

T.D. por canales digitales: codificación

- ☒ Transmisión en banda base
 - ❖ Transmisión de señales digitales por canales digitales
 - ❖ No se realiza modulación
 - ❖ Sólo procesos de codificación de la señal digital
 - ❖ ETCD es un CODEC
- ☒ Codificación
 - ❖ Consiste en que el tren de datos que envía el ETD emisor se transforma en otro tren de datos atendiendo a diversos criterios de transmisión, como son
 - ◆ Distribución espectral de frecuencias, componente de continua (DC), influencia de ruidos, detección de errores, sincronismo, coste, complejidad, etc.
- ☒ Función del CODEC
 - ❖ Recibir un tren de pulsos con una determinada información y enviar otro con la misma información pero con un aspecto diferente con objeto de mejorar la transmisión

T.D. por canales digitales: codificación

- ☒ Criterios para evaluar y comparar distintas técnicas de codificación
 - ❖ Distribución espectral de frecuencias
 - ◆ No contener componentes de alta frecuencia
 - Canales con menor Ancho de banda para la transmisión
 - ◆ No contener componente de continua(DC)
 - La componente DC no contiene información y consume potencia
 - Si tiene componente DC se necesita una conexión física directa para su transmisión
 - Sin componente DC se puede transmitir mediante transformadores acoplados utilizados para
 - aislamiento externo para reducción de interferencias
 - acoplamiento entre líneas
 - conversión de valores de distinto voltaje
 - ◆ Distorsión de la señal e interferencias
 - La potencia (energía) de la señal se debe concentrar en el centro de su ancho de banda para tener menor distorsión de la señal recibida
- ☒ Inmunidad al ruido e interferencias
 - ❖ Mayor inmunidad al ruido e interferencias implica mayor velocidad de transmisión

T.D. por canales digitales (criterios para la codificación)

- ☒ Sincronización entre emisor y receptor
 - ❖ Determinación del principio y duración de cada bit
 - ❖ Dificultad de sincronización
 - ❖ Dos técnicas
 - ◆ Transmitir una señal de reloj en un canal separado (costoso)
 - ◆ Sincronizar con la señal transmitida
 - La señal debe tener suficiente potencia en la frecuencia de señalización para extraer la señal de reloj
 - En largas secuencias de "1" o "0" la línea permanece constante durante largos períodos de tiempo. No se detectan las transiciones de voltaje correspondientes a cada pulso
 - La señal debe contener una componente periódica en la secuencia de símbolos que recibe
- ☒ Interferencia entre símbolos
 - ❖ Superposición total o parcial de un pulso (símbolo) y el siguiente produciendo errores en la recuperación de los datos

T.D. por canales digitales (criterios para la codificación)

- ☒ Detección de errores
 - ❖ Disponer de capacidad de detección de errores en el nivel físico, aparte del de enlace, para detectarlos mas rápidamente
- ☒ Inversión de datos
 - ❖ Durante la transmisión se invierten los niveles de voltaje (+V --> -V y -V --> +V) debido a :
 - ◆ Emplear técnicas de modulación en fase
 - Retardo de un semiperiodo, desplazamiento en fase de 180°, inversión de datos
 - ◆ Disponer de dispositivos electrónicos que invierten la señal (Amplificadores operacionales)
 - Dificultad de conocer el número de etapas amplificadoras
 - Las señales se pueden transmitir por caminos con un número diferente de etapas inversoras
 - ❖ Error en la transmisión de cada bit
- ☒ Coste y complejidad

T.D. por canales digitales: codificación

☒ Clasificación de las señales en banda base

❖ Según la polaridad

- ◆ unipolares
- ◆ polares
- ◆ bipolares

❖ Según la duración del pulso

- ◆ Non return to zero NRZ
- ◆ Return to zero RZ

☒ Unipolares

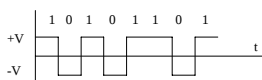
- ❖ El valor que representa a un dígito binario ("1" ó "0") tiene siempre la misma polaridad (positiva o negativa)
- ❖ El otro dígito toma el valor cero



T.D. por canales digitales (Clasificación de señales)

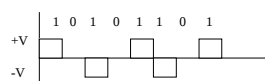
☒ Señal polar

- ❖ Un dígito binario con una determinada polaridad
- ❖ El otro dígito con polaridad inversa



☒ Señal bipolar

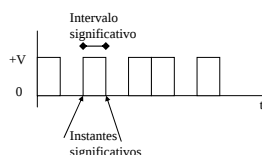
- ❖ Un dígito binario toma valores de polaridad alternos
- ❖ El otro toma valor cero



T.D. por canales digitales (Clasificación de señales)

☒ Conceptos

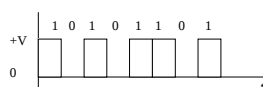
- ❖ Intervalo significativo
 - ◆ Intervalo de tiempo mínimo entre dos instantes significativos en la línea
- ❖ Instante significativo
 - ◆ Instantes donde la línea cambia de estado significativo
- ❖ Estado significativo
 - ◆ Valor de la amplitud de la señal que se transmite por la línea
 - Señal unipolar y polar 2 estados significativos
 - Señal bipolar 3 estados significativos



T.D. por canales digitales (Clasificación de señales)

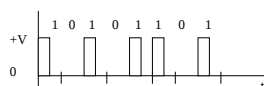
☒ NRZ

- ❖ Bits representados por pulsos que ocupan la totalidad del intervalo significativo



☒ RZ

- ❖ Bits se representados por pulsos que ocupan parte del intervalo significativo

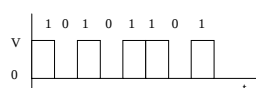


T.D. por canales digitales: codificación

☒ Códigos utilizados en banda base

❖ Señal unipolar NRZ

- ◆ Funciona bien en trayectos cortos y protegidos como en el interior de un computador
- ◆ No es adecuado en larga distancia porque
 - Tiene componente de continua
 - Insuficiente número de transiciones para recuperar el sincronismo
 - No permite la detección de errores
 - No es inmune al ruido
- ◆ Ventajas: bajo coste y complejidad



T.D. por canales digitales (Códigos)

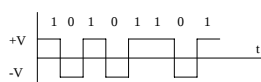
☒ Código polar NRZ

❖ Ventajas

- ◆ Más inmune al ruido e interferencias externas
 - Se diferencia mejor entre niveles que en el caso unipolar NRZ porque sólo hay que distinguir si el voltaje es positivo o negativo y no su valor
- ◆ Se evita algo la interferencia entre símbolos
- ◆ Disminución de la componente de continua
 - Depende del número de ceros y de unos
 - Se reduce la potencia necesaria para transmitir la señal

❖ Inconvenientes

- ◆ No soluciona el problema del sincronismo
- ◆ No detección de errores



T.D. por canales digitales (Códigos)

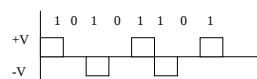
⊗ Código Bipolar NRZ o código AMI (Alternative Mark Inversion)

❖ Ventajas

- ◆ Componente de continua despreciable
 - No depende del número de ceros y de unos, ya que un uno se cancela con el siguiente
 - Su potencia (energía) a frecuencia cero es nula
- ◆ Mejora el sincronismo para los unos
 - Se alterna la polaridad en los unos lo que permite distinguir entre un uno y el anterior
- ◆ Detección de errores a nivel físico
 - Si se reciben dos pulsos seguidos de la misma polaridad entonces es que hay un pulso extra o se ha perdido un pulso
- ◆ Inversión de datos
 - Si se invierte la polaridad de la señal la información no se modifica

❖ Inconvenientes

- ◆ Sincronismo para los ceros



T.D. por canales digitales (Códigos)

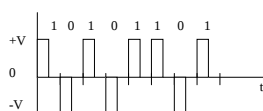
⊗ Código Polar RZ

❖ Ventajas

- ◆ Mejora el sincronismo para las cadenas de 0 y para las de unos
 - Siempre se produce una transición en cada bit
 - El receptor puede extraer el reloj de recepción de la cadena de pulsos que le llega
- ◆ Disminución de la componente de continua
 - Por ser polar disminuye y depende del número de ceros y de unos
 - Por ser RZ se necesita menor potencia (energía) para transmitir la señal
- ◆ Más inmune al ruido e interferencias externas
 - Por ser polar

❖ Inconvenientes

- ◆ Mayor ancho de banda
 - Como a mitad del intervalo significativo vuelve a cero, el ancho de los pulsos es menor



T.D. por canales digitales (Códigos)

⊗ Código Bipolar RZ

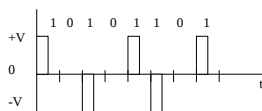
❖ Versión RZ del AMI

❖ Ventajas

- ◆ Disminuye la potencia (energía) necesaria para transmitir la señal

❖ Inconvenientes

- ◆ Sincronismo
 - No aporta nada en la recuperación del reloj de recepción
- ◆ Mayor ancho de banda
 - Pulsos más estrechos y relación inversa entre ancho de pulsos y ancho de banda



T.D. por canales digitales (Códigos)

⊗ Códigos diferenciales

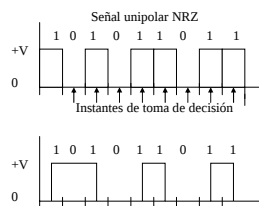
❖ Procedimiento de codificación

- ◆ Se codifica la información con el código unipolar NRZ
- ◆ En el instante en que se detecte
 - un uno se produce una transición o cambio de estado
 - un cero no produce transición

❖ Ventajas

- ◆ Inmunidad frente a la inversión de datos
 - La información no varía si la señal transmitida sufre una inversión de polaridad
 - La información está codificada en las transiciones (valor relativo frente al pulso precedente) y no en valores absolutos
- ◆ Más inmune al ruido
 - Para decidir si es un cero o un uno se compara con el pulso anterior en lugar de con un valor umbral

❖ Puede variar la señal codificada de partida y el instante en que se produce la transición



T.D. por canales digitales (Códigos)

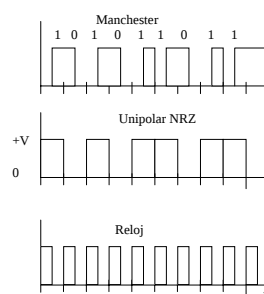
⊗ Código Manchester

❖ Procedimiento de codificación

- ◆ “1” transición positiva a mitad del intervalo significativo
- ◆ “0” transición negativa a mitad del intervalo significativo
- ◆ Implementación mediante puertas lógica XOR (entradas: información y reloj)

❖ Ventajas

- ◆ Sincronismo
 - La señal codificada lleva incluida la señal de reloj que el receptor puede extraer para sincronizarse con el emisor
- ◆ Disminución de componente DC
 - Señal de información codificada mediante un código polar
- ◆ Inmunidad frente al ruido
 - Se utilizan transiciones para detectar la señal en lugar de niveles absolutos



T.D. por canales digitales (Códigos)

❖ Inconvenientes

- ◆ Aumento del ancho de Banda

❖ Aplicación

- ◆ En redes de área local (Ethernet)

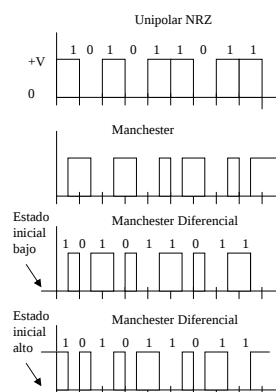
⊗ Código Manchester diferencial

❖ Procedimiento de codificación

- ◆ Siempre transición en la mitad del intervalo
- ◆ “0” transición al inicio del intervalo
- ◆ “1” sin transición al inicio del intervalo

❖ Ventajas

- ◆ Las derivadas de la codificación diferencial



T.D. por canales digitales (Códigos)

☒ Códigos normalizados por CCITT para transmisión por redes digitales

❖ de bit

- ◆ HDB-3
- ◆ BnZS
- ◆ CMI

❖ de bloque

- ◆ 4B3T (general nBmT)
- ◆ 3B4B (general mB(m+1)B)

☒ Código HDB-3 (High Density Binary - Binario de Alta densidad)

❖ Basado en el código AMI

- ◆ Ventaja: DC $\rightarrow$ 0, inmune a inversión de datos, buen sincronismo en "1"
- ◆ Inconveniente: recuperación del reloj en largas cadenas de "0"

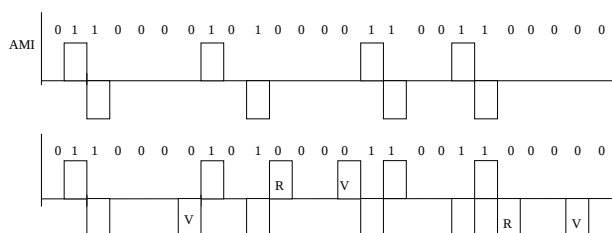
❖ Características

- ◆ Para limitar las largas cadenas de "0", el código HDB-3 efectúa "violaciones" a la polaridad
- ◆ Permite un máximo de 3 bits "0" consecutivos, introduciendo como cuarto bit un "1" denominado "bit de violación"

T.D. por canales digitales (Códigos)

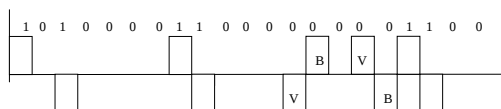
❖ Procedimiento de codificación HDB-3

- ◆ El cuarto "0" de una cadena de "0 s" se convierte en un bit de violación V
 - El primer bit de violación tiene la misma polaridad que el "1" anterior
 - Los sucesivos bits de violación tienen polaridad opuesta
- ◆ El siguiente "1" después de un bit de violación tiene polaridad opuesta al de violación
- ◆ Si al introducir un pulso "V" no hay violación bipolar, como es el caso de un número par de "1" entre sucesivos bits "V", hay que introducir un pulso adicional "R" (relleno) en la localización del primer "0", cuya polaridad debe coincidir con el bit "V" siguiente



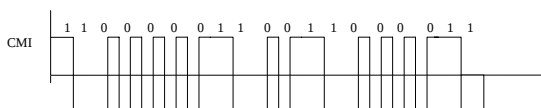
T.D. por canales digitales (Códigos)

- ❖ Procedimiento de decodificación HDB-3
 - ◆ Reemplazar cada pulso de violación “V” y los tres pulsos previos por a éste por “0s”
- ❖ Aplicación
 - ◆ Transmisión en redes digitales con medio de transmisión cables de cobre hasta velocidades de 34Mbps
- ☒ Código BnZS (Bipolar con n ceros sustituidos)
 - ❖ B4ZS coincide con el HDB-3
 - ❖ B8ZS
 - ◆ Bipolar 8 ceros sustituidos por 000VB0VB donde
 - B polaridad opuesta, transición normal
 - V violación, misma polaridad que el precedente



T.D. por canales digitales (Códigos)

- ☒ Código CMI (Coded Mark Inversion - Inversión Codificada de Marca)
 - ❖ Modificación del AMI para evitar largas cadenas de ceros
 - ❖ Preferible al HDB-3
 - ◆ cuando la velocidad de señalización es alta
 - ◆ Codec más simples
 - ❖ Procedimiento de codificación
 - ◆ “1” polaridad alterna como en AMI
 - ◆ “0” medio periodo con voltaje negativo y el otro con voltaje positivo
 - ❖ Ventajas
 - ◆ Sincronismo - una transición en cada bit
 - ◆ Componente DC nula



T.D. por canales digitales (Códigos)

☒ Códigos de bloque

- ❖ Trabajan con bloques de bit
 - ◆ Dividen los datos de entrada serie en bloques de un número determinado de bits
 - ◆ Codifican los diferentes bloques
 - ◆ Envían a la línea los bits de forma serie
- ❖ Circuitos de decodificación más complejos
- ❖ Aumenta la distancia entre repetidores
- ❖ Sistemas de transmisión de datos a larga distancia

T.D. por canales digitales (Códigos)

☒ Código 4B-3T (4 binario a 3 ternario)

- ❖ Para transmitir a 140 Mbps sobre cable coaxial o para trenzado en circuitos de acceso a ISDN
- ❖ Procedimiento de codificación
 - ◆ Tablas adjuntas
- ❖ Disminución del ancho de banda en un 25 %

Señal binaria	Código ternario
0000	0 -V +V
0001	-V +V 0
0010	-V 0 +V
0011	0 +V -V
0100	+V -V 0
0101	+V 0 -V
0110	+V -V +V
0111	0 +V +V
1000	0 +V 0
1001	0 0 +V
1010	-V +V +V
1011	+V 0 0
1100	+V 0 +V
1101	+V +V 0
1110	+V +V -V
1111	+V +V +V

Señal binaria	Negativo	Cero	Positivo
0001		0 -V +V	
0111		-V 0 +V	
0100		-V +V 0	
0010		+V -V 0	
1011		+V 0 -V	
1110		0 +V -V	
1001	-V -V -V		+V -V +V
0011	-V -V 0		0 0 +V
1101	-V 0 -V		0 +V 0
1000	0 -V -V		+V 0 0
0110	-V -V +V		-V +V +V
1010	+V -V -V		+V +V -V
1111	0 0 -V		+V +V 0
0000	0 -V 0		+V 0 +V
0101	-V 0 0		0 +V +V
1100	-V +V -V		+V +V +V

T.D. por canales digitales (Códigos)

☒ Código 3B4B

❖ Características

- ♦ voltaje medio tiende a 0
- ♦ suficiente número de transiciones para mantener el sincronismo

❖ Tabla de codificación

- ♦ Palabras balanceadas: de la 000 a 110
- ♦ Palabras no balanceadas: resto

❖ Codificador mantiene una suma que le permite elegir entre una opción u otra para que la suma total tienda a 0

- ♦ 001 000 100 110 111 011
- ♦ (-V-V+V+V) (-V-V+V-V) (+V-V-V+V) (+V+V-V-V) (+V-V+V+V) (-V+V+V-V)

Señal binaria	Negativo	Cero	Positivo
001		-V-V+V+V	
010		-V+V-V+V	
100		+V-V-V+V	
011		-V+V+V-V	
101		+V-V+V-V	
110		+V+V-V-V	
000	-V-V+V-V		+V+V-V+V
111	-V+V-V-V		+V-V+V+V

T.D. por canales digitales (Códigos)

☒ Código nB(n+1)B

❖ Utilizados en fibra óptica

- ♦ 3B4B para baja capacidad

❖ 24B25B

- ♦ Procedimiento de codificación
 - Dividir en bloques de 24 bits
 - Añadir 1 bit de paridad (par)
- ♦ Utilizado en el sistema TAT-8 de fibra óptica transatlántico a 280Mbps

☒ Códigos normalizados por CCITT

❖ Velocidad de transmisión (sobre par trenzado o cable coaxial)

- ♦ 2 Mbps HDB-3
- ♦ 8 Mbps HDB-3
- ♦ 34 Mbps HDB-3 ó 4B3T
- ♦ 140 Mbps 4B3T ó CMI

T.D. por canales digitales (Códigos)

☒ Conclusiones

- ❖ ETCD es un codificador no un modem
- ❖ Permite grandes velocidades de transmisión de datos
- ❖ Canales especiales como LAN, RDSI ... (no RTC)
- ❖ Los canales no deben presentar desviación en frecuencia
- ❖ En grandes distancias se insertan repetidores regenerativos
 - ◆ toman valores de la señal atenuada en determinados instantes de tiempo
 - ◆ producen una señal de salida idéntica a la original
 - ◆ eliminan parte de la señal de ruido introducida durante la transmisión

Transmisión de datos en serie o en paralelo

☒ Transmisión en paralelo

- ❖ Tipo de transmisión donde los n bits que componen un byte o carácter se transmiten en un solo ciclo de n bits
- ❖ Cada bit del grupo de bits que compone un carácter se transmite por su propio cable
- ❖ Características de la transmisión
 - ◆ Gran velocidad porque en cada ciclo de reloj se transfiere un byte
 - ◆ Se utiliza en los computadores para realizar la transferencia interna de datos
 - ◆ No se utiliza en distancias grandes debido a que
 - el tiempo de llegada de cada bit varía de un cable a otro
 - se producen interferencias entre las señales que se transmiten por los distintos cables
 - aumenta el coste del sistema de transmisión porque son necesarios múltiples conductores

Transmisión de datos en serie o en paralelo

☒ Transmisión en serie

- ❖ Los bits que representan un carácter se envían uno detrás de otro sobre un único conductor (cable)
- ❖ Los bits que constituyen un carácter se transmiten en n ciclos de reloj de un solo bit cada uno
- ❖ Características
 - ◆ Modo de transmisión típico de los sistemas teleinformáticos
 - ◆ Las señales transmitidas deben convertirse de serie a paralelo y viceversa en el emisor y receptor mediante registros de desplazamiento
 - ◆ La secuencia de bits transmitidos se efectúa por orden de pesos creciente (en primer lugar el más significativo)

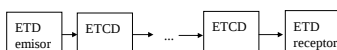
Modos de explotación de un circuito de datos

☒ Tres modos

- ❖ simplex
- ❖ semiduplex (half-duplex)
- ❖ duplex (full-duplex)

☒ Simplex

- ❖ Modo de transmisión donde un ETD actúa siempre como fuente y el otro como receptor
- ❖ Transmisión de la información en un único sentido
- ❖ Ejemplos
 - ◆ Envío de información desde una estación de radio, TV, etc. (broadcast)
 - ◆ Envío de datos desde dispositivos de medida (sensores) a un ordenador



Modos de explotación de un circuito de datos

Semiduplex

- ❖ Modo de transmisión donde un ETD A actúa en un instante como emisor y otro ETD B como receptor; en el instante siguiente el ETD B actúa como emisor y el ETD A como receptor
- ❖ Permite la transmisión en los dos sentidos pero en momentos distintos
- ❖ No hay transmisión simultánea en ambos sentidos
- ❖ Ejemplo: conversación entre radioaficionados

Duplex

- ❖ Modo de transmisión donde dos ETD's A y B actúan como emisor y receptor, transmitiendo y recibiendo de forma simultánea
- ❖ Permite la transmisión en los dos sentidos de forma simultánea e independiente
- ❖ Ejemplo: conversación telefónica

