

# **William Stallings**

# **Comunicaciones y Redes de**

# **computadoras**

# **7ma Edition**

---

## **Capítulo 5**

### **Técnicas para la codificación de señales**

# Algunos términos

---

- **Transmisión analógica:** se basa en una señal continua de frecuencia constante denominada señal portadora.
- **Modulación:** es el proceso de codificar los datos generados por la fuente en la señal portadora de frecuencia  $f_c$ .
- **Señal en banda base:** es la señal de entrada, que puede ser analógica o digital.

# Técnica de codificación

---

- Datos digitales, señales digitales
- Datos analógicos, señales digitales
- Datos digitales, señales analógicas
- Datos analógicos, señales analógicas

# Datos digitales, señales digitales

---

- Señal digital:
  - Pulsos de tensión discretos y continuos.
  - Cada pulso es un elemento de la señal.
  - Los datos binarios se transmiten codificando cada bit en los elementos de señal.
  - El caso mas sencillo, habrá una correspondencia uno a uno entre los bits y dichos elementos.

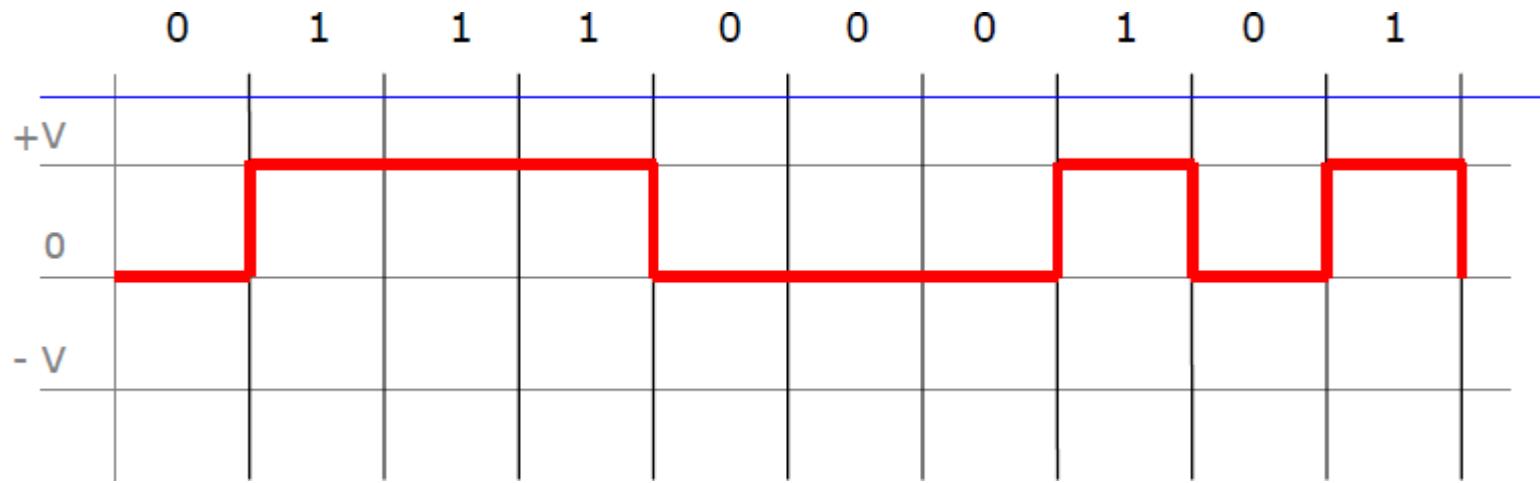
# Terminos (1)

---

- Unipolar
  - Todos los elementos de señal tienen el mismo signo algebraico.
- Polar
  - Un estado lógico se representa mediante un nivel positivo de tensión y el otro con un negativo.
- Bipolar
  - Un estado lógico se representa con un valor nulo de tensión y el otro estado lógico se representa en forma alternada por valores +V y -V

# Ejemplos de señales

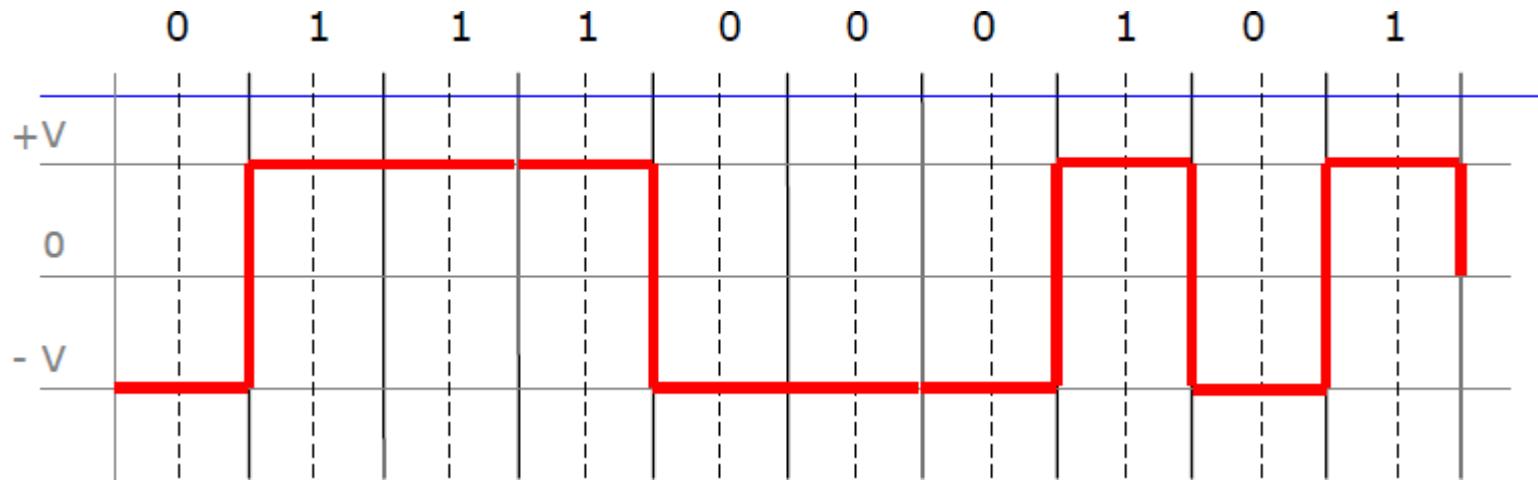
---



**Fig. 1 Señal unipolar**

# Ejemplo de señales

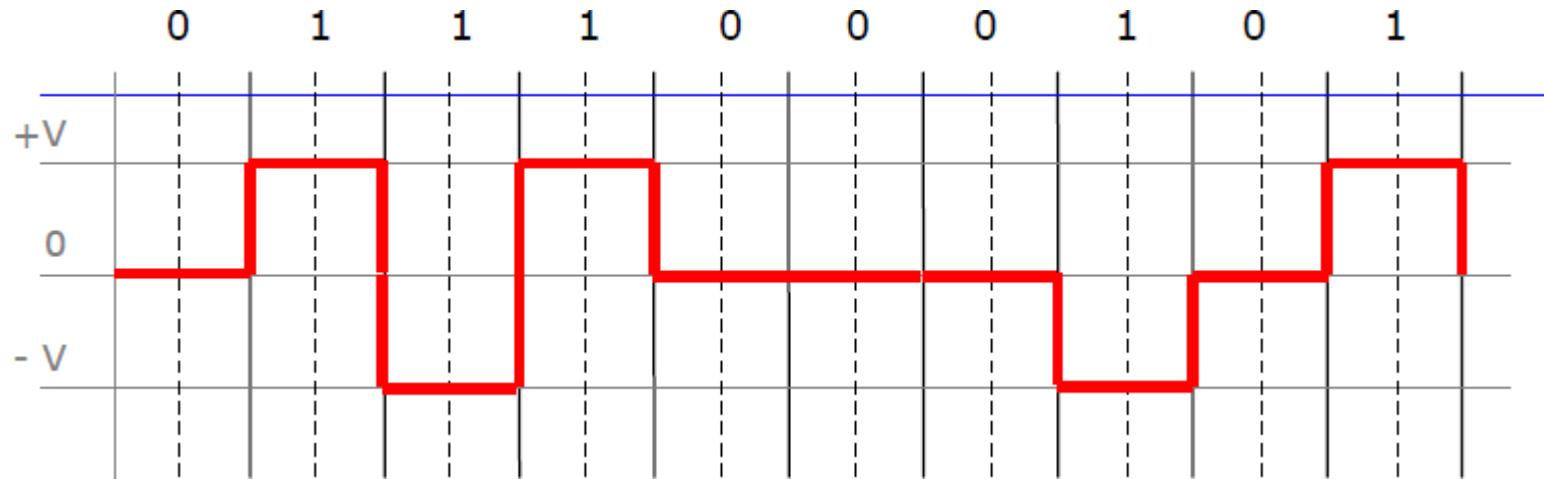
---



**Fig. 2 Señal Polar**

# Ejemplo de señales

---



**Fig. 3 Señal Bipolar**

# Terms (2)

---

- Velocidad de transmisión
  - Es la velocidad expresada en bit por segundo, a la que se transmiten los datos.
- Duración o ancho de bit
  - Es el tiempo empleado en el transmisor para emitir un bit. Para una velocidad R, el tiempo es  $1/R$
- Velocidad de modulación
  - Velocidad a la que cambia el nivel de la señal.
  - Medida en baudios: elemento de señal por segundo
- Marca y espacio
  - Binario 1 y binario 0, respectivamente

# Interpretando señales

---

- Que necesitamos saber?
  - Tiempo de bit. Cuando empiezan y cuando terminan.
  - Niveles de la señal.
- Factores que afectan el éxito.
  - Relación señal a ruido.
  - Velocidad de transmisión
  - Ancho de banda

# Comparación de esquemas de codificación(1)

---

- Espectro de la señal
  - Ausencia de componentes de alta frecuencia significa que se necesita menos ancho de banda para su transmisión
  - Ausencia de componente de continua
  - Concentrar la potencia en el centro del ancho de banda de la señal transmitida
- Sincronización
  - Sincronizar el emisor con el receptor
  - Reloj externo
  - Sincronización basado en la señal transmitida

# Comparación de esquemas de codificación (2)

---

- Detección de errores
  - Detectar errores en la capa física
- Inmunidad al ruido e interferencias:
  - Algunos códigos exhiben un comportamiento superior que otros en presencia de ruido.
- Costo y complejidad
  - Alta velocidad significa alto costo.
  - Algunas técnicas utilizan velocidades de modulación mayores a la velocidad de transmisión de datos reales.

# **Esquemas de codificación**

---

- Codificación no sustitutiva
  - No retorno a cero(NRZ-L)
  - No retorno a cero invertido (NRZI)
  - Bipolar -AMI
  - Pseudoternary
  - Manchester
  - Diferencia Manchester
- Codificación sustitutiva
  - B8ZS
  - HDB3
  - 2B1Q

# No retorno a cero (NRZ-L)

---

- Dos diferentes voltajes para 0 y 1
- Voltaje constante durante el intervalo
  - No cambia Ej. No retorna a cero el voltaje
- Ausencia de tensión puede usarse para representar un 0 binario
- Lo más frecuente, un voltaje negativo para un valor binario y un voltaje positivo para el otro.

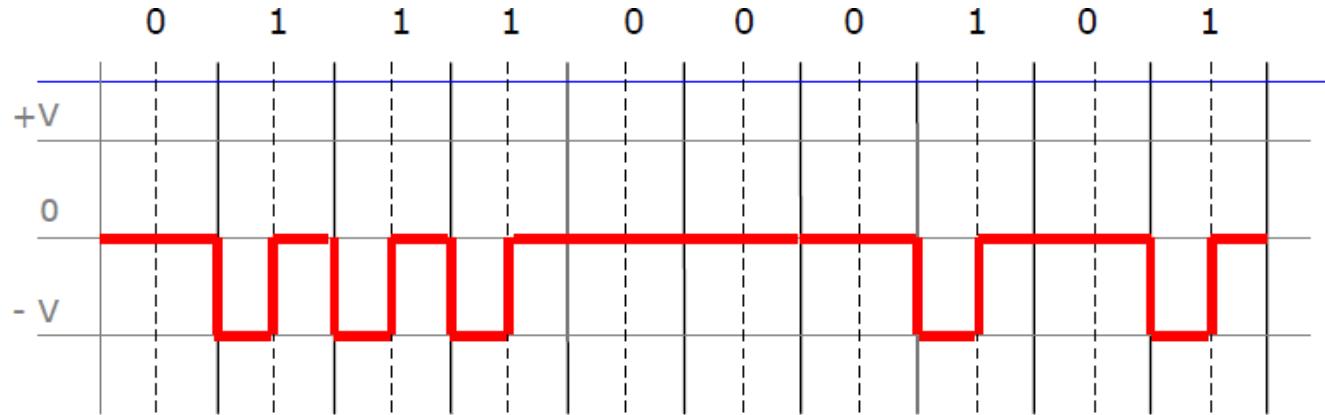
# **Retorno a cero (RZ)**

---

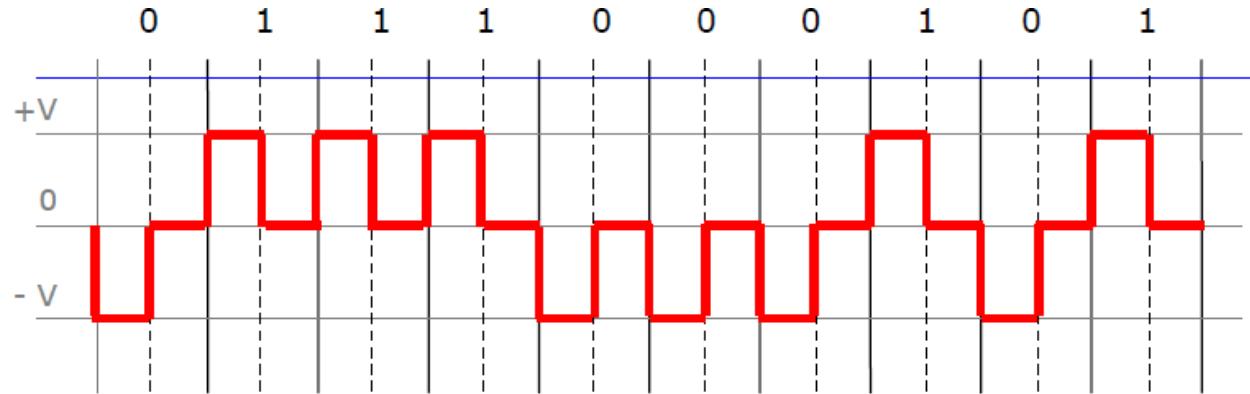
- A mitad del intervalo el valor cae a cero.
- El voltaje no es constante durante el intervalo.
- Esta técnica se puede usar para la Polar, Unipolar y la bipolar.

# Ejemplos de codificaciones.

---



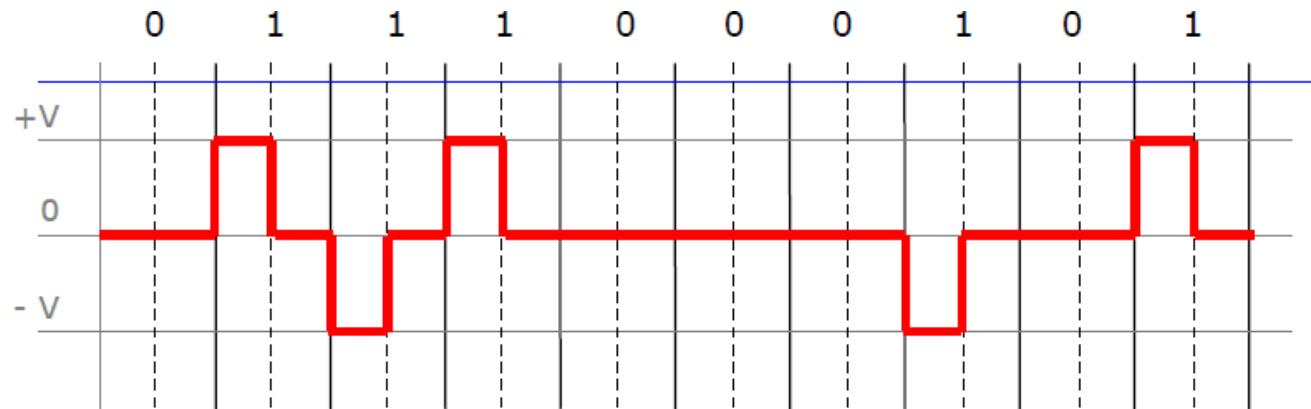
**Fig. 4 Señal Unipolar Negativa con RZ**



**Fig. 5 Señal polar con RZ**

# Ejemplos de codificaciones.

---



**Fig. 6 Señal Bipolar con RZ**

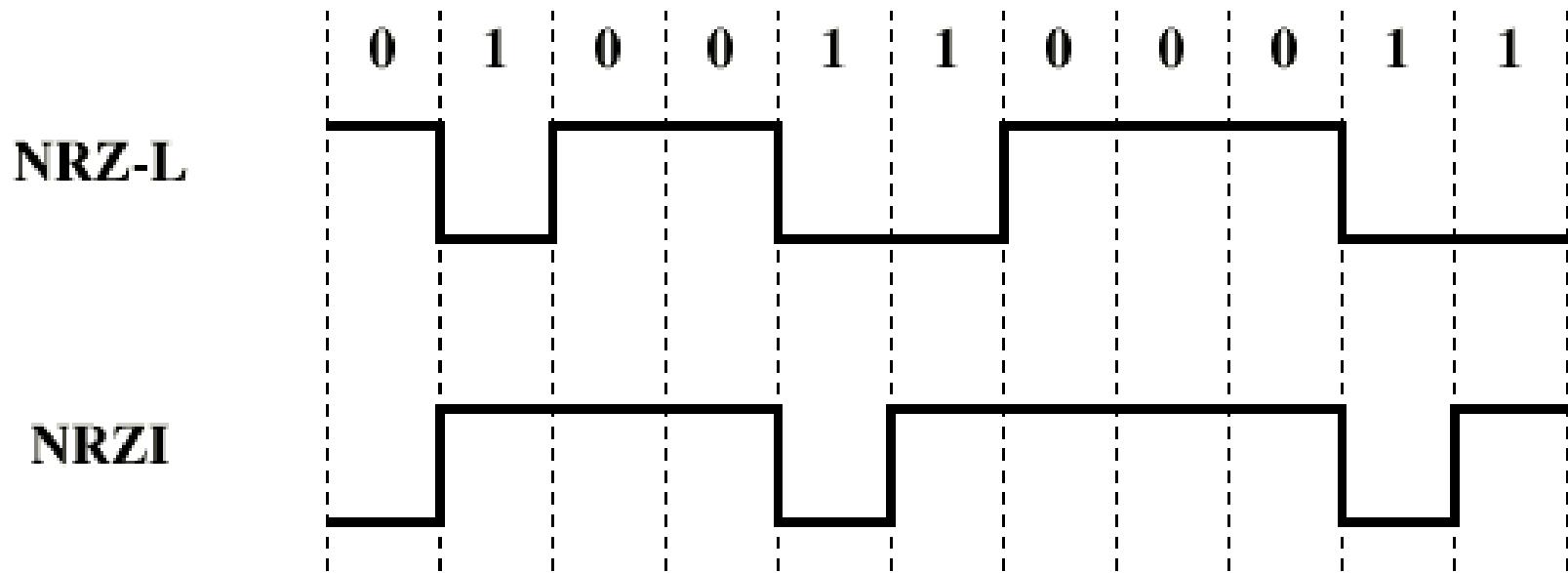
# No retorno a cero invertido

---

- Voltaje constante durante la duración de un bit.
- Los datos codifican mediante la presencia o ausencia de una transición de la señal al principio del intervalo de duración de un bit.
- Un 1 se codifica mediante la transición (bajo a alto o alto a bajo) al principio del intervalo de señalización.
- Un 0 se representa por la ausencia de transición.
- A esta técnica normalmente la llamamos codificación diferencial.

# **NRZ-L / NRZI**

---



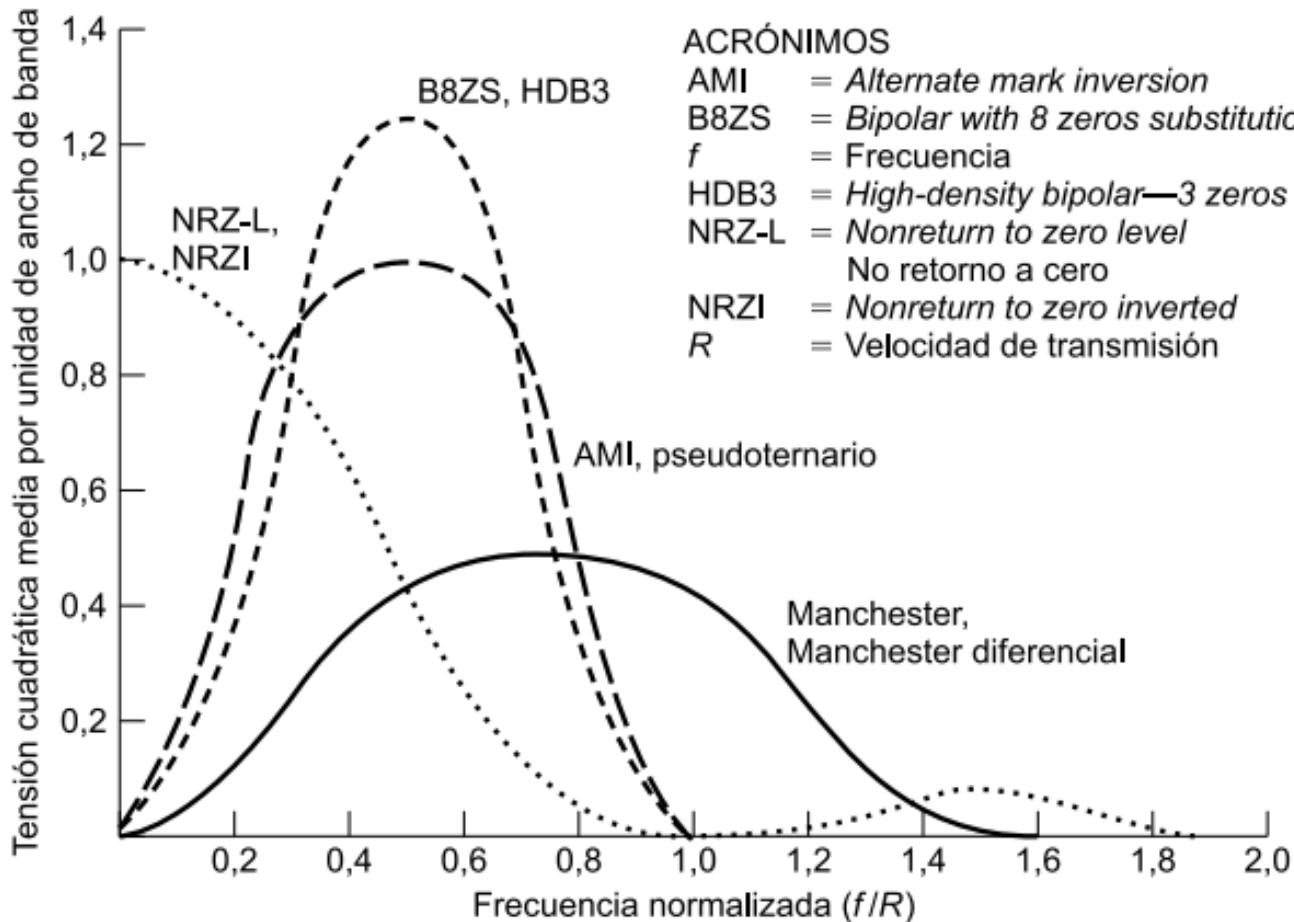
**Fig. 7 Señal Unipolar NRZ y NRZI**

# Codificación diferencial

---

- Los datos son representados por cambios entre los elementos adyacentes.
- Es más seguro detectar cambios de niveles en presencia de ruido.
- En esquemas de transmisión complejos, invertir la polaridad de los cables significa cambiar los datos, en diferencial no.

# Densidad espectral



# **Ventajas y desventajas de NRZ**

---

- Ventajas
  - Sencillas de implementar
  - Poco ancho de banda
- Desventajas
  - Mucha componente de continua
  - Perdida de sincronía.

# Binario Multinivel

---

- Usa más de dos niveles
- Bipolar-AMI (Alternate Mark Inversión)
  - Cero representado como ausencia de señal.
  - Uno representado por un valor positivo o negativo de voltaje.
  - El uno es alternado en polaridad
  - No existe perdida de sincronismo si hay secuencia de unos, pero si se pierde sincronismo si hay secuencia de ceros.
  - No existe componente de continua.
  - Bajo ancho de banda
  - Fácil detección de errores.

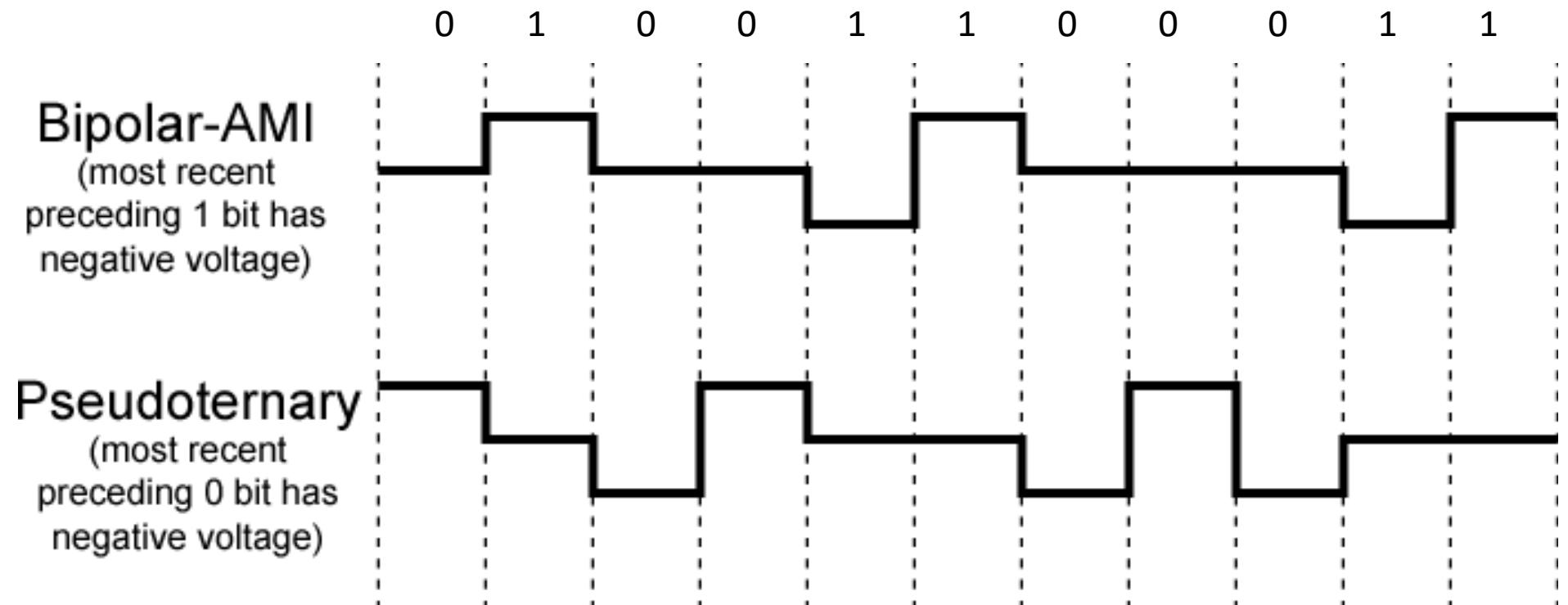
# Pseudoternario

---

- Uno representa ausencia de señal.
- Cero representa la alternancia de voltajes positivos.
- Ninguna ventaja con respecto a bipolar-AMI

# Bipolar-AMI and Pseudoternary

---



# Binario Multinivel

---

- No es tan eficiente como NRZ
  - Cada elemento de la señal solo representa un bit
  - En un sistema de 3 niveles podría representar  $\log_2 3 = 1.58$  bits
  - El receptor debe distinguir entre tres niveles:  
+V, -V, 0

# Bifase

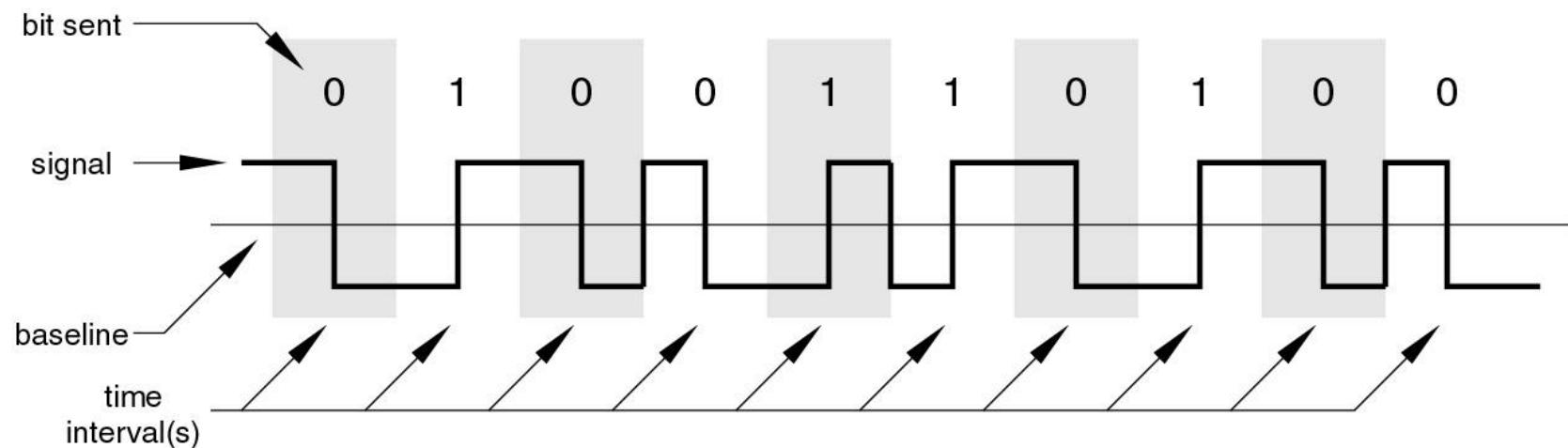
---

- Manchester
  - Transición en medio de cada periodo de bit
  - La transición sirve como reloj y dato
  - Bajo a Alto representa un uno
  - Alto a Bajo representa un cero
  - Usado por IEEE 802.3
- Manchester Diferencial
  - La transición a mitad de bit es solo para sincronismo
  - La codificación de un cero se representa por la presencia de una transición.
  - Si no hay transición al periodo de un bit, representa un uno
  - Usado por IEEE 802.5

# Codificación Manchester

---

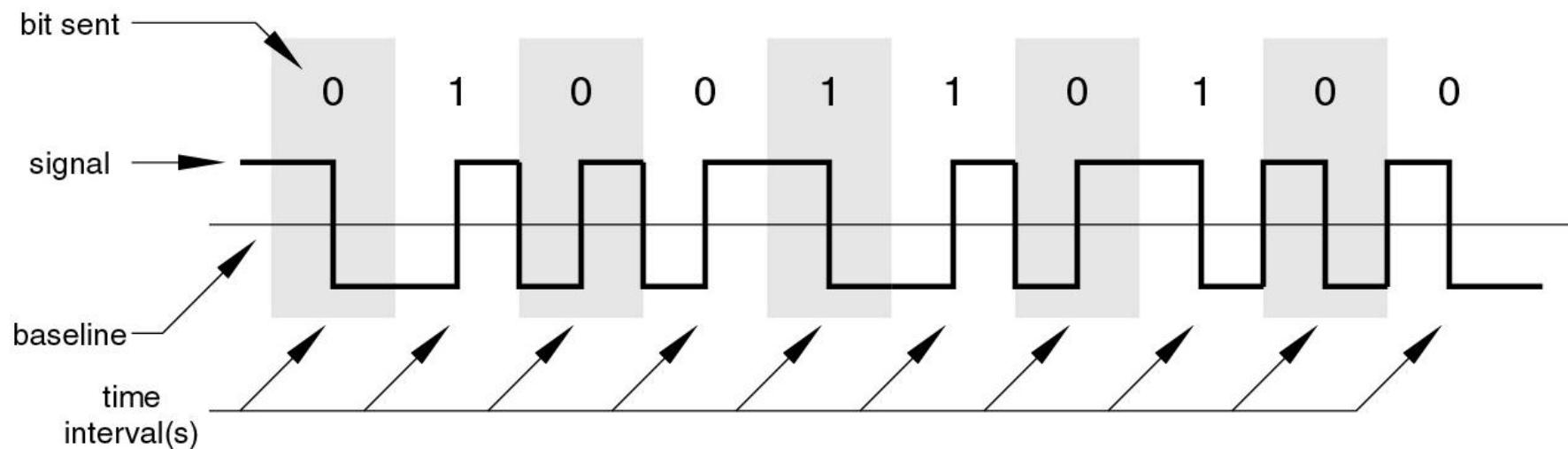
Manchester Encoding



# Codificación Manchester Diferencial

---

Differential Manchester Encoding



# **Bifase Ventajas y Desventajas**

---

- Desventajas
  - Necesita una transición por bit transmitido
  - La velocidad de modulación es el doble que una NRZ
  - Requiere mayor ancho de banda.
- Ventajas
  - Sincronización en medio del bit transmitido (autosincronismo)
  - No tiene componente en continua
  - Detección de errores

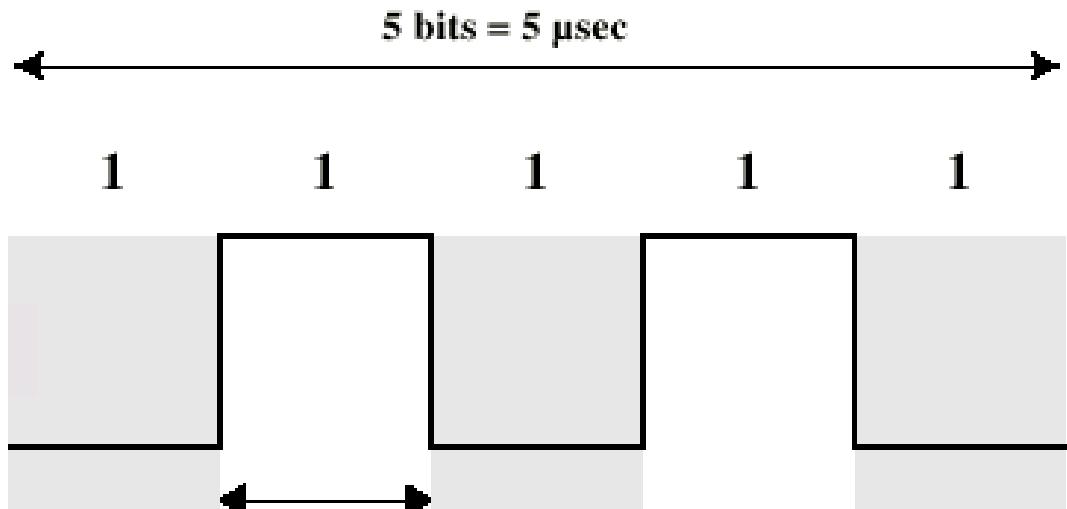
# Velocidad de modulación

Velocidad transmisión =  $1 / T_b$

Velocidad de modulación = es aquella a la que se generan los elementos de señal

NRZI

Vel. Mod =  $1 / T_b$



Manchester

Vel. Mod =  $2 / T_b$



# Velocidad de modulación

---

- En general,

$$D = \frac{R}{L} = \frac{R}{\log_2 M} [\text{baudios}]$$

D = Velocidad de modulación en baudios

R = Velocidad de transmisión en bps

M = Número de elementos de señalización diferentes

L = Número de bits por elemento de señal.

# Técnicas de aleatorización

---

- Evitar la componente continua
- Evitar las secuencias largas que correspondan a niveles de tensión nula.
- No reducir la velocidad de transmisión de los datos.
- Tener capacidad para detectar errores.
- Algunas técnicas:
  - B8ZS
  - HDB3
  - 2B1Q
  - 4B3T

# B8ZS

---

- Bipolar con sustitucion de 8 ceros.
- Basado en una bipolar-AMI
- Si aparece un octeto con todos ceros y el último valor de tensión anterior a dicho octeto fue un positivo, dicho octeto se codifica como 000+-0--
- Si aparece un octeto con todo ceros y el último valor de tensión anterior a dicho octeto fue un negativo, dicho octeto se codifica como 000-+0+-
- Causa dos violaciones al código AMI
- Es muy poco probable que sea producido por ruido
- Receptor detecta e interpreta como un octeto de todos ceros.

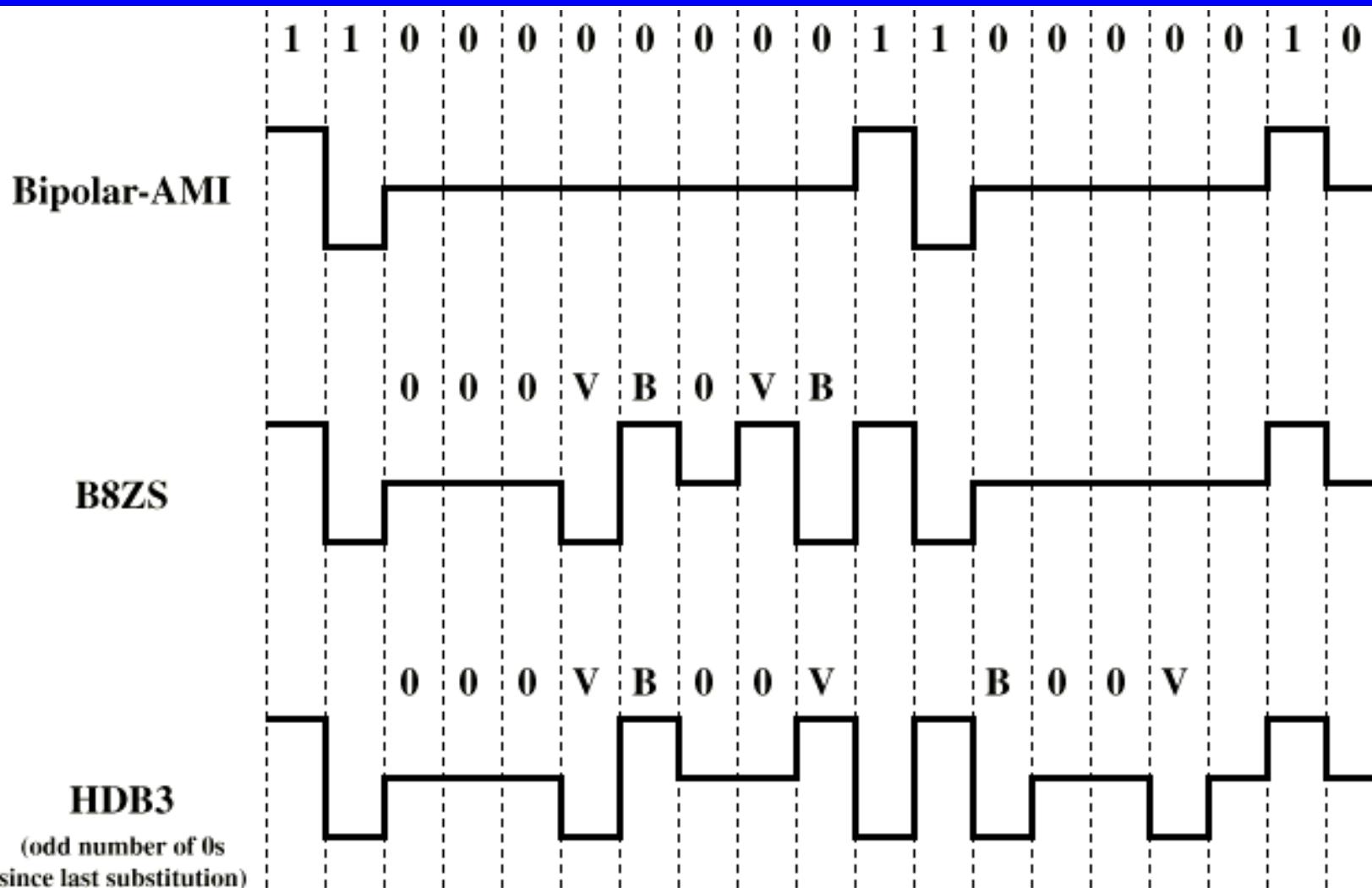
# HDB3

---

- High Density Bipolar 3 Zeros
- Based on bipolar-AMI
- Cadena de 4 ceros son reemplazadas, por cadenas que tienen uno o dos pulsos.

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

# B8ZS and HDB3



(odd number of 0s  
since last substitution)

B = Valid bipolar signal

V = Bipolar violation

# Bibliografía

---

Comunicaciones y Redes de Computadores 7ma. Edición – William Stallings  
Capítulo 5 -Sección 5.1