

Capítulo 1

Introducción a las Redes de Computadoras – Parte 1



Redes de Computadoras

- *¿Qué tipos de máquinas queremos poder interconectar por medio de redes?*
- **Hosts** o **sistemas finales**: dispositivos de cómputo
 - PCs, notebooks, tablets, smartphones, TVs, consolas de juegos, sistemas de seguridad hogareños, automóviles, etc.
 - Incluye: distintos tipos de computadoras (celulares, tablets, pcs, notebooks) y dispositivos IoT (de internet de las cosas).



“Fun” Internet-connected devices



IP picture frame
<http://www.ceiva.com/>



Web-enabled toaster +
weather forecaster



Tweet-a-watt:
monitor energy use



Internet
refrigerator



Smart
watch



Smart lighting



Pet tracking



Internet phones



Dispositivos IoT

Dispositivos IoT pueden:

- Intercambiar datos con otros dispositivos y aplicaciones interconectados.
- Recolectar datos de otros dispositivos y procesar los datos localmente o enviarlos a servidores centralizados para procesar los datos.
- Realizar algunas tareas localmente y otras tareas dentro de la infraestructura de la red basadas en restricciones temporales y de espacio como:
 - memoria, capacidades de procesamiento, velocidades de comunicación y plazos.



Redes de Computadoras

- ¿Qué es una red de computadoras?
- Una **red de computadoras** es un conjunto de sistemas finales interconectados.
 - ¿Qué significa que dos computadoras están interconectadas?
 - Dos computadoras (o host interconectados) están interconectadas si pueden intercambiar información.
 - ¿De qué manera puede hacerse la interconexión?
 - La conexión puede hacerse por **medios de transmisión**: cable de cobre, fibra óptica, microondas, etc.
 - El intercambio de información entre hosts se hace por medio de **señales** que viajan en los medios de transmisión.



Redes de Computadoras

- ¿Qué servicios o usos proporcionan las redes de computadoras?
 - Compartir recursos:
 - Recursos de hardware (p.ej. impresoras, almacenamiento, etc.)
 - Compartir información (datos, archivos, etc.).
 - Usarlas como medio de comunicación entre personas:
 - Mail, chat, mensajería, teleconferencia, telefonía IP, etc.
 - Socializar:
 - uso de redes sociales.
 - Incluye aspectos de las dos anteriores
 - Trabajo colaborativo
 - Por ejemplo, creación de documentos entre varias personas en distintas localizaciones geográficas.
 - Comercio electrónico
 - Entretenimiento:
 - Distribución de contenidos de TV por suscripción (IPTV)
 - Juegos

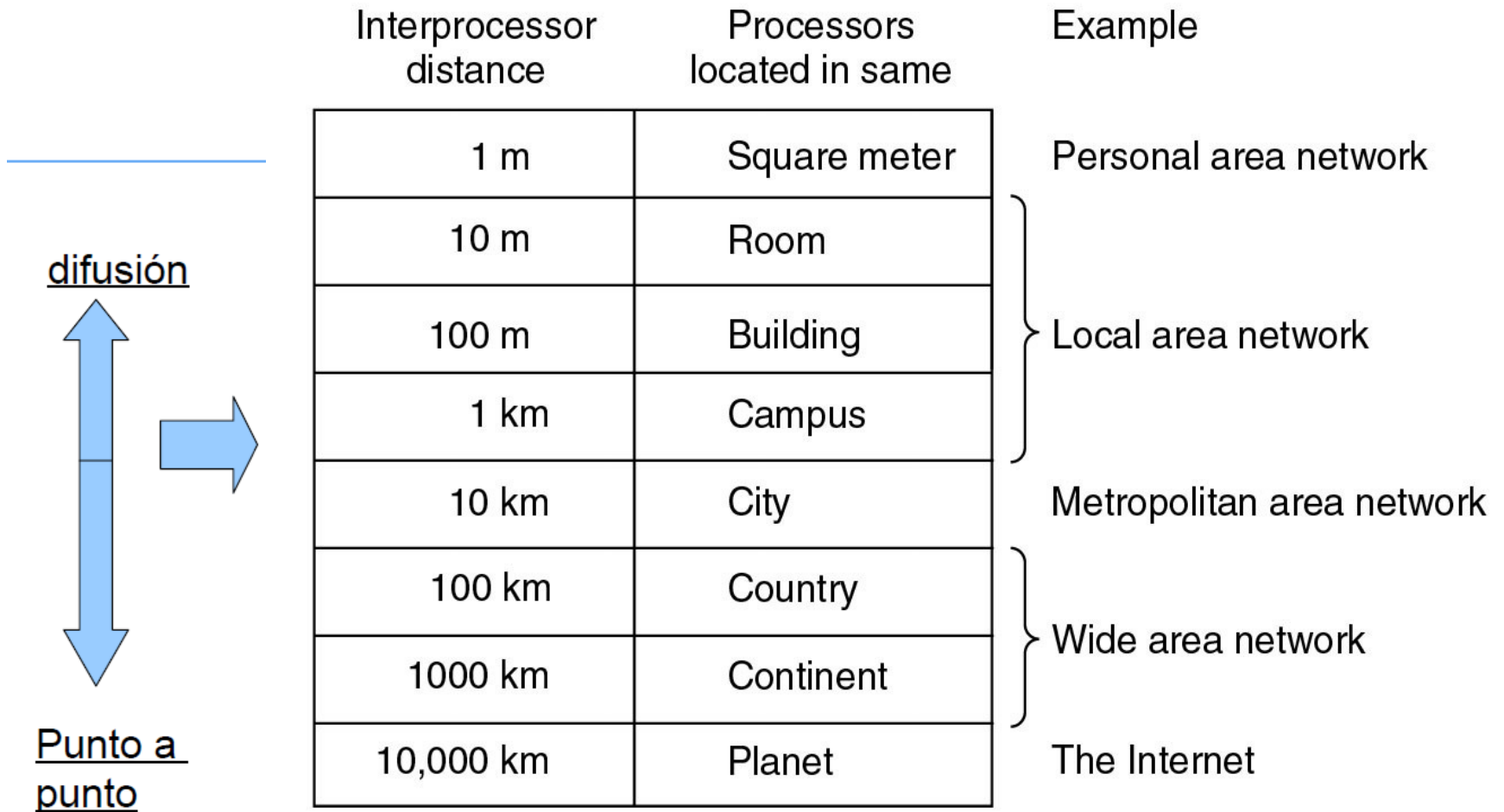


Redes de Computadoras

- Hay distintos **tipos de redes de computadoras**.
 - Las redes de computadoras pueden venir en varios tamaños, formas y cumplir distintos propósitos.
- ¿Qué hacer para que los hosts de varias redes de distinto tipo se puedan comunicar entre sí?
 - Varias redes de computadoras pueden ser ***interconectadas*** entre sí para formar redes más grandes.
 - La **internet** es el ejemplo de red de redes más grande.



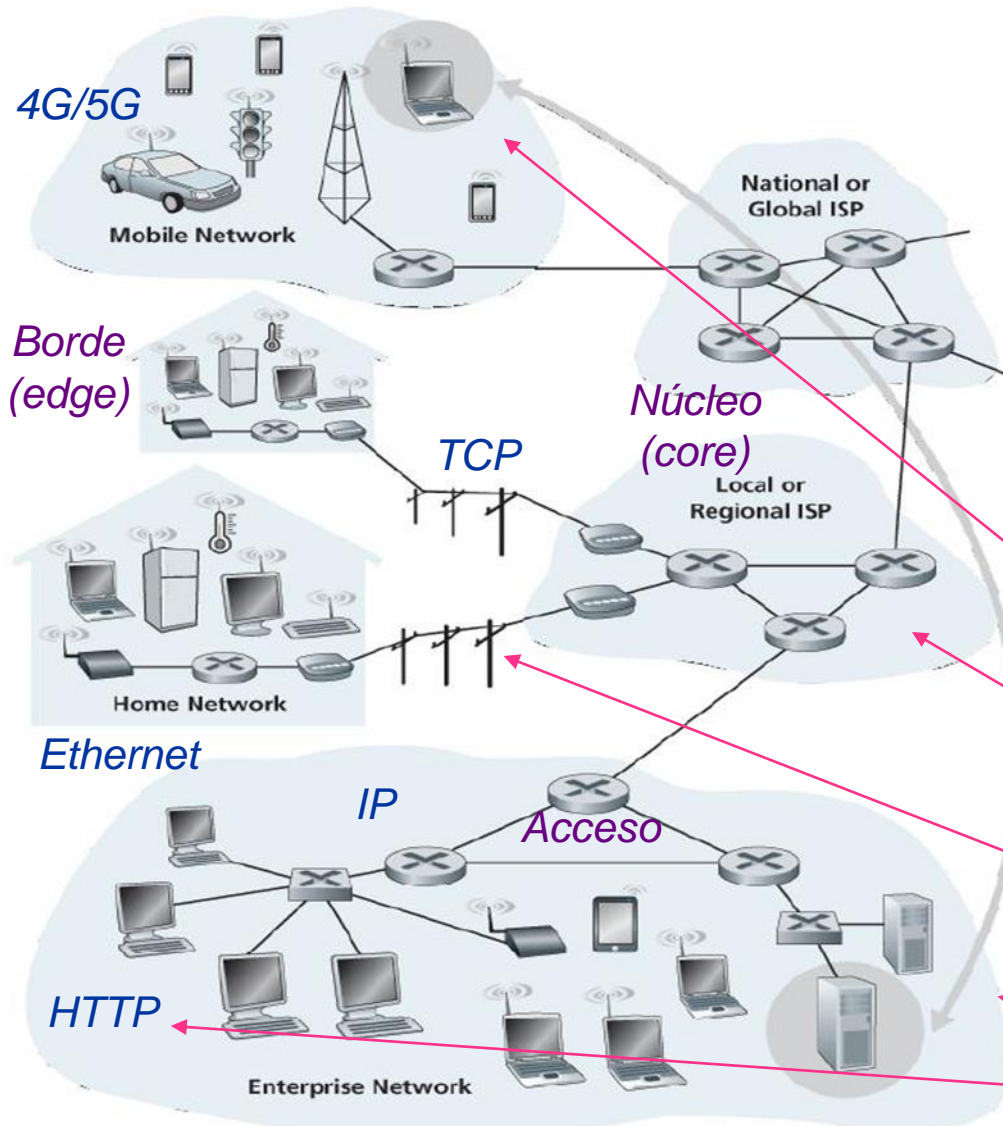
Tipos de Redes



Classification of interconnected processors by scale.



Sistemas Operativos de Red



- Distintas redes de computadoras se pueden interconectar entre sí.
- Para poder aprovechar y gestionar los distintos tipos de redes se definen **sistemas operativos de red.**

- Dispositivos (hosts corriendo apps)
- Switches y Routers de paquetes
- Enlaces de comunicaciones
- Redes
- Protocolos (azul)



Aplicaciones de Red



p.ej. socket API, web, etc.

p.ej. TCP/IP

- Las redes de computadora se usan para proveer distintos **servicios**:
 - Ejemplo: compartir recursos, comunicación entre personas, socializar, trabajo colaborativo, comercio electrónico, entretenimiento, etc.
- Para proveer servicios se crean **aplicaciones de red**.
 - Para programarlas se usan **APIs y middlewares**.
 - Y estos últimos se basan en el sistema operativo de red.



¿Por qué se enseña la materia?

1. Para que comprendan cómo están **organizadas las redes** desde las más sencillas hasta las más complejas.
2. Para que comprendan el **funcionamiento** de las redes y las **tecnologías** que las soportan.
3. Para que puedan entender en detalle la **organización y funcionamiento de sistemas operativos de redes** en sus diversas partes y los **problemas** que resuelven.
4. Para que puedan **desarrollar aplicaciones de red**.



Metas de la introducción

- **Agenda:**

1. Comprender los distintos **tipos de redes de computadora.**
2. Entender la arquitectura de los **sistemas operativos de redes (SOR).**
3. Aprender fundamentos sobre **cómputo en la nube**
4. Entender algunas convenciones a respetar en la materia



¿Por qué estudiar los tipos de redes?

- Los hogares, empresas, instituciones educativas, proveedores de servicios de internet, usan distintos tipos de redes.
- Para poder comprender las redes de esos lugares, cómo están **organizadas** y cómo **funcionan** hay que estudiar los distintos tipos de redes.
- Además saber sobre tipos de redes sirve para poder **diseñar redes** para esos lugares.



Tipos de Redes

- **Para cada tipo de red se va a:**
 - Entender cómo está organizado.
 - Comprender cómo se envían mensajes dentro del mismo.
 - Indicar **problemas a resolver** para enviar mensajes dentro de un tipo de red.



Tipos de Redes: Agenda

- **Agenda:**
 - Interredes y estructura de la internet
 - Internet de las cosas
 - Redes de área amplia: sus distintos tipos
 - Redes metropolitanas: sus distintos tipos
 - Redes de área local: sus distintos tipos



Interredes

- Existen muchas redes, con hardware y software diferente.
- **Problema:** ¿Cómo comunicar personas pertenecientes a redes diferentes?
- **Solución:** usar interredes
 - **Interred** = conjunto de redes interconectadas
 - **puertas de enlace:** conectan redes de distintas tecnologías.
 - **Internet** es una interred.



La Internet

- La internet está formada por billones de dispositivos de computación conectados entre sí.
- En la internet se ejecutan aplicaciones de red.
- La internet es una red de redes que interconecta varias redes entre sí.
- Para envío y recepción de mensajes entre sistemas finales se usan protocolos.



Estructura de la Internet

- ❖ Hosts acceden a la internet a través de **proveedores de servicios de internet de acceso** (ISPs de acceso).
- ❖ *¿Qué tipos de ISP de acceso existen?*
 - Uso de **ISP residenciales** (p.ej. compañías de cable, telefónicas, fibra a la casa (FTTH), etc.).
 - Uso de **ISP empresarial** (da acceso a sus empleados).
 - Uso de **ISPs universitaria** (da acceso a docentes, estudiantes y personal).
 - **Celulares.**
 - **ISPs que proveen acceso a WiFi** (p.ej. en aeropuertos, hoteles, restaurantes, etc.).



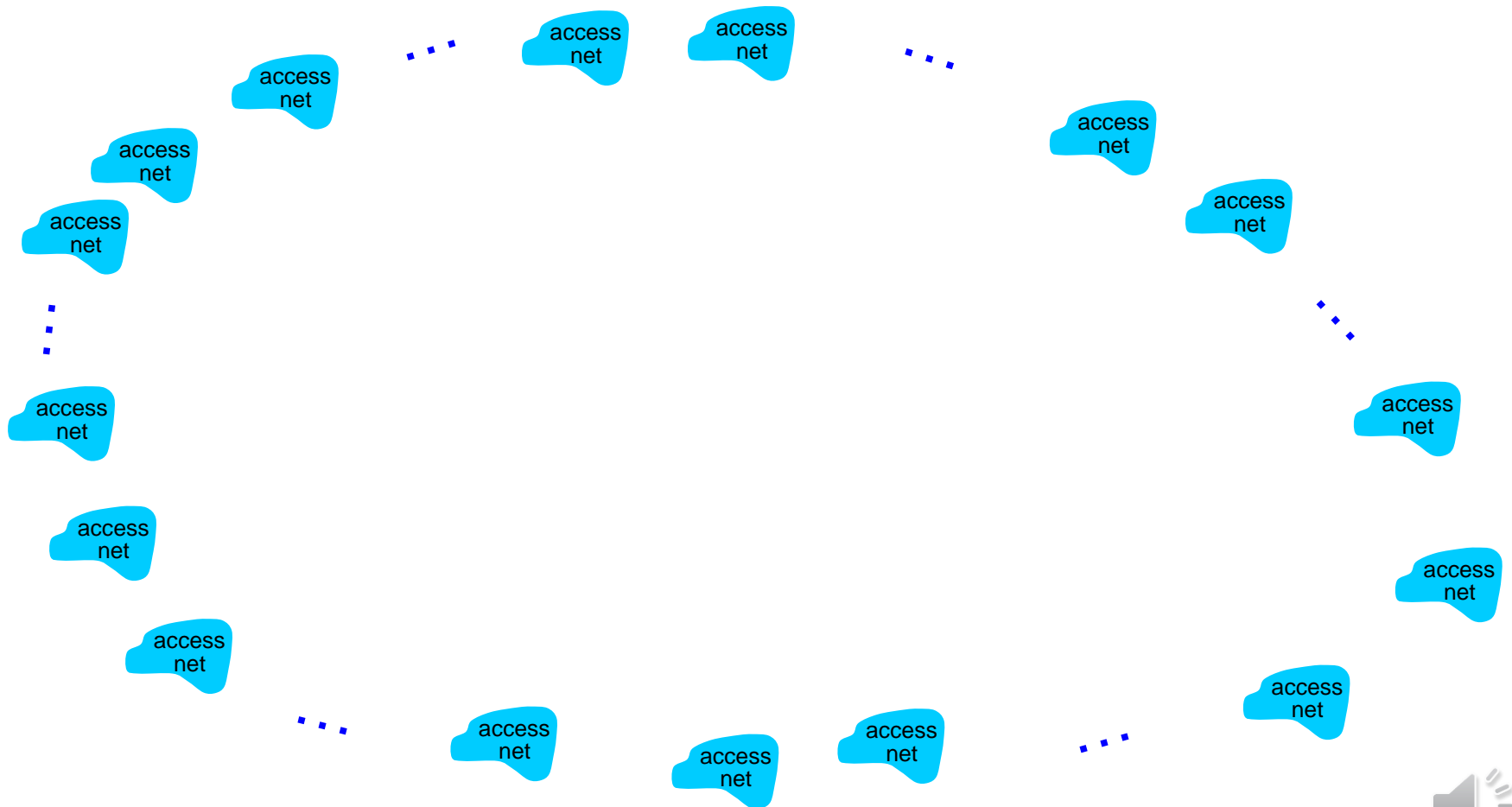
Estructura de la Internet

- ❖ ¿Cómo hacer para que dos hosts que están conectados a diferentes ISPs de acceso puedan enviarse paquetes entre sí?
- ❖ ISPs de acceso deben estar interconectados.



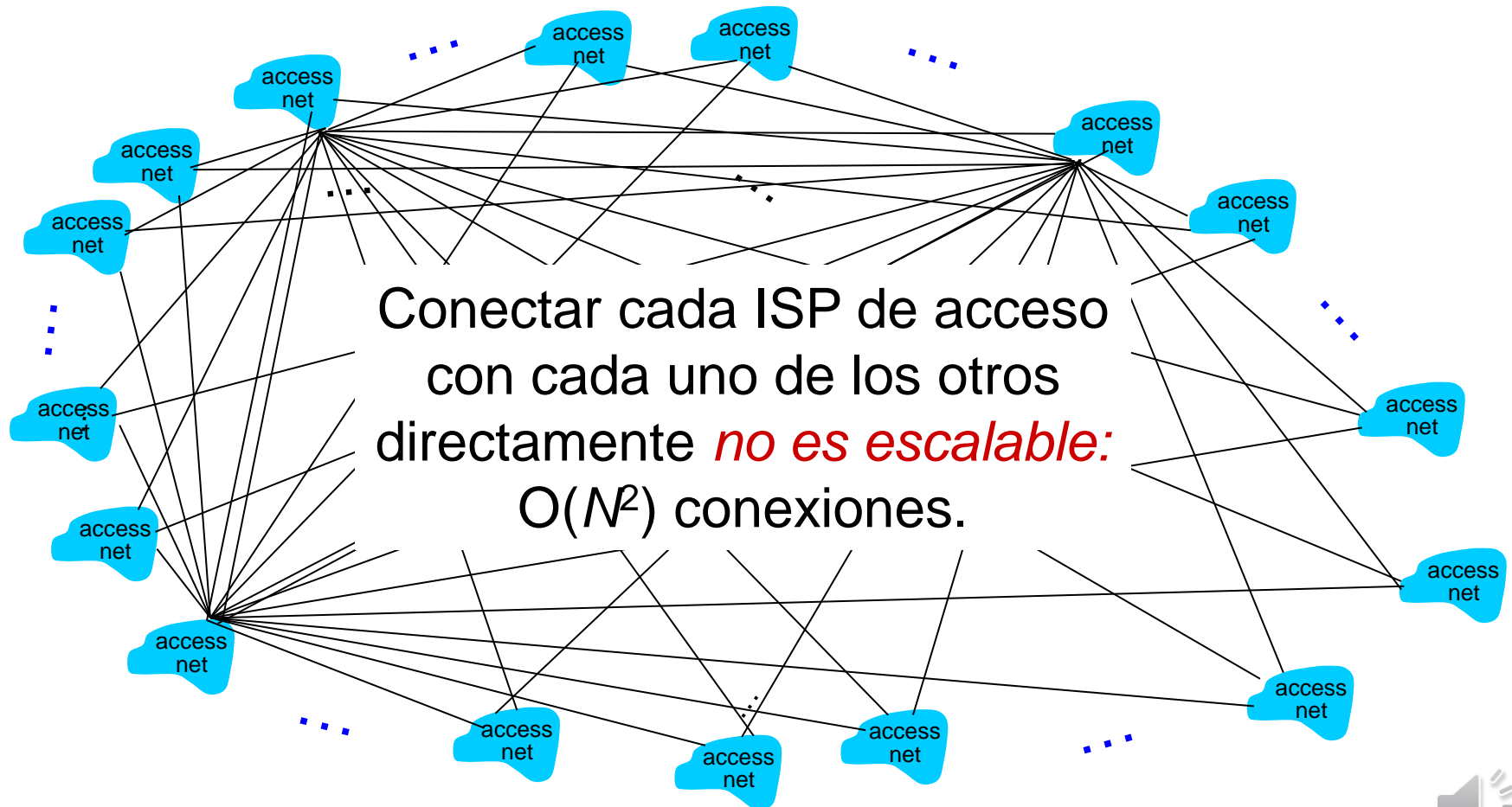
Estructura de la Internet

Problema: Dados miles de ISP de acceso, cómo conectarlos entre sí?



Estructura de la Internet

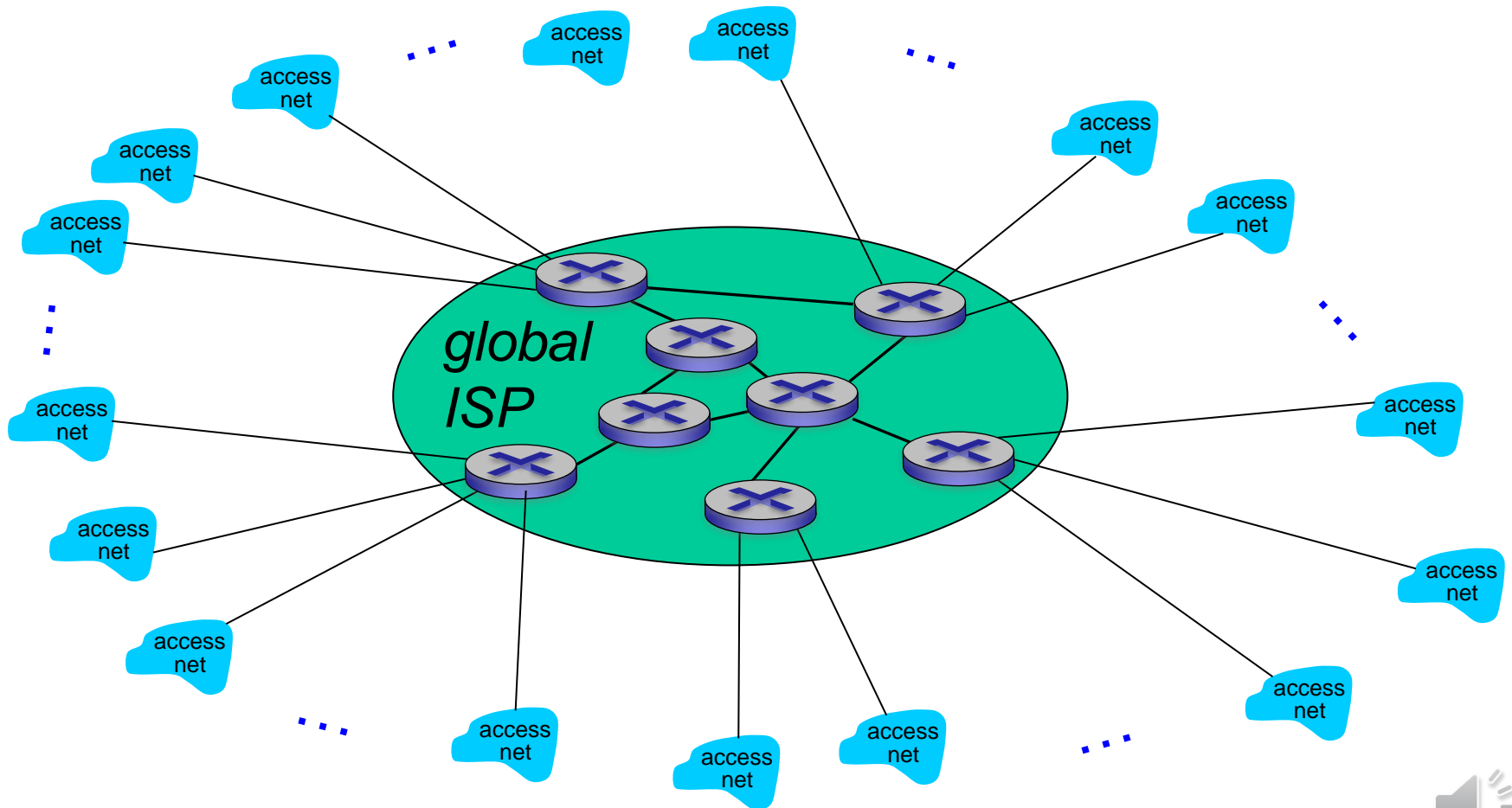
Idea: conectar cada ISP de acceso a todo otro ISP de acceso.



Estructura de la Internet

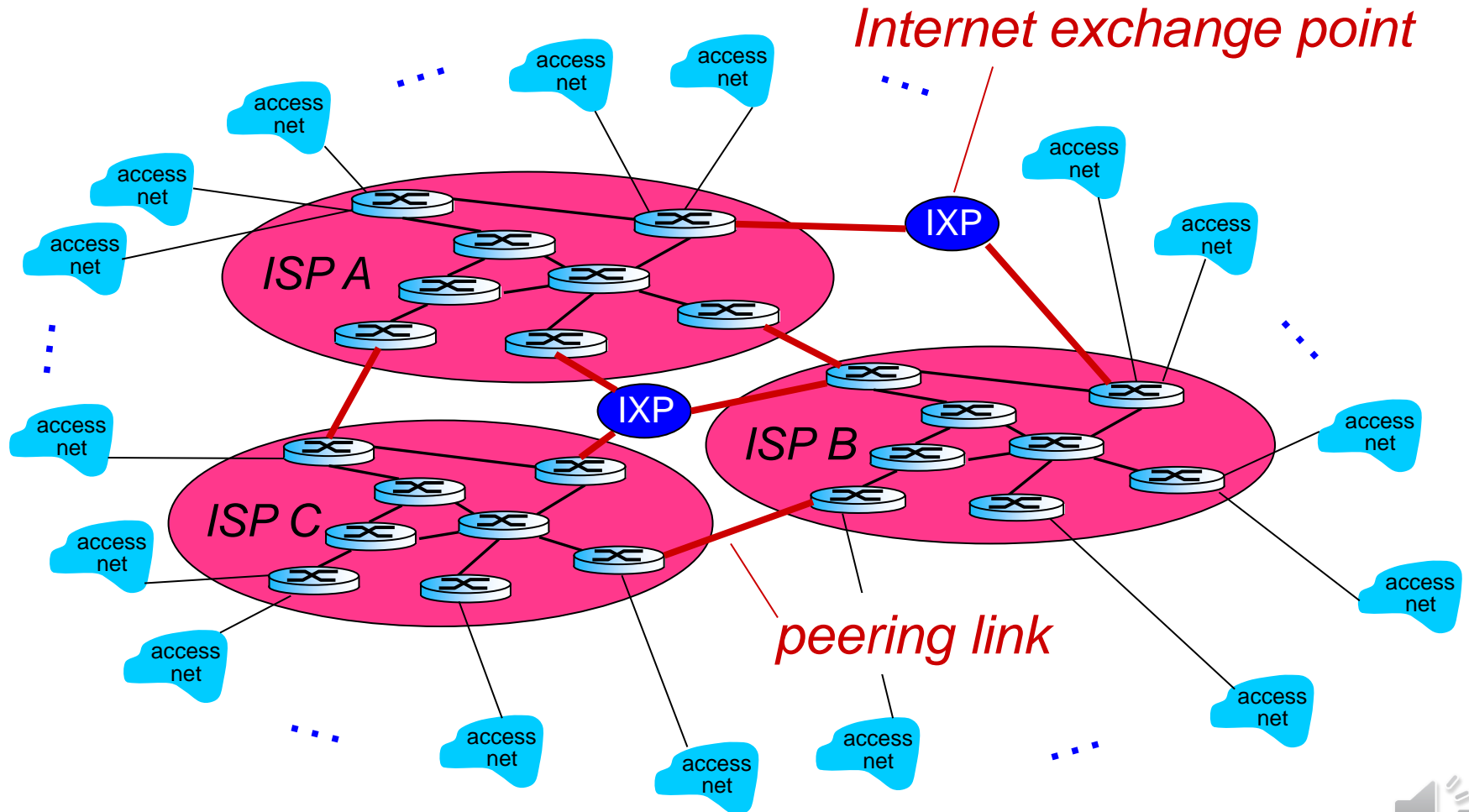
Idea 2: conectar cada ISP de acceso a un ISP global de tránsito?

Las ISP **cliente** and **proveedora** tienen acuerdo económico.



Estructura de la Internet

Idea 3: Es más conveniente tener ISPs globales de tránsito que conectan los ISP de acceso. *¿Por qué es más conveniente?*



Estructura de la Internet

- Las ISP de acceso son interconectadas a través de redes ISP nacionales e internacionales de más alto nivel llamados **ISPs de capa superior** o **globales de tránsito**.
 - Estas son ISP que proveen **servicios de tránsito**.
 - Las ISP de tránsito pueden **competir entre sí**.
 - Una ISP de capa superior consiste de **enrutadores de alta velocidad** interconectados con **enlaces de fibra óptica** de alta velocidad.
- *¿Qué conclusiones pueden sacar del dibujo anterior?*
 - Las ISP globales de tránsito deben estar interconectadas entre sí.
 - Cada red ISP, ya sea de acceso o de capa superior, es manejada independientemente.



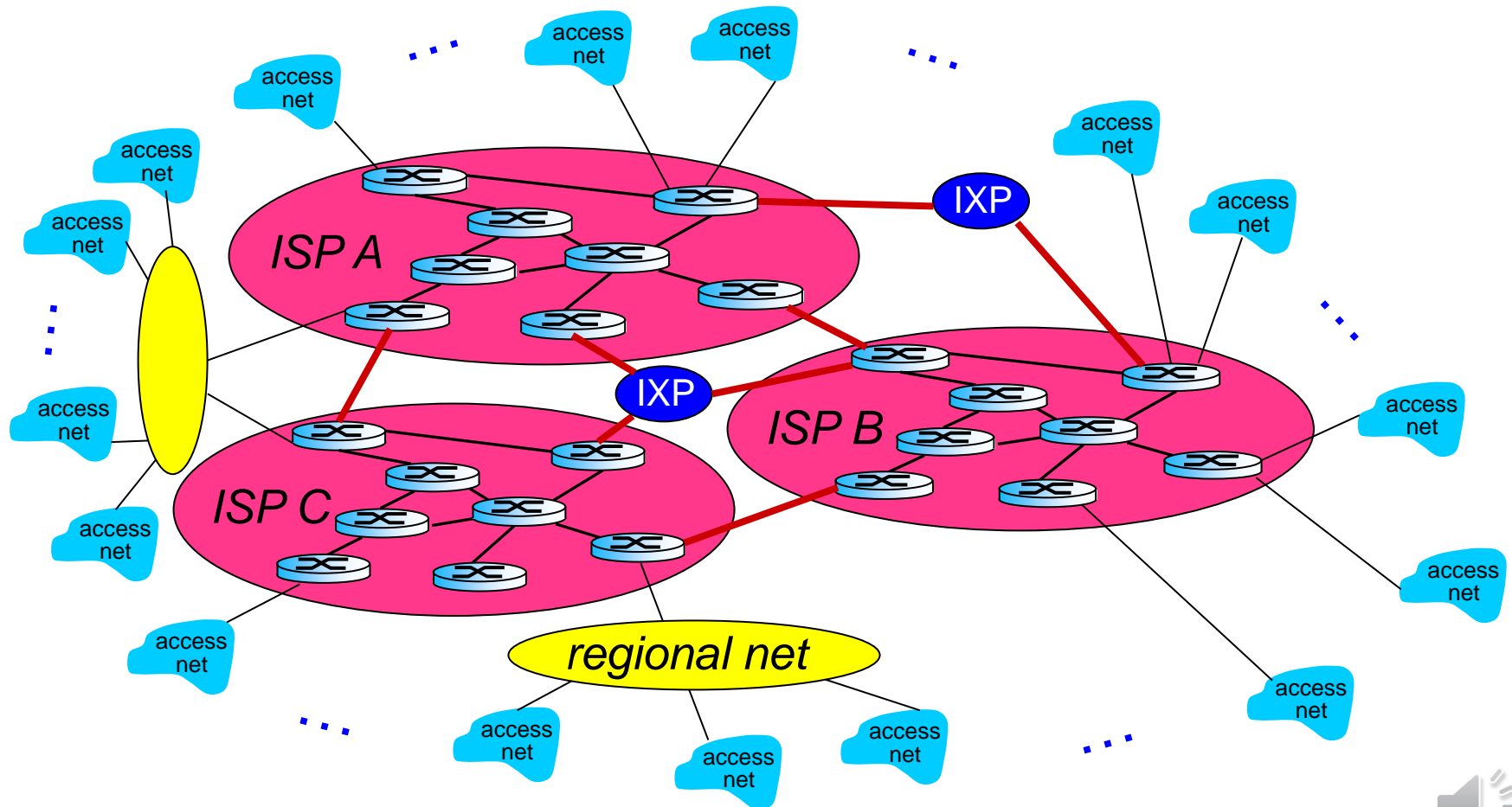
Estructura de la Internet

- **Problema:** Los ISP globales de tránsito no tienen presencia en cada ciudad o región del mundo.
- **¿Y esto qué implica?**
- Hay ISPs de acceso que no se pueden conectar a ISP globales.
- ***¿Qué hacer entonces?***



Estructura de la Internet

Solución, en una región puede haber un **ISP regional** al cual se conectan los ISP de acceso en la región.



Estructura de la Internet

- **¿Cuáles son las consecuencias de la solución anterior?**
 - Luego cada ISP regional se conecta con ISPs globales de tránsito.
 - Los ISP de acceso pagan al ISP regional al cual se conectan, y cada ISP regional paga al ISP global de tránsito al cual se conecta.
 - En algunos lugares un ISP regional puede cubrir un país entero y a ese ISP regional se conectan otros ISP regionales.



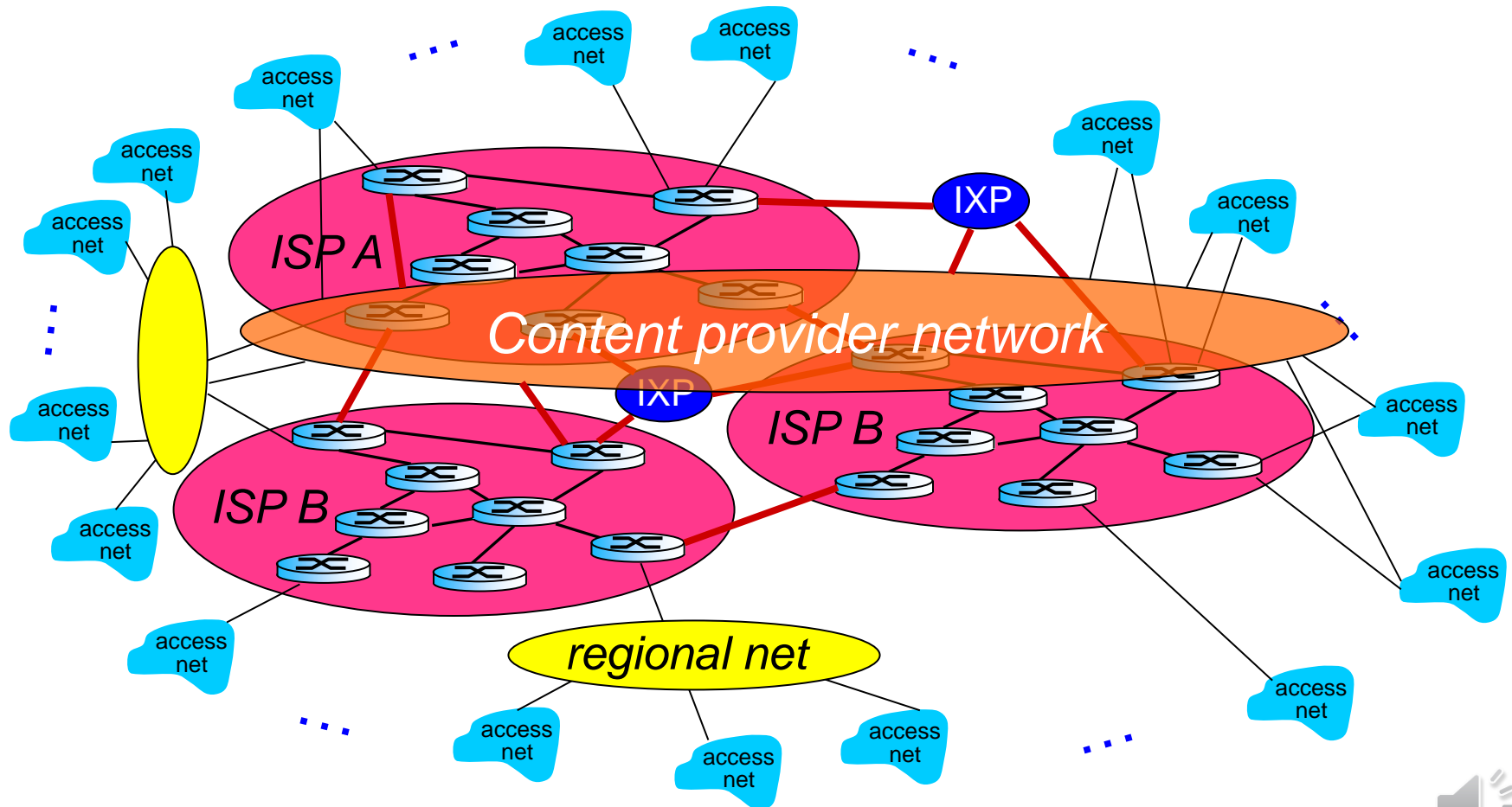
Estructura de la Internet

- Finalmente tenemos las **redes proveedoras de contenido** (por ejemplo, Google, Facebook, Microsoft, Apple, etc.).
- *¿Por qué se usan estas redes?*
 - Para reducir pagos a redes de tránsito global.
 - Para tener control sobre cómo sus servicios son entregados a los usuarios finales.
- *¿A qué redes se conectan las redes proveedoras de contenido?*
 - A ISP regionales e ISP de acceso.
 - Podrían llegar a usar un ISP de tránsito si no le queda otra.



Estructura de la Internet

... y redes proveedoras de contenido (e.g., Google, Microsoft, Akamai) pueden ejecutar su propia red, para traer servicios, y contenido cerca de los usuarios

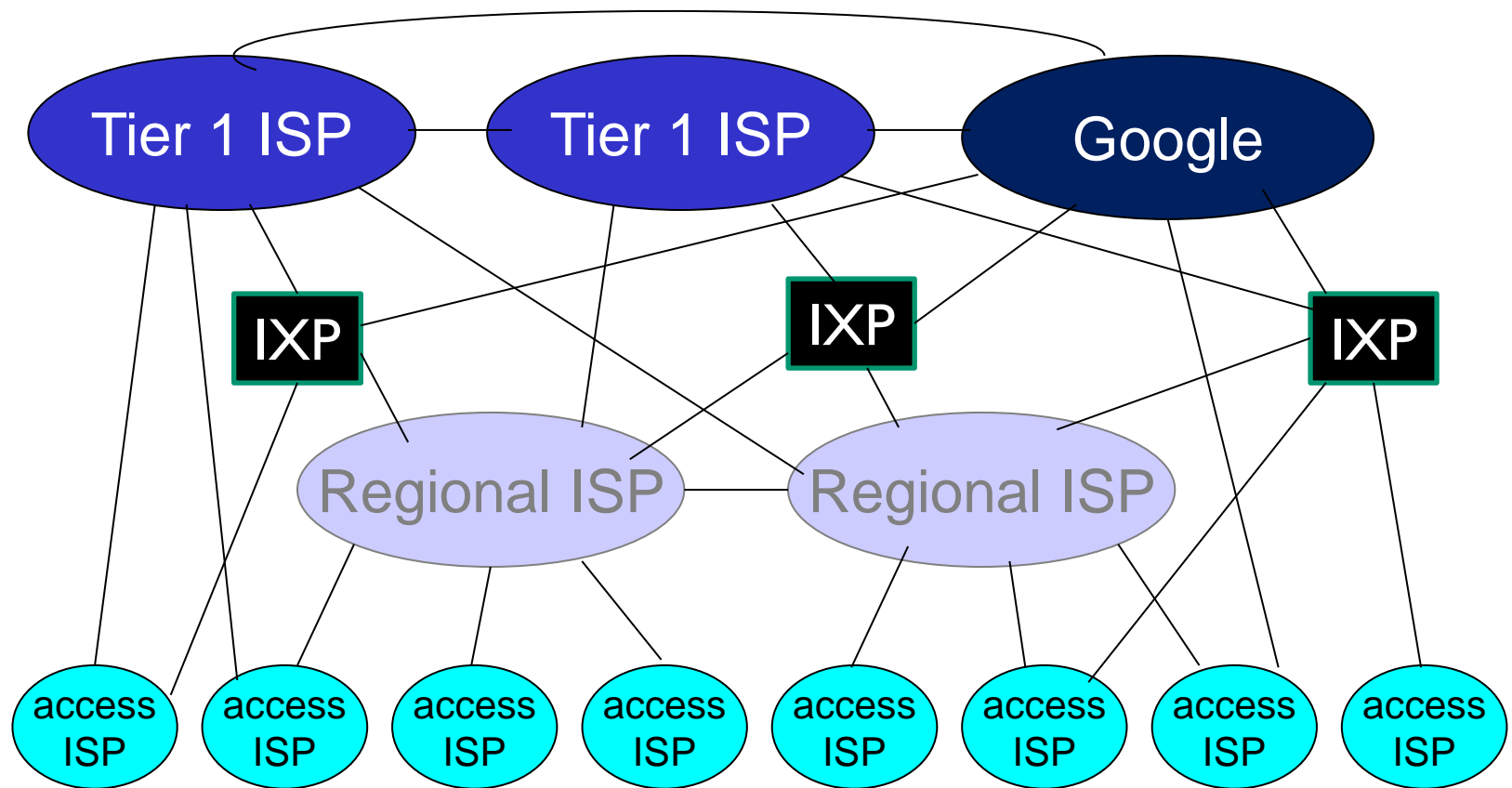


Estructura de la Internet

- Si pensáramos a la internet como una red formada por niveles que forman una jerarquía,
- ***¿Qué redes tenemos en cada nivel de la jerarquía?***
- **Ayuda:** pensar en una jearquía de 3 niveles.



Estructura de la Internet



- “tier-1” ISPs comerciales (p.ej. redes globales de tránsito) cobertura nacional e internacional.
- Redes proveedoras de contenido
- En el medio ISP regionales.
- Finalmente ISPs de acceso



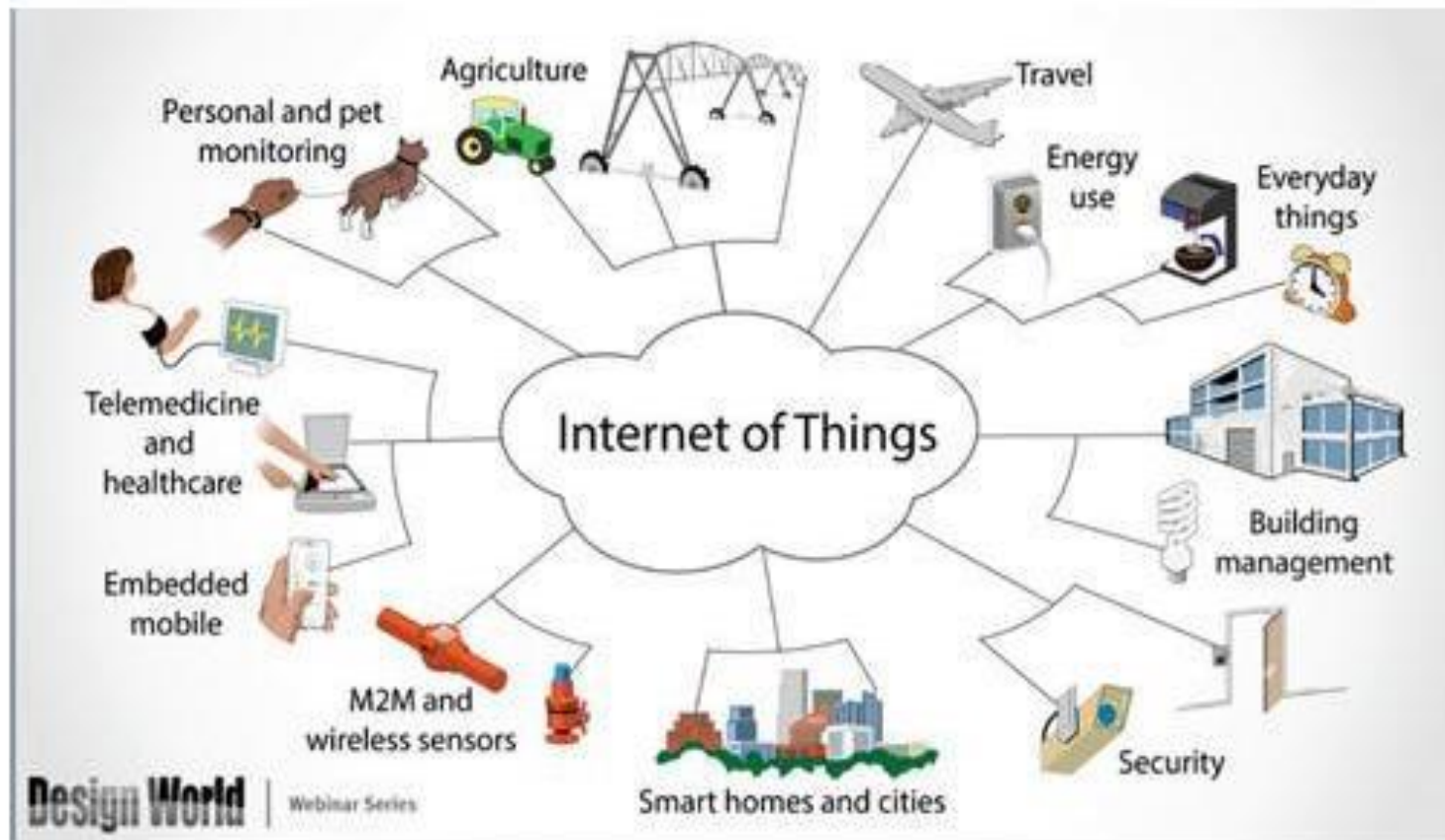
Tipos de Redes: Agenda

- **Agenda:**
 - Interredes y estructura de la internet
 - Internet de las cosas
 - Redes de área amplia: sus distintos tipos
 - Redes metropolitanas: sus distintos tipos
 - Redes de área local: sus distintos tipos



Internet de las Cosas (IoT)

¿Qué es el IoT?



Internet de las Cosas (IoT)

- **¿Qué es el IoT?** – Está de moda, pero en realidad es extender Internet desde “computadoras” a “objetos”, sin necesidad de un “humano” en el medio.



Internet de las Cosas (IoT)

- **IOT nace de paradigmas de redes anteriores** y los abarca:
 - **Machine-to-Machine (M2M)**: redes para conectar máquinas entre sí.
 - **Radio-Frequency ID (RFID)**: para chips embebidos en productos que hacen saltar alarmas en locales.
 - **Wireless Sensor Networks (WSN)**: sensores distribuidos conectados a una red.
 - **Mobile Ad-Hoc Networks (MANET)**: p.ej. redes de autos que se comunican entre ellos.
 - **Domótica (Smart home)**: dispositivos hogareños conectados en red
 - Ciudades, rural (Smart cities)
 - **Vehículos** (Vehicle to everything)
 - **Industria (Industria 4.0)**: se conectan dispositivos en sistema productivo, en una fábrica.
 - **Cyber-physical systems (CPS)**



Internet de las Cosas (IoT)

- IoT viene a mezclar todo junto y lo logras gracias a la **combinación de técnicas de computación de las siguientes áreas:**
 - Procesamiento de tiempo real
 - Ambient intelligence
 - Inteligencia artificial
 - Machine learning: includes deep learning.
 - Big data
 - Cómputo en la nube



Tipos de Redes: Agenda

- **Agenda:**
 - Interredes y estructura de la internet
 - Internet de las cosas
 - Redes de área amplia: sus distintos tipos
 - Redes metropolitanas: sus distintos tipos
 - Redes de área local: sus distintos tipos

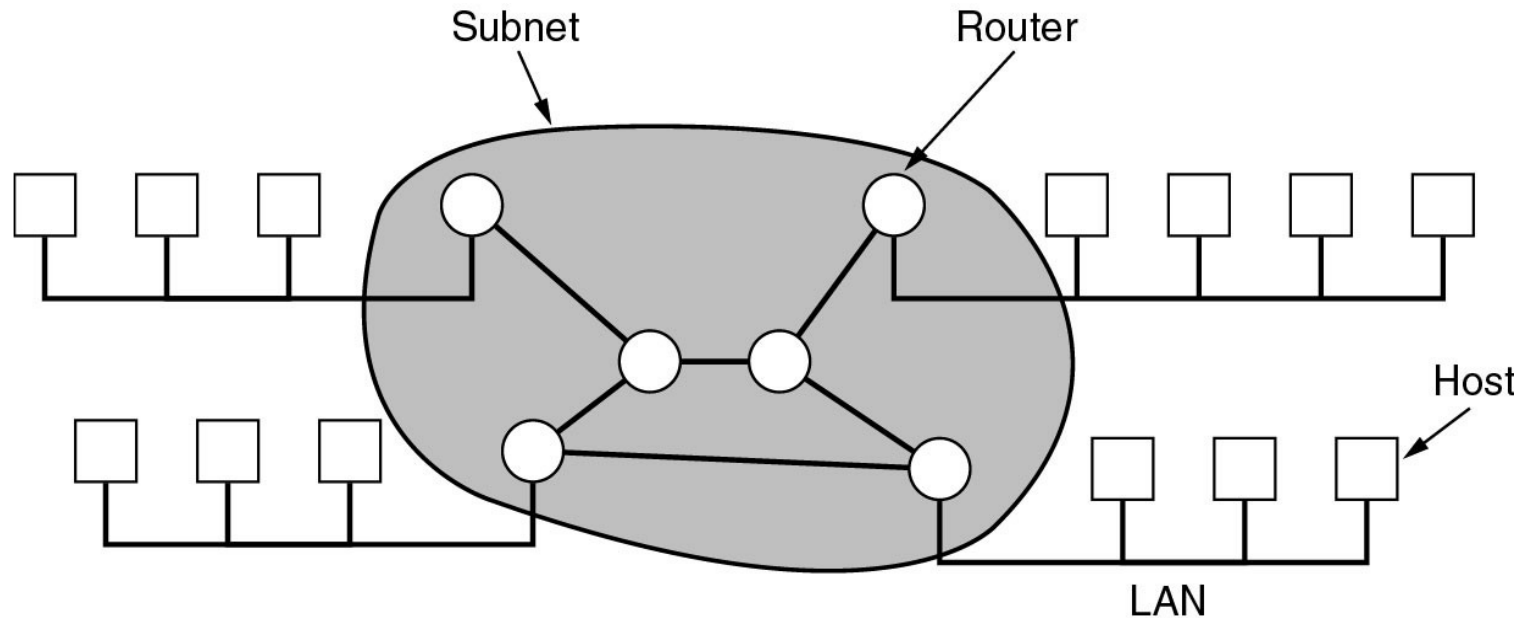


Redes de área amplia (WANs)

- Una **red de área amplia (WAN)** cubre un área geográfica grande, típicamente un país o hasta un continente.



Redes de área amplia (WANs)



¿De acuerdo a la figura cómo está organizada una WAN?

- **Subred:** varios **enrutadores** conectados entre sí forman un grafo
 - Un arco representa cable que une 2 enrutadores.
- A una subred pueden estar conectadas computadoras o LAN enteras.
- Para ir de una máquina a otra hay distintas **rutas alternativas**.



Redes de área amplia (WANs)

- Una red de área amplia va a permitir interconectar varias redes hogareñas e institucionales (llamadas redes de área local - LAN).

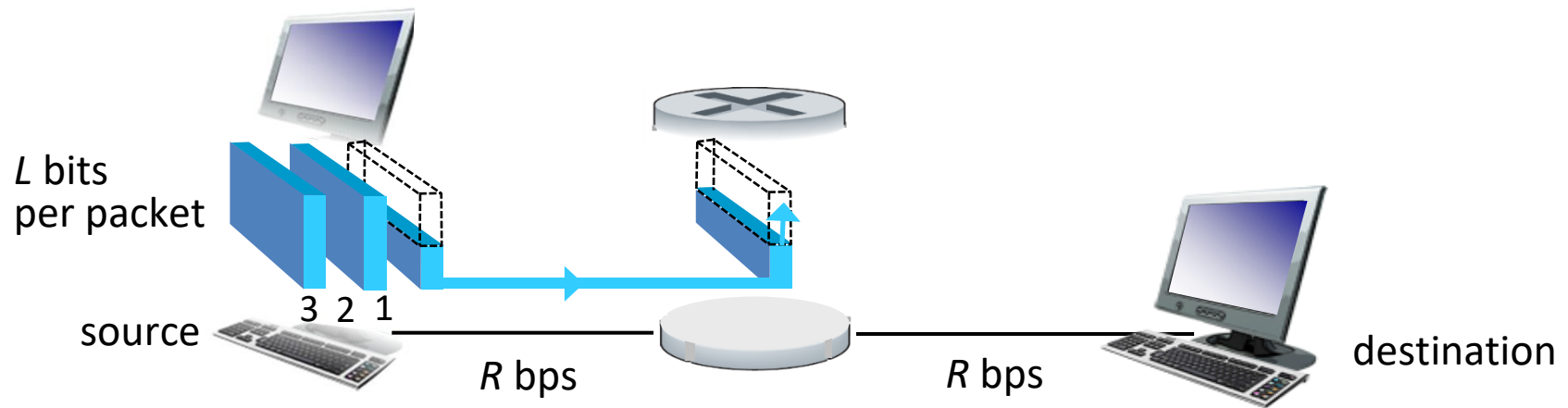


Redes de área amplia

- **¿Cómo se hace para enviar mensajes en una WAN?**
- **Solución: Algoritmo de almacenamiento y reenvío.**
 - Un paquete sigue una ruta de enrutadores.
 - El paquete se almacena enteramente en cada enrutador de la ruta.
 - El paquete almacenado en un enrutador espera allí hasta que la línea requerida de salida esté libre y luego se reenvía al siguiente enrutador.



Redes de área amplia

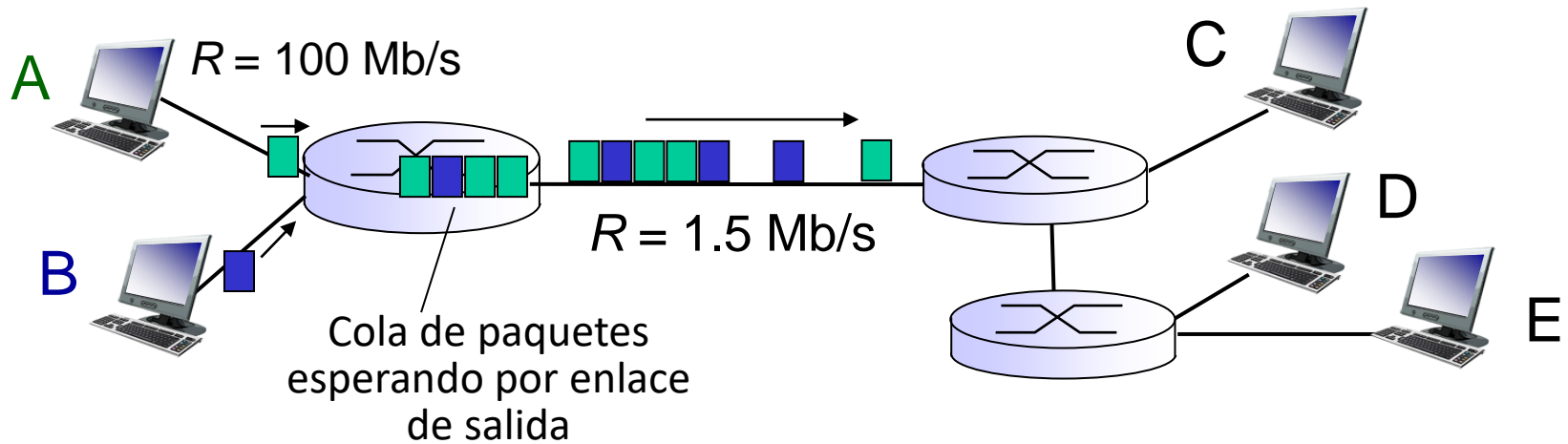


Ejemplo:

- Toma L/R segundos transmitir paquete de L -bit en un enlace de R bps.
- $L = 7.5$ Mbits
- $R = 1.5$ Mbps
- Demora de transmisión en un salto = 5 sec



Redes de área amplia



Encolado y pérdida de paquetes

- ❖ Si la tasa de llegada al enlace (en bits) excede la tasa de transmisión del enlace por un período de tiempo.
- ❖ **¿Qué va a suceder?**
 - Los paquetes se van a encolar, y esperarán a ser transmitidos en el enlace.
 - Los paquetes pueden ser descartados (perdidos) si la memoria (el búfer) se llena.



Redes de área amplia

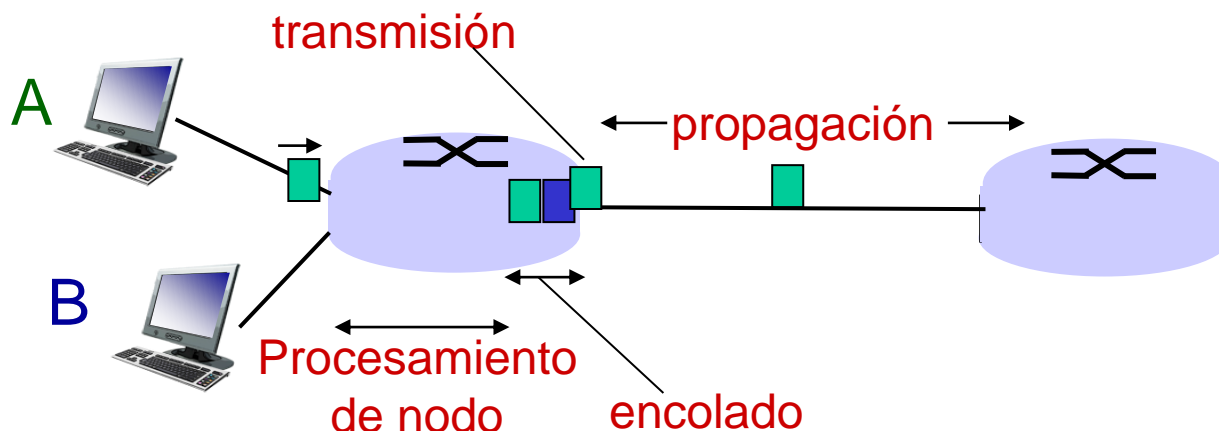
- **Algoritmos de enrutamiento**

- En general hay varios caminos que conectan dos enrutadores.
- El algoritmo de enrutamiento decide cuál de ellos usar.



Redes de área amplia

¿Cuánto demora el almacenamiento y reenvío?



$$d_{\text{nodal}} = d_{\text{proc}} + d_{\text{queue}} + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}}$$

d_{proc} : procesamiento del nodo

- Chequeo de errores
- Determinar la línea de salida
- typically < msec

d_{queue} : demora por encolado

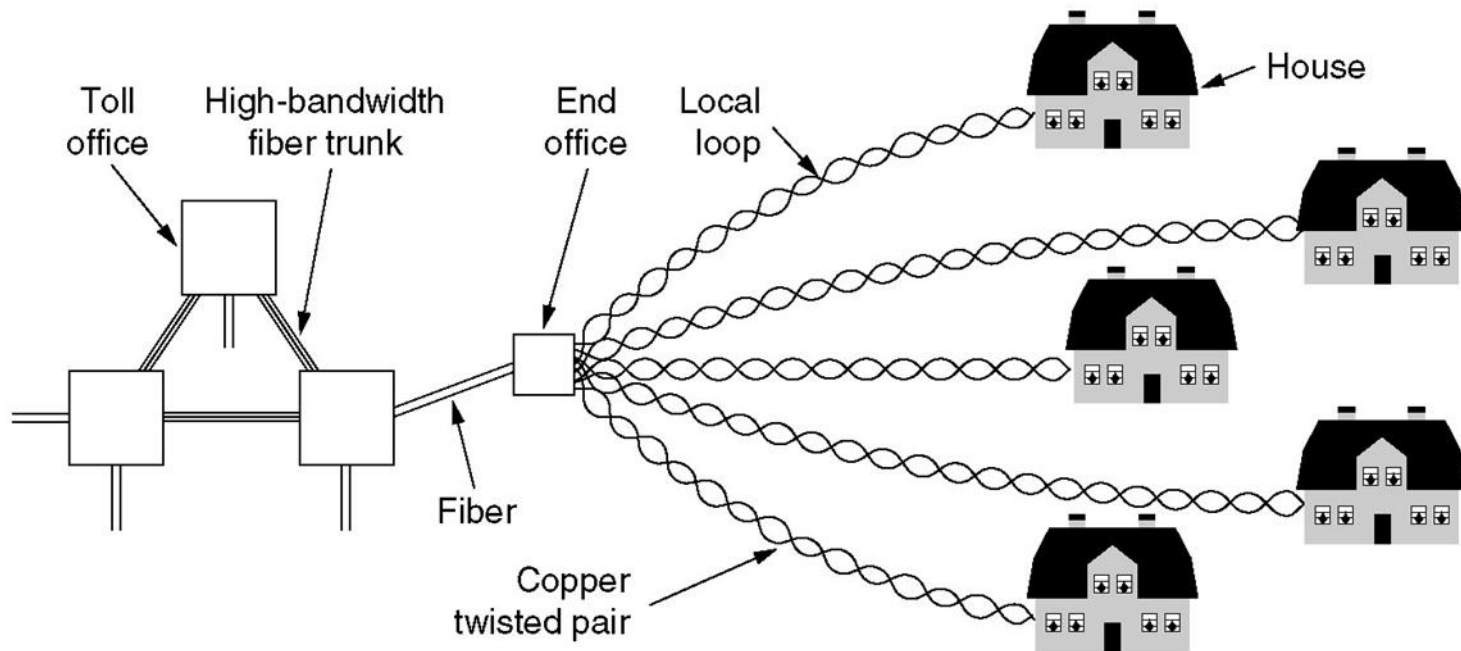
- Tiempo de espera en el enlace de salida para transmisión.
- Depende de cuán congestionado está el enrutador



Redes de área amplia

Sistema telefónico fijo (p.ej. DSL):

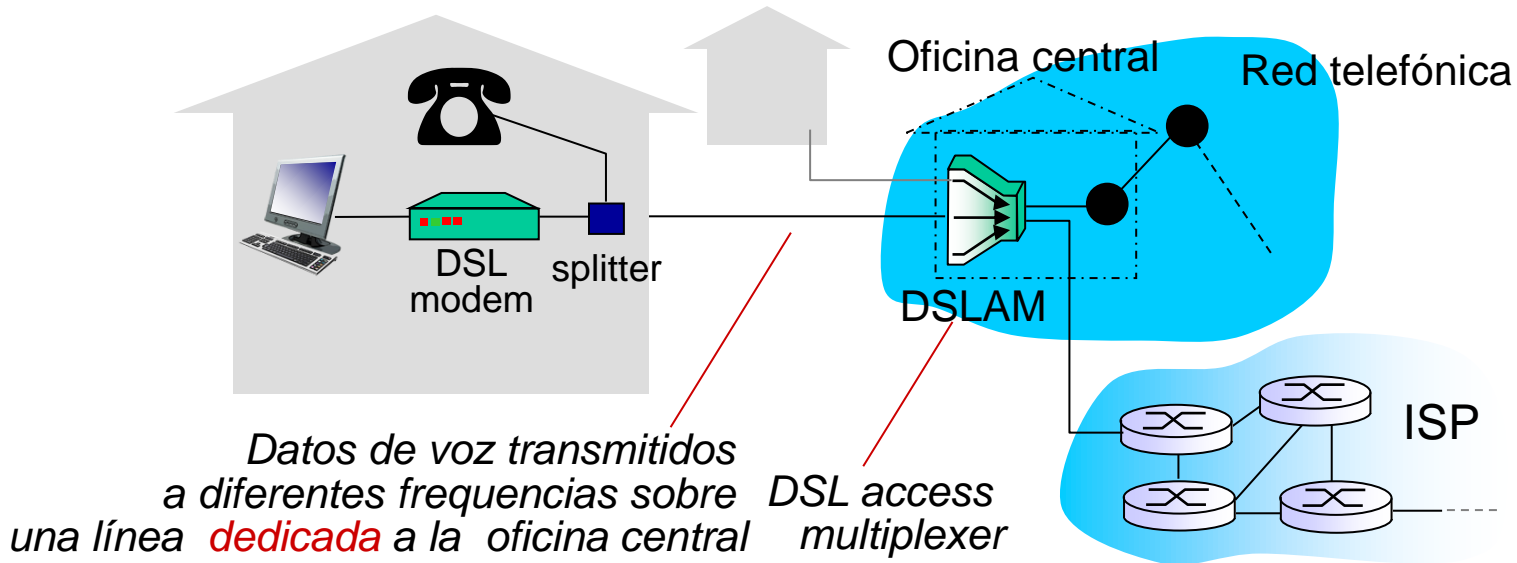
- Cada domicilio está conectado por un cable de cobre a una **End office** (oficina central)
- Toda oficina central está conectada a una **Toll office**.
- **Toll offices** son usadas para reenvío de mensajes.
- **Toll offices** unidas por cables (de fibra óptica).



(b)



Redes de área ampla: DSL



- ❖ Se usa una **línea** telefónica a la oficina central DSLAM
 - Los datos sobre la línea DSL van a la internet
 - La voz sobre la línea DSL va a la red telefónica
- ❖ < 2.5 Mbps para subida de datos (typically < 1 Mbps)
- ❖ < 24 Mbps para bajada de datos (typically < 10 Mbps)



Redes de área amplia: Ejemplos

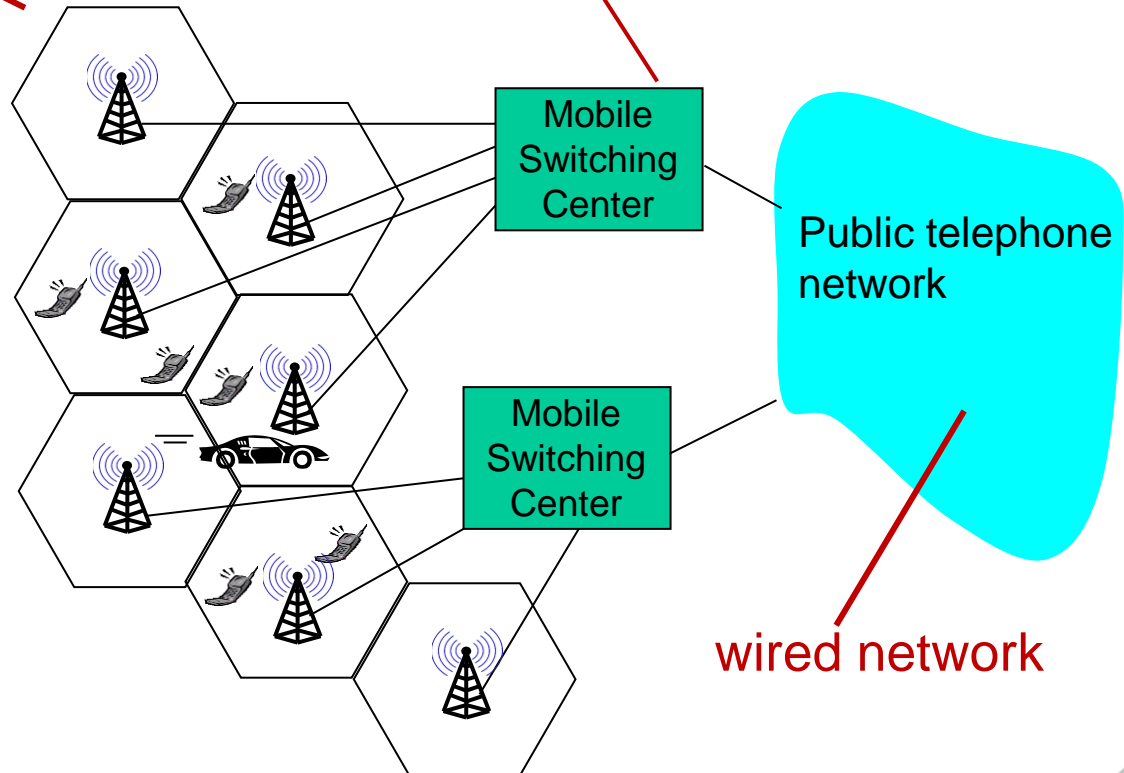
Arquitectura de red celular

célula

- ❖ cubre una región geográfica
- ❖ *estación base* (BS)
- ❖ *usuarios móviles* se enlazan a la red a través de la BS

MSC

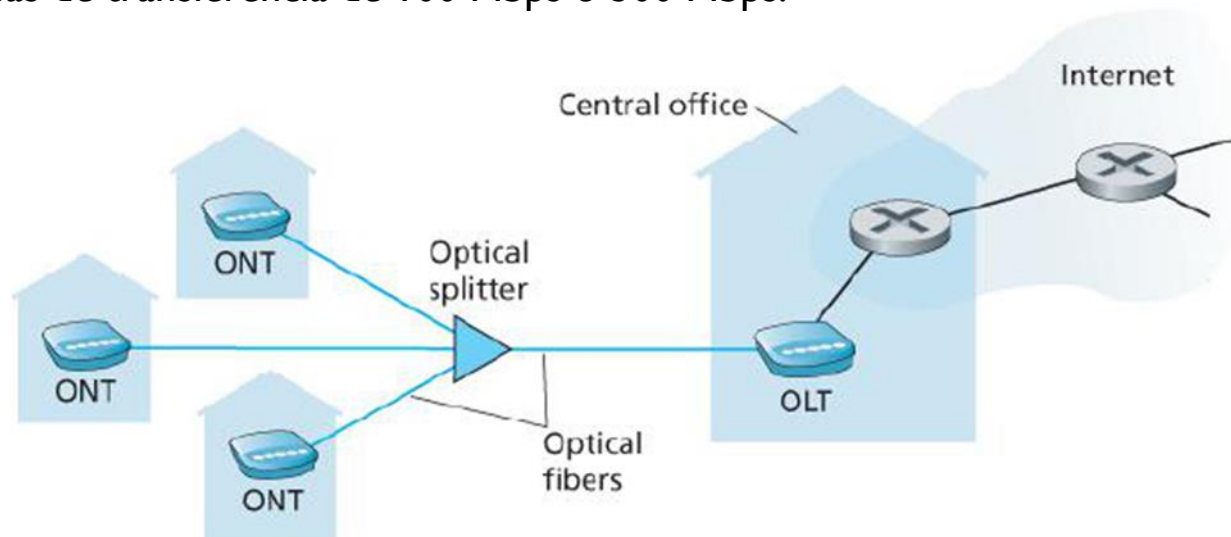
- ❖ conecta células a red telefónica
- ❖ maneja seteo de llamadas
- ❖ maneja movilidad



Redes de área amplia: ejemplos

Sistema de fibra a la casa:

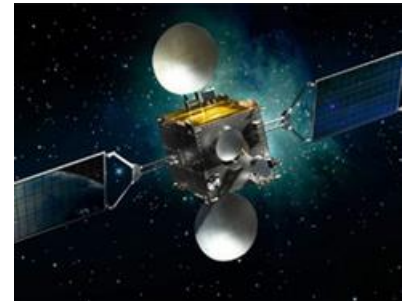
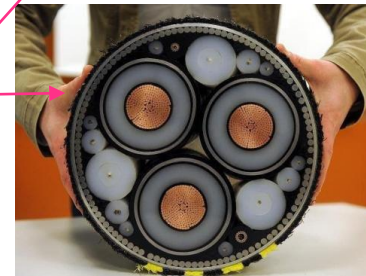
- **Divisor óptico** (optical splitter) para subdividir un cable de fibra óptica en varios (cada uno va a una casa), usualmente menos de 100.
- Cada casa tiene un **terminador de red óptica** (optical network terminator - ONT) para convertir entre señales ópticas y eléctricas.
- Tasas de transferencia de 100 Mbps o 300 Mbps.



Internet en la Argentina

- ¿Cómo se conecta la Argentina?

- **Interno:** Fibra óptica, (e.g., +40mil km REFEFO (red federal de fibra óptica) – red pública que se construyó con ARSAT)
- **Externo:** cables submarinos (99%) que salen de las Toninas (van a Europa, USA y Brasil) y satélites (1%).



Tipos de Redes: Agenda

- **Agenda:**
 - Interredes y estructura de la internet
 - Internet de las cosas
 - Redes de área amplia: sus distintos tipos
 - Redes metropolitanas: sus distintos tipos
 - Redes de área local: sus distintos tipos



Redes de Área Metropolitana (MAN)

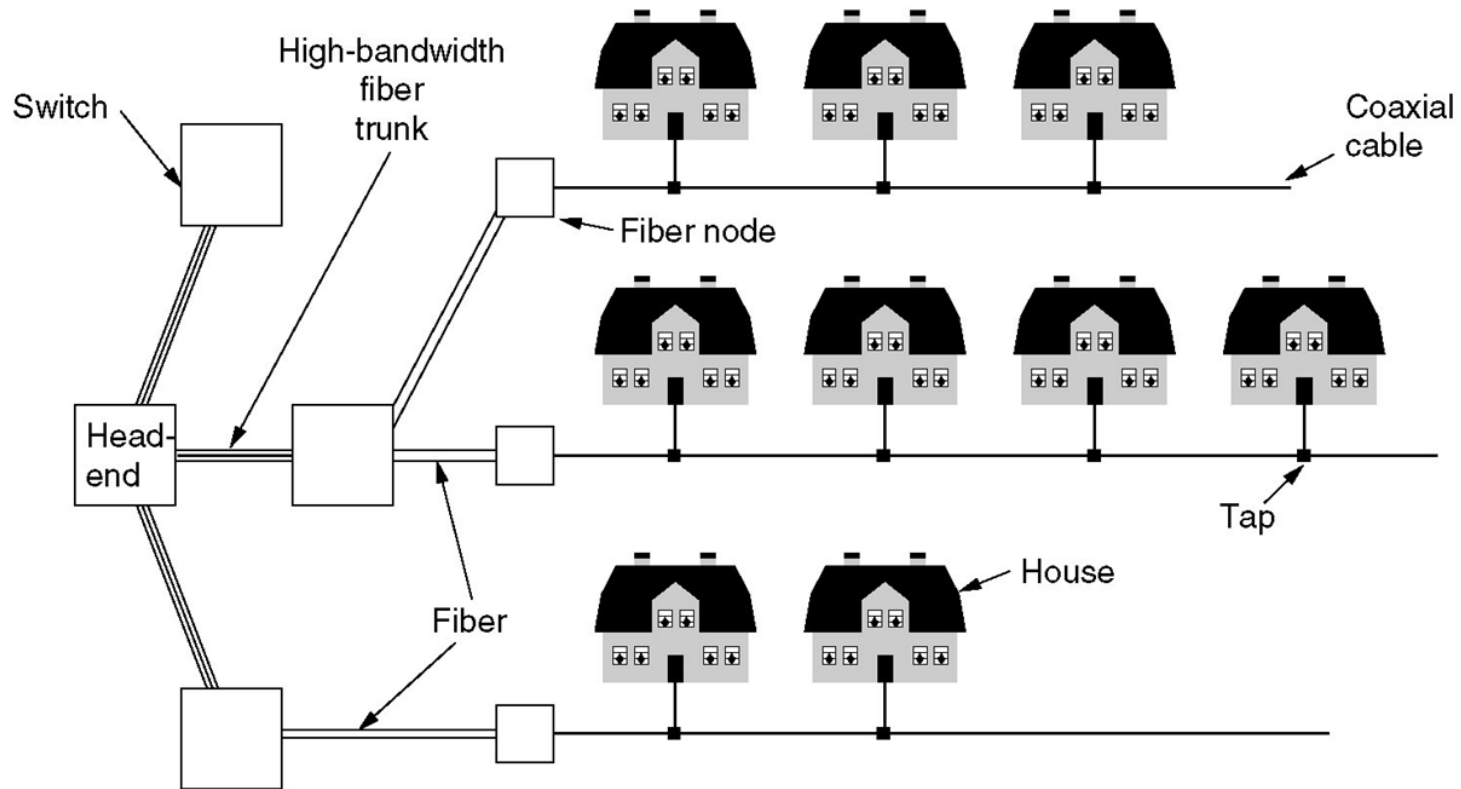
- Una red de área metropolitana (MAN) cubre una ciudad.
- Hay de dos tipos:
 - Redes de cable: se basan en la red de TV por cable.
 - Redes móviles: son redes inalámbricas de alta velocidad.



Redes de Área Metropolitana (MAN)

- **MAN basada en TV por cable**

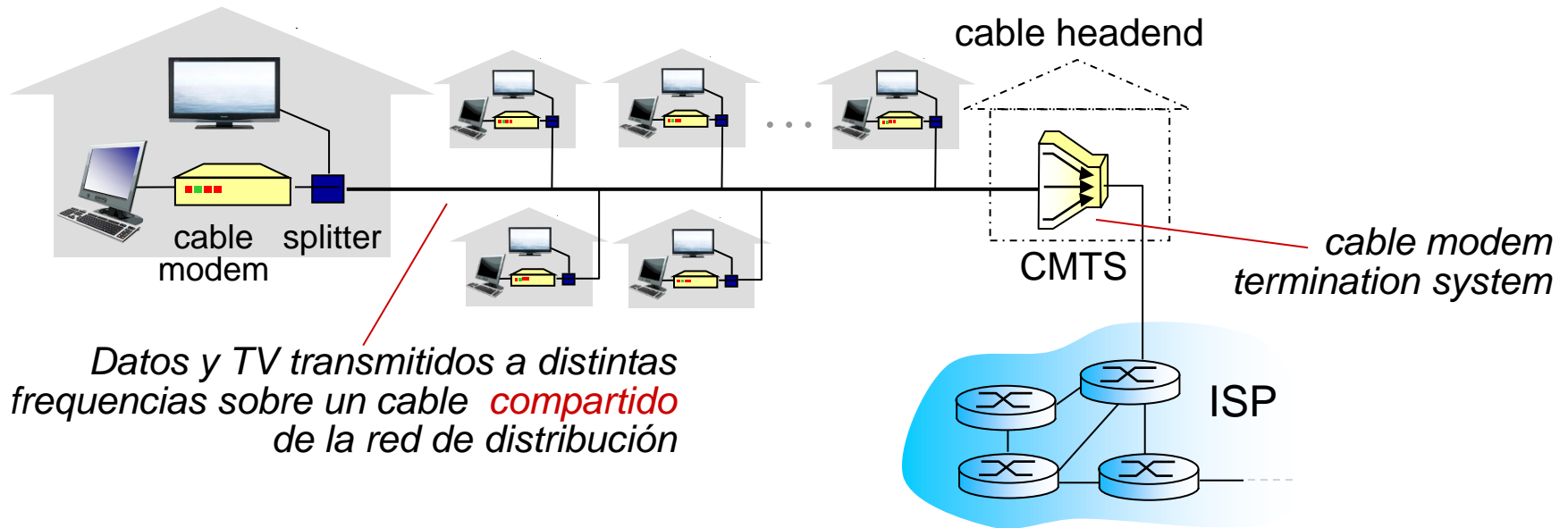
- Cable coaxial sirve para unir varias casas.
- Elementos de commutación son para comunicar viviendas en distintos cables coaxiales
- Elementos de commutación se unen por cables de fibra óptica.



(a)



Access net: cable network



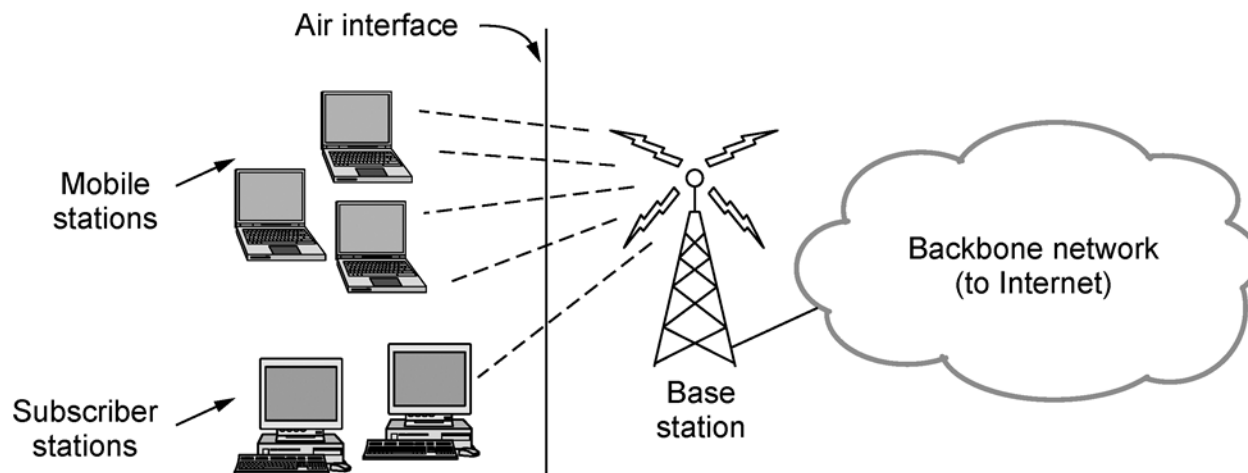
- ❖ El servicio es asimétrico: hasta 30Mbps de bajada de datos, hasta 2 Mbps de subida de datos
 - Uso de cable modem..
- ❖ Divisor entre TV y cable modem.
- ❖ En una red de cable se conectan las casas a un proveedor de servicios de internet.
 - Las casas comparten el acceso a un **cable headend** para ello.



Redes de Área Metropolitana (MAN)

Otro ejemplo: MAN Wimax (estándar 802.16).

- Hay estación base que permite enviar paquetes por el aire en lugar de usar cable o redes telefónicas.
- La estación base se conecta a internet.
- Se puede acceder a la red Wimax desde computadoras en casas o edificios, o desde vehículos en movimiento.



The 802.16 architecture.



Tipos de Redes: Agenda

- **Agenda:**
 - Interredes y estructura de la internet
 - Internet de las cosas
 - Redes de área amplia: sus distintos tipos
 - Redes metropolitanas: sus distintos tipos
 - Redes de área local: sus distintos tipos

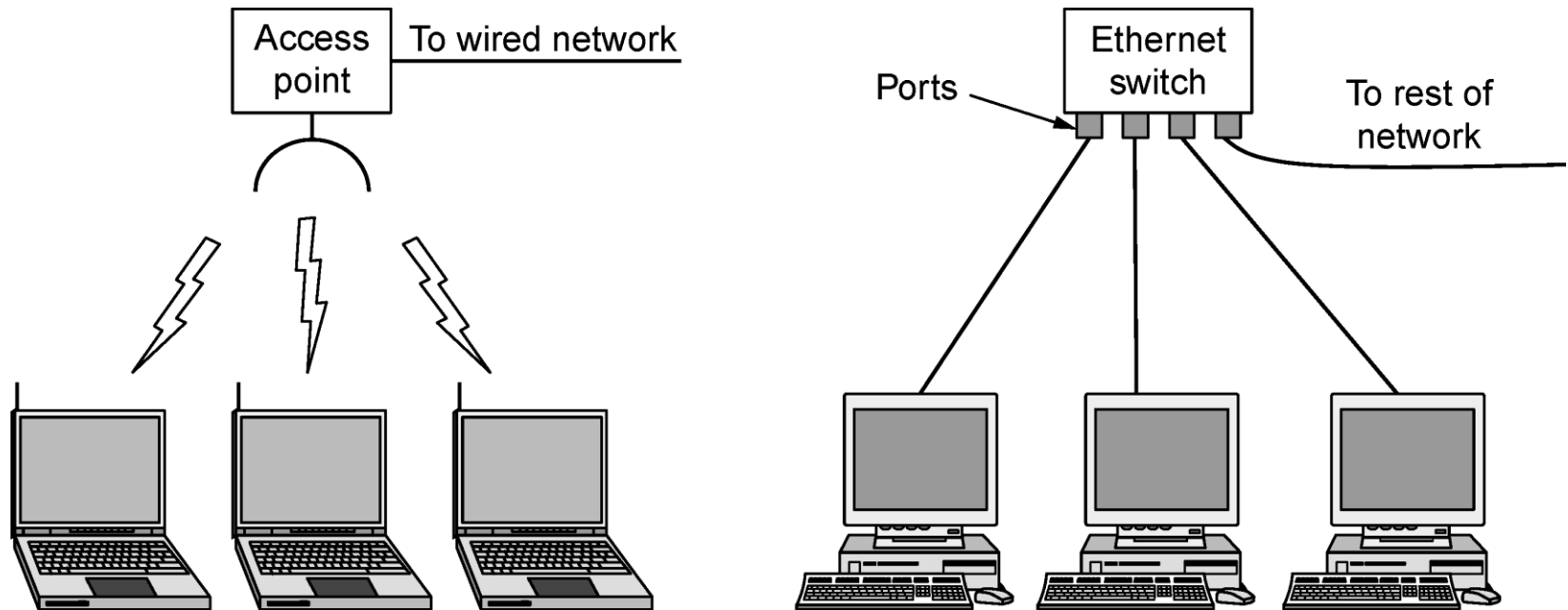


Redes de Área Local

- Una **red de área local** (LAN) es una red operada privadamente dentro de un edificio o casa.
 - También puede operar en un campus de varios edificios.
- **¿Dónde puede usarse una LAN?**
 - Una LAN puede usarse en un **hogar** o en una organización (pública o privada).
 - Las LAN usadas por compañías se llaman **redes empresariales**.
- **¿Qué tipos de hosts se comunican a una LAN?**
 - Las LAN se usan para comunicar PCs, notebooks, celulares, impresoras, electrónicos del hogar, etc.
 - La idea es que los hosts puedan compartir recursos e intercambiar información.



Redes de Área Local



Wireless and wired LANs. (a) 802.11 (WIFI). (b) Switched Ethernet.

Hay **dos tipos de LAN**:

- **LAN inalámbricas:** en su forma más simple las máquinas se comunican entre sí (sin uso de cables) por medio de una estación base (access point).
- **La Ethernet:** En su forma más simple, las máquinas se conectan por medio de cables a un conmutador (switch).



Redes de Área Local

- **Difusión:**
 - Si una máquina envía un mensaje, todas las demás lo reciben.
- **¿A quién puede estar destinado un mensaje cuando se usa difusión? ¿Qué casos se les ocurren?**
 - Estar destinado a una única máquina
 - Ser enviado a todas las máquinas (broadcasting)
 - Ser enviado a un grupo de máquinas en particular (multicasting)
 - P.ej. a las máquinas del departamento de ventas

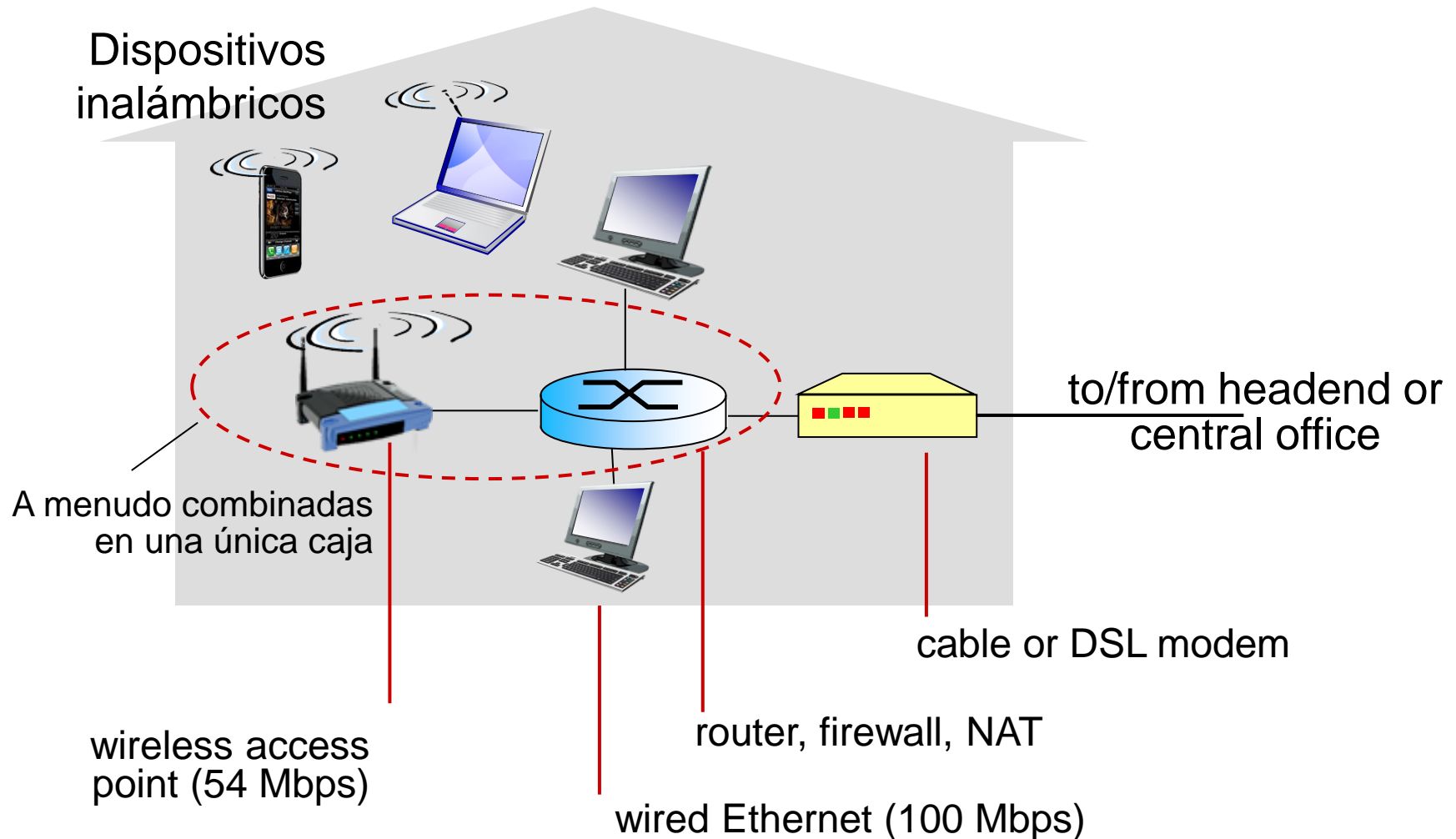


Redes de Área Local

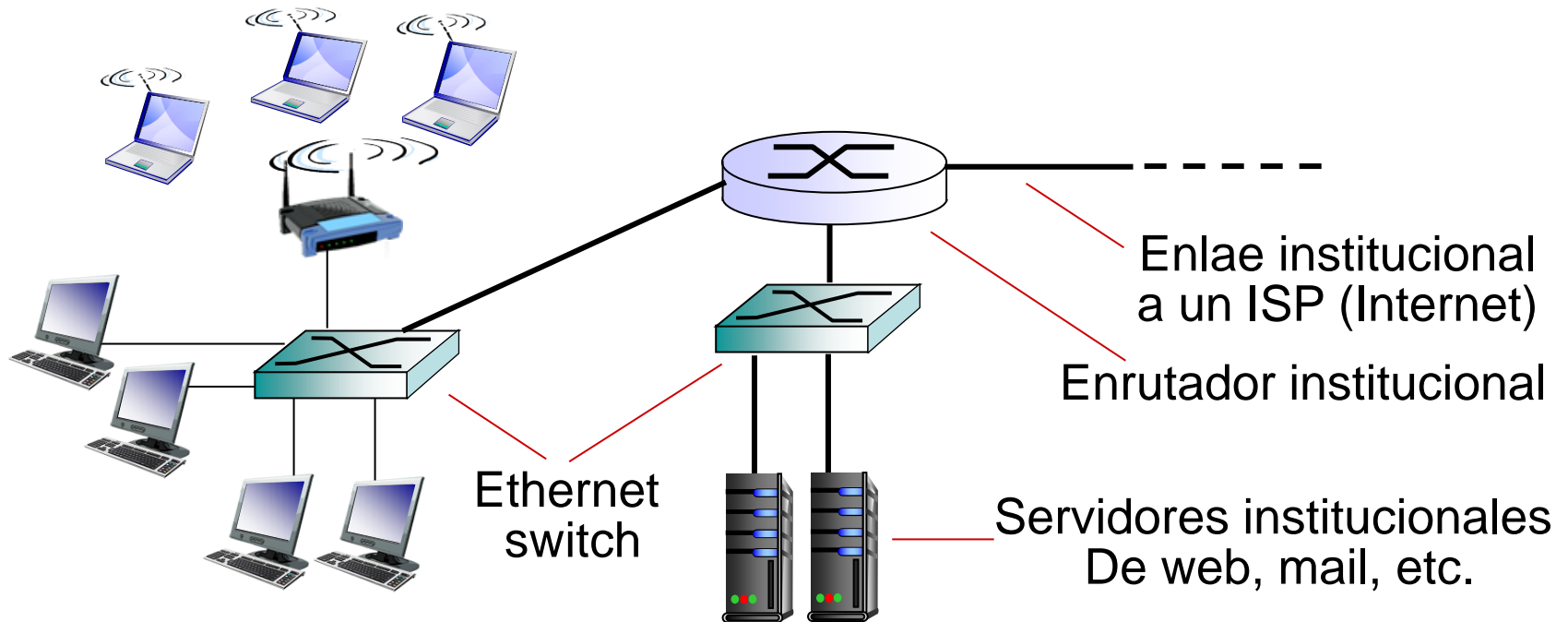
- **Situación indeseable:** Se envían mensajes en una red de difusión y se pierden.
- **¿Por qué puede pasar esto?**
- **Causa:** **Colisión:** más de una máquina manda simultáneamente un mensaje.
 - Los mensajes colisionan y se dañan.
- **¿Qué hay que hacer en relación a las colisiones?**
- Evitar o minimizar colisiones.
- Detectar las colisiones
- Tratar las colisiones



Red hogareña



Redes de acceso empresarial

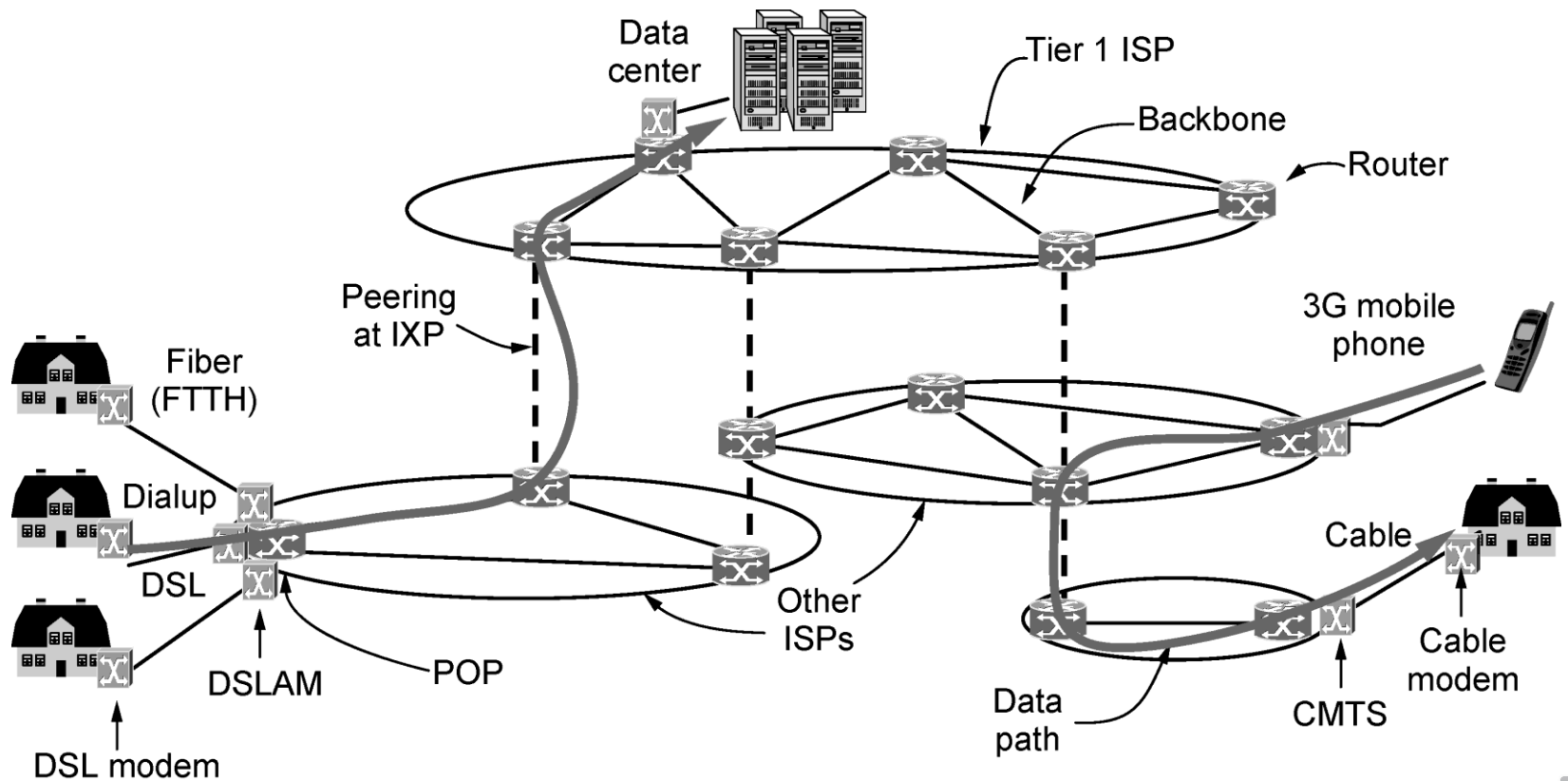


- ❖ Típicamente usada en compañías, universidades, etc
- ❖ Tasas de transmisión de 10 Mbps, 100Mbps, 1Gbps, 10Gbps
- ❖ Típicamente se usan conmutadores Ethernet.



Internet

- Hay redes dorsales
- Red dorsales (backbone) están conectadas a varias WAN
- Redes metropolitanas pueden conectarse a WANs
- LANs están conectadas a WANs o a redes metropolitanas

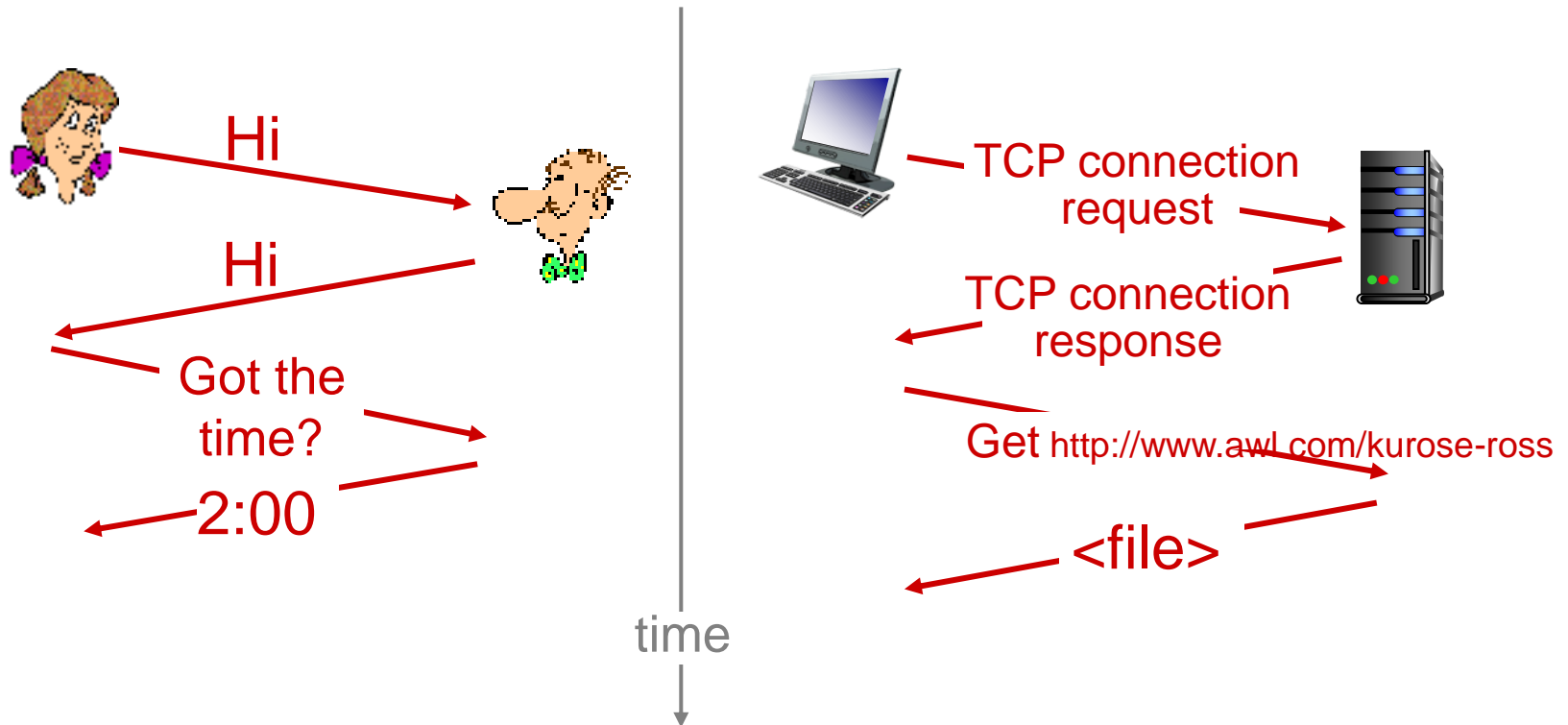


Overview of the Internet architecture.

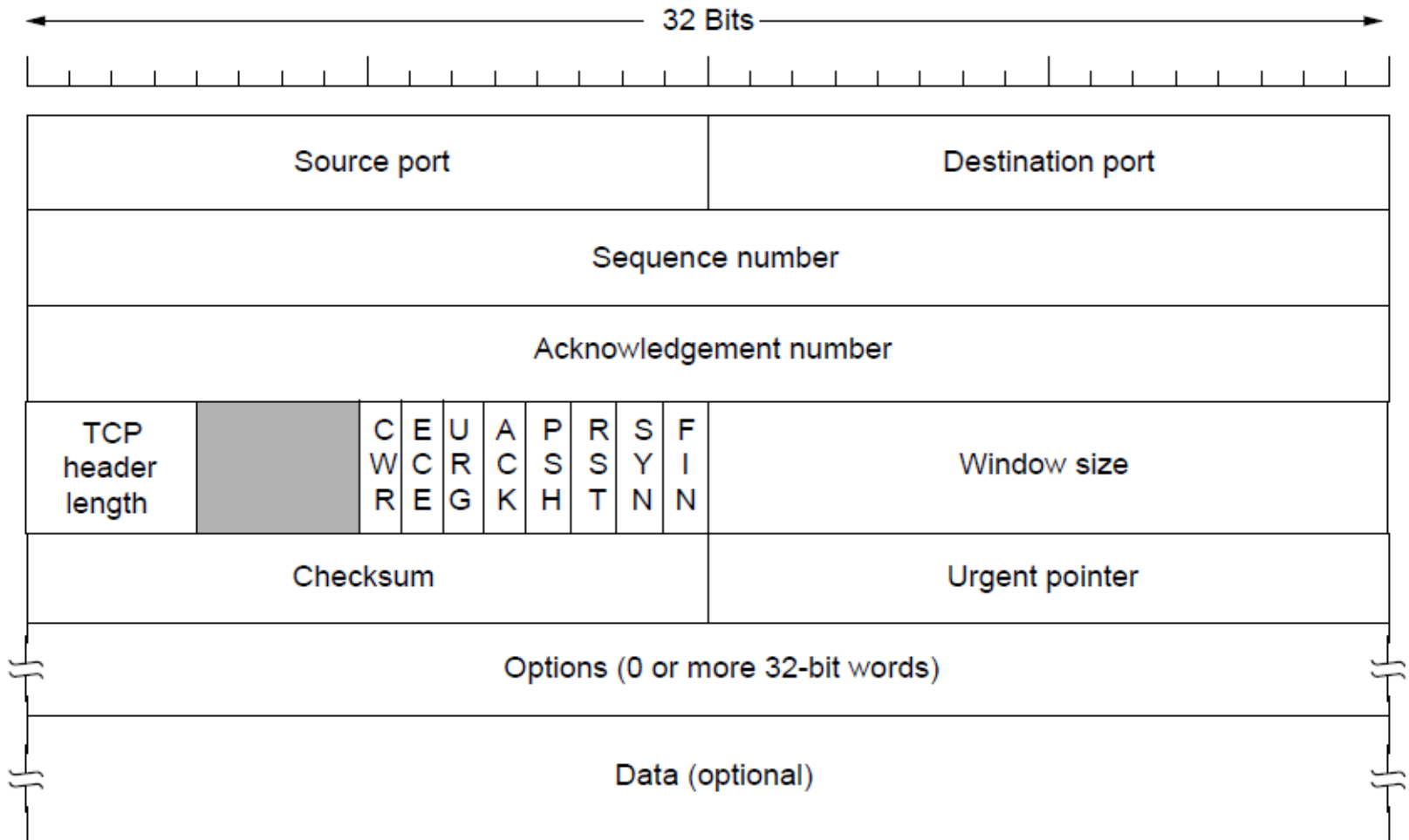


Protocolos

Un protocolo humano y un protocolo de redes de computadoras



Protocolos



Encabezado de paquete TCP



Protocolos

- Los sistemas operativos de red consisten de varios **protocolos de comunicación**.
- ¿De acuerdo al ejemplo anterior, qué sería un protocolo de comunicación?
- **Protocolos de comunicación** definen: **formato**, **orden** de **mensajes enviados y recibidos** entre máquinas de la red, y **acciones tomadas** en la **transmisión y recepción de mensajes**



Capítulo 1

Introducción a las Redes de Computadoras – Parte 1

