

# Paradigmas de conmutación

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

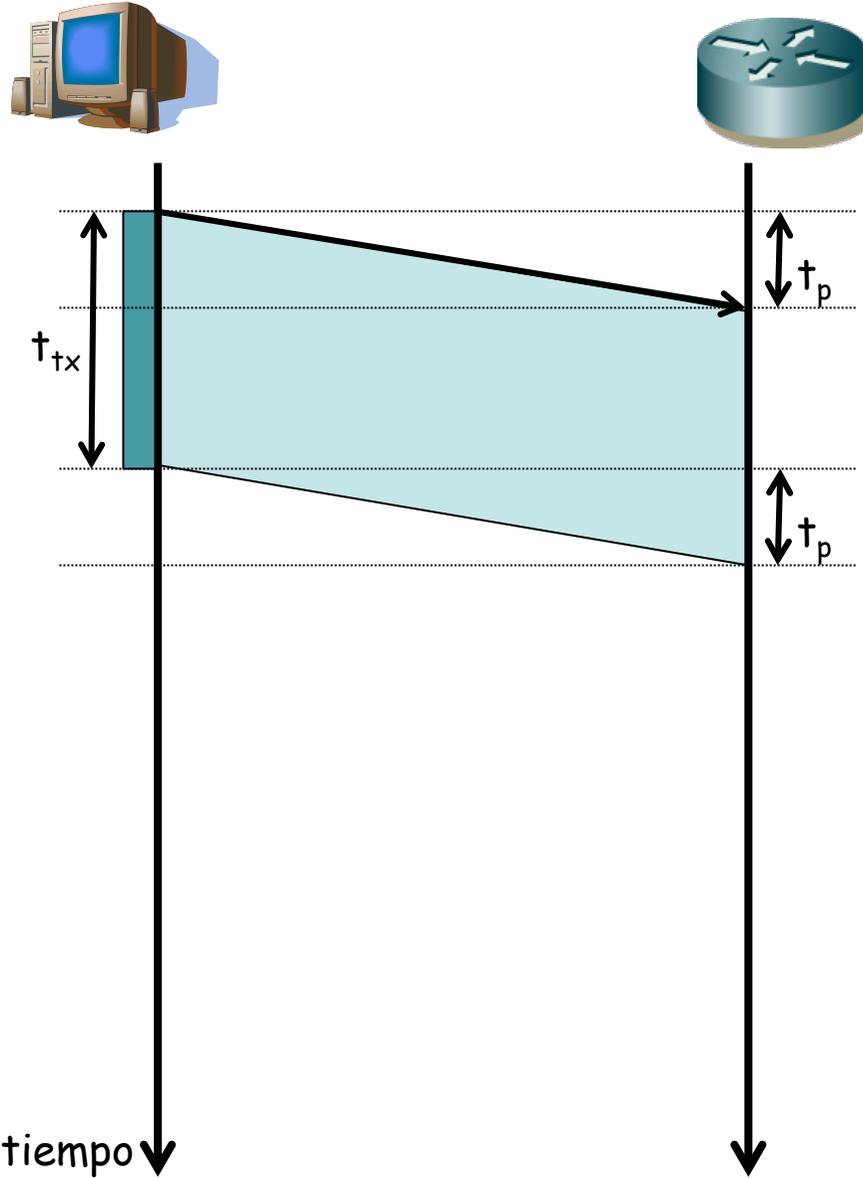
Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios  
3º Ingeniería de Telecomunicación

# Temario

1. Introducción
2. Arquitecturas, protocolos y estándares
3. Conmutación de paquetes
4. Conmutación de circuitos
5. Tecnologías
6. Control de acceso al medio en redes de área local
7. Servicios de Internet

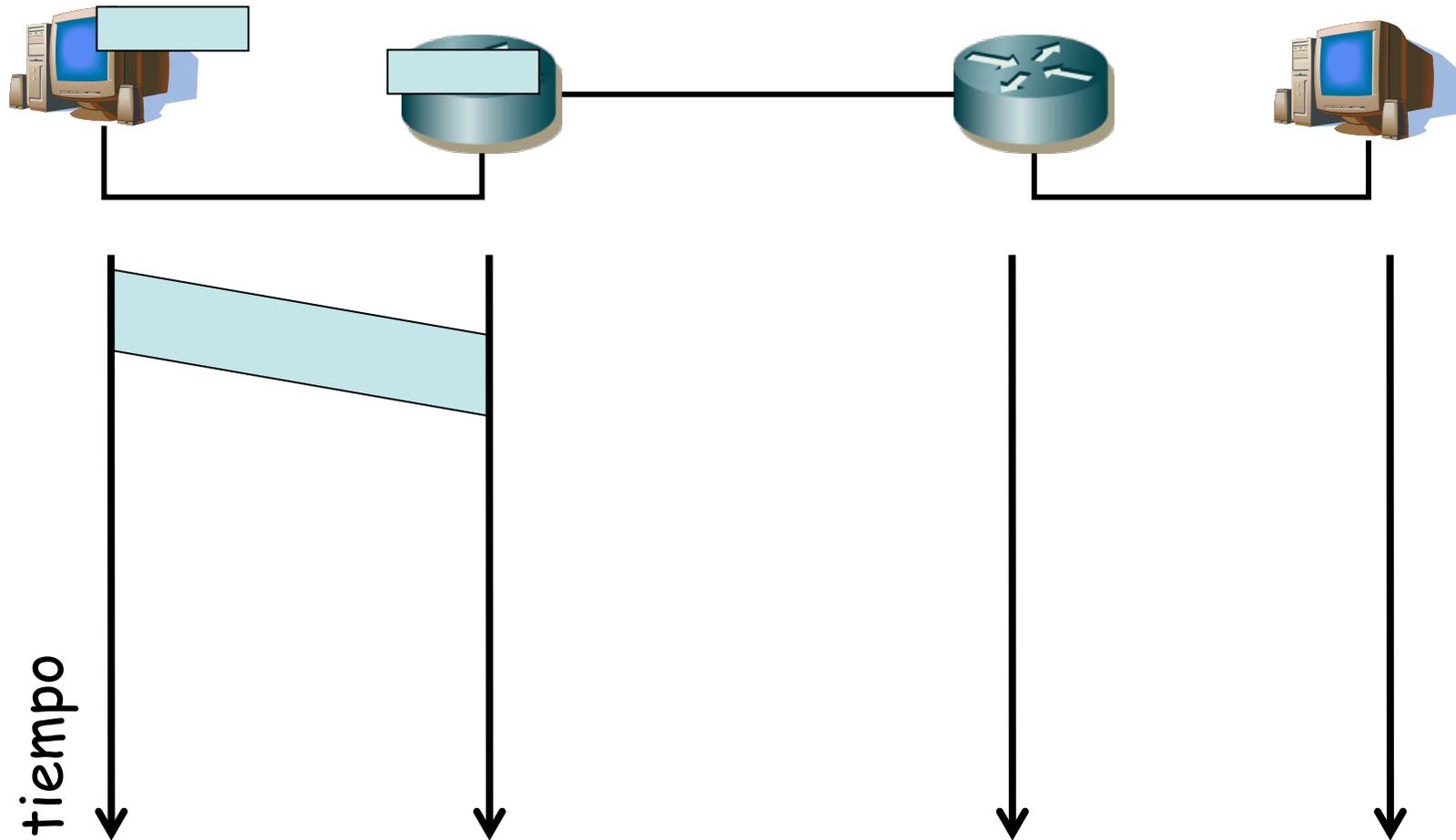
# Retardos en conmutación de paquetes

# Transmisión y propagación



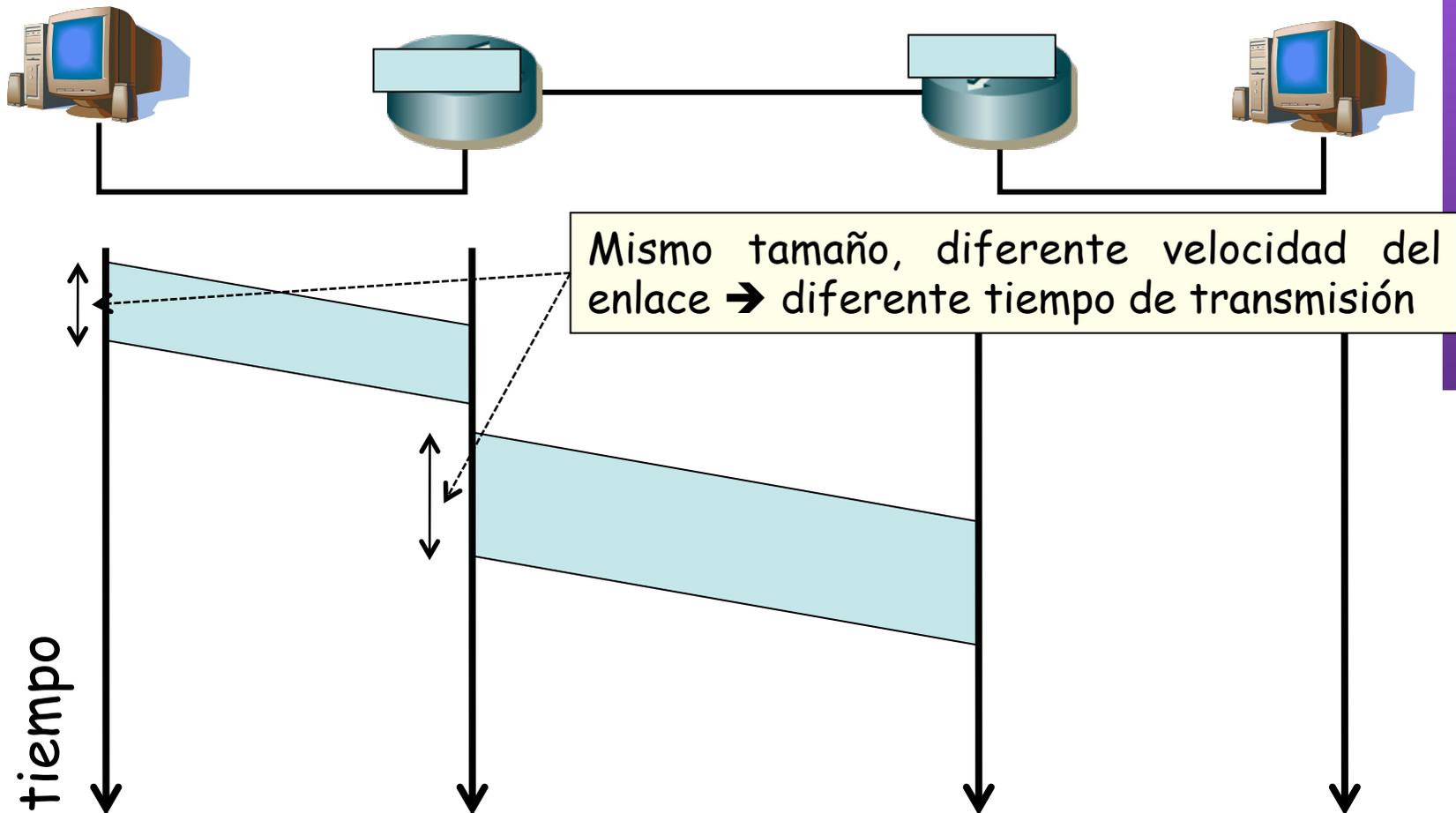
# Store-and-forward

- El paquete completo debe llegar al conmutador de paquetes antes de que lo pueda retransmitir (. . .)



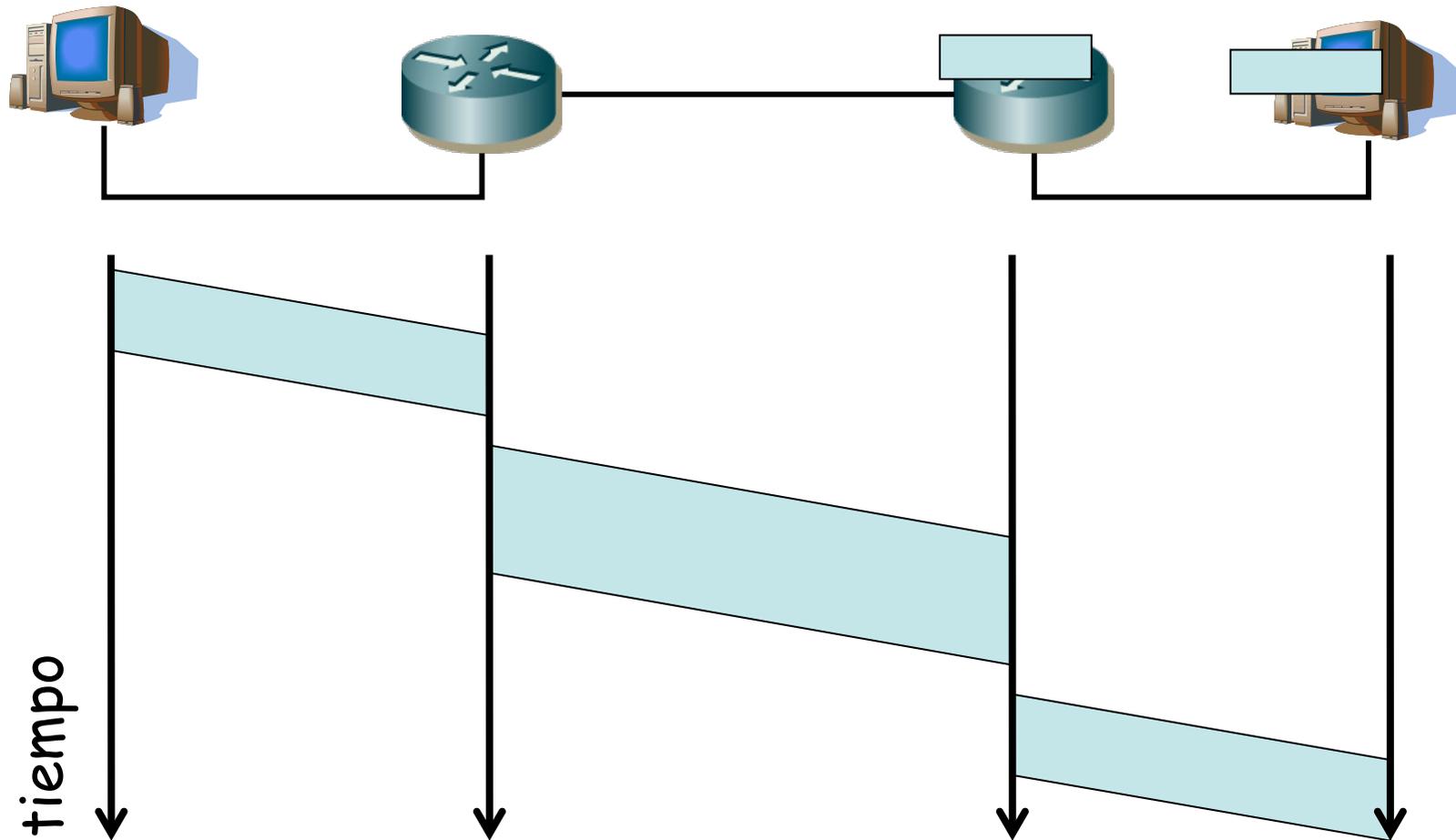
# Store-and-forward

- El paquete completo debe llegar al conmutador de paquetes antes de que lo pueda retransmitir (. . .)



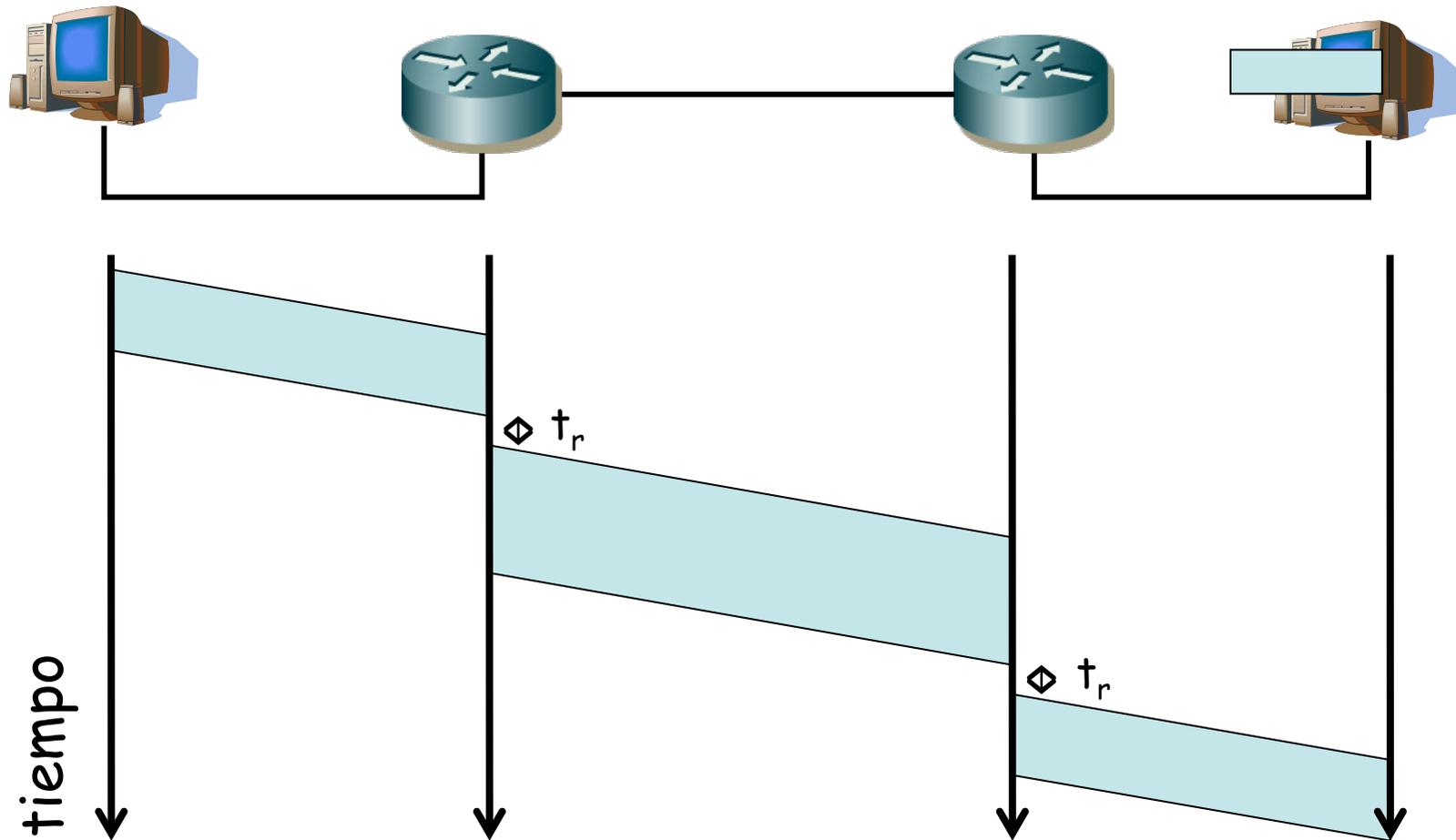
# Store-and-forward

- El paquete completo debe llegar al conmutador de paquetes antes de que lo pueda retransmitir (. . .)



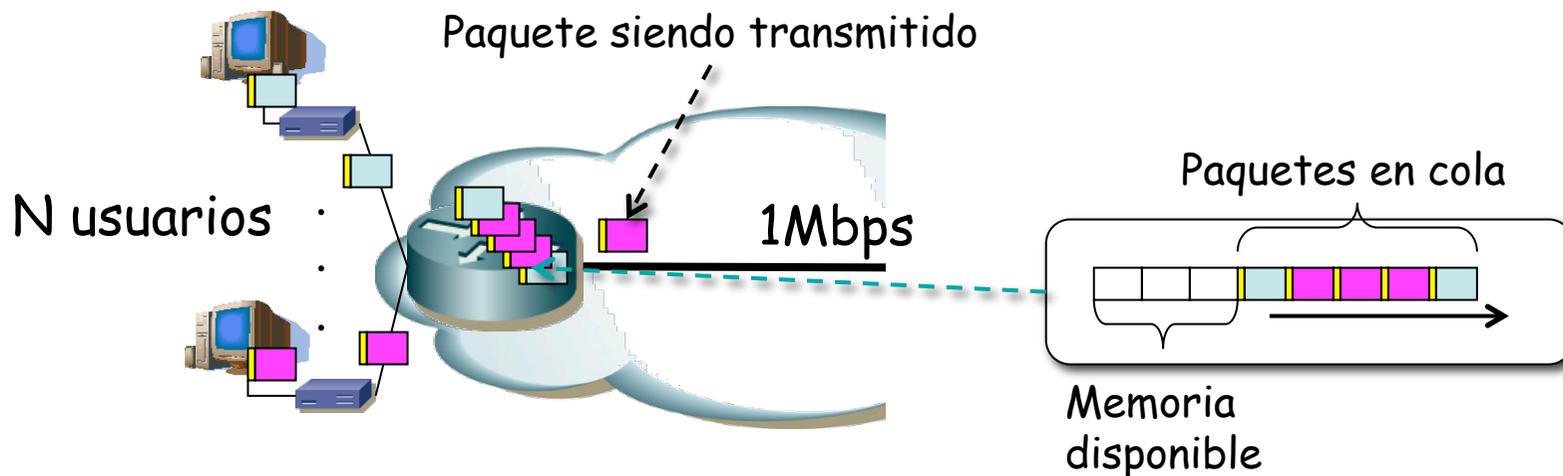
# Tiempo de procesamiento

- El conmutador debe tomar una decisión para cada paquete, la cual lleva tiempo ( $t_r$ )



# Retardo en cola

- Los paquetes pueden llegar al router a una velocidad mayor que la capacidad del enlace de salida
- O pueden llegar varios simultáneamente por enlaces diferentes pero solo puede salir uno a la vez
- El router los almacena en memoria hasta poder enviarlos
- Esperan en una *cola*
- Si no queda espacio en memoria para almacenar un paquete, normalmente éste se pierde (*drop-tail policy*)

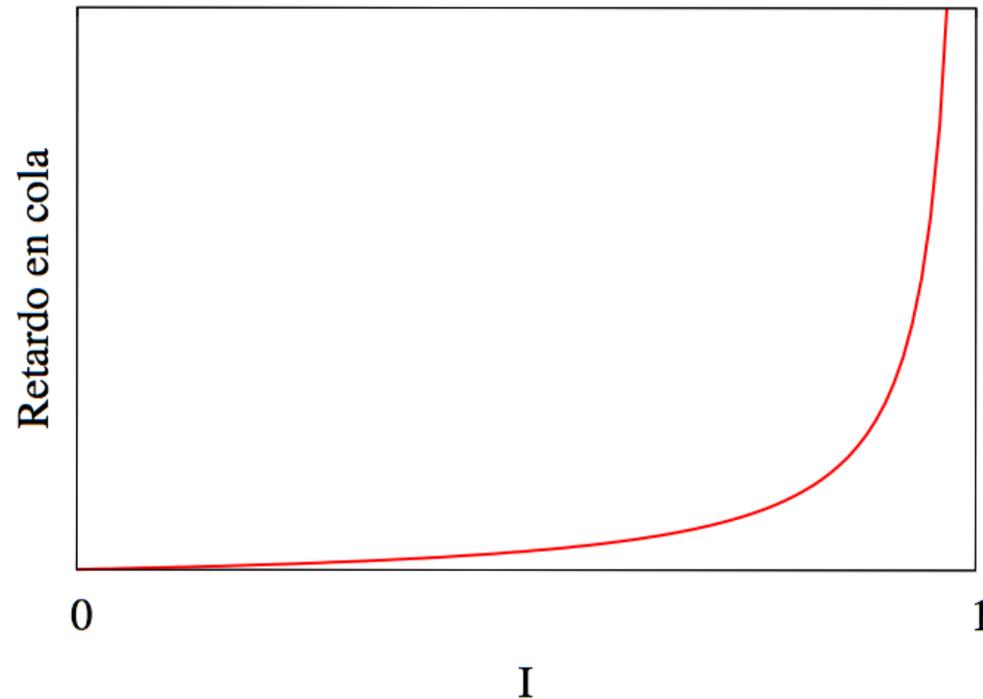


# Retardo en cola

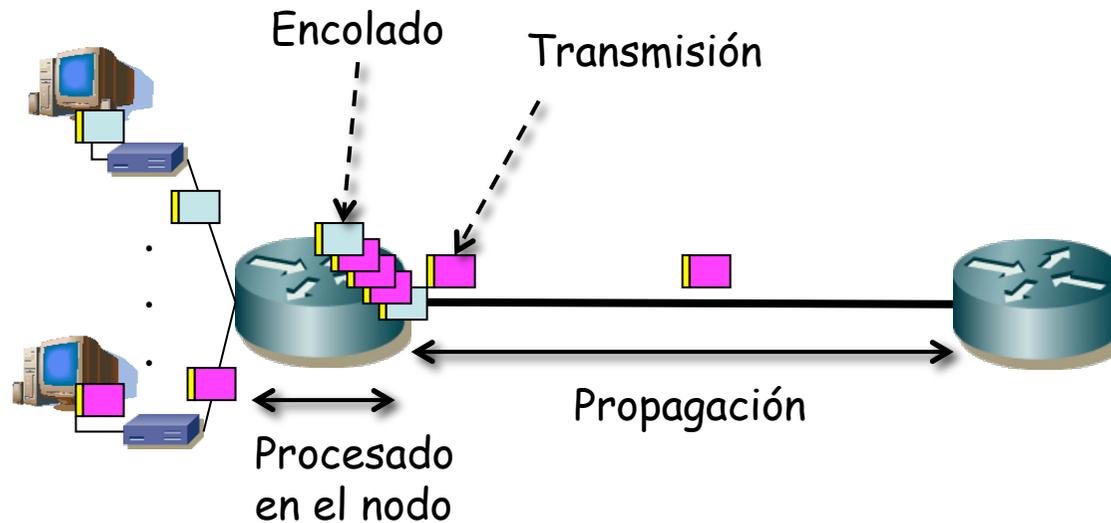
- $R$  = tasa de transmisión
- $L$  = longitud del paquete
- $\lambda$  = tasa media de llegadas por segundo
- ¿  $I > 1$  ?
- ¿ Llegadas periódicas ?
- ¿ Llegadas en ráfagas ?
- Llegan  $\lambda$  paquetes por segundo
- Llegan  $\lambda L$  bps

**Intensidad del tráfico:**

$$I = \frac{\lambda L}{R}$$



# Retardos



$$d_{\text{nodo}} = d_{\text{proc}} + d_{\text{cola}} + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}}$$

$d_{\text{proc}}$  = tiempo de procesado

- Unos microsegundos

$d_{\text{cola}}$  = retardo en cola

- Depende de la congestión

$d_{\text{trans}}$  = retardo transmisión

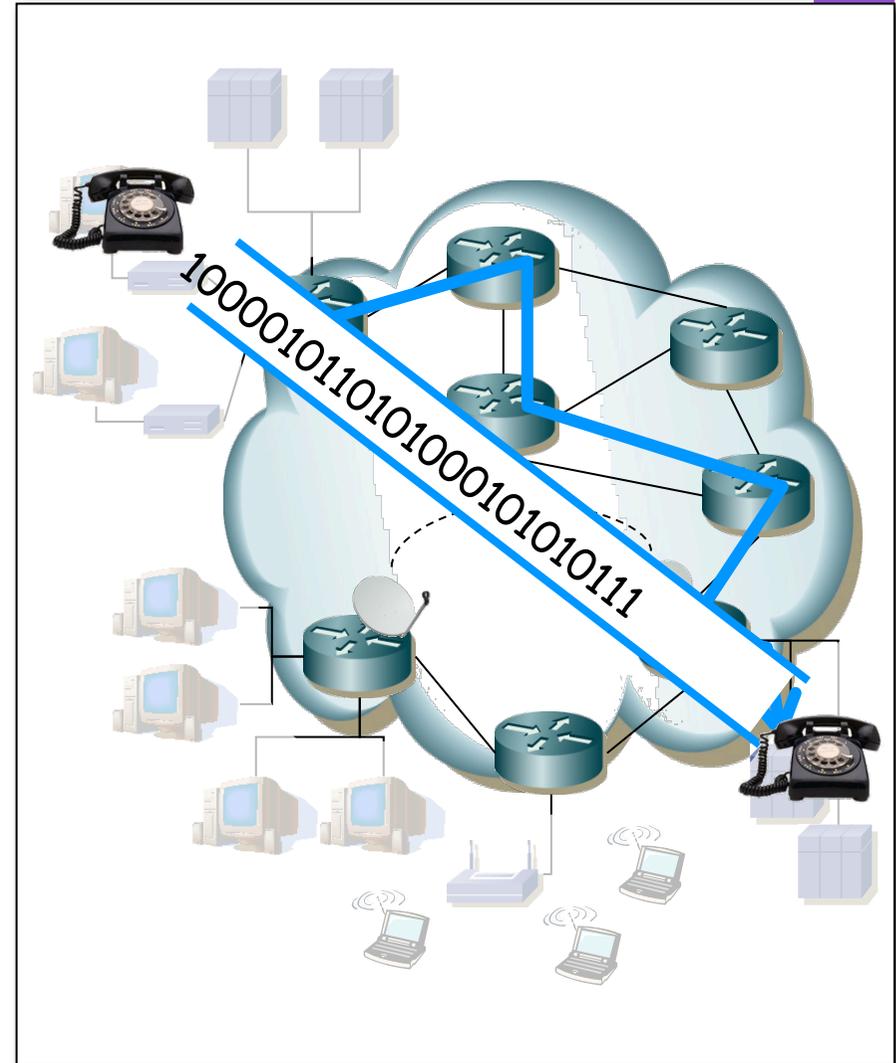
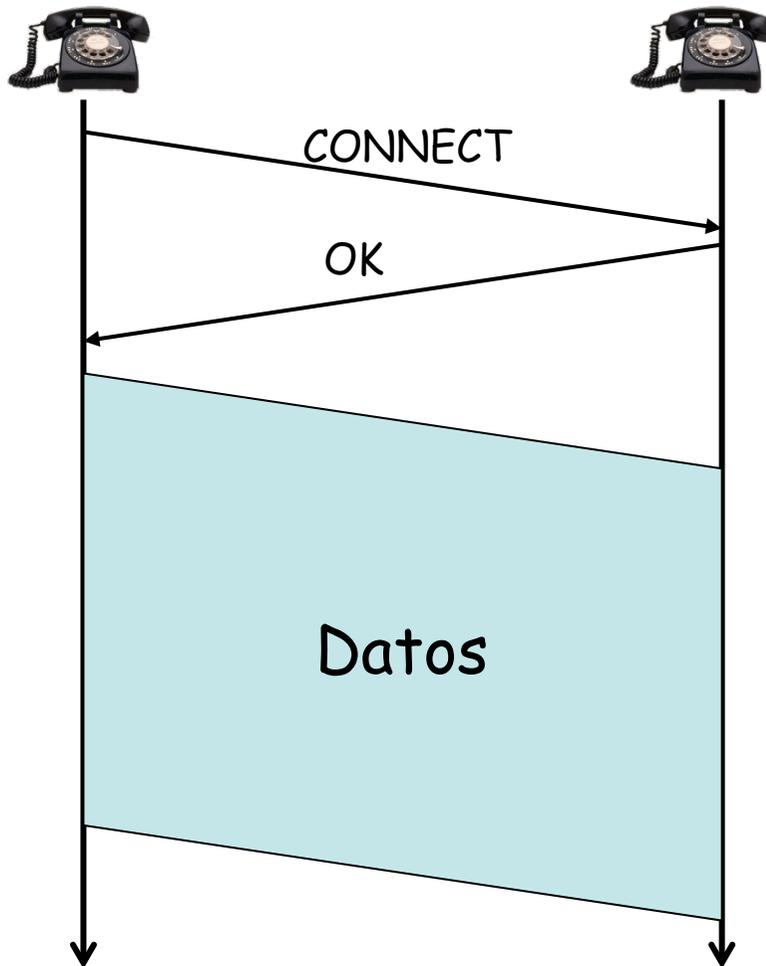
- =  $L/R$ , significativo en enlaces de baja velocidad

$d_{\text{prop}}$  = retardo propagación

- De unos microseg a centenares de mseg

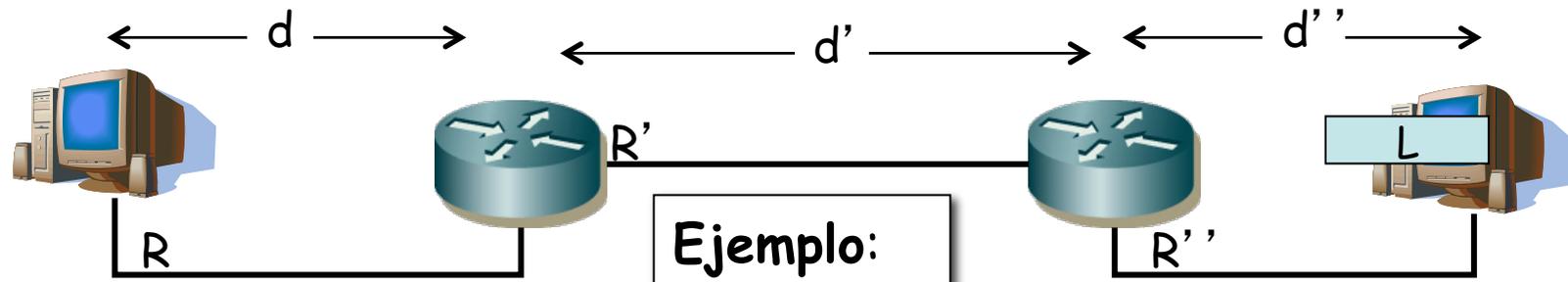
# Ejemplo

- Conmutación de circuitos



# Retardos

- Conmutación de paquetes



**Ejemplo:**

- $R = R'' > R'$
- $s = s' = s''$
- $t_r = t_r'$
- no encola

$$\text{Delay} = L/R + d/s + t_r + L/R' + d'/s' + t_r' + L/R'' + d''/s'' = 2L/R + L/R' + (d+d'+d'')/s + 2t_r$$

tiemp



# Efecto del tamaño del paquete

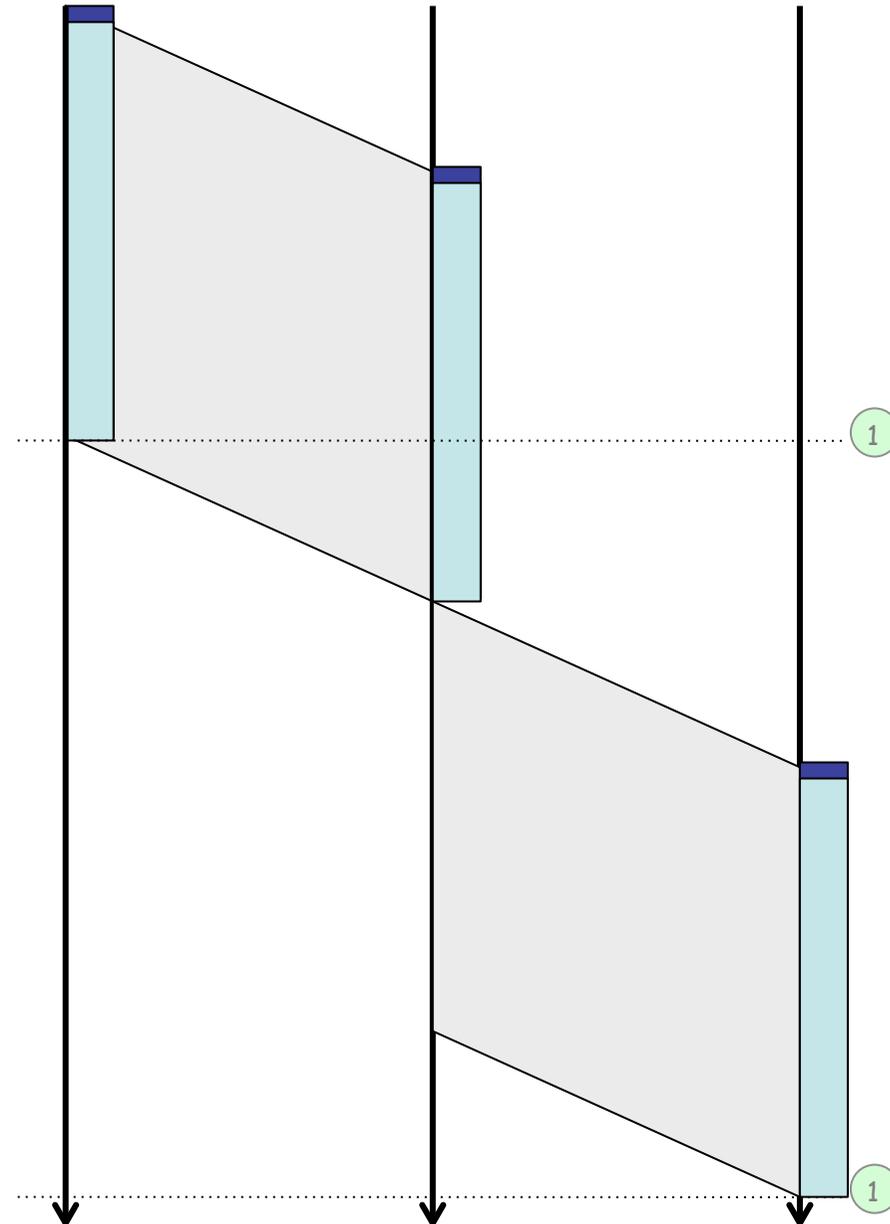
## Mayor tamaño:

- Menos cabeceras, más eficiencia

## Menor tamaño:

- Menos tiempo a esperar por *store and forward*

(...)



# Efecto del tamaño del paquete

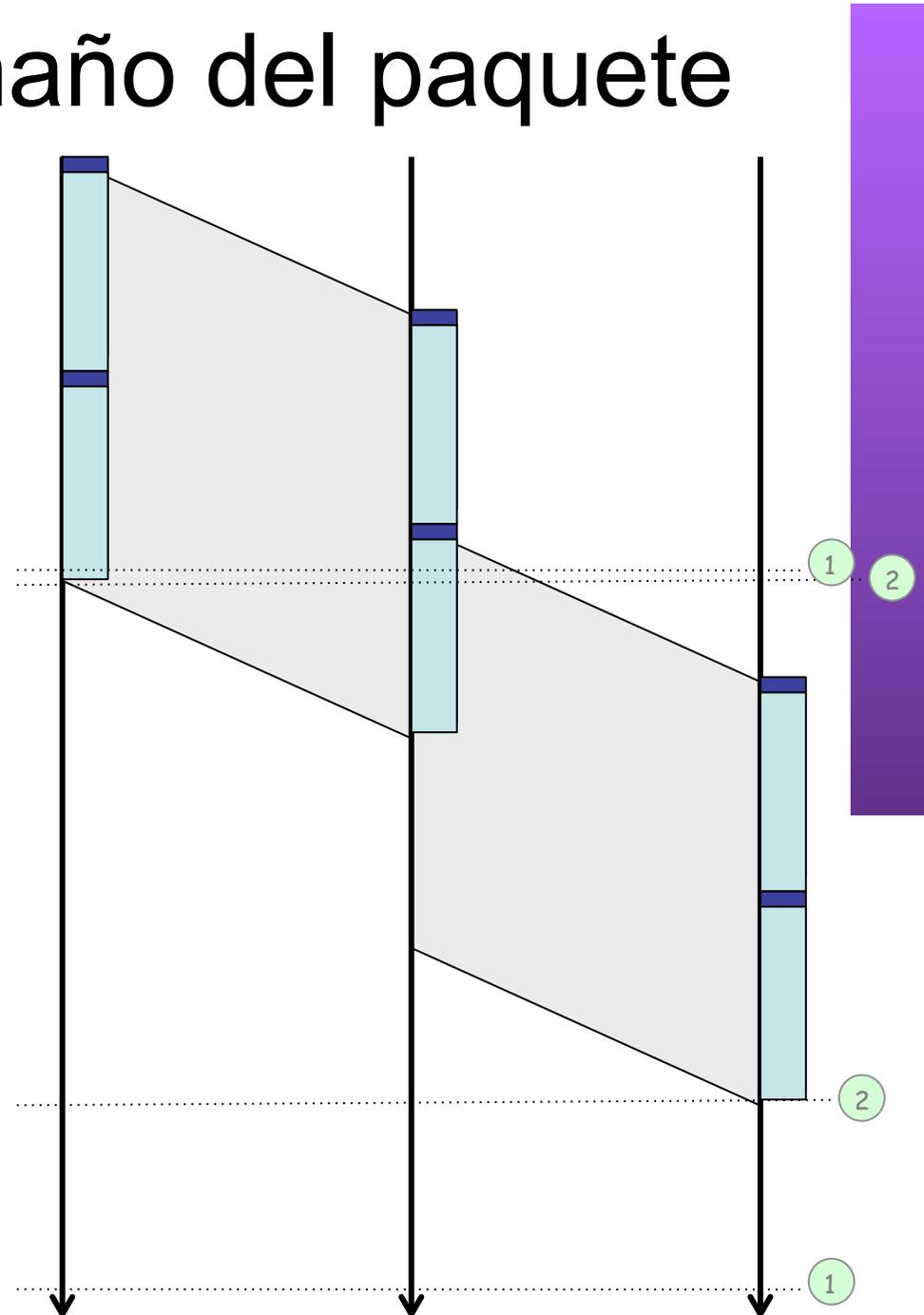
## Mayor tamaño:

- Menos cabeceras, más eficiencia

## Menor tamaño:

- Menos tiempo a esperar por *store and forward*

(...)



# Efecto del tamaño del paquete

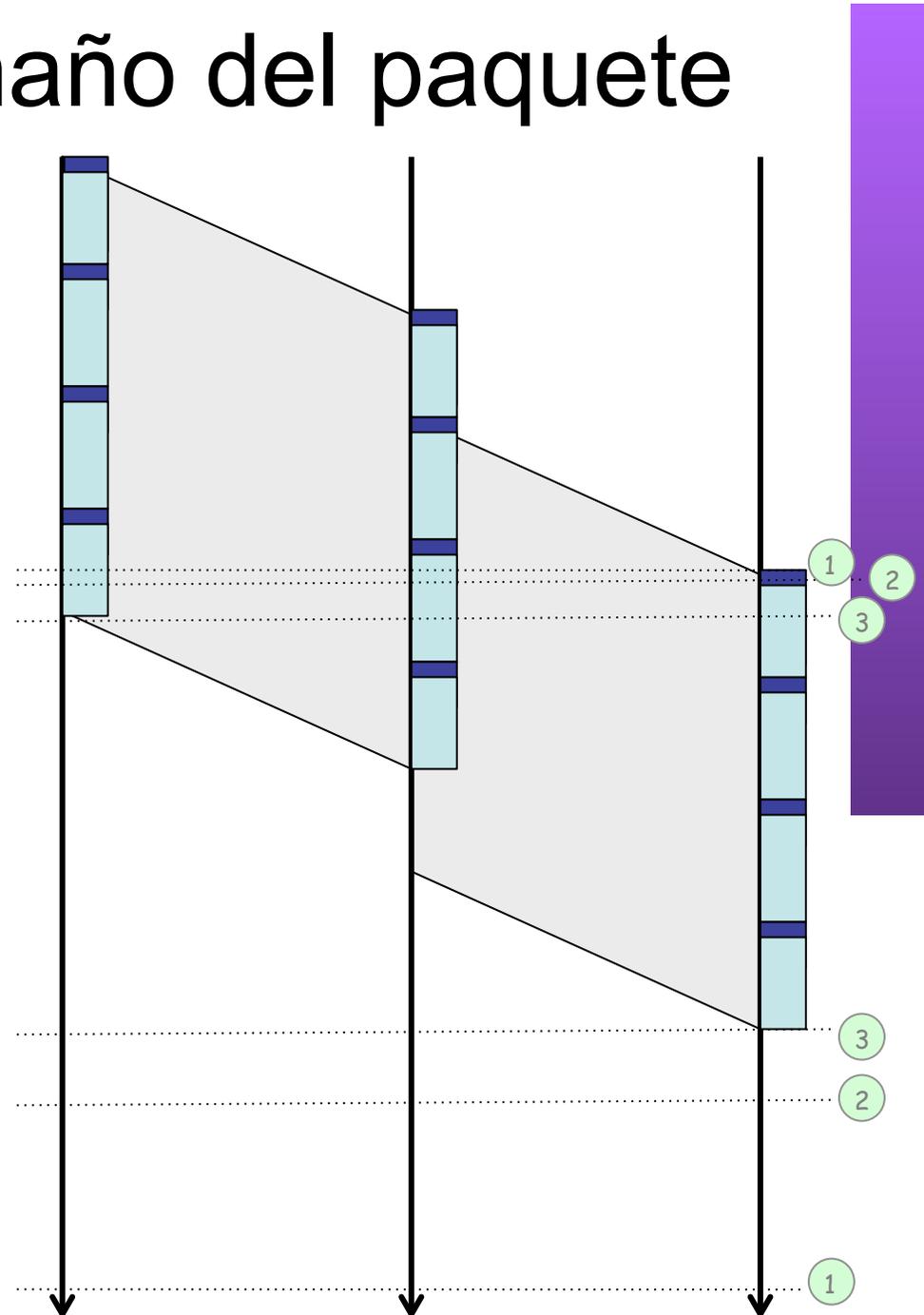
## Mayor tamaño:

- Menos cabeceras, más eficiencia

## Menor tamaño:

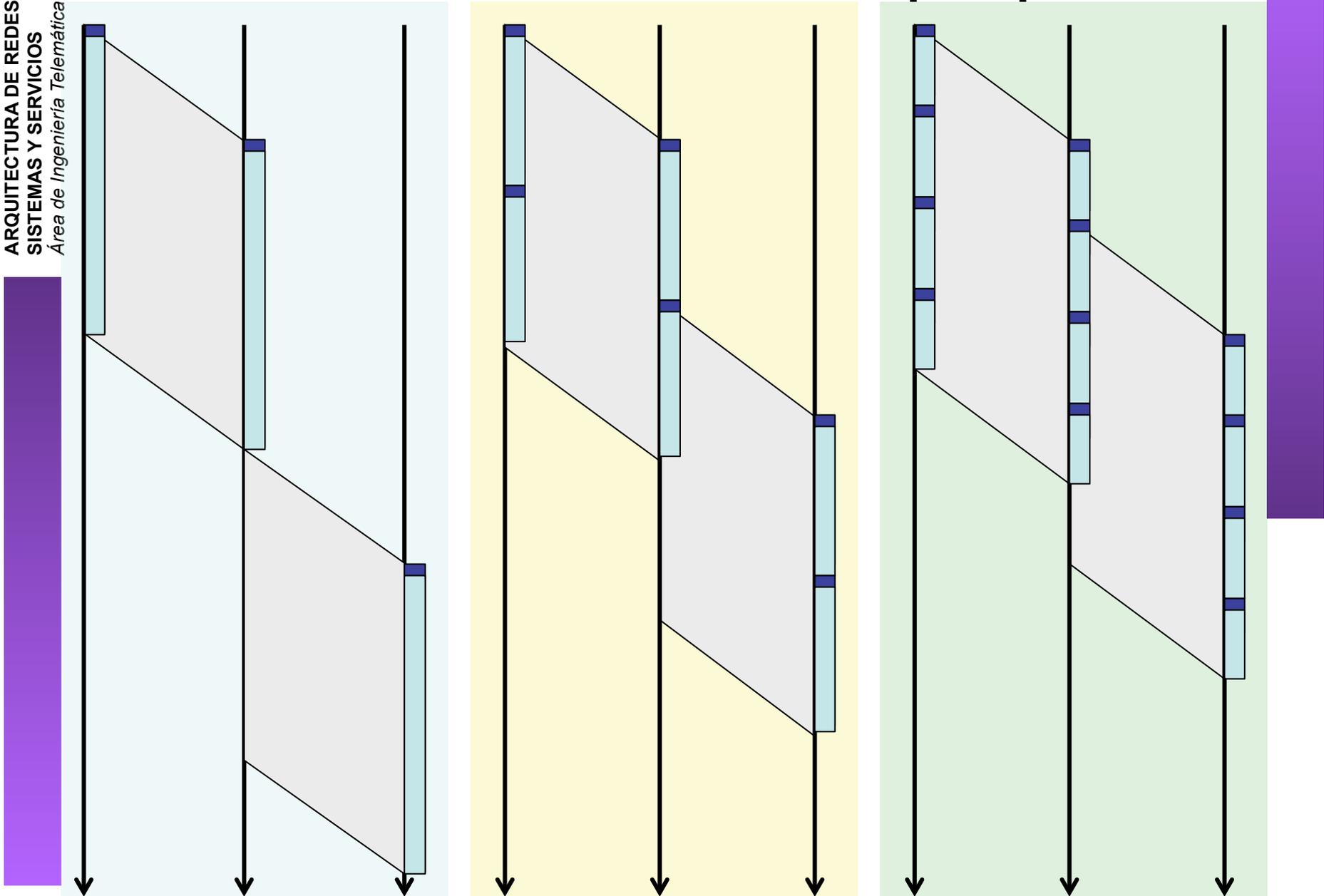
- Menos tiempo a esperar por *store and forward*

(...)



# Efecto del tamaño del paquete

ARQUITECTURA DE REDES,  
SISTEMAS Y SERVICIOS  
Área de Ingeniería Telemática



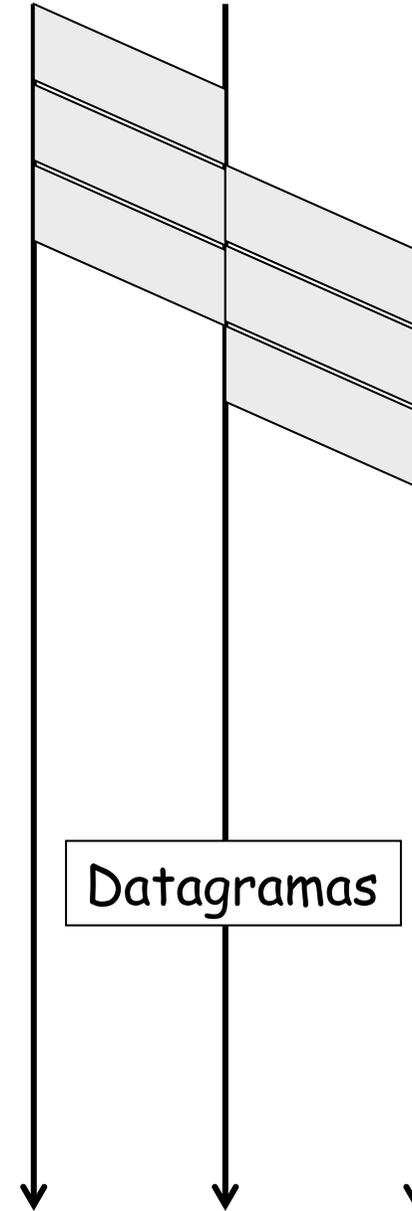
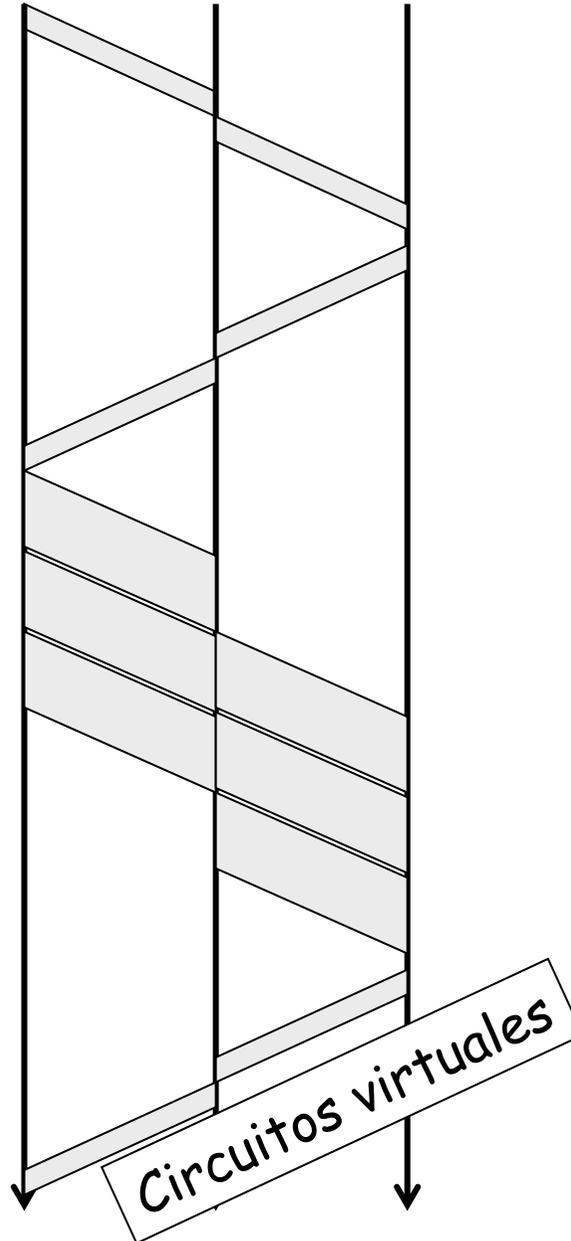
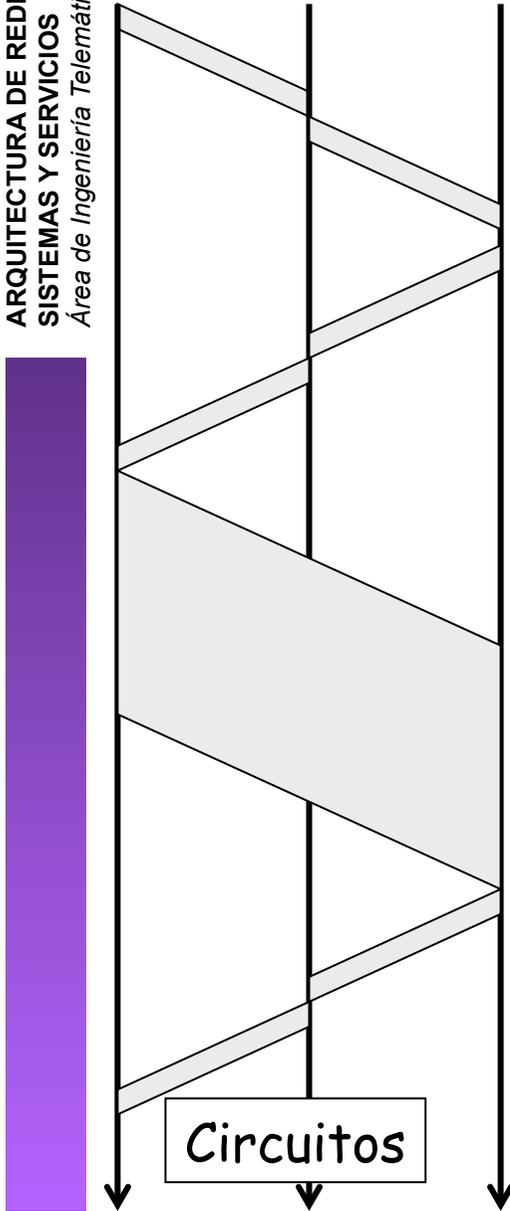
# ¿Circuitos o paquetes?

# ¿Circuitos o Paquetes?

- Las prestaciones dependen de varios factores
  - Tiempo de propagación
  - Tiempo de transmisión
  - Tiempo de proceso del nodo
- Muchas otras características:
  - Transparencia
  - Cantidad de *overhead*
  - Fiabilidad y robustez
  - Simplicidad de la arquitectura
  - ...

# Tiempos

ARQUITECTURA DE REDES,  
SISTEMAS Y SERVICIOS  
Área de Ingeniería Telemática



# Implementaciones reales

- Conmutación de circuitos:
  - Red Telefónica Básica (RTB)
  - Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)
- Conmutación de paquetes (circuitos virtuales)
  - X.25
  - Frame Relay (conmutación de paquetes asociada a RDSI)
  - ATM
- Conmutación de paquetes (datagramas)
  - IP, IPX, CLNP

# Problemas de redes de circuitos

- **Encaminamiento**
  - Cuando se pide a la red establecer una llamada
  - A partir de la dirección de destino decidir por dónde reservar enlaces desde el origen al destino.
- **Bloqueo**
  - Si en algún punto la llamada necesita recursos no disponibles: no se establecerá y el usuario no recibe servicio.
  - Diseñar las redes de circuitos para que el bloqueo no se produzca o tenga una probabilidad baja

# Problemas de redes de paquetes

- **Encaminamiento**
  - Por cada paquete que debe reenviar un nodo debe decidir por qué camino reenviarlo (a qué vecino entregárselo)
- **Bloqueo:** No hay, la red acepta todos los paquetes.

## Nuevos problemas:

- **Transporte fiable**
  - ¿Qué pasa si un paquete no se entrega?
- **Control de flujo**
  - ¿Qué pasa si llega un paquete a un destino que está muy ocupado para aceptarlo?
- **Congestión**
  - ¿Qué pasa si la red está aceptando demasiados paquetes y el retardo de entrega crece demasiado?

# Resumen

- Redes de paquetes:
  - Store-and-forward
  - Retardo de procesado
  - Tiempo de espera en cola
  - Efecto del tamaño del paquete
- Encaminamiento y bloqueo en redes de circuitos
- En redes de datagramas problemas adicionales de control de flujo, congestión, etc.