



Facultad de Ciencias Sociales y de la Comunicación

Diplomatura en Gestión y Administración Pública

Asignatura de:

Redes de datos

Tema VII:

Conceptos sobre señales

(Transparencias de clase)

DEPARTAMENTO DE LENGUAJES Y SISTEMAS INFORMÁTICOS

Curso: 2006/2007

Profesor: Manuel Fernández Barcell

e-mail: manuel.barcell@uca.es

Indice

1	CONCEPTOS SOBRE SEÑALES.....	1
1.1	DATOS Y SEÑALES ANALÓGICOS Y DIGITALES.....	1
1.1.1	<i>Señales periódicas.....</i>	2
1.1.2	<i>Señal no periódica.....</i>	4
1.2	RELACIÓN ENTRE LA VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN Y ANCHO DE BANDA.....	5
2	CONCEPTOS SOBRE LA TRANSMISIÓN DE SEÑALES.....	7
2.1	PERTURBACIONES EN LA TRANSMISIÓN.....	7
2.2	CAPACIDAD DE UN CANAL.....	7
2.3	TIPOS DE TRANSMISIONES.....	8
3	MODULACIÓN Y CODIFICACIÓN DE DATOS.....	9
3.1	DATOS DIGITALES, SEÑALES DIGITALES.....	10
3.2	DATOS DIGITALES, SEÑALES ANALÓGICAS.....	11
3.3	DATOS ANALÓGICOS, SEÑALES DIGITALES.....	11
3.4	DATOS ANALÓGICOS, SEÑALES ANALÓGICAS.....	12
4	ALGUNOS CONCEPTOS SOBRE CAPA FÍSICA.....	13
4.1	TÉCNICAS DE TRANSMISIÓN.....	13
4.1.1	<i>Banda base.....</i>	13
4.1.2	<i>Banda ancha.....</i>	13
4.2	LA INTERFAZ EN LAS COMUNICACIONES DE DATOS.....	14
4.2.1	<i>Interfaces.....</i>	14
4.2.2	<i>Según el número de vías: Serie o paralelo.....</i>	15
4.2.3	<i>Modos de transmisión según el sentido que circulan las señales.....</i>	15
4.2.4	<i>Sincronización de la transmisión.....</i>	15
4.3	MODO DE ENLACE.....	16
4.4	TÉCNICAS DE CONMUTACIÓN EN LA TRANSMISIÓN DE DATOS.....	17
4.4.1	<i>Conmutación de circuitos.....</i>	17
4.4.2	<i>Conmutación de paquetes.....</i>	18
4.5	MULTIPLEXACIÓN.....	23
5	REFERENCIAS.....	25
6	CUESTIONES.....	25

El objetivo de este tema es presentar algunos conceptos básicos relacionados con las señales, frecuencia, fase periodo, ancho de banda, su relación con la velocidad de transmisión, capacidad de un canal de transmisión. Diferencia entre dato y señal así como los tipos de las mismas.

1 Conceptos sobre señales

Uno de los aspectos fundamentales del nivel físico es transmitir información en forma de señales electromagnéticas. La información que utilizan las personas o las aplicaciones no están en un formato que se pueda transmitir por una red. El medio de transmisión funciona transmitiendo energía en forma de señales electromagnéticas. La información deben ser convertida a señales electromagnéticas, para poder ser transmitida.

Todos los formatos de información considerados (voz, datos, imágenes, vídeo) se pueden representar mediante señales electromagnéticas. Dependiendo del medio de transmisión y del entorno donde se realicen las comunicaciones, se pueden utilizar señales analógicas o digitales para transporta la información.

La representación de los datos en los sistemas informáticos es digital y binaria. La transmisión de datos tiene restricciones muy severas en la admisión de errores de transmisión.

El éxito en la transmisión de datos depende de dos factores: La calidad de la señal y las características del medio de transmisión. Los primeros conceptos que debemos de tener claros son los siguientes:

- **Dato:** Cualquier entidad capaz de transportar información
- **Señales:** representación eléctrica o electromagnética de los datos
- **Señalización:** la propagación física de una señal a través del medio adecuado.
- **Transmisión:** la comunicación de datos mediante la propagación y el procesamiento de señales.

Al conjunto de *procedimientos* para intercambiar datos se denomina: comunicación de datos.

Al conjunto de *procedimientos y medios físicos* se denomina: red de transmisión de datos.

El diseñador de un sistema de comunicaciones debe tener presente cuatro factores determinantes:

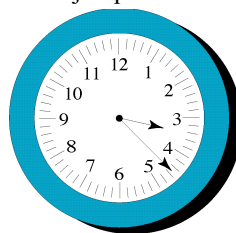
- Ancho de banda
- Velocidad de transmisión
- Ruidos o distorsiones posibles
- Tasa de errores
- Estos conceptos y los relacionados con las señales son los que vamos a ver a continuación.

1.1 Datos y Señales analógicos y digitales

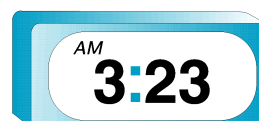
Las diferencia entre dato y señal ya ha sido vista. Tenemos que puntualizar sobre los distintos tipos de datos y señales atendiendo a su naturaleza analógica o digital.

Datos

Datos analógicos: pueden tomar valores en un intervalo continuo. La mayoría de los datos que se toman por sensores. Ejemplo el vídeo.



a. Analog



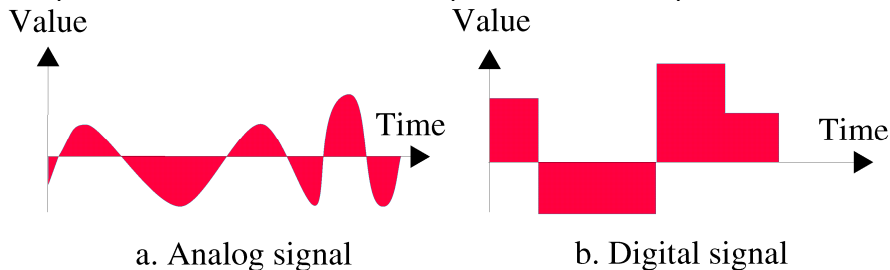
b. Digital

Datos digitales: toman valores discretos, Ejemplo: los textos o los números enteros. Los datos digitales, en los ordenadores se representan por combinaciones de ceros y unos correspondientes a distintos tipos de codificaciones (ASCII, UNICODE).

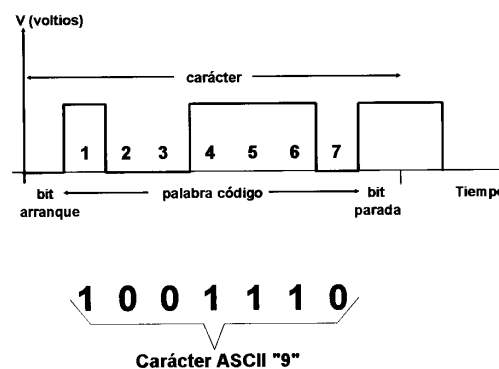
Señales

Son la representación eléctrica de los datos. Los diferentes medios de transmisión permiten el envío de los datos en forma de variaciones de parámetros eléctricos, como tensiones o intensidades.

Señales continuas o analógicas: es aquella en que la intensidad de la señal varía suavemente en el tiempo. Las variaciones de la señal pueden tomar cualquier valor en el tiempo.

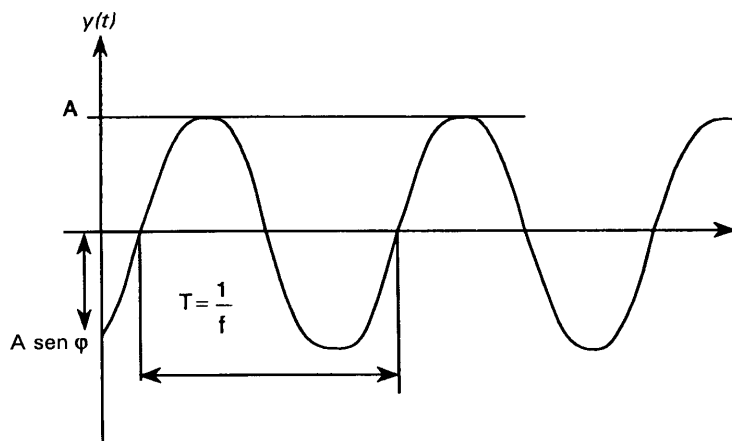


Señal discreta o digitales: es aquella que la intensidad se mantiene constante durante un intervalo de tiempo, tras el cual la señal cambia a otro valor constante. Las variaciones de la señal sólo pueden tomar valores discretos



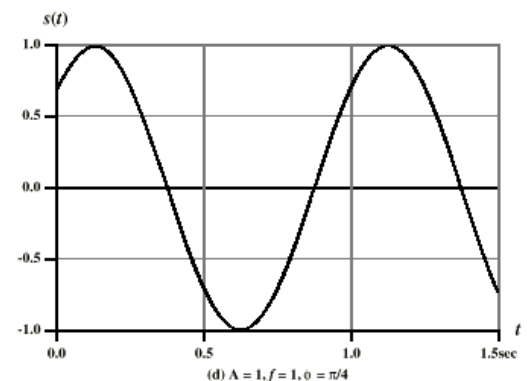
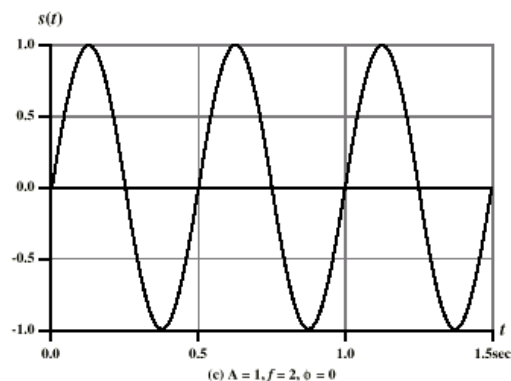
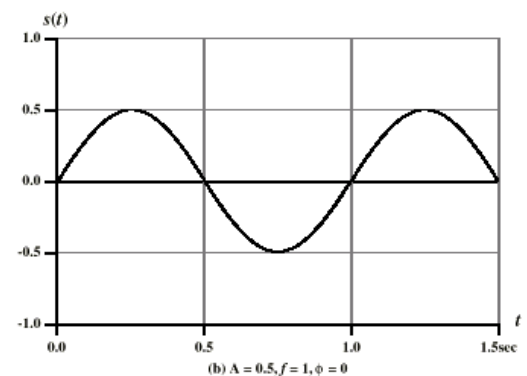
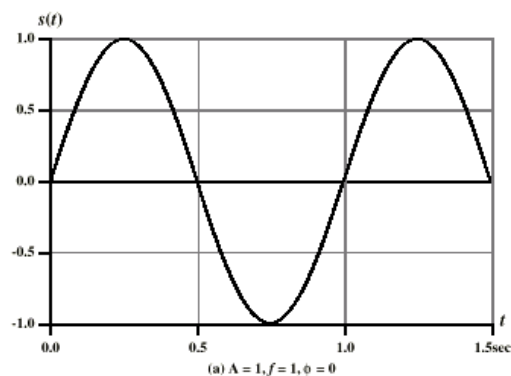
1.1.1 Señales periódicas

El tipo de señales más sencillas son las **señales periódicas**, que se caracterizan por tener un patrón que se repite a lo largo del tiempo; $S(t + T) = s(t)$ para cualquier valor de $-t$. Al valor T se denomina *periodo*.



- Cualquier onda se caracteriza por varios parámetros:

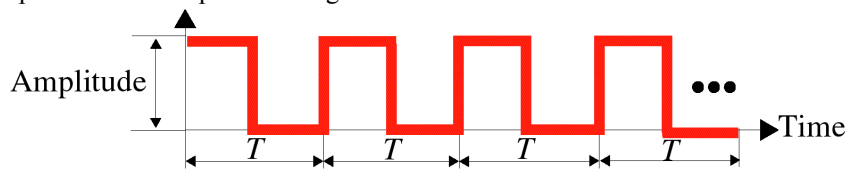
- **Amplitud de pico:** es el valor máximo (o energía) de la señal en el tiempo. La amplitud indica la altura de la señal. La unidad de la amplitud depende del tipo de señal. En las señales eléctricas su valor se mide en voltios.
- **La frecuencia (f):** es la razón (en ciclos por segundo o *Herzios* -Hz) a la que la señal se repite. Es el número de periodos por segundo.
- **El Periodo (T):** La cantidad de tiempo transcurrido entre dos repeticiones consecutivas de la señal. Es la cantidad de tiempo en segundos que necesita una señal para completar un ciclo. Por tanto $T = 1/f$. El periodo es la inversa de la frecuencia.
- **La fase:** La medida de la posición relativa de la señal dentro de un periodo de la misma. Es decir describe la forma de la onda relativa al instante de tiempo 0.
- **Longitud de onda (λ):** La distancia que ocupa un ciclo, es decir la distancia entre dos puntos de igual fase en dos ciclos consecutivos. $\lambda = v \cdot T$; $\lambda \cdot f = v$; $v =$ *velocidad en metros por segundo*.



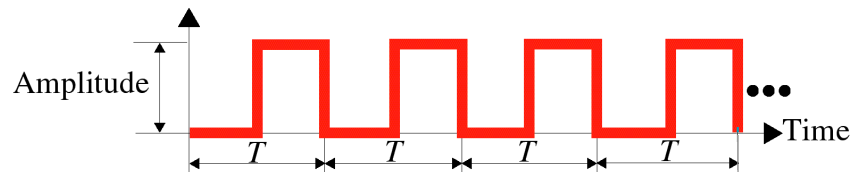
Ejemplos:

- ¿Cuál es el periodo de una señal de frecuencia 6 Hz? $T = 1/f = 1/6 = 0,17$ seg
- ¿Cuál es el periodo de una señal de frecuencia 8 KHz? $T = 1/f = 1/8.000 = 0,000125$ seg
 $= 125 \times 10^{-6}$ seg. = 125 μ seg.
- ¿Cuál es la frecuencia de una onda que completa un ciclo en 4 seg?. $F = 1/T = 1/4 = 0,25$ Hz
- Una onda seno completa si ciclo en 25 μ seg. ¿Cuál es su frecuencia?. $F = 1/T = 1/(25 \times 10^{-6}) = 40.000$ Hz = 40×10^3 Hz = 40 KHz.

- **Señal Periódica digital**
- Ejemplo de una señal periódica digital.



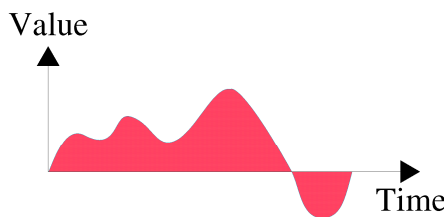
a. No phase shift



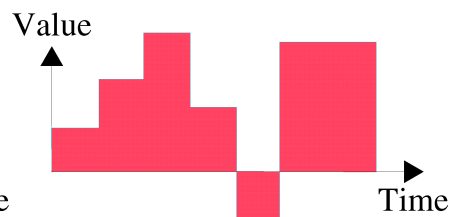
b. 180 degree phase shift

1.1.2 Señal no periódica

Cambian constantemente. No tiene un patrón que se repita periódicamente. Una señal a-periódica puede ser descompuesta en un número infinito de señales periódicas mediante la técnica denominada transformadas de Fourier.

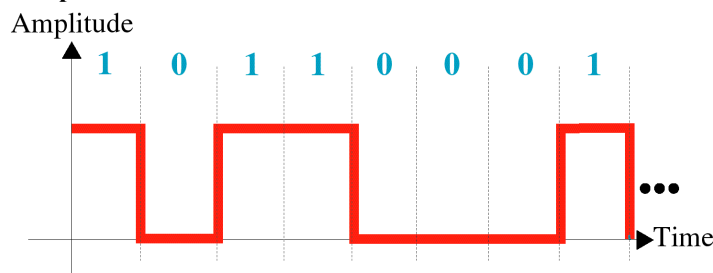


a. Analog

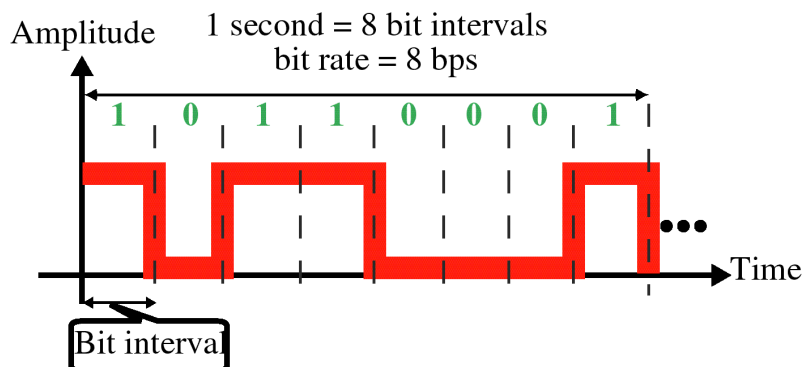


b. Digital

- **Señal digital no periódica.**



- En la señal no periódica digital hablamos de ratio de *bit* en vez de frecuencia de la señal



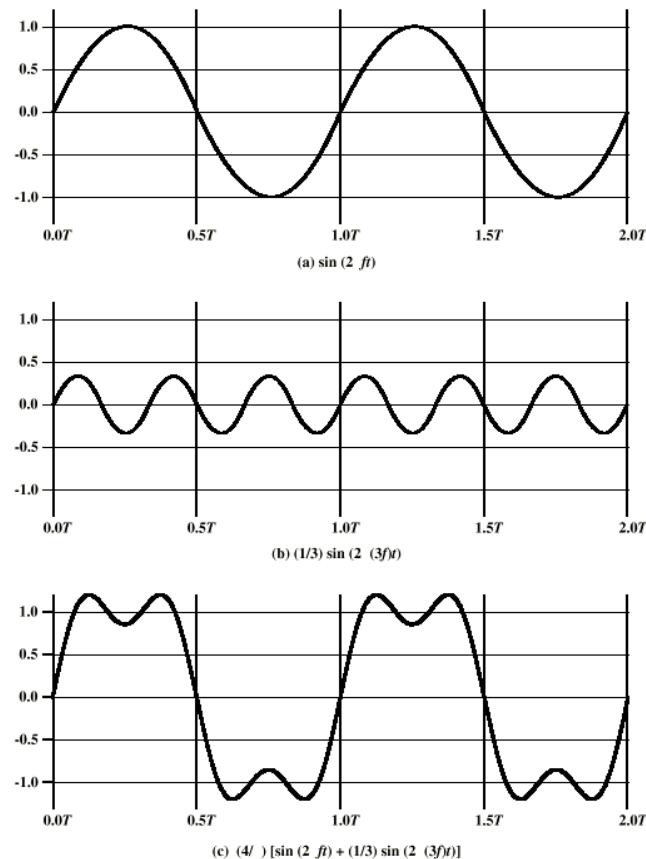
La mayoría de las señales digitales no son periódicas. Se usan dos nuevos términos para describir

una señal digital: intervalo de *bit* (en lugar del periodo) y tasa de *bit* (en lugar de frecuencia).

Intervalo de *bit*: es el tiempo necesario para enviar un único *bit*.

Tasa de *bit*: es el número de intervalos de *bit* por segundos, que es el número de *bit* enviados por segundo.

1.2 Relación entre la velocidad de transmisión y ancho de banda



Una señal está compuesta normalmente por un conjunto de muchas frecuencias. Los componentes de esta señal son ondas sinusoidales. Se puede demostrar, usando *el análisis de Fourier*, que cualquier señal está constituida por componentes sinusoidales de distintas frecuencias.

- **Espectro de una señal:** es el conjunto de las frecuencias que lo constituyen.
- **Ancho de banda:** anchura del espectro. Es decir la diferencia entre la frecuencia más alta y más baja del espectro. Si el espectro está formado por señales de entre 4 Mhz y 1 Mhz, diremos que el ancho de banda es de 3 Mhz.

EJEMPLO

Supongamos que un 1 binario se representa mediante un pulso positivo y un cero por un pulso negativo. La forma de una onda representa la secuencia binaria 101010.... La duración del pulso es de $1/2f$, y la velocidad de transmisión es de $2f$ bit por segundo.

Las componentes en frecuencia de una onda cuadrada con amplitudes comprendidas entre

A y -A se puede expresar como: $s(t) = A \times \frac{4}{\pi} \times \sum_{k \text{ impar}, k=1}^{\infty} \frac{\sin(2\pi kft)}{k}$

¿Qué velocidad se puede conseguir? Vamos a considerar tres casos:

Caso I. Tomamos una frecuencia $f = 10^6$ ciclos/segundo = (un Mhz). Y de la fórmula anterior pero con solo tres componentes tenemos una señal de la forma:

$$s(t) = \frac{4}{\pi} \times \left[\sin((2\pi \times 10^6)t) + \frac{1}{3} \sin((2\pi \times 3 \times 10^6)t) + \frac{1}{5} \sin((2\pi \times 5 \times 10^6)t) \right]$$

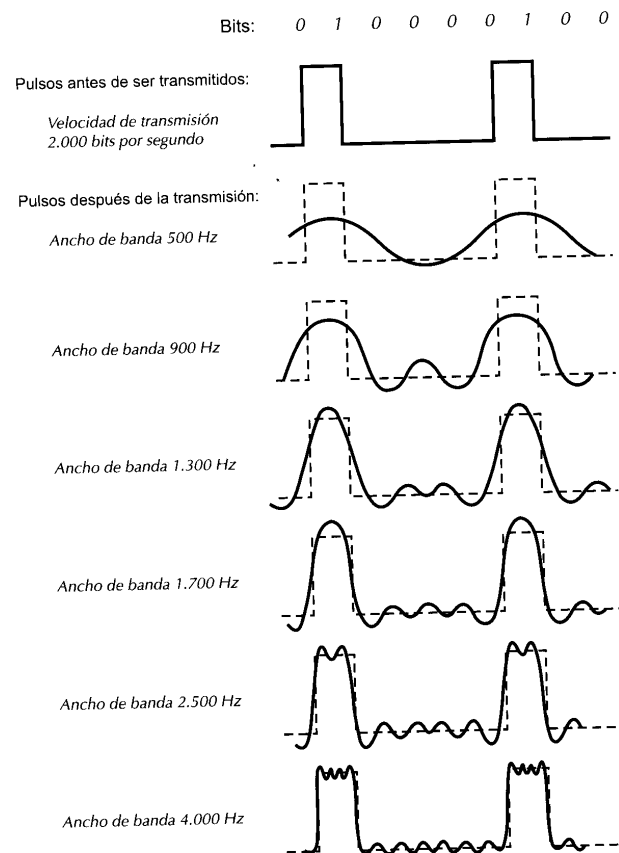
El ancho de banda será $(5 \times 10^6) - 10^6 = 4 \text{ Mhz}$ (la frecuencia más alta menos la frecuencia más baja).

El periodo (que es la inversa de la frecuencias) será $T = 1/10^6 = 10^{-6} = 1 \mu\text{seg}$. Por tanto un bit aparecerá cada $0,5 \mu\text{seg}$ (en un periodo de la señal representamos dos bits). La velocidad de transmisión será de $2 \times 10^6 = 2 \text{ Mbps}$. Si un bit aparece cada medio μseg , en un μseg aparecerán dos.

Con un ancho de banda de 4 Mhz conseguimos una velocidad de transmisión de 2 Mbps .

Caso II. Consideremos el caso ahora de que la frecuencia es de 2 Mhz . Usando un razonamiento igual que el anterior tendremos que el ancho de banda será: $(5 \times 2 \times 10^6) - (2 \times 10^6) = 8 \text{ Mhz}$. El periodo T será de $\frac{1}{2} \times 10^{-6} = 0,5 \mu\text{seg}$. Por tanto aparece un bit cada $0,25 \mu\text{seg}$, siendo la velocidad de transmisión de 4 Mbps . Vemos que al aumentar el ancho de banda aumenta la velocidad de transmisión.

Cualquier medio de transmisión tiene limitado el ancho de banda y esto limita su velocidad de transmisión.



Podemos establecer algunas analogías con el mundo cotidiano para comprender mejor el concepto de ancho de banda:

- **Analogía con la instalación de agua:** En este caso el ancho de banda sería como el ancho de las cañerías por donde circula el agua. A mayor ancho de la cañería es posible que circule más cantidad de agua. Los dispositivos de la red serían como las bombas de agua, las válvulas, grifos y otros accesorios. Los paquetes de información sería en este caso el agua.
- **Analogía con una autovía:** El ancho de banda sería el número de carriles que tiene la carretera. Podrán circular más coches en función del número de carriles que tenga la vía. Los dispositivos de red son los cruces, semáforos, señales, mapas. Los paquetes de información serían los coches.

Los tiempos de transferencia de un fichero, están relacionado con el ancho de banda del canal que estemos utilizando. Siendo **S**: tamaño del fichero en bits. Siendo **P** el rendimiento real en el momento de la transferencia (medidos en bits por segundo). Siendo **AB** el máximo ancho de banda teórico (medidos en bits por segundo).

- El mejor tiempo de descarga $T = S/AB$
- El tiempo típico de descarga $T = S/P$

2 Conceptos sobre la transmisión de señales

2.1 Perturbaciones en la transmisión

En cualquier sistema de comunicaciones debe aceptar que la señal que se recibe difiera de las señales transmitidas debido a dificultades sufridas en la transmisión. Las perturbaciones más significativas son:

- La atenuación
- La distorsión de retardo
- El ruido

Atenuación

Es la pérdida de intensidad de la señal debido a la resistencia que pone el medio de transmisión a la transferencia. Si consideramos la transmisión de una señal eléctrica por un cable, sabemos que el conductor eléctrico tiene una resistencia *óhmica* que causa que la señal se debilite.

Distorsión de retardo

La velocidad de propagación de la señal en el medio varía con la frecuencia. Las distintas componentes en frecuencia de la señal llegarán al receptor en instantes diferentes de tiempo, dando lugar a desplazamientos en fase entre las diferentes frecuencias.

Para medir la potencia que una señal ha ganado o perdido se usa como unidad de medida el decibelio (dB). El decibelio mide las potencias relativas de dos señales o de una señal en dos puntos distintos. Observe que el dB es negativo si una señal atenuado y es positivo si se ha amplificado. $DB = 10 \log_{10} (P_2/P_1)$, donde P_1 y P_2 representan la potencia de la señal en los puntos 1 y 2.

Ejemplo 1: Si una señal viaja a través de un medio de transmisión y su potencia se reduce a la mitad, esto significa que $P_2 = \frac{1}{2} P_1$. La pérdida de señal en este caso se puede calcular:

$$10 \log_{10}(P_1/P_2) = 10 \log_{10} (0,5 P_1/P_1) = 10 \log_{10}(0,5) = 10 (-0,3) = -3 \text{ dB}$$

Ruido

Es toda interferencia que modifica la señal (distorsión) debido a distorsiones introducidas por el sistema de transmisión, además de señales no deseadas que se insertan en algún punto entre el emisor y el receptor. El ruido es un factor de gran importancia a la hora de limitar las prestaciones de un sistema de comunicación. La señal del ruido están clasificadas en cuatro categorías:

- **Ruido térmico o blanco:** interferencias debida a alteraciones en el propio medio de transmisión de la señal. La causa más habitual es la agitación térmica en el interior del conductor. Es función de la temperatura. El ruido térmico no se puede eliminar. Es como un ruido de fondo. Suele ser de pequeña intensidad, pero constante
- **Ruido de Intermodulación:** cuando señales de distintas frecuencias comparten el mismo medio.
- **Diafonía:** acoplamiento no deseado entre líneas que transportan las señales. Ejemplo: cuando por teléfono escuchamos otra conversación.
- **Ruido impulsivo o externo:** interferencias debidas a agentes externos que causan la modificación de la señal. Suele ser de gran intensidad pero de pequeña duración.

2.2 Capacidad de un canal

Se denomina capacidad de un canal a la velocidad a la que puede transmitir los datos en un canal o ruta de comunicación.

Hay cuatro conceptos relacionados con la capacidad:

- **Velocidad de transmisión:** es la velocidad expresada en bits por segundo (bps) a la que pueden transmitir los datos.
 - $V_t = 1/t_B \log_2 n \text{ bit/s.}$ (t_B duración de un bit)

- **Ancho de banda:** el margen de frecuencias que es capaz de soportar el sistema sin causar distorsión. Se indica en Hertzios. En las redes digitales en ancho de banda se indica en Bit/seg.
- **El ruido:** es el nivel medio de ruido a través del camino de transmisión
- **La tasa de errores**

Capacidad de un canal libre de errores: $C = W \log_2 (1 + S/N)$ baudios. C es la capacidad máxima de transferencia en bps; W el ancho de banda en Hz.; S/N la relación señal/ruido.

Ejemplo: Un canal con un ancho de banda de 1 Mz y una relación señal ruido de 215 (24Db). $C = 10^6 \times \log_2(1 + 251) = 10^6 \times 8 = 8 \text{ Mbps}$.

- **Velocidad de modulación:** el número máximo de veces que puede cambiar de estado la señal en la línea de transmisión $V_m = 1/t_B$ baudios. Es una medida de velocidad de

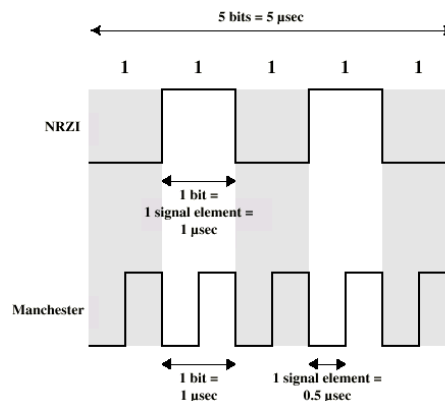


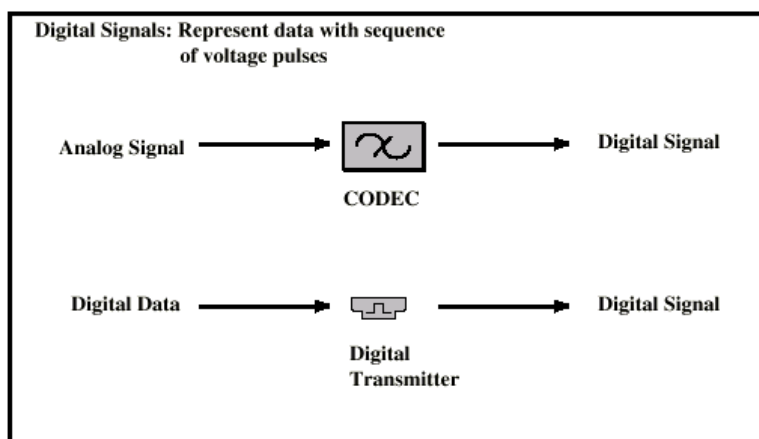
Figure 5.5 A Stream of Binary Ones at 1 Mbps

transmisión. Sustituida en la actualidad por los Bits por segundo, al ser esta una unidad mucho más clara y significativa.

- $D = R/b$;
- D = velocidad de modulación en baudios; R = velocidad de transmisión en bps; b = número de bits por elementos de señal.

2.3 Tipos de transmisiones

Transmisión analógica



La transmisión analógica es una forma de transmitir las señales analógicas independientemente de su contenido; Las señales pueden representar datos analógicos, por ejemplo la voz o datos digitales por ejemplo datos binarios modulados mediante un *modem*.

La señal analógica se irá debilitando con la distancia. Para conseguir distancias largas el sistema de transmisión analógico incluye amplificadores que inyectan energía a la señal. Desgraciadamente también amplifican el ruido.

Transmisión digital

Es dependiente del contenido de la señal. Puede transmitir a una distancia limitada. Para conseguir distancias mayores se utilizan repetidores.

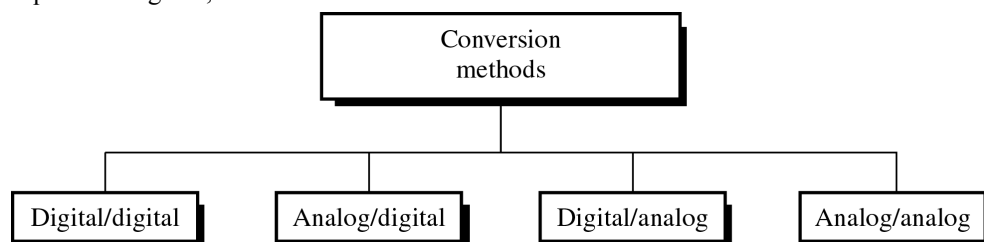
3 Modulación y Codificación de datos

La información debe ser transformada en señales antes de poder ser transportada por un medio de comunicación. La transformación que hay que realizar sobre la información dependerá del formato original de esta y del formato usado por el hardware de comunicaciones para transmitir la señal. Se puede utilizar una señal analógica para llevar datos digitales (*modem*). Se puede usar una señal digital para llevar datos analógicos (Un CD-ROM de música).

Los ordenadores utilizan tres tecnologías para transmitir los bits:

- como voltajes en diversas formas de cable de cobre;
- como impulsos de luz guiada a través de la fibra óptica
- como ondas electromagnéticas moduladas y radiadas.

Hay diversos métodos para realizar esto dependiendo de los tipos de señales y datos. Tanto la información analógica como digital puede ser codificada (modulada) mediante señales analógicas o digitales. La elección de un tipo particular de codificación (modulación) dependerá de los requisitos exigidos, de los medios de transmisión etc.



Las combinaciones de los *métodos de conversión* son las siguientes:

Datos digitales, señales digitales:

Los datos se almacenan en un ordenador en un formato binario de ceros y unos. Para transportarlos de un lugar a otro (dentro o fuera del ordenador), es necesario convertirlos en señales digitales que permitan una mejor transmisión o reconocimiento por los dispositivos. Esto es lo que se denomina conversión digital a digital o **codificación** de datos digitales en una señal digital. La **codificación** significa convertir los datos binarios en una forma que se pueda desplazar a través de un enlace de comunicaciones físico. “Codificar” significa convertir los 1 y los 0 en algo real y físico, tal como:

- Un pulso eléctrico en un cable
- Un pulso luminoso en una fibra óptica
- Un pulso de ondas electromagnéticas en el espacio.

Datos digital, señal analógica

Si se quiere enviar los datos que salen de un ordenador (digitales) a través de una red analógica (red de telefonía convencional) diseñada para la transmisión de señales analógicas, será necesario convertir la señal digital que sale del ordenador en una señal analógica. Esto se denomina conversión digital a analógica o **modulación** de una señal digital. La **modulación** significa usar los datos binarios para manipular una onda.

Datos analógicos, señales digitales

A veces es necesario transformar información en formato analógico, como la voz o la música, en señales digitales para, por ejemplo, reducir el efecto del ruido. Un ejemplo sería el CD-ROM de música o una película en un DVD. A esto se denomina conversión de una señal analógica en una señal digital o **digitalización** de una señal analógica.

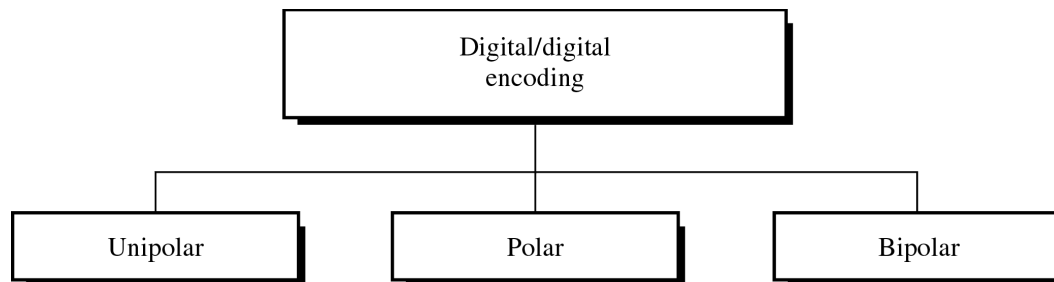
Datos analógicos, señales analógicas

Si se quiere enviar una señal analógica a larga distancia, como por ejemplo, la voz o la música de una emisora de radio (analógica) hay que transformar esta señal en otra porque la frecuencia de la voz o la música no es apropiada para su transmisión a larga distancia a través del aire. La señal debe ser transportada mediante una señal de alta frecuencia. A esto se le denomina conversión de analógico a analógico o **modulación** de una señal analógica.

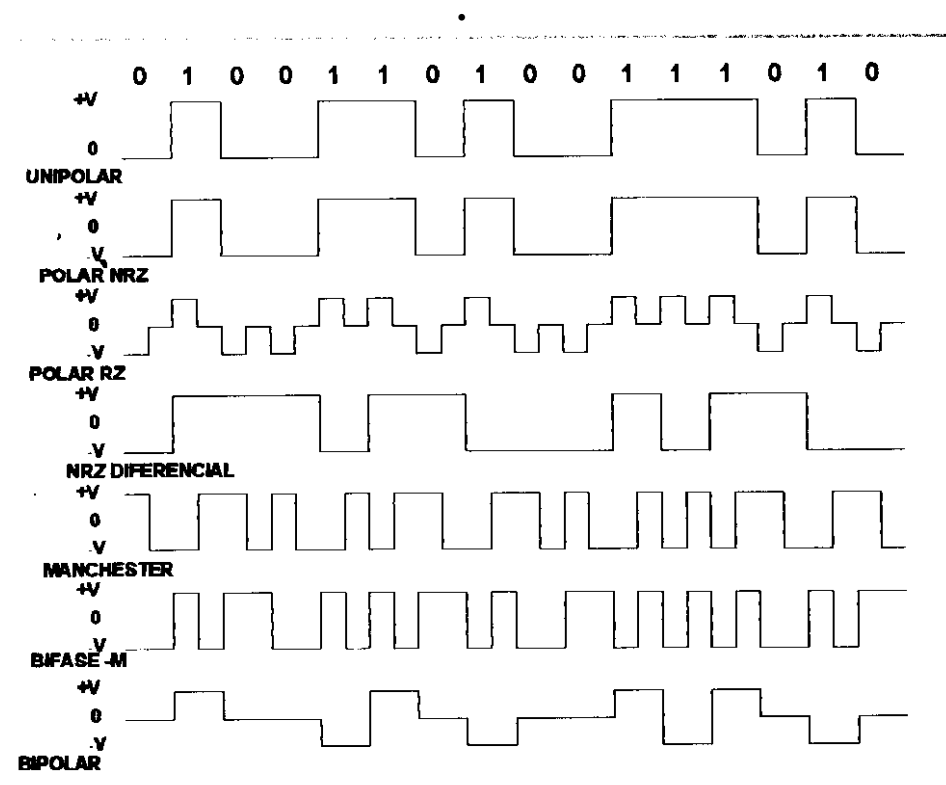
Vamos a ver las técnicas que se emplean en cada uno de estos casos.

3.1 Datos digitales, señales digitales

Una señal digital es una secuencia de pulsos de tensión discretos y continuos, donde cada pulso es un elemento de señal. Los datos binarios se transmiten codificando cada *bit* de datos en cada elemento de señal. Es esquema de codificación es simplemente la correspondencia que se establece entre los bits de datos con los elementos de señal.



La forma más sencilla de codificar digitalmente datos digitales es asignar un nivel de tensión al uno binario y otro distinto para el cero. En la transmisión digital se emplean distintos tipos de codificación para conseguir la menor distorsión.



- **UNIPOLAR.** La codificación unipolar (TTL) es la más sencilla, usa un único valor de nivel. Se caracteriza por una señal alta y una señal baja (a menudo +5 o +3,3 V para 1 binario y 0 V para 0 binario). En el caso de las fibras ópticas, el 1 binario puede ser un LED o una luz láser brillante, y el 0 binario oscuro o sin luz. En el caso de las redes inalámbricas, el 1 binario puede significar que hay una onda portadora y el 0 binario que no hay ninguna portadora.

- **POLAR.** Usa dos niveles de amplitud (positivo y negativo).
- **Polar NRZ-L** (*Nonreturn-to-zero-level*) 0= nivel alto; 1 nivel bajo. Polar RZ
- **NRZI diferencial** (*Noretur to zero, invert on ones*) 0= no hay transición al comienzo del intervalo (un bit cada vez); 1= transición al comienzo del intervalo.
- **Manchester;** 0 = transición de alto a bajo en mitad del intervalo; 1= transición de bajo a alto en mitad del intervalo. La codificación Manchester es más compleja, pero es inmune al ruido y es mejor para mantener la sincronización. En el caso de la codificación Manchester, el voltaje del cable de cobre, el brillo del LED o de la luz láser en el caso de la fibra óptica o la energía de una onda EM en el caso de un sistema inalámbrico hacen que los bits se codifiquen como transiciones. Observe que la codificación Manchester da como resultado que los 1 se codifiquen como una transición de baja a alta y que el 0 se codifique como una transición de alta a baja. Dado que tanto los 0 como los 1 dan como resultado una transición en la señal, el reloj se puede recuperar de forma eficaz en el receptor.

BIPOLAR: Usa tres niveles, positivo, cero y negativo

- **Bipolar-AMI:** 0 = no hay señal; 1= nivel positivo o negativo alternante.
- **B8ZS**
- **HDB3**
- **Psuedoternario:** 0= nivel positivo, negativo, alternante; 1= no hay señal.

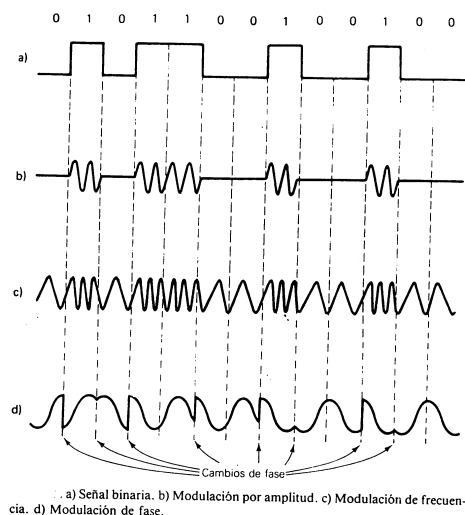
3.2 Datos digitales, señales analógicas

Las señales digitales necesitan ser transformadas para poder distribuirse por los medios de transmisión de un modo analógico. Se define una señal sinusoidal (portadora) que en función de los valores que adopten la secuencia de datos, se transforma alguno de los parámetros que la definen. Dependiendo del parámetro tenemos modulación de Amplitud (voltios), Frecuencia (hertzios) y fase (grados).

Una portadora no es otra cosa que una onda sinusoidal caracterizada por su amplitud (A), frecuencia (f) y fase (p): $F(t) = A \cos(2\pi ft + p)$.

Las técnicas básicas son:

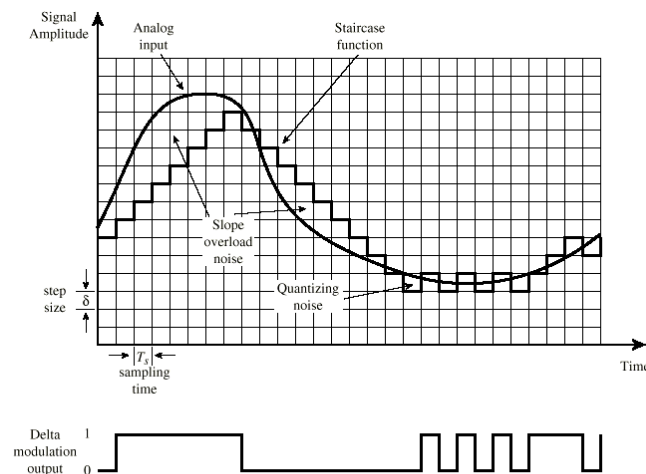
- Desplazamiento de amplitud (ASK, *Amplitude-Shift Keying*).
- Desplazamiento de frecuencia (FSK, *Frecuency-Shift Keying*)
- Desplazamiento de fase (PSK, *Phase-Shift Keying*)



3.3 Datos analógicos, señales digitales

Los datos analógicos, como por ejemplo, voz y vídeo, se digitalizan para ser transmitidos mediante señales digitales. La técnica más sencilla es la modulación por codificación de impulsos

(PCM, *Pulse Code Modulation*), que implica un muestreo periódico de los datos analógicos y una cuantización de la muestra.



3.4 Datos analógicos, señales analógicas

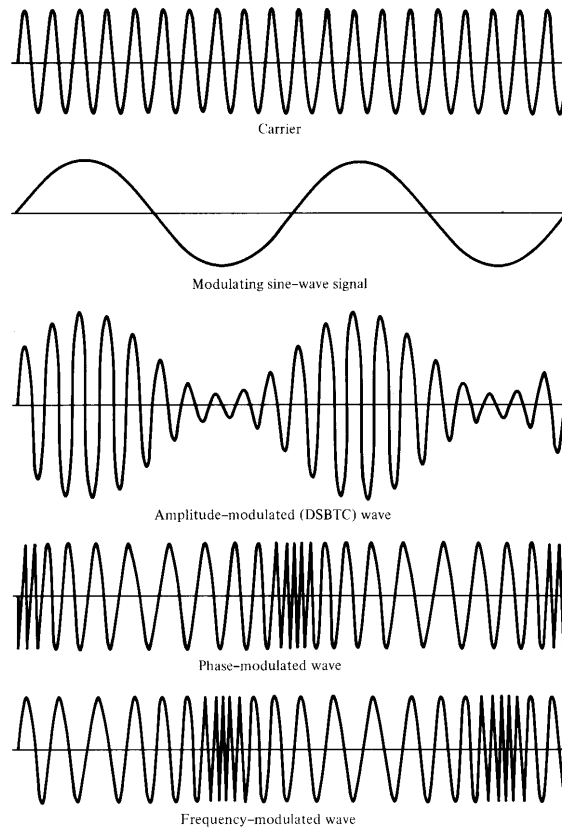
Los datos analógicos se modulan mediante una portadora para generar una señal analógica en una banda de frecuencias diferente, que se puede utilizar en un sistema de transmisión analógico. Las técnicas básicas son:

- Modulación en amplitud (AM, *Amplitude Modulation*)
- Modulación en frecuencia (FM, *Frequency Modulation*)
- Modulación en Fase (PM, *Phase Modulation*)

La modulación significa tomar una onda y cambiarla, o modularla, para que transporte información.

En resumen, los mensajes se pueden codificar de varias formas:

1. Como voltajes en el caso de cobre; las codificaciones Manchester y NRZI son populares en el caso de las redes basadas en cobre.
2. Como luz guiada; las codificaciones Manchester y 4B/5B son populares en el caso de redes basadas en fibra óptica.
3. Como ondas Electro Magnéticas radiadas; una amplia variedad de esquemas de codificación (variaciones en AM, FM y PM) se utilizan.



4 Algunos conceptos sobre capa física

4.1 Técnicas de transmisión

4.1.1 Banda base

La transmisión de la señal digital se hace directamente al medio físico de transporte sin ningún tipo de transformación (modulación, amplificación...). La señal es digital. Se utiliza esta técnica de transmisión porque no requiere de *modem* y puede transmitirse a alta velocidad. Distancia: Pocos kilómetros.

Características

- Esta técnica no es adecuada para la transmisión a largas distancias ni instalaciones sometidas a un alto nivel de ruidos o interferencias.
- Adecuado para distancias cortas.
- Permite utilizar dispositivos - interfaz, repetidores - muy económicos.
- Los medios físicos han de poder cambiar de estado con rapidez.
- Banda base utiliza todo el ancho de banda de un canal, por lo que sólo puede transmitirse una señal.
- Bidireccional: El mismo circuito sirve para transmitir y recibir.

Ventajas.

- Menor coste, tecnología más simple, fácil de instalar.

Inconvenientes.

- Sólo un canal, distancia y capacidad más limitadas, problema de masas.

4.1.2 Banda ancha

La señal digital se modula sobre ondas portadoras analógicas y seguidamente se envía al medio. Señal analógica.

Características

- Unidireccional. Para conseguir la bidireccionalidad funcional:
 - Sistemas con desdoblamiento de frecuencias. Transmite en f_1 y recibe en f_2 .

- Sistema con dos cables.
- Varias portadoras pueden compartir el medio mediante técnicas de multiplexación. FDM.
- Utilización conjunta de distintos circuitos, - vídeo, datos, audio...
- El ancho de banda depende de la velocidad a la que se vayan a transmitir los datos. (> 4 Khz).
- Distancia: decenas de kilómetros.

Ejemplo: cable de televisión. Los distintos canales comparten el cable pero sus señales van a distintas frecuencias.

Ventajas

- Elevada capacidad, mayor distancia, configuración más flexible, tecnología CATV.

Inconvenientes.

- Encarecimiento de los equipos de datos al incorporar moduladores y demoduladores.
- Retrasos en la propagación, complejidad de instalación y mantenimiento.

4.2 La interfaz en las comunicaciones de datos

4.2.1 Interfaces

Los dispositivos (terminales y ordenadores) debido a su limitada capacidad de transmisión, raramente se conectan directamente a la red de transmisión. Los dispositivos finales (terminales y ordenadores) se denominan *Equipo Terminal de Datos* DTE. Los equipos intermedios (interfaz) entre el DTE y el medio se denominan *Equipo de terminación del Circuito de Datos* DCE.

Para facilitar las relaciones entre DCE y entre DTE y DCE se han desarrollado normalizaciones. La interfaz tiene cuatro características importantes:

- Mecánicas: conectores físicos. RJ45, RJ11. DB-9, DB-25.

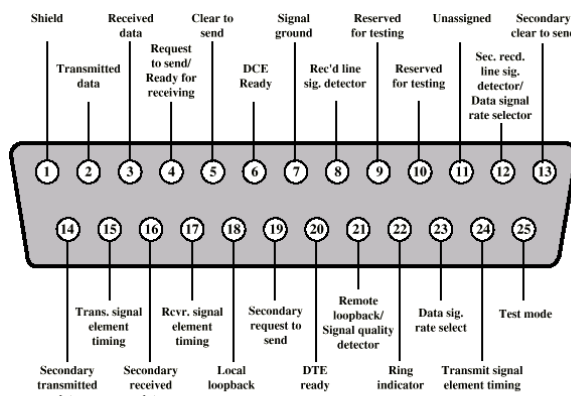
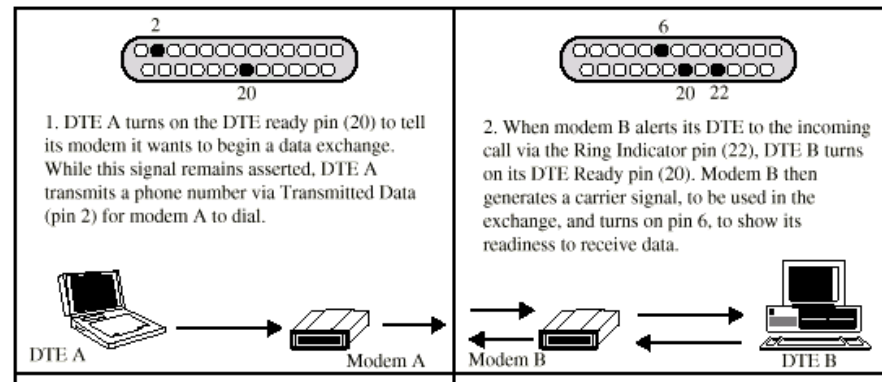


Figure 6.5 Pin Assignments for V.24/EIA-232 (DTE Connector Face)

- Eléctricas: niveles de tensión
- Funcionales: determina las funciones que realiza cada uno de los circuitos de intercambio.
- De procedimiento: especifica la secuencia de eventos que se deben dar en la transmisión.

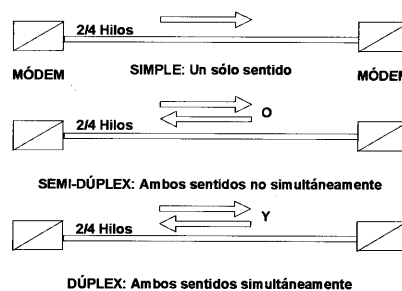


4.2.2 Según el número de vías: Serie o paralelo

- **Serie:** Los bits de un carácter son transmitidos uno después de otro a través de una única línea.
- **Paralelo:** Todos los bits de un carácter son transmitidos al mismo tiempo, cada bit por una línea independiente. Es más rápido que el serie. Es más caro y tiene más limitaciones de distancia.

4.2.3 Modos de transmisión según el sentido que circulan las señales

MODOS DE TRANSMISIÓN EN UNA COMUNICACIÓN



- Transmisión unidireccional (*simplex*)
- Transmisión en los dos sentidos pero única cada vez (*half-duplex* o semi duplex, alternada). Cada vez solo una de las dos estaciones pueden transmitir.
- Transmisión en los dos sentidos simultáneo (*duplex, full-duplex*). Las dos estaciones pueden simultáneamente enviar y recibir datos.

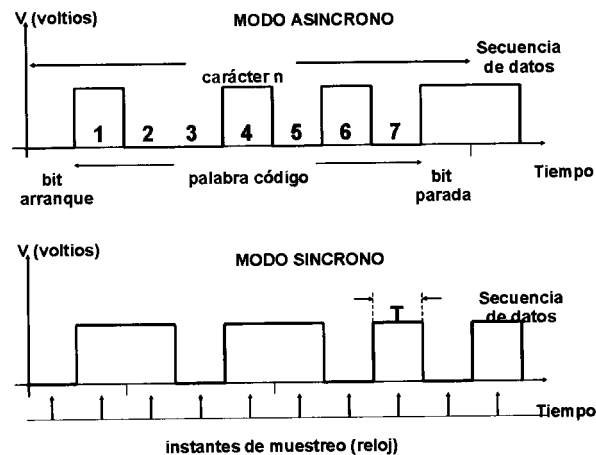
4.2.4 Sincronización de la transmisión

La transmisión de la información dependiendo de la sincronización que utilice puede ser: Síncrona o asíncrona.

- **Síncrona:** Los datos se transmiten con una cadencia fija y constante, marcada por una base de tiempo. Se transmiten bloques de bits. El bloque puede tener una longitud de muchos bits. Para prevenir la desincronización entre el emisor y el receptor, sus relojes deberán sincronizarse de alguna manera. Una forma es que el bloque comience con un conjunto de bit denominado preámbulo. La transmisión síncrona es más eficiente a tamaño de bloques grandes.



- **Asíncrona:** La señal que forman una palabra del código se transmiten precedida de un bit de arranque y seguida de al menos un bit de parada. La sincronización se hace a nivel de carácter.

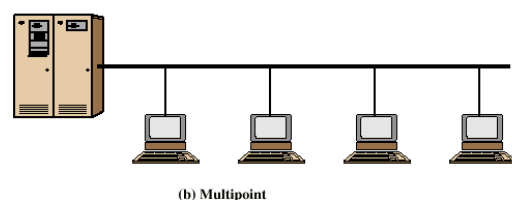
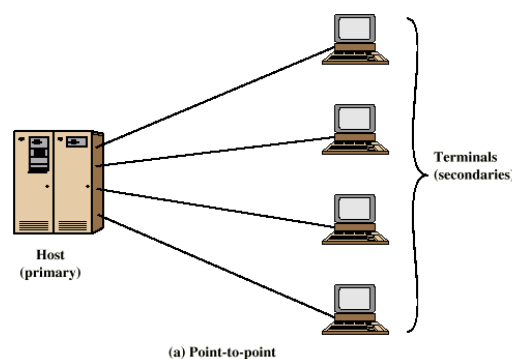


4.3 Modo de enlace

- **Enlace directo:** cuando el camino de transmisión entre dos dispositivos, la señal se propaga directamente desde el emisor al receptor sin ningún otro dispositivo intermedio que no sea un amplificador o repetidor. No hay encaminamiento o enrutamiento.
- **Enlace NO directo (conmutado):** El caso contrario. En el camino entre origen y destino habrá dispositivos de "encaminamiento" que tengan que establecer o decidir una ruta.

La conexión entre elementos de la red (ordenadores, nodos, etc.) pueden ser: Punto a punto o multipunto

- **Redes punto a punto:** Punto a punto significa conexión directa entre dos nodos que son los únicos elementos que comparten el medio de transmisión. Las redes punto a punto se construyen por medio de conexiones entre pares de ordenadores, también llamadas líneas, enlaces, circuitos o canales (en inglés los términos equivalentes son 'lines', 'links', 'circuits', 'channels' o 'trunks'). Una vez un paquete es depositado en la línea el destino es conocido de forma unívoca y no es preciso en principio que lleve la dirección de destino. (no es necesario direccionamiento). Conexión directa mediante un enlace entre terminal y ordenador. Existe un canal desde origen a destino. Un solo canal no compartido. El enlace puede ser permanente (dedicado) o no permanente (conmutado).



- **Multipunto:** unir más de dos nodos u ordenadores a otro mediante una sola línea. El enlace es compartido por varios canales de comunicación. Requiere direccionamiento, para distinguir a qué máquina va el mensaje. En un sistema Multipunto la distribución del mensaje se realiza por "difusión".

Ejemplo: *Redes broadcast (que significa radiodifusión en inglés)* En las redes broadcast el medio de transmisión es compartido por todos los ordenadores interconectados. Normalmente cada mensaje transmitido es para un único destinatario, cuya dirección aparece en el mensaje, pero para saberlo cada máquina de la red ha de recibir o 'escuchar' cada mensaje, analizar la dirección de destino y averiguar si va o no dirigido a ella;

4.4 Técnicas de conmutación en la transmisión de datos

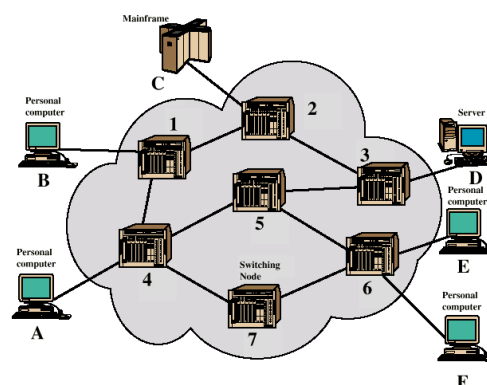
- Para conseguir transmitir una información de un origen a un destino. Podemos hacerlo de dos formas:
- **Por difusión:** Cuando origen y destino están en un mismo tramo del medio físico. Hay un solo camino posible para alcanzar el destino.
 - Redes de paquetes por radio
 - Redes de satélites
 - Redes de área local (bus, anillo, estrella)
- **Por Conmutación:** cuando existen diversos caminos para alcanzar el destino. La conmutación consiste en elegir un camino entre varios posibles.

Una red conmutada consta de una serie de nodos interconectados, denominados conmutadores. Los conmutadores son dispositivos *hardware/software* capaces de crear conexiones temporales entre dos o mas dispositivos conectados al conmutador.

Para la transmisión de datos (voz, imágenes, datos, vídeo) a largas distancias, la comunicación se realiza generalmente mediante la transmisión de datos desde origen hasta destino a través de una red de nodos de conmutación intermedios.

La red no está completamente conectada. Cuando intentamos conectar un número elevado de nodos, todos con todos, no se puede usar la conexión total porque el número de conexiones necesarias lo hace imposible: n^o de conexiones necesarias $n(n - 1)$. Para la conexión se utiliza la conmutación.

Los enlaces entre los nodos suele estar multiplexados.



Las técnicas de conmutación que se suelen utilizar en las redes de transmisión de datos son dos:

- Conmutación de circuitos.
- Conmutación de paquetes.
- Estas dos tecnologías difieren en el modo que los nodos realizan la conmutación.

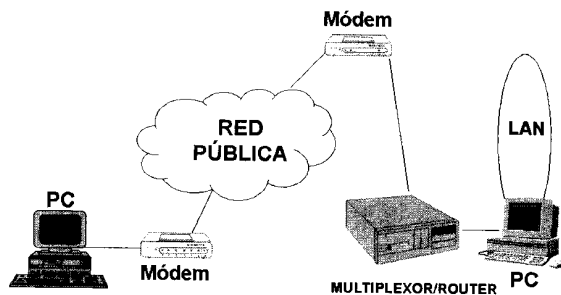
4.4.1 Conmutación de circuitos

Permite que el terminal emisor se una físicamente al terminal receptor mediante un circuito físico

único y específico que sólo pertenece a esa unión. En la conmutación de circuitos se establece un canal de comunicaciones **dedicado** entre dos estaciones. Se reservan recursos de transmisión y de conmutación de la red para el uso exclusivo en el circuito durante la conexión. Un canal de comunicación no es más que una secuencia de enlaces conectados entre nodos de la red.

La comunicación vía conmutación de circuitos implica tres fases:

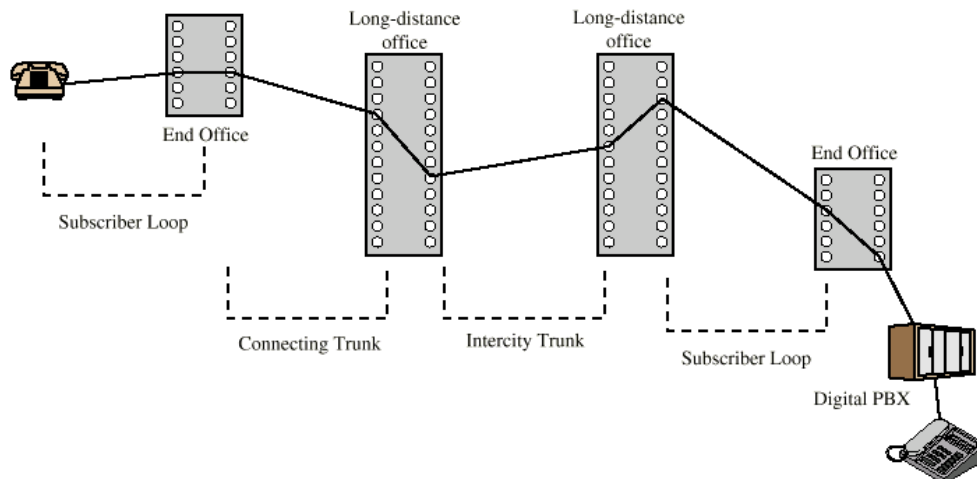
ELEMENTOS EN LA TRANSMISIÓN DE DATOS POR RTC



- Establecimiento del circuito
- Transferencia de datos
- Desconexión del circuito

El circuito se establece completamente antes del inicio de la comunicación y queda libre cuando uno de los terminales da por finalizada la conexión.

- El circuito permanece establecido aunque no se transmitan datos.
- La unidad de transmisión es la sesión.
- La red tiene una estructura jerárquica.
- Se requieren centrales de conmutación.
- La red telefónica es un ejemplo de red conmutada.



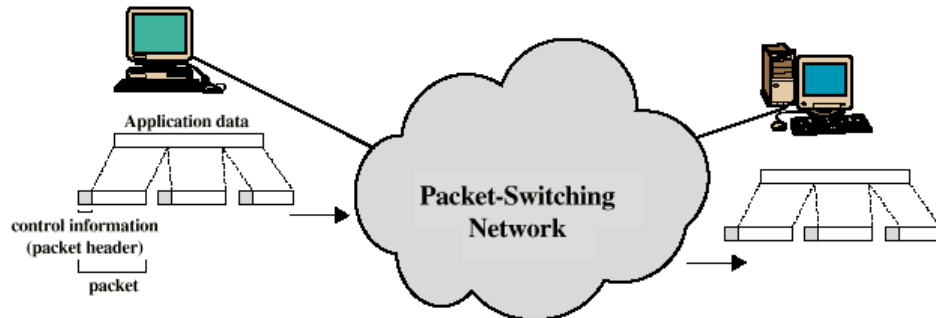
- Los componentes de una red pública de telecomunicaciones son cuatro:
- Abonado
- Bucle local
- Centrales
- Líneas principales o enlaces entre centrales

4.4.2 Conmutación de paquetes

La conmutación de paquetes se basa en que la información que entrega a la red el usuario emisor se divide en pequeños bloques del mismo tamaño llamados **paquetes**. Los **paquetes** tienen una estructura tipificada con los datos del usuario e información de control adecuado para el correcto

funcionamiento de la red.

La función de encaminamiento de una red de conmutación de paquetes trata de encontrar la ruta del mínimo coste a través de la red.



Una red de conmutación de paquetes es un conjunto distribuido de nodos de conmutación de paquetes, los cuales conocen siempre el estado de la red.

La eficiencia de la línea es superior, ya que un único enlace entre dos nodos se puede compartir dinámicamente en el tiempo por varios paquetes. Los paquetes forman una cola y se transmiten sobre el enlace tan rápidamente como es posible. Puede adaptar las velocidades de las estaciones. Soporta mejor la congestión de tráfico. Se puede hacer uso de prioridades.

La técnica de conmutación de paquetes permite dos formas características de funcionamiento: *datagrama* y *circuito virtual*.

Datagrama

La red recibe los paquetes y, mediante el análisis del campo de dirección del mismo, los encamina hasta su destino sin asegurar el orden en que llegan ni el destino informar de la recepción de los mismos.

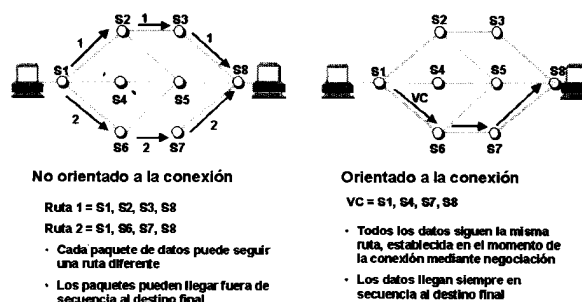
- Cada paquete puede usar caminos distintos para llegar a su destino.
- El receptor tiene la responsabilidad de ordenar los paquetes en el orden original.

Circuito virtual

La red mediante el análisis de los campos de control determina un camino para llegar al destino. Todos los paquetes de dicho circuito virtual siguen el mismo camino.

- Transmite todos los paquetes en el mismo orden que fueron entregados.
- El circuito se mantiene durante la transmisión de los paquetes.

ENRUTAMIENTO DE DATAGRAMAS versus ENRUTAMIENTO DE CIRCUITOS VIRTUALES



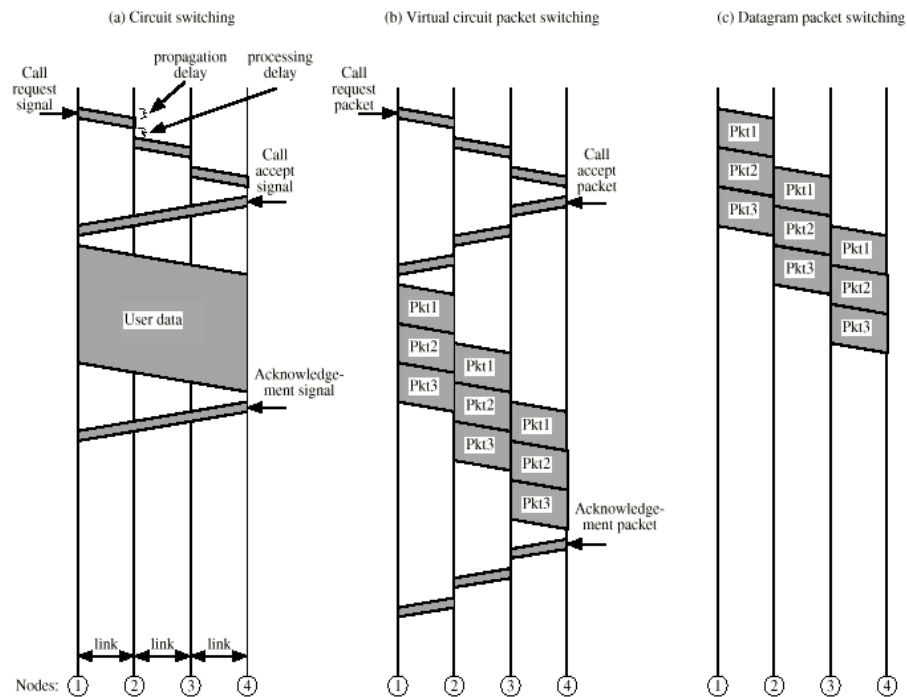
Ejemplos de redes conmutación de paquetes

Actualmente hay tres tipos de redes públicas de conmutación de paquetes: X.25, *Frame Relay* y ATM, y todos ofrecen servicios orientados a conexión.

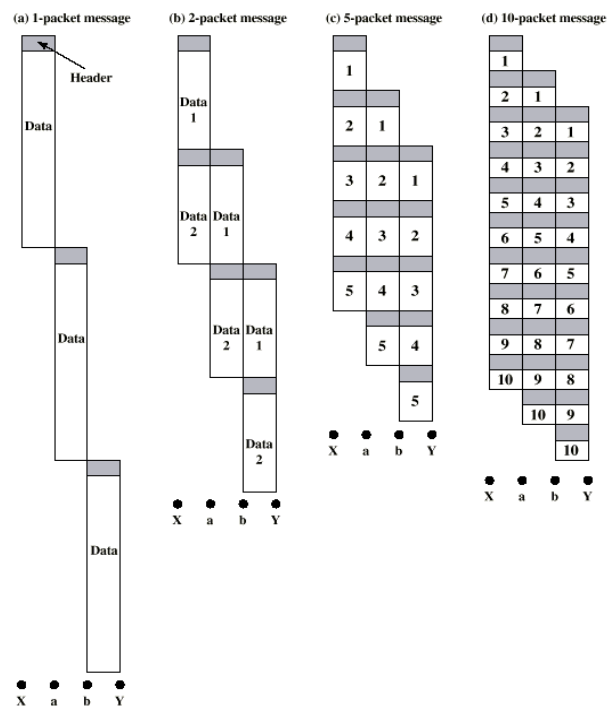
En X.25, *Frame Relay* y ATM existe el concepto de circuito virtual (VC), que puede ser de dos tipos: conmutado o SVC (*Switched Virtual Circuit*) y permanente o PVC (*Permanent Virtual Circuit*). El conmutado se establece y termina a petición del usuario, mientras que el permanente tiene que ser definido por el proveedor del servicio, mediante configuración en los conmutadores a

los que se conectan los equipos implicados, normalmente mediante modificación contractual con el cliente. En cierto modo es como si los PVCs fueran 'líneas dedicadas virtuales' mientras que los SVCs son como conexiones RTC 'virtuales'.

Comparación en los tiempos de transmisión



Comparación con los tamaños de paquetes

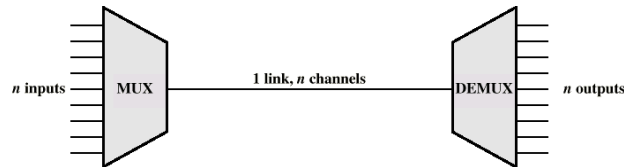


Comparación entre las diversas modalidades de conmutación usadas en transmisión de datos

Conmutación de circuitos	Conmutación de mensajes	Conmutación de paquetes modo datagrama	Conmutación de paquetes modo circuito virtual
Circuito de transmisión dedicado.	Circuito de transmisión no dedicado.	Circuito de transmisión no dedicado.	Circuito de transmisión no dedicado.
Transmisión continua de los datos.	Transmisión de mensajes.	Transmisión de paquetes	Transmisión de paquetes.
Suficientemente rápido para trabajar en interactivo.	Demasiado lento para trabajar en interactivo.	Suficientemente rápido para trabajar en interactivo.	Suficientemente rápido para trabajar en interactivo.
El camino se establece desde el principio al fin del mensaje.	La ruta se establece para cada mensaje.	La ruta se establece para cada paquete.	La ruta se establece para toda la comunicación.
Nodos de conmutación electromecánicos o electrónicos.	Centro de conmutación de mensajes con tiempos de almacenamiento elevados.	Nodos de conmutación con tiempos de almacenamiento pequeños.	Nodos de conmutación con tiempos de almacenamiento pequeños.
El usuario es el responsable de la protección contra pérdida de información.	Los mensajes son responsabilidad de la red.	La red no se responsabiliza de los paquetes individuales.	La red puede responsabilizarse de las secuencias de paquetes.
Normalmente no es posible la conversión de códigos o velocidades.	Conversión de códigos y velocidades.	Conversión de códigos y velocidades.	Conversión de códigos y velocidades.
Transmisión con ancho de banda fijo.	Uso dinámico del ancho de banda disponible.	Uso dinámico del ancho de banda disponible.	Uso dinámico del ancho de banda disponible.
No hay bits de cabecera después del establecimiento de la comunicación.	Bits de cabecera de cada mensaje.	Cabeceras en cada paquete.	Cabecera en cada paquete.
Envío de señal de ocupado si el receptor no está libre.	No existe señal de ocupado.	El emisor no es avisado si el paquete no se ha entregado.	El emisor es avisado si el receptor no acepta la conexión.
Retraso en el establecimiento de la llamada.	Retraso en la transmisión del mensaje.	Retraso en la transmisión del paquete.	Retraso en el establecimiento de la llamada. Retraso en la transmisión del paquete.
Los mensajes no son almacenados.	Los mensajes se almacenan para recuperarlos posteriormente.	Los paquetes pueden almacenarse mientras se toman decisiones de red.	Los paquetes se almacenan mientras se toman decisiones de red.

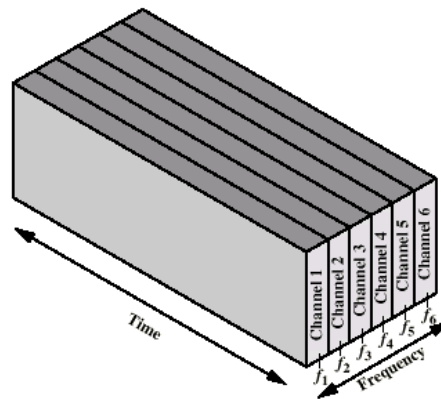
4.5 Multiplexación

- Es la compartición de un canal de comunicación de alta capacidad/velocidad por varias señales. Conjunto de técnicas que permiten la transmisión simultáneas de múltiples señales a través de un único enlace de datos.

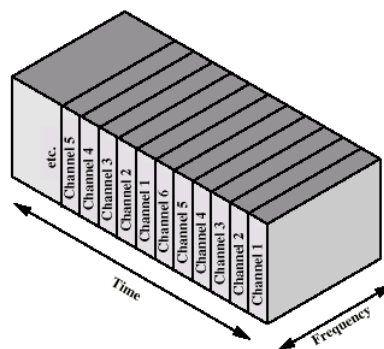


Las técnicas que se emplean son:

- Multiplexación por división de frecuencias** (FDM *Frequency-division Multiplexing*). Se pueden transmitir varias señales simultáneamente modulando cada una de ellas en una frecuencia portadora diferente. Es una técnica analógica. Se puede aplicar cuando el ancho de banda del enlace físico es mayor que la suma de los anchos de bandas de las señales a transmitir. Las señales generadas por cada dispositivo emisor se modula usando distinta frecuencia portadora. Las frecuencias portadoras están separadas por tiras de ancho de banda sin usar (banda de guarda) para prevenir que las señales se solapen.



- Multiplexación por división de tiempo** (TDM *Time-division Multiplexing*). Es un proceso digital. Se puede aplicar cuando la tasa de datos del enlace es mayor que la suma



de las tasas de datos de los dispositivos emisores y receptores.

- **TDM síncrona**, que es cuando el multiplexor asigna siempre la misma ranura de tiempo a un dispositivo, tanto cuando tiene datos que transmitir que cuando no.
- **TDM asíncrona** no hay una asignación previa y permite transmitir, aunque la suma teórica de las tasas de bit de los emisores sea mayor que la del enlace. Cada trama deben de incorporar una dirección para identificar a que dispositivo pertenecen los datos que están transmitiendo.

RDSI, ADSL, ATM, SONET utilizan técnicas de multiplexación. Estas tecnologías las veremos

posteriormente.

- **Multiplexación Inversa.** Es el caso opuesto a la multiplexación. Toma el flujo de una línea de alta velocidad y lo reparte entre varias de menor velocidad.

5 Referencias

Los conceptos que aparecen en este tema y en otros, podéis – incluso diría que debéis – buscarlo en las enciclopedias de Internet:

<http://www.webopedia.com/>
<http://whatis.techtarget.com/>
<http://www.pcguides.com/topic.html>
<http://www.techweb.com/encyclopedia/>
<http://www.techguide.com/>
 Direcciones con artículos
<http://www.abcdatos.com/>
<http://www.conozcasuhardware.com/>
<http://www.ciberteca.net/>
<http://www.manualesgratis.com/>
<http://www.monografias.com/>
<http://www.enredando.com/>
<http://www.auladigital.com/>

Bibliografía:

1. Academia de Networking de Cisco Systems. Guía del primer año. Cisco Press: cap. 2 y 4
2. Microsoft. Fundamentos de redes Plus. Curso oficial de certificación MCSE. McGrawHill: cap 1 y 5.
3. Sistemas telemáticos, José Manuel Huidobro Moya, Paraninfo: Cap: 2, 3 y 4
4. Equipos Microinformáticos y terminales de telecomunicación. Isidoro Berral Montero. Paraninfo. (muy interesante para la práctica 1ª de montaje de ordenadores)
5. Redes de área local. José M. Huidobro Moya y Antonio Blanco Solsona. Paraninfo: cap 1, 2 y 3.
6. Todo sobre comunicaciones. José Huidobro. Paraninfo.
7. Transmisión de datos y redes de comunicaciones. Forouzan. McGraw-Hill.
- ♦ http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072515848/student_view0/index.html
- ♦ http://www.mhhe.com/engcs/compsci/forouzan/dcn/student_index.mhtml

6 Cuestiones

1. Diferencia entre dato y señal
2. Nombra los parámetros que caracterizan a una onda periódica.
3. ¿Qué se entiende por señal periódica?
4. ¿Qué es la longitud de ondas?
5. ¿Qué mide el periodo de una onda periódica?
6. Concepto de frecuencia. ¿En que unidad se mide?
7. Indica la naturaleza física de los tres tipos de señales utilizada en las transmisión de datos (pista: por cable, fibra, no guiada)
8. ¿Qué relación matemática hay entre la frecuencia y el periodo de una señal?
9. Asocia: Transmisión unidireccional, transmisión posible bidireccional pero sólo en un sentido simultáneamente, transmisión bidireccional simultáneamente con duplex, half-duplex, simplex.
10. Indica las características de estos tipos de transmisión: duplex, *half-duplex*, simplex
11. ¿Qué diferencia hay entre la transmisión serie y paralela?
12. ¿Qué relación hay entre el ancho de banda y la velocidad de transmisión?
13. Diferencia entre las señales continuas y las señales discretas
14. Ejemplo de un dato analógico

15. Ejemplo de un dato digital
16. ¿Qué es la atenuación?
17. Nombra los tipos de ruidos
18. ¿Qué es el ruido térmico o blanco? ¿Cuál es la principal diferencia con el ruido impulsivo o externo?
19. ¿Qué diferencia hay entre una transmisión síncrona y una asíncrona?
20. ¿En qué unidad se mide la velocidad de modulación?
21. Asocia (tachar lo que no proceda)
 - La transmisión de la señal digital se hace directamente al medio físico de transporte sin ningún tipo de transformación. (transmisión en banda base / banda ancha)
 - La señal digital se modula sobre ondas portadoras analógicas y seguidamente se envía al medio. (transmisión en banda ancha / banda base)
22. Diferencias entre un repetidor y un amplificador. ¿Con qué tipo de señales se utiliza cada uno?
23. Nombra tres formas de codificar datos digitales en señales analógicas
24. Principales diferencias entre la banda base y la banda ancha
25. Haz un dibujo de una conexión punto a punto y otro de una conexión multipunto
26. Qué nombre se le da a los siguientes modos de transmisión: es un solo sentido, ambos sentidos no simultáneamente, ambos sentidos simultáneamente.
27. Concepto de multiplexación.
28. Pon un ejemplo de un enlace directo, multipunto
29. Pon un ejemplo de enlace conmutado, punto a punto no permanente
30. Diferencia entre multiplexación por división de frecuencia y por división de tiempo.
31. Diferencia entre conmutación de circuitos y conmutación de paquetes.
32. Fases en comunicación por conmutación de circuitos.
33. Diferencias entre datagrama y circuito virtual
34. ¿Cuándo es necesario el enrutamiento?
35. ¿Cuándo es necesario el direccionamiento?