

# Capítulo 1: Introducción

ELO322: Redes de Computadores

Agustín J. González

Este material está basado en:

- El material preparado como apoyo al texto *Computer Networking: A Top Down Approach Featuring the Internet*, 3<sup>rd</sup> edition. Jim Kurose, Keith Ross, Addison-Wesley, 2004.

# Introducción

1.1 ¿Qué es la Internet?

1.2 Red periférica

1.3 Red central (core)

1.4 Red de acceso y medios físicos

1.5 Estructura de Internet e ISPs

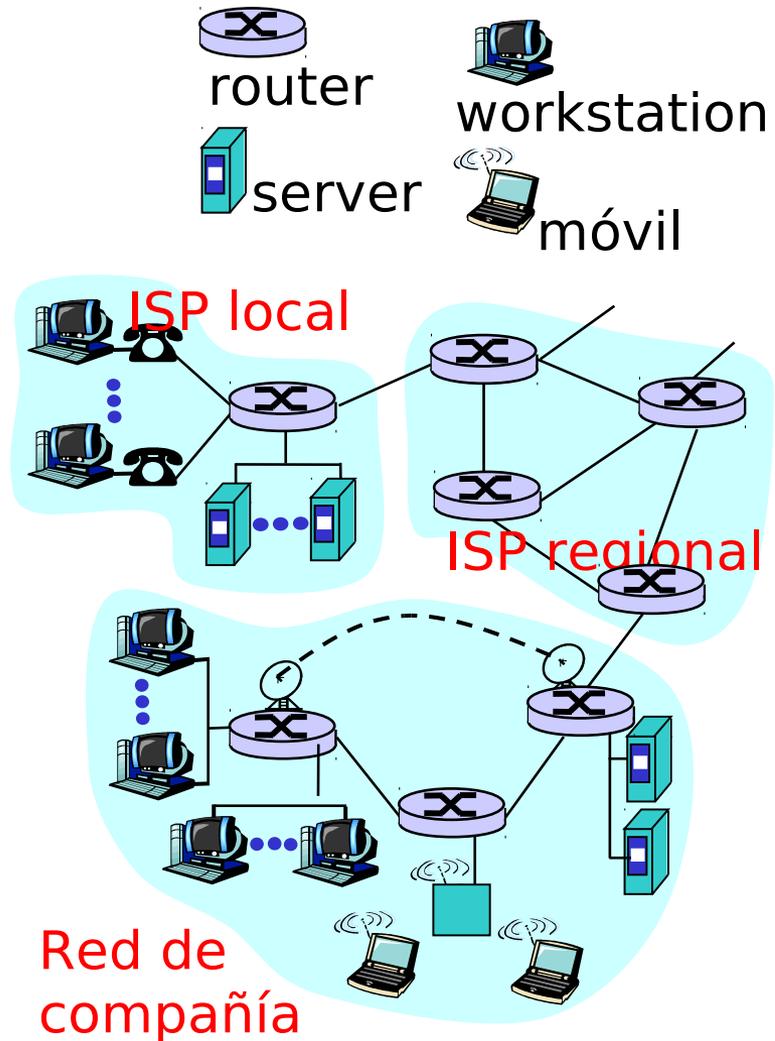
1.6 Retardos & pérdidas en redes de paquetes conmutados

1.7 Capas de protocolos, Modelo de servicio

1.8 Historia (lectura personal)

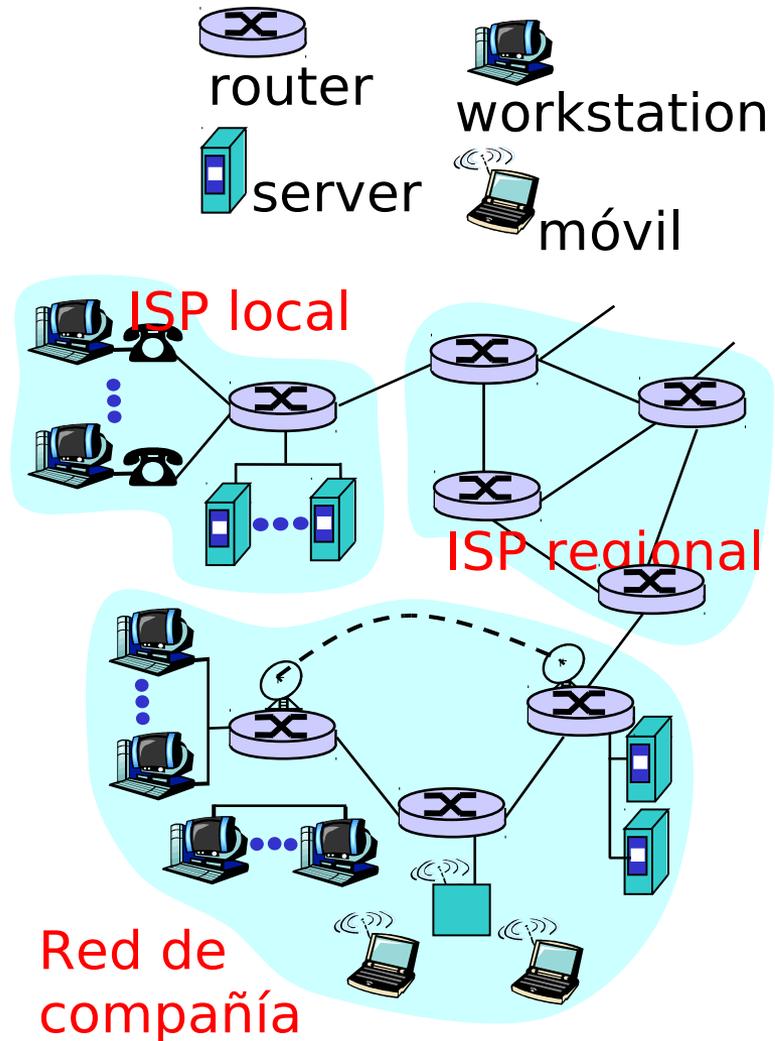
# ¿Qué es la Internet?

- ❑ Millones de dispositivos de cómputo conectados: *hosts = sistema terminal*
- ❑ Éstos corren las *aplicaciones de red*
- ❑ *Enlaces de comunicaciones*
  - fibra, cobre, radio, satélite
  - Tasas de transmisión = *ancho de banda (bandwidth)*
- ❑ *routers*: re-envía paquetes (datos binarios)



# ¿Qué es la Internet?

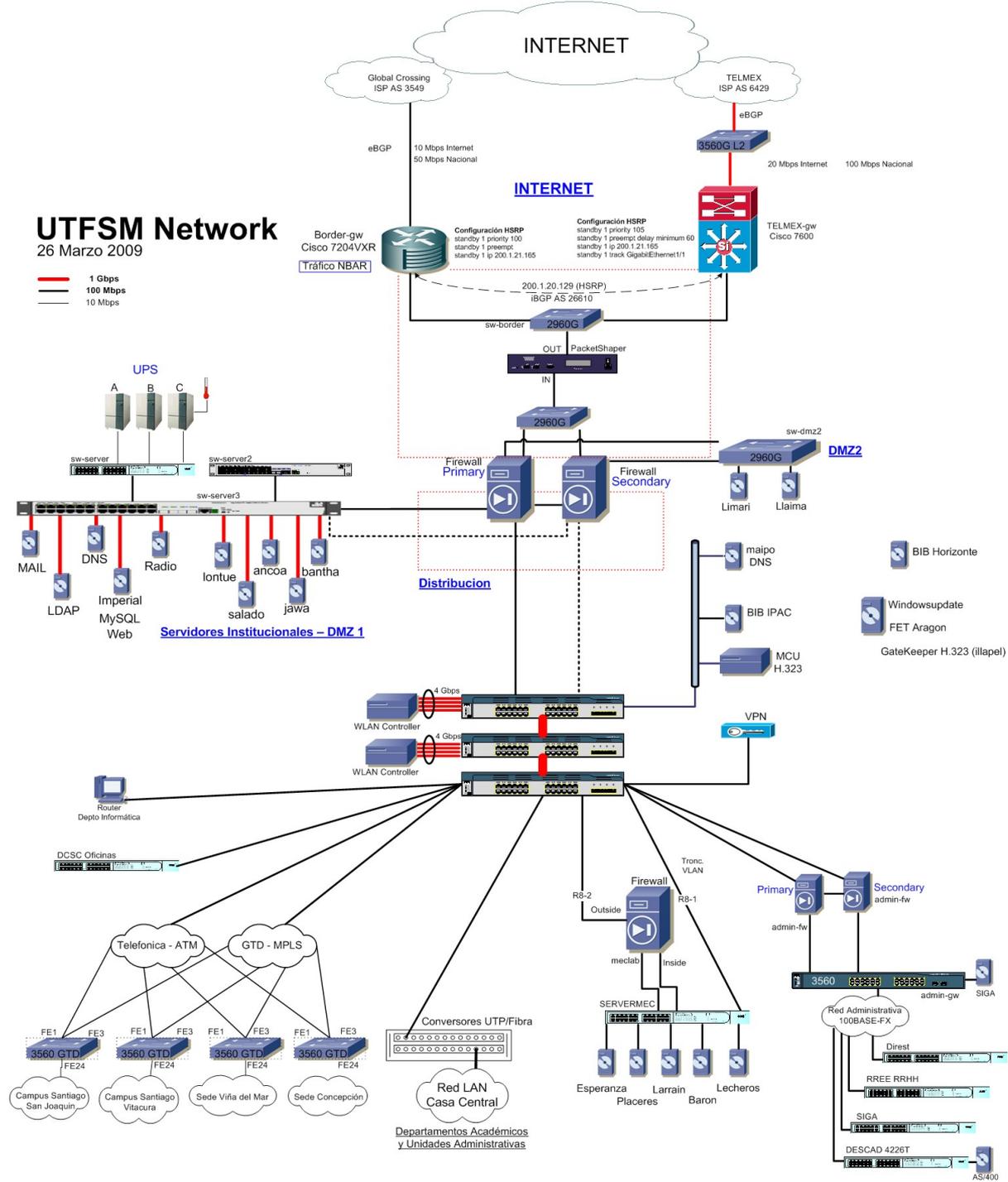
- ❑ *protocolos* controlan el envío, recepción de mensajes
  - e.g., TCP, IP, HTTP, FTP, PPP
- ❑ *Internet: “Red de redes”*
  - Débilmente jerárquica
  - Internet pública versus intranet privadas
- ❑ *Estándar en Internet*
  - RFC: Request for comments
  - IETF: Internet Engineering Task Force



# Red USM

Versión Marzo 2009

Ver:  
<http://www.dcs.c.utfsm.cl/rede/s/red/descripcion.html>



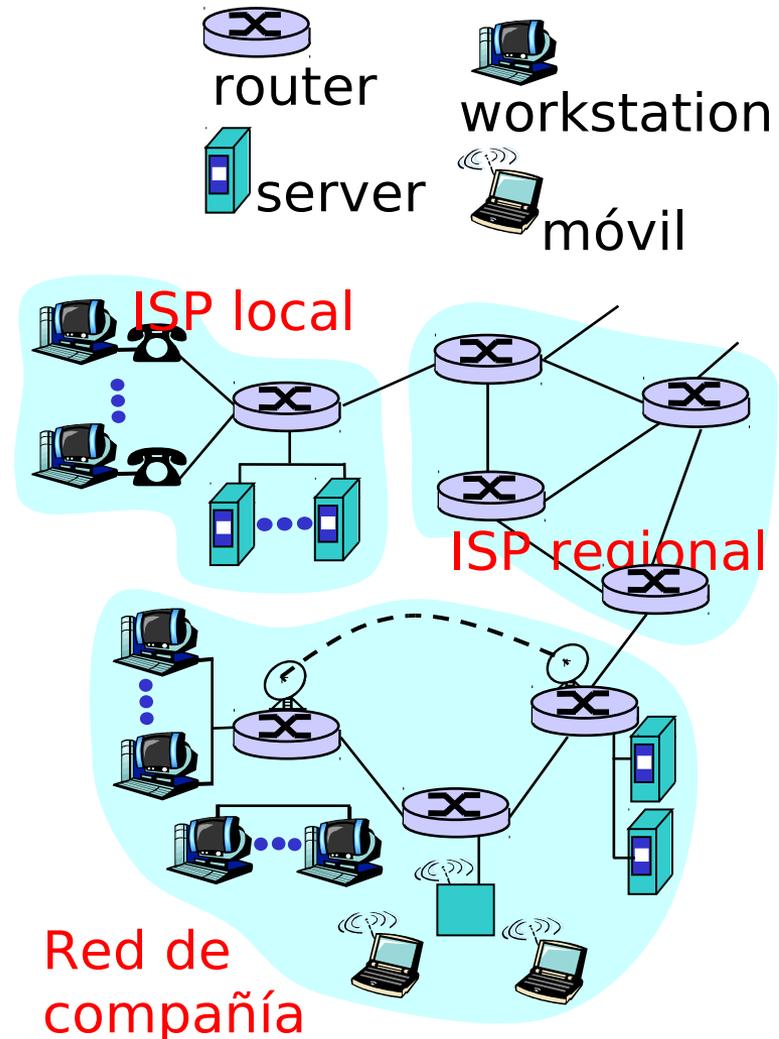
# ¿Qué es la Internet?: sus servicios

## ❑ *Servicios de comunicación provistos a las aplicaciones*

- Sin conexión, no confiable
- Con conexión, confiable

## ❑ *Infraestructura de comunicación* permite aplicaciones distribuidas

- e.g., Web, email, juegos, e-commerce, peer-to-peer (Kazaa, eMule), contenido (youtube, gmail, facebook)



# ¿Qué es un protocolo?

## Protocolos humanos:

- ❑ “¿Qué hora es?”
  - ❑ “Tengo una pregunta”
- ... mensaje específico es enviado
- ... acción específica es tomada cuando el mensaje u otros eventos son recibidos

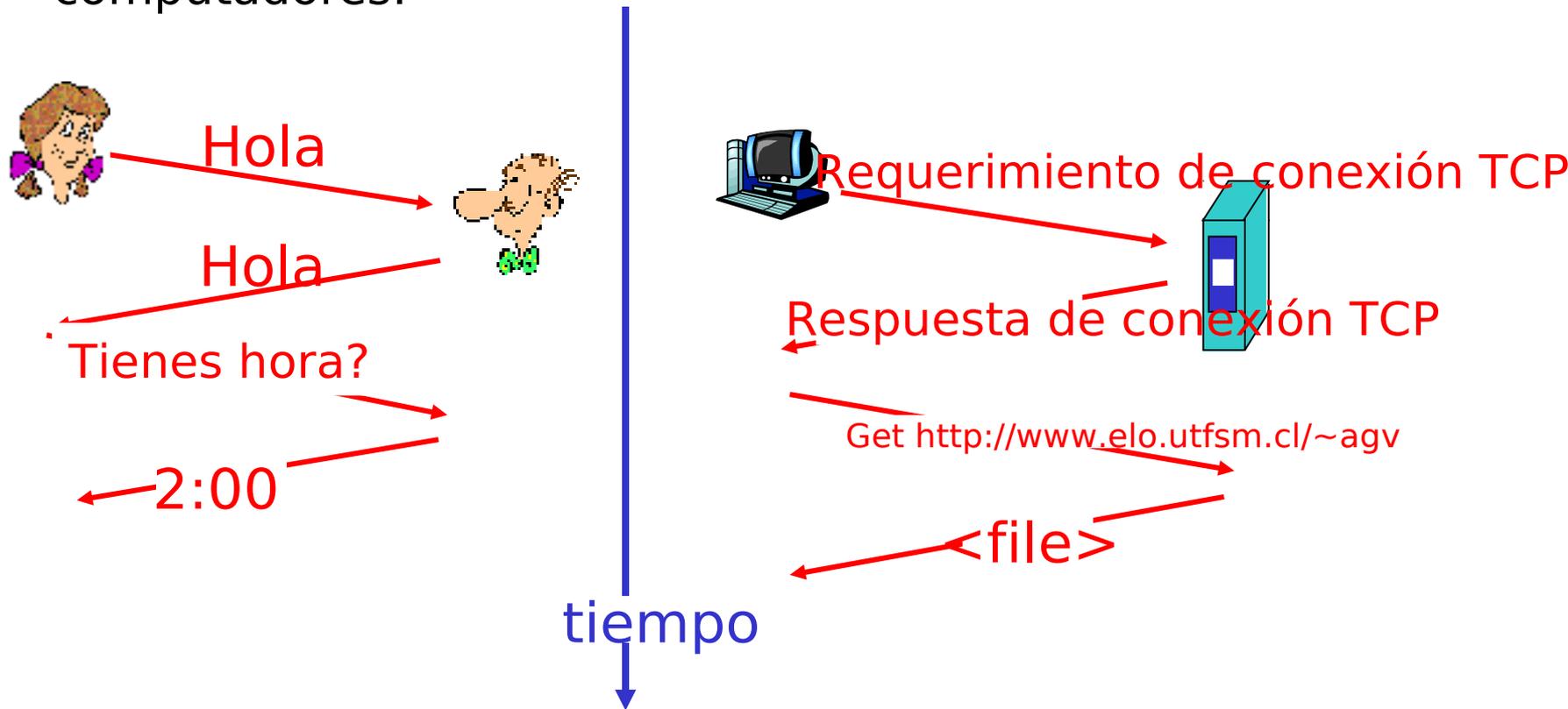
## Protocolos de red:

- ❑ Máquinas en lugar de humanos
- ❑ Todas las actividades de comunicación en Internet son gobernadas por protocolos

*Los protocolos definen el formato, orden de mensajes enviados y recibidos entre entidades de la red, y las acciones tomadas al transmitir o recibir mensajes*

# ¿Qué es un protocolo?

Un protocolo humano y un protocolo de redes de computadores:



Q: Otros protocolos humanos?

# Introducción

1.1 ¿Qué es la Internet?

1.2 Red periférica

1.3 Red central (core)

1.4 Red de acceso y medios físicos

1.5 Estructura de Internet e ISPs

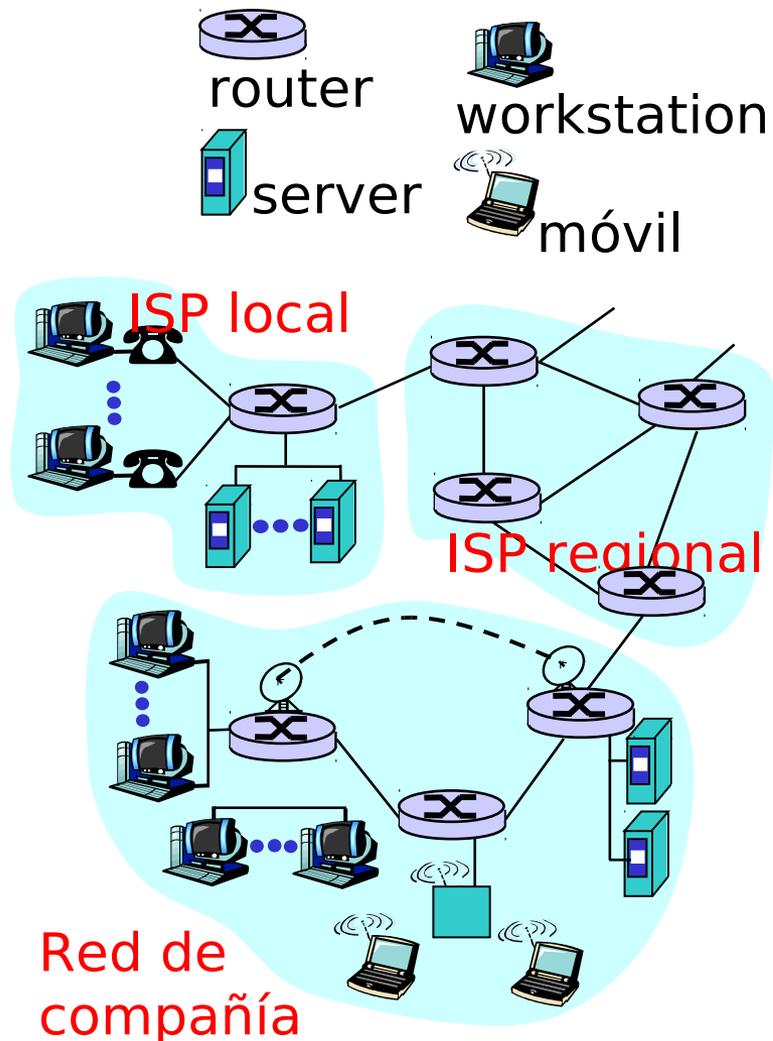
1.6 Retardos & pérdidas en redes de paquetes conmutados

1.7 Capas de protocolos, Modelo de servicio

1.8 Historia (lectura personal)

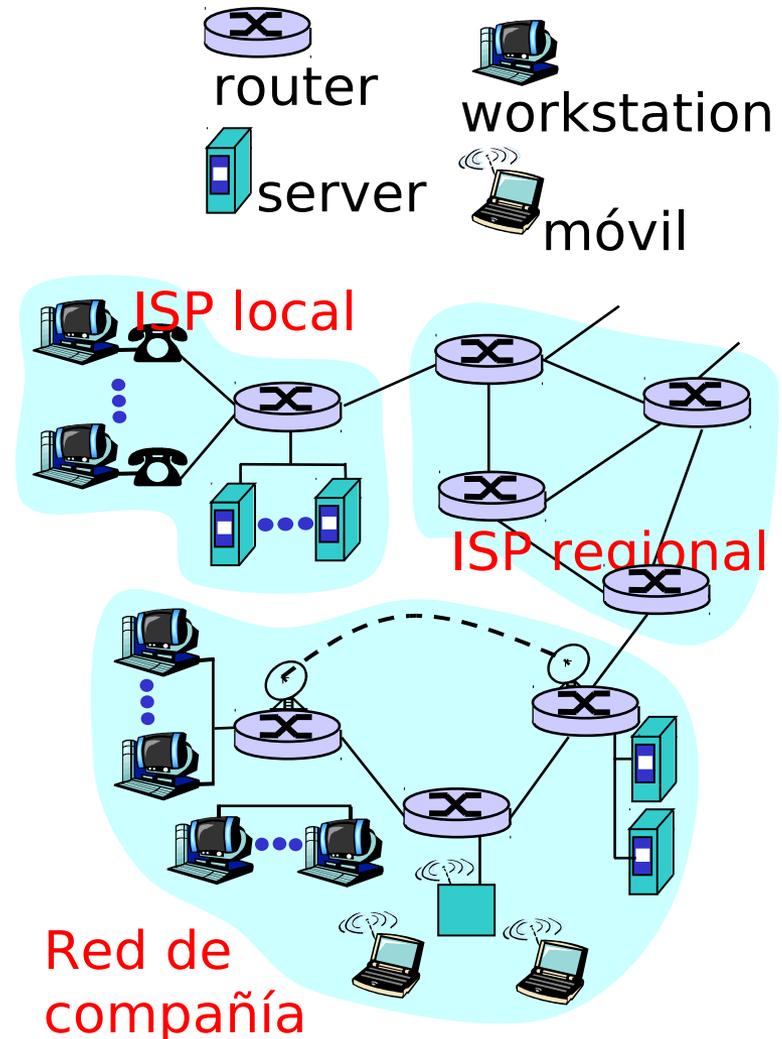
# Una mirada a la estructura de la red

- ❑ **Red periférica (network edge):** aplicaciones y terminales (hosts)
- ❑ **Red Central (network core)**
  - Enrutadores (routers)
  - Red de redes
- ❑ **Redes de Acceso, medios de comunicación:** enlaces de comunicación



# Red Periférica (network edge)

- ❑ **Terminales (hosts):**
  - Corren programas/aplicaciones
  - E.g. Web, mail, chat
  - En la periferia de la red
- ❑ **Modelo cliente/servidor**
  - Terminales clientes piden servicios y los reciben de los servidores “always on”
- ❑ **Modelo peer-to-peer:**
  - Uso mínimo de servidores dedicados
  - E.g Gnutella, KaZaA, otros
- ❑ **Modelos híbridos**
  - Mezcla de los dos previos



# Red periférica: servicio orientado a la conexión

- Objetivo: transferir datos entre sistemas terminales (hosts)
- ❑ *handshaking:* preparación para transferencia
    - Hola, hola en protocolos humanos
    - *Fija "estado"* en dos hosts comunicándose
    - TCP - Transmission Control Protocol

## Servicio TCP[RFC 793]

- ❑ *confiable, en orden,* transmisión de flujos de bytes
  - pérdidas: acuses de recibo y retransmisiones
- ❑ *Control de flujo:*
  - Transmisor no debe sobrecargar al receptor
- ❑ *Control de congestión:*
  - transmisor "baja tasa de envío" cuando la red está congestionada

# Red periférica: servicio sin conexión

Objetivo: transferencia de datos entre sistemas terminales (hosts)

- Igual que antes!
- **UDP** - User Datagram Protocol [RFC 768]:
  - Sin conexión
  - Transferencia no confiable de datos
  - Sin control de flujo
  - Sin control de congestión

## Aplicaciones que usan TCP:

- HTTP (Web), FTP (file transfer), Telnet (login remoto), SMTP (email)

## Aplicaciones que usan UDP:

- streaming media, teleconferencia, DNS, Telefonía en Internet (la voz)

# Introducción

1.1 ¿Qué es la Internet?

1.2 Red periférica

1.3 Red central (core)

1.4 Red de acceso y medios físicos

1.5 Estructura de Internet e ISPs

1.6 Retardos & pérdidas en redes de paquetes conmutados

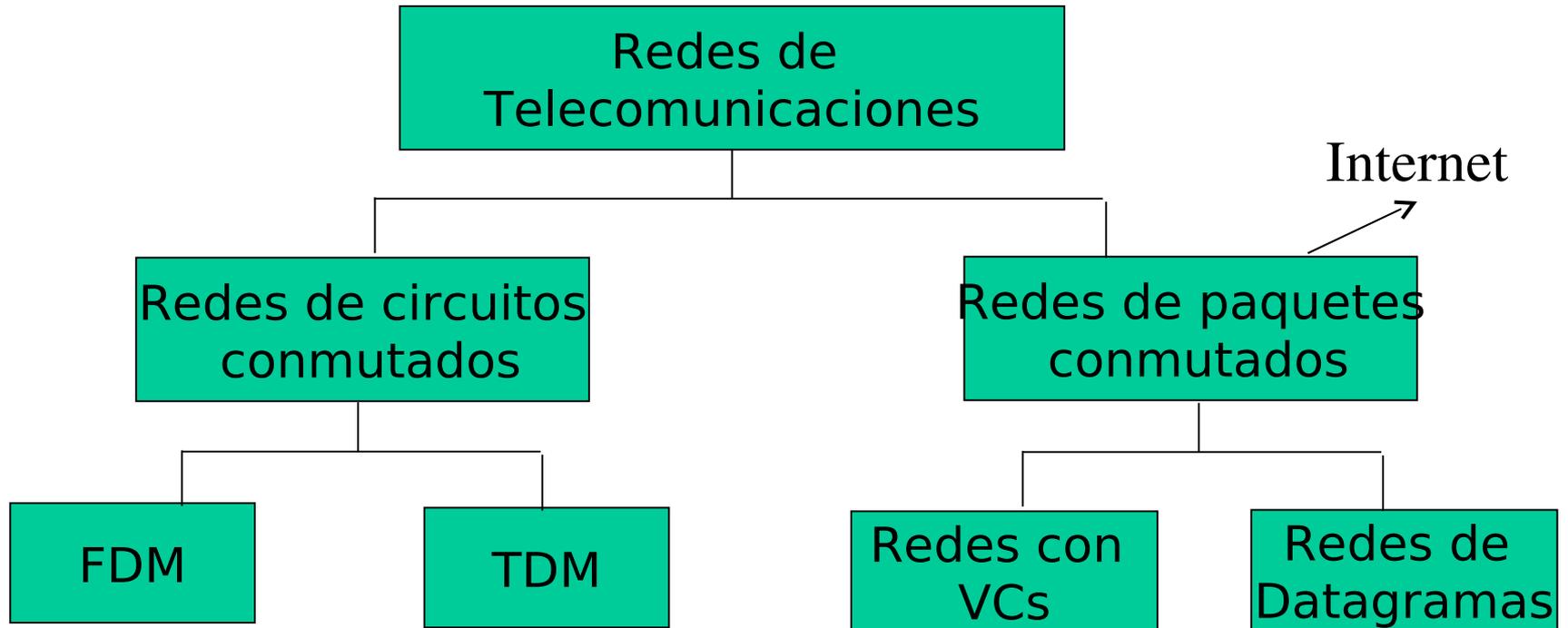
1.7 Capas de protocolos, Modelo de servicio

1.8 Historia (lectura personal)

# Red interna (network core)

- ❑ Malla de routers interconectados
- ❑ La pregunta fundamental: Cómo se transfieren datos a través de las redes?
  - **Conmutación de circuitos (circuit Switching)**: Un circuito dedicado por cada “llamada” (e.g. red telefónica)
  - 0
  - **Conmutación de paquetes (packet switching)**: datos enviados a través de la red en bloques discretos

# Taxonomía de redes



- Internet provee ambos: servicios orientados a la conexión (TCP) y Servicios no orientados a la conexión (UDP) para las aplicaciones.

# Red interna: Conmutación de Circuitos

Recursos desde un terminal a otro son reservados al inicio de la llamada (transmisión de datos)

- ❑ Ancho de banda enlaces, capacidad en switches
- ❑ Los recursos reservados son dedicados, no compartidos.
- ❑ Capacidad garantizada
- ❑ Se requiere la configuración de la conexión (call setup)

# Red interna: Conmutación de circuitos

Recursos de la red  
(e.g., bandwidth)

dividido en  
“pedazos”

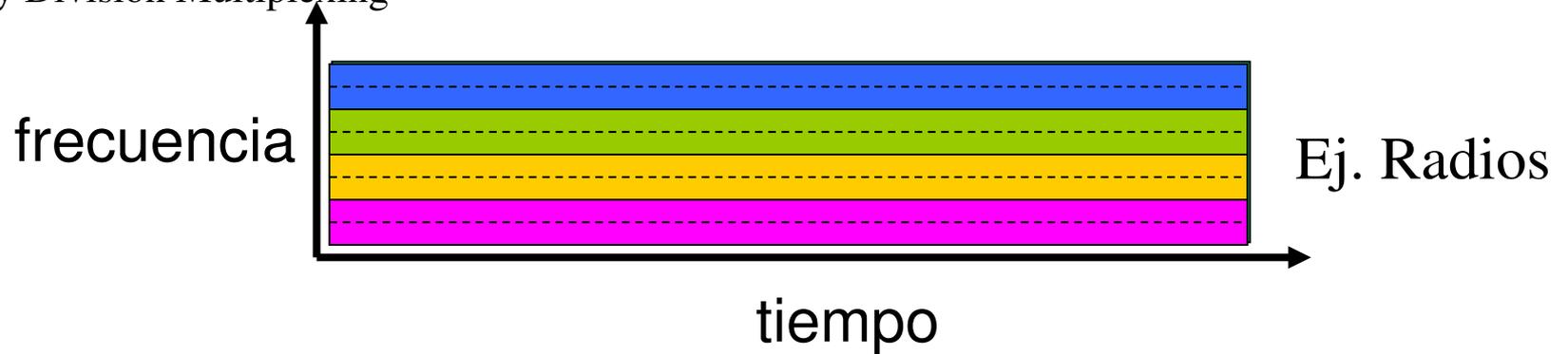
- ❑ Pedazos asignados a llamados
- ❑ Recurso es *inactivo (idle)* si no es usado por el dueño de la llamada (*no se comparte*)

- ❑ Dos formas para dividir los recursos en “pedazos”
  - División en frecuencia FDM (Frequency Division Multiplexing)
  - División en tiempo TDM (Time Division Multiplexing)

# Conmutación de circuitos: FDM y TDM

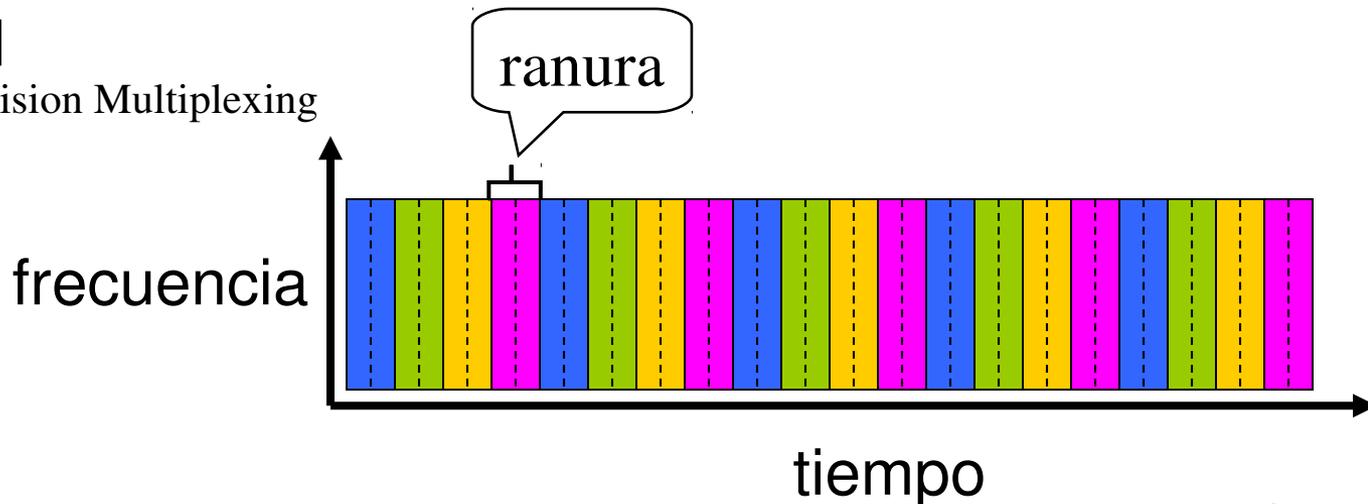
FDM (En redes ópticas: WDM)

Frequency Division Multiplexing



TDM

Time Division Multiplexing



# Ejemplo numérico

- ❑ ¿Cuánto tiempo toma enviar un archivo de 640.000 bits desde host A a host B por una red conmutada por circuitos?
  - Todos los enlaces son de 1,536 Mbps
  - Cada enlace usa TDM con 24 ranuras
  - 500 msec son requeridos para establecer el circuito extremo a extremo

**Resolverlo!**

# Red interna: Conmutación de paquetes

Cada flujo de datos extremo a extremo es dividido en *paquetes*

- ❑ Paquetes de usuarios A, B *comparten* los recursos de la red
- ❑ Cada paquete usa el bandwidth total.
- ❑ Recursos son usados según *son necesarios*

División del Bandwidth en "pedazos"

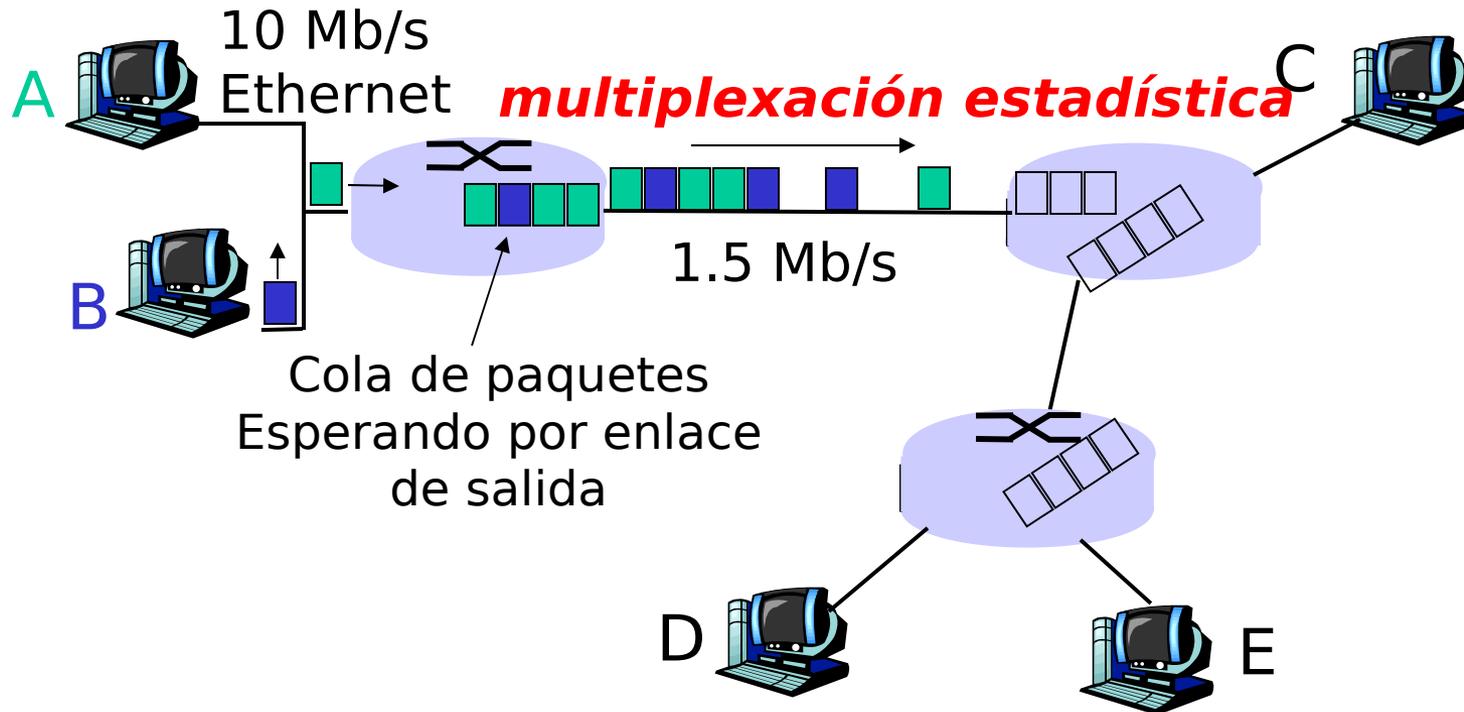
Asignación dedicada

Reservación de recursos

Contención de recursos:

- ❑ Demanda acumulada de recursos puede exceder cantidad disponible
- ❑ congestión: encolar paquetes, esperar por uso del enlace
- ❑ Almacenamiento y re-envío (store and forward): paquetes se mueven un tramo por vez
  - Nodo recibe paquetes completos antes de re-enviarlo

# Conmutación de Paquetes: Multiplexación Estadística

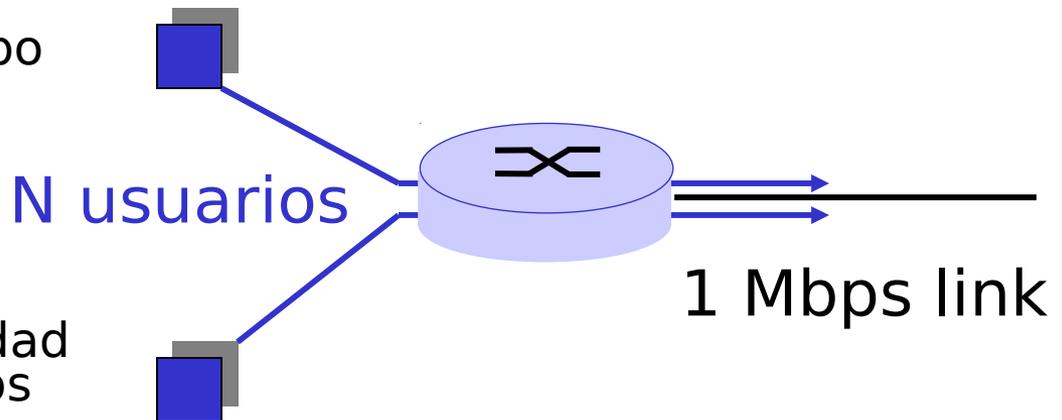


- ❑ Secuencias de paquetes de A y B no tiene patrón fijo ➔ ***multiplexación estadística***.
- ❑ Distinto a TDM donde cada host obtiene la misma ranura en la trama TDM.

# Conmutación de Paquetes versus conmutación de circuitos

Conmutación de paquetes permite que más usuarios usen la red!

- ❑ Enlace de 1 Mb/s
- ❑ Escenario: Cada usuario:
  - Usa 100 kb/s cuando están “activos”
  - Está activos 10% del tiempo
- ❑ Conmutación de circuitos:
  - 10 usuarios
- ❑ Conmutación de paquetes:
  - con 35 usuarios, probabilidad de tener más de 10 activos es menor que .0004
  - Equivale a calcular la probabilidad de obtener más de 10 caras al lanzar 35 “monedas” donde cada “moneda” resulta cara con  $P=0.1$



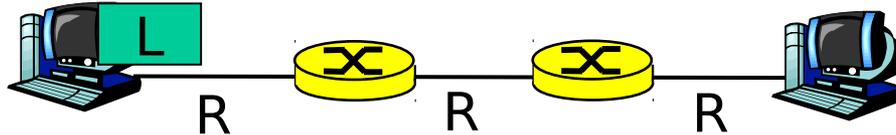
# Conmutación de paquetes versus conmutación de circuitos

¿Es la conmutación de paquetes un ganador?

Packet switching

- ❑ Excelente para datos en ráfagas (de corta duración)
  - Se comparten los recursos
  - Más simple, no requiere establecimiento de llamado.
- ❑ Ante excesiva congestión: retardo de paquetes y pérdidas
  - Protocolos necesarios para transferencia de datos confiable y control de congestión
- ❑ Q: ¿Cómo proveer comportamiento tipo circuito?
  - bandwidth garantizado requerido en aplicaciones de audio y video
  - Aún un problema no resuelto (más adelante en el curso)

# Conmutación de paquetes: almacenamiento y reenvío



- ❑ Demora  $L/R$  segundos transmitir (enviar) paquetes de  $L$  bits por el enlace de  $R$  bps
- ❑ El paquete entero debe llegar al router antes que éste pueda ser transmitido sobre el próximo enlace:  
*store and forward*
- ❑ Retardo =  $3L/R$

## Ejemplo:

- ❑  $L = 7.5$  Mbits
- ❑  $R = 1.5$  Mbps
- ❑ retardo = 15 sec
- ❑ No se ha considerado tiempos de propagación ni de procesamiento en router

# Redes de conmutación de paquetes: re-envío

- ❑ ***Objetivo:*** mover los paquetes a través de routers desde la fuente al destino
  - Estudiaremos varios algoritmos para seleccionar la ruta (más adelante: ruteamiento)
- ❑ **Redes de datagramas:**
  - *Dirección de destino* en paquete determina próximo tramo
  - Las rutas pueden cambiar durante la sesión
  - analogía: conducción preguntando instrucciones
- ❑ **Redes de circuitos virtuales:**
  - Cada paquete lleva un rótulo (identificador del circuito, virtual circuit ID), el rótulo determina el próximo tramo
  - Camino fijo determinado *cuando se establece la llamada*, permanece fijo por toda ella.
  - *En este caso routers mantienen estado por cada llamada (=>memoria)*