

# TELECOMUNICACIONES

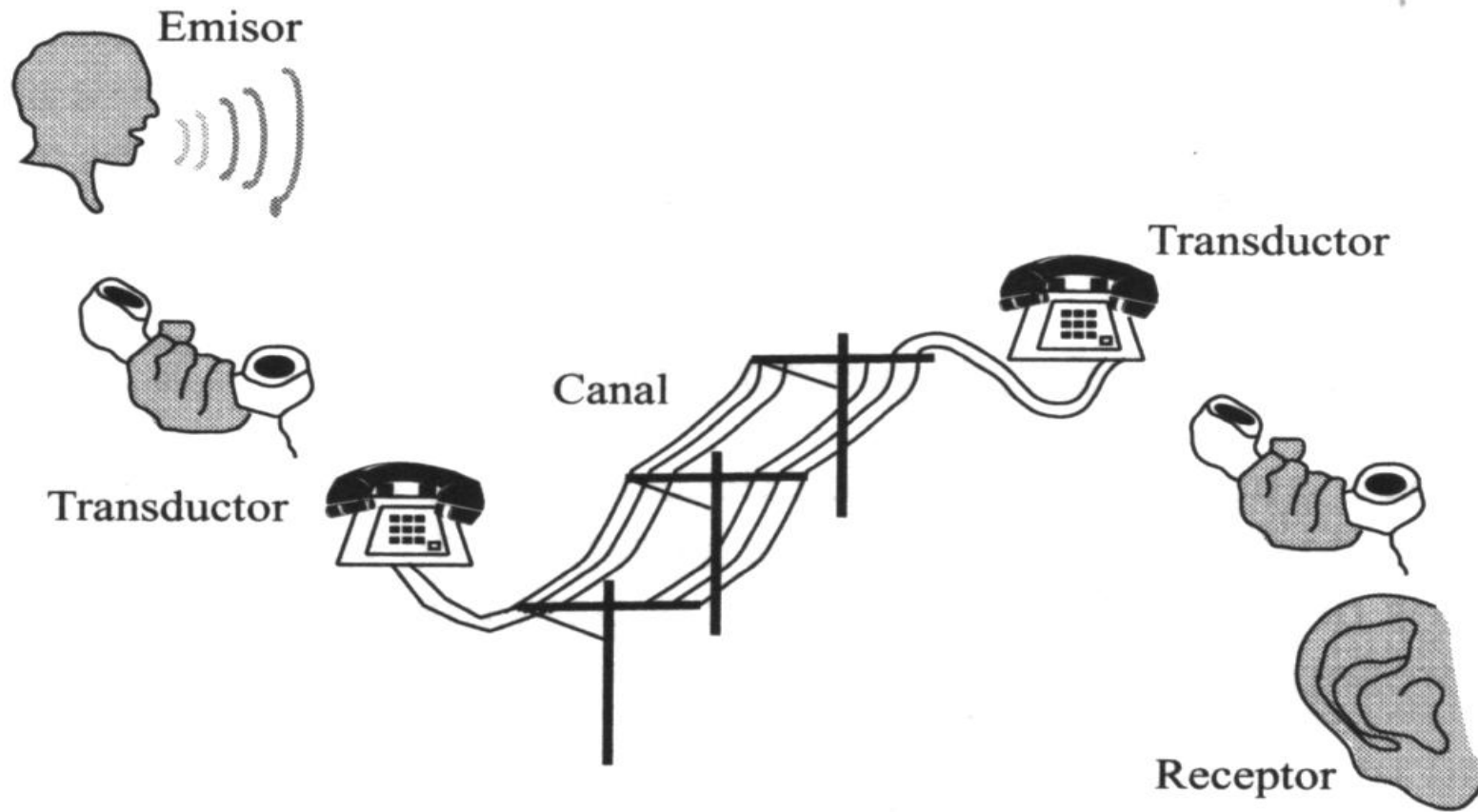
## U Evolución histórica

- 1835 Samuel F. B. Morse: invención del telégrafo
- 1874 Emile Baudot: invención del telégrafo múltiple (varios mensajes simultáneos por la misma línea)
- 1876 Alexander Graham Bell: invención del teléfono.
- 1895 inicio de las transmisiones por radio
- 1971 aparición de la red ARPANET (Estados Unidos)
- 1972 aparición de la red IBERPAC (España)

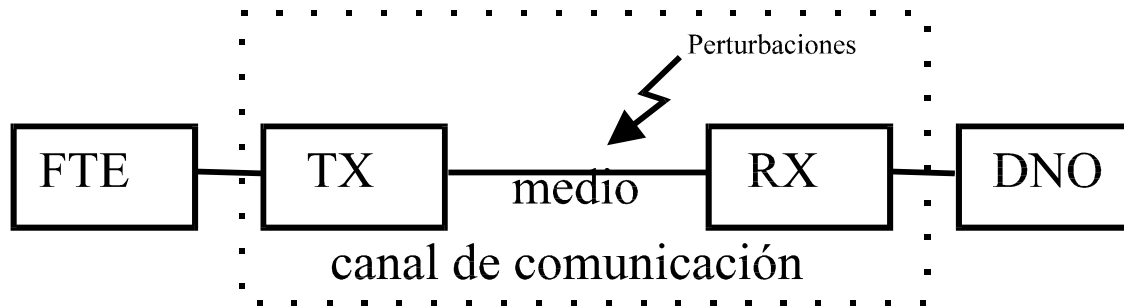
## U Normalización

- Europa
  - » CCITT (Comité Consultivo Internacional de Teléfonos y Telégrafos)
  - » ECMA (Asociación de Fabricantes Europeos de Ordenadores)
- América
  - » ANSI (American National Standards Institute)
  - » EIA (Electronics Industries Association)
  - » ISO (International Standards Organization)

# Ejemplo de comunicación



# Concepto de comunicación



- ⊃ **Comunicación** = transvase de información entre dos o más entes a través de un medio físico, mediante signos entendibles por todas las partes y siguiendo unos procedimientos establecidos por todas las partes
- ⊃ Información
  - Analógica -> continua en el tiempo y continua en amplitud
  - Digital -> discreta en el tiempo y discreta en amplitud
  - Cantidad de información de un mensaje -> inversamente proporcional a su probabilidad.
- ⊃ Medios de transmisión
  - Ópticos
  - Radioeléctricos: señales de radio y cables
- ⊃ Canal de comunicación = transmisor + medio + receptor

## U Parámetros de la comunicación

- Atenuación =  $10 \log \frac{P_E}{P_S} (dB)$
- Distorsión = efecto por el cual el medio se comporta de forma no lineal
- Perturbaciones = señales ajenas al sistema:
  - » Ruido
  - » Interferencias
- Calidad del canal -> se mide como tasa de error o relación S/R
- Capacidad del canal = velocidad máxima de transmisión

## U Protocolos de transmisión

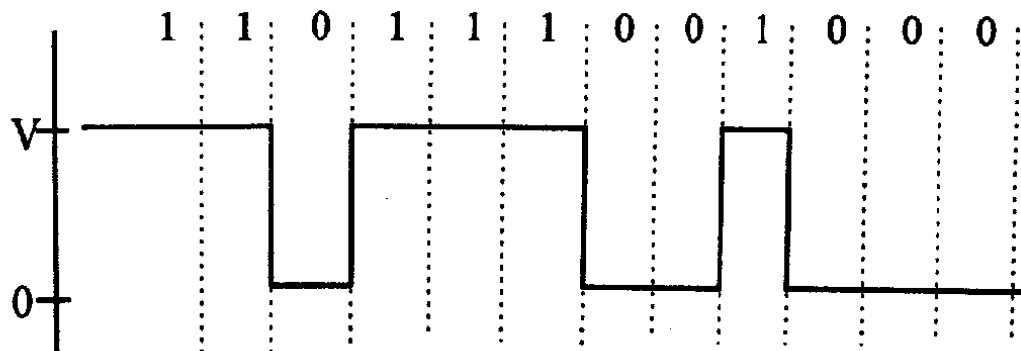
- Protocolo = conjunto de reglas que hacen posible la comunicación
- El protocolo controla la comunicación transmitiendo información de control junto con los datos
- Funciones de un protocolo
  - » Establecimiento y fin de la comunicación
  - » Sincronización de la comunicación
  - » Control de flujo
  - » Detección y recuperación de errores

## u Agrupamiento de la información

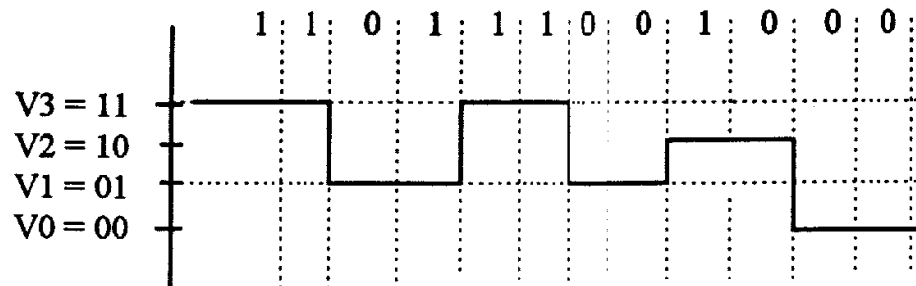
- Caracter = grupo de 8 bits -> códigos EBCDIC, ASCII, etc.
- Bloque, trama o paquete = conjunto de caracteres
- Mensaje = conjunto de tramas

## u Representación eléctrica de los datos

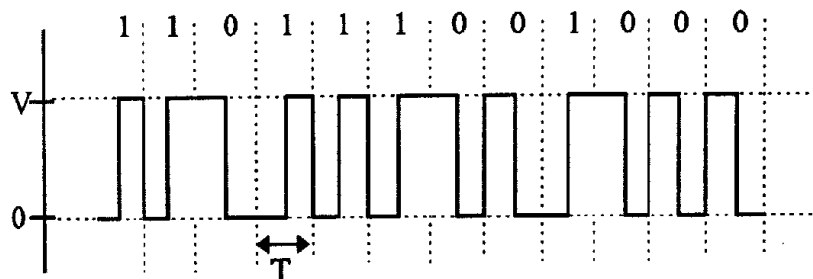
**Señal Bivalente:** Las informaciones utilizadas en teleinformática están representadas como sucesiones de elementos binarios. La forma más lógica de representación eléctrica, una sucesión de bits 0 y/o 1 consiste en hacer corresponder a los estados 0 y 1 dos valores de tensión continua, por ejemplo 0 y V voltios respectivamente.



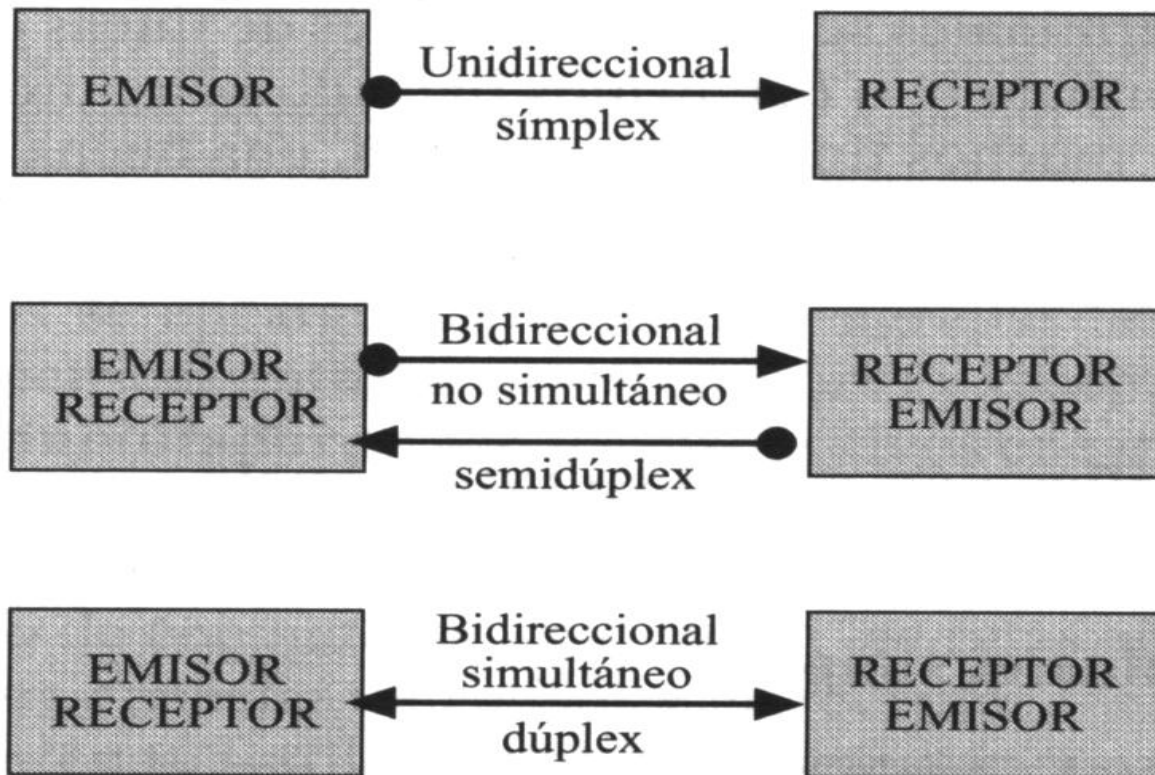
**Señal Multivalente:** Otra forma de representar la misma sucesión de elemento binarios consiste en representar grupos de  $x$  bits por  $2^x$  valores distintos de tensiones continuas. Así, por ejemplo, si se agrupan los bits a transmitir 2 a 2 ( $x = 2$ ), la información se representará por una señal eléctrica que puede tomar 4 valores de tensión:



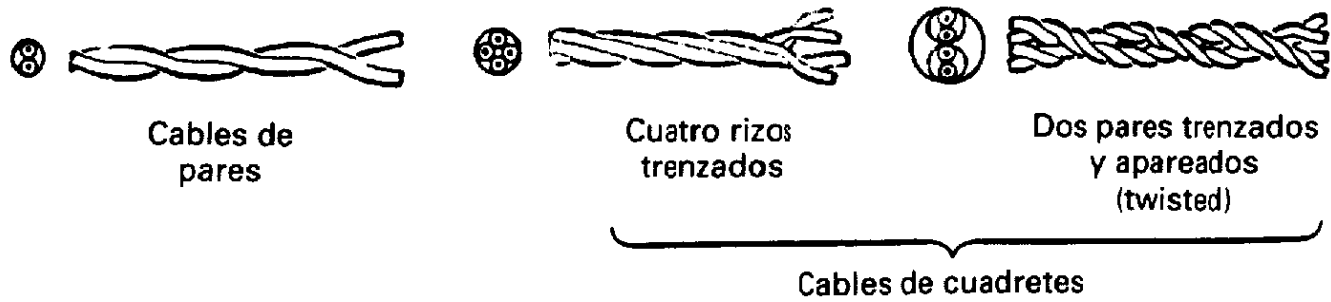
**Señal Bifásica ( o de Manchester):** Hay ocasiones en las que es útil representar eléctricamente la sucesión de elementos binarios de manera que se produzca un gran número de transiciones (cambios de niveles eléctricos). Esto facilitaría enormemente la sincronización de las estaciones transmisora y receptora. En la siguiente figura la serie de bits a transmitir se representan por una señal bifásica. Si  $T$  es la duración de transmisión de cada bit, un 0 se representa por una tensión  $V$  durante  $T/2$  seguido por una tensión nula durante  $T/2$ . Un 1 se representa por una tensión nula durante  $T/2$  seguido por una tensión  $V$  durante  $T/2$ .



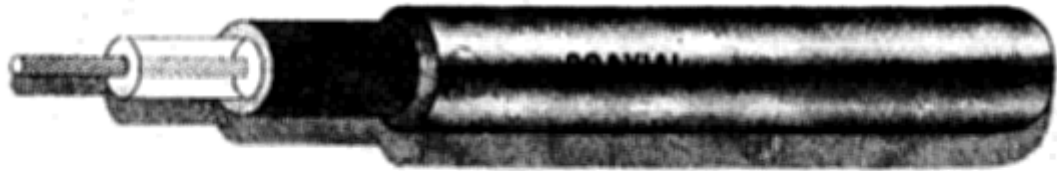
# Modos de diálogo



# Medios de transmisión

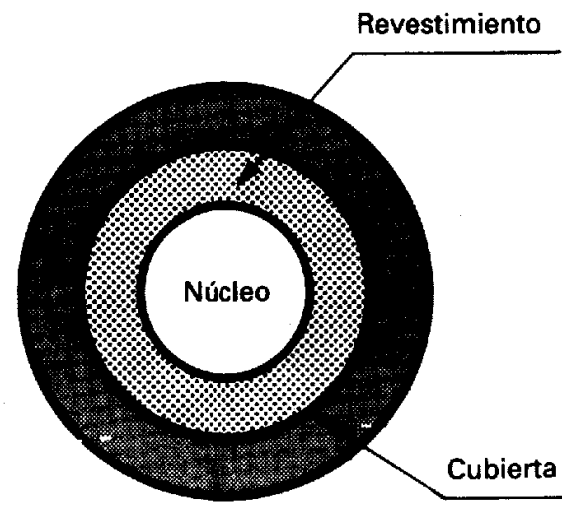
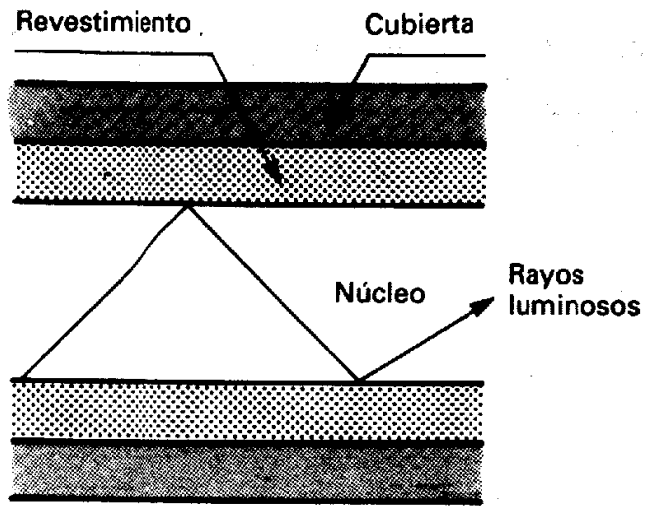


## Cable coaxial

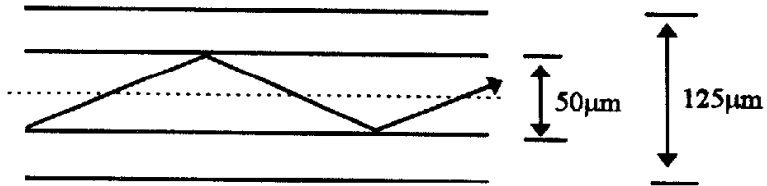




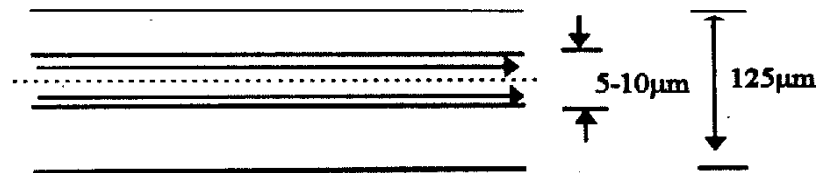
# Fibra óptica

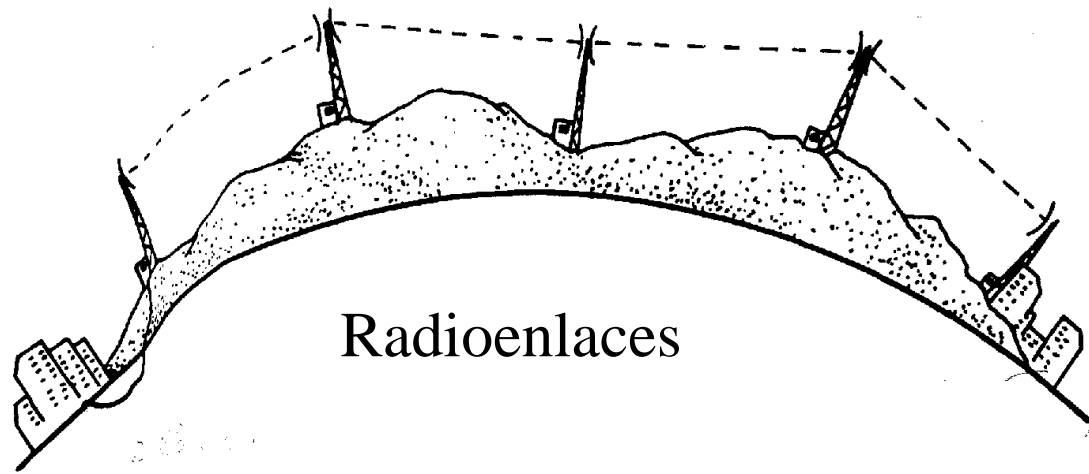


## Fibra multimodo



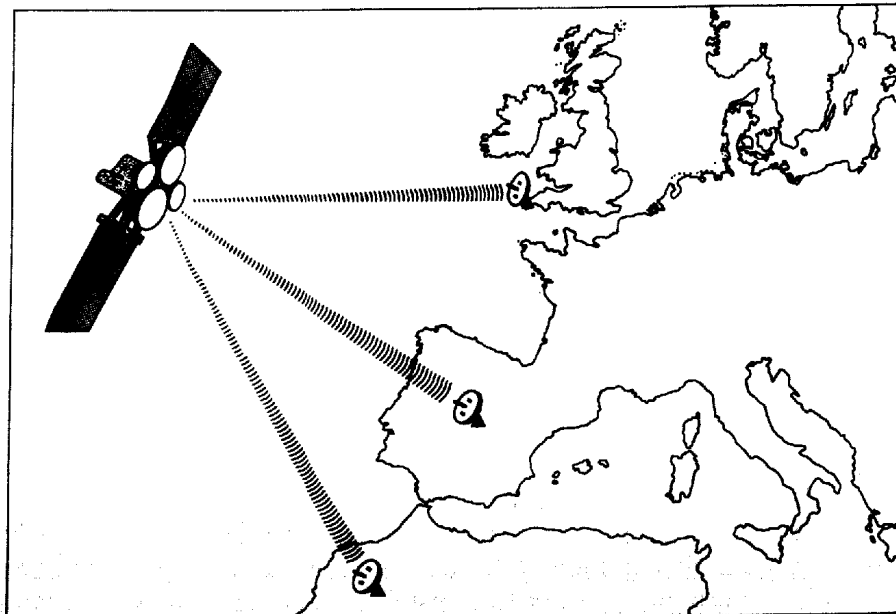
## Fibra monomodo





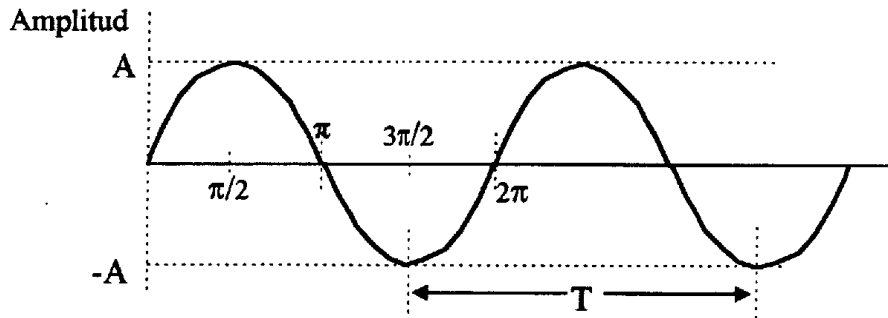
Radioenlaces

Satélite



# u Ancho de banda y capacidad de un canal

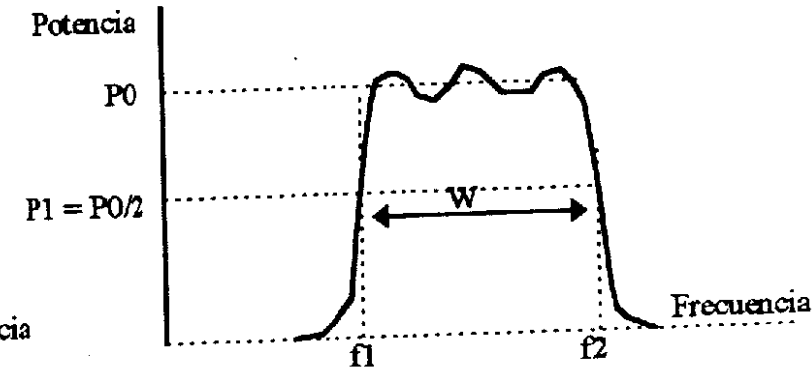
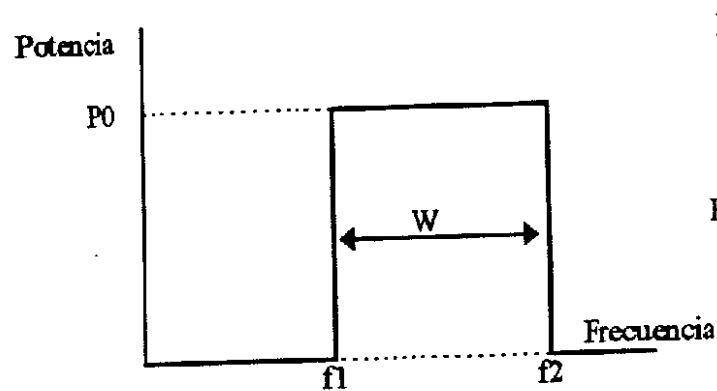
## Señal sinusoidal pura



## Representación frecuencial de una señal compuesta

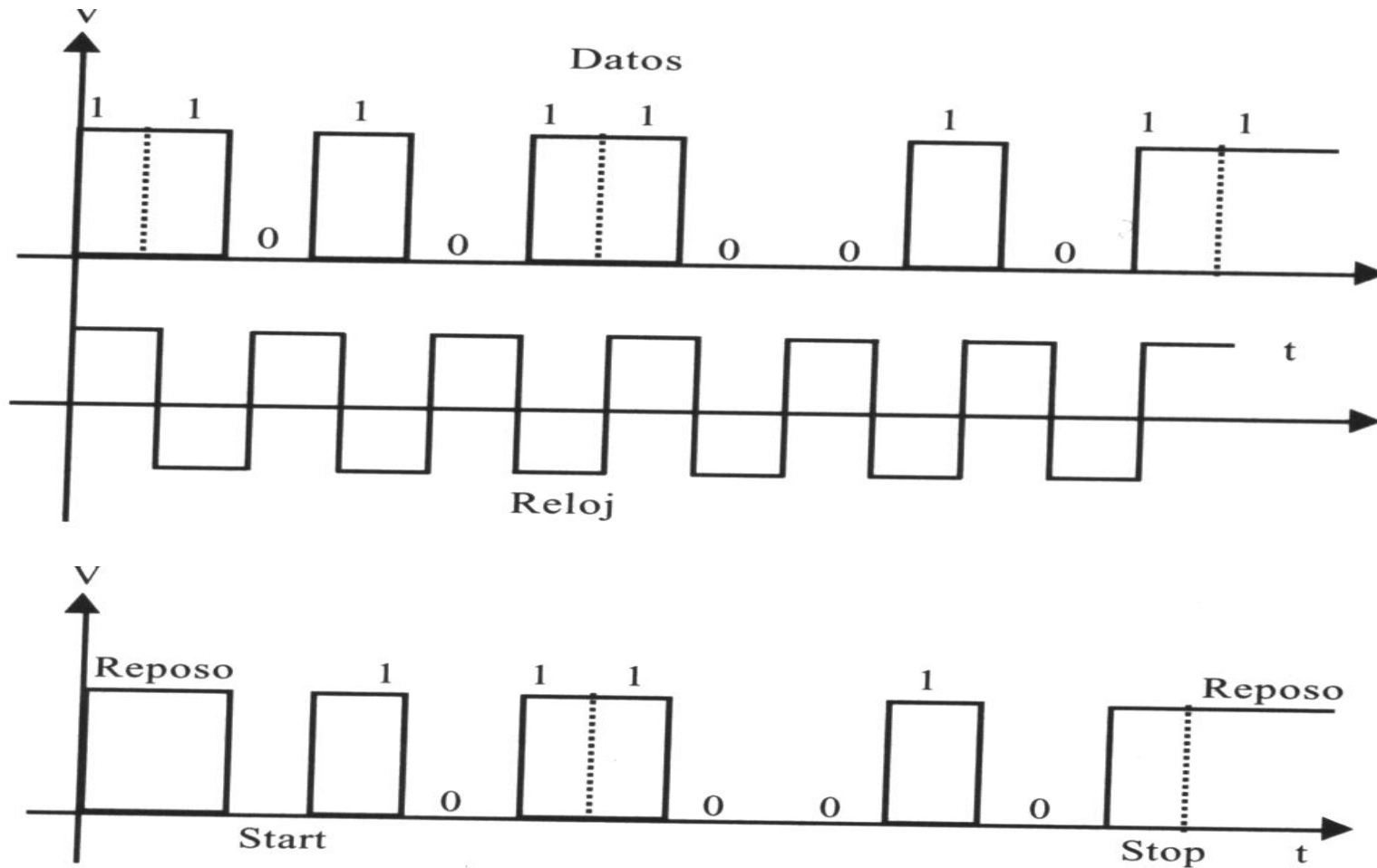


## Función de transferencia de un sistema ideal



## Función de transferencia de un sistema real

# Comunicación síncrona y asíncrona



# Transmisión serie y paralelo

## ∪ Transmisión serie

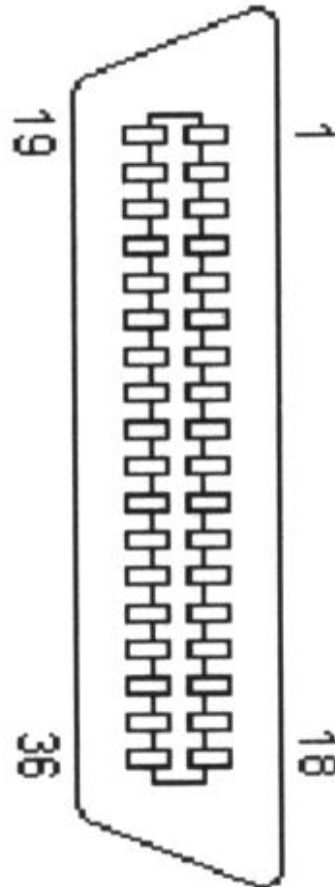
- Bit a bit
- Menos hilos
- Mayor complejidad: necesidad de un protocolo
- Transmisión a larga distancia

## ∪ Transmisión paralelo

- Varios bits a la vez
- Mayor número de hilos
- Más simple, sin protocolo o protocolo más sencillo
- Transmisión a corta distancia
-

# CONECTOR CENTRONICS

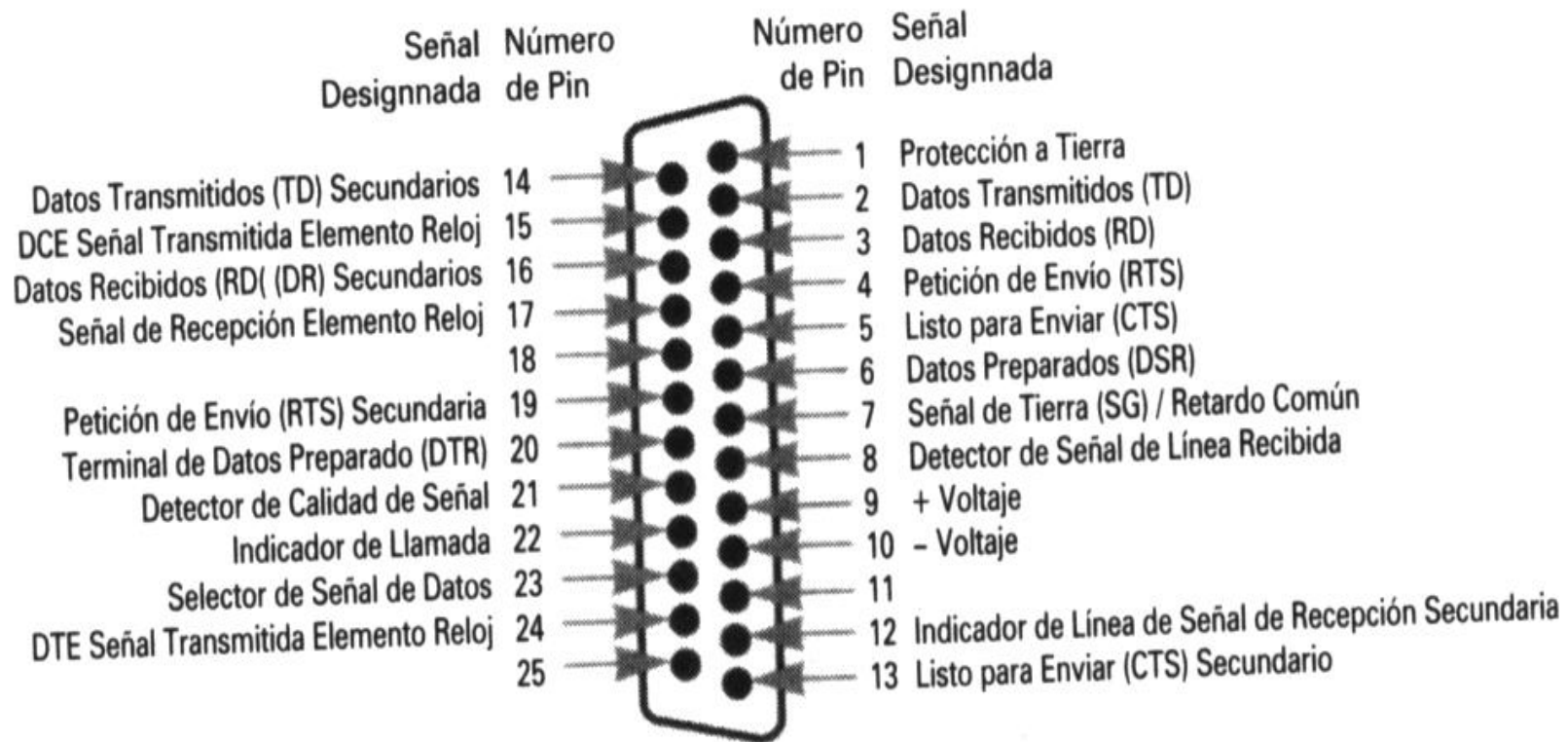
- 19 (R) DATA STROBE
- 20 (R) DATA BIT 1
- 21 (R) DATA BIT 2
- 22 (R) DATA BIT 3
- 23 (R) DATA BIT 4
- 24 (R) DATA BIT 5
- 25 (R) DATA BIT 6
- 26 (R) DATA BIT 7
- 27 (R) DATA BIT 8
- 28 (R) ACKNOWLEDGE
- 29 (R) BUSY
- 30 (R) INIT PRINTER
- 31 INIT PRINTER
- 32 ERROR
- 33 SIN DEFINIR (GND)
- 34 SIN DEFINIR
- 35 SIN DEFINIR
- 36 SIN DEFINIR



- 1 DATA STROBE
- 2 DATA BIT 1
- 3 DATA BIT 2
- 4 DATA BIT 3
- 5 DATA BIT 4
- 6 DATA BIT 5
- 7 DATA BIT 6
- 8 DATA BIT 7
- 9 DATA BIT 8
- 10 ACKNOWLEDGE
- 11 BUSY
- 12 PAPER END
- 13 SELECT
- 14 AUTO FEED
- 15 SIN ASIGNAR
- 16 LOGIC GND
- 17 CHASSIS GND
- 18 + 5v

*(R) Retorno de la Señal*

## RS-232 Interface (macho\*)



# Códigos

- Código = representación de un alfabeto (conjunto de símbolos)
- Códigos históricos:
  - Morse (telégrafo)
  - Baudot (teletipo) -> 5 bits + bit inicio + bit paada
- Códigos modernos
  - EBCDIC (8 bits) -> entornos IBM
  - ASCII (7 bits) -> normalizado ANSI e ISO



# Códigos correctores de error

Añaden información redundante

Permiten detectar y corregir errores

## Fundamento

Distancia de Hamming = nº de bits que cambian entre dos combinaciones

Distancia de Hamming de un código = distancia mínima

Un error de  $n$  bits es

    Detectable por un código con distancia  $n$

    Corregible por un código de distancia  $2n + 1$

- Códigos m sobre n
  - Son códigos de m bits
  - Sólo son válidas las combinaciones que tienen n bits a 1
  - Distancia de Hamming = 2
- Control de paridad
  - Se añade un bit de paridad
  - Distancia de Hamming = 2
  - Paridad horizontal = para cada dato transmitido
  - Paridad vertical = para todos los bits de una secuencia de datos (columnas)
  - Paridad cruzada = combinación de las dos -> distancia de Hamming = 4

# Códigos cíclicos (CRC)

Detectan ráfagas de errores

Tratamiento de las series de bits como polinomios

Utilizan un polinomio generador para la comprobación de errores

Proceso:

- Se añaden al dato a transmitir tantos ceros a la derecha como el orden del polinomio generador
- Se divide el polinomio resultante por el polinomio generador y se obtiene el resto
- El resto se suma al dato a transmitir expandido con los ceros

El receptor divide el dato que le llega por el polinomio generador,

- Si el resto es 0 no hay error
- Si el resto no es 0 hay errores

# Polinomios cíclicos más usados

- CRC-12 =  $x^{12} + x^{11} + x^3 + x^2 + x + 1$
- CRC-16 =  $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$
- CRC-CCITT =  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$
- Características de los CRC16
  - Detecta 100% errores simples, y dobles
  - Detecta 100% errores en un número impar de bits
  - Detecta 100% de los paquetes con errores de longitud menor que 18 y 99'998% de los mayores

# Protocolos de comunicación

- Protocolo = conjunto de reglas que hacen posible la comunicación
- Funciones de un protocolo
  - Establecimiento y fin de la comunicación
  - Sincronización de la comunicación, a nivel de tramas, de palabras y de bits
  - Control de flujo
  - Detección y corrección de errores

# Clasificación de los protocolos

- Según el control sobre el medio
  - Balanceados o simétricos:
    - los dos extremos trabajan igual.
    - Cada uno puede tomar la iniciativa de la comunicación
  - No balanceados a asimétricos
    - Una estación primaria (maestra) y las demás secundarias (esclavas)
    - La estación primaria emite y/o da turnos de palabra para emitir
    - La estación secundaria recibe o espera su turno para emitir
  - Híbridos

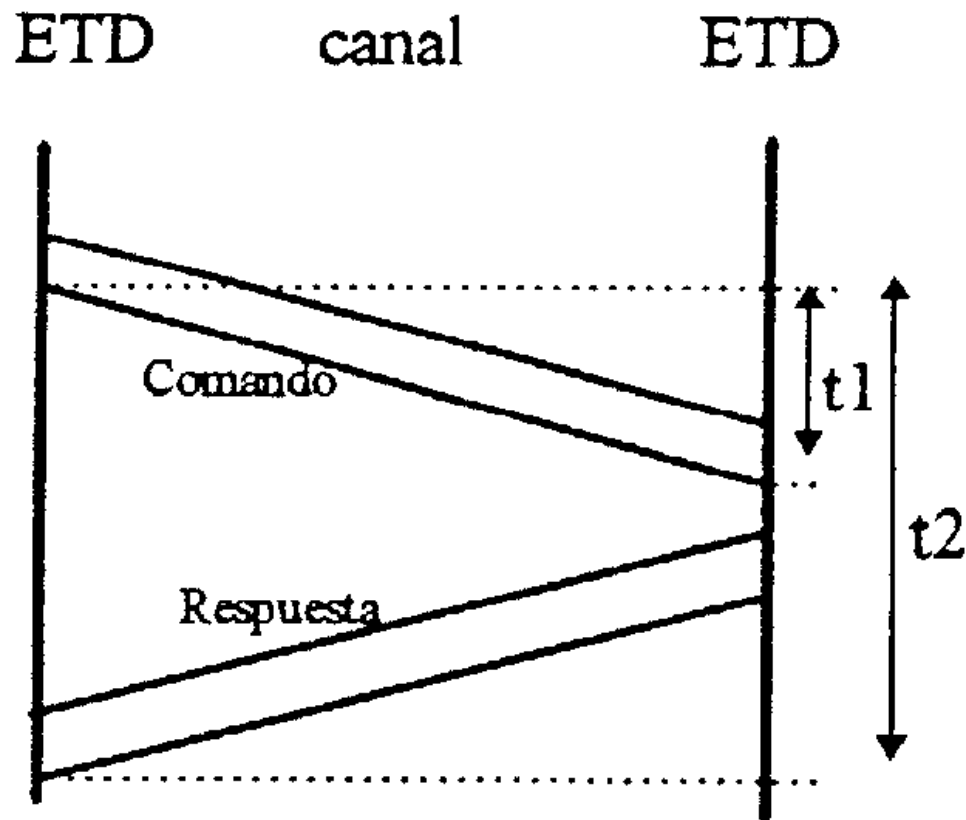
- Según utilicen o no sondeo
  - Protocolos de sondeo-selección
    - Sondeo = la estación primaria pide información a la secundaria
    - Selección = la estación primaria envía información a la estación secundaria
    - El proceso se controla con señales:
      - Sondeo = petición de información
      - Selección = aviso de envío de información
      - ACK = validación
      - NAK = no validación
      - EOT = fin de transmisión
  - Protocolos sin sondeo: no realizan sondeo
    - Control de flujo hardware: RTS/CTS
    - Control de flujo software: XON/XOFF
    -

- Según utilicen o no prioridades
  - Sistemas sin prioridad
    - MUX-MDT (Multiplex por división en el tiempo)
      - El canal se divide en intervalos de tiempo
      - Se asigna un intervalo a cada estación
    - CSMA/CD (acceso múltiple por detección de portadora y detección de colisiones)
      - Todas las estaciones pueden utilizar el canal cuando está libre
      - Una estación escucha a ver si el canal está libre, y si está libre transmite
      - Si dos estaciones empiezan a emitir a la vez se produce una colisión. Cada estación corta el envío y espera un tiempo aleatorio antes de empezar a enviar de nuevo
      - El rendimiento se degrada en sistemas con mucho tráfico por el aumento de las colisiones
    - Paso de testigo
      - Se transmite por la red un testigo
      - Sólo la estación que tiene el testigo puede transmitir



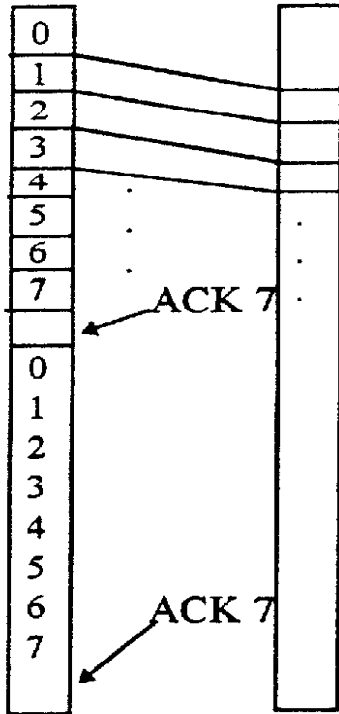
- Sistemas con prioridad
  - CSMA/CD con prioridad
    - El tiempo de espera después de una colisión no es aleatorio sino que se fija para cada estación, menor cuanto mayor sea la prioridad de la estación
  - Paso de testigo con prioridad
    - El paso del testigo no se hace por turnos, sino que se puede reservar por las estaciones según su prioridad
- Protocolos de ventana deslizante
  - En protocolos normales el canal permanece sin utilizar mientras se espera la validación del receptor
  - Los protocolos de ventana deslizante permiten enviar varias tramas sin esperar validación y validarlas luego todas a la vez
  - Llevan un contador de tramas transmitidas

# Desperdicio de tiempo de canal en protocolos de parada y espera

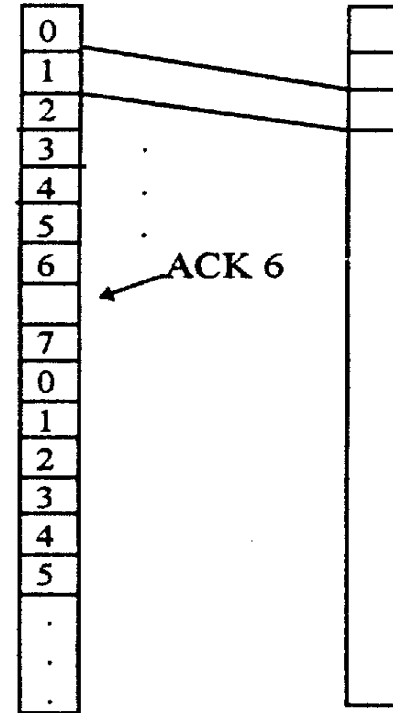


# Protocolos con ventana deslizante

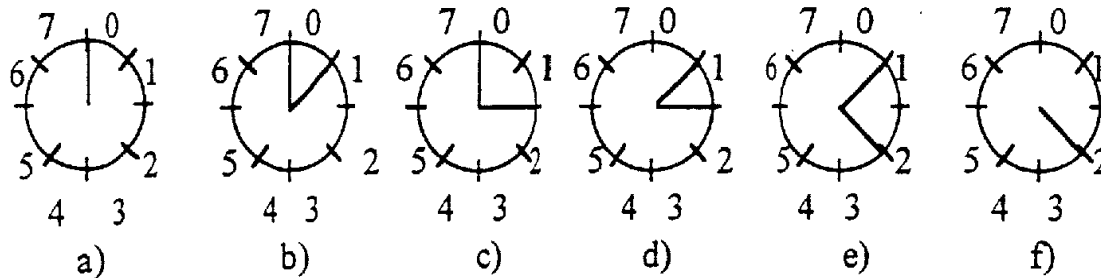
EMISOR RECEPTOR



EMISOR RECEPTOR



E



# Protocolo XMODEM

- Protocolo para transferencia de archivos entre PC's a través del módem
- Protocolo de parada y espera, serie, asíncrono
- Tramas de longitud fija:

- SOH -	No	C1 no	DATOS	Checksum
---------------	----	----------	-------	----------

- SOH = cabecera (carácter 1 ASCII)
- no (1byte)= número de secuencia del paquete
- C1 no (1byte)= n° secuencia en complemento a 1
- DATOS (128 bytes)
- Checsum (1 byte) = suma de todos los bytes de datos

- Inicio de la transmisión -> receptor envía ACK indicando que está preparado para recibir
- Transmisión:
  - El emisor envía un dato
  - Si el receptor lo recibe bien envía ACK
  - Si hay error de secuencia en vía CAN -> corta la transmisión
  - Si hay otro error envía NACK -> el emisor reenvía la trama
- Fin de la transmisión -> el emisor envía EOT

# Protocolo kermit

- Protocolo para transferencia de archivos entre ordenadores (no PCs) a través del módem
- Protocolo de parada y espera, serie, asíncrono
- Tramas de longitud variable:

-	Mark	Long	no	Tipo	DATOS	Check	-
---	------	------	----	------	-------	-------	---

- mark (1 byte) = cabecera (secuencia irrepetible)
- long (1 byte) = longitud de la trama
- no (1byte)= número de secuencia de la trama
- tipo = tipo de trama
- DATOS (longitud variable)
- Check (1,2,3 byte) = puede ser check o CRC

- Permite la transferencia de archivos entre diferentes sistemas
- Sólo presupone que los sistemas son capaces de enviar caracteres imprimibles (20h-7Fh ASCII)
- Los "códigos de control" son tramas en vez de caracteres
- Tramas de longitud variable
- El protocolo incluye el nombre del fichero
- Permite negociar parámetros de la comunicación
- Permite versiones de ventana deslizante (nº de secuencia en tramas ACK y NACK)
- Permite transferir múltiples ficheros

# Protocolo BSC

- Protocolo orientado a caracter, síncrono, punto a punto o multipunto
- Utilizado en entornos IBM
- Permite el empleo de ASCII, EBCDIC, SBC o modo transparente (cualquier combinación binaria)
- Protección contra errores: paridad, CRC-12, CRC-16



# Protocolo HDLC

- Protocolo orientado a bit, síncrono, punto a punto o multipunto, de ventana deslizante.
- Estandar ISO.
- Permite explotación duplex del enlace.
- Permite la transmisión de cualquier tipo de datos.
- Permite enlaces equilibrados y no equilibrados.
- Trama:

- Trama



- Bandera = 01111110
- Dirección (8bits) = identifica estación (multipunto)
- Control (8bits) = tipo de trama, etc
- DATOS = cualquier número de bits
- FCS (16 bits) = control de errores