



**“CODIGOS DE LINEA”**

---

INVESTIGACION PARA FUNDAMENTOS DE  
TELECOMUNICACIONES

**INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

PRESENTA:

**EDGAR CORTÉS RESÉNDIZ**

**RICARDO MURGUIA RIVAS**

---

JIQUILPAN, MICHOACÁN, DICIEMBRE DE 2024

# INTRODUCCION

Los códigos de línea son técnicas fundamentales en las telecomunicaciones digitales, utilizadas para convertir datos binarios (secuencias de "0s" y "1s") en señales eléctricas o electromagnéticas que puedan ser transmitidas eficientemente a través de un medio físico como cables, fibra óptica o señales de radio. Estos códigos no solo facilitan la sincronización entre el transmisor y el receptor mediante la inclusión de transiciones en las señales, sino que también eliminan componentes de corriente continua (DC) no deseadas, optimizan el uso del ancho de banda y manejan problemas como largas secuencias de ceros o unos que podrían afectar la transmisión. Métodos como RZ, NRZ, AMI, Pseudo-ternaria, Manchester, B8ZS y HDB3 son ejemplos de esquemas que cumplen con estos propósitos, siendo elegidos según las necesidades específicas de la aplicación en redes, sistemas de almacenamiento o interfaces digitales.

## **RZ (Return to Zero)**

### **Concepto:**

Este tipo de código es un método de codificación en donde la línea en la que la señal siempre regresa a 0 en la mitad de su intervalo por cada bit, esto independientemente de si es 1 o 0. Esto garantizando que por cada bit tenga una transición en la mitad del tiempo asignado, lo que facilita la sincronización.

### **Características:**

Sus características son muy concretas, una de ellas es que existen tres niveles posibles en donde un dato puede estar los cuales son positivo (+) el cual representa un 1, negativo (-) que es representado por un 0 y el 0 ósea el punto a donde la señal regresa en la mitad de su intervalo. Otra de sus características es que es de fácil sincronización, ya que al tener una transición en cada bit se sabe con facilidad en donde empieza y en donde acaba cada intervalo, además de que gracias a esta transición tan notable su ancho de banda es mayor a comparación de otros códigos como NRZ. Por otro lado, también este código es propenso a una pérdida de eficiencia, ya que gracias a la transición que se tiene en cada señal es complicado el diseño del sistema sobre esto.

### **Funcionamiento (Ejemplo Paso a Paso):**

Supongamos la secuencia binaria: **1010**.

#### **1. Bit 1:**

- En el intervalo asignado al bit, la señal comienza en **alto (positivo)** y regresa a **cero** en la mitad del tiempo.

## 2. Bit 0:

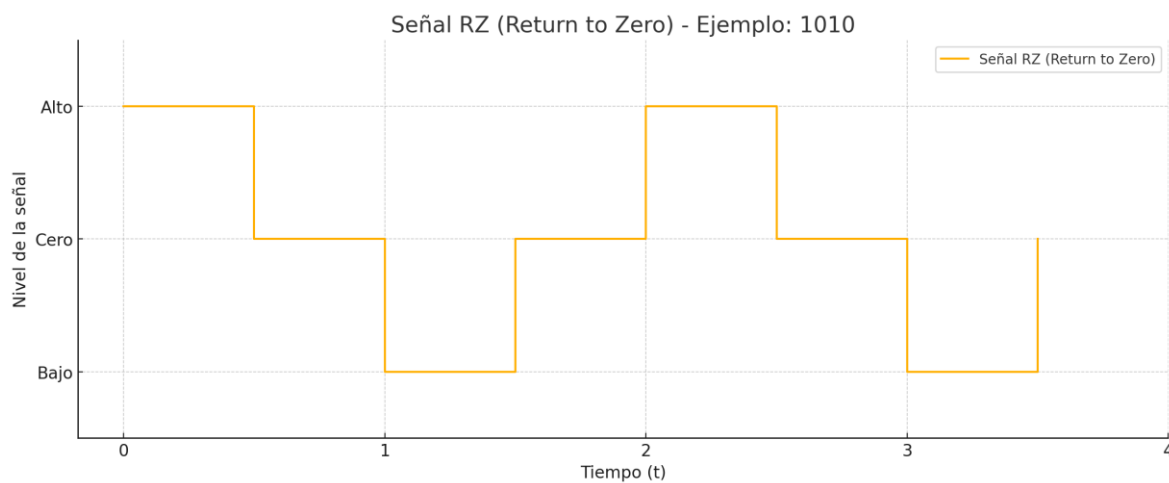
- En el intervalo asignado al bit, la señal comienza en **bajo (negativo)** y regresa a **cero** en la mitad del tiempo.

## 3. Bit 1:

- Igual que el primer bit, comienza en **positivo** y regresa a **cero**.

## 4. Bit 0:

- Igual que el segundo bit, comienza en **negativo** y regresa a **cero**.



## NRZ (Non-Return to Zero)

### Concepto:

Este código aplica los niveles de voltaje como codificador, en donde estos permanecen constantes durante el intervalo de tiempo de cada bit, en este no existe un retorno a un nivel base 0 dentro de su intervalo, lo que genera que sea más eficiente en el uso de banda ancha.

### Características:

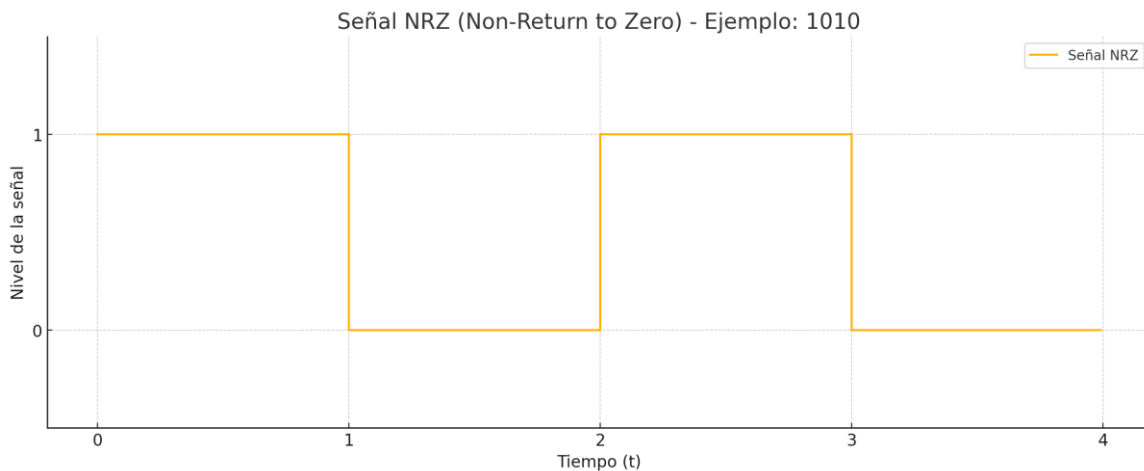
Dentro de sus características esta que en este código existen dos niveles de señal una alto (positivo) representado por 1 y uno bajo (negativo) representado por 0, en

donde su particularidad es que no existe un retorno a su estado base solo cambia de inmediato al siguiente bit, esto generando una alta eficiencia ya que consume menos ancho de banda por este cambio tan abrupto entre bit y bit. Por otro lado existe un problema de sincronización entre bits ya que si existe una larga fila de 0's o una de 1's no se sabe en donde empieza uno o finaliza.

### Ejemplo Paso a Paso:

Secuencia binaria: **1010**

1. **Bit 1:**  
La señal se mantiene **alta** durante todo el intervalo del bit.
2. **Bit 0:**  
La señal se mantiene **baja** durante todo el intervalo del bit.
3. **Bit 1:**  
La señal vuelve a **alta** y permanece constante durante el intervalo.
4. **Bit 0:**  
La señal regresa a **baja** y se mantiene durante el intervalo.



### NRZ-L (Non-Return to Zero-Level)

#### Concepto:

Este código es una variante del código NRZ en donde el nivel del voltaje representa directamente el valor lógico del bit, además de que aquí la polaridad de la señal indica que bit es transmitido.

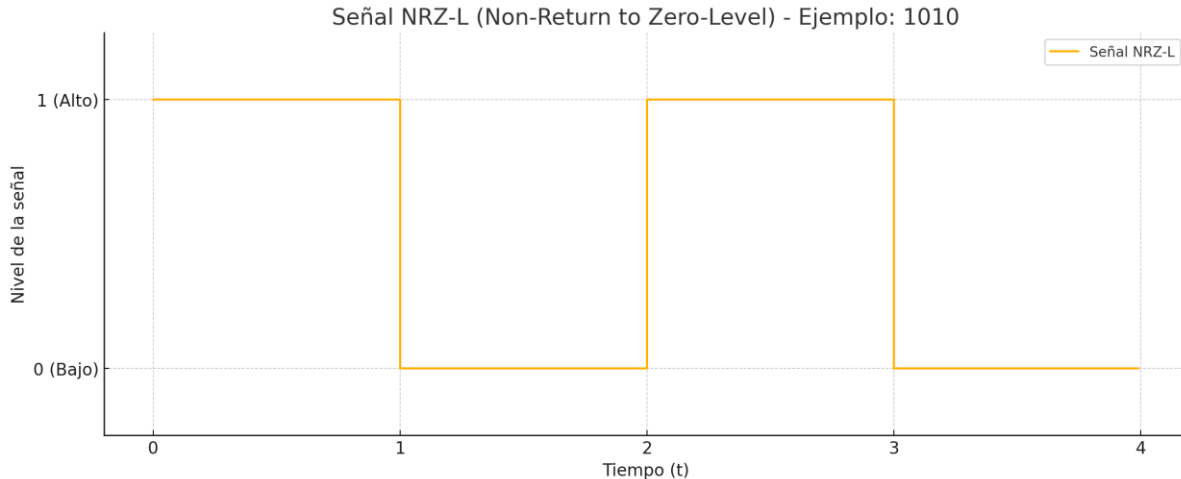
#### Características:

Dentro de este código tenemos que su representación en bits esta directamente relacionada con el voltaje estando en alto (positivo) que es representado como 1 y bajo (negativo) en donde representa un 0, ofreciendo una transmisión continua en donde los niveles permanecen constantes durante la el intervalo que es asignado a cada bit, al igual que el NRZ si existe una cadena larga de 1's o 0's no se sabe cual bit puede ser el problema en caso de error.

### Ejemplo Paso a Paso:

Secuencia binaria: **1010**

1. **Bit 1:**  
El nivel de la señal se establece en **alto (positivo)** durante todo el intervalo del bit.
2. **Bit 0:**  
El nivel de la señal se establece en **bajo (negativo)** durante todo el intervalo del bit.
3. **Bit 1:**  
La señal regresa a **alto (positivo)**.
4. **Bit 0:**  
La señal regresa a **bajo (negativo)**.



## AMI (Alternate Mark Inversion)

### Concepto:

Este código en particular es un esquema de codificación en el cual utiliza tres niveles de señal, en donde utiliza los 1's como marcas que se están alternando entre positivo o negativo, además de que también tiene el 0 representando que no existe señal.

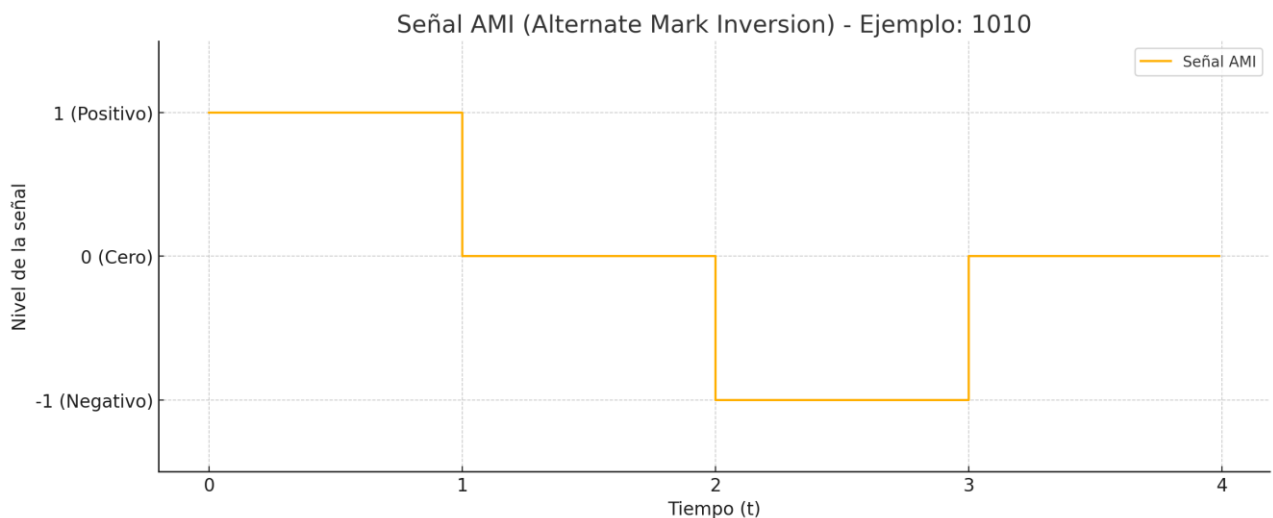
### Características:

Como ya se había mencionado este tiene tres niveles en donde los positivos son para el primer 1 y negativo para el siguiente 1, además de que el 0 representa que no hay señal, esto generando una alternancia de polaridad en los 1's gracias a este fenómeno que tienen estos bits, lo que ayuda significativamente a la sincronización del transmisor y el receptor.

### Ejemplo Paso a Paso:

Secuencia binaria: **1010**

1. **Bit 1 (primer "1"):**  
Se representa con un nivel positivo (+).
2. **Bit 0:**  
No tiene señal (nivel 0).
3. **Bit 1 (siguiente "1"):**  
Se alterna al nivel negativo (-).
4. **Bit 0:**  
No tiene señal (nivel 0).



## Pseudo-Ternaria

### Concepto:

En este esquema es similar al AMI, pero como particularidad muy significativa es que los bits se alternan, significando que el 0 representa niveles positivos y negativos, en cambio el 1 representa el cero absoluto.

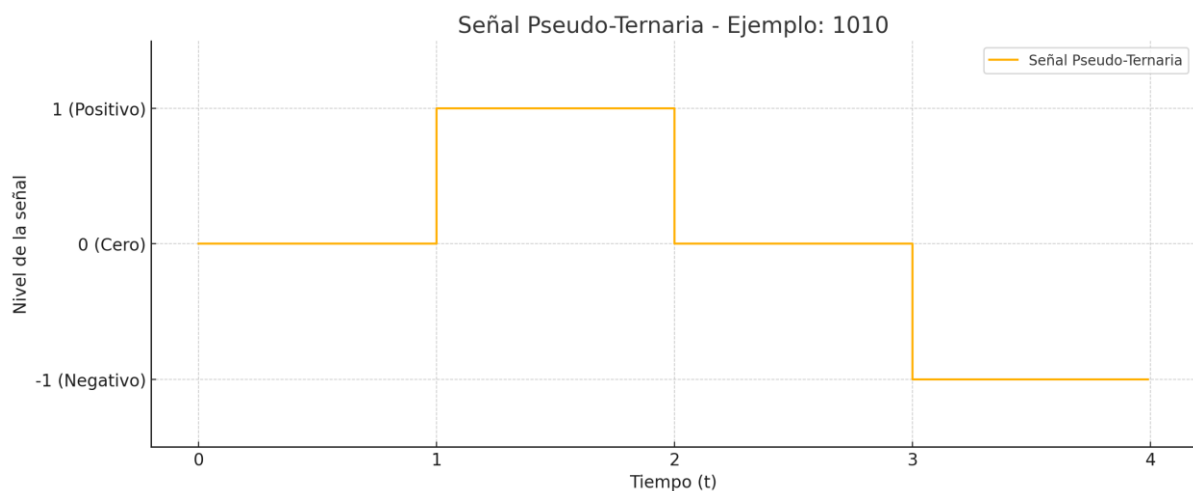
### Características:

Como ya se había mencionado este esquema tiene tres niveles en donde positivo y negativo son representados por el 0 con el mismo funcionamiento como en el esquema AMI, en cambio el 1 se representa en el 0 absoluto, lo único que alterna es el 0 y dejando sin señal a 1

### Ejemplo Paso a Paso:

Secuencia binaria: **1010**

1. **Bit 1:**  
Representado como nivel cero (sin señal).
2. **Bit 0 (primer "0"):**  
Representado como nivel positivo (+).
3. **Bit 1:**  
Nivel cero (sin señal).
4. **Bit 0 (siguiente "0"):**  
Alterna a nivel negativo (-).



## Manchester

### Concepto:

Este código es un esquema se representa en que cada bit su transición cambia en la mitad del intervalo, lo que significa es que en la mitad del tiempo en cada bit indica su valor.

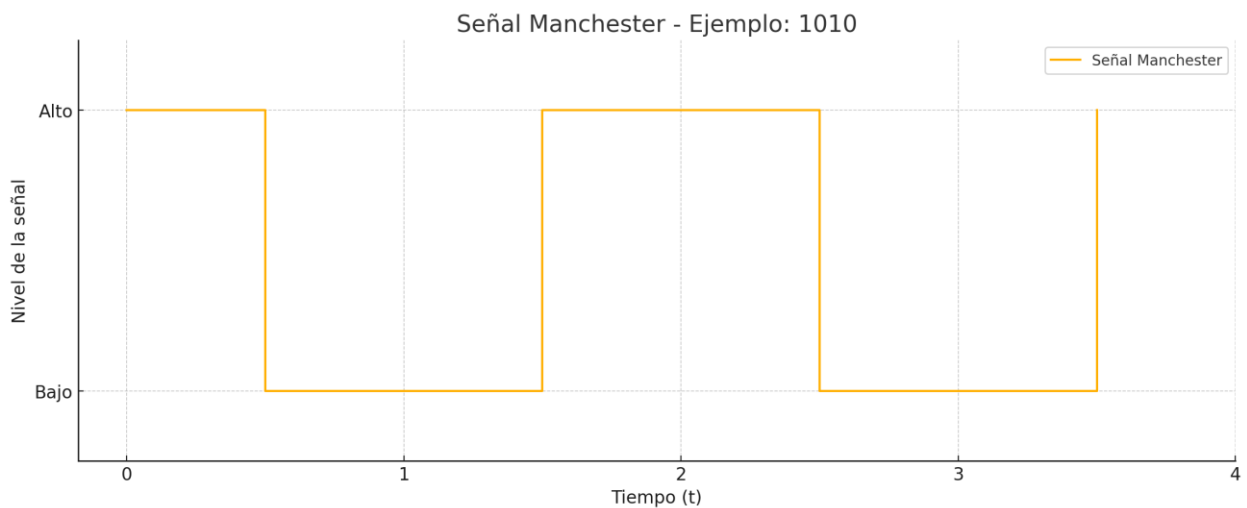
### Características:

En este código la transición de cada bit es en la mitad del intervalo bit en donde esta transmisión lo define, para esto se representa por alto a bajo lo que representa 1 y de bajo a alto representa un 0, debido a esta interacción no se requiere un reloj separado para la sincronización, además de que esto ocasiona un mayor consumo de ancho de banda.

### Ejemplo Paso a Paso:

Secuencia binaria: **1010**

1. **Bit 1:**  
La señal realiza una transición de **alto a bajo** en la mitad del intervalo del bit.
2. **Bit 0:**  
La señal realiza una transición de **bajo a alto** en la mitad del intervalo.
3. **Bit 1:**  
La señal vuelve a realizar una transición de **alto a bajo**.
4. **Bit 0:**  
La señal realiza una transición de **bajo a alto**.





## Manchester Diferencial

### Concepto:

Este código es una variante del Manchester estándar, su única diferencia radica en que las transmisiones dependen del bit actual y de la transición previa.

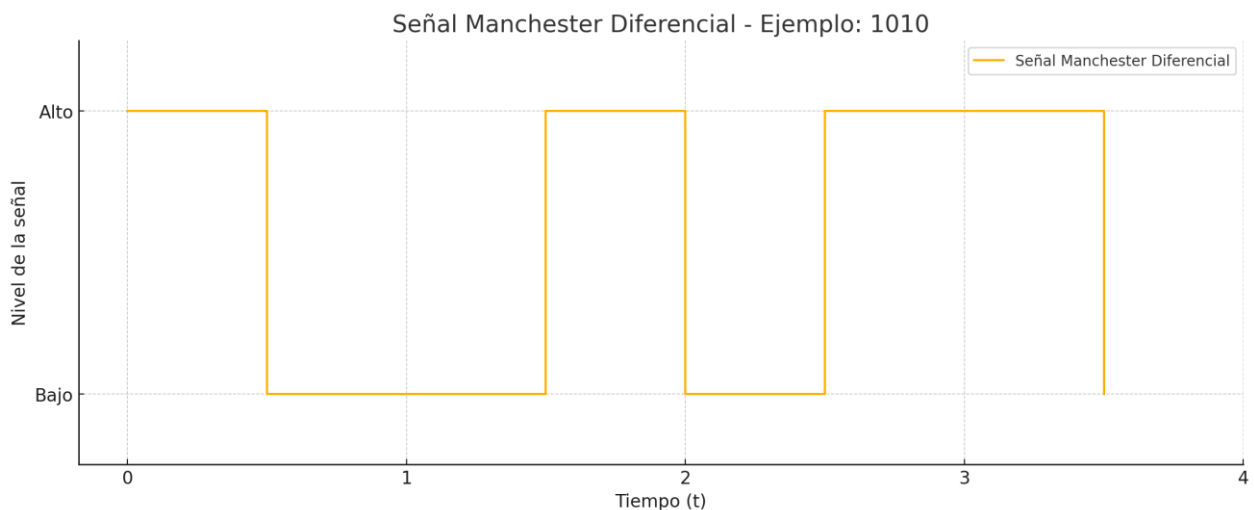
### Características:

Su funcionamiento es que depende del estado inicial del bit si es un 1 o un 0, esto significando que si es 1 mantiene el nivel inicial y realiza una transición en la mitad del bit, en cambio si es 0 cambia el nivel inicial y realiza una transición en la mitad del bit, además de que otra de sus grandes características es que es menos sensible a problemas de polaridad generando menos errores.

### Ejemplo Paso a Paso:

Secuencia binaria: **1010**

- Bit 1:**  
Mantiene el nivel del bit anterior (en este caso, comienza en alto) y realiza una transición en la mitad.
- Bit 0:**  
Cambia el nivel inicial y realiza una transición en la mitad del intervalo.
- Bit 1:**  
Mantiene el nivel del bit anterior y realiza una transición en la mitad.
- Bit 0:**  
Cambia el nivel inicial y realiza una transición en la mitad.



## **B8ZS (Bipolar with 8-Zero Substitution)**

### **Concepto:**

En el este esquema es muy utilizado para solucionar problemas de sincronización para el esquema AMI, esto haciendo que en el caso de que aparezcan ocho ceros consecutivos, este esquema reemplaza esa secuencia con un patrón especial que incluye una serie de violaciones de polaridad.

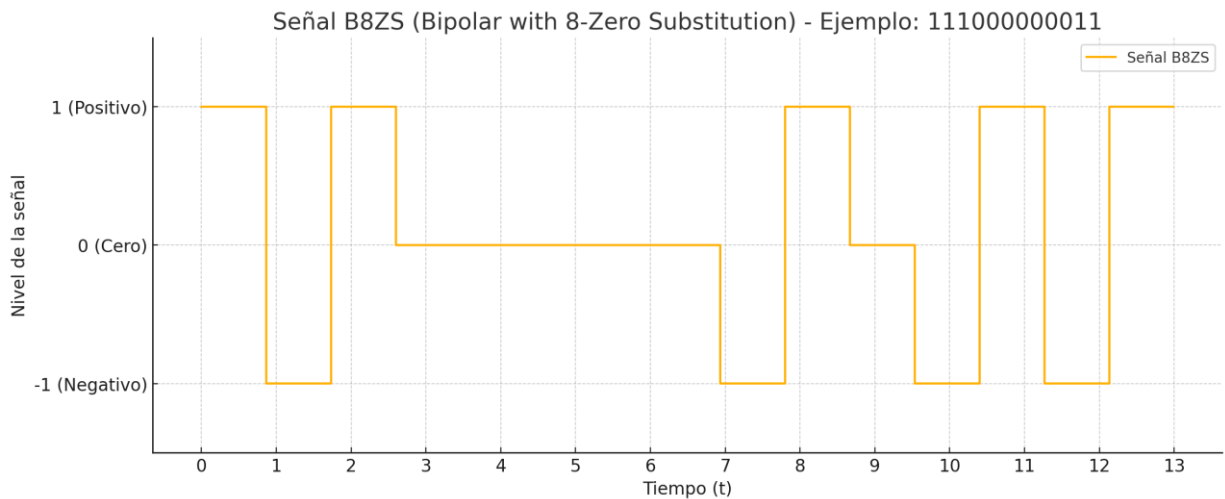
### **Características:**

Este esta basado como en el esquema AMI en el cual los 1's mantienen las mismas reglas con su alternancia positiva y negativa, en el caso de los 0's también mantiene su nulidad en la señal solo en el caso de que sean ocho 0's seguidos, para este caso se debe de reemplazar con un patrón de violaciones de polaridad, en el caso de que exista se reemplaza por la siguiente cadena 000VB0VB así indicando la violación de polaridad.

### **Ejemplo Paso a Paso:**

Secuencia binaria: **111000000011**

1. **Bits iniciales "111":**  
Codificados como alternancia positiva y negativa en AMI: + - +.
2. **Secuencia "00000000":**  
Sustituidos por el patrón especial **"000VB0VB"**:
  - Primeros tres ceros: Sin señal.
  - **V**: Violación (repite la última polaridad).
  - **B**: Alternancia normal.
  - Siguiendo tres ceros: Sin señal.
  - **V**: Violación.
  - **B**: Alternancia normal.
3. **Bits finales "11":**  
Retoman la alternancia: + -.



## HDB3 (High-Density Bipolar 3-Zero)

### Concepto:

Este esquema es una variante de AMI en donde resuelve problemas de sincronización en donde se evitan las largas secuencias de 0's consecutivos, en donde es similar B8ZS, en donde también este sustituye secuencias de ceros, pero solo lo hace bloques de 4 ceros consecutivos, se introducen patrones especiales esto dependiendo la cantidad de 1's previos.

### Características:

Como ya se había mencionado este esquema se basa en AMI en donde los 1's de igual manera se alternan entre niveles positivos y negativos y los 0's de igual manera no tienen señal solo con la particularidad de que si son 4 ceros consecutivos, que de igual manera se reemplaza por la misma cadena cuando hay cadenas de 4 ceros consecutivos, de esta manera se puede ver si existe un numero par de 1's anterior a al patrón se pone B00V, en el caso de que sean impares los 1's el patrón será 000V.

### Ejemplo Paso a Paso:

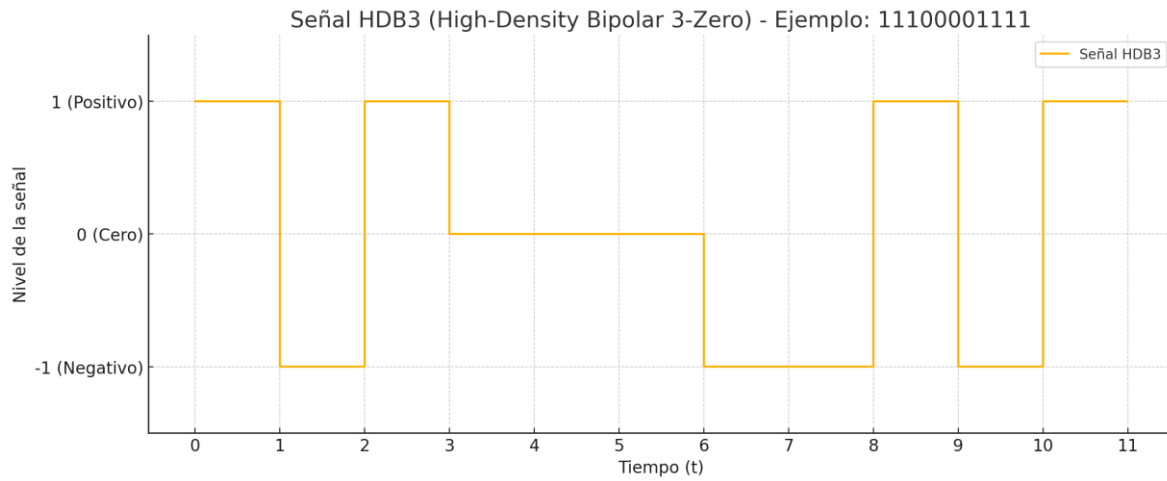
Secuencia binaria: **11100001111**

- Bits iniciales "111":**  
Codificados con alternancia normal en AMI: + - +.
- Secuencia "0000":**

- Como el número de "1s" anteriores es impar, se sustituye por el patrón: 000V.
- Esto introduce una violación de polaridad.

### 3. Bits finales "111":

Retoman la alternancia normal: + - +.



## **CONCLUSION**

En conclusión, los códigos de línea son herramientas esenciales en las telecomunicaciones digitales, ya que permiten la transmisión eficiente y confiable de datos binarios a través de diversos medios físicos. Cada técnica, como RZ, NRZ, AMI, Pseudo-ternaria, Manchester, B8ZS y HDB3, presenta ventajas y limitaciones específicas, adaptándose a requerimientos como la sincronización, la eliminación de componentes DC y la gestión de secuencias prolongadas de bits iguales. La correcta elección del código de línea garantiza una comunicación más robusta, eficiente en el uso del ancho de banda y capaz de superar las limitaciones del medio, consolidándose como una pieza clave en el diseño de sistemas de transmisión modernos.

## REFERENCIAS

Perfil, V. T. mi. (s/f). *FUNDAMENTOS DE TELECOMUNICACIONES*. Blogspot.com. Recuperado el 3 de diciembre de 2024, de <https://telecomunicaciones-miguel-angel-sp.blogspot.com/2013/11/34-codigos-de-linea-rz-nrz-nrz-l-ami.html>

*Códigos de línea: Manchester Diferencial (HDB3, B8ZS y AMI)*. (s/f). Prezi.com. Recuperado el 3 de diciembre de 2024, de <https://prezi.com/4fs6z35qjn4t/codigos-de-linea-manchester-diferencial-hdb3-b8zs-y-ami/>

*Tema 3.2.1 Códigos - Fundamentos de Telecomunicaciones - Instituto Consorcio Clavijero*. (s/f). Edu.mx. Recuperado el 3 de diciembre de 2024, de [https://cursos.clavijero.edu.mx/cursos/149\\_ft/modulo3/contenidos/tema3.2.1.html](https://cursos.clavijero.edu.mx/cursos/149_ft/modulo3/contenidos/tema3.2.1.html)

*Codigos de Linea - Telecomunicaciones III*. (s/f). SlideShare. Recuperado el 3 de diciembre de 2024, de <https://es.slideshare.net/slideshow/codigos-de-linea-telecomunicaciones-iii/95374391>

*3.4 Códigos de línea: RZ, NRZ, NRZ-L, AMI, pseudo-ternaria, Manchester, Manchester diferencial, B8ZS, HDB3, entre otros*. (2014, noviembre 30). TELECOMUNICACIONESITSTULUM. <https://u6dispositivosdecomunicacionitstulum.wordpress.com/3-4-codigos-de-linea-rz-nrz-nrz-l-ami-pseudo-ternaria-manchester-manchester-diferencial-b8zs-hdb3-entre-otros/>