
TEMA 2

Comunicaciones de datos

Transmisión de datos

Los medios de transmisión

Codificación de datos

Multiplexación del enlace de datos

La interfaz en las comunicaciones de datos

Conceptos



Datos: Entidades que transportan algún significado.

↳ *Datos analógicos: valores continuos dentro de un intervalo (sonido, vídeo).*

↳ *Datos digitales: valores discretos (texto, enteros).*



Señales: Representación eléctrica o electromagnética de los datos.

↳ *Señales continuas (analógicas) y discretas (digitales).*

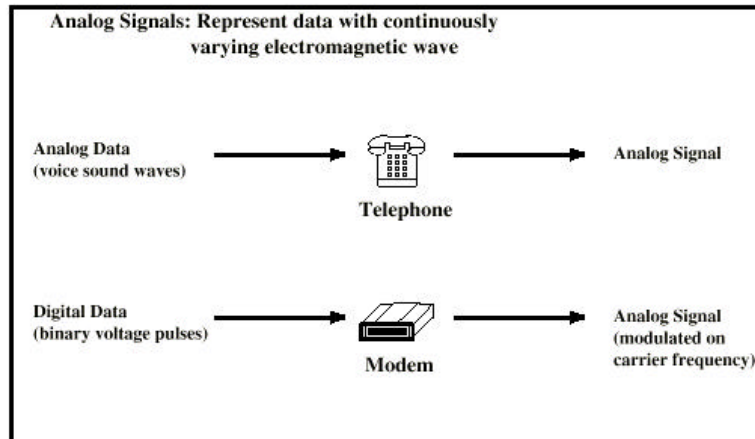


Transmisión: Comunicación de datos por propagación y procesado de la señal.

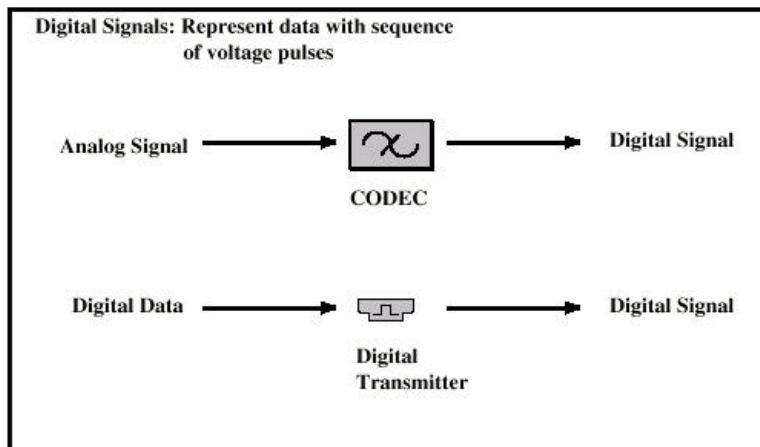
↳ *Medios guiados (cable) y no guiados.*

Datos y señales

Señales analógicas



Señales digitales

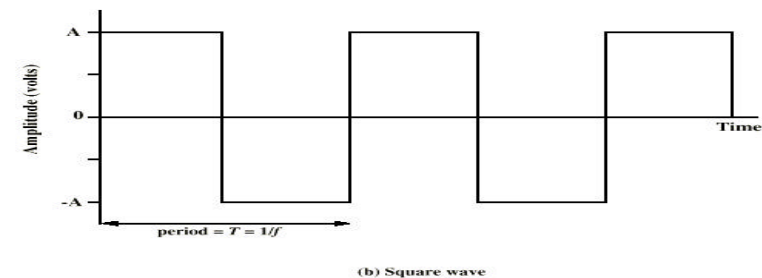
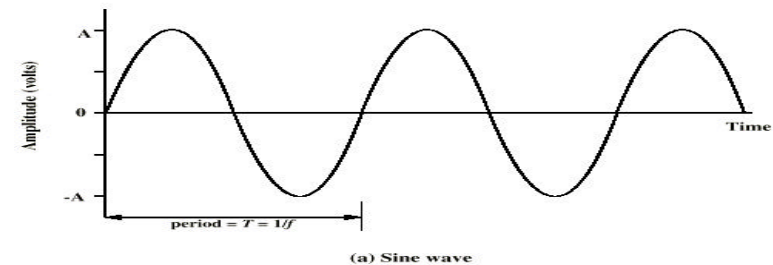
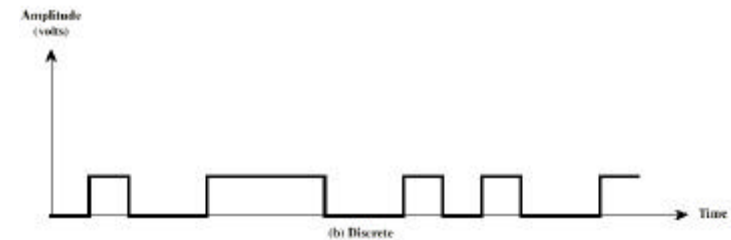
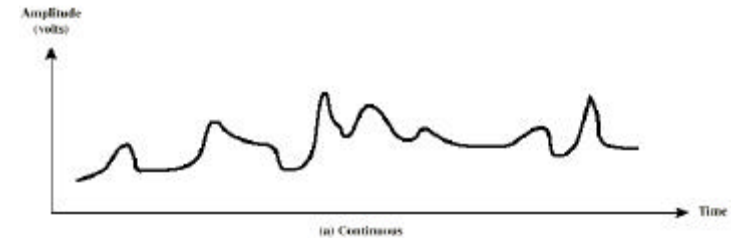


Señales



Conceptos asociados al dominio del tiempo

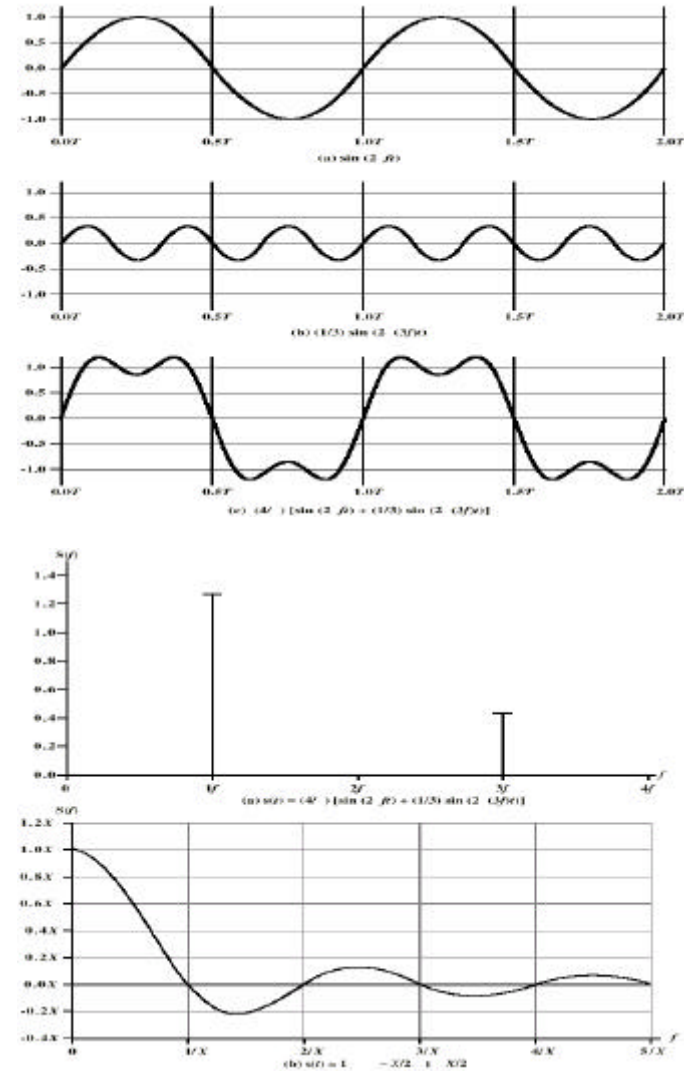
- *Señal continua: varía de forma suave a lo largo del tiempo*
- *Señal discreta: mantiene un nivel constante que cambia a otro nivel constante.*
- *Señal periódica: patrón repetido en el tiempo*
 - ⇒ Longitud de onda: distancia ocupada por un ciclo (λ).
 - ⇒ Período: tiempo que tarda en cubrir una longitud de onda. $T = \lambda/v$.
 - ⇒ Frecuencia: inversa del período.
 - ⇒ Fase: Posición relativa en el tiempo (ϕ).
- *Señal aperiódica: no hay patrones que se repitan en el tiempo.*



Señales

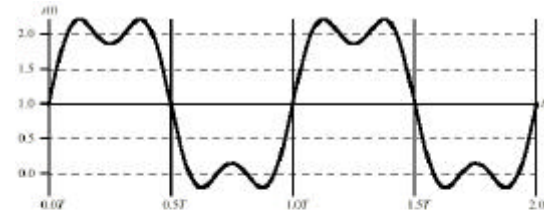
Conceptos asociados al dominio de la frecuencia

- Normalmente una señal está formada por muchas frecuencias.
- Se puede ver como la suma de muchas ondas tipo seno de frecuencias distintas (análisis de Fourier).
- Espectro: rango de frecuencias contenidas en una señal y su energía.
- Ancho de banda absoluto: ancho de banda del espectro.
- Ancho de banda efectivo (**ancho de banda**): banda conteniendo la mayor parte de la energía del espectro.

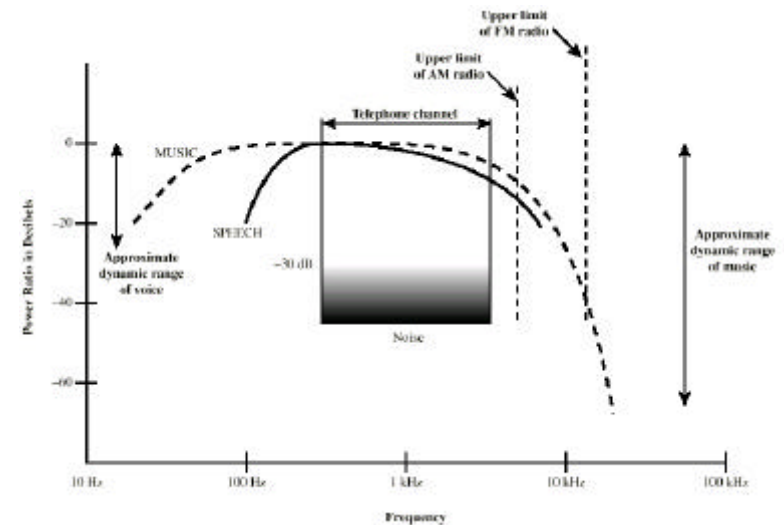
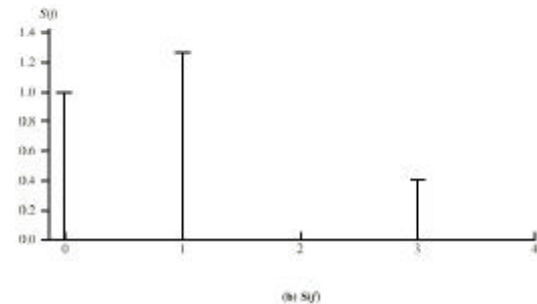


Señales

- ❏ **Componente en continua (DC):**Componente de frecuencia cero.
- ❏ **Cualquier sistema de transmisión tiene una *banda limitada de frecuencias* que pueden ser transmitidas (filtro de frecuencias).**
- ❏ **Límite a la razón de datos que puede ser alcanzada (velocidad de transmisión).**



$$s(t) = 1 + (4/3) \sin(2\pi f_1 t) + (1/3) \sin(2\pi f_2 t)$$



Análisis espectral

- Las señales continuas y discretas están compuestas por muchas frecuencias.
- Caso simple: La onda senoidal está formada por una sola frecuencia.

$$s(t) = A \sin 2\pi f t$$

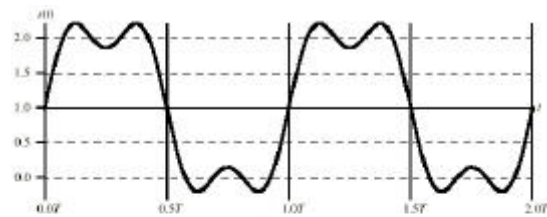
- Caso más complejo: Una onda cuadrada está formada por infinitas frecuencias, múltiplo de una frecuencia fundamental.

$$s(t) = A \sum_{k=1(\text{impar})}^{\infty} \frac{1}{k} \sin(2\pi k f t)$$

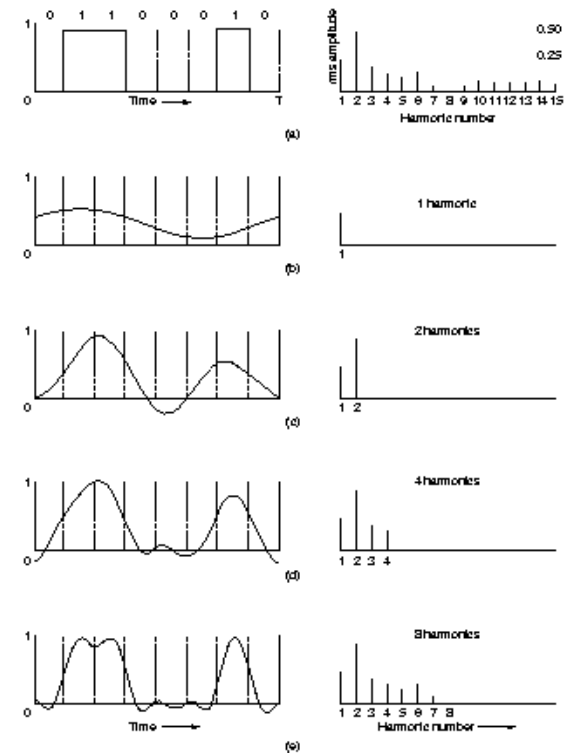
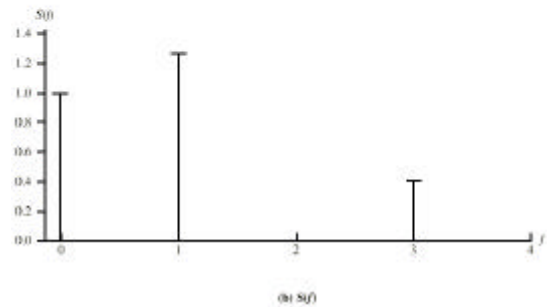
⇒ Sin embargo, la energía disminuye a medida que los armónicos aumentan su valor.

Análisis espectral

- Podemos limitar el ancho de banda para una señal cuadrada sin perder la mayor parte de la energía de la señal.



$$x(t) = 1 + (4/\pi) \left[\sin(2\pi f t) + (1/3) \sin(2\pi 3f t) \right]$$



↳ Ancho de banda: distancia entre la frecuencia más alta y más baja de una señal.

Análisis espectral

Velocidad de transmisión y ancho de banda (aproximación).

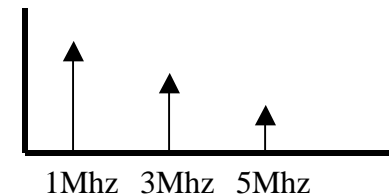
➤ Suponiendo una onda cuadrada que transmite un uno y un cero en cada período de reloj. $f=1/T$.

⇒ Velocidad de transmisión= $2*f$ bits por segundo.

➤ Suponiendo un medio de transmisión con ancho de banda de 4Mhz.

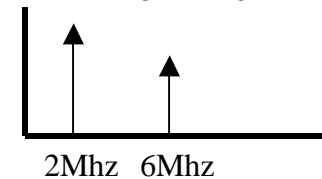
⇒ Si se necesitan los tres primeros armónicos de la señal cuadrada para que el receptor diferencie entre el nivel uno y cero:

○ Podemos usar una frecuencia de 1Mhz -> 2 Mbits por segundo



⇒ Si sólo se necesitan los dos primeros armónicos:

○ Podemos usar una frecuencia de 2Mhz -> 4 Mbits por segundo.



➤ Si la velocidad de transmisión de la señal digital es W bps, entonces se puede obtener una representación muy buena con un ancho de banda de $2W$ Hz.

➤ A mayor velocidad de transmisión, mayor ancho de banda.

Perturbaciones de la señal: Atenuación



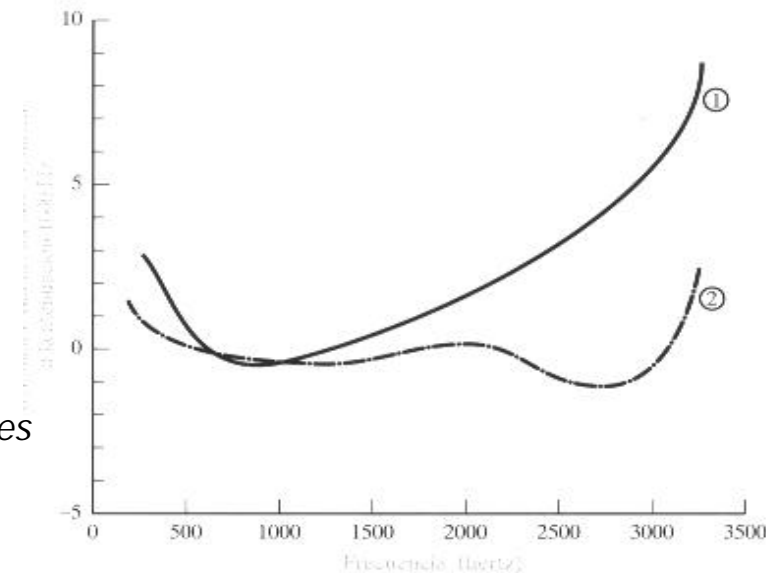
Atenuación: la energía de la señal decae con la distancia.

- Generalmente se mide en decibelios (caída logarítmica): $N_{db} = -10 \cdot \log(P1/P2)$.
- Ancho de banda efectivo del canal garantiza una caída menor de tres decibelios (50% de la potencia de la señal)



Problemas:

- La señal debe tener la energía suficiente para que permita su correcta interpretación a la llegada.
- Debe mantenerse por encima del nivel de ruido
 - ▣ Ambos problemas se resuelven controlando la energía de la señal (amplificadores o repetidores).
- La atenuación es función de la frecuencia (importante con señales analógicas).
- Uso de bobinas de carga o de equalizadores (amplifican más las frecuencias altas que bajas).



Perturbaciones de la señal: Distorsión de retardo

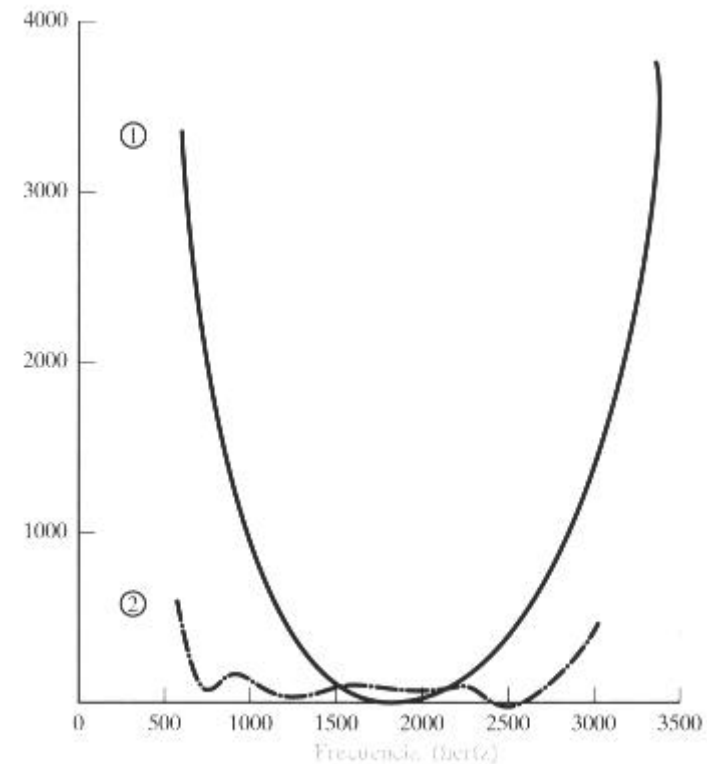
📄 **Distorsión de retardo: la velocidad de propagación de la señal en el medio guiado varía con la frecuencia.**

➤ *La velocidad tiende a ser mayor cerca de la frecuencia central y disminuye en los extremos del espectro.*

- ☐ Provoca desplazamiento en fase de las distintas frecuencias de una señal.
- ☐ Interferencias entre símbolos en transmisión digital.

➤ *Es el factor que más limita la velocidad de transmisión máxima en un canal de transmisión.*

➤ *Solución: uso de ecualizadores.*

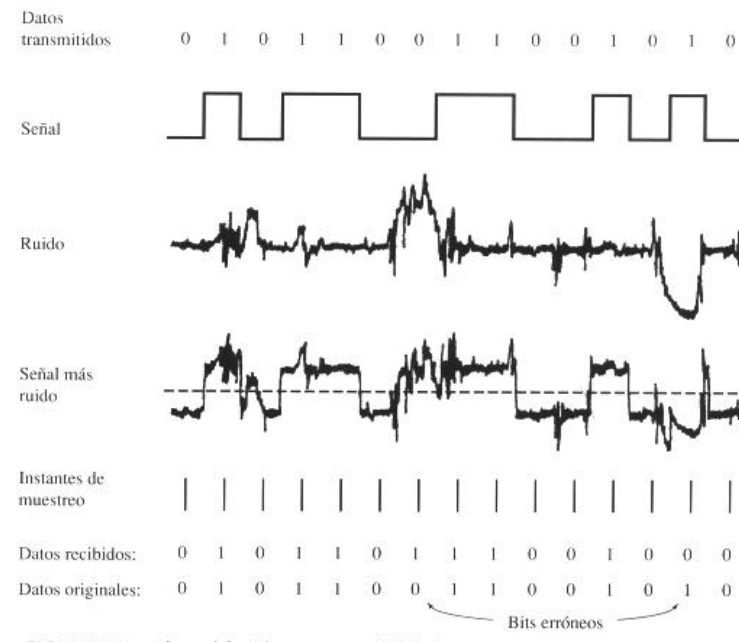


Perturbaciones de la señal: Ruido

📄 **Ruido: Señales no deseadas que se insertan entre el emisor y el receptor.**

📄 **Tipos de ruido:**

- *Ruido térmico: agitación térmica de los electrones dentro del conductor ($f(T)$).*
- *Ruido de intermodulación: no linealidad en el transmisor.*
- *Diafonía: acoplamiento entre líneas que transportan señales.*
- *Ruido impulsivo. Difícil de corregir. Peligroso para las datos digitales.*



Capacidad del canal

📄 **Definición:** velocidad a la que se pueden transmitir datos por una canal.

📄 **Aspectos relacionados:** velocidad de transmisión, velocidad de señalización, ancho de banda, ruido y tasa de errores.

📄 **Velocidad de señalización (modulación):** velocidad a la que cambian los niveles de la señal.

📄 **Teorema de Nyquist para una canal exento de ruido:**

- ↪ *Si la velocidad de señalización de la señal binaria es $2W$, entonces una señal con frecuencias no superiores a W es suficiente para conseguir esta velocidad.*
- ↪ *Dado un ancho de banda de W , la velocidad mayor de señalización que se puede conseguir es $2W$.*
- ↪ *Para el caso que la señal sea multinivel, $C=2W\log_2 M$ ($M=n^\circ$ de niveles).*

📄 **Teorema de Shanonn (tiene en cuenta el ruido):**

- ↪ *La capacidad máxima de un canal, en bps, viene dado por $C=W \log_2(1+S/N)$.*
- ↪ *En la práctica se consiguen razones de bits mucho menores porque sólo se tuvo en cuenta el ruido blanco.*

Transmisión analógica/digital

Transmisión analógica

- ↳ Señal analógica se transmite sin importar su contenido
- ↳ Puede provenir de datos digitales o analógicos.
- ↳ Se atenúa con la distancia.
- ↳ Uso de amplificadores para mejorar la señal.
- ↳ También amplifica el ruido.

Transmisión digital

- ↳ Dependiente del contenido
- ↳ Integridad en peligro debido al ruido, atenuación, etc.
- ↳ Uso de repetidores para resolver la atenuación.
 - ▢ Repetidor recibe la señal
 - ▢ Extrae el patrón de bits
 - ▢ Lo retransmite
- ↳ El ruido no es amplificado.

Ventajas de la transmisión digital

Tecnología digital.

↳ *Tecnología de bajo coste LSI/VLSI*

Integridad de datos.

↳ *Mayores distancias sobre líneas de más baja calidad.*

Utilización de la capacidad.

↳ *Económicos enlaces de alto ancho de banda.*

↳ *Mayor grado de multiplexación del canal.*

Seguridad y privacidad

↳ *Encriptación.*

Integración

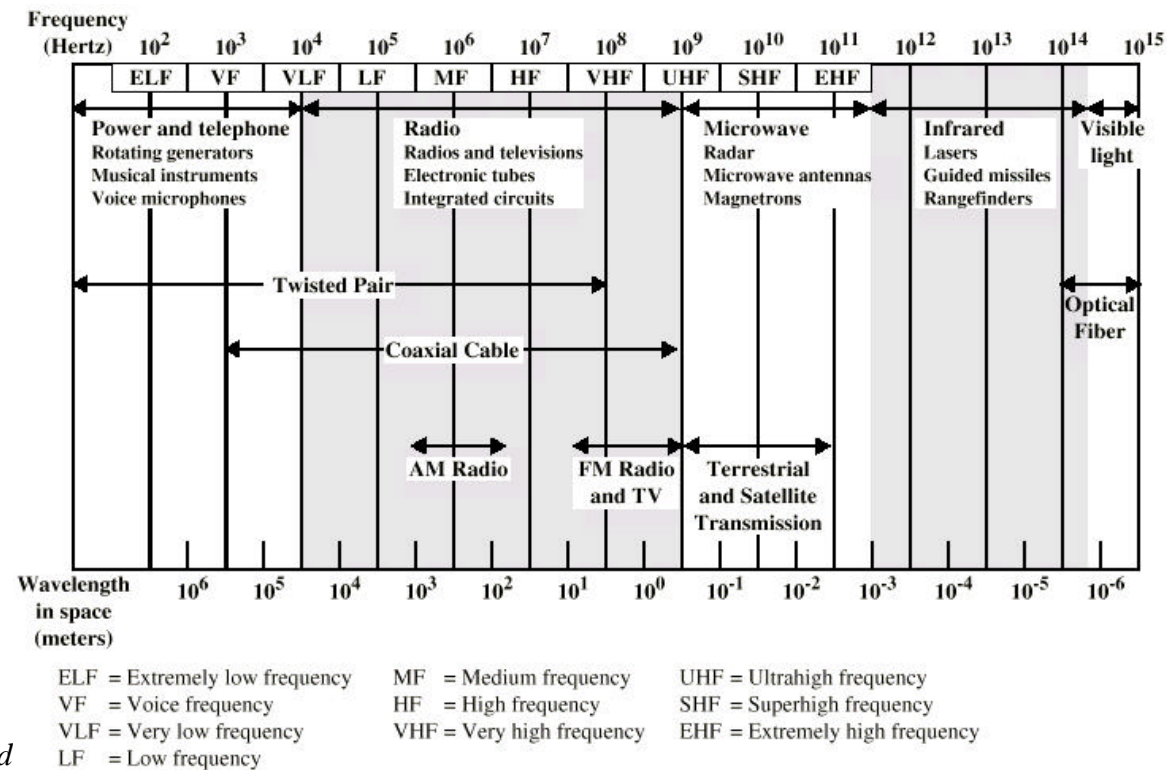
↳ *Puede tratar de forma similar datos analógicos y digitales.*

Medios de transmisión

Transmisión de señales electromagnéticas

- Medios guiados: par trenzado, cable coaxial, fibra óptica.
- Medios no guiados: atmósfera o espacio exterior.

Espectro electromagnético



Transmisión de señales electromagnéticas



Aspectos del medio que influyen en la transmisión:

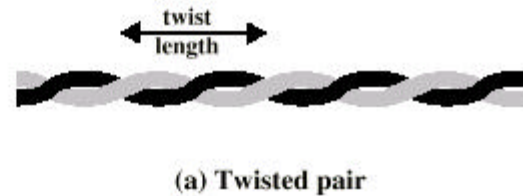
- *Ancho de banda: al aumentar el ancho de banda, se incrementa la velocidad de transmisión.*
- *Dificultades en la transmisión: atenuación, ruido, etc.*
- *Interferencias: especialmente importante en los medios no guiados aunque también aparecen en los guiados (e.g. par trenzado).*
- *Número de receptores: Múltiples receptores en medios guiados pueden atenuar la señal.*

Medios guiados



Par Trenzado

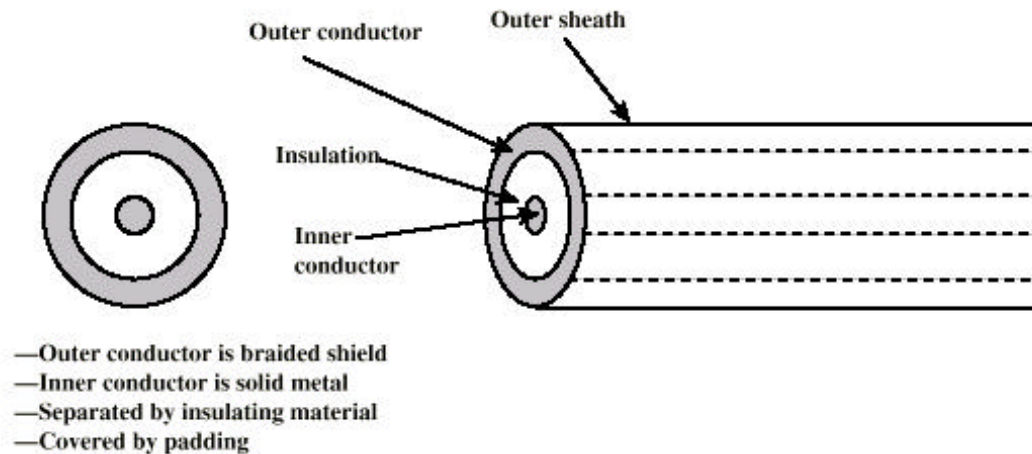
- Separately insulated
- Twisted together
- Often "bundled" into cables
- Usually installed in building during construction



- ↳ Medio más económico.
- ↳ Dos cables de cobre (por conexión) embutidos en un aislante y entrecruzados en forma de espiral para evitar la diafonía.
- ↳ Múltiples pares con paso de espiral diferente (entre 5 y 15 cm).
- ↳ Transmisión analógicas: bucle de abonado, conexión a PBX, modems para tráfico digital. Uso de amplificadores cada 5 ó 6 Km.
- ↳ Transmisión digital: conexión al PBX digital hasta 64kbps, redes de área local a 10Mbps-100Mbps (larga distancia 4Mbps). Repetidores cada 2 ó 3 Km.
- ↳ Actualmente se usa par trenzado para
 - ▢ telefonía: UTP tipo 3 (frecuencias de hasta 16 MHz).
 - ▢ datos: UTP tipo 5 (frecuencias hasta 100 MHz).

Medios guiados

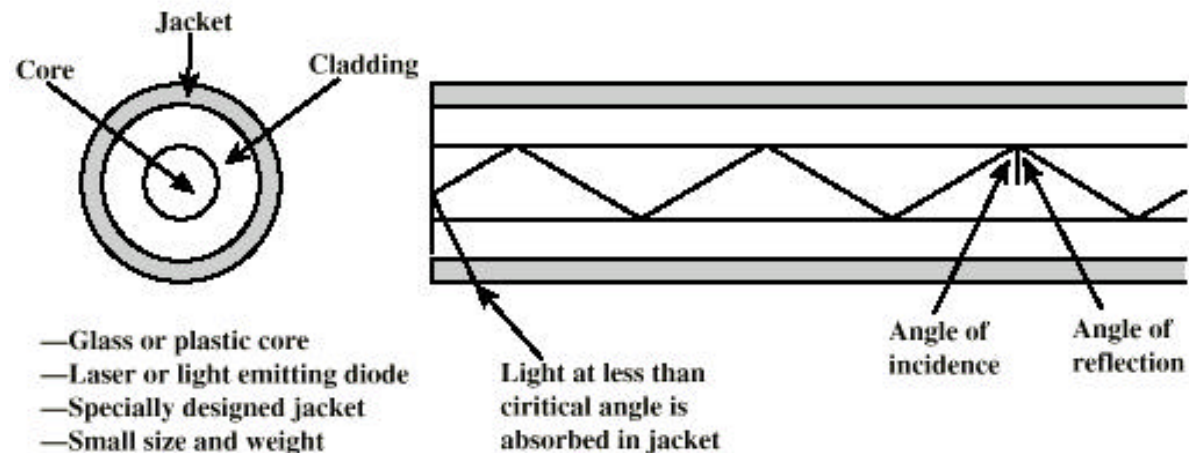
Cable coaxial



- ↳ Conductor cilíndrico externo que rodea a un cable conductor aislado mediante anillos regularmente espaciados.
- ↳ Medio más versátil y de mayor ancho de banda que el UTP.
- ↳ Transmisión analógica: TV por cable (cientos de canales a decenas de kilómetros), telefonía (10000 canales simultáneamente). Frecuencias de hasta 400MHz. Amplificadores cada varios kilómetros (dependiendo de la frecuencia de transmisión).
- ↳ Transmisión digital: conexión entre computadores y periféricos, redes de área local. Repetidores cada kilómetro.

Medios guiados

Fibra óptica



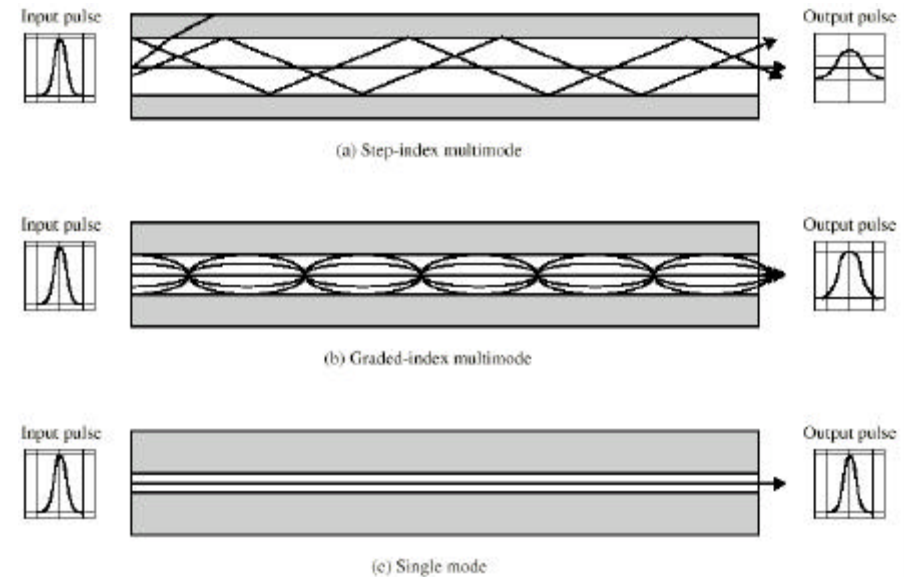
- ⌚ Formado por tres secciones concéntricas: núcleo, revestimiento y cubierta. El núcleo está formado por varias hebras de cristal o plástico. El revestimiento es también cristal o plástico, rodea a cada hebra y tiene propiedades ópticas diferentes.
- ⌚ Gran ancho de banda de hasta 2Gbps. Frecuencia entre 10^{14} hasta 10^{15} Hz, menos tamaño y peso, menor atenuación, aislamiento electromagnético, mayor separación entre repetidores.

Medios guiados

Fibra óptica

➤ *Transmisión analógica al usar sólo ciertas ventanas de frecuencia.*

- ⇒ multimodo de índice discreto: múltiples rayos se pueden transmitir. Existe distorsión de retardo.
- ⇒ multimodo de índice gradual. Mejor enfoque de los rayos.
- ⇒ monomodo. Mayor velocidad de transmisión al no existir distorsión de retardo.



➤ *Fuentes de luz:*

- ⇒ Diodos LED, menos costoso, mayor rango de temperaturas y vida media mayor.
- ⇒ Diodos LID, más eficaz y velocidades de transmisión superiores.

➤ *Generalmente se usa LED con longitud de onda de 850 para transmisiones de hasta 1300 nm.*

Medios no guiados

Transmisión inalámbrica

- ↳ Una antena radia energía al medio y otras antenas capturan esta energía.
- ↳ Dos tipos de configuraciones:
 - ▣ direccional. Las antenas deben estar perfectamente alineadas.
 - infrarrojos (3×10^{11} hasta 2×10^{14} Hz.).
 - microondas terrestres y por satélite (2GHz hasta 40GHz).
 - ▣ omnidireccional.
 - ondas de radio (30 Mhz. hasta 1 GHz.).

Medios no guiados

Microondas terrestres

- ↳ *Tamaño típico de la antena: 3 m.*
- ↳ *Distancia máxima entre antenas:*

$$d = 7.13\sqrt{Kh}$$

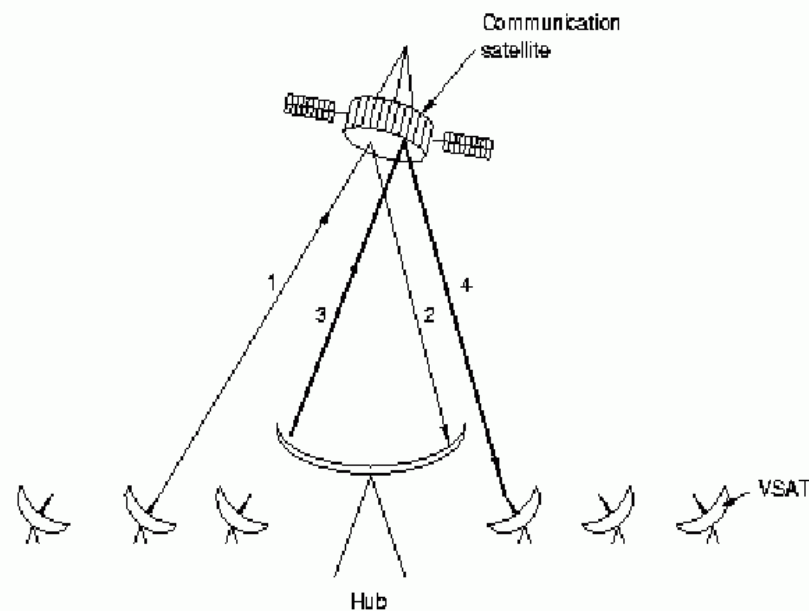
▢ K = Radio de curvatura (tip. 4/3), h= altura de las antenas.

- ↳ *Conexiones a larga distancia para transmisión de televisión y voz.*
- ↳ *Enlaces cercanos para circuitos cerrados de TV.*
- ↳ *Menor atenuación que los medios guiados pero mayor problema de interferencias.*

Medios no guiados

Microondas por satélite

- *El satélite se usa como enlace entre dos o más transmisores -receptores terrestres de microondas.*



Medios no guiados



Microondas por satélite

- ↪ *El satélite debe ser geoestacionario.*
- ↪ *Aplicaciones: televisión, telefonía y redes privadas.*
- ↪ *Rango de frecuencias: 1 y 10GHz.*
- ↪ *Típicamente entre 5.925 y 6.425 GHz. para el canal ascendente y entre 3.7 y 4.2 Ghz. para el descendente (banda 4/6). También se usa la 12/14 Ghz.*
- ↪ *Retraso de hasta 1/4 de segundo.*



Infrarrojos

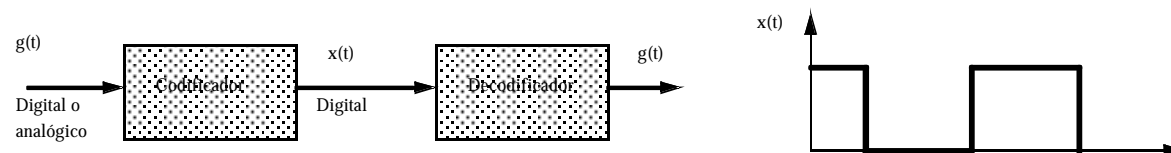
- ↪ *Receptores/transmisores alineados directamente o mediante una superficie reflectora.*
- ↪ *No pueden atravesar las paredes.*

Transmisión de datos

📄 **Modificación de las características de la señal para su transmisión por el medio.**

📄 **Codificación**

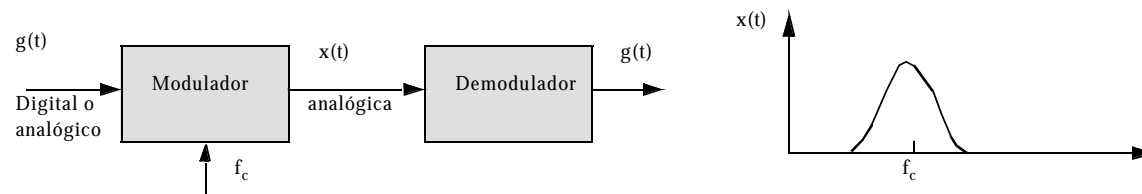
- ↪ *Transmisión digital de una señal digital o analógica.*
- ↪ *Optimizar parámetros como uso del ancho de banda, tasa de errores, ...*



📄 **Modulación**

- ↪ *Transmisión analógica de una señal analógica o digital.*
- ↪ *Modificación de parámetros de una señal portadora (continua) mediante una señal moduladora (señal de entrada):*

⇒ Amplitud, frecuencia y fase



Transmisión de datos



Combinaciones:

- ↳ *Datos digitales, señales digitales.*
- ↳ *Datos digitales, señales analógicas.*
- ↳ *Datos analógicos, señales digitales.*
- ↳ *Datos analógicos, señales analógicas.*



Terminología

- ↳ *Señal digital: secuencia de pulsos de tensión discretos y discontinuos.*
- ↳ *Elemento de señal:*
 - ▢ Digital: Pulso de tensión de amplitud constante.
 - ▢ Analógico: Pulso de tensión e amplitud, frecuencia y fase constante.
- ↳ *Transmisión de bits codificando cada bit en un elemento de señal.*
- ↳ *Señal unipolar: todos los elementos de la señal tienen el mismo signo algebraico.*
- ↳ *Razón de datos (R): velocidad de transmisión en bits por segundo (bps).*
- ↳ *Longitud de bit: tiempo empleado para transmitir un bit ($1/R$).*
- ↳ *Razón de modulación: velocidad a la que cambia el nivel de la señal (baudios). $D = R/b$, $b = \log_2 L$.*

Datos digitales - Señales digitales

Tareas del decodificador:

- ↳ Conocer o determinar la duración de cada bit.
- ↳ Determinar correctamente el nivel del bit.

Hechos:

- ↳ El aumento de la razón de datos aumentará la razón de error por bit.
- ↳ El aumento en la razón S/N reduce la tasa de error por bit.
- ↳ Incremento en el ancho de banda permite un aumento en la razón de datos.

Datos digitales - Señales digitales

Evaluación de los diferentes esquemas de codificación:

Espectro.

- ⇒ Deseable la ausencia de componentes de alta frecuencia.
- ⇒ Deseable la ausencia de componente continua (transmisión mediante transformadores acoplados).
- ⇒ Deseable concentrar la potencia en la parte central del ancho de banda (mejora la distorsión).

Sincronización.

- ⇒ Proporcionar la sincronización con la propia señal transmitida.

Detección de errores.

- ⇒ Capacidad de detección de errores en el nivel físico.

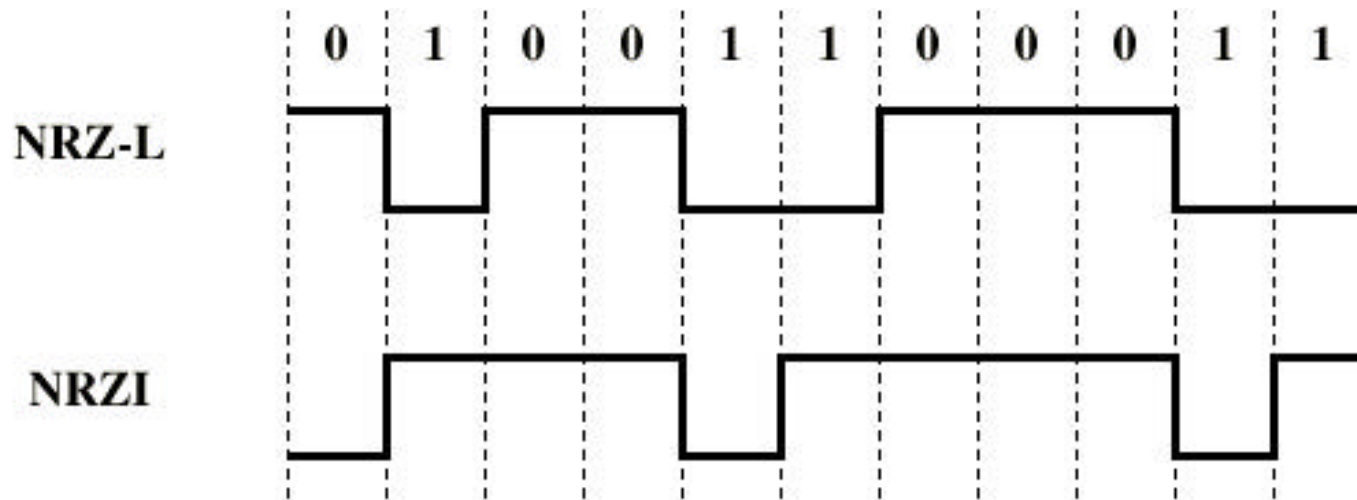
Inmunidad al ruido y las interferencias.

- ⇒ Medible en la tasa de error por bit.

Coste y complejidad.

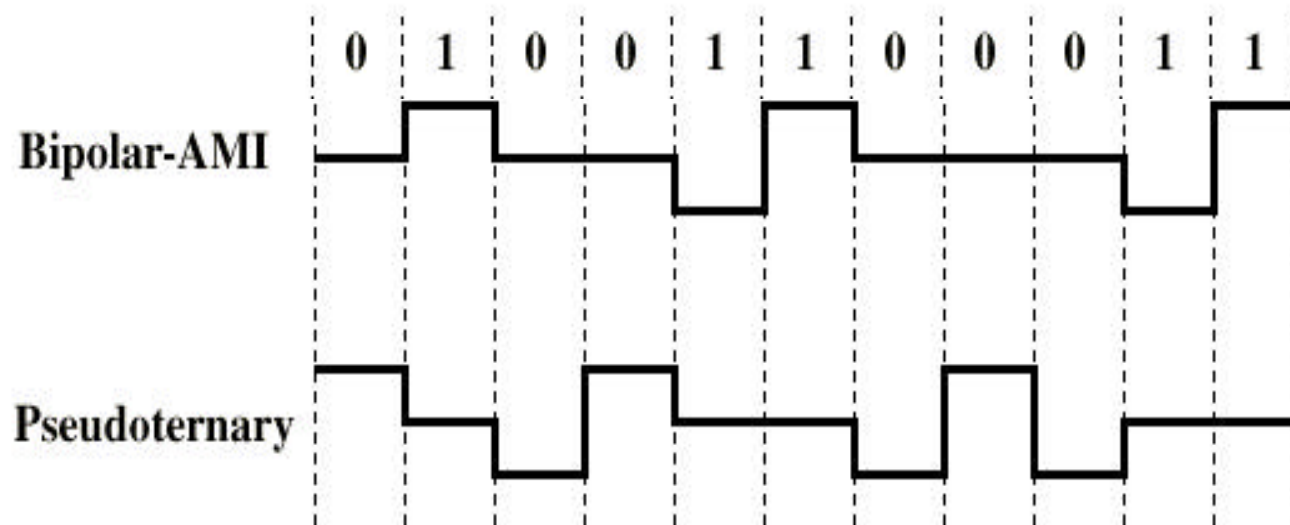
- ⇒ Compromiso entre velocidad de transmisión y razón de elementos de señal.

Datos digitales-señales digitales: No retorno a cero (NRZ)



- ↳ NRZ-L mantiene el nivel de tensión constante mientras dura un bit.
- ↳ NRZI el 1 provoca transición de tensión y el cero no.
 - ⇒ codificación diferencia: se comparan la polaridad de los elementos de señal adyacentes.
 - ⇒ más seguro detectar un cambio de polaridad.
 - ⇒ inmune a los cambios de polaridad de los cables.
- ↳ *Propiedades: Fáciles de implementar, .Buen uso del ancho de banda, Componente de continua., No tiene capacidad de sincronización.*
- ↳ *Uso en grabaciones magnéticas.*

Datos digitales - señales digitales: Binario multinivel



- ↳ Usan más de dos niveles de señal.
- ↳ Bipolar-AMI
 - ▢ el 0 se representa por ausencia de la señal.
 - ▢ el 1 pulso positivo o negativo.
- ↳ Pseudoternario es justo lo contrario.

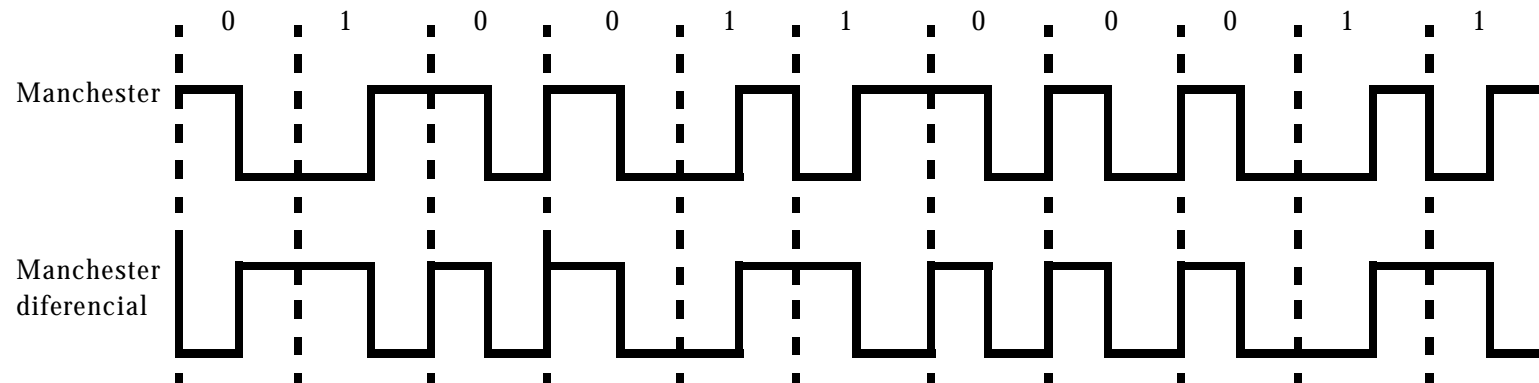
Datos digitales - señales digitales: Binario multinivel



Propiedades:

- ↪ No hay componente en continua debido a las transiciones de los 1 (en AMI) o 0 (en pseudo). Ancho de banda menor.
- ↪ Sincronización en cadenas largas de 1 (en AMI) o de 0(en pseudo).
- ↪ Sincronización en las cadenas de 0 (en AMI) introduciendo datos que fuercen transiciones (RDSI a baja velocidad).
- ↪ Sincronización desordenado (RDSI alta velocidad).
- ↪ Menos eficaz que NZR (transporta un bit por elemento de señal, en lugar de $\log_2 3$)
- ↪ Mayor tasa de errores que NZR (3 decibelios más de potencia que para las señales bivaluadas).

Datos digitales - señales digitales: Bifase



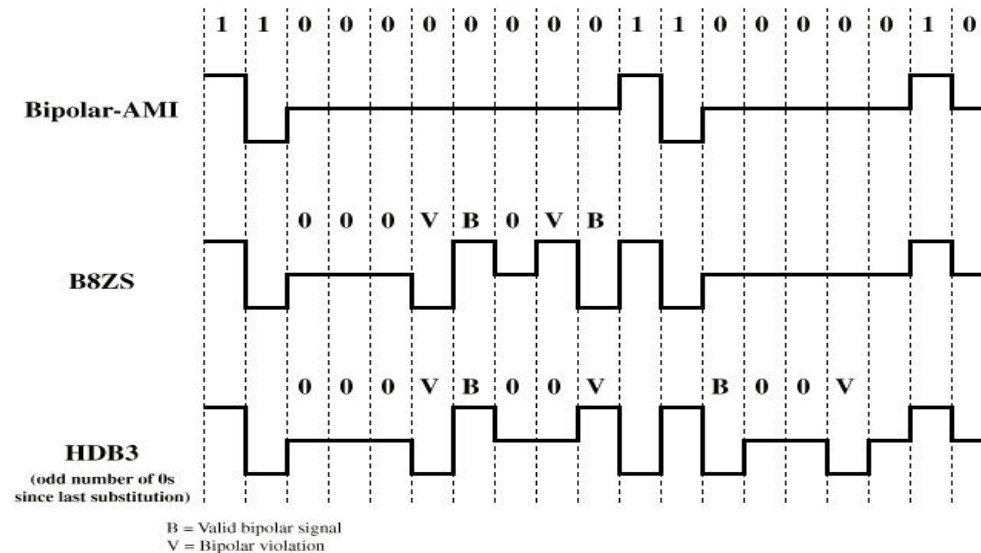
- ↳ *Manchester: transición en mitad del bit proporciona sincronización y bit de datos.*
- ↳ *Manchester diferencial: transición en la mitad sólo proporciona sincronización. transición (o no) al principio del bit lleva información de los datos.*
- ↳ *Propiedades:*
 - ⇒ mayor ancho de banda ya que se pueden forzar hasta dos transiciones por bit. Razón de modulación = $2 \times$ Razón de datos.
 - ⇒ sincronización perfecta, no tiene componentes en continua, detección de errores: detección de no-transición en mitad del intervalo.
 - ⇒ Uso de redes de área local (distancias cortas) hasta 10Mbps.

Datos digitales - señales digitales: B8ZS y HDB3

- Basado en AMI-Bipolar e inserción de transiciones (técnica de altibajos).

B8ZS (EE.UU.):

- Octeto con todos ceros y el pulso anterior es positivo $\rightarrow 000+-0-+$
- Octeto con todos ceros y el pulso anterior es negativo $\rightarrow 000-+0+-$



HDB3 (Europa y Japón):

Polaridad del pulso anterior	Número de pulsos bipolares desde la última sustitución	
	Impar	Par
-	000-	+00+
+	000+	-00-

Datos digitales - señales digitales: B8ZS y HDB3



Propiedades :

- ↪ *No tienen componente en continua.*
- ↪ *Energía de la señal se concentra en una región estrecha en torno a la frecuencia correspondiente a la mitad de la razón de datos.*
- ↪ *Buenos para transmisión a alta velocidad.*

Datos digitales - Señales digitales

Densidad espectral

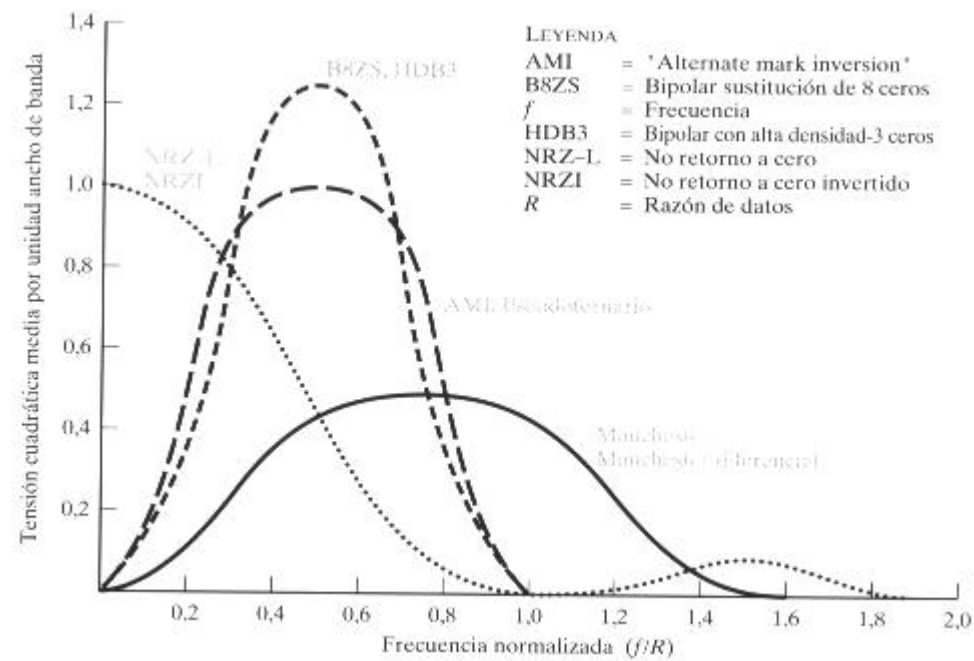


FIGURA 13. Densidad espectral de señales digitales.

Datos digitales - Señales analógicas

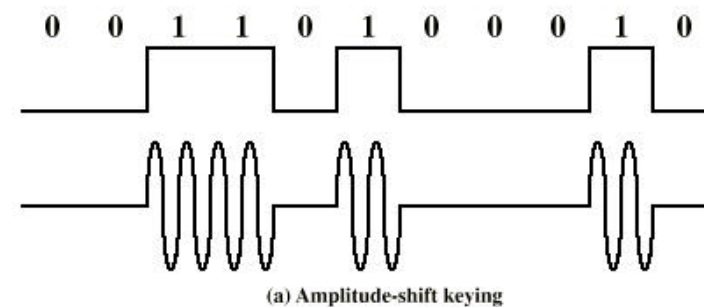
☞ **Tipicamente para transmitir mediante modems información digital a través de la red telefónica.**

☞ **Codificación:**

- ☞ *Desplazamiento en amplitud (ASK).*
- ☞ *Desplazamiento de frecuencia (FSK)*
- ☞ *Desplazamiento en fase (PSK).*

☞ **ASK**

$$s(t) = \begin{matrix} A \cos 2\pi f_c t & 1 \text{ binario} \\ 0 & 0 \text{ binario} \end{matrix}$$

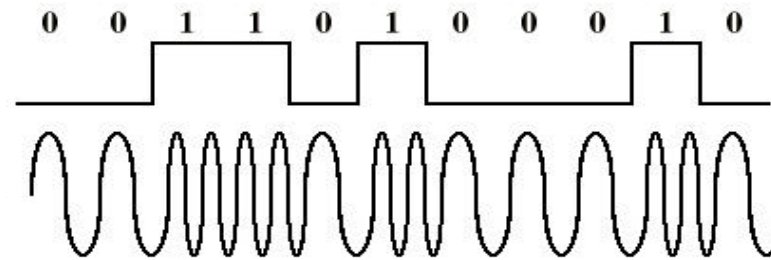


- ☞ *Sensible a cambios repentinos de la ganancia.*
- ☞ *En telefonía se usa a 1200 bps.*
- ☞ *Transmisión de datos digitales a través de fibra óptica.*

Datos digitales - señales analógicas

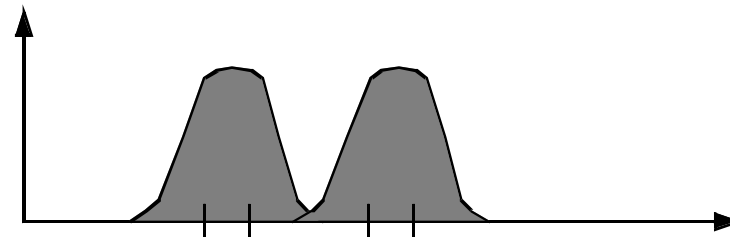
FSK

$$s(t) = \begin{cases} A \cos 2\pi f_1 t & 1 \text{ binario} \\ A \cos 2\pi f_2 t & 0 \text{ binario} \end{cases}$$



(b) Frequency-shift keying

- ▮ f_1 y f_2 son desplazamientos de igual magnitud pero de sentido opuestos de la frecuencia portadora.
- ▮ Posibilidad de transmisión full-duplex
- ▮ Menos sensible a errores que ASK.
- ▮ Telefonía hasta 1200 bps.
- ▮ Radio: 3 hasta 30Mhz.

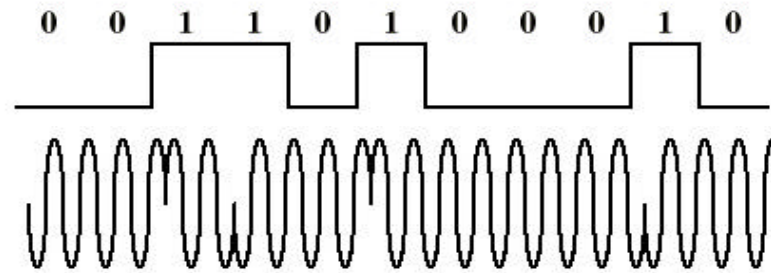


Datos digitales - señales analógicas

PSK

↳ *codificación bifase*

$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t + p) & 1 \text{ binario} \\ A \cos 2\pi f_c t & 0 \text{ binario} \end{cases}$$



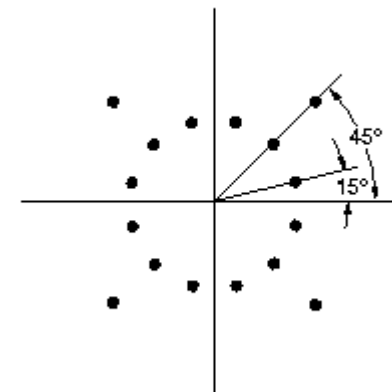
(c) Phase-shift keying

↳ *codificación QPSK*




- ⇒ Cuatro posibilidades con desfases 45, 135, 225, 315.
- ⇒ Cada elemento de señal representa dos bits.

↳ *Modem estándar a 9600 bps usa 12 ángulos para fases. Cuatro de las fases con dos amplitudes.*

- ⇒ Razón de modulación: 2400 bps para una codificación digital NRZ.



Ancho de banda en Datos digitales - señales analógicas

-  **ASK y PSK tiene un ancho de banda relacionado directamente al bit rate.**
-  **Ancho de banda de FSK relacionado con el bit rate para frecuencias bajas y relacionado al desplazamiento de la frecuencia portadora para frecuencias altas.**
-  **En presencia de ruido, la razón de error de PSK y QPSK son de unos 3dB superior a ASK y FSK.**

Datos analógicos - señales digitales

📄 **Los datos analógicos se digitalizan (codec) para transmitirlos como:**

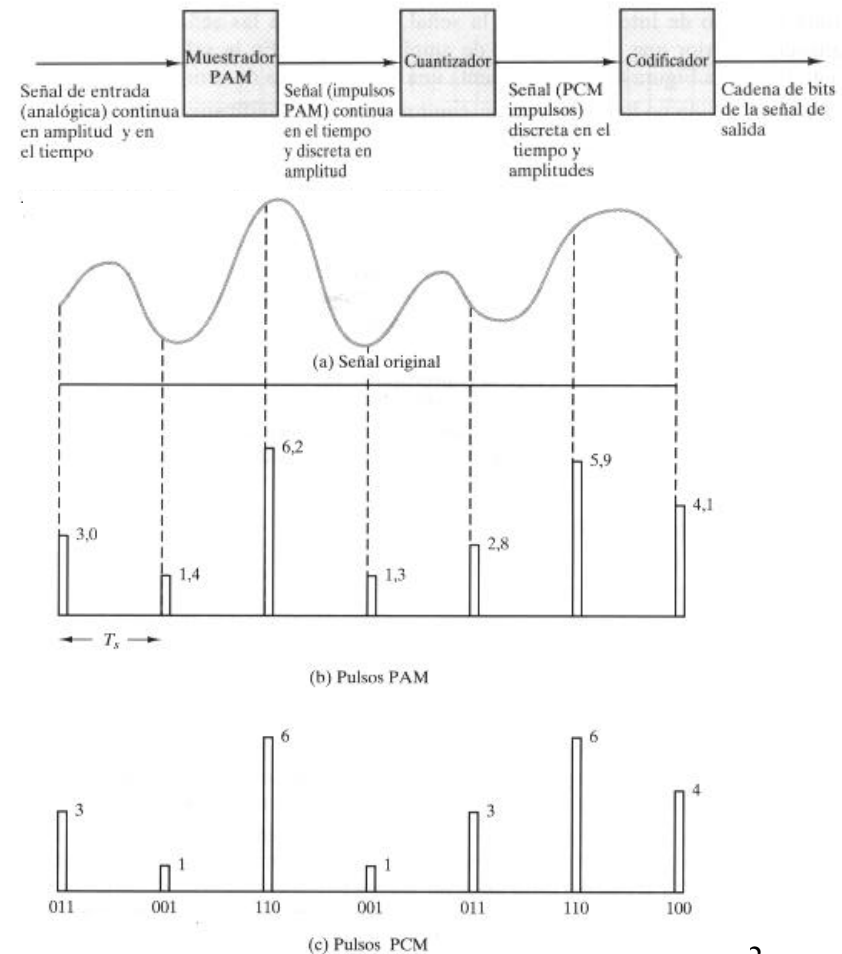
- ↳ NRZ-L.
- ↳ como otra codificación (paso adicional).
- ↳ se vuelven a convertir en señales analógicas para su transmisión.



Datos analógicos - señales digitales

Modulación por codificación de impulsos (PCM).

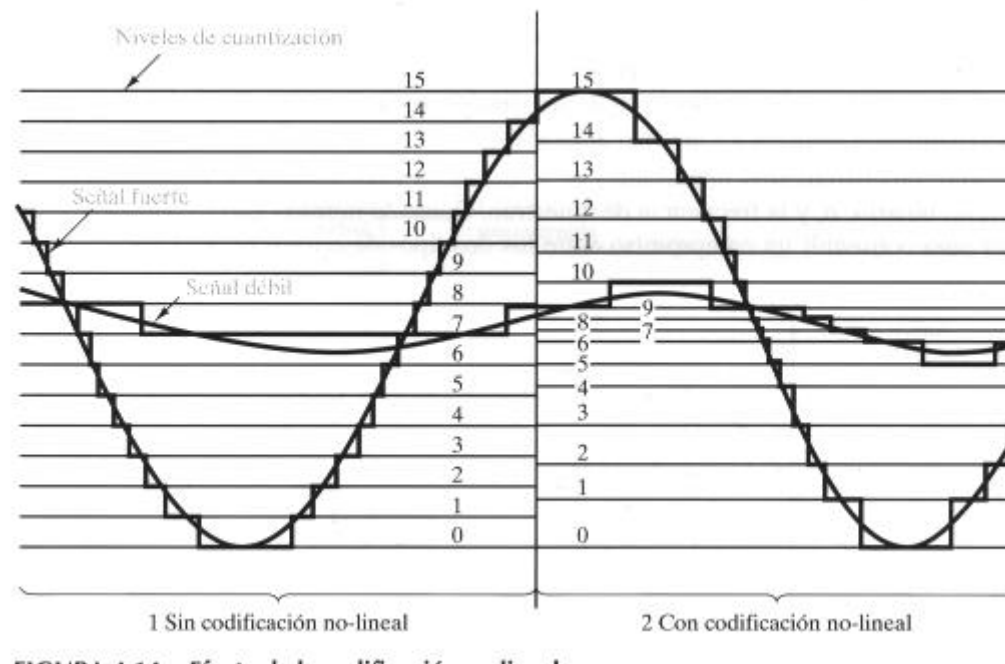
- Basado en el teorema del muestreo: se puede recuperar una señal si se muestrea al doble de la frecuencia máxima.
- Codificación PAM como paso previo.



Datos analógicos - señales digitales

Modulación por codificación de impulsos (PCM).

- Necesidad de uso de técnicas de codificación no lineal para disminuir el error en los niveles de amplitud más bajos.
- Se puede usar cuantización uniforme comprimiendo y expandiendo la señal.



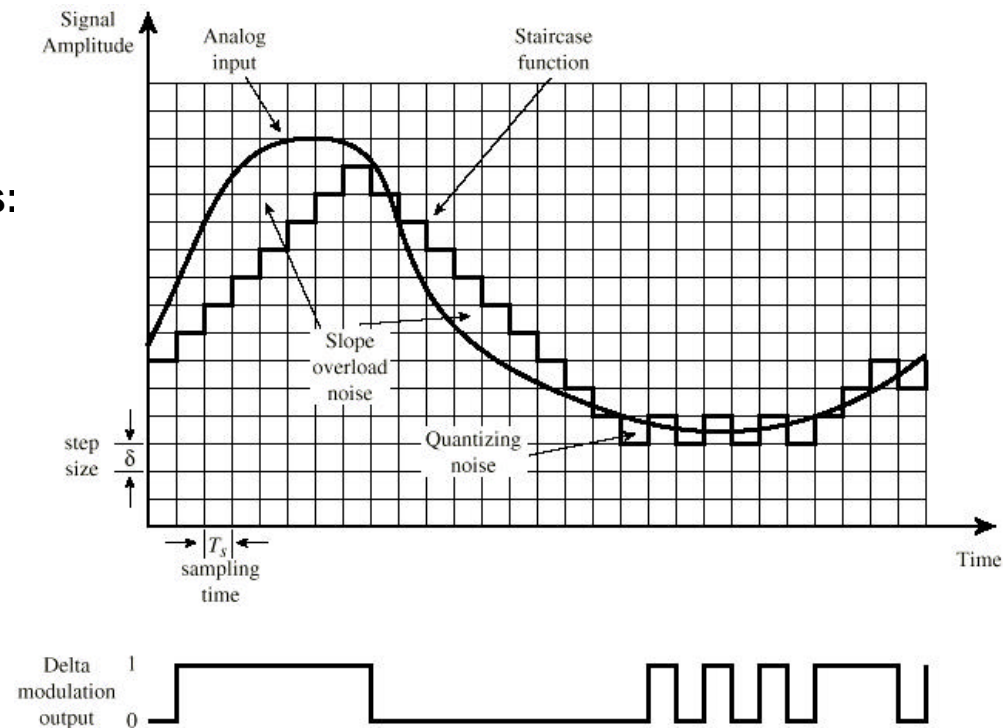
Datos analógicos - señales digitales

Modulación delta.

- La entrada analógica se aproxima mediante una función escalera.

Parámetros importantes:

- tamaño del cuanto asignado a cada dígito binario. Compromiso entre ruido de cuantización y de sobrecarga de la pendiente.
- frecuencia de muestreo. Mejora resultados pero aumenta la razón de datos.



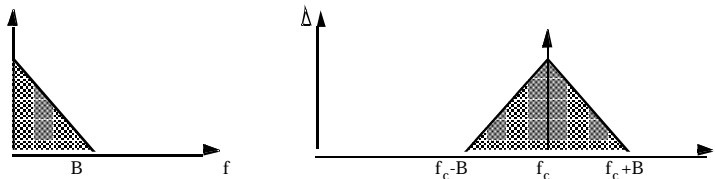
Datos analógicos - Señales analógicas

Modulación de señales analógicas:

- Frecuencias más altas permiten transmisión más eficiente.
- Posibilita el multiplexado por división de frecuencia

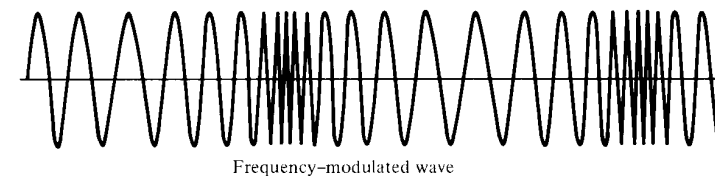
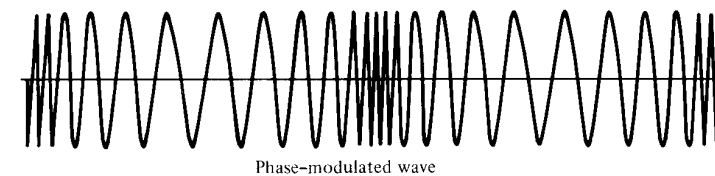
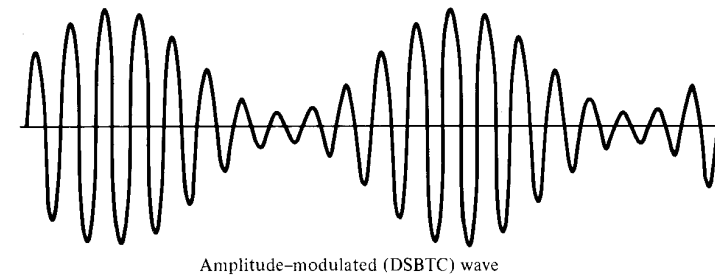
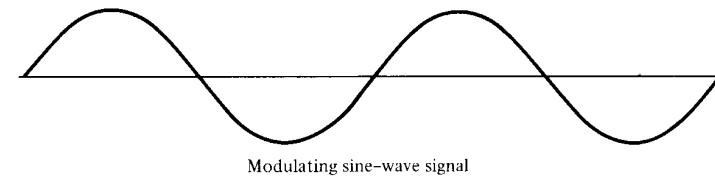
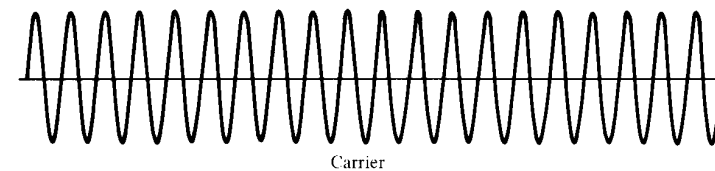
Tipos de modulación:

- Amplitud



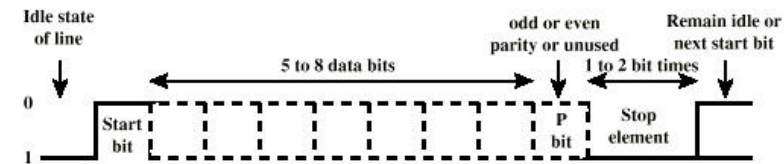
- Frecuencia

- Fase

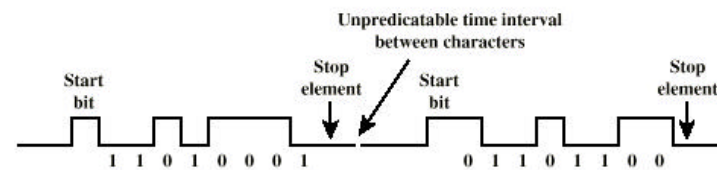


Transmisión asíncrona

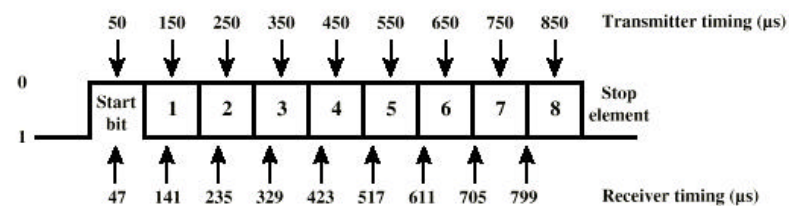
- 📄 **Transmisión asíncrona: Evita el problema de no sincronización enviando cadenas cortas de bits y resincronizandose al comienzo de cada cadena.**



(a) Character format



(b) 8-bit asynchronous character stream

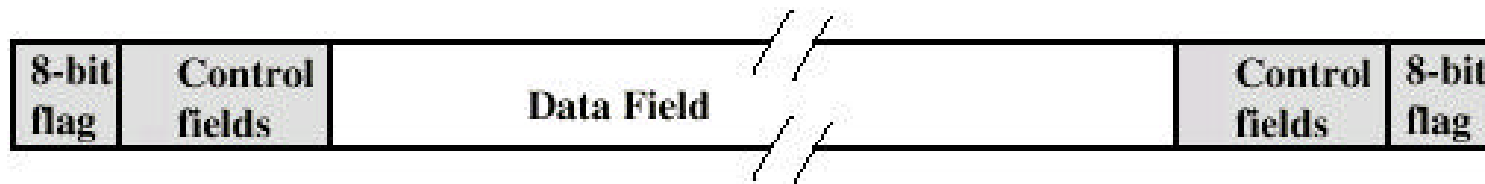


(c) Effect of timing error






- ℞ *Tolera errores en el sincronismo entre receptor y emisor. Requiere bits suplementarios para la transmisión.*

Transmisión síncrona

- ❏ **Transmisión síncrona: se puede usar una línea separada para transmitir el reloj.**
- ❏ **Sólo funciona en distancias cortas.**
- ❏ **Puede ir incluido en la codificación (e.g. Manchester).**
- ❏ **Generalmente se necesita indicar cuando comienza y termina cada bloque de datos. Puede ir incluido en la codificación (e.g. Manchester).**
- ❏ **Generalmente bits suplementario suponen un menor porcentaje que en la transmisión asíncrona.**

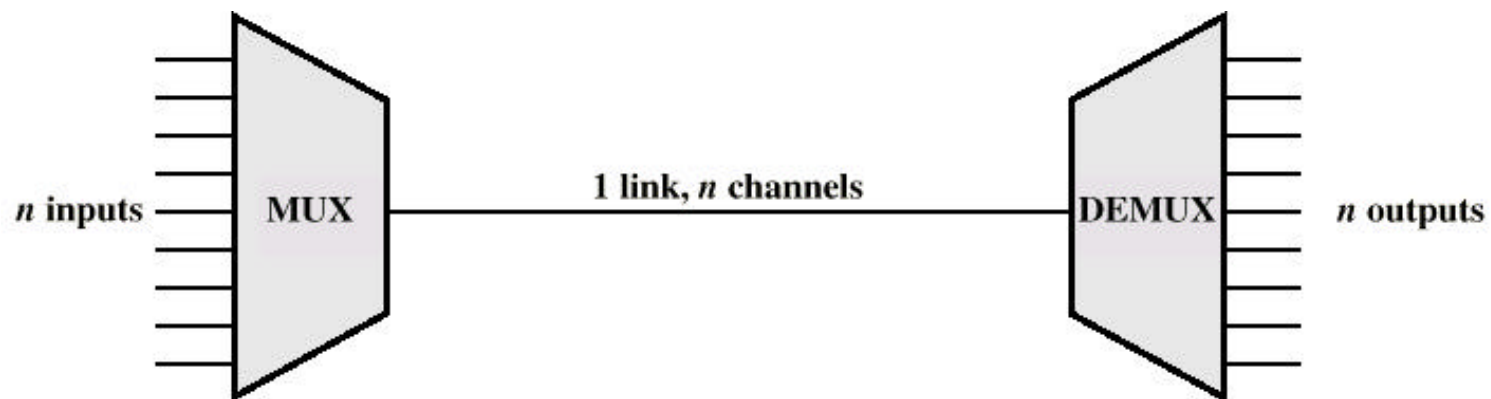


Otros conceptos sobre transmisión

-  **Topologías:** Disposición física de las estaciones en el medio de transmisión.
-  **Semi-duplex:** sólo una de las dos estaciones del enlace punto a punto puede transmitir en un instante dado.
-  **Full-duplex:** las dos estaciones pueden enviar y recibir datos simultáneamente.
-  **En la señalización digital** se requiere, generalmente, dos caminos separados para full-duplex.
-  **En la señalización analógica** dependerá de la frecuencia a la que transmiten las dos estaciones.

Multiplexación

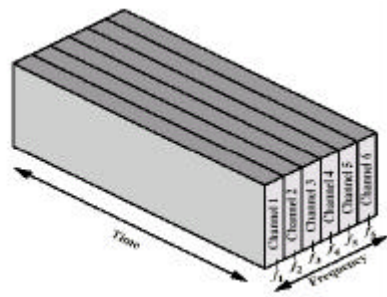
- Transmisión simultánea, a través de un canal, de múltiples señales analógicas o digitales.



Tipos:

- ↳ Multiplexación por división en frecuencias (FDM).
- ↳ Multiplexación por división en tiempo (TDM síncrona).
- ↳ Multiplexación estadística por división en el tiempo (TDM estadística, asíncrona o inteligente).

FDM



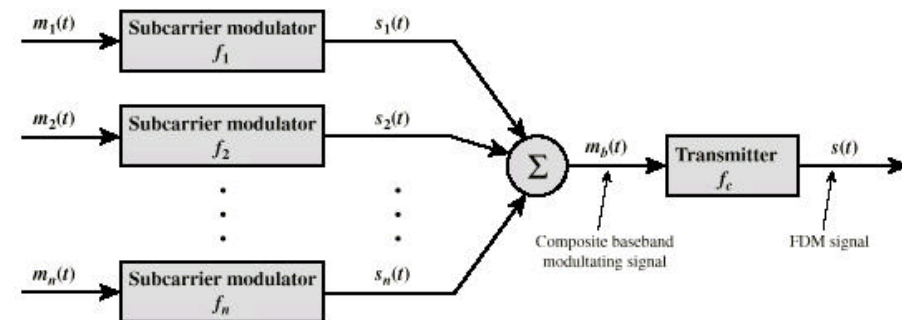
El ancho de banda útil debe ser mayor que el de la señal a transmitir.

Modulación con portadoras distintas para ocupar una zona del espectro no solapada (canal).

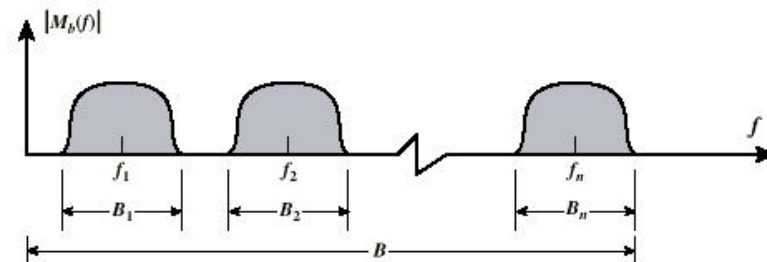
Problemas:

- Diáfonía si los espectros de señales adyacentes se solapan demasiado.
- Intermodulación en enlaces largos. Los amplificadores de un canal podrían generar frecuencias en otro canal.

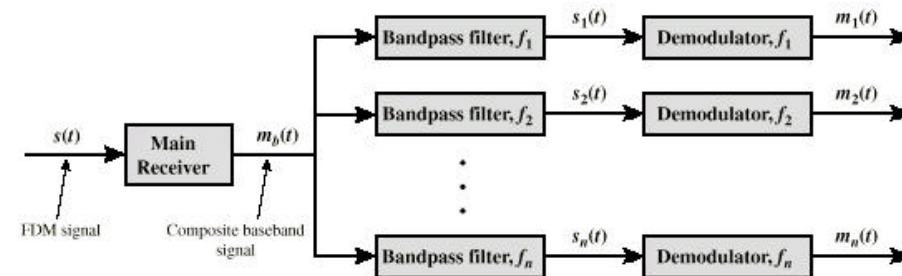
Dpt. Arquitectura de Computadores



(a) Transmitter



(b) Spectrum of composite baseband modulating signal



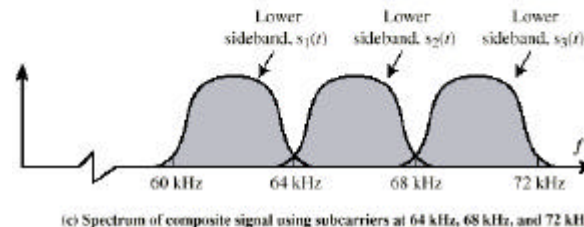
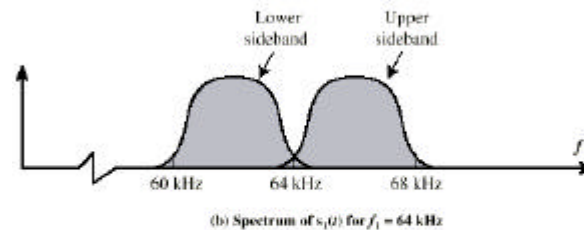
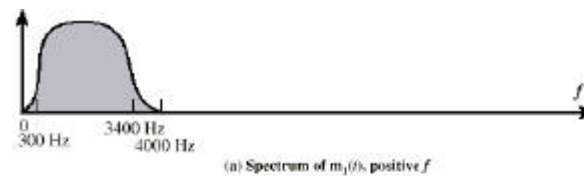
(c) Receiver

FDM

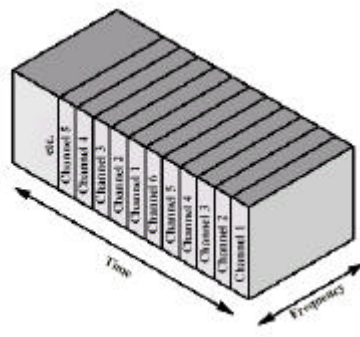
📄 Ejemplo: Señal de televisión multiplexa la señal BN, el color y el audio.

- Ancho de banda de la señal compuesta 6Mhz.
- Nuevo uso de FDM para multiplexar varias señales compuestas de video. Ancho de banda de CATV = 500 Mhz.

📄 Ejemplo: Uso de FDM para multiplexar tres canales de voz

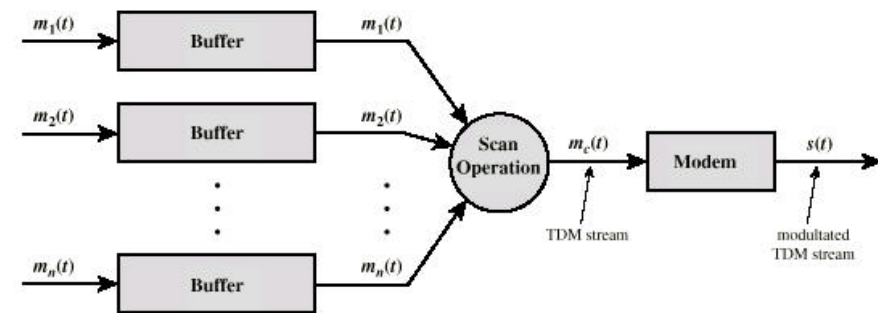


TDM Síncrona

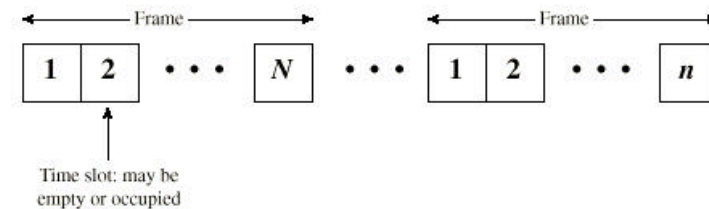


Usada cuando la razón de datos que se consigue en el medio es mayor que la razón de datos.

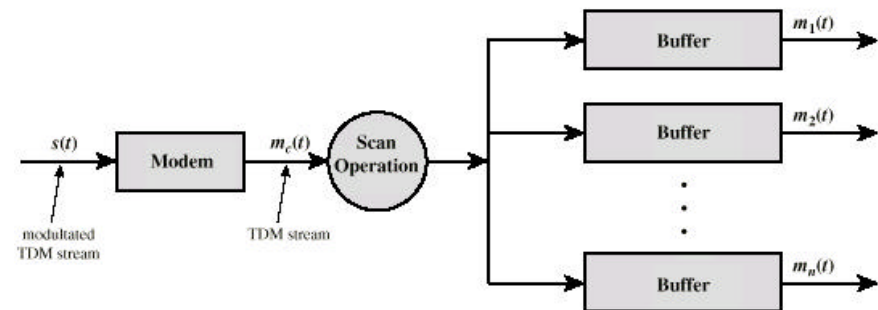
- Las divisiones temporales se preasignan de antemano.
- Sincronización de tramas usando inserción de bits.



(a) Transmitter



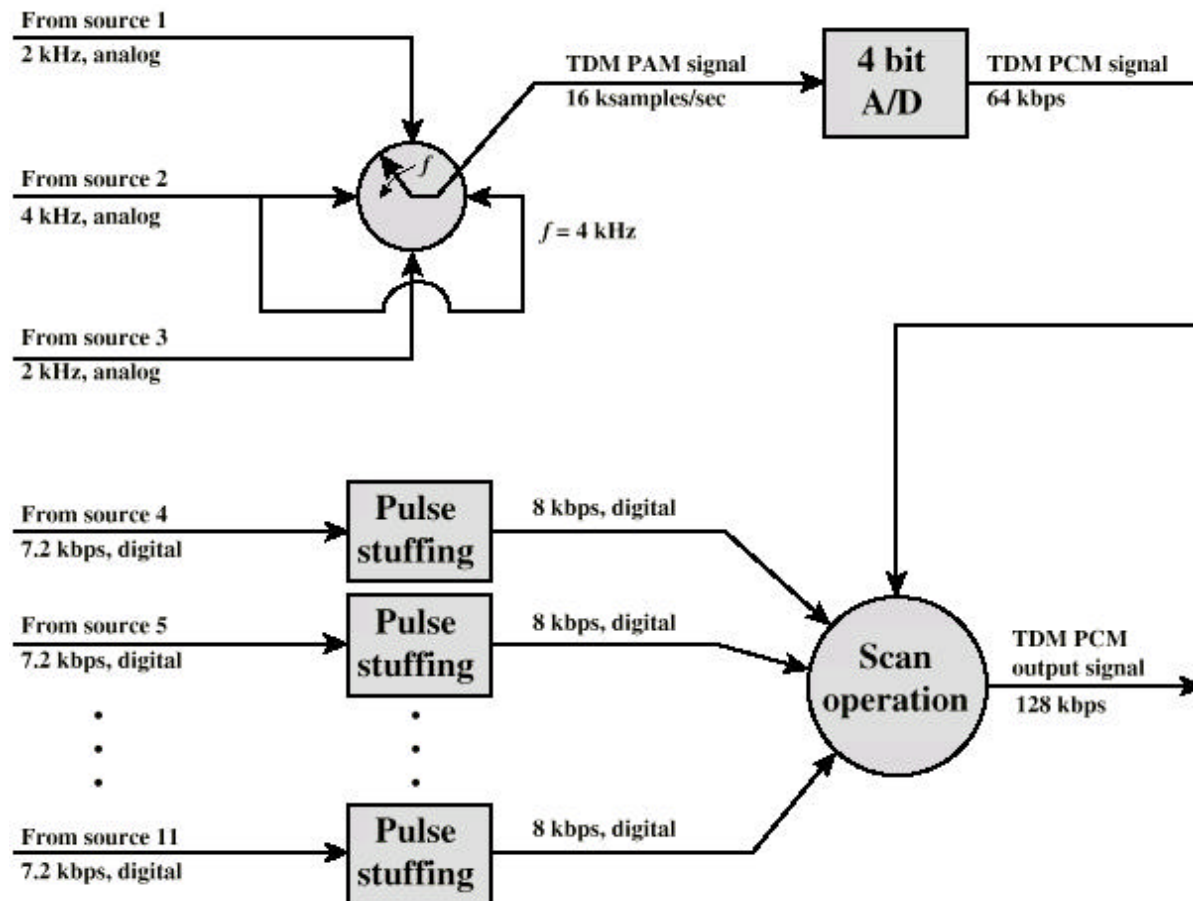
(b) TDM Frames



(c) Receiver

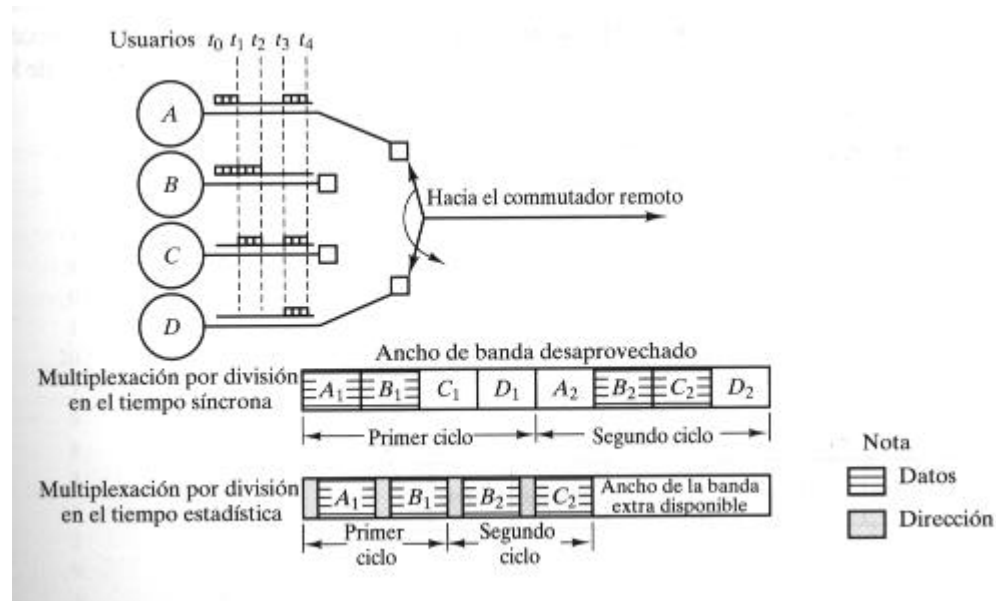
TDM Síncrona

📄 Inserción de pulsos para sincronizar distintas razones de datos.



TDM Estadística

- Asigna bajo demanda y dinámicamente las subdivisiones temporales.
- La razón de datos de la línea es menor que la suma de las de los dispositivos conectados.
- Uso de memorias temporales para los picos de razón de datos.



ADSL - Asymmetrical Digital Subscriber Line

📄 **Usado para enlace entre el usuario y la red (bucle de abonado).**

- Usa el par trenzado ya instalado:
Ancho de banda: 1Mhz o más
- Asimétrico: Mayor capacidad de recepción que de emisión.

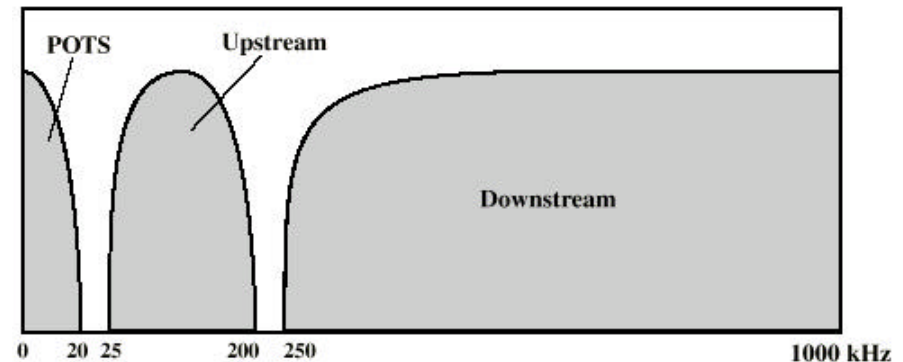
📄 **Usa técnica de multiplexación FDM**

- 25 KHz más bajos para la voz (POTS): Ancho de banda adicional 4-25KHz evita diafonía.
- Usa cancelación de eco (transmisor elimina eco de su propia señal) o FDM con dos bandas para el resto de frecuencias.

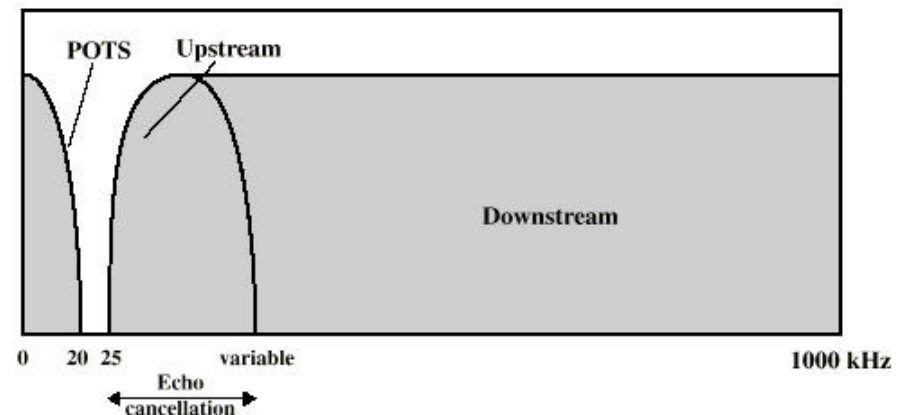
☐ Uso de DMT

- Rango de 5.5km

Dpt. Arquitectura de Computadores



(a) Frequency-division multiplexing



(b) Echo cancellation

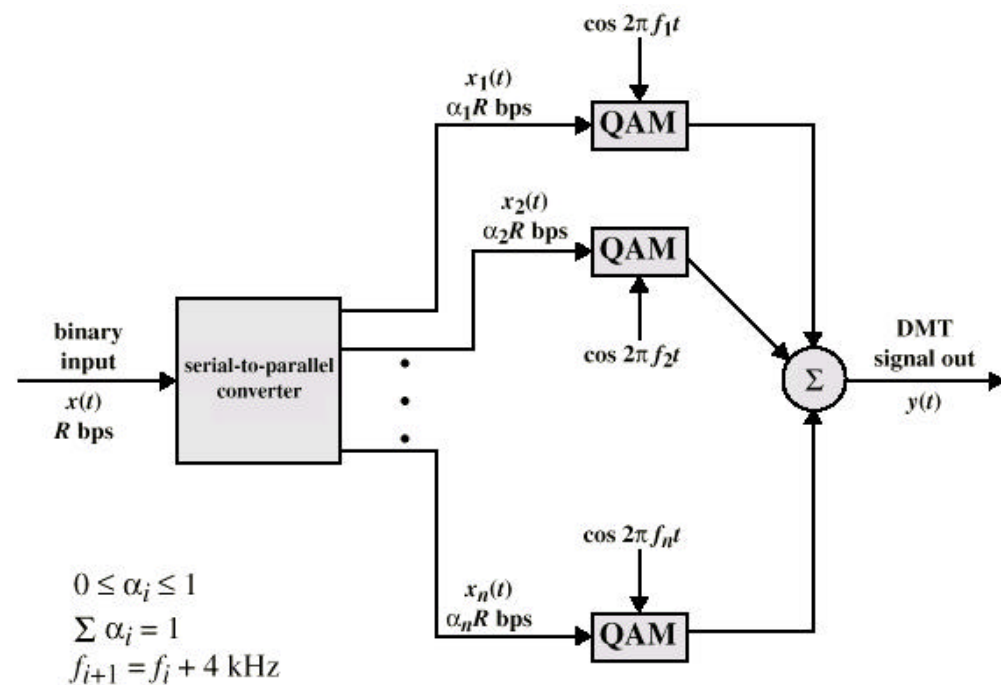
Discrete Multitone - DMT

Múltiples canales (4Khz) con diferentes señales portadoras.

- Se envían algunos bits por cada canal.
- En la iniciación, el modem DMT envía señales de test para determinar la relación señal-ruido de cada canal.
- Asigna más bits de datos a los canales con mejor relación: cada canal puede transportar bits desde 0kbps hasta 60 kbps (QAM).

ADSL/DMT actual: 256 subcanales de recepción a 4kHz (60kbps)

- Ideal: 15.36MHz



Interfaces

Modelo DTE y DCE.

Especificaciones:

- ↳ *Mecánicas: Patillaje.*
- ↳ *Eléctricas: Niveles de tensión y su temporización.*
- ↳ *Funcionales: secuencia de eventos que deben ocurrir en el interfaz.*
- ↳ *De procedimiento: relacionas con la conexión física entre DTE y DCE (e.g. conector macho/hembra).*

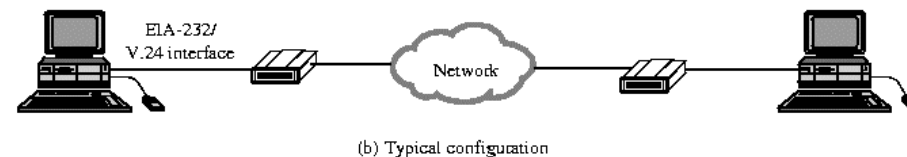
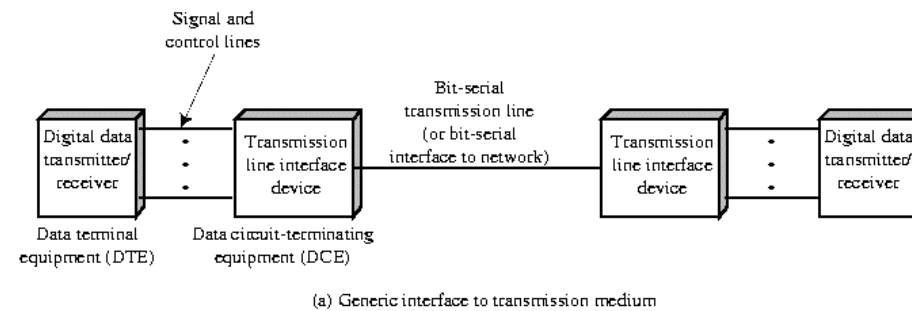


Figure 5.4 Data Communications Interfacing

V.24/EIA-232-E

- ▮ Mecánicos: ISO 2110
- ▮ Eléctricos: V.28
- ▮ Funcionales: V.24
- ▮ De procedimiento: V.24

- ▮ **Especificaciones mecánicas:**
- ▮ **Especificaciones eléctricas:**
Señalización digital (NRZ-L). 1 binario
-> <-3v. 0 binario -> >3v. Razón de
señalización <20kbps para distancias
menore de 15 metros.
- ▮ **Especificaciones funcionales:**
Función de cada circuito de
intercambio. Full-duplex. Canales
secundarios para señalizaciones.

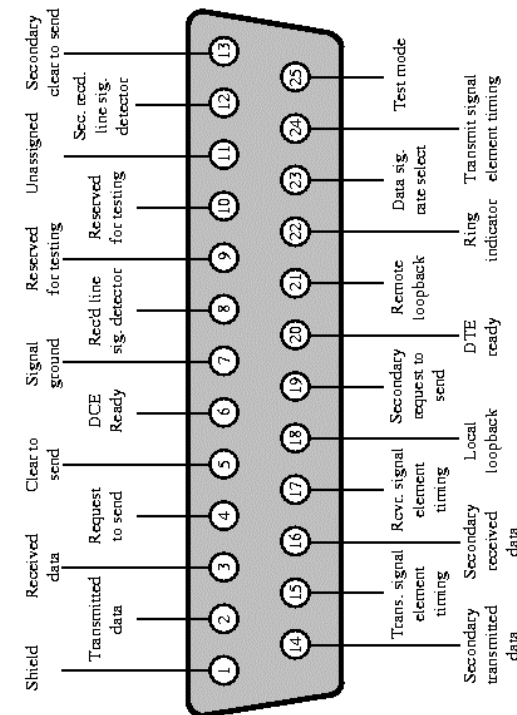


Figure 5.5 Pin Assignments for V.24/EIA-232

V.24/EIA-232-E

📄 Especificaciones de procedimiento: Definen la sucesión de cómo se usan los diferentes circuitos en una aplicación determinada.

- *Modems de línea privada: Señal de tierra, Transmisión de datos, Recepción de datos, Petición de envío, Preparado para enviar, DCE preparado, Detector de señal recibida.*
- *Para transmisión a través de línea telefónica añadir: DTE preparado Indicador de llamada.*

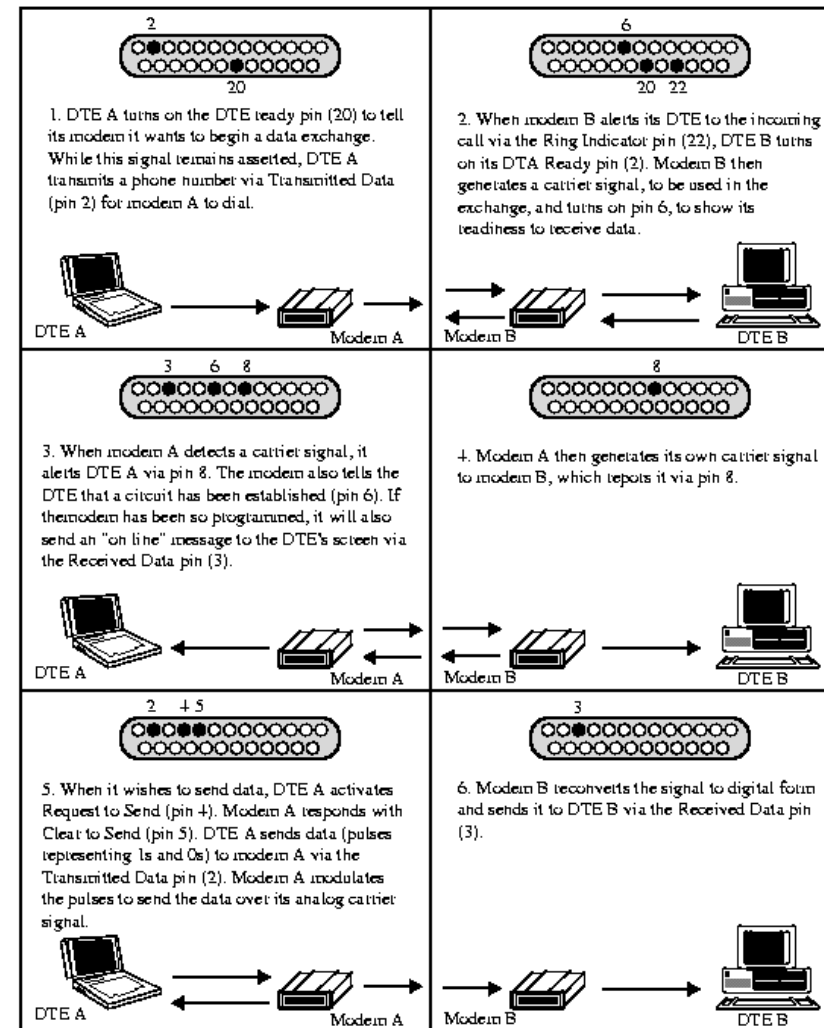


Figure 5.7 V.24/EIA-232 Dial-Up Operation

V.24/EIA-232-E

Modem nulo (se prescinde de los DCEs)

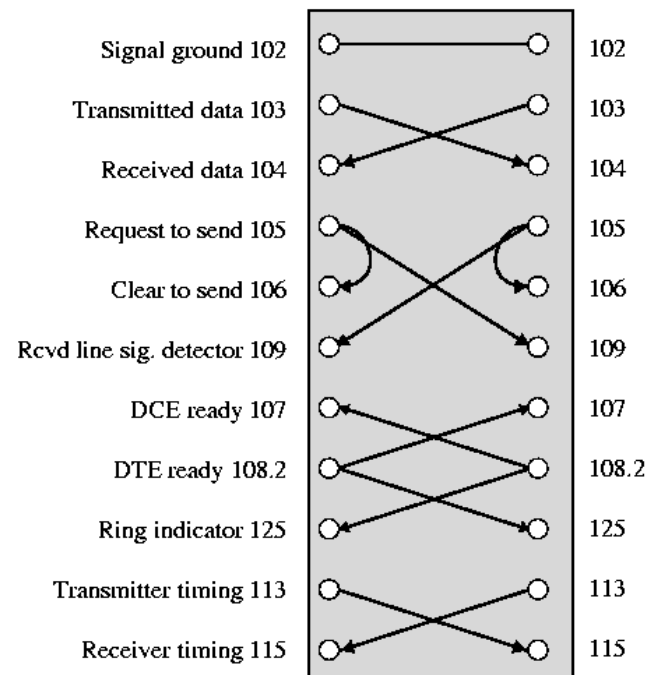


Figure 5.8 Example of a Null Modem

Interfaz RDSI

Conexión física definida en ISO 8877.

Concepto de TE y NE.

Conexión de los circuitos de transmisión y recepción con pares trenzados (dos contactos).

↳ Transmitem tanto datos como control.

Especificaciones eléctricas

- ↳ Transmisión balanceada con señalización diferencial.
- ↳ Codificación pseudoternaria en el enlace básico (192kbps).
- ↳ Codificación AMI con B8ZS en enlace primario a 1.544 Mbps.
- ↳ Codificación AMI con HDB3 en enlace primario a 2.049 Mbps

