

# Tema 3: medios físicos de transmisión

## 1. conceptos previos

los **datos a transmitir** pueden ser **analógicos** como la voz humana que crea una onda continua en el aire, captada por un micrófono y convertida en señal analógica, o **digitales**, información guardada formada de ceros y unos.

Las **señales** también pueden ser analógicas o digitales. Las señales **analógicas** son ondas continuas, que cambian suavemente en el tiempo, tomando un número infinito de valores dentro de un rango. Una señal **digital** es discreta, solo puede tomar un número finito de valores, normalmente 0 y 1, y la transición de valores es instantánea.

### 1.1 señales analógicas simples

Las **señales periódicas** son las que se encuentran patrones de repetitividad, es decir, en un determinado tiempo, se vuelve a repetir uno o varios patrones anteriores. Se pueden describir en: **amplitud, periodo y fase.**

- **Amplitud:** distancia máxima entre el punto más alejado de una onda y el punto medio.
- **Periodo:** tiempo en segundos necesario para completar un ciclo.
- **Frecuencia:** número de ciclos que se completa en un segundo, se mide en hertzios(ciclos por segundo).
- **Fase:** es el tiempo o ángulo que lleva una señal de adelanto o atraso con respecto a otra referencia.

### 1.2 señales digitales

- **Intervalo de bit:** es el tiempo necesario para enviar un bit y se mide en **segundos**
- **tasa de bits:** es el número de bits enviados en un segundo y se mide en bps

### 1.3 descomposición de una señal

según el teorema de **Fourier** aseguramos que toda señal digital se puede obtener como la suma de una colección infinita de ondas seno(llamadas armónico) con amplitud, frecuencia y fase distintas.

Cuanto más componentes de la **serie de Fourier** añadimos, más parecida es la señal a la original. Es decir, con cierta cantidad finita de componentes, el resultado es lo suficientemente bueno como para extraer la información binaria de la señal original con exactitud.

- Espectro de frecuencias: cada señal tiene una colección de armónicos(espectro de frecuencia), cada uno de los cuales tiene una frecuencia distinta. diferencia entre la mayor y menor de sus frecuencias.
- Ancho de banda: diferencia entre la mayor y menor de las frecuencias.
- Ancho de banda de un medio: diferencia entre la mayor y menor de las frecuencias soportadas.

## 1.4 ley de OHM

La ley de ohm relaciona la diferencia de tensión eléctrica entre los extremos del material y la intensidad que la atraviesa.

$$R=V/I$$

R: resistencia/impedancia(ohmios)

V: tensión eléctrica(voltios)

I: intensidad(amperios)

## 2. factores físicos que afectan a la transmisión

- ➔ Atenuación: efecto producido por la pérdida de la señal, debido a la resistencia del canal de transmisión y otros elementos que intervienen en la misma. La pérdida de amplitud puede hacer que el mensaje sea imperceptible e inútil para la comunicación. Para recuperar la amplitud se utilizan repetidores de señales digitales.
- ➔ Distorsión: cambio de la forma de señal. Las señales compuestas tienen su propia velocidad de propagación, por lo que cada una alcanza el destino en diferentes instantes, lo que hace que la lectura de la señal sea distinta. Es predecible conociendo el medio y sus características, puede eliminarse utilizando dispositivos que modifiquen la señal
- ➔ Interferencias: adición de una señal conocida y no deseada a la señal que se transmite. Puede corregirse restando la señal conocida que altera la comunicación.a
- ➔ Ruido: alteración de la amplitud de la señal por causas no identificadas. No puede ser corregido.
- ➔ Eco: tienen las mismas características que la señal original pero atenuada y retardada. Sus efectos afectan tanto a la conversación telefónica y transmisión de datos

## 3. medios físicos de transmisión

Es el canal a través del que se propaga la señal que lleva la información al destinatario.

Factores a tener en cuenta a la elección del medio de transmisión:

- ◆ Tipo de instalación.
- ◆ Topología que soporta.

- ◆ Fiabilidad y vulnerabilidad
- ◆ Influencia de las interferencias
- ◆ Economía y facilidad de instalación
- ◆ Seguridad.

### 3.1 Medios guiados. Par trenzado

#### Par trenzado:

es un cable de pares que transmiten señales eléctricas mediante diferencia de tensión entre dos hilos conductores recubiertos de aislante, y se entrelazan como el ADN, se denominan par. Los hilos suelen ser de cobre, con un grosor denominado American Wire Gauge(AWG) en la que los valores mas bajos representan mayor grosor del conductor. Cuanto mayor grosor, mejor transmisión de datos.

Son inferiores a los cables coaxiales y de fibra óptica, pero ofrece una forma económica de líneas de comunicación con buena capacidad de transmisión y baja tasa de errores. Es bueno para redes de área local, ya que ofrece mejor velocidad de transmisión en distancias cortas y mejor precio.

#### Blindaje:

- UTP(Unshield Twisted Pair): cuatro pares trenzados sin recubrimiento metálico externo. Barato, flexible y sencillo de instalar.
- STP(shielded Twisted Pair): dos pares trenzados con un recubrimiento metálico en cada par. Más protegido, pero menos flexible. Más caro y difícil de instalar que UTP, ofreciendo la mitad de conductores.
- FTP(Foiled Twisted Pair): cuenta con un solo recubrimiento metálico que abarca los cuatro pares trenzados. Bastante utilizado, barato y fácil de instalar, con más inmunidad a interferencias externas.
- SSTP(Super Shielded Twisted Pair): cuatro pares, apantallado cada par con aluminio y el conjunto apantallado de nuevo. Grueso y rígido, gran blindaje electromagnético.

El apantallamiento mediante lámina utiliza aluminio y cubre el 100% del área del cable, reduciendo interferencias. El blindaje mediante malla metálica se realiza mediante un trenzado de hilos de cobre sin aislamiento, y no llega a cubrir totalmente los conductores, pero es suficiente para apantallar las señales, y resulta más flexible. En su contra, resulta más costoso mediante lámina de aluminio.

#### Conexiones:

el conector RJ-45 predomina para conectar los cables de par trenzado, tanto en telefonía y comunicaciones como en las redes de área local.

## 3.2 Medios guiados. Cable coaxial

El cable coaxial se compone de un conductor interno de alambre(núcleo), rodeado de aislante, que a su vez esta rodeado de una malla conductora y recubierta de plástico.

Esta disposición proporciona mayor inmunidad a interferencias externas, por lo que es superior al par trenzado, tanto en velocidad como en distancia. Se utiliza para transmisiones digitales y analógicas. Muy utilizado para la transmisión de televisión por cable, pero también para transmisiones de datos como internet.

## 3.3 Medios guiados. Fibra óptica

Fibras fabricadas de vidrio(silicio).La información que circula son impulsos de luz, por lo que es insensible a las interferencias electromagnéticas y alteraciones de voltaje. Núcleo por el que circula la señal lumínica, recubierto de un material que provoca la refracción lumínica, a su vez recubierto por plástico protector.

La tasa de error es mínima, se trata de un medio de gran fiabilidad. También es más difícil intervenir en líneas de fibra óptica, ya que, las fibras deben derivarse para escuchar la información que transmiten. Además, es muy frágil, se puede partir <fácilmente y admite muy poca distancia. Para uso interior de edificios son más flexibles y resistentes.

### Emisores y receptores:

el receptor de la señal emitida es un fotodiodo que funciona mediante el efecto fotoeléctrico, utilizando luz a través de la fibra óptica, siendo digital: 1 si hay luz, 0 si no hay.

Las fuentes de emisión lumínicas pueden ser:

- ◆ Láser: luz coherente de frecuencia única(una longitud de onda). Son bastante caros, pero ofrecen gran velocidad de emisión de datos.
- ◆ Diodo láser: semiconductores de emisión láser de bajo precio, suficiente potencia y calidad para transmisiones de grandes distancias.
- ◆ Diodo LED: semiconductores que producen luz cuando son excitados eléctricamente. Producen varias longitudes de onda. Baratos y duraderos, pero no tiene gran potencia ni trabajan con todos los tipos de fibra. Son ideales para LAN.

Los más habituales con diodos LED y Láser.

### Tipos. En función del diseño.

- ➔ Cable de estructura holgada(loose tube). Cables para instalaciones mayoritariamente exteriores y entorno agresivos. Varios tubos de fibra rodeando un miembro central y cubierta protectora. Cada tubo de fibra lleva varias fibras ópticas que descansan holgadamente en él. Los tubos pueden estar vacíos o llenos de gel antihumedad. El tubo holgado aísla la fibra de fuerzas exteriores. Se utilizan en redes WAN.

- ➔ Cable de estructura ajustada(tight buffer). Diseñado para instalaciones en el interior de edificios, más flexible y con un radio de curvatura más pequeño los holgados. Varias fibras con protección secundaria rodeando un miembro central, todo ello cubierto de una protección exterior. Utilizadas en tendidos cortos(LAN) y más facil de realizar debido al mayor grosor de recubrimiento.

#### Tipos. Transmisión de señal.

- ➔ Fibra monomodo: las señales viajan sin rebotar en las paredes del núcleo. Se utiliza con emisores láser para largas distancias y en instalaciones sin curvas pronunciadas.
- ➔ Fibra multimodo: muchos rayos rebotando con distintos ángulos. Tiene un núcleo más grueso, permitiendo más curvatura y el uso de diodos como emisores. Empleado en redes locales.

#### Fibra monomodo vs multimodo:

##### **Diámetro de núcleo**

el diámetro de la fibra monomodo es menor que el multimodo. El multimodo al ser mayor, le permite tener una mayor capacidad de recolección de luz y simplificar las conexiones.

##### **Ancho de banda**

la fibra monomodo tiene un ancho de banda mayor que multimodo. Puede obtener hasta dos veces el rendimiento de un cable multimodo. Las longitudes y velocidades con monomodo se deben a que la luz anula el retardo de modo diferencial(DMD), que es limitante del ancho de banda multimodo.

##### **Distancia**

La fibra multimodo es perfecta para un ancho de banda de menor capacidad y distancia más cortas. Esto se debe a la velocidad más baja y distancias cortas.

La fibra monomodo es ideal para largas distancias, debido a una velocidad mayor y mayor distancia.

##### **Precios**

ambos cuestan aproximadamente lo mismo. Pero los multimodo son más baratos, debido al menor precio de componentes.

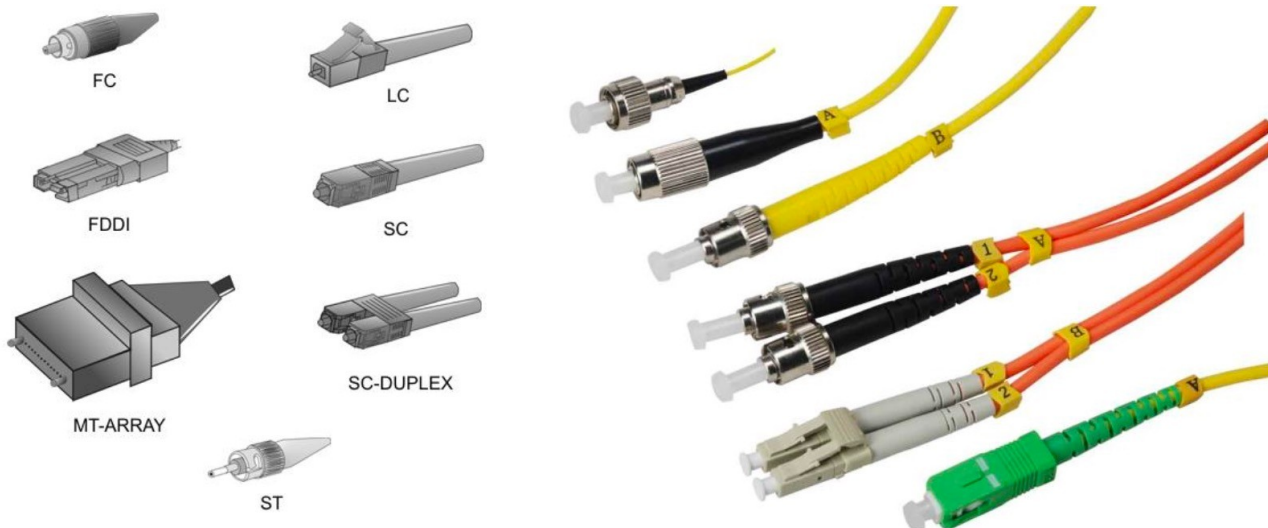
#### Conectores

es costoso realizar conectores de fibra, por el material caro, personal especializado y tiempo.

Los conectores más comunes son:

- FC, transmisión de datos y telecomunicaciones
- FDDI, redes de fibra óptica
- LC y MT-Array para transmisiones de alta densidad de datos
- SC y SC-Dúplex, transmisión de datos

- ST o BFOC, redes de edificios y sistemas de seguridad



*Algunos conectores de fibra óptica.*

una desventaja es que la comunicación es unidireccional, por lo que es necesario dos fibras para que sea bidireccional.

### Normalización

OM, fibra óptica multimodo, la numeración se refiere al tipo de núcleo, distancia del segmento, ventana de operación y ancho de banda.

- OM2: fibra multimodo MM 50/125, instancia máxima de 550m. Ventana de operación: 850nm, atenuación: 3,5dB/km, ancho de banda:500MhzKm
- OS1: fibra monomodo SM 9/125, instancia máxima: 550m. Ventana de operación:1310nm y atenuación:0.5 dB/km

### Ventajas

- ✓ Elevado ancho de banda
- ✓ atenuación muy reducida, cubre km sin necesidad de repetidores y transmite varios GB por segundo
- ✓ inmune a perturbaciones electromagnéticas. No genera contaminación o ruido que afecte a transmisiones, lo que permite muchas fibras juntas. Permite tener cableado en lugares de contaminación electromagnética donde los cables de cobre no se puede.
- ✓ Fibras pequeñas y ligeras
- ✓ Gran fiabilidad de transmisión
- ✓ gran seguridad de transmisión, al no emitir señales parasitarias
- ✓ mas barata a que los cables de cobre al ser de silicio

### Desventajas

- ✗ las fibras ópticas son frágiles, además cualquier desperfecto afecta a la calidad de transmisión
- ✗ problemas con los radios de curvatura
- ✗ las uniones o empalmes son difíciles de realizar
- ✗ los dispositivos de recepción y transmisión son costosos
- ✗ los cables no pueden ser utilizados para transmitir alimentación eléctrica

## 4. Medios no guiados

Se utilizan en red de área local(WLAN) por comodidad y flexibilidad.

Su ventaja es la facilidad y rapidez de instalación. No son sistemas complejos de cableado, la desinstalación es rápida.

Entre sus problemas encontramos baja capacidad de transmisión, alta tasa de errores, inferior seguridad y parámetros de transmisión regulados y restringidos.

### 4.1 Medios no guiados. Ondas de radio

son fáciles de generar, viajan largas distancias y entrar en edificios, resultan útiles para comunicar tanto en exterior como en interior.

Son omnidireccionales, por lo que no necesita alineación entre el emisor y receptor. A frecuencias bajas, las ondas radio cruzan obstáculos, en altas, viajan en línea recta rebotando en objetos.

Se utilizan antenas emisoras y receptoras. Direccionales o omnidireccionales.

Como viajan largas distancias, es posible que interfieran usuarios, por lo que haya

### Ventajas

- ✓ instalación o despliegue en tiempo reducido. Igual que la desinstalación
- ✓ costo inferior al de los medios guiados
- ✓ dispositivos económicos y reducidas dimensiones
- ✓ conexiones punto a punto puede comunicar dispositivos a km con un ancho de banda elevado
- ✓ mantiene la comunicación mientras el dispositivo se desplaza, incluso atravesando distintas coberturas(roaming o itinerancia)
- ✓ se pueden utilizar en área local(Wi-Fi) o áreas metropolitanas(WiMax)

### Desventajas

- ✗ transmisores de difusión, por lo que el ancho de banda de red se divide entre todas las estaciones en la zona
- ✗ puede detectarse fuera del edificio o zona donde se usan
- ✗ es posible que un atacante interrumpa las comunicaciones sin que la organización lo pueda evitar
- ✗ redes cercanas utilizan los mismo canales
- ✗ las comunicaciones en el exterior se ven afectadas por condiciones meteorológicas.

## 4.2 medios no guiados. Ondas infrarrojas

no atraviesan objetos sólidos, y no se pueden utilizar en el exterior de los edificios porque se ven interferidas por la radiación solar. Las transmisiones son mas seguras que las ondas radio, no requiere permisos de gobierno y no se interfieren. Pero presenta un problema, precisan linea de visión directa, si no es así, la comunicación es imposible.

las ondas son direccionales, provoca que la energía de emisión no se aproveche. Pueden usarse en transmisiones cortas y de interior.

Los dispositivos son pequeños, baratos y consumen poca energía.

## 4.3 Medios no guiados. Laser

Baja dispersión y gran energía para transportar, lo que permite enlaces en grandes distancias con elevadas tasas de transferencia. Trata de unir dos puntos con línea de visión directa con alta capacidad y reducido tiempo de instalación. Es preciso que no haya obstáculos de por medio.

Se puede unir a LAN. Proporciona bajo coste y elevado ancho de banda. La desventaja es que se ve afectado por condiciones atmosféricas.

## 4.4 Medios no guiados. Satelites

utilizan microondas de altas frecuencias lo que permite transmisiones de alta capacidad, mediante antenas parabólicas direccionales.

Permite instalar enlaces de comunicaciones de alta capacidad en áreas remotas. Como desventaja, este medio presenta altos retardos de transmisiones ya que la señal viaja grandes distancias, además de un elevado costo.



## 5. Transmisión de datos

### ASCII

sistema de codificación de caracteres latinos al idioma inglés, números, caracteres de puntuación y señales especiales, diseñado en EEUU y estandarizado por ANSI.

El código ASCII contemplaba el uso de 7 bits para representar 128 caracteres, al que se le incluía el octavo bit de comprobación (paridad). Los primeros 32 valores corresponden a caracteres no imprimibles, el resto representa caracteres numéricos, símbolos del idioma inglés en mayúsculas y minúsculas, símbolos de puntuación, y caracteres especiales como +-\*/\$@...

### ASCII extendido

sistema de codificación de 8 bits, que conserva valores de ASCII para los primeros 128 caracteres, agregando símbolos y caracteres a partir del 129 y hasta el 255.

### EBCDIC

código estándar de 8 bits usado por computadores mainframe IBM. Código binario que representa caracteres alfanuméricos, controles y signos de puntuación. Cada carácter compuesto de 8 bits, definiendo un total de 256 caracteres.

### Unicode

estándar creado con la finalidad de representar todo tipo de texto y símbolo. Cada carácter se asigna que es un número entero entre 0 y 1114111.

### Codificación mediante señales eléctricas

#### NRZ

Tras la transmisión de un bit, la señal no retorna el valor 0, sino que cuando transmite varios unos seguidos, la señal se mantiene a valor alto durante el tiempo que dure la secuencia. Consiste en mantener constante el nivel de voltaje durante el intervalo de tiempo que dura un bit.

Es un método sencillo y fácil de implementar, pero presenta problemas cuando se transmite grandes secuencias de valores idénticos.

#### RZ

el valor 1 se representa mediante un pulso que dure la mitad del intervalo del bit, en la otra mitad se retorna 0.

#### MANCHESTER

transición a la mitad de cada bit transmitido que cambia el voltaje de la señal. Si se transmite 1 comienza con valor alto y a mitad se cambia a valor bajo y viceversa.

#### SINCRONIA

para que emisor y receptor se entiendan, deben estar sincronizados. Debe coincidir el momento de cuando empieza un bit, cuanto dura y mantener la sincronía todo el tiempo.

- Transmisión sincrónica orientada a carácter: trata una secuencia únicamente de caracteres, donde se debe tener el bit exacto de cada uno.
- Transmisión sincrónica orientada a bit: secuencia de bits. Ni la información de control, ni los datos necesitan caracteres. El tamaño del bloque puede ser cualquier bit.

### ASINCRONA

Sin señal de reloj incorporada. La sincronía se restaura en cada carácter, por lo que es un método poco sensible. Un fallo afectaría a un solo carácter.

### SERIE

todos las señales de datos se transmiten por una única línea secuencialmente.

### PARALELA

varias líneas de comunicaciones, los grupos de datos transmitidos pueden componer un carácter, grupo de bits o una señal de control.

Se utiliza en distancias cortas como un cable de impresoras, disco duro...

### ANALÓGICA

Las señales pueden tomar cualquier valor, si se agrega ruido al canal, es imposible distinguir el ruido de la señal. Estas señales si se contaminan no se pueden revertir a la original.

### DIGITAL

Solo puede tomar un número finito de valores, viajando por líneas de comunicaciones con los mismos problemas que la señal analógica. El ruido altera la señal añadiendo o quitando potencia aleatoria, pero esta si puede eliminar el efecto de ruido.

### BANDA BASE

utiliza un solo canal para la transmisión de datos, puede enviar o recibir datos a través de un solo cable o canal. Por lo que el envío y recepción no es simultáneo. Puede utilizar su capacidad total para la transmisión de datos, y es utilizado en distancias cortas.

### BANDA ANCHA

Utiliza señales analógicas, donde se pueden enviar datos simultáneamente, es unidireccional, se utiliza en TV, DLS...

- Comunicación semiduplex: se puede realizar en ambos sentidos. El emisor puede ser receptor. Pero la comunicación no puede ser simultánea.
- Comunicación duplex: la comunicación es simultánea. Ambas estaciones actúan emitiendo y recibiendo señales con la otra estación, otras veces una línea lleva información en ambos sentidos.
- Comunicación simplex: las funciones de emisor y receptor permanecen fijas.