

# El Núcleo de Red

## Apartado 1.3

# Tema 1: Contenido

2

1.1 ¿Qué es Internet?

1.2 Sistemas finales, redes de acceso y enlaces

## 1.3 Núcleo de red

- **Conmutación de circuitos, conmutación de paquetes, estructura de red**

1.4 Retardo, pérdidas y rendimiento en redes de conmutación de paquetes

1.5 Capas de protocolo, modelos de servicios

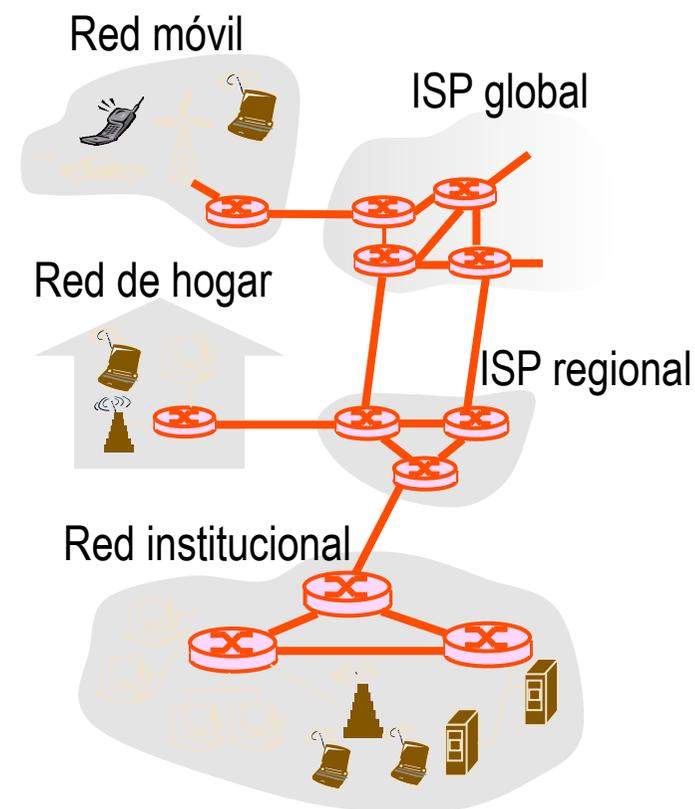
1.6 Historia

# El Núcleo de Red (“core”, “backbone”)

3

## ¿Cómo se intercambia la información?

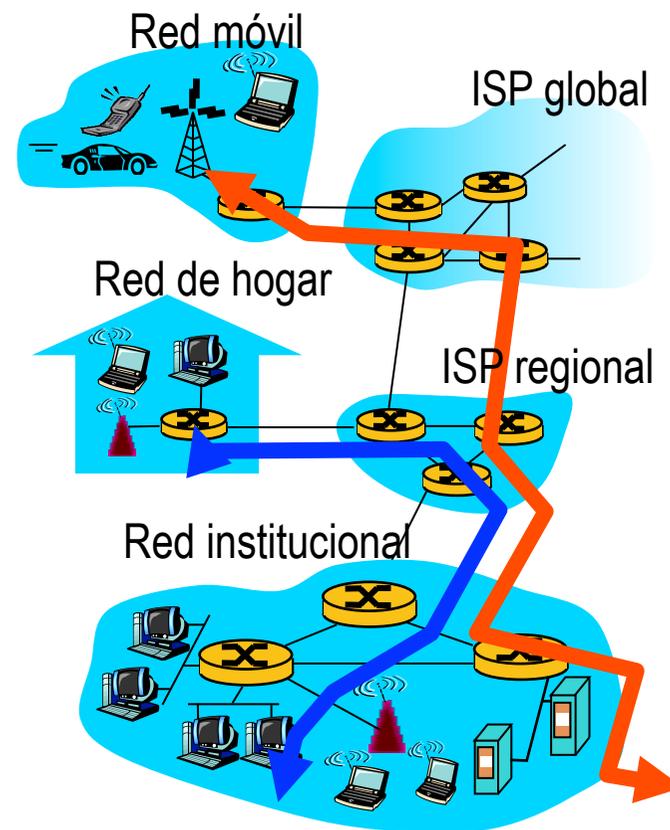
- A través del soporte físico que provee el Núcleo de Red
- Dos paradigmas:
  - ▣ **Conmutación de Circuitos**  
Canal dedicado para cada comunicación  
Ej: redes telefónicas (llamada telefónica)
  - ▣ **Conmutación de Paquetes**  
Canal compartido. La información se trocea  
Ej: redes de datos
- Caso de Internet
  - ▣ Malla de *routers* interconectados
  - ▣ Opera mediante conmutación de paquetes



# Conmutación de Circuitos (“Circuit Switching”)

4

- ❑ Cada comunicación dispone de recursos reservados extremo a extremo
  - ❑ Capacidad de transmisión
    - ❑ Ancho de banda en los enlaces
  - ❑ Capacidad de conmutación
- ❑ Fase de establecimiento
- ❑ Calidad constante



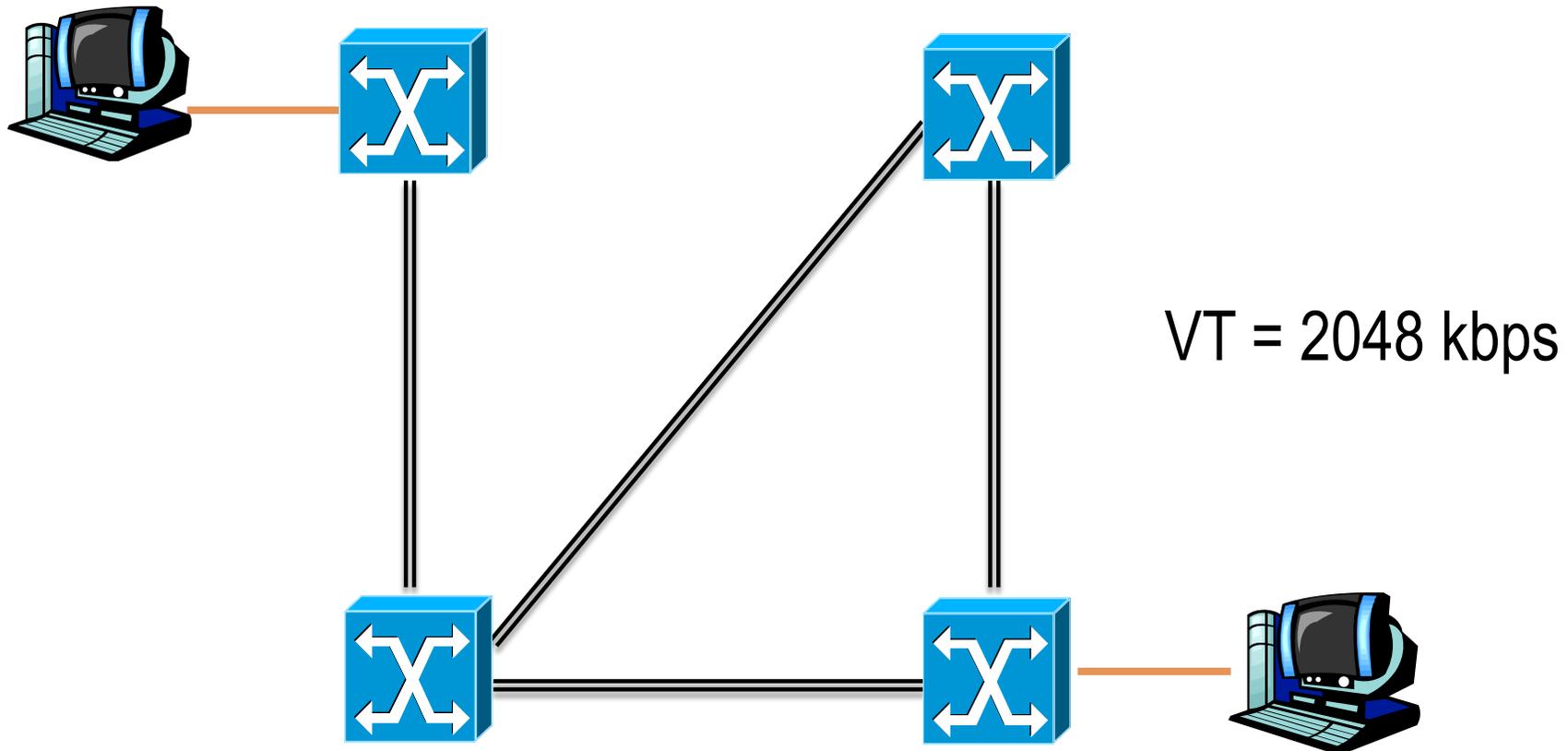
# Conmutación de Circuitos (“Circuit Switching”)

5

- ❑ Los recursos (p.e. el ancho de banda) se dividen en trozos (“circuitos”) → **Reparto**
- ❑ A cada comunicación se le asigna uno de los circuitos → **Reserva** (estática o dinámica)
- ❑ Algunas “pegas”:
  - ❑ Los circuitos no asignados quedan ociosos
  - ❑ Los recursos asignados y no usados por su “dueño”, también quedan ociosos
  - ❑ Si se quiere muchas comunicaciones, los “trozos” deben ser muy pequeños

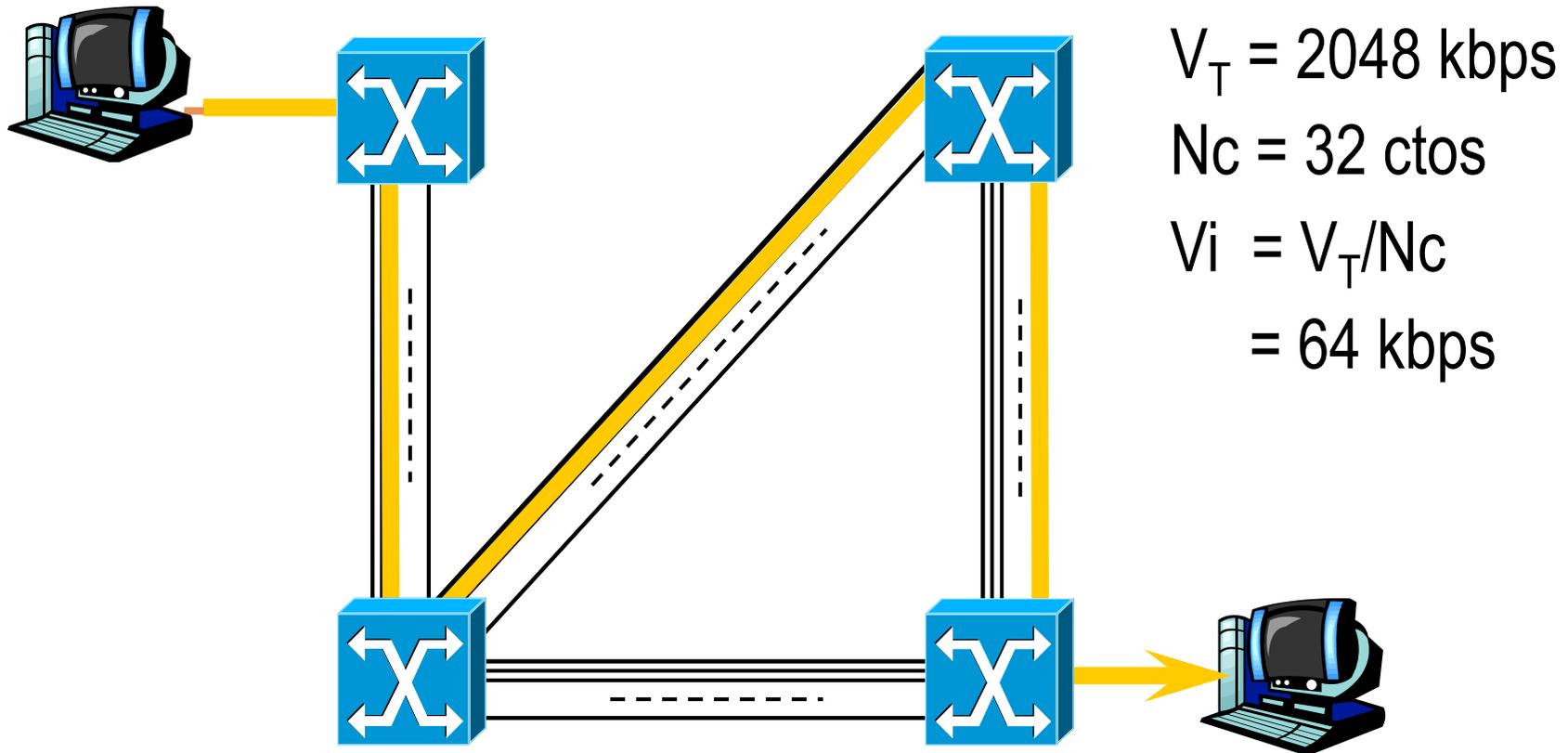
# Conmutación de circuitos: ejemplo

6



# Conmutación de circuitos: ejemplo

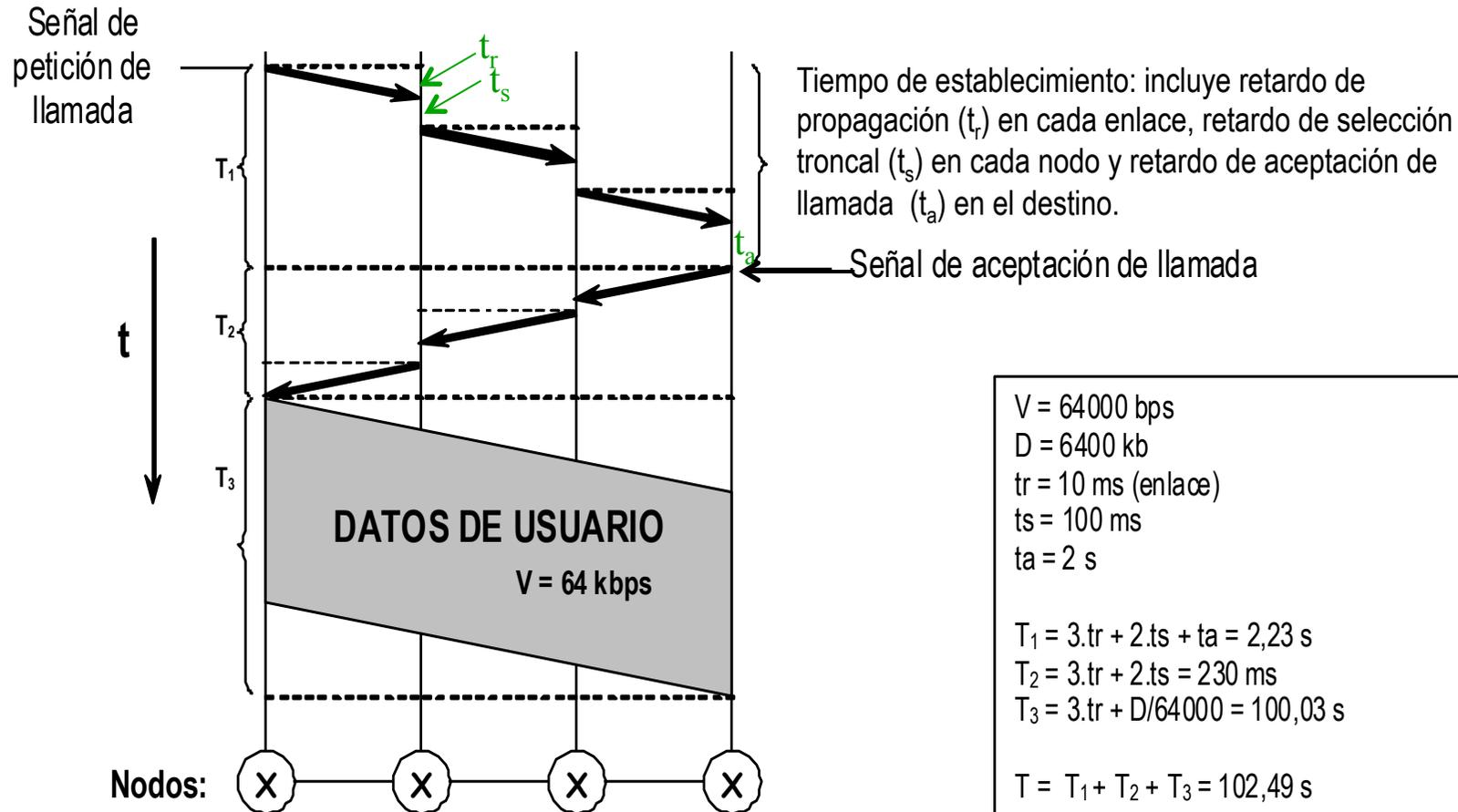
7



# Conmutación de circuitos: **evolución temporal**

8

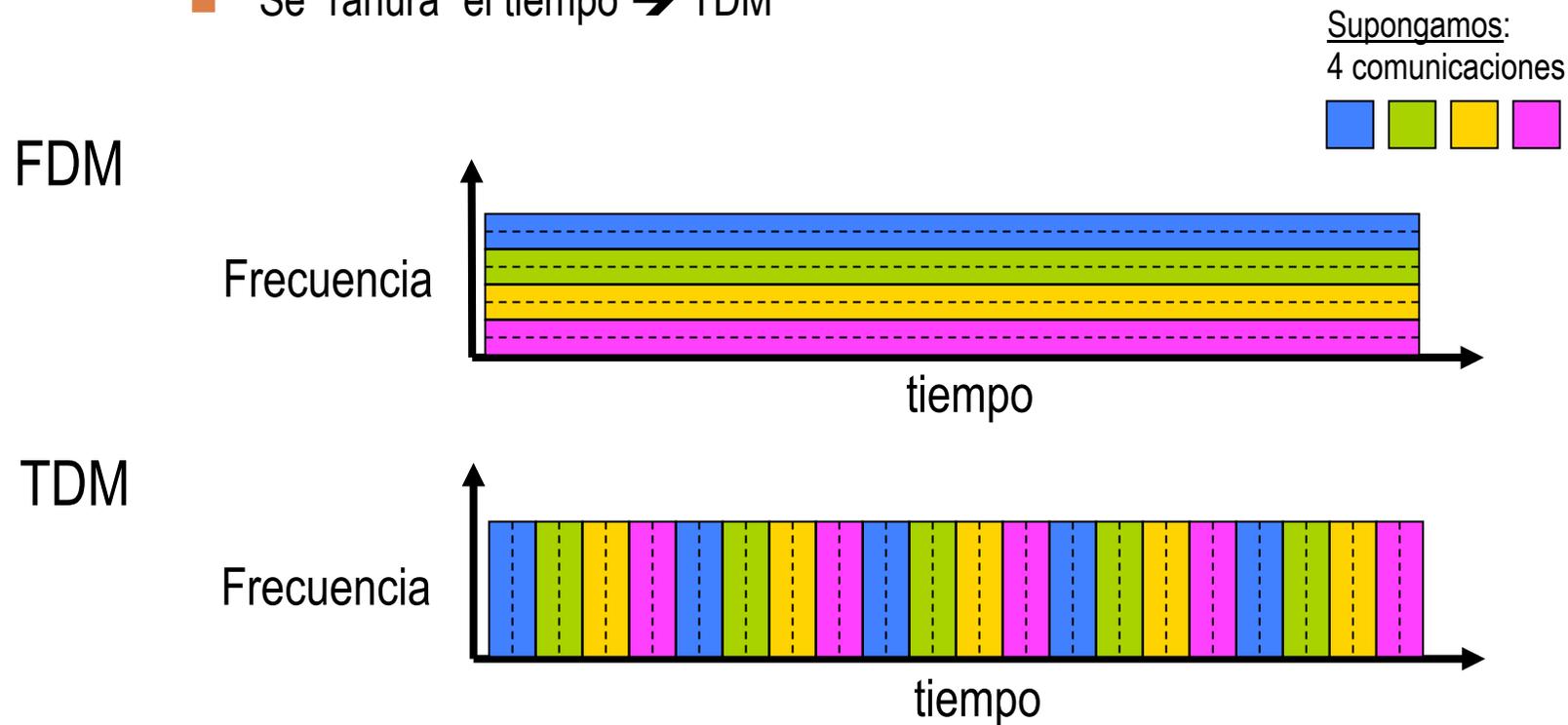
## Ejemplo de llamada telefónica



# Conmutación de circuitos: FDM y TDM

9

- ¿Cómo se hace el reparto (**multiplexación**)?
  - ▣ En frecuencia
    - Se reparte la capacidad espectral → FDM
  - ▣ En tiempo
    - Se “ranura” el tiempo → TDM



# Conmutación de circuitos: Resumen

10

## □ Ventajas

- Bajo retardo
  - Sólo retardos de transmisión y propagación, sin esperas
- No hay congestión (circuito exclusivo)
  - Una vez establecido el circuito (reserva de recursos hecha)

## □ Inconvenientes

- Tiempo de establecimiento del circuito previo a la transmisión → **espera**
- Períodos de inactividad → **recurso asignado ocioso**
- N° de recursos finito → **bloqueo o rechazo de nuevas comunicaciones**
- Transmisión acoplada en velocidad
  - No hay “buffer” de almacenamiento

# Conmutación de paquetes

11

- ❑ Los recursos de la red:
  - ❑ Se comparten
    - ❑ Cada comunicación los usa cuando los necesita y los libera después
  - ❑ No hay reservas ni asignaciones
  - ❑ Se compite por los recursos
- ❑ ¿Cómo se evita el monopolio?
  - ❑ El flujo de información se divide en pequeños “trozos” (paquetes)
    - ❑ Los paquetes se envían de manera “independiente” unos de otros
  - ❑ Cada paquete se recibe, se procesa y se reenvía cuando se puede
    - ❑ Almacenamiento & Retransmisión (*store & forward*)
  - ❑ Los paquetes de diferentes comunicaciones:
    - ❑ Se intercalan, comparten el uso de los recursos

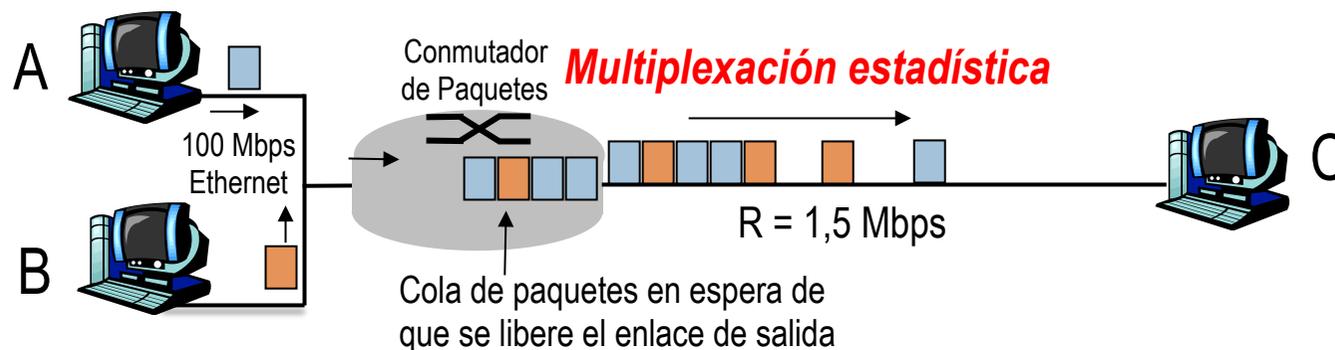
# Conmutación de paquetes

12

- ¿Cómo se organiza el envío de paquetes?
- ¿Cómo se procede si varios clientes desean enviar paquetes de datos a la vez?
  - → Varias comunicaciones a la vez
- Solución:
  - Cola FIFO → Cola de paquetes en espera del recurso
    - FIFO: First In, First Out
    - Primero en llegar, primero en salir → Retardo de espera
  - Pero:
    - El retardo crece exponencialmente con la carga
    - Pueden ocurrir atascos severos
      - → Colas se desbordan → Congestión
      - → O simplemente un retardo no tolerable

# Multiplexación **estadística** de flujos de paquetes

13



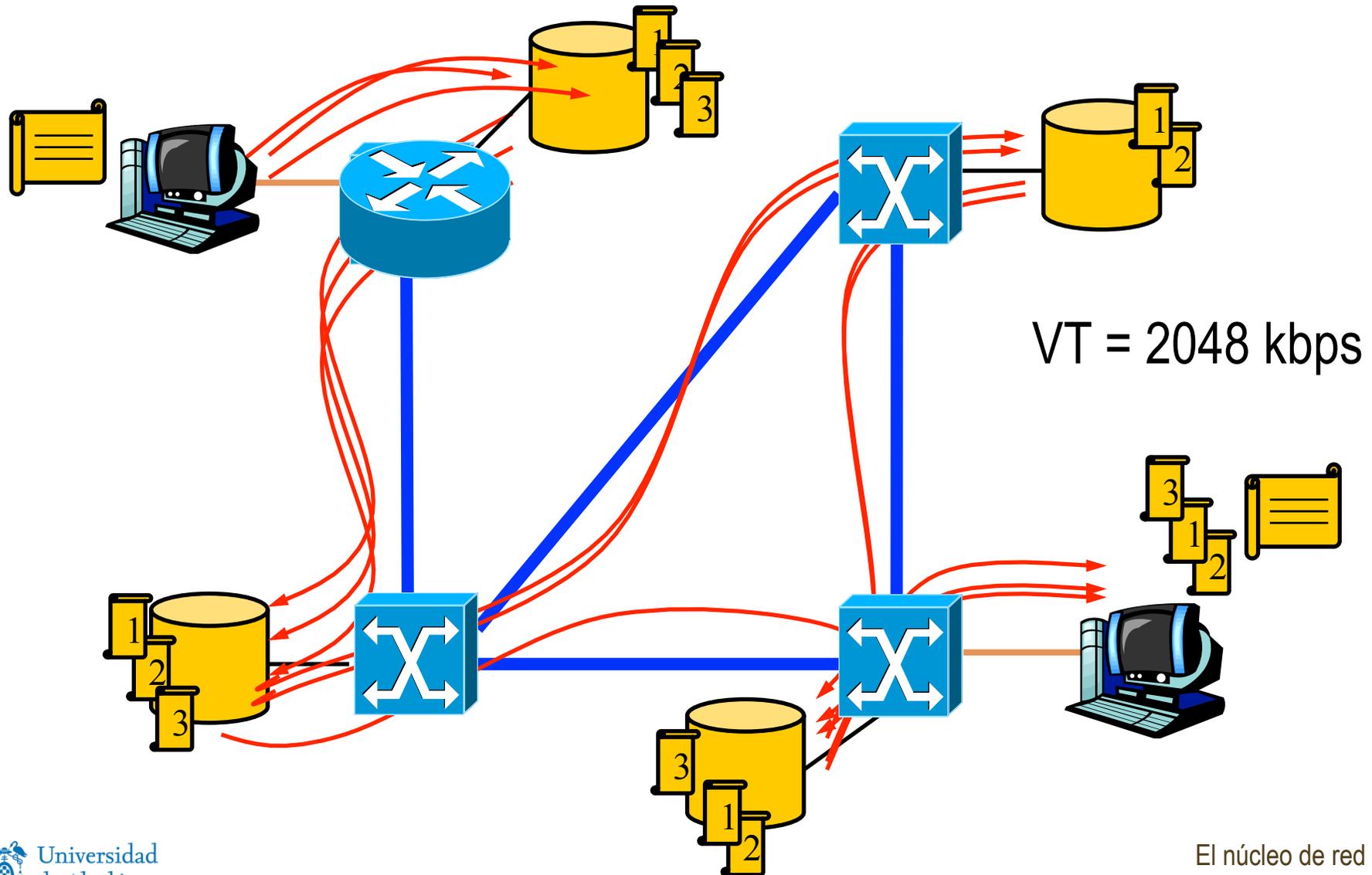
- ❑ Flujos de paquetes de las fuentes (A y B) **NO** son constantes
- ❑ En principio:
  - ❑ Cada fuente puede utilizar el **enlace** entre el conmutador y C cuando lo necesite

→ ***multiplexación estadística de flujos***

OJO: NO es TDM, cada comunicación NO tiene una asignación fija

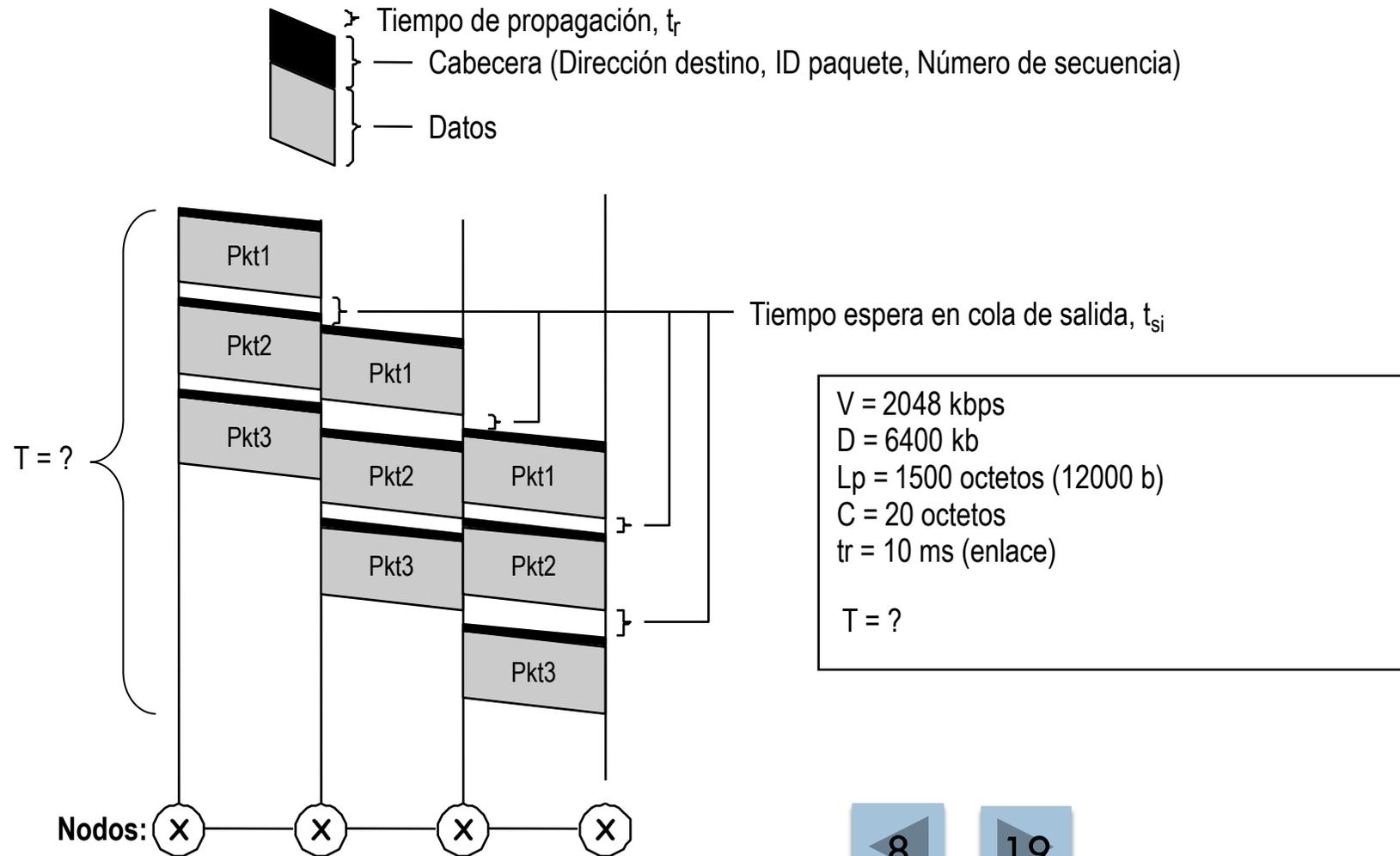
# Conmutación de paquetes: ejemplo

14



# Conmutación de Paquetes: **evolución temporal**

15



# Conmutación de paquetes - Resumen

16

## Ventajas

- Asignación dinámica
  - ▣ El canal sólo se ocupa si se necesita
- No hay bloqueo/rechazo
  - ▣ Si el canal está ocupado se espera
- Más flexible
  - ▣ Posibles caminos alternativos se eligen en cada “salto” por paquete (caso datagramas)
- Transmisión en paralelo
  - ➔ menor retardo

## Inconvenientes

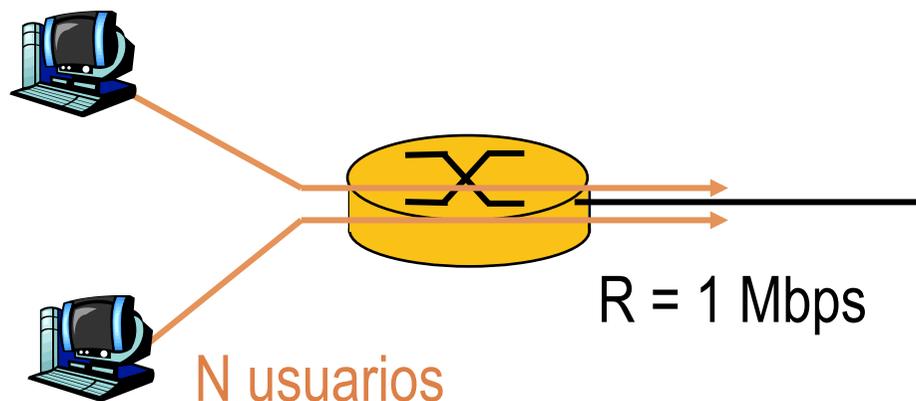
- Posible congestión
  - ▣ ➔ Aumento del retardo
- Tara:
  - ▣ Dirección destino + ID paquete
- Retardo variable:
  - ▣ Tamaño del paquete
  - ▣ Carga de la red
- Posibles pérdidas parciales
- Posible reordenamiento de paquetes

# Paquetes versus Circuitos

17

*La conmutación de paquetes permite atender más usuarios que la conmutación de circuitos !?!? [según Kurose & Ross]*

- Enlace con  $R = 1 \text{ Mb/s}$
- Cada usuario genera:
  - ▣  $100 \text{ kb/s}$  si está “activo”
  - ▣ Activo el 10% del tiempo
- *Conmutación de Circuitos:*
  - ▣  $N = 10$  usuarios
- *Conmutación de Paquetes:*
  - ▣ Si  $N=35$ ,  
 $P(\text{activos} > 10) = 0.0004$



**Bajo estas condiciones, la CP ofrece prácticamente el mismo rendimiento que la CC, pero permitiendo mayor número de usuarios (más del triple en este ejemplo)**

# Paquetes versus Circuitos

18

## Conmutación de paquetes: oé, oé, oé...

- ❑ Sí, si los datos son a ráfagas:
  - ❑ Funciona la multiplexación estadística
  - ❑ Resulta sencillo
- ❑ Pero si hay congestión:
  - ❑ Se producen retardos y pérdidas
  - ❑ No válido para determinados tipos de datos/aplicaciones
    - ❑ P.e: audio o video en vivo

# Paquetes versus Circuitos

19

Una comparativa formal como resumen

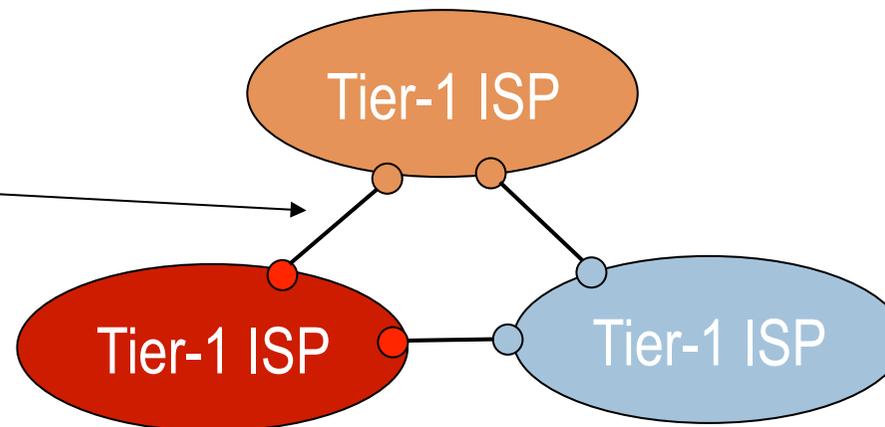
	Conmutación de Circuitos	Conmutación de Paquetes
<b>Tara (<i>overhead</i>)</b>	Establecimiento del circuito	Dirección destino + id. paquete
<b>Velocidad</b>	$V_i = V_T / N_C$	$V_i = V_T$
<b>Nº de transmisiones independientes</b>	1	N-1 (N = Nº de nodos)
<b>Transmisión en paralelo</b>	-	SI
<b>Espera en cola</b>	NO	En cada nodo (por paquete)
<b>Congestión</b>	En establecimiento	En cada nodo <b>durante la comunicación</b>
<b>Tarificación</b>	Por establecimiento, por tiempo de uso y por destino	¿Por volumen de datos?

# Estructura de Internet (red de redes)

20

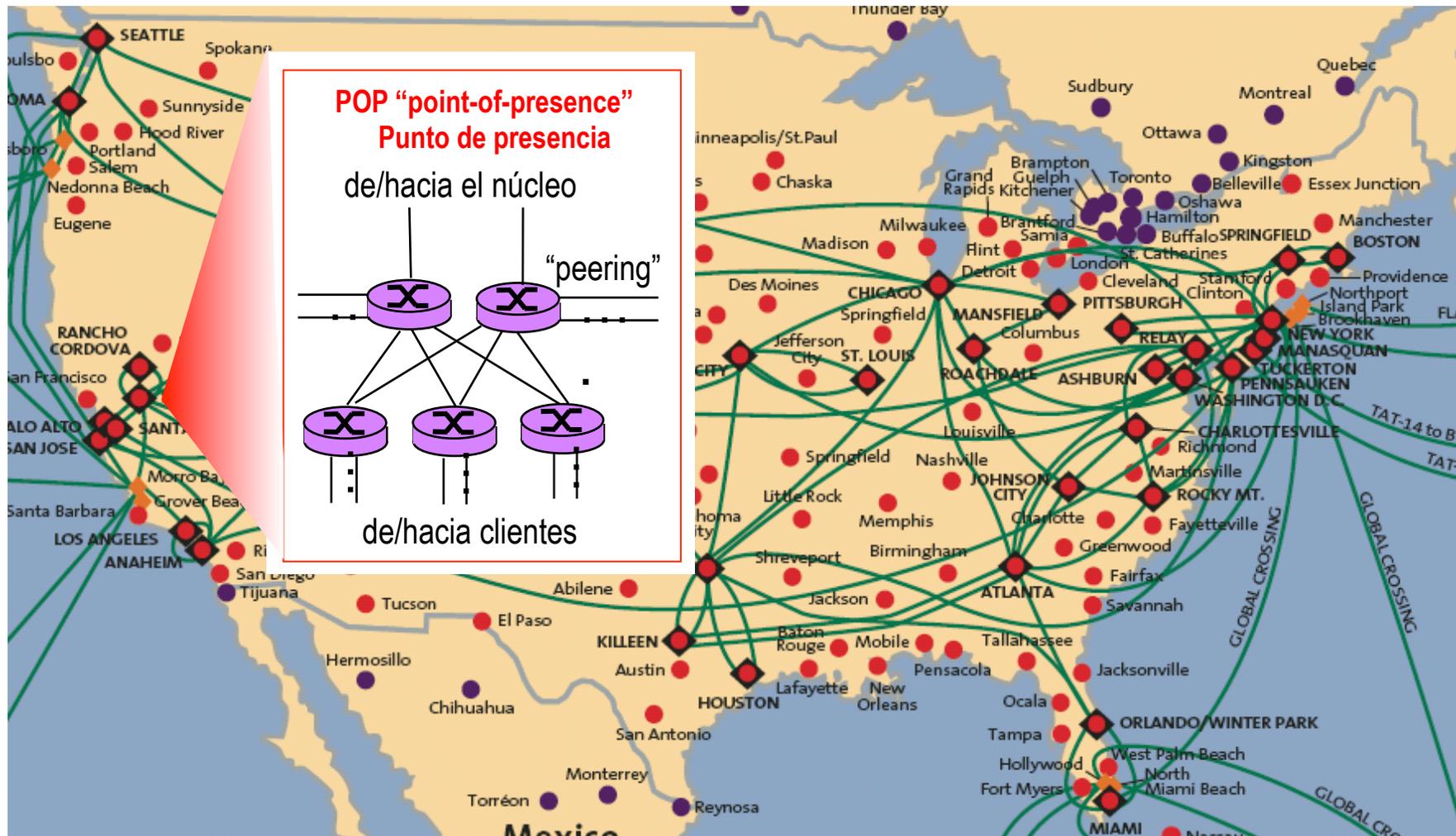
- ❑ Más o menos jerarquizada
- ❑ En el nivel más alto (en el centro de la red):
  - “Tier-1” ISPs (proveedores globales)
    - ▣ Con cobertura nacional y/o internacional  
(Telefónica, Vodafone, Verizon, Sprint, AT&T, Cable and Wireless)

Los proveedores de tipo “tier-1” (“peering”) se interconectan mediante enlaces privados a través de *Puntos de Presencia* (POP’s)



# Ejemplo de “Tier-1” ISP: Sprint

21

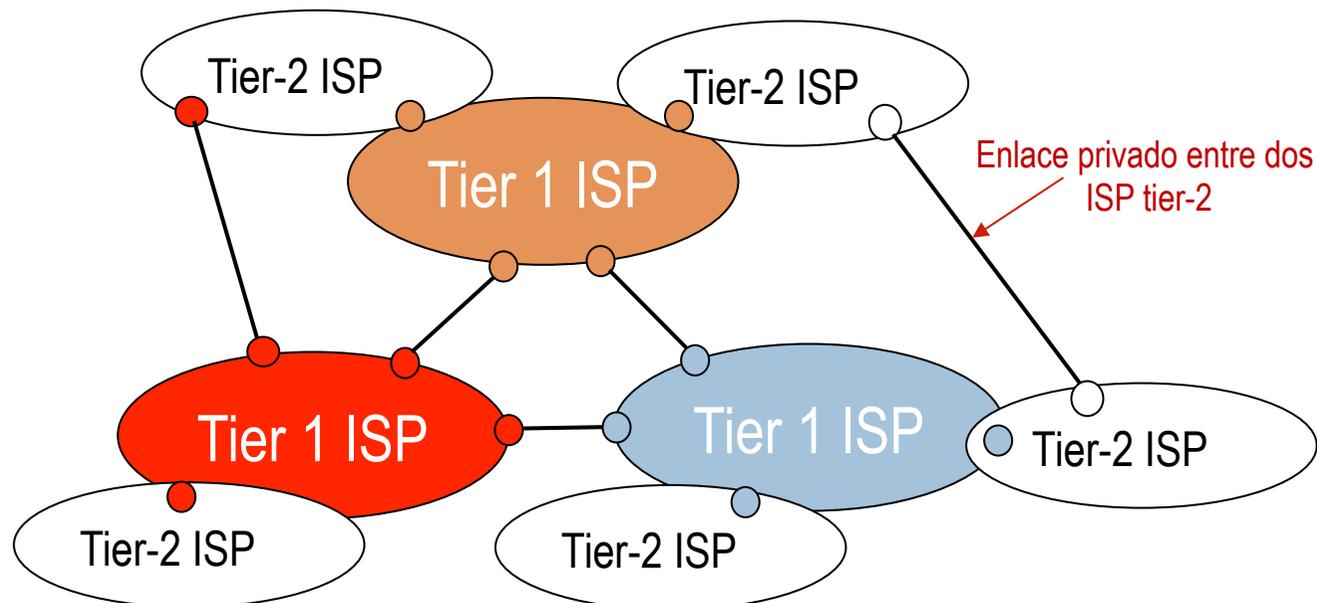


# Estructura de Internet (red de redes)

22

## □ “Tier-2” ISPs: ISPs más pequeños (regionales)

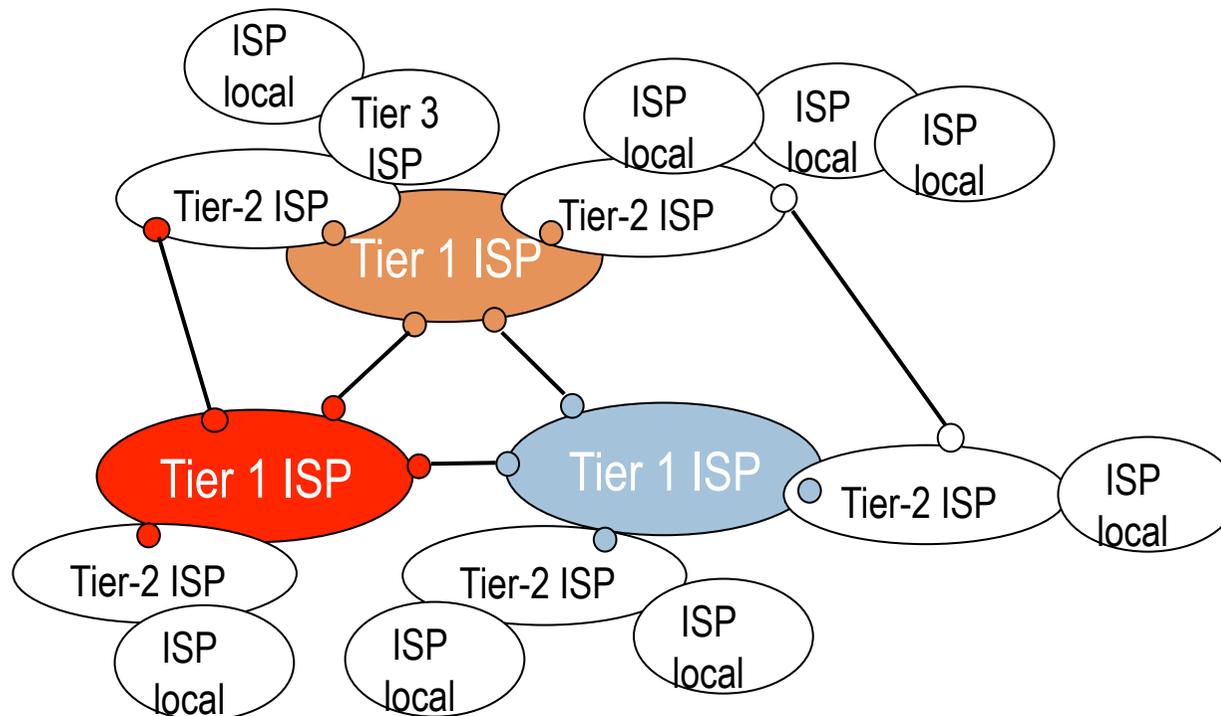
- Enlazan con uno o más ISPs (tier-1), y
- También con otros ISPs (tier-2) (normalmente)
- Son “clientes” de los ISPs Tier-1
  - Para poder alcanzar destinos en otras redes
  - “Pagan” por ello



# Estructura de Internet (red de redes)

23

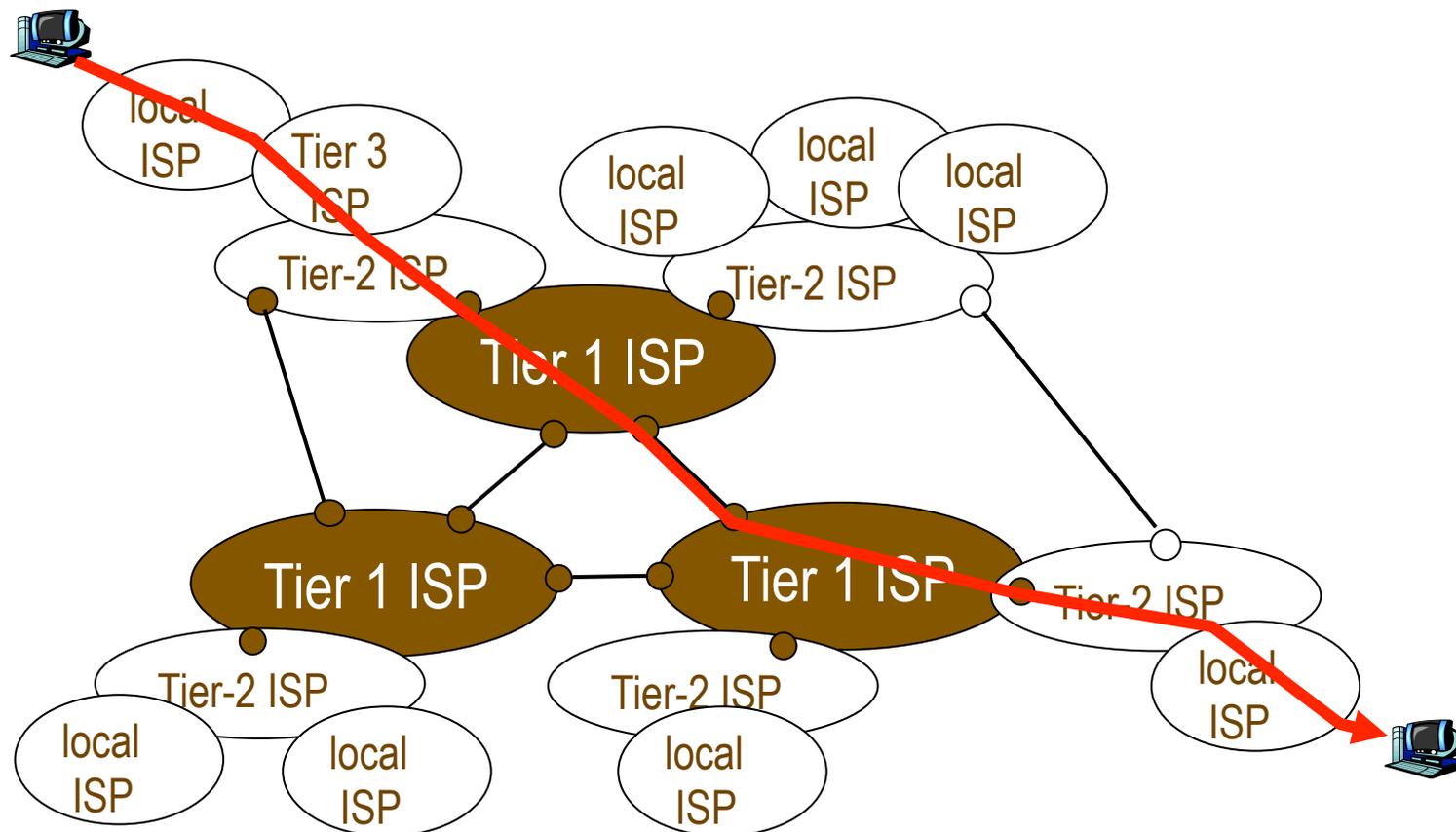
- ❑ “Tier-3” ISPs y Local ISPs
  - ▣ Cubren el “último salto” al cliente (“red de acceso”)
  - ▣ Son a su vez clientes de ISPs de nivel superior
- ❑ Un ISP puede ejercer funciones de varios niveles



# Estructura de Internet (red de redes)

24

- Un paquete puede atravesar múltiples redes de ISPs de varios niveles hasta alcanzar su destino



# Trabajo Personal del alumno

25

- Plan de trabajo del alumno
  - ▣ Ver Guía del Alumno
  
- Ver los siguientes enlaces relativos a los denominados puntos “neutros” de Internet (también indicados en el Aula Virtual)
  - ▣ Internet eXchange Point (IX o IXP)
    - [http://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_exchange\\_point](http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_exchange_point)
    - <http://www.espanix.net/>

# Estructura de Internet (red de redes)

26

□ Fuente: [http://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_exchange\\_point](http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_exchange_point)

