

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*.

¿Para qué o cuál es el objetivo de una red?

- ❑ Para compartir recursos
- ❑ Recursos:
 - Datos
 - Aplicaciones
 - Equipos
 - Ejemplos:
 - Cursos on-line (Massive Open Online Courses)
 - Películas on-line (datos)

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

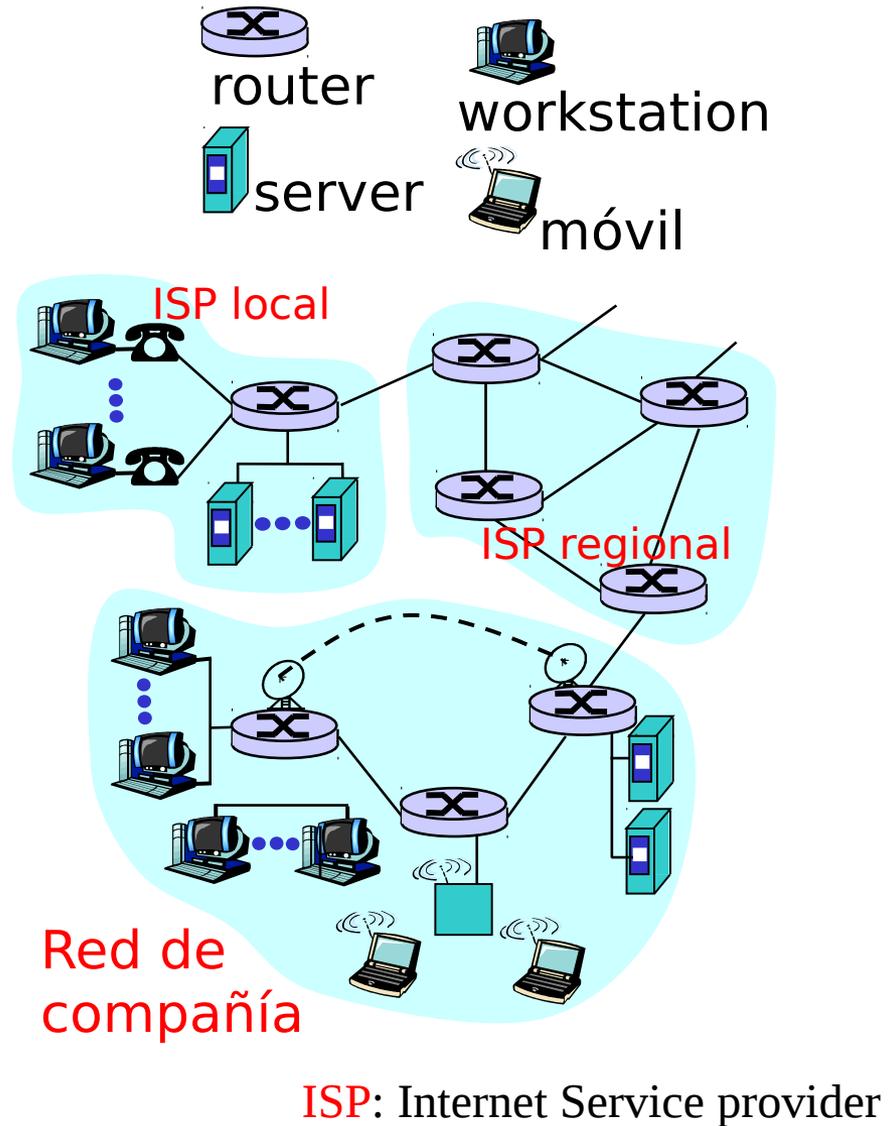
1.6 Retardos & pérdidas en redes de paquetes conmutados

1.7 Capas de protocolos, Modelo de servicio

1.8 Historia (lectura personal)

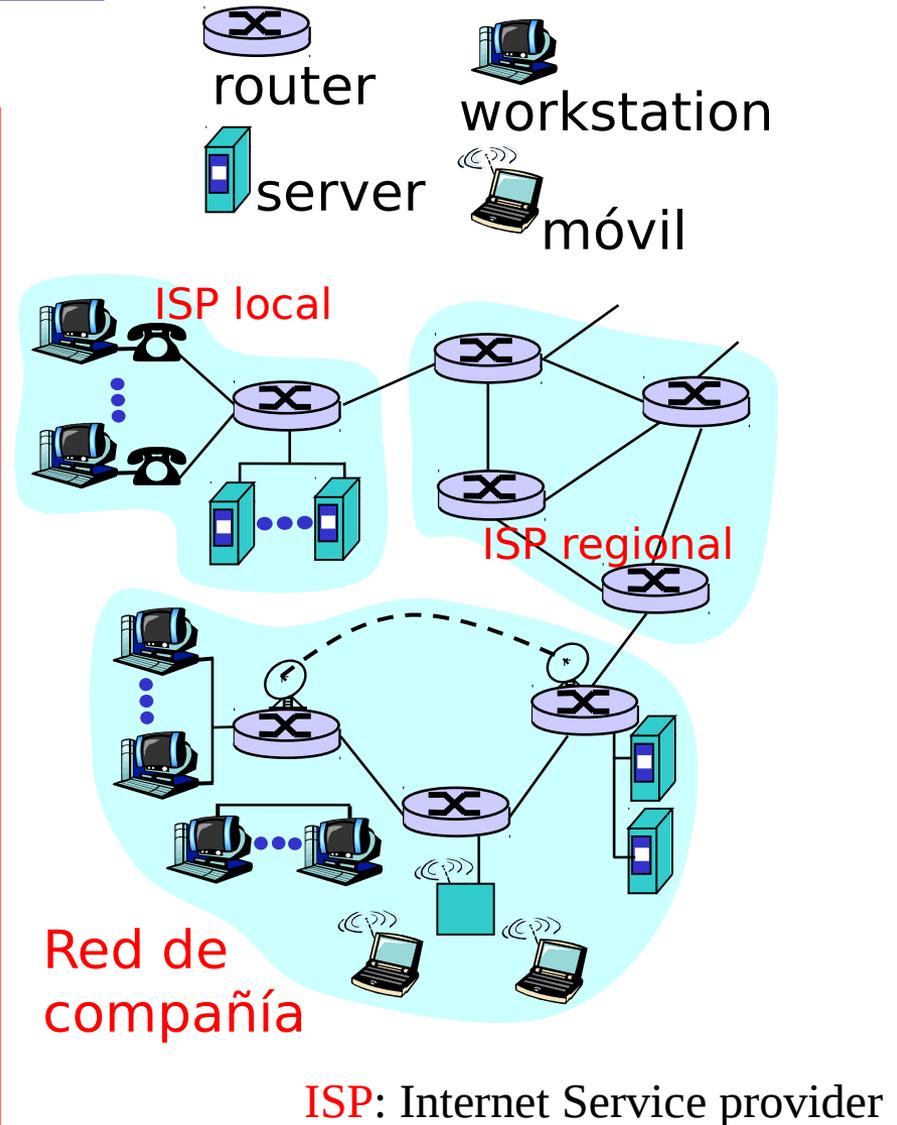
¿Qué es la Internet?

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



¿Qué es la Internet?

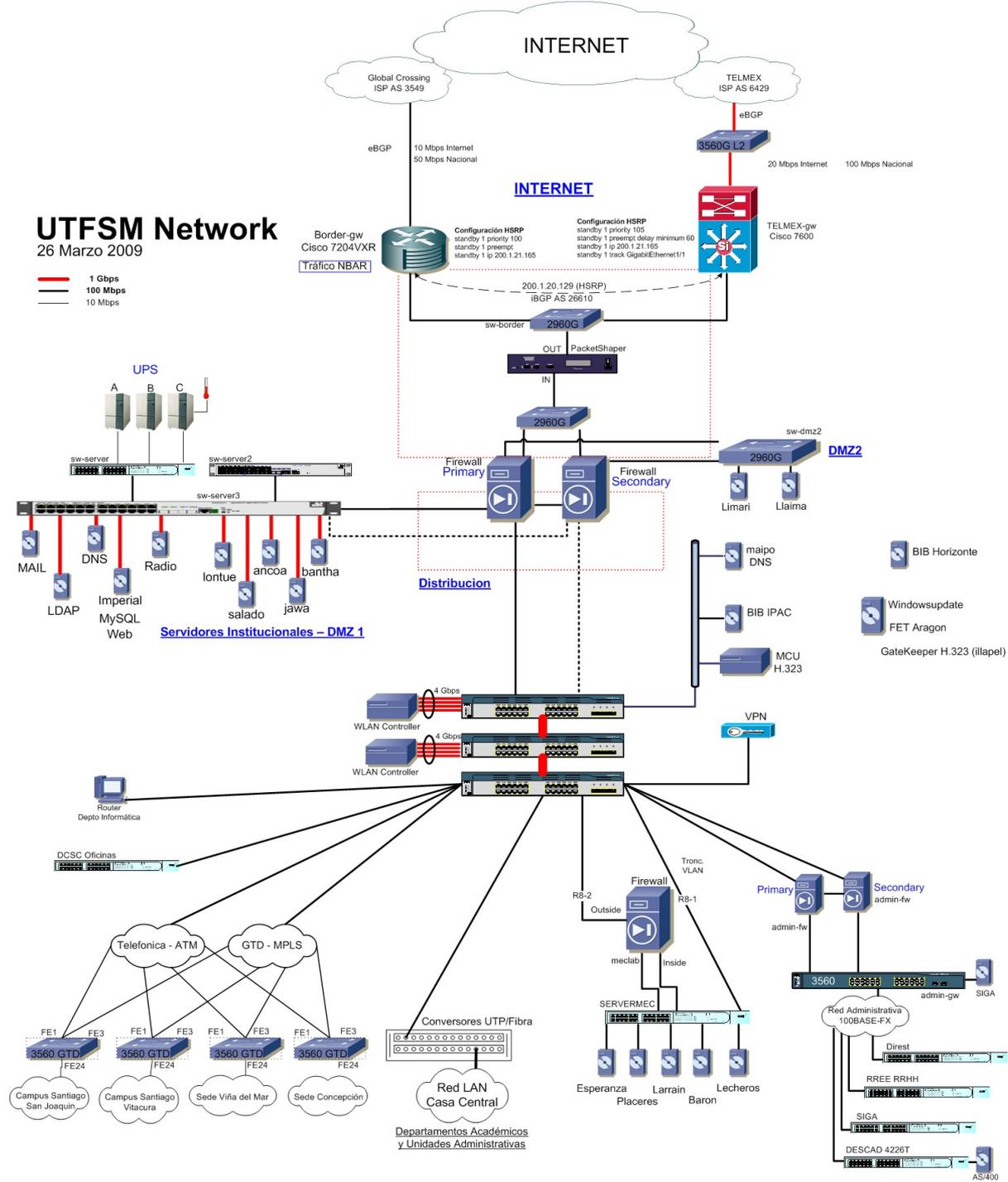
- ❑ *protocolos* controlan el envío, recepción de mensajes
 - e.g., TCP, IP, HTTP, FTP, PPP
- ❑ *Internet: “Red de redes”*
 - Débilmente jerárquica
 - Internet pública versus **intranet** privadas
- ❑ *Estándar en Internet*
 - RFC: Request for comments
 - IETF: Internet Engineering Task Force



Red USM

Versión Marzo 2009

Ver:
<http://www.dcs.c.utfsm.cl/>



¿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 (comercio electrónico), peer-to-peer (Kazaa, eMule, WhatsApp), contenido (youtube, gmail, facebook)
- ❑ *El propósito de las redes* es el compartir recursos (datos, acceso a máquinas, etc).

¿Cómo se estructura y estudia las redes de Computadores?

- ❑ “Dividir para conquistar”
- ❑ La arquitectura se puede subdividir en capas.
- ❑ Capas de la arquitectura de Internet:

Aplicación
Transporte
Red
Enlace de Datos
Física

¿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

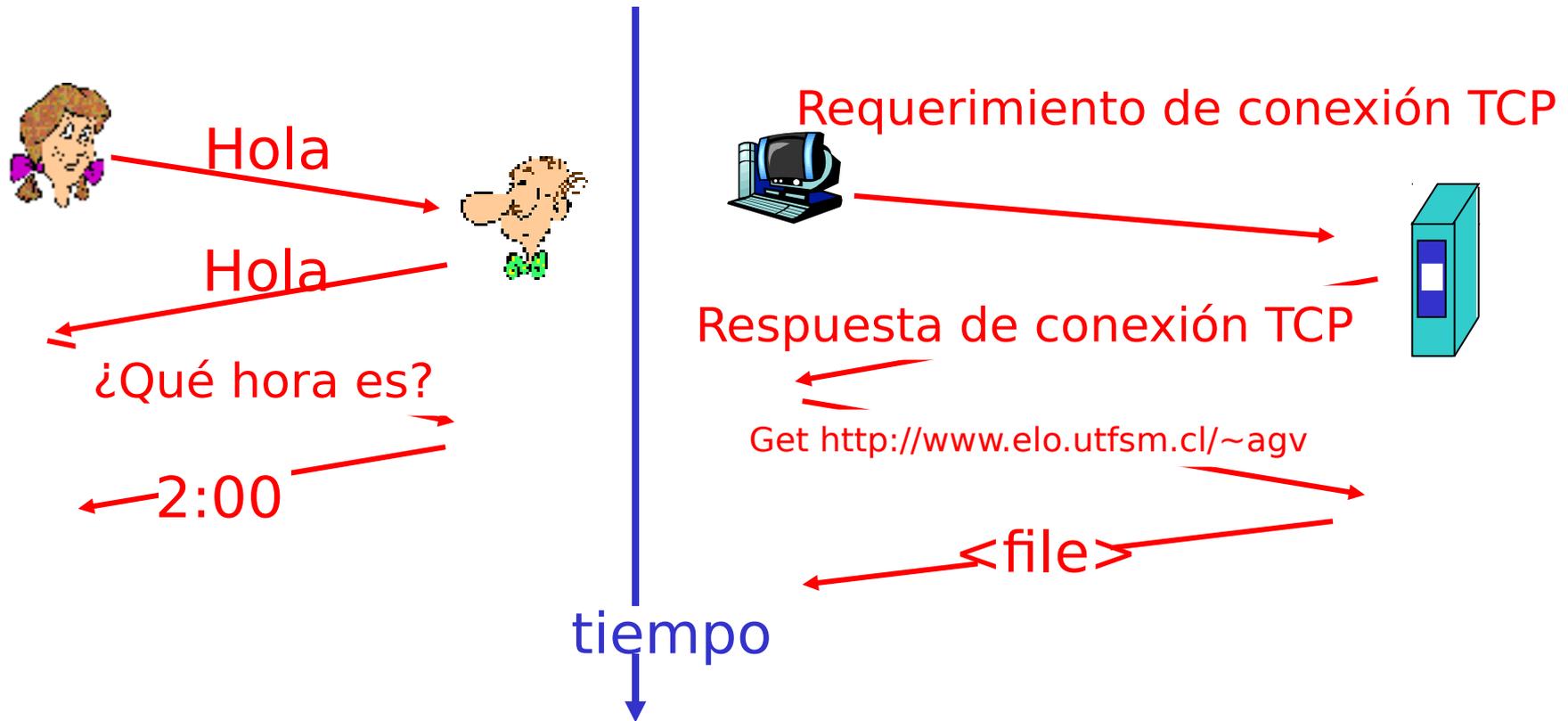
Protocolos de red:

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

Protocolo: conjunto de reglas que definen el formato y 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 en redes de computadores.



Q: Puede mencionar 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

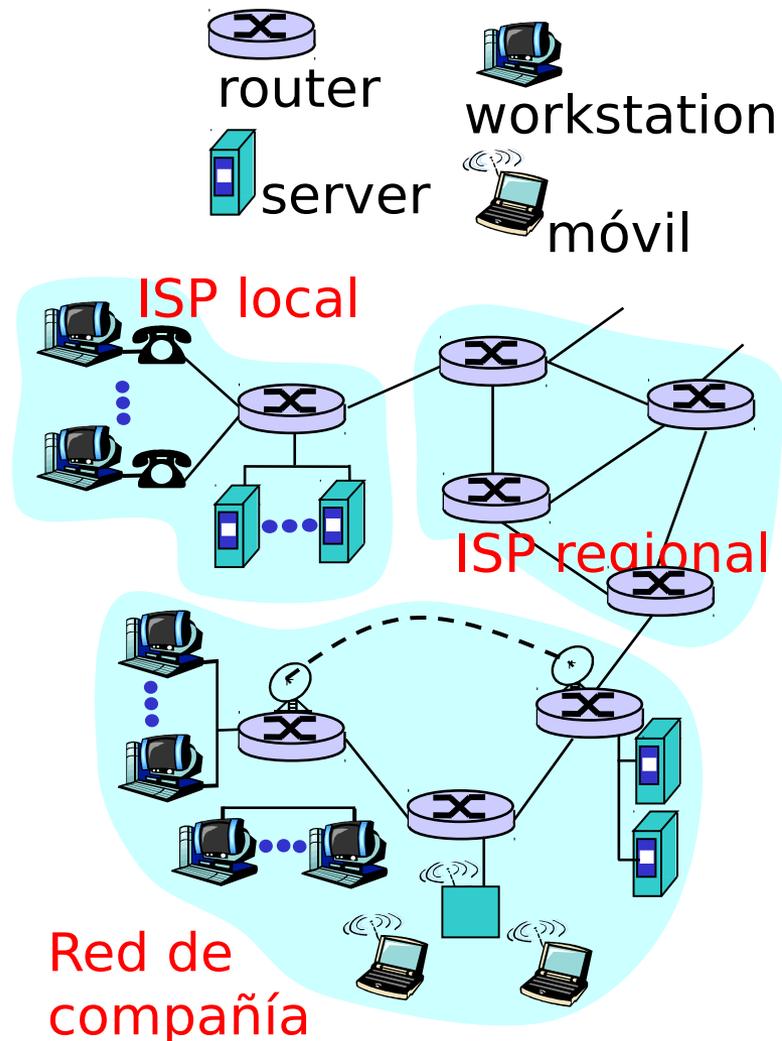
1.6 Retardos & pérdidas en redes de paquetes conmutados

1.7 Capas de protocolos, Modelo de servicio

1.8 Historia (lectura personal)

Una mirada a la estructura de la red

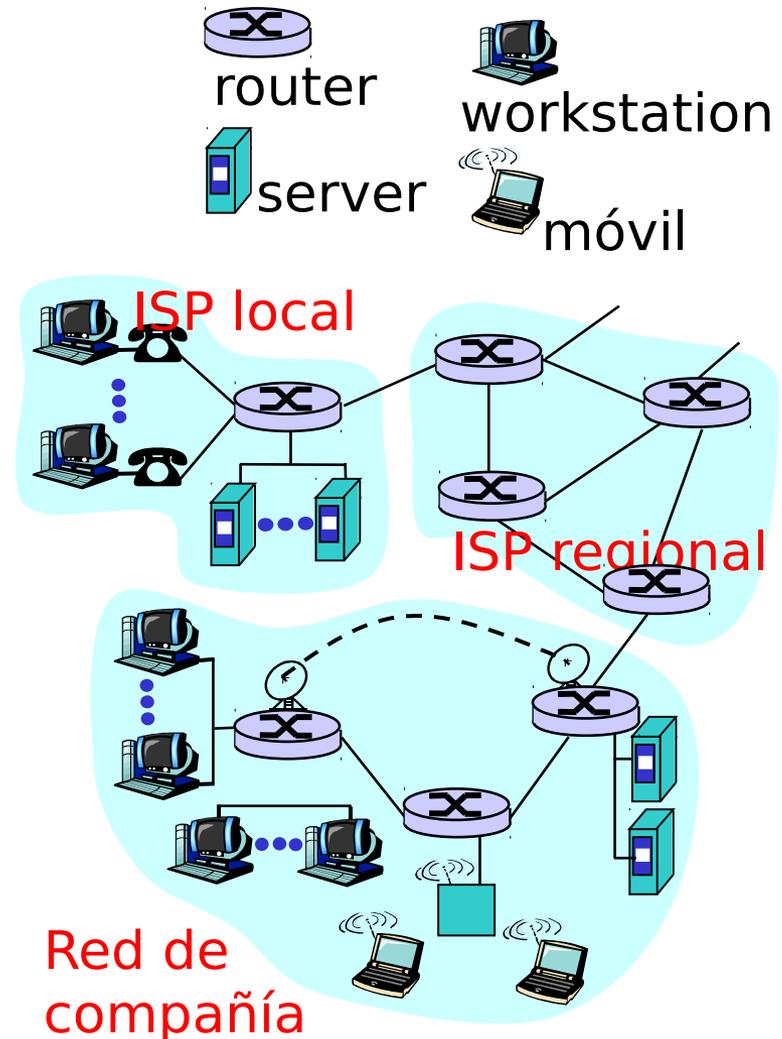
- ❑ **Red periférica (network edge):** aplicaciones y terminales (hosts)
- ❑ **Red Central (network core)**
 - Enrutadores (routers)
 - Red de redes
- ❑ **Redes de Acceso, medios de comunicación:** enlaces de comunicación (Ethernet, WiFi, 3G...)



Móvil: Laptop, Cellphone, etc

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 (UDP)

Objetivo: Igual que el previo! Transferencia de datos entre sistemas terminales (hosts)

❑ **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), SSH (Secure Shell), 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

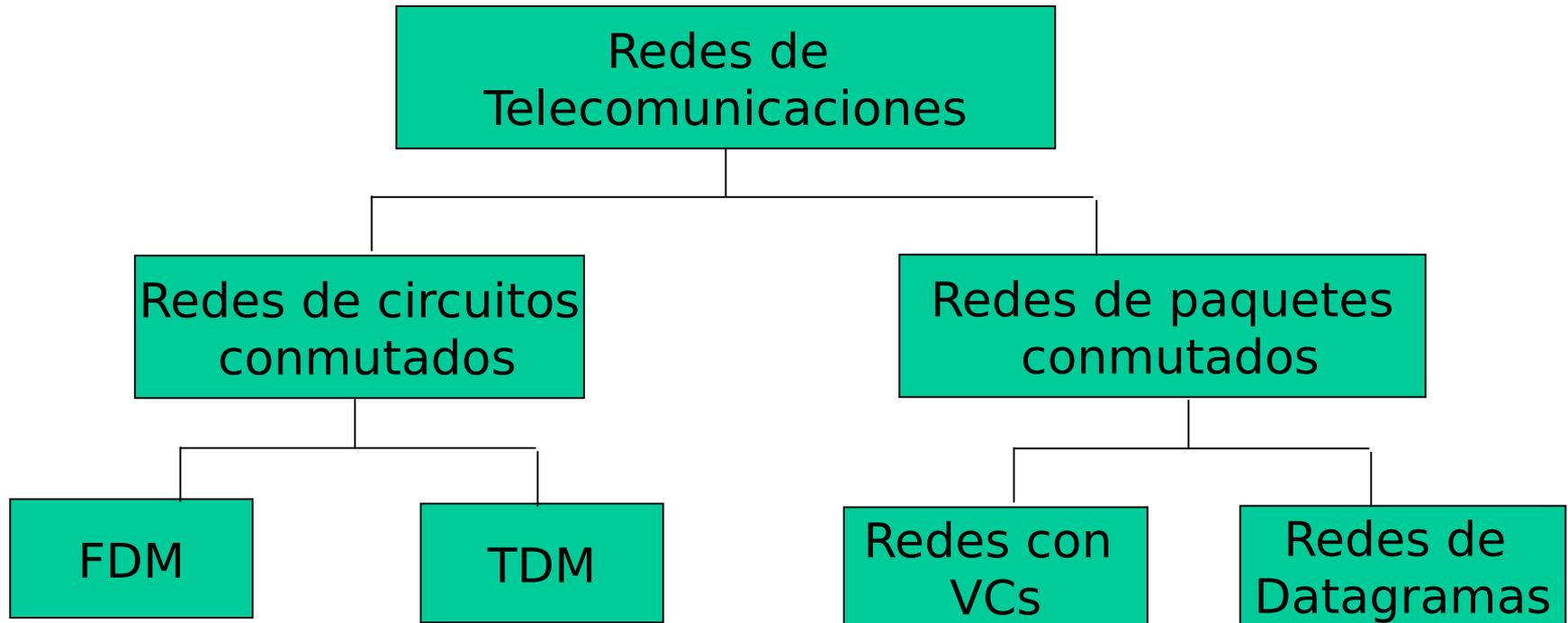
1.7 Capas de protocolos, Modelo de servicio

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)
 -
 - **Conmutación de paquetes (packet switching)**: datos enviados a través de la red en bloques discretos

Taxonomía de redes



En Internet las aplicaciones envían paquetes.
En su trayecto los paquetes pueden transitar por circuitos conmutados.

Red interna: Conmutación de Circuitos

En este caso los recursos desde un terminal a otro son reservados al inicio de la llamada (transmisión de datos)

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

Red interna: Conmutación de circuitos

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

dividido en
“pedazos”

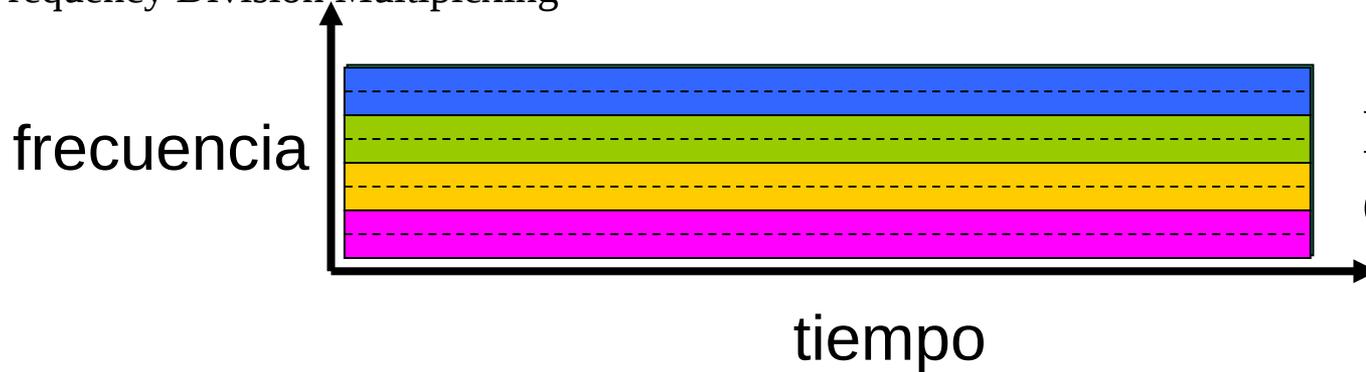
- ❑ Pedazos asignados a llamados
- ❑ Recurso es *inactivo (idle)* si no es usado por el dueño de la llamada (*no se comparte*)

- ❑ 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



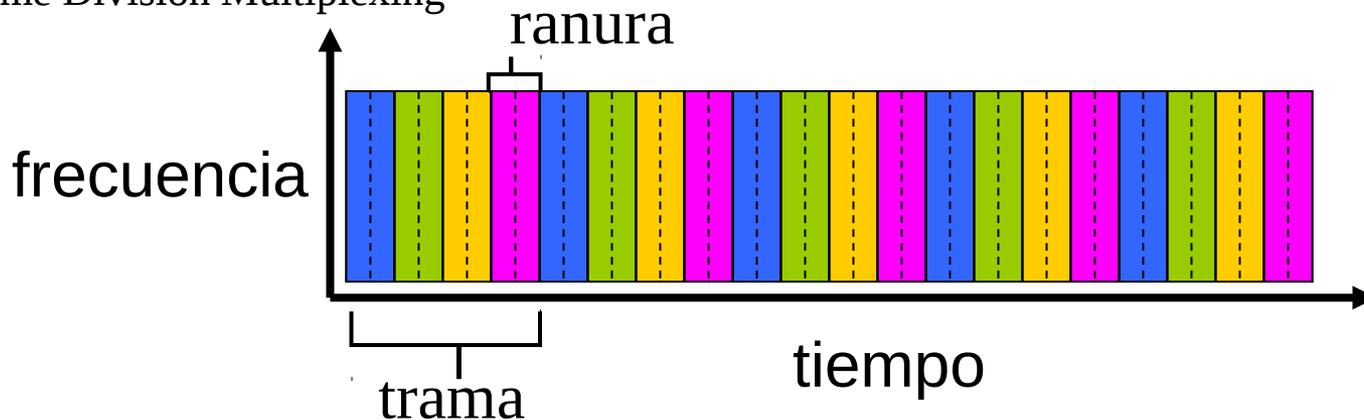
Ejemplo:

4 usuarios ■ ■ ■ ■

Ej. Radiodifusoras
Canales en WiFi

TDM

Time Division Multiplexing



Ej.

* Sala de clases
* Redes ópticas:
SONET, SDH

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 desde A a B son de 1,536 Mbps
 - Cada enlace usa TDM con 24 ranuras
 - 500 msec son requeridos para establecer el circuito extremo a extremo
 - Suponga que no hay overhead (todos los bits del enlace transportan información)
 - Estimación, pues se desconoce qué ranura y su tamaño

Resolver!

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"

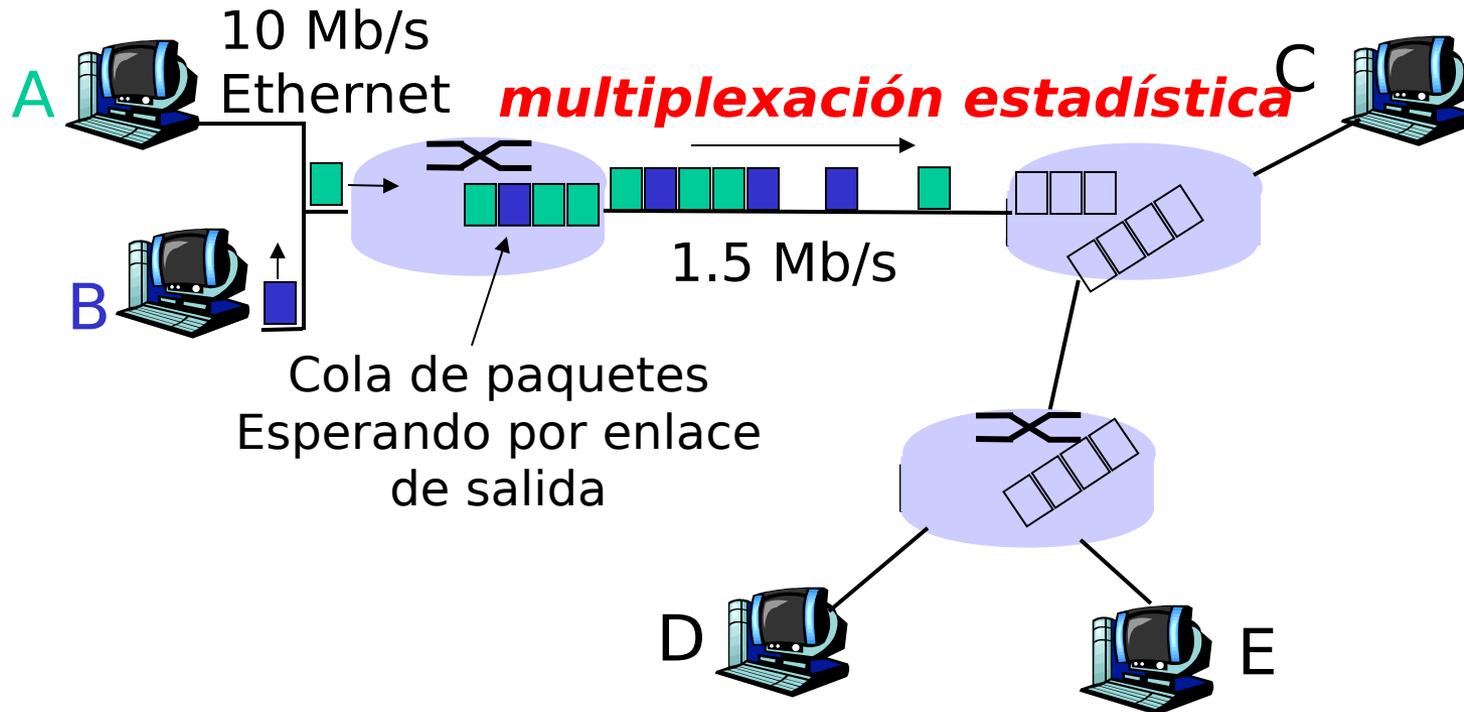
Asignación dedicada

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-enviarlos

Conmutación de Paquetes: Multiplexación Estadística

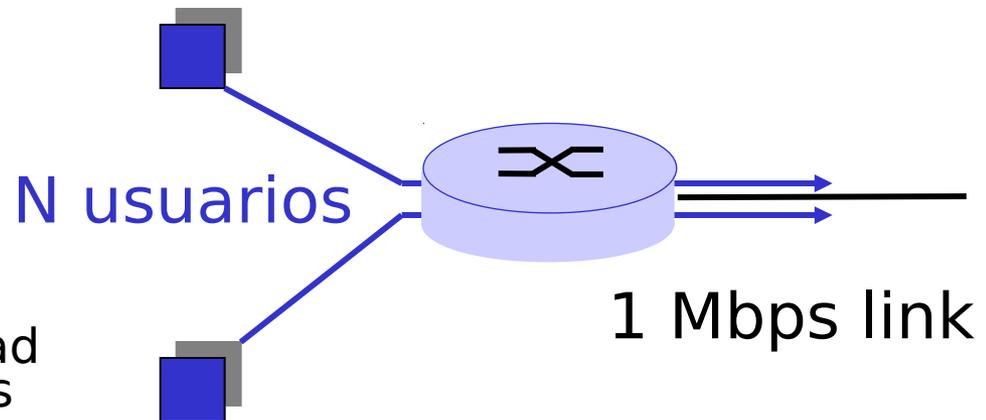


- ❑ Secuencias de paquetes de A y B no tienen patrón fijo ➔ ***multiplexación estadística***.
- ❑ Distinto a TDM donde cada host obtiene la misma ranura en la trama TDM.

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, la 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)

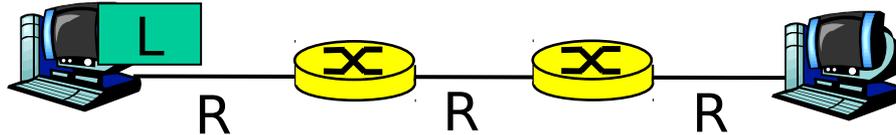
Pregunta tipo certamen

En conmutación de paquetes mencione una ventaja de usar paquetes de tamaño grande y una ventaja de usar tamaño de paquete pequeño.

Tamaño grande: Como el encabezado es de tamaño fijo, el usar paquetes grandes aumenta la eficiencia de lo enviado: mayor proporción de bytes transportados corresponden a información.

Tamaño pequeño: Se reduce el retardo de las aplicaciones. No se requiere esperar acumular muchos datos para enviarlos.

Conmutación de paquetes: almacenamiento y reenvío



- ❑ Demora L/R segundos transmitir (enviar) paquetes de L bits por el enlace de R bps
- ❑ El paquete completo llega 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
- ❑ **OJO:** No se ha considerado tiempos de propagación ni de procesamiento en el conmutador.

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: ruteo o enrutamiento)
- ❑ **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 durante la llamada.
 - Analogía: Maratón con trazado definido.
 - *En este caso routers mantienen estado por cada llamada (= > mayor uso de memoria)*

Pregunta tipo certamen

Liste los nombres de las capas de servicio del modelo TCP/IP ubicadas bajo la capa aplicación e indique cuál es la función de cada una de ellas.

Transporte: Llevar paquetes desde un proceso en la máquina origen a un proceso en la máquina destino.

Red: Rutear paquetes desde el computador origen al destino.

Enlace: Transferir paquetes desde un nodo a otro adyacente.

Física: Transferir bits a través de un enlace.