

## REDES Aspectos físicos.

Javier Fernández Rivera - [www.aurea.es](http://www.aurea.es)

### Conceptos matemáticos

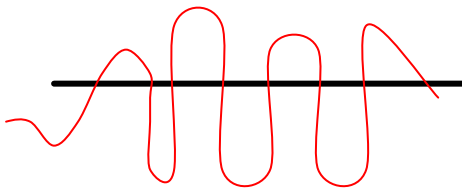
El efecto causado por una suma de señales es equivalente a la suma de los efectos causados por cada señal independientemente.

$$F(x + y) = F(x) + F(y)$$

Esto quiere decir que si enviamos una señal y luego otra es lo mismo que enviar las dos conjuntamente.

A la hora de enviar información una de las señales más usadas son las llamadas sinusoidales.

### Señales sinusoidales



$$F(T) = A * \text{sen}(W * T + FI)$$

A: amplitud, es el valor máximo alcanzado por una señal.  
W (omega): omega es la diferencia angular, que es el número de cortes de la función con el eje horizontal con unidad de tiempo (t).  
FI (fase): es lo que mide el desplazamiento de la señal en

Señal periódicas: Son señales que se transmiten de la misma forma y continuamente. Podremos representarla como combinaciones de senos y cosenos.

### Conceptos físicos

**La ley de ohm:** Las señales eléctricas cuando se transmiten por cualquier medio tiene un debilitamiento que es lo que se conoce como atenuación.

**Se llama decibelio:** a la medida o a la unidad que mide la proporción entre la energía que hay en la entrada y la que hay en la salida. De esta forma obtendríamos la cantidad de atenuación.

**Nº decibelios =  $10 * \log_{10}(P.\text{salida}/P.\text{entrada})$**  Si la Potencia de entrada es igual a la Potencia de salida se diría que hay 0 decibelios o lo que es lo mismo que no ha habido ninguna atenuación. Esto sería el caso perfecto.

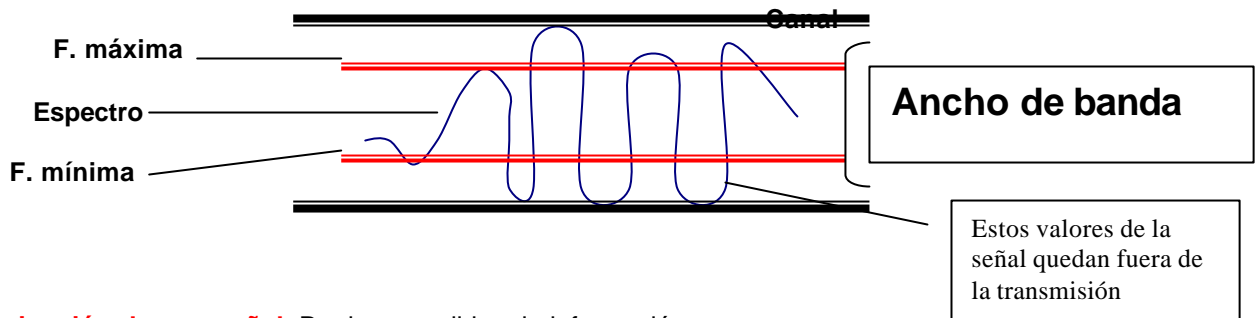
Si la P.salida es mayor a la P.entrada, se dice que ha habido un amplificado puesto que hay ganancias en la señal de salida.

En caso inverso se dice que hay un atenuado.

De hay vienen las palabras con las que denominamos a los dispositivos que incrementan las señales o las decrementan: amplificadores y atenuadores.

### ¿Que es el ancho de banda?

Es la diferencia entre la frecuencia máxima y la mínima dentro de un canal. El ancho de banda determina la velocidad de transferencia de los datos por un canal. Lógicamente el ancho de banda limita en gran medida los tipos de transmisiones de cualquier información. Con lo que si un ancho de banda para radio es lógicamente mas pequeño que el ancho de banda para la transmisión de televisión. Puesto que en el primer caso solo se transmite voz y en el segundo también se transmiten imágenes. Esta es una de las razones por las que las televisiones digitales usan los satélites para sus transmisiones, estos satélites proveen un ancho de banda enorme en comparación con otros tipos de dispositivos.



**Contaminación de una señal:** Produce pérdidas de información.

### Factores que producen contaminación:

- **Atenuación:** Se pierde amplitud de la señal, los valores máximos de esta.
- **Distorsión:** Se produce en algunas partes de la naturaleza del canal, en las cuales se producen atenuaciones y distorsiones del espectro de la señal. Este factor de contaminación puede corregirse mediante un ecualizador, el cual se encargaría de amplificar la señal en esos puntos en los que se distorsiona o atenúa.
- **Interferencias:** Se añade una señal por el medio de la señal original.
- **Ruido:** Esto es el resultado de muchas interferencias.

Al enviar varias señales por un mismo canal se llama multicanalización.

### Multiplexación y concentración

**Multiplexar** es dividir de forma lógica un canal de transmisión en varios canales, lo cual permite enviar datos por "subcanales" de forma simultánea.

**Concentración:** (hub), su definición es teóricamente similar a la de la multiplexación. Lo que la diferencia de la anterior, es que en el caso de la multiplexación la capacidad de transmisión del canal común ha de ser mayor o igual que la suma de las capacidades de transmisión de cada uno de los emisores. Y este requisito no es indispensable en la concentración.

Los concentradores son dispositivos físicos que se encargan en cierta forma de administrar el canal. Por un canal no pueden ir todas las señales cuando estas quieren, ha de haber un dispositivo que diga a una señal que espere y cuando el canal este libre que pase, esos dispositivos son los concentradores. De hay viene su nombre, puesto que concentran a la señal durante un periodo temporal. Estos dispositivos se encargan de decir a la señal que espere hasta que el canal quede libre y poder darle paso a continuación, es necesario que albergue durante ese tiempo de espera la señal, para esto cuentan con un elemento o memoria que almacena la señal, hasta su lanzamiento. Este proceso lo realiza con varias señales.

**Multiplexación en frecuencia (FDM):** Se divide de forma lógica un canal común en varios canales lógicos, cada cual de ellos dispone de su propia banda de ancho y sus frecuencias para las transmisiones.

Evidentemente estos subcanales lógicos que parten del común tienen un ancho de banda menor que el canal común y disponen de menos frecuencias a transmitir pero de esta forma se pueden enviar simultáneamente datos en distintas frecuencias.

**Multiplexación en el tiempo (TDM):** En este tipo de multiplexación se divide el canal común de forma lógica en canales, y esto lo logra haciendo repartos de intervalos de tiempo.

## Dos tipos de multiplexación en tiempo

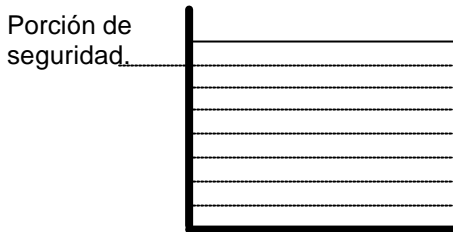
**Multiplexación en el tiempo asíncrono:** Cada estación puede transmitir un intervalo de longitud variable.

**Multiplexación en el tiempo sincrónico:** Cada emisor tiene un tiempo determinado para transmitir. Su problema es que cuando uno no transmite este tiempo es muerto y de esta forma podemos perder tiempo.

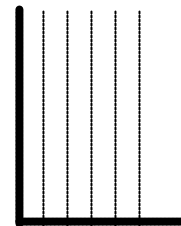
El sistema ideal para transmitir sería una mezcla de los dos. Hay dispositivos que lo logran.

**Técnicas combinadas:** Es un tipo de multiplexación que da lugar a que se pueda usar un canal en ciertos intervalos de tiempo dentro de una determinada frecuencia de un ancho de banda.

### Multiplexación por frecuencia



### Multiplexación por tiempo



## La modulación

Podríamos definir más técnicamente "modulación" como la acción encargada de adaptar una señal a un canal de forma que se usen las mejores frecuencias para propagar esa señal por ese canal.

Ahora bien se dice que si la transmisión se realiza sin ningún tipo de modulación esta opera en banda base, y por el contrario si se modula estará operando en banda ancha.

En banda base: (Distancia cercana, no va modulada). Solo distancias cortas en largas se pierde información. En estas solo pueden ir una señal por línea.

En banda ancha (Distancia lejana, va modulada): A una señal se le aplica el proceso llamado modulación. Por esta pueden ir varias señales.

## Tipos de modulación

- **Modulación lineal:** Se transmiten las señales continuas de forma sinusoidal.
- **Modulación por pulsos:** Se transmite señales en forma de bits.
- **Modulación codificada:** Primero se codifica y luego se envía de igual forma que la modulación lineal.

## Modulaciones lineales

- **Modulación en amplitud:** Asignan una amplitud diferente, al 0 o al 1.
- **Modulación en fase:** Solo tiene dos estados, el 0 y el 1.
- **Modulación en frecuencia**

Habíamos dicho que en banda base las señales podían perderse al no haber una modulación, veamos esto con un ejemplo.

Hay dos paisanos uno tiene un megáfono y otro no. El segundo de ellos comienza a hablar con lo que está transmitiendo información, y lo hace en forma de banda base puesto que su señal de voz no es alterada ni modificada por nada. Mientras que el primer paisano comienza a hablar por megáfono, su señal de voz sí es alterada y llegará más lejos al ser modulada por el megáfono. Con lo que, el primer paisano hablará y la información con la distancia se irá perdiendo y llegará menos lejos que con megáfono. ☺

## Medios de transmisión

El medio de transmisión es el soporte físico por el que va la información o datos en forma de señales o magnitudes físicas.

Este es uno de los elementos claves dentro de una comunicación. La calidad de la transmisión será determinada por las características del medio por el que se propaga.

Los medios de transmisión pueden ser: el aire, el agua, los cables o hilos conductores, etc.

Cada medio de transmisión es adecuado para transmitir una determinada señal. Por ejemplo una señal eléctrica ha de ser transmitida por un hilo conductor para que se propague a gran velocidad, y de hay la utilización del cable.

Cada medio de transmisión tiene ventajas e inconvenientes por lo que hay una serie de factores a tener en cuenta a la hora de elegirlo:

- Tipo de instalación en la que es mas adecuado.
- Topología que soporta.
- Fiabilidad y vulnerabilidad.
- Influencia de las interferencias.
- Economía y facilidad de instalación.
- Seguridad. Facilidad para intervenir el medio.

Lógicamente en la telemática hay un gran numero de medios de transmisión. Pero en la teleinformática se han de destacar 3 medios de transmisión.

- Los medios magnéticos
- Los medios de cableado.
  - UTP
  - STP
  - Fibra optica
- Los sistemas inalámbricos
  - Los sistemas redioterrestres
  - Los sistemas de satélites artificiales

**Los medios magnéticos:** Si el costo por bit o ancho de banda es elevado, las cintas magneticas ofrecen una buena solucion.

Una cinta de video (Exabyte) puede almacenar 7 GB.

**Los medios de cableado:** Este es el canal o medio de transmisión mas barato y simple que hay. Nos facilita una comunicación rápida y cómoda.

Como antes habíamos vistos todos los medios de transmisión hacen que se produzca unas contaminaciones en las señales. En los cables se puede producir una gran atenuación de la señal, producto de la distancia. Los cables pueden correr unos kilómetros sin la amplificación dependiendo del cable utilizado, con la longitud se va perdiendo la señal y esto puede solucionarse con unos dispositivos llamados repetidores, los cuales amplifican prácticamente de nuevo la señal al estado inicial, evitando así las atenuaciones.

Existen varias técnicas en los cables para evitar estas perdidas o contaminaciones de las señales por este medio de transmisión. Las dos técnicas a destacar nos confieren los dos tipos de cables mas usados en procesos teleinformaticos.

Así pues podemos distinguir entre:

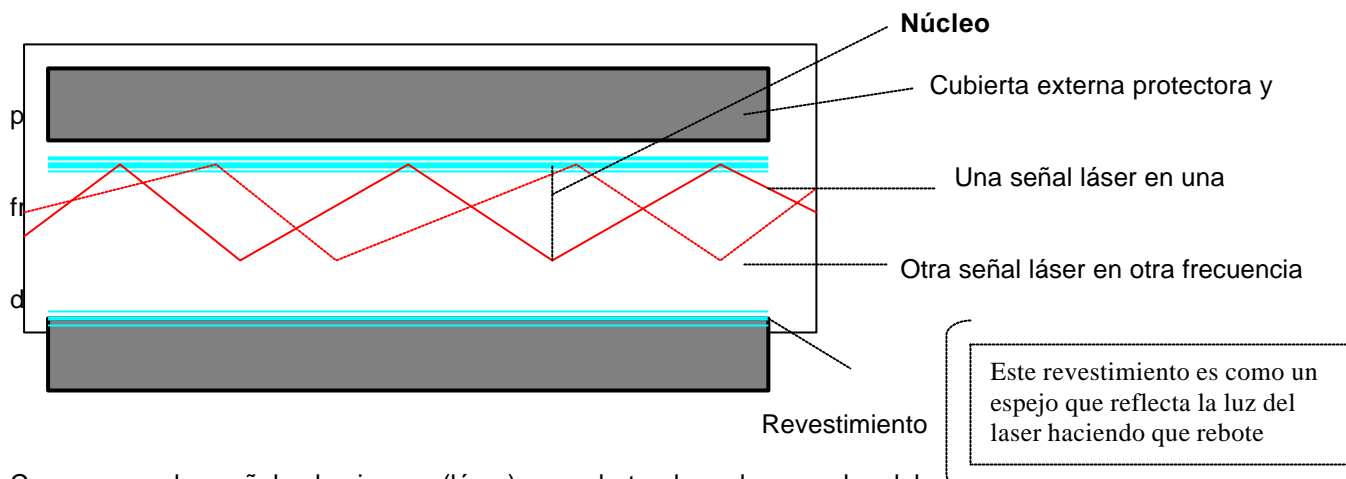
**Cables de par trenzados (UTP = Unshielded Twisted Pair):** Estamos hablando generalmente de un cable compuesto por un par de hilos de cobre enroscados de forma tornado. Esto evita las posibles interferencias eléctricas, basándose en la técnica del torno. Es un cable barato, flexible y sencillo de instalar.

**Cables apantallados (STP = Shielded Twisted Pair):** Es un cable semejante al primero pero añade un recubrimiento metalico para evitar las interferencias externas. Por tanto es un cable mas protegido pero menos flexible. Este tipo de cables son por ejemplo los que usan las antenas de la televisión. Ese apantallado suele ser en los casos de las antenas un recubrimiento en forma de malla con finos hilos de cobre. Uno de los cables mas conocidos de este tipo es el llamado cable coaxial, este cable esta compuesto por un alambre dentro de un conductor cilíndrico. Tiene un mejor blindaje y puede cruzar distancias mayores con velocidades mayores. Este tipo de cables suele ser el usado para la implantación de una LAN (red de área local).

**Fibra óptica:** La fibra optica transmite señales luminosas, generalmente se usa una luz laser. Este tipo de medio de transmisión es insensible a las interferencias electromagnéticas externas.

La composición del cable de fibra óptica consta de un núcleo, un revestimiento y una cubierta externa protectora. El núcleo es el conductor de la señal luminosa (láser) y su atenuación es despreciable. La señal es conducida por el interior de este núcleo fibroso, sin poder escapar de el debido a las reflexiones internas y totales.

Vamos, que el láser entra por el inicio de la fibra óptica y va rebotando debido a unos reflectores o espejos que hay en la revestimiento. Cada señal de luz puede llevar un ángulo con lo que es posible mandar muchísimas señales simultáneamente y debido a que es una señal luminosa de tipo láser, sigue las características de un láser este propaga su luz siempre en la misma frecuencia y en fase.



Como vemos las señales luminosas (láser) van rebotando en las paredes del Revestimiento de forma sucesiva hasta llegar a su destino, esto hace que por el canal se puedan enviar muchísimas señales y todas en una frecuencia distinta puesto que rebotan en distintos ángulos. Por un cable de fibra óptica con esta característica podría enviar hasta 300.000 llamadas de teléfono de forma simultánea, lógicamente cuanto más ancho de banda más señales podrán ir. Esta es una de las grandes ventajas de la fibra óptica además de la transmisión de señales digitales. También es destacable en este tipo de medios de transmisión su rapidez y precisión.

### Sistemas inalámbricos radioterrestres.

- **Onda corta.** Son ondas que utilizan la ionosfera como espejo reflector entre el emisor y el receptor. De este modo es posible la comunicación a largas distancias (intercontinental). Lo malo es que su ancho de banda es pequeño, por lo que no es un buen medio de transmisión de datos analógicos.
- **Radio.** Las ondas de radio son fáciles de generar, pueden cruzar distancias largas, y entrar fácilmente en los edificios. Son omnidireccionales, lo cual implica que los transmisores y receptores no tienen que ser alineados.
- **Microondas.** Van en líneas rectas. Antes de la fibra formaban el centro del sistema telefónico de larga distancia. La lluvia las absorbe.
- **Infrarrojo.** Se usan en la comunicación de corta distancia (por ejemplo, control remoto de televisores).
- No pasan por las paredes, lo que implica que sistemas en distintas habitaciones no se interfieren. No se pueden usar afuera.
- **Ondas de luz.** Se usan lasers. Ofrecen un ancho de banda alto con costo bajo.

### Los sistemas inalámbricos por satélites

#### Sus beneficios son :

El enorme ancho de banda de que nos proveen este tipo de medios de transmisión. Por el cual podemos mandar simultáneamente muchísimas señales e información.

Otra de sus características es la comunicación a larga distancia, con este sistema podemos comunicarnos con las partes más lejanas y de forma relativamente rápida.

#### Sus problemas son:

El elevado costo de situar un satélite en el espacio y su posterior mantenimiento.

El retardo temporal que provocan este tipo de medios de transmisión. Debido lógicamente a la enorme cantidad de espacio entre el emisor-receptor.

### Detección y corrección de errores

Como habíamos visto anteriormente en una comunicación puede darse una contaminación, y esta puede ser de varios tipos: ruido, distorsión, atenuación, etc. Todos estos tipos de contaminación pueden causar que la información transmitida llegue con errores o falta de datos.

Así pues en una transmisión de datos en teleinformática, mandando una información en forma digital (00001001) podríamos recibir esto con ceros invertidos a unos y a la inversa.

Es pues y cierto que en la teleinformática existe la pérdida de información, pero generalmente esa pérdida no es por que se pierdan los datos sino porque varían y se invierten.

A partir de aquí veremos una serie de técnicas capaces de detectar estas variaciones, así como también veremos códigos para corregirlas.

### DetECCIÓN DE ERRORES

- La paridad simple
- La paridad de bloque
- La redundancia cíclica

Los sistemas de paridad se basan en añadir una serie de bits junto a los bits de la información que manda un usuario. Una alteración durante la transmisión en estos bits de información que mando el usuario, hacen que al ser comparados con los bits añadidos de paridad no se correspondan como en un principio a la hora de emitir.

Por ejemplo supongamos que un usuario quiere mandar un número a otro usuario, como es el 128. Este número pasado a binario sería el: 10000000. Ahora bien hay dos tipos de paridad simple, la paridad par y la paridad impar.

Para obtener la paridad de un número solo hay que contar el número de unos si el resultado es número par se dice que su bit de paridad es par y se añade un 0 a la cadena de bits analizada. Si por el caso contrario el número de unos sumados en toda la cadena de bits nos da un número impar se dice que el bit de paridad es impar y se añade un 1 a la cadena de bits.

Así pues en el ejemplo anterior queremos mandar el número 128 que en binario sería 10000000 su bit de paridad es impar, con lo cual añadimos un uno a la cadena, si por el contrario hubiese otro uno sería un bit de paridad par y añadiríamos un cero.

Al final obtenemos esta cadena: 10000000[1]

Bueno. Este proceso lo hace el emisor y luego llega al receptor esta cadena, pero el receptor también verifica el bit de paridad y supongamos que durante la transmisión la serie de bits se alteró llegando esto (10000100[1]), el receptor comprueba el bit de paridad y obtiene un número par el resultado es 0 y no un 1 con lo que el receptor ve que su cadena de bits es: 10101100[0]. Una vez detectado el error pues pasa a la corrección del error esto lo puede hacer o bien pidiendo al emisor el reenvío de la cadena de bits o con un código de corrección de errores (hamming).

Este sistema puede detectar errores pero también puede fallar fácilmente. Imaginémonos que mandamos la misma cadena de bits (10000000[1]) y que se altera y llega esta (10010100[1]) como vemos el bit de paridad da lo mismo pero la cadena no es la misma con lo que la información llegaría gravemente alterada.

Para evitar este tipo de errores existe otra técnica mucho más fiable y es la **paridad de bloque**.

Veamos un ejemplo queremos mandar este texto: orion

Pues obtendríamos los ASCII de cada letra y luego su valor binario correspondiente. Supongamos que son las siguientes cadenas de bits:

```
0 1 0 1 0 0 1 0 1
1 0 0 1 0 0 0 0 0
1 1 1 0 0 1 1 0 1
0 0 0 0 1 0 0 1 0
0 0 0 1 1 1 1 1 1
0 0 1 1 0 0 0 0
```

En esta paridad de bloque se obtienen los bits de paridad de las líneas de bits tanto en vertical como en horizontal. Posteriormente se envían al receptor, como una cadena continua de bits este organiza y reconstruye la tabla y verifica los resultados si los bits de paridad no salen como los enviados, entonces se detectaría la posición del error.

Este es un modo de paridad simple pero de forma más eficaz es una paridad simple especial. Aunque tampoco es capaz de cubrir ciertos casos en los que se pueden dar alteraciones y por consiguiente pérdidas de información.

### La redundancia cíclica

Los códigos de detección de errores por redundancia cíclica están basados en las propiedades de la división de los polinomios. Las operaciones a realizar serían:

Dado un bloque de  $n$  bits a transmitir, el emisor le sumará los  $k$  bits necesarios para que  $n+k$  sea divisible (resto 0) por algún número conocido tanto por el emisor como por el receptor. Este proceso se puede hacer bien por software o bien por un circuito hardware (más rápido). El emisor divide el polinomio-información entre un polinomio-clave, obteniendo un cociente y un polinomio-resto.

Se envían los bits correspondientes al polinomio-informativo seguido de los bits que forman el coeficiente del polinomio.

El receptor lee los bits del polinomio del coeficiente si es igual al que se mandó de partida no hay error. Si no fuera igual, tendría la prueba de que la transmisión ha fallado.

Seleccionando de un modo adecuado el polinomio clave se pueden detectar una gran cantidad de errores posibles.

## La corrección de errores

Hay dos métodos de corrección de errores.

- Los sistemas de corrección hacia delante
- Los sistemas de corrección hacia detrás

En los sistemas de corrección hacia delante, consisten en intentar reconstruir la información perdida en los datos recibidos.

Mientras que en los sistemas de corrección hacia detrás, vuelven a pedir los datos que no recibimos correctamente.

En el caso de los primeros mencionados, se observan dos grandes problemas:

- Hay que mandar muchos más bits extras para corregir los errores con lo cual la tasa de eficacia se reduce.
- Hay que dotar al receptor de los mecanismos necesarios para poder recuperar la información.

El método más conocido para la corrección de errores hacia delante es el empleado por el código de hamming. Estos códigos permiten detectar y corregir errores que pueden aparecer durante una transmisión. Existen varios códigos de hamming, para la detección de uno, dos, tres, cuatro, ocho, etc; número de errores. En un código de hamming para la detección de dos errores detectaremos tres errores y podremos corregir dos de ellos, con un código de hamming para detectar 5 errores, podremos detectar seis errores y corregir 5 de ellos y así con todos.

Código de hamming para un error (detecta dos y corrige uno):

Los sistemas de detección de errores hacia atrás.

Si se detecta un error se vuelve a pedir la información. Existen dos métodos principales:

### -La estrategia de envió y espera.

Esta estrategia consiste en que el emisor manda un bloque de bits (portadores de una información) al receptor y almacena en una memoria dicho bloque de bits. A continuación el receptor recibe el bloque de bits y comprueba que son correctos (con los ya mencionados sistemas de detección de errores), en caso de ser así manda un carácter ASCII <ACK> como señal de confirmación para el emisor, y este libera el espacio en su memoria para albergar el siguiente bloque de bits. De no ser correctos mandará el carácter <NACK> al emisor y este enviará de nuevo lo que había almacenado en la memoria.

Así funciona este sistema, esta técnica produce transmisiones muy seguras, pero su pega es que puede provocar retardos no esperados o deseados, puesto que hasta que un bloque de bits no sea confirmado por el receptor será reenviado sucesivamente por el emisor hasta que se confirme favorablemente por el receptor. En caso de que un bloque de bits tarde mucho tiempo en llegar y sobre pase el tiempo preestablecido en una previa negociación entre emisor y receptor, hará que el receptor tome este bloque como erróneo y le pedirá de nuevo la transmisión del mismo al emisor.

### -La estrategia de envió continuo

Esta técnica ha ido imponiéndose DIA a DIA a la anteriormente mencionada técnica de envió y espera.

En ella el emisor manda de forma continua toda la información, previamente manipulada y dividida en bloques a su vez identificados. Cuando se procede a la transmisión de la información, empieza mandando el primer bloque de bits (llamando a su identificador), luego pasa al segundo, luego al tercero y así sucesivamente hasta acabar. Mientras el receptor va recibiendo los bloques y comprobando si hay errores en ellos. En caso de haberlos los almacena en memoria refiriéndose al identificador del bloque donde hay error. Hay dos opciones en estos sistemas, o decirle al emisor que reenvíe solo el bloque (reenvío selectivo) con el identificador "X" o que reenvíe todos los bloques a partir del bloque con el identificador "X" (reenvío no selectivo). Estas operaciones de reenvío quedan grabadas con los identificativos en la memoria del receptor y cuando el emisor finaliza la transmisión de todos los bloques, el receptor procede a las llamadas al emisor de reenvíos posibles.