

Funciones y servicios del nivel físico.  
Tipos y medios de transmisión.  
Adaptación al medio de transmisión.  
Limitaciones a la transmisión.  
Estándares.

## **TEMA 63 (53 SAI \*)**

\*Transmisión de datos. Medios. Tipos. Técnicas. Perturbaciones.

---

**ABACUS NT**

## **Índice**

---

- 1. Introducción al nivel físico**
- 2. Servicios y funciones del nivel físico**
- 3. Tipos de transmisión**
  - 3.1. Comunicaciones digitales y analógicas**
  - 3.2. Transmisión en serie y transmisión en paralelo**
  - 3.3. Transmisiones síncronas y asíncronas**
  - 3.4. Simplex, halfduplex y full-dúplex**
- 4. Medios de transmisión**
  - 4.1. Medios de comunicación guiados**
    - 4.1.1. Cables eléctricos**
    - 4.1.2. Cables de pares apantallados**
    - 4.1.3. Cables coaxiales**
    - 4.1.4. Cables de fibra óptica**
    - 4.1.5. Enlaces ópticos al aire libre**
  - 4.2. Medios no guiados**
    - 4.2.1. Enlaces de radio y microondas**
    - 4.2.2. Comunicaciones vía satélite**
    - 4.2.3. Infrarrojos**
- 5. Técnicas de adaptación al medio**
  - 5.1. Multiplexación.**
  - 5.2. Modulación.**
    - 5.2.1. Modulación con portadora analógica**
    - 5.2.2. Modulación con portadora digital**
    - 5.2.3. Filtrado (Paso banda)**
- 6. Limitaciones en la transmisión**
  - 6.1. Atenuación**
  - 6.2. Distorsión de retardo de grupo**
  - 6.3. Ruido**
- 7. Estándares para interfaces**
- 8. Conclusión.**
  - 8.1. Relación con el Currículo**
- 9. Bibliografía**

## 1. Introducción al nivel físico

La irrupción y el desarrollo de las nuevas tecnologías están conformando una serie de cambios estructurales en los que la informática y más concretamente las redes de ordenadores, permiten un mundo más globalizado, donde cualquier persona puede acceder a la misma información en el mismo tiempo.

Para conseguir que la comunicación e interconexión de los diferentes equipos que forman parte de una red independientemente del hardware utilizado, existen varios modelos de referencia, de entre los que destaca el modelo OSI (Open System Interconnect) de ISO (International Standard Organization) por haber sido desarrollado de una forma teórica y concienzuda y por su interesante aspecto pedagógico, aunque existan grandes problemas a la hora de llevarlo a la práctica.

El nivel físico es el más bajo del modelo OSI de arquitectura de redes. Proporciona los medios mecánicos, eléctricos y de temporización de la red, además del medio físico de transmisión que está bajo la capa física, para activar, mantener y desactivar conexiones físicas para la transmisión de bits entre entidades de enlace de datos.

La capa física no interpreta los bits de datos: sólo traduce señal eléctrica, lumínica o de radiofrecuencia a formato digital.

Una conexión física puede estar formada por la concatenación de varios circuitos de datos. Tal es el caso de la conmutación de circuitos de la red telefónica. Una vez establecido un circuito conmutado, este se comporta como una conexión física, lo cual significa que los puntos de conmutación en los sistemas intermedios no son visibles en los niveles superiores al físico.

En este tema veremos todo lo relacionado con el nivel físico, incluyendo el canal de comunicación empleado, los problemas que puede presentar una transmisión y las formas posibles en que se puede efectuar esta.

## 2. Servicios y funciones del nivel físico

En las siete capas del modelo OSI de la red informática, el nivel físico o capa física (Capa 1) se refiere a las transformaciones que se le hacen a la secuencia de bits para trasmitirlos de un lugar a otro.

Los bits se manejan dentro del PC como niveles eléctricos. Cuando se transmiten los bits siempre se transforman en otro tipo de señales de tal manera que en el punto receptor puede recuperar la secuencia de bits originales.

La Capa Física o Nivel 1 proporciona los medios mecánicos, eléctricos, funcionales y de procedimiento para activar, mantener y desactivar conexiones físicas.

Variando algunas propiedades físicas, voltaje o corriente, se puede lograr el envío de datos mediante una onda o pulso lumínico.

Una señal cualquiera viene definida por tres características: su amplitud, que es el valor máximo de la señal en un intervalo; su frecuencia, que determina el número de veces que la señal se repite por segundo (medido en hertzios) y su fase, que indica el intervalo de tiempo que va desde el instante inicial al primer punto donde la señal toma el valor cero.

Normalmente tiende a considerarse que la transmisión suele ser perfecta, pero no es en realidad así, debido principalmente a las imprecisión inherente a la tecnología, por lo que se deben de asignar rangos en vez de niveles de tensión exactos.

Los **servicios** que proporciona el nivel físico son los siguientes:

- Conexiones físicas.
- Unidades de datos de servicio físico (PSDU).
- Puntos extremos de conexión física.
- Identificación del circuito de datos.
- Secuenciamiento.
- Notificación de condición de fallo.
- Parámetros de calidad de servicio (QOS).

Las **funciones** básicas que realiza nivel físico son:

- Activación y desactivación de la conexión física.
- Transmisión de unidades de datos de servicio físico.
- Gestión del nivel físico.

### 3. Tipos de transmisión

#### 3.1. Comunicaciones digitales y analógicas

Los primeros portadores empleados en telecomunicaciones transportaban la información en forma de corriente que “magnetizaba” o “desmagnetizaba”, alternativamente, un solenoide en el extremo distante. La velocidad de transmisión era extremadamente baja, alrededor de 1 bit/s. Más tarde los sistemas telefónicos dispusieron de un ancho de banda suficientemente amplio como para transportar la voz humana de forma inteligible, y en la actualidad las redes telefónicas transmiten señales analógicas en un rango de frecuencias de 300 Hz a 3,3 o 3,4 KHz.

Si los pulsos digitales se transmiten a través de una red telefónica de carácter analógico, se obtiene una versión muy atenuada y distorsionada de la señal en el extremo distante, dado que las frecuencias altas y bajas que forman parte de la onda cuadrada que representa el pulso de la señal digital no pueden ser transmitidas por el limitado ancho de banda disponible.

Existen muchas **ventajas** si se transmiten los **datos en forma digital**. Entre éstas se incluyen:

- a) Los circuitos digitales correctamente diseñados son menos sensibles a sufrir distorsiones o interferencias.

- b) Las señales digitales pueden regenerarse para ampliar la longitud del enlace sin acumular ruido o distorsiones adicionales, como sucedería en el caso de los repetidores analógicos.
- c) La posibilidad de lograr tasas de error muy bajas en los circuitos digitales.
- d) Funciones complejas, como la multiplexación estadística y la conmutación digital pueden implementarse de forma económica en los sistemas digitales, dado que estas señales no necesitan emplear módems de alto precio para pasar la señal a su forma digital antes de tratarla.
- e) Las técnicas de multiplexación digital son mucho más sencillas que sus equivalentes analógicos de multiplexación por división de frecuencia.
- f) Los circuitos y componentes digitales son mucho más baratos y fiables que los analógicos.
- g) Es posible integrar y transmitir de manera conjunta varias señales digitales, como voz digitalizada, señales de televisión digitalizadas y fax.

### 3.2. Transmisión en serie y transmisión en paralelo

Las comunicaciones que tienen lugar dentro de un ordenador suelen usar sistemas de transmisión en **paralelo** con capacidad de 8, 16, 32 o 64 bits, simultáneamente. Los buses de datos en paralelo, o simplemente buses de datos, se utilizan para conseguir velocidades de transmisión mucho más elevadas allí donde los costes de los cables son significativos. En las interfaces en paralelo se asigna una función concreta a cada una de las líneas, mientras que las interfaces en **serie** deben transmitir datos, señales de control e información de sincronización multiplexados bit a bit según un determinado protocolo de comunicación.

Es frecuente emplear transmisiones de datos en paralelo entre los ordenadores y los discos de almacenamiento de alta velocidad, o entre los ordenadores y las impresoras de alta velocidad, dado que el costo adicional de los cables no es significativo y las velocidades de transmisión necesarias sólo pueden alcanzarse utilizando cables convencionales si se transmiten todos los bits de forma simultánea.

La transmisión en serie conlleva la necesidad de transformar los datos a una forma serie, añadir caracteres de control, incluir los datos en tramas y añadir los elementos requeridos por el protocolo de comunicaciones. Para distancias cortas, la transmisión paralela puede ser más económica, pero a medida que la distancia aumenta, el costo de los conductores adicionales que supone un cable para transmisión en paralelo, comparados con el mismo costo para un cable para transmisión serie, se hace importante.

El costo de una interfaz para una transmisión en paralelo a una distancia significativa resulta prohibitivo a partir de unos cuantos cientos de metros y los retrasos variables que pueden experimentar los datos sobre las distintas líneas provocan dificultades a la hora de garantizar su validez cuando se leen en el extremo distante.

### 3.3. Transmisiones síncronas y asíncronas

#### - Transmisión asíncrona

Los "n" bits que forman la palabra del código correspondiente, van siempre precedidos de un bit "0" llamado arranque o Start y seguidos de al menos un bit "1" llamado de parada

o Stop. El conjunto citado forma un carácter, pudiendo mediar, entre dos consecutivos, cualquier separación.

La transmisión asíncrona, o transmisión arranque-parada, es menos compleja que la transmisión síncrona, dado que la información de sincronización forma parte de cada carácter.

Por esta razón suele emplearse en los terminales baratos que transmiten un único carácter cada vez.

- **Transmisión síncrona**

La transmisión síncrona no necesita emplear bits de comienzo y final para delimitar cada uno de los caracteres, y por tanto es un 20 por 100 más eficiente que la transmisión asíncrona, pero requiere que se mantenga una sincronización entre el transmisor y el receptor, para delimitar qué grupos de bits constituyen un carácter.

En funcionamiento síncrono, los octetos de datos se transmiten formando una secuencia continua, sin pulsos de arranque o parada. Las señales de reloj empleadas por el receptor debe obtenerlas el módem a partir de las señales transmitidas, o bien a partir de una señal independiente que debe acompañar a los datos desde el transmisor hasta el receptor.

### 3.4. Simplex, halfduplex y full-dúplex

La transmisión de datos y mensajes puede tener lugar en uno de los tres modos siguientes:

1. **Simplex** (la transmisión tiene lugar en un solo sentido).
2. **Halfduplex** (HDX) (la transmisión puede tener lugar en ambos sentidos, pero no simultáneamente).
3. **Full-dúplex** (FDX) (la transmisión puede tener lugar en ambos sentidos simultáneamente).

La transmisión *full-dúplex* necesita generalmente un enlace de datos a cuatro hilos (dos canales) que normalmente será más caro que los enlaces a dos hilos utilizados en transmisiones simplex o halfduplex.

La transmisión *simplex* es apropiada solamente para dispositivos receptores, como impresoras, que nunca transmiten información.

La mayoría de los terminales "tontos" operan en modo **echo-plex** (modo eco), en el que los caracteres que se introducen desde el teclado se envían al ordenador central que los devuelve a la pantalla. Este modo permite verificar la correcta recepción de los caracteres por parte del ordenador remoto, dado que cualquier fallo en la recepción resultará evidente en el terminal, a través de la pantalla o de una impresora.

En modo *halfduplex* los módems situados en cada uno de los extremos del enlace deben alternar entre los modos de transmisión y recepción, para poder recibir después de cada transmisión, al recibir una señal de control de "petición de permiso para enviar" (*Request To Send*, RTS) desde el ordenador o terminal.

## 4. Medios de transmisión

El protagonista principal en cualquier comunicación de datos es el medio o canal de transmisión sobre el que ésta tiene lugar. El costo de una comunicación de larga distancia puede atribuirse en su mayor parte a los medios de comunicación, mientras que en el caso de comunicaciones a cortas distancias el peso fundamental de los costos recae sobre los equipos de comunicaciones.

### 4.1. Medios de comunicación guiados

#### 4.1.1. Cables eléctricos

##### Pares trenzados

Un par trenzado está formado por un par de hilos conductores aislados entre sí y del medio exterior, que se trenzan para evitar que se separen físicamente, y, lo que es más importante, para conseguir una impedancia característica bien definida.

Al trenzar los cables, se incrementa la inmunidad del cable frente a las interferencias electromagnéticas, dado que el acoplamiento entre ambos cables es mayor, de modo que las interferencias afectan a ambos cables de forma más parecida.

Los cables de pares trenzados se usan frecuentemente para conectar a los abonados del servicio telefónico a sus respectivas centrales locales, siendo la principal razón para su uso el reducido costo de este tipo de cables y sus bien definidas características.

Los pares trenzados pueden utilizarse para transmitir datos en banda base a velocidades de varios Mbits/s a distancias de 1 Km o más, pero a medida que la velocidad de transmisión aumenta, la distancia máxima admisible disminuye.

##### 4.1.2. Cables de pares apantallados

Cuando se necesitan varios pares de cables es frecuente agruparlos en un único cable de pares con un blindaje global para reducir el efecto de las interferencias debidas a fuentes externas, como tubos fluorescentes o cables de alta tensión.

Los cables de pares son muy caros y no son flexibles, con lo que su instalación resulta difícil. También es difícil detectar las causas que pueden provocar un corte o un circuito abierto en uno de los pares. Un solo par defectuoso puede obligar a reemplazar todo el cable. Cada uno de los pares de un cable de pares debe estar identificado mediante una etiqueta o un código de colores.

##### 4.1.3. Cables coaxiales

Los cables coaxiales están formados por dos conductores, uno interior y otro exterior, que puede ser una malla trenzada o un conductor sólido, separados por una capa de dieléctrico, como polietileno.

## Estructura típica de un cable coaxial

Los cables coaxiales se utilizan para transmisión de datos a alta velocidad a distancias de varios kilómetros. Las señales eléctricas en banda base se pueden transmitir por medio de cables coaxiales a velocidades de hasta 10 Mbits/s a distancias de hasta 1 Km, pero pueden lograrse anchos de banda y distancias de transmisión mucho mayores si se usan técnicas de modulación en banda ancha.

Pueden transmitirse muchas señales simultáneas utilizando varias frecuencias portadoras suficientemente separadas entre sí como para prevenir efectos de intermodulación.

Muchos cables coaxiales pequeños son baratos dado que se producen en grandes volúmenes para aplicaciones como la televisión doméstica, pero los cables coaxiales de bajo nivel de pérdidas, o los cables de banda base, son mucho más caros, además de más grandes y menos flexibles.

### 4.1.4. Cables de fibra óptica

Los cables de fibra óptica tienen muchas aplicaciones en el campo de las comunicaciones de datos:

- Conexiones locales entre ordenadores y periféricos o equipos de control y medición.
- Interconexión de ordenadores y terminales mediante enlaces dedicados de fibra óptica, enlaces multiplexados de fibra óptica o redes de área local de fibra óptica.
- Enlaces de fibra óptica de larga distancia y gran capacidad.

Los cables de fibra óptica ofrecen muchas **ventajas** frente a los cables eléctricos para transmitir datos:

- Mayor velocidad de transmisión.** Las señales recorren los cables de fibra óptica a la velocidad de la luz ( $c = 3 \times 10^8$  m/s), mientras que las señales eléctricas recorren los cables a una velocidad entre el 50 y el 80 por 100 de ésta, según el tipo de cable.
- Mayor capacidad de transmisión.** Pueden lograrse velocidades por encima de 1 Gbit/s mediante fibra óptica, mientras que en el caso de pares trenzados esta velocidad es de unos 10 Mbits/s, 30 Mbits/s para las transmisiones en banda base mediante cables coaxiales, y 400 Mbits/s para las transmisiones en banda ancha mediante cables coaxiales.
- Inmunidad total ante las interferencias electromagnéticas.** La fibra óptica no produce ningún tipo de interferencia electromagnética y no se ve afectada por rayos o por los pulsos electromagnéticos nucleares (NEMP) que acompañan a las explosiones nucleares.
- No existen problemas de retorno de tierra**, crosstalk o reflexiones, como sucede en las líneas de transmisión eléctricas.

Hay tres **tipos** de cables de fibra óptica:

- Fibra monomodo:

El diámetro del núcleo o fibra óptica es sumamente fino. Este tipo de fibra proporciona un alto rendimiento, pero hace que resulte muy difícil la conexión del cable a transmisores y a otros dispositivos.

- Fibra **multimodo**:

Contienen un núcleo de alta resolución dentro de un revestimiento de resolución más baja. Las conexiones a otros dispositivos son más sencillas que con los tipos monomodo.

- Fibra **multimodo de índice gradual**:

Este tipo de fibra varía de densidad y tal variación reduce la dispersión de las señales. Es el tipo de fibra más popular, ya que se utiliza frecuentemente en telecomunicaciones. Tiene un índice de transmisión muy alto, mayor que los tipos anteriores.

#### **4.1.5. Enlaces ópticos al aire libre**

Un enlace óptico al aire libre es, básicamente, un enlace de fibra óptica en el que se ha sustituido la fibra óptica por el aire. El emisor óptico produce un haz estrecho que se detecta en un sensor que puede estar situado a varios kilómetros en la línea de visión.

Se puede emitir voz o datos sobre enlaces ópticos al aire libre a velocidades de hasta 4 Mbits/s. El límite para comunicaciones fiables se encuentra sobre los 2 km. Para distancias de más de 2 Km, son preferibles los enlaces de microondas.

#### **4.2. Medios no guiados**

##### **4.2.1. Enlaces de radio y microondas**

Los primeros sistemas de comunicación de datos para terminales móviles se basaban en redes radiofónicas de VHF o UHF utilizando una estación central que empleaba una frecuencia fuera de banda y una frecuencia común para las respuestas de las unidades móviles. Los problemas resultantes de la llegada simultánea de varias llamadas se resolvían en la estación central accediendo a los terminales o por medio de sistemas de detección de colisiones y retransmisión.

Los sistemas celulares de radio están ahora disponibles en muchas áreas. Permiten la transmisión de información digital desde terminales portátiles o desde terminales situados en vehículos móviles hacia cualquier otro abonado del sistema telefónico público.

Los sistemas de radiotelemetría que funcionan en VHF o UHF se emplean para transferir ráfagas de datos desde puntos remotos de medida hacia un centro de proceso único. El costo de las transmisiones de radio es generalmente mucho más bajo que una red de líneas cuando muchos de los puntos de medida están situados en regiones inaccesibles o donde no se dispone de líneas de comunicación.

#### 4.2.2. Comunicaciones vía satélite

Las microondas presentan graves problemas para ser utilizadas en comunicaciones terrestres cuando la frecuencia de la señal supera los 2,5 GHz. Si además se pretenden cubrir grandes distancias entre emisor y receptor, son necesarios elementos amplificadores-repetidores en el camino.

Por otra parte, al aumentar la frecuencia de la señal utilizada esta se hace cada vez más directiva. Si utilizamos como estación amplificadora repetidora un satélite artificial, se estará utilizando un sistema vía satélite. Al salvar los accidentes del terreno, encontrándose los satélites a gran altura, las distancias que pueden ser cubiertas son enormes, generalmente intercontinentales.

Los satélites de comunicaciones se sitúan en la llamada órbita geoestacionaria establecida a 36.000 Km de altura. Debido a que a esa altura la velocidad de rotación de la tierra coincide con la velocidad de desplazamiento del satélite, deja al mismo aparentemente inmóvil en el cielo.

#### 4.2.3. Infrarrojos

En este caso se transmiten ondas electromagnéticas que se propagan en línea recta, pero cualquier obstáculo opaco que se encuentre en su camino interfiere en la transmisión de la señal, por lo que no es aconsejable para distancias superiores a 200 m.

### 5. Técnicas de adaptación al medio

#### 5.1. Multiplexación.

Multiplexar un canal de transmisión significa poder transmitir en paralelo varias señales con información, orígenes o destinos diferentes. Para ello se utiliza la multiplexación por división de tiempo o por división de frecuencia.

En el caso de la multiplexación por división de frecuencia (FDM), se transmiten diferentes señales moduladas cada una sobre una portadora de distinta frecuencia. Dichas portadoras deben estar suficientemente separadas para evitar interferencias y diafonías. Este fenómeno es el que se utiliza, por ejemplo, para transmitir las señales de radio o televisión.

En la multiplexación por división de tiempo (TDM), las señales de entrada están desfasadas en el tiempo, de forma que en un instante sólo se transmite información correspondiente a una única señal. Esta técnica es muy utilizada para la transmisión digital.

#### 5.2. Modulación.

La modulación es el proceso por el cual se puede modificar una señal portadora para que lleve información, una señal de menor frecuencia. El proceso que permite recuperar la señal original se llama demodulación.

Esta portadora puede ser analógica o digital y se puede combinar con información de tipo analógico o digital. Las combinaciones posibles son:

- Portadora analógica, información analógica. Emisoras de radio AM o FM.
- Portadora analógica, información digital. Transmisión por medio de MODEM.
- Portadora digital, información analógica. Canales de voz en líneas RDSI.
- Portadora digital, información digital. Transmisiones en banda base.

Los diferentes tipos de modulación se clasifican dependiendo de si la portadora es analógica o digital.

### 5.2.1. Modulación con portadora analógica

Este tipo de modulación utiliza una portadora sinusoidal de alta o muy alta frecuencia, debido a que la sensibilidad al ruido es menor a pesar de que sufren una mayor atenuación.

Esta portadora es de la forma:  $ac = Ac \sin(2\pi fct + ac)$

Donde  $Ac$  es la amplitud máxima de la señal,  $fc$  es su frecuencia y  $ac$  es el ángulo de fase. Variando estos tres parámetros se tienen los tres tipos de modulación básicos: en amplitud, frecuencia y fase.

#### Modulación en amplitud (ASK)

En esta modulación se varía la amplitud de la onda portadora de acuerdo con la señal que se envíe. En su forma más sencilla, la portadora simplemente se conecta y desconecta para simular el envío de los bits 0 y 1.

#### Modulación en frecuencia (FSK)

En este caso la amplitud es constante, por lo que la señal es inmune a todos los ruidos que varían la amplitud, pero necesita más ancho de banda para transmitir.

Una forma fácil de modular en frecuencia sería asignar un valor de frecuencia determinado para el 0 y otro para el 1. En la práctica, la modulación FSK es un proceso analógico continuo donde la frecuencia varía de acuerdo con la señal a enviar.

#### Modulación en fase (PSK)

En la modulación de fase, la portadora se hace variar de fase en función de los datos que se transmiten, siendo la gama máxima de variación  $\pm 180^\circ$ .

Las pequeñas variaciones de fase son difíciles de transmitir y detectar, por lo que este tipo de modulación no suele usarse para el envío de información analógica.

### 5.2.2. Modulación con portadora digital

En este tipo de modulación se utiliza una portadora que será un tren de pulsos, donde la información que se transmite modifica esta secuencia de pulsos. Hay 4 tipos de modulación con portadora digital:

- Impulsos modulados en amplitud (PAM). La amplitud de los pulsos enviados es proporcional a la amplitud de la señal.
- Impulsos modulados en posición (PPM). En este caso se transmite un tren de pulsos haciendo que todos ellos tengan la misma amplitud, pero su posición respecto a un origen indica la información a transmitir.
- Impulsos modulados en duración (PDM). Los pulsos tienen una determinada duración que varía según la información que se transmite.
- Modulación por codificación de pulsos (PCM). Para enviar una señal analógica en formato digital, lo primero que hay que hacer es una conversión A/D y después una cuantificación. El receptor sigue el proceso inverso obteniendo la señal analógica original. El proceso más detallado es el siguiente: La señal analógica de entrada se observa a intervalos regulares (muestreo) obteniéndose una señal modulada en amplitud PAM. La señal PAM sigue siendo analógica ya que la amplitud del pulso puede tener distintos valores. A continuación, cada pulso PAM se codifica utilizando n bits que se transmiten por el canal.

### 5.2.3. Filtrado (Paso banda)

Un filtro paso banda es un tipo de filtro electrónico que deja pasar un determinado rango de frecuencias de una señal y atenúa el paso del resto.

Dada la discreción de las señales digitales es posible implementar filtros de paso banda que generen señales prácticamente ideales (no pasa así con las señales analógicas).

## 6. Limitaciones en la transmisión

Existen aspectos de la transmisión que afectan tanto al límite de la velocidad como a la calidad, normalmente evaluada en función del porcentaje de errores.

Entre ellos los más significativos son:

- Atenuación y distorsión de atenuación.
- Distorsión de retardo de grupo.
- Ruido.

### 6.1. Atenuación

Toda señal eléctrica, al ser transmitida por un medio físico o por el espacio experimenta una pérdida de potencia. Esta pérdida se denomina pérdida de inserción o atenuación.

Se mide normalmente en decibelios por unidad de distancia.

La atenuación introduce tres *aspectos que deben tenerse en consideración* al diseñar el circuito: *Primero*, la señal recibida debe tener el nivel suficiente para que los circuitos electrónicos del receptor puedan detectar la señal. *Segundo*, debe haber en el receptor un nivel adecuado de relación señal-ruido para garantizar la calidad de transmisión. *Tercero*, la atenuación es una función creciente con la frecuencia.

Para compensar la distorsión de atenuación se utilizan elementos denominados igualadores.

## 6.2. Distorsión de retardo de grupo

Es un fenómeno causado por el hecho de que la velocidad de propagación de la señal varía con la frecuencia, lo que tiene como consecuencia una "distorsión" de la señal recibida que se conoce con el nombre distorsión de retardo de grupo o distorsión de fase.

Este fenómeno no tiene trascendencia en las comunicaciones de voz, pues el oído humano no es sensible a las diferencias de retardo. Sin embargo, tiene efectos importantes en la transmisión de datos, particularmente a alta velocidad.

## 6.3. Ruido

En toda transmisión, la señal recibida se compone de la señal transmitida, modificada por las diversas distorsiones experimentadas en el sistema de transmisión, y señales adicionales que se agregan en el circuito entre la emisión y la recepción. El conjunto de señales que no procede de la fuente se denomina ruido.

Las señales de ruidos pueden agruparse en las siguientes **categorías**:

- Ruido térmico (también conocido como blanco).
- Ruido de intermodulación.
- Diafonía.
- Ruido impulsivo.

Hay otras fuentes de error que también se denominan "ruido", como el ruido de cuantificación, que realmente son debidas a las inevitables imprecisiones de los sistemas de transmisión.

El **ruido térmico** es debido a la agitación térmica de los electrones en el conductor. Está presente en todos los dispositivos electrónicos y en los medios de transmisión y es función de la temperatura.

El **ruido de intermodulación** es producido por una función de transferencia no lineal en el sistema de transmisión. En un sistema no lineal se producen frecuencias no deseadas, combinaciones de las frecuencias de entrada.

La **diafonía** es producida por el acoplamiento entre vías de transmisión; puede tener lugar en cables de pares, líneas de cable coaxial o bien en las antenas de microondas que captan señales indeseadas.

El **ruido impulsivo** consiste en pulsos irregulares o picos de ruido de corta duración y relativamente gran amplitud. Es producido normalmente por inducciones consecuencia de conmutaciones electromagnéticas.

## 7. Estándares para interfaces

### Norma V.24 (o EIA RS-232-C en EE.UU)

Establece especificaciones eléctricas, mecánicas, y funcionales de la interfaz DTE/DCE. (ordenador/MODEM). Admite transmisión síncrona y asíncrona, la velocidad máxima de transmisión es 20Kbps, trabaja en los modos half-duplex y full-duplex y la longitud del cable puede ser de 15 metros máximo.

### Norma RS-449

Es una mejora de la norma anterior, manteniendo compatibilidad con ésta. Sólo define especificaciones mecánicas y eléctricas. La longitud del cable puede ser hasta 1200 ms (para una velocidad máxima de 90Kbps). La velocidad máxima de transmisión puede ser de 2Mbps (en este caso la longitud máxima del cable es de 15 m).

### Normas V.34 y V.34.bis

Elaborada para normalizar módems con transmisión dúplex, y velocidad de hasta 33,6 Kbps.

### Norma V.35

Elaborada por la CCITT para módems con velocidades de hasta 48 Kbps. Tiene conectores de 48 pines, transmisión síncrona, utiliza modulación AM y FM.

### Norma V.90

Elaborada para normalizar módems con velocidades de bajada de hasta 56Kbps y 33.6Kbps de subida.

### Norma V.92

Este estándar está definido para módems de hasta 48Kbps de velocidad ascendente y permiten que una llamada interrumpa una sesión de Internet (si la línea tiene el servicio de llamada en espera).

### Normas X.20/X.21 bis y X.21/X.21 bis

Normas elaboradas para acceso a redes públicas de datos. Transmisión digital (20/21) o analógica mediante módem (20/21 bis). Transmisión asíncrona (20) o síncrona (21).

En concreto la norma X.21 define el interfaz para la transmisión síncrona digital y duplex por redes.

## Interfaz RAL (10 Base T)

Establece las especificaciones mecánicas, eléctricas y funcionales de los cables par trenzado, tipo UTP, en redes de área local.

## Estándar EIA-518-A

Establece 5 categorías de cables tipo UTP

## Estándar 802.16

Norma elaborada por el IEEE (instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos). Normaliza las comunicaciones inalámbricas, fue diseñado para telefonía digital, internet, conexión de LAN remotas, difusión por radio y televisión, entre otros.

## Estándar 802.11 (Wi-Fi)

El estándar 802.11 es una familia de normas inalámbricas creada por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). Actualmente los protocolos 802.11g, 802.11n, 802.11ac y 802.11ax que definen la transmisión en 2,4Ghz y 5Ghz (802.11g sólo en 2,4Ghz) son los más utilizados junto con 802.11i y 802.11w que definen la seguridad de esa transmisión.

## 8. Conclusión.

Los medios de transmisión son actualmente una de las fronteras tecnológicas que más rápidamente evolucionan. Con velocidades que superan los terabytes/s (aún en laboratorio claro), el medio físico ya sea fibra óptica, los satélites Startlink de Elon Musk o el 5G de Huawei, son noticia no solo en los medios especializados sino incluso en los noticiarios públicos.

### 8.1. Relación con el Currículo

Este tema es aplicado en el aula en los módulos profesionales siguientes, con las atribuciones docentes indicadas (PES/SAI):

- FP Básica
  - TPB en Informática de Oficina
    - (PES/SAI) IMRTD Instalación y mantenimiento de redes para transmisión de datos
  - TPB en informática y Comunicaciones
    - (PES/SAI) IMRTD Instalación y mantenimiento de redes para transmisión de datos
- GRADO MEDIO
  - Técnico en Sistemas Microinformáticos y Redes
    - (PES/SAI) SOR - Sistemas operativos en red
    - (PES) REDL - Redes locales
- GRADO SUPERIOR

- TS en Administración de Sistemas en Red
  - (PES) PAR - Planificación y administración de redes
  - (PES) SRI - Servicios de red e Internet
- CURSOS DE ESPECIALIZACIÓN
  - CE Ciberseguridad TIC
    - (PES/SAI) Bastionado de Redes y Sistemas

## 9. Bibliografía

- Alberto León-García, Indra Widjaja; "**Redes de Comunicación**". Primera edición. 2001. Ed. Me Graw Hill
- William Stallings.; "**Comunicaciones y Redes de Computadores**". sexta edición. Ed. Prentice-Hall. 2000.
- Andrew S. Tanenbaum; "**Redes de computadores**". Ed. Prentice-Hall. 2003.
- Kurose, James; Ross, Heith; "**Redes de computadoras: un enfoque descendente**" Ed. Pearson 2017