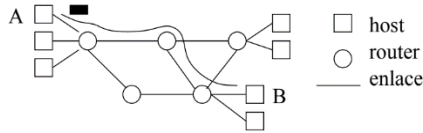


# TEMA 1: INTRODUCCIÓN

## 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

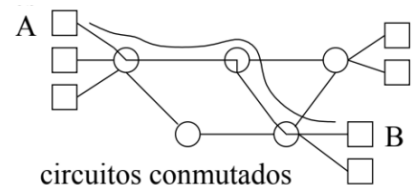
- Desde el punto de vista **hardware**, podemos distinguir entre las siguientes redes:
  - **Commutación** { Circuitos { Sin multiplexación  
Con multiplexación { FDM  
TDM  
Paquetes { Datagramas  
Circuitos Virtuales
  - **Difusión** → todos los hosts reciben las transmisiones, pero sólo el destinatario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

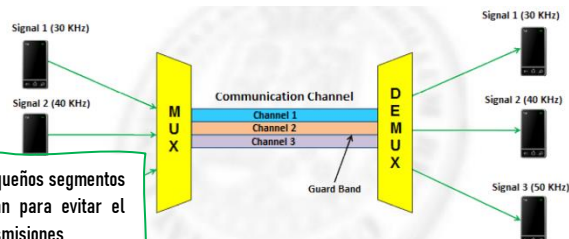


### TIPOS

- 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.

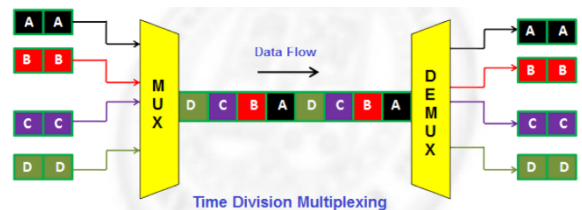
#### Multiplexado por **DIVISIÓN EN FRECUENCIA (FDM)**

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



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

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

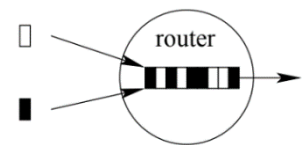


- Las **BANDAS DE GUARDA** son pequeños segmentos de frecuencia que no se usan para evitar el solapamiento de distintas transmisiones

## 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** →  $\text{longitud del paquete} / \text{tasa de transmisión}$  tiempo necesario para introducir todos los bits del paquete en el enlace.
- Retardo de **PROPAGACIÓN** →  $\text{longitud del enlace} / \text{velocidad de propagación del enlace}$  tiempo necesario para que el paquete se propague desde el inicio del enlace al siguiente nodo.

#### RETARDO TOTAL EN CADA NODO

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

#### RETARDO DE EXTREMO A EXTREMO

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

- CAPACIDAD DEL ENLACE** →  $\text{retardo} * \text{ancho de banda}$  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** →  $2 * \text{retardo}$  retardo que se considera si el emisor espera ACKs.

### VENTAJAS DE LA SEGMENTACIÓN

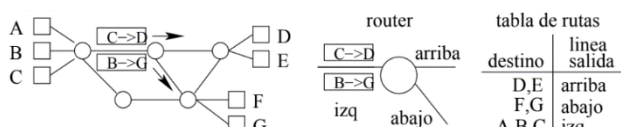
- El **tiempo de transmisión** es más corto.
- Una transmisión no satura la red con mensajes enormes, por lo que se pueden **intercalar otras transmisiones**.
- En caso de **errores** en un paquete, sólo hay que transmitir ese paquete con errores, y no el mensaje completo.

### 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 VIRTUALES** → **orientadas a conexión** y el encaminamiento se hace en función del **número de circuito virtual**.

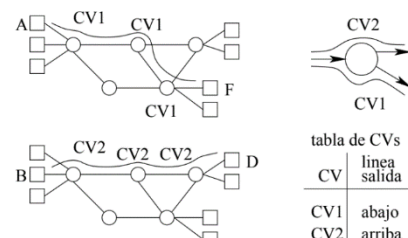
#### DATAGRAMAS

- 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 le 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.

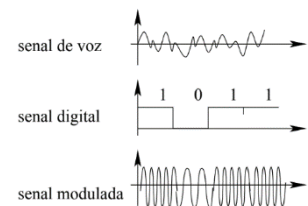


## ACCESO A INTERNET

- 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)...

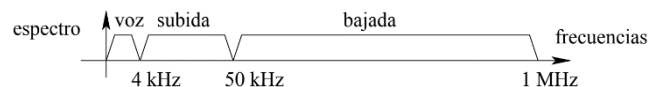
### MÓDEM TELEFÓNICO

- Usa la **línea telefónica** como si la transmisión de internet fuese una llamada de voz normal.
  - Establecimiento de la conexión** → llama al número telefónico del ISP.
  - Modulación** → convierte la señal digital en una señal ondulada a la frecuencia del sonido.
  - 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**.



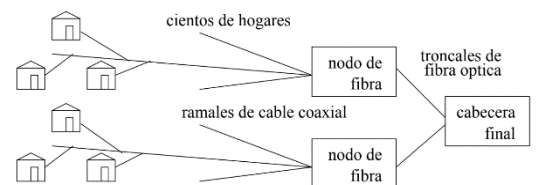
### ADSL (línea de suscripción digital asimétrica)

- Aprovecha todo el ancho de banda de frecuencias del **cable telefónico (1 MHz)**.
- Usa la **FDM** en tres canales independientes
  - Voz telefónica.
  - Canal de subida a internet.
  - Canal de bajada a internet.
- 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**.



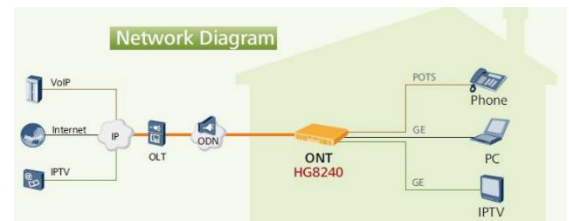
### CABLE HFC (híbrido fibra-coaxial)

- Usa la **línea de televisión por cable**.
- Cabecera final** → equivalente a una central telefónica. Centraliza todas las transmisiones de los abonados a internet.
- 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.
- 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 **Tripe 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

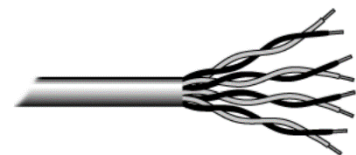
- Normalmente se realiza mediante una red **LAN** (red de área local) usualmente de tipo **Ethernet**, conectada a un **router** y a un **ISP con cable dedicado** (separado de la red telefónica).

## 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

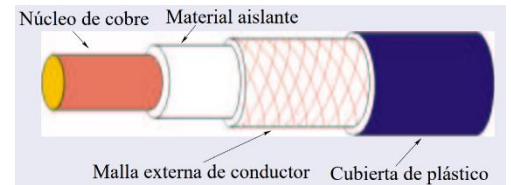
### CABLE DE COBRE DE PAR TRENZADO

- 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 6a 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.



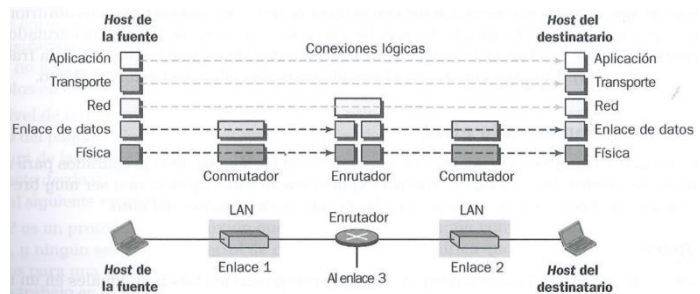
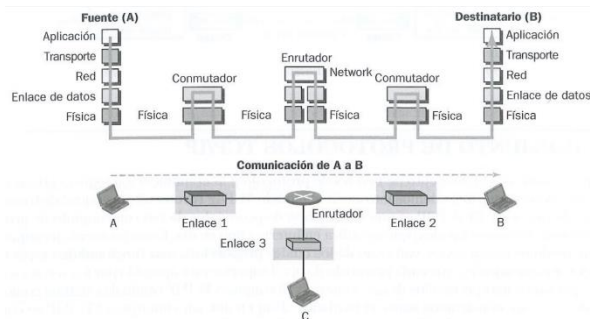
## FIBRA ÓPTICA

- 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 **difíciles de instalar** y los dispositivos necesarios para poder usarlas son muy **caros**.
  - Fibra **multimodo** → la luz se propaga **rebotando** 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.

APLICACION	genera mensajes	
TRANSPORTE	prepara los mensajes para transmitir	
RED	busca rutas	
ENLACE	transmite bloques de datos a través de un enlace	
FISICA	detalles a nivel de bit	



## 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 (conmutación 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

