



REDES DE COMPUTADORAS 2

Clase 2: Conceptos generales – Parte 1

Bibliografía:

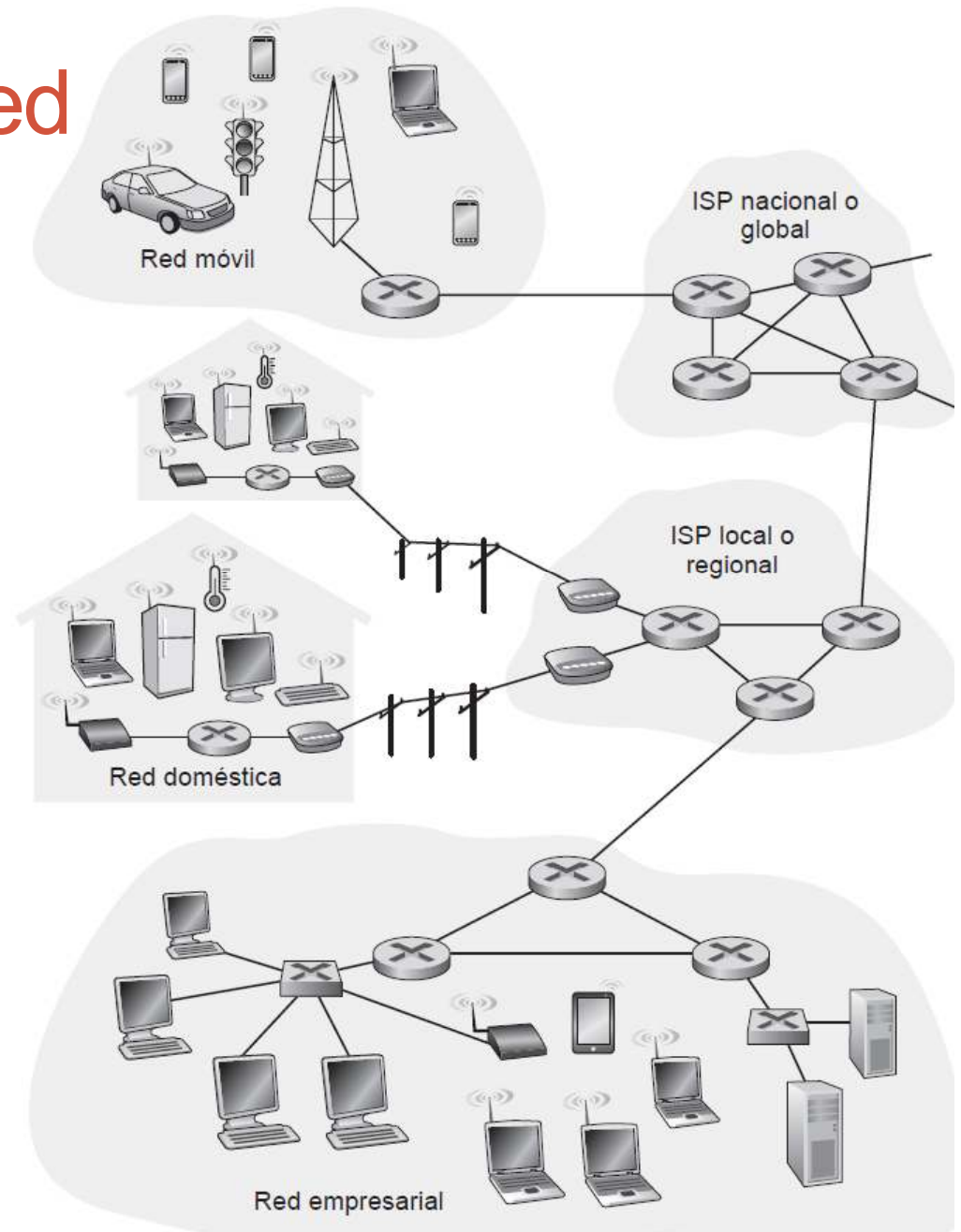
Kurose y Ross. Redes de computadoras. Un enfoque descendente. 7^a Edición. Editorial Pearson. Capítulo 1.

Contenidos – Clase 2

- ¿Qué es una red de computadoras?
- ¿Qué es Internet?
- La frontera de la red
- **El núcleo de la red**

Componentes de la red

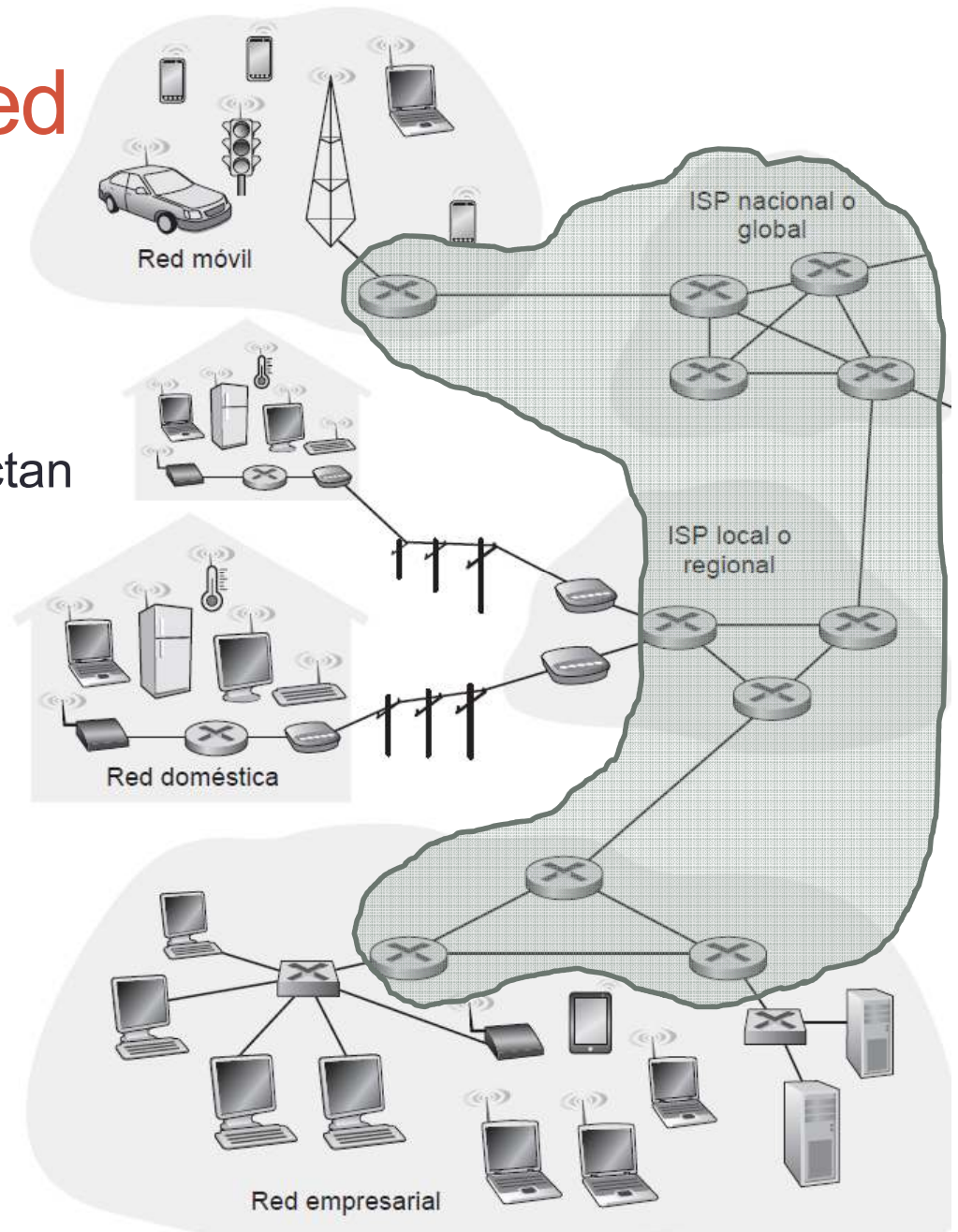
- ❑ *Frontera de la red.*
- ❑ *Núcleo de la red.*



Componentes de la red

❑ *Núcleo de la red.*

- ❖ Enrutadores (routers)
- ❖ Enlaces que los interconectan



El núcleo de la red

- ❑ *¿Cómo se transportan los datos a través de una red?*
 - ❖ Conmutación de circuitos
 - ❖ Conmutación de paquetes

El núcleo de la red

❑ *¿Cómo se transportan los datos a través de una red?*

❖ **Conmutación de circuitos**

- *Recursos **Reservados***
- *Circuito **Dedicado** por cada “llamada”*
- *Se **Dividen los Recursos** entre los usuarios*

El núcleo de la red

❑ *¿Cómo se transportan los datos a través de una red?*

❖ **Conmutación de paquetes**

- **NO** se reservan los recursos
- Los recursos se utilizan **bajo petición**

Conmutación de circuitos

❑ *Recursos Reservados*

- *Velocidad de transmisión **constante garantizada***
- *Se establece una conexión ➡ **Tiempo de Establecimiento***
- *Los conmutadores mantienen la conexión durante la transmisión*

❑ *Circuito Dedicado por cada “llamada”*

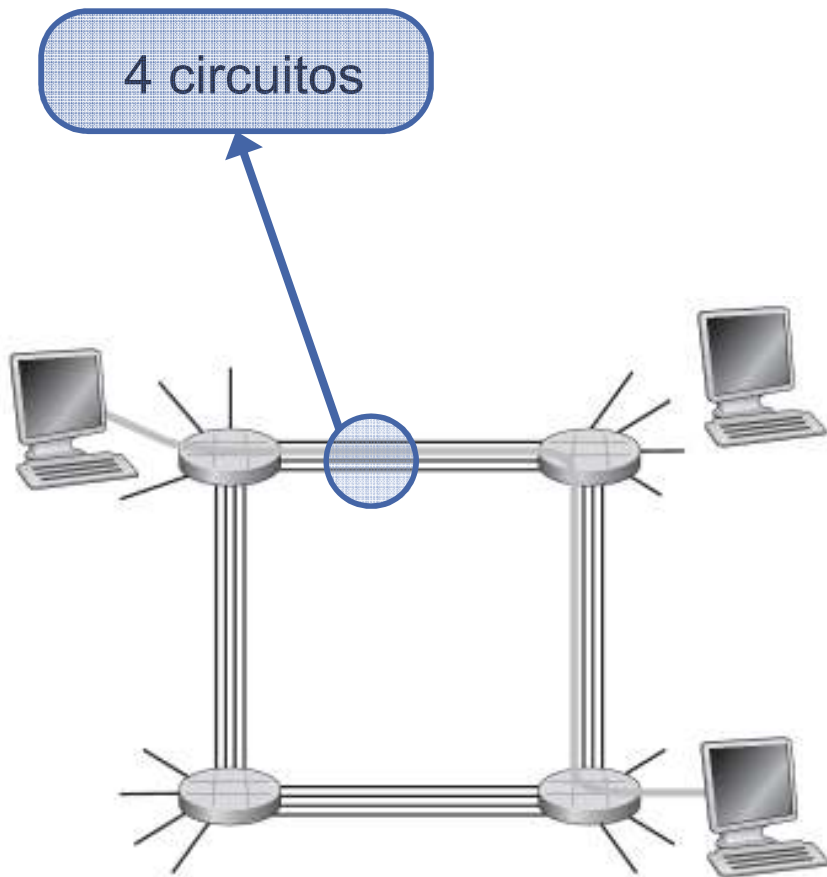
- *Recursos inactivos*

❑ *Se dividen los recursos entre los usuarios*

- *Conmutación por División de Frecuencia (FDM)*
- *Conmutación por División de Tiempo (TDM)*

Conmutación de circuitos

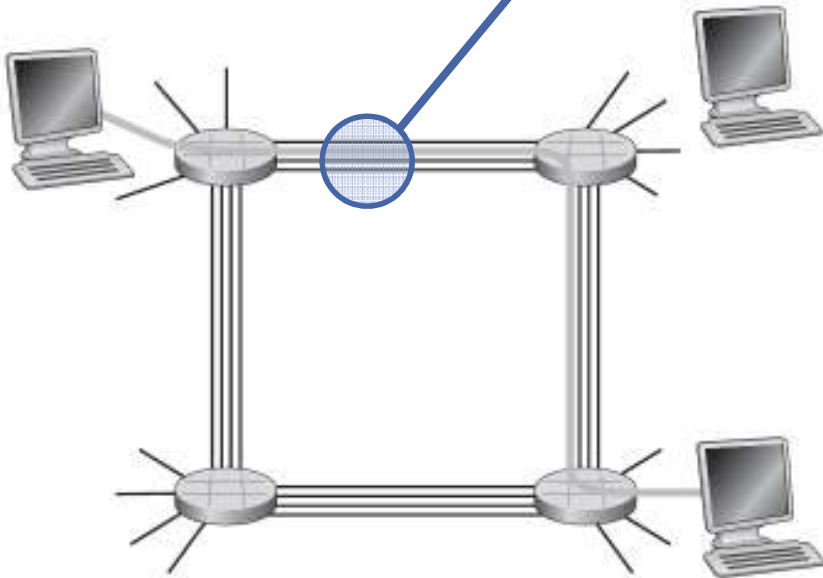
Ejemplo:



Conmutación de circuitos

Ejemplo:

Da soporte a 4 conexiones simultáneas



Conmutación de circuitos

Ejemplo:

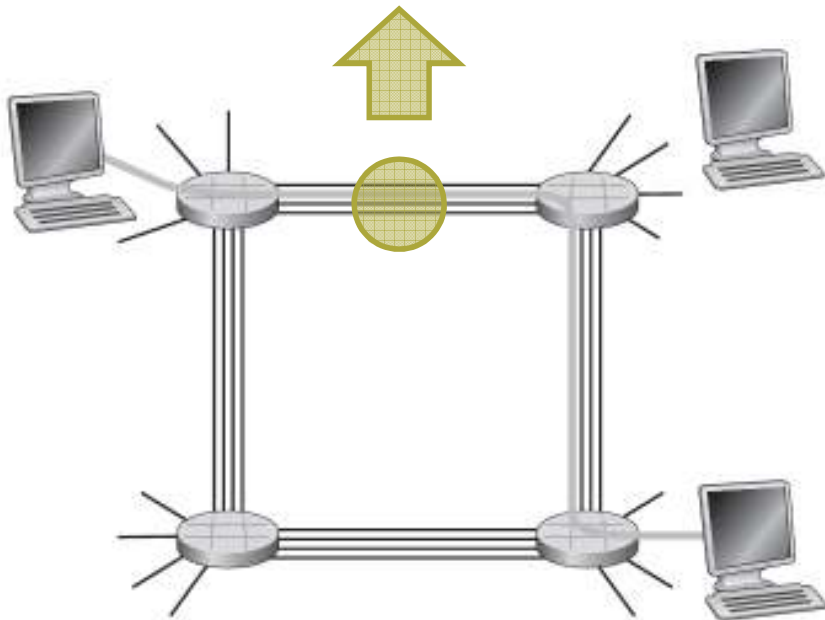
*Los recursos se
dividen en 4*



$R = 1 \text{ Mbps}$



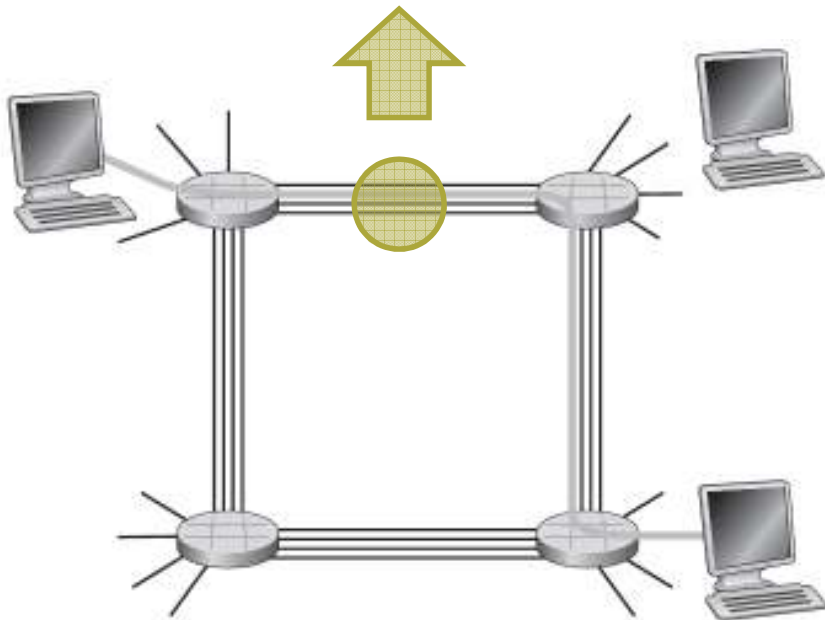
$R_{\text{conexión}} 250 \text{ kbps}$



Conmutación de circuitos

Ejemplo:

*Los recursos se
dividen en 4*



Circuitos Dedicados

*Los recursos están
inactivos mientras no los
utilice el “dueño” del
circuito*



***Recursos
Garantizados***

Conmutación de circuitos

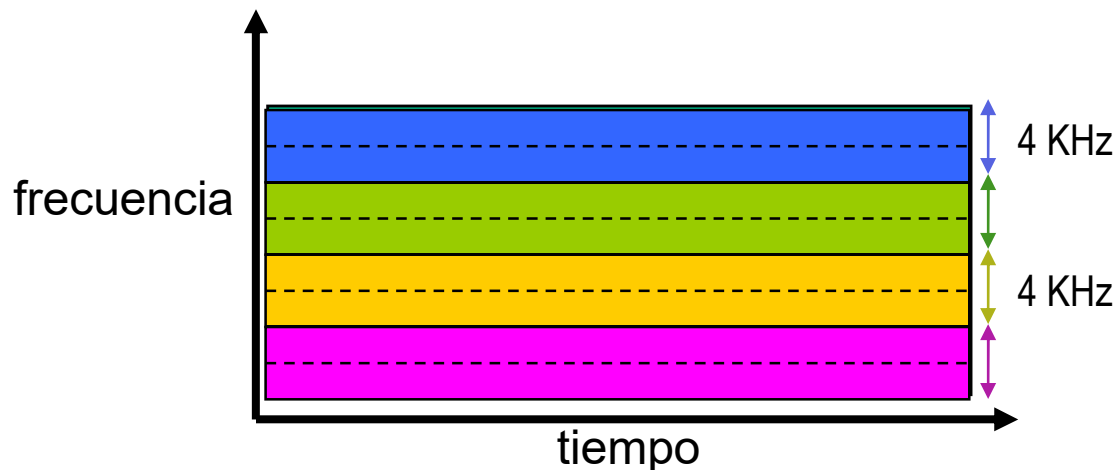
❑ ¿Cómo se “dividen” los enlaces?

➤ *Multiplexación por División de Frecuencia - FDM*

- ❖ Se divide el espectro de frecuencias
- ❖ Una banda de frecuencia para cada conexión (usuario)

Ejemplos:

- ❖ Estaciones de radios FM
- ❖ Canales en WiFi



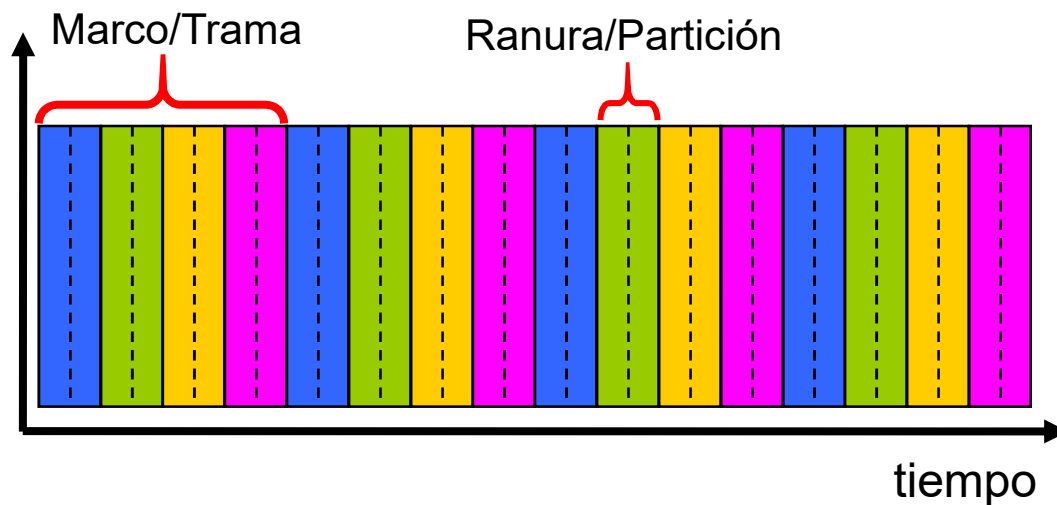
4 usuarios

Conmutación de circuitos

❑ ¿Cómo se “dividen” los enlaces?

➤ Multiplexación por División de tiempo - TDM

- ❖ El **tiempo** se divide en **marcos**
- ❖ Los **marcos** se dividen en **ranuras**
- ❖ A cada usuario ➡ la misma **ranura**
- ❖ Cada **ranura** ➡ reservada



4 usuarios



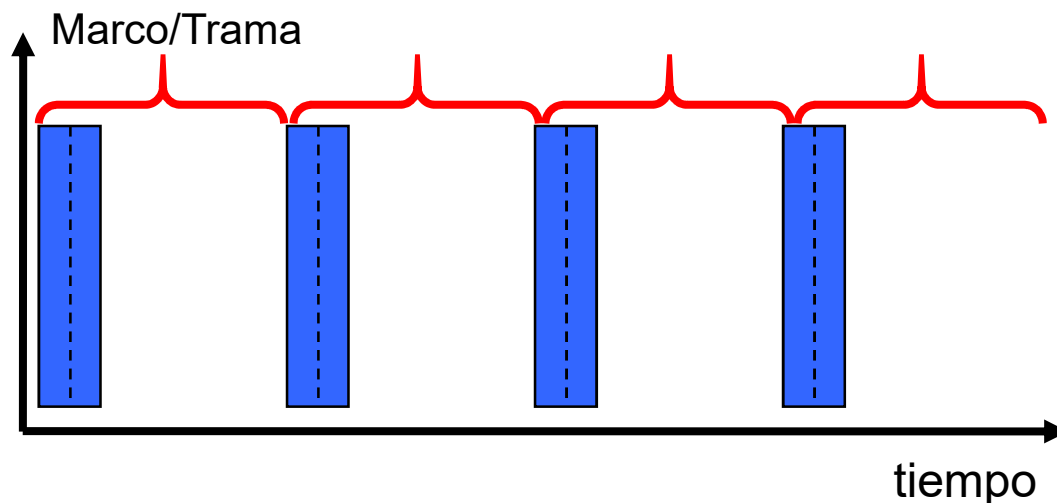
Conmutación de circuitos

❑ ¿Cómo se “dividen” los enlaces?

➤ Multiplexación por División de tiempo - TDM

- ❖ El **tiempo** se divide en **marcos**
- ❖ Los **marcos** se dividen en **ranuras**
- ❖ A cada usuario ➡ la misma **ranura**
- ❖ Cada **ranura** ➡ reservada

¡Pero transmite durante una 1 ranura y espera durante 3!



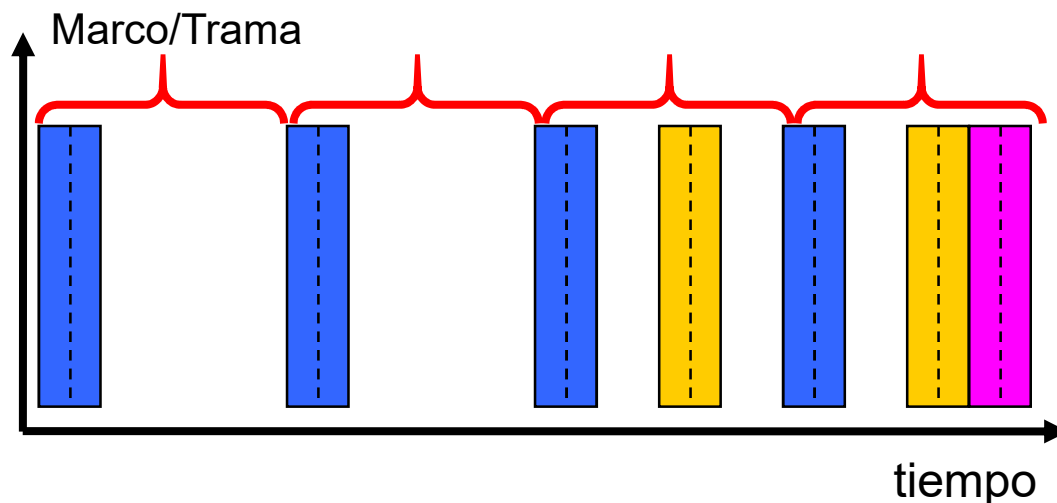
4 usuarios

Conmutación de circuitos

❑ ¿Cómo se “dividen” los enlaces?

➤ *Multiplexación por División de tiempo - TDM*

- ❖ El **tiempo** se divide en **marcos**
- ❖ Los **marcos** se dividen en **ranuras**
- ❖ A cada usuario ➡ la misma **ranura**
- ❖ Cada **ranura** ➡ reservada



Circuitos Dedicados

Los recursos están inactivos mientras no los utilice el “dueño” del circuito

4 usuarios ■ ■ ■ ■

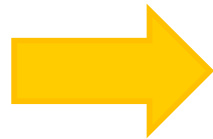
Conmutación de circuitos

❑ ¿Cómo se “dividen” los enlaces?

- *Multiplexación por División de tiempo - TDM*

Cada Usuario  Transmite a R_{canal}

Velocidad Efectiva Promedio para cada circuito



$$R_{efectiva} = \frac{R_{canal}}{N}$$

Ejemplos:

- ❖ Sala de clases
- ❖ Redes ópticas

Ejemplo

¿Cuánto tiempo toma enviar un archivo de 640 Mbits desde el host A al host B por una red conmutada por circuitos? Características del enlace:


- ❖ Utiliza TDM con 24 ranuras (usuarios).
- ❖ Velocidad de transferencia del canal es $R_{\text{canal}} = 50 \text{ Mbps}$
- ❖ Establecimiento del circuito toma 500 mseg

¡¡Resolverlo!!
¿una ayudita?



Velocidad de Transmisión

- Velocidad de transmisión (en general)

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


R : velocidad de transmisión
 L : tamaño de los paquetes
 T : tiempo de transmisión

1 Byte = 8 bits

1 Kbits = 1024 bits

1 Kbits \approx 1000 bits

Velocidad de Transmisión

- Velocidad de transmisión (en general)

$$R[bps] = \frac{L[bits]}{T[seg]} \rightarrow \begin{cases} R : \text{velocidad de transmisión} \\ L : \text{tamaño de los paquetes} \\ T : \text{tiempo de transmisión} \end{cases}$$

- Tiempo que tardan en transmitirse datos (en general)

$$T[seg] = \frac{L[bits]}{R[bps]} \rightarrow \begin{aligned} &\text{¡Unidades!} \\ &T = \frac{L[bits]}{R[bits/seg]} = \frac{L}{R}[seg] \end{aligned}$$

Ejemplo

¿Cuánto tiempo toma enviar un archivo de 640 Mbits desde el host A al host B por una red conmutada por circuitos? Características del enlace:

- ❖ Utiliza TDM con 24 ranuras (usuarios).
- ❖ Velocidad de transferencia del canal es $R_{\text{canal}} = 50 \text{ Mbps}$
- ❖ Establecimiento del circuito toma 500 mseg

¡Ahora Sí! ...a Resolverlo!!



Ejemplo

- Velocidad de transmisión del canal: $R_{canal} = 50Mbps$
- Velocidad de transmisión de cada circuito (cada usuario):

$$R_{efectiva} = \frac{R_{canal}}{N} = \frac{50Mbps}{24} = 2,08Mbps$$

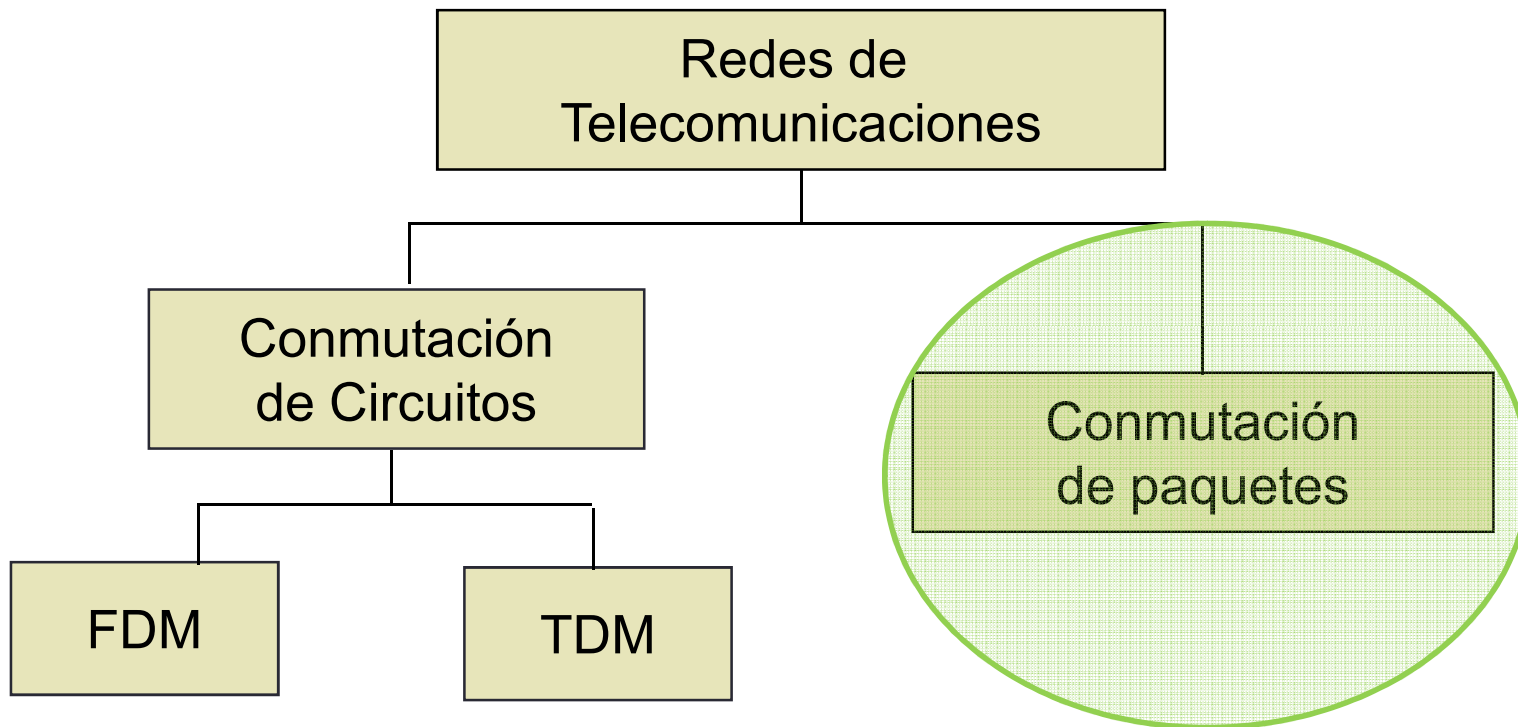
- Tiempo que se tarda en transmitir el archivo:

$$T_{trans} = \frac{L}{R_{efectiva}} = \frac{640Mbits}{2,08Mbps} = \frac{640Mbits}{2,08 Mbits/seg} = 307,2seg$$

- Tiempo de establecimiento del circuito: $T_{establec} = 500mseg$

$$T_{total} = T_{trans} + T_{establec} = 307,2seg + 0,5seg = 307,7seg$$

Taxonomía de redes



Conmutación de Paquetes

❑ ***No se Reservan Recursos***

- *Distintos usuarios comparten los recursos de la red*
- *Recursos son usados según son necesarios*

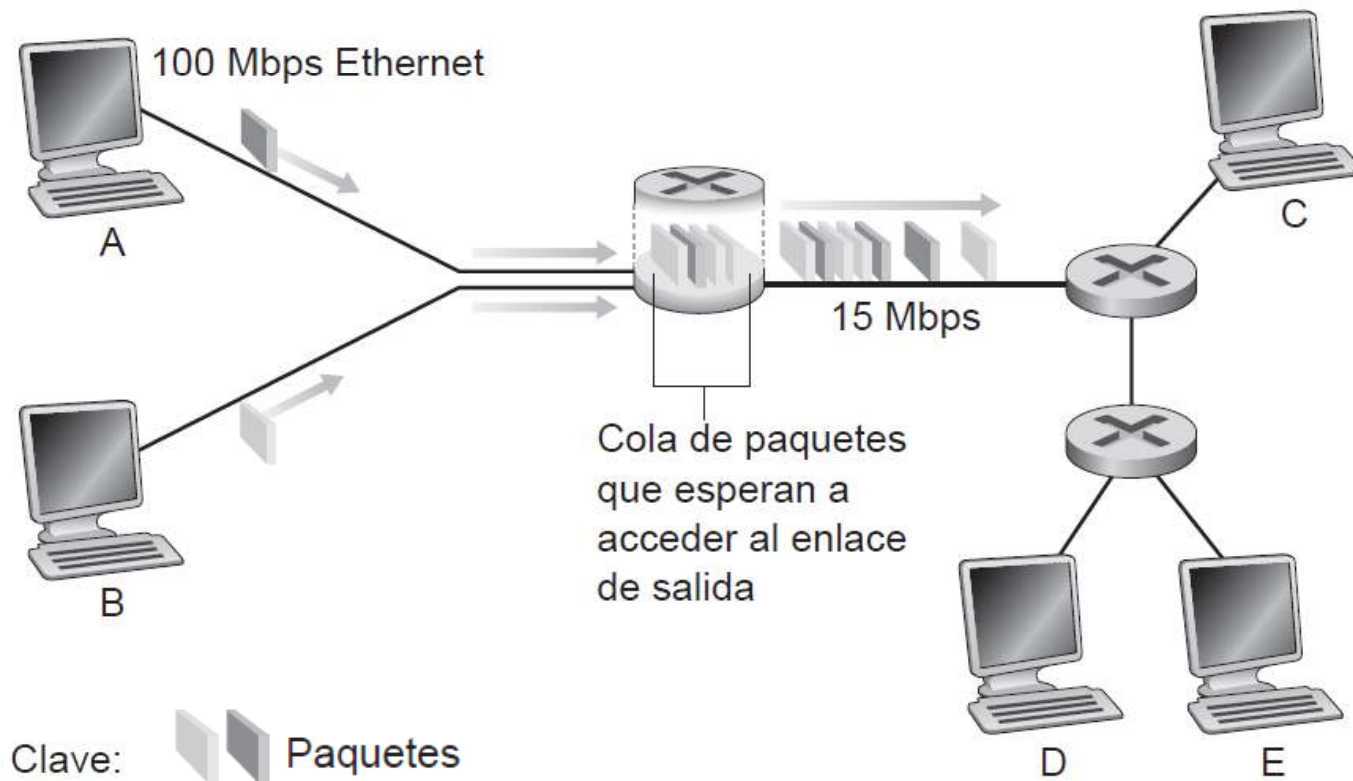
❑ ***Flujo de datos dividido en paquetes***

- *Cada paquete usa el ancho de banda total*

Conmutación de Paquetes

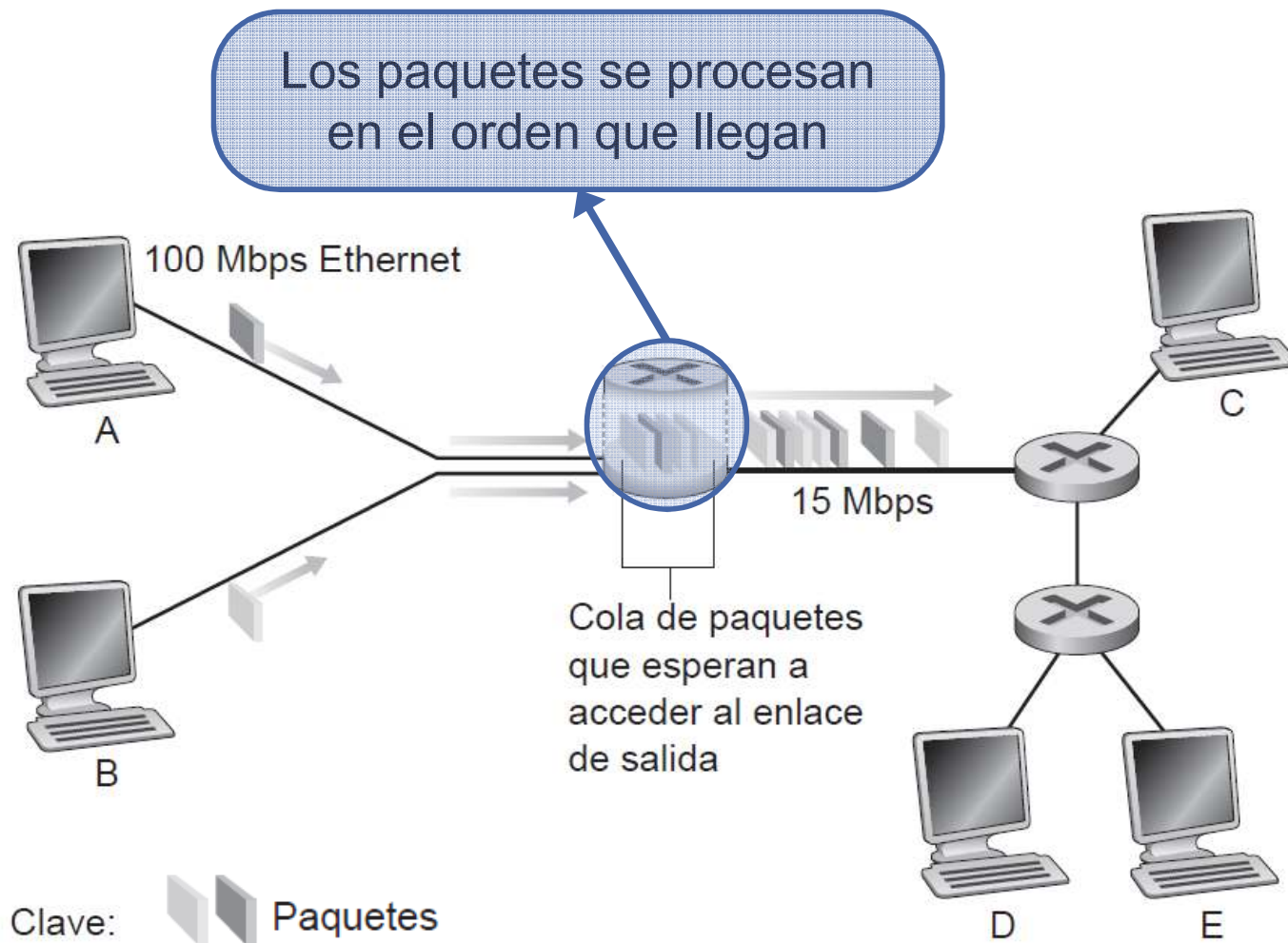
❑ *¿Cómo se envían los paquetes?*

➤ *Multiplexación estadística*



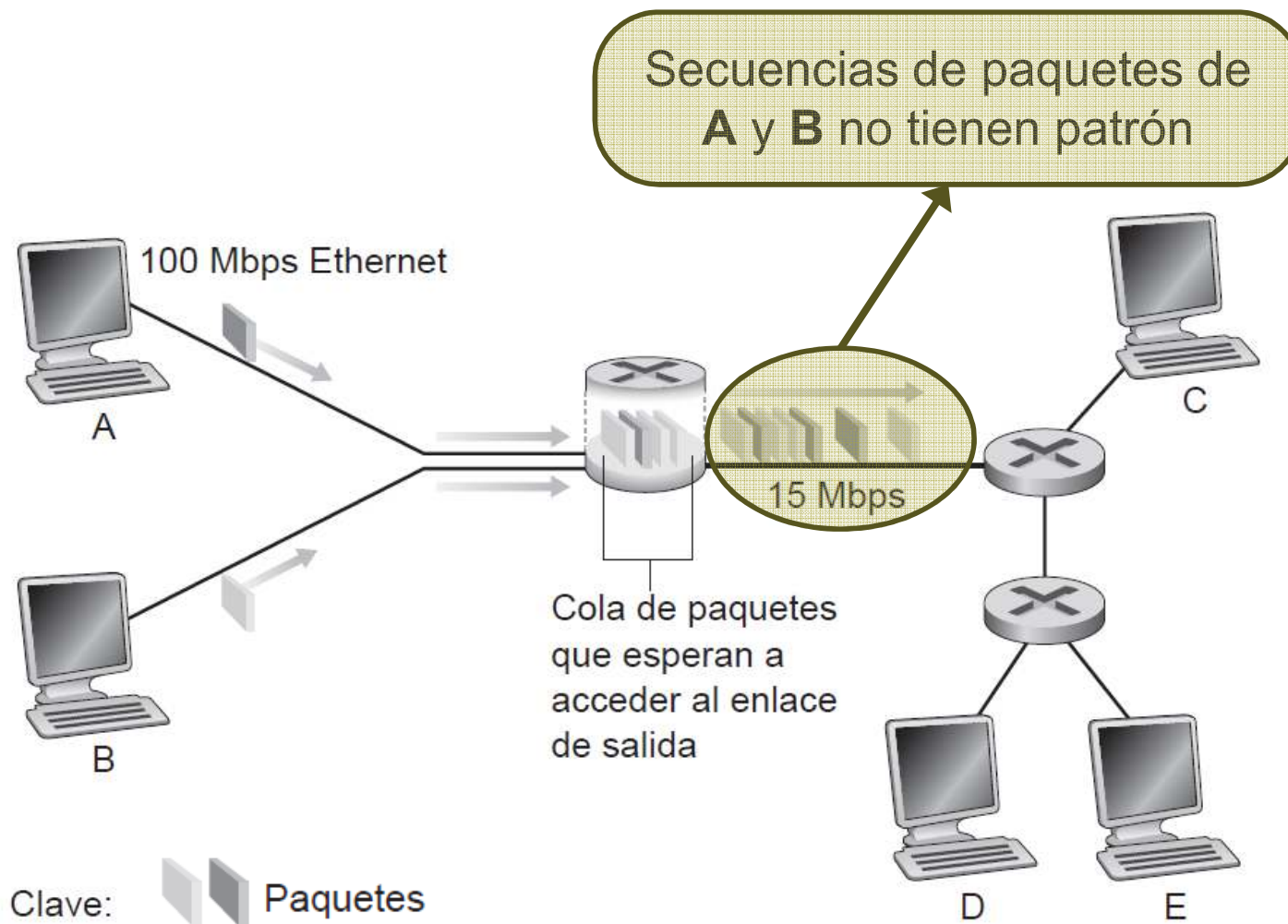
Conmutación de Paquetes

❑ ¿Cómo se envían los paquetes?



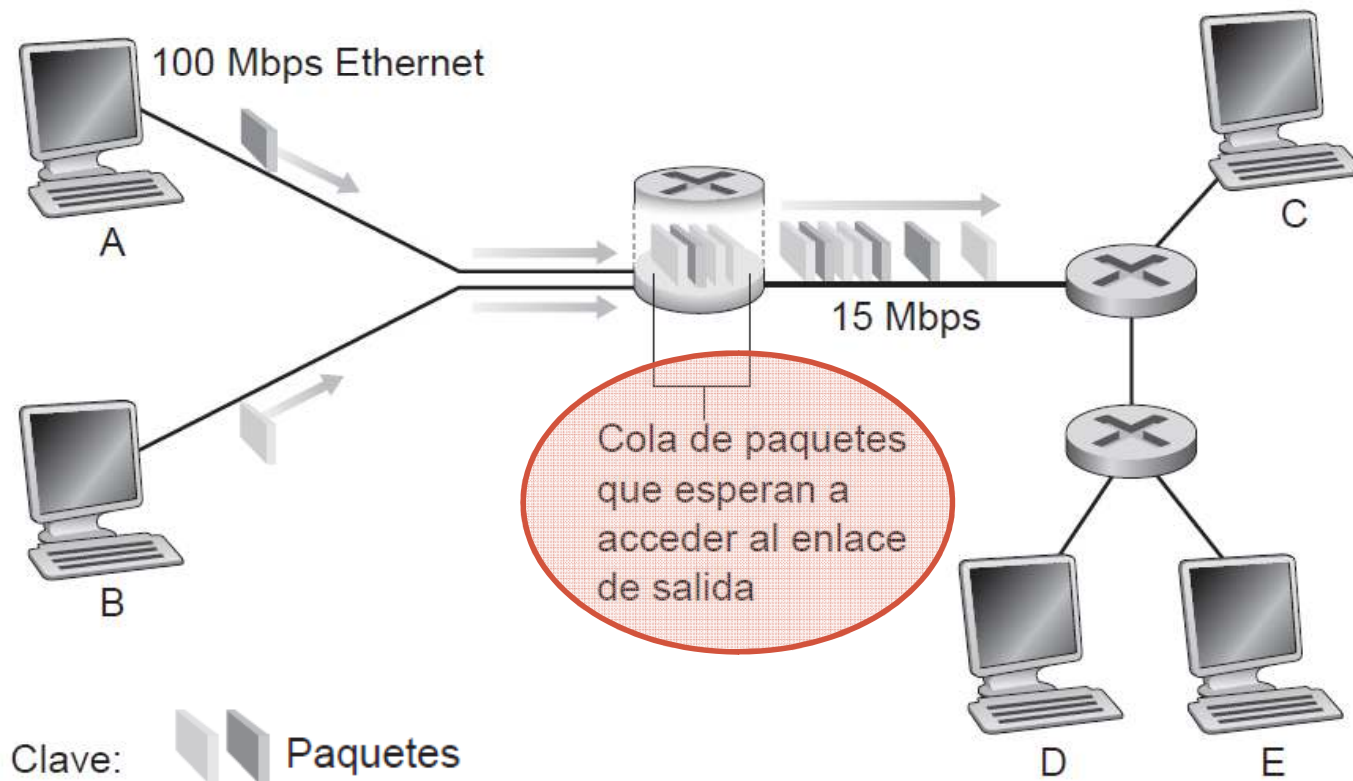
Conmutación de Paquetes

❑ *¿Cómo se envían los paquetes?*



Conmutación de Paquetes

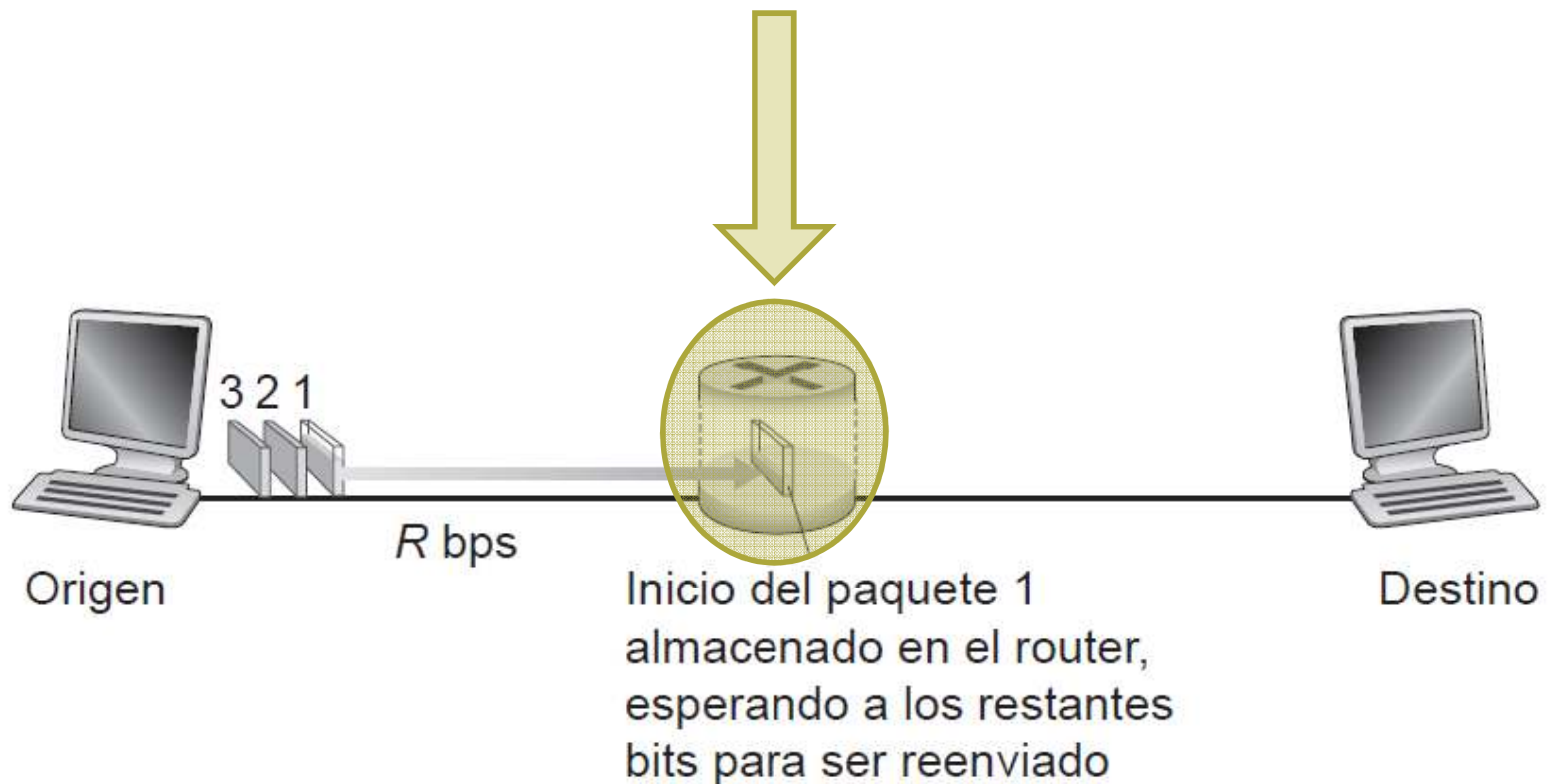
❑ *¿Cómo se envían los paquetes?*



Conmutación de Paquetes

❑ ¿Cómo se envían los paquetes?

- Transmisión de **Almacenamiento y Re-envío**
 - ❖ El nodo recibe el *paquete completo* antes de re-enviarlo.

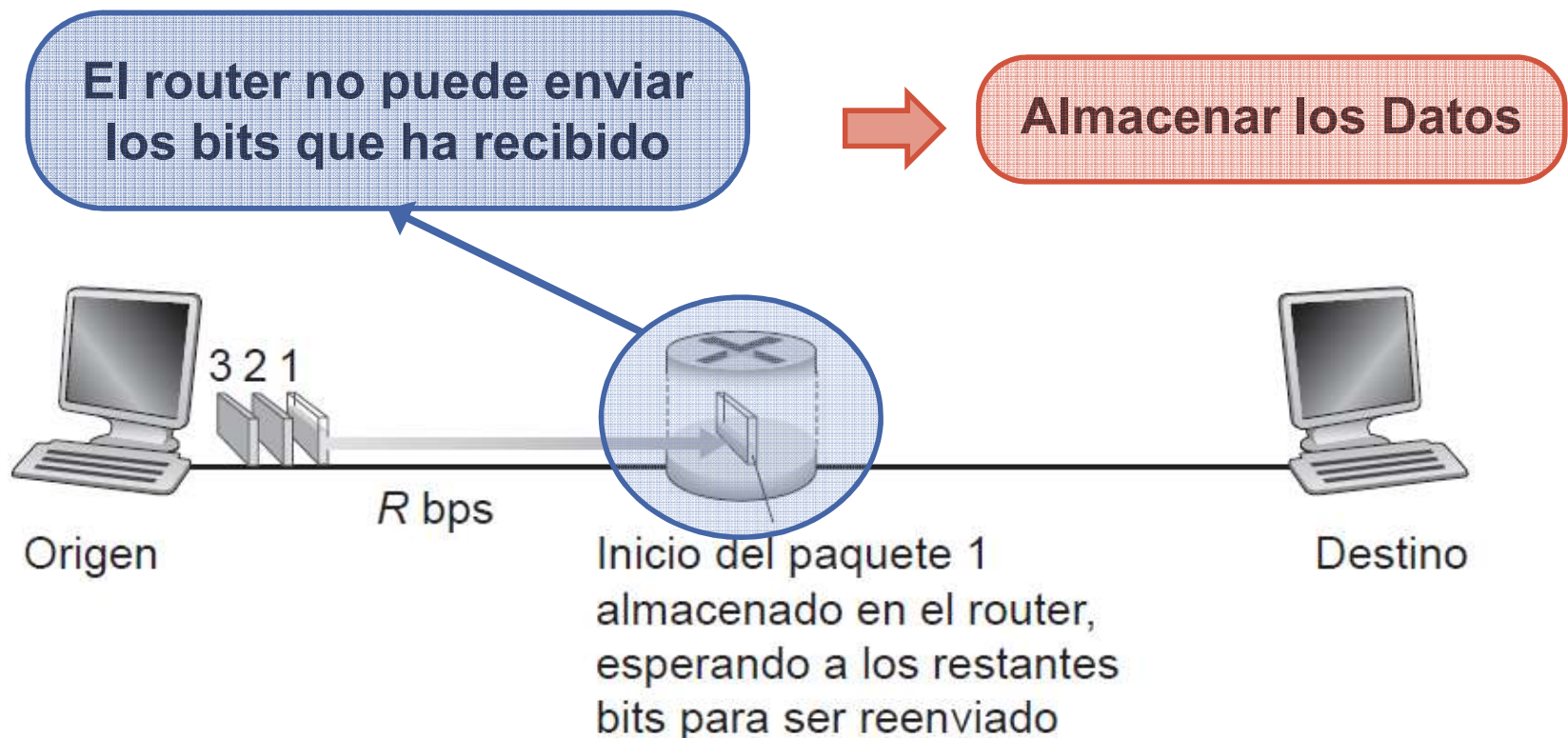


Conmutación de Paquetes

❑ ¿Cómo se envían los paquetes?

➤ Transmisión de **Almacenamiento y Re-envío**

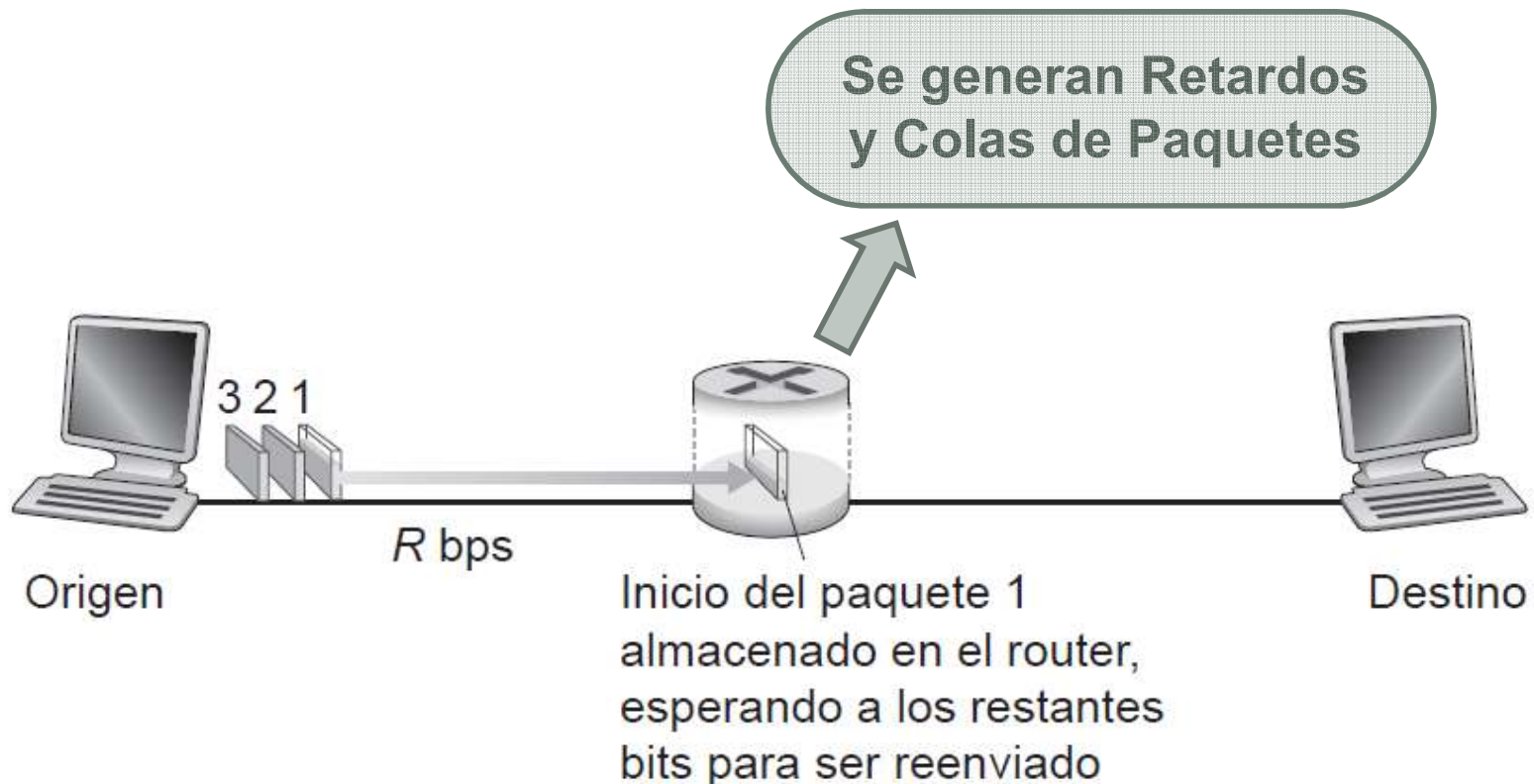
- ❖ El nodo recibe el *paquete completo* antes de re-enviarlo.



Conmutación de Paquetes

❑ ¿Cómo se envían los paquetes?

- Transmisión de **Almacenamiento y Re-envío**
 - ❖ El nodo recibe el *paquete completo* antes de re-enviarlo.

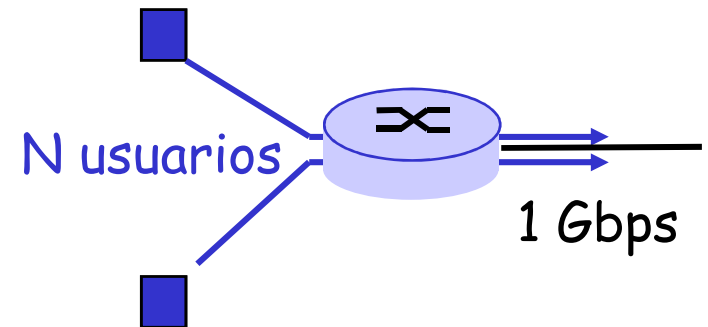


Ejemplo

Se tiene un enlace de 1Gbps. Se desea calcular cuántos usuarios se puede brindar servicio, con TDM y con conmutación de paquetes, si:

Cada Usuario:

- Usa 50 Mbps cuando están “activos”
- Está activos 10% del tiempo



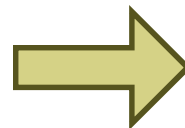
❑ **Conmutación de circuitos con TDM:**

$$R_{efectiva} = \frac{R_{canal}}{N}$$



$R_{efectiva}$: velocidad de cada usuario (circuito)
 N : cantidad de usuario (circuitos)

$$N = \frac{R_{canal}}{R_{efectiva}} = \frac{1Gbps}{50Mbps} = 20$$



**Se le puede dar servicio
a 20 usuarios**

Ejemplo

❑ *Conmutación de Paquetes:*

Ancho de banda total: 1Gbps

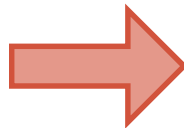
- 1 usuario → usa todo el ancho de banda
- 2 usuarios → compartir el ancho de banda entre 2
- 3 usuarios → compartir el ancho de banda entre 3

....

Se puede suponer



Si hay 20 usuarios
transmitiendo al
mismo tiempo



En promedio van a transmitir a
50Mbps

Ejemplo

❑ *Conmutación de Paquetes:*

¿A cuántos usuarios puedo dar servicio si quiero “*estar seguro*” de que haya como máximo 20 transmitiendo al mismo tiempo?

NO se puede
“*estar seguro*”

En promedio van a transmitir a
50Mbps

Ejemplo

❑ *Conmutación de Paquetes:*

*Calcular la PROBABILIDAD de
que haya 20 usuarios o menos
transmitiendo*



NO se puede
“estar seguro”

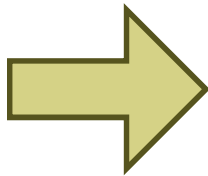
En promedio van a transmitir a
50Mbps

Ejemplo

❑ *Conmutación de Paquetes:*

Calcular la PROBABILIDAD de que haya 20 usuarios o menos transmitiendo

C/usuario: 10%
 $p=0,1$

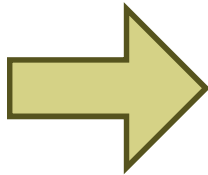


Con **100 usuarios** la probabilidad de tener más de 20 activos es apenas del **0,08%**

Ejemplo

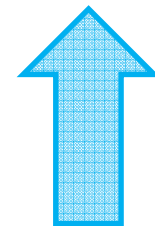
❑ *Conmutación de Paquetes:*

Calcular la PROBABILIDAD de que haya 20 usuarios o menos transmitiendo



Con **100 usuarios** la probabilidad de tener más de 20 activos es apenas del **0,08%**

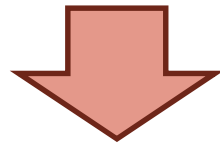
El **99,92%** de las veces se cumple la condición



Con **CONMUTACIÓN de PAQUETES** ➡ **100 Usuarios**

Conmutación de Paquetes

- ❖ Más simple, no requiere establecimiento de llamada.
- ❖ Se comparten los recursos.
- ❖ No se puede asegurar velocidad de transmisión constante.
- ❖ No se desperdician recursos no utilizados por un circuito.
- ❖ Protocolos para el control de congestión.



**Aparecen retardos y posibles
pérdidas de paquetes**