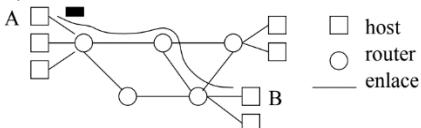


# TEMA 1: INTRODUCCIÓN

## ELEMENTOS DE INTERNET

### PUNTO DE VISTA HARDWARE

- HOSTS (estaciones o hospedadores) → sistemas terminales, es decir, el **origen y destino** de las transmisiones. **Todo dispositivo que pueda conectarse a internet es un host.**
- ENLACES → **medios físicos** por los que se realizan las comunicaciones.
- ROUTERS (rutadores o encaminadores) → dispositivos que **interconectan** los enlaces.
  - Los datos llegan al router por uno de los enlaces y este los reenvía a través de otro. Así, router a router se va generando la **ruta de los datos** de origen a destino.



### PUNTO DE VISTA SOFTWARE

- PROTOCOLOS → definen las **reglas y el formato para comunicaciones** (estándares de Internet) que todos los componentes de Internet siguen para permitir que funcione.
  - Los protocolos se encuentran en documentos denominados **RFC** (solicitudes de comentarios).
    - PROTOCOLOS BÁSICOS → necesarios para que funcione **internet**, fundamentalmente **TCP/IP** (y otros como UDP, ICMP, etc.).
    - PROTOCOLOS DE APLICACIÓN → necesarios para que funcionen ciertas **aplicaciones** (como HTTP, SMTP, etc.).

### PUNTO DE VISTA COMERCIAL

- ISP (proveedores de servicio a internet) → permiten que los sistemas terminales accedan a internet.
  - PROVEEDORES DE BAJA ESCALA (residenciales) → proporcionan acceso a internet a los **usuarios**.
  - PROVEEDORES DE ALTA ESCALA (nacionales o internacionales) → proporcionan **{redes troncales que interconectan a los proveedores de baja escala. líneas de larga distancia.**

## SERVICIO ORIENTADO A CONEXIÓN Y SIN CONEXIÓN

### SERVICIO ORIENTADO A CONEXIÓN – TCP (protocolo de control de transmisión)

#### FASES

1. **Establecimiento** de la conexión:
  - 1.1. El cliente solicita al servidor una conexión.
  - 1.2. Se fijan parámetros.
  - 1.3. Ambos hosts se preparan para la transmisión.
2. **Transmisión** de datos.
3. **Desconexión** → termina la transmisión y se liberan los recursos.

#### CARACTERÍSTICAS

- **Segmentación** → TCP va recogiendo los datos que la aplicación va escribiendo en el socket y con ellos forma paquetes de datos para transmitir.
  - ↳ El tamaño máximo de los paquetes es el MSS (tamaño máximo de segmento).
- **Transferencia fiable** → el receptor envía una confirmación, ACK (acknowledgement) cuando un paquete llega correctamente. Así, si el emisor no recibe el ACK de un determinado paquete, esto significa que ha llegado mal o se ha perdido, por lo que lo vuelve a enviar.
- **Control de flujo** → permite que la tasa de envío del emisor se ajuste a la tasa de datos que el receptor puede aceptar.
  - ↳ El receptor comunica la tasa de datos que puede aceptar en un campo de los ACK.
- **Control de congestión** → permite que la tasa de envío del emisor se ajuste a las capacidades de la red para que no sature enlaces y routers.
  - ↳ Un host considera que hay congestión si muchos paquetes no llegan al destino.

### SERVICIO NO ORIENTADO A CONEXIÓN – UDP (protocolo de datagrama de usuario)

- \* No hay **fase de conexión**.
  - **confirmaciones**, el emisor desconoce si el paquete llegó al destino.
  - **control de flujo ni de congestión**.
  - ↳ Como consecuencia, la transmisión es **más rápida**, aunque **menos fiable**.
- ❖ TCP se usa cuando la aplicación necesita **fiabilidad** (telnet, FTP, SMTP, HTTP, etc.).
- ❖ UDP se usa cuando la aplicación necesita **rapidez y no importa** que algunos paquetes se pierdan (telefonía IP, videoconferencia, etc.).

## TIPOS DE REDES

- Desde el punto de vista **hardware**, podemos distinguir entre las siguientes redes:
  - **Conmutación** **{**
    - Circuitos** **{**
      - Sin multiplexación
      - Con multiplexación **{**
        - FDM
        - TDM
    - Paquetes** **{**
      - Datagramas
      - Circuitos Virtuales
  - **Difusión** → todos los hosts reciben las transmisiones, pero sólo el destinatario la procesa.

## REDES DE CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS

- Las redes de CC son derrochadoras de recursos → los recursos están reservados para una transmisión, aunque esta al final no los use.

### FASES

- Fase de conexión:**
    - Se reservan recursos hardware necesarios, que suelen ser ranuras de tiempo o de frecuencia.
      - Los recursos reservados no pueden ser usados por otra transmisión.
    - Se establece la ruta que van a seguir los datos.
- Transmisión de datos.**
- Fase de desconexión** → se liberan todos los recursos.

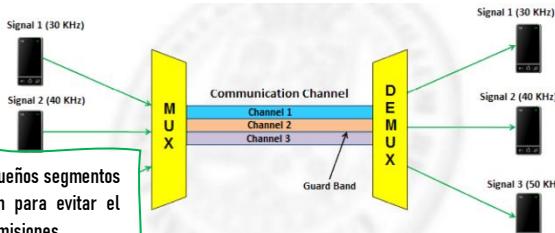


### TIPOS

- Redes de conmutación de circuitos SIN MULTIPLEXACIÓN → por cada enlace sólo se puede realizar una transmisión de cada vez.
- Redes de conmutación de circuitos CON MULTIPLEXACIÓN → por cada enlace pueden realizarse varias transmisiones a la vez.
  - Para poder repartir el enlace entre varias transmisiones se divide en varias ranuras el tiempo o la frecuencia.

#### Multiplexado por DIVISIÓN EN FRECUENCIA (FDM)

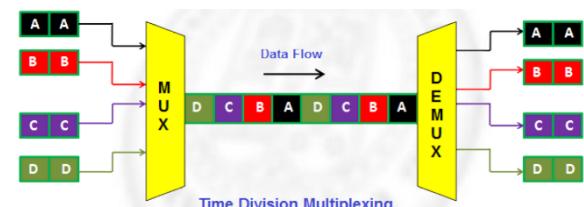
- Cada una de las transmisiones se modula a distinta frecuencia.



- Las BANDAS DE GUARDA son pequeños segmentos de frecuencia que no se usan para evitar el solapamiento de distintas transmisiones

#### Multiplexado por DIVISIÓN EN TIEMPO (TDM)

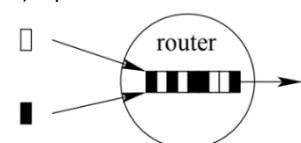
- Cada una de las transmisiones tiene asignada una ranura de tiempo. El orden del marco se repite periódicamente.



## REDES DE CONMUTACIÓN DE PAQUETES

### CARACTERÍSTICAS

- No se reservan recursos para cada transmisión: todos se comparten y asignan bajo demanda.
- Tienen segmentación (trabajan con paquetes).
  - Cada paquete contiene, además de datos, una cabecera con información de control (para llegar a su destino, ACK, etc.).
- En internet, los routers funcionan como conmutadores de paquetes, operando mediante almacenamiento y reenvío:
  - Reciben el paquete completo antes de reenviarlo.
  - Se procesa y almacena el paquete en la cola de salida correspondiente.
    - Si la cola está llena, se descarta el paquete.
  - Abandona la cola y se retransmite al siguiente enlace.



### RETARDO

- Retardo de PROCESAMIENTO → tiempo necesario para examinar la cabecera y dirigir el paquete a la salida.
- Retardo de ESPERA EN LA COLA → tiempo necesario para que el paquete abandone la cola, proporcional a la carga de la red.
- Retardo de TRANSMISIÓN → longitud del paquete / tasa de transmisión tiempo necesario para introducir todos los bits del paquete en el enlace.
- Retardo de PROPAGACIÓN → longitud del enlace / velocidad de propagación del enlace tiempo necesario para que el paquete se propague desde el inicio del enlace al siguiente nodo.

### RETARDO TOTAL EN CADA NODO

$$d_{total} = d_{procesamiento} + d_{cola} + d_{transmisión} + d_{propagación}$$

### RETARDO DE EXTREMO A EXTREMO

$$d = \sum_{i=1}^{N_{saltos}} d_{procesamiento\ i} + d_{cola\ i} + d_{transmisión\ i} + d_{propagación\ i}$$

- CAPACIDAD DEL ENLACE → retardo \* ancho de banda máximo número de bits que podrían estar en tránsito en un momento dado.
- APROVECHAMIENTO DEL ENLACE → número de bits que el emisor debe transmitir antes de que el primer bit llegue al receptor.
- RTT → 2 \* retardo retardo que se considera si el emisor espera ACKs.

### VENTAJAS DE LA SEGMENTACIÓN

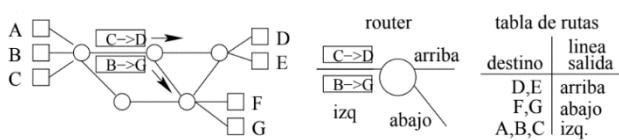
- El tiempo de transmisión es más corto.
- Una transmisión no satura la red con mensajes enormes, por lo que se pueden intercalar otras transmisiones.
- En caso de errores en un paquete, sólo hay que transmitir ese paquete con errores, y no el mensaje completo.

### TIPOS

- Redes de conmutación de DATAGRAMAS → no orientadas a conexión y el encaminamiento de los paquetes sólo se hace en función de la dirección de destino.
- Redes de conmutación de CIRCUITOS VIRUALES → orientadas a conexión y el encaminamiento se hace en función del número de circuito virtual.

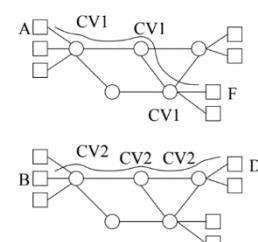
### DATAGRAMAS

- Se incluye la IP destino en la cabecera de cada paquete.
- Cuando el paquete llega a un router, este le examina la cabecera y en función del destino lo coloca en la cola de salida más apropiada.
  - Para seleccionarla, usa la TABLA DE REENVÍO.
- Los routers no mantienen información de estado (no recuerdan los encaminamientos previos). Cada secuencia de paquetes se encamina de forma independiente.



### CIRCUITOS VIRTUALES

- Al establecer la conexión se planifica una ruta al destino y se asigna un NÚMERO DE CIRCUITO VIRTUAL.
- A cada paquete se le escribe el número de CV, que los routers usarán para el reenvío.
- Los routers mantienen información de estado en la TABLA DE CVs, que contiene los circuitos virtuales que tienen abiertos.

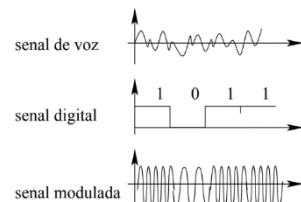


# ACCESO A INTERNET

- Formas de acceso residencial
  - Módem telefónico
  - ADSL
  - Cable HFC
  - FTTH
- Formas de acceso empresarial y doméstico → Ethernet y Wifi.
- Formas de acceso móvil → Wifi, 3G, 4G, 5G, LTE (evolución a largo plazo)...

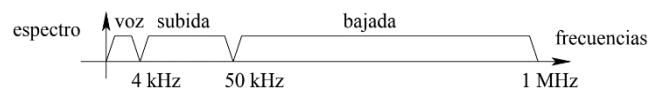
## MÓDEM TELEFÓNICO

- Usa la **línea telefónica** como si la transmisión de internet fuese una llamada de voz normal.
  1. **Establecimiento de la conexión** → llama al número telefónico del ISP.
  2. **Modulación** → convierte la señal digital en una señal ondulada a la frecuencia del sonido.
  3. **Demodulación** → el receptor convierte la señal ondulada en una señal digital.
- **Problema** → las señales de voz del sistema telefónico tienen un **ancho de banda de frecuencias muy estrecho (4 KHz)**.
  - Por esto sólo puede conseguirse una velocidad de transmisión **máxima de 56 kbps**.



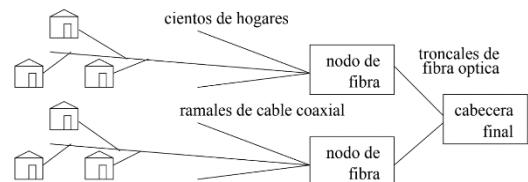
## ADSL (línea de suscripción digital asimétrica)

- Aprovecha todo el ancho de banda de frecuencias del **cable telefónico (1 MHz)**.
  - Voz telefónica.
  - Canal de subida a internet.
  - Canal de bajada a internet.
- Usa la **FDM** en tres canales independientes
  - El ancho de banda reservado para el canal de bajada es más grande porque un usuario residencial normalmente descarga más de lo que sube.
- Como el ancho de bandas de frecuencias es tan elevado, la velocidad de transmisión **máxima es de 30Mbps**.



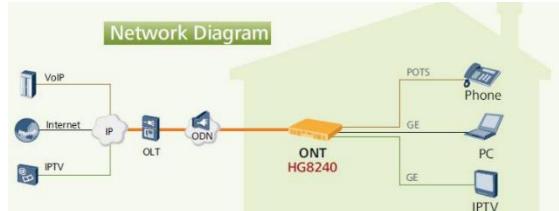
## CABLE HFC (híbrido fibra-coaxial)

- Usa la **línea de televisión por cable**.
- 1. **Cabecera final** → equivalente a una central telefónica. Centraliza todas las transmisiones de los abonados a internet.
- 2. **Líneas troncales de fibra óptica** → conectan la cabecera con los **nodos de fibra**.
  - ↳ Se usa cable de fibra óptica para dar líneas con la mayor **capacidad posible**.
- 3. **Ramales de cable coaxial** → dan servicio de TV, teléfono e internet a los usuarios.
  - ↳ Se usa cable coaxial porque su instalación es **fácil y barata**.



## FTTH (fibra hasta el domicilio)

- Consiste en una **ruta de fibra óptica** desde la vivienda hasta la central telefónica para la distribución de **servicios avanzados**.
- Se basa en el **Triple Play**.
  - **ONT (optical network termination)** → terminación de red óptica en cada vivienda, que está conectada al **ODN** del vecindario.
    - Se encarga de convertir las señales ópticas a eléctricas.
  - **ODN (optical distribution network)** → conecta los ODT de los usuarios a un único cable de fibra que se conecta al **OLT**.
  - **OLT (optical line terminal)** → terminación de línea en la central del ISP.



## ACCESO EMPRESARIAL

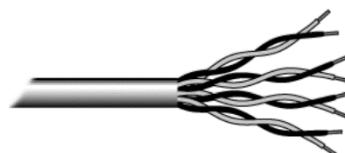
- Normalmente se realiza mediante una red LAN (red de área local) usualmente de tipo **Ethernet**, conectada a un **router** y a un **ISP** con **cable dedicado** (separado de la red telefónica).

# MEDIOS DE TRANSMISIÓN

- **Medios guiados**
  - Cable de cobre de par trenzado
  - Cable coaxial
  - Fibra óptica
- ↳ Conforme se va propagando una señal por cable se va **atenuando** puesto que va perdiendo energía debido a la **radiación y resistencia**.
- **Medios no guiados**
  - Canales de radio vía terrestre
  - Canales de radio vía satélite

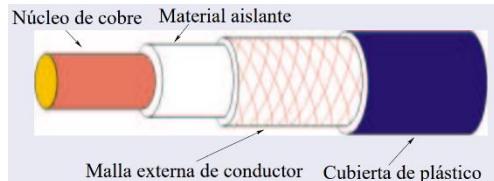
## CABLE DE COBRE DE PAR TRENZADO

- Está formado por uno o varios pares de **hilos de cobre trenzados** dentro de un conducto de plástico.
  - En el **cable de tipo telefónico** → 1 par.
  - En el **cable para LAN** → 4 pares.
- **Tipos**
  - STP (par trenzado con cubierta) → está cubierto por una película de metal.
  - UTP (par trenzado sin cubierta) → tiene muchas categorías, la 5 y la 6 son las más comunes.
    - El UTP de categoría 6a permite velocidades de **10Gbps** hasta 100m.



## CABLE COAXIAL

- Está formado por dos **conductores concéntricos** con material **aislante** entre ellos.
- El hecho de que sean concéntricos evita todas las pérdidas por **radiación** pues esta queda atrapada entre ambos y no puede salir al espacio.
- **Tipos**
  - $50 \Omega$  → para señales **sin modular**.
  - $75 \Omega$  → para señales de **banda ancha (moduladas)** en las redes de HFC.

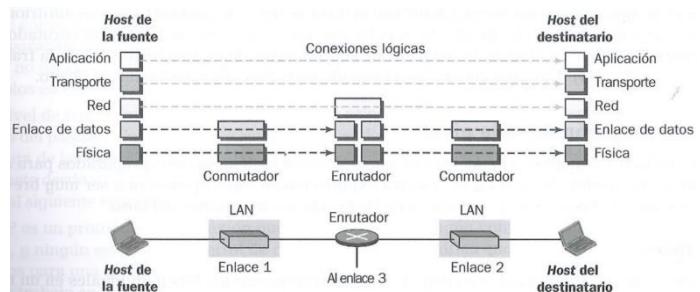
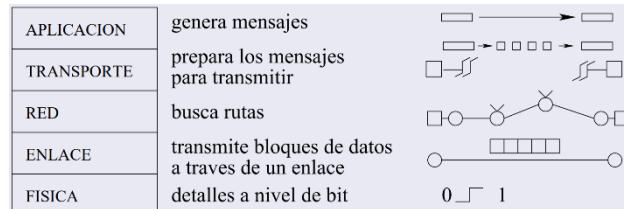
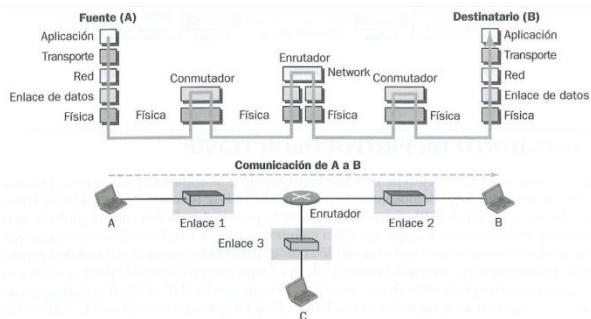


## FIBRA ÓPTICA

- En lugar de transmitir señales eléctricas, **transmite luz** → evita las pérdidas por **radiación**.
- Las fibras están formadas por materiales **transparentes** con baja atenuación (vidrio o plástico) → pueden utilizarse hasta 100Km sin repetidores.
- Son más **dificiles de instalar** y los dispositivos necesarios para poder usarlas son muy **caros**.
  - **Fibra multimodo** → la luz se propaga **reboteando** en las paredes del núcleo.
    - ▷ Se usa en redes de conexión locales, centros de datos de edificio y FTTH.
  - **Fibra monomodo** → la luz se propaga en **línea recta**, por lo cual puede recorrer una **mayor distancia**, pero también es **más cara**.

## ARQUITECTURA EN CAPAS

- Consiste en dividir la comunicación en **tareas independientes** y poner cada una de ellas en una **capa**.
  - Las capas superiores usan los servicios de las inferiores.
- Se usa para facilitar el diseño de los n de comunicación.
- **Modularidad** → se deben respetar las especificaciones de cada capa.
- ▷ Hay varias propuestas: modelo OSI, arquitectura TCP/IP, etc.



## LA ARQUITECTURA TCP/IP

- CABECERAS → información de control añadida al mensaje. Contienen las **instrucciones** necesarias para que el **origen y destino** de una capa se comuniquen.

### CAPA DE APLICACIÓN

- Se localizan los **procesos** que se comunican entre sí mediante mensajes.
- Para que pueda realizarse la comunicación se debe acordar un **protocolo de aplicación** (HTTP, SMTP, etc.).

### CAPA DE TRANSPORTE

- Se usa TCP y UDP.
- Prepara los mensajes para que se puedan transmitir fuera del computador.
- TCP recoge los datos de la aplicación origen y forma paquetes y, en el destino, comprueba que todo llega bien y reensambla el mensaje.

### CAPA DE RED

- Se usa IP.
- Hace llegar los paquetes de un **host a otro**.
- Para ello hace uso de **protocolos de encaminamiento** (que determinan la ruta) y de los routers.

### CAPA DE ENLACE

- Se encarga de los **detalles de bajo nivel** de la transmisión de cada paquete entre los dos extremos de un enlace.
- Los **protocolos** usados dependen de la tecnología de red usada (comunicación de circuitos, datagramas, circuitos virtuales, etc.).

### CAPA FÍSICA

- Trabaja a nivel de **bit**, convirtiéndolos en señales **eléctricas**.
- Define las características mecánicas y físicas del **medio de transmisión** (calidad del cable, número de hilos, longitud, etc.).



### Esquema de los paquetes en TCP/IP

