

Otra medida crítica de rendimiento de las redes de computadoras es la Tasa de transferencia terminal a terminal

➤ *Existen diferentes medidas de la Tasa de Transferencia:*

- ❖ Instantánea

- ❖ Promedio

- ❖ **Cuello de botella**

- ⇒ La más **pequeña** de la ruta

- ⇒ Es la que limita la transmisión

- ⇒ Sobre todo para en transferencias servidor-cliente

Tasa de Transferencia de extremo a extremo

❑ Cuello de Botella

R_c : Velocidad de transmisión del cliente

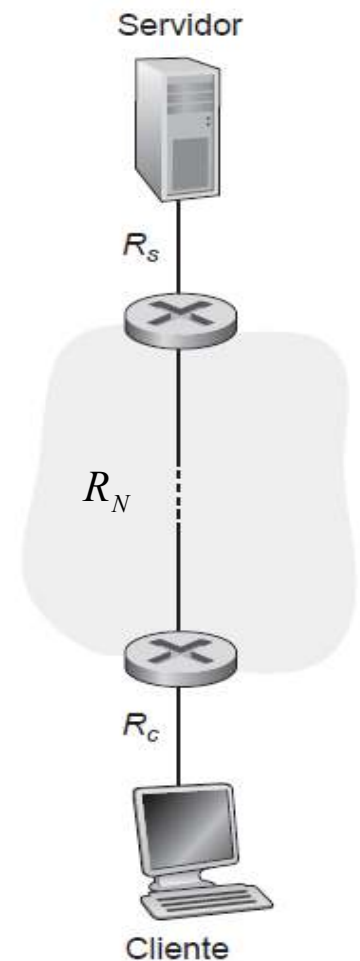
R_s : Velocidad de transmisión del servidor

R_N : Velocidad de transmisión del núcleo

$$R_c \text{ y } R_s \ll R_N$$

➡ El cuello de botella es R_c o R_s

➡ $R_{ext-ext} \cong \min \{ R_c ; R_s \}$



Tasa de Transferencia de extremo a extremo

❑ Cuello de Botella

10 clientes conectados al núcleo

➡ Si bien R_c y $R_s \ll R_N$

➡ Si $\frac{R_N}{10} \ll R_c$ o R_s

➡ El cuello de botella podría ser R_N

➡
$$R_{ext-ext} \cong \min \left\{ R_c; R_s; \frac{R_N}{10} \right\}$$

