

Capítulo 1

Introducción a las Redes de Dispositivos

Parte 1

Redes de dispositivos

- Una **red de dispositivos** es una estructura compuesta por dispositivos (o nodos) interconectados.
 - Dos nodos están **interconectados** si pueden intercambiar información.
 - Estos dispositivos pueden **compartir** recursos como almacenamiento, aplicaciones y servicios, facilitando la colaboración y el funcionamiento conjunto de los dispositivos conectados.
 - La conexión puede hacerse por **medios de transmisión** que utilizan medios físicos (p.ej: cable de cobre, fibra óptica) o inalámbricos (p.ej: microondas, bluetooth)
 - La comunicación entre los nodos se realiza mediante **protocolos** específicos que aseguran la correcta y eficiente transmisión de datos.
 - **Ejemplos de dispositivos**: computadoras, celulares, impresoras, dispositivos IoT y más.

Redes de dispositivos

- En la materia vamos a ver los siguientes **ejemplos de redes de dispositivos**:
 - **La internet**: sirve para conectar computadoras entre si por medio de **proveedores de servicio de internet**.
 - **La nube**: por medio de una **red de servidores** interconectados se proveen servicios a organizaciones o personas como almacenamiento y ejecución de aplicaciones.
 - **La internet de las cosas**: dispositivos físicos llamados **dispositivos IoT** se conectan a internet y comparten datos entre sí y con sistemas en la nube.
 - **Red blockchain**: es un conjunto de nodos interconectados usados para mantener y validar un registro digital descentralizado de transacciones.
- Vamos a ver definiciones precisas y detalladas de cada uno de estos ejemplos de redes.

Redes de dispositivos

- **Para entender un tipo de red de dispositivos es necesario:**
 - Entender su **propósito**
 - Entender **cómo está organizada** la red de dispositivos: tipos de nodos y cómo se interconectan entre sí.
 - Entender el **sistema operativo de la red**:
 - Un sistema operativo de red se usa para gestionar el uso de los recursos de la red y la comunicación entre los nodos.
 - Entender los **protocolos** más importantes que componen el sistema operativo de la red.
 - Los protocolos entre otras cosas definen **formatos de mensajes y reglas de comunicación** entre los nodos participantes.
 - Cada protocolo además resuelve un conjunto de **problemas** como veremos más adelante.

¿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 de dispositivos 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 dispositivos.**
2. Entender **cómo están organizados** los distintos tipos de redes (i.e. internet, la nube, la IoT y las redes blockchain)
3. Entender la arquitectura de los **sistemas operativos de redes (SOR)** para los distintos tipos de redes.
4. Entender algunas **convenciones** a respetar en la materia

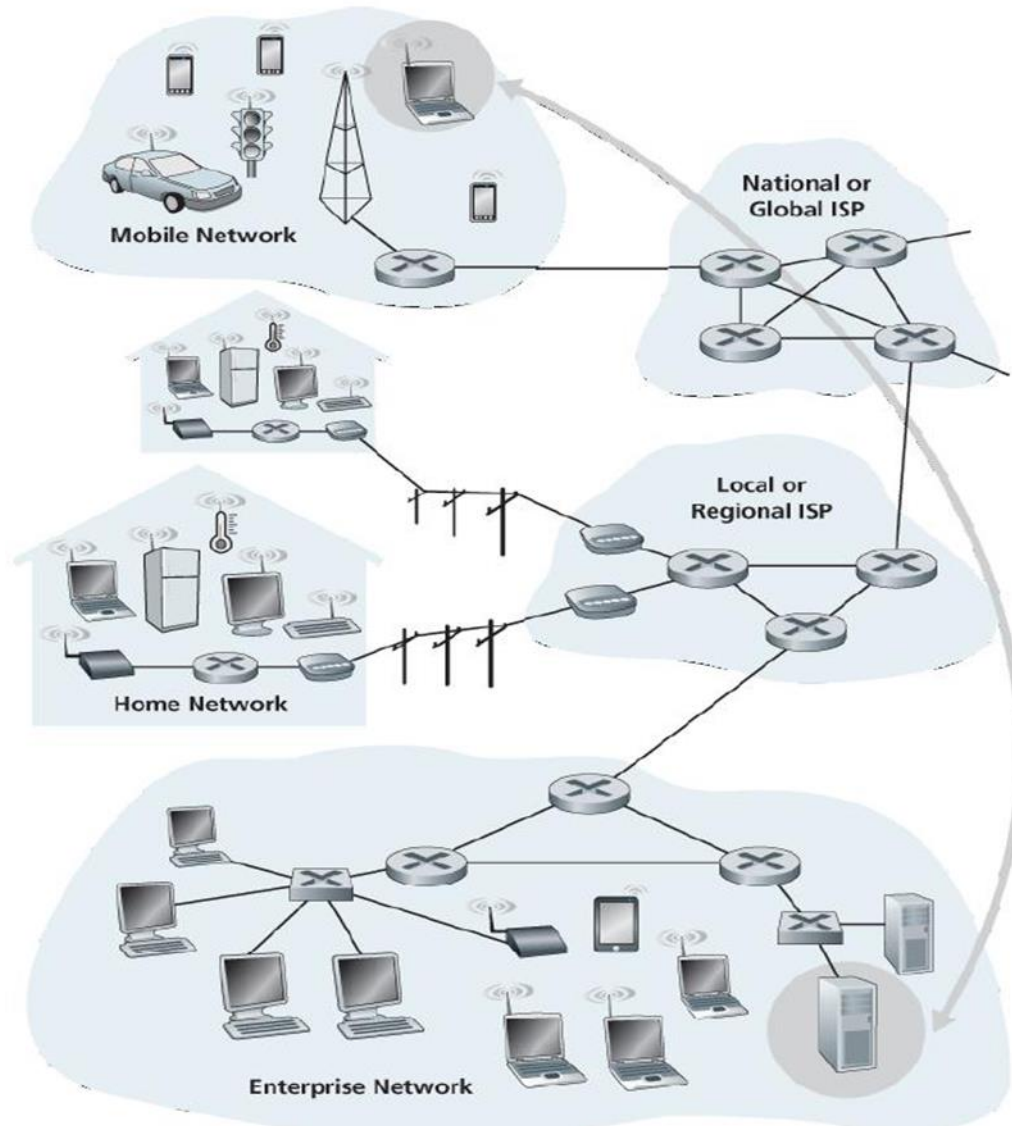
La internet

- La **internet** es una red que cubre todo el globo y consiste de varias **redes de área local (LAN)** conectadas entre sí por medio de **proveedores de servicios de internet (PSI)**.
 - Cada **LAN** sirve como una red localizada que conecta dispositivos dentro de un área física específica como casas, oficinas, escuelas, etc.
 - Los **dispositivos en una LAN** incluyen: computadoras, impresoras, celulares, televisores, conmutadores, puentes, y otros.
 - Los **PSI** proveen los servicios e infraestructura necesarios para que los usuarios conecten sus LAN a la internet más amplia.
 - Los PSI usan dispositivos como **enrutadores** y **puertas de enlace** que veremos más adelante.
 - Los **PSI** manejan el tráfico de datos entre usuarios y la red global.
 - Los **PSI** facilitan la conexión a través de varios medios incluyendo cable, DSL, fibra óptica y tecnologías inalámbricas.
- Después veremos cómo está organizada la internet en más detalle.

La internet

- En internet hay **aplicaciones de red** que permiten:
 - **Compartir recursos**: por ejemplo, recursos de hardware (p.ej. Impresoras, almacenamiento), compartir información (p.ej. Datos, archivos.)
 - La **comunicación entre personas**; p.ej: mail, chat, mensajería, teleconferencia, telefonía IP.
 - **Socializar**: para ello se usan redes sociales.
 - **Trabajo colaborativo**: p.ej: creación de documentos entre varias personas.
 - **Comercio electrónico**
 - **Entretenimiento**: p.ej: distribución de contenidos de TV por suscripción (IPTV), juegos.

La internet



- Distintas redes de computadoras (LANs y PSI) se pueden interconectar entre sí.
- Para poder aprovechar y gestionar los distintos tipos de redes se define el **sistema operativo de red** de la internet.

La Internet



p.ej. socket API,
web, etc.

p.ej. TCP/IP

- En la internet para proveer servicios se crean **aplicaciones de red**.
 - Para programarlas se usan **APIs** como los **sockets** y **middlewares** como **la web** y **llamadas a procedimientos remotos**.
 - Y estos últimos se basan en el sistema operativo de red.
 - El sistema operativo de red se apoya en el hardware de redes de computadoras (rectángulo verde) que forman las LAN y los ISP.

La Nube

- La **nube** permite el acceso remoto a un conjunto de **recursos informáticos** incluyendo almacenamiento, procesamiento de datos y aplicaciones, a través de una **red de servidores** interconectados.
 - Estos **servidores** utilizan protocolos para comunicarse entre sí y con los usuarios, lo que facilita la entrega eficiente y escalable de servicios.
 - Los **recursos** se asignan y usan dinámicamente según las necesidades cambiantes de los servicios ofrecidos, permitiendo a las organizaciones optimizar su infraestructura tecnológica sin necesidad de gestionar físicamente el hardware.
 - Los usuarios pueden acceder a estos recursos desde cualquier lugar y en cualquier momento, usando dispositivos conectados a internet.
 - La nube permite a individuos y empresas acceder a tecnología avanzada bajo demanda.

La nube

- **Clasificación de las nubes:**

- **Nube pública:** infraestructura compartida proporcionada por proveedores como AWS, Azure y Google Cloud. Los recursos son compartidos entre múltiples usuarios.
- **Nube Privada:** Infraestructura dedicada a una sola organización, proporcionando mayor control y seguridad.
- **Nube híbrida:** Combina nubes públicas y privadas, permitiendo a las organizaciones aprovechar lo mejor de ambos mundos.

La Internet de las Cosas

- La **internet de las cosas (IoT)** es un sistema interconectado que permite que dispositivos físicos , conocidos como **dispositivos IoT** se conecten a internet y compartan datos entre sí y con sistemas en la nube.
 - Los dispositivos IoT se **conectan a Internet** a través de diferentes tecnologías como WiFi, Bluetooth, redes de celulares, para enviar y recibir datos.
 - Los datos recopilados por los dispositivos IoT pueden enviarse a plataformas en **la nube** donde se almacenan, procesan y analizan.
 - Las **computadoras tradicionales** se usan para gestionar la red IoT, analizar los datos recopilados y proporcionar interfaces de usuario para el control y monitoreo.

La Internet de las Cosas

- **Ejemplos de dispositivos IoT son:**

- **Sensores:** miden variables físicas o químicas; p.ej: sensor de temperatura, sensor de humedad, sensor de movimiento, sensor de presión, sensor de luz, sensor de gas, sensor de aceleración (acelerómetro.)
- **Actuadores:** Ejecutan acciones físicas basadas en señales eléctricas; p.ej. motores eléctricos, actuadores para cerrar y abrir puertas, ventanas y persianas; actuadores para regular la temperatura de una habitación o dispositivo; interruptores controlados para prender o apagar dispositivos; válvulas para controlar el flujo de líquidos o gases.
- **Wearables:** dispositivos portátiles que monitorean la salud y actividad física; p.ej: pulseras de actividad que rastrean pasos y frecuencia cardíaca
- Electrodomésticos inteligentes
- Cámaras de seguridad interconectadas.

La Internet de las Cosas

- El **propósito de la IoT** es crear una red de objetos conectados que recopilen, compartan y actúen con información para mejorar la vida cotidiana y la eficiencia en diferentes contextos.
 - **Recopilar, compartir y actuar con información:** Los dispositivos recopilan datos del entorno, los comparten con otros dispositivos o sistemas, y actúan en base a esa información.
 - **Mejorar la vida cotidiana:** la IoT busca simplificar tareas cotidianas, reducir el esfuerzo humano, y hacer que la tecnología sea más accesible (o sea: interfaces intuitivas fáciles de usar, costos más bajos, accesibilidad a personas con discapacidades).
 - **Aumentar la eficiencia en diversos contextos:** La IoT beneficia a los hogares, las industrias, ciudades, la salud, la logística.

La Internet de las Cosas

- **Las metas de la IoT:**

- **Automatización:** realizar tareas automáticamente sin intervención humana.
- **Monitoreo:** proporcionar datos en tiempo real sobre condiciones específicas (p. ej: temperatura y humedad)
- **Optimización de recursos:** como energía, agua, tiempo, costos.
- **Mejora de la vida cotidiana** (ver filmína anterior)
- **Sostenibilidad ambiental:** reducir emisiones, reducir ruido.
- **Análisis de datos:** para tomar decisiones informadas.
- **Mejorar la seguridad física:** detección de intrusiones, detección de fallos importantes y actuar rápidamente.

Redes blockchain

- Una **red blockchain** es un conjunto de nodos interconectados que operan en un **sistema descentralizado** que permite la creación de un **registro digital de transacciones** descentralizado y seguro.
 - Las transacciones se agrupan en **bloques que se encadenan** unos con otros. Esta cadena es **accesible** y **verificable** por participantes de la red.
 - Una red blockchain permite la **validación del registro de transacciones**, usando **mecanismos de consenso** para asegurar la integridad y seguridad de los datos.
 - Una red blockchain puede proporcionar funcionalidades avanzadas como **contratos inteligentes** que **automatizan procesos** mediante **condiciones predefinidas**.

Redes blockchain

- **Tipos de dispositivos en una red blockchain:**

- **Nodos completos** que **tienen copias del registro** (también llamado libro mayor) y participan en la validación de transacciones y también pueden ejecutar contratos inteligentes.
- Los **dispositivos mineros** se usan para validar transacciones y **crear nuevos bloques** en redes blockchain una vez que resolvieron un problema matemático complejo.
 - Los dispositivos mineros tienen también una copia completa de la blockchain.
 - Si la blockchain no tiene nodos mineros, los nodos completos pueden cumplir el rol de crear y agregar nuevos bloques a la blockchain pero usando otro mecanismo distinto de resolver un problema matemático.
- **Nodos ligeros**: pueden **verificar y procesar transacciones**; solicitan datos a nodos completos para sus operaciones.
- Las **billeteras digitales** son aplicaciones o dispositivos físicos que permiten a los usuarios almacenar, enviar y recibir criptomonedas, interactuando con la red blockchain.

Redes blockchain

- **Objetivos de las redes blockchain:**

- **Transparencia:** Permitir a los usuarios verificar las transacciones en tiempo real, aumentando la confianza entre las partes involucradas.
- **Inmutabilidad:** Garantizar que una vez que los datos son registrados, no puedan ser alterados ni eliminados sin el consenso de la red.
- **Descentralización:** Eliminar la dependencia de un único punto de control, lo que reduce el riesgo de fraude y mejora la resiliencia del sistema.
- **Interoperabilidad:** Facilitar la comunicación y el intercambio de datos entre diferentes blockchains, creando así un ecosistema más integrado.

Redes blockchain

- La blockchain se basa en y se conecta con tecnologías anteriores como:
 - **Internet:** La internet proporciona la infraestructura necesaria para la comunicación entre nodos distribuidos. La blockchain opera sobre Internet, utilizando sus protocolos para transmitir datos y permitir el acceso global.
 - **Nubes:** Aunque blockchain puede funcionar independientemente, a menudo se integra con servicios en la nube para **almacenamiento adicional** y **procesamiento**, mejorando su escalabilidad y flexibilidad.
 - **Bases de Datos:** A diferencia de las bases de datos tradicionales que son centralizadas, la blockchain actúa como una **base de datos distribuida** donde hay nodos que mantienen una copia del registro, lo que mejora la seguridad y la transparencia.

Metas de la introducción

- **Agenda:**

1. Comprender los distintos tipos de redes de dispositivos.
- 2. Entender cómo están organizados los distintos tipos de redes (i.e. internet, la nube, la IoT y las redes blockchain)**
3. Entender la arquitectura de los sistemas operativos de redes (SOR) para los distintos tipos de redes.
4. Entender algunas convenciones a respetar en la materia

Estructura de 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 computadoras se usan **protocolos**.

Estructura de la Internet

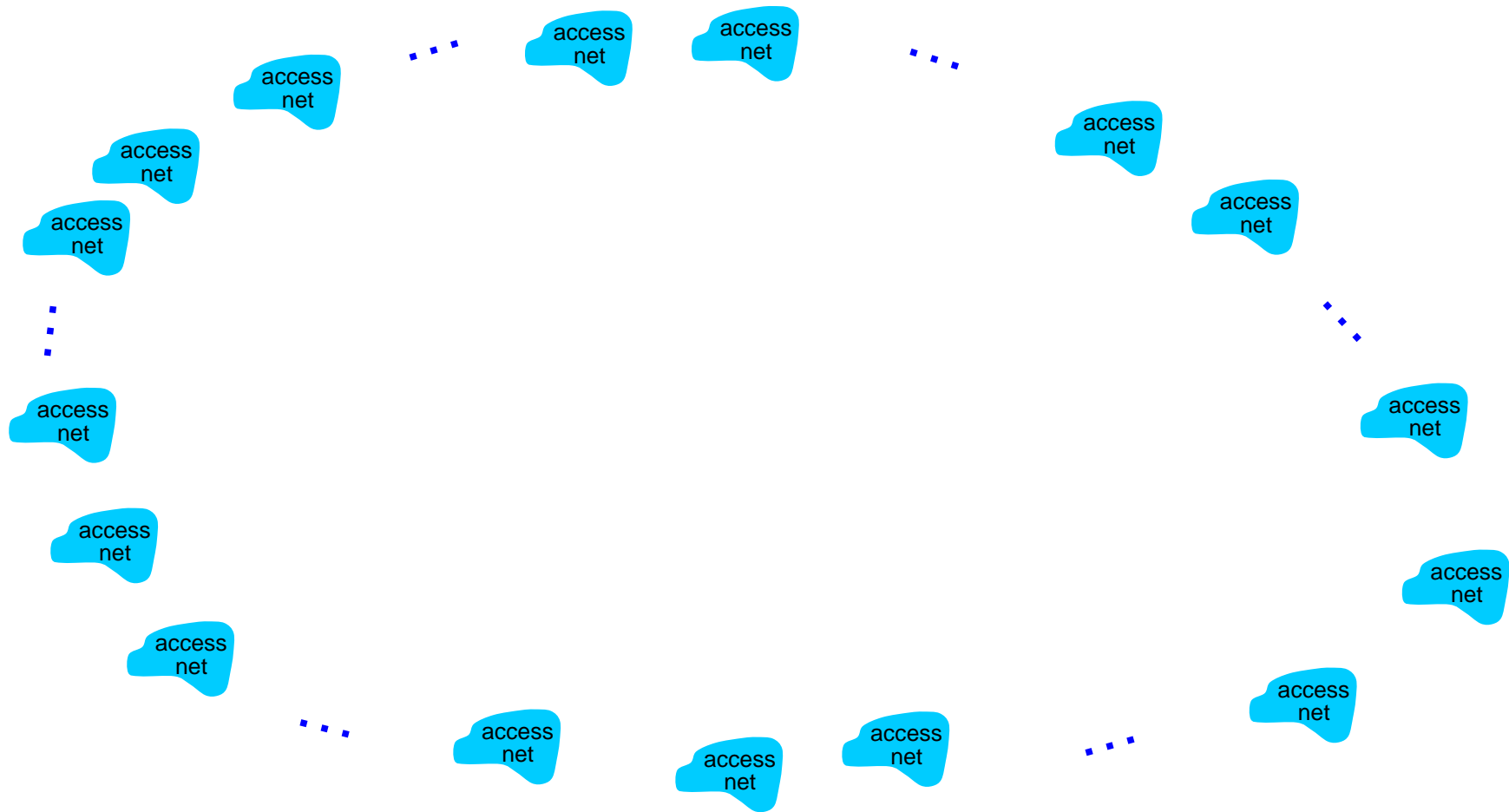
- ❖ Hosts acceden a la internet a través de **proveedores de servicios de internet de acceso** (ISPs de acceso).
- ❖ ***Tipos de ISP de acceso:***
 - Uso de **ISP residenciales** (p.ej. compañías de cable, telefónicas, fibra a la casa (FTTH), etc.).
 - Uso de **ISP empresarial** (da acceso a sus empleados).
 - 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.

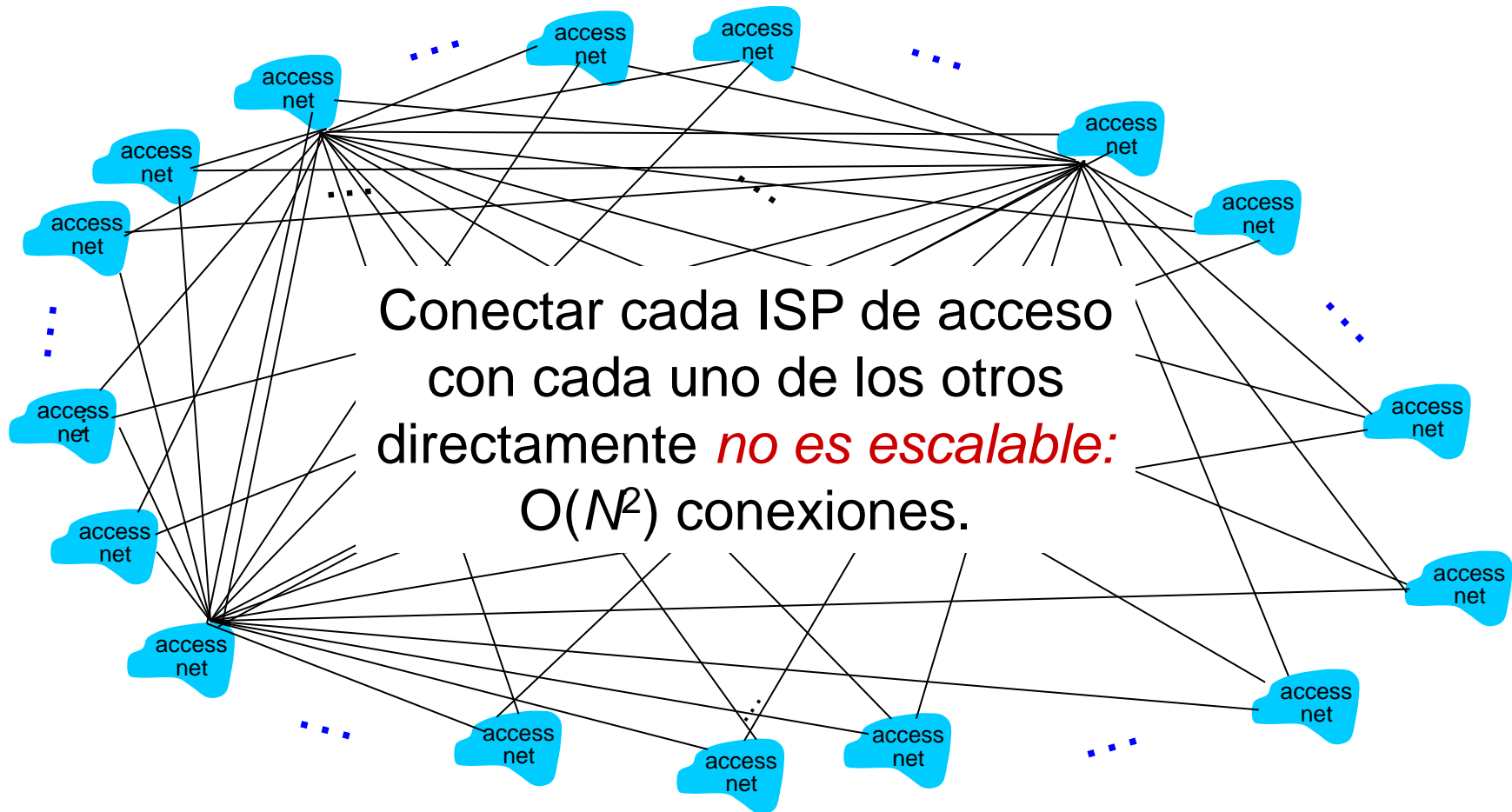
Estructura de la Internet

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



Estructura de la Internet

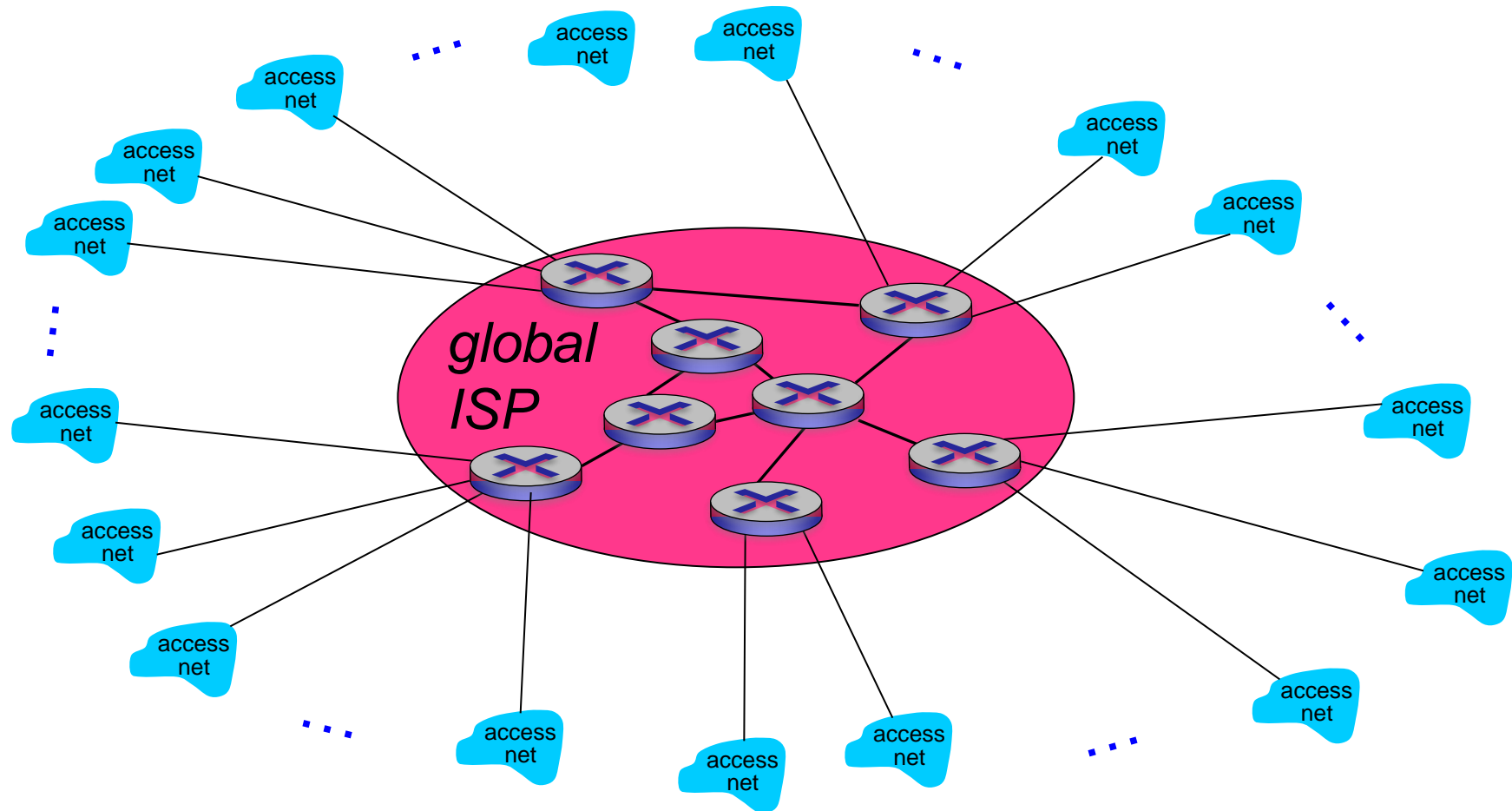
Idea: conectar cada ISP de acceso a todo otro ISP de acceso.
Esto se conoce como una malla.



Estructura de la Internet

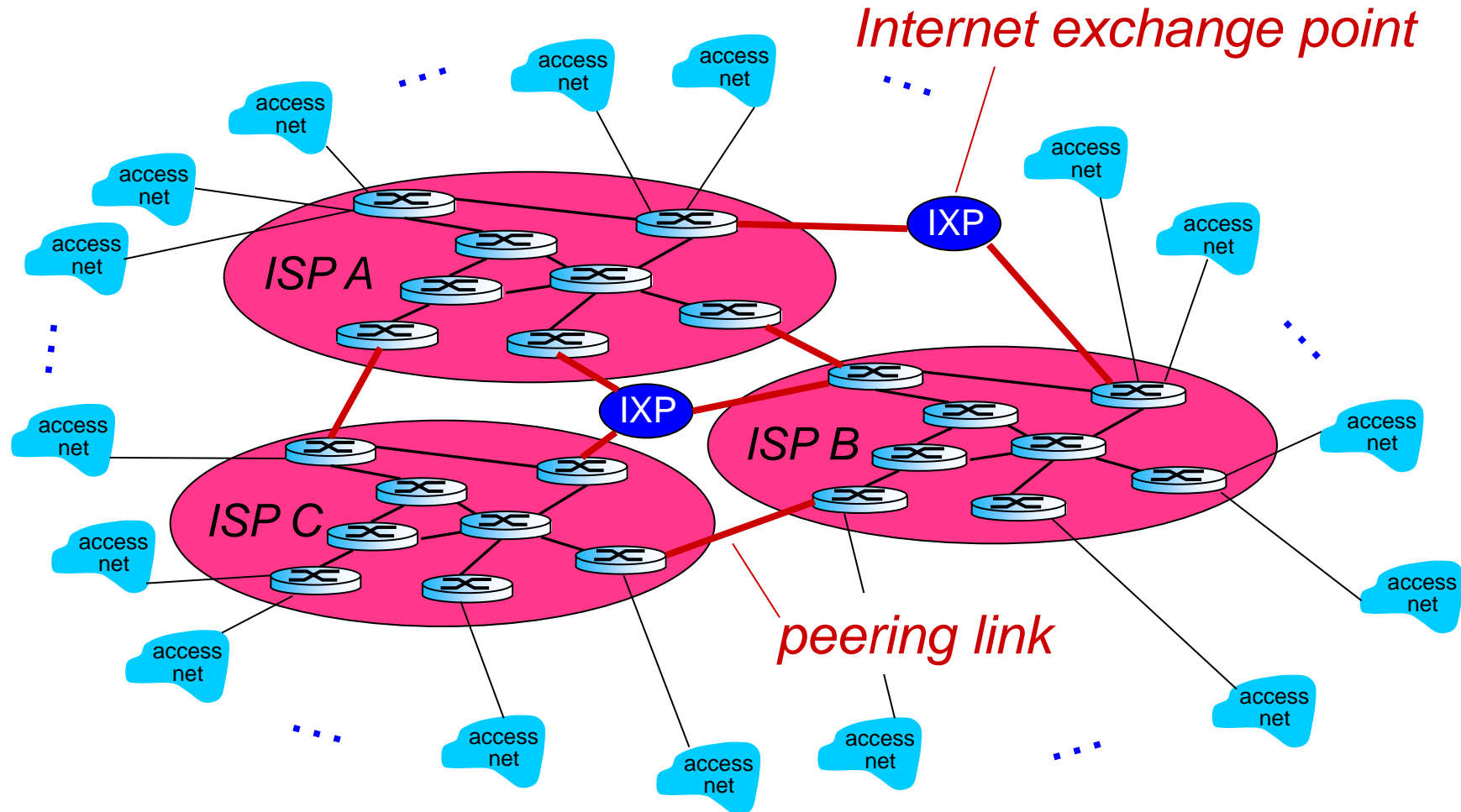
Idea 2: conectar cada ISP de acceso a un ISP global de tránsito?

Las ISP *cliente* and *provedora* 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

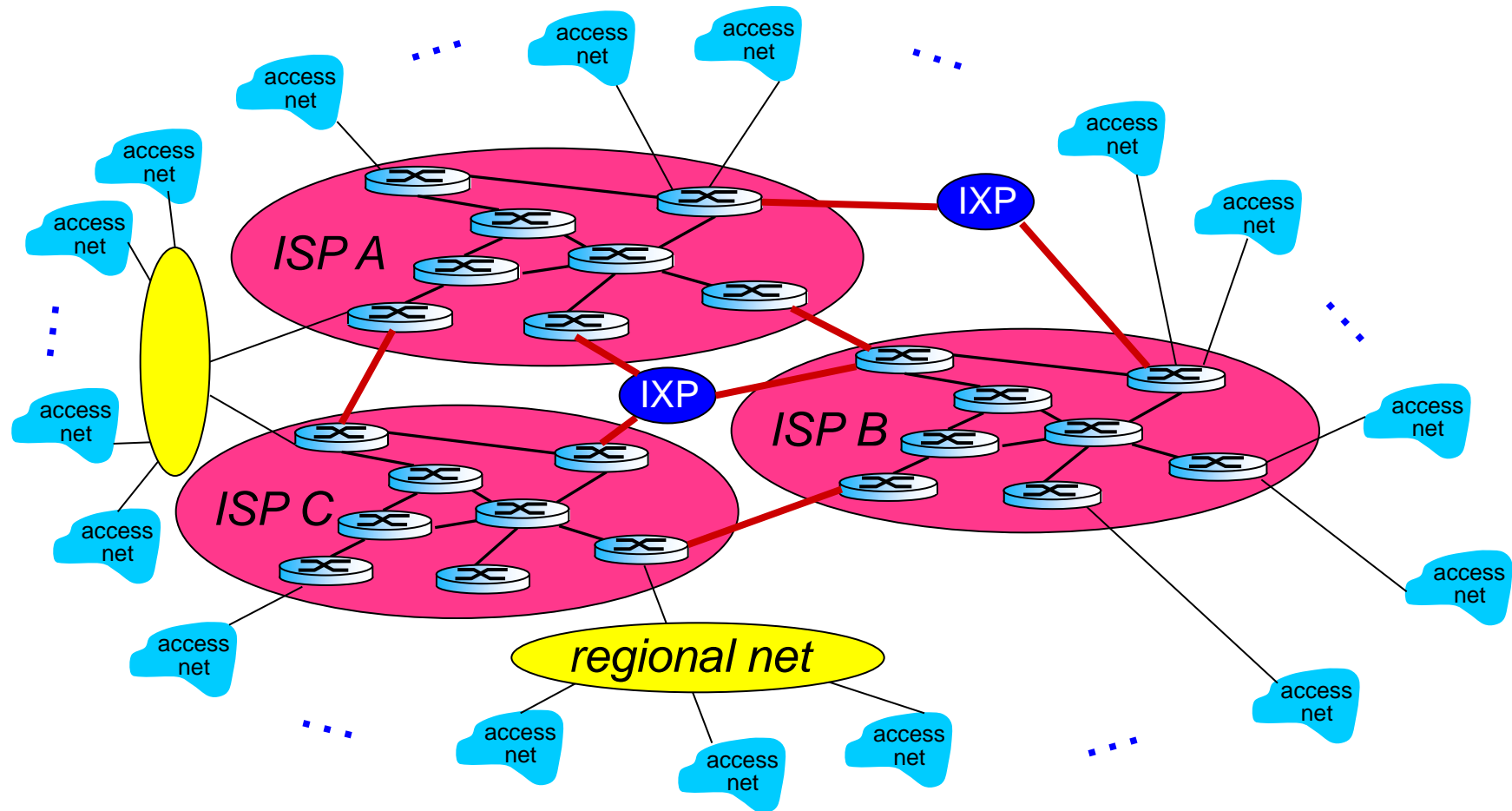
- Las ISP de acceso son interconectadas a través de redes ISP nacionales e internacionales de más alto nivel llamados **ISPs de capa superior** o **globales de tránsito**.
 - Estas son ISP que proveen **servicios de tránsito**.
 - Las ISP de tránsito pueden **competir entre sí**.
 - Una ISP de capa superior consiste de **enrutadores de alta velocidad** interconectados con **enlaces de fibra óptica** de alta velocidad.
- **Conclusiones 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

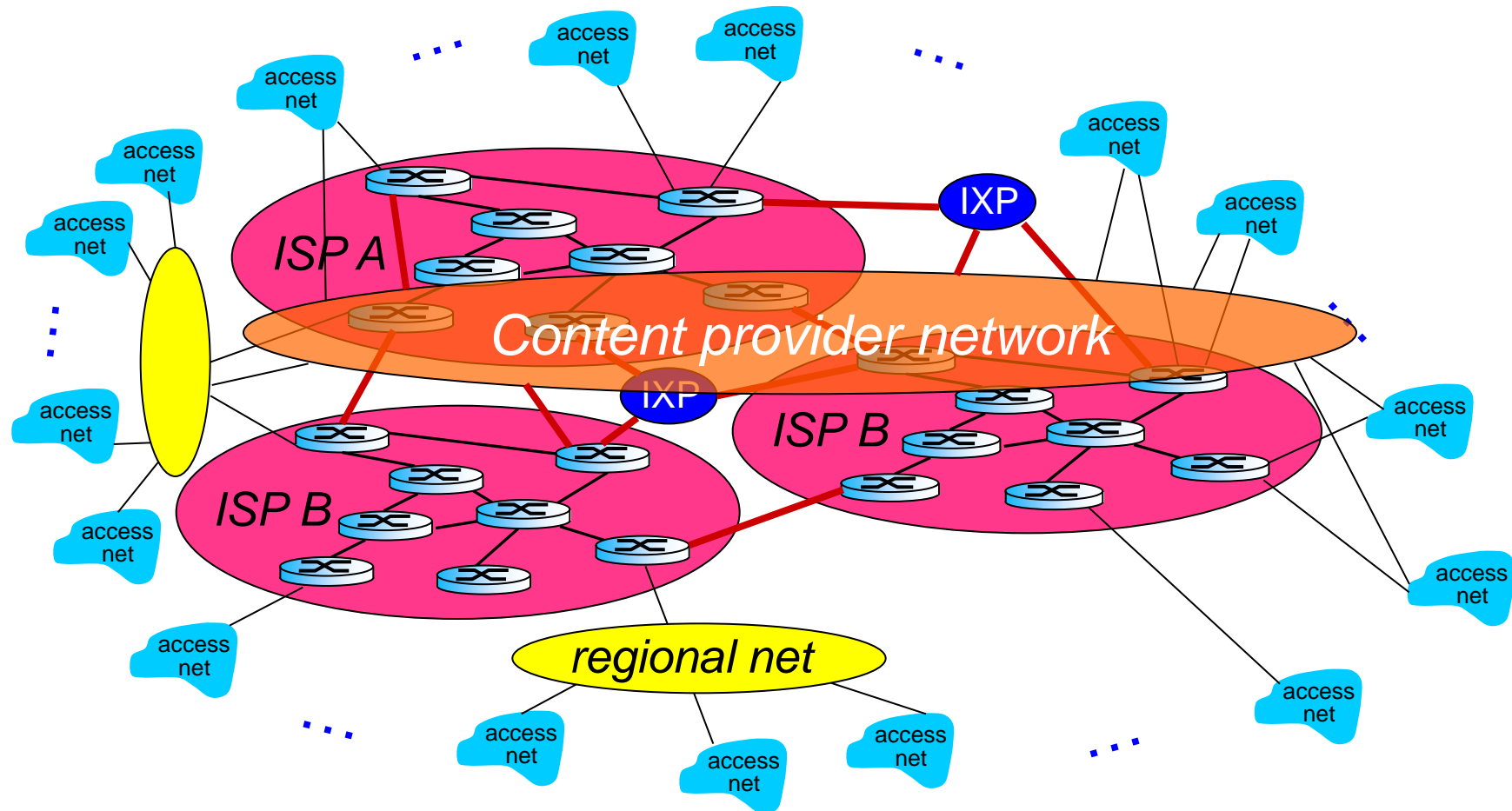
- **Consecuencias de la solución anterior:**
 - Luego cada ISP regional se conecta con ISPs globales de tránsito.
 - Los ISP de acceso pagan al ISP regional al cual se conectan, y cada ISP regional paga al ISP global de tránsito al cual se conecta.
 - En algunos lugares un ISP regional puede cubrir un 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.).
- ***Estas redes se usan para:***
 - Reducir pagos a redes de tránsito global.
 - Tener control sobre cómo sus servicios son entregados a los usuarios finales.
- ***Las redes proveedoras de contenido se conectan a:***
 - A ISP regionales e ISP de acceso.
 - Podrían llegar a usar un ISP de tránsito si no le queda otra.

Estructura de la Internet

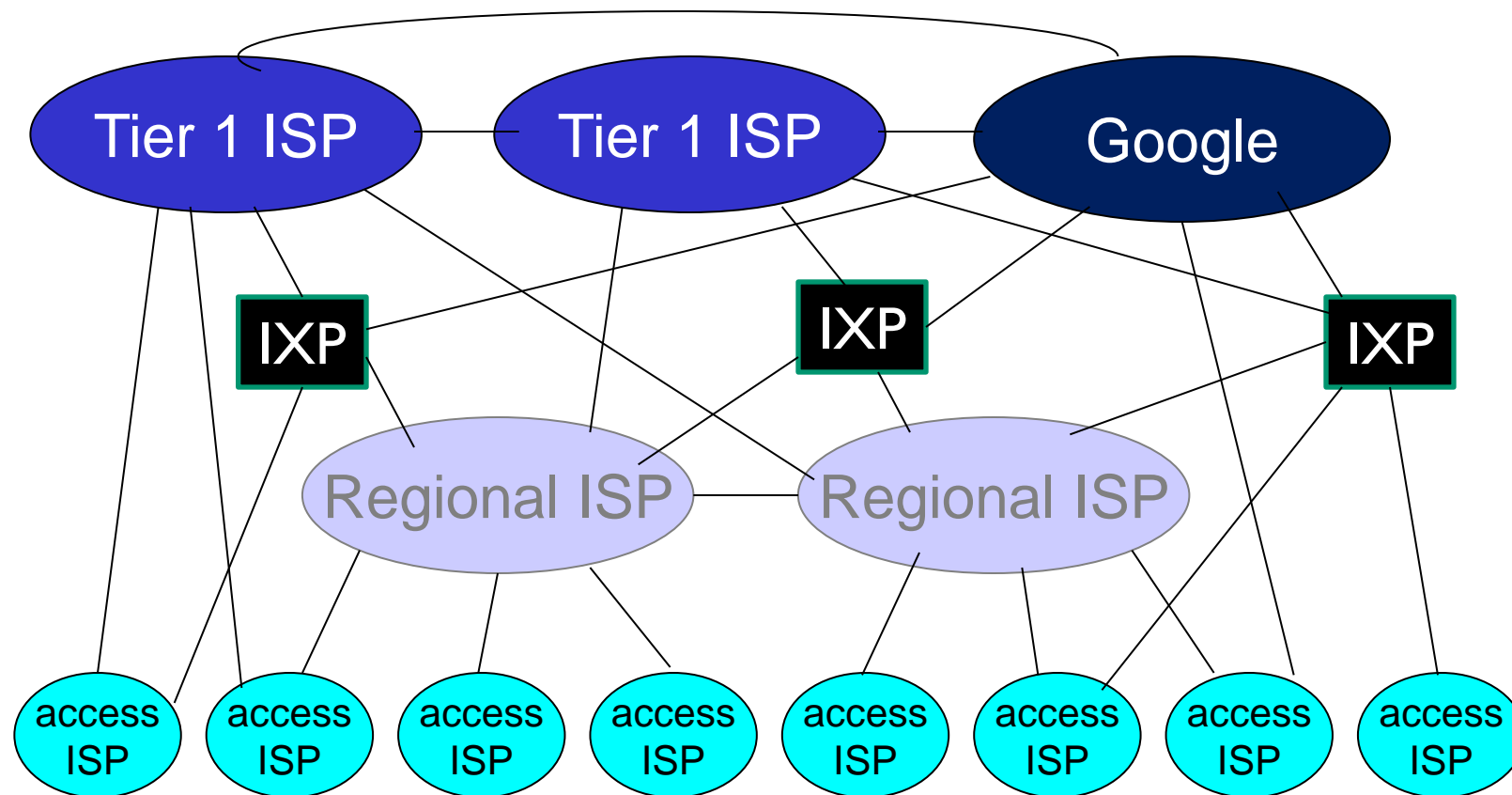
... y redes proveedoras de contenido (e.g., Google, Microsoft, Akamai) pueden ejecutar su propia red, para traer servicios, y contenido cerca de los usuarios



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 jerarquía de 3 niveles.

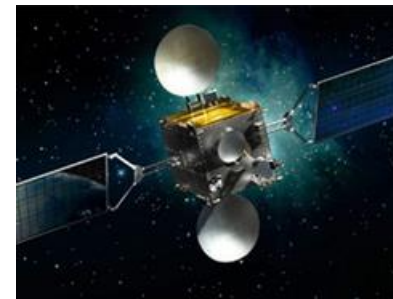
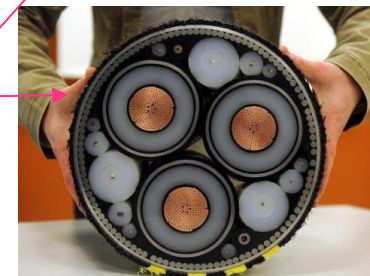
Estructura de la Internet



- “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

Internet en la Argentina

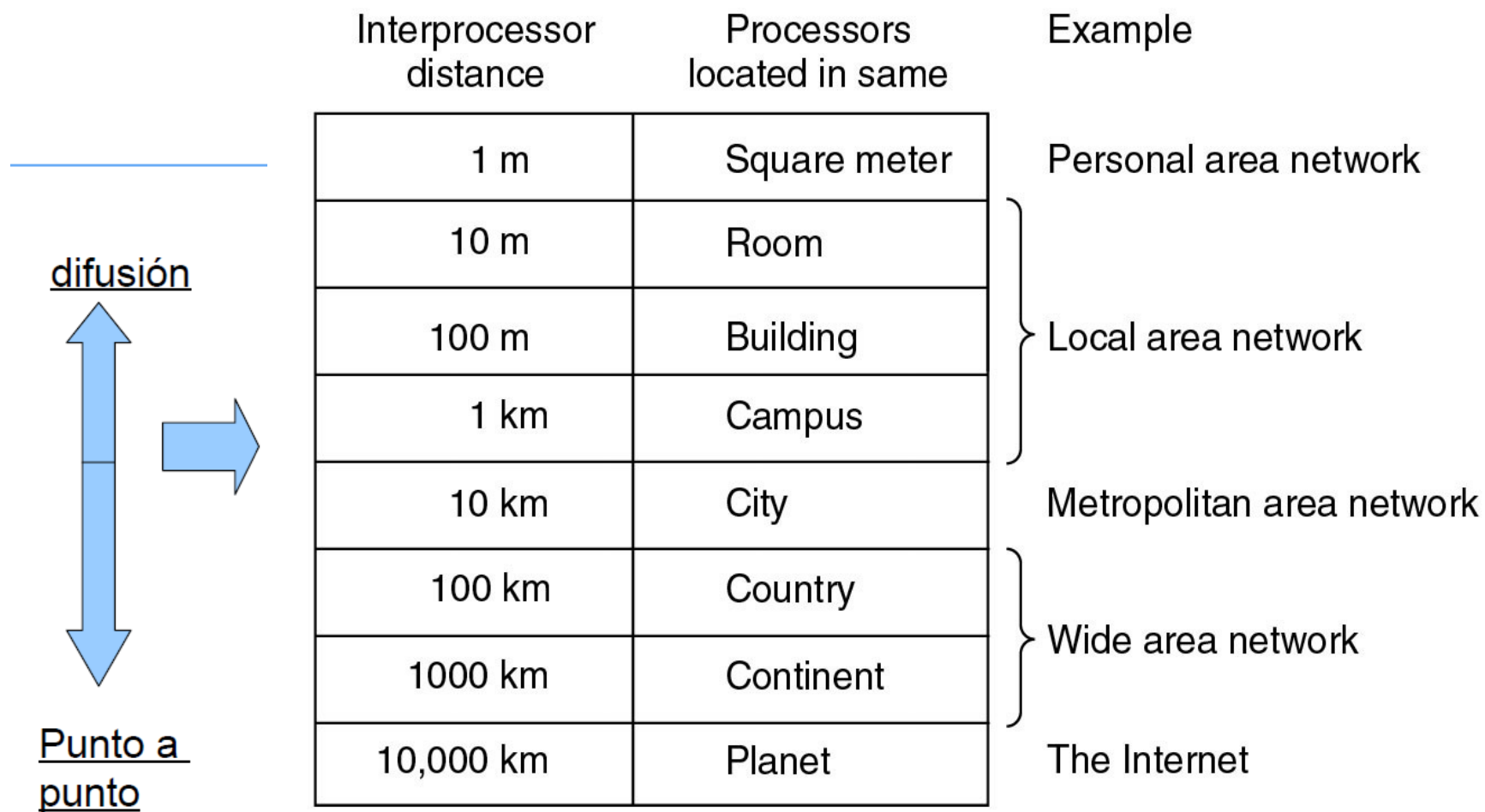
- **¿Cómo se conecta la Argentina?**
 - **Interno:** Fibra óptica, (e.g., +40mil km REFEFO (red federal de fibra óptica) – red pública que se construyó con ARSAT)
 - **Externo:** cables submarinos (99%) que salen de las Toninas (van a Europa, USA y Brasil) y satélites (1%).



Estructura de la Internet

- ❖ Otra forma de ver la estructura de la internet es como un conjunto de redes de distintos tamaños interconectadas entre sí.
 - Así las redes pueden venir en diferentes tamaños, formas y cumplir distintos propósitos.
 - Varias redes pueden interconectarse entre sí para formar redes más grandes.
 - La **internet** es el ejemplo de red de redes más grande.

Tipos de Redes

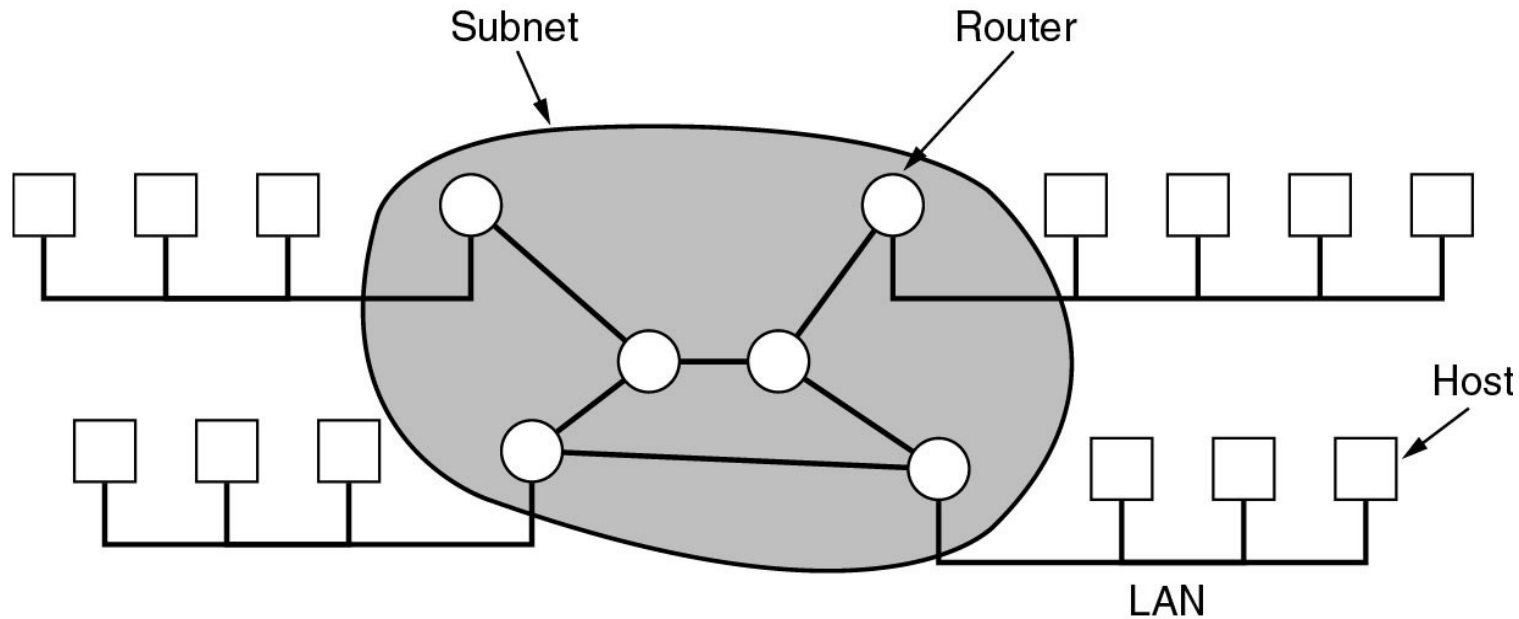


Classification of interconnected processors by scale.

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)



Una WAN está organizada de la siguiente manera:

- **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**.

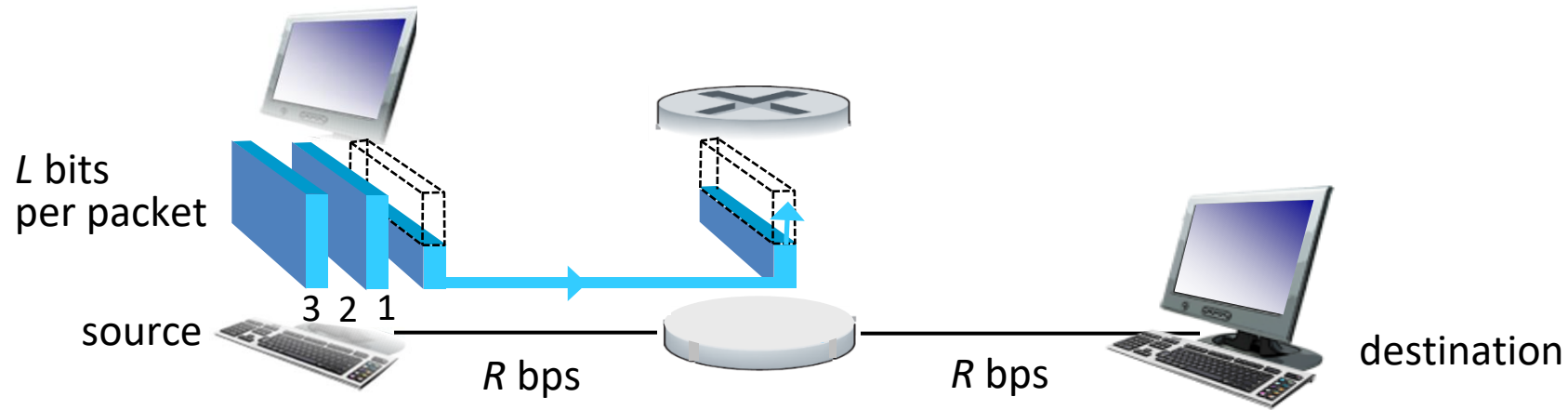
Redes de área amplia (WANs)

- 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

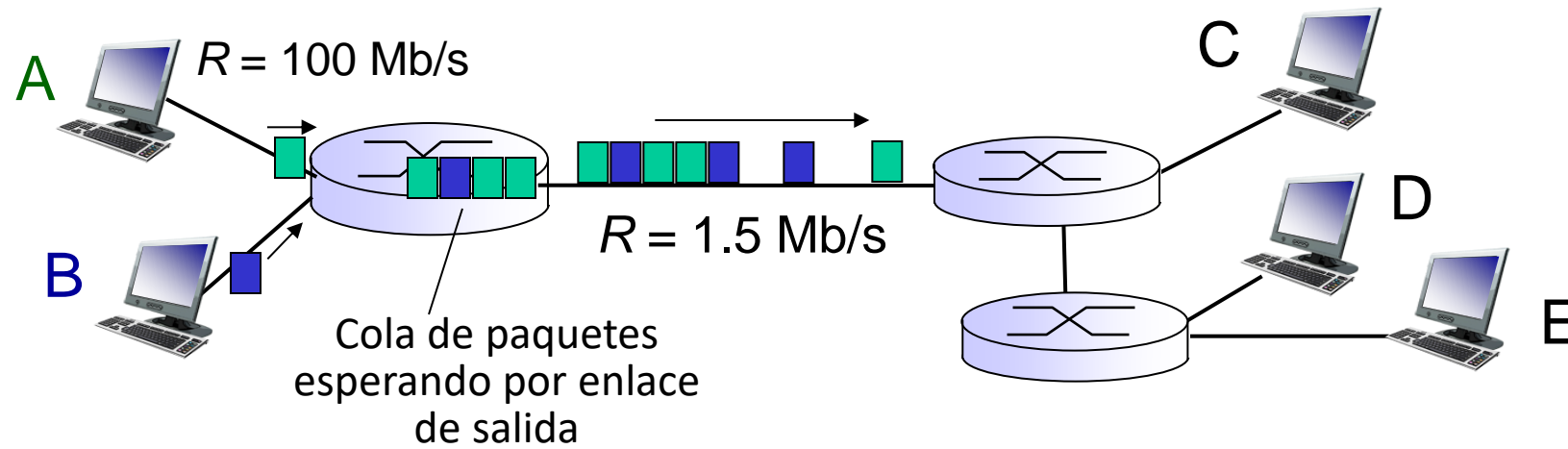


- Toma L/R segundos transmitir paquete de L -bit en un enlace de R bps.

Ejemplo:

- $L = 7.5$ Mbits
- $R = 1.5$ Mbps
- Demora de transmisión en un salto = 5 sec

Redes de área amplia



Encolado y pérdida de paquetes

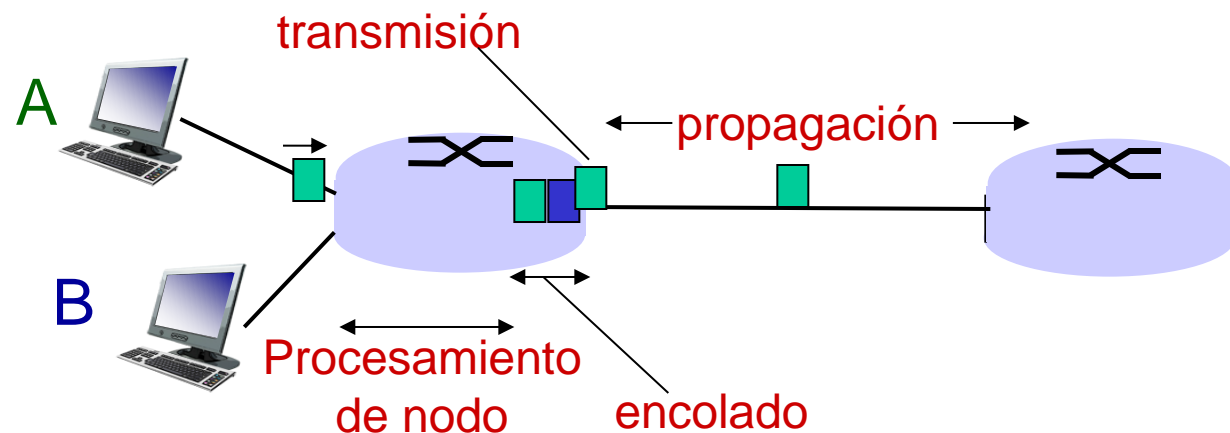
- ❖ Si la tasa de llegada al enlace (en bits) excede la tasa de transmisión del enlace por un período de tiempo.
- ❖ **¿Qué va a suceder?**
 - Los paquetes se van a encolar, y esperarán a ser transmitidos en el enlace.
 - Los paquetes pueden ser descartados (perdidos) si la memoria (el búfer) se llena.

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

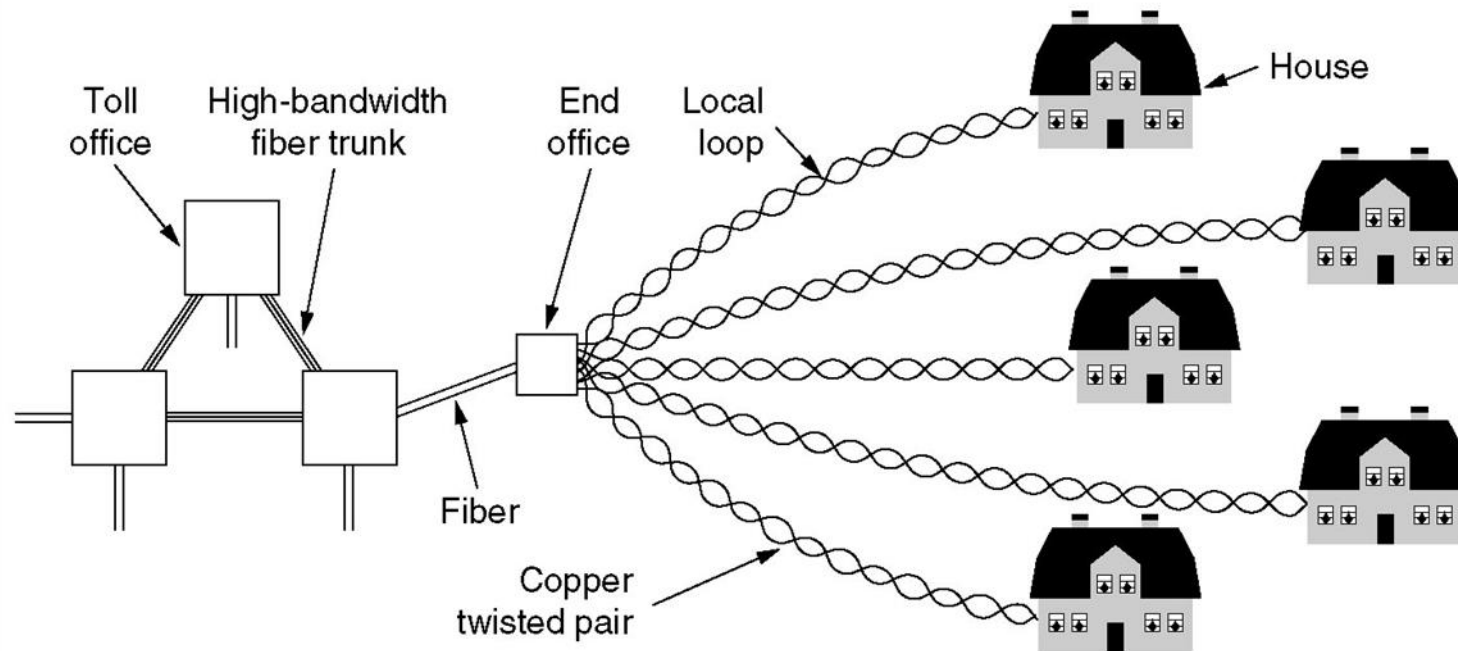
d_{queue} : demora por encolado

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

Redes de área amplia

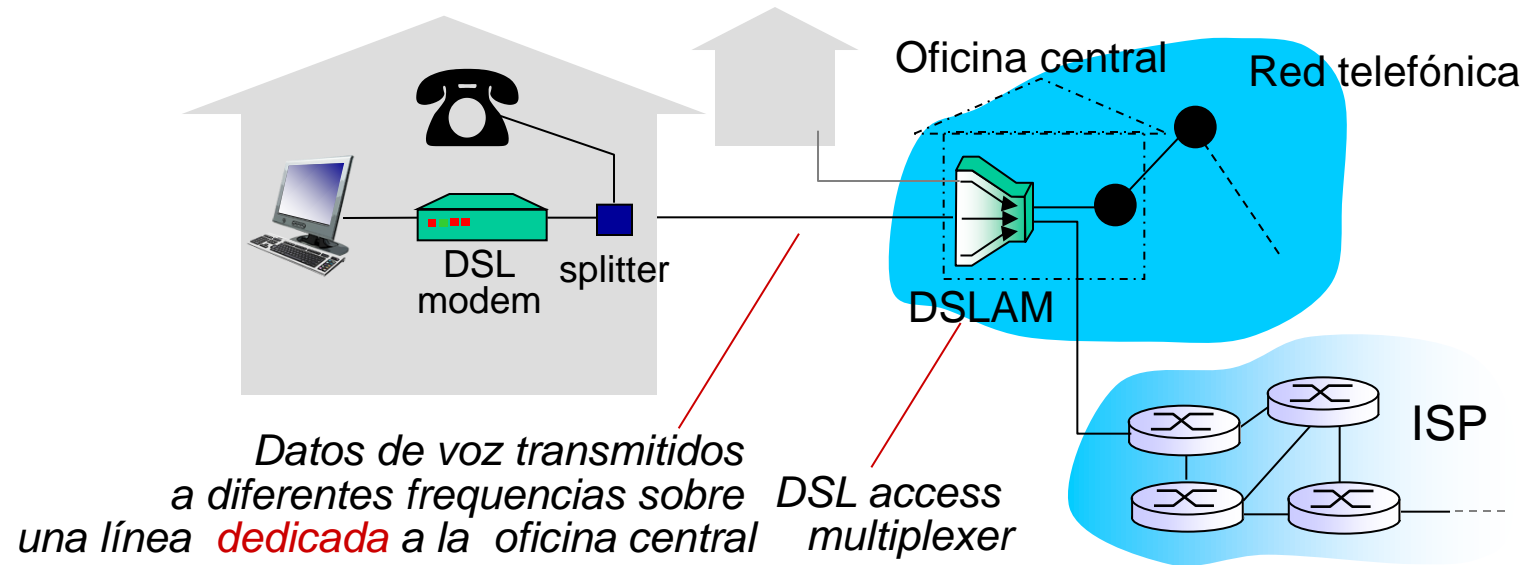
Sistema telefónico fijo (p.ej. DSL):

- 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 amplia: 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

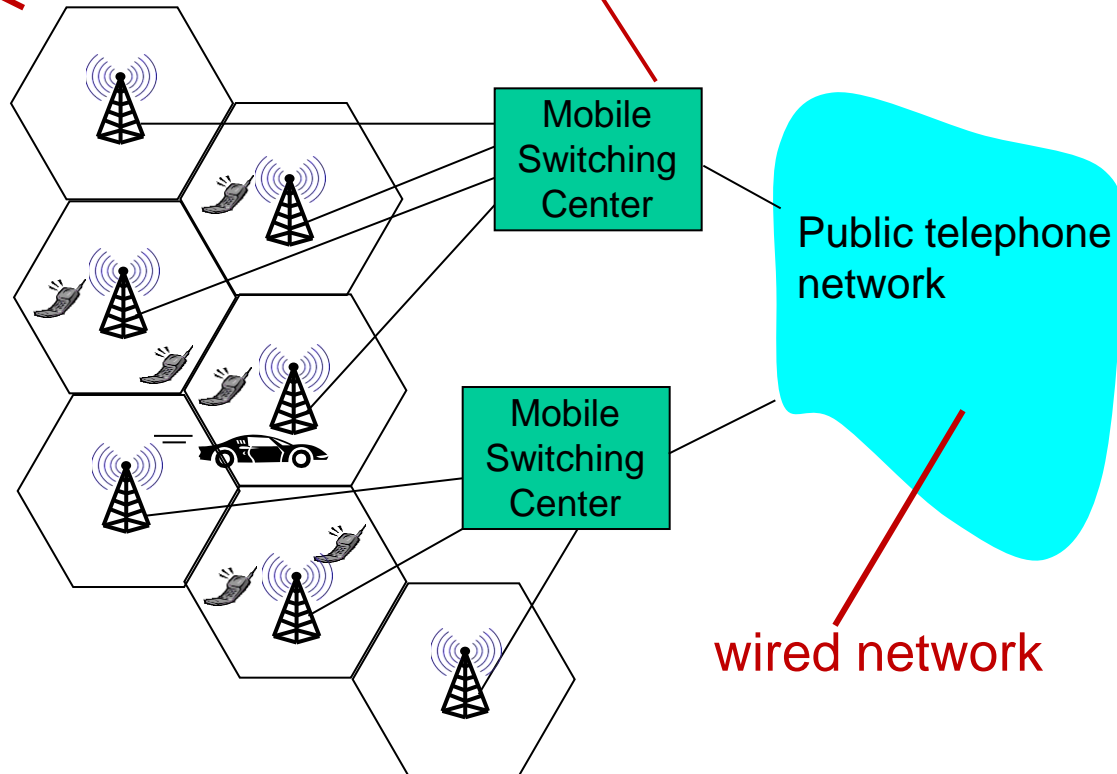
Arquitectura de red celular

célula

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

MSC

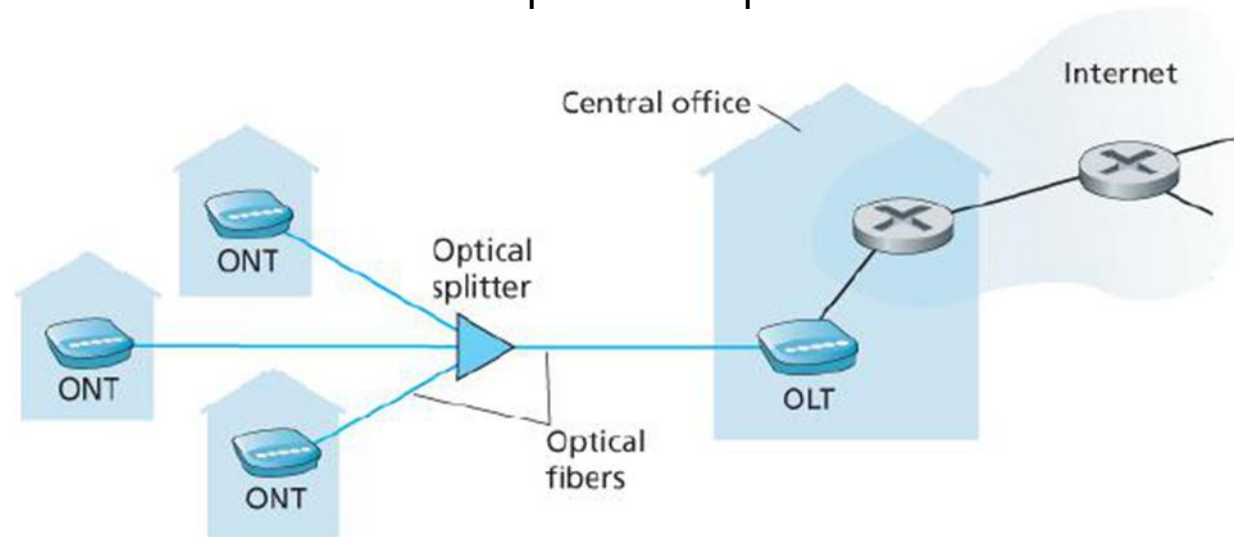
- ❖ conecta células a red telefónica
- ❖ maneja seteo de llamadas
- ❖ maneja movilidad



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.

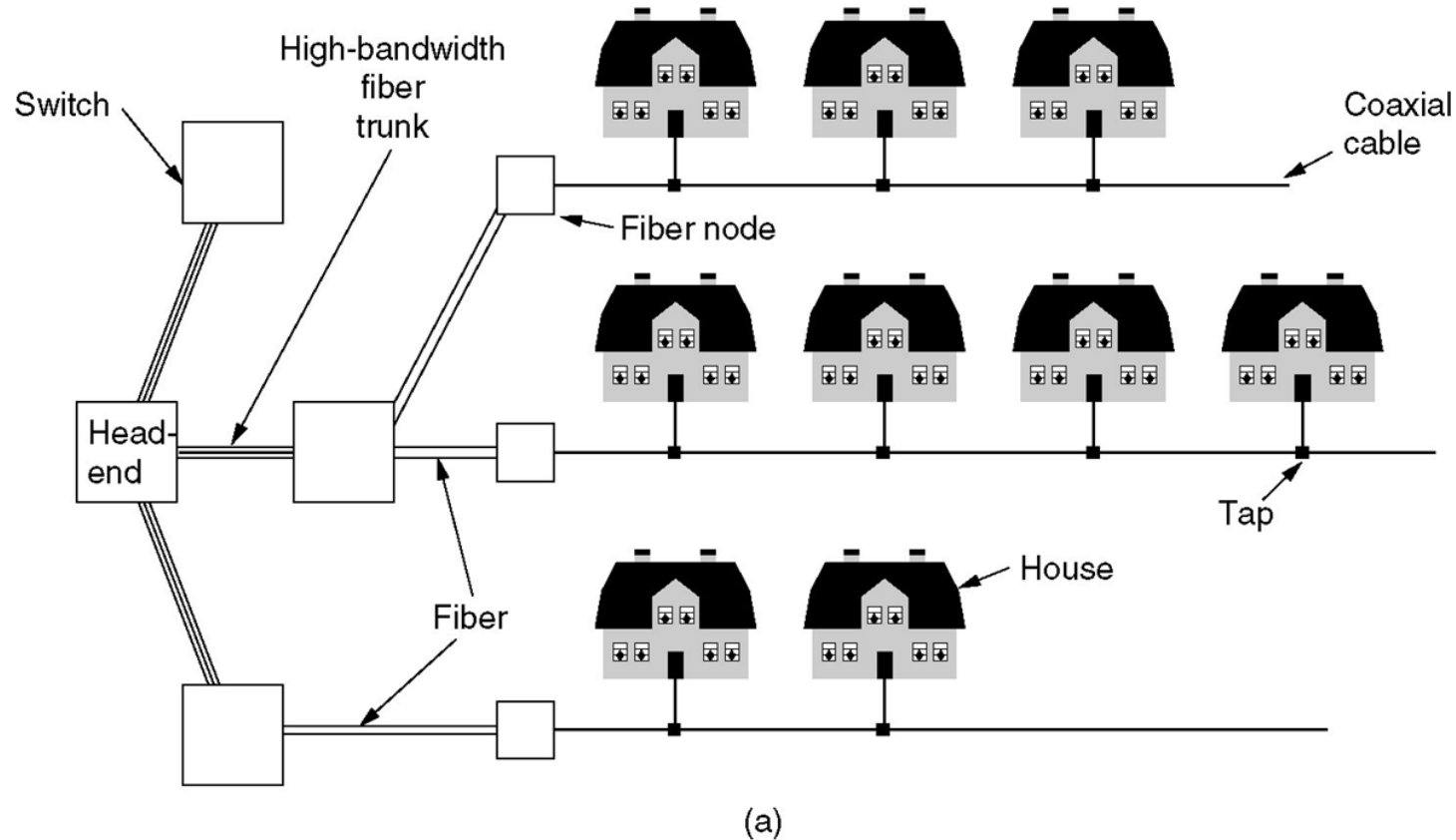


Redes de Área Metropolitana (MAN)

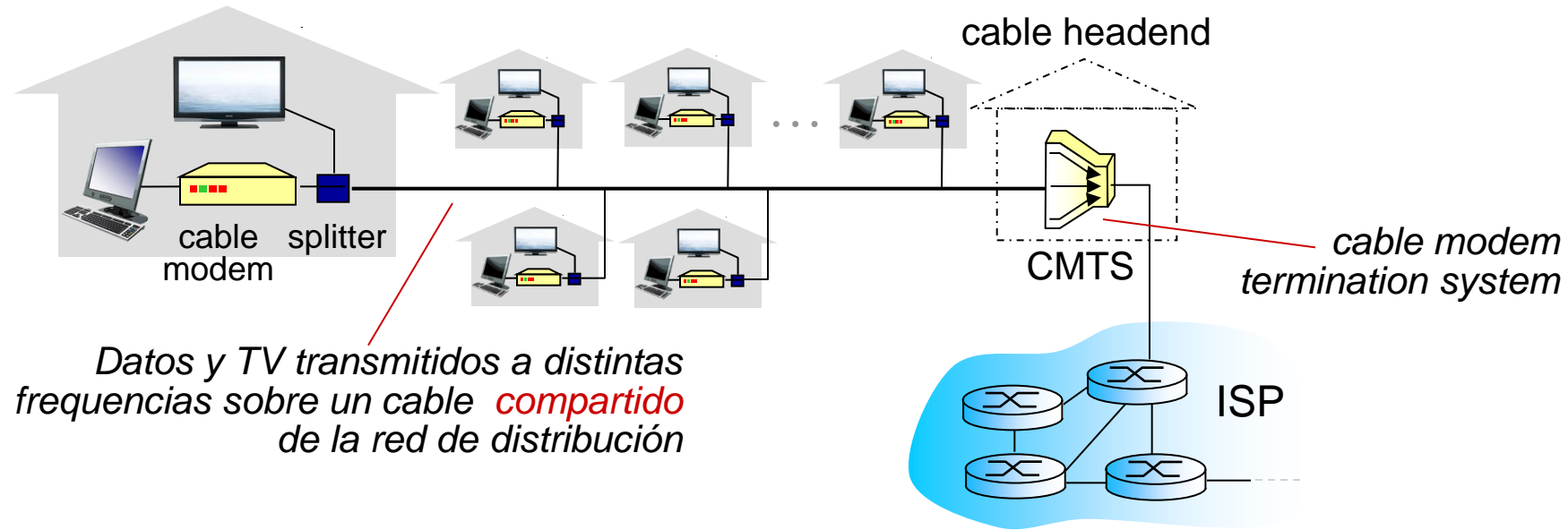
- Una **red de área metropolitana (MAN)** cubre una ciudad.
- Hay de **dos tipos**:
 - **Redes de cable**: se basan en la red de TV por cable.
 - **WiMAX**: son redes inalámbricas de alta velocidad.

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 communtación se unen por cables de fibra óptica.



Access net: cable network

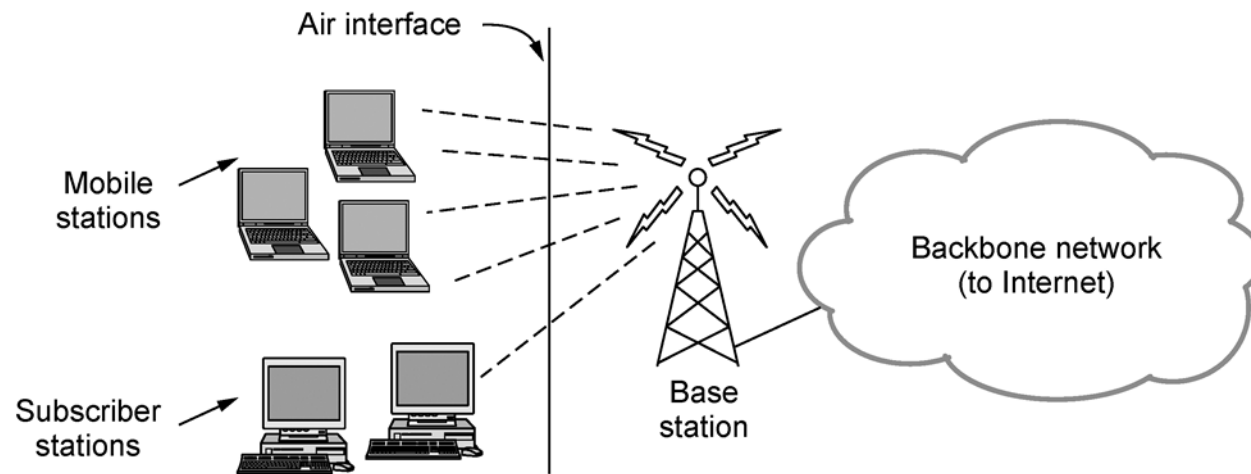


- ❖ El servicio es asimétrico: hasta 30Mbps de bajada de datos, hasta 2 Mbps de subida de datos
 - Uso de cable modem..
- ❖ Divisor entre TV y cable modem.
- ❖ En una red de cable se conectan las casas a un proveedor de servicios de internet.
 - Las casas comparten el acceso a un **cable headend** para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

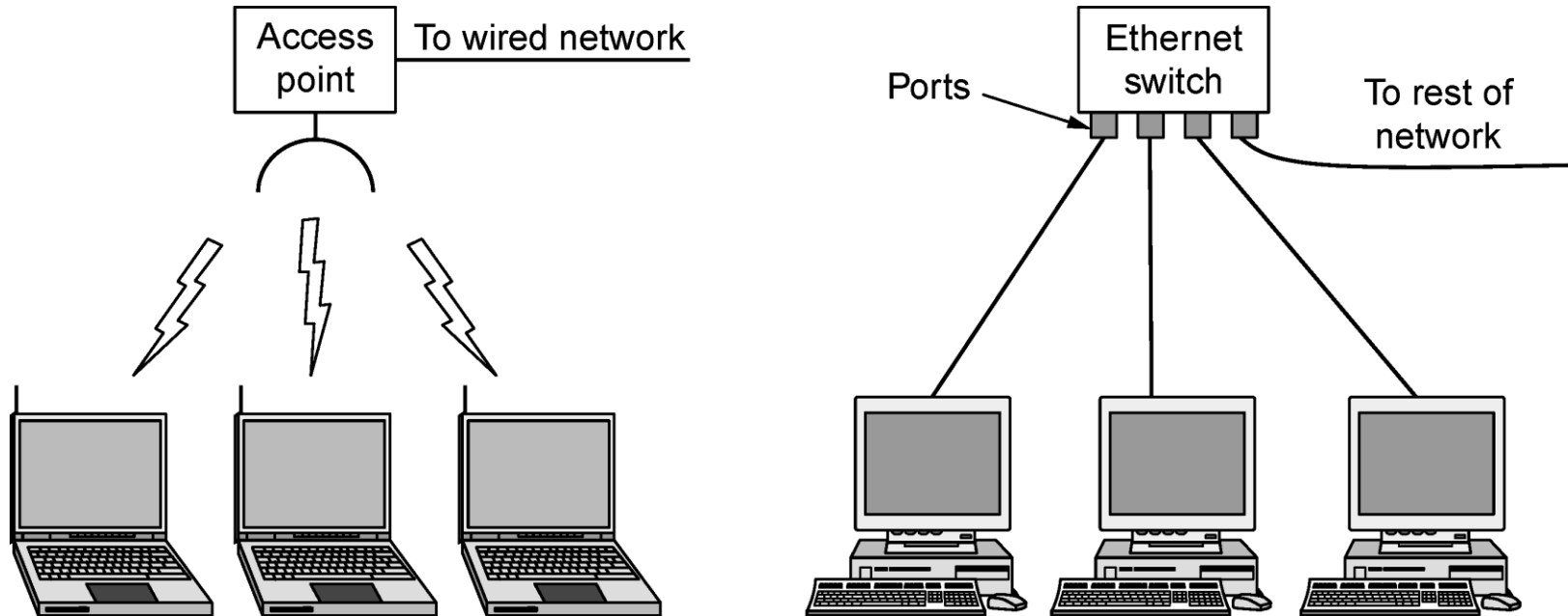


The 802.16 architecture.

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

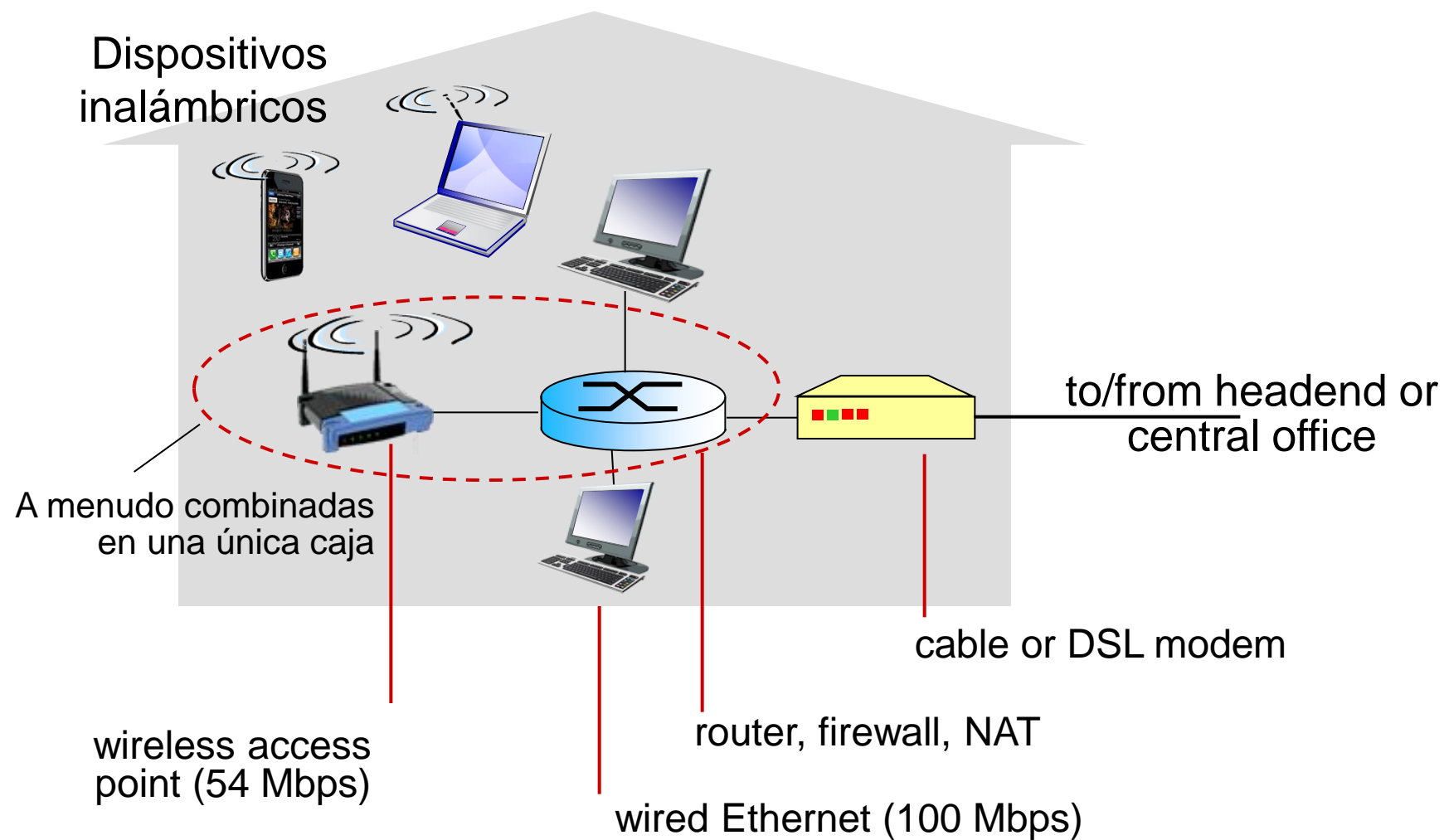
Redes de Área Local

- **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

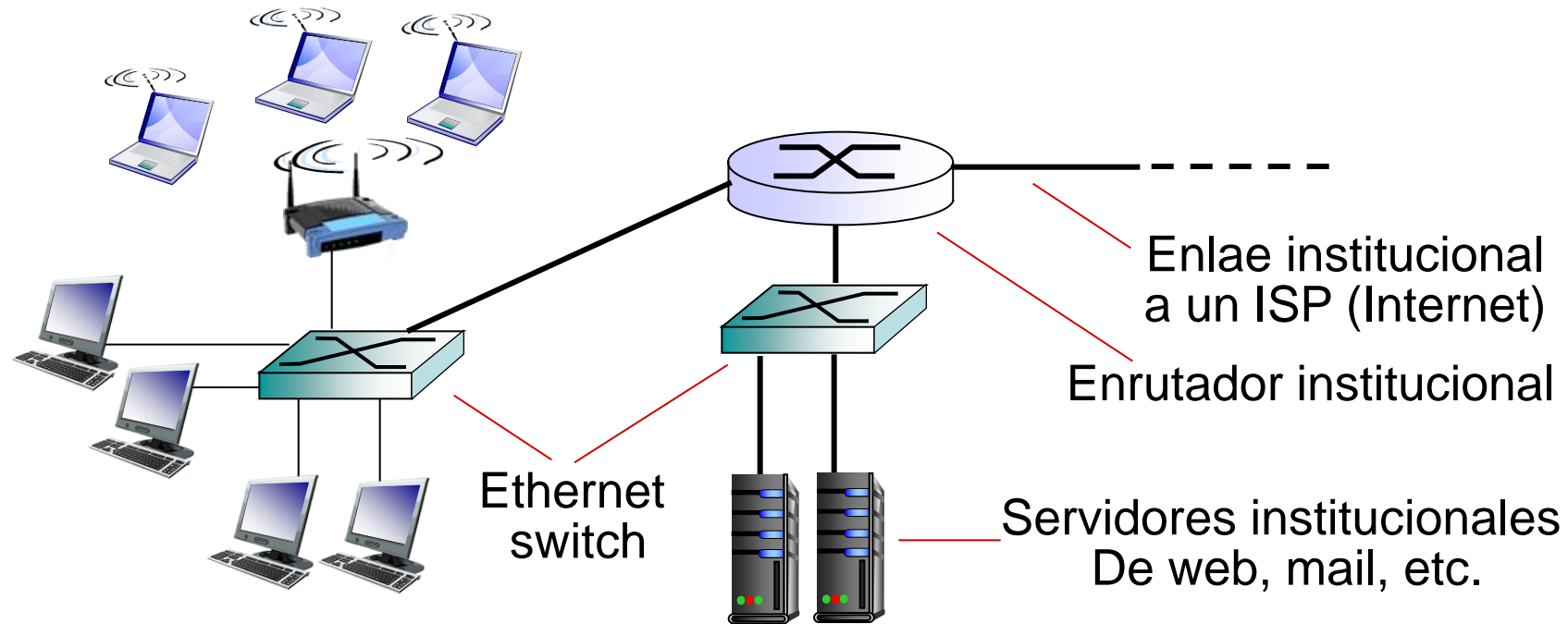
Redes de Área Local

- Armar grupos de 2 alumnos, de acuerdo a lo que han podido ver, van a discutir:
- **¿Cómo está formada una red hogareña? (3 minutos)**

Red hogareña



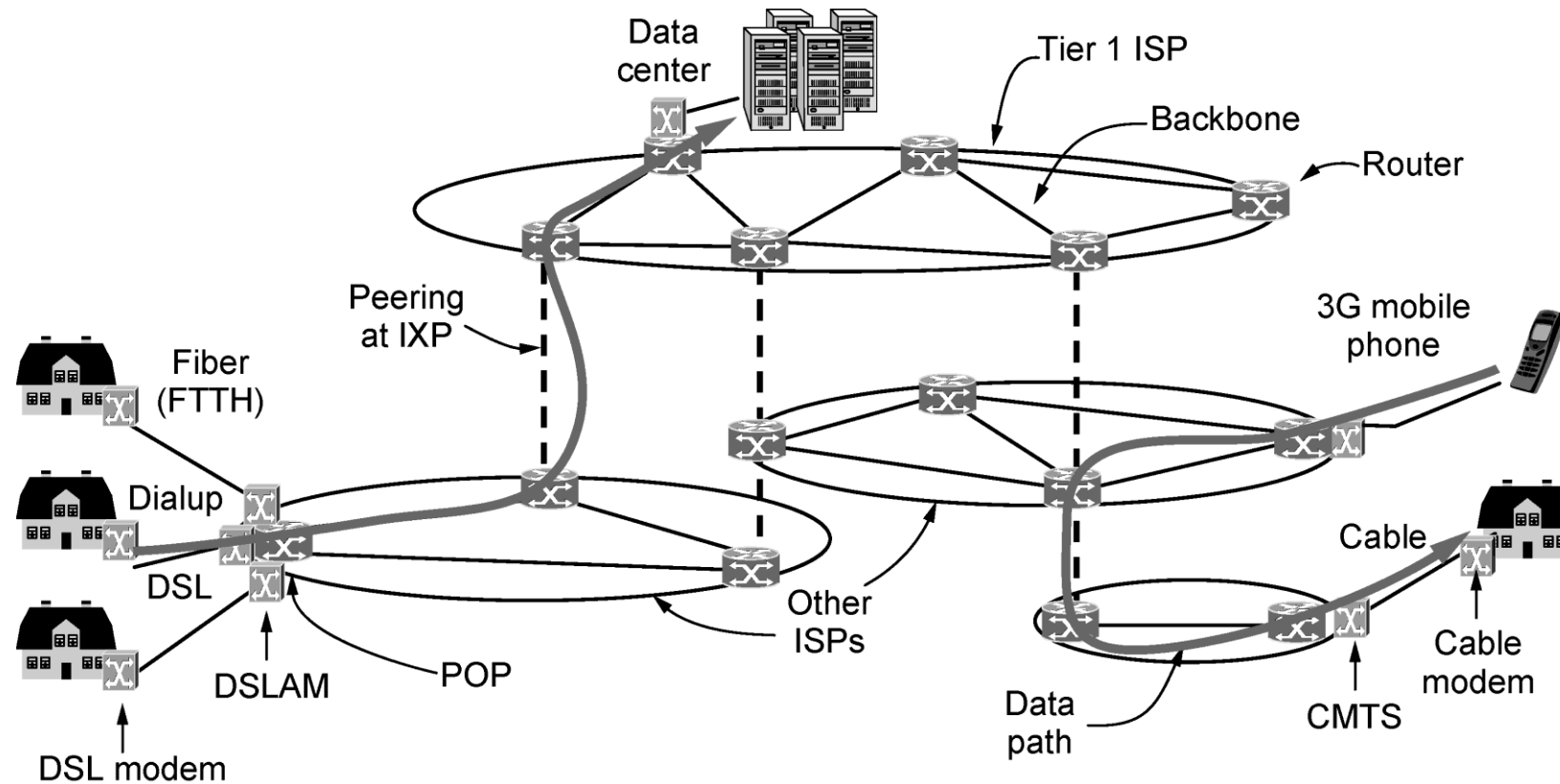
Redes de acceso empresarial



- ❖ 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.

Estructura de la Nube

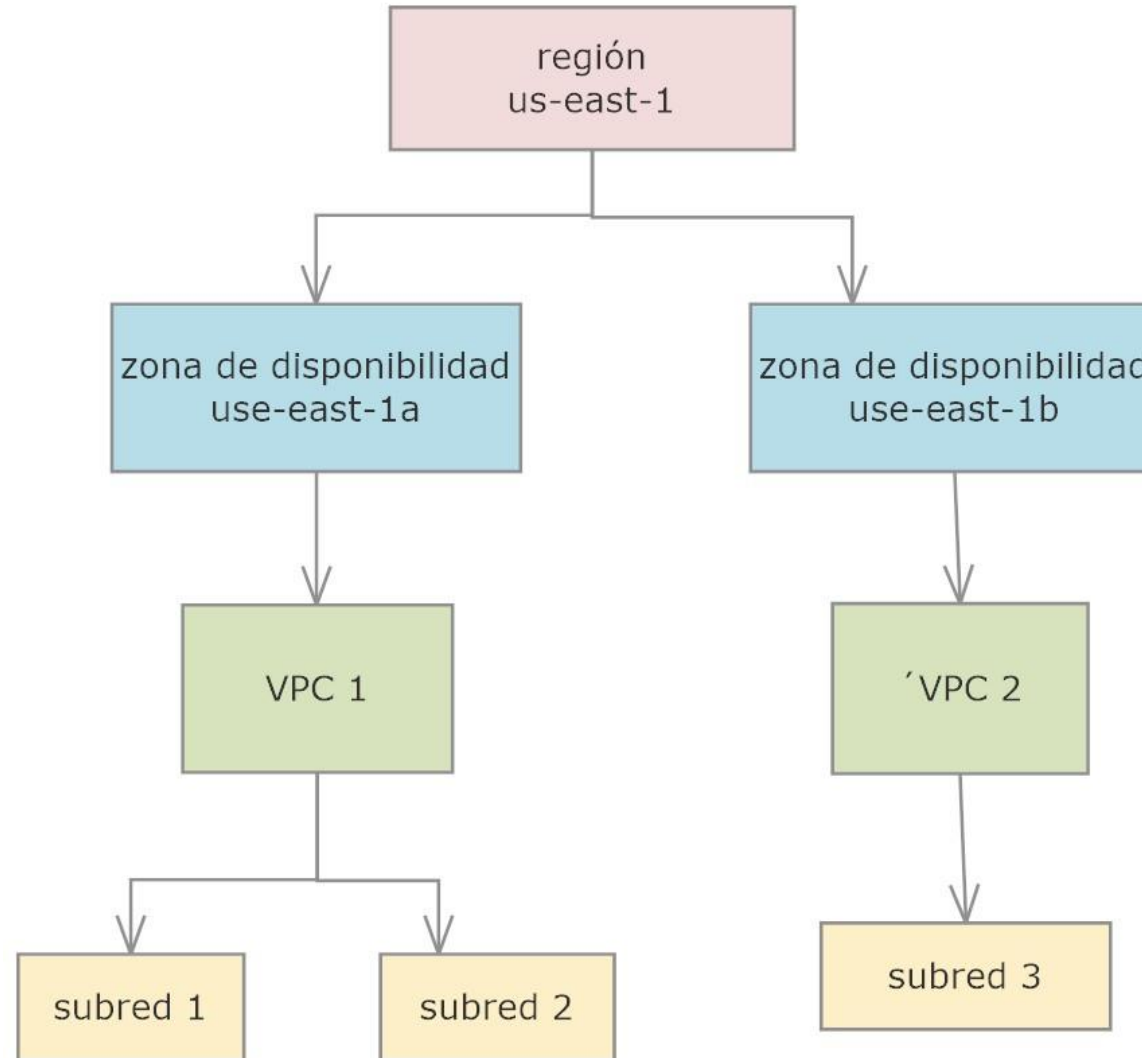
- Una nube se la puede considerar una red jerárquica compuesta por 4 niveles:
 - **Regiones**: son ubicaciones geográficas donde los proveedores de servicios en la nube tienen centros de datos.
 - Cada región puede albergar múltiples zonas de disponibilidad.
 - **Zonas de disponibilidad**: son **centros de datos aislados** dentro de una región que están diseñados para operar independientemente.
 - Esto proporciona redundancia y alta disponibilidad, ya que si una zona falla, las aplicaciones pueden seguir funcionando en otra.

Estructura de la Nube

- **Nube privada virtual (VPC):** Una VPC es una red virtual lógicamente aislada dentro de una nube pública que permite a los usuarios definir su propio entorno de red.
 - Dentro de una VPC se pueden crear subredes públicas y privadas, lo que permite un control granular sobre el acceso a los recursos.
- **Subredes:** las subredes son divisiones dentro de una VPC que permiten organizar y aislar los recursos.
 - Pueden ser públicas (con acceso a internet), o privadas (sin acceso directo a internet). Esto facilita la gestión del tráfico y la seguridad.
- Una VPC también puede abarcar múltiples zonas de disponibilidad proporcionando alta disponibilidad y tolerancia a fallos.
- Esta **estructura jerárquica** es usada por AWS (de Amazon), Microsoft Azure y Google Cloud Platform.

Estructura de la Nube

Niveles en la nube



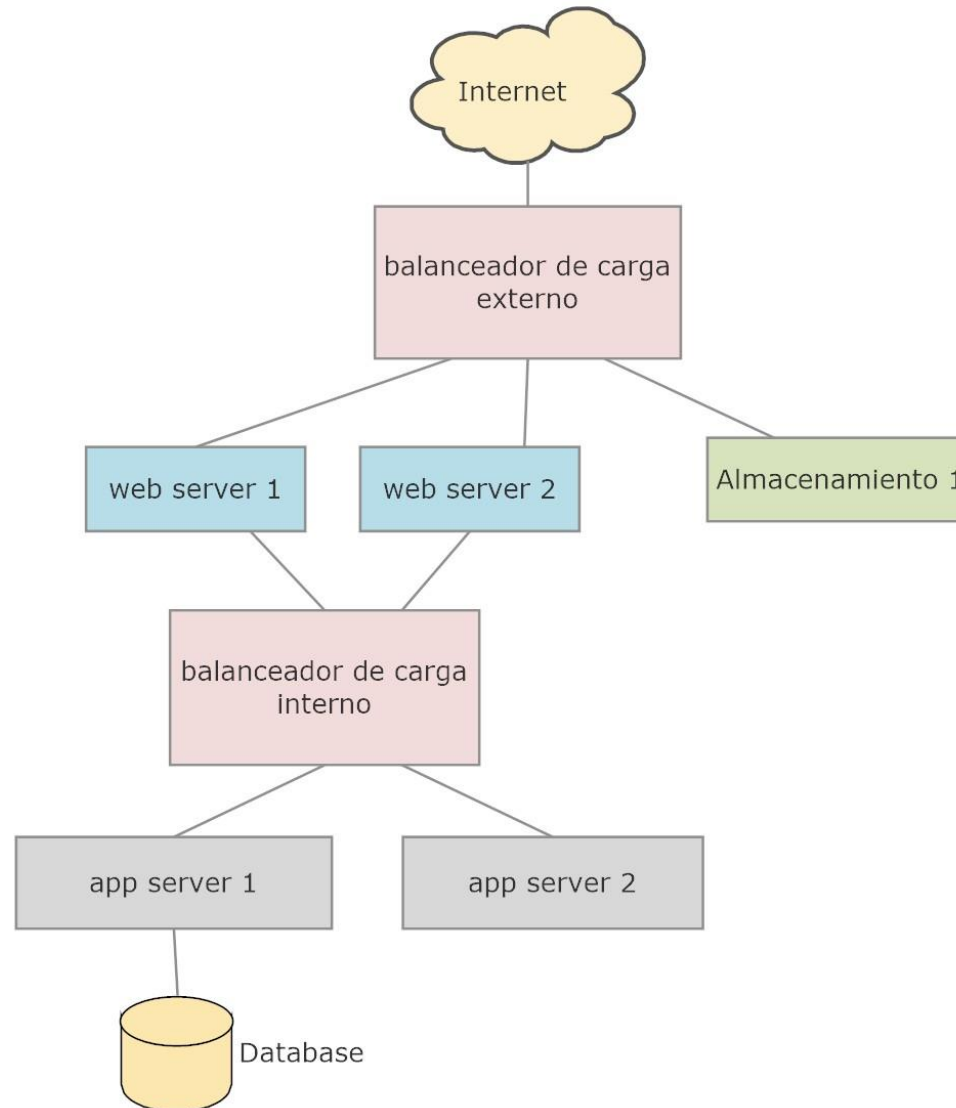
Estructura de la Nube

- **Tipos de nodos en una nube:**
 - **Servidores web:** manejan las solicitudes HTTP/HTTPS y sirven contenido web.
 - **Servidores de aplicaciones:** Procesan la lógica de la aplicación y acceden a la base de datos.
 - **Servidores de bases de datos:** maneja las bases de datos (por ejemplo relacional).
 - **Almacenamiento de objetos:** utilizado para almacenar archivos estáticos como imágenes, videos y archivos de configuración.
 - **Balanceadores de carga:** **distribuyen el tráfico** entre múltiples servidores para optimizar el uso de los recursos y mejorar la disponibilidad.
 - Esto es esencial para manejar picos de tráfico y garantizar tiempos de respuesta rápidos.

Estructura de la Nube

- **Clasificación de los balanceadores de carga:**
 - **Balanceador de carta externo:** Se usa para distribuir tráfico de clientes externos hacia los servidores web (los usuarios externos envían solicitudes al balanceador de carga).
 - **Balanceador de carga interno:** se usa para distribuir el tráfico entre servidores internos, como entre servidores web y servidores de aplicaciones o bases de datos, sin exponer estos recursos al público. Solo está accesible desde una VPC.

Estructura de la Nube



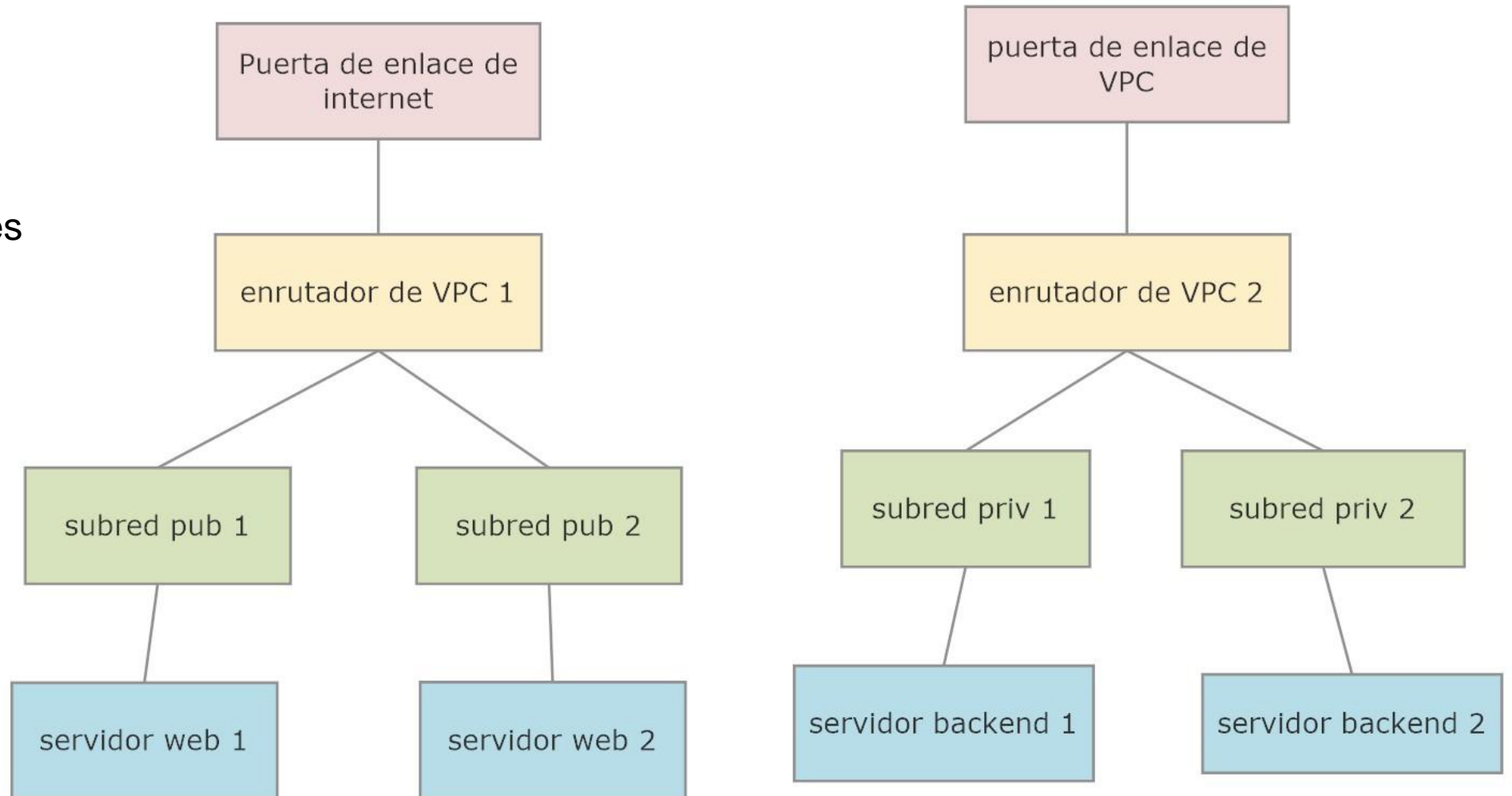
Tipos de nodos en la nube

Estructura de la Nube

- **Tipos de enrutadores en la nube:**
 - **Enrutador de la VPC:** se encarga de la **comunicación entre las subredes** dentro de la misma VPC y de **dirigir el tráfico hacia y desde internet** (a través de puerta de enlace de internet) o hacia otras VPCs (a través de puerta enlace de VPCs).
 - Los servidores en diferentes subredes dentro de la misma VPC se comunican a través del enrutador de la VPC.
 - Cuando un servidor en una subred publica necesita comunicarse con internet, el enrutador de la VPC dirige el trafico hacia la puerta de enlace de Internet.
 - Si necesitas que dos VPC se comuniquen entre si, usas una puerta de enlace de VPC.
 - **Puerta de enlace de internet:** se conecta a la internet y permite que los servidores en las subredes publicas envíen y reciban trafico de internet.
 - **Puerta de enlace de VPCs:** se usan para comunicar diferentes VPCs entre si.

Estructura de la Nube

Tipos de Enrutadores En la Nube



Estructura de la IoT

- Las redes IoT se pueden clasificar según diferentes criterios:

1. Por tipo de conectividad:

- **Redes de celulares:** usan tecnologías como 4G y 5G para proporcionar alta velocidad y cobertura amplia.
 - Son ideales para aplicaciones que requieren gran ancho de banda y baja latencia como videovigilancia y vehículos autónomos.
- **Redes de medio alcance:** como WiFi.
- **Redes de corto alcance:** incluyen tecnologías como Bluetooth y Zigbee, que son adecuadas para entornos pequeños como hogares y oficinas.
 - Tienen un alcance limitado, pero son eficientes en consumo energético.
- **Redes de área amplia de baja potencia (LPWAN):** estas redes están diseñadas para dispositivos que requieren largas distancias de comunicación con bajo consumo energético.
 - **Por ejemplo:** recopilación de datos de medidores de energía, agua y gas; monitoreo agrícola a partir de sensores; seguimiento de vehículos en el transporte.

Estructura de la IoT

2. Por propósito o aplicación:

- **Redes de salud:** se usan en aplicaciones de telemedicina y **monitoreo de pacientes**, permitiendo la recopilación y transmisión de datos médicos en tiempo real. Suelen usar **dispositivos wearables** que envían datos a profesionales médicos.
- **Redes industriales:** diseñadas para el **monitoreo y control de maquinaria** en fábricas. Usan redes celulares o Ethernet industrial.
- **Redes de agricultura inteligente:** Usadas para la **monitorización** de cultivos y ganado, aprovechando la tecnología LPWAN. Suelen usar sensores para recopilar datos.
- **Redes de hogar inteligente:** integran **dispositivos domésticos** conectados como termostatos, cámaras de seguridad. Usan Zigbee o Zwave.

Estructura de la IoT

2. Por propósito o aplicación - cont:

- **Redes para ciudades inteligentes:** usadas para **gestionar servicios urbanos** como el tráfico, la iluminación pública y la gestión de residuos. Suelen usar sensores para recolectar datos. Pueden incluir redes de celulares o LPWAN.
- **Redes de transporte y logística:** se usan para **optimizar el transporte y la gestión de la cadena de suministro**. Por ejemplo: seguimiento de vehículos y flotas, monitoreo de condiciones de carga, sistemas de gestión de almacenes.
- **Redes IoT de retail:** se usan para **mejorar la experiencia del cliente y la eficiencia operativa en el comercio minorista**. Por ejemplo: beacons para marketing de proximidad, sistemas de inventario inteligentes, análisis de comportamiento de clientes.

Estructura de la IoT

3. Por consumo energético:

- **Bajo consumo:** redes que priorizan la eficiencia energética, como:
 - **Zigbee:** usada en automatización del hogar.
 - **LoRaWAN:** usada en agricultura y ciudades inteligentes; son ideales para dispositivos que funcionan con baterías durante largos períodos,
 - **Bluetooth:** usado en wearables y dispositivos médicos portátiles.
 - **Sigfox:** para transmitir pequeñas cantidades de datos con cobertura extensa, p.ej. Usadas para rastreo de vehículos y sistemas de alerta de desastres naturales.
- **Muy bajo consumo:** como RFID (para rastrear ubicación y movimiento de productos en tiendas; para permitir acceso a áreas restringidas en edificios de oficinas, para rastreo de ganado) y NFC (para pagos móviles, compartir información entre celulares, llaves electrónicas, usados en productos o tarjetas personales para proporcionar información).

Estructura de la IoT

3. Por consumo energético - cont:

- **Alto consumo:** Redes que pueden soportar dispositivos con mayor demanda energética. Suelen usar WiFi o redes de celulares

Ejemplos:

- Cámaras de seguridad conectadas a WiFi.
- Los sistemas de monitoreo y control de maquinaria pesada o procesos de fabricación avanzados pueden consumir mucha energía debido a la necesidad de mantener comunicaciones constantes y procesar grandes volúmenes de datos.
- Automóviles conectados y autónomos, porque generan y procesan grandes cantidades de datos en tiempo real lo que lleva a un alto consumo energético.

Estructura de la IoT

- Las redes clasificadas según su propósito y aplicación pueden ser **redes de sensores** o **sistemas ciberfísicos (CPS)**.
- A continuación vamos a ver estos dos tipos de redes.
- Su conocimiento permitirá diseñar redes para propósitos específicos.

Redes IoT de Sensores

- Una **red IoT de sensores** generalmente incluye diversos dispositivos de monitoreo y comunicación diseñados para recopilar, procesar y transmitir datos.
- Una red IoT de sensores suele incluir los siguientes **tipos de dispositivos**:
 - **Sensores**: son dispositivos que recopilan datos específicos (p.ej: temperatura, humedad, movimiento, presión, etc.)
 - **Gateways IoT**: son dispositivos que actúan como intermediarios entre los sensores y la nube, recopilando y transmitiendo datos.
 - **Servidores en la nube**: almacenamiento y procesamiento de datos, análisis y ejecución de algoritmos.
 - **Dispositivos de usuario**: celulares, tablets o computadoras usadas para monitorear y controlar la red de sensores.

Redes IoT de Sensores

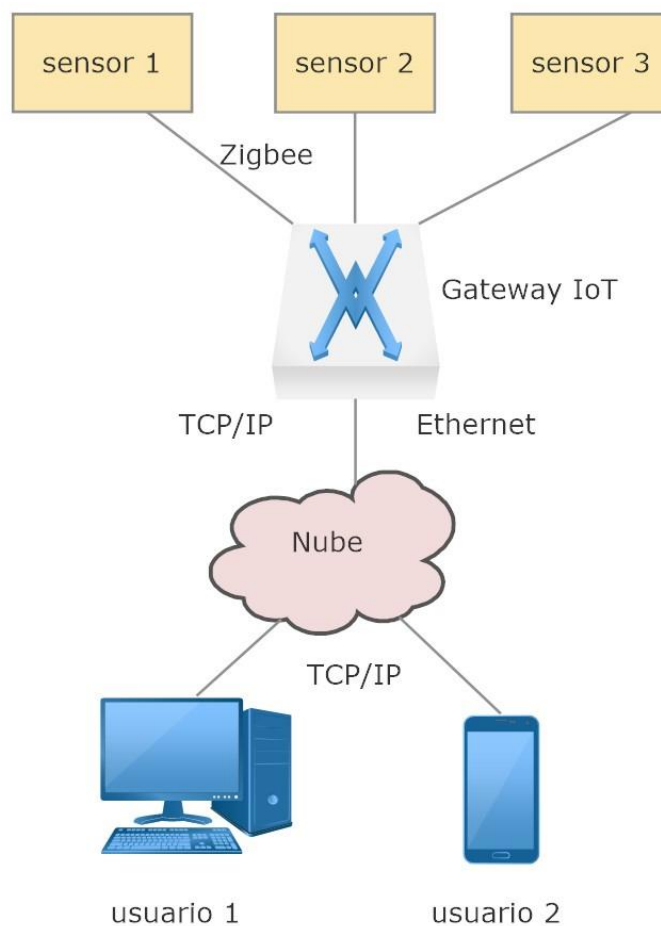
- **Conectores entre dispositivos:**
 - **Sensores a Gateways IoT:** usualmente conectados mediante redes inalámbricas de corto o medio alcance (Zigbee, Bluetooth, WiFi) o redes de baja potencia y largo alcance (LoRaWAN, NB-IoT).
 - **Gateways IoT a servidores en la nube:** conectados a través de internet usando TCP/IP, generalmente mediante WiFi, Ethernet o redes de celulares.
 - **Servidores en la nube a dispositivos de usuario:** conexión a través de internet usando TCP/IP, permitiendo el acceso remoto a los datos desde cualquier lugar.

Redes IoT de Sensores

- **Escenario típico:**

1. Sensores recopilan datos específicos y los envían al Gateway IoT.
2. El Gateway IoT recibe los datos y los transmite a los servidores en la nube.
3. Los servidores en la nube analizan y almacenan los datos, ejecutan algoritmos y generan informes.
4. Los dispositivos de usuario acceden a los datos e informes desde la nube.

Redes IoT de Sensores



Sistemas CPS (Cyber-Physical Systems)

- Los **sistemas CPS** son sistemas que integran componentes físicos y computacionales.
 - Estos sistemas están diseñados para interactuar con el mundo físico a través de **sensores** y **actuadores** y están controlados por algoritmos computacionales.
 - **Características:**
 - Capacidad para interactuar y controlar procesos físicos.
 - Alta fiabilidad y seguridad.
 - Procesamiento distribuido y en tiempo real.

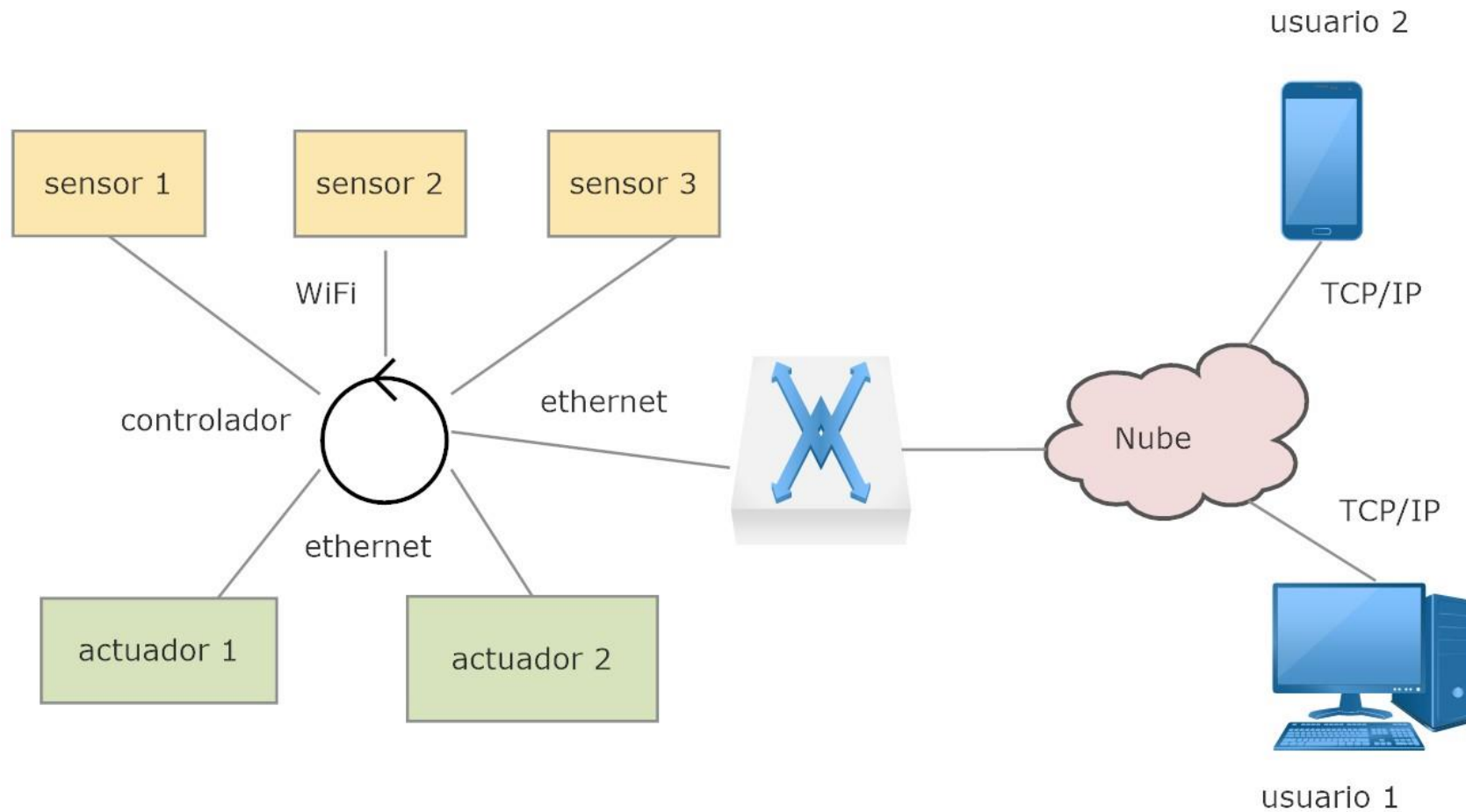
Sistemas CPS (Cyber-Physical Systems)

- **Dispositivos involucrados en un CPS:**
 - **Sensores:** recopilan datos del entorno físico.
 - **Actuadores:** dispositivos que realizan acciones basadas en los datos (p.ej. Válvulas, motores, luces, calentadores, etc.)
 - **Controladores:** dispositivos que procesan los datos de los sensores y envían comandos a los actuadores (p.ej: PLC, microcontroladores). El controlador actúa como el cerebro del sistema.
 - **Servidores en la nube:** almacenamiento y procesamiento de datos.
 - **Dispositivos de usuario:** computadoras, celulares y tablets que se usan para monitorear y controlar el sistema.

Sistemas CPS (Cyber-Physical Systems)

- **Conexiones entre dispositivos:**
 - **Sensores a controladores:** conexión por cables o inalámbrica (Zigbee, Wi-Fi)
 - **Controladores a actuadores:** conexión por cables o inalámbrica.
 - **Controladores a servidores en la nube:** conexión por Ethernet o redes de celulares.
 - **Conexión entre servidores en la nube y dispositivos de usuario.**

Sistemas CPS (Cyber-Physical Systems)



Sistemas CPS (Cyber-Physical Systems)

- **Escenario típico en sistemas CPS:**
 1. Sensores recopilan datos del entorno y envían esos datos a los controladores.
 2. Los controladores procesan los datos y determinan la acción a realizar.
 3. Los controladores envían comandos a los actuadores.
 4. Los controladores transmiten los datos y las acciones realizadas a los servidores en la nube para almacenamiento y análisis.
 - Se pueden usar aquí Gateways IoT como intermediarios.
 5. Los dispositivos de usuario permiten a los operadores monitorear y controlar el sistema en tiempo real mediante una conexión a internet.
 - Los dispositivos de usuario pueden monitorear el estado del sistema y enviar comandos a los controladores y actuadores a través de la nube.

Sistemas CPS (Cyber-Physical Systems)

- **Funciones de un controlador:**
 - **Recopilación y procesamiento de datos** provenientes de sensores.
 - **Control y ejecución de acciones:** basados en los datos de sensores y las condiciones programadas, el controlador *envía comandos a los actuadores* para realizar acciones específicas.
 - Los actuadores pueden *confirmar* de que las acciones solicitadas han sido ejecutadas correctamente.
 - Los controladores pueden *mandar secuencias de control para operaciones automatizadas*, como movimiento de robots industriales.
 - **Monitoreo y supervisión:** mantiene un *monitoreo constante del estado de los dispositivos* conectados incluyendo sensores y actuadores.
 - Puede recibir instrucciones desde paneles de control para *ajustar parámetros de operación*.
 - Puede recibir comandos desde sistemas de monitoreo remoto *para iniciar, detener o modificar procesos*.
 - Los actuadores pueden informar sobre su *estado actual*.

Sistemas CPS (Cyber-Physical Systems)

- **Funciones de un controlador – cont:**
 - **Comunicación y coordinación:** facilita la comunicación entre diferentes dispositivos y sistemas en la red, actuando como intermediario para la transmisión de datos. Se coordina con Gateways IoT y servidores en la nube para el análisis y almacenamiento de datos.
 - **Gestión de alarmas y eventos:** *detecta condiciones anómalas o situaciones de fallo y genera alarmas* para notificar al personal de mantenimiento o a los sistemas de supervisión. Registra eventos importantes para el diagnóstico y el análisis posterior.
 - **Retroalimentación a Gateways y sistemas en la nube:** transmite datos recopilados y procesados a los servidores en la nube para *análisis adicional y almacenamiento*. Puede sincronizar datos con otros sistemas de control y monitoreo remoto.

Estructura de las redes blockchain

- **Características estructurales de la blockchain**
 - **Estructura descentralizada**: no hay un nodo central que controle la red; hay varios nodos con copias del libro mayor que participan en proceso de validación de transacciones.
 - **Uso de modelo P2P**: cada nodo se conecta directamente a otros nodos sin intermediarios; hay una comunicación directa y eficiente entre los participantes.
 - **Consenso distribuido**: la red usa *mecanismos de consenso* para validar transacciones y mantener la integridad del libro mayor.
 - Todos los nodos deben llegar a un acuerdo sobre el estado de la blockchain antes de agregar nuevos bloques.

Estructura de las redes blockchain

- En una red blockchain hay **nodos de distintos tipos** que cumplen con un conjunto de **roles** cada uno.
- Veremos una **clasificación de los tipos de nodos** que puede haber en una red blockchain.
- Una red blockchain particular solo va a tener un subconjunto de los tipos de nodos mencionados y no todos.

Estructura de las redes blockchain

- **Tipos de nodos en una red blockchain:**
 - **Nodos completos:** Mantienen una copia completa del libro mayor de la blockchain. Son esenciales para la estabilidad y seguridad de la red, ya que validan todas las transacciones y bloques.
 - **Nodos ligeros:** No almacenan toda la blockchain, sino solo partes necesarias para verificar transacciones. Son ideales para dispositivos con recursos limitados, como celulares.
 - **Creadores de bloques:** participan en el proceso de minería; resolviendo problemas matemáticos complejos para añadir nuevos bloques a la blockchain y recibir recompensas en criptomonedas.
 - **Nodos de usuario:** representan los usuarios finales de la red blockchain; participando en transacciones y validaciones según sus permisos y roles.

Estructura de las redes blockchain

- **Tipos de nodos en una red blockchain - cont:**
 - **Nodos validadores:** verifican y validan transacciones y bloques, asegurando que se sigan las reglas de la red.
 - **Billeteras:** son nodos que almacenan claves privadas y públicas necesarias para realizar transacciones en la blockchain. Permiten a los usuarios enviar y recibir criptomonedas.
 - **Autoridades de certificación:** nodos que emiten y gestionan certificados digitales, asegurando la autenticidad y seguridad de las comunicaciones y transacciones en la red.
 - **Nodos que ejecutan contratos inteligentes:** ejecutan el código de los contratos inteligentes, permitiendo la automatización de acuerdos y transacciones sin intervención humana.

Estructura de las redes blockchain

- **Tipos de nodos en una red blockchain – cont:**
 - **Gateways:** actúan como puertas de entrada entre la blockchain y otros sistemas, facilitando la transferencia de datos y transacciones.
 - **Masternodes:** en algunas redes (p.ej: Dash) los masternodes tienen funciones adicionales como la ejecución de transacciones anónimas y la gestión de la red.
 - **Super nodos:** son nodos con mayor capacidad y recursos que ayudan a mejorar la eficiencia y velocidad de la red. Pueden comunicarse a muchos otros nodos y facilitar la distribución de datos. P.ej: pueden retransmitir transacciones y bloques. También pueden tener su copia de la blockchain.
 - **Nodos balanceadores de carga:** Distribuyen la carga de trabajo entre diferentes nodos para mejorar la eficiencia y rendimiento de la red.

Estructura de las redes blockchain

- **Ejemplos de redes blockchain con sus tipos de nodos:**
 - **Bitcoin:** nodos completos, nodos mineros, nodos ligeros, super nodos.
 - **Ethereum:** nodos completos (además ejecutan contratos inteligentes), nodos ligeros, nodos mineros, balanceadores de carga.
 - **Ripple:** nodos validadores, nodos Gateway, nodos usuario
 - **Hyperledger fabric:** nodos peer (con completos y ejecutan contratos inteligentes), nodos servicio de ordenamiento (ordenan transacciones y crean bloques que se distribuyen a los nodos peer), autoridades de certificación.

Estructura de las redes blockchain

- Para cada red blockchain existe la **comunicación entre nodos** de distintos tipos.
 - Pero eso requiere estudiar cada red blockchain en particular.
 - De hecho hay que estudiar diferentes **casos de uso** de la red como una secuencia de mensajes entre nodos de la red.
 - Cuando estudiemos redes puntuales veremos ejemplos de comunicación dentro de ellas.
- Las redes blockchain individuales tienen ciertos *problemas*.
 - Veremos a continuación dos de los mismos y ejemplos de su solución.

Interconexión de redes blockchain

- **Problema:** Crear aplicaciones descentralizadas (dApps) que *interactúan con varias blockchain*. Las mismas son necesarias por varias razones importantes:
 - **Permitir la comunicación y transferencia de datos y valor entre diferentes blockchain.** Se facilita así el uso de múltiples servicios y aplicaciones.
 - **Se pueden usar varias blockchains para almacenar datos y realizar transacciones.** Así se incrementa la seguridad y redundancia. Si una blockchain falla, los datos y transacciones están seguros en otra.
 - **Permite distribuir la carga de trabajo y transacciones entre diferentes blockchain.** Se reduce la congestión en una sola blockchain y las aplicaciones pueden ser más rápidas y eficientes.
 - **Aprovechan las características únicas de diferentes blockchain.**
 - **Optimización de costos:** eligen la blockchain más eficiente y económica para cada transacción.

Interconexión de redes blockchain

- Existen distintos enfoques para manejar más de una red blockchain; p.ej: **Cosmos** y **Polkadot**.
 - Veremos brevemente el primero, que es el más simple.
- **Cosmos (la internet de blockchains)**: es una plataforma diseñada para interconectar blockchains de manera eficiente y segura.
 - Para esto usa el protocolo de comunicación interblockchain (IBC).
 - Esto permite crear aplicaciones descentralizadas que pueden interactuar con varias blockchain (p.ej.: Bitcoin, Ethereum, Solana, etc.).
 - Cada blockchain en Cosmos es independiente y diferente; se las denomina como zonas.
 - Hay nodos centrales (hub) que conectan varias zonas y facilitan la conexión entre ellas.
 - Hay nodos clientes que usan la red para enviar y recibir transacciones, consultar datos y ejecutar contratos inteligentes.
 - Hay nodos validadores: participan en el consenso, validan transacciones. Estos nodos se comunican con los nodos hub.

Integración de datos externos con una blockchain

- **Problema:** Se necesita *integrar datos externos con una blockchain* porque los contratos inteligentes necesitan datos del mundo real para ejecutar ciertas funciones; pero los blockchain no pueden acceder directamente a estos datos.
- **Solución:** **ChainLink** que conecta datos externos con contratos inteligentes en diversas blockchain (p.ej: datos de sensores, precios de acciones, datos meteorológicos, etc.).
 - Usa oráculos que son nodos que recopilan datos de fuentes externas y los envían a la blockchain.

Integración de datos externos con una blockchain

- **Distintos tipos de oráculos en ChainLink:**
 - **Oráculos de datos:** recopilan datos de fuentes externas.
 - **Oráculos de computación:** realizan cálculos complejos que no pueden ser procesados directamente por los contratos inteligentes en la blockchain.
 - **Oráculos de eventos:** proporcionan información sobre eventos específicos que ocurren fuera de la blockchain como la finalización de un contrato o la confirmación de una entrega.
 - **Oráculos de procesamiento de pagos:** facilitan la transferencia de valor entre diferentes sistemas, permitiendo pagos entre contratos inteligentes y sistemas externos. P.ej: un oráculo que procesa un pago de una criptomoneda a un proveedor de servicios.