



Tecnologies de Xarxes de Computadors

Tema 1. Introducció

Davide Careglio

- Tema 1. Introducción
- Tema 2. Seguridad en redes
- Tema 3. Redes troncales
- Tema 4. QoS
- Tema 5. Redes de acceso cableadas

- Tema 1. Introducción
- Tema 2. Seguridad en redes
- Tema 3. Redes troncales
- Tema 4. QoS
- Tema 5. Redes de acceso cableadas

Índice

- Repaso de los conceptos de redes
- Modelo de transmisión
- Multiplexación
- Conmutación

Índice

- Repaso de los conceptos de redes
- Modelo de transmisión
- Multiplexación
- Conmutación

1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Objetivo

- Infraestructura que proporciona servicios a las aplicaciones: Web, VoIP, correo electrónico, juegos, comercio electrónico, redes sociales, ...
- Estos servicios típicamente son
 - Comunicación
 - Almacenamiento
 - Procesado
- Concepto de aplicación distribuida
 - Extiende la relación entre procesos en una misma máquina a una relación entre procesos ejecutados en dos o más máquinas diferentes que pueden estar localizadas en cualquier lugar



1.1 - Repaso de los conceptos de redes

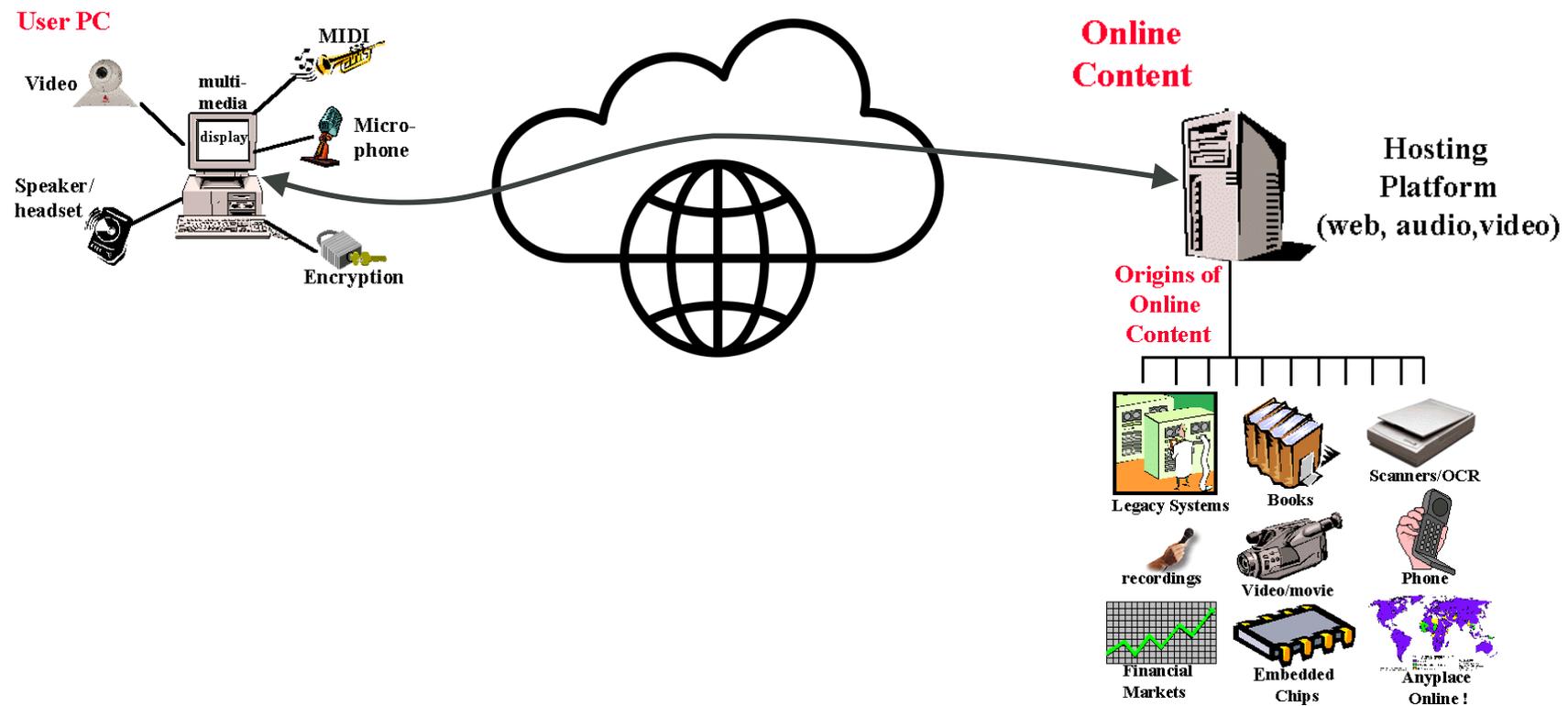
Como

- Internet es una red de redes
 - **Inter**connected **net**works
- Una única arquitectura general pero
- Un conjunto heterogéneo de tecnologías, protocolos, topologías, mecanismos, funciones, etc.
- Organismos de estandarización

1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Resultado

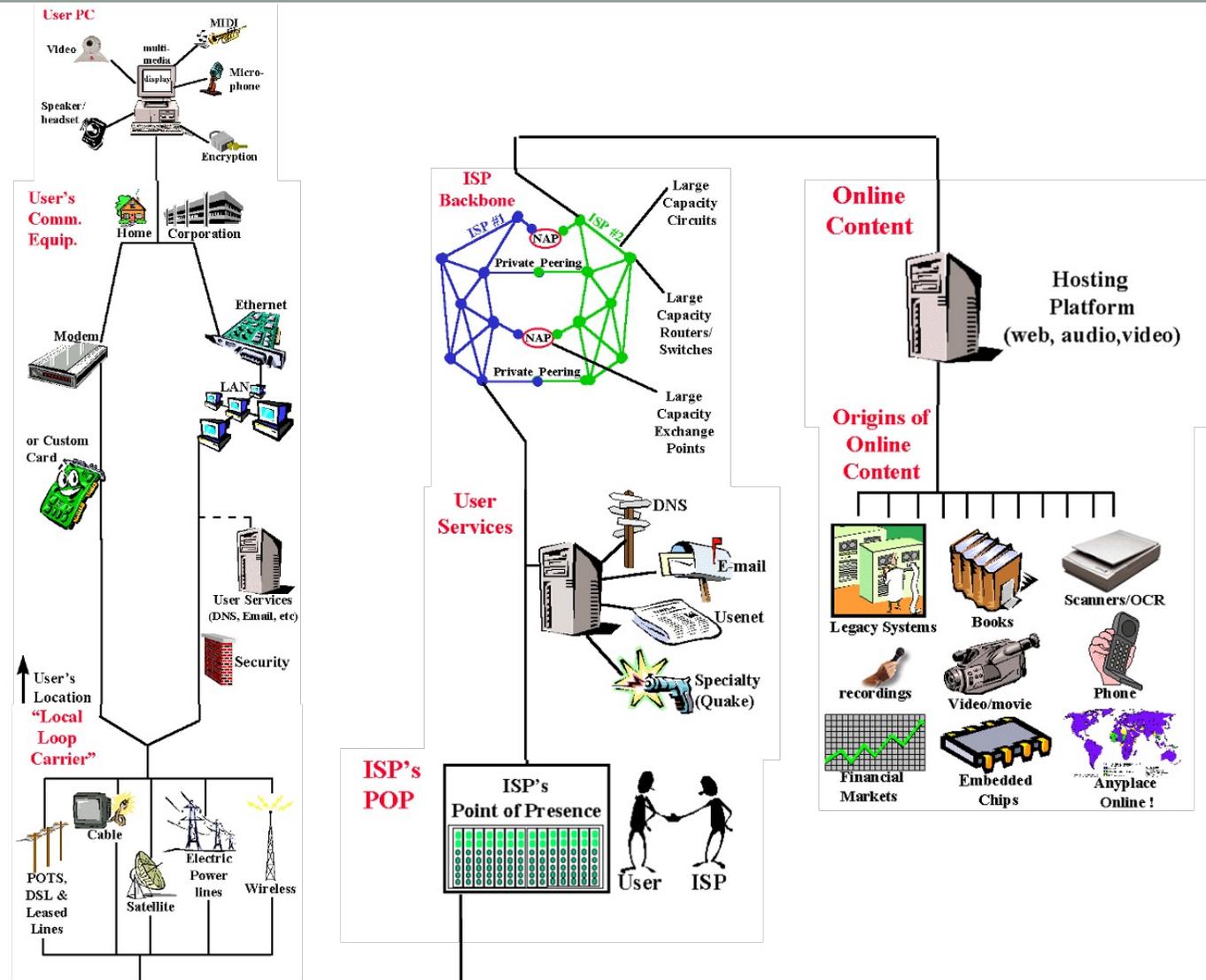
- Una app en un host puede comunicarse con otra app en otro host a través de Internet



Fuente imagen: Russ Haynal, http://navigators.com/internet_architecture.html

1.1 - Repaso de los conceptos de redes

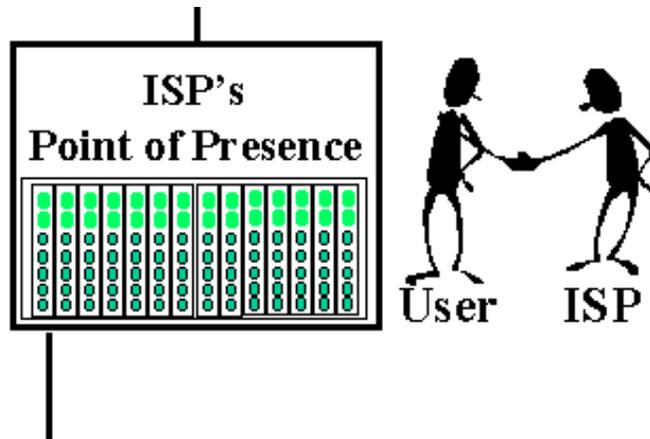
Resultado



1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Resultado

ISP's
POP



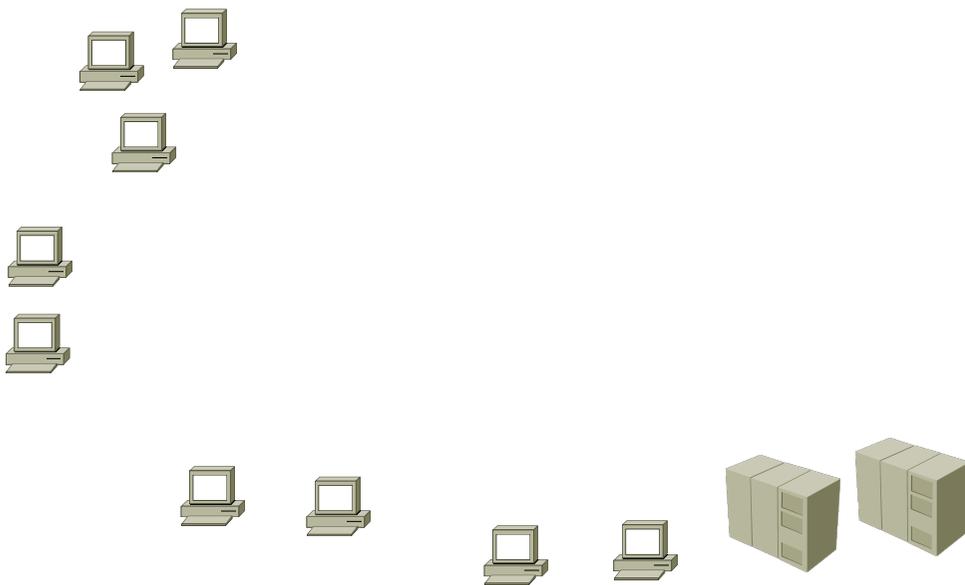
- Lugar donde el ISP instala sus equipos en la calle (generalmente)
- Aquí van todos los cables que salen de los edificios (domésticos, comerciales, industriales)



1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Estructura de Internet

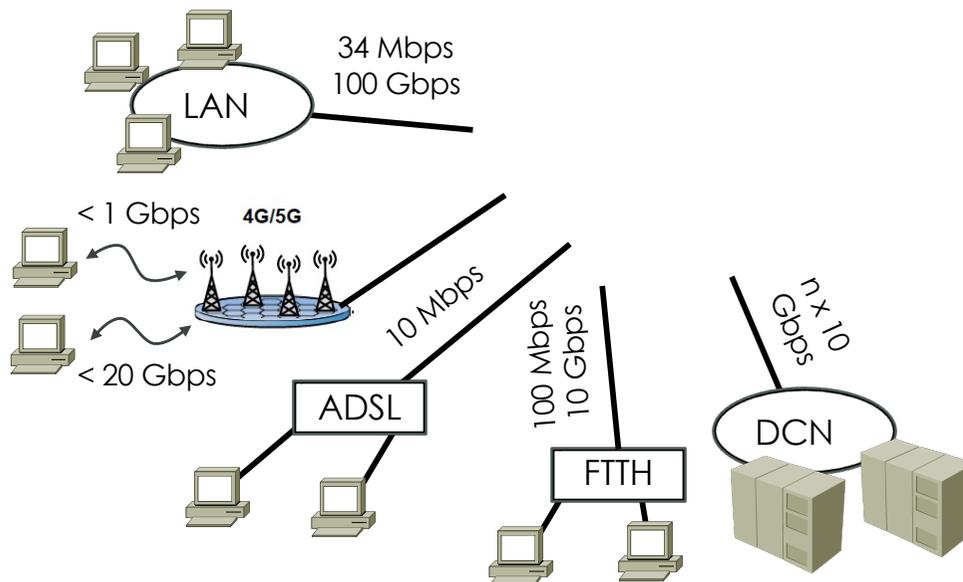
- Host
 - Sistemas finales donde se ejecutan las aplicaciones
 - Cliente
 - Servidor
 - Hoy en día generalmente en la nube
 - Actualmente miles de millones y en continuo aumento



1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Estructura de Internet

- Redes de acceso
 - Dar acceso a Internet a los hosts
 - Residencial, domestico
 - Institucional
 - Empresas, campus universitarios, datacentres
 - Móvil



LAN: Local Area Network

DCN: DataCentre Network

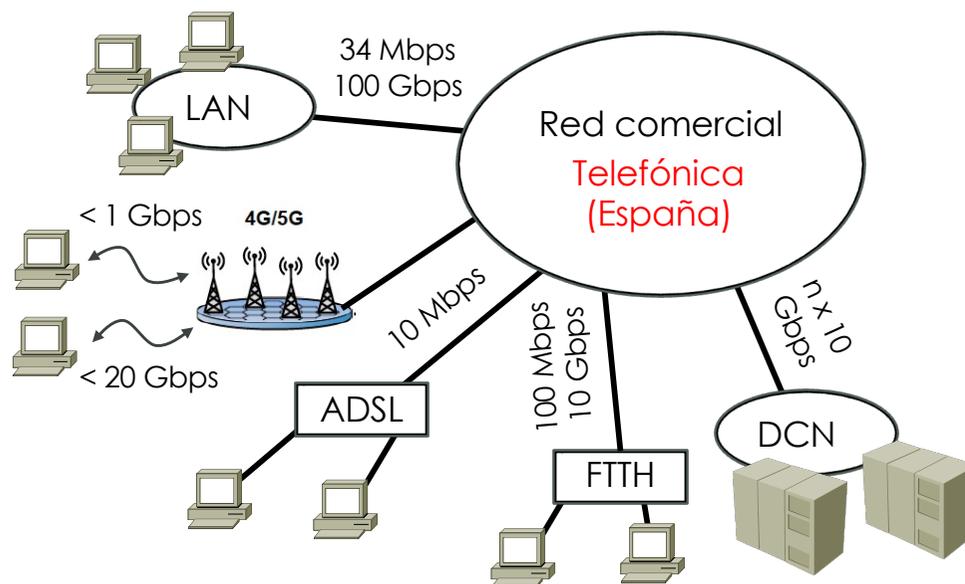
FTTH: Fibre To The Home

ADSL: Asymmetric digital subscriber line

1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Estructura de Internet

- Redes troncales
 - Redes de transporte o redes de gran alcance (WAN)
 - Típicamente redes de ISP (como Telefónica, Vodafone, etc.) pero también otros actores (Google, Microsoft, Amazon, etc.)
 - Re-enviar los paquetes desde un host a otro lo más eficientemente y rápido posible

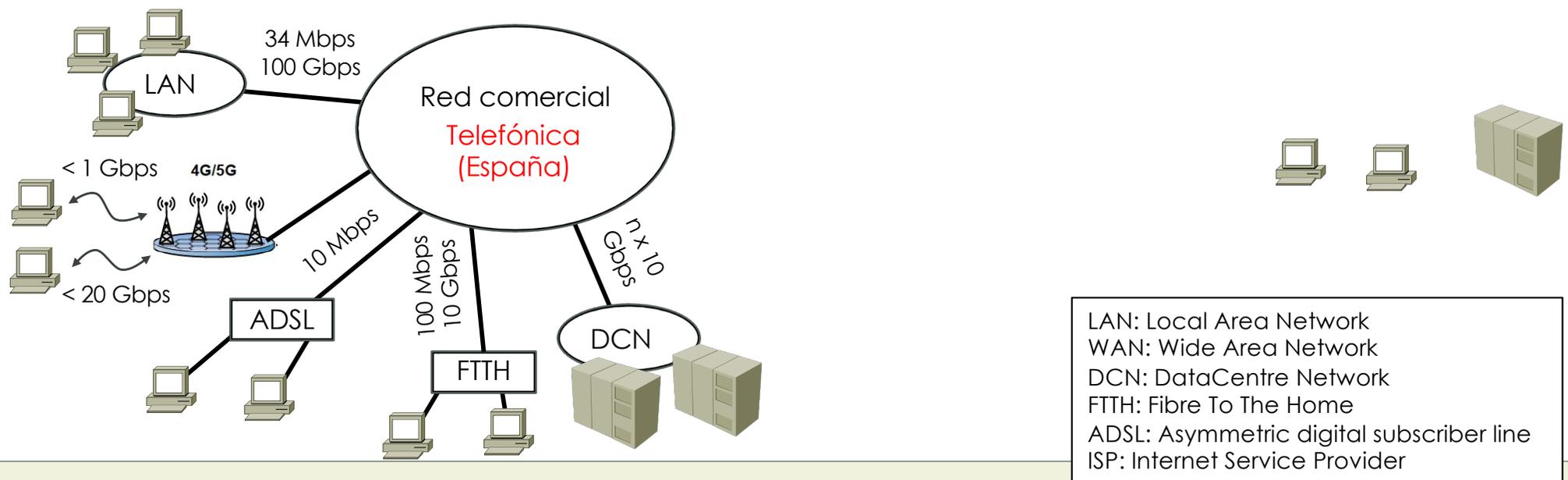


LAN: Local Area Network
WAN: Wide Area Network
DCN: DataCentre Network
FTTH: Fibre To The Home
ADSL: Asymmetric digital subscriber line
ISP: Internet Service Provider

1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Estructura de Internet

- No hay un único “dueño” de Internet
- Internet no es una única red
- Hoy en día podemos decir que hay más de 100.000



1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Ejemplo de red comercial nacional

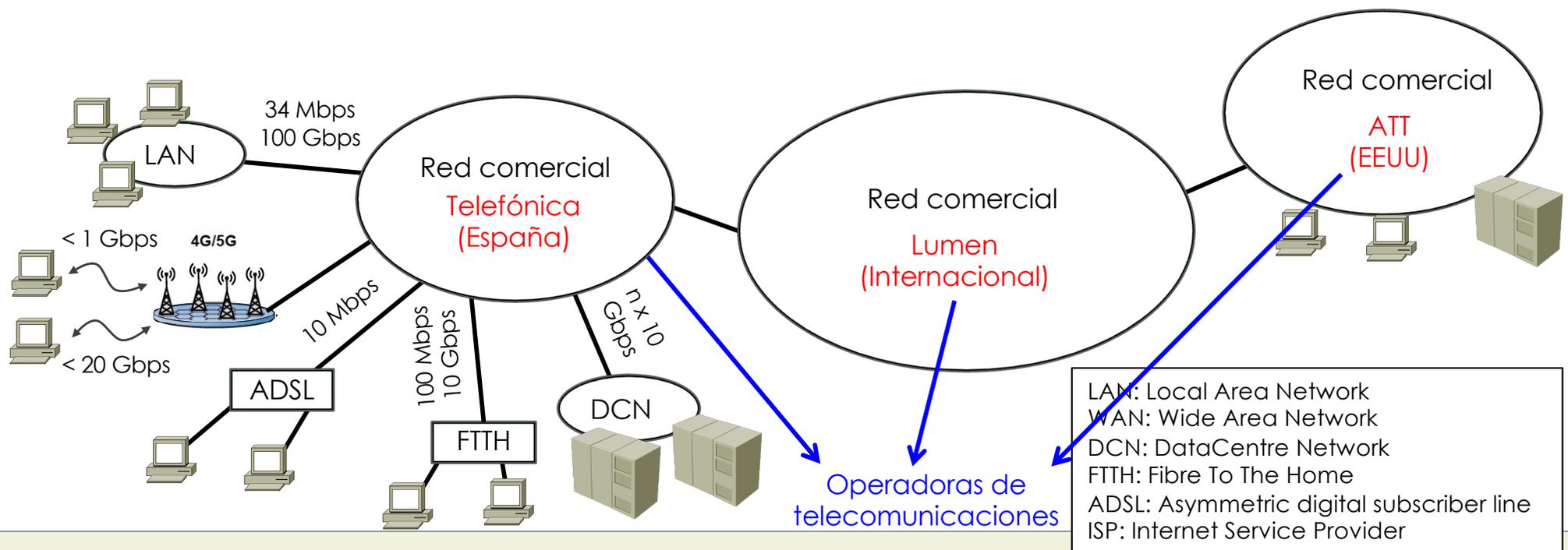


Fuente imagen: <https://www.reintel.es/en/infraestructures/network-map>

1.1 - Repaso de los conceptos de redes

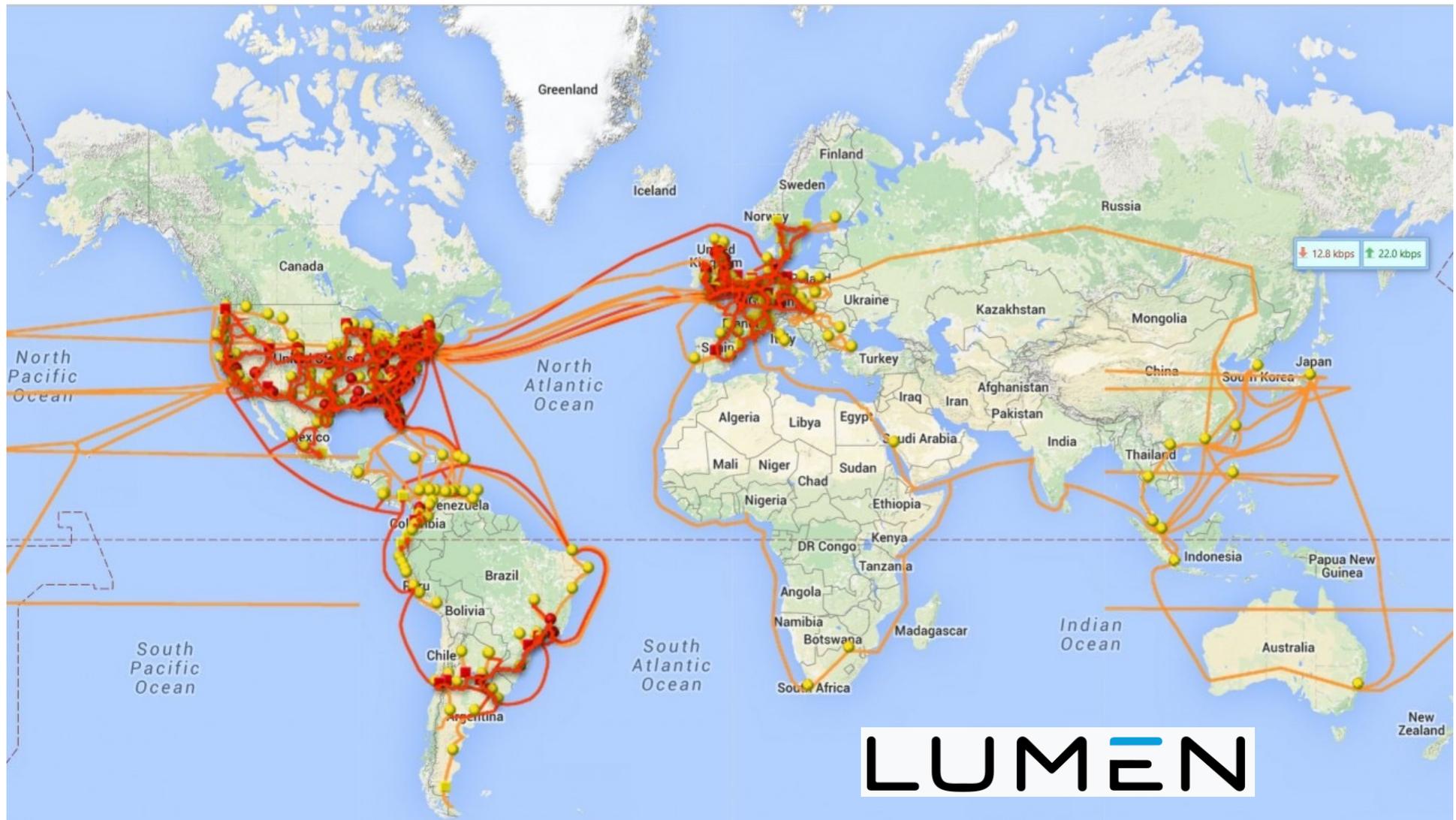
Estructura de Internet

- Interconexión de redes



1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Ejemplo de red internacional



Fuente imagen: https://superbloov.life/product_details/56074065.html

1.1 - Repaso de los conceptos de redes

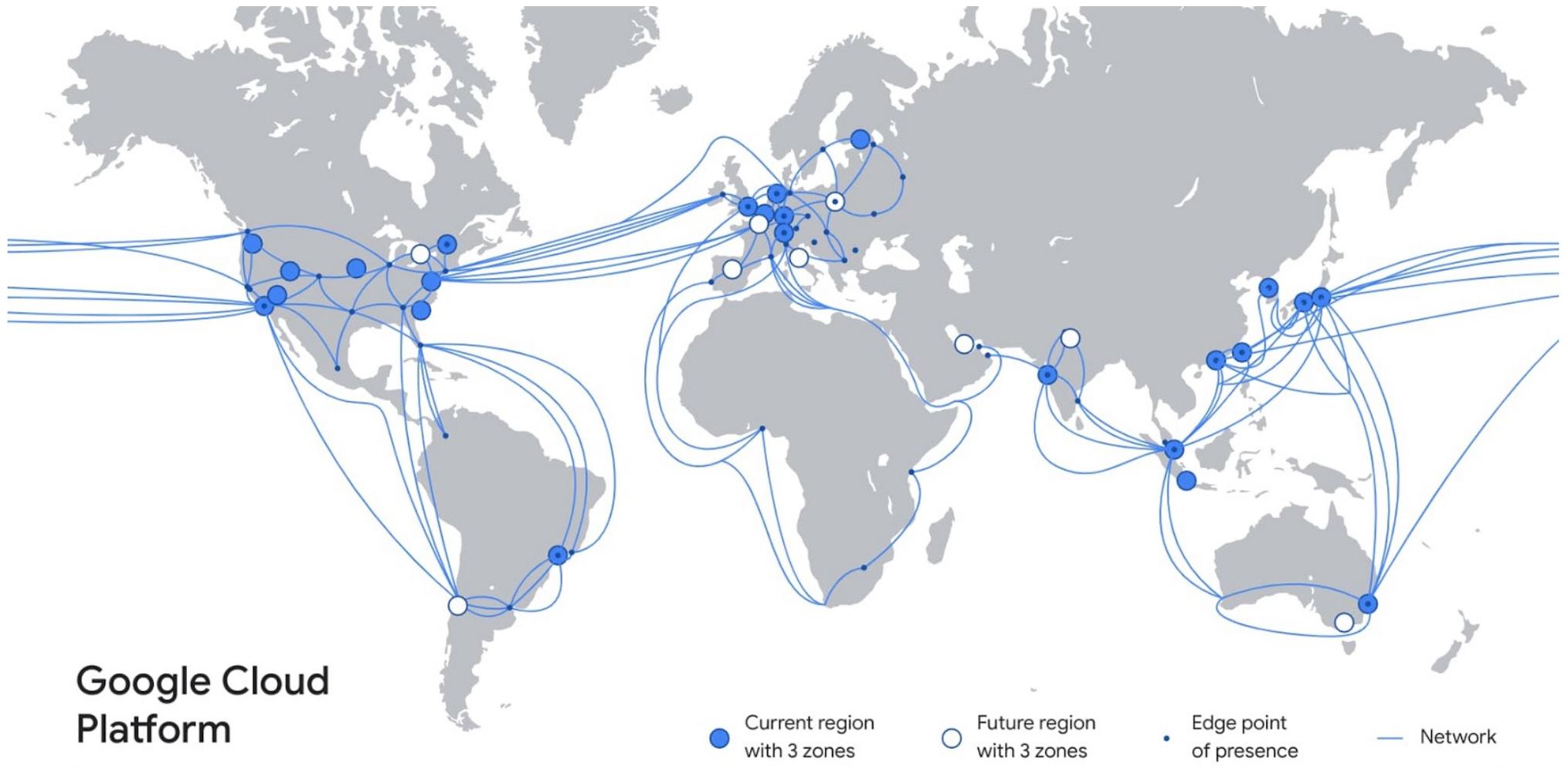
Ejemplo de red internacional



Fuente imagen: <https://www.globalsolutions.telefonica.com/en/why-us/international-presence/>

1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Ejemplo de red internacional

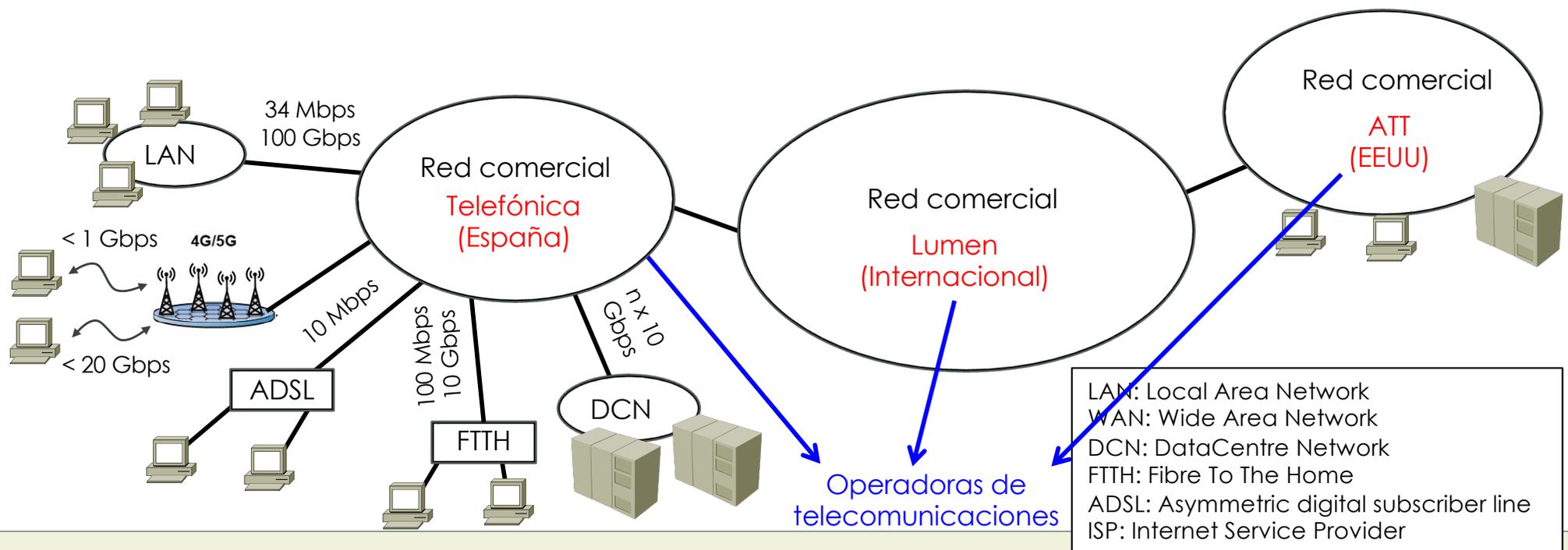


Fuente imagen: <https://cloud.google.com/blog/products/infrastructure/next20-onair-infrastructure-news>

1.1 - Repaso de los conceptos de redes

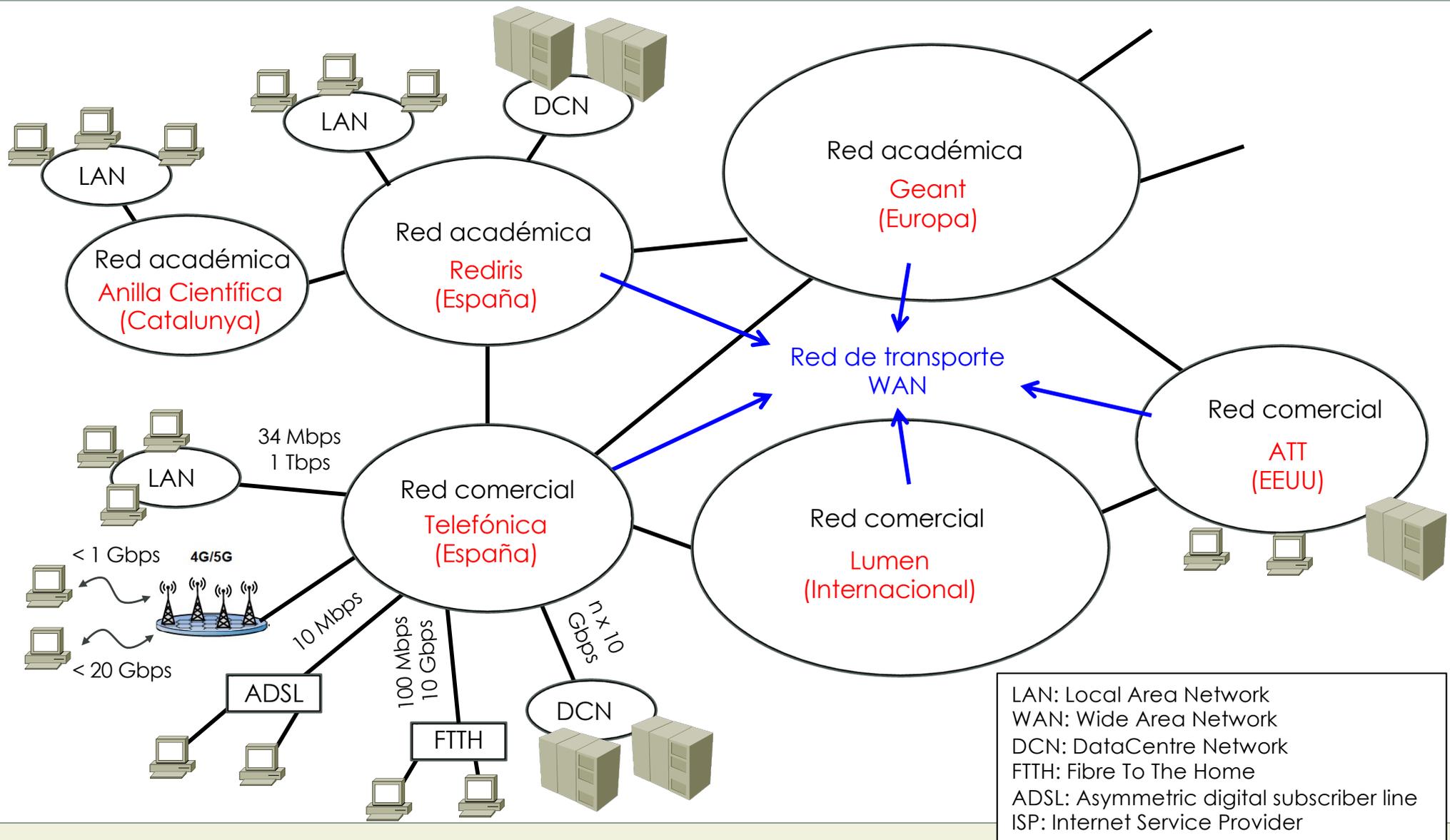
Estructura de Internet

- Pero no solo hay redes comerciales



1.1 - Repaso de los conceptos de redes

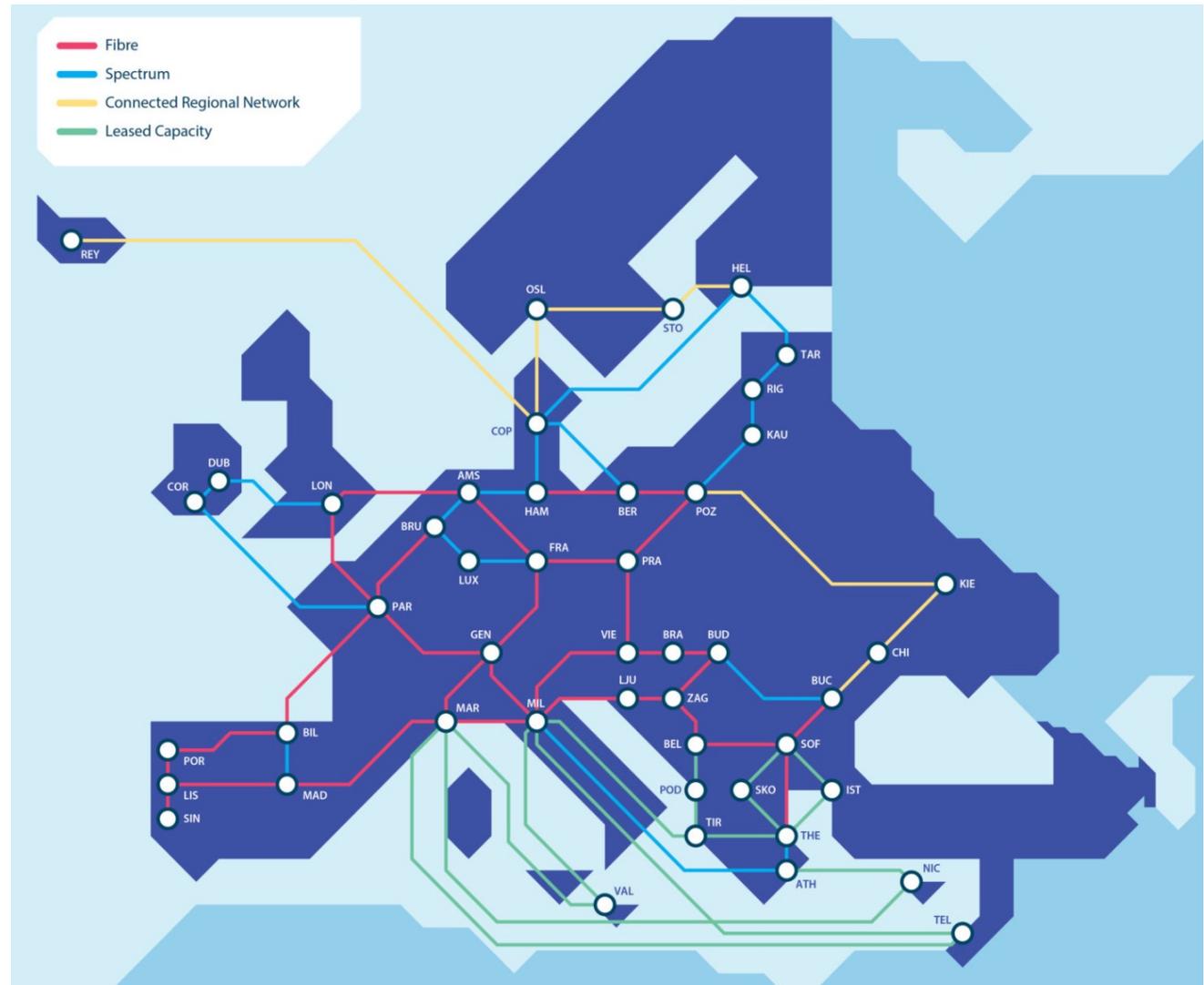
Estructura de Internet



1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Estructura de Internet

- GEANT
 - Red académica europea
 - Última versión 1/2023

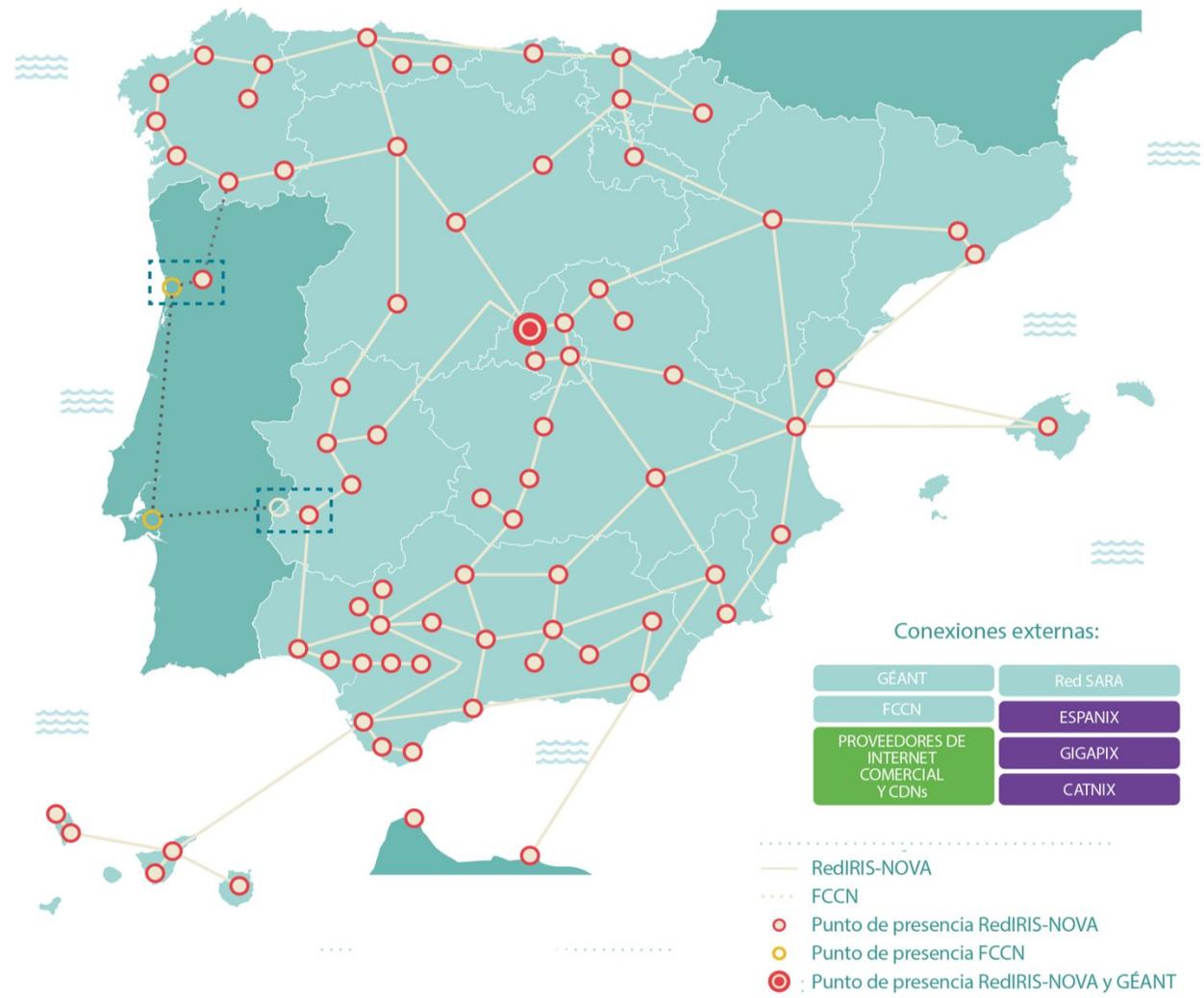


Fuente imagen: <https://resources.geant.org/maps/>

1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Estructura de Internet

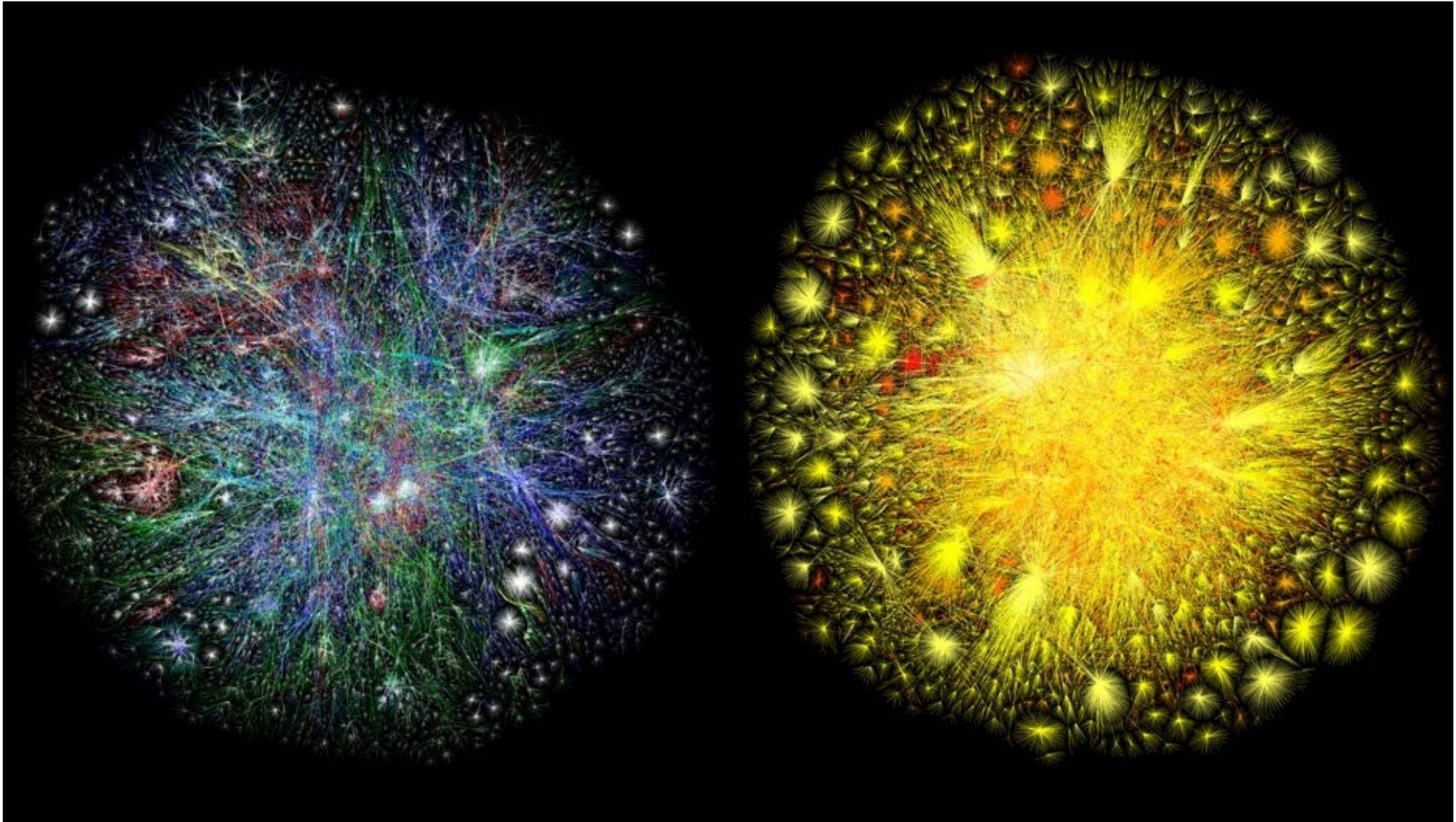
- RedIRIS
 - Red académica española
 - Última versión 11/2019



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

1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Estructura de Internet



Fuente imagen: The Opte project, https://www.youtube.com/watch?v=-L1Zs_1VPXA

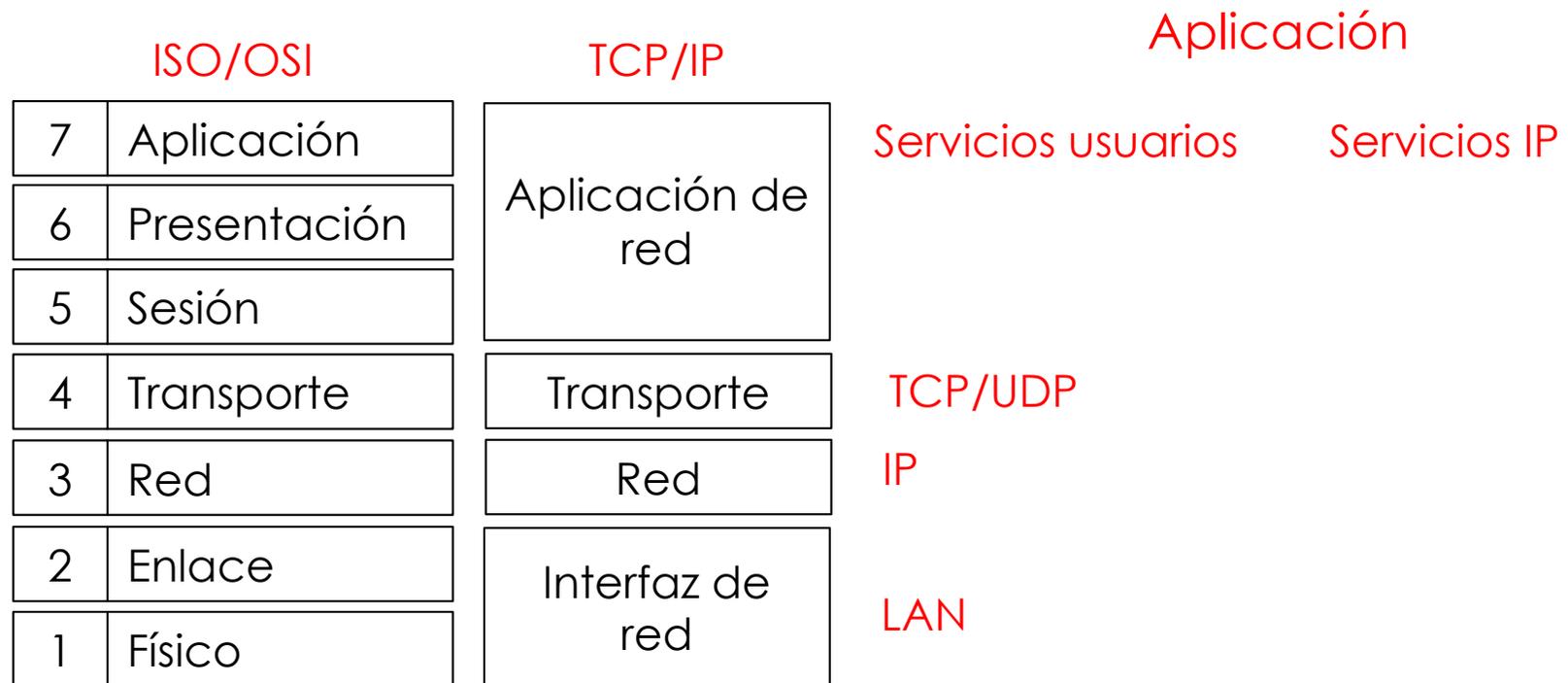
1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Pila ISO/OSI vs TCP/IP

- Internet es un sistema complejo y dinámico
- Se necesita aplicar “divide and conquer”
- Se divide el problema de transmitir información de un host a otro en diferentes capas dispuestas verticalmente
 - Cada capa realiza un subconjunto de funciones
 - Se basa en la siguiente capa inferior para funciones primitivas
 - Proporciona servicios a la capa superior
- Los cambios en una capa no requieren cambios en otras capas
 - Facilita la introducción de nuevas soluciones
 - Por ejemplo, la introducción de 5G no implica un cambio en el protocolo IP, o un cambio en HTTP

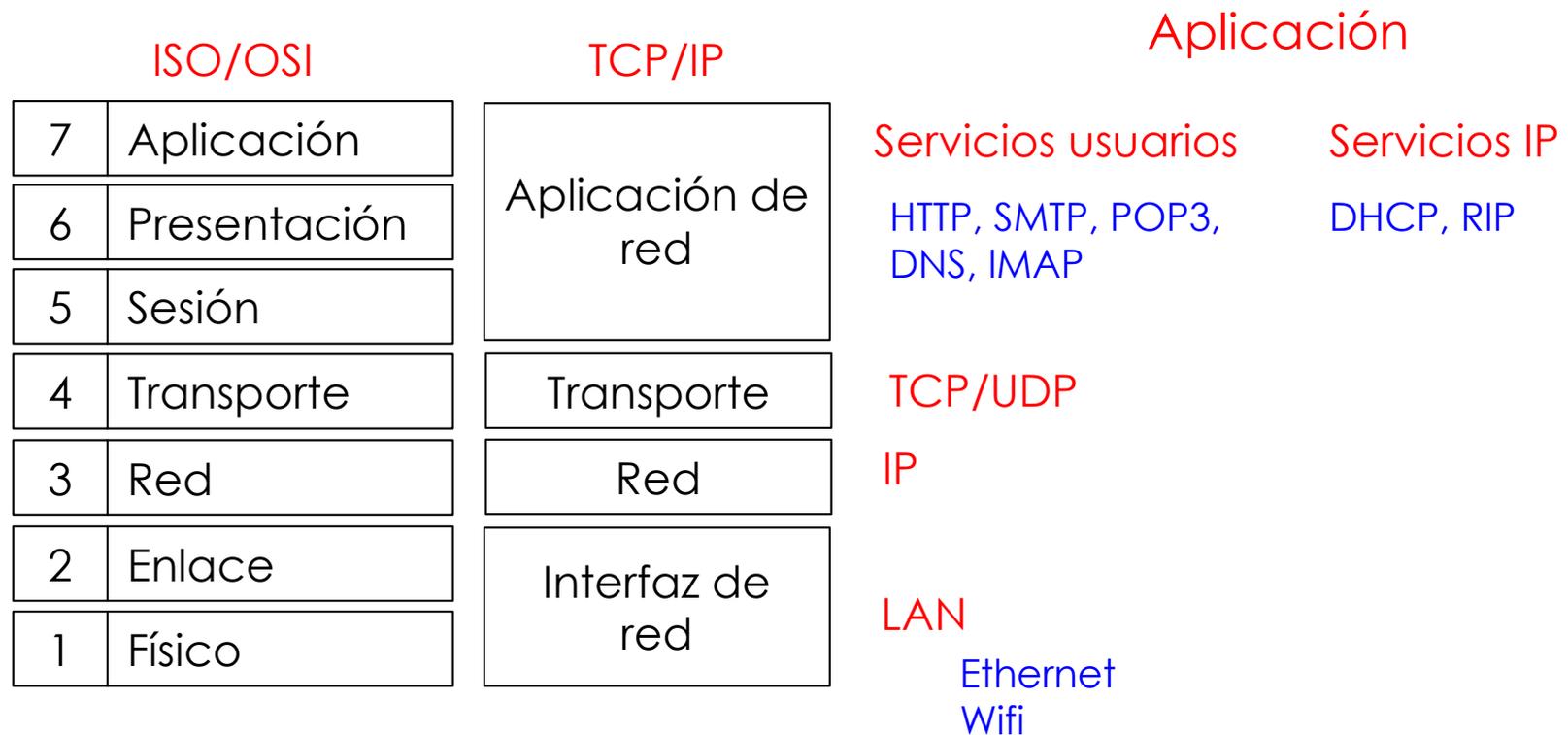
1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Pila ISO/OSI vs TCP/IP



1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Pila ISO/OSI vs TCP/IP

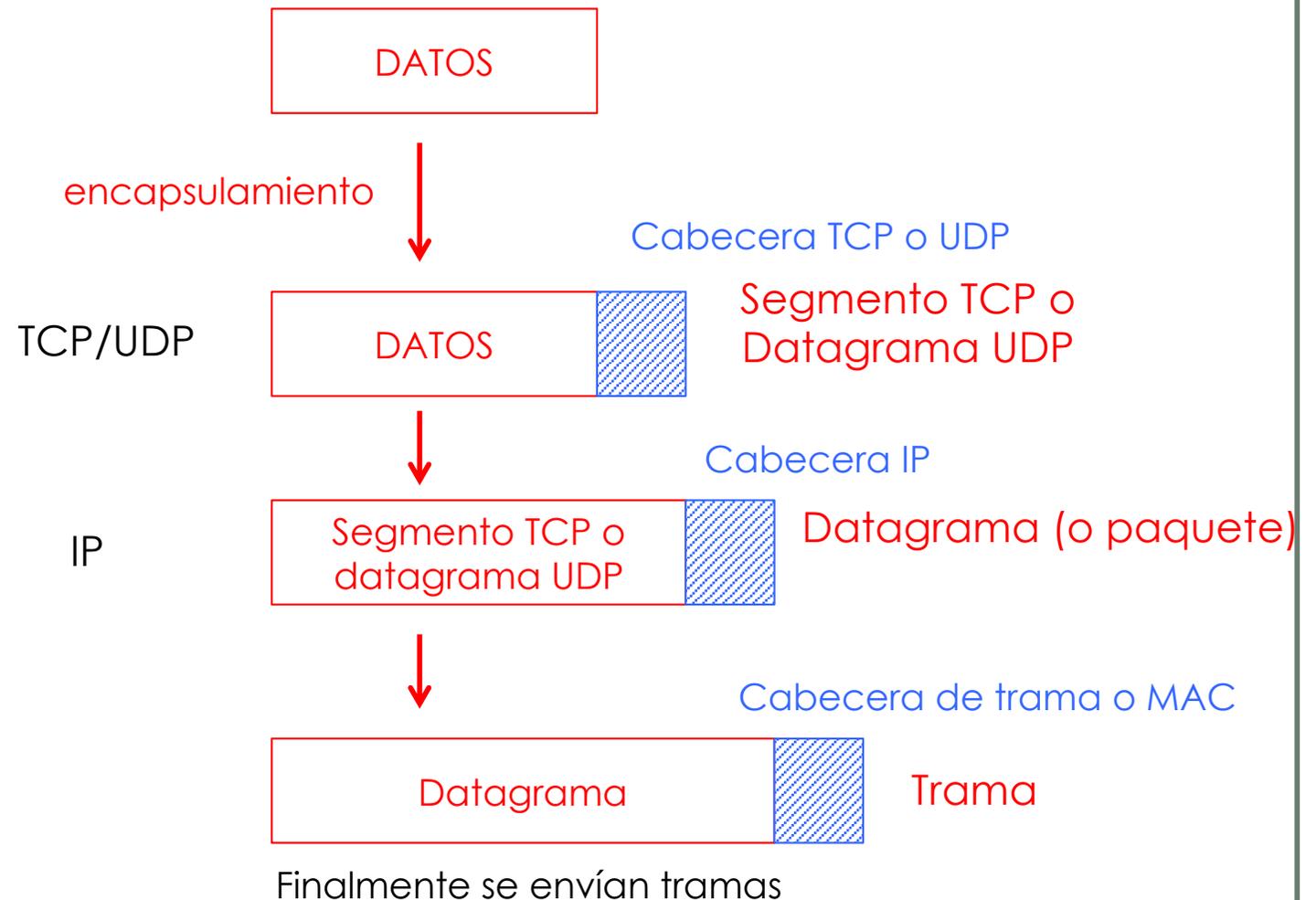


1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Encapsulamiento y cabeceras



La aplicación de red genera un bloque de información que hay que enviar a una aplicación destino

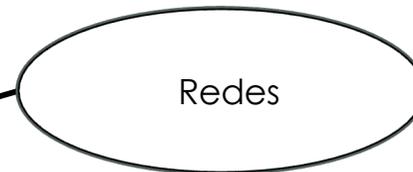


1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Encapsulamiento y cabeceras

7	Aplicación de red
6	
5	
4	Transporte
3	Red
2	Interfaz de red
1	

Aplicación origen



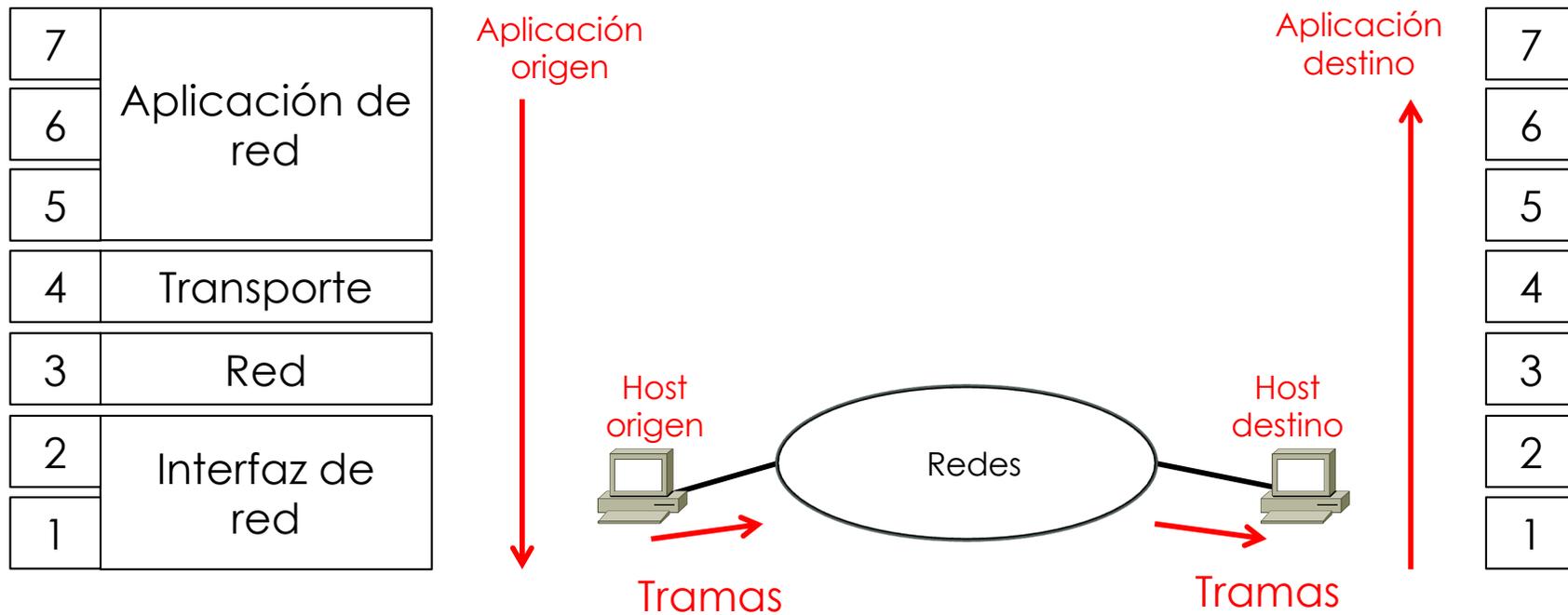
Aplicación destino



7
6
5
4
3
2
1

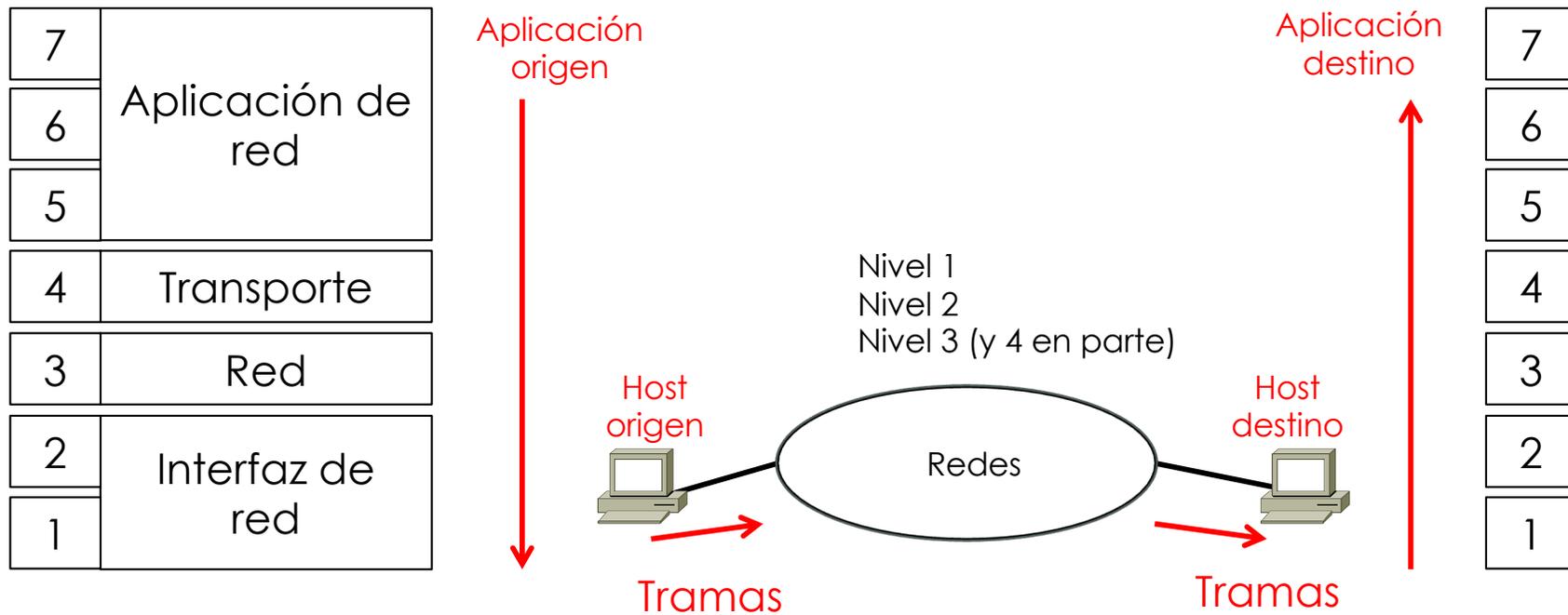
1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Encapsulamiento y cabeceras



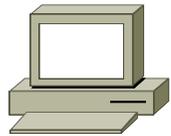
1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Encapsulamiento y cabeceras



1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Dispositivos de red



PC, host

Nivel 7



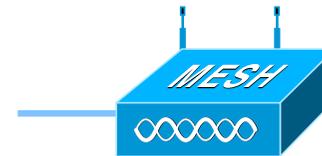
Router

Nivel 3 (mas algo de nivel 4 si usa PAT o BGP)

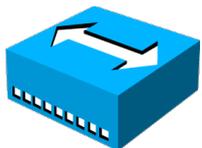


Switch

Nivel 2

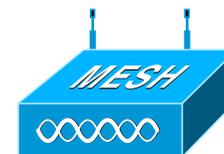


Access Point con Eth
=> Switch 2 puertos,
uno WiFi
otro Ethernet



Hub

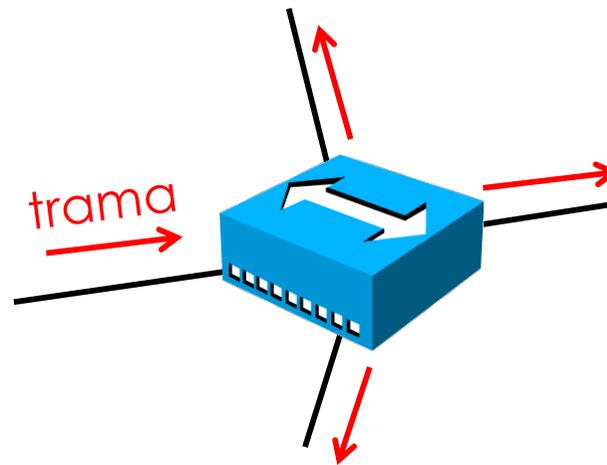
Nivel 1



Access Point
=> Hub inalámbrico

1.1 - Repaso de los conceptos de redes

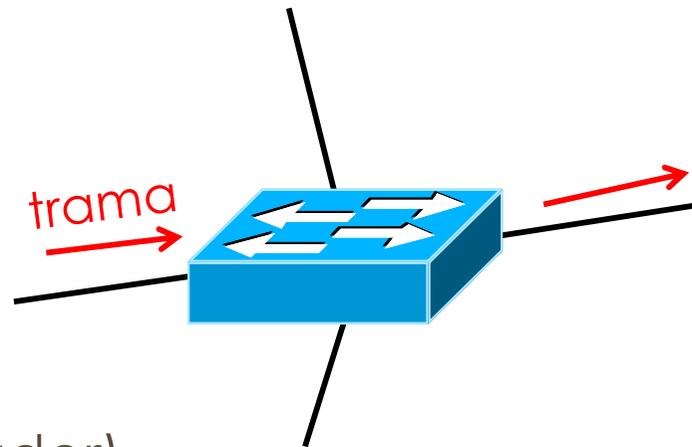
Dispositivos de red



- Hub
 - Dispositivo de nivel 1
 - Recibe una trama por una interfaz y la reenvía por todas las demás interfaces
 - No modifica la trama
 - Repetidor multipuerto

1.1 - Repaso de los conceptos de redes

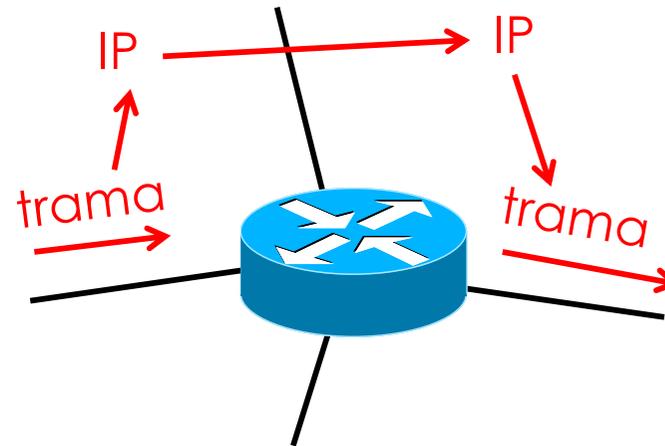
Dispositivos de red



- Switch (o conmutador)
 - Dispositivo de nivel 2
 - Recibe una trama y la guarda en un buffer (store&forward)
 - Lee la cabecera de trama y decide la interfaz de salida según la @MAC destino
 - Usa una tabla llamada Tabla MAC para saber donde enviar las tramas
 - Esta tabla es dinámica y se actualiza al chequear la @MAC origen de las tramas
 - No usa @IP

1.1 - Repaso de los conceptos de redes

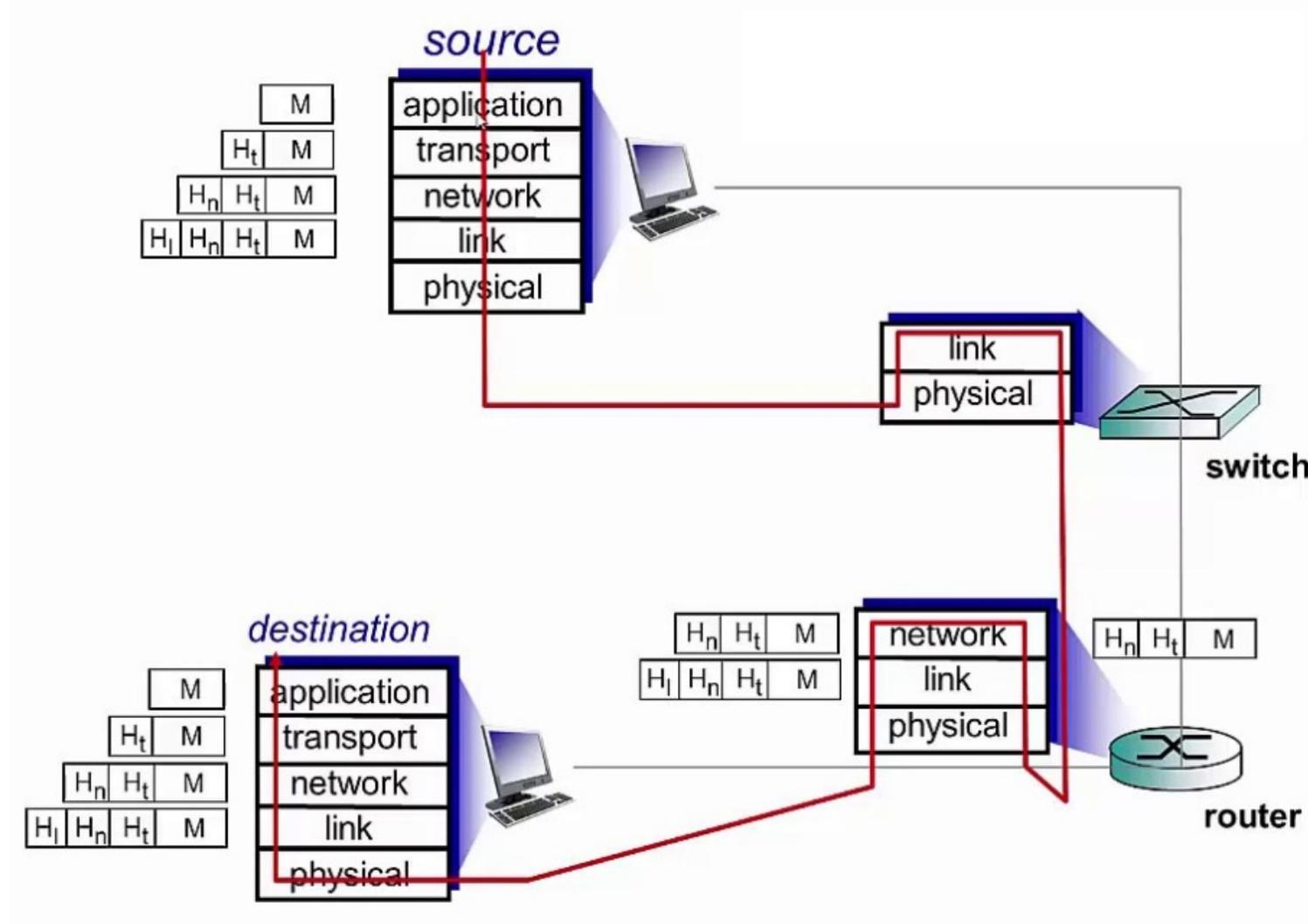
Dispositivos de red



- Router
 - Dispositivo de nivel 3
 - Recibe una trama y mira si la @MAC destino coincide con su tarjeta
 - Si no lo es, descarta la trama
 - Si lo es, elimina la cabecera de trama y guarda el datagrama IP que queda
 - Lee la cabecera IP y decide hacia que interfaz mover el datagrama según la @IP destino y la tabla de encaminamiento
 - Encapsula el datagrama en una nueva trama y envía

1.1 - Repaso de los conceptos de redes

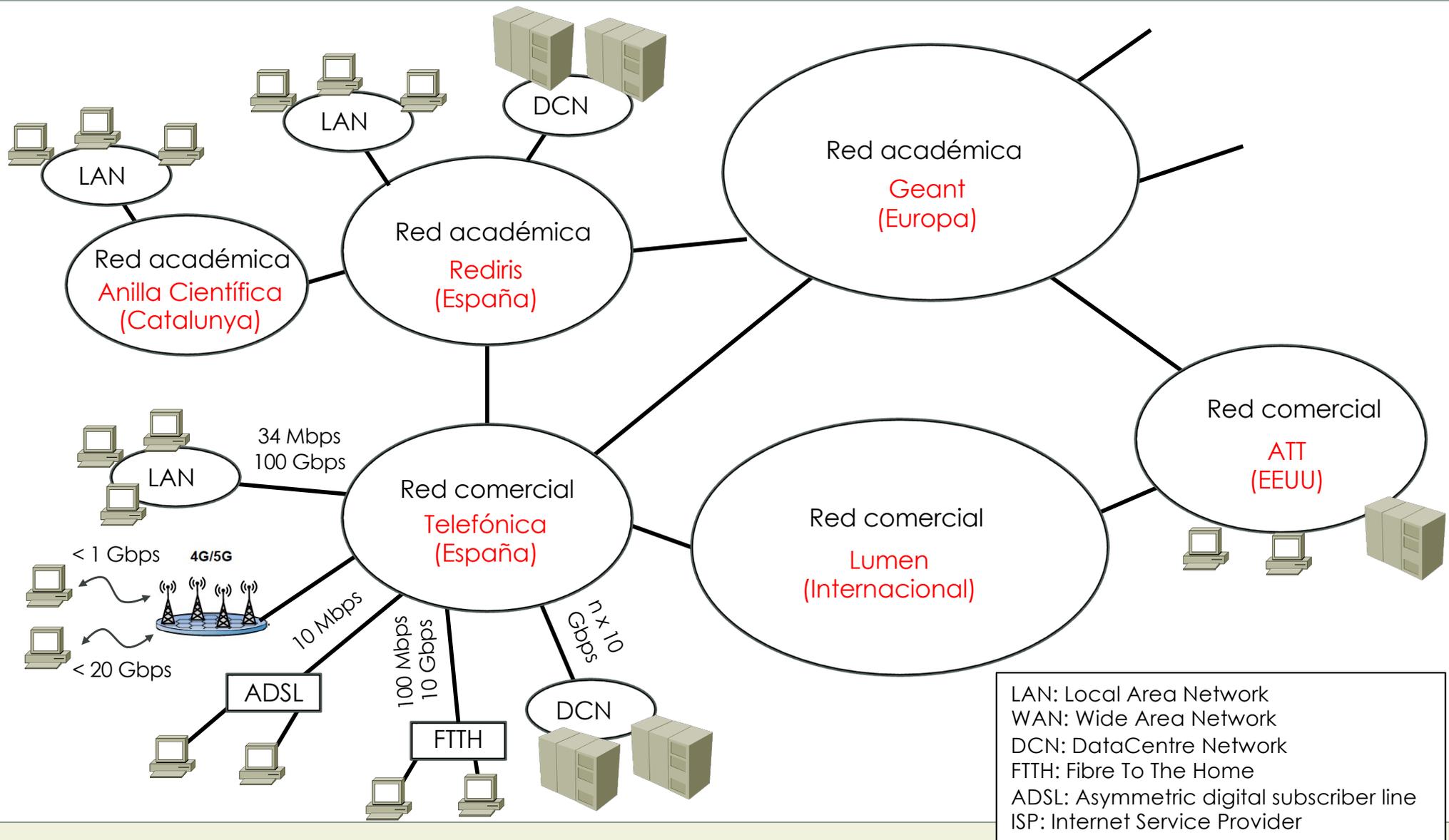
Ejemplo



Fuente imagen: Anand Seetharam, https://www.youtube.com/watch?v=Vk_KQ6fwSxc

1.1 - Repaso de los conceptos de redes

Estructura de Internet



Diferencias con PI

- PI trata protocolos
 - OSPF, BGP, IPv6, STP, RTP, etc.
- TXC trata tecnologías
 - QoS, redes ópticas, firewall, IDS, FTTH, etc.

Índice

- Repaso de los conceptos de redes
- **Modelo de transmisión**
- Multiplexación
- Conmutación

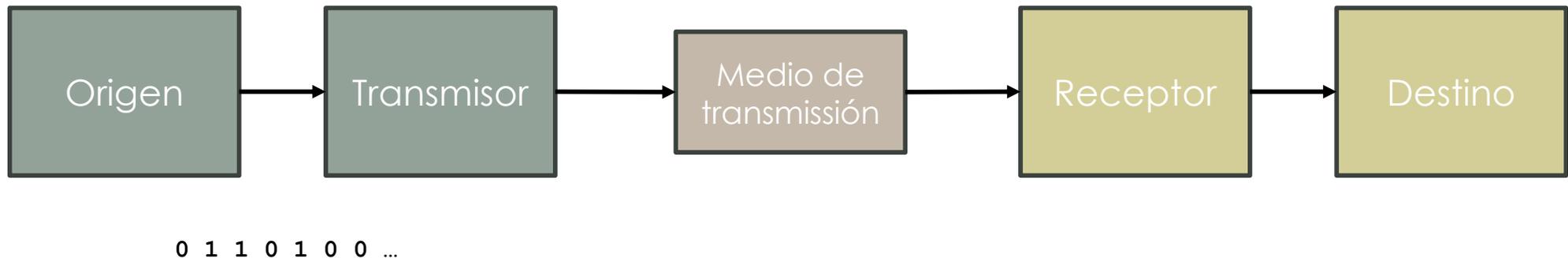
Modelo de transmisión

- Modelo de transmisión simple



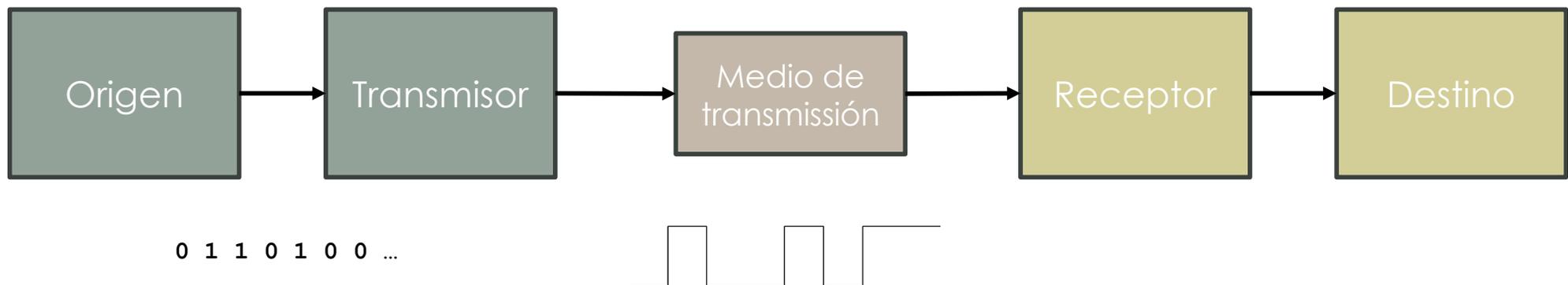
Modelo de transmisión

- Modelo de transmisión simple
 - Secuencia de bits del origen al transmisor



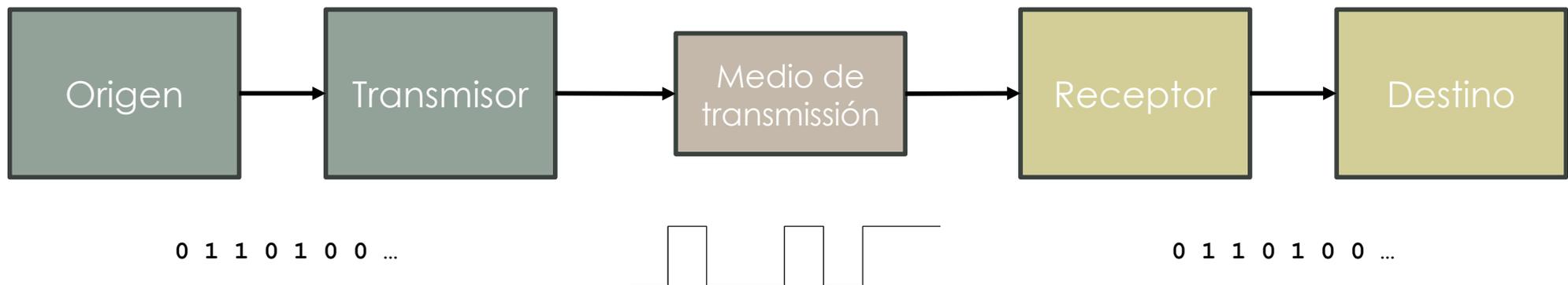
Modelo de transmisión

- Modelo de transmisión simple
 - Secuencia de bits del origen al transmisor
 - Señal electromagnética que se transmite por un medio de transmisión cableado o inalámbrico



Modelo de transmisión

- Modelo de transmisión simple
 - Secuencia de bits del origen al transmisor
 - Señal electromagnética que se transmite por un medio de transmisión cableado o inalámbrico
 - Secuencia de bits del receptor al destino

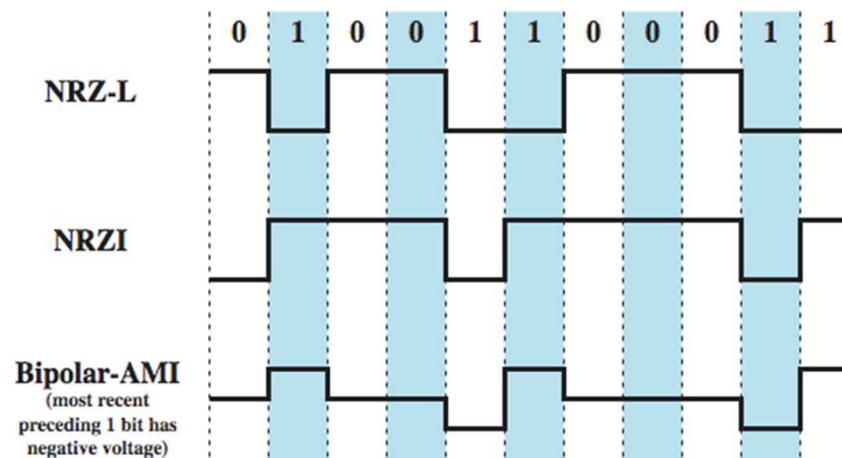


Modelo de transmisión

- Codificación
 - Transformar una secuencia de bits en una señal electromagnética



- Algunos ejemplos



Índice

- Repaso de los conceptos de redes
- Modelo de transmisión
- **Multiplexación**
- Conmutación

Multiplexación

- Un medio de transmisión no se usa para una única transmisión



- Pero el medio si que es único, ¿como evitar un choque entre transmisiones diferentes?

Multiplexación

- Un medio de transmisión no se usa para una única transmisión



- Pero el medio si que es único, ¿como evitar un choque entre transmisiones diferentes?
- Se necesitan técnicas de **multiplexación**

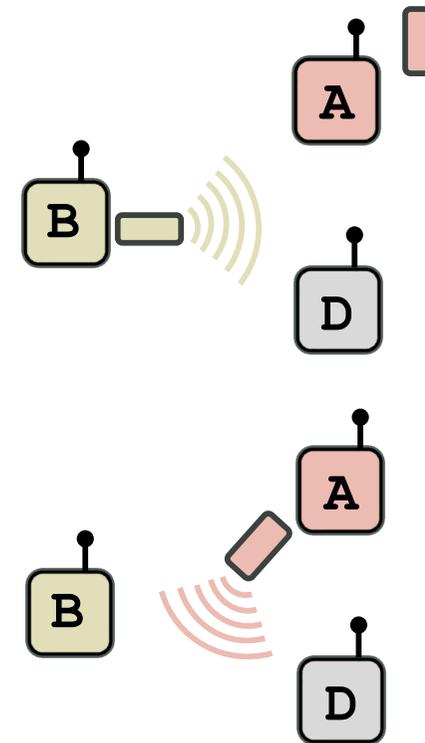
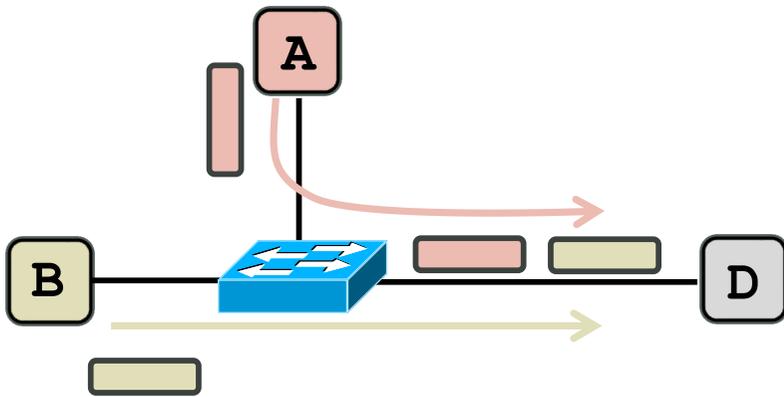


Multiplexación

- ¿Conocéis algunas técnicas de multiplexación?
 - En principio deberíais...

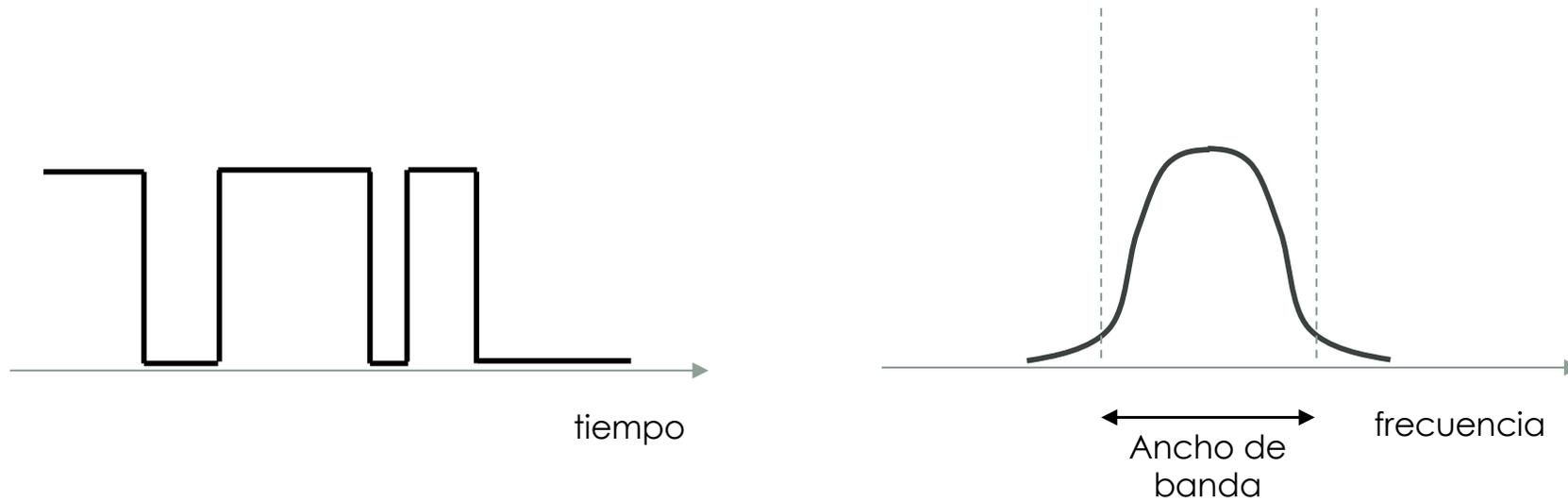
Time Division Multiplexing (TDM)

- Multiplexación por división de tiempo usada en Ethernet, WiFi, ... para evitar colisiones entre tramas



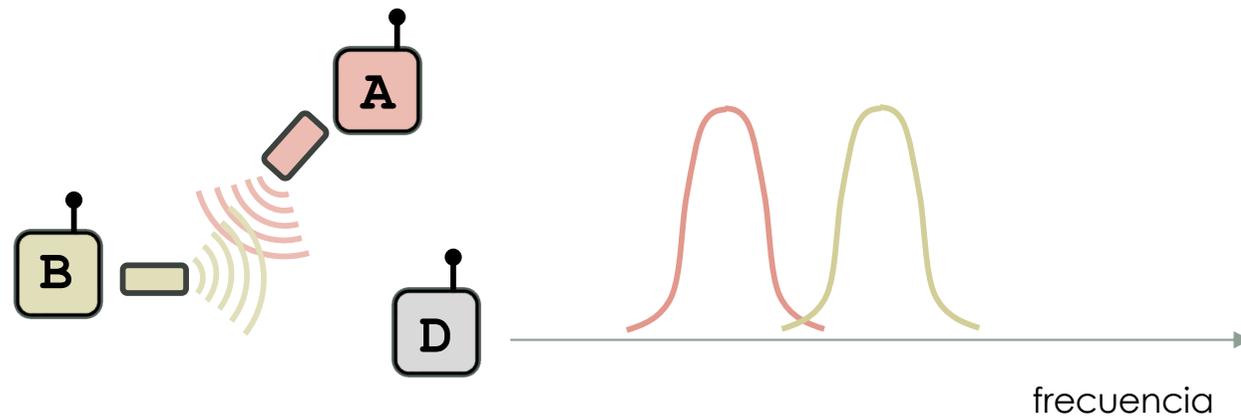
Frequency Division Multiplexing (FDM)

- Multiplexación por división de frecuencia
- Una señal típicamente ocupa un cierto ancho de banda que depende de la velocidad de transmisión y de la codificación empleada



Frequency Division Multiplexing (FDM)

- Multiplexación por división de frecuencia
- Dos señales se pueden transmitir al mismo tiempo si ocupan frecuencias diferentes

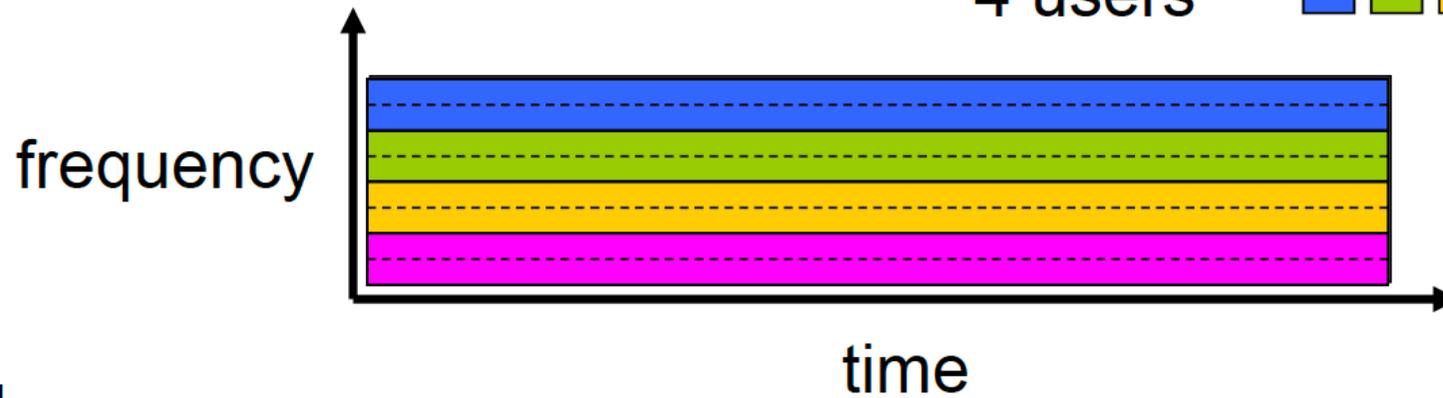


FDM vs TDM

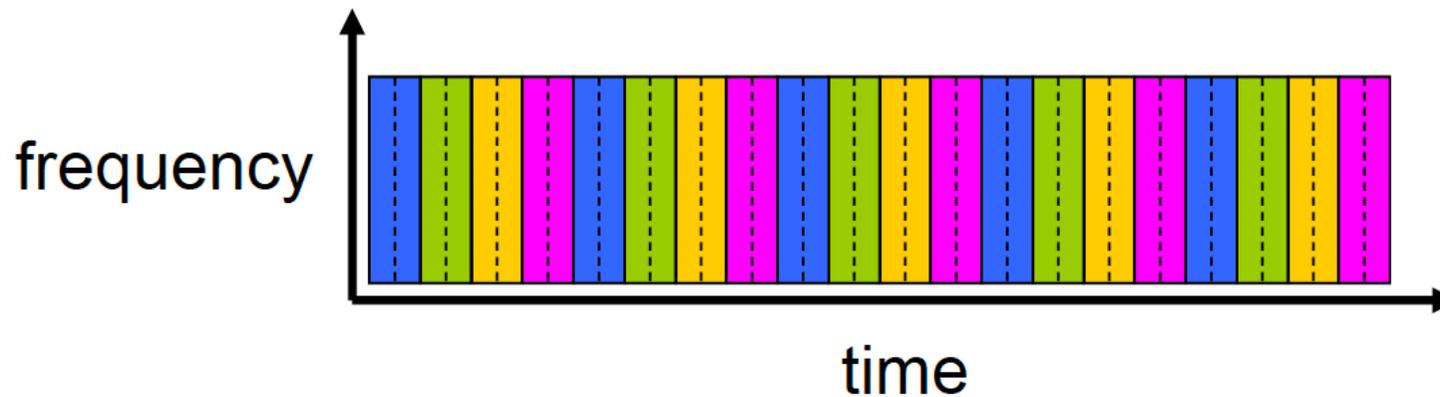
FDM

Example:

4 users



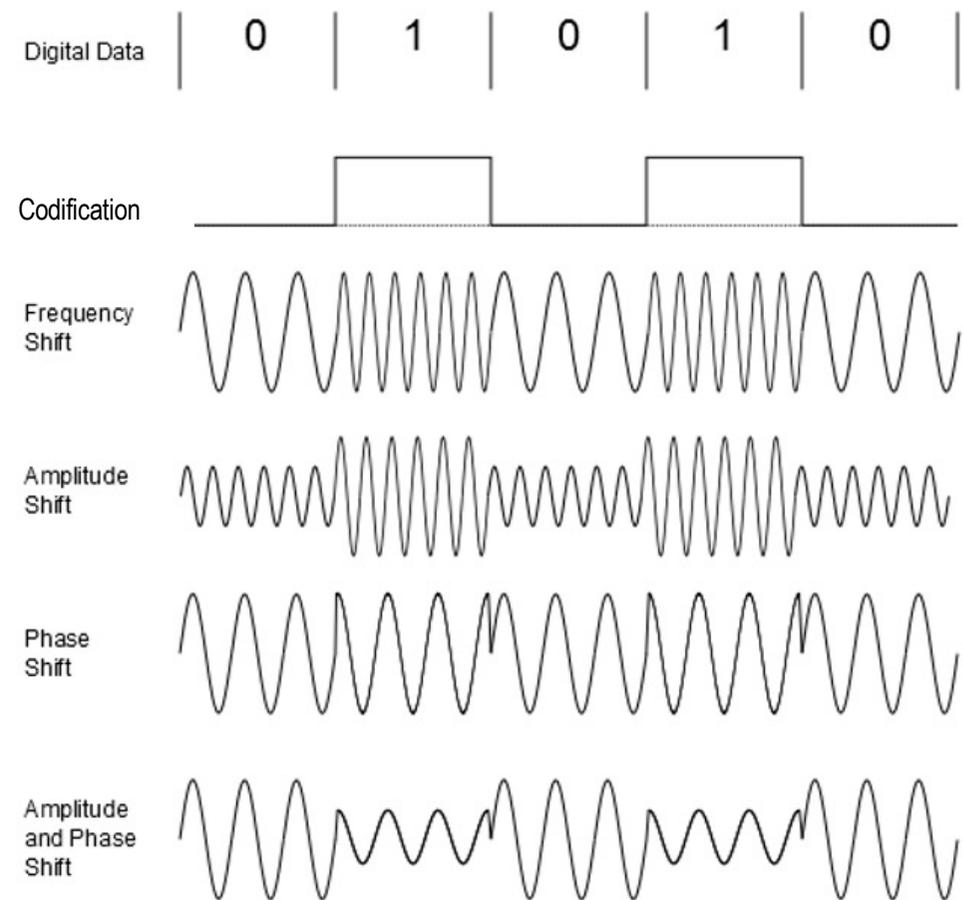
TDM



Fuente imagen: J.F. Kurose, K.W. Ross, Computer Networking: A Top Down Approach, Seventh Edition, Cap. 9, 2017

Modulación

- Mover la señal a una frecuencia concreta
 - Se usa una señal portadora cuya frecuencia indica donde se mueve la señal codificada
 - Algunos ejemplos de modulación



Fuente imagen: <https://www.5gtechnologyworld.com/digital-modulation-basics-part-1/>

Modulación

- Mover la señal a una frecuencia concreta
- Para permitir FDM
- Para adaptar la señal a las características del medio
 - No es lo mismo transmitir por un cable en cobre como Ethernet, que por una fibra óptica o por el espacio libre
 - Cada medio de transmisión tiene prestaciones diferentes según a que frecuencia se transmite
- Para optimizar el uso de las frecuencias disponibles
 - El ancho de banda de la señal no cambia si se mueve a otras frecuencias
 - Pensar por ejemplo a cuantas señales que ocupan 1 MHz se pueden transmitir al mismo tiempo entre 30 y 40 MHz y entre 30 y 40 GHz

Tema 1. Introducción

Modulación

- Mover la señal a una frecuencia
- Para permitir FDM
- Para adaptar la señal a las características de cada medio de transmisión
 - No es lo mismo transmitir por un cable por una fibra óptica o por el espacio
 - Cada medio de transmisión tiene una frecuencia que se transmite
- Para optimizar el uso de las frecuencias
 - El ancho de banda de la señal no depende de las frecuencias
 - Pensar por ejemplo a cuántas señales se pueden transmitir al mismo tiempo entre 30 MHz y 300 GHz



Tema 1. Introducción



Modulación

UNITED STATES FREQUENCY ALLOCATIONS

THE RADIO SPECTRUM

RADIO SERVICES COLOR LEGEND

AERONAUTICAL MOBILE	INTER-SATELLITE	RADIO ASTRONOMY
AERONAUTICAL MOBILE SATELLITE	LAND MOBILE	RADIO TERMINATION SATELLITE
AERONAUTICAL RADIOLOCATION	LAND MOBILE SATELLITE	RADIO LOCATION
AMATEUR	MARITIME MOBILE	RADIO LOCATION SATELLITE
AMATEUR SATELLITE	MARITIME MOBILE SATELLITE	RADIO NAVIGATION
BROADCASTING	MARITIME RADIOLOCATION	RADIO NAVIGATION SATELLITE
BROADCASTING SATELLITE	METEOROLOGICAL	SPACE OPERATION
EARTH EXPLORATION SATELLITE	METEOROLOGICAL SATELLITE	SPACE RESEARCH
FIXED	MOBILE	STANDARD FREQUENCY AND TIME SIGNAL
FIXED SATELLITE	MOBILE SATELLITE	STANDARD FREQUENCY AND TIME SIGNAL SATELLITE

ACTIVITY CODE

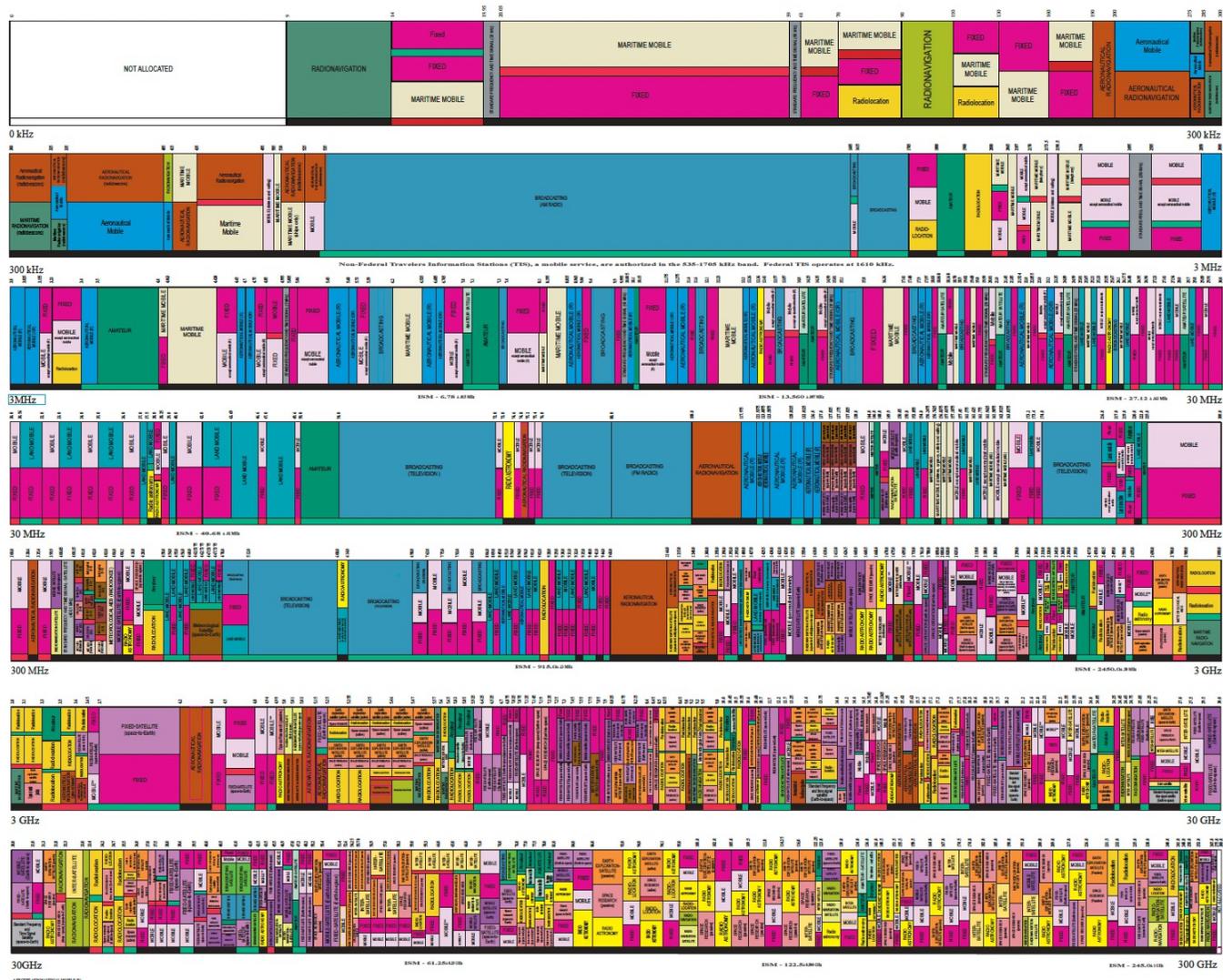
FEDERAL EXCLUSIVE	FEDERAL/NON-FEDERAL SHARED
NON-FEDERAL EXCLUSIVE	

ALLOCATION USAGE DESIGNATION

SERVICE	EXAMPLE	DESCRIPTION
Primary	FIXED	Capital Letter
Secondary	MOBILE	Not Capital with lower case letters

The data is a graphic representation prepared by the U.S. Department of Commerce and is not intended to be used for any purpose other than that for which it was prepared. It is not intended to be used for any purpose other than that for which it was prepared. It is not intended to be used for any purpose other than that for which it was prepared.

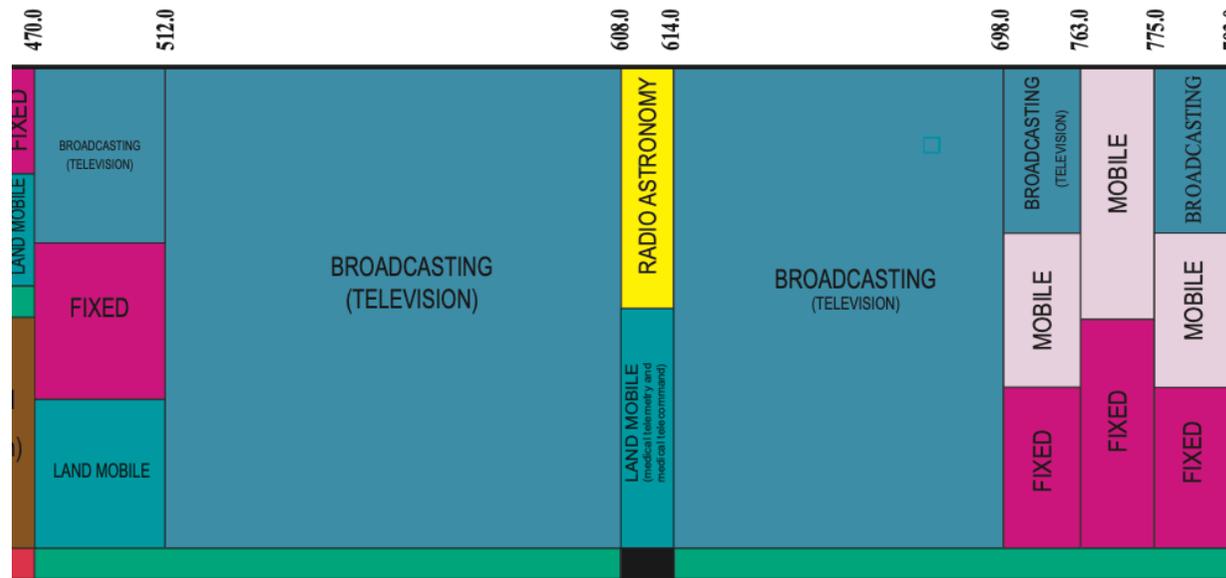
U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
National Telecommunications and Information Administration
Office of Spectrum Management
JANUARY 2016



Tema 1. Introducción

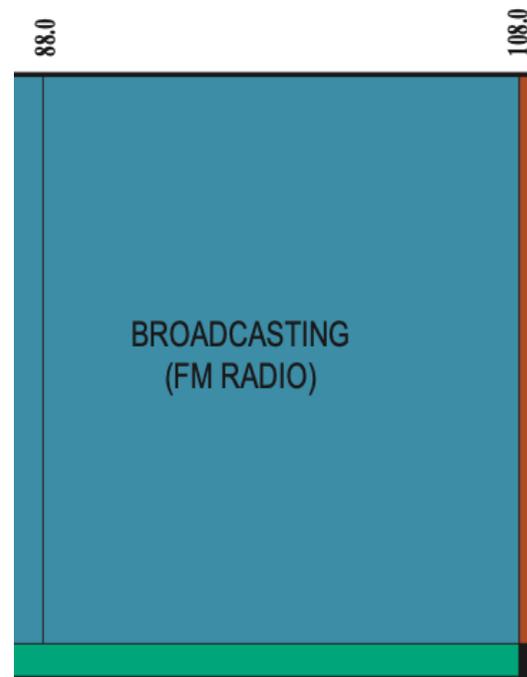
Modulación

- Por ejemplo, entre 470 MHz y los 790 MHz se transmiten los canales de televisión digital



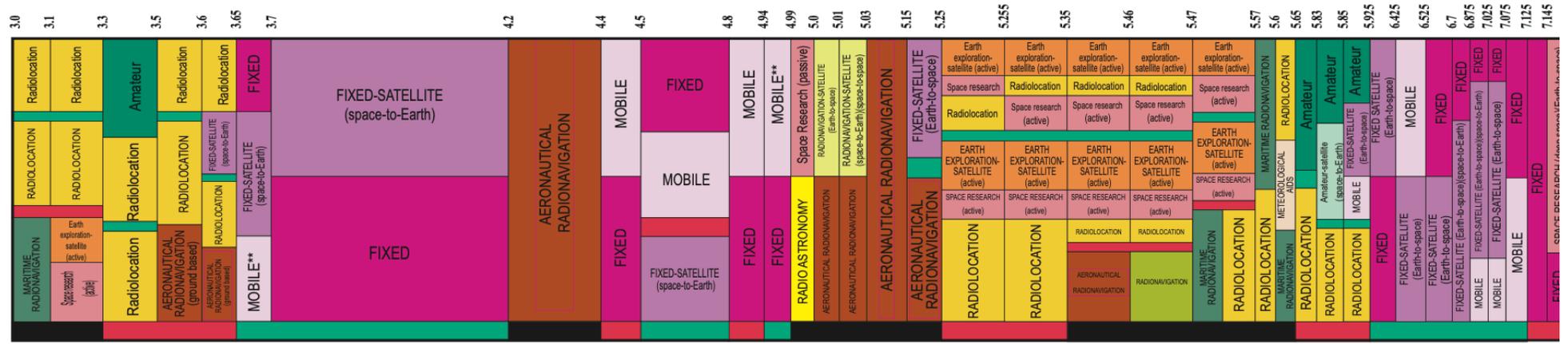
Modulación

- Por ejemplo, entre 88 MHz y los 108 MHz se transmiten los canales de radio FM (Frequency Modulation)

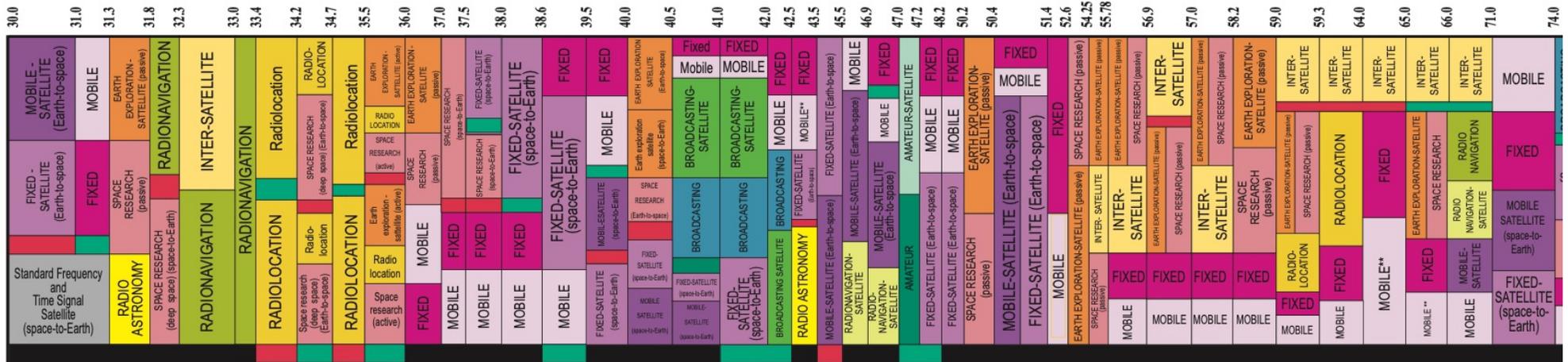


Tema 1. Introducción

Modulación



3 GHz



30GHz

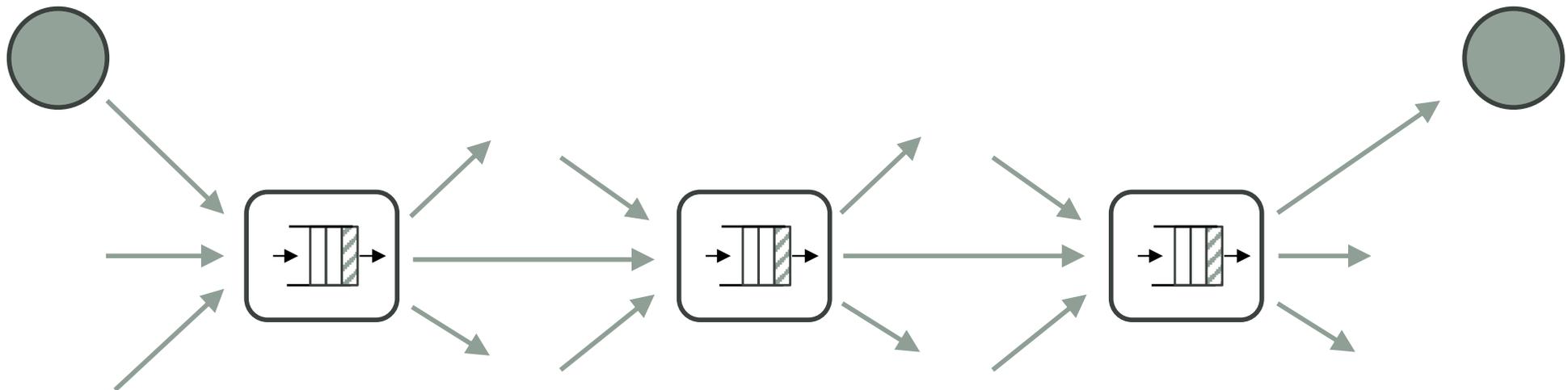
ISM - 61.25 ± 0.25 GHz

Índice

- Repaso de los conceptos de redes
- Modelo de transmisión
- Multiplexación
- **Conmutación**

Transmisión de paquetes

- Las redes se dice que son redes conmutadas
 - Porque los nodos (router/switch) “conmutan” (configuran) sus conexiones entrada/salida para llevar los paquetes de un origen a un destino
 - Los routers a nivel 3 (IP) y los switches a nivel 2 (tramas)

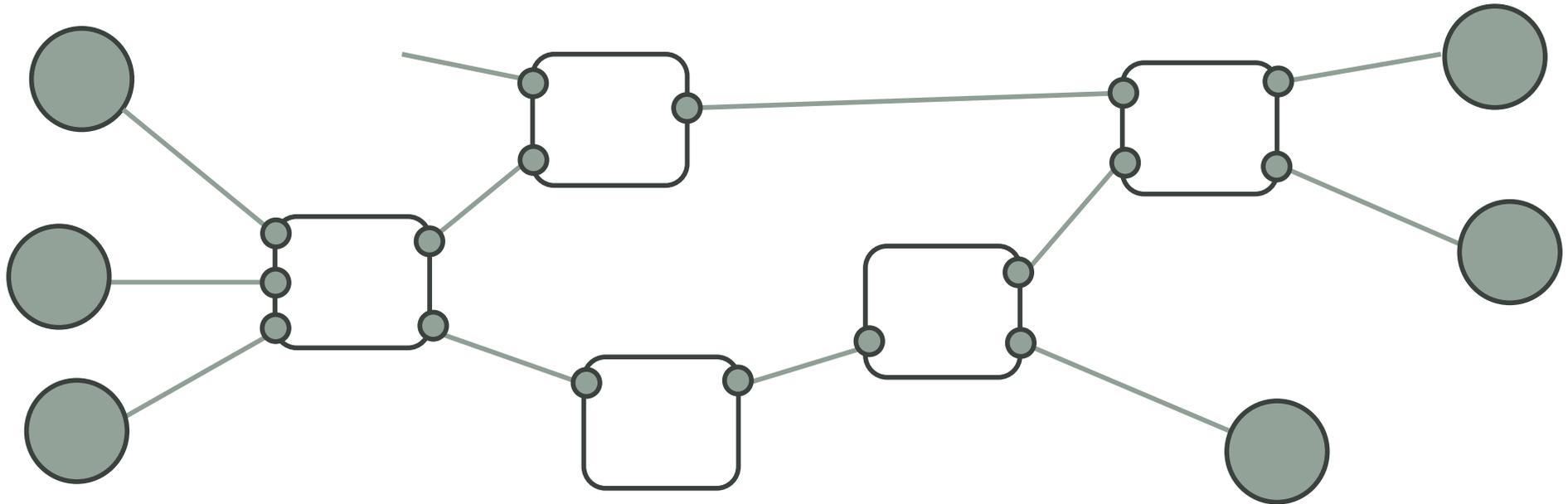


Transmisión de paquetes

- Las redes se dice que son redes conmutadas
 - Porque los nodos (router/switch) “conmutan” (configuran) sus conexiones entrada/salida para llevar los paquetes de un origen a un destino
- Existen varias técnicas para conmutar paquetes en una red
- Repasamos las tres técnicas más usadas porque según el entorno, hoy en día, se usa una u otra

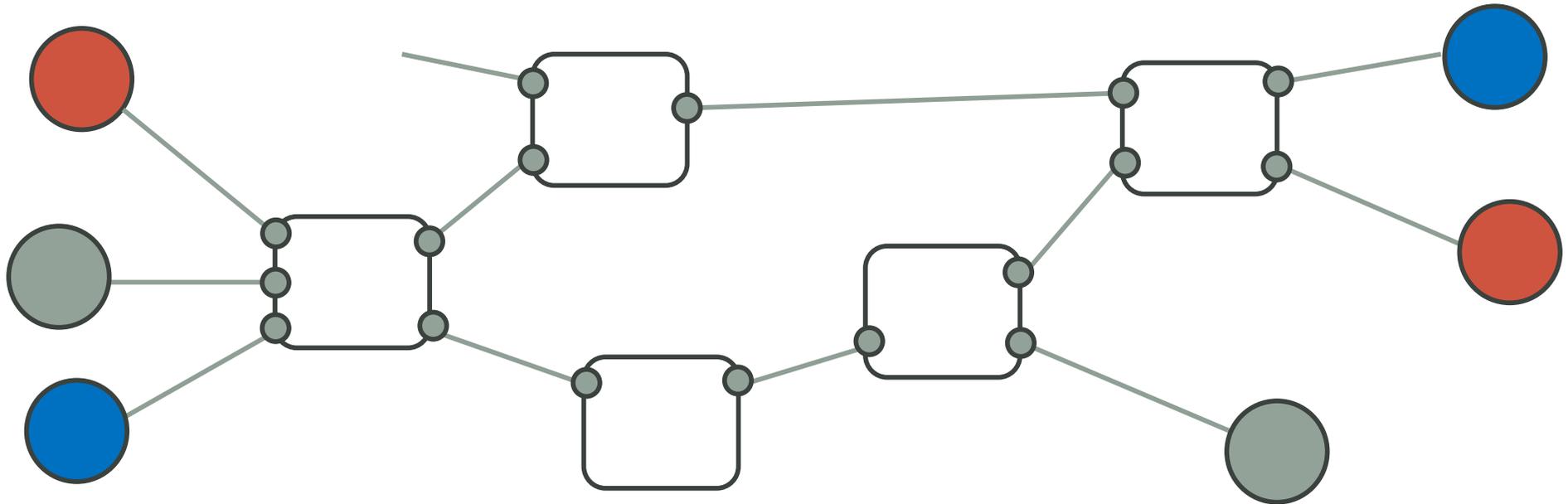
Conmutación de circuitos

- Se basa en establecer caminos reservados entre un origen y un destino



Conmutación de circuitos

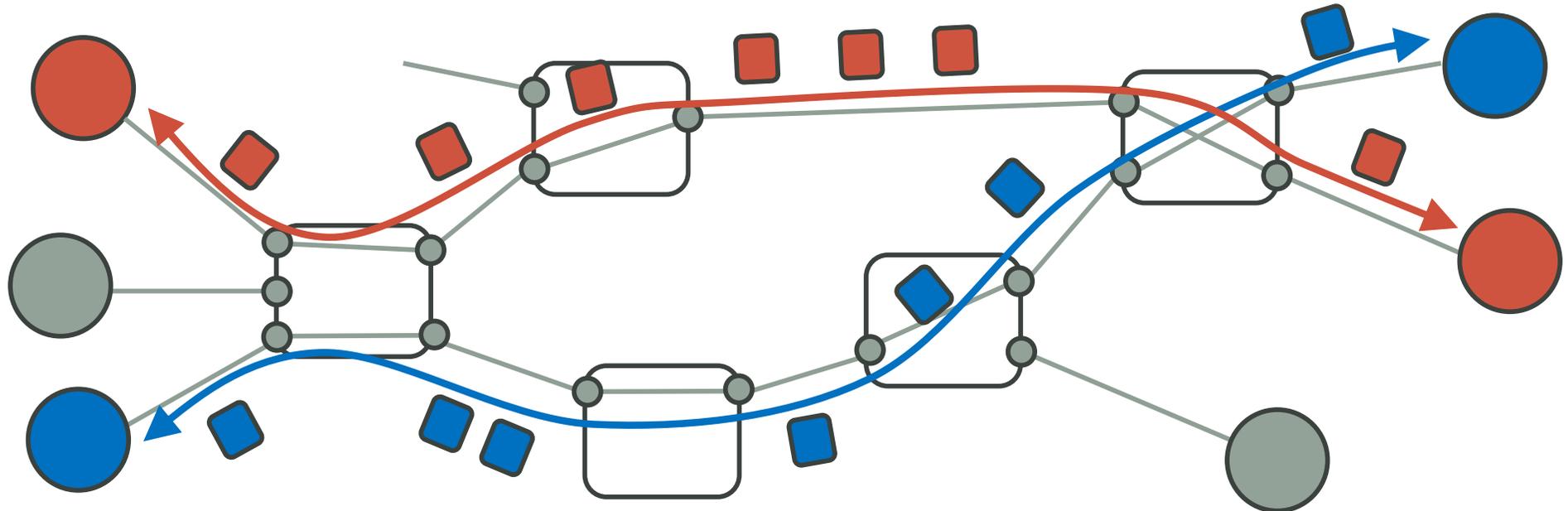
- Se basa en establecer caminos reservados entre un origen y un destino



- Se necesita
 - Establecer el circuito y reservar recursos
 - Transmitir
 - Finalizar el circuito y liberar recursos

Conmutación de circuitos

- Se basa en establecer caminos reservados entre un origen y un destino



- Cada switch/router (nodo) se configura para que conecte dos interfaces
- Solo la comunicación entre origen y destino puede usar los recursos del circuito establecido (enlace, interfaces)
- Cuando finaliza la comunicación, se liberan los recursos

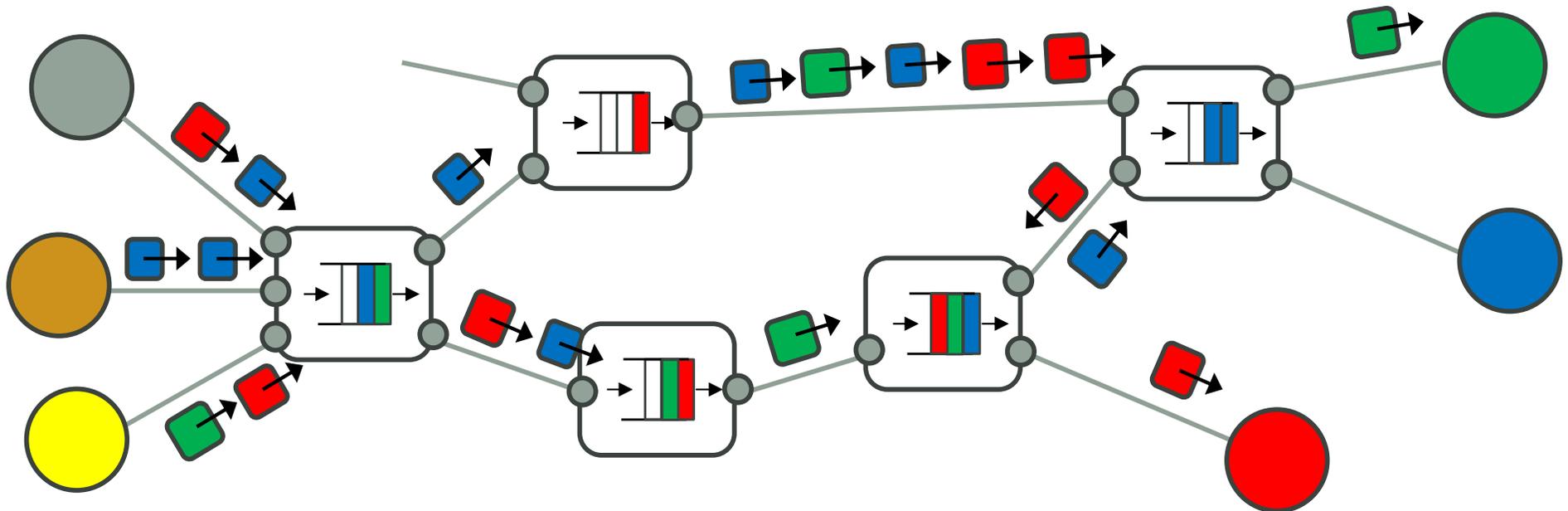
Conmutación de circuitos

- Ventajas
 - Todos los paquetes siguen el mismo camino
 - Los paquetes llegan en orden
 - No hay colisiones
 - No se necesitan colas
- Desventajas
 - Se necesita tiempo para establecer la conexión
 - Se reservan recursos dedicados exclusivamente a cada conexión
 - Si no se transmite, se están perdiendo recursos

Tema 1. Introducción

Conmutación de paquetes

- No hay conexión establecida
- Se conoce el origen y el destino
- Cada paquete se transmite independientemente
- Los nodos deciden por donde re-enviar los paquetes según la información local que conozcan (tabla de forwarding)



Conmutación de paquetes

- Ventajas
 - No se reservan recursos
 - En principio más eficiente
 - Menos protocolos necesarios
- Desventajas
 - Se puede perder algo de tiempo ya que cada paquete hay que almacenarlo en los nodos y tomar luego una decisión
 - Los paquetes pueden llegar fuera de orden
 - Se necesita añadir información en los paquetes para que los nodos sepan que hacer (cabecera)
 - Se pueden crear congestiones y por lo tanto perder paquetes

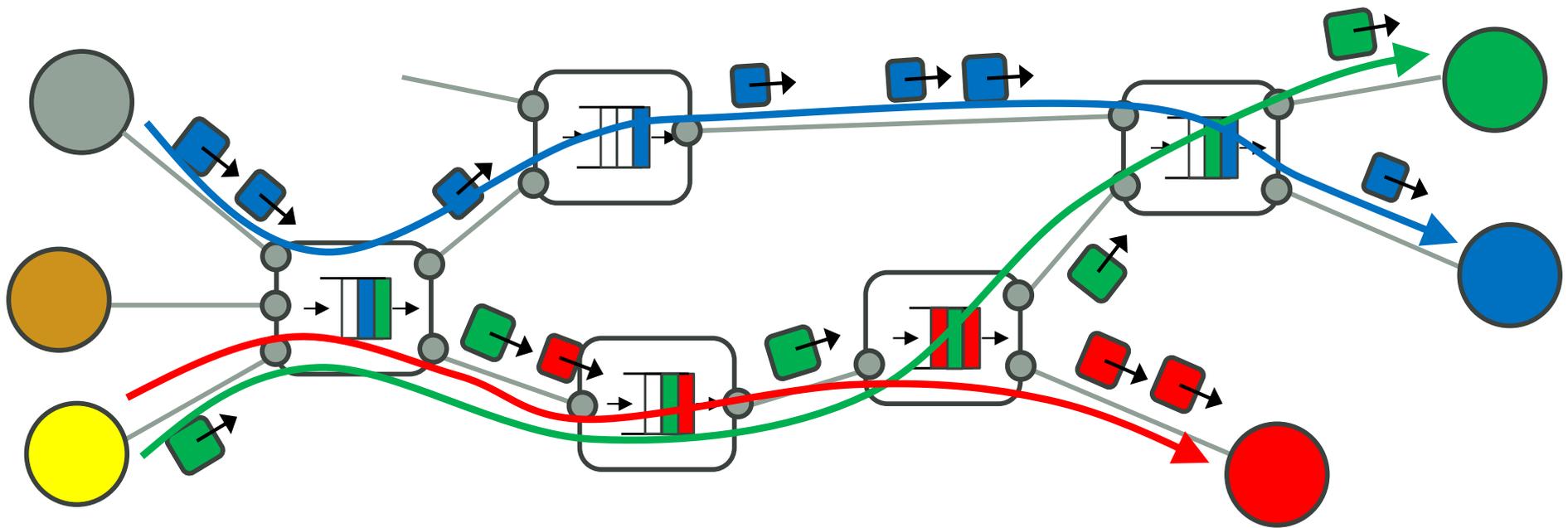
Conmutación de circuitos virtuales

- Una vía en el medio
- Se establecen conexiones entre nodos
- Pero no se reservan recursos
- Cualquier origen puede usar una conexión para transmitir a un destino

Tema 1. Introducción

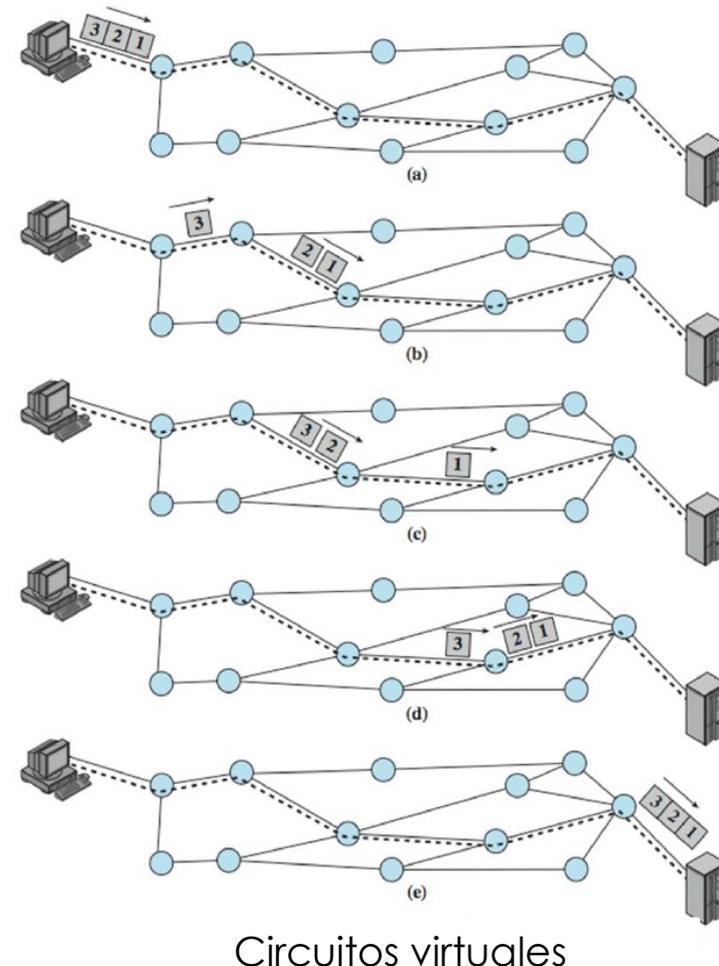
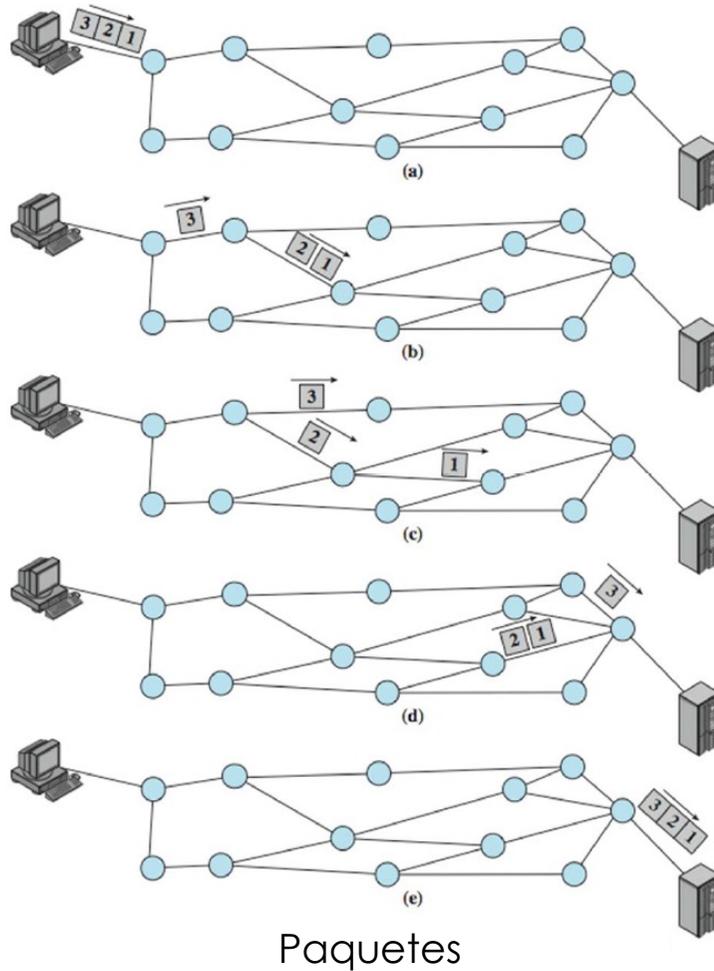
Conmutación de circuitos virtuales

- Se establecen conexiones entre nodos (circuitos virtuales)
- Se transmite sin reservar, pero siguiendo el circuito



Tema 1. Introducción

Conmutación de paquetes vs. circuitos virtuales



Fuente imagen: J.F. Kurose, K.W. Ross, Computer Networking: A Top Down Approach, Seventh Edition, Cap. 9, 2017

Conmutación de circuitos virtuales

- Ventajas
 - No se reservan recursos
 - Los paquetes llegan en orden
 - Más fácil controlar el estado de congestión
 - Más fácil establecer alternativas en caso de algún fallo
- Desventajas
 - Los paquetes siguen compitiendo para los recursos, por lo que hay que almacenarlo en los nodos y tomar luego una decisión
 - Se necesita una fase de establecimiento antes de poder transmitir
 - Se pueden crear congestiones, pero es más fácil mantener el sistema bajo control



Tecnologies de Xarxes de Computadors

Tema 1. Introducció

Davide Careglio