

Comunicaciones. Medios de transmisión. Modos de comunicación. Equipos terminales y equipos de interconexión y conmutación. Redes de comunicaciones. Redes de conmutación y redes de difusión. Comunicaciones móviles e inalámbricas.

1. COMUNICACIONES. DEFINICIÓN Y CONCEPTOS

Desde un punto de vista general, **la comunicación** es el proceso por el cual se traslada e intercambia información entre un emisor y un receptor utilizando un código común.

Desde un punto de vista tecnológico, una red de comunicaciones es un conjunto de medios técnicos que permiten la comunicación a distancia entre equipos autónomos (no jerárquica - master/slave-). Normalmente se trata de transmitir datos, audio y vídeo por ondas electromagnéticas a través de diversos medios (aire, vacío, cable de cobre, fibra óptica, etc.). La información se puede transmitir de forma analógica, digital o mixta, pero en cualquier caso las conversiones, si las hay, siempre se realizan de forma transparente al usuario.

Las redes más habituales son las de ordenadores, las de teléfono, las de transmisión de audio (sistemas de megafonía o radio ambiental) y las de transmisión de vídeo (televisión o vídeo vigilancia).

Elementos de la comunicación

Existen diferentes elementos que componen un proceso de comunicación y sin su participación el proceso de comunicación no se produciría, al menos sin un subconjunto de los mismos.

- Emisor \equiv quien emite el mensaje. Puede ser un humano o un sistema.
- Receptor \equiv quien recibe el mensaje. Puede ser un humano o un sistema.
- Código o Protocolo \equiv conjunto de señales o signos que forman el mensaje.
- Mensaje \equiv la información a transmitir.
- Canal de comunicación \equiv el medio por el cual se transfiere el mensaje (telf, carta, etc).
- Ruido \equiv interferencias en el proceso de comunicación.
- Retroalimentación \equiv respuesta del receptor cuando ha recibido el mensaje.

2. MODOS DE COMUNICACIÓN

2.1 DEFINICIONES

Ancho de banda o bandwidth \equiv En conexiones a redes, el ancho de banda es la cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período dado. El ancho de banda se indica generalmente en bits por segundo (bit/s), kilobits por segundo (kbit/s), o megabits por segundo (Mbit/s).

Velocidad de transmisión \equiv Número de bits que se envían o reciben por segundo en un sistema de transmisión de datos.

2.2 TIPOS DE MODOS DE COMUNICACIÓN DE SEÑALES

Existen diversos modos de comunicación, según el punto de vista de su clasificación:

Según la dirección del intercambio

Dúplex es un término utilizado en telecomunicación para definir a un sistema que es capaz de mantener una comunicación bidireccional, enviando y recibiendo mensajes de forma simultánea. La capacidad de transmitir en modo dúplex está condicionado por varios niveles:

- Medio físico (capaz de transmitir en ambos sentidos)
- Sistema de transmisión (capaz de enviar y recibir a la vez)
- Protocolo o norma de comunicación empleado por los equipos terminales

Atendiendo a la capacidad de transmitir entera o parcialmente en modo dúplex, podemos distinguir tres categorías modos de comunicación:

SIMPLEX ≡ Únicamente permiten la transmisión en un sentido (unidireccional). Es aquel en el que una estación siempre actúa como fuente y la otra siempre como receptor.

HALF-DUPLEX o SEMIDUPLEX ≡ Una conexión semidúplex (a veces denominada una conexión alternada) es una conexión en la que los datos fluyen en una u otra dirección, pero no las dos al mismo tiempo. Con este tipo de conexión, cada extremo de la conexión transmite uno después del otro. Este tipo de conexión hace posible tener una comunicación bidireccional utilizando toda la capacidad de la línea (no necesita multiplexación).

El dispositivo debe esperar para enviar tramas si está en ese momento recibiendo tramas. Este modo de comunicación es el usado por los **Hub's**. (Se estudian posteriormente)

FULL-DUPLEX o DUPLEX COMPLETO ≡ Permiten canales de envío y recepción simultáneos. Normalmente se la simultaneidad aplicado técnicas de multiplexación (en el tiempo o en la frecuencia).

Full Duplex es utilizado por defecto en los **Switch**. (Se estudian posteriormente). El dispositivo no tiene que esperar para enviar tramas, puede enviar y recibir al mismo tiempo.

Según la transmisión de flujo de datos

Se refiere al número de bits enviados de forma simultánea

PARELELO ≡ es el envío de datos de byte en byte, sobre un mínimo de ocho líneas paralelas a través de una interfaz paralela, por ejemplo la interfaz paralela Centronics para impresoras.

SERIE ≡ es el envío de datos bit a bit sobre una interfaz serie.

Algunas interfaces tipo serie son RS-232 y RS-485.

Según la temporización o simultaneidad con la que se envía y ofrece el mensaje

ASÍNCRONO ≡ es aquella comunicación que se establece entre emisor y receptor de manera diferida en el tiempo, es decir, cuando no existe coincidencia temporal o no hay intervención de las dos partes.

- Orientada a transmisión de caracteres
- La velocidad de transferencia de la comunicación asincrónica es más lenta que la de la transmisión sincrónica.
- En transmisión asíncrona se envía un bit de arranque (0) al inicio y 1 o 2 bit de parada (1) al final de cada byte (delimitan un carácter).
- Asíncrono significa "asíncrono a nivel de byte", los bits (de cada byte) se mantienen sincronizados.

SÍNCRONO \equiv es aquella en la que emisor y receptor, a través de una red telemática, coinciden en el tiempo y se comunican entre sí, siendo necesario que ambos se encuentren conectados al mismo tiempo.

- Orientada a carácter o a bit
- En la comunicación sincrónica, los datos se transfieren en forma de tramas, mientras que, en la asincrónica, los datos se envían de un byte en un byte.
- Una trama de datos (conjunto de caracteres), que configura un bloque de información, comienza con un conjunto de bits de sincronismo (SYN) y termina con otro conjunto de bits de final de bloque (ETB).
- La transmisión sincrónica necesita una señal de reloj entre el emisor y el receptor para informar al segundo sobre la llegada del nuevo byte o mensaje. En cambio, en la asincrónica, no se requiere esta señal de reloj externa, puesto que los datos se sincronizan a través de señales, que indican el inicio del nuevo byte o mensaje.

Según el tipo de señal transmitida

Transmisión analógica y digital

Se pueden clasificar las transmisiones en analógicas y digitales según el tipo de señal que utilicen. Si es analógica, capaz de tomar todos los valores posibles en un rango determinado, se dice que la transmisión es analógica.

Cuando las señales transmitidas son digitales, pueden tomar un número finito de valores, se dice que la transmisión es digital.

Otros modos de transmisión o comunicación

En primer lugar se va a definir un concepto importante: MULTIPLEXACIÓN, que afecta a la transmisión de señales.

Se define **MULTIPLEXACIÓN** como la técnica de combinar dos o más señales, y transmitir las por un solo medio de transmisión. La principal ventaja es que permite varias comunicaciones de forma simultánea, usando un dispositivo llamado multiplexor. El proceso inverso se conoce como demultiplexación.

Normalmente el canal de comunicaciones tiene una capacidad mayor que la de la señal que se quiere transmitir, lo que permite usar el resto del canal para transmitir más señales simultáneamente.

Existen varios tipos de multiplexación, se comentan las más importantes y usadas:

- Multiplexación por división de tiempo \equiv El ancho de banda total del medio de transmisión es asignado a cada canal durante una fracción del tiempo total (intervalo de tiempo). Adecuada para la conmutación de paquetes. Requiere una sincronización estricta entre emisor y receptor.
- Multiplexación por división de frecuencia de portadora \equiv El ancho de banda total disponible en un medio de comunicación se divide en una serie de sub-bandas de frecuencias levemente distintas, cada una de las cuales se utiliza para transportar una señal separada. Esto permite que un solo medio de transmisión transporte múltiples señales independientes en el mismo vínculo. Empleada en redes de conmutación de circuitos.

- Multiplexación por división de longitud de onda \equiv Se usa con fibra óptica y funciona de la misma manera que la anterior.
- Multiplexación por división de código \equiv Métodos basados en la tecnología de espectro expandido. Adecuado para redes inalámbricas (radiofrecuencia), aunque puede usarse igualmente con redes de cable (de fibra u otros).

En ocasiones la transmisión a través de líneas de comunicación exige una codificación o modulación para que se produzca la adecuación entre la línea y los equipos. Si la transmisión se realiza sin ningún proceso de adecuación se dice que la transmisión opera en banda base.

Por el contrario, si se exige un proceso de modulación se dice que la transmisión se produce en banda ancha.

BANDA BASE \equiv banda de frecuencias producida por un transductor, tal como un micrófono, un manipulador telegráfico u otro dispositivo generador de señales que no es necesario adaptarlo al medio por el que se va a transmitir.

Se transmite una sola señal en un solo canal. Pueden ser: unipolares, polares, bipolares

BANDA ANCHA \equiv Más de una señal por diferentes canales, hasta un número máximo. Las comunicaciones pueden utilizar distintos canales físicos simultáneamente; es decir multiplexar para tener acceso múltiple.

Cada canal que toma parte en la multiplexación es por definición de **banda estrecha**, pues no está utilizando todo el ancho de banda del medio, solo una parte reducida.

2.3 DISTORSIONES DE LA SEÑAL

La transmisión de una señal supone su paso a través de un determinado medio, (un cable, el aire, etc.). Debido a diferentes fenómenos físicos, la señal que llega al receptor puede diferir de la emitida por el transmisor.

Estas perturbaciones pueden conducir a pérdidas de información y a que los mensajes no lleguen a sus destinos con integridad. Algunas de estas perturbaciones son fácilmente evitables. En cambio, otras, por su naturaleza, no lo son tanto. Para ello se utilizan distintas técnicas que solucionan, al menos en parte, esos efectos perjudiciales.

Factores que influyen en las distorsiones producidas en la señal

- Distancia entre emisor y receptor
- Medio de transmisión
- Número de componentes que atraviesa la señal

Distorsiones más habituales

- Atenuación de la señal o desvanecimiento
- Ruido (Ruido Blanco, Crosstalk, etc.)
- Retardo
- Diafonía
- Microcorte o ruido de impulso
- Reflexión (Eco)
- Refracción y Defracción
- Intermodulación

2.3 CAPACIDAD DEL CANAL

Se llama **capacidad del canal** a la velocidad a la que se pueden transmitir los datos en un canal de comunicación de datos. La velocidad de transmisión de los datos es expresada en bits por segundo (bps).

La capacidad de un canal depende del ancho de banda, el ruido y la tasa de errores permitida. Para un ancho de banda dado se puede alcanzar la mayor velocidad de transmisión posible pero hay que evitar que se supere la tasa de errores aconsejable. Para conseguirlo, el mayor inconveniente es el ruido.

Unidades de medida

Para medir la velocidad máxima que puede soportar un medio de transmisión determinado con respecto al tipo de señal utilizada, se emplean dos medidas: el baudio y los dígitos binarios por segundo (bps).

- **bps** \equiv indica el número de bits que se transmiten en un segundo.
- **baudio** \equiv mide la cantidad de veces por segundo que la señal cambia su valor.

Una línea de b baudios no necesariamente transmite b bps, pues cada señal podría transmitir varios dígitos. Si se usan, por ejemplo, los voltajes 0,1,2,3,4,5,6,7, el valor de cada señal podrá servir para transportar tres dígitos, de modo que la velocidad en bps sería tres veces superior a la velocidad en baudios.

Capacidad de un canal ideal

Nyquist planteó la existencia de un límite en la capacidad de un canal ideal (sin ruido ni distorsiones) de ancho de banda finito.

El teorema de Nyquist establece que la velocidad máxima de transmisión de datos en bps viene limitada por la siguiente fórmula: **$C = 2\omega * \log_2 n$** donde:

- **n** \rightarrow el número de niveles posibles de la señal
- **ω** \rightarrow el ancho de banda expresado en hertzios (Hz).

Por tanto, Nyquist establece que aumentado los niveles de tensión diferenciables en la señal, es posible incrementar la cantidad de información transmitida.

Capacidad de un canal con ruido

Según el teorema de Nyquist, para aumentar la capacidad de un canal se deben incrementar los niveles de tensión. Por lo que el receptor debe de ser capaz de diferenciar estos niveles de tensión en la señal recibida, cosa que es dificultada por el ruido. Además, cuanto mayor es la velocidad de transmisión, mayor es el daño que puede ocasionar el ruido.

Shannon extendió el trabajo de Nyquist al caso de un canal real sujeto a la aparición de una cierta cantidad de ruido aleatorio. La siguiente expresión, conocida como fórmula de Shannon, proporciona la capacidad máxima en bps de un canal con ruido:

$C = \omega * \log_2 (1 + S/N)$ donde:

ω \rightarrow es el ancho de banda del canal en Hertzios.

C \rightarrow es la capacidad del canal (tasa de bits de información bit/s)

S → es la potencia de la señal útil, que puede estar expresada en vatios, milivatios, etc., (W, mW, etc.)

N → es la potencia del ruido presente en el canal, (mW, W, etc.) que trata de enmascarar a la señal útil. En esta fórmula se utiliza la medida de la relación señal-ruido lineal (no en dB). De esta expresión se deduce que la capacidad de los canales con poco ruido será mayor que la de aquéllos con mucho ruido.

Al cociente S/N se le llama relación Señal-Ruido, y representa la proporción existente entre la potencia de la señal que se transmite y la potencia del ruido que la corrompe

Esta capacidad máxima es inalcanzable, ya que la fórmula de Shannon supone unas condiciones que en la práctica no se dan. Sólo tiene en cuenta el ruido térmico, no considerando el ruido impulsivo, la atenuación ni la distorsión.

3. MEDIOS DE TRANSMISIÓN

El medio de transmisión es el soporte físico a través del cual emisor y receptor pueden comunicarse en un sistema de transmisión de datos. Pueden distinguirse dos tipos de medios:

- Guiados o alámbricos
- No guiados o inalámbricos

En ambos casos, la transmisión se realiza por ondas electromagnéticas. Los medios guiados conducen las ondas a través de un medio físico (cables). Los medios no guiados proporcionan un soporte para que las ondas se transmitan, pero no las dirigen (como es el aire). La calidad de la transmisión dependerá de las características del medio de transmisión y de la señal que se transmita por él. Cada medio de transmisión tiene ventajas e inconvenientes.

Hay una serie de factores que deben tenerse en cuenta a la hora de elegir un medio de transmisión:

- Tipo de instalación y topología que soporta
- Velocidad de transmisión de datos
- Fiabilidad en la transmisión
- Coste y facilidad de instalación
- Seguridad

3.1 MEDIOS DE TRANSMISIÓN GUIADOS

Los medios de transmisión guiados utilizan canales conductores (CABLES) para la transmisión de la señal desde un extremo al otro (desde emisor a receptor). Es importante la elección de un sistema de cableado adecuado ya que, aunque sólo supone el 6% (aproximadamente) del coste total de la instalación, el 70% de los fallos producidos en una red se deben al cableado.

Las principales características de los medios guiados son:

- El tipo de conductor utilizado
- La velocidad máxima de transmisión
- Las distancias máximas que pueden ofrecer entre repetidores (no entre extremos!)
- La inmunidad frente a interferencias electromagnéticas
- La facilidad de instalación
- La capacidad de soportar diferentes tecnologías de nivel de enlace.

La **velocidad de transmisión** depende directamente de la distancia entre los terminales, y de si el medio se utiliza para realizar un enlace punto a punto o un enlace multipunto. Debido a esto, los diferentes medios de transmisión tendrán diferentes velocidades de conexión que se adaptarán a utilizaciones dispares.

3.1.1. TIPOS DE CABLES

Dentro de los medios de transmisión guiados, los más utilizados en redes de ordenadores son:

- Cable sin trenzar (Paralelo)
- Cable coaxial
- Cable de par trenzado
- Fibra óptica

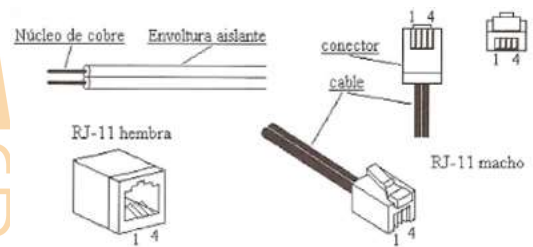
Cable sin trenzar (paralelo)

El cable paralelo se utiliza fundamentalmente en tendido eléctrico de alta tensión y también para transmisión de datos **a corta distancia (apenas unos metros)**, ya que las interferencias afectan mucho a este tipo de transmisiones.

También se utilizan en los cables telefónicos que conectan el teléfono a la caja de conexiones del usuario para transmitir voz analógica. A este tipo de cable se le conoce como **cable de categoría 1** según la especificación de cableado estructurado.

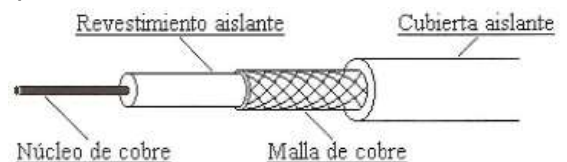
Este medio de transmisión está formado por dos hilos de cobre paralelos recubiertos de un material aislante (plástico). Este tipo de cableado ofrece muy poca protección ante interferencias.

Las conexiones se realizan mediante un conector denominado RJ-11. Es un medio semidúplex ya que la información circula en los dos sentidos por el mismo cable pero no se realiza al mismo tiempo.



Cable coaxial

El **cable coaxial, coaxil, coaxcable o coax**, es un cable utilizado para transportar señales eléctricas de alta frecuencia que posee dos conductores concéntricos, uno central, llamado núcleo, encargado de llevar la información, y uno exterior, de aspecto tubular, llamado malla, blindaje o trenza, que sirve como referencia de tierra y retorno de las corrientes. Entre ambos se encuentra una capa aislante dieléctrica, de cuyas características dependerá principalmente la calidad del cable. Todo el conjunto suele estar protegido por una cubierta aislante (también denominada camisa exterior).



El núcleo puede estar constituido por un alambre sólido o por varios hilos retorcidos de cobre, mientras que el exterior puede ser una malla trenzada, una lámina enrollada o un tubo corrugado de cobre o aluminio.

El cable coaxial es menos sensible a interferencias y atenuación que el de par trenzado, y también tiene un ancho de banda mayor que el par trenzado, por lo que puede alcanzar velocidades de transmisión mayores y los tramos entre repetidores o equipos pueden ser más largos.

Hay dos tipos fundamentales de cable coaxial:

1. **Coaxial de banda base** \equiv Se utiliza en la transmisión digital. El ancho de banda máximo que se puede obtener depende de la longitud de cable; para cables de 1 Km son factibles velocidades de transmisión de datos de hasta 10 Mbps y, en longitudes menores, es posible obtener velocidades superiores. Existen dos tipos:
 - Coaxial grueso. 10BASE5. Longitud máxima: 500 metros por segmento.
 - Coaxial fino o delgado. 10BASE2. Longitud máxima: 180 metros por segmento.
2. **Coaxial de banda ancha** \equiv Se utiliza para transmisión analógica, por ejemplo, para el envío de la señal de televisión por cable.

Tipos de cables coaxiales

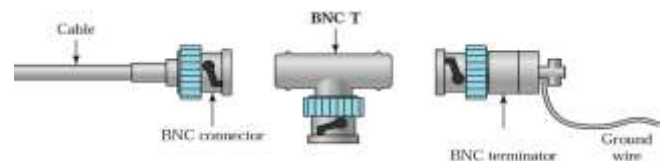
Los cables coaxiales pertenecen a la familia estándar RG-58, y hay varios tipos:

- RG-58/U: núcleo de cobre sólido.
- RG-58 A/U: núcleo de hilos trenzados.
- RG-59: transmisión en banda ancha (CATV).
- RG-6: mayor diámetro que el RG-59 y considerado para frecuencias más altas que este, pero también utilizado para transmisiones de banda ancha. (El típico cable de antena de la TV de casa).
- RG-62: redes ARCnet.

Tipos de conectores coaxiales

Cuando se utiliza cable coaxial delgado, las conexiones se realizan de forma sencilla. Cada estación se enchufa a través de su tarjeta de red a un conector BNC en T. Estos, a su vez, están enlazados con el cable coaxial mediante conectores BNC. Finalmente, es necesario que existan terminadores BNC **en los extremos** para cerrar el circuito.

- Conector BNC
- Conector BNC en T
- Terminador BNC



Otros tipos de conectores coaxiales:

- Conector F
- Conector N
- SMA
- Conector TNC

Cable de par trenzado

El cable de par trenzado consiste en un conjunto de pares de hilos de cobre conductores, cruzados entre sí dos a dos, con forma helicoidal, con el objetivo de reducir el ruido de diafonía. A mayor número de cruces por unidad de longitud, mejor comportamiento ante el problema de diafonía.

Un cable de par trenzado está formado por un grupo de pares entrelazados (normalmente 2, 4 o 25 pares), recubiertos por un material aislante. Cada uno de estos pares se identifica mediante un color. En las redes in



Tipos de cable de par trenzado

- ❖ **Pares trenzados no apantallados (UTP - Unshielded Twisted Pair)** ≡ Es un cable de par trenzado sin recubrimiento metálico externo, de modo que es sensible a interferencias externas; sin embargo al estar trenzado compensa las alteraciones producidas por las líneas del mismo cable. Es un cable barato, flexible y sencillo de instalar. Usan conector RJ-45.
- ❖ **Pares trenzados apantallados individualmente (STP - Shielded Twisted Pair)** ≡ Este cable es semejante al UTP, pero se le añade un recubrimiento metálico, **a cada par**, para evitar las interferencias externas. Por tanto es un cable más protegido, pero menos flexible que el UTP. El sistema de trenzado es idéntico al del cable UTP. Usan conector RJ-49.
- ❖ **Pares trenzados apantallados (FTP - Fully Twisted Pair)** ≡ Son unos cables de pares que poseen una pantalla conductora **global** (todos los pares) en forma trenzada. Mejora la protección frente a interferencias. Suele usarse en exteriores. Usan conector RJ-45.

Existen dos tipos más, derivaciones de algunos de los anteriores:

- ❖ **Pares trenzados laminado blindado individual (SSTP - Screened Shielded Twisted Pair)** ≡ cable con la estructura propia de un cable STP, es decir con cada uno de los pares recubierto por aluminio. Pero a su vez también encontramos un forro global alrededor de material LSZH.
Este cable es el de más altas prestaciones, con excelente protección frente a altas frecuencias y gran capacidad de transmisión a largas distancias. Es compatible con los conectores RJ45.
- ❖ **Pares laminado apantallado individual (SFTP - Screened Foiled Twisted Pair)** ≡ Este cable se basa en la construcción del cable FTP, pero en el apantallamiento global se le ha añadido una malla metálica LSZH alrededor para aumentar el aislamiento de este cable.

Los pares sin apantallar son los más baratos pero los menos resistentes a interferencias (aunque se usan con éxito en telefonía y en redes de área local). Los pares apantallados son menos susceptibles a interferencias, aunque son más caros y más difíciles de instalar.

En general estos cables dan muy buenas prestaciones para redes de área local y en última instancia para enlaces a media y larga distancia, mientras que existan repetidores de señal a unos 2 o 3 Kilómetros. Las especificaciones más altas de estos cables cuentan con capacidad de hasta 40 Gbps, pero a distancias reducidas y en entornos bien protegidos. Estos cables no son totalmente inmunes al ruido como lo pueden ser los cables de fibra óptica, a pesar de que están apantallados y blindados en las categorías más elevadas el elemento ruido siempre va a decir presente.

Ventajas

- Posibilidad de alimentar a equipos conectados PoE
- Facilidad de utilización e instalación
- Bajo coste de fabricación y adquisición
- Gran capacidad de transmisión de datos en redes de área local
- Rápida conectividad y actualizable

BLOQUE IV

TEMA 06

- Buena latencia en redes LAN

Desventajas

- No son inmunes al ruido
- Ancho de banda limitado frente a cables de fibra
- Distancia limitada y necesidad de repetidores
- Tasas de error a considerar en altas velocidades

Categorías

Dependiendo del número de pares que tenga un cable, el número de vueltas por metro que posee su trenzado y los materiales utilizados, los estándares de cableado estructurado clasifican a los tipos de pares trenzados por categorías.

Ancho de banda	Uso	Características	
Categoría 1	(paralelo)	Telefonía y modem	Cable UTP
Categoría 2	4 Mbps	Antiguos terminales (en desuso)	Cable UTP
Categoría 3	10-16 Mbps	10 BASE-T / 100 BASE-T4 Ethernet	Cable UTP
Categoría 4	16 Mbps	Token Ring	Cable UTP
Categoría 5	100 Mbps	10 BASE-T / 100 BASE-TX Ethernet	Cable UTP
Categoría 5e	1 Gbps	100 BASE-TX / 1000 BASE-T Ethernet	Cable UTP/FTP
Categoría 6	1 Gbps	1000 BASE-T Ethernet	Cable FTP/STP/SFTP/SSTP
Categoría 6e	10 Gbps	10GBASE-T Ethernet	Cable FTP/STP/SFTP/SSTP
Categoría 7	Multitrasferencia	Telefonía + televisión + 1000BASE-T Ethernet	Cable FTP/STP/SFTP/SSTP
Categoría 7a	Multitrasferencia	Telefonía + televisión + 1000BASE-T Ethernet	Cable SFTP/SSTP
Categoría 8	40 Gbps	40GBASE-T Ethernet ó Telefonía + televisión + 1000BASE-T Ethernet	Cable SFTP/SSTP
Categoría 9	25000 MHz	En creación	Cable SFTP/SSTP de 8 pares
Categoría 10	75000 MHz	En creación	Cable SFTP/SSTP de 8 pares

Velocidad según la categoría de la red

- categoría 1: Comunicaciones telefónicas y no es adecuado para transmisión de datos
- categoría 2: puede transmitir datos a velocidades de hasta 4 Mbit/s.
- categoría 3: uso en redes 10BaseT y puede transmitir datos a hasta 10 Mbit/s.
- categoría 4: Uso en redes Token Ring y puede transmitir datos hasta 16 Mbit/s.
- categoría 5: puede transmitir datos a velocidades de hasta 100 Mbit/s.
- categoría 5e: puede transmitir datos a velocidades de hasta 1000 Mbit/s.
- categoría 6: Redes de alta velocidad hasta 1 Gbit/s.
- categoría 6A: Redes de alta velocidad hasta 10 Gbit/s.
- categoría 7: Redes de alta velocidad de hasta 10 Gbit/s y frecuencias hasta 600 MHz
- categoría 7A: Redes de alta velocidad de hasta 10 Gbit/s y frecuencias hasta 1000 MHz
- categoría 8: Redes de alta velocidad de hasta 40 Gbit/s y frecuencias hasta 2000 MHz

Estándares y Conexiones

Conector RJ45 ≡ RJ45 es una interfaz física comúnmente utilizada para conectar redes de computadoras con cableado estructurado (categorías 4, 5, 5e, 6, 6a, 7, 7a y 8). Posee ocho pines o conexiones eléctricas, que normalmente se usan como extremos de cables de par trenzado.

ANSI/TIA-568 ≡ Es un estándar de telecomunicaciones (Estándar de cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales) de la Asociación de la industria de telecomunicaciones (TIA), un organismo acreditado por el Instituto Nacional Estadounidense de Normas (ANSI).

La característica más conocida de ANSI/TIA-568 es la asignación de pines y pares para cableado de par trenzado. Estas asignaciones se denominan **T568A y T568B**.

Los cables de par trenzado siguen un código de colores para controlar en qué orden se introducen en los conectores.

Pin	T568A color	T568B color
1	 white/green stripe	 white/orange stripe
2	 green solid	 orange solid
3	 white/orange stripe	 white/green stripe
4	 blue solid	 blue solid
5	 white/blue stripe	 white/blue stripe
6	 orange solid	 green solid
7	 white/brown stripe	 white/brown stripe
8	 brown solid	 brown solid



- Par 1: azul, blanco-azul
- Par 2: naranja, blanco-naranja
- Par 3: verde, blanco-verde
- Par 4: marrón, blanco-marrón

Pin	Par T568A	ParT568B	10BASE-T	100BASE-TX	1000BASE-T
1			Trasmitir	Duplex	
2	3	2	Trasmitir	Duplex	
3	2	3	Recibir	Duplex	
4	1	1	Sin usar	Duplex	
5			Sin usar	Duplex	
6	2	3	Recibir	Duplex	
7	4	4	Sin usar	Duplex	
8			Sin usar	Duplex	

BLOQUE IV

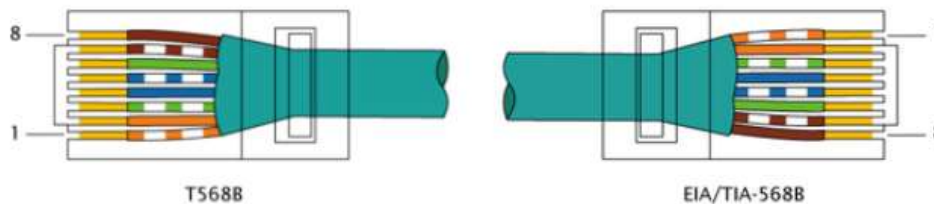
TEMA 06

Como se observa en el cuadro, la redes a 10 y 100 Mbps solo usan los pares 2 y 3 para transmitir datos y recibir datos, los otros dos pares (1 y 4) no se usan. En redes Gigabit (1000 Mbp o 1Gb/s) se usan todos los pares en modo dúplex, todos envían y reciben datos.

Dependiendo además de como usemos las conexiones de los pares, podemos tener dos tipos de estructura de conexión:

Cable directo o plano ≡ El cable directo de red sirve para conectar dispositivos desiguales, como un computador con un hub o switch, de un ordenador a roseta de pared, de la roseta al concentrador, etc.

En este caso, ambos extremos del cable deben tener **la misma distribución** (o A o B, pero la misma en ambos extremos). No existe diferencia alguna en la conectividad entre la distribución 568B y la distribución 568A siempre y cuando en ambos extremos se use la misma, en caso contrario hablamos de un cable cruzado.



Cable cruzado ≡ Se utilizan para conectar dispositivos del mismo tipo (ordenador-ordenador, router-router, etc.). Un cable cruzado es un cable que interconecta todas las señales de salida en un conector con las señales de entrada en el otro conector, y viceversa; permitiendo a dos dispositivos electrónicos conectarse entre sí con una comunicación full dúplex.

Cada extremo del cable se engasta utilizando un estándar **diferente** (uno será 568A y el otro 568B). Este tipo de conexiones se utiliza para comunicar dos equipos sin necesidad de utilizar un concentrador de cableado intermedio o en el cableado troncal cuando se conectan concentradores o conmutadores entre sí.

Esto se realiza para que el TX (transmisión) de un equipo esté conectado con el RX (recepción) del otro y a la inversa; así el que "habla" o trasmite (transmisión) es "escuchado" o recibido (recepción).



Fibra Óptica

La fibra óptica permite la transmisión de señales luminosas. Las señales luminosas admiten **frecuencias muy altas**, del orden de GHz, por lo que la velocidad de transmisión de la fibra óptica es muy superior a la de los medios de transmisión que usan conductores metálicos (par trenzado o coaxial).

Dado su gran ancho de banda se pueden efectuar transmisiones de decenas de miles de llamadas telefónicas a través de una sola fibra óptica. En un principio, las redes de fibra óptica han utilizado un sistema de multiplexación por división en el tiempo (TDM) para efectuar sus

BLOQUE IV**TEMA 06**

transmisiones. Estos sistemas de multiplexación han llegado a velocidades de 10Gbps. Pero, con el fin de aprovechar al máximo las conducciones de fibra, se ha definido una modulación para fibra llamada **multiplexación en longitud de onda**, que consiste en introducir en la fibra no una longitud de onda sino varias. Se llegan a multiplexar 50 longitudes de onda sobre la misma fibra. Si a esta modulación se superpone la ya tradicional en el tiempo, se consiguen sistemas de transmisión mixtos que varían entre los 40 y 160Gbps.

Además, la fibra óptica ofrece una **gran fiabilidad**, siendo su tasa de error mínima ya que es insensible a las interferencias electromagnéticas externas. La atenuación en el cable de fibra óptica es menor que en el par trenzado o el coaxial; por lo que la distancia entre repetidores puede ser mayor, decenas de kilómetros como mínimo.

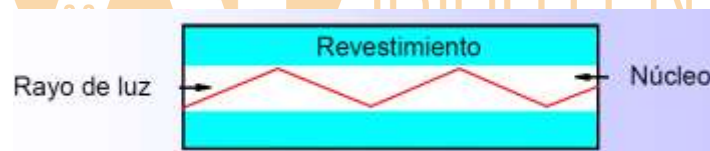
Estructura física

Un cable de fibra óptica tiene forma cilíndrica y está formado por tres secciones concéntricas:

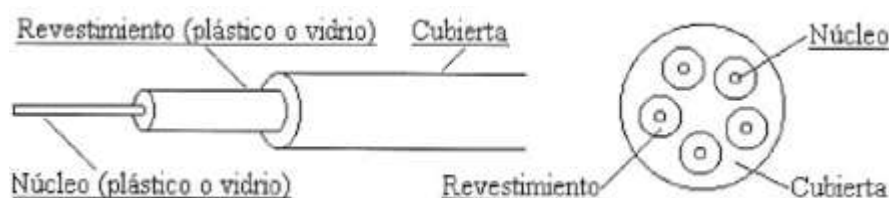
- Núcleo
- Revestimiento
- Cubierta

El **núcleo** es la sección más interna, está formado por una o varias fibras muy finas de cristal o plástico. Su diámetro está entre 2 y 125 μm (El grosor del cabello humano es de alrededor de 50 μm). Tiene un alto índice de refracción.

Cada fibra está rodeada por su propio **revestimiento**, se trata de otro cristal o plástico con propiedades ópticas distintas a las del núcleo. La separación entre el núcleo y el revestimiento actúa como un reflector perfecto confinando el haz de luz que de otra manera escaparía del núcleo. Tiene un índice de refracción menor que el núcleo.



La capa más externa que envuelve a uno o varios revestimientos es la **cubierta**. La cubierta está hecha de plástico y otros materiales que proporcionan protección contra la humedad, aplastamientos y otros peligros.



Ventajas

- Una banda de paso muy ancha, lo que permite flujos muy elevados (del orden del GHz).
- Pequeño tamaño, por lo tanto ocupa poco espacio.
- Gran ligereza, el peso es del orden de algunos gramos por kilómetro, lo que resulta unas nueve veces menos que el de un cable convencional.
- Inmunidad total a las perturbaciones de origen electromagnético, lo que implica una calidad de transmisión muy buena, ya que la señal es inmune a las tormentas, chisporroteo, entre otros.
- Gran seguridad: la intrusión en una fibra óptica es fácilmente detectable por el debilitamiento de la energía lumínica en recepción, además, no irradia nada, lo que es particularmente interesante para aplicaciones que requieren alto nivel de confidencialidad.
- No produce interferencias.
- Insensibilidad a las señales parásitas, lo que es una propiedad principalmente utilizada en los medios industriales fuertemente perturbados.
- Atenuación muy pequeña independiente de la frecuencia, lo que permite salvar distancias importantes sin elementos activos intermedios. Puede proporcionar comunicaciones hasta los 70 km antes de que sea necesario regenerar la señal, además, puede extenderse a 150 km utilizando amplificadores láser.
- Gran resistencia mecánica, lo que facilita la instalación.
- Resistencia al calor, frío y corrosión.
- Facilidad para localizar los cortes

Desventajas

- La alta fragilidad de las fibras.
- Necesidad de usar transmisores y receptores más costosos.
- Los empalmes entre fibras son difíciles de realizar, especialmente en el campo, lo que dificulta las reparaciones en caso de ruptura del cable.
- No puede transmitir electricidad para alimentar repetidores intermedios.
- La necesidad de efectuar, en muchos casos, procesos de conversión eléctrica-óptica.

Elementos básicos de un sistema de transmisión de FO

- Transmisor óptico \equiv Un transmisor óptico es un dispositivo cuya función principal es la conversión de la señal eléctrica de entrada en su correspondiente señal óptica y acoplarla a la fibra óptica que sirve como medio de transmisión.

Algunos emisores de haz de luz pueden ser: Diodos Emisores de Luz LED, Diodos Láser y Fuentes Láser.

- Medio de transmisor óptico \equiv El propio cable de FO.
- Receptor óptico \equiv Conversores luz-corriente eléctrica. Los receptores ópticos son dispositivos que transforman las señales ópticas en señales eléctricas.

Algunos dispositivos conversores pueden ser: Detectores PIN y detectores APD

Tipos de fibra óptica

¿Por qué hay diferentes tipos de fibra (multimodo/monomodo)?

Cuanto más pequeño es el núcleo: menor atenuación y mayor ancho de banda

Pero: más difícil de conectar y medir.

Las diferentes trayectorias que puede seguir un haz de luz en el interior de una fibra se denominan **modos de propagación**. Y según el modo de propagación tendremos dos tipos de fibra óptica: **multimodo y monomodo**.

Fibra multimodo ≡ Una fibra multimodo es aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. Esto supone que no llegan todos a la vez.

- Puede tener más de mil modos de propagación de luz.
- Se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 2 km
- Es simple de diseñar y económico

El núcleo de una fibra multimodo tiene un índice de refracción superior, pero del mismo orden de magnitud, que el revestimiento. Debido al gran tamaño del núcleo de una fibra multimodo, es más fácil de conectar y tiene una mayor tolerancia a componentes de menor precisión.

Dependiendo el tipo de índice de refracción del núcleo, tenemos dos tipos de fibra multimodo:

- Índice escalonado → en este tipo de fibra, el núcleo tiene un índice de refracción constante en toda la sección cilíndrica, tiene alta dispersión modal.
- Índice gradual → mientras en este tipo, el índice de refracción no es constante, tiene menor dispersión modal y el núcleo se constituye de distintos materiales.

Además, según el **sistema ISO 11801 para clasificación de fibras multimodo**, según su ancho de banda se incluye el +pichar (multimodo sobre láser) a los ya existentes OM1 y OM2 (multimodo sobre LED).

Clase de fibra ISO 11801	Tipo de fibra	Enlace 1Gb/s 850 nm 1300 nm		Enlace 10Gb/s Serie	Enlace 10Gb/s 1300 nm WWDM	En.40G/100G 850nm
		1000BASE SX	1000BASE LX	10GBASE - SR	10GBASE-LX4 ó LRM	40GBASE-SR4 100GBASE-SR10
OM-1 62,5 μm 200/500 MHz.km	Standard	275 m	550 m	33 m	300 m	N/A
OM-2 50 μm 500/500 MHz.km	Standard Max-Cap-BB- OM2+	550 m 750 m	550 m 550 m	82 m 150m	300m 300 m	N/A
OM-3 50 μm 1500/500 MHz.km	MaxCap-OM3 MaxCap-BB- OM3 EMB=2000/500 MHz.km	1000 m	550 m	300 m	300 m	100 m
OM-4 50 μm 3500/500 MHz.km	MaxCap-OM4 MaxCap-BB- OM4 EMB=4700/500 MHz.km	1100 m	550 m	550 m	300 m	150 m

BLOQUE IV

TEMA 06

A día de hoy existe la fibra OM-5 también. Soporta hasta 40 Gigabit Ethernet (440 m), hasta 100 Gigabit Ethernet (150 m) usa láser (VCSEL) como emisores.

OM1 y OM2 usan emisores de luz LED. El resto usa emisores de luz láser.

Fibra monomodo ≡ Una fibra monomodo es una fibra óptica en la que sólo se propaga un modo de luz. Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño (8,3 a 10 micrones) que sólo permite un modo de propagación. Su transmisión es paralela al eje de la fibra. A diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias (hasta 400 km máximo, mediante un láser de alta intensidad) y transmitir elevadas tasas de información (decenas de Gbit/s).

Clase de fibra	Tipo de fibra	Enl. 1Gb/s	Enl. 1Gb/s	Enl. 10Gb/s	Enl. 40Gb/s
		1310 nm	1310 nm 1550 nm	1300 nm 1550 nm	1310 nm
11801		100BASE-LX	1GBASE-LX 1GBASE-ZX	10GBASE-LR/LW 10GBASE-ER/EW	40GBASE-LR4
OS1 9 µm	Standard G652C	15 km	10 km 80 km	10-25 km 40-80 km	
OS2 9 µm	Standard G652D	15 km	10 km 80 km	25 km 80 km	10 km

		Distancia (M)		
		300	500	2000
Velocidad de Transmisión (Mbps)	10	OM1	OM1	OM1
	100	OM1	OM1	OM1
	1000	OM1	OM2	OS1
	10000	OM3	OS1	OS1

Tipos de cable FO según su diseño

De acuerdo a su diseño, existen dos tipos de cable de fibra óptica:

Cable de estructura holgada ≡ Es un cable empleado tanto para exteriores como para interiores que consta de varios tubos de fibra rodeando un miembro central de refuerzo y provisto de una cubierta protectora. Cada tubo de fibra, de dos a tres milímetros de diámetro lleva varias fibras ópticas que descansan holgadamente en él.

Cable de estructura ajustada ≡ Es un cable diseñado para instalaciones en el interior de los edificios, es más flexible y con un radio de curvatura más pequeño que el que tienen los cables de estructura holgada.

Tipos de conectores de FO

- FC \equiv Transmisión de datos y telecomunicaciones
- LC y MT-ARRAY \equiv Transmisión de datos de alta densidad
- SC y SC-DUPLEX \equiv Transmisión de datos (Ethernet)
- ST o BFOC \equiv Redes de edificios y sistemas de seguridad.
- FDDI \equiv Redes de fibra óptica.
- Otros. D4, MU, DIN, ESCON, mini-BNC

ST y SC son los más comunes y usados y cumplen la normativa EIA/TIA e ISO11801. Los conectores dúplex (como FDDI y ESCON) permiten conectar dos fibras a otras os fibras.

Tipos de Redes realizadas con FO

- Redes FDDI
- Redes 10base F
- Fast ethernet 100base FX
- Gigabit ethernet 1000BaseSX y 1000BaseLX
- Redes de alta velocidad SDH/Sonet
- Redes FFTH
- Redes HFC (red híbrida)

FFTH significa Fiber to the home. Es decir, fibra óptica hasta el hogar. En el caso de HFC significa Hybrid Fiber Coaxial o Híbrido de Fibra-Coaxial. La principal diferencia entre ambas es que en el primero el cable de fibra entra hasta casa y en el segundo no. En este último caso, la fibra se queda en el nodo y hasta la casa llega un cable coaxial que permite la conexión.

Existen otros tipos de redes como:

- FTTB: Fiber-to-the-building. La fibra llega al edificio y se distribuye a través de cobre o cable de red.
- FTTC: Fiber-to-the-cabinet. La fibra llega más cerca del edificio, a un máximo de 300 metros.
- FTTA: Fiber-to-the-antenna. Lleva la fibra hasta las antenas de telefonía para darnos alta velocidad.

Cable eléctrico (PLC)

La tecnología PLC o Power Line Communications utiliza las líneas de energía eléctrica para transmitir datos. La corriente eléctrica viaja a una frecuencia de 50 Hz y voltaje de 220 V. Los datos por el contrario lo hacen a una frecuencia de varias decenas de MHz y un voltaje menor. Así, con un filtro en el destino se separa la señal eléctrica de los datos.

La tecnología PLC aprovecha la red eléctrica para convertirla en una línea digital de alta velocidad de transmisión de datos, permitiendo, entre otras cosas, el acceso a Internet mediante banda ancha.



3.1.2 CABLEADO ESTRUCTURADO

El cableado estructurado consiste en cables de par trenzado protegidos (STP) o no protegidos (UTP) en el interior de un edificio con el propósito de implantar una red de área local (LAN).

Suele tratarse de cables de pares trenzados de cobre, no obstante, también puede tratarse de fibras ópticas o cables coaxiales.

Elementos de un sistema de cableado estructurado

Cableado horizontal ≡ La norma del EIA/TIA-568A define el cableado horizontal de la siguiente forma: el sistema de cableado horizontal es la porción del sistema de cableado de telecomunicaciones que se extiende del área de trabajo al cuarto de telecomunicaciones o viceversa.

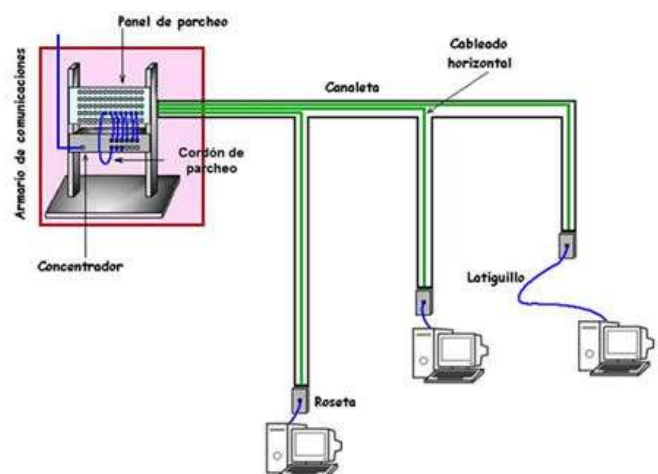
El cableado horizontal se compone de dos elementos básicos: rutas y espacios verticales (también llamado "sistemas de pasada de datos horizontal"). Las rutas y espacios horizontales son utilizados para distribuir y soportar cable horizontal y conectar hardware entre la salida del área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones. Estas rutas y espacios son los "contenedores" del cableado horizontal.

El cableado horizontal incluye:

- Las salidas (cajas/placas/conectores) de telecomunicaciones en el área de trabajo
- Cables y conectores de transición instalados entre las salidas del área de trabajo y el cuarto de telecomunicaciones.
- Paneles (patch panels) y cables de empalme (latiguillos) utilizados para configurar las conexiones de cableado horizontal en el cuarto de telecomunicaciones

La norma EIA/TIA 568A hace las siguientes recomendaciones en cuanto a la topología del cableado horizontal:

- El cableado horizontal debe seguir una topología estrella.
- Cada toma/conector de telecomunicaciones del área de trabajo debe conectarse a una interconexión en el cuarto de telecomunicaciones.
- La distancia horizontal máxima no debe exceder 90 m. La distancia se mide desde la terminación mecánica del medio en la interconexión horizontal en el cuarto de telecomunicaciones (conector RJ45 situado en el patch panel del Rack) hasta la toma/conector de telecomunicaciones en el área de trabajo.
- Los otros 10 metros (hasta un máximo de 100 metros), son para los cables del área de trabajo y los cables del cuarto de telecomunicaciones.
- La longitud máxima de los cables de parcheo (que interconectan el panel de parcheo con el concentrador o conmutador) es 6 m.
- En sus trazados no se permiten puentes, derivaciones o empalmes, debiendo estar separados de la instalación eléctrica generadora de altos niveles de interferencia electromagnética (motores, elevadores, transformadores, etc.), así como de fuentes de calor (calderas, circuitos de calefacción, etc.).



Cableado vertical ≡ También llamado vertebral, troncal o **backbone**. El propósito del cableado vertical "backbone" es proporcionar interconexiones entre cada uno de los concentradores y conmutadores (Switch o Hubs), que a través del cableado horizontal controlan las distintas áreas de trabajo, y el o los de telecomunicaciones establecidos en el diseño de la red.

El backbone de datos se puede implementar con cables UTP y/o con fibra óptica. En el caso de decidir utilizar UTP, el mismo será de categoría 5e, 6 o 6A y se dispondrá un número de cables desde cada gabinete al gabinete seleccionado como centro de una topología en estrella.

La longitud máxima de este cableado será de 90 metros para cable de par trenzado UTP. En el caso de ser necesario cubrir una mayor distancia podemos recurrir a la fibra óptica, con distancias permitidas entre 200 y 300 metros.

Cuarto de telecomunicaciones ≡ El cuarto de telecomunicaciones es el área exclusiva dentro de un edificio para albergar los equipos de la red local de interconexión entre cada uno de los subsistemas del cableado estructurado.

Su función principal de este elemento es la terminación del cableado horizontal y vertical y la interconexión entre ambos. Delimita la zona dentro del edificio utilizada para el uso exclusivo de equipo asociado con el sistema de cableado de telecomunicaciones.

No hay un límite máximo en la cantidad de cuartos de telecomunicaciones que pueda haber en un edificio. Se localizarán en habitaciones independientes, ubicadas por lo menos una por piso, estando dispuestos habitualmente mediante armarios estándar de 19 pulgadas (racks).

Estos armarios estarán configurados de forma genérica con las siguientes secciones:

- Acometida para el cableado horizontal de las áreas de trabajo.
- Acometida para el cableado vertical, Backbone, de datos.
- Componentes electrónicos de la red de datos: Hubs, Switches, Bridges y otros dispositivos necesarios.
- Alimentación eléctrica para dichos dispositivos.
- Iluminación interna para facilitar la realización de trabajos en el gabinete.
- Ventilación a fin de mantener la temperatura interna dentro de límites aceptables.



3.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN NO GUIADOS

En las transmisiones a través de medios no guiados, principalmente el aire, un emisor radia energía electromagnética por medio de una antena y luego el receptor recibe esta energía con otra antena.

Hay dos configuraciones para la emisión y recepción de esta energía: direccional y omnidireccional.

- Direccional, toda la energía se concentra en un haz que es emitido en una cierta dirección, por lo que tanto el emisor como el receptor deben estar alineados.
- Omnidireccional, la energía es dispersada en múltiples direcciones, por lo que varias antenas pueden captarla. Cuanto mayor es la frecuencia de la señal a transmitir, más factible es la transmisión unidireccional.

Estos sistemas se utilizan por la comodidad y flexibilidad que presentan; ya que no son necesarios complejos sistemas de cableado y los puestos se pueden desplazar sin grandes problemas. Sin embargo, ofrecen una velocidad de transmisión baja, tienen problemas de seguridad y, en algunos casos, se requieren permisos especiales dependiendo de la banda de frecuencia que se utilicen.

La transmisión de datos a través de medios no guiados añade problemas adicionales, provocados por la reflexión que sufre la señal en los distintos obstáculos existentes en el medio.

Según el rango de frecuencias de trabajo, las transmisiones no guiadas se pueden clasificar en varios tipos:

- Red por radio \equiv es aquella que emplea la radiofrecuencia como medio de unión de las diversas estaciones de la red.
- Red por infrarrojos \equiv (Infrared Data Association, IrDA), permiten la comunicación entre dos nodos, usando una serie de ledes infrarrojos para ello. Se trata de emisores/receptores de ondas infrarrojas entre ambos dispositivos, cada dispositivo necesita al otro para realizar la comunicación por ello es escasa su utilización a gran escala. No disponen de gran alcance y necesitan de visibilidad entre los dispositivos.
- Microondas terrestres \equiv se utilizan antenas parabólicas con un diámetro aproximado de unos tres metros. Tienen una cobertura de kilómetros, pero con el inconveniente de que el emisor y el receptor deben estar perfectamente alineados. Por eso, se acostumbran a utilizar en enlaces punto a punto en distancias cortas. En este caso, la atenuación producida por la lluvia es más importante ya que se opera a una frecuencia más elevada. Las microondas comprenden las frecuencias desde 1 hasta 300 GHz.
- Microondas por satélite \equiv se hacen enlaces entre dos o más estaciones terrestres que se denominan estaciones base. El satélite recibe la señal (denominada señal ascendente) en una banda de frecuencia, la amplifica y la retransmite en otra banda (señal descendente). Cada satélite opera en unas bandas concretas. Las fronteras frecuenciales de las microondas, tanto terrestres como por satélite, con los infrarrojos y las ondas de radio de alta frecuencia se mezclan bastante, así que pueden haber interferencias con las comunicaciones en determinadas frecuencias inalámbricas.

- Redes Inalámbricas \equiv WiFi, WiMax, LiFi, Bluetooth, Zigbee. Se estudian posteriormente de manera más amplia.

4. EQUIPOS TERMINALES Y EQUIPOS DE INTERCONEXIÓN Y CONMUTACIÓN

4.1 EQUIPOS TERMINALES

ETD \equiv EQUIPO TERMINAL DE DATOS. Es aquel componente de un circuito de datos que hace de **fuentes o destino** de la información (puede ser emisor o receptor). Son origen o destino en una comunicación.

Un ETD fuente, por lo general, contiene la información almacenada en un dispositivo de memoria principal permanente (que se modifica sin un flujo electrónico continuo).

El ETD destino es aquel que recibe una información o datos de manera directa o indirecta, sin alterar el contenido de la información durante el total del proceso.

ETCD \equiv EQUIPO TERMINAL DE CIRCUITO DE DATOS. También conocido como Equipo de Comunicación de Datos (ECD), es aquel dispositivo que participa en la comunicación entre dos dispositivos, pero que no es receptor final ni emisor original de los datos que forman parte de esa comunicación (es un dispositivo intermedio).

Es el componente del circuito de datos que transforma o adecua las señales para poder utilizar el canal de comunicaciones.

ECD \equiv EQUIPO DE CONMUTACIÓN DE DATOS. También conocido por DSE (Data Switching Equipment). Es un nodo de conmutación en la red de conmutación de paquetes. Transfiere los datos de un ETD a otro ETD.

LÍNEA DE CIRCUITO DE DATOS \equiv Dos ETCD se unen a través de una línea de datos. Esta línea se caracteriza por un conjunto de parámetros que la habilitan o no para algunas transmisiones y está regulada por una serie de normas estándares internacionales.

4.1 EQUIPOS DE INTERCONEXIÓN Y CONMUTACIÓN

En este tema solo se citan los distintos dispositivos de conexión. Se estudian con mayor profundidad en temas posteriores.

Los elementos de conexión de red más habituales son:

- Tarjeta de Red (NIC)
- Modem
- Conmutador de red (switch),
- Enrutador (router),
- Puente de red (bridge),
- Puente de red y enrutador (brouter),
- Repetidor
- Punto de acceso inalámbrico (Wireless Access Point, WAP).

5. REDES DE COMUNICACIONES

Una red de comunicaciones es un grupo de nodos interconectados por enlaces que se utilizan para intercambiar mensajes entre los nodos. Los enlaces pueden utilizar una variedad de tecnologías basadas en las metodologías de conmutación de circuitos, conmutación de mensajes o conmutación de paquetes, para pasar mensajes y señales.

Múltiples nodos pueden cooperar para pasar el mensaje desde un nodo de origen al nodo de destino, a través de múltiples saltos de red. Para esta función de enrutamiento, a cada nodo de la red se le asigna una dirección de red para identificarlo y ubicarlo en la red. La colección de direcciones en la red se denomina espacio de direcciones de la red.

Estructura de la red

En general, cada red de telecomunicaciones consiste conceptualmente en tres partes, o planos (llamados así porque se puede pensar que son, y a menudo lo son, redes superpuestas separadas):

- El plano de datos \equiv también plano de usuario, plano de portador o plano de reenvío, transporta el tráfico de usuarios de la red, la carga útil real.
- El plano de control \equiv lleva información de control (también conocida como señalización).
- El plano de gestión \equiv transporta el tráfico de operaciones y administración necesario para la gestión de la red. El plano de gestión a veces se considera parte del plano de control.

Clasificación de Redes

Según su alcance:

Redes de área extensa \equiv (Wide Area Network, WAN), son redes informáticas que se extienden sobre un área geográfica extensa utilizando medios como: satélites, cables interoceánicos, Internet, fibras ópticas públicas, etc.

Redes de área metropolitana \equiv (Metropolitan Area Network, MAN) es una red de alta velocidad (banda ancha) que da cobertura en un área geográfica más extensa que un campus, pero aun así limitado. Por ejemplo, una red que interconecte los edificios públicos de un municipio dentro de la localidad por medio de fibra óptica.

Redes de área local \equiv (Local Area Network, LAN), es una red que se limita a un área especial relativamente pequeña tal como un cuarto, un solo edificio, una nave, o un avión. Las redes de área local a veces se llaman una sola red de localización. No utilizan medios o redes de interconexión públicos.

Red de área local inalámbrica \equiv (Wireless Local Area Network, WLAN), es un sistema de comunicación de datos inalámbrico flexible, muy utilizado como alternativa a las redes de área local cableadas o como extensión de estas.

Redes de área de campus \equiv (Campus Area Network, CAN), es una red de ordenadores de alta velocidad que conecta redes de área local a través de un área geográfica limitada, como un campus universitario, una base militar, hospital, etc. Tampoco utiliza medios públicos para la interconexión.

Red de área personal \equiv (Personal Area Network, PAN) es una red de ordenadores usada para la comunicación entre los dispositivos del Ordenador cerca de una persona.

Red inalámbrica de área personal \equiv (Wireless Personal Area Network, WPAN), es una red de ordenadores inalámbrica para la comunicación entre distintos dispositivos cercanos al punto de acceso. Estas redes normalmente son de unos pocos metros y para uso personal, así como fuera de ella. El medio de transporte puede ser cualquiera de los habituales en las redes inalámbricas pero las que reciben esta denominación son habituales en Bluetooth.

Redes virtuales privadas \equiv (Virtual LAN, VLAN), es un método para crear redes lógicas independientes dentro de una misma red física. Una VLAN consiste en dos o más redes de computadoras que se comportan como si estuviesen conectados al mismo computador, aunque se encuentren físicamente conectados a diferentes segmentos de una red de área local.

Por relación funcional

Cliente-servidor \equiv es la arquitectura que consiste básicamente en un cliente que realiza peticiones a otro programa (el servidor) que le da respuesta.

Peer-to-peer, o red entre iguales (P2P) \equiv es aquella red de ordenadores en la que todos o algunos aspectos funcionan sin clientes ni servidores fijos, sino una serie de nodos que se comportan como iguales entre sí.

Por tecnología

Red punto a punto (point to point, PtP) \equiv es aquella en la que existe multitud de conexiones entre parejas individuales de máquinas. Este tipo de red requiere, en algunos casos, máquinas intermedias que establezcan rutas para que puedan transmitirse paquetes de datos. El medio electrónico habitual para la interconexión es el conmutador o switch.

Red de Difusión (broadcast) \equiv se caracteriza por transmitir datos por un solo canal de comunicación que comparten todas las máquinas de la red. En este caso, el paquete enviado es recibido por todas las máquinas de la red pero únicamente la destinataria puede procesarlo. Los equipos unidos por un concentrador (hub), forman redes de este tipo.

Red multipunto \equiv dispone de una línea o medio de comunicación cuyo uso está compartido por todas las terminales en la red. La información fluye de forma bidireccional. Los terminales pueden estar separados geográficamente.

Por grado de difusión

Intranet \equiv es una red privada de ordenadores que utiliza tecnología de Internet para compartir dentro de una organización parte de sus sistemas de información y sistemas operacionales.

Extranet \equiv Es una red privada que utiliza protocolos de Internet, protocolos de comunicación y probablemente infraestructura pública de comunicación para compartir de forma segura parte de la información u operación propia de una organización con proveedores, compradores, socios, clientes o cualquier otro negocio u organización. Se puede decir en otras palabras que una extranet es parte de la Intranet de una organización que se extiende a usuarios fuera de ella, usualmente utilizando Internet y sus protocolos.

Internet \equiv es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas que utilizan la familia de protocolos TCP/IP, garantizando que las redes físicas heterogéneas que la componen funcionen como una red lógica única, de alcance mundial.

5.1 REDES DE CONMUTACION

Se les conoce también como redes **Punto a Punto**.

La Conmutación se considera como la acción de establecer una vía, un camino, de extremo a extremo entre dos puntos, un emisor y un receptor a través de nodos o equipos de transmisión. La conmutación permite la entrega de la señal desde el origen hasta el destino requerido.

La conmutación surge en las redes de larga distancia para reducir el número de enlaces, simplificar el mantenimiento y ahorrar costes. La conexión de N elementos de una red todos con todos, con enlaces punto a punto requeriría $N(N-1)/2$ enlaces, que lo hace totalmente inviable.

La transmisión a larga distancia se realiza a través de una red de nodos de conmutación intermedios. Estos nodos de conmutación no están interesados por el contenido de la información, simplemente los encaminan desde la fuente hacia el destino mediante su conmutación de nodo en nodo.

En una red de conmutación suele haber más de un camino entre cada par de estaciones. Surge así la necesidad de determinar cuál es la ruta de encaminamiento óptima.

Elementos que lo forman

- Estaciones: Dispositivos finales que se desean comunicarse y pueden ser Teléfonos, Computadores u otros.
- Nodos: Dispositivos de conmutación que propagan la comunicación.
- Redes de Comunicaciones: Conjunto de todos los nodos.

Nodos de Conmutación

Tienen la función de prestar servicio de conmutación para trasladar los datos de un nodo al otro hasta alcanzar el destino final. Este tipo de redes se denomina redes de comunicación conmutadas. Los datos provenientes de una de las estaciones (computadoras, terminales, servidores o cualquier dispositivo de comunicación) entran a la red conmutada y se encaminan hasta la estación de destino conmutándolos de nodo en nodo.

A los nodos de conmutación no les concierne el contenido de los datos que se están transmitiendo, sino solo la transmisión hacia el otro extremo. La conmutación permite que todos los nodos que deseen establecer una comunicación no tengan que estar conectados por un enlace en forma directa. Por lo tanto normalmente la red no está totalmente conectada, es decir no todo par de nodos está conectado mediante un enlace directo. No obstante muchas veces es deseable poseer más de un camino posible a través de la red para entre cada par de estaciones ya que esto mejora la seguridad de la red.

Tipos de Nodos de Conmutación

Según los tipos de conexión que posean, se pueden distinguir dos tipos de nodos dentro de una red conmutada:

- Nodos que solo se conectan con otros nodos. Su tarea es únicamente la conmutación interna de los datos.
- Nodos que se conectan con otros nodos y con una o más estaciones. Estos nodos además de proveer conmutación interna de los datos dentro de la red de conmutación,

se encargan de distribuir los datos desde y hacia las estaciones a las cuales están conectados.

En los nodo intermedio por el que pasa el paquete se detiene el tiempo necesario para procesarlo. Cada nodo intermedio realiza las siguientes funciones:

- Almacenamiento y retransmisión: Hace referencia al proceso de establecer un camino lógico de forma indirecta haciendo "saltar" la información de origen al destino a través de los nodos intermedios.
- Control de ruta (routing): hace referencia a la selección de un nodo del camino por el que deben retransmitirse los paquetes para hacerlos llegar a su destino.

Tipos de Conmutación

- Conmutación de circuitos
- Conmutación de paquetes
- Conmutación de mensajes

Conmutación de Circuitos

El funcionamiento de las redes de conmutación de circuitos se basa en los dos principios siguientes:

1. Se establece un circuito para la comunicación entre dos usuarios que piden el intercambio de información.
2. El circuito se asigna durante todo el tiempo que dure la comunicación.

La comunicación utilizando conmutación de circuitos, implica la existencia de un camino dedicado entre dos estaciones. Este camino es una secuencia de enlaces conectados entre nodos de la red. En cada enlace físico, se dedica un canal lógico para cada conexión. La comunicación por circuitos conmutados implica tres fases:

1. Establecimiento del circuito. Antes de transmitir cualquier señal, se debe establecer un circuito extremo a extremo (estación a estación)
2. Transferencia de datos. Tras el establecimiento del circuito, la información se podrá transmitir desde la estación origen a la estación destino a través de la red. Dependiendo de la naturaleza de la red, los datos podrán ser tanto analógicos como digitales. Normalmente, la conexión es full dúplex.
3. Desconexión del circuito. Tras la fase de transferencia de datos, la conexión se finaliza. Para la desconexión del circuito, se deben propagar las señales correspondientes a los nodos con los que se estableció la conexión, para que éstos liberen los recursos utilizados.

Como la conexión se establece **antes de que la transmisión comience**, se debe reservar la capacidad del canal requerido entre cada par de nodos, y cada nodo debe ser capaz de conmutar internamente para establecer la conexión solicitada.

Antes de la transferencia de la señal, hay un retardo para llevar a cabo el establecimiento de la llamada; una vez establecido el circuito, la red es totalmente transparente a los usuarios.

Durante la transferencia, la información se transmite a la razón de datos establecida, sin ningún retardo adicional, salvo el de propagación de la señal, pudiendo ser considerado en ocasiones despreciable el retardo introducido en cada nodo del camino.

Aunque la conmutación de circuitos puede utilizarse para la transmisión de datos, resulta ineficiente para este propósito en términos de los recursos de línea puesto que la línea se mantiene ocupada durante toda la sesión, incluso cuando no hay información circulando por ella. Además la necesidad del establecimiento de un enlace de conexión antes de enviar los datos, puede generar un retraso de tiempo significativo respecto al tiempo de transferencia de los datos.

La conmutación de circuitos se caracteriza por:

- Manejar un ancho de banda fijo.
- La información sigue una ruta preestablecida que no puede modificarse. Si existiera un bloqueo, no se podría enviar la información por otro camino.
- Los nodos intermedios no almacenan información. Si existiera un bloqueo, la información se perdería.
- No proporciona control de errores.
- Poca tolerancia a fallos. Si un nodo intermedio falla, todo el circuito se viene abajo. Hay que volver a establecer conexiones desde el principio.
- Es muy rápida, tanto como permita el ancho de banda, y segura.

Ejemplos: RED TELEFONICA CONMUTADA (RTB), RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

Conmutación de paquetes

En la conmutación de circuitos vista anteriormente, se ponen de manifiesto dos problemas:

1. En una conexión típica de datos, la línea está desocupada la mayor parte del tiempo.
2. Los dispositivos transmisor y receptor, deben transmitir a la misma velocidad.

Estos problemas se resuelven en la conmutación de paquetes.

En la conmutación de paquetes los datos se trocean en paquetes cortos. Cada paquete además de datos incluye en una cabecera la información necesaria para alcanzar su destino en la red. En cada nodo, el paquete se recibe, se almacena temporalmente y se envía al siguiente nodo hasta alcanzar el destino.

Cada paquete se transmite de forma individual a través de la red y pueden incluso seguir rutas diferentes. En el destino se re-ensamblan los paquetes en el mensaje original.

Al igual que en la conmutación de circuitos las líneas se conectan a centros de conmutación, pero en este caso los paquetes se transmiten al conmutador y son almacenados en una cola en espera de su envío (store and forward) y cuando hay un tiempo muerto en la comunicación entre la fuente y el destino, las líneas pueden ser utilizadas para otras comunicaciones.

Frente a la conmutación de circuitos, la conmutación de paquetes presenta las siguientes ventajas:

- La eficiencia de la línea es superior, ya que un mismo enlace puede ser compartido dinámicamente en el tiempo por varios paquetes. Los paquetes van formando una cola y se transmiten por la línea tan rápidamente como es posible.

- Permite el intercambio de paquetes a diferentes velocidades, pues cada estación se conecta a su nodo con su propia velocidad.
- Cuando aumenta el tráfico en la red se continúan aceptando las peticiones de conexión adicionales, si bien el retardo en la transmisión aumentará (en la conmutación de circuitos, sin embargo, se rechazan las peticiones adicionales)
- Se puede hacer uso de prioridades. Cada nodo puede transmitir en primer lugar los paquetes de su cola que tienen mayor prioridad.
- Permite la multidifusión. Un mismo mensaje se puede enviar a varios usuarios.

Existen dos esquemas en la conmutación de paquetes:

- **Datagramas** \equiv cada paquete se trata como una entidad independiente y es encaminado individualmente a través de la red. La cabecera de cada paquete contiene información completa acerca de su destino.
- **Circuito virtual** \equiv se utiliza una fase inicial para establecer una ruta (un circuito virtual) entre los nodos intermedios para todos los paquetes transmitidos durante la sesión de comunicación entre dos nodos finales.

En el método datagrama los paquetes no siguen una ruta preestablecida, los nodos intermedios examinan la cabecera y deciden a que nodo enviar el paquete para que éste alcance su destino. La entrega no está garantizada y los paquetes pueden llegar al destino en un orden distinto al que fueron enviados, así que deben ser ordenados en el destino para formar el mensaje original. La principal implementación de red de conmutación de paquetes en modo datagrama es Internet con el protocolo IP.

En el método circuito virtual en cada nodo intermedio se registra una entrada en una tabla indicando la ruta que ha sido establecida para la conexión, de esta forma los paquetes pueden tener cabeceras más cortas al contener sólo un identificador del circuito virtual y no información completa sobre su destino. Los paquetes llegan al destino en el orden correcto y hay una cierta garantía de que llegan libres de errores.

Ejemplos: Las formas más comunes de redes de conmutación de paquetes de circuito virtual son X.25, Frame Relay y ATM.

Conmutación de mensajes

Se basa en los mismos principios que la conmutación de paquetes, pero en la que los mensajes no son fragmentados en paquetes sino que se envían como un bloque completo.

Comparada con la conmutación de paquetes presenta dos desventajas importantes:

- El espacio necesario para el almacenamiento de mensajes puede llegar a ser muy grande
- Lo mismo sucede con los retrasos de tiempo, lo que la hace inapropiada para el trabajo en tiempo real.

Es el tipo de conmutación menos utilizada, para transmitir un mensaje a un receptor, el emisor debe enviar primero el mensaje completo a un nodo intermedio el cual lo encola en la cola donde almacena los mensajes que le son enviados por otros nodos. Luego, cuando llega su turno, lo reenviará a otro y éste a otro y así las veces que sean necesarias antes de llegar al receptor. El mensaje deberá ser almacenado por completo y de forma temporal en el nodo

intermedio antes de poder ser reenviado al siguiente, por lo que los nodos temporales deben tener una gran capacidad de almacenamiento.

5.2 REDES DE DIFUSIÓN

Llamadas también redes de **Broadcast**. En este tipo de redes no existen nodos intermedios de conmutación; todos los nodos comparten un medio de transmisión común, por el que la información transmitida por un nodo es conocida por todos los demás. Ejemplo de redes de difusión son:

- Comunicación por radio.
- Comunicación por satélite.
- Comunicación en una red local (LAN)

En las redes broadcast hay un único canal de comunicación, compartido por todos los ordenadores de la red. Los ordenadores envían mensajes cortos, denominados tramas, que llegan al resto de los ordenadores de la red. Sin embargo, esto no quiere decir que todos los mensajes tengan como destinatarios, siempre, la totalidad de los ordenadores de la red.

En la trama, aparte de la información propiamente dicha, hay un campo que indica el origen y el destino de dicha información. Pudiendo determinarse si el mensaje se envía a todos, a uno, o varios ordenadores en concreto.

Cuando el mensaje se dirige teniendo como remitentes al resto de los equipos de la red estamos enviando un mensaje de Broadcast. En el caso de que un host realice esta operación, todos los ordenadores reciben el mensaje y lo procesan. Sin embargo, si el mensaje no es de Broadcast, al ser un medio compartido y, dependiendo del dispositivo de interconexión, puede que todos los equipos lo reciban, pero, en este caso, si la trama no iba dirigida a él, la ignora.

En una red se producen mensajes de broadcast en situaciones muy diversas, por ejemplo cuando un ordenador se conecta a una red envía un mensaje de este tipo en busca de un servidor que le pueda asignar una dirección IP, también, cuando desconoce una dirección MAC (dirección de la tarjeta de red del host de destino) de un equipo, envía otro mensaje de Broadcast al resto de los host de su red para que alguno le pueda proporcionar esta información.

En definitiva, al tratarse de un medio compartido, todos los equipos reciben los mensajes enviados por el resto, sin embargo, estos mensajes pueden estar, efectivamente, dirigidos a todos (mensaje de Broadcast) o sólo a uno de ellos, en cuyo caso el resto de los equipos ignoraría la trama recibida.

5.3 DIFERENCIAS ENTRE REDES CONMUTADAS Y DE DIFUSIÓN

Generalmente, las redes de área local (LAN), suelen usar la tecnología broadcast, mientras que las redes más extensas (WAN), suelen usar la tecnología punto a punto.

Broadcast	Punto a punto
Fundamentalmente empleada en redes locales (LAN)	Fundamentalmente empleada en redes de largo alcance (WAN)
El software es más simple puesto que no necesita emplear algoritmos de routing y el control de errores es de extremo a extremo.	Los algoritmos de routing pueden llegar a ser muy complejos. Se necesitan dos niveles de control de errores: entre nodos intermedios y entre extremos.
Para que la estación reciba el mensaje, debe reconocer su dirección en el campo de destino.	La información se recibe. Una vez leído el mensaje se procesa si va dirigido a la estación, o se reenvía si tiene un destino diferente.
Un único medio de transmisión debe soportar todos los mensajes de la red, por lo que son necesarias líneas de alta velocidad (>1 Mbps)	Varias líneas de comunicación pueden funcionar en paralelo, por lo que pueden usarse líneas de baja velocidad (2-50 kbps)
Los principales retrasos son debidos a las esperas para ganar el acceso al medio.	Los principales retardos son debidos a la retransmisión del mensaje entre varios nodos intermedios.
El medio de transmisión puede ser totalmente pasivo y por ello más fiable.	El medio de transmisión incluye nodos intermedios por lo que es menos fiable.
Se necesitaría duplicar las líneas en caso de que se quiera asegurar la funcionalidad ante fallos.	La redundancia es inherente siempre que el número de conexiones de cada nodo sea mayor de dos.
Los costes de cableado de la red son menores. Sólo es necesario una tarjeta de interface por estación.	Los costes de cableado son superiores, y la estación requiere al menos dos tarjetas de interfaces.

6. COMUNICACIONES MÓVILES E INALÁMBRICAS

Debido a que el estudio de este tipo de comunicaciones requiere conocimientos previos en cuanto a protocolos de comunicación, estándares ISO de OSI y TCP/IP, etc., se detallarán todos estos tipos de comunicaciones en temas posteriores, una vez asimilados los conceptos previos que se requieren para su total comprensión.

