

<b>Codificación.....</b>	<b>3</b>
¿Qué define la Codificación?.....	3
<b>Procesos.....</b>	<b>3</b>
<b>Terminología.....</b>	<b>3</b>
Objetivos de la Codificación.....	3
¿Cómo se logra?.....	4
Datos Digitales a señales discretas.....	4
NRZ-L.....	4
NRZI.....	4
Bipolar-AMI.....	4
Manchester.....	4
Manchester Diferencial.....	5
Scrambling.....	5
Técnicas de Scrambling.....	5
Datos Digitales a señales análogas.....	5
Técnicas de codificación.....	5
ASK.....	6
FSK.....	6
PSK.....	7
Datos Análogos a señales digitales.....	8
Codec.....	8
Técnicas.....	8
• Pulse code Modulation (PCM).....	8
■ PAM (Pulse Amplitude Modulation):.....	8
■ Quantizer:.....	8
Ejemplo de PCM.....	9
• Delta Modulation (DM).....	9
<b>Tx DT Serial.....</b>	<b>10</b>
Transmisión serial y paralelo.....	10
Tipos De Señal.....	10
Transmisión en Paralelo.....	10
Transmisión en Serie.....	11
Conceptos.....	11
¿Qué es la Sincronización?.....	11
Técnicas de Sincronización.....	11
Serial.....	11
• Transmisión Asincrónica.....	11
• Transmisión Sincrónica.....	12
Stuffing.....	13
• Transmisión Orientada a Bit.....	13
• Transmisión Orientada al Carácter.....	13
Interfacing.....	13
Conexión de DTE a DCE.....	14

RS232C (EIA) / V.24 (UIT).....	14
Funcional (Asincronico).....	14
Procedural (Asíncrono) Half Duplex.....	15
Procedural Sincronica.....	15
Diagramas de Conexión.....	16
Ejemplos.....	16
Otras Interferencias.....	17
<b>Multiplexación.....</b>	<b>18</b>
Tipos.....	18
<b>Multiplexación por división de frecuencia (FDM).....</b>	<b>18</b>
<b>Multiplexación por división de tiempo (TDM).....</b>	<b>19</b>
TDM Link Control.....	20
TDM Standar (Sincronicos).....	21
Statistical TDM (Estadísticos).....	21
Multiplexores.....	22
<b>Concentradores.....</b>	<b>22</b>
<b>Teoria de Colas.....</b>	<b>22</b>
<b>Medios Físicos.....</b>	<b>23</b>
Medios de transmisión.....	23
Factores.....	23
Par Trenzado.....	23
Coaxial de Banda base.....	24
Coaxial de banda ancha.....	24
Fibras Ópticas.....	24
Comparaciones.....	25
Transmisión sin Cables.....	25
Medios No Guiados.....	25
Microondas Terrestre.....	26
Microondas Satelital.....	26
Radio.....	26
Infrarrojo.....	27

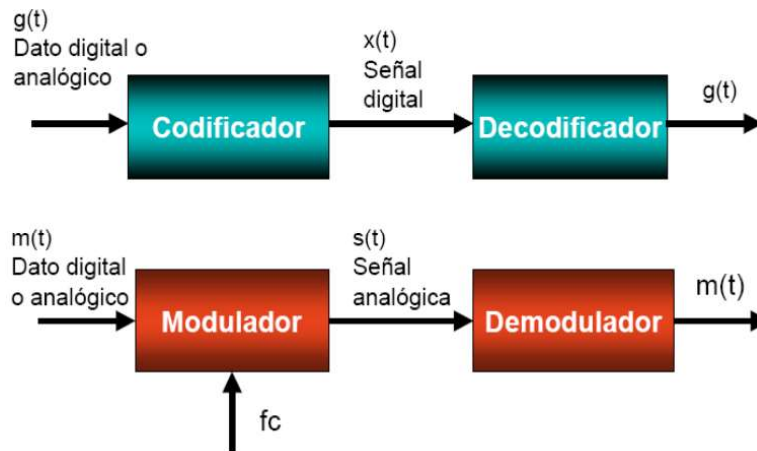
# **Codificación**

- Datos digitales a señales discretas
- Datos digitales a señales análogas
- Datos análogos a señales discretas
- Datos análogos a señales análogas

## ¿Qué define la Codificación?

- La forma en que los datos son convertidos a señales, para pasarlos al medio de comunicación físico.
- Esta técnica debe disminuir el consumo de ancho de banda y/o minimizar errores.

## Procesos



## Terminología

- Los datos y las señales están compuestos de elementos básicos. (bits)
- Señal Digital => Pulsos de V, amplitud constante.
- Señal Análoga => Frecuencia, fase y amplitud constante.
- Señal Unipolar => Todos los elementos son V + o -
- Señal Bipolar => Voltajes + y -
- Data rate => Speed en la cual los ELEMENTOS del dato son transferidos (bps).
- Modulation Rate => " " " " ELEMENTOS de una señal son transferidos. (baudios)

## **Objetivos de la Codificación**

- Consumir poco ancho de banda
- Tener muchos cambios de V
- Señal no Polarizada
- Bajo promedio de V

## ¿Cómo se logra?

- Espectro de señal no debe tener Componentes de:
  - Alta frecuencia
  - Corriente continua
  - Señal en el extremo del espectro
- Sincronización
- Detección de errores
- Inmunidad al ruido
- Disminuir costos y complejidad

## **Datos Digitales a señales discretas**

### NRZ-L

- Asocia dos niveles de V para 0 y 1.
- El V no cambia durante todo el bit
- Pocos cambios de señal (muchos 0 o 1) => Pérdida de sincronismo.
- Alto promedio de V en: 101010101...
- Usado en la Comunicación RS232
  - Proceso de comunicación serial, se utiliza para establecer una conexión punto a punto entre el emisor y el receptor, a través de un medio físico.

### NRZI

- El V no cambia durante todo el bit
- Solo se transmite señal con 1's
- Una transición en el comienzo del intervalo => un **uno** binario.
- Codificación diferencial.
- Señal no Polarizada.

### Bipolar-AMI

- Usa más de dos niveles de tensión
- 1: representado por pulsos positivos y negativos en forma alternativa
- No pierde sincronismo en secuencia de 1's
- Menor ancho de Banda que NRZ
- Alternancia de pulsos => simplifica detección de errores.
- Hay que distinguir tres niveles de señal.

### Manchester

- Transición en medio de cada periodo.
- Ancho de banda debe ser alto.
- Señal generada facilita sincronización.
- Detección de errores por ausencia de transiciones.
- Utilizada en IEEE 802.3

## Manchester Diferencial

- 0 es una transición al inicio del periodo.
- Es una Codificación diferencial.
- Utiliza IEEE 802.5

## Scrambling

### Técnicas de Scrambling

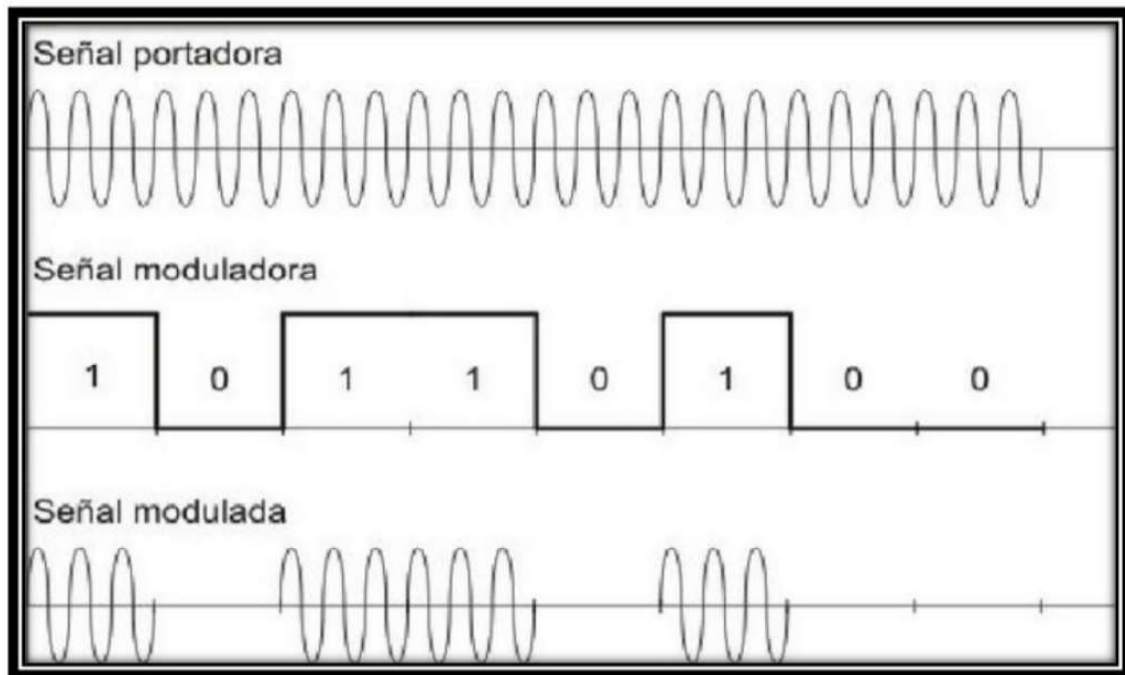
- Bipolar con sustitución de 8 ceros (B8ZS)
  - Basado en Bipolar AMI
  - Consisten en violar la Codificación
  - AMI:
    - 8 ceros y último pulso positivo => 000+-0-+
    - 8 ceros y último pulso negativo => 000-+0+-
- High-density bipolar - 3 ceros (HDB3)
  - Similar a bipolar AMI
  - String de cuatro ceros se reemplaza por un string con código de violación.
  - Sucesivas violaciones son de polaridad opuesta.

## **Datos Digitales a señales análogas**

### Técnicas de codificación

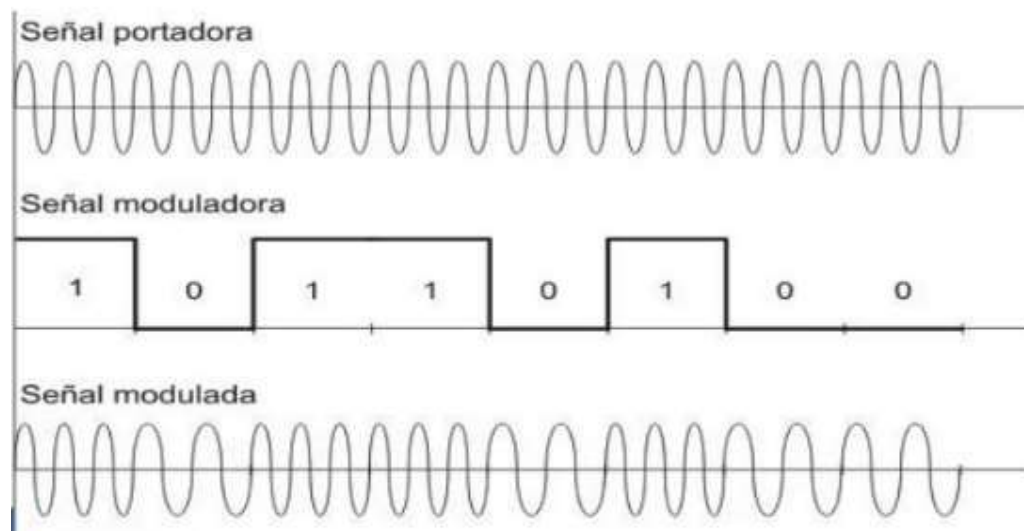
- Modulación: trabaja sobre las siguientes 3 características:
  - Amplitud
  - Frecuencia
  - Fase
- Técnicas:
  - Amplitude-shift keying (ASK)
  - Frequency-shift keying (FSK)
  - Phase-shift keying (PSK)

## ASK



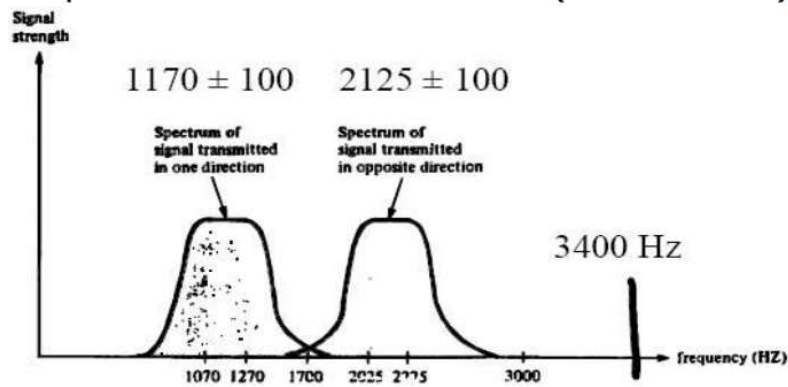
- Bit 0 => Amplitud 0.
- Bit 1 => Magnitud distinta.
- Relación entre Baudios (Modulation Rate) y bps (Data Rate) es de 1 a 1.
- INEFICIENTE.
- En Líneas Telefónicas: 1200 bps.
- Usado para transmitir sobre fibras ópticas.

## FSK

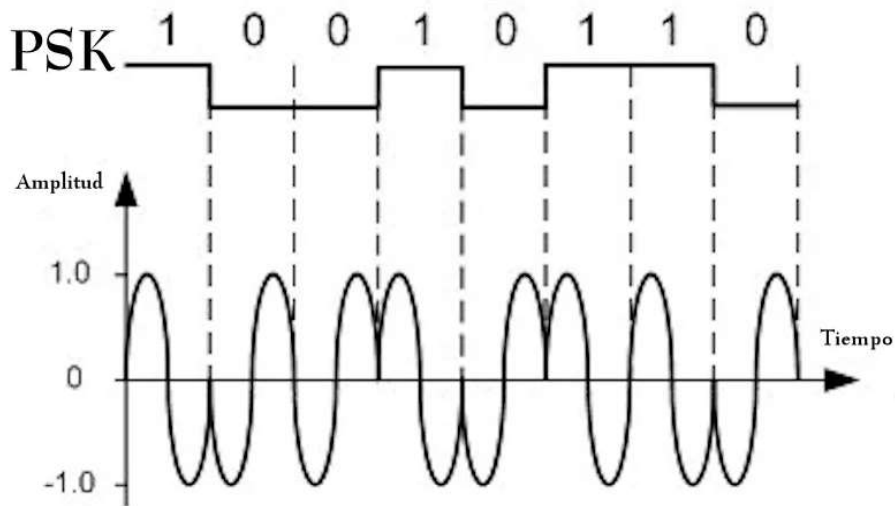


- Valores Binarios representados por dos frecuencias distintas.
- Baudios y bps: 1 a 1
- Ineficiente

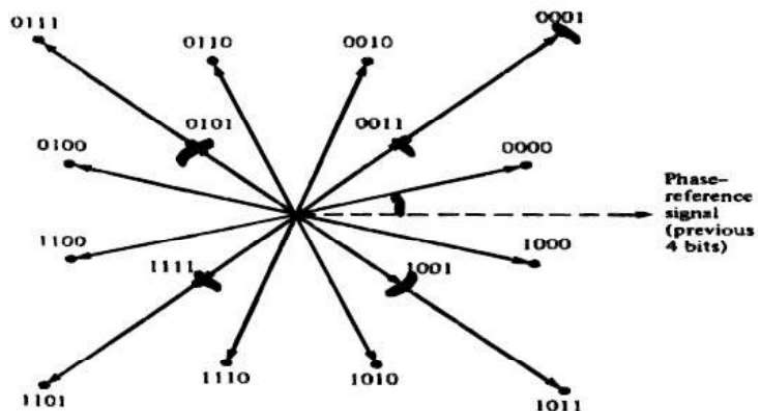
- Menos susceptible a errores que ASK
- Líneas Telefónicas: 300 a 1200 bps
- Usado para transmisión de radio (3 a 30 Mhz)



## PSK

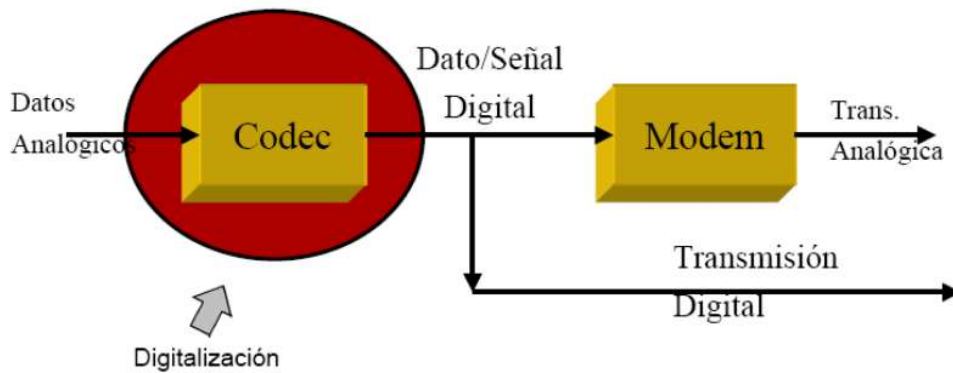


- Señal sin desplazamiento => representa 1.
- Comienza a 180° del desplazamiento => 0.
- Baudios y bps: relación 1 a 1.
- Diseño complejo del receptor.



- Utilizado en redes LAN, satélite, WIFI y Bluetooth

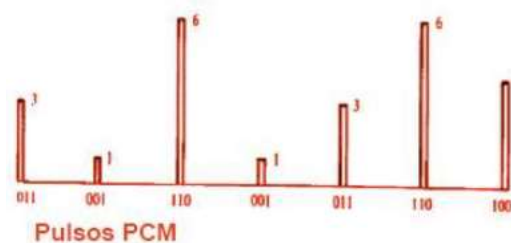
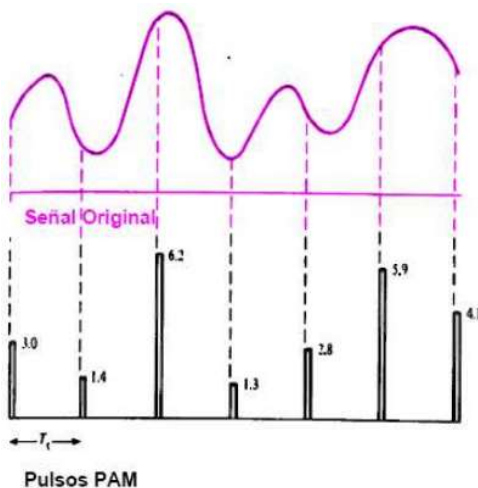
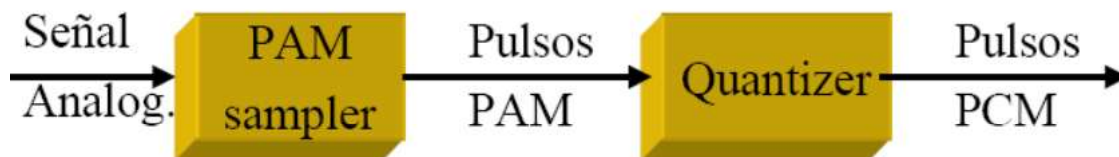
## **Datos Análogos a señales digitales**



## Codec

### Técnicas

- Pulse code Modulation (PCM)
  - Muestreos a intervalos regulares.
  - Señal de muestreo debe ser  $> 0 = a$  2 veces la frecuencia más alta posible de la señal.
  - Compuesto de varias etapas:
    - PAM (Pulse Amplitude Modulation):
      - muestras representadas como pulsos proporcionales al valor de la señal original.
    - Quantizer:
      - Amplitud de cada impulso PAM es aproximado a n bits



01100111000101111010

Salida PCM

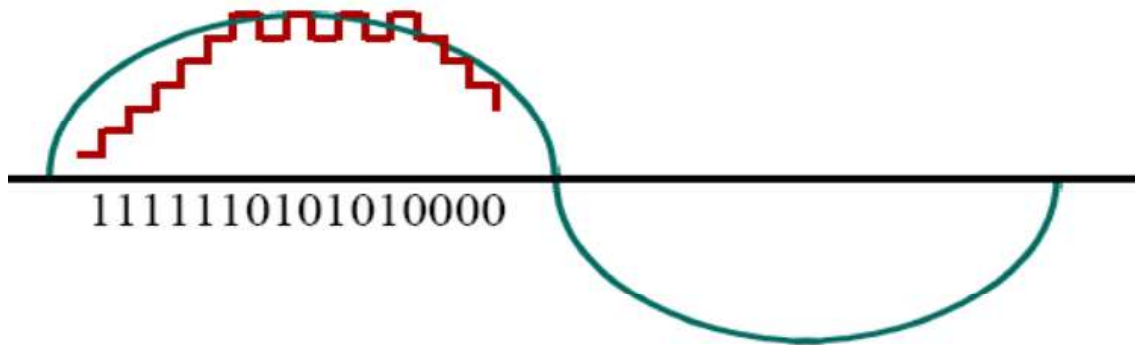


### Ejemplo de PCM

- Señal de 4 KHz
- => Muestra a tomar debe ser de 8 KHz
- En otras palabras, tomo 8k muestras por segundo
- Y si utilizo 8 bits por muestra, esto generando 64000 bps, o 64kbps

- Delta Modulation (DM)

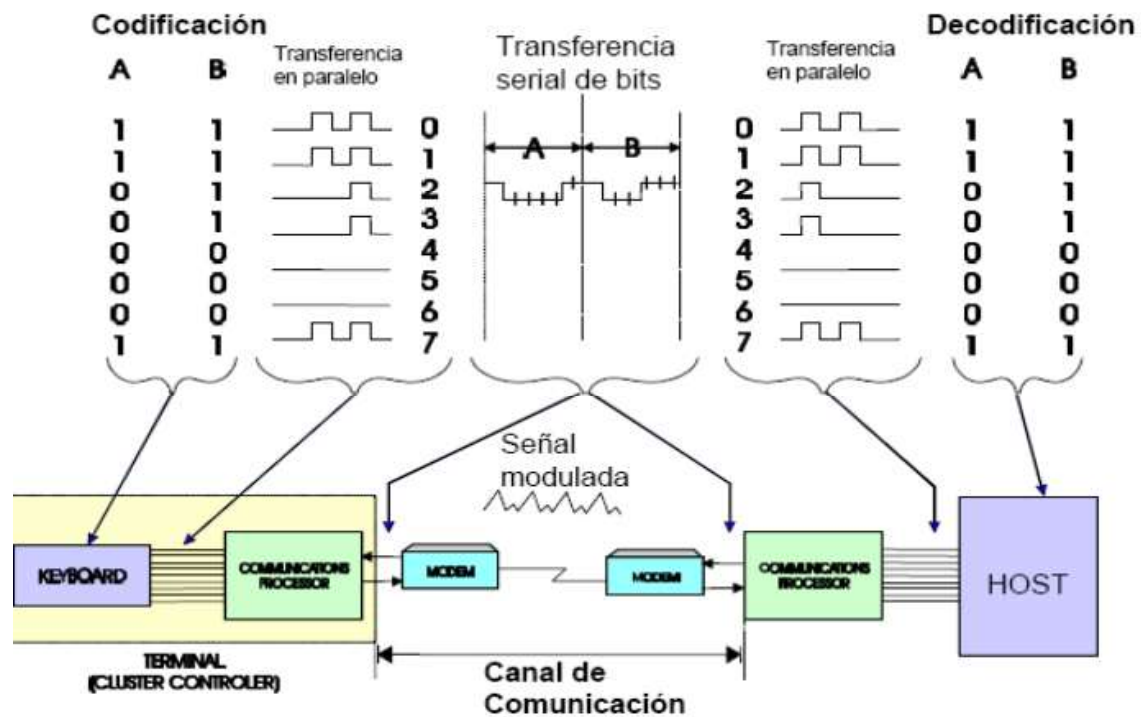
- Señal aproximada por una función escalera
- Sube y baja en valores constantes ( $\delta$ )



## **Tx DT Serial**

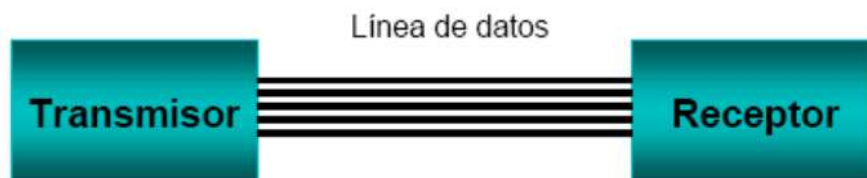
### Transmisión serial y paralelo

#### Tipos De Señal



#### Transmisión en Paralelo

- Transmisión simultánea de Bits sobre un grupo de líneas.
- Usado en Cortas distancias.
  - Impresoras Paralelas
  - Interfaces SCSI
  - Redes LAN



## Transmisión en Serie

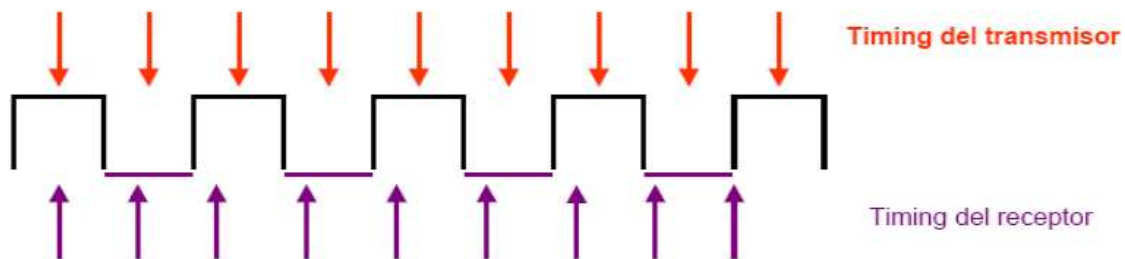
- Un bit detrás de otro
- Más confiable en larga distancia
- Ejemplos:
  - Transmisiones de video y audio
  - Conexiones seriales de computadoras
  - Comunicaciones telefónicas

## Conceptos

- Intercambiar datos  $\Leftrightarrow$  dispositivos sincronizados (Timing)
- Diversas técnicas de sincronismo para Transmisiones seriales y paralelas.

## ¿Qué es la Sincronización?

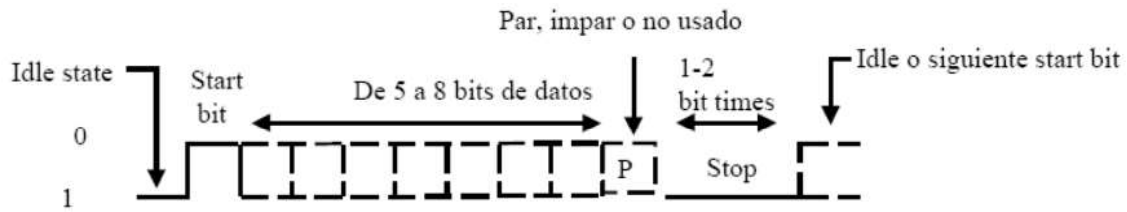
- Es el Timing (velocidad, duración de bit) entre emisor y receptor, este debe ser similar.



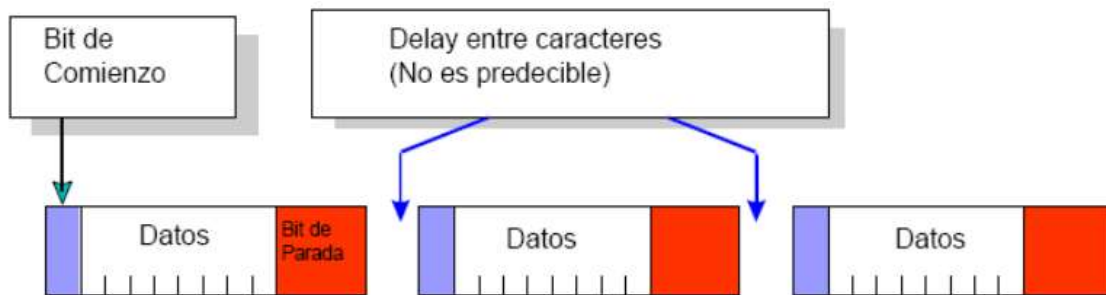
## Técnicas de Sincronización

### Serial

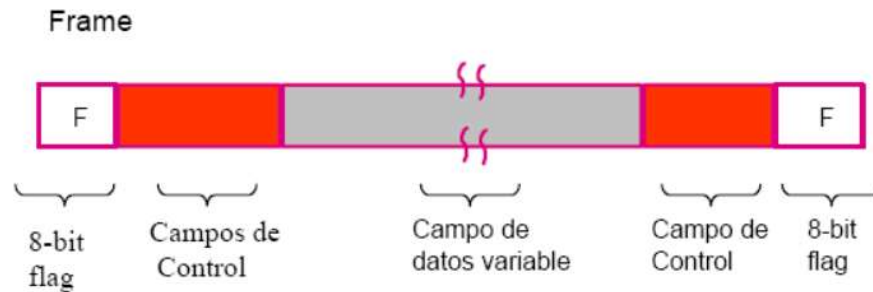
- Transmisión Asincrónica
  - Independencia entre Relojes del transmisor y receptor.
  - Evita desincronización en secuencia corta de bits.
  - datos transmitidos de un carácter ( 5-6 bits) por vez.
    - Sincronización garantizada
  - Carácter **encapsulado** entre un bit de comienzo y 1 o + de finalización.
  - Periodo de inactividad entre caracteres.
  - No hay control entre DTE's => no vinculados.
    - DTE: Data Terminal Equipment
  - Tiene Bajo Rendimiento.
  - U. de información : Carácter.
  - Comunicación orientada al carácter.



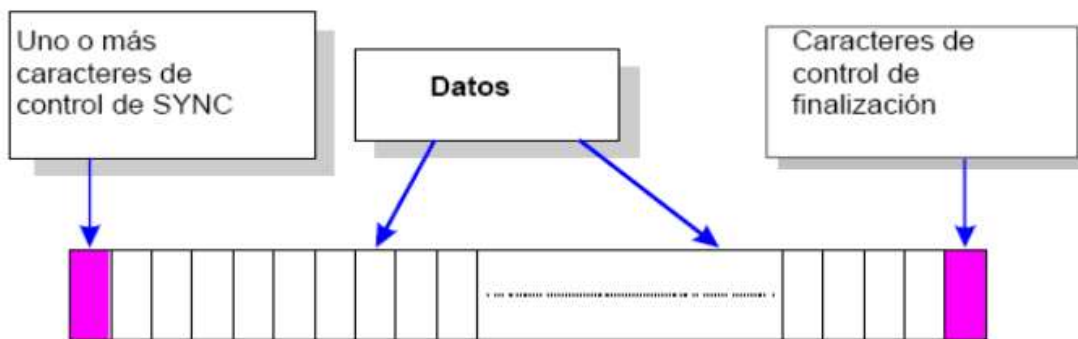
- IDLE: no signal, -V
- 1 Start bit y 7 u 8 bit de datos
- Bit de paridad (control de errores)
- Gap min = Stop Bit = 1, 1.5, 2 bits
- Eficiencia: bits de datos / total de bits
  - $8/(8 \text{ bit datos} + 1 \text{ paridad} + 1 \text{ stop} + 1 \text{ start}) = 73\%$
- Framing error
  - Se produce cuando no se sincroniza el reloj de recepción con el flujo de datos entrante. Conlleva a errores de interpretación de los datos.
- No transmisión => línea ociosa



- Transmisión Sincrónica
  - Dependencia entre Relojes
  - Transferencia de bloques delimitados por las flags
    - Patrones de bits
  - Reloj tanto en transmisión como en receptor
    - Línea dedicada para sincronización
    - Inf de sinc embebida en una señal de datos
      - Manchester
  - U de informacion: Frame
    - Encapsulada entre varios caracter reservados
    - El frame completo es transmitido como un continuo stream de bits sin delay entre ellos.
    - Orientado al Carácter ⇔ unidad de datos son 8 bits
    - Orientada a bits ⇔ u. de dato delimitada por flags



- Eficiencia: bits de datos / (Preámbulo + datos + Pospreámbulo)
- Ejemplo: High-Level Data Link Control (HDLC)
  - 8 bits overhead para 1k bits datos



## Stuffing

- En la transmisión sincrónica los campos de control pueden aparecer en los datos.
- Transmisión Orientada a Bit
  - Flag **01111110** puede **aparecer** en los Datos.
  - Bit Stuffing: cada **5 unos** se agrega **0**, **receptor** luego de **5 unos** lo **remueve**
- Transmisión Orientada al Carácter
  - Carácter de sincronismo (SYS) puede aparecer en los datos.
  - Character Stuffing: Sí SYS en datos => agrega otro SYS => receptor lo remueve.

## Interfacing

- Define cómo se relaciona un dispositivo de comunicación y el que genera los datos
  - Ej: el PC
- Términos
  - DTE: Data Terminal Equipment
  - DCE Data Communication Equipment

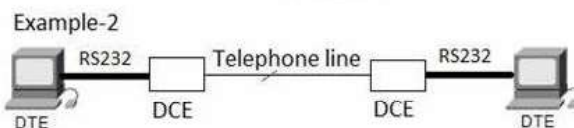
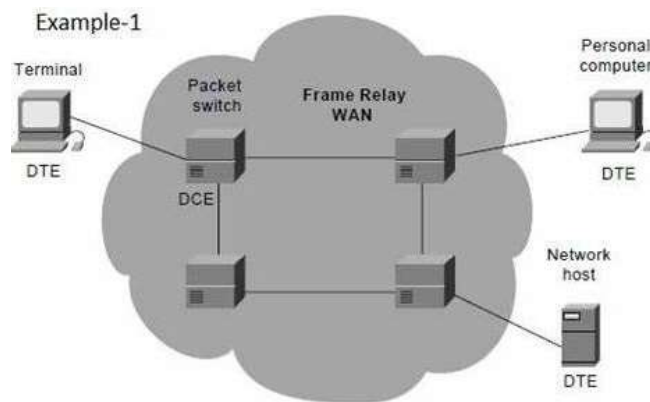
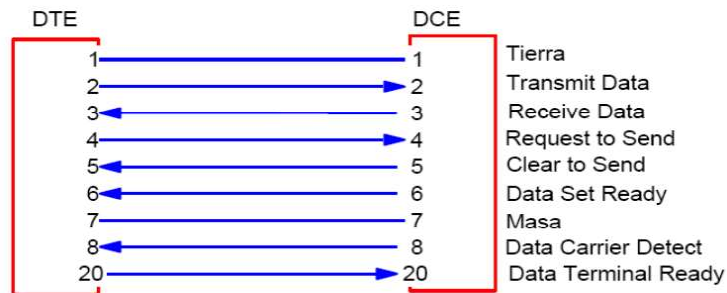
## Conexión de DTE a DCE

- Interfaz con los sg aspectos:
  - Mecánico
  - Eléctrico
  - Funcionales
  - Procedurales
- Ej: RS232

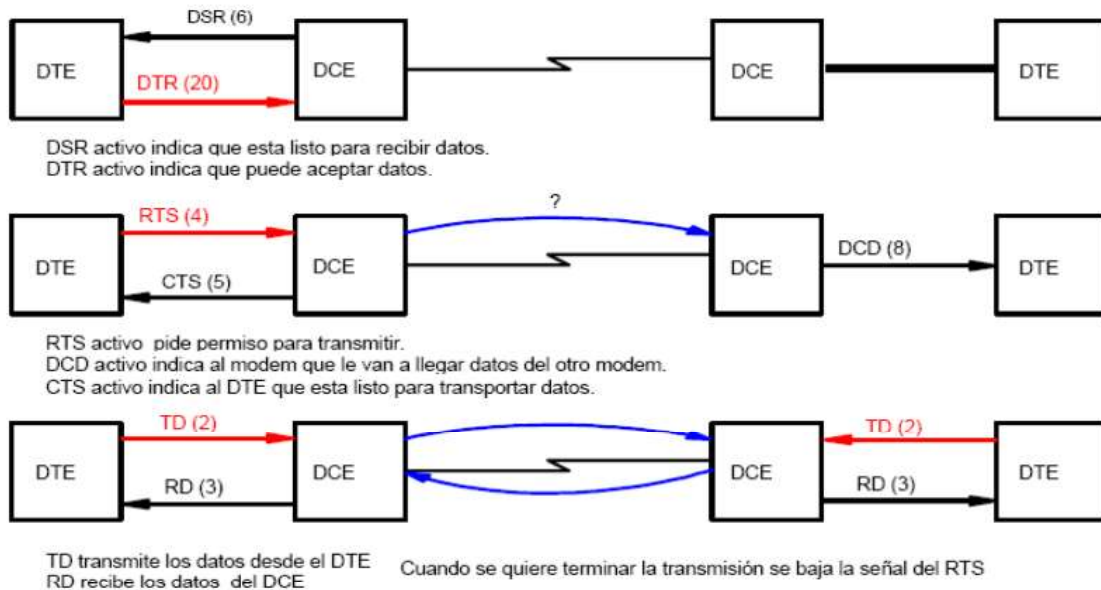
### RS232C (EIA) / V.24 (UIT)

- Mecánico:
  - Conector DB25
  - DTE Macho
  - DCE Hembra
- Eléctrico:
  - 0 => *tensión* > + 4 V
  - 1 => *tensión* <- 3 V
- $D_{max} = 15 \text{ mts}$
- $V_{max} = 20 \text{ kbps}$

## Funcional (Asincronico)



## Procedural (Asincronico) Half Duplex

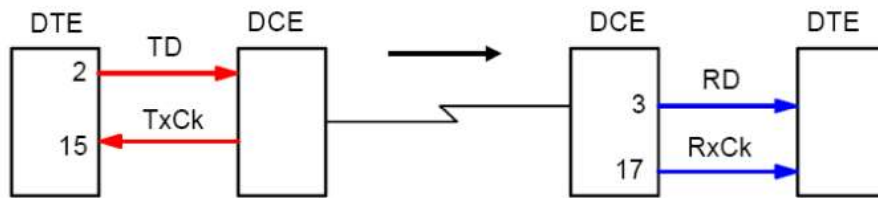


## Procedural Sincronica

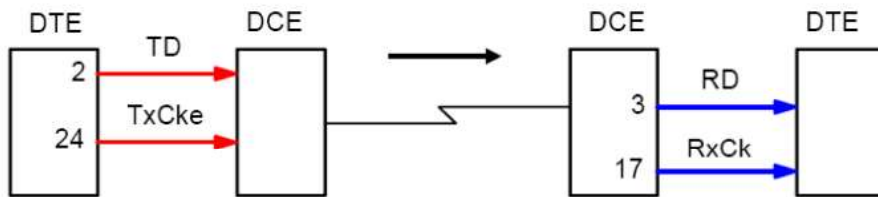
- Señales asincrónicas + Señales de Reloj.
- Señales de reloj => "ritmo" de envío y recepción de datos
- Clock Recepción (RxCk): "ritmo" receptor (datos) del Modem.
  - Siempre provisto por el Modem
    - Si pone Reloj => Reloj interno
- Clock Transmisión (TxCk): "ritmo" modem transmite datos
- DTE Solo reloj de transmisión (Pin 24)
  - Reloj Transmision externo

## Diagramas de Conexión

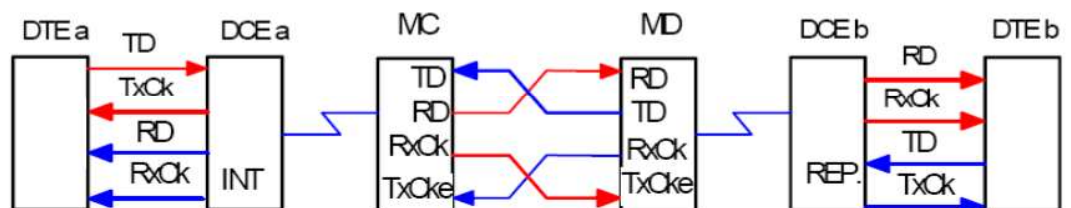
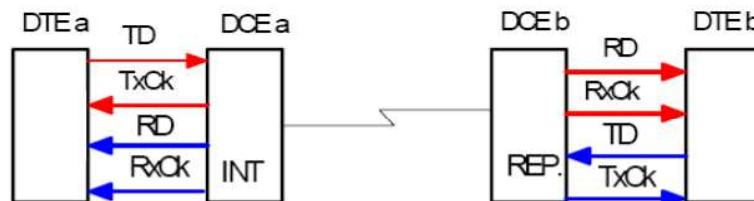
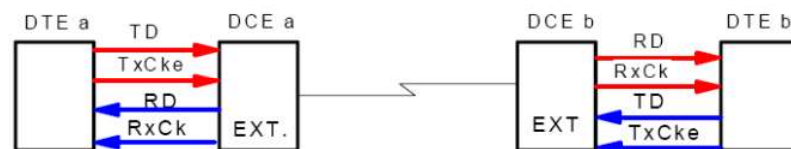
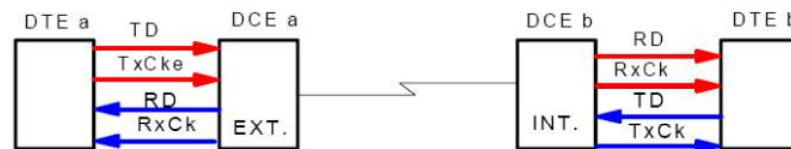
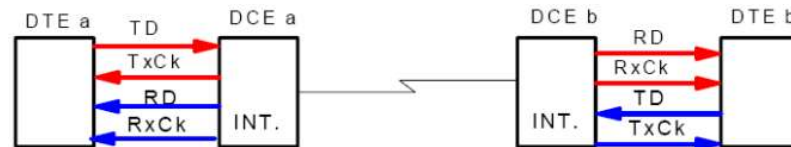
### Clock de transmisión interno



### Clock de transmisión externo



## Ejemplos

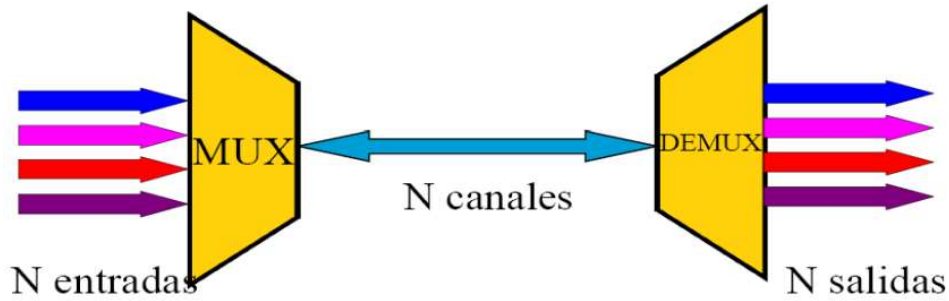




## Otras Interferencias

- V.35
  - Sincrónica solamente
  - Balanceada
  - Distancia máxima
  - Transporta hasta 2 Mbps
- X.21
  - 15 pines
  - Balanceada
  - Soporta 2 Mbps
- RS-449
  - Conector DB37
  - Se complementa con:
    - RS422
      - Balanceadas de hasta 2 Mbps en 60 mts
    - RS423
      - Desbalanceada de hasta 40 kbps en 60 mts

# Multiplexación

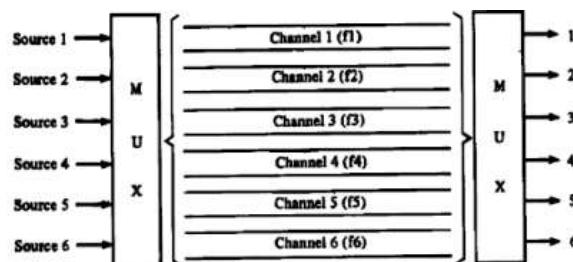


## Tipos

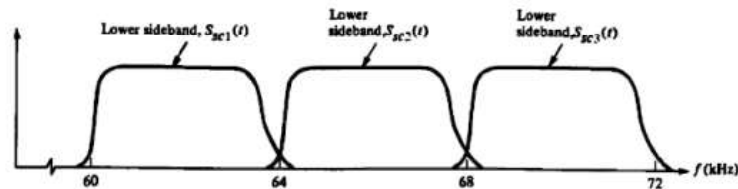
- Frequency Division Multiplexing (FDM)
- Time Division Multiplexing (TDM)
- Statistical TDM

## Multiplexación por división de frecuencia (FDM)

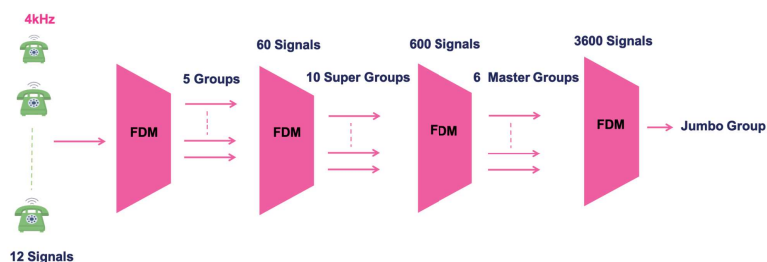
- Señal se modula en diferentes frecuencias (canales), separa "guardia de protección".
- Ancho de banda del medio T, excede ancho de banda requerido de las señales a transmitir.
  - Señal es Análoga.
  - Ej: TV.



(a) Frequency-Division Multiplexing



(c) Spectrum of composite signal using subcarriers at 64 kHz, 68 kHz, and 72 kHz



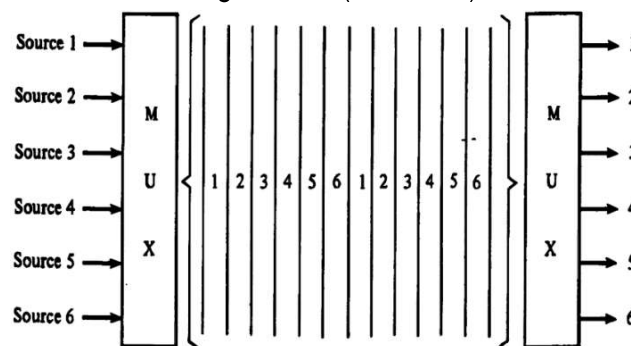
## **Multiplexación por división de tiempo (TDM)**

- Múltiples señales digitales se intercalan en el tiempo para su transmisión.
- Velocidad del medio debe exceder la velocidad de las señales transmitidas.
- Pueden intercalarse a nivel de Bit, byte o bloques de bytes
- una señal => un slot de tiempo

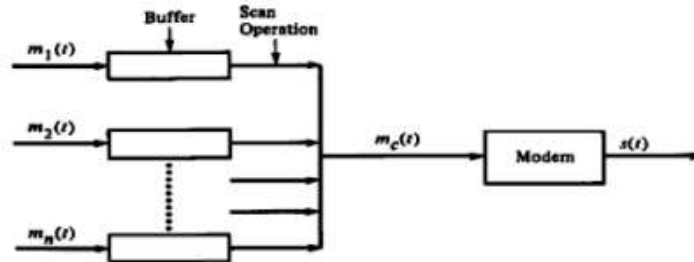
Sincroniza Datos de cada una de las fuentes, estos son divididos en ranuras temporales. Se envía una ranura de cada fuente a continuación de la ranura anterior, de forma cíclica.

Dando por resultado un conjunto de Bits en el canal que pertenecen a distintas comunicaciones

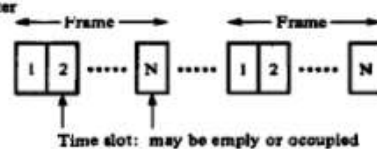
- Se utiliza para envío de voz digitalizada (T móviles)



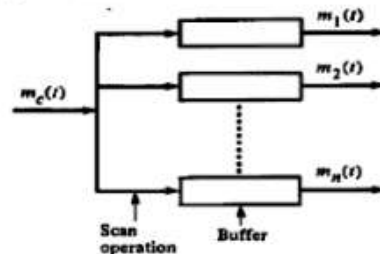
(b) Time-Division Multiplexing



(a) Transmitter



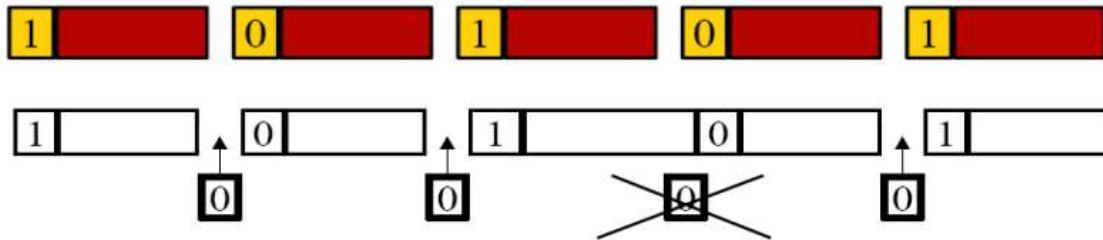
(b) TDM frames



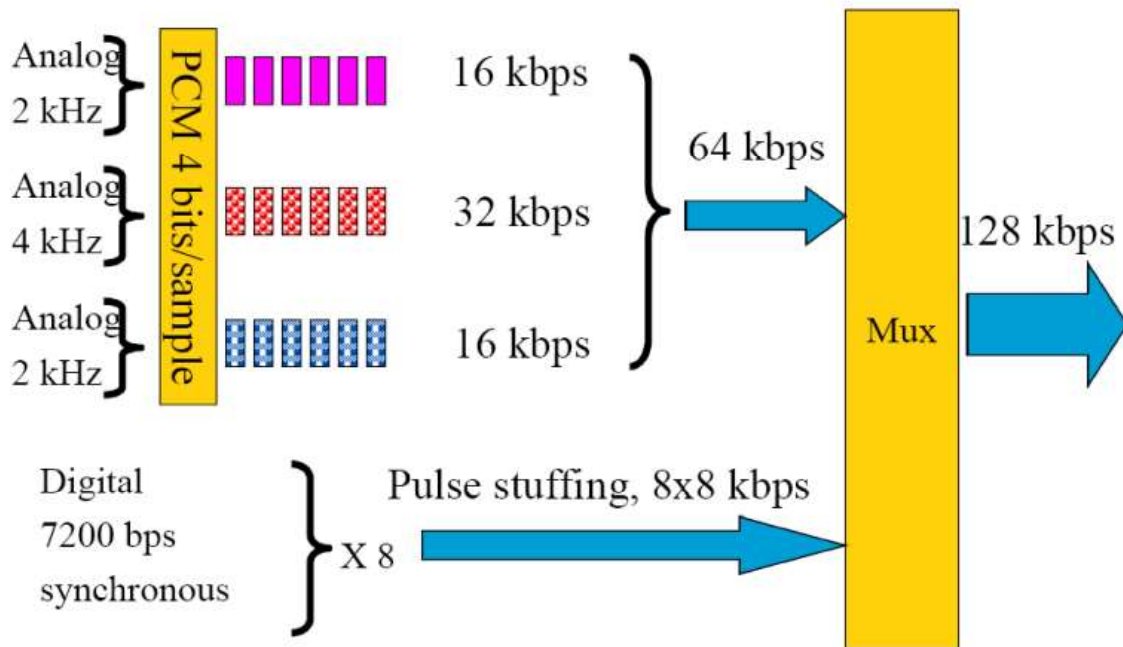
(c) Receiver

## TDM Link Control

- no requiere control de flujo
- Control de error por canal
- Sincronización de frames
  - No flags y no carácter SYN
  - Agregados 101010 (1 frame)
- Pulse stuffing ( sincronización por fuente de datos)



- Ejemplo

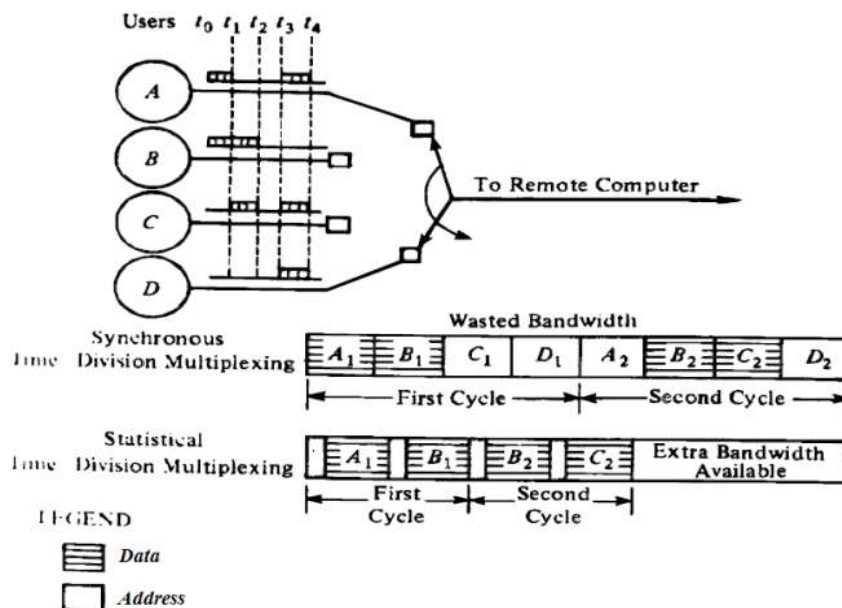


## TDM Standar (Sincronicos)

(a) North American			(b) International (CCITT)		
Digital Signal Number	Number of Voice Channels	Data Rate (Mbps)	Level Number	Number of Voice Channels	Data Rate (Mbps)
DS-1	24	1.544	1	30	2.048
DS-1C	48	3.152	2	120	8.448
DS-2	96	6.312	3	480	34.368
DS-3	672	44.736	4	1920	139.264
DS-4	4032	274.176	5	7680	565.148

## Statistical TDM (Estadísticos)

- TDM asincrónico/inteligente
- Perdida en la capacidad de los canales
- Si los arribos son irregulares
- Data rate línea multiplexada puede ser menor que  $\sum \text{líneas entrantes}$
- Buffers para cada línea que está siendo multiplexada
- No Asignación predeterminada => necesario direccionar cada subframe



## Multiplexores

- Optimizan el uso del medio
- Utilizado en enlaces de larga distancia de alta capacidad
  - Fibra
  - Coaxil
  - microonda

## Concentradores

- Similar a Multiplexores Estadísticos
- Muchas entradas y salidas
- No se usan todos los canales simultáneamente.
- Mensajes de corta duración
- Tienen memoria (no pérdida de info)

## Teoría de Colas

- Distribución tiempos de llegada
- “ Tiempos de servicio
- Cantidad de servidores )?
- Ordenamiento de colas
  - Lifo
  - Fifo
- Tamaño de colas
  - Finita
  - Infinita
- Notación A/B/n
- Mensajes atendidos por segundos ( $\mu$ )
- Promedio llegada msg/s =  $V$
- Estabilidad:  $V < \mu$
- Promedio clientes en curso y en cola:  $N = V / (\mu - V) \vee N = V * T$
- $T$  : tiempo promedio de permanencia en sistema =  $T = 1 / (\mu - V)$

## Ejemplo

---

- Tráfico de entrada
  - Hay cuatro líneas entrantes
  - $v_i=2$  men/seg y **Long. msg** = 1000 bits
- La cantidad de msg procesados por seg. es:  
 **$\mu= 9600 \text{ bps} * 1000 \text{ bit/msg}= 9.6 \text{ msg/seg}$**
- El promedio de msg por seg es:  
 **$V= \text{Sum}(v_i) = 8 \text{ msg/seg}$**
- El tiempo promedio del msg dentro del concentrador es:  
 **$T= 1 / (\mu - V) = 1 / (9.6-8)= 0.625 \text{ seg/msg}$**
- • El promedio de msg en el sistema es:  
 **$N= V / (\mu - V) = 5$**
- • Entonces la memoria necesaria es:  **$5 * 1000 \text{ bit}= 5 \text{ K}$**

# **Medios Físicos**

## Medios de transmisión

- Transmisor ——— Receptor.
- Señales omnidireccionales y direccionales
- Medios Guiados
  - Se establecen límites en la transmisión.
    - Par de cable trenzado.
    - Cable coaxial.
    - Fibra óptica.
- No Guiados
  - Determina característica de la transmisión.
    - Aire.
    - Vacío.

## Factores

- Mayor ancho de banda => superior data rate.
- Atenuación e interferencias => Limita alcance de los medios.
- Receptores => Producen Atenuación y Distorsión.

## Par Trenzado

- Dos Hilos (1 mm) de cobre, aislados y trenzados.
- Pueden envolver varios pares juntos.
- Transmisión de señales analógicas y digitales.
- Une varios Km sin amplificar
- Data rate:
  - LAN => 10/100 *Mbps*
  - Larga distancia (10 km) => 4 *Mbps*
- Ancho de Banda: 3 *Mhz*
- Bajo costo
- Fácil Instalación
- Telefonía y cableado horizontal
- Amplificadores cada 5 o 6 Km
- Repetidores cada 2 o 3 Km
- Altas frecuencias => mucha atenuación
- Susceptible a interferencias
- UTP/STP
- Categoría 3,4 y 5

## Coaxial de Banda base

- Compuesto de 2 Conductores concéntricos.
- Menos susceptibles a interferencias y a crosstalk
- Transmisiones digitales
- Canal único, propagación bidireccional.
- $10\text{ Mbps} < 1\text{ Km}$
- Se usa en:
  - LAN
  - Telefonía larga distancia
- Solo para Voz y Datos

## Coaxial de banda ancha

- Transmision Analogica
- Gran ancho de banda
- Se divide en varios canales
- Permite transmitir a la vez:
  - Video
  - Audio
  - Datos
- Se utiliza en CATV
- Costo elevado
- Mucho mantenimiento
- Alcance: Decenas de Km

## Fibras Ópticas

- Transmisión por impulsos de luz.
- Componentes:
  - Medio
    - Fibra de vidrio.
    - silicio fundido.
  - Fuente de Luz
    - LED.
    - Diodo Láser.
  - Detector
    - Fotodiodo.
- Señal Unidireccional.
- Propagación:
  - Multidiodo
    - Transmisión por Rebotes de Luz, LED
  - Monomodo
    - línea recta
    - Diodos láser
    - Mayor alcance
- Mucha distancia entre repetidores
- Mucha difusión en enlaces de Telecomunicación Larga Distancia
- Actualmente en LAN



- Instalación requiere precisión.
- Seguro 😊 😊.
- Amplio ancho de banda.
- Permite Gbps.
- Baja atenuación.
- Inmune a:
  - Interferencias.
  - Ruido.
  - Crosstalk.
- Se utiliza para transportar
  - Voz.
  - Datos.
  - Imagen.
  - Video.

## Comparaciones

Medio	Data rate	Ancho de Banda	Espaciado entre repetidores
Par trenzado	4 Mbps	3 MHz	2 a 10 Km
Coaxil	500 Mbps	350 MHz	1 a 10 Km
Fibra	2 Gbps	2 GHz	10 a 100 Km

## Transmisión sin Cables

### Medios No Guiados

- Transmisor — Antena — Receptor
- Transmisión Direccional => Antenas Alineadas
- Transmisión Omnidireccional => Señal se propaga en todas direcciones.
- 30 Mhz a 1 Ghz
  - Omnidireccionales
  - Radio
- 2 a 40 Ghz
  - Direccional
  - Microondas
  - Satelites
- 300 Ghz a 200.000 Ghz
  - Infrarroja

## Microondas Terrestre

- Antenas Parabólicas
- Visión directa entre Antenas
- Antena en mayor altura => Mayor alcance
- Se utiliza para:
  - Comunicación Larga distancia
  - “ Entre Edificios
  - Para voz y TV
- Pérdidas por:
  - Atenuación.
  - Interferencias.
- Sensible a condiciones atmosféricas.
- Permite transportar cientos de Mbps.

## Microondas Satelital

- Solo actúa como Repetidor-Amplificador
- Receptores - Transmisores  $\geq 1$
- Cubre Amplio espectro terrestre
- Ubicados a 36.000 Km en el plano del ecuador
  - Geoestacionarios
- Espaciados a 4 grados
  - Menos a día de hoy
- *Banda Base = 4 – 6 Ghz*
- *Banda Ku = 12 – 14 Ghz*
- *Banda Ka = 20 – 30 Ghz*
- Mucho ancho de banda
- Transmite a velocidad de la luz
- *T de propagación = 270 ms , para 72.000 Km*
- Eclipse y lluvia => Mal funcionamiento
- Se utiliza en
  - TV.
  - Telefonía.
  - Redes privadas.
- Existen a menor altura (LEO)

## Radio

- Omnidireccional
- Inmune a Obstáculos  $\Leftrightarrow$  Bajas frecuencias
- No requiere Antenas Parabólicas
- *Frecuencias: 3 KHz a 300 GHz*
- Radio, TV y Datos
- Ancho de banda relativamente Bajo

## Infrarrojo

- Comunicación de corto alcance.
- Direccional.
  - (energía radiada de manera localizada, aumenta potencia emitida al receptor)
- Fácil de instalar.
- No pasa por Objetos sólidos
- Seguro y no necesita licenciarse.
- Circunscripto a un ambiente.
  - Reducido a ciertos límites, o exigencias del ambiente.