

# Redes de computadoras

Introducción

Las diapositivas están basadas en en libro:  
"Redes de Computadoras – Un enfoque descendente"  
de James F. Kurose & Keith W. Ross

# Redes de computadoras

## Clases:

Martes 19:00 a 22:00

Viernes 18:00 a 22:00

Diego Mascheroni

maskeee@gmail.com

# Redes de computadoras

## 1- Introducción Redes e Internet ¿Qué es Internet?

Introducción a los componentes y servicios esenciales

Conceptos varios:

- Protocolo

- Retardos

- Tasas de transferencia

- Capas de protocolos

- Historia

*2 clases*

# Redes de computadoras

## 2- Capa de Aplicación

Principios de las aplicaciones de red

La Web y HTTP

Transferencias de archivos

Correo electrónico

DNS

Aplicaciones P2P

TCP / UDP

*5 clases*

# Redes de computadoras

## 3- La Capa de Transporte

Servicios proporcionados

Multiplexación y Desmultiplexación

Transporte sin conexión y orientado a la conexión

Controles de congestión

*4 clases*

# Redes de computadoras

## 4- La Capa de Red

Protocolos IP v4 y v6

Algoritmos de enrutamiento

Objetivo de la capa de red, identificador de red y dispositivos que participan.

Protocolo IP, DHCP, NAT, protocolos de enrutamiento, ICMP.

*4 clases*

# Redes de computadoras

## 5- Capa de enlace y redes de área local

Comprobaciones de paridad

Protocolos de acceso múltiple

LAN

Direccionamiento

Ethernet

*4 clases*

# Redes de computadoras

## Redes inalámbricas y móviles

WiFi

Redes móviles

## Redes multimedia

Flujos de audio y video

## Seguridad en las redes

Criptografía

Integridad de los mensajes y autenticación de host

Firewalls



# **Introducción - ¿Qué es Internet?**

## **Temario**

**¿Qué es internet?**

**Descripción de los componentes esenciales**

**Descripción de los servicios**

**¿Qué es un protocolo?**

**La frontera de la red**

**El núcleo de la red**

**Retardos, pérdidas y tasa de transferencia**

**Capas de protocolos y sus modelos de servicio**

**Ataques a las redes**

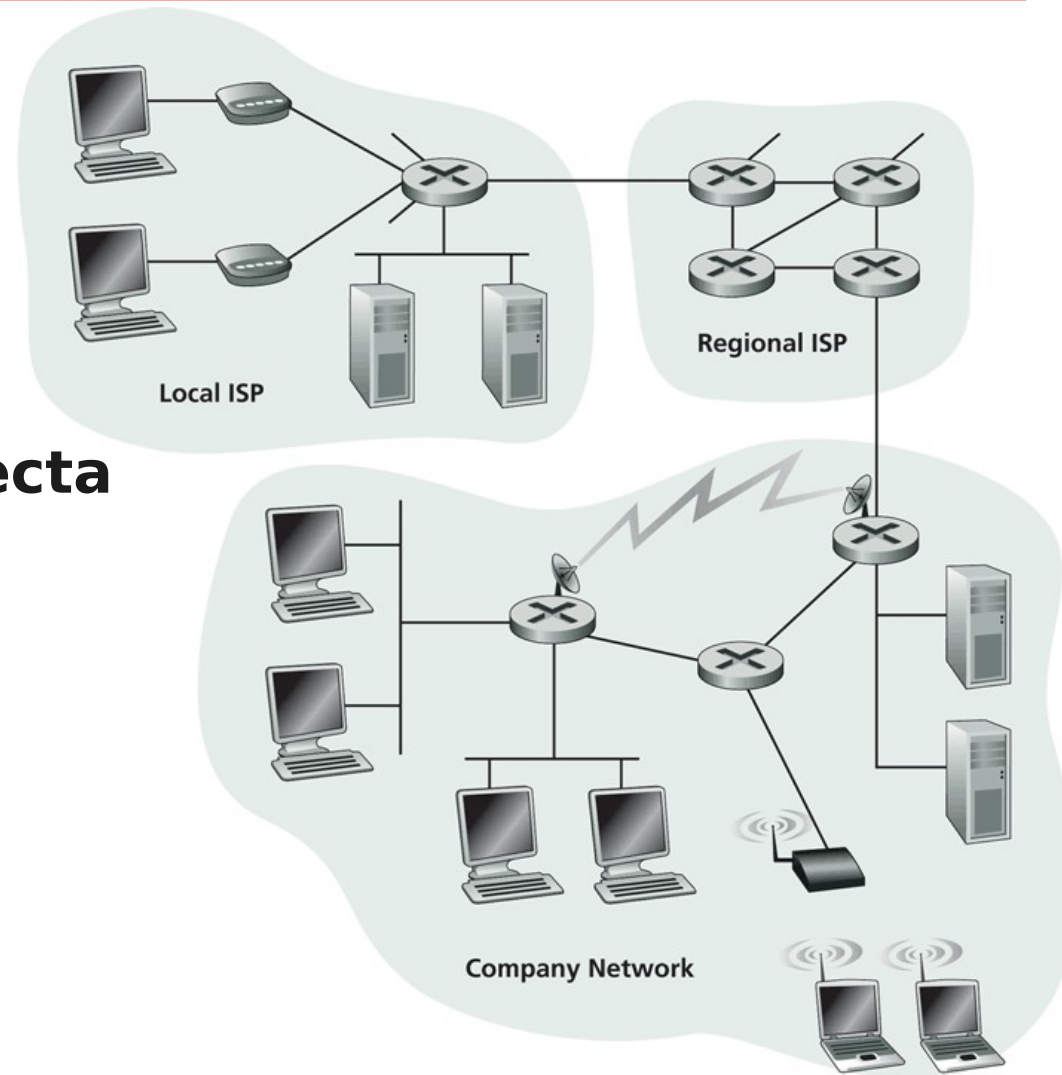
**Historia de Internet y las redes de computadoras**

# ¿Qué es Internet?

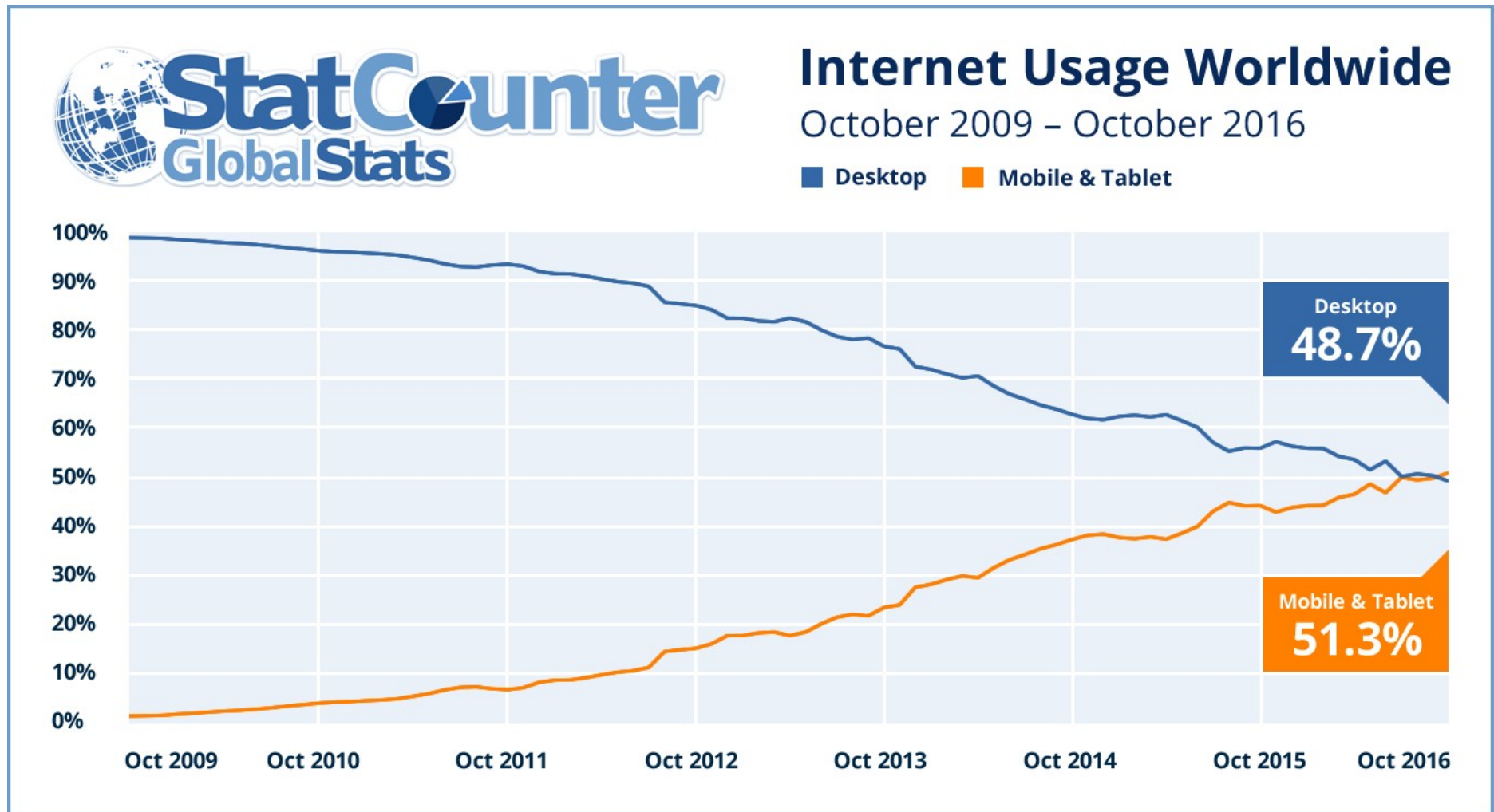


# ¿Qué es Internet?

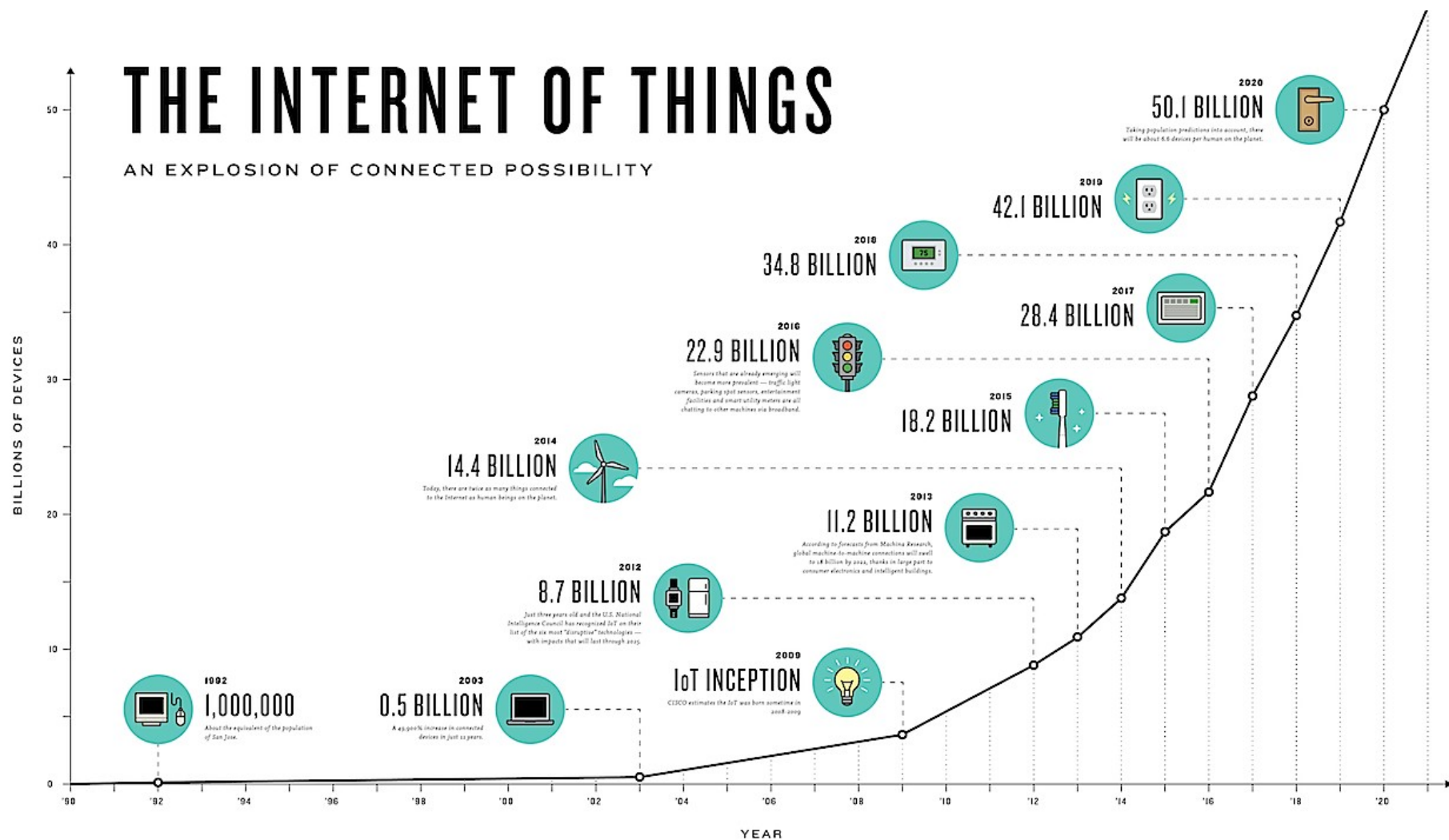
**Internet es una red de computadoras que interconecta a millones de dispositivos informáticos a lo largo del mundo.**



# ¿Qué es Internet?



# ¿Qué es Internet?



# ¿Qué es Internet?

**Hardware y Software**

**Infraestructura de red para proveer servicios a aplicaciones distribuidas**

# Componentes

**PC's**

**Servidores**

**Smart phones**

**Televisores**

**Consolas de videojuegos**

**Dispositivos de seguridad**

**Electrodomésticos Inteligentes**

**Infinidad de sensores**

# ¿Qué es Internet?

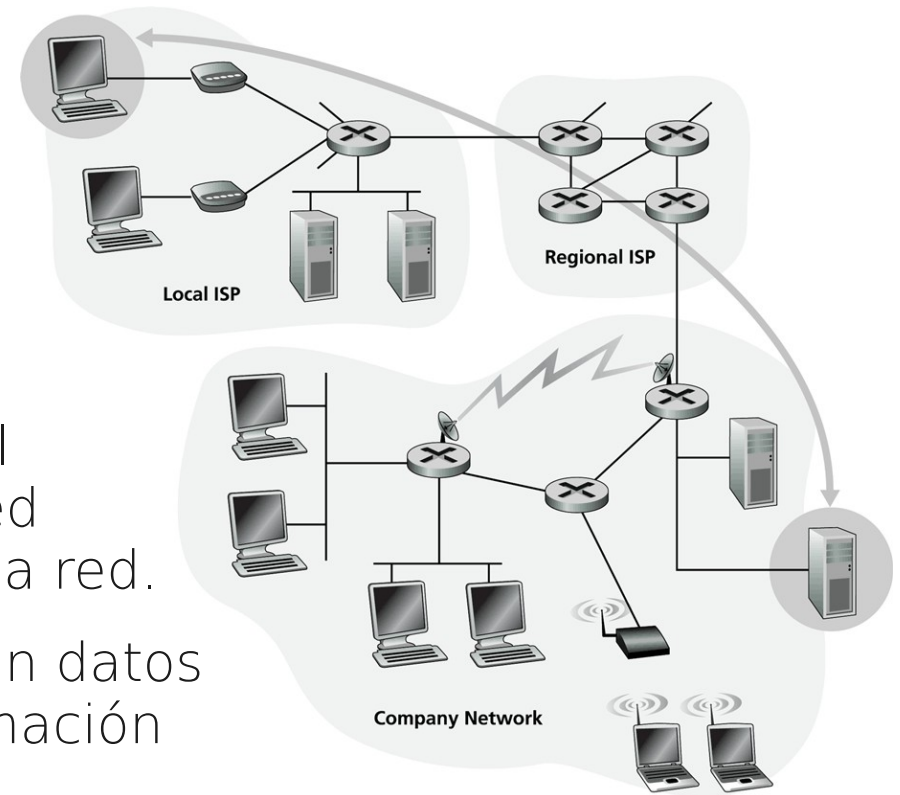
## Los componentes esenciales

### Host o Sistema terminal

Un Host, anfitrión o sistema terminal es un dispositivo conectado a una red que provee o consume servicios de la red.

Los sistemas terminales intercambian datos segmentandolos y añadiendo información en la cabecera de cada paquete.

Una vez los paquetes arriban al sistema terminal receptor los reensambla para obtener los datos originales

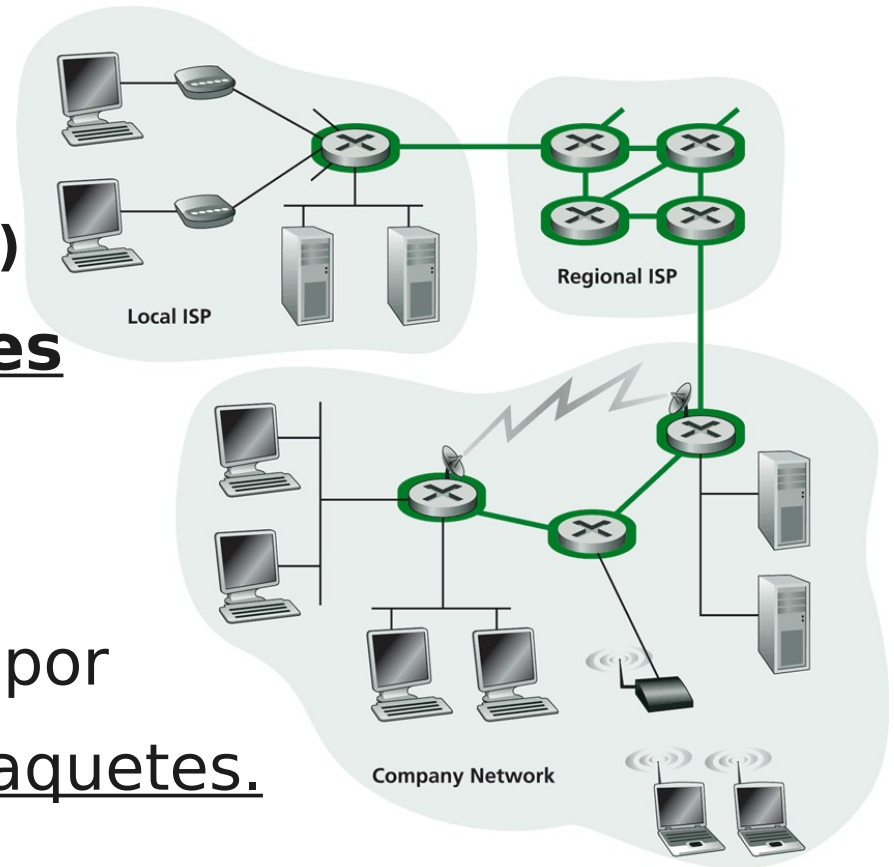




# ¿Qué es Internet?

## Los componentes esenciales

**Los sistemas terminales (hosts) se comunican mediante enlaces compuestos por variados medios físicos y distintas velocidades de transmisión e interconectados por dispositivos de conmutación de paquetes.**



# ¿Qué es Internet?

## Los componentes esenciales



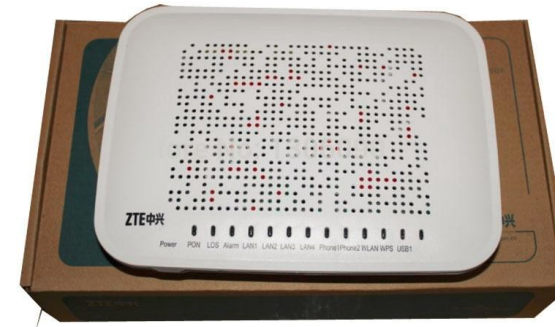
### Routers y switches

Reenvían los paquetes hacia sus destinos finales

### Ruta y saltos

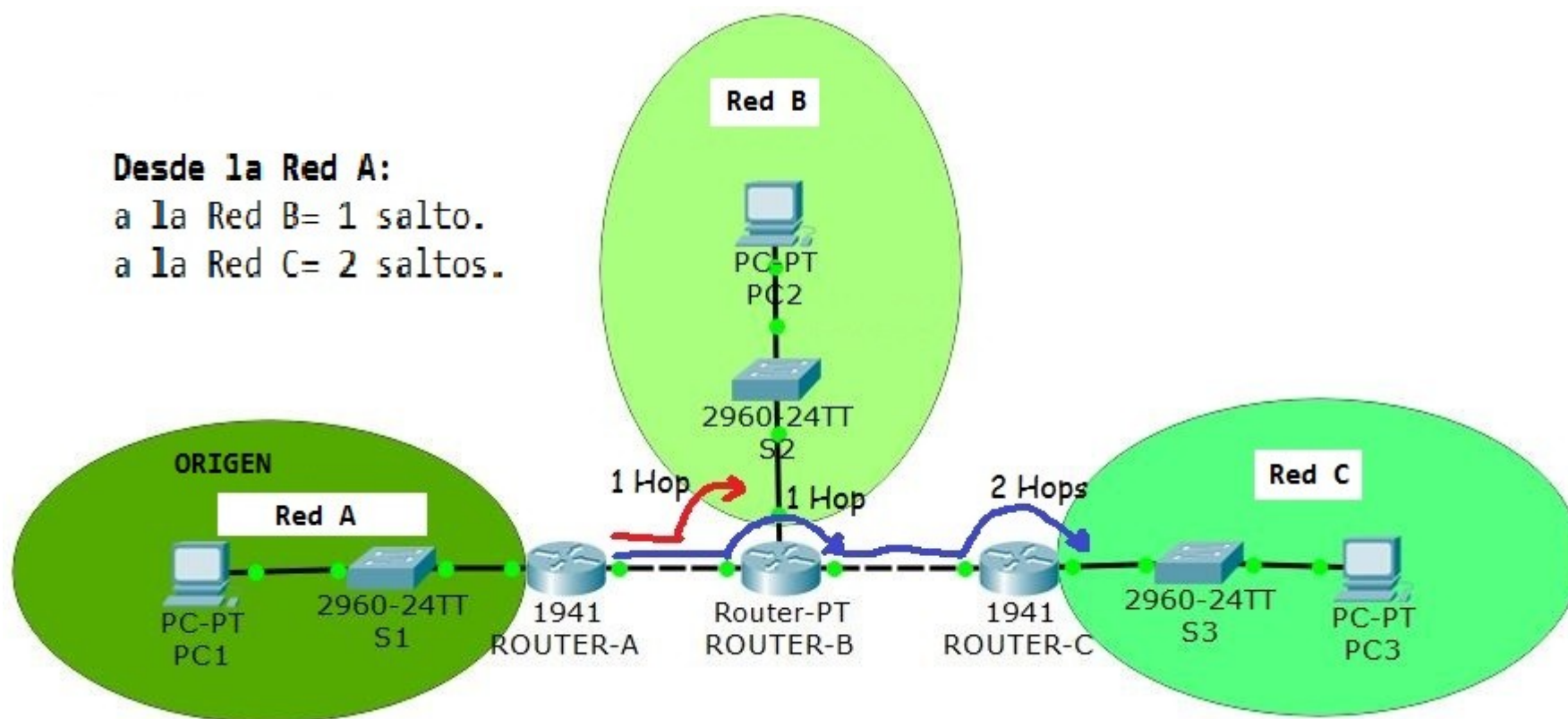
La secuencia de enlaces y conmutadores de paquetes por los que viaja un paquete desde el emisor hasta su destino se conoce como ruta.

Saltos (hops) se le denomina a la cuenta de veces en que un paquete luego de salir por una interfaz del enrutador de origen entra en una interfaz de un enrutador y sale por otra hasta llegar a su destino.



# Saltos “hops”

Desde la Red A:  
a la Red B= 1 salto.  
a la Red C= 2 saltos.



# Servicios

**E-mail**

**Web**

**VoIP**

**File Sharing**

**Remote desktop**

**Blockchain**

**Servicios provistos a las aplicaciones:**

- Entrega confiable de datos extremo a extremo
- Entrega de datos de mejor esfuerzo (best effort – no confiable)

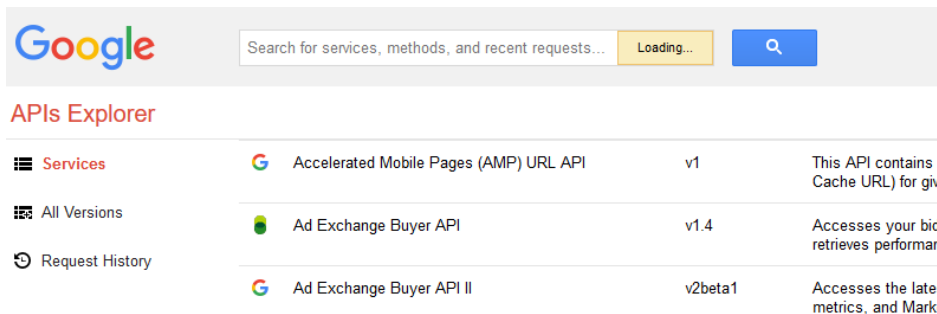
# Servicios - API

## API

Interfaz de programación de aplicaciones (Application Programming Interface)

Conjunto de reglas o procedimientos bridados por el desarrollador de un software para utilizar sus servicios.

En la web, las API's son publicadas por sitios para brindar la posibilidad de realizar alguna acción o acceder a alguna característica o contenido que el sitio provee



The screenshot shows the Google APIs Explorer interface. At the top is the Google logo and a search bar with the text "Search for services, methods, and recent requests...". Below the search bar is a "Loading..." button and a magnifying glass icon. The main content area is titled "APIs Explorer" and contains a table of APIs. The table has four columns: "Services", "Icon", "Name", and "Description". The first row shows the "Accelerated Mobile Pages (AMP) URL API" with version "v1" and a description "This API contains . Cache URL) for giv". The second row shows the "Ad Exchange Buyer API" with version "v1.4" and a description "Accesses your bid retrieves performan". The third row shows the "Ad Exchange Buyer API II" with version "v2beta1" and a description "Accesses the late: metrics, and Marko".

| Services                               | Icon | Name                                   | Version | Description                            |
|--|------|--|---------|--|
| Accelerated Mobile Pages (AMP) URL API |      | Accelerated Mobile Pages (AMP) URL API | v1      | This API contains . Cache URL) for giv |
| Ad Exchange Buyer API                  |      | Ad Exchange Buyer API                  | v1.4    | Accesses your bid retrieves performan  |
| Ad Exchange Buyer API II               |      | Ad Exchange Buyer API II               | v2beta1 | Accesses the late: metrics, and Marko  |

facebook for developers

Productos

Documentos

API de marketing

# ¿Qué es un protocolo?



# Protocolo

## ¿Qué es un protocolo?

- 1. m. Serie ordenada de escrituras matrices y otros documentos que un notario o escribano autoriza y custodia con ciertas formalidades.**
- 2. m. Acta o cuaderno de actas relativas a un acuerdo, conferencia o congreso diplomático.**
- 3. m. Conjunto de reglas establecidas por norma o por costumbre para ceremonias y actos oficiales o solemnes.**
- 4. m. Secuencia detallada de un proceso de actuación científica, técnica, médica, etc.**
- 5. m. Inform. Conjunto de reglas que se establecen en el proceso de comunicación entre dos sistemas.**

# Protocolo

**The accepted or established code of procedure or behaviour in any group, organization, or situation.**

## **Protocolos de red:**

Diálogo entre máquinas.

En Internet todas las comunicaciones están gobernadas por protocolos.

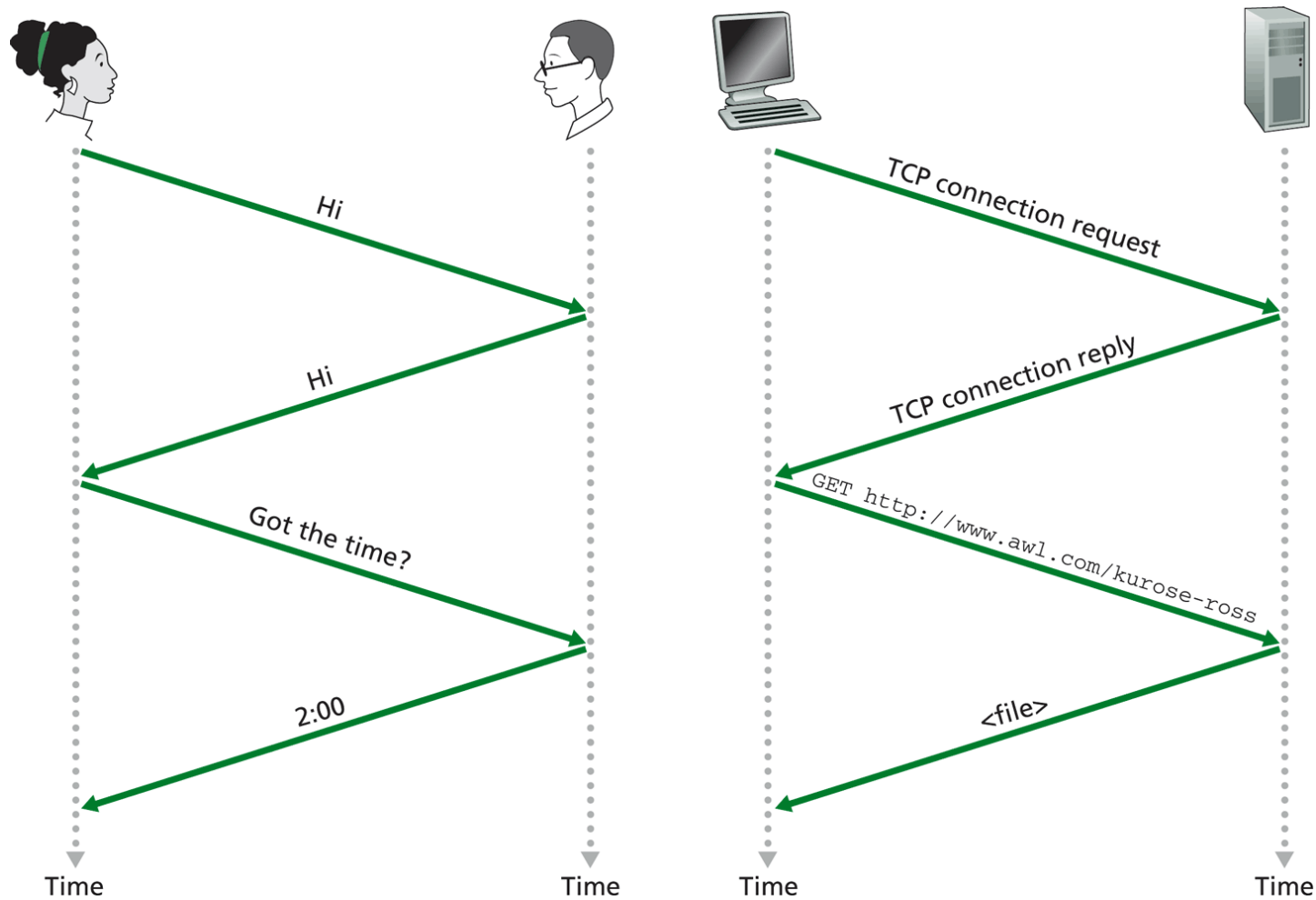
- Se envían mensajes específicos
- Se toman acciones específicas cuando se reciben estos mensajes, u otros eventos.



# Protocolo

**Los protocolos definen el formato y orden de los mensajes intercambiados entre entidades de red, y las acciones a tomar en la transmisión y/o recepción de un mensaje u otro evento**

# Protocolo



**Figure 1.2** ♦ A human protocol and a computer network protocol

# Aproximación a la estructura de red:

## El borde de la red:

Aplicaciones y hosts

## Redes de acceso:

Medio físico

Enlaces cableados e inalámbricos

## Núcleo de red:

Interconexión de routers

Red de redes

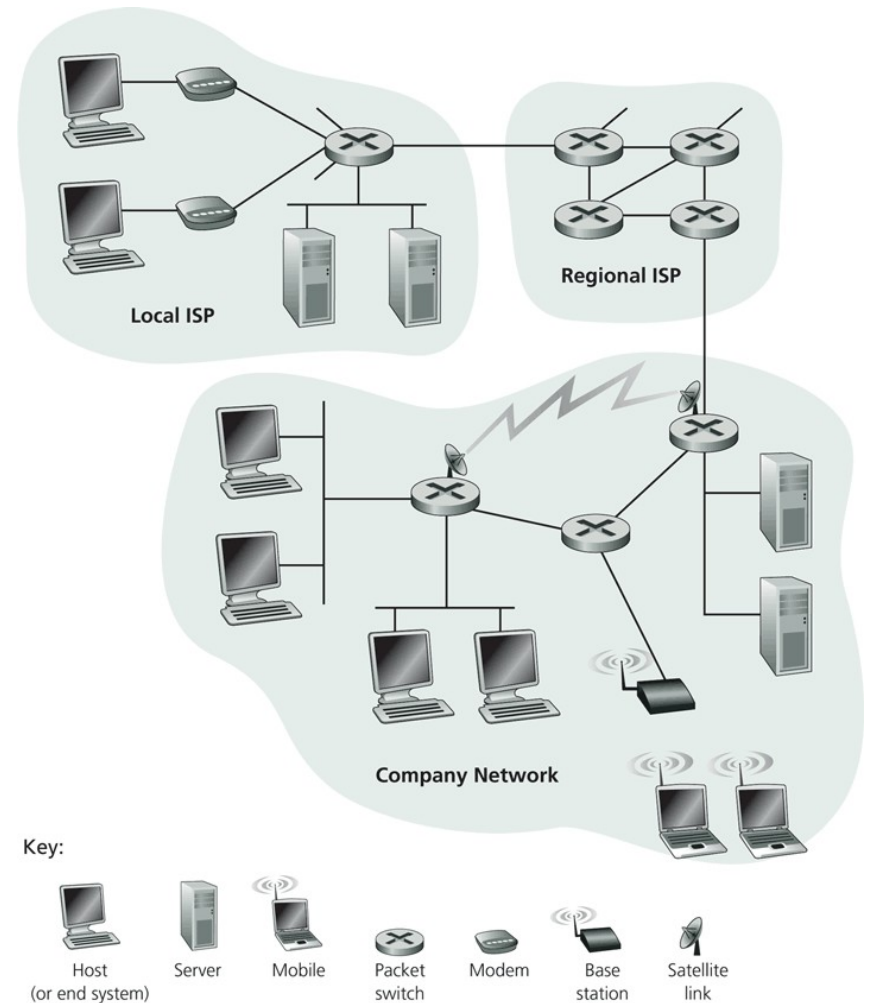


Figure 1.1 ♦ Some pieces of the Internet

# El borde de la red

## End systems (hosts):

- Ejecutan programas de aplicación
- Web, e-mail, acceso remoto

## Modelo cliente-servidor

Los requerimientos de los clientes (hosts), son servidos por servidores "always-on"

## Modelo peer-peer (p2p):

- Uso mínimo (o nulo) de servidores dedicados
- Ej: Skype, torrent, block-chain

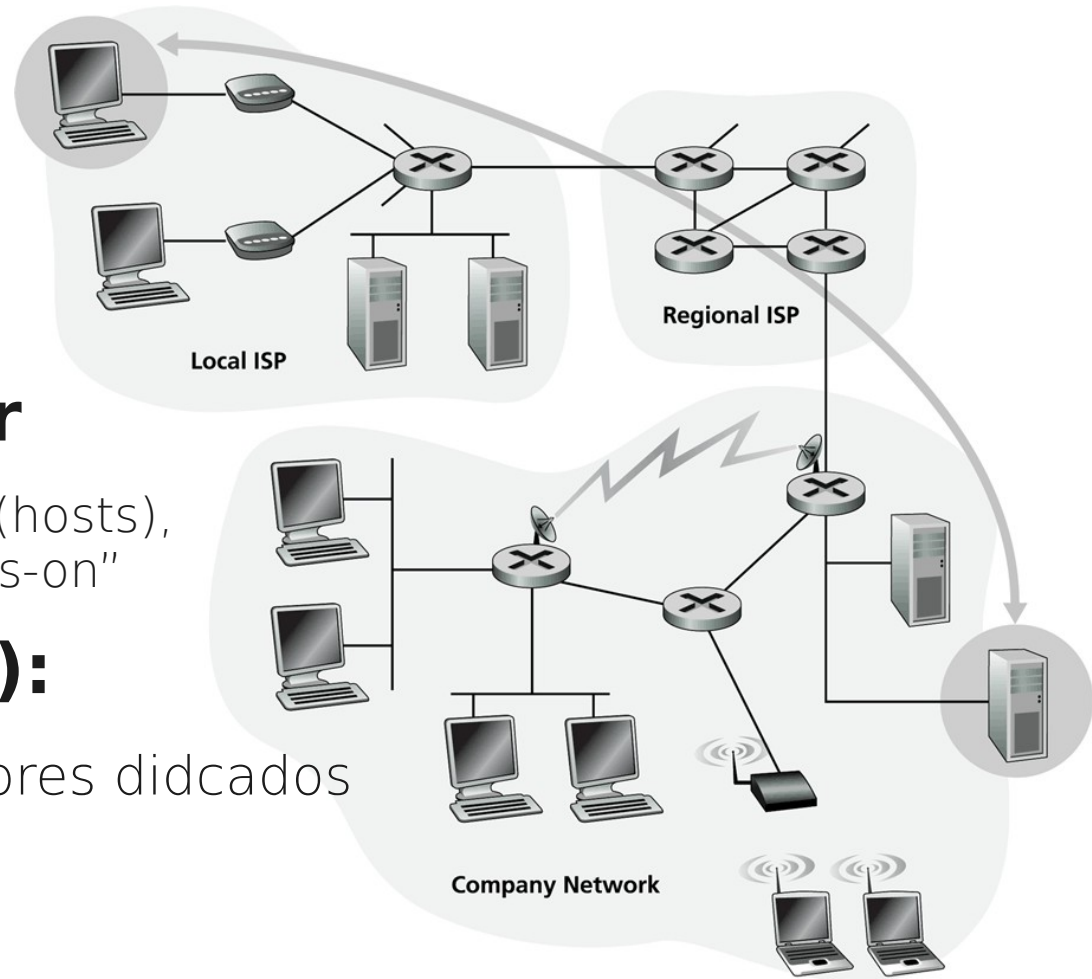


Figure 1.3 ♦ End-system interaction

# Acceso residencial: punto a punto

## Discado via modem

Acceso directo a router hasta 56Kb/s

Imposible “navegar” y usar el teléfono a

## DSL: digital subscriber line

Desplegado usualmente por las compañías telefónicas

Tasas de transferencia desde 256Kb/s hasta 50 Mb/s

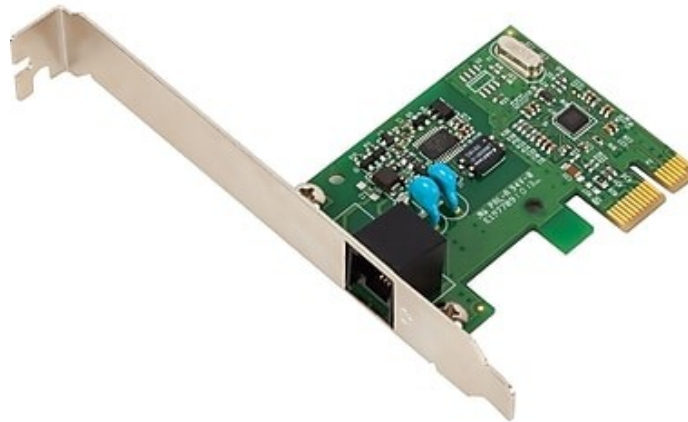
Línea física “dedicada” a central telefónica.



# Dial-up Model

## Utiliza la infraestructura telefónica ya existente

- La red de la casa se conecta directamente a la central office
- Hasta 56 Kb/s en enlace directo al enrutador
- No se puede navegar y hablar por teléfono a la misma vez



# DSL: digital subscriber line

## Línea de abonado digital

Transmisión digital de datos por la línea telefónica

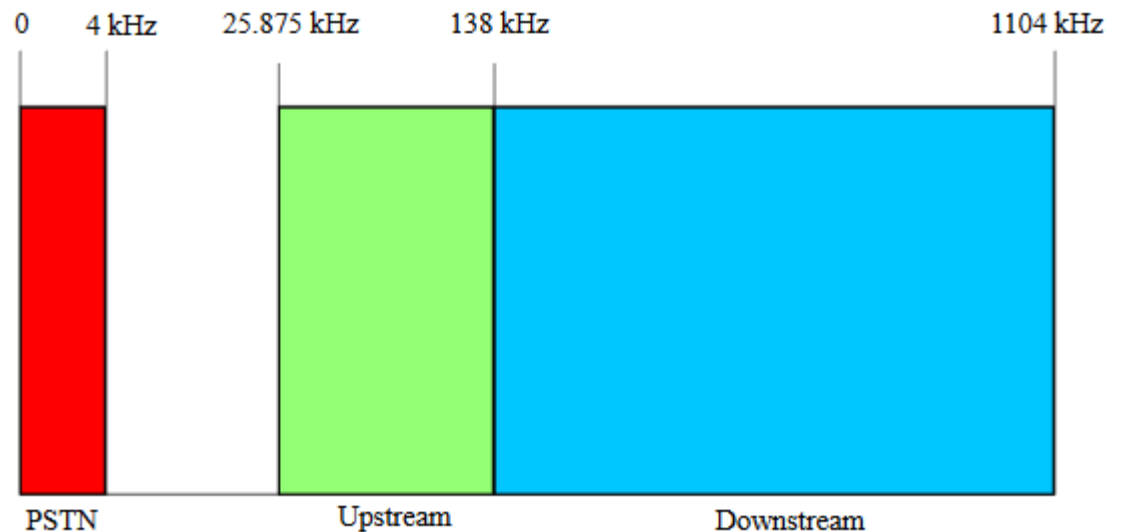
Se realiza una modulación de las señales de datos

Frecuencias más altas que las utilizadas para hablar por teléfono

**ADSL** Asimétrica – **SDSL** S

Mayor velocidad

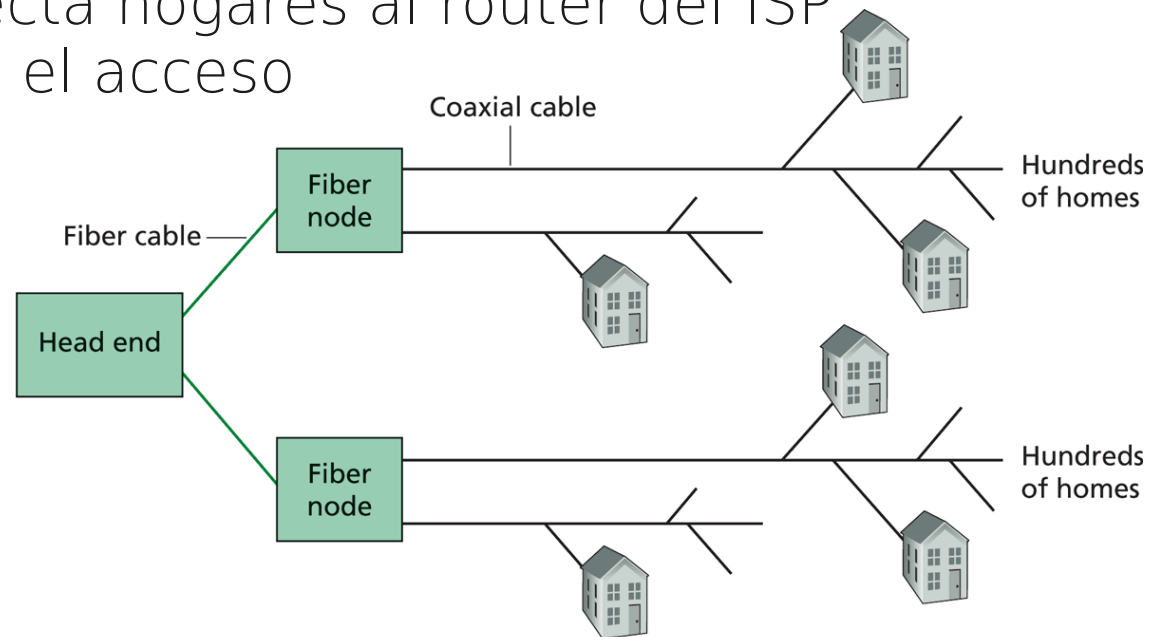
Circuito dedicado hasta la central



# Acceso residencial: Cable modems

## HFC: Hybrid fiber coax

- Asimétrico: Hasta 30 Mb/s de bajada, 2 Mb/s de subida
- Red de cable y fibra conecta hogares al router del ISP  
Los hogares comparten el acceso
- Desplegado por las compañías de TV cable

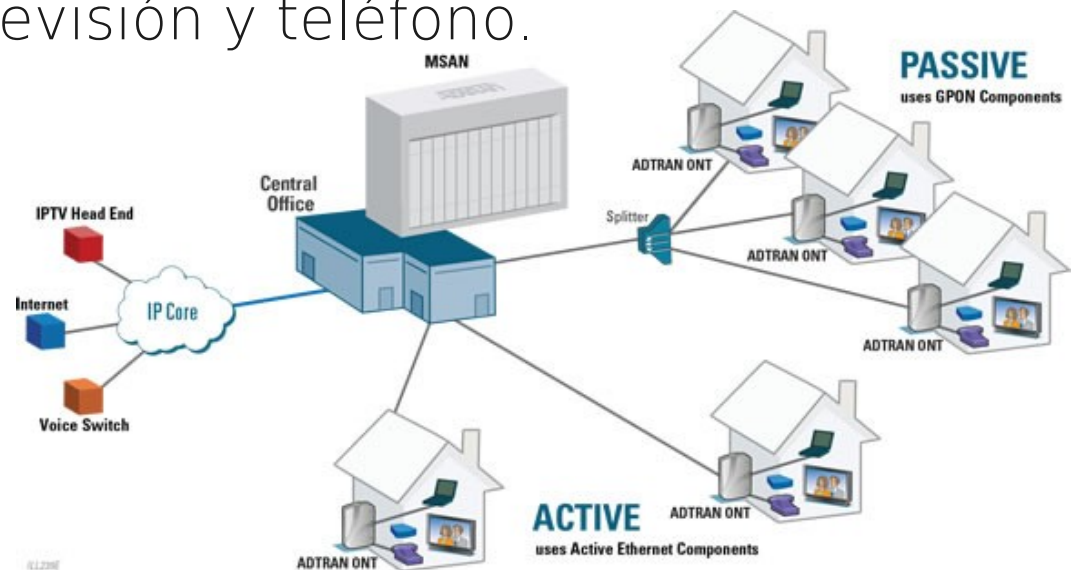


**Figure 1.10** ♦ A hybrid fiber-coaxial access network



# Fiber to the home

- Links ópticos desde la oficina central a la casa
- Dos tecnologías de transporte óptico:
  - Passive Optical network (PON)
  - Active Optical Network (PAN)
- Tasas de transferencia muy elevadas, la fibra también puede transportar señales de televisión y teléfono.



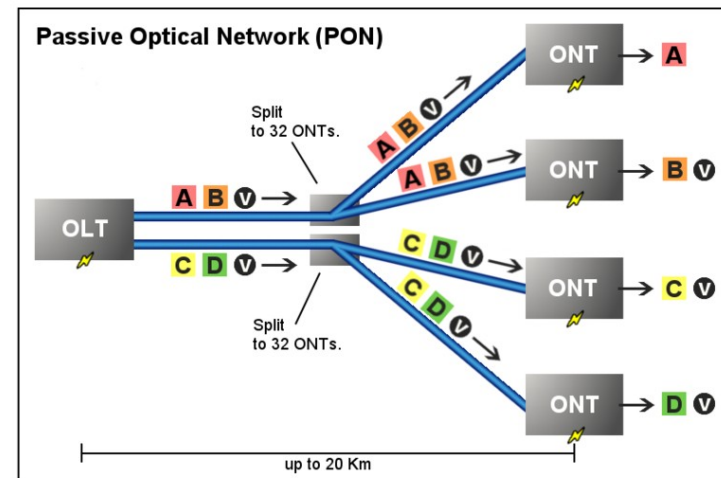
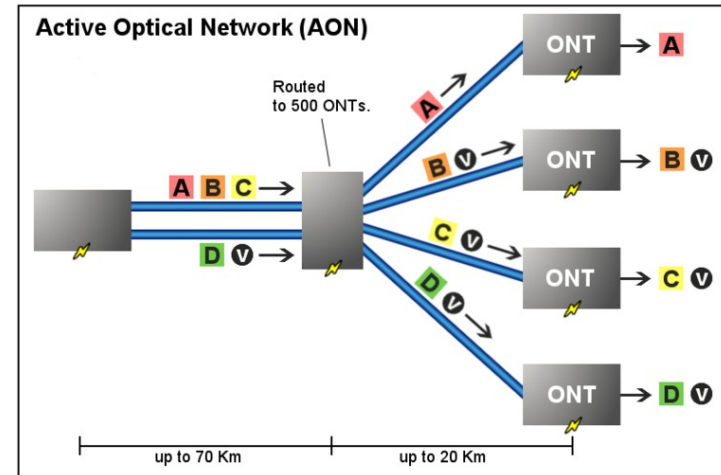
# Fiber to the home

## PAN

Active Optical Network (PAN)

## PON

Passive Optical network (PON)



Key: **A** - Data or voice for a single customer. **V** - Video for multiple customers.

# Redes de área local

## Red de área local (LAN - Local area network)

Conecta a los host (sistemas terminales) al router de borde

- funciona en pequeñas distancias, una casa, una oficina, un edificio.

## Ethernet

- tecnología utilizada en LAN
- Estandar IEEE 802.3 (Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica)
- Permite cubrir redes en áreas extensas

# Redes de acceso inalámbrico

## Acceso inalámbrico compartido

- estaciones de acceso llamadas "access point"

## Wireless LAN

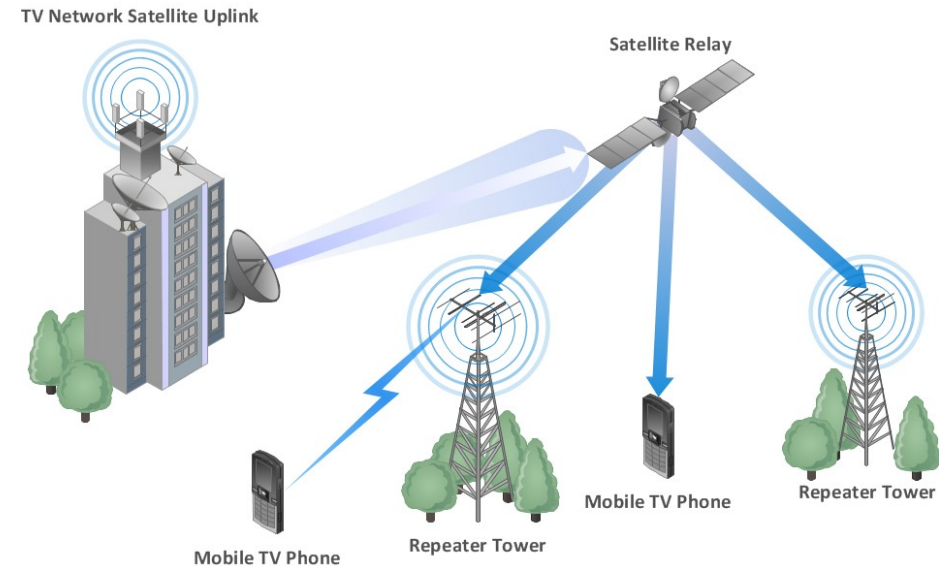
(wireless local area network)

- IEEE 802.11 (a/n) (WiFi):  
5 a 600 Mbps

## Acceso inalámbrico

(wide area network)

- Provisto por operador (telco)
- Abarca grandes distancias geográficas



# Medio físico

## bit

- Se propaga entre las entidades que transmiten/reciben.

## Enlace físico:

- Medio entre el transmisor y el receptor

## Medio “guiado”

- Señales se propagan en medios sólidos

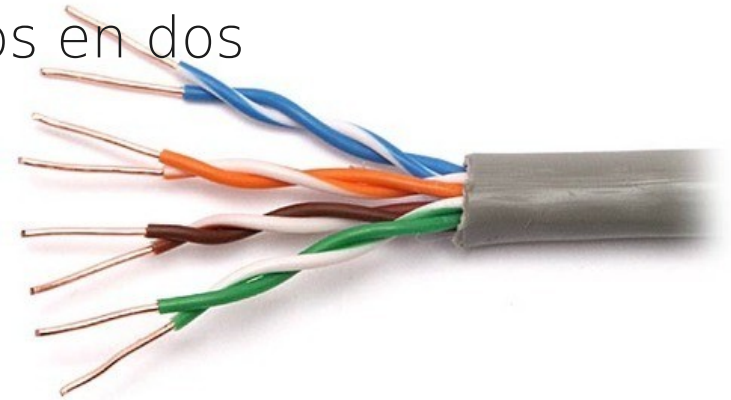
## Medio “no guiado”

- Señales se propagan mediante antenas

# Medio físico

## Twisted Pair (Par de cobre trenzado)

- Cable compuesto por ocho hilos de cobre aislados entre sí, trenzados de dos en dos y entrelazados.
- Unshielded twisted pair (UTP) par trenzado sin blindaje
- Shielded twisted pair (STP) par trenzado blindado
- Existen varias categorías, las más comúnmente utilizadas son Cat 3 (teléfono central), Cat 5 y Cat 6 para redes de área local (LAN)
- velocidades entre 10 Mbps y 100 Mbps.



# Medio físico

## Cable coaxial

- Par de conductores de cobre concéntricos
- Bidireccional
- Banda base:
  - Canal único de cable
  - "legacy" Ethernet
- Broadband:
  - Múltiples canales de cable
  - HFC



# Medio físico

## Fibra óptica

- Fibra de vidrio que transporta pulsos de luz  
cada pulso es un bit
- Alta velocidad:  
Transmisión punto a punto 10-100 Gbps
- Baja tasa de error  
inmune a ruido electromagnético,  
repetidores espaciados.





# Medio físico

## Radio - Señal transportada en el espectro electromagnético

Efectos del entorno en la propagación

- reflexión
- obstrucción por objetos
- interferencia

Microonda terrestre: STM-1, STM-4 (155 Mbps / 622 Mbps)

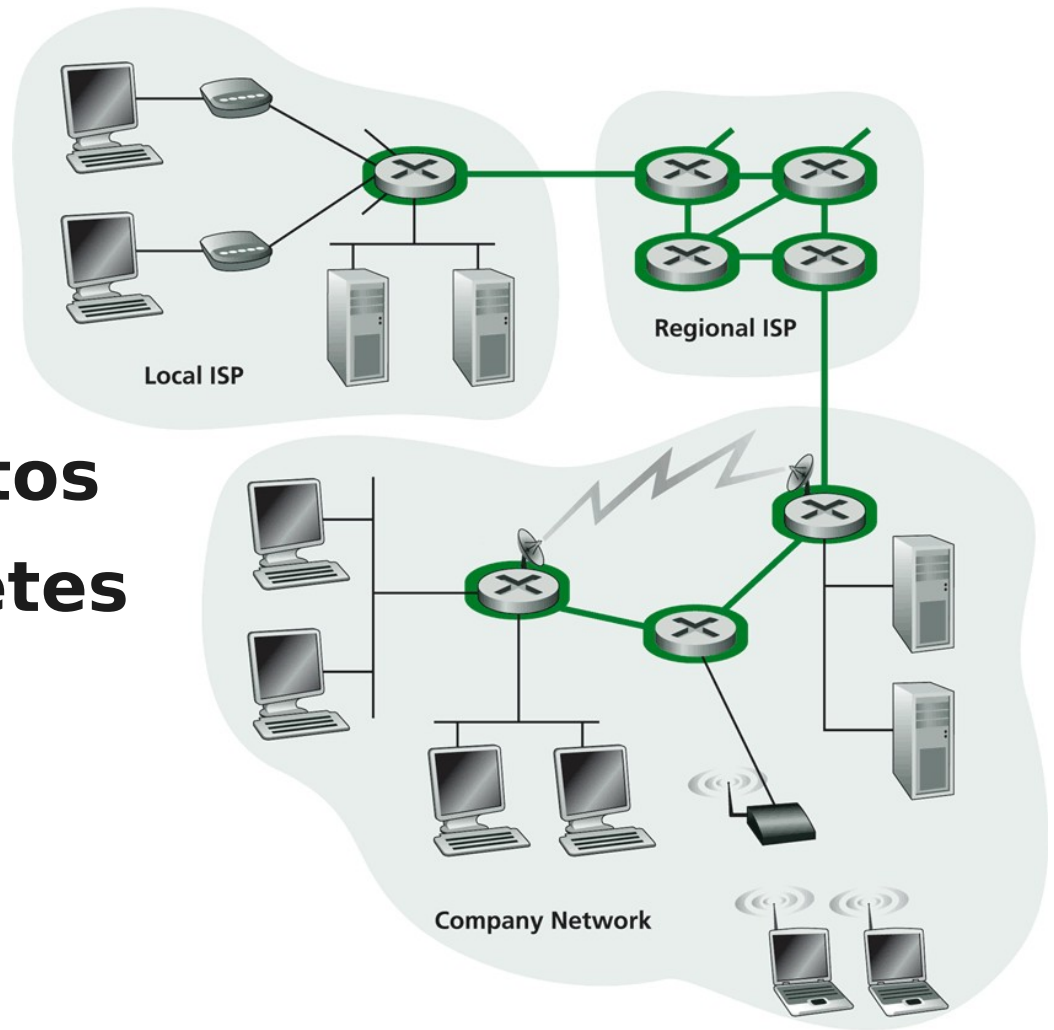
LAN: Wifi (11Mbps, 54 Mbps)

Wide-Area: 3G celular ~ 1 Mbps

Satélite: desde Kbps a decenas de Mbps, retardo 270 msec  
geoestacionarios ~36.000Km o baja altitud ~2.000Km  
(Low Earth Orbit)

# El núcleo de la red

**Conmutación de circuitos**  
**Conmutación de paquetes**  
**Estructura de la red**



**Figure 1.4** ♦ The network core

# El núcleo de la red

## Malla de routers interconectados

### ¿cómo se transfieren los datos a través de la red?

- Conmutación de circuitos:  
Circuito dedicado para cada llamada: red telefónica.
- Conmutación de paquetes:  
Los datos se envían en "trozos"  
a través de la red.

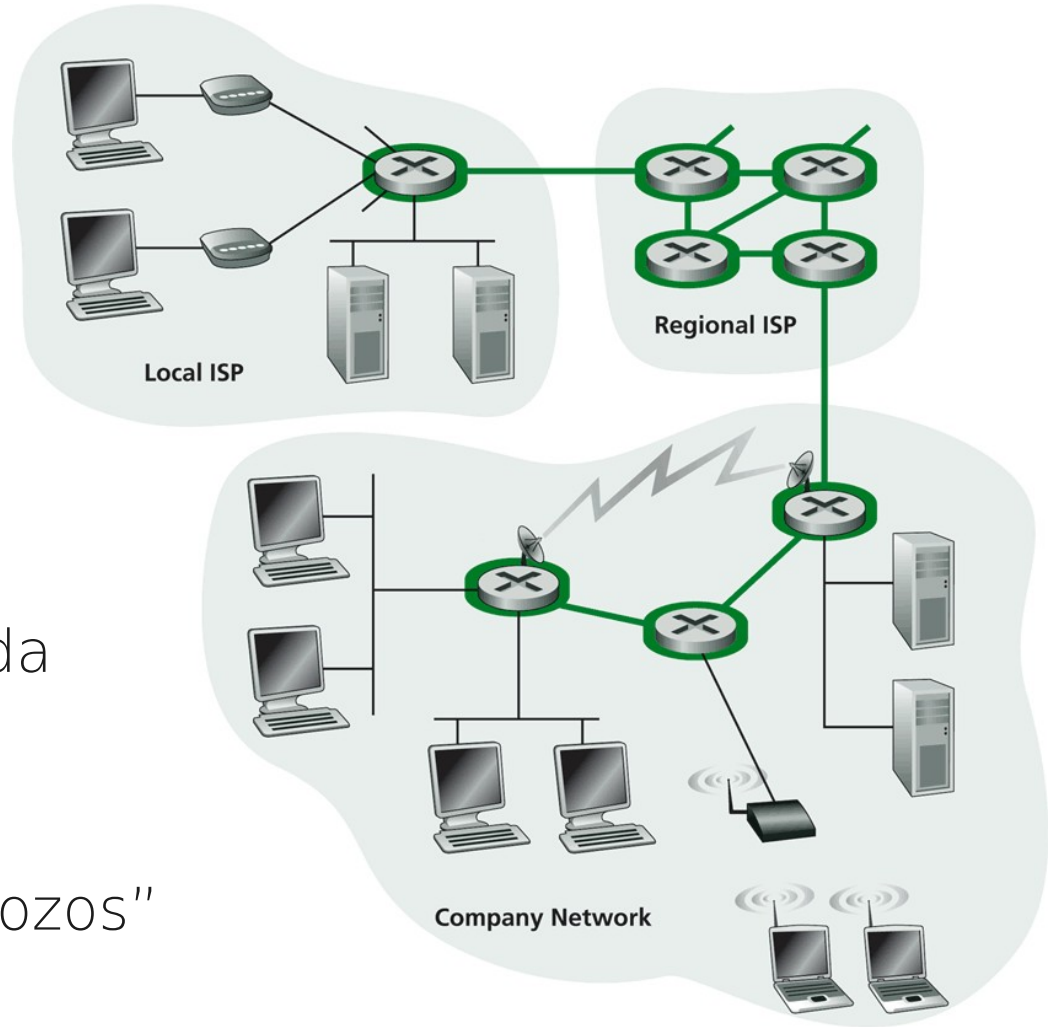


Figure 1.4 ♦ The network core

# Núcleo de Red: Conmutación de circuitos

## Reserva de recursos de extremo a extremo para cada “llamada”

- Ancho de banda capacidad de conmutación
- Recursos dedicados
- Parámetros de calidad garantizada
- Se requiere un procedimiento de establecimiento de llamada (señalización).

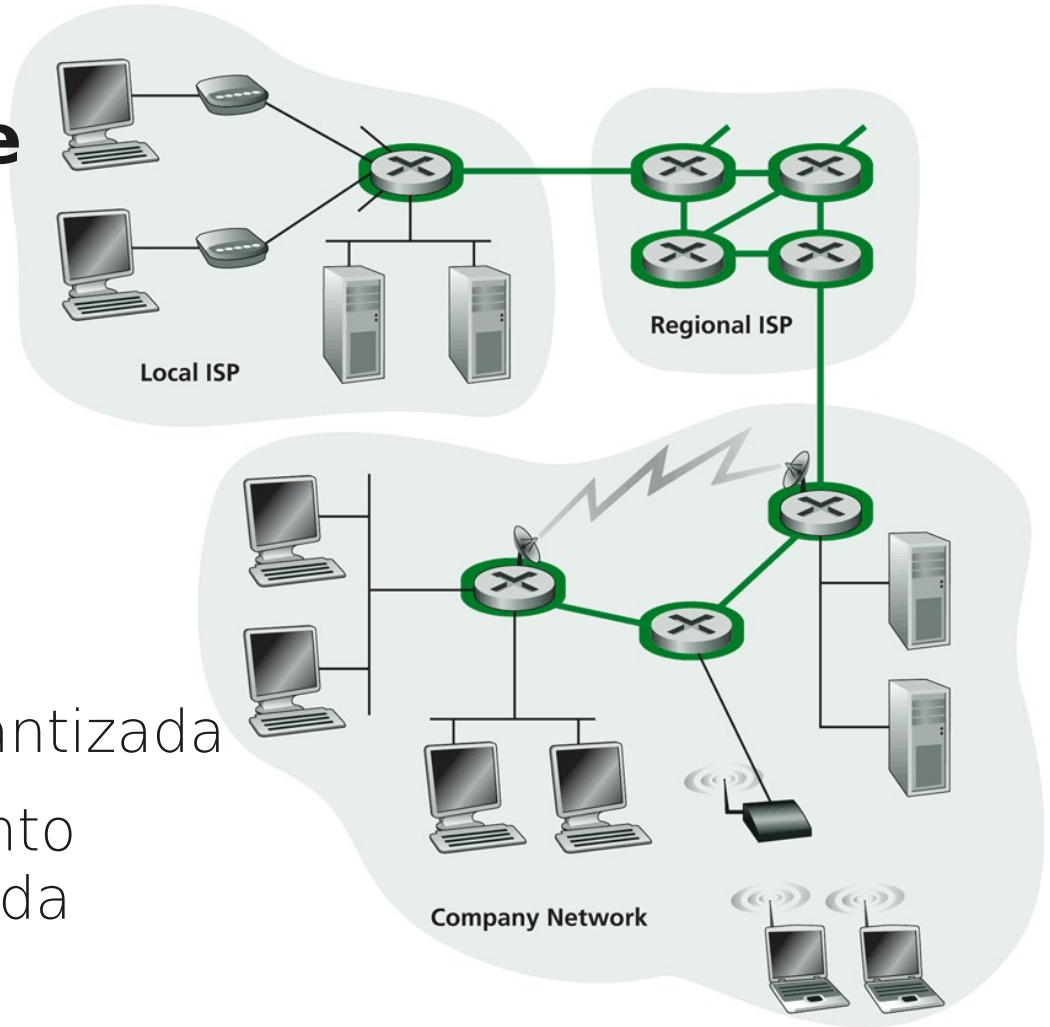


Figure 1.4 ♦ The network core

# Núcleo de Red: Conmutación de circuitos

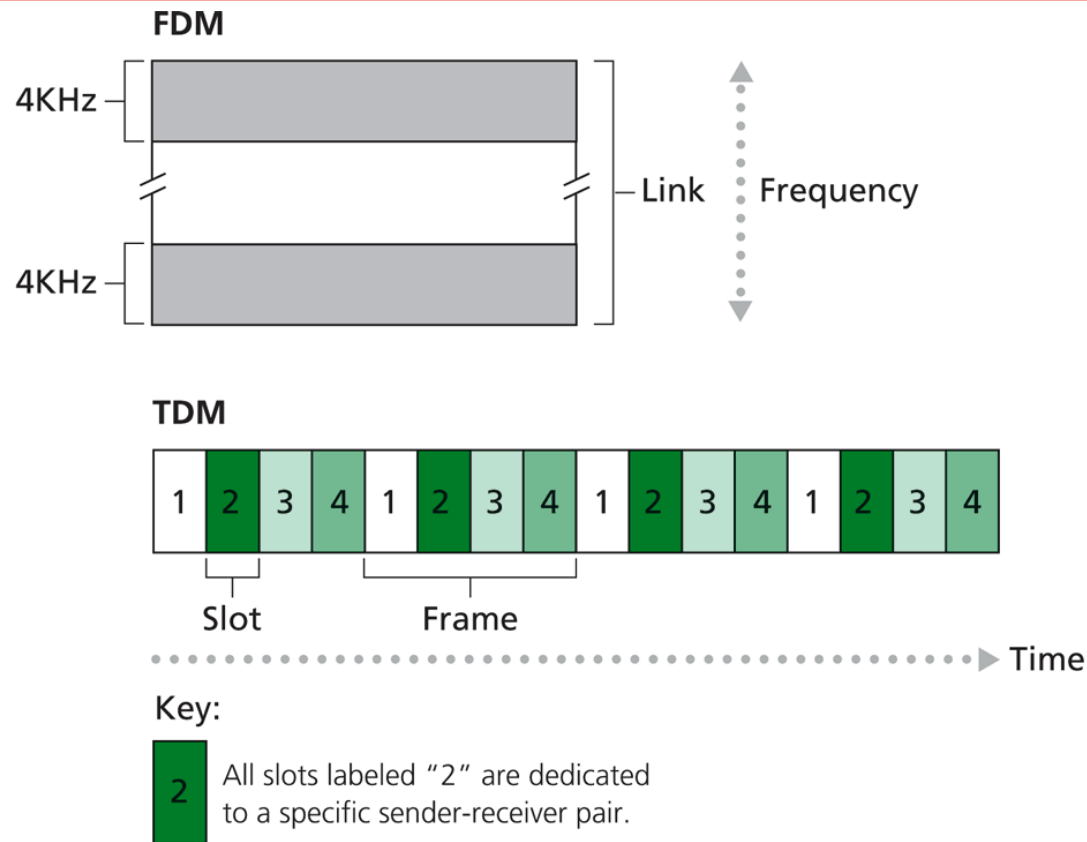
## Recursos de red (ancho de banda) divididos en secciones fijas

- "secciones" asignadas a llamadas
- no se comparten recursos, si no se usan se desperdician.

## ¿cómo se realiza la división de recursos?

- división en frecuencia
- división por tiempo

# Núcleo de Red: Conmutación de circuitos



**Figure 1.6** ♦ With FDM, each circuit continuously gets a fraction of the bandwidth. With TDM, each circuit gets all of the bandwidth periodically during brief intervals of time (that is, during slots).

# Núcleo de Red: Conmutación de paquetes

## Flujo de datos dividido en paquetes

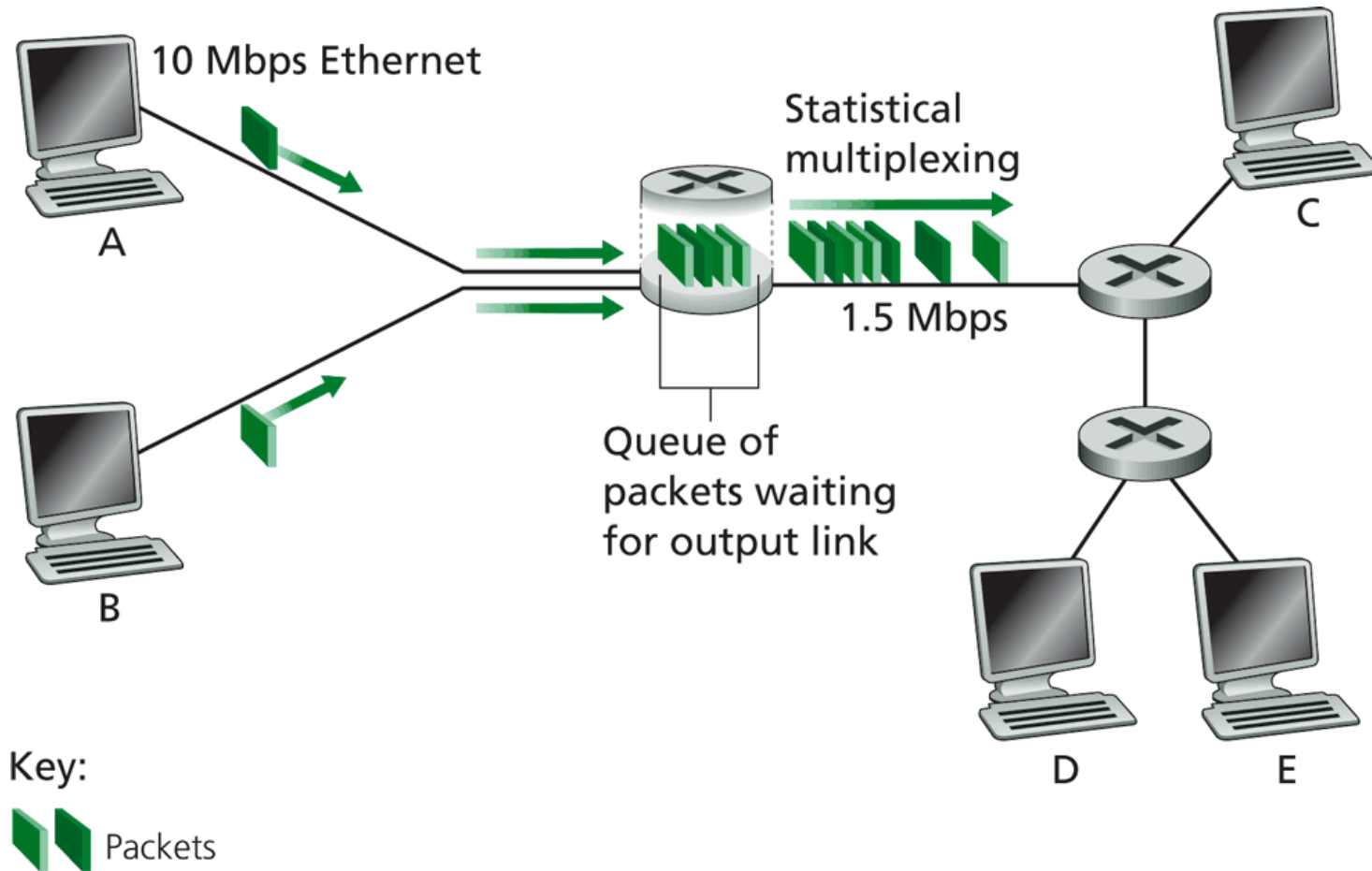
- Los paquetes de distintos usuarios comparten los recursos de red
- Cada paquete utiliza el ancho de banda disponible
- Los recursos se usan cuando se necesitan

## Contención (disputa) de recursos:

- La demanda agregada de recursos puede exceder la disponibilidad
- Congestión: Paquetes deben esperar para usar los enlaces (colas, buffers)
- "store & forward": los paquetes van avanzando de un salto ("hop") a la vez.

Cada nodo recibe el paquete completo antes de re-enviarlo.

# Núcleo de Red: Multiplexado Estadístico



**Figure 1.7** ♦ Packet switching



# Conmutación de paquetes vs Conmutación de circuitos

**La conmutación de paquetes permite que más usuarios utilicen la red**

## **- Enlace de 1 Mb/s**

### **Cada usuario:**

- 100 kb/s cuando está "activo"
- activo 10% del tiempo

### **Conmutación de circuitos**

- 10 usuarios

### **Conmutación de paquetes:**

- Con 40 usuarios la probabilidad de que la cantidad de usuarios activos sea  $> 10$  es menor que 0.001

# Conmutación de paquetes vs Conmutación de circuitos

## ¿La conmutación de paquetes es la solución?

- bueno para transmisión de datos en ráfagas
  - Compartir recursos
  - Simple, no es necesario establecer llamadas
- Posible congestión: Retardos y pérdidas de paquetes
  - Se necesitan protocolos para asegurar la transferencia de datos y control de congestión

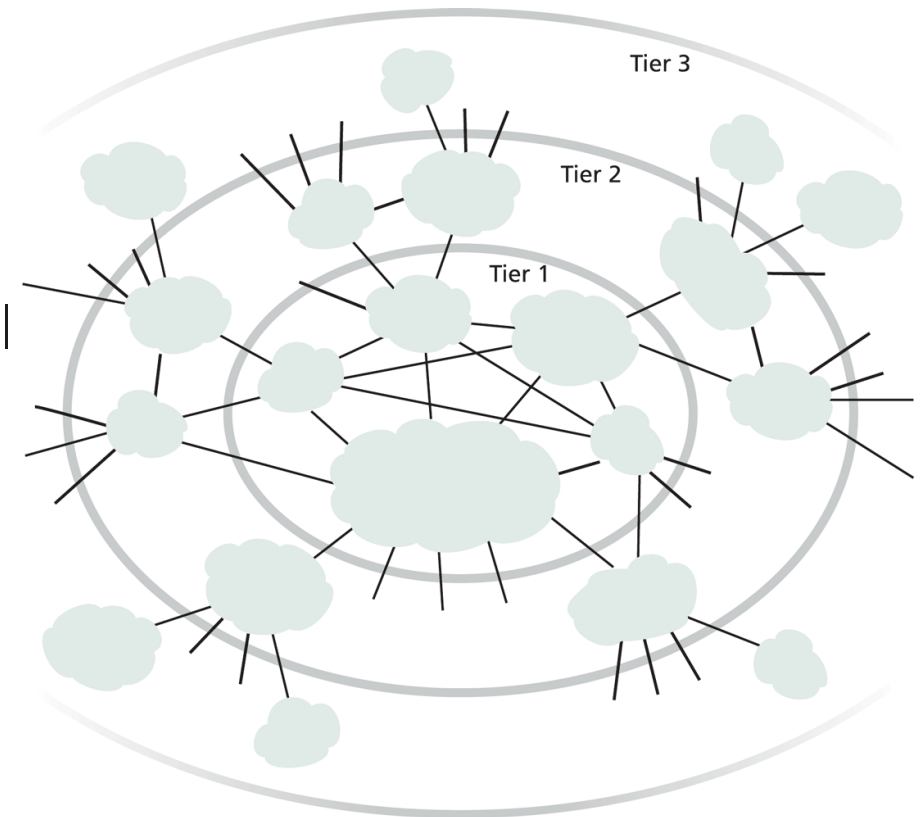
¿Cómo proveer un comportamiento similar a la conmutación de circuitos?

¿Garantías de ancho de banda y variación del retardo para aplicaciones de audio/video?

# Estructura de Internet

## Red de redes

- Estructura jerárquica
- En el núcleo: ISP tier-1
  - Ej: Sprint, AT&T, Cable and Wireless
- Cobertura nacional/Internacional
- "diálogo de iguales (peers)"



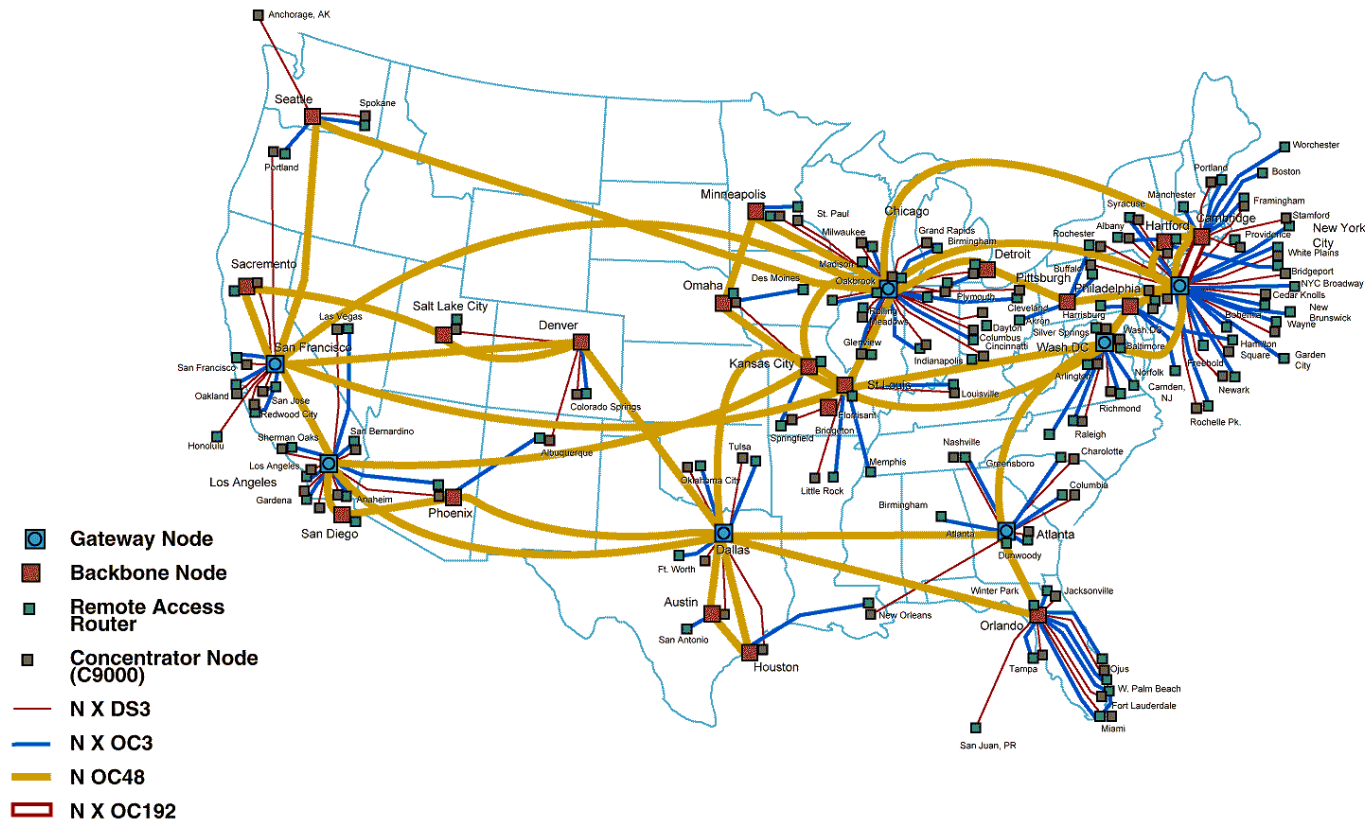
**Figure 1.12** ♦ Interconnection of ISPs

# Estructura de Internet

## Red de redes



### AT&T IP BACKBONE NETWORK 2Q2000



Note: map is not to scale.

# Estructura de Internet

## Red de redes

### ISP Tier-2: más pequeños (regionales)

- Conectados a uno o más ISP's Tier-1, y posiblemente a otros ISP's Tier-2

ISP Tier 2  
paga al Tier 1 por la conectividad  
al resto de Internet

El ISP Tier 2 es cliente  
del proveedor Tier 1.

El ISP Tier 2 también tiene  
conexiones privadas  
entre ellos.

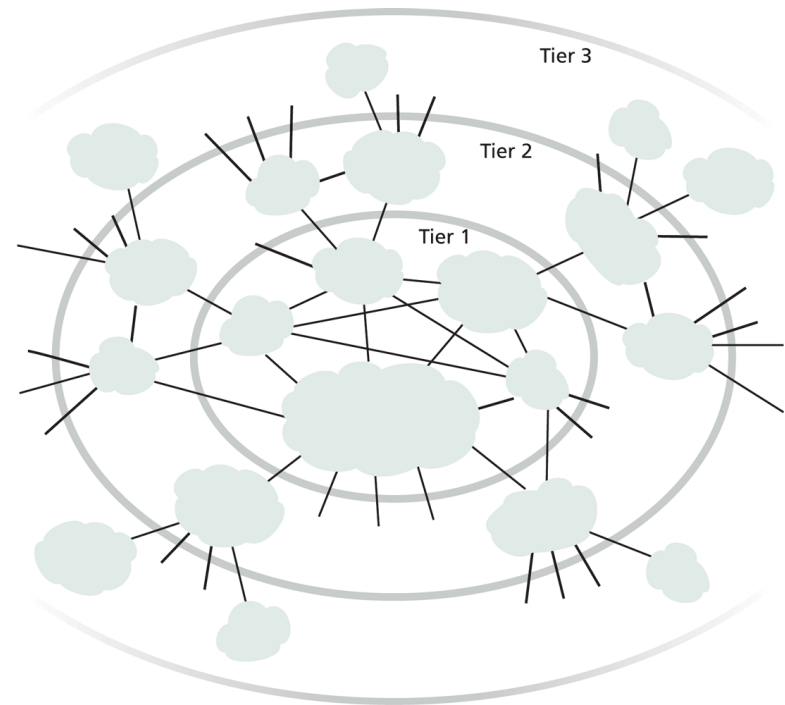
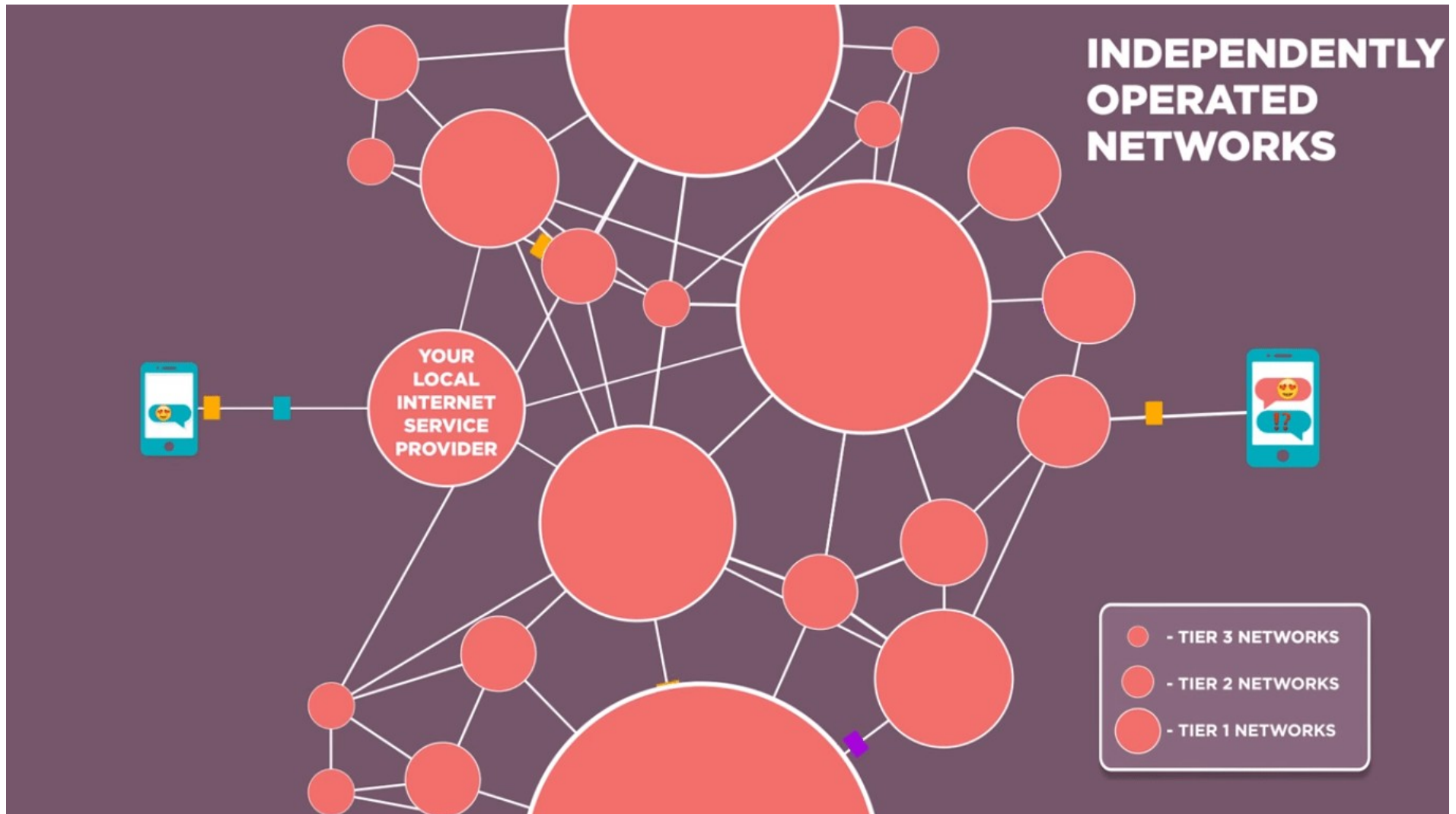


Figure 1.12 ♦ Interconnection of ISPs

# Estructura de Internet

## Red de redes



# Estructura de Internet

## Red de redes

