

Presentación

Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios

Quiénes somos

Daniel Morató

- Dr. Ingeniero de Telecomunicación
- Teoría
- Responsable de la asignatura
- Coordinador de materia



Víctor Labayen Guembe

- Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación
- Prácticas de Laboratorio



Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios

- Veremos hoy qué se esconde detrás de este nombre
- Hasta ahora (1º curso) asignaturas básicas (mates, física, informática, electrónica...)

ASIGNATURAS PRIMER CURSO

Código	Asignaturas	Tipología	ECTS
243101	MATEMÁTICAS I	Básica	6
243103	INFORMÁTICA	Básica	6
243105	INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA Y A LA GESTIÓN DE PROYECTOS	Obligatoria (RT)	6
243106	EMPRESA	Básica	6
243107	FÍSICA	Básica	6
243201	ESTADÍSTICA	Básica	6
243204	SEÑALES Y SISTEMAS I	Básica	6
243205	SISTEMAS DIGITALES I	Obligatoria (RT)	6
243206	MATEMÁTICAS II	Básica	6
243207	FUNDAMENTOS DE ELECTRÓNICA	Básica	6

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios

- Veremos hoy qué se esconde detrás de este nombre
- Hasta ahora (1º curso) asignaturas básicas (mates, física, informática, electrónica...)
- Este curso tendréis otras asignaturas sobre los Fundamentos de las comunicaciones
- Esta asignatura comienza vuestra aventura sobre...



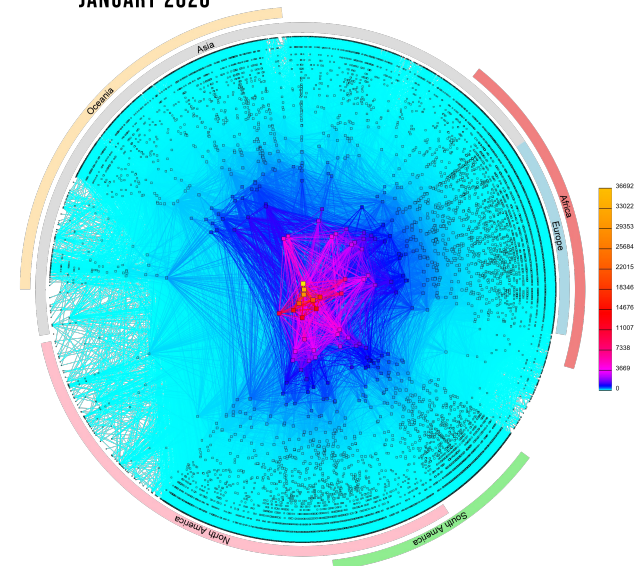
REDES

¿Qué son esas líneas?

- Son enlaces de comunicaciones
- Un interfaz a cada extremo (transmisor vs receptor) y un medio de transmisión
- Por ejemplo:
 - Un enlace de fibra óptica
 - Un enlace coaxial
 - Un enlace por cable de cobre
 - Un radioenlace de microondas terrestre
 - Un radioenlace por satélite
 - Etc



CAIDA'S IPV4 AS CORE GRAPH
JANUARY 2020

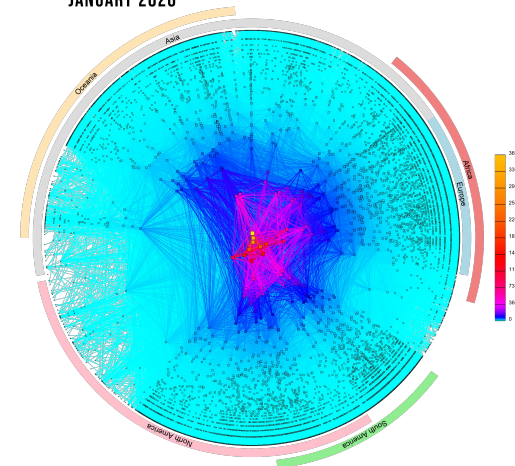


¿Qué son esos puntos?

- Diversos nombre y tipología muy variada, pero generalizando los llamaremos “conmutadores”
- Cuidado que dos conmutadores se pueden parecer tan poco entre si como un enlace por satélite a uno de fibra óptica...
- Peor aún, todos tienen pinta de caja



CAIDA'S IPV4 AS CORE GRAPH
JANUARY 2020



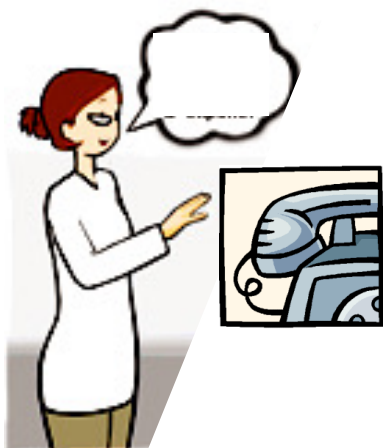
COPYRIGHT © 2020 UC REGENTS

En realidad los puntos son otra cosa, estoy simplificando, pero vayamos despacio

Necesidad de las redes

¿Cómo me comunico?

- Llamadas telefónicas (fijo o móvil)
- Comunicación entre máquinas (ordenadores)
- La diferencia hoy en día entre ambos es escasa, como veremos en diferentes asignaturas



Bla bla bla bla...



Bla bla bla bla...



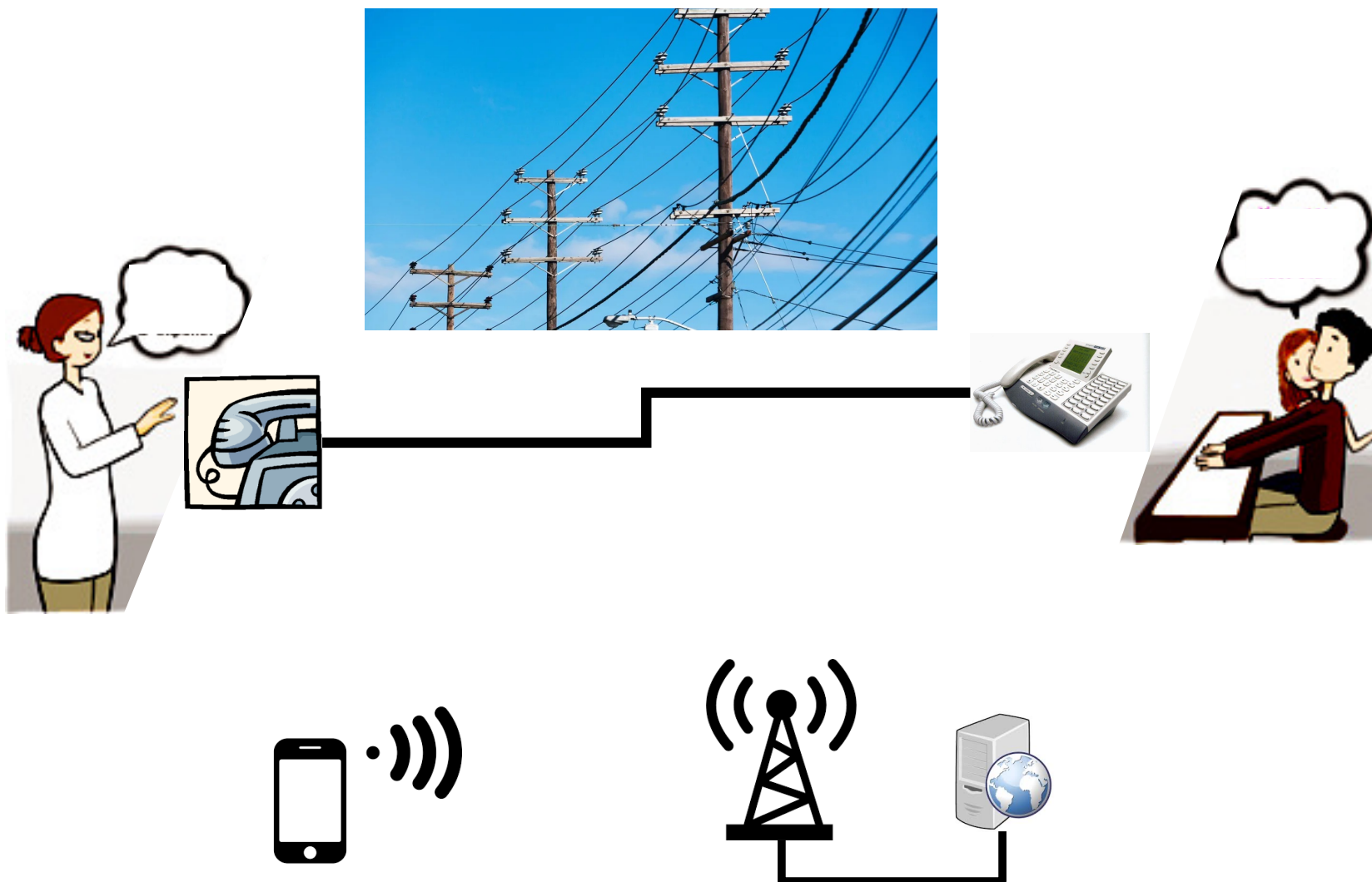
0100101110111101000000



0111101110110011011101011101

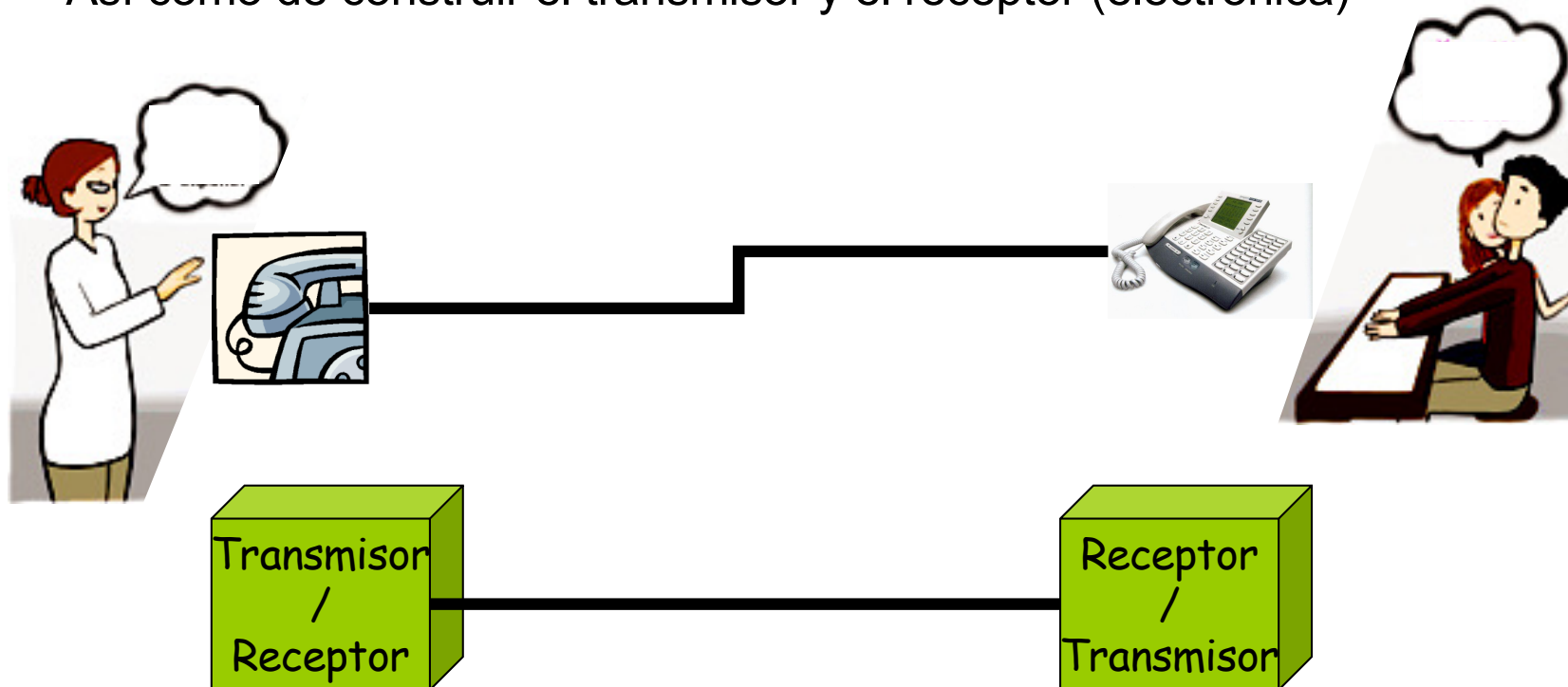
¿Tecnológicamente?

- ¿Satélite? ¿Radio? ... ¿Un cable?



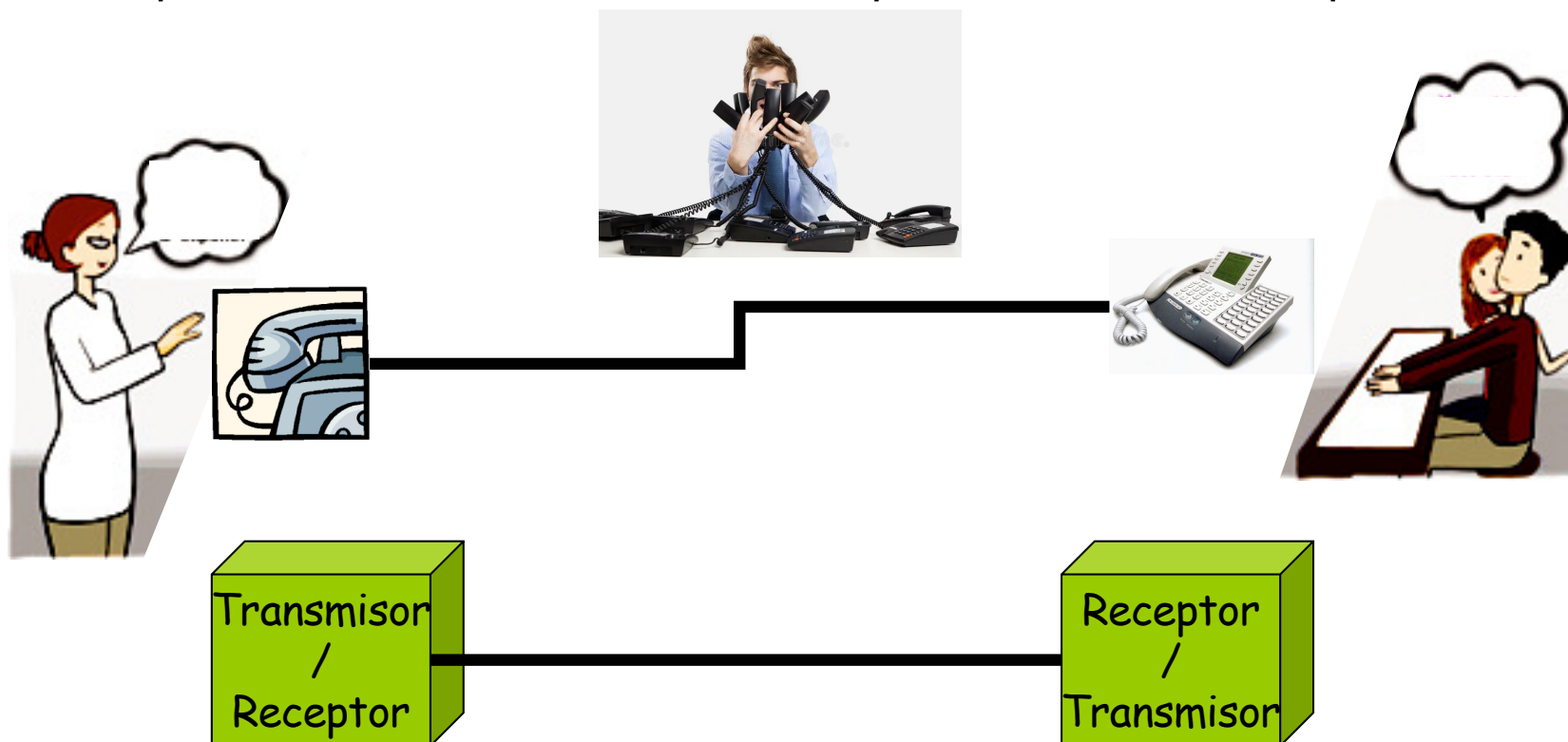
¿Tecnológicamente?

- Lo que veremos en muchas asignaturas es que tenemos una pareja de transmisor y receptor para cada sentido
- Muchas asignaturas se van a centrar en resolver toda la problemática de hacer llegar esa información del transmisor al receptor
- Así como de construir el transmisor y el receptor (electrónica)



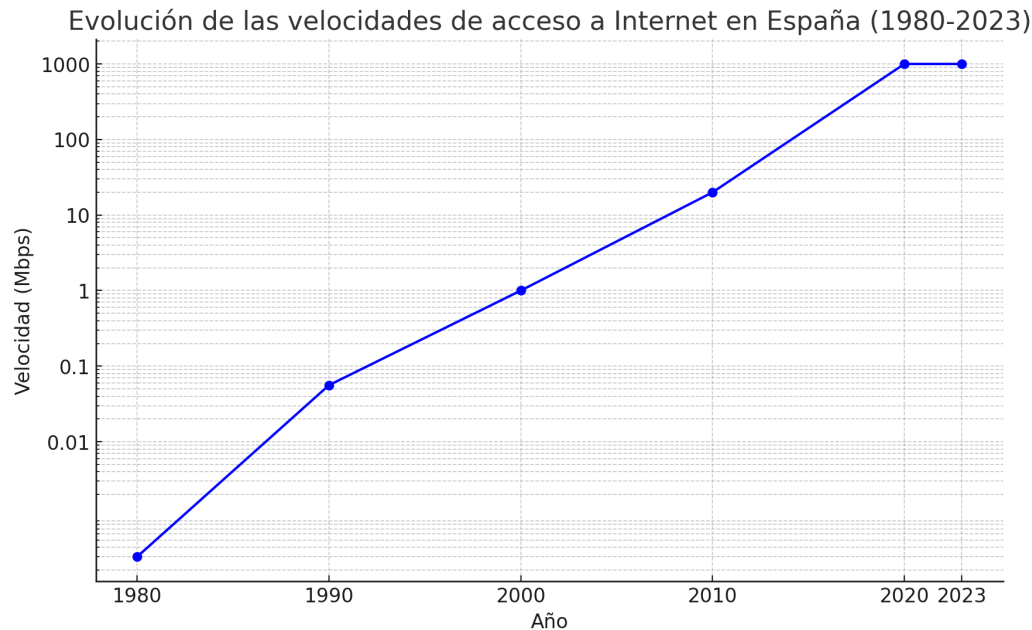
¿Tecnológicamente?

- En las asignaturas de redes nos preocupa que esto no sirve cuando tienes decenas, centenares, miles, millones de extremos con lo que te quieres comunicar
- No quieres tener un teléfono diferente para hablar con cada persona



Velocidades

- En 1997 yo accedía a Internet a través de un modem a 28.8 Kb/s
- En los 2000 el ADSL llegó a ofrecer cerca de 20 Mb/s (asimétricos)
- Hoy (2026) la fibra da hasta mi hogar a 1000 Mb/s simétricos
- En menos de 30 años hemos pasado de 0.0288 Mb/s a 1000 Mb/s
- Eso son enlaces cableados hasta el hogar en Europa, no todo el mundo es igual

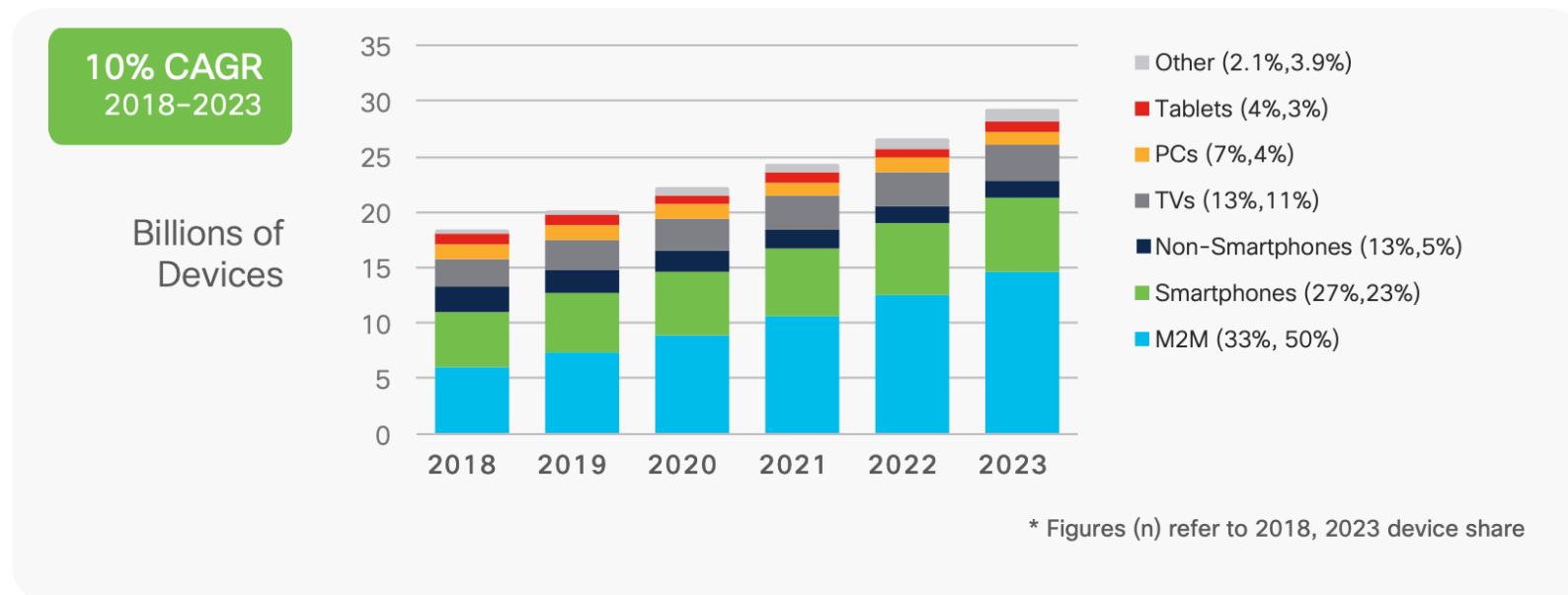


(Estimación a ojo, escala semilogarítmica)



¿Con quién me comunico?

- Hoy en día unos 8 mil millones de personas
- ¿Dispositivos? Muchos más

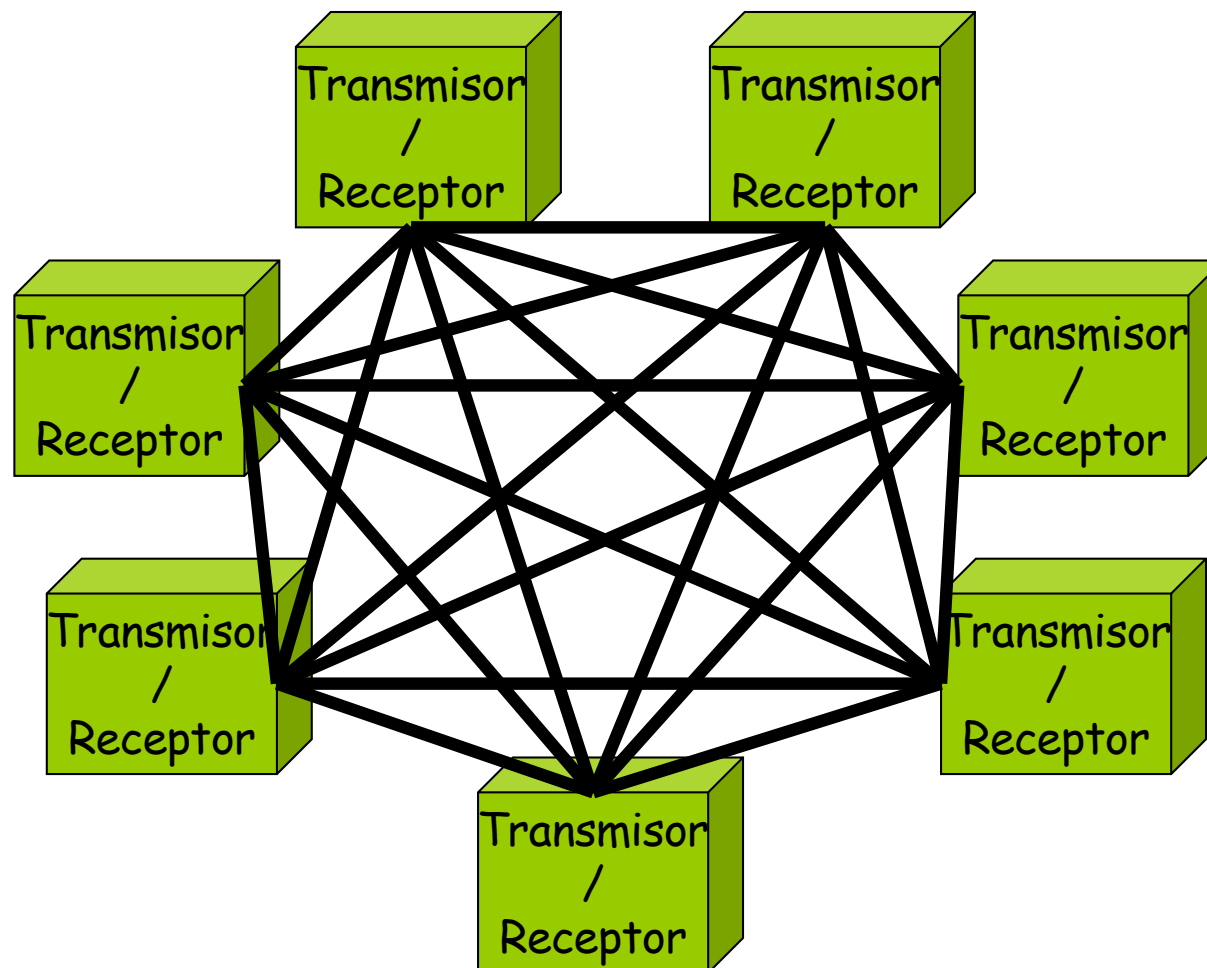


Source: Cisco Annual Internet Report, 2018-2023

“Billones” anglosajones = miles de millones

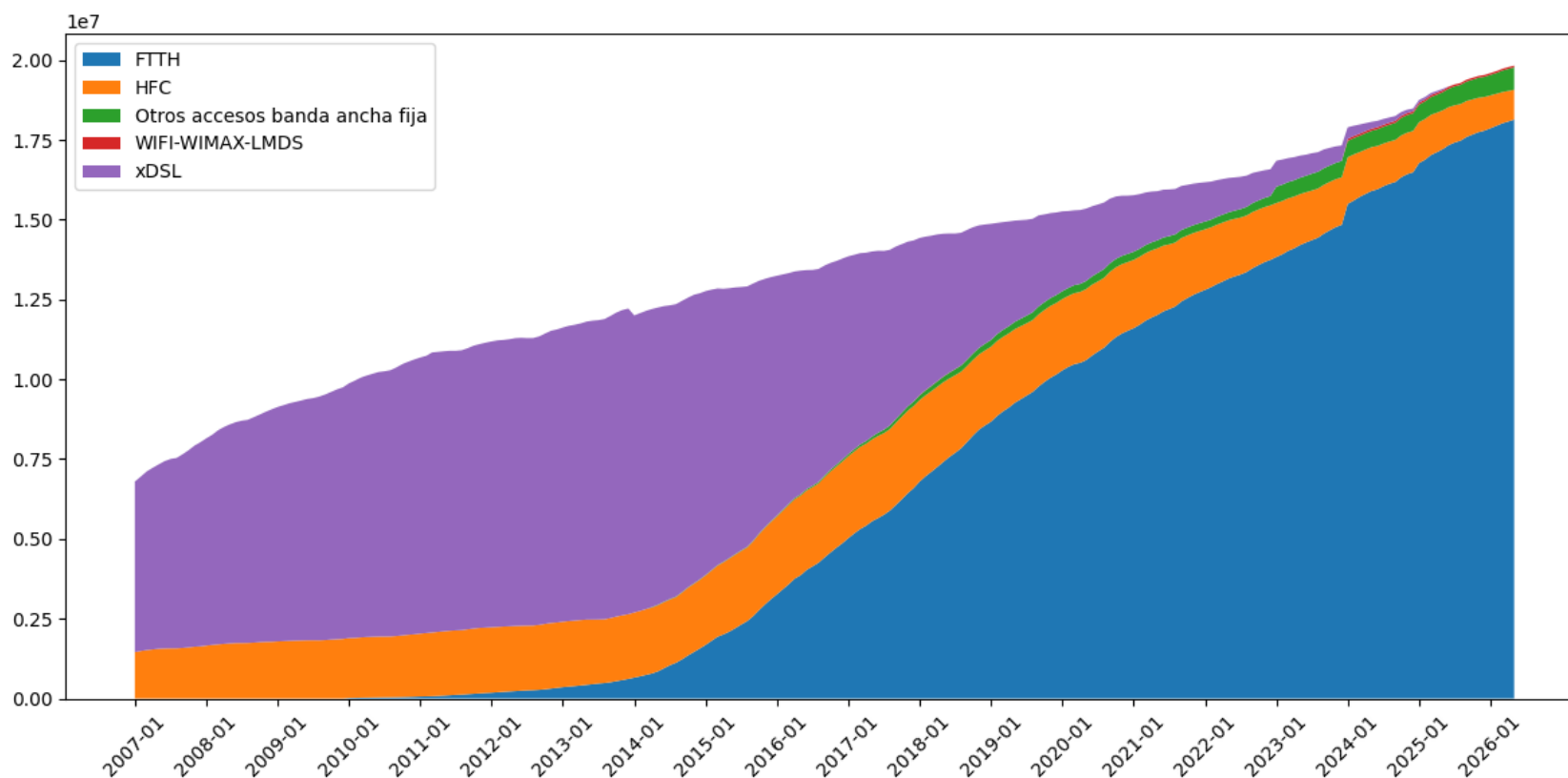
Todos con todos

- Estructura de comunicación *completamente mallada (full mesh)*
- N nodos $\rightarrow (N \times (N-1))/2$ interconexiones bidireccionales



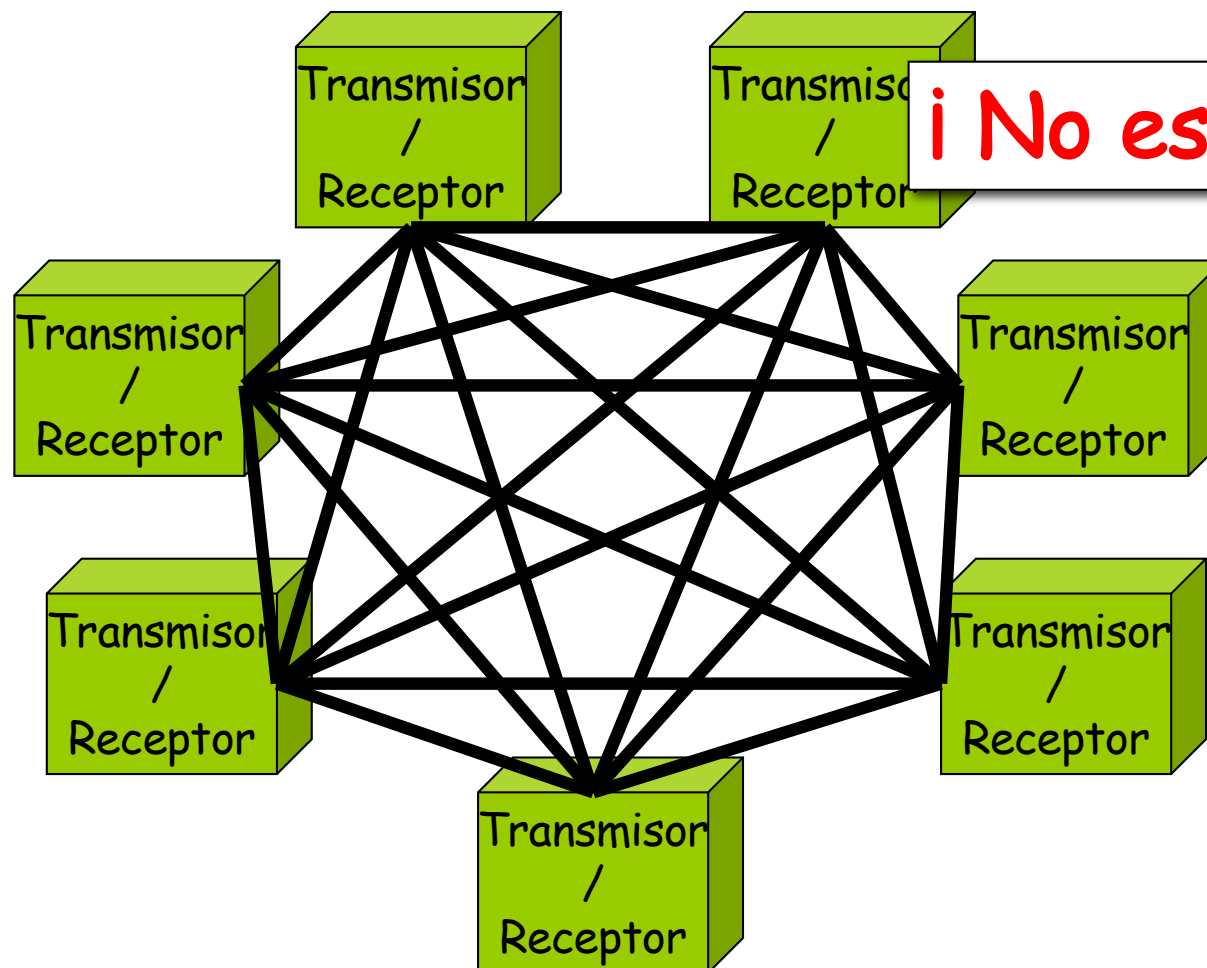
Todos con todos: Ejemplo

- 2026: Unos 20 millones de líneas de banda ancha en España
- N nodos $\rightarrow (N \times (N-1))/2$ interconexiones bidireccionales
- Unos 20 millones de líneas de banda ancha $\rightarrow$ 200 billones de conexiones



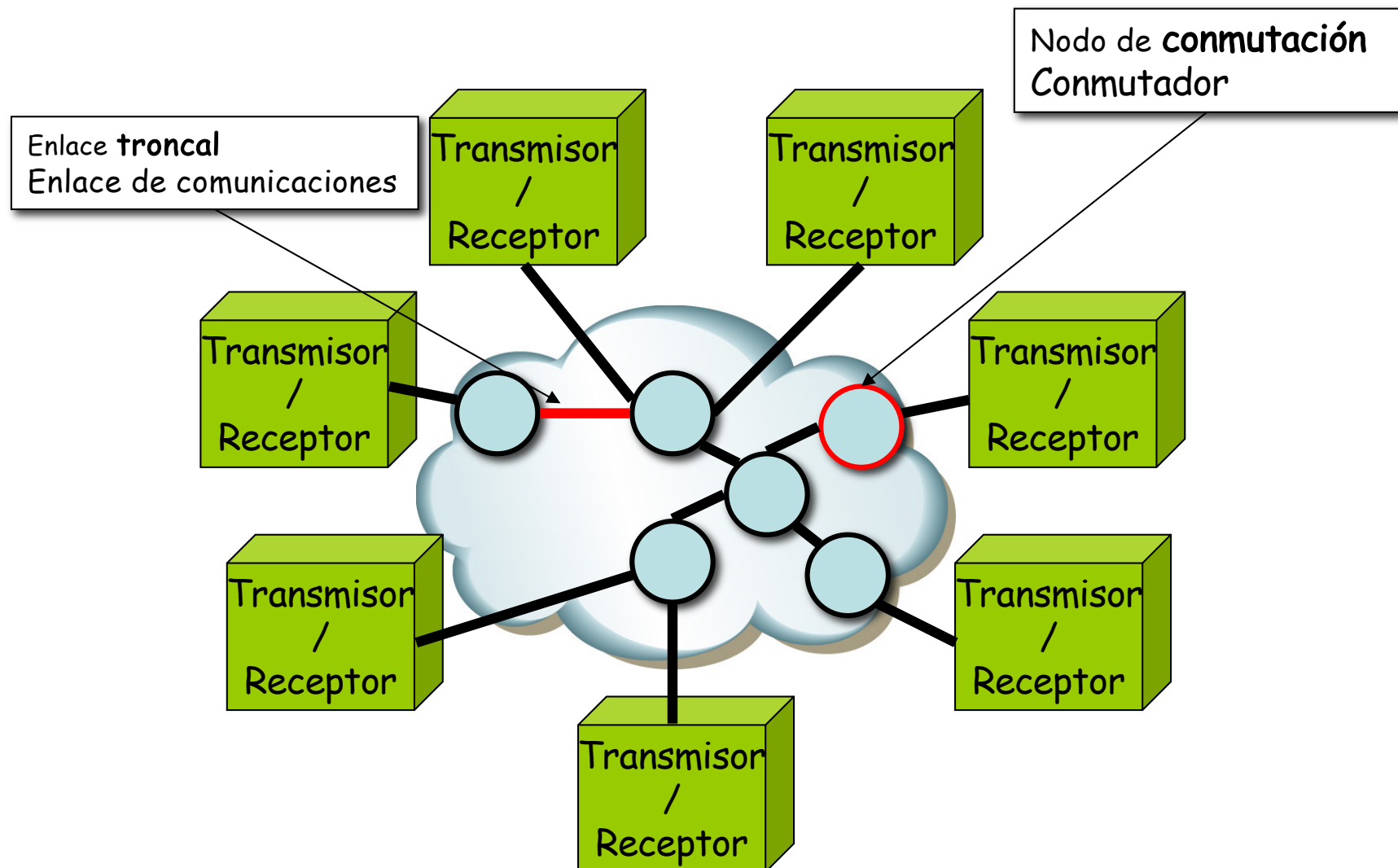
Todos con todos

- Estructura de comunicación *completamente mallada (full mesh)*
- N nodos $\rightarrow (N \times (N-1))/2$ interconexiones bidireccionales



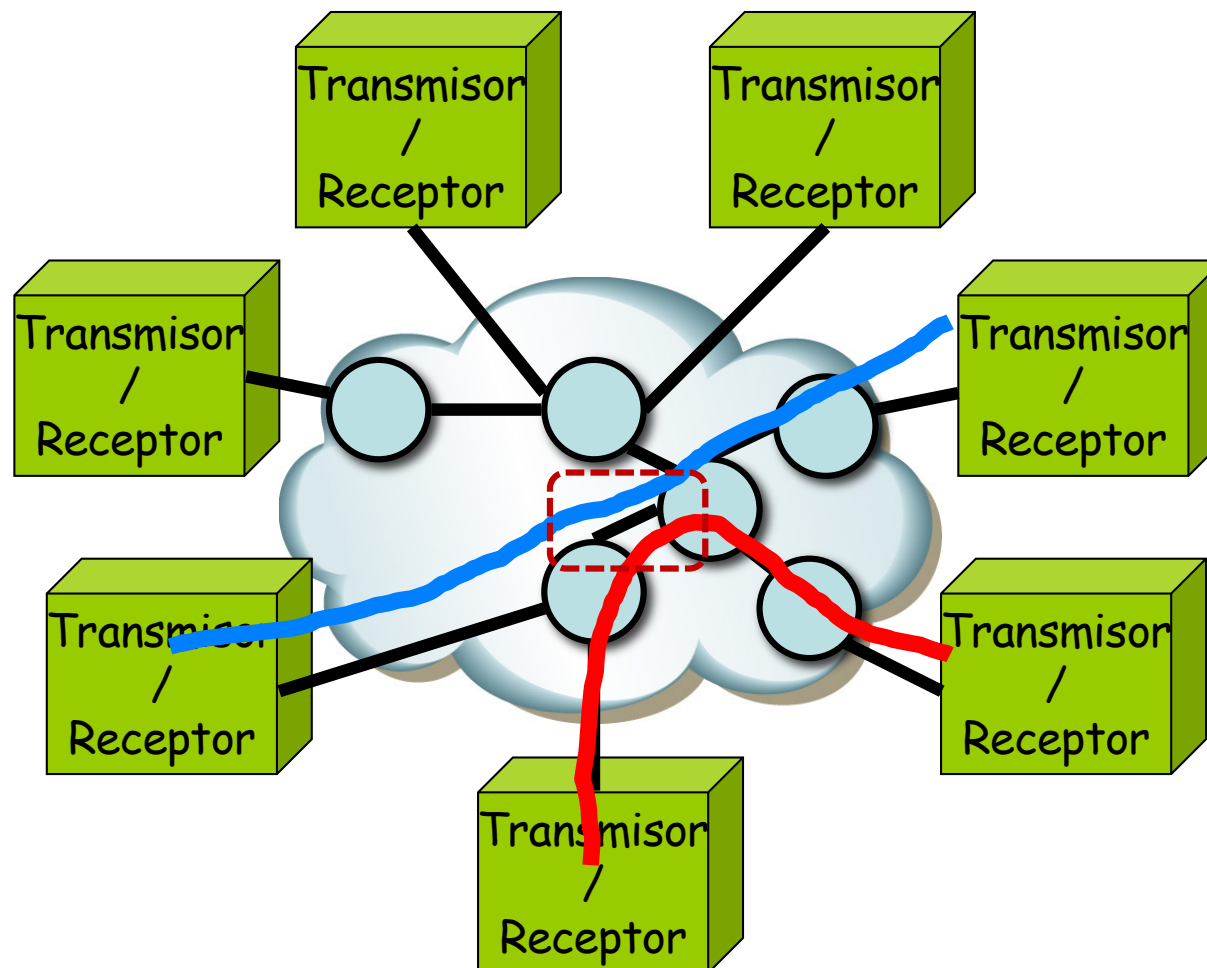
Solución escalable

- Alternativa: **Red** de comunicaciones (...)

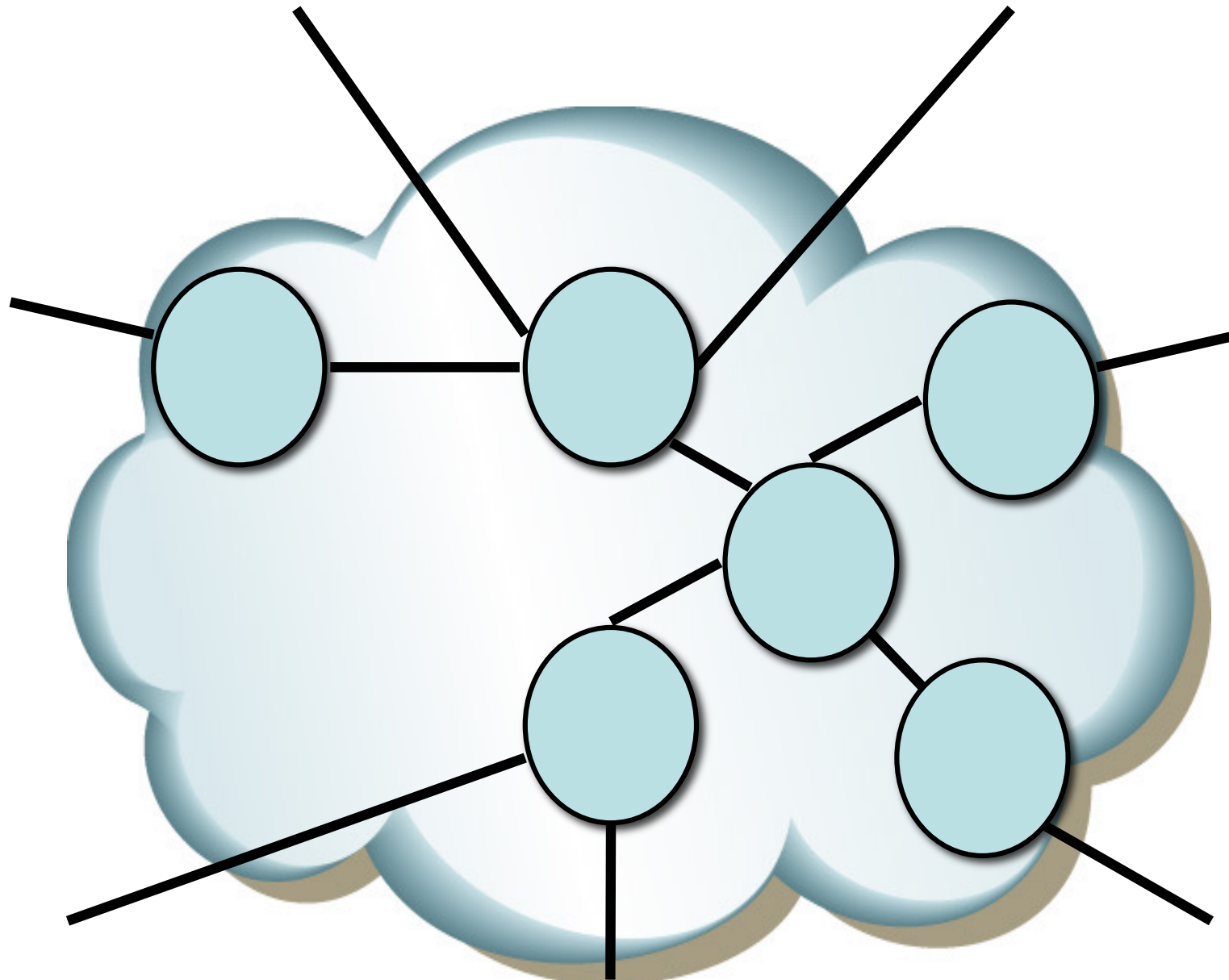


Red de comunicaciones

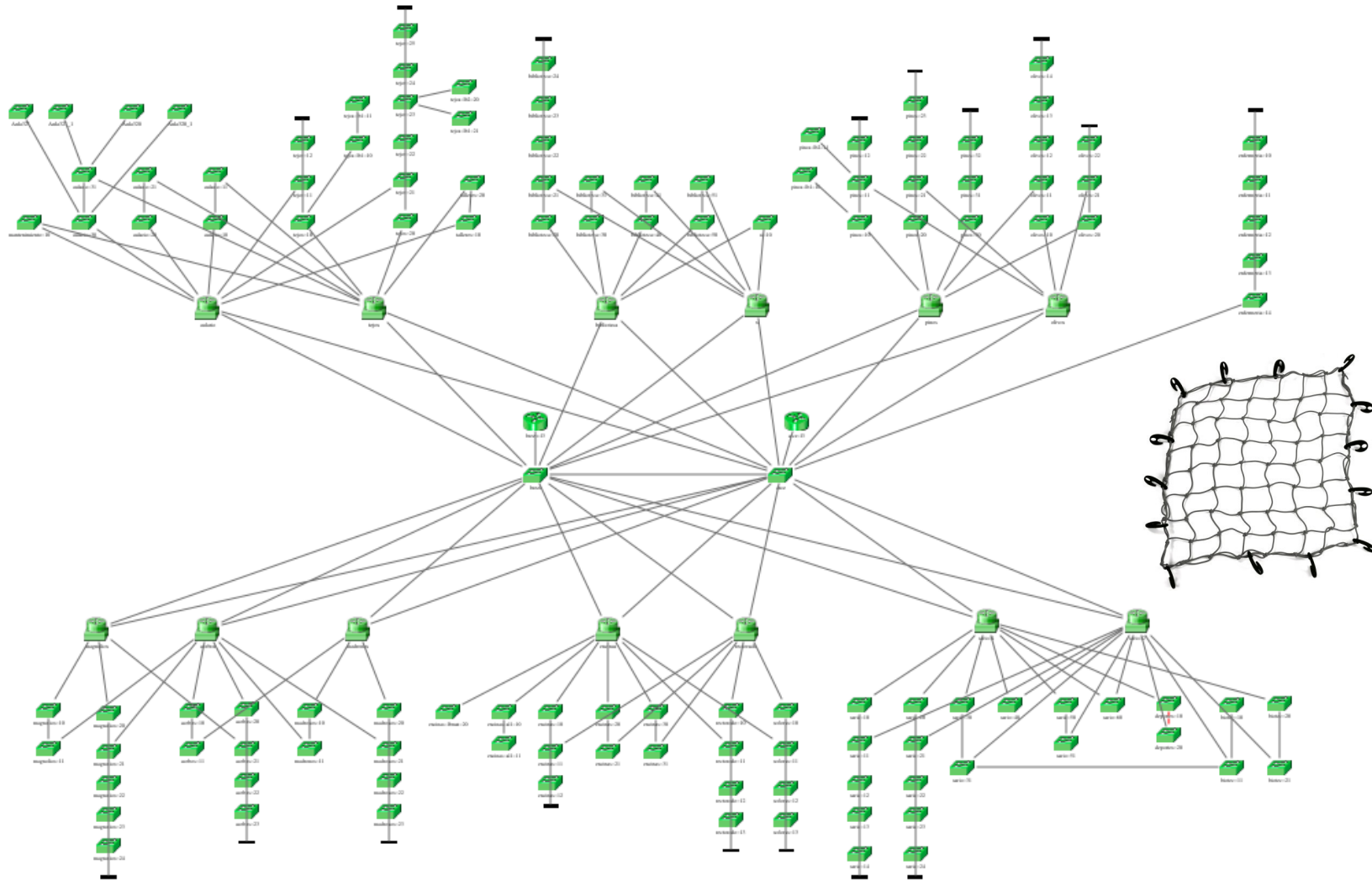
- Los enlaces entre los “nodos” de la red deben poder transportar varias comunicaciones simultáneamente



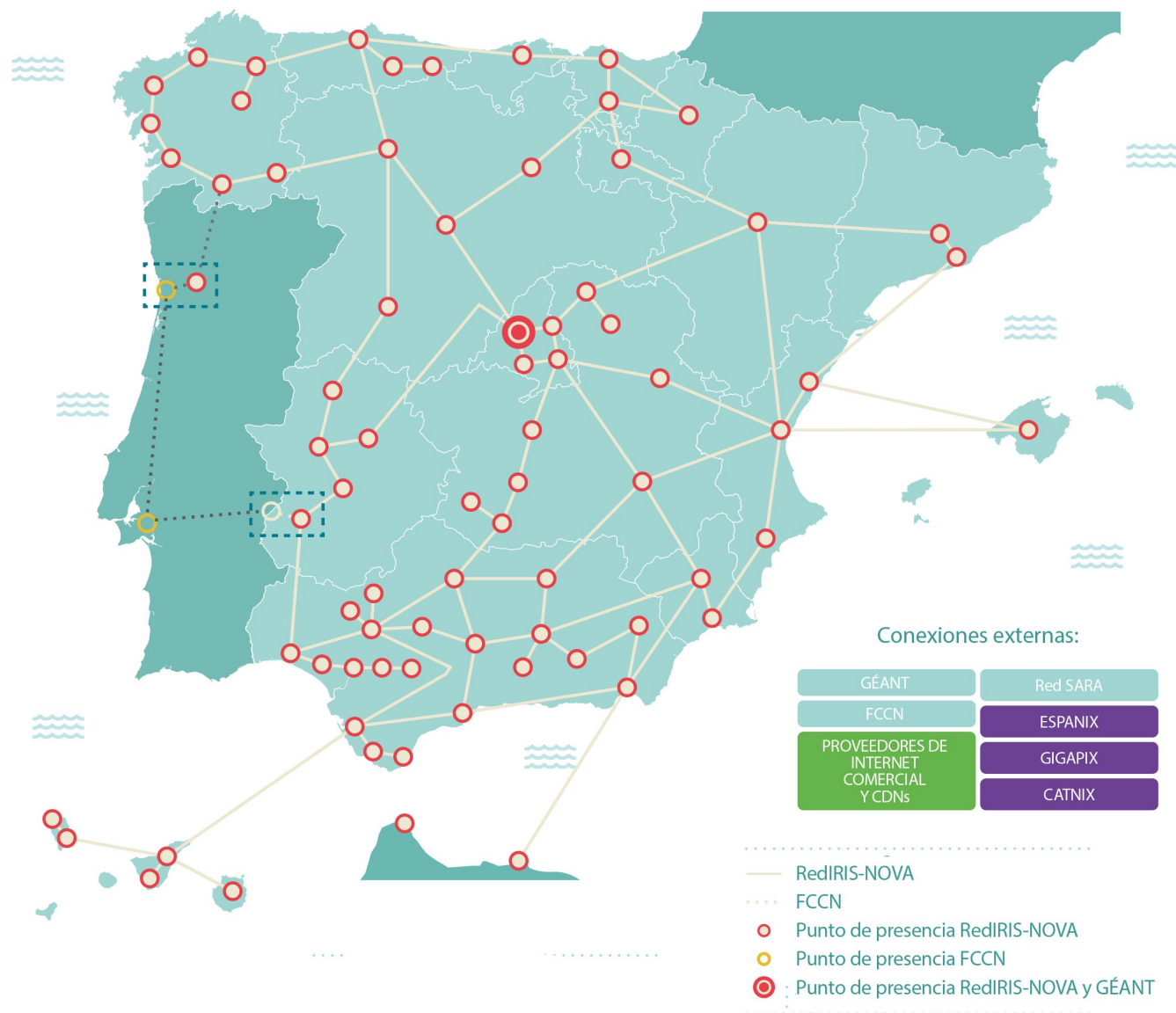
Arquitectura de **Redes**, Sistemas y Servicios



Un ejemplo: UPNA

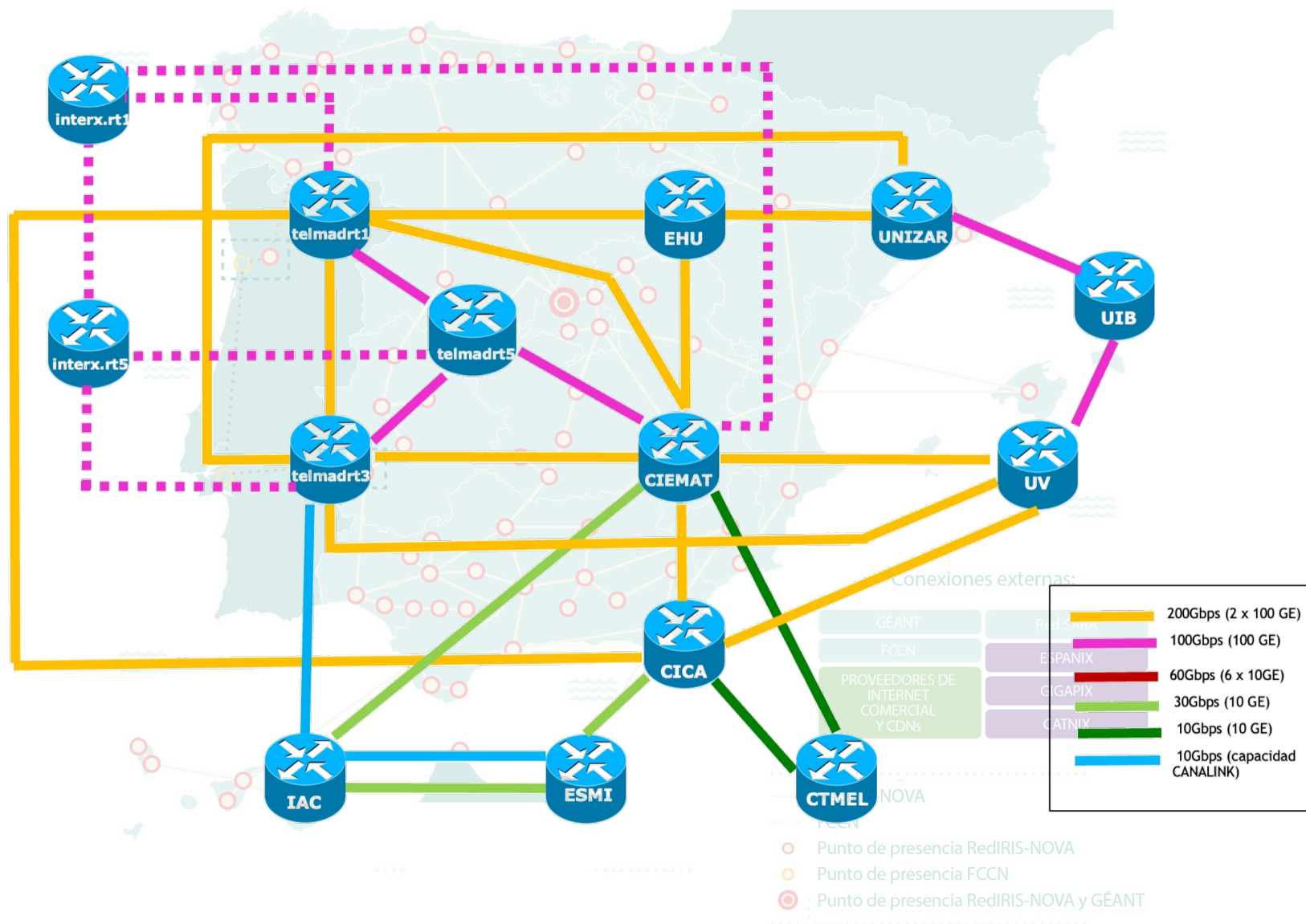


RedIRIS-NOVA

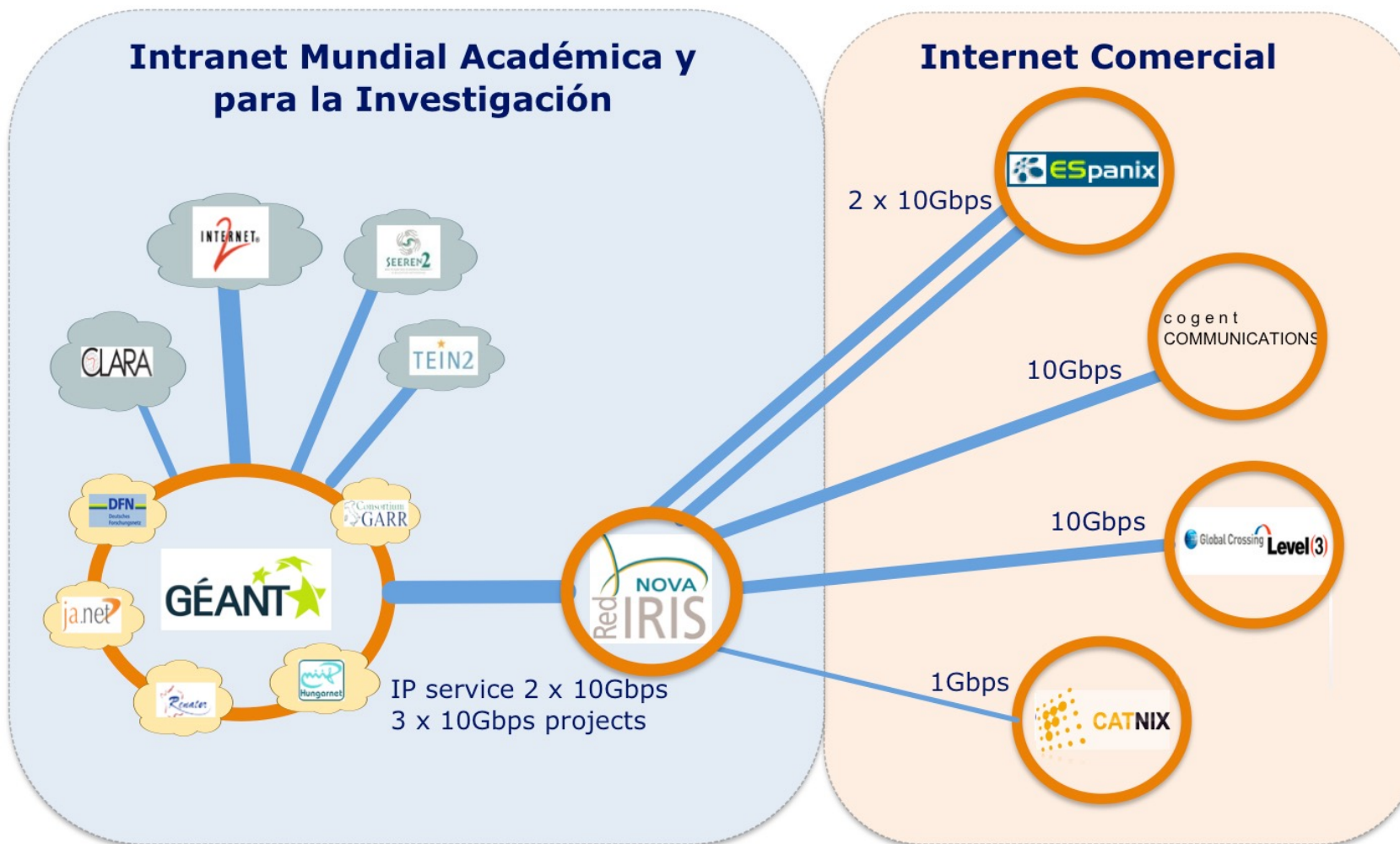


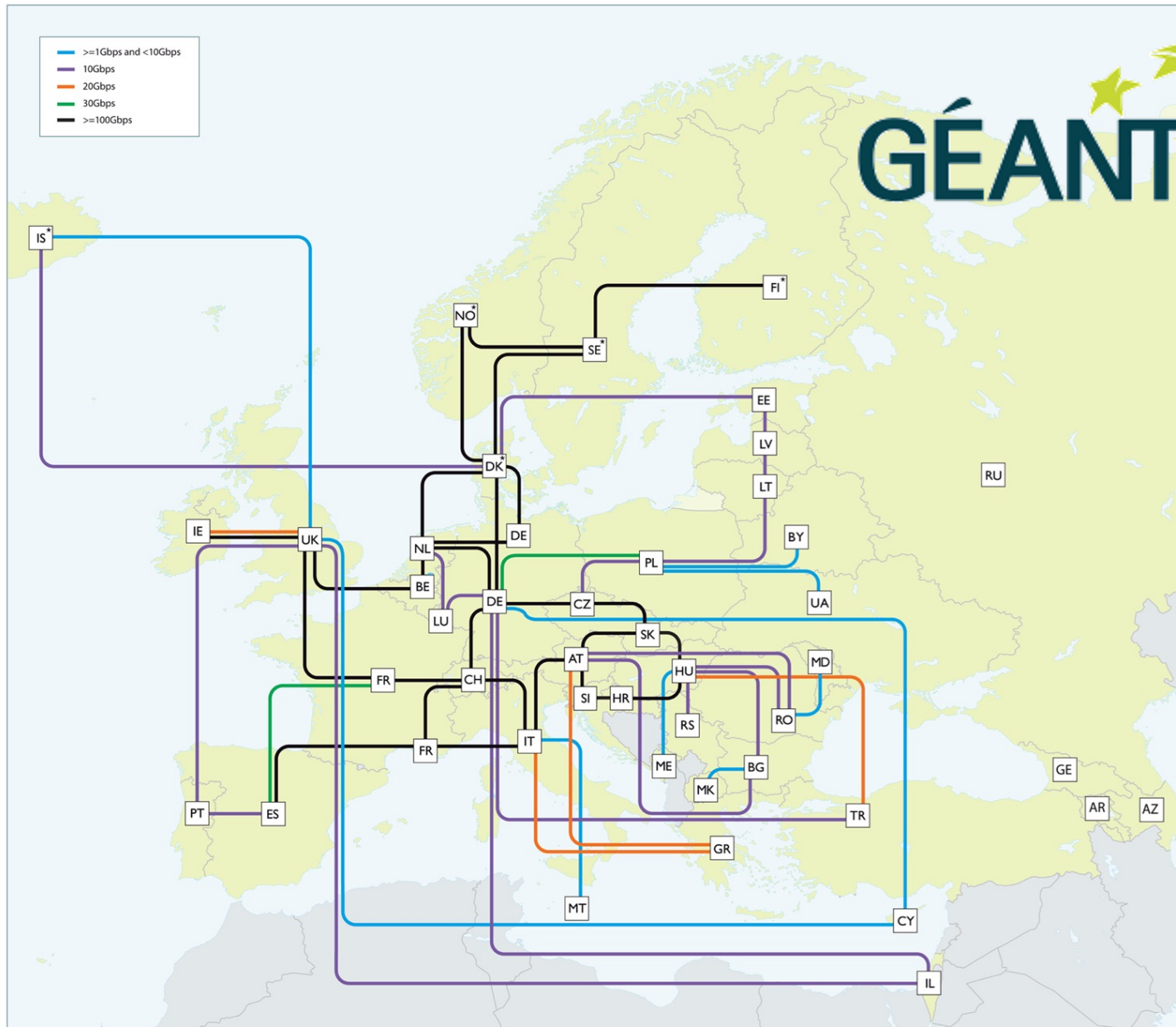
<https://www.rediris.es/lared/mapa.html>

RedIRIS-NOVA IP 100



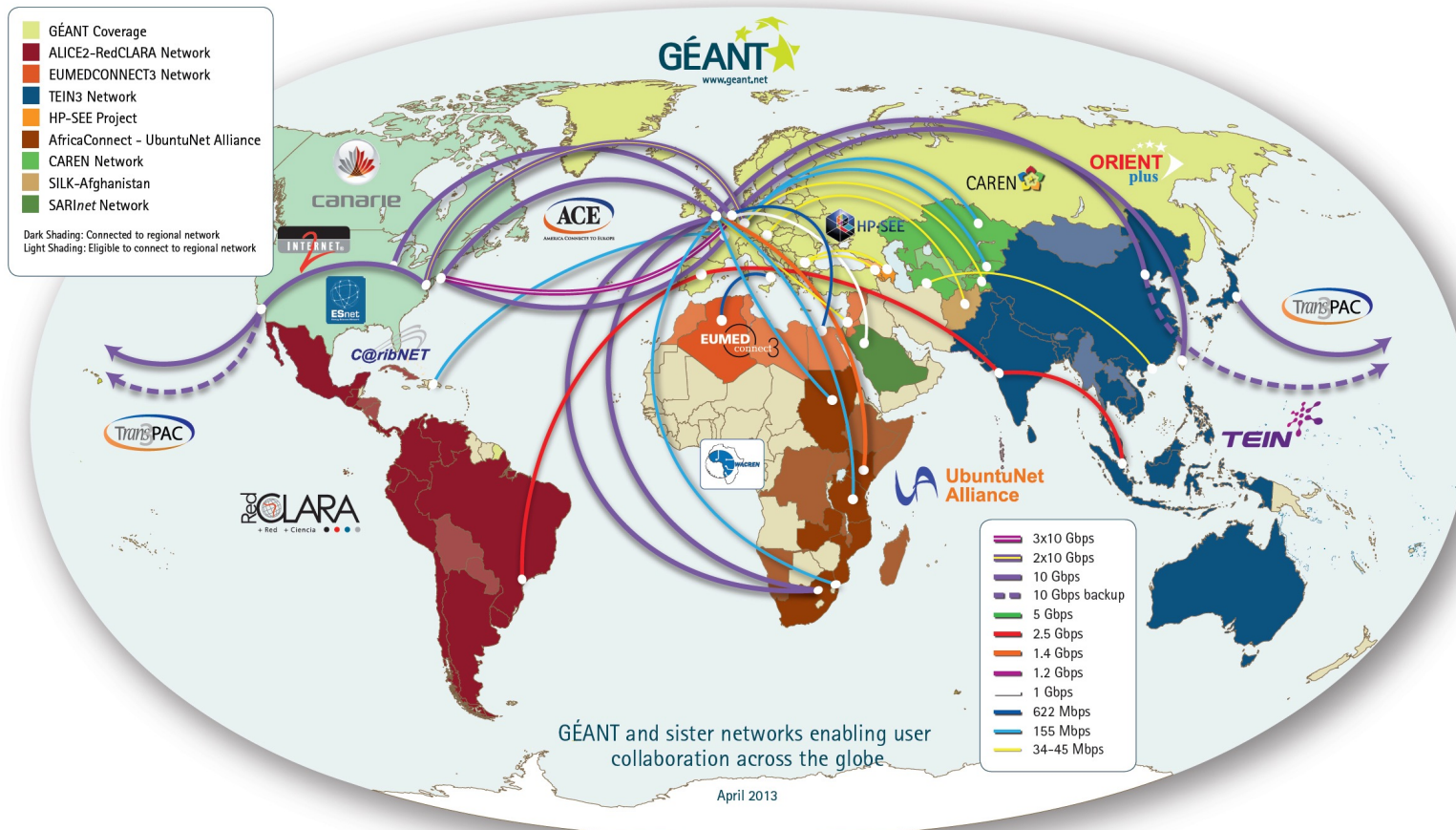
Conectividad de RedIRIS



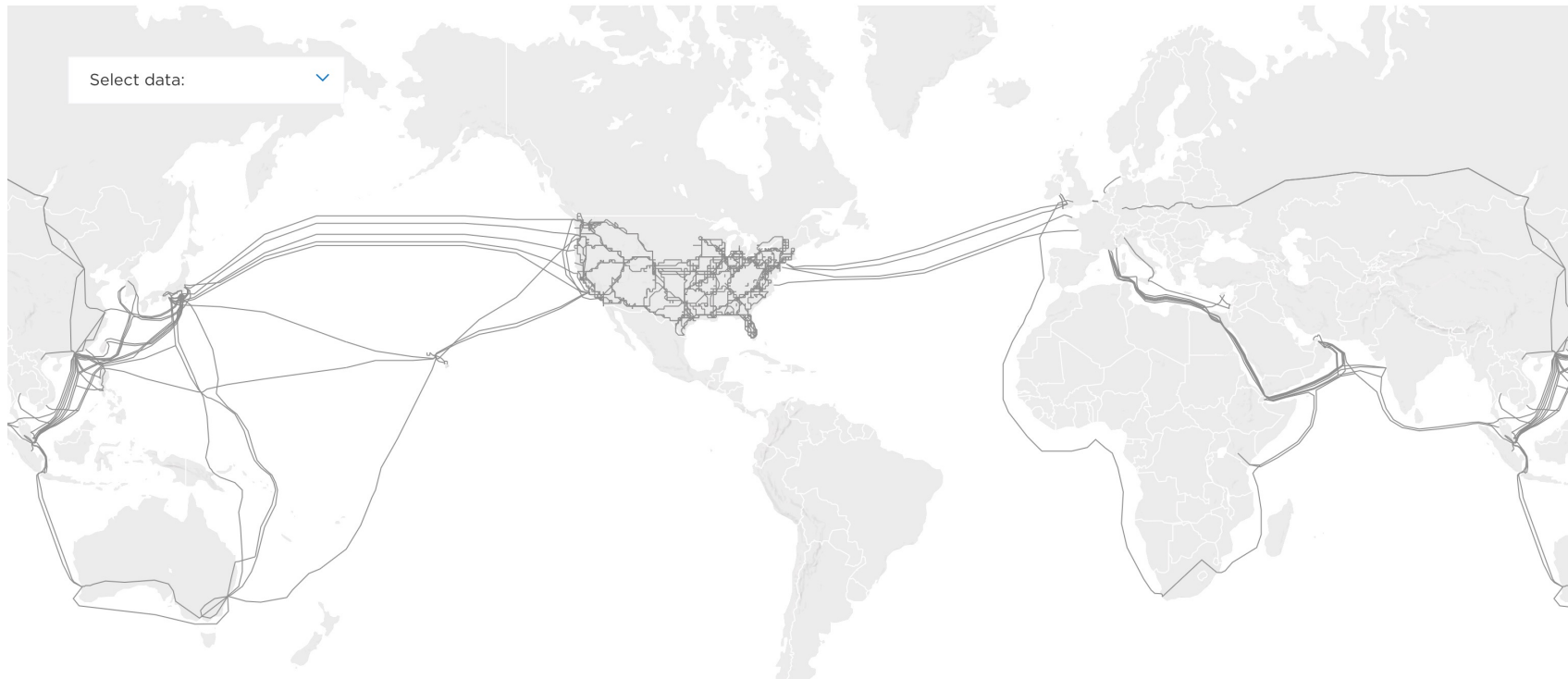


GÉANT

GÉANT At the Heart of Global Research Networking



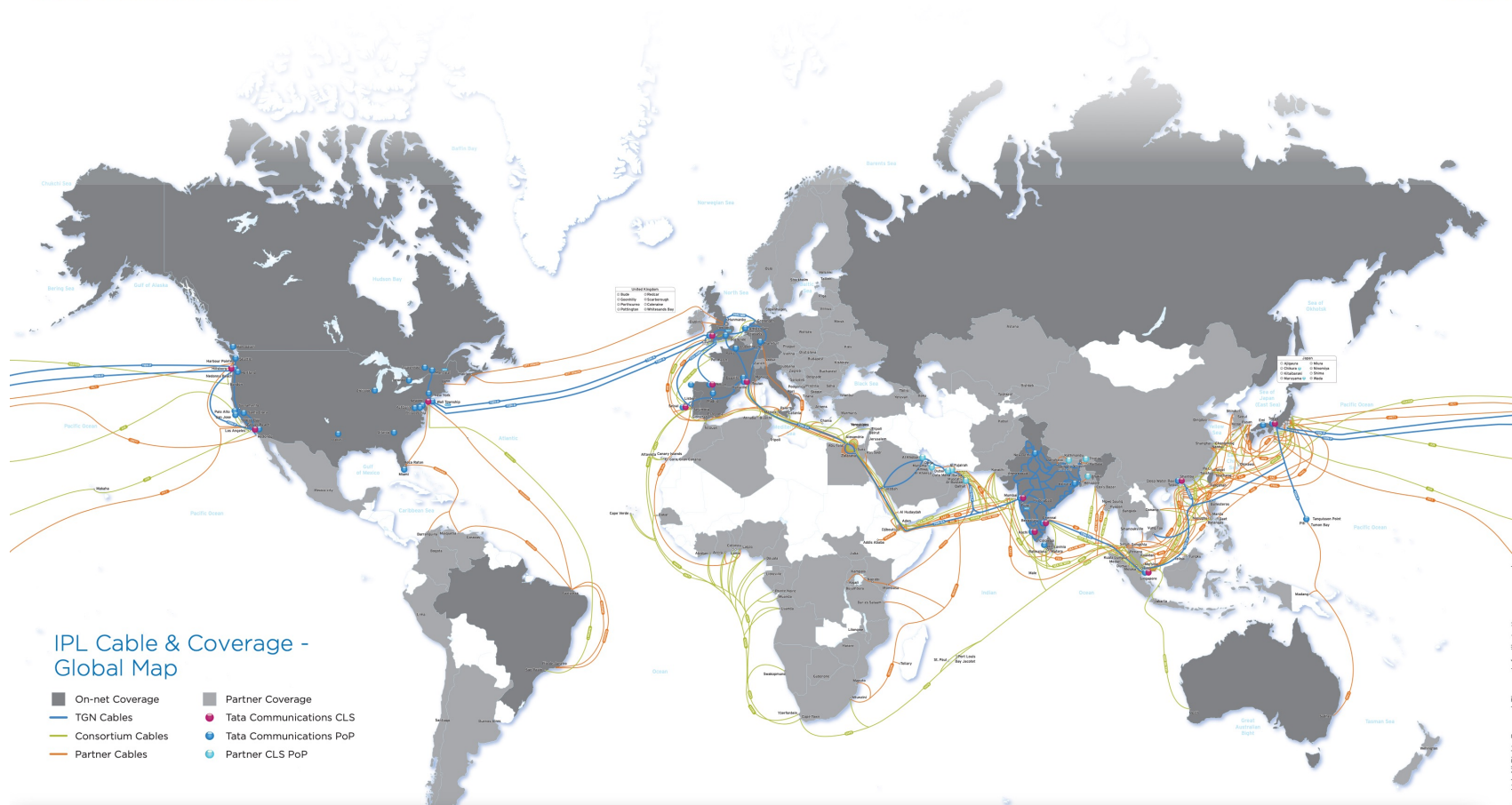
Lumen Technologies



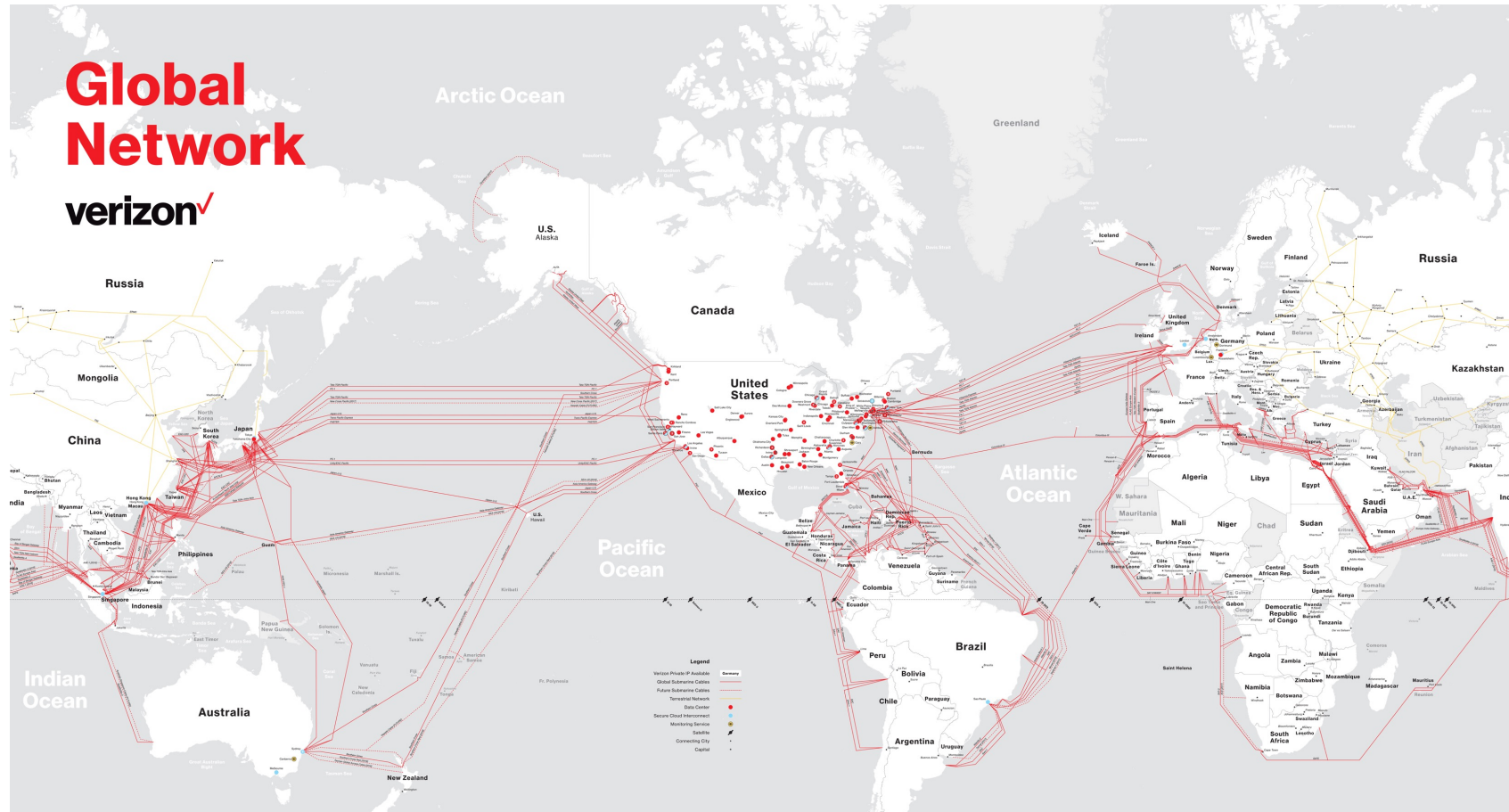
<https://www.lumen.com/en-us/resources/network-maps.html>

Tata Communications

TATA COMMUNICATIONS



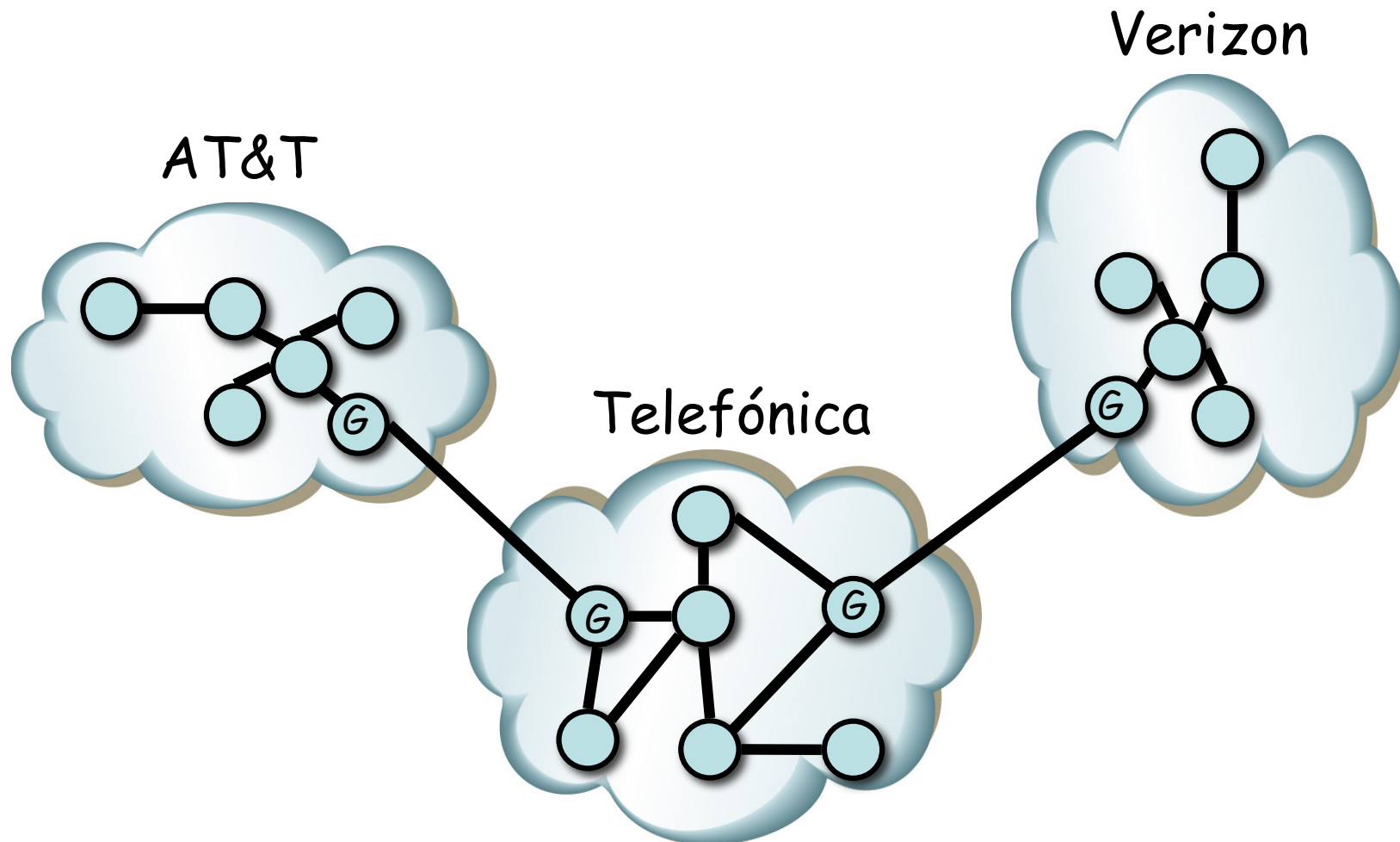
Verizon (2011)



https://www.verizon.com/business/content/dam/business-markets/img/why-verizon/global_networks_map_en_xg.pdf

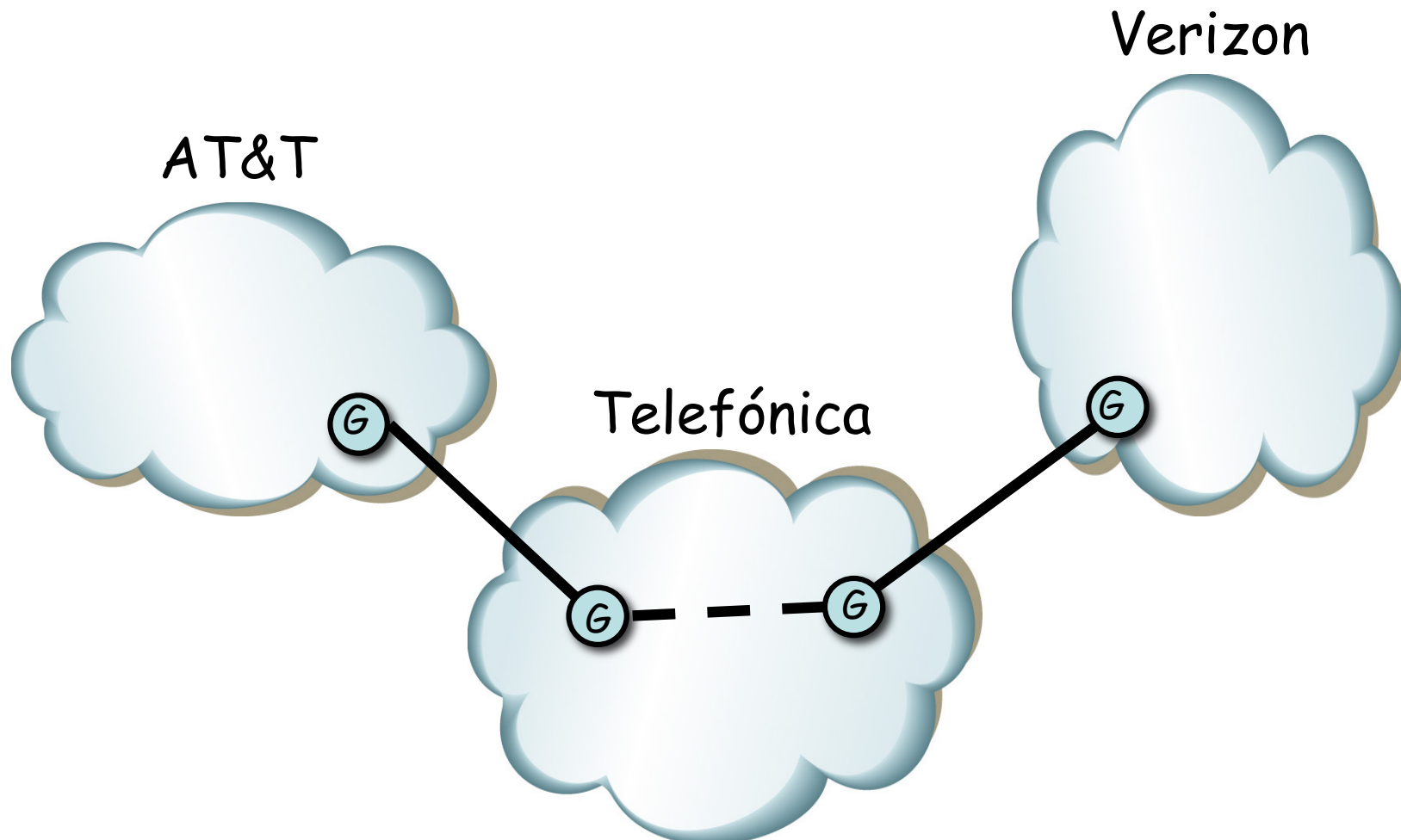
Interconexión de redes

- La red de cada ISP es ya de por si compleja
- Con enlaces a otros ISPs



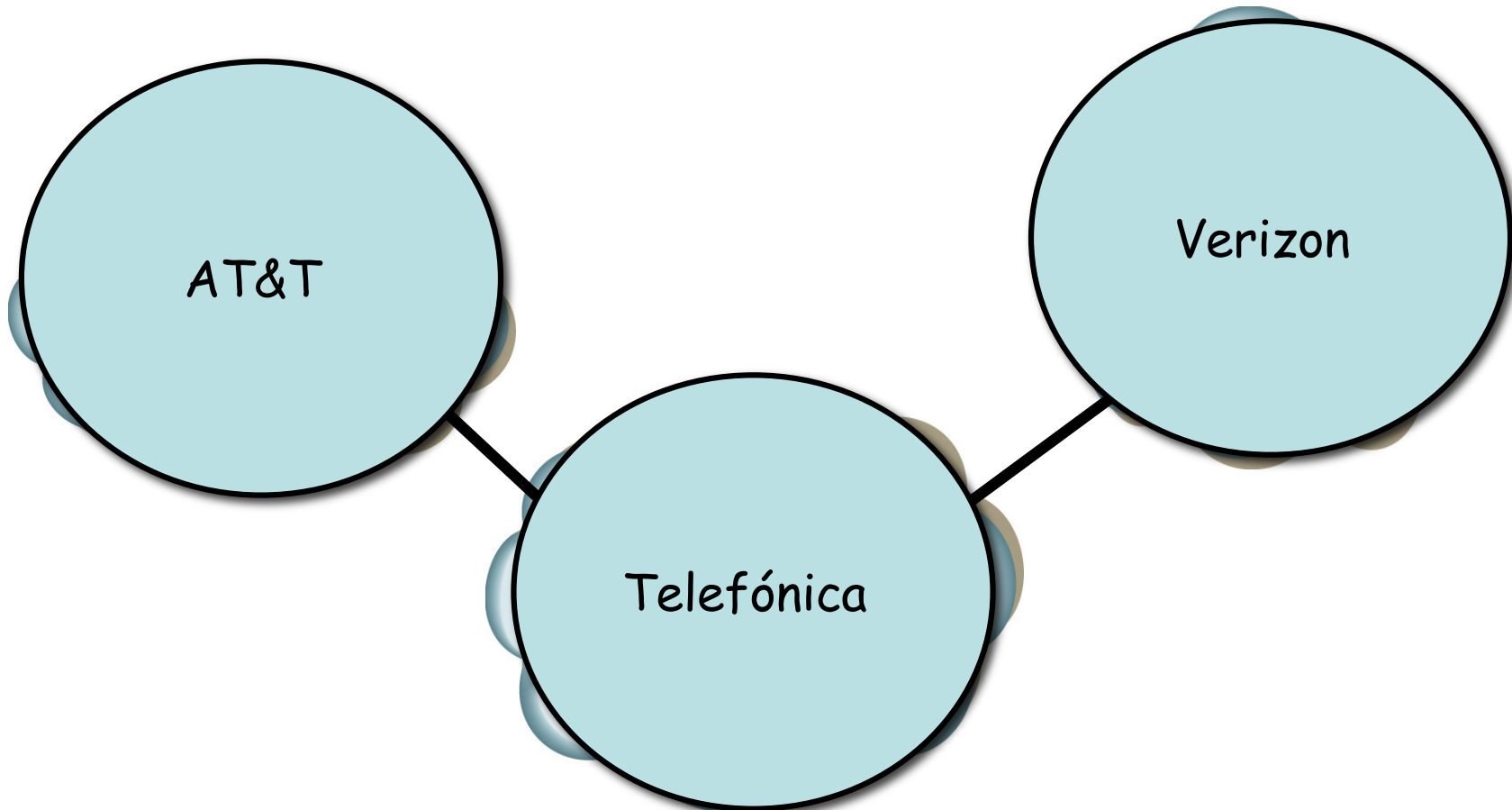
Interconexión de redes

- La red de cada ISP es ya de por si compleja
- Con enlaces a otros ISPs
- Podemos ignorar la estructura interna de cada ISP



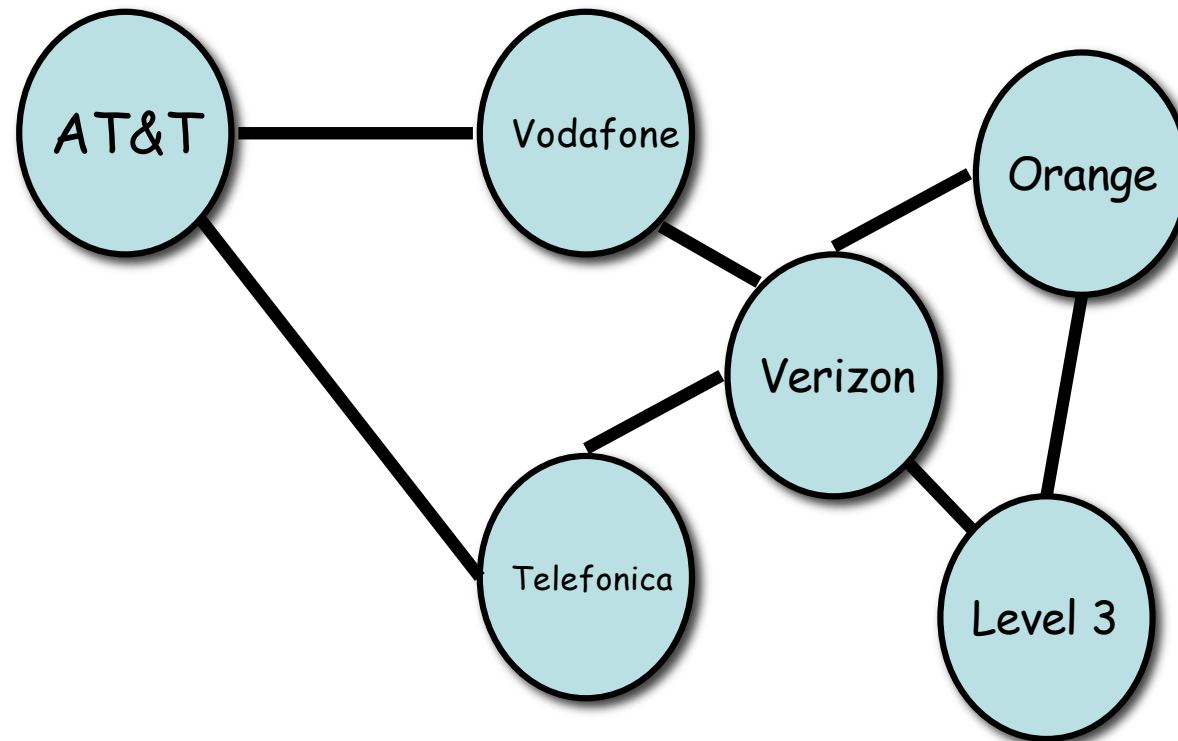
Interconexión de redes

- La red de cada ISP es ya de por si compleja
- Con enlaces a otros ISPs
- Podemos ignorar la estructura interna de cada ISP
- Lo representamos con un solo nodo



Interconexión de redes

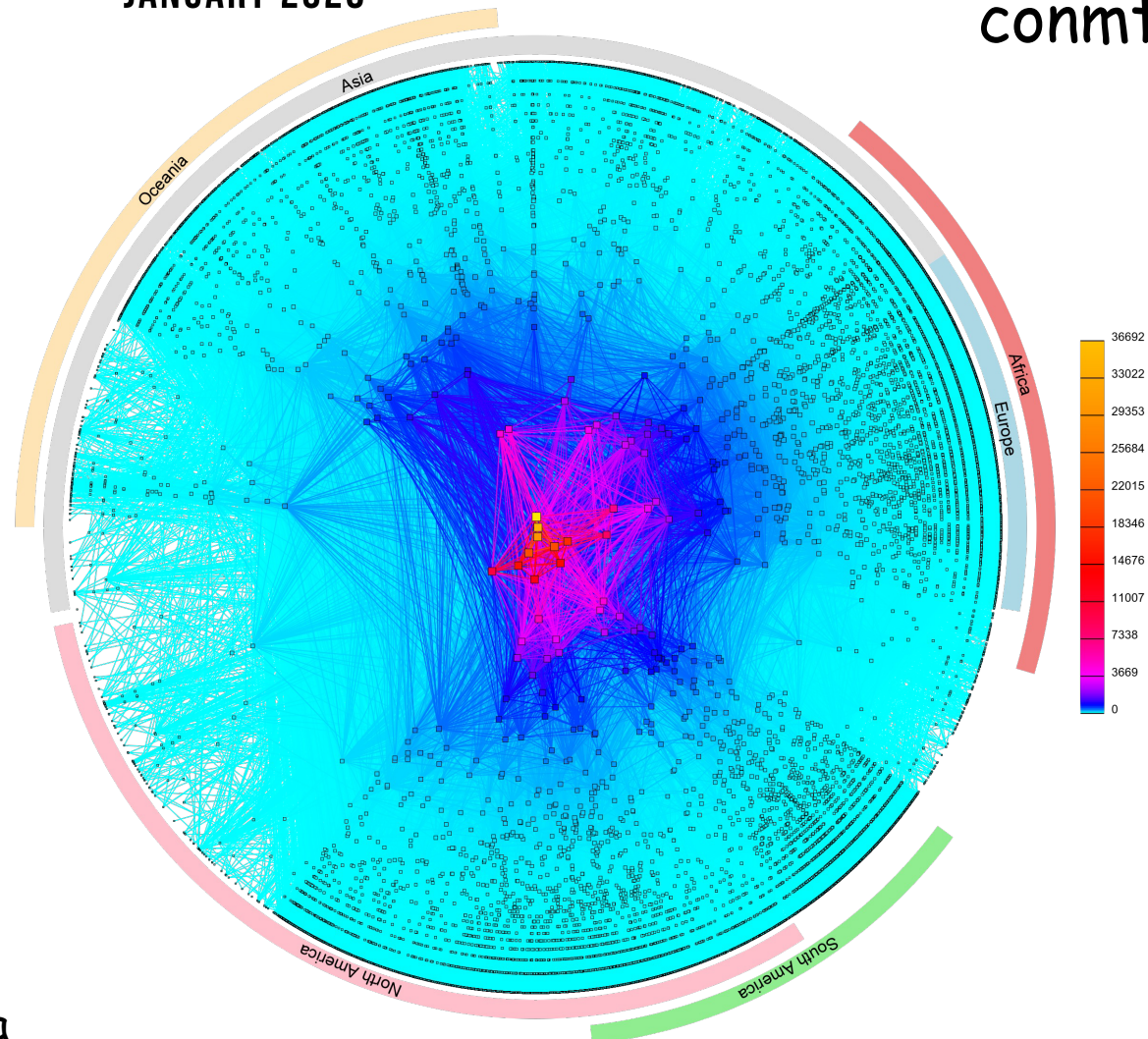
- Tenemos una nueva red donde estamos ignorando la complejidad interna de cada nodo
- Una “red de redes”, una “Interconexión” de “redes”
- **Inter**connected **net**works Rings any bells?



Y eso era esto

CAIDA'S IPV4 AS CORE GRAPH
JANUARY 2020

Los nodos son ISPs, no
conmutadores



longitud
geográfica



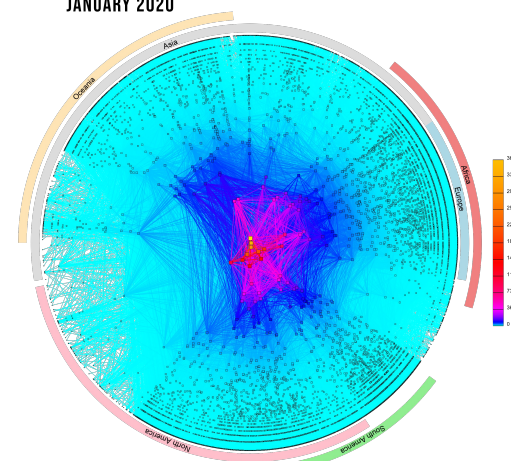
COPYRIGHT © 2020 UC REGENTS

¿Algo más?

- Enlaces y conmutadores, junto con los equipos extremo, son el hardware, el metal, lo “físico”
- ¿Hace falta algo más?
- Tal vez hace 30 años hiciera falta poco más
- Pero hoy en día nos comunicamos de otra manera
- Y todo esto es en gran medida software



CAIDA'S IPV4 AS CORE GRAPH
JANUARY 2020



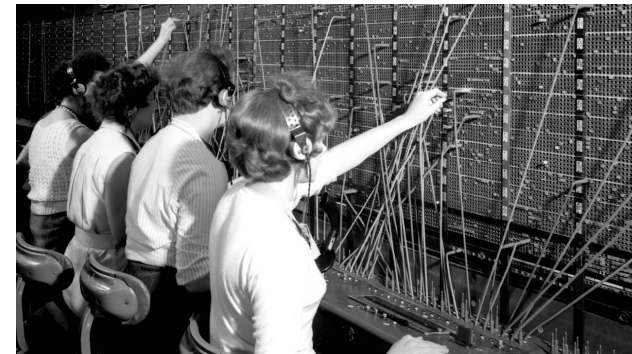
COPYRIGHT © 2020 UC REGENTS

Software, ¿dónde?

- Tal vez penséis solo en esas aplicaciones que usamos



- Pero el software no está solo en los “end hosts”
- Los primeros conmutadores telefónicos y de Internet eran electrónica muy fija

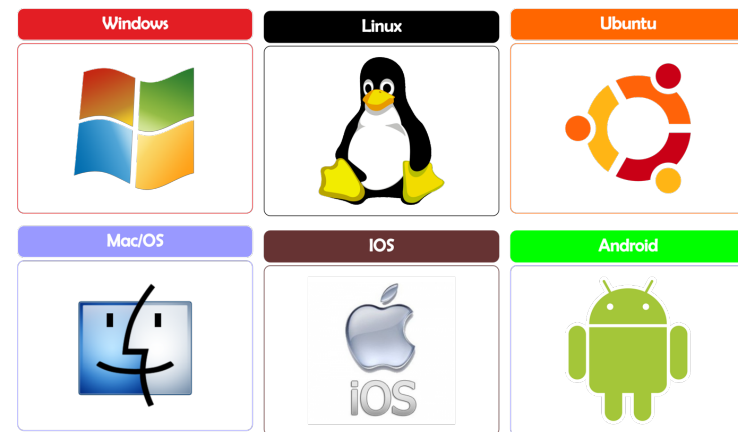
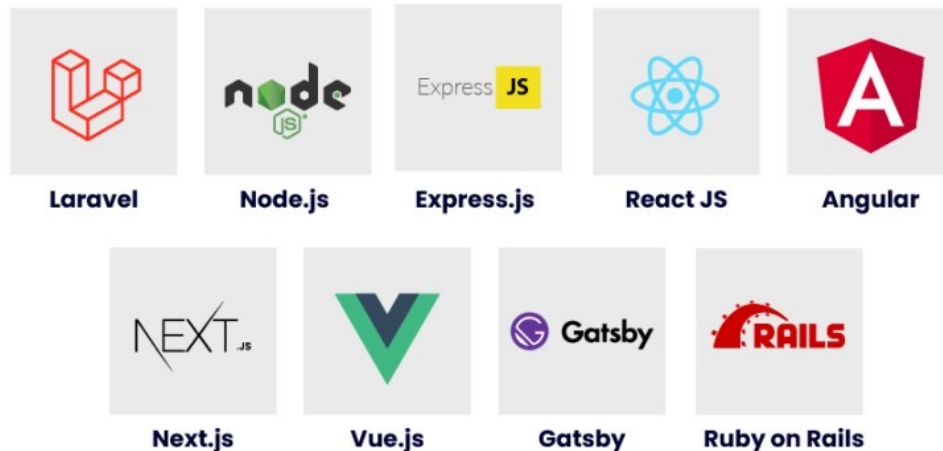
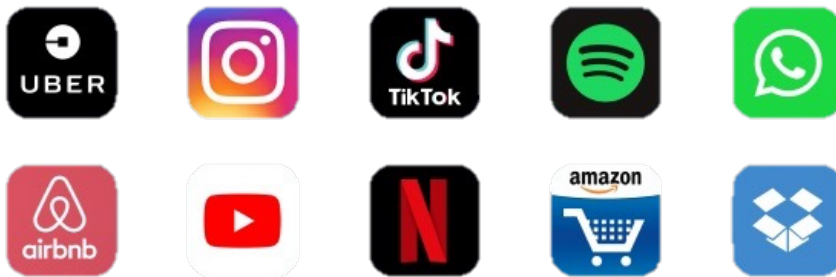


- Pero hoy en día son muy programables



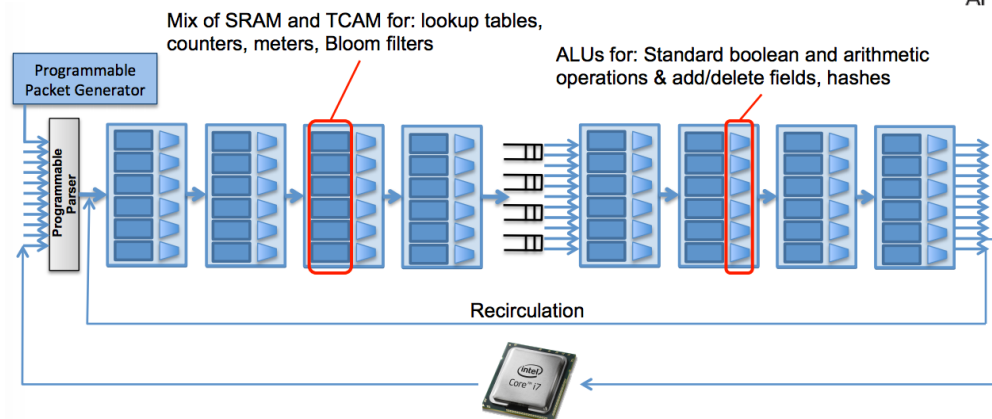
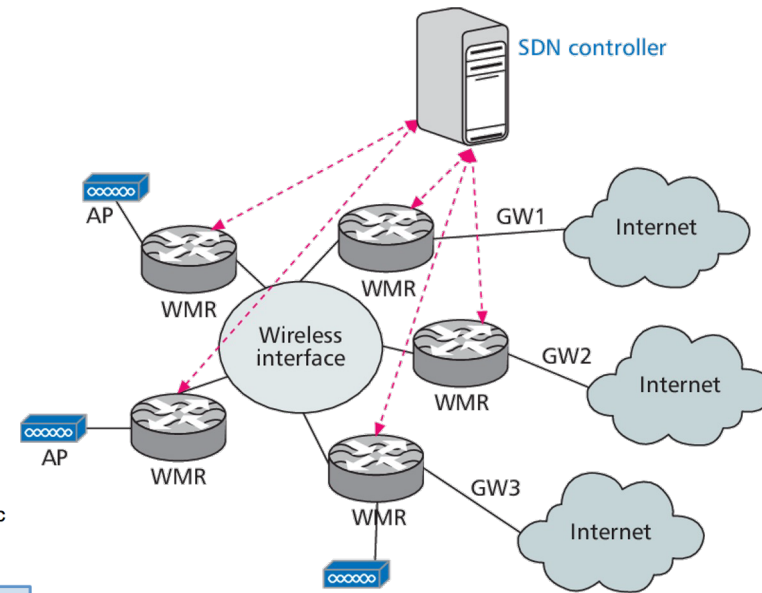
Software en las redes

- En los end hosts son las aplicaciones que usamos
- Las librerías (software ya escrito) que usan esos programas
- El sistema operativo que controla el hardware y da servicios a esos programas



Software en las redes

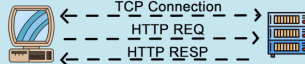
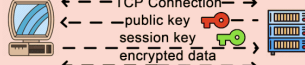
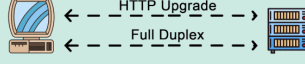
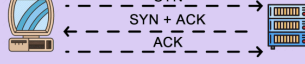
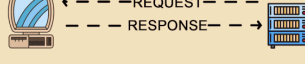
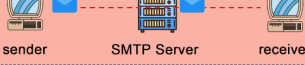
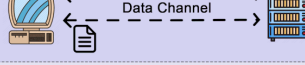
- Pero también es software que se ejecuta en CPUs en los conmutadores/routers
- Es software de control de la red (decidir caminos, detectar equipos que fallan, gestión, facturación, etc)
- O software que modifique cómo funcionan ASICs del conmutador



Software en las redes

- ¿Y cómo gestionan el envío de información esos programas, hosts y conmutadores?
- ¿Cómo hacemos que lo que envía uno lo entienda otro?
- La respuesta se llama **Protocolos**, y os suenan unos cuantos ya

8 Popular Network Protocols blog.bytebystego.com

Protocol	How does It Work?	Use Cases
HTTP		 Web Browsing
HTTP/3 (QUIC)		 IoT Virtual Reality
HTTPS		 Web Browsing
WebSocket		 Live Chat Real-Time Data Transmission
TCP		 Web Browsing Email Protocols
UDP		 Video Conferencing
SMTP		 Sending/Receiving Emails
FTP		 Upload/Download Files

Lógica vs física

- Esos **protocolos** se implementan muy frecuentemente en **software**
- Es **lógica**, es nuestra lógica (humana), a diferencia de por ejemplo la física de una onda electromagnética
- En las asignaturas de redes vamos a hablar gran parte del tiempo de protocolos y de **decisiones de diseño humanas**
- No siempre será la mejor decisión y cuando podamos intentaremos ver por qué es así, qué problemas tiene, etc
- Veremos cosas como IP, TCP, OSPF, HTTP, QUIC, FTP, RTP, BGP, VRRP, ATM, MPLS, STP, HSRP, EIGRP, IS-IS, LLDP, ARP, ICMP...
- Hay tantos **acrónimos** que hasta los reutilizamos



8 Popular Network Protocols		
Protocol	How does It Work?	Use Cases
HTTP	TCP Connection HTTP REQ HTTP RESP	Web Browsing
HTTP/3 (QUIC)	UDP Connection 1 2 3 4	IoT Virtual Reality
HTTPS	TCP Connection public key session key encrypted data	Web Browsing
WebSocket	HTTP Upgrade Full Duplex	Live Chat Real-Time Data Transmission
TCP	SYN SYN + ACK ACK	Web Browsing Email Protocols
UDP	REQUEST RESPONSE	Video Conferencing
SMTP	sender SMTP Server receiver	Sending/Receiving Emails
FTP	Control Channel Data Channel	Upload/Download Files

IPv4 Internet (2014)

CAIDA'S IPV4 AS CORE GRAPH
JANUARY 2020

Vale, puede que tenga algo de complejidad



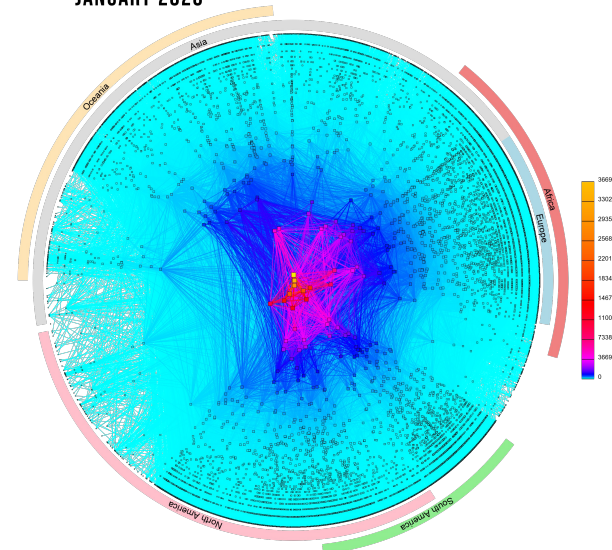
COPYRIGHT © 2020 UC REGENTS

Complejidad

- La complejidad de las redes hoy en día es similar a la de un reloj mecánico
- No hacen falta complejas ecuaciones para comprender su funcionamiento
- Son solo engranajes
- Pero son muchos engranajes, muy delicados, interconectados de diversas maneras
- Y fallan en el peor momento



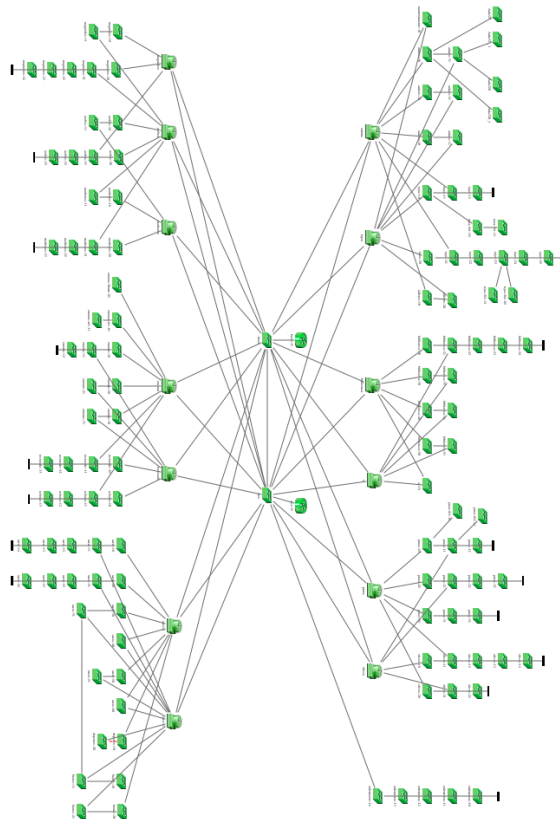
CAIDA'S IPV4 AS CORE GRAPH
JANUARY 2020



Elementos en las redes

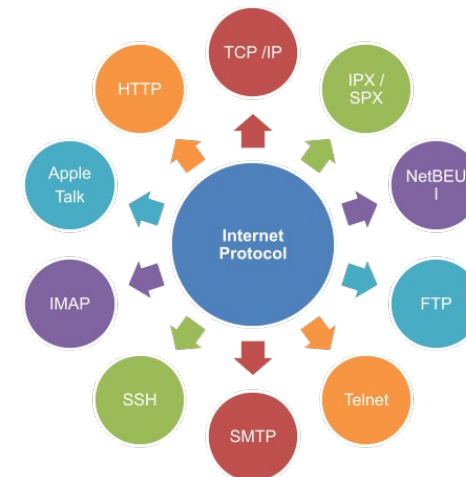
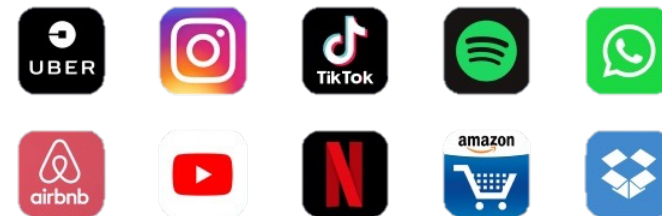
Hardware

- Los interfaces de red
- Los enlaces de comunicaciones
- Los conmutadores



Software

- Tanto en los end-hosts como en los conmutadores
- Son nuestras aplicaciones de comunicaciones
- Pero también implementa la mayoría de los protocolos



¿Qué queremos saber?

- ¿Qué es Internet?
- ¿Qué es un protocolo? ¿Qué es un interfaz?
- ¿Qué es un paquete?
- ¿Cómo pueden comunicarse múltiples usuarios de forma simultánea empleando la misma infraestructura?
- ¿Qué efecto tiene que los end-hosts estén “cerca” o “lejos”?
- ¿Por qué y cómo pueden perderse o desordenarse los paquetes? ¿Qué consecuencias tiene eso?
- ¿Qué es un router? ¿Qué es un NAT?
- ¿Qué diferencia hay entre la WiFi y la 5G? ¿Son todas las WiFi iguales?
- ¿Lo que tengo en casa es un router? ¿Es un conmutador? ¿Son la misma cosa?
- ¿Cómo sabe la red el camino para hacer llegar los paquetes de un host a otro?
- ¿Qué es una dirección IP?
- ¿Qué es un puerto TCP? ¿Qué es un puerto UDP? ¿Qué es un puerto de un conmutador? ¿Por qué tienen el mismo nombre?
- ¿Qué es eso que dicen en los foros de “abrir puertos”?
- ¿Qué diferentes tipos de conmutadores hay?
- ¿Cómo se desarrollan aplicaciones para Internet?
- ¿Cómo se transporta voz o vídeo sin que se entrecorte?
- ¿De qué depende el tiempo que tarde en copiar un documento de un ordenador a otro?
- ¿Por qué en ocasiones “va lento”?
- ¿Por qué he reiniciado, cambiado los cables, cambiado los equipos físicos y sigue funcionando mal?
- ¿Cuánto nos pueden ayudar las mates a resolver los problemas de las redes?
- ¿Cuánto nos puede ayudar la programación a resolver los problemas de las redes?
- ¿Cómo pueden usar mi tarjeta de crédito sin mi permiso en Internet?
- ¿Cómo es que ahora todos mis documentos están encriptados y no puedo leerlos?
- ¿Qué problemas se resuelven solos y cuáles requieren intervención manual
- ¿Por qué os gusta tanto el número 42?