



ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS
Área de Ingeniería Telemática

Retardos

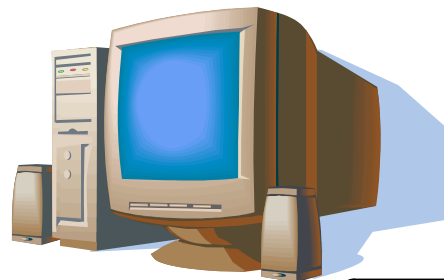
Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

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

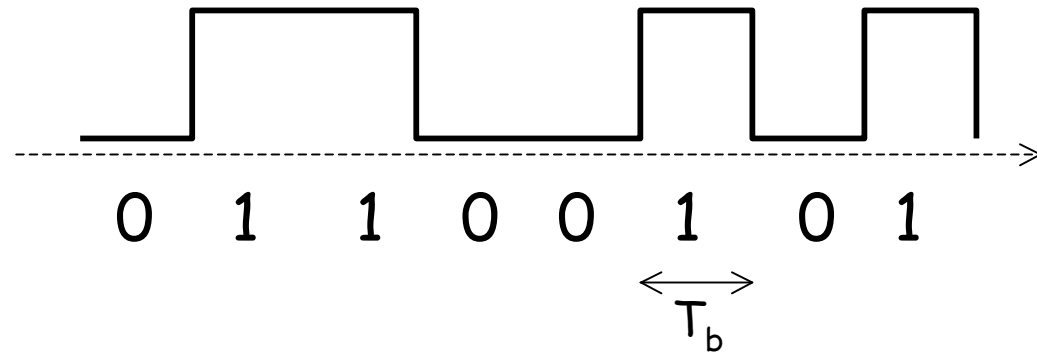


Retardo de transmisión

- Tiempo que tarda el transmisor en colocar los bits en el canal
- Bits por segundo (...)
- Ejemplo:
 - Longitud del paquete $L = 1.500 \text{ Bytes} = 12.000 \text{ bits}$
 - Tasa de transmisión $R = 57.600 \text{ bps}$ ($T_b = 17.36 \mu\text{seg}$)
 - Tiempo de transmisión $= L/R = 12.000 \text{ bits} / 57.600 \text{ bps} \approx 208 \text{ mseg}$



1 →





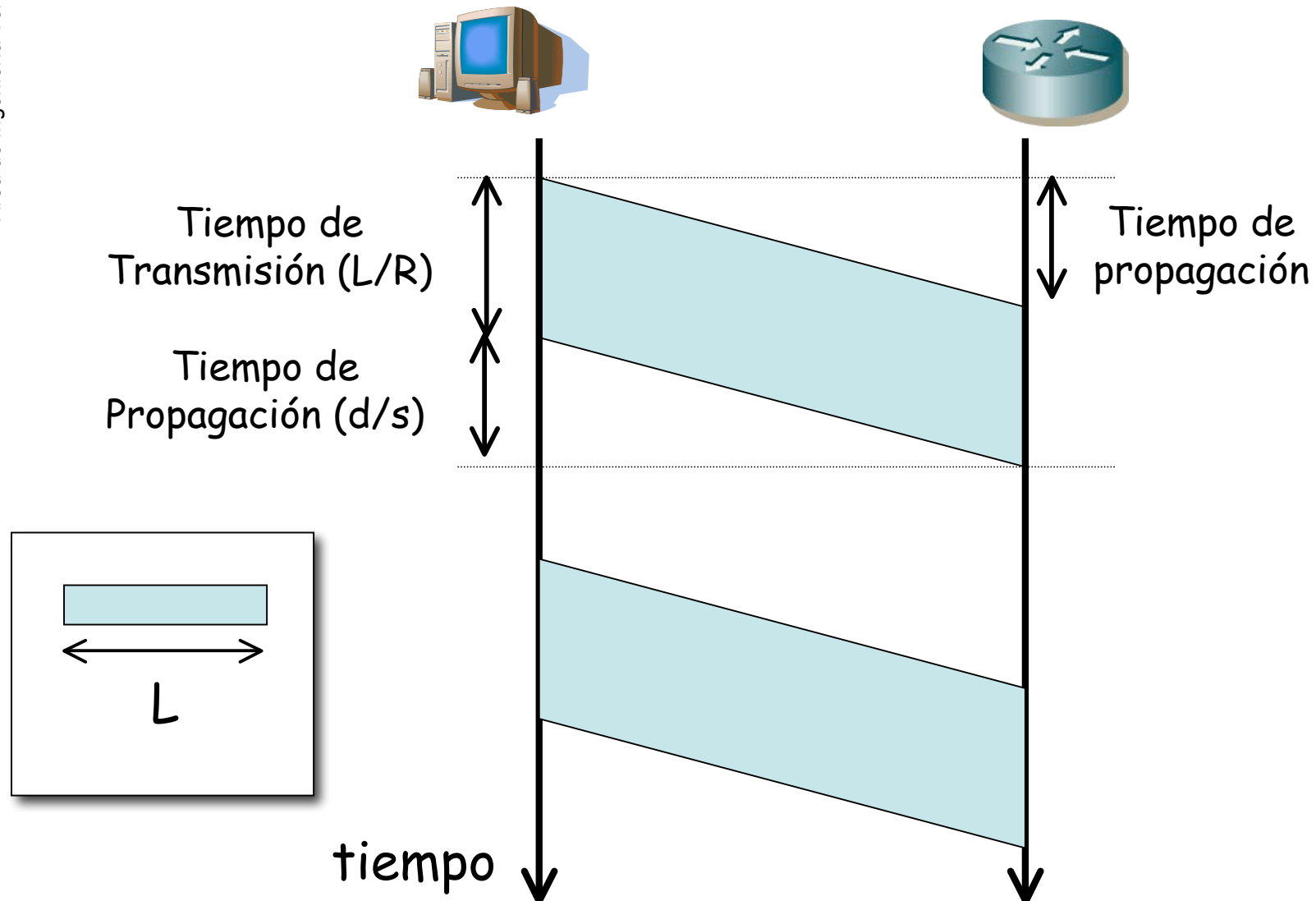
Retardo de propagación

- Tiempo que tarda la señal en llegar al otro extremo del sistema de transmisión (...)
- Ejemplo:
 - Longitud del enlace físico $d = 2.000\text{Km}$
 - Velocidad de propagación en el medio $s = 200.000 \text{ Km/seg}$
 - Retardo de propagación $= d/s = 2 \times 10^6 \text{ m} / (2 \times 10^8 \text{ m/seg}) = 10 \text{ mseg}$
- La velocidad de transmisión y la velocidad de propagación son conceptos muy diferentes





Retardos de transmisión y propagación



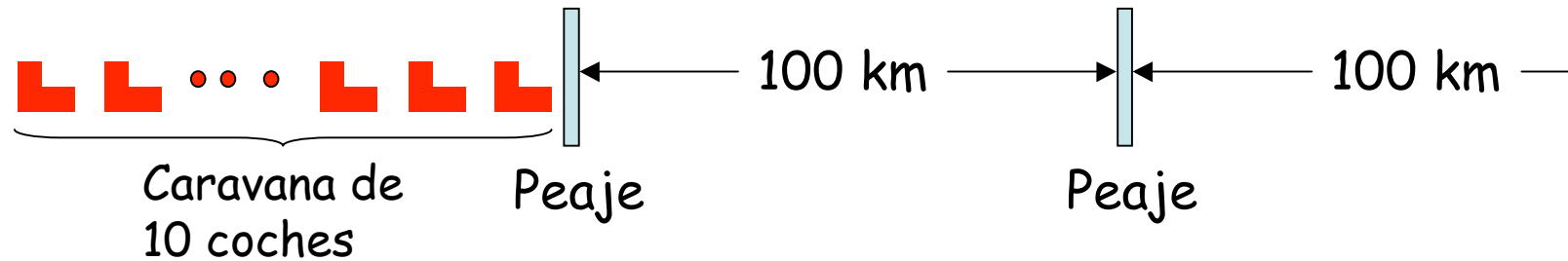


The diagram illustrates a road layout. On the left, a group of red L-shaped icons represents a caravanserai, with the text "Caravana de 10 coches" below them. A bracket groups these icons. To the right of the caravanserai is a vertical light blue bar labeled "Peaje" (Toll). A horizontal line with arrows at both ends, labeled "100 km", connects this toll to a second vertical light blue bar, also labeled "Peaje". Another horizontal line with an arrow at its right end, labeled "100 km", extends from the second toll to the right edge of the diagram.

- Coche≈bit; caravana≈paquete
 - Los coches se “propagan” a 100 km/h
 - El peaje tarda 12 seg en dar servicio a un coche (tiempo de transmisión)
 - ¿Cuánto tiempo hasta que la caravana esté por completo ante el segundo peaje?
- Tiempo para que pase toda la caravana por el peaje = $12 \times 10 = 120 \text{ seg} = 2 \text{ min}$
 - Tiempo para que el último coche se propague del primer al segundo peaje = $100 \text{ Km} / (100 \text{ Km/h}) = 1 \text{ h}$
 - Respuesta: 62 minutos



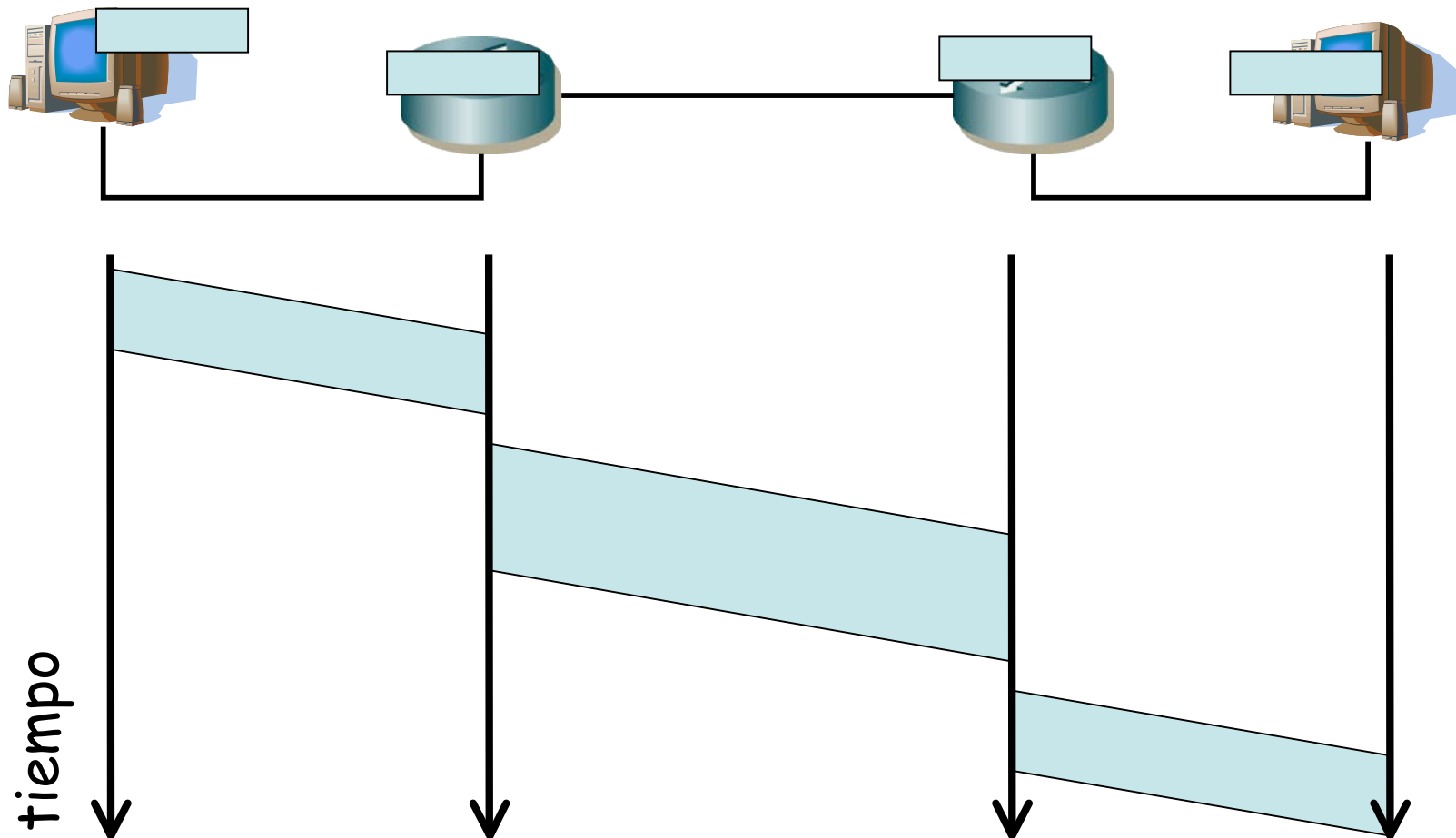
Analogía de la caravana



- Los coches se “propagan” a 1.000 km/h
- El peaje tarda 1min en dar servicio a un coche
- ¿Llegarán coches al segundo peaje antes de que se les dé servicio a todos en el primero?
- Tiempo para que un coche se propague al segundo peaje = $100\text{Km}/(1,000\text{Km/h}) = 0.1\text{h} = 6\text{min}$
- Tras $1+6=7\text{min}$ el primer coche está ante el segundo peaje
- En 7min aún quedan 3 coches sin pasar el primer peaje
- Respuesta: Sí
- El primer bit del paquete llega al segundo router antes de que se haya transmitido por completo

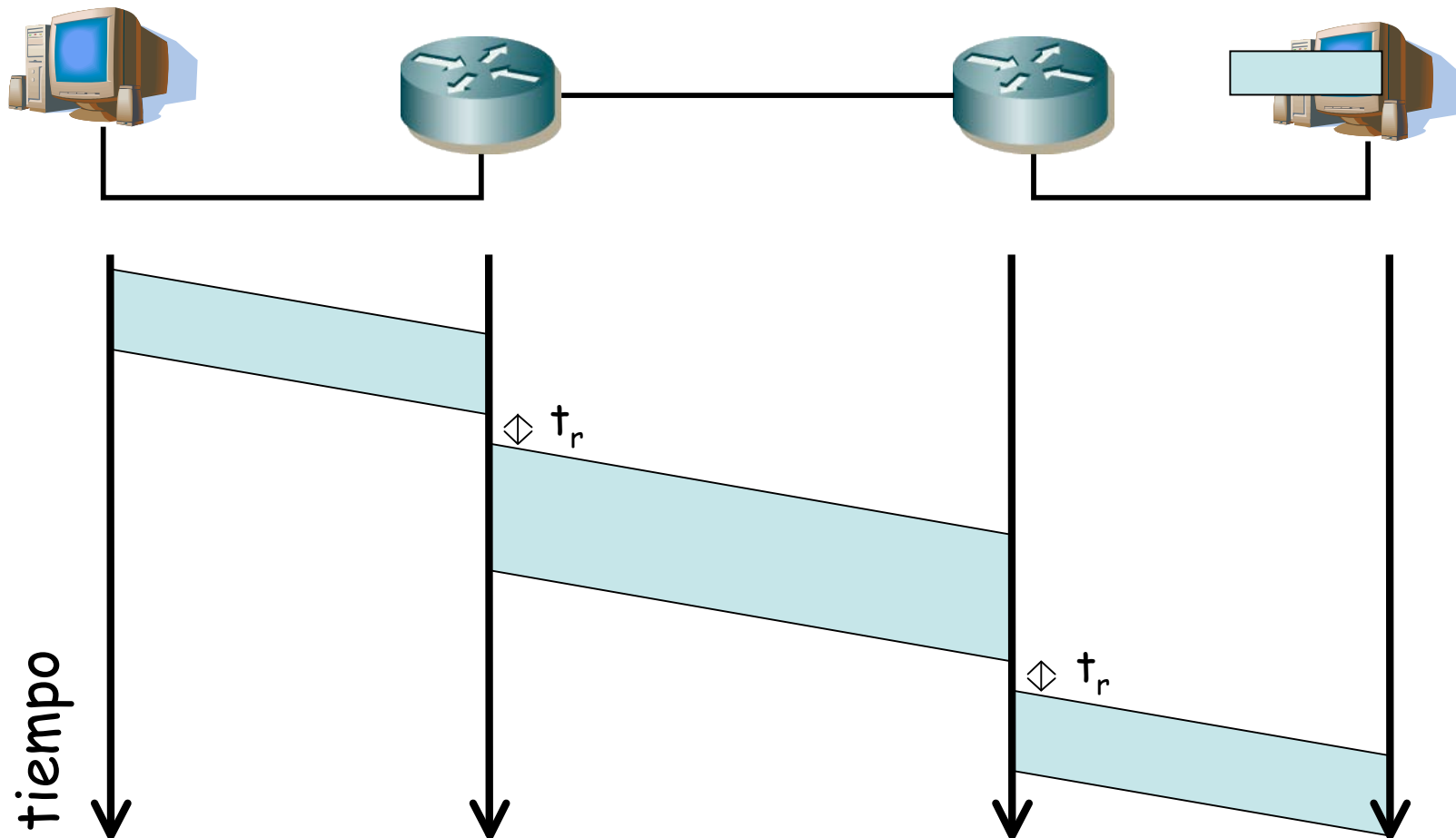
Store-and-forward

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



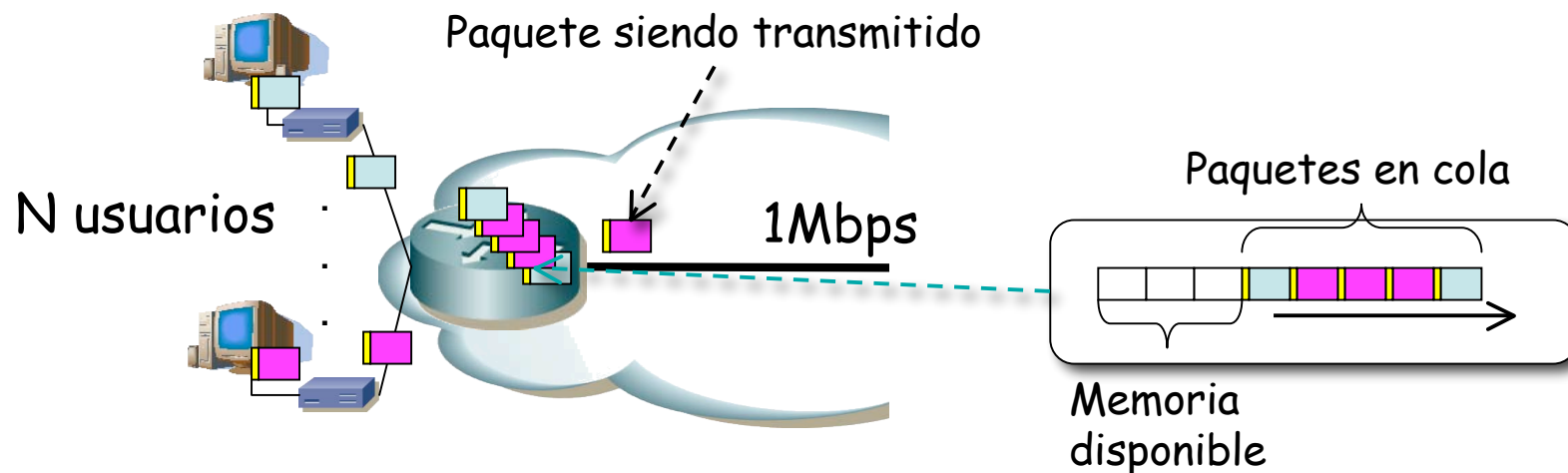
Tiempo de procesamiento

- 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
- 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*)



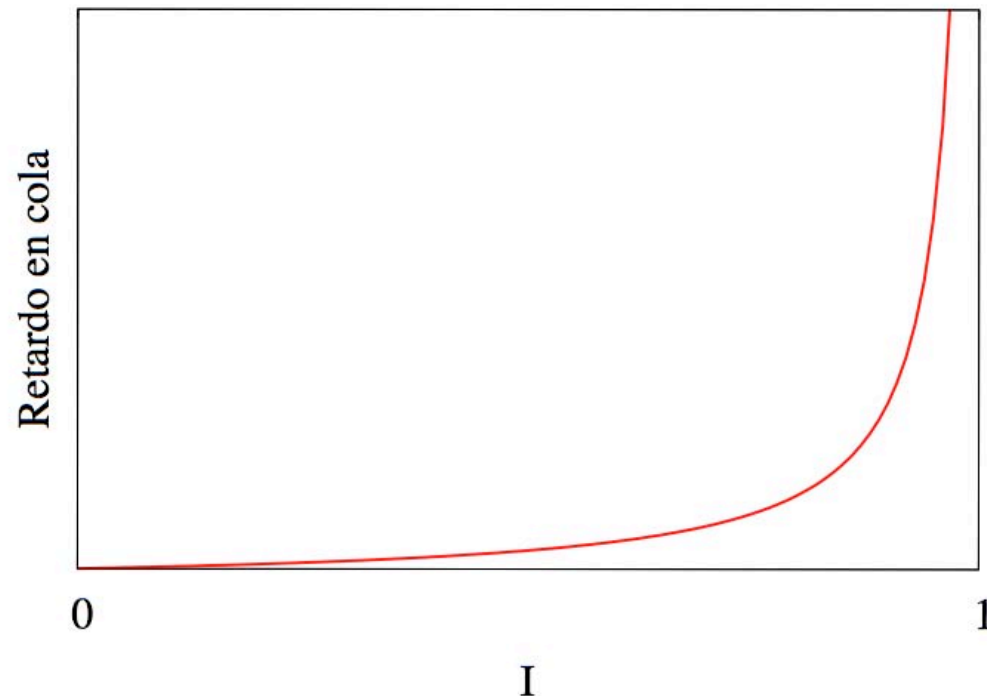


Retardo en cola

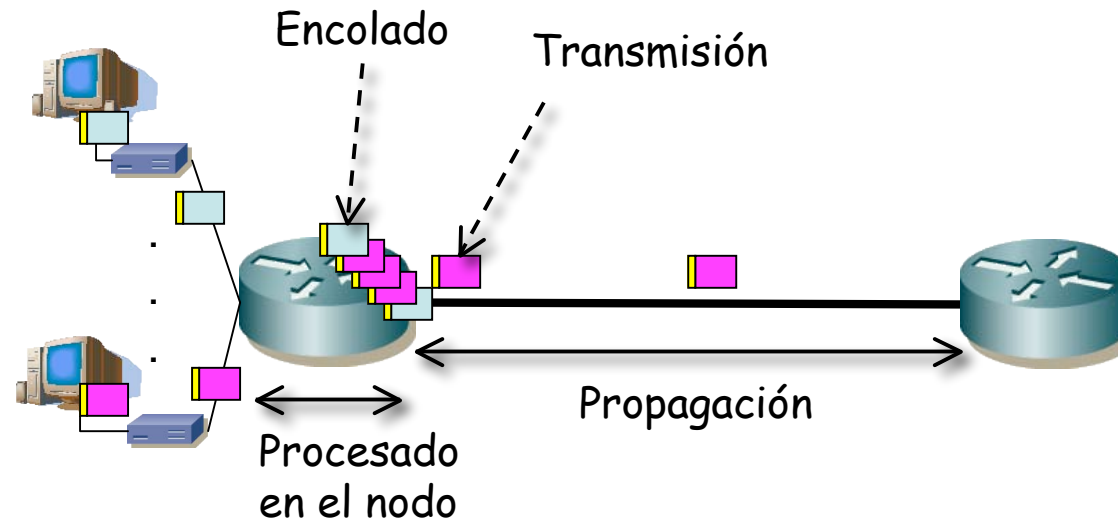
- R = tasa de transmisión
- L = longitud del paquete
- λ = tasa media de llegadas por segundo
- ¿ $I > 1$?
- ¿ Llegadas periódicas ?
- ¿ Llegadas en ráfagas ?
- Llegan λ paquetes por segundo
- Llegan λL bps

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_{proc} = tiempo de procesado

- Unos microsegundos

d_{cola} = retardo en cola

- Depende de la congestión

d_{trans} = retardo transmisión

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

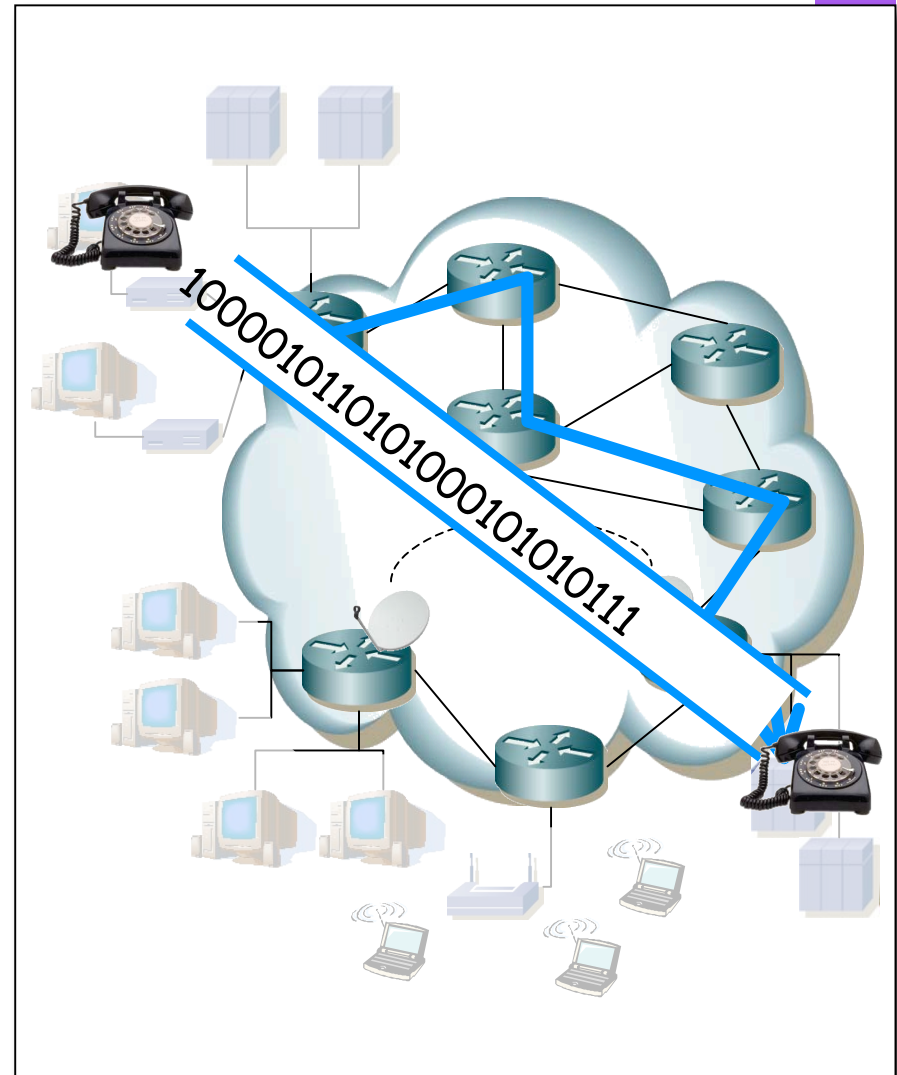
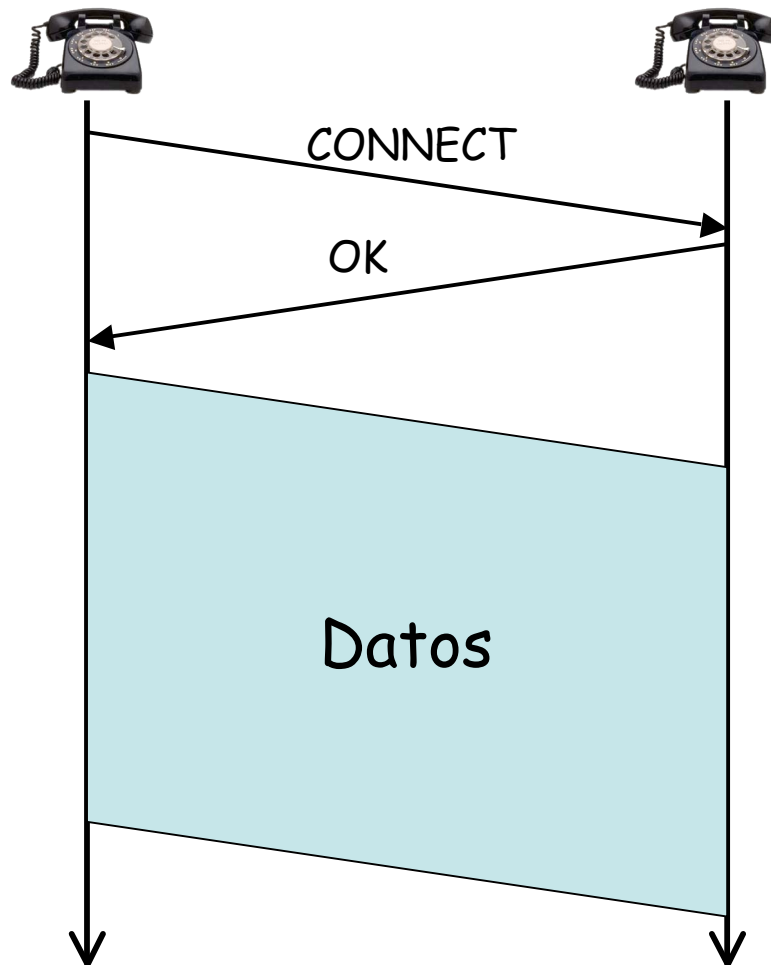
d_{prop} = retardo propagación

- De unos microseg a centenares de mseg



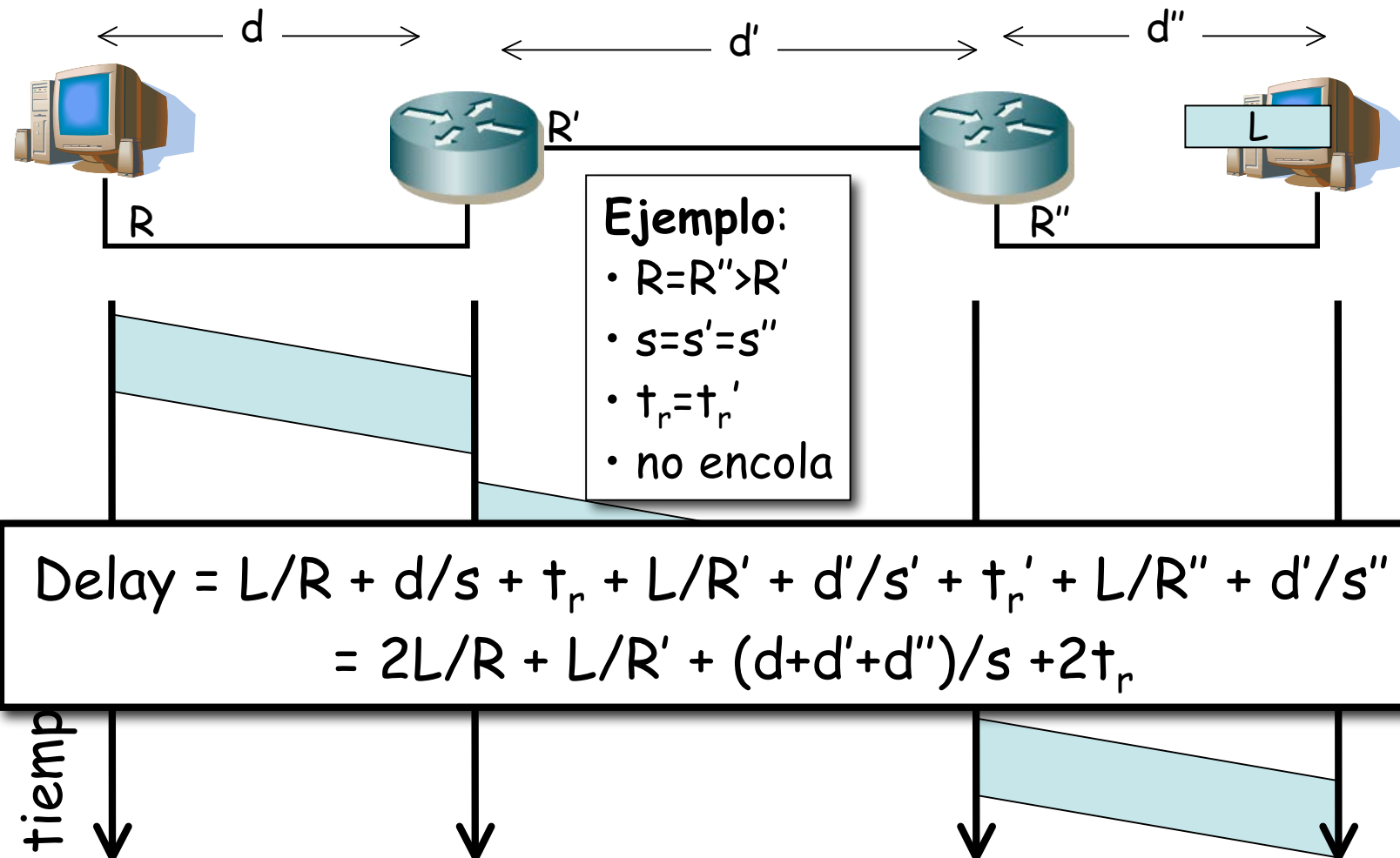
Ejemplo

- Conmutación de circuitos



Retardos

- Conmutación de paquetes





Retardos (Ejemplo)

daniel% traceroute www.berkeley.edu

traceroute to arachne.berkeley.edu (169.229.131.109), 30 hops max, 40 byte packets

```
1  arce-un.red.unavarra.es (130.206.160.1) 1.691 ms 0.438 ms 0.417 ms
2  ss-in (130.206.158.25) 1.015 ms 3.091 ms 0.658 ms
3  unavarra-router.red.unavarra.es (130.206.158.1) 1.587 ms 1.87 ms 1.506 ms
4  fe0-1-2.eb-pamplona0.red.rediris.es (130.206.209.13) 1.49 ms 1.741 ms 1.25 ms
5  nav.so2-3-0.eb-bilbao0.red.rediris.es (130.206.240.61) 5.279 ms 4.402 ms 4.398 ms
6  pav.so2-0-0.eb-iris2.red.rediris.es (130.206.240.29) 50.039 ms 16.511 ms 16.35 ms
7  so0-0-0.eb-iris4.red.rediris.es (130.206.240.2) 16.341 ms 17.982 ms 16.405 ms
8  rediris.es1.es.geant.net (62.40.103.61) 118.998 ms 16.741 ms 16.755 ms
9  es.it1.it.geant.net (62.40.96.186) 96.679 ms 39.288 ms 39.513 ms
10 it.de2.de.geant.net (62.40.96.61) 91.118 ms 48.088 ms 49.83 ms
11 abilene-gw.de2.de.geant.net (62.40.103.254) 141.935 ms 141.812 ms 141.716 ms
12 atlang-washng.abilene.ucaid.edu (198.32.8.65) 157.505 ms 157.692 ms 164.648 ms
13 hstnng-atlang.abilene.ucaid.edu (198.32.8.33) 177.182 ms 177.144 ms 177.201 ms
14 losang-hstnng.abilene.ucaid.edu (198.32.8.21) 199.049 ms 198.489 ms *
15 hpr-lax-gsr1--abilene-la-10ge.cenic.net (137.164.25.2) 199.004 ms 198.621 ms 284.873 ms
16 svl-hpr--lax-hpr-10ge.cenic.net (137.164.25.13) 215.55 ms 218.166 ms 206.364 ms
17 hpr-ucb-ge--svl-hpr.cenic.net (137.164.27.134) 210.841 ms 207.409 ms 207.479 ms
18 vlan187.inr-201-eva.berkeley.edu (128.32.0.33) 283.445 ms 207.842 ms 207.318 ms
19 g5-1.inr-210-srb.berkeley.edu (128.32.255.65) 211.052 ms 207.341 ms 207.408 ms
20 arachne.berkeley.edu (169.229.131.109) 207.431 ms 207.451 ms 207.4 ms
```