

Transmisión de datos

La necesidad de comunicar

Desarrollo histórico de la transmisión de información

Organizaciones para la transmisión de información

Transmisión de datos

Comunicaciones analógicas y digitales

Componentes de los sistemas de comunicación

Factores que influyen en el diseño del sistema

Migración hacia sistemas digitales

Bibliografía

Transmisión de datos



Compilación y armado Sergio Pellizza
Dto. Apoyatura Académica I.S.E.S

Introducción: conceptos básicos

1. La necesidad de comunicar
Desarrollo histórico de la transmisión de información
2. Organizaciones para la transmisión de información
3. Transmisión de datos
4. Comunicaciones analógicas y digitales
5. Componentes de los sistemas de comunicación
6. Factores que influyen en el diseño del sistema
7. Migración hacia sistemas digitales
8. Bibliografía

1. La necesidad de comunicar

El objetivo de la transmisión de datos es la transmisión de información entre dos o más puntos. En definitiva ese ha sido el objetivo del hombre desde siempre. A medida que la técnica ha avanzado se ha podido hacer esto.

1.1. Desarrollo histórico

Una de las formas de comunicación más antiguas son los sonidos producidos por los animales y los seres humanos mediante las cuerdas vocales. Según esto el medio de transmisión sería el aire. Para distancias mayores entró en juego el sentido de la vista, como ejemplo de esto podemos considerar las señales luminosas (con antorchas) que utilizaban los griegos en el siglo II antes de Cristo, de esta forma eran capaces de representar las letras de su alfabeto. No obstante, tuvieron que pasar muchos siglos para que apareciesen las primeras técnicas de transmisión de información tal y como la entendemos hoy.

En 1753, Charles Morrison (cirujano escocés) desarrolló un sistema de transmisión eléctrica que utilizaba un alambre para representar cada letra del alfabeto (más otro para la masa/tierra). En el receptor se disponía de bolitas de algún material aislante y papel con letras ya impresas (en apariencia el sistema en el receptor era similar a una tarjeta perforada).

En 1835, Samuel F.B. Morse comenzó sus experimentos con la telegrafía y dos años más tarde el telégrafo fue inventado en USA por Morse y en Gran Bretaña por Sir Charles Wheatstone. En 1844 se envió el primer telegrama y a partir de entonces las comunicaciones eléctricas comenzaron a ser una componente habitual de la vida humana. Estas primeras formas de comunicación eléctrica eran digitales (el conjunto de caracteres que se transmite es finito, aunque la cantidad de mensajes diferentes sea infinita).

La primera comunicación analógica tuvo lugar en 1876 cuando Alexander Graham Bell inventó el teléfono.

En 1910 comenzaron de forma experimental las transmisiones de radio a cargo de Lee De Forest que realizaba un programa para la Metropolitan Opera House de Nueva York. Cinco años más tarde la Universidad de Wisconsin en Madison inauguró una emisora experimental y en 1920 WWJ (en Detroit) y KDKA (Pittsburgh) fueron los primeros en realizar retransmisiones de forma regular.

La televisión pública comenzó en Inglaterra en 1927 y tres años más tarde en USA. Sólo a partir de 1939, tras la Exposición Universal de Nueva York, este tipo de transmisión comenzó a efectuarse de forma regular.

Hubo que esperar hasta 1960 para las primeras retransmisiones vía satélite. En 1962 fue la primera vez que un satélite sirvió para retransmitir una señal televisiva.

Los años 70 vieron el nacimiento de la revolución de las comunicaciones por ordenador dando lugar a disciplinas totalmente nuevas (como la que vamos a desarrollar en esta asignatura).

La década de los 80 representó el crecimiento de las comunicaciones personales: telefonía celular, facsimile, sistemas de paginación. Todo esto ha seguido un crecimiento exponencial que llevará a que antes del final de la década de los 90 prácticamente todos dispongamos de un teléfono celular.

El siguiente esquema presenta un desarrollo cronológico de los sistemas de transmisión de datos desde sus orígenes hasta el momento actual

AÑO	Hecho histórico
<3000 a.C	Los egipcios desarrollan la escritura jeroglífica □
800	Los árabes adoptan el sistema de representación digital de la India
1827	Georg Simon Ohm formula su ley: $I=V/R$
1834	Carl F. Gauss y Ernst H. Weber construyen el telégrafo electromagnético
1838 □	William F. Cooke, Sir Charles Wheatstone y Samuel Morse construyen el primer telégrafo
1844 □	Samuel Morse pone en funcionamiento la primera línea telegráfica entre Baltimore y Washington
1850	Gustav Robert Kirchhoff publica sus leyes
1858	Se instala el primer cable trasatlántico que funciona 26 días
1864	James C. Maxwell predice la radiación electromagnética
1866	Se instala el segundo cable trasatlántico
1871	Se crea la sociedad de Ingenieros en Telegrafía en Londres
1876	Alexander Graham Bell desarrolla y patenta el teléfono
1883	Thomas A. Edison descubre el flujo de electrones en el vacío: conocido como el efecto Edison
1884	Se forma el Instituto Americano de Ingenieros Eléctricos (AIEE)
1885	Edward Branly el detector de onda de radio
1887	Heinrich Hertz verifica la teoría de Maxwell
1889	El Instituto de Ingenieros Eléctricos (IEE) se forma a partir de la Sociedad de Ingenieros telégrafos de Londres
1894	Oliver Lodge demuestra la comunicación sin cable para una distancia mayor a 150 yardas
1897	Guglielmo Marconi patenta un sistema de telegrafía inalámbrico
1900	Guglielmo Marconi transmite la primera señal inalámbrica trasatlántica
1904	John A. Fleming inventa el diodo de tubo de vacío
1905	Reginald Fessenden transmite voz y música por radio
1906	Lee deForest inventa el amplificador triodo de tubo de vacío
1907	La sociedad de Ingenieros Telegráficos Inalámbricos se funda en USA
1908	A.A. Campbell-Swindom publica las ideas básicas de la transmisión televisiva
1909	Se funda en USA el Instituto Inalámbrico
1912 □	Se funda el Instituto de los Ingenieros de Radio en USA a partir de la sociedad de Ingenieros Telegráficos Inalámbricos y del Instituto Inalámbrico
1915	La sociedad Bell completa una línea telefónica transcontinental

1920	Comienzan las transmisiones de radio comerciales
1926	J.L.Baird (Inglaterra) y C.F.Jenkins (USA) prueban la televisión
1927	Se crea en USA la Comisión Federal de Radio
1927	Harold Black desarrolla en los laboratorios Bell el primer amplificador de alimentación negativa
1928	Philo T. Farnsworth prueba el primer sistema televisivo totalmente electrónico
1931	Se inicia el servicio telex
1933	Edwin H.Armstrong inventa la frecuencia modulada (FM)
1934	La Federal Communication Commission (FCC) se crea a partir de la Comisión Federal de radio
1935	Robert A. Watson-Watt desarrolla el primer radar
1936	La British Broadcasting Corporation (BBC) comienza sus retransmisiones
1937	Alex Reeves concibe la Modulación por Código de Pulsos (PCM)
1941	John V. Atanasoff inventa el ordenador en la Universidad del estado de Iowa
1941	La FCC autoriza la retransmisión televisiva en los Estados Unidos
1945	□ El primer ordenador electrónico digital (ENIAC) se desarrolla en la Universidad de Pensilvania po John W. Mauchly
1947	Steve O. Rice desarrolla representaciones estadísticas para el ruido en los laboratorios Bell
1947	Walter H. Brattain, John Barden y Willian Shockley idean el transistor en los laboratorios Bell
1948	Claude E. Shannon publica su trabajo en teoría de la información
1950	La Multiplexión por División Temporal se aplica a la telefonía
1950-1960	Se desarrolla el teléfono mediante microondas
1953	La televisión a color NTSC se introduce en USA
1953	El primer cable telefónico trasatlántico entra en funcionamiento
1957	La URSS lanza el primer satélite terrestre: Sputnik I
1958	A.L.Schawlow y C.H.Townes publican los principios del láser
1960	Theodore H.Marman produce el primer laser con éxito
1961	Comienza la transmisión estereo en FM
1962	El satélite Telstar I envía señales de televisión entre USA y Europa
1963	Aparece la IEEE como unión de la IRE i de la AIEE
1963-1966	Se desarrollan códigos correctores de errores
1964	El primer teléfono ESS se pone en servicio
1965	Primer satélite comercial en funcionamiento: Early Bird
1966	K.C.Kao y G.A.Hockham publican los principios de las comunicaciones por fibra óptica
1968	Se desarrollan los primeros sistemas de televisión por cable
1971	La Corporación Intel desarrolla el primer microprocesador en un único chip: el 4004
1972	Motorola muestra el teléfono celular a la FCC
1976	Se desarrollan los primeros ordenadores personales
1980	Philips y Sony desarrollan el Compact disk
1981	Aparece en el mercado el IBM PC
1984	Apple introduce en el mercado el Macintosh
1985	Las máquinas de FAX comienzan a ser populares
1989	Motorola presenta su teléfono celular "de bolsillo"
1990-1995	Era del procesado de señal digital con microprocesadores, osciloscopios digitales, redes digitales de servicio integrado (ISDN) y televisión de alta definición (HDTV)
1995-????	Crecimiento exponencial de las comunicaciones personales y digitales así como numerosos avances tecnológicos

2. Organizaciones para la Tansmisión de Información

A continuación se van a dar los nombres y principales objetivos de algunas de los numerosos organismos que intervienen en el desarrollo de las normas y estándares de las comunicaciones.

Comisión Federal de Comunicaciones (Federal Communications Commission, FCC)

Es la comisión norteamericana responsable de la regulación de las comunicaciones interestatales de radio, televisión, telégrafo y teléfono, así como de las comunicaciones con el resto del mundo. El FCC se creó por el Acta de Comunicaciones de 1934 y está autorizado a regular las concesiones de servicios de comunicaciones.

La Sociedad de Comunicaciones vía Satélite (Communications Satellite Corporation, COMSAT)

El Congreso de los Estados Unidos de Norteamérica creó COMSAT mediante el Acta de Comunicaciones de 1962, con el propósito de coordinar y promover las comunicaciones vía satélite en Estados Unidos y actuar como representante de Estados Unidos en este campo. Es una compañía privada con accionistas y distribución de beneficios. Representa a Estados Unidos en INTELSAT.

INTELSAT (Organización Internacional de Telecomunicaciones Vía Satélite)

Es una organización de más de 100 países. Su propósito es compartir el desarrollo y uso de los sistemas vía satélite. Se formó en 1964. El sistema Early Bird y los satélites INTELSAT son ejemplos de su actividad.

ITU-T y ITU-R

Antes CCITT (Comité Consultivo Internacional de telegrafía y Telefonía) es un organismo de normalización dependiente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, una agencia de las Naciones Unidas. Este organismo ha sido el responsable de normas tales como la X.21 y la X.25.

www.itu.int

La Organización Internacional de Normalización (ISO, International Standardization organization)

Es una organización formada por los comités nacionales de normalización de cada país miembro. Suele trabajar de forma coordinada con la ITU en los temas comunes. Junto con ANSI ha desarrollado el modelo OSI (Open Systems Interconnection)

El Instituto Nacional Americano de Normalización (American National Standards Institute, ANSI)

Es la organización normalizadora de los Estados Unidos y es miembro de la ISO. Desarrolla normas y acepta propuestas de otras organizaciones de los Estados Unidos. Sus actividades son muy variadas, incluyendo estas la normalización de lenguajes de programación como el Cobol y el Fortran.

La Asociación de Industrias Electrónicas (Electronics Industries Association, EIA)

La EIA, es una asociación americana de comercio, se enfoca hacia la normalización eléctrica. La normas RS232-C y RS449 son dos de las más conocidas de las que ha desarrollado.

www.ansi.org

DIN (Alemania)

Organismo alemán para la normalización: www.din.de

AENOR: Asociación Española de Normalización y Certificación

Dirección web: www.aenor.es

3. Transmisión de datos

3.1. ¿Comunicación, Telecomunicación, Teleinformática, Transmisión de datos?

Antes de definir la transmisión de datos, vamos a ver qué significan otros conceptos relacionados con ella, pero que no son lo mismo. En esta sección vamos a ver qué es:

- Comunicación
- Telecomunicaciones
- Información
- Redes de ordenadores
- ...

y a relacionarlo con la transmisión de datos.

Para nosotros, la **comunicación** es la actividad asociada con el intercambio o distribución de información. Puede ser unidireccional (por ejemplo, alguien habla, pero no

podemos contestarle) o bidireccional (una conversación entre dos o más personas: todas pueden hablar).

La **telecomunicación** es la acción de comunicarse a distancia. Proviene del griego *tele* y del latín *communicare*. Aunque las cartas y los periódicos son formas de telecomunicación, en nuestro contexto nos referimos a telecomunicación cuando es una comunicación por teléfono, fax, radio, televisión, ...

Las **telecomunicaciones** no son una actividad, sino la tecnología que permite la comunicación a distancia (es decir, la telecomunicación).

La **Teleinformática** o **Telemática** están constituidas por la contracción de las palabras telecomunicaciones e informática. Se puede decir que en ella se reúnen los aspectos técnicos que caracterizan a ambas especialidades. La telemática es la Ciencia que estudia el conjunto de técnicas que es necesario usar para poder transmitir datos dentro de un sistema informático o entre puntos de él situados en lugares remotos usando redes de telecomunicación. Puede verse como el logro de que un sistema informático (ordenador, teléfono,...) pueda dialogar con equipos situados geográficamente distantes usando redes de telecomunicaciones.

Quizás el concepto más difícil de definir, por lo abstracto del término, sea el de **información**. Podemos hacerlo desde varios puntos de vista. La información es lo que se distribuye o intercambia con la (tele)-comunicación. Si asociamos este término a las comunicaciones electrónicas, podemos ver la información como datos procesados o/y organizados de una determinada forma. Como tales los datos no son información, ésta se logra al organizarlos. Otra forma de definir la información es asociarla al intercambio de símbolos y darla como la probabilidad del símbolo que se quiere transmitir (teoremas de Shannon). Esta última forma es la más utilizada.

Muy ligado al concepto de transmisión de datos, de telecomunicaciones y de telemática está el de las **redes de ordenadores** (sistema de ordenadores autónomos interconectados entre si y compartiendo recursos)¹ y los **sistemas distribuidos** (sistemas en los que las funciones propias de un sistema informático están repartidas entre varios procesadores). Evidentemente la transmisión de datos y la teleinformática no se refieren únicamente a los sistemas de ordenadores, pero hoy casi todos los sistemas de transmisión de información utilizan en algún punto ordenadores para facilitar esta tarea que suelen formar parte de una red o de un sistema distribuido.

¹ Esta es sólo una de las posibles definiciones, otros aspectos que deben ser tenidos en cuenta se verán en la asignatura de Redes de Ordenadores de tercer curso.

3.2. Definición de transmisión de datos

Tal y como hemos presentado en el punto 1 del tema, el Hombre siempre se ha comunicado, de una forma u otra. El proceso de la comunicación ha ido creciendo y mejorando los mecanismos utilizados hasta llegar a lo que hoy conocemos y utilizamos.

Toda comunicación lleva implícita la transmisión de información de un punto a otro, pasando por una serie de procesos.

La ITU-T (antes CCITT) en su norma X.15, define la *transmisión de datos* como la *acción de cursar datos, a través de un medio de telecomunicaciones, desde un lugar en que son originados hasta otro en el que son recibidos.*

Una de las definiciones más comunes de transmisión de datos:

Parte de la transmisión de información que consiste en el movimiento de información codificada, de un punto a uno o más puntos, mediante señales eléctricas, ópticas, electrónicas o electromagnéticas.

3.3. Objetivos de la transmisión de datos

Los principales objetivos que debe satisfacer un sistema de transmisión de datos son:

- Reducir tiempo y esfuerzo.
- Aumentar la velocidad de entrega de la información.
- Reducir costos de operación.
- Aumentar la capacidad de las organizaciones a un costo incremental razonable.
- Aumentar la calidad y cantidad de la información.

3.4. Comunicaciones locales y remotas

Ya hemos visto que la transmisión de datos consiste en el movimiento de información de un punto a otro. El destinatario puede encontrarse cerca o lejos del emisor. Según la ubicación geográfica se puede hablar de dos tipos de transmisión de datos:

- **Transmisión de datos local.** También denominada "en planta". Las distancias son pequeñas. En este caso es la propia organización (empresa, universidad, factoría, ...) la que construye las líneas de comunicaciones.
Ej: un ordenador central al que se quieren conectar varias terminales en distintos puntos de un edificio.
- **Transmisión de datos remota.** La distancia entre los equipos que se quieren comunicar es mucho mayor. Es necesario acceder a las líneas de telecomunicaciones para que se realice. Normalmente se accede a las líneas proporcionadas por el servicio telefónico.

Ej.: enviar datos entre dos ciudades

4. Comunicaciones analógicas y comunicaciones digitales

4.1. Fuentes y sistemas de información análogos y digitales

Def. Fuente de información digital

Una fuente de información digital produce un conjunto finito de posibles mensajes.

Ej: el teclado de un ordenador

Def. Fuente de información analógica

Una fuente de información analógica produce mensajes que se definen en un continuo.

Ej: altavoces, micrófonos

Def. Sistema de información digital

Un sistema de información digital transmite información desde una fuente digital a un destinatario.

Def. Sistema de información analógico

Un sistema de información analógico transmite información desde una fuente digital a un destinatario.

4.2. Comunicación analógica versus comunicación digital

El objetivo principal de cualquier sistema de comunicación de datos es ser capaz de tomar el mensaje generado por el emisor, transmitirlo por la línea y que llegue al receptor de la forma más parecida a como fue emitido, es decir, con el menor número de errores posible.

Esta regla es la que tratan de seguir tanto los sistemas digitales como los analógicos, no obstante existen algunas diferencias entre ellos:

1) Los sistemas analógicos son más sencillos de implementar porque se actúa menos sobre la señal que se quiere transmitir.

2) Los sistemas digitales, realizan labores de compactación y encriptación de la información, lo que hace que sea necesaria más circuitería en el caso de las comunicaciones digitales.

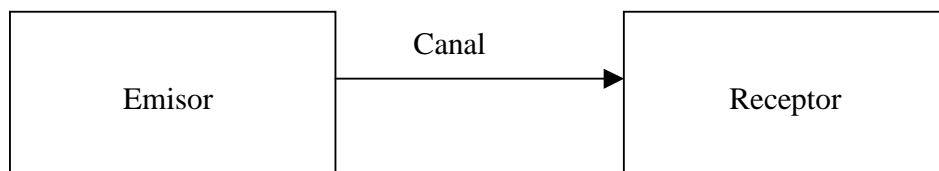
3) En las comunicaciones digitales se trata de escoger formas para las señales que se adecuen al medio por donde van a ser transmitidas, lo que hace que el efecto del ruido durante la transmisión sea mucho menor.

Resumiendo, a pesar de que las comunicaciones analógicas son más sencillas, las digitales proporcionan una calidad y fiabilidad mucho mayor. Su único inconveniente es la complejidad de los equipos, pero a medida que pasa el tiempo, los costes se reducen y su implantación en todo el ámbito de las comunicaciones es imparable.

5. Componentes de los sistemas de comunicación/transmisión de datos

Un sistema de comunicación de datos tiene como objetivo el transmitir información desde una fuente a un destinatario a través de un canal.

El esquema básico con el que podemos representar este concepto es:



- El **emisor** o **transmisor** debe convertir la señal a un formato que sea reconocible por el canal.
- El **canal** conecta al emisor (E) y receptor (R) y puede ser cualquier medio de transmisión (fibra óptica, cable coaxial, aire, ...).
- El **receptor** acepta la señal del canal y la procesa para permitir que el usuario final la comprenda.

Por ejemplo:

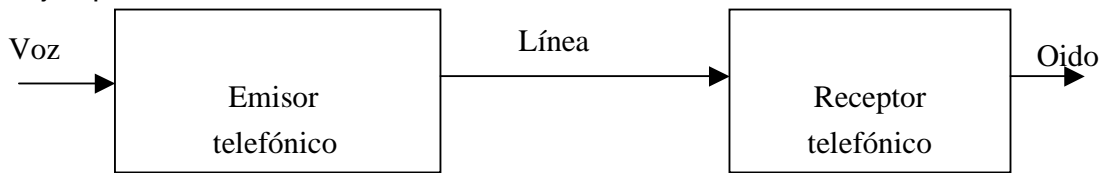


Figura 1

Este planteamiento presenta varias limitaciones:

- Es unidireccional, aunque esto serviría para representar adecuadamente la televisión por cable. Se puede extender fácilmente al caso bidireccional, de esta forma se permite el diálogo.

La extensión natural es pasar a un esquema bidireccional donde ambos extremos tengan capacidad de envío y recepción:

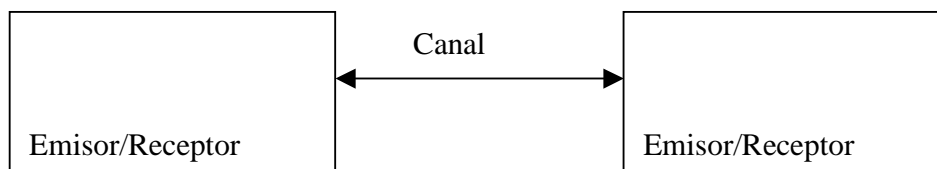


Figura 2

Los esquemas que nos definen los bloques necesarios para realizar una comunicación pueden complicarse tanto como queramos. En Redes de 3º se verá un desarrollo más orientado a lo que son las redes de ordenadores. A continuación se muestra de forma un poco más detallada lo que se pretende con un sistema de transmisión de datos:

(Schweber, 5)

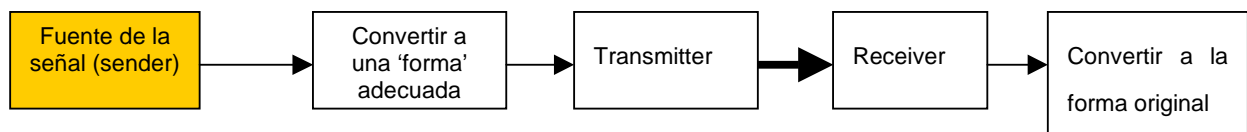
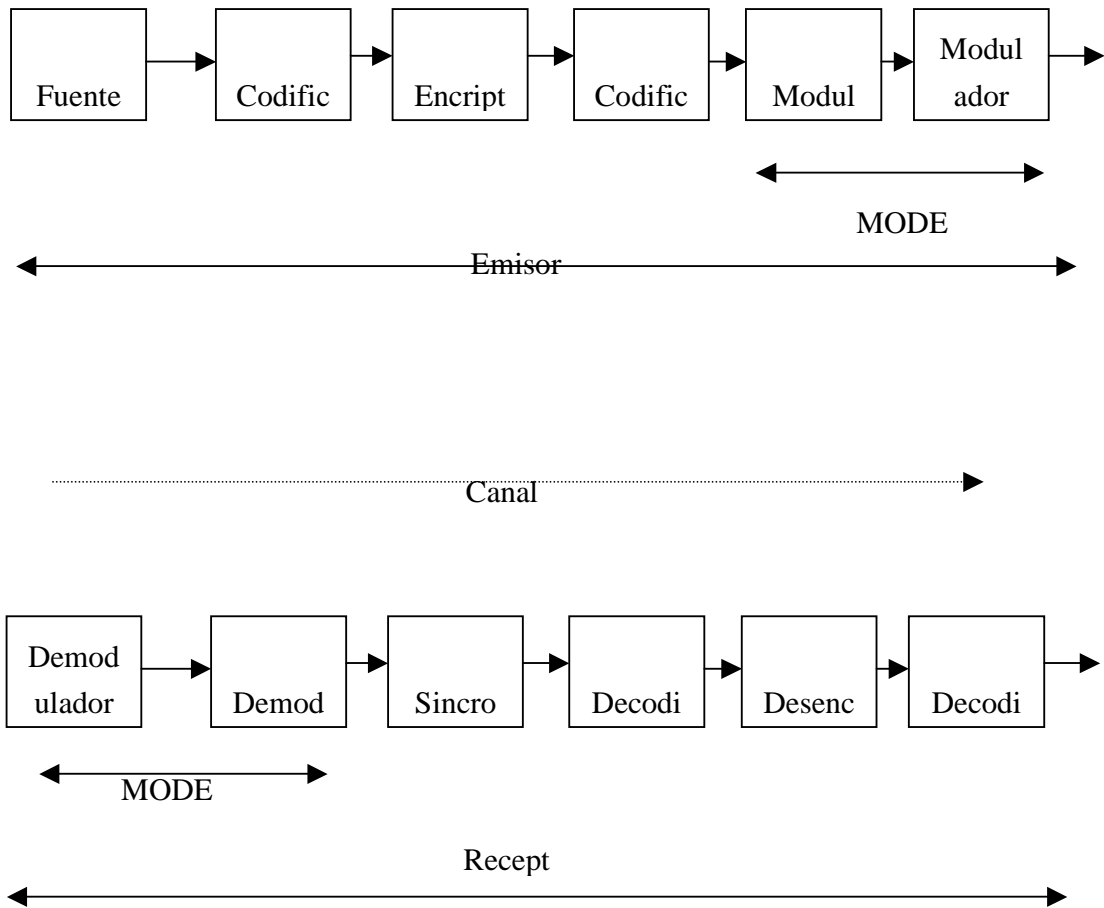


Figura 3

Si en este esquema profundizamos en la 'forma' de la segunda cajita y de la penúltima, pasaremos al último de los esquemas.

El último esquema que vamos a ver es el que se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Los elementos que aparecen son:

- La **fuerente** de la señaal puede ser un micrófono, un dispositivo de medida de un dispositivo de monitorización, un teclado de ordenador, ... La salida es una forma de onda normalmente eléctrica.
- El **codificador de fuerente** opera sobre una o más señaales para producir una salida compatible con el canal de comunicación. Puede ser desde un filtro pasa-baja en un sistema de transmisión analógico o algo más complejo como un convertidor que acepta señaales analógicas y produce un tren periódico de símbolos de salida (0 ó 1 ó más). Puede contener un multiplexor cuando se trata de comunicar señaales de más de una fuerente.
- Los mecanismos de **encriptación** sirven para que la señaal sólo pueda ser entendida por el receptor. En los sistemas analógicos la seguridad la proporcionan los sistemas SCRAMBLING como en la televisión privada o telefonía privada (Canal+).
- El **codificador del canal** da una seguridad diferente. Aumenta la eficiencia y/o decremента los efectos de los errores de transmisión. Para disminuir los errores en los sistemas analógicos se puede distorsionar la señaal para hacer la menos sensible a los ruidos sensibles a la frecuencia (sistemas Dolby). En los sistemas digitales se usa la corrección hacia delante (permite que se realice la corrección sin que el receptor tenga que pedir información adicional).
- La **salida** puede ser una señaal analógica o digital.
- El **modulador** genera una onda analógica que se transmite.
- **Spread-spectrum** produce inmunidad a ciertos efectos de frecuencia selectiva tales como las interferencias y la atenuación. La señaal expande sobre un amplio rango de frecuencias de tal forma que las interferencias de tono único afectan sólo a una pequeña parte de la señaal. Entre las ventajas cabe enumerar la compartición del canal e inmunidad a las escuchas (se puede llegar a confundir con ruido de un sistema de banda ancha).
- En el receptor aparece el **sincronizador de símbolos** que sólo es necesario en los sistemas digitales. Se trata de obtener la señaal digital a partir de la analógica.



6. Factores que afectan al diseño del sistema

Cuando se plantea el diseño de un sistema de comunicaciones hay una serie de aspectos que influyen y eso es lo que se verá a continuación.

1) Limitaciones tecnológicas

- a) **Disponibilidad de software y hardware.** Hay situaciones en las que se conoce un diseño óptimo para un determinado sistema, pero que ese diseño no se puede llevar a la práctica porque todavía no se ha desarrollado la tecnología o no es lo suficientemente rápida para implementarlo. Un ejemplo reciente se produjo en el desarrollo del sistema GSM de telefonía móvil, inicialmente se empleó la técnica GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) en vez de la QPSK (Quadrature Amplitude Modulation) porque el amplificador de los aparatos telefónicos no resultaba rentable.
- b) **Consumo de potencia.** El compromiso entre coste y consumo siempre es un factor a tener en cuenta por los ingenieros. En cierta forma, este punto es un caso particular del apartado anterior.
- c) **Tamaño de los componentes electrónicos.** El tamaño de los componentes electrónicos es muy pequeño, pero también lo es el sitio donde deben ser colocados y cuanto más complejo es un circuito más aumenta su tamaño.

2) **Estandas y regulaciones gubernamentales.** En comunicaciones es imprescindible la existencia de estandars que definan el funcionamiento de los equipos para permitir una correcta interoperación entre equipos procedentes de fabricantes diferentes. Además de las normas dictadas por los organismos de los diferentes países hay que tener en cuenta otro tipo de normas que son redactadas por los gobiernos.

3) **Realidades comerciales.** A pesar de los esfuerzos de los ingenieros por el desarrollo de dispositivos cada vez más sofisticados y eficientes, al realidad dicta que el producto final es adquirido por sus características menos relevantes, si nos vamos al ejemplo de los teléfonos móviles vemos que en ocasiones se compran más por el tiempo que permiten hablar, su color o la promoción de ese momento que no por su calidad en la transmisión.

7. ¿Por qué los sistemas de comunicaciones son cada vez 'más digitales'?

Hay unos factores que hacen que cada vez más los sistemas de comunicaciones sean digitales:

- 1) Hardware barato: la tecnología digital cada vez es más barata
- 2) Nuevos servicios: correo electrónico, banca electrónica, modems, ... En los últimos años se ha extendido el uso de sistemas de comunicaciones/transmisiones de datos y como tales los datos son digitales en contraposición con la transmisión de voz que es un sistema analógico.
- 3) Control de calidad: control de errores. Tanto la tecnología digital como la analógica permiten alcanzar cotas de calidad muy altas. Pero cuando hacemos una transmisión en la que hay muchos enlaces, la tecnología digital aporta mejores soluciones a los problemas de ruido en la transmisión.
- 4) Compatibilidad y flexibilidad. Una vez que las señales se han digitalizado es posible transmitir las por un medio parecido y usando técnicas parecidas.
- 5) Coste de la transmisión
- 6) Seguridad de la transmisión. Las técnicas digitales de transmisión permiten incorporar mejorar la seguridad de forma que sea más difícil interceptar señales.

9. Bibliografía del capítulo

- Teleinformática aplicada. Antonio Ricardo Castro Lechtaler y Rubén Jorge Fusario. Editorial McGraw Hill
- Sistemas de comunicación digitales y analógicos (5 ed). Leon W. CouchII. Prentice Hall
- Communication Systems. Haykin. John Wiley & Sons
- Telecommunications Primer: data, voice and video communications (2ed) E. Bryan Carne. Prentice Hall PTR.