

Señales Banda Base – Introducción a la Teoría de Información

COMUNICACIONES

DISI-UTN

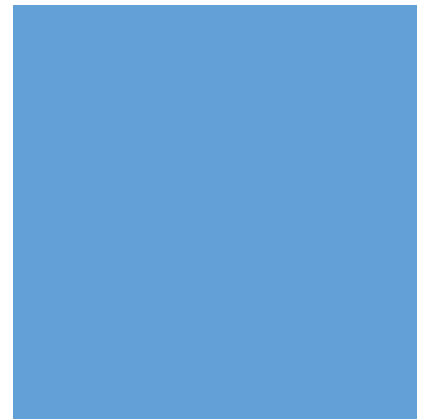
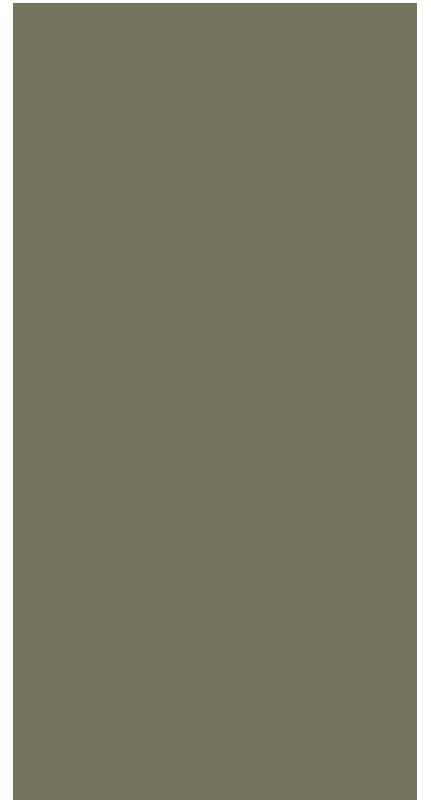
Diferentes tipos de transmisión

TRANSMISION BANDA BASE

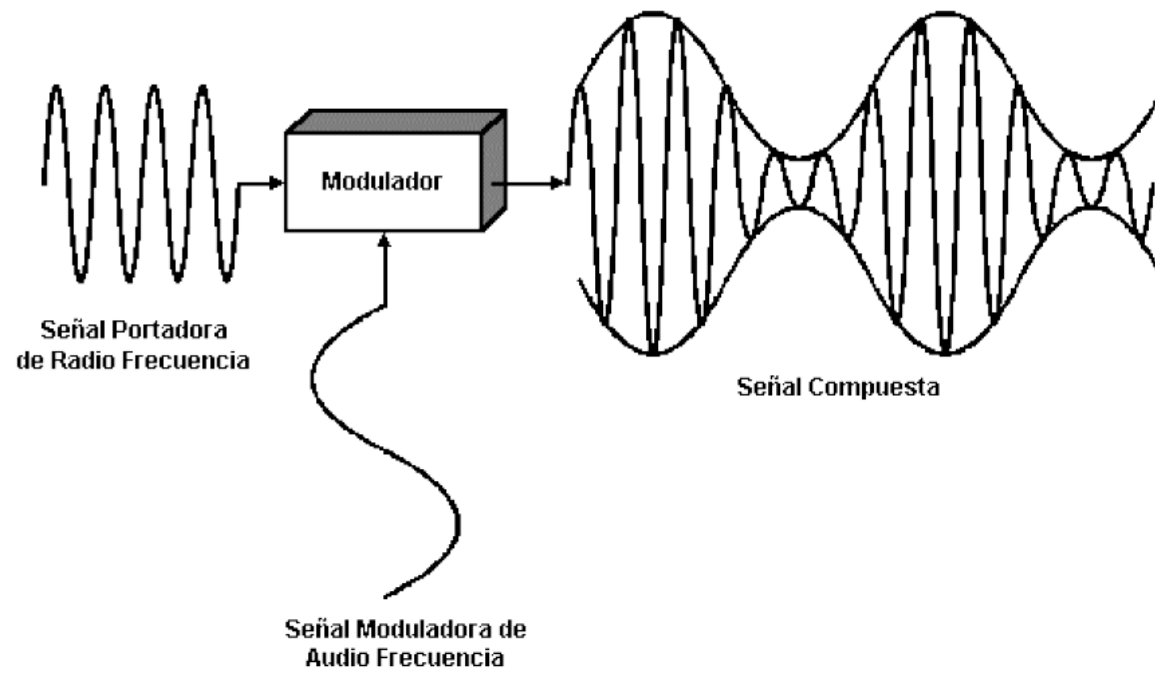
Constituida por señales que no sufren un proceso de modulación de amplitud, frecuencia o fase a la salida de la fuente que la origina

TRANSMISION MODULADA

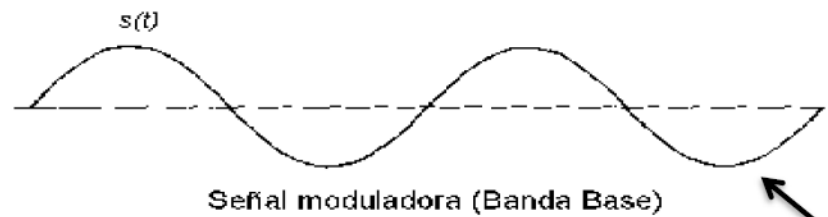
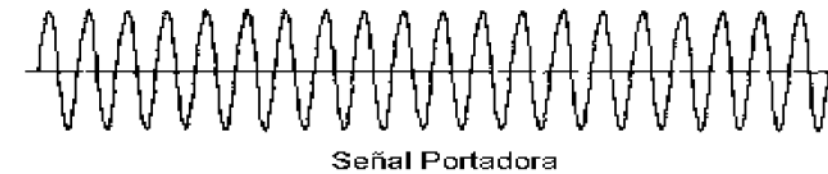
Constituida por señales provenientes de un MoDem (equipo **Mod**ulador / **Dem**odulador)



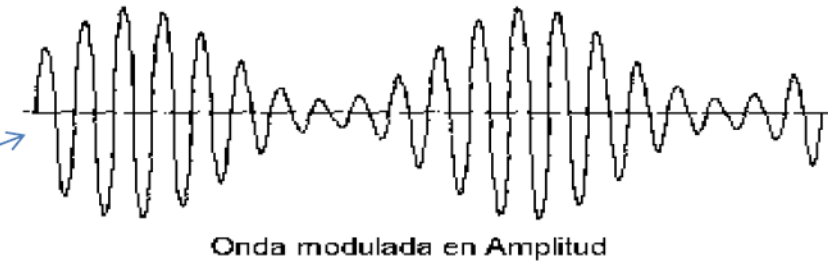
Proceso de modulación



Proceso de modulación



Salida del
modulador de
amplitud

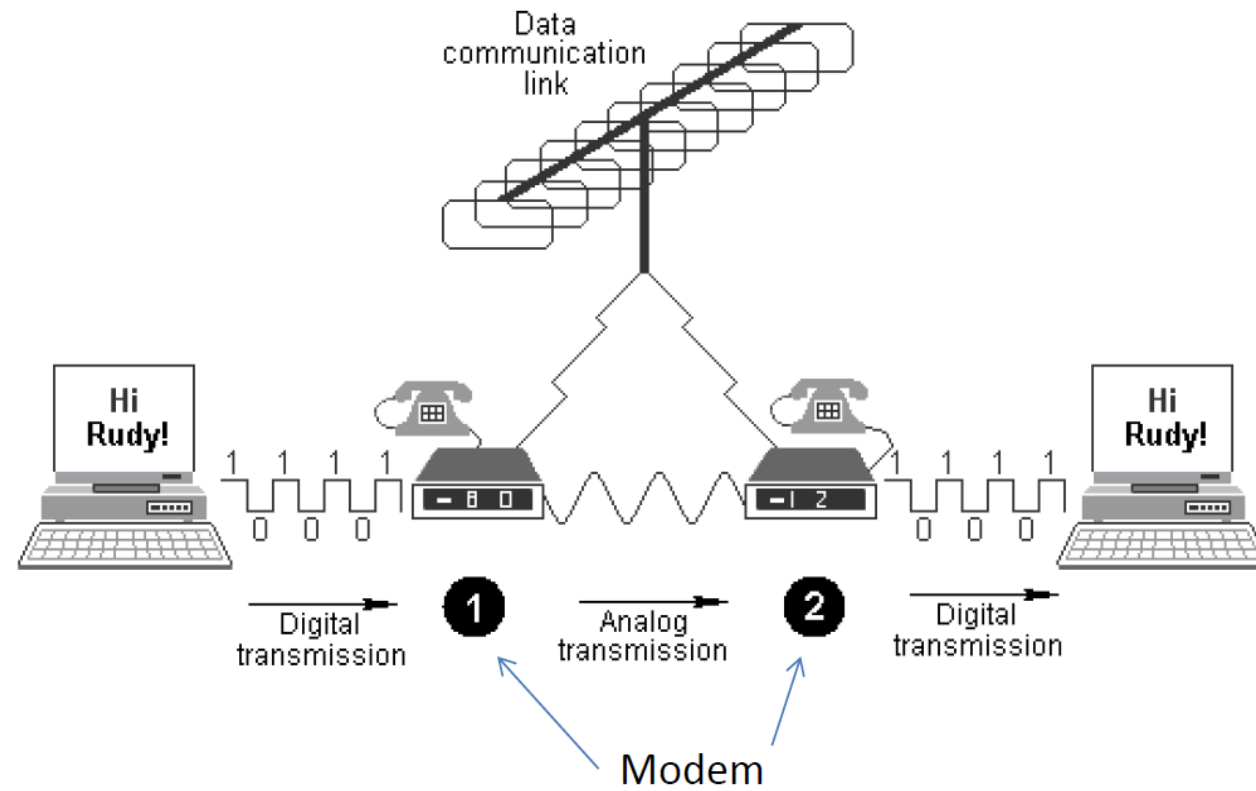


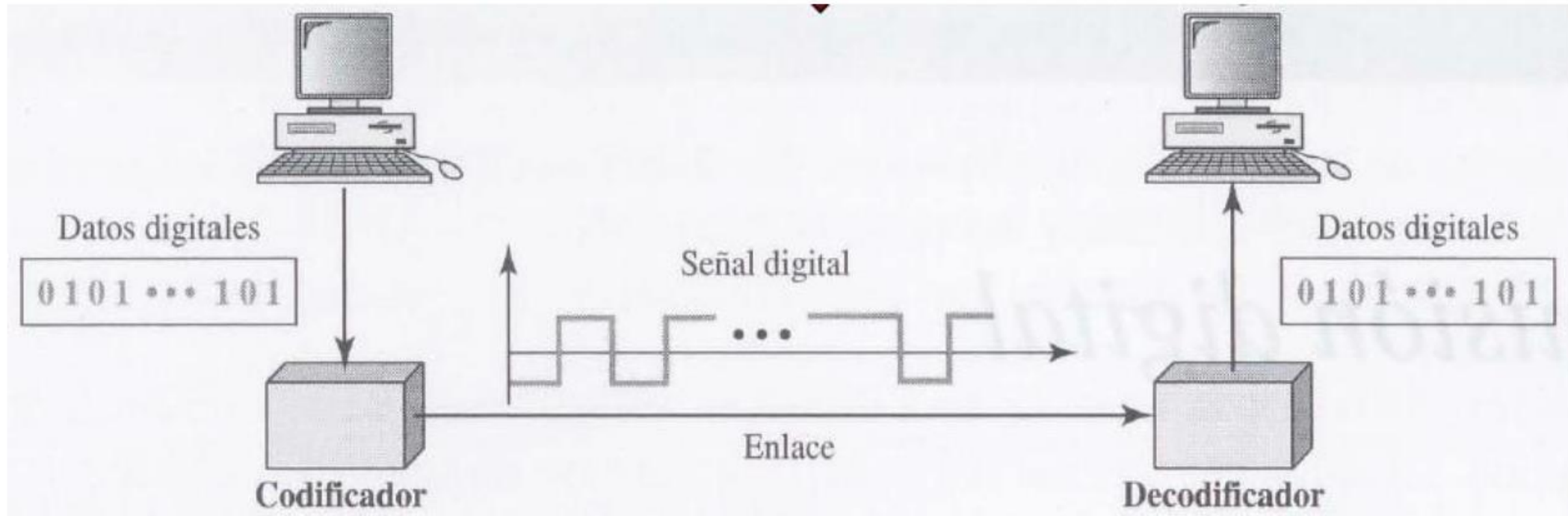
La señal banda base
es la inteligencia a
transmitir

Salida del
modulador de
frecuencia



Proceso de modulación





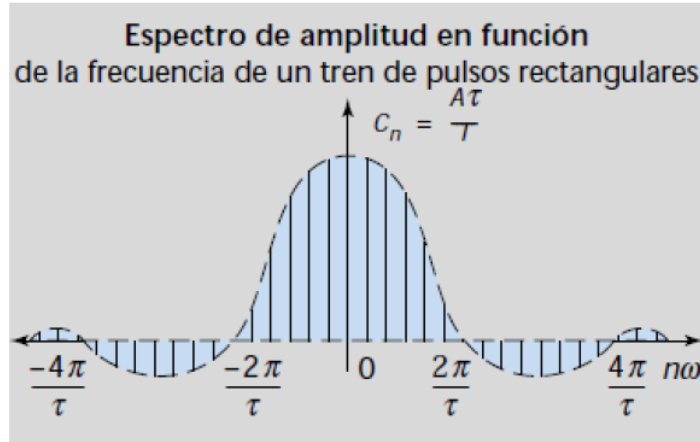
La transmisión banda base consiste en enviar datos digitales por el canal sin transformarlos en señales analógicas, a lo sumo se los codifican en forma diferente a la original. **La codificación se realiza con códigos de línea o también conocidos como códigos banda base para solucionar problemas técnicos.**

Objetivos de los códigos banda base o códigos de línea

La utilización de códigos de línea como los que analizamos a continuación tienen como misión fundamental solucionar los siguientes aspectos técnicos inherentes a las transmisiones en banda base:

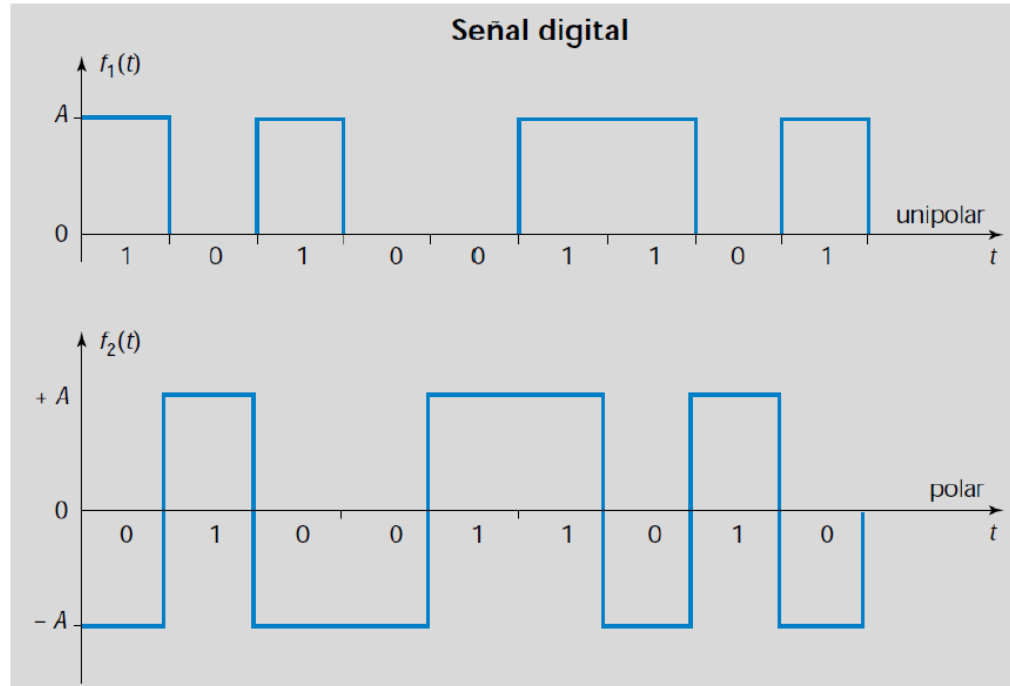
- Eliminar o disminuir la componente continua de la señal.
- Transmitir una señal de sincronismo desde el transmisor hacia el receptor.
- Permitir detectar la presencia de señal en la línea.

Que es la componente continua?



- Es la componente de frecuencia igual a cero en el espectro de frecuencias del análisis de Fourier.
- Solo existe cuando el valor medio de energía de la señal es diferente de cero.

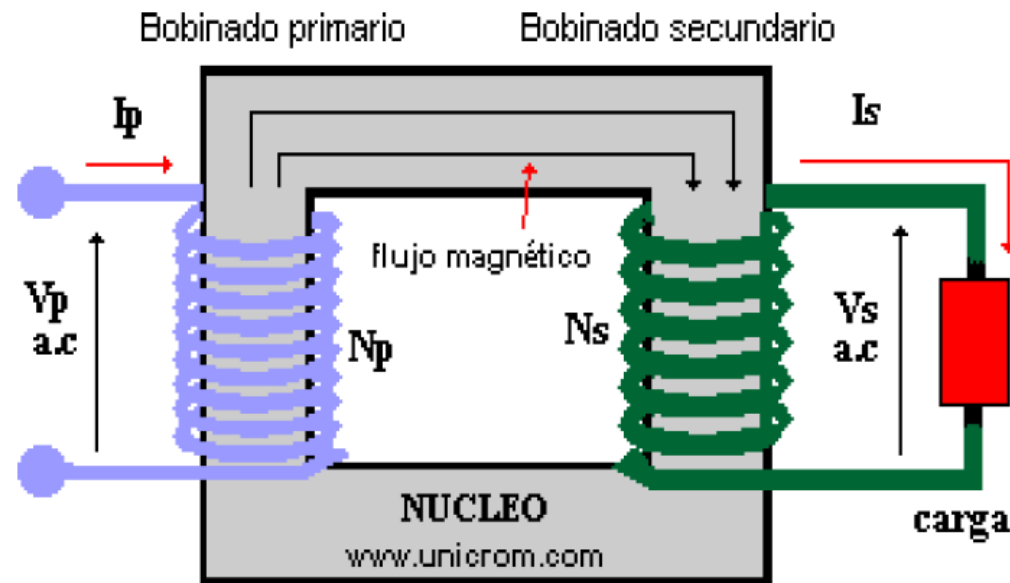
Que es la componente continua?



- La señal superior denominada “unipolar” tiene componente continua, la segunda “polar” no tiene.

Que problema puede originar la existencia de la componente continua?

- En los circuitos que emplean pares balanceados (ejemplo cable UTP) se utilizan acoplamiento inductivos que bloquean dicha componente distorsionando el tren de pulsos. **La componente de frecuencia cero NO PASA al secundario, como se muestra en el esquema del transformador siguiente.**



Que problema puede originar la existencia de la componente continua?

- Por ejemplo una línea telefónica analógica no permite pasar frecuencias por debajo de 300 hz.
- Un enlace de larga distancia puede utilizar uno o mas transformadores para aislar eléctricamente diferentes partes de la línea.
- Para estos ejemplos se necesita una codificación que anule la componente continua.

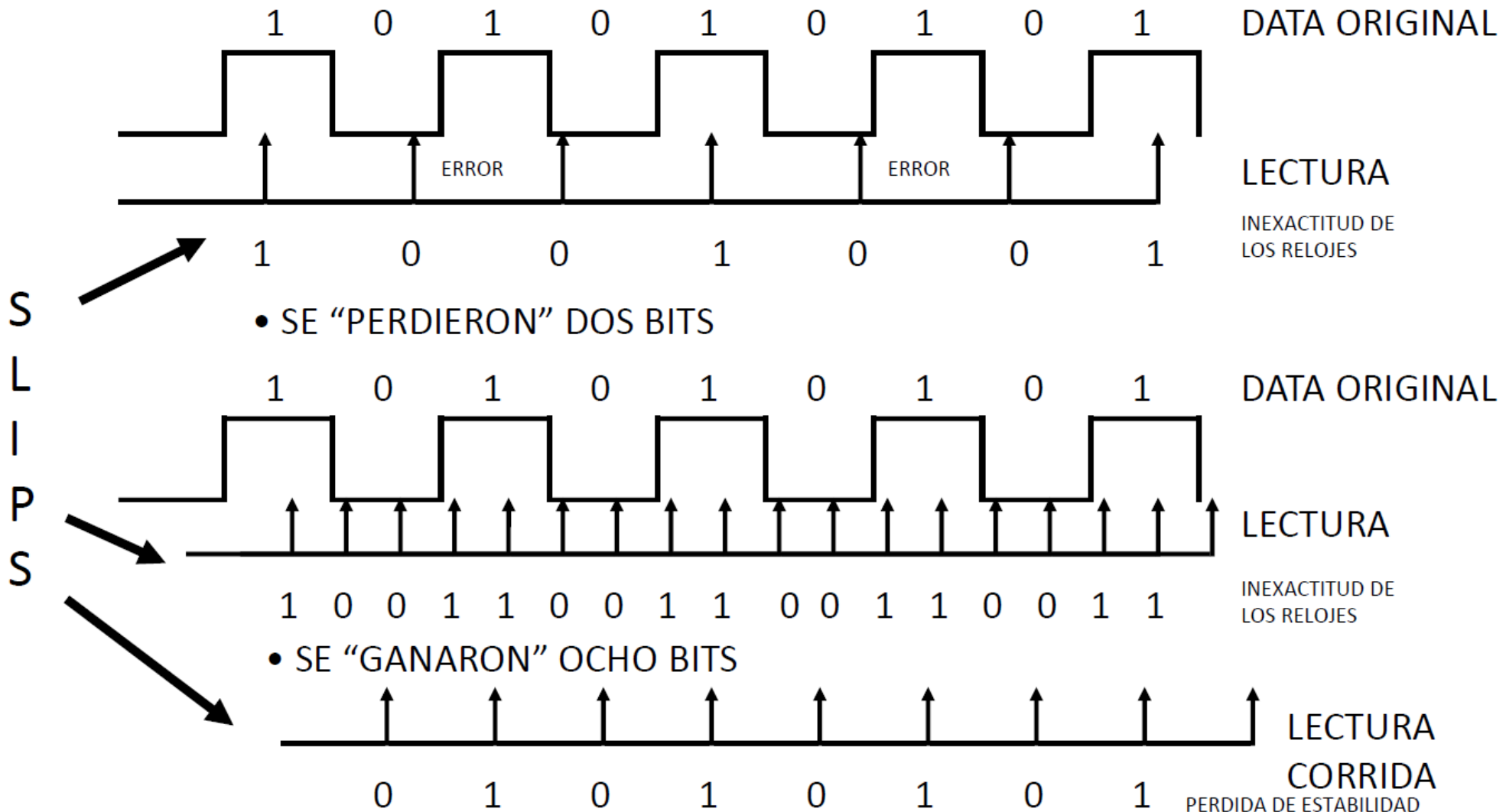
Como se transmite una señal de sincronismo desde la placa transmisora hacia la receptora?

Que entendemos por sincronismo?

El reloj de la placa emisora debe estar sincronizado (debe operar siguiendo el “ritmo” del reloj de la placa transmisora) para interpretar correctamente los bits transmitidos.

Se denomina “Slips” a la inexactitud del reloj receptor respecto del reloj del transmisor.

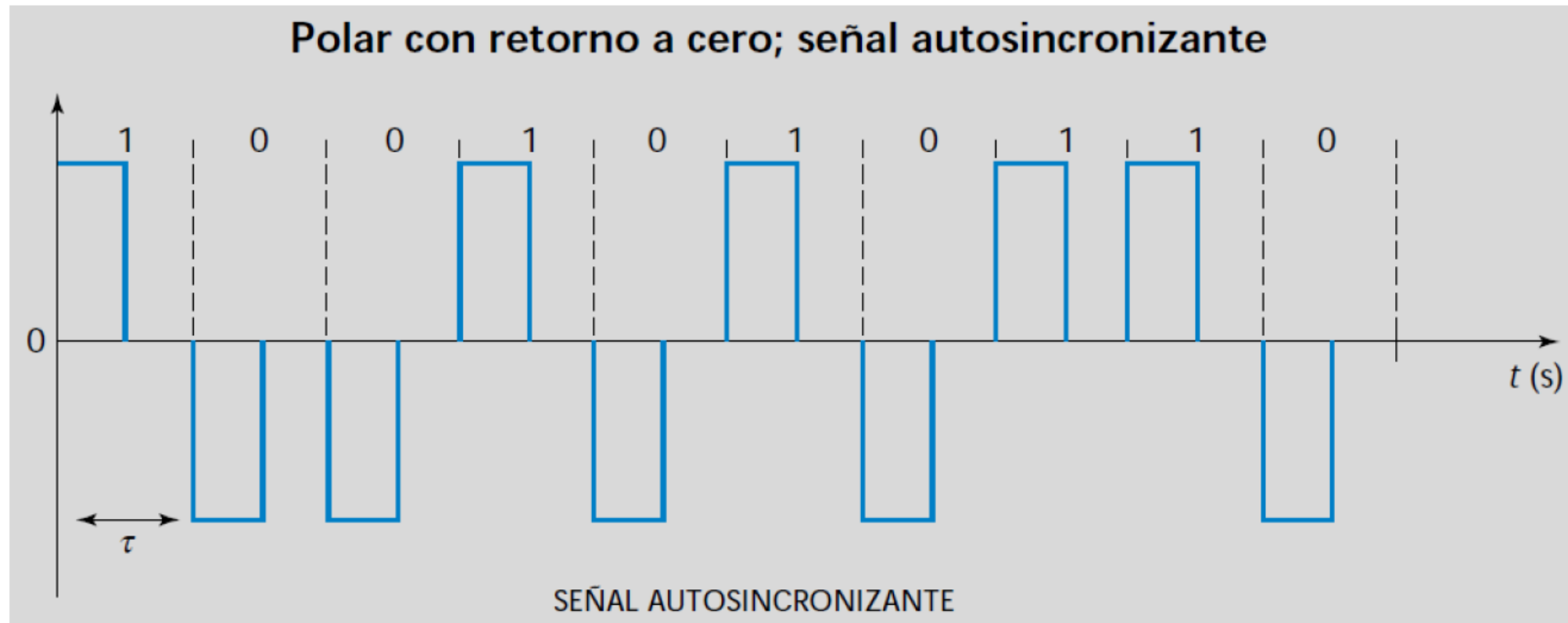
Errores de sincronismo



Solución para mantener el sincronismo entre placas Tx y Rx?

1. Instalar una línea adicional a la de datos para conectar ambos relojes. Significa duplicar enlaces y generar una red dedicada a transmitir el sincronismo. Solución ineficiente y poco practica, no se emplea.
2. Introducir bits adicionales a los de datos para mantener el sincronismo. Ineficiente, baja el throughput de transmisión de datos.
3. Utilizar códigos especiales denominados banda base que mantengan el sincronismo durante toda la transmisión de la trama o paquete sin incorporar bits especiales . Solución que se emplea en la mayoría de las transmisiones banda base.

Ejemplo de código autosincronizante



Las transiciones de la señal en cada pulso sincronizan el reloj del receptor

Que significa detectar la señal en la línea?



El protocolo LAN de la PC que quiere transmitir debe detectar si alguna otra estación esta emitiendo, si ninguna lo hace, comienza a transmitir su trama.

Para determinar si alguna estación esta transmitiendo mide la tensión en la línea.

En consecuencia, no se pueden emplear códigos donde se utilice el nivel de cero volts para representar un bit.

Codificación

Unipolar NRZ +

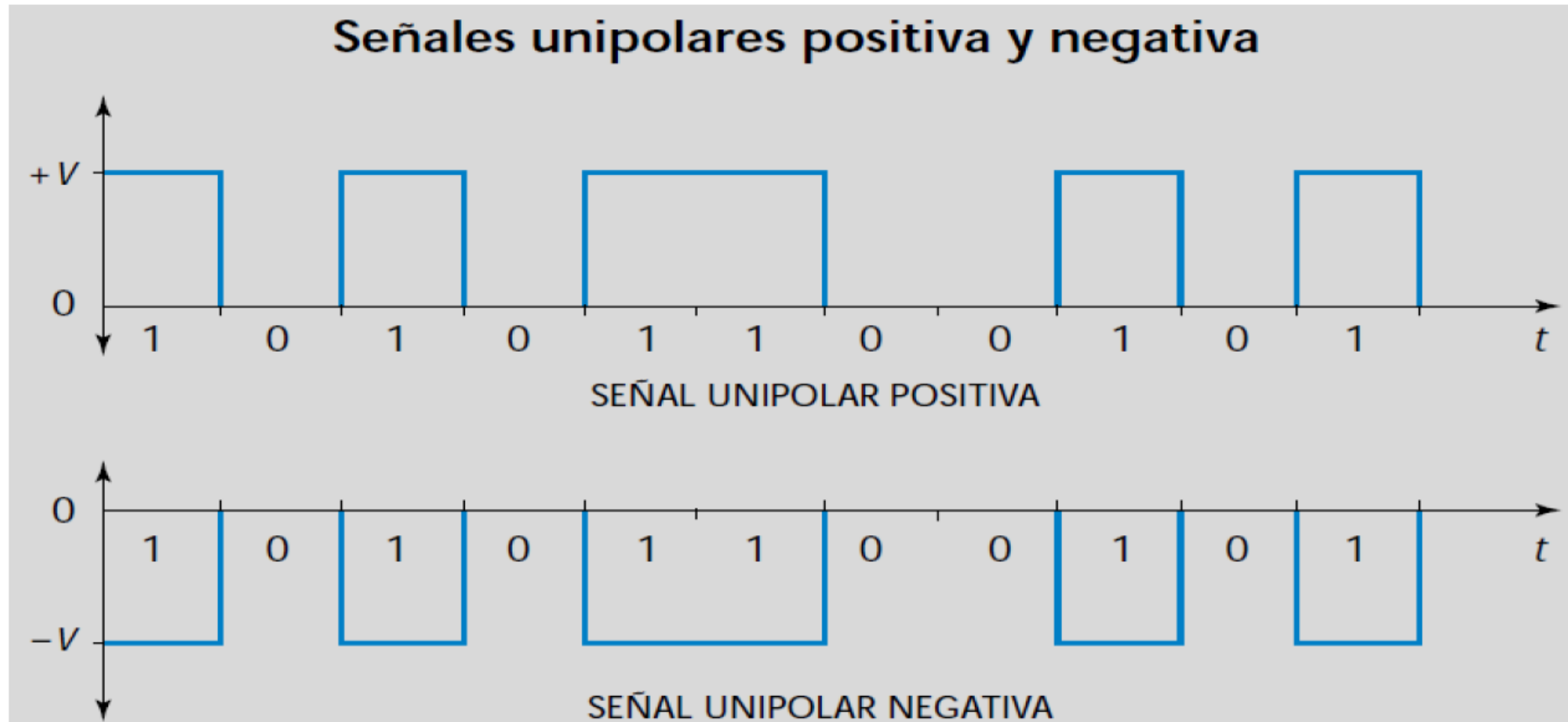


Al medir la tensión en la línea, en los instantes que se transmiten los ceros, se interpretará que no hay ninguna estación transmitiendo. **ERROR.**

Clasificación de los códigos

según su polaridad

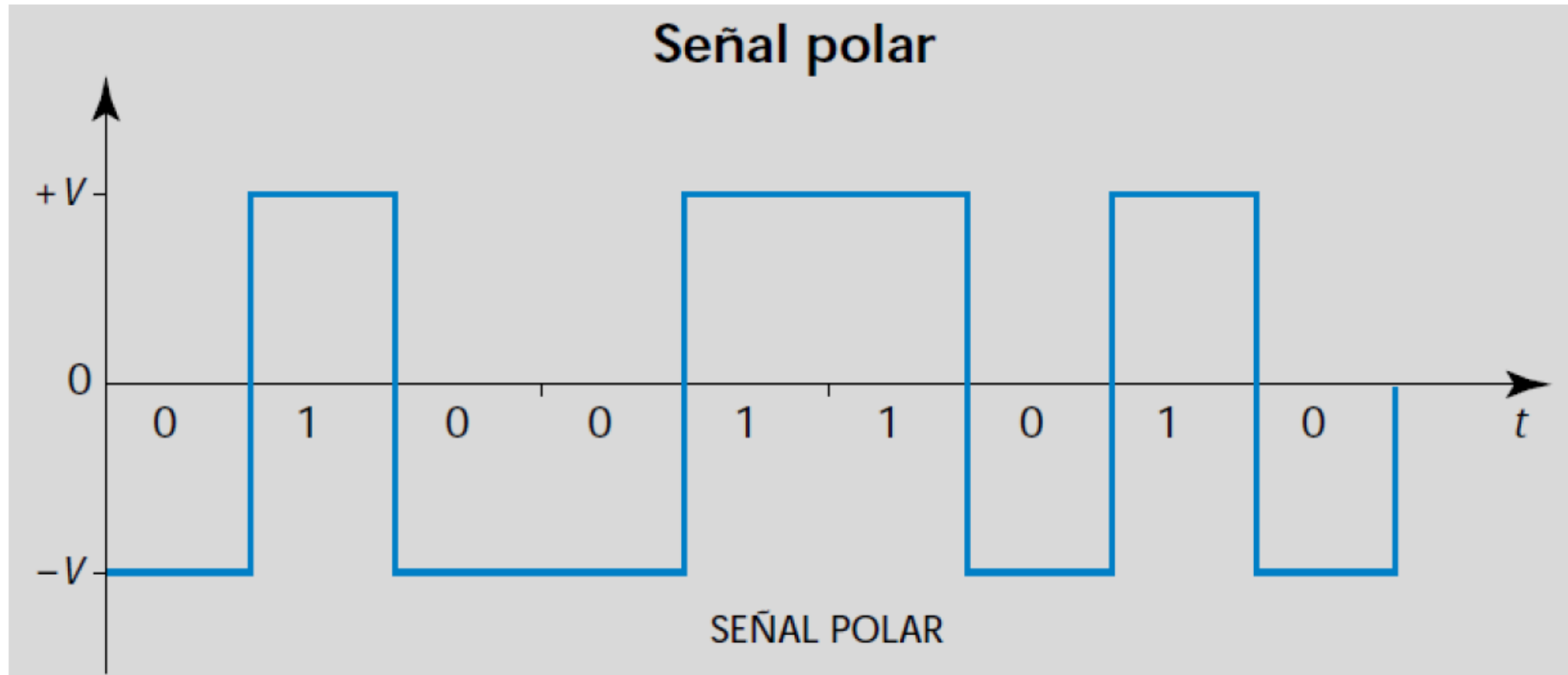
Señales unipolares NRZ: Tienen componente DC y no se emplean en Tx de datos.



Clasificación de los códigos

según su polaridad

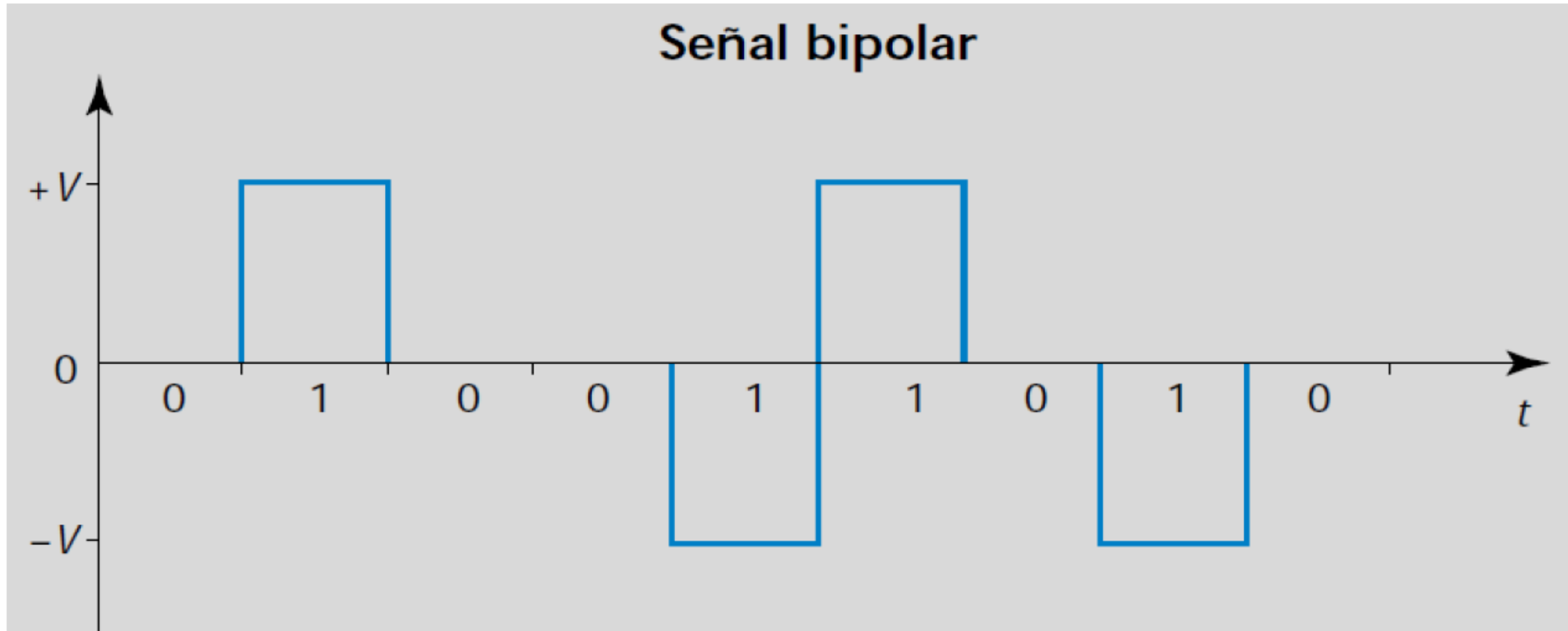
Señal Polar NRZ: No tiene componente DC pero el problema es la pérdida de sincronismo ante la presencia de una secuencia larga de 1 o 0. Se emplea en RS 232.



Clasificación de los códigos

según su polaridad

Señal bipolar NRZ: No tiene componente DC, pero persiste el problema de sincronismo ante serie larga de ceros.



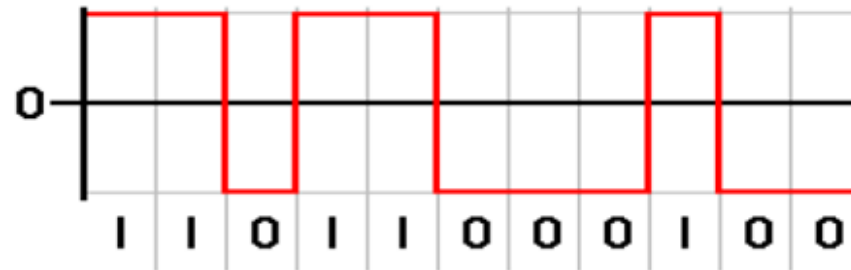
Clasificación de los códigos

según el ancho de pulso

- Cuando los bits están representados por pulsos que ocupan la totalidad del intervalo significativo (ancho de pulso), tenemos la familia denominada **NRZ no retorno a cero**.
- Cuando los bits se representan por pulsos que ocupan una parte (en general la mitad) del intervalo significativo, tenemos las señales denominadas **RZ retorno a cero**.

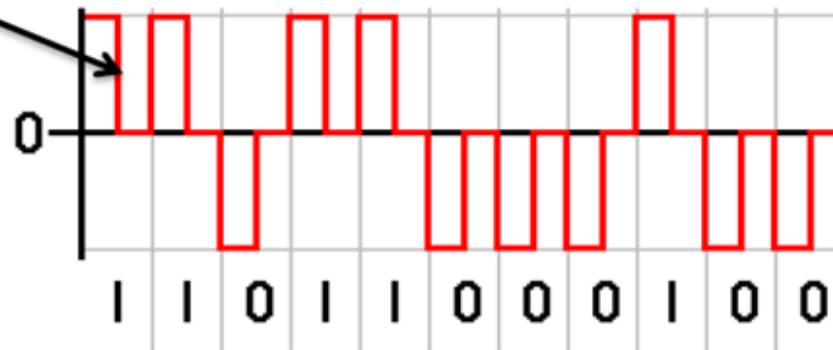
Clasificación de los códigos

según el ancho de pulso



polar NRZ

Retorna a cero en la mitad del intervalo

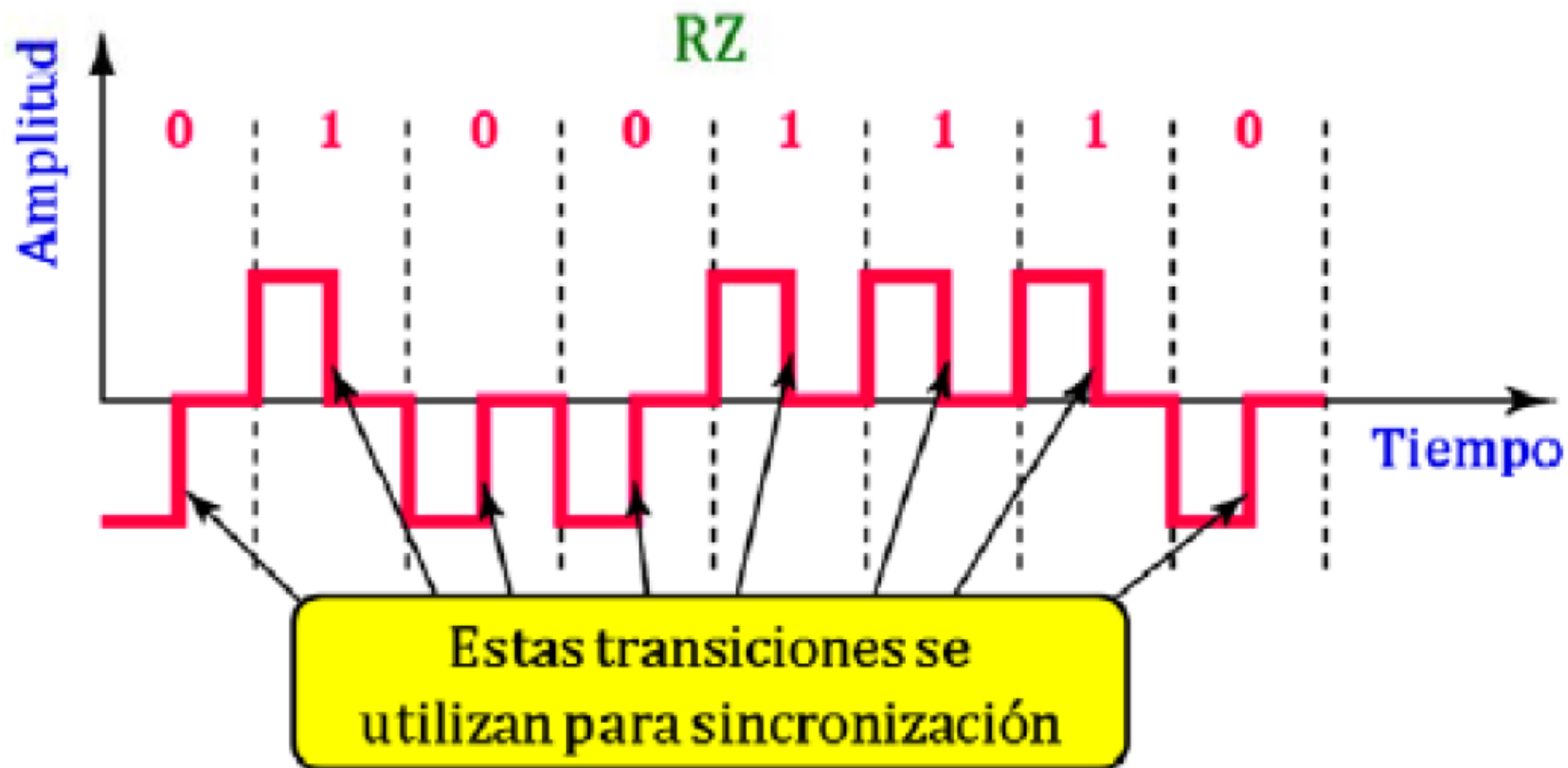


polar RZ

Clasificación de los códigos

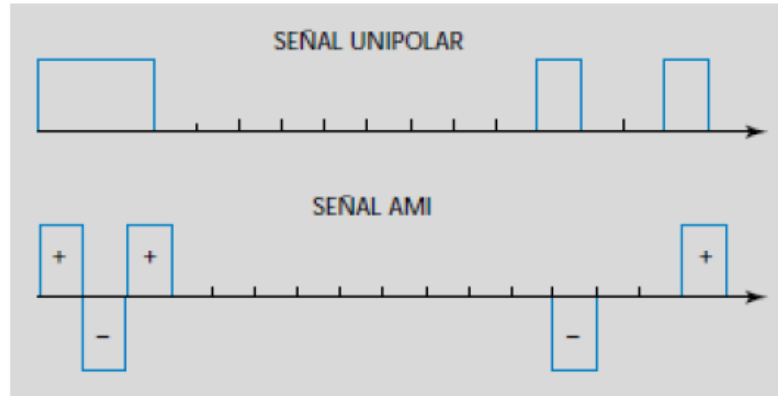
según el ancho de pulso

Señal Polar RZ: No tiene DC y mantiene el sincronismo. Requiere mayor ancho de banda dado que los pulsos son mas angostos y además emplea 3 niveles de señal.



Códigos Banda base especiales

Código AMI (Alternate Mark Inversion)



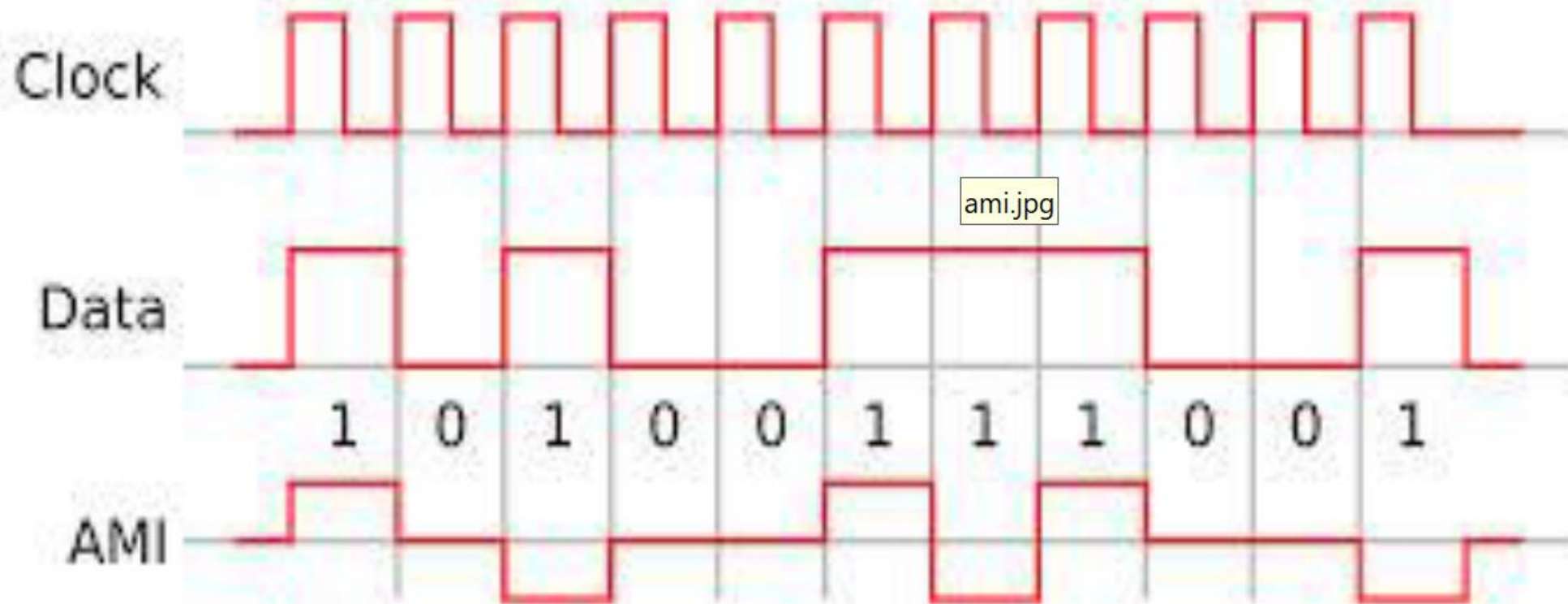
La componente continua es cero, además las componentes del espectro mas importantes están en la zona en la que la [atenuación](#) del cable es más reducida y la atenuación de la diafonía es mayor, así se consigue una mejor relación [señal ruido](#).

Si la señal tiene largas secuencias de ceros se utiliza un aleatorizador que limite estadísticamente el número de ceros consecutivos, de otra manera se perdería el sincronismo con el reloj.

Si se encuentran dos unos seguidos con la misma polaridad indica que se ha producido un error.

Se emplea en Multiplexores, sistemas T1 y canal B de las redes RDSI.

AMI



Aleatorización

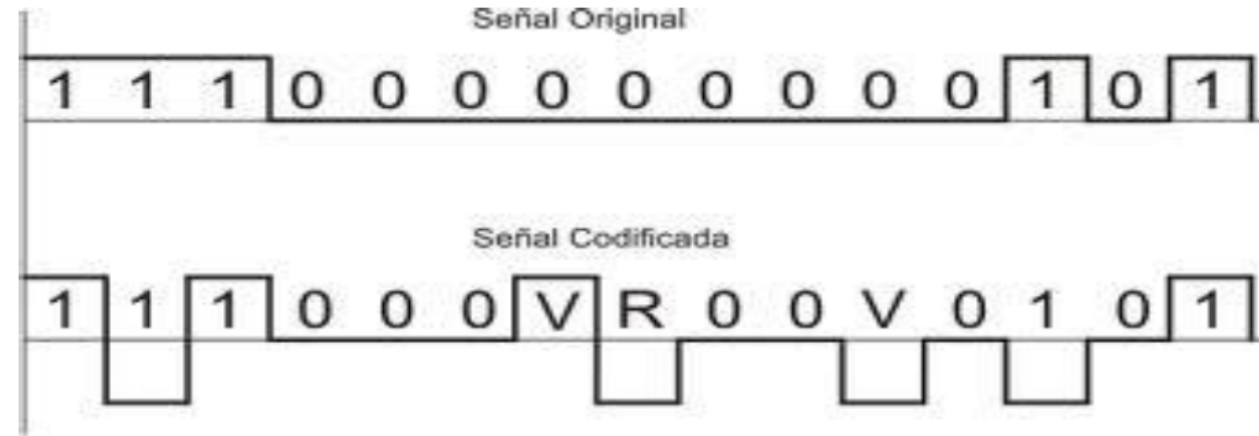
- Se puede emplear el AMI si se utiliza la técnica de aleatorización que consiste en sustituir una larga secuencia de ceros por una combinación de otros niveles.
- Las técnicas empleadas son : B8ZS y HDB3.

AMI - B8ZS (AMI con sustitución de 8 ceros). Introduce cambios artificiales denominados violaciones. *Si vienen ocho 0 seguidos, cambia el patrón en base a la polaridad del 1 anterior. Se usa en EE.UU y Japón.*

No obstante, en el resto del mundo se emplea HDB3.

Códigos Banda base especiales

Código HDB3 ("*High Density Bipolar-3 Zeros*")



Regla de formación del código

- Se basa en el AMI.
- Cuando se tiene una secuencia de 4 ceros seguidos se reemplaza por 000V o R00V, para saber cual usar se debe contar la cantidad de unos (1) existentes entre la última violación y la actual. Si ese número es par, la secuencia de reemplazo será R00V; si es impar se deberá usar 000V.
- El primer pulso de violación de la serie siempre lleva la misma polaridad que el último bit uno (1) transmitido.
- Esto sirve para ser detectado en la recepción, dado que si fuera de datos debería tener polaridad inversa.
- Los pulsos de violación se transmiten con polaridad alternada entre sí.
- De existir, el pulso de relleno llevará la misma polaridad que el de violación

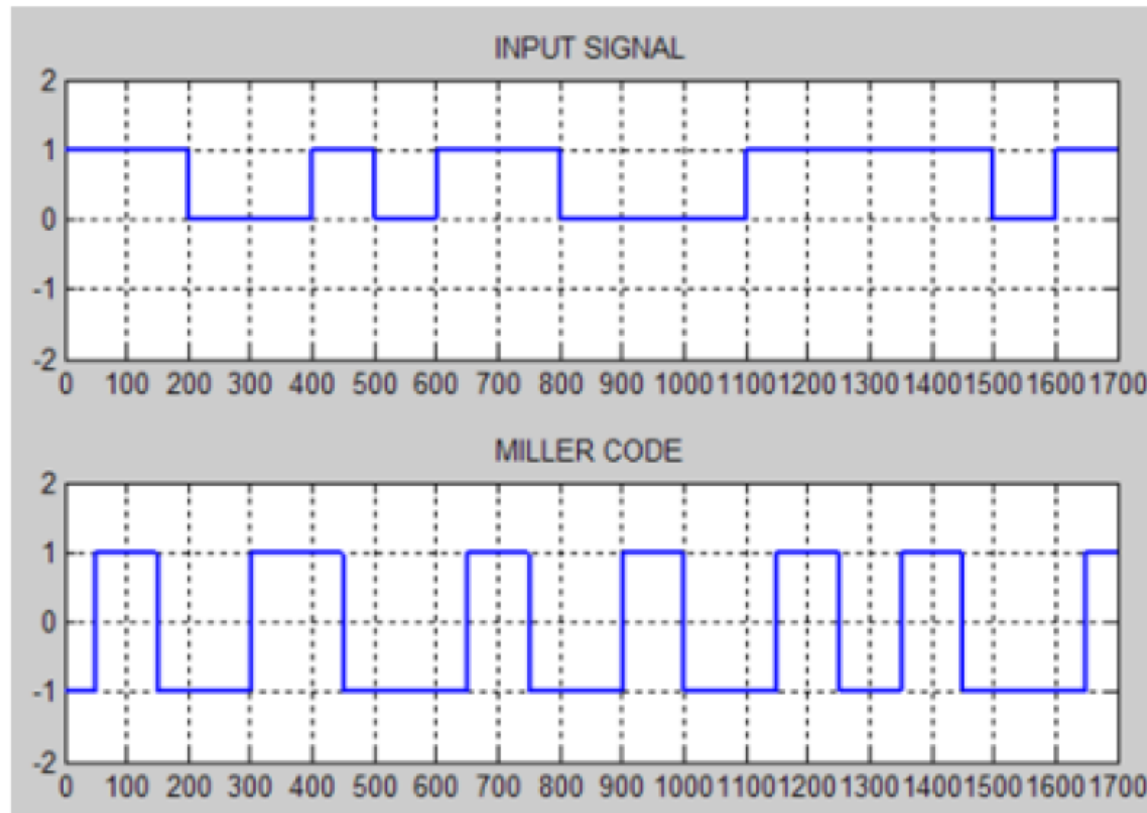
Se emplea especialmente en transmisiones sobre cables de cobre, hasta 34 Mbps, dado que permite disminuir el "Jitter".

Códigos Banda base especiales

Código Miller

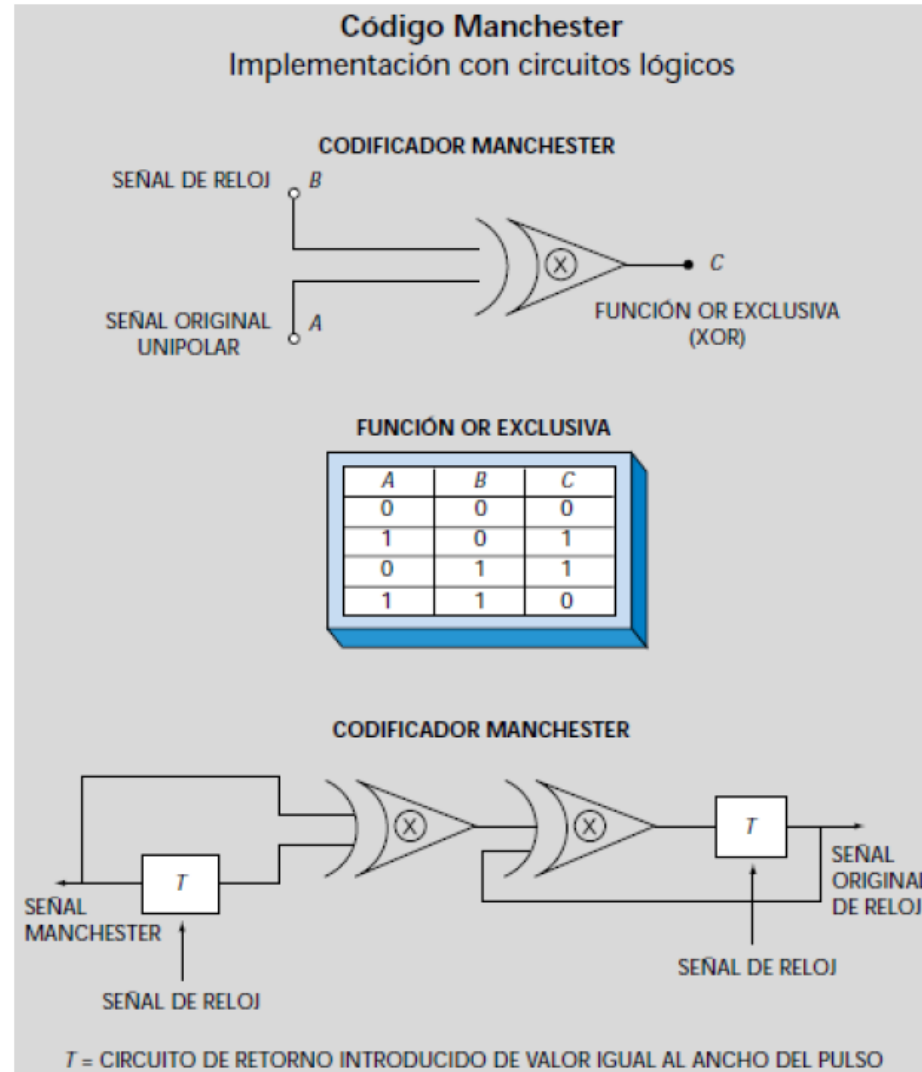
Para el 1, transición no importa si es positiva o negativa

Para el 0, transición al final del intervalo, si el bit siguiente es 0



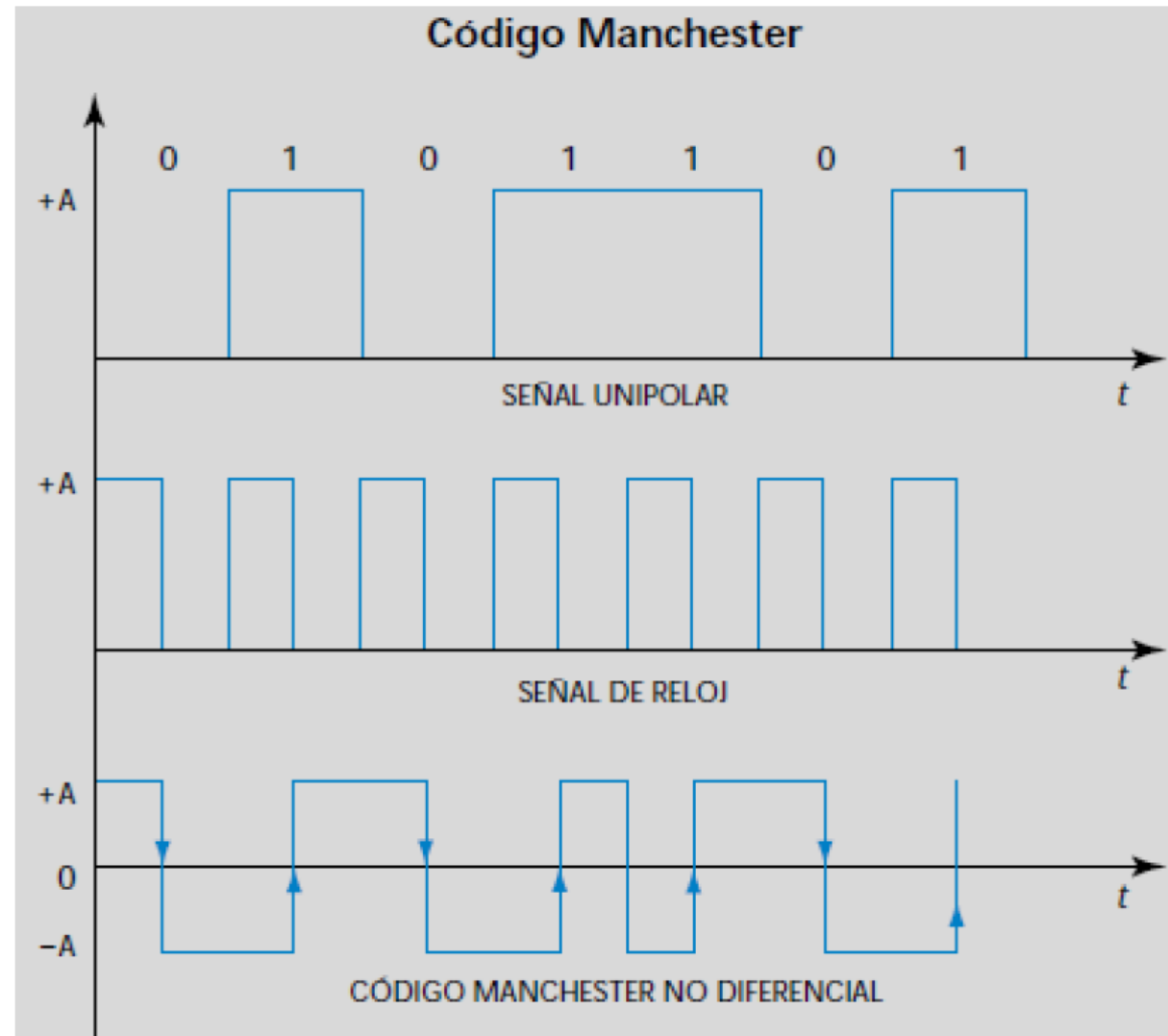
Códigos Banda base especiales

Código Manchester



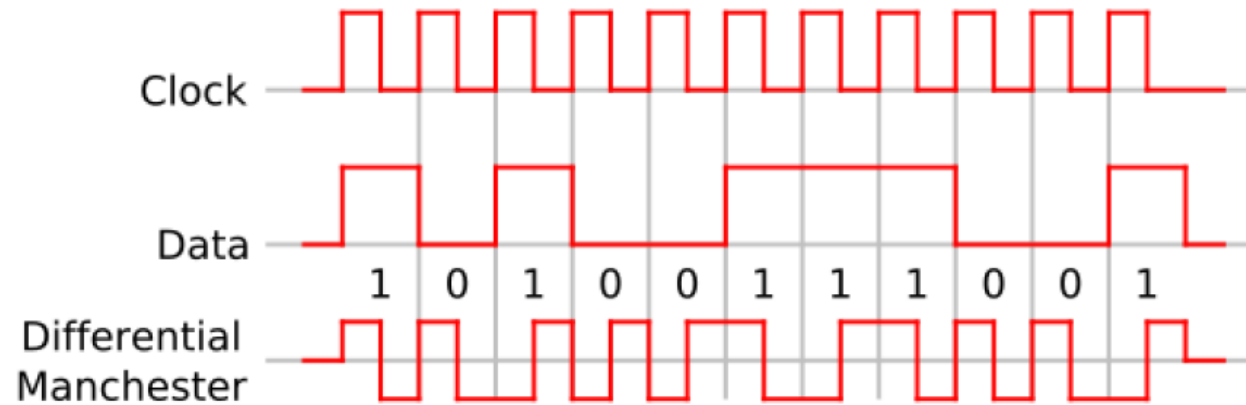
Códigos Banda base especiales

Código Manchester



Códigos Banda base especiales

Código Manchester Bifase Diferencial



1. Siempre hay una transición en la mitad del intervalo.
2. Si el bit siguiente es un cero también hay una transición al final del intervalo.
3. Si el bit siguiente es un uno no hay transición al final del intervalo.

VENTAJAS técnicas de implementación respecto al Manchester

Detectar transiciones genera menos errores que comparar con tierra.

La presencia de la transición es lo importante pero no la polaridad.

“TEORIA DE LA INFORMACION”

COMUNICACIONES

Introducción

- La llegada de información proviene de la recepción de un mensaje.
- Un suceso contendrá mayor cantidad de información cuanto menor sea su probabilidad de ocurrencia.

Objetivo de la Teoría de la información

La idea fundamental es hacer lo más eficiente posible la transmisión de información de un punto a otro en una red de comunicaciones.

Estudia tres aspectos:

- ¿ Cómo se mide la información ?
- ¿Cuál es la capacidad de un canal de comunicaciones para transferir información?
- ¿ Cuales son los aspectos de la codificación para utilizar un canal a plena capacidad y con una tasa mínima de error?

Medida de la Información

- La fuente tiene la posibilidad de elegir entre varios mensajes a transmitir.
- El usuario receptor tendrá incertidumbre respecto al mensaje que podrá recibir.
- Cada mensaje tiene asociada una probabilidad de ocurrencia.
- A mayor probabilidad de que un mensaje sea cierto, menor información contiene para el usuario.

Parte Meteorológico: desierto Sahara

- Mensaje Nro.1: Muy caluroso y seco (95%)
- Mensaje Nro.2: Caluroso y soleado (4%)
- Mensaje Nro.3: Templado y soleado (0,9 %)
- Mensaje Nro. 4: Frio y lluvioso. (0,1%).

Cantidad de Información

$$I(s) = \log 1/P(s)$$

Base del Logaritmo:

Si es 2 → SHANNON

Si es e → NAT

Si es 10 → HARTLEY

Relaciones:

1 Hartley = 3,32 Shannon

1 Nat = 1,44 Shannon

1 Hartley = 2,30 NAT

Equivalencia entre SHANNON Y BITS

- Si utilizamos codificación binaria:
- Si el “1” y el “0” son equiprobables:
- Entonces:
$$I(0) = \text{Log}_2 1/0.5 = \text{Log}_2 2 = 1 \text{ SHANNON}$$
$$I(1) = \text{Log}_2 1/0.5 = \text{Log}_2 2 = 1 \text{ SHANNON}$$
$$1 \text{ SHANNON} = 1 \text{ BIT}$$

Fuente de memoria NULA

Es toda fuente que emite símbolos que
son estadísticamente:

“ INDEPENDIENTES “

ENTROPÍA:

No se puede diseñar un sistema de comunicaciones solamente en base a la cantidad de información de los mensajes, hay que estudiar la ENTROPIA DE LA FUENTE (valor medio de la información de la fuente).

Cálculo de la Entropía

- Para cada valor de la variable X_k tendremos asociado un valor de probabilidad P_k .
- $E(X_k) = \text{Sum } I(X_k) \cdot P(X_k) \quad (1)$
- $I(X_k) = \log_2 1/P(X_k) \quad (2)$
- $I(X_k) = -\log_2 P(X_k) \quad (3)$, reemplazando en (1), obtenemos la “Entropía”:
- $H = -\text{Sum } P(X_k) \cdot \log_2 P(X_k) = (\text{Shannon/símbolo}) \text{ o } (\text{Bit/símbolo})$

También conocida como H_k

Entropía de la Fuente (E_k)

- Conocer la cantidad de información de un mensaje no es suficiente para diseñar el canal, se necesita conocer la información promedio de la fuente. Eso es la ENTROPIA de la fuente.

$$E(X_k) = \sum_{k=1}^n I(X_k) p(X_k)$$

La fuente es de memoria nula y los símbolos son estadísticamente no dependientes.

Donde:

X_k : es un símbolo cualquiera de la fuente de k símbolos

$I(X_k)$: es la información que trae la aparición de dicho símbolo.

$P(X_k)$: es la probabilidad de ocurrencia del símbolo

Ejemplos

Sea una fuente de memoria nula que puede emitir tres símbolos, x_1 , x_2 y x_3 , con probabilidades asociadas de valores $1/2$, $1/4$ y $1/4$. Averiguar la entropía de la fuente.

La variable aleatoria estará definida, en este caso, de la forma que nos muestra la figura 5.3. Luego, la entropía será igual a

$$H = -[p(x_1) \log_2 p(x_1) + p(x_2) \log_2 p(x_2) + p(x_3) \log_2 p(x_3)]$$

$$H = -\left[\frac{1}{2} \log_2 \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \log_2 \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \log_2 \frac{1}{4}\right]$$

$$H = -\left[\left(-\frac{1}{2} \log_2 2\right) + \left(-\frac{1}{2} \log_2 4\right)\right]$$

$$H = 1,5 \text{ SHANNON/SÍMBOLO}$$

Dados 3 mensajes con la siguiente probabilidad de ocurrencia:

$$p1 = 20 \%$$

$$p2 = 50 \%$$

$$p3 = 30 \%$$

1. Calcular la cantidad de información suministrada por cada uno de ellos.
2. Calcular la información promedio por mensaje de esta fuente.

$I(s)$ = Información del Símbolo

$P(s)$ = Probabilidad de ocurrencia del Símbolo

H_s = Entropía de la fuente de memoria nula emisora de Símbolos

$$I(s) = \log_2 (1/P(s))$$

$$H_s = \sum P(s_i)I(s_i)$$

$$I(p1) = \log_2 (1/(1/5))$$

$$I(p1) = \log_2 (5)$$

$$I(p1) = 2,322 \text{ Shannon}$$

$$I(p2) = \log_2 (1/(1/2))$$

$$I(p2) = \log_2 (2)$$

$$I(p2) = 1 \text{ Shannon}$$

$$I(p3) = \log_2 (1/(3/10))$$

$$I(p3) = \log_2 (10/3)$$

$$I(p3) = 1,737 \text{ Shannon}$$

$$H_s = 1/5 \times 2,322 + 1/2 \times 1 + 3/10 \times 1,737$$

$$H_s = 0,4644 + 0,5 + 0,5211$$

$$H_s = 1,4855 \text{ Shannon/Símbolo}$$

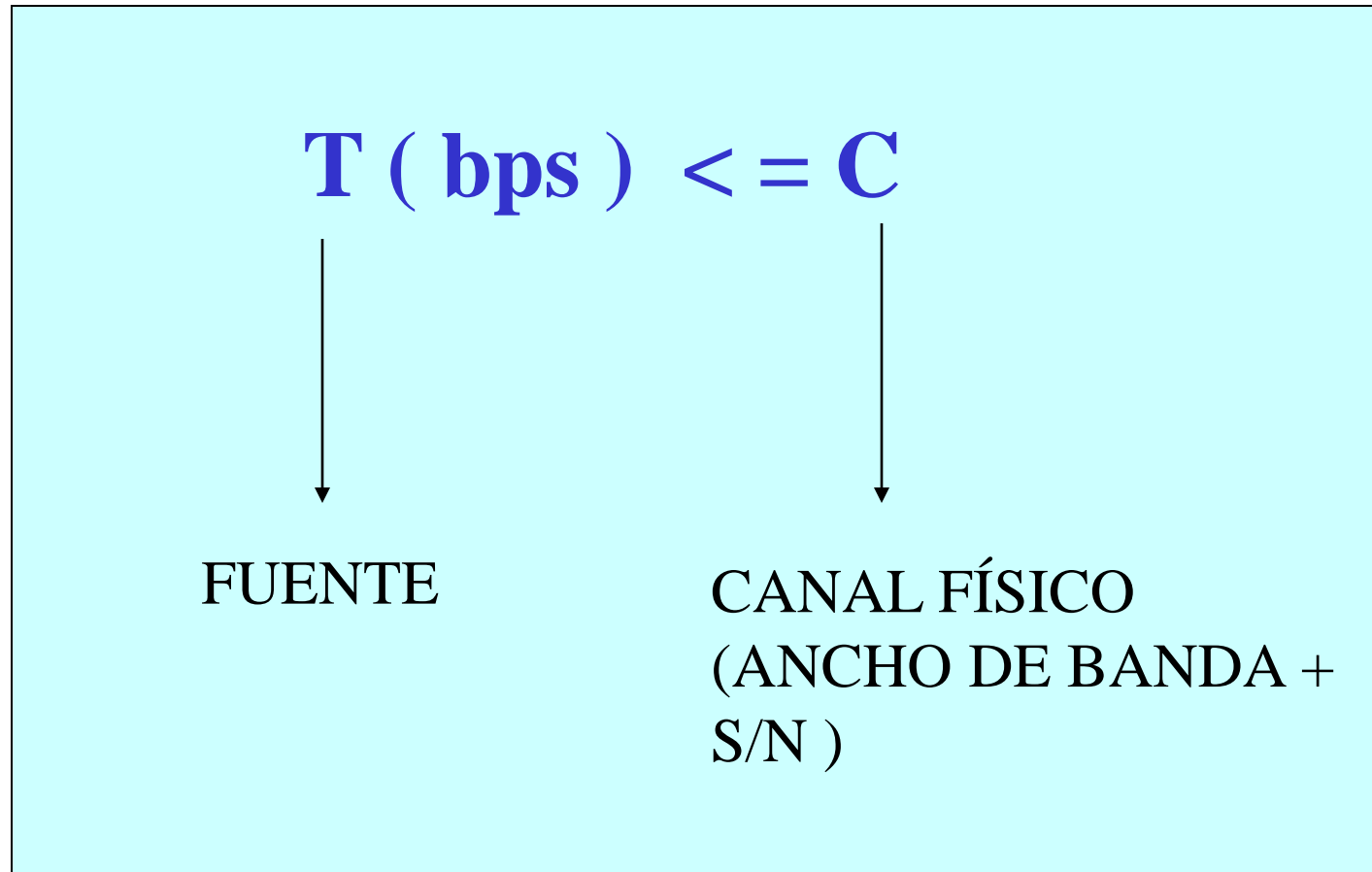
Tasa de información

- Con estudiar la Entropía no basta para diseñar un canal de comunicaciones.
- Dos fuentes pueden tener la misma entropía pero una de ellas puede entregar más símbolos en la unidad de tiempo, por lo tanto introducirá mayor información al canal.

Definición de Tasa de Información de la Fuente

- Es el cociente entre la Entropía y la duración media de los símbolos que ésta envía.
- $T = H \cdot V_m$ (bits/simb . simb/seg) = bps

Relación entre Capacidad del canal y Tasa de información



Ejemplo

Se tiene una fuente de 32 símbolos equiprobables, cada uno compuesto por 5 bits. La duración de cada símbolo es de 1 ms. La información se transmite en bloques de 20 símbolos, separados por dos pulsos de sincronización de 2,5 ms cada uno. ¿Calcular la tasa de información del sistema?

$$H(\text{bloque}) = 5 \text{ bits} \times (20 \text{ símbolos}) = 100 \text{ bits/bloque}$$

$$\tau(\text{bloque}) = 20 \text{ símbolos} \times 1 \text{ ms} + 2 \times 2,5 \text{ ms}(\text{sinc.}) = 25 \text{ mseg/bloque}$$

$$T = H(\text{bloque})/\tau(\text{bloque}) = 100/0,025 = 4000 \text{ bps}$$

~~bits / símbolo~~

~~Seg / símbolo~~