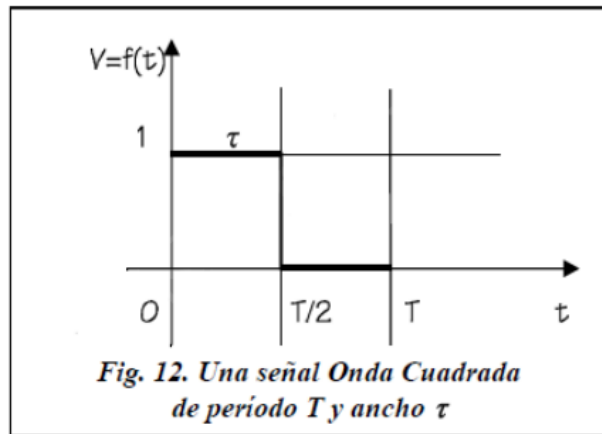


Fourier

Señal onda cuadrada

$$\begin{aligned} f(t) &= 1 & \forall 0 < t < T/2; \\ f(t) &= 0 & \forall T/2 < t < T \end{aligned}$$



Señales periódicas no senoidales

En esencia, toda onda repetitiva formada por más de una onda senoidal o cosenoidal relacionada armónicamente, es una onda no senoidal o una onda periódica compleja. Para analizar una onda periódica compleja es necesario usar la serie de Fourier.

Forma simple de Fourier

Las series de Fourier se usan en el análisis de señales, para representar por componentes senoidales a una onda periódica no senoidal y cambiando el análisis **desde el dominio del tiempo al dominio de la frecuencia**

$$\begin{aligned} f(t) &= A_0 + A_1 \cos \alpha + A_2 \cos 2\alpha + \dots + A_n \cos n\alpha + \\ &+ B_1 \sin \beta + B_2 \sin 2\beta + \dots + B_n \sin n\beta \end{aligned}$$

Señales periodicas no senoidales

$$\begin{aligned} f(t) &= A_0 + A_1 \cos \alpha + A_2 \cos 2\alpha + \dots + A_n \cos n\alpha + \\ &+ B_1 \sin \beta + B_2 \sin 2\beta + \dots + B_n \sin n\beta \end{aligned}$$

la forma de onda $f(t)$ comprende:

- >> un valor promedio (A_0) de cd,
- >> una serie de funciones cosenoidales en las que cada término sucesivo tiene una frecuencia que es múltiplo entero de la frecuencia del primer término cosenoidal de la serie,
- >> y una serie de funciones senoidales en la que cada término sucesivo tiene una frecuencia que es múltiplo entero de la del primer término senoidal de la serie.

$$\forall \omega = 2\pi/T$$

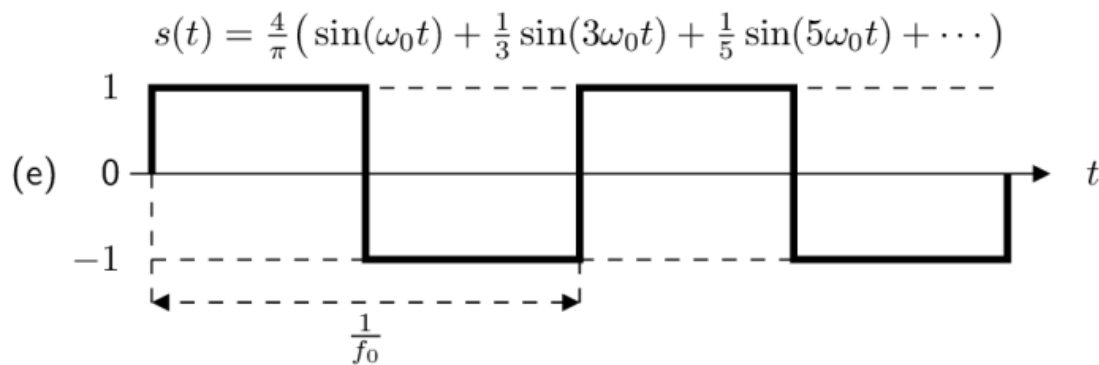
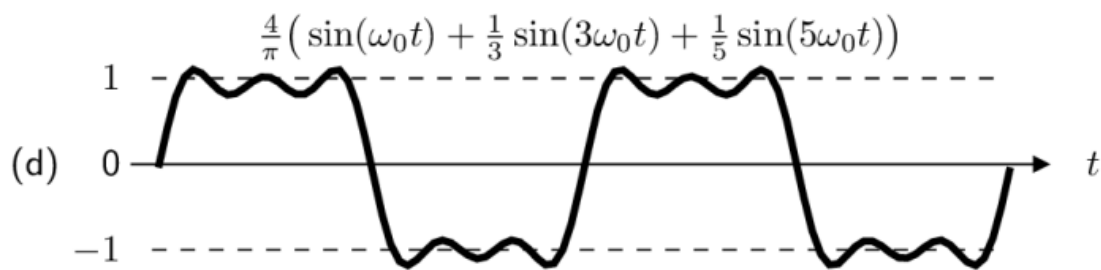
$$\begin{aligned} f(t) &= A_0/2 + \\ &+ \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \cos n \omega t + B_n \sin n \omega t) \end{aligned}$$

$$f(t) = \text{valor promedio} + \text{fundamental} + 1^{\text{a}} \text{ armónica} + 2^{\text{a}} \text{ armónica} + \dots + n^{\text{a}} \text{ armónica}$$

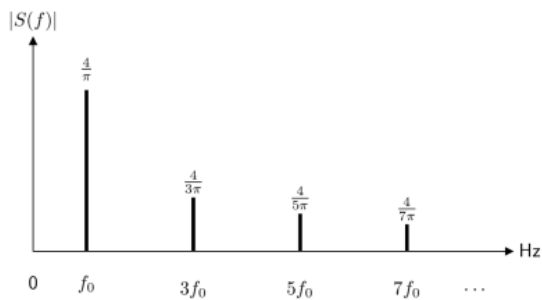
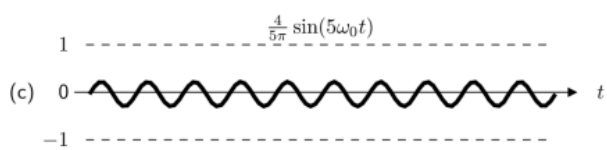
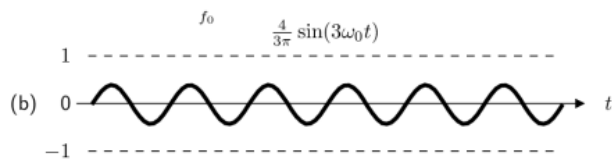
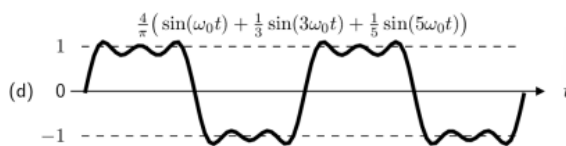
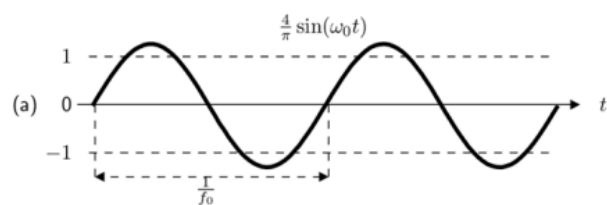
la función está compuesta por un independiente, que representa el valor promedio o **componente continua** de la onda más una sucesión de términos senoidales y cosenoidales

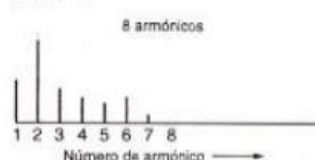
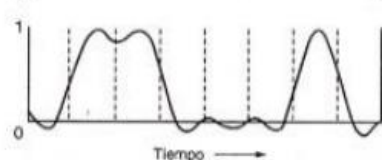
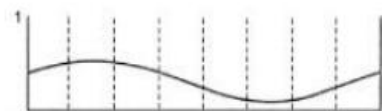
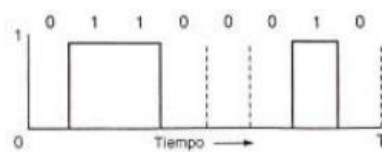
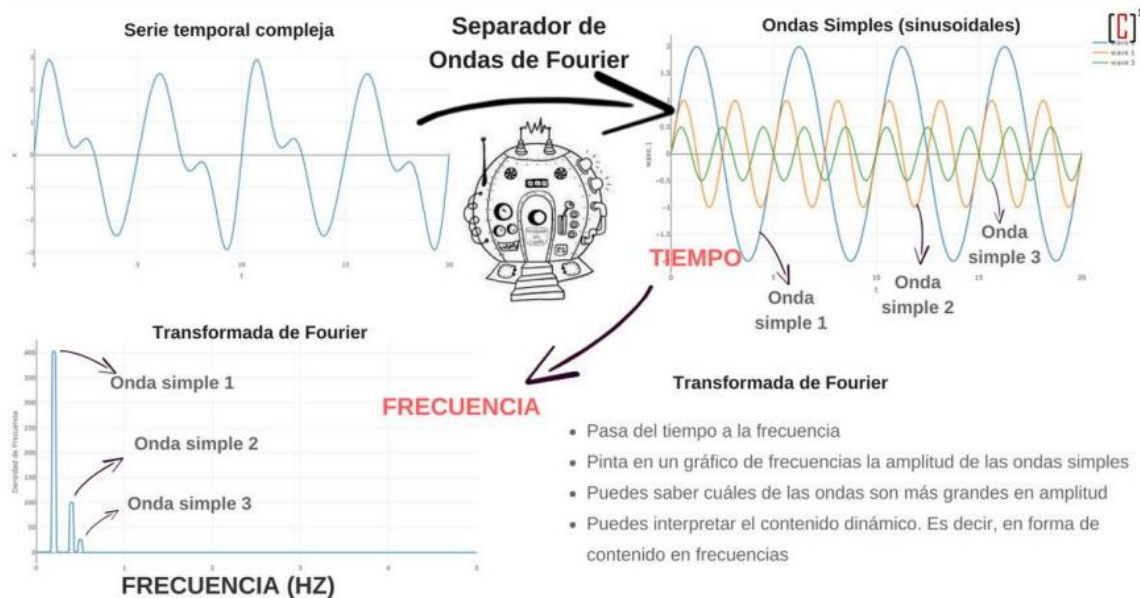
- el primer par (sen, cos) acompañados por sus factores (A_1 , B_1) representa a la fundamental
- cada uno de los sucesivos pares representa una armónica

Con 3 armónicos puedo determinar un 1 y un 0, para el mundo digital con estos 3 es suficiente:

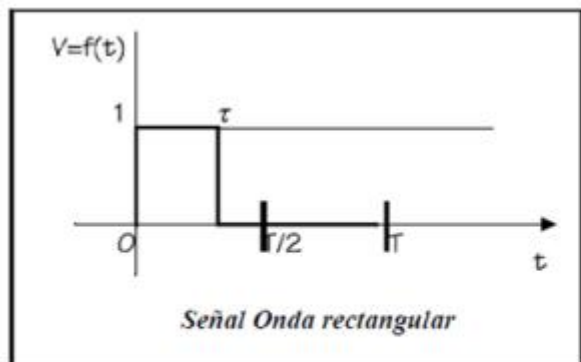


La amplitud de la f_0 es muy grande por lo que es probable que una señal pueda ser representada por esa frecuencia, por ejemplo una cuadrada entre -1 y 1. Una cuadrada entre 1 y 0 ya no se puede





Relación entre ancho de pulso = τ y periodo = T



Ciclo de trabajo para esa señal

$$\text{DC} = \tau / T$$

$$DC\% = (\tau / T) \times 100$$

$$V_0 = V \times DC$$

V_0 = amplitud de la componente continua

Señal **PNS** con el ancho de pulso distinto al semiperíodo

El ciclo de trabajo es cuanto tiempo es positivo respecto al periodo T

La serie de Fourier de esta señal PNS es:

Funcion SINC:

$$V_n = 2V_0 \times \frac{\text{sen} [(n \pi \tau) / T]}{[(n \pi \tau) / T]}$$

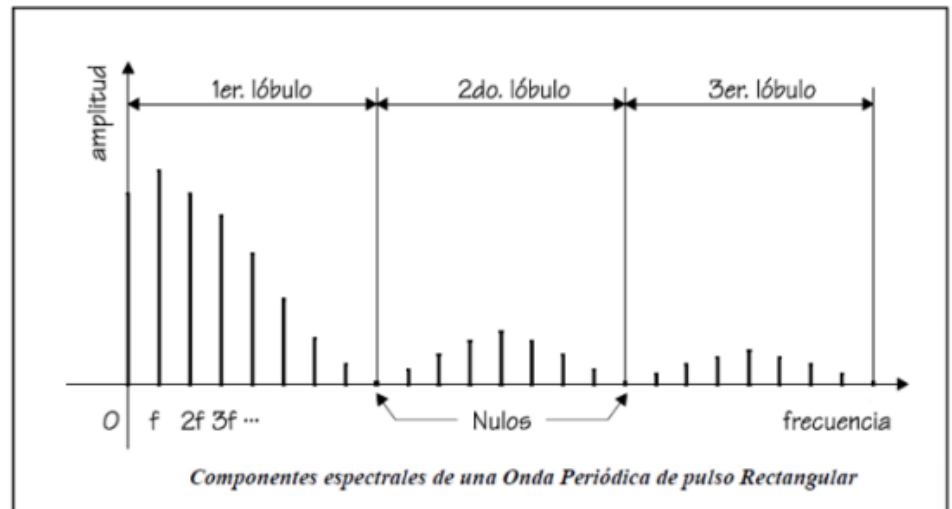
V_n = la amplitud pico en voltios de la n ésima armónica senoidal de la onda rectangular

n = representa a la armónica

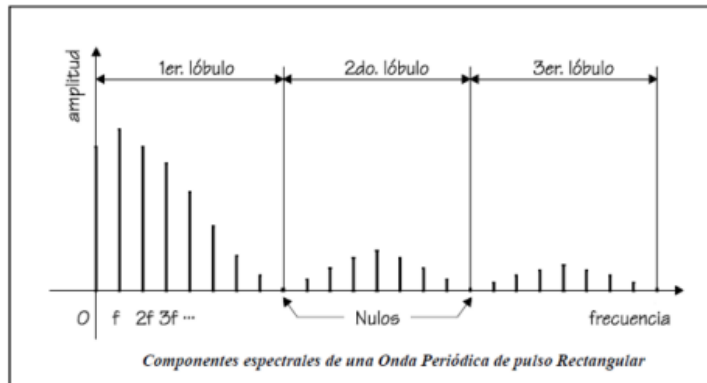
V_0 = amplitud de la componente continua

τ = ancho del pulso de la onda

T = período de la onda rectangular



A pulso mas pequeño, necesito mayor ancho de banda

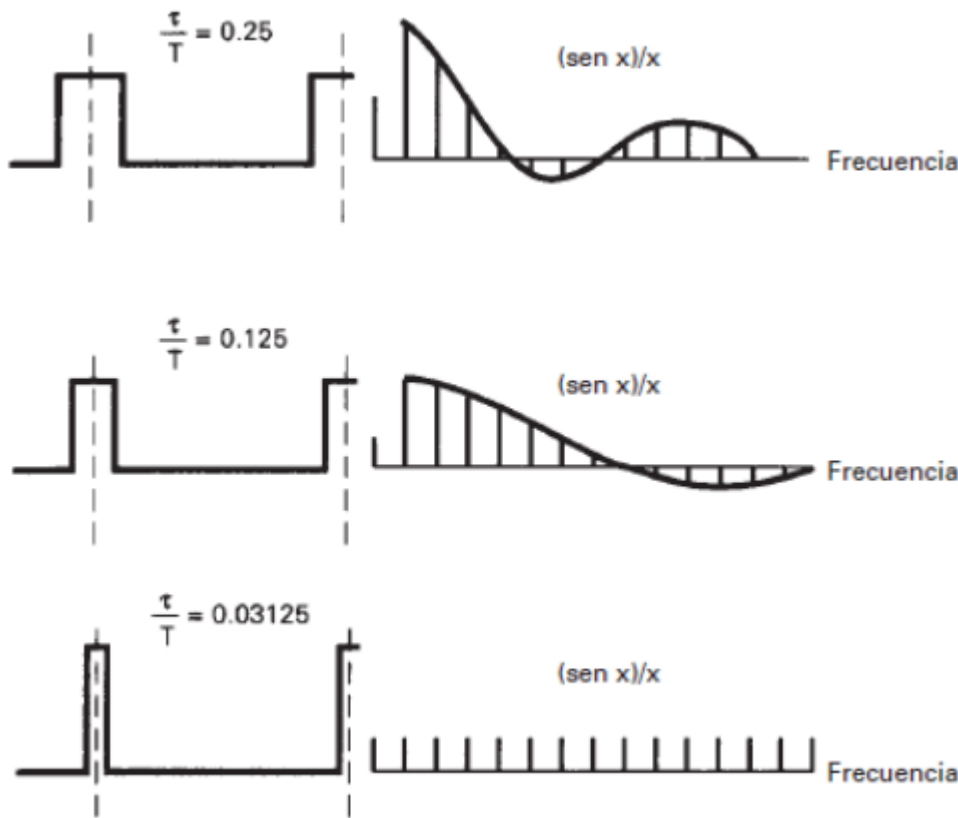


- El componente cd que se verifica a frecuencia nula, es en valor absoluto igual a la amplitud del ciclo de trabajo y asume el significado físico de componente continua

- ▼ Existen componentes de 0 V (nulos) en la frecuencia $(1/\tau)$ Hz, y en todos los múltiplos enteros de esta frecuencia cuando $T = n\tau$, en donde n es entero impar.

- ▼ La envolvente de componentes espectrales toma una forma de onda seno amortiguada, en la cual todos los componentes espectrales en los lóbulos impares son positivos, y en los pares son negativos, aunque se representen como positivos.

Efectos de reducir la relación τ/T :

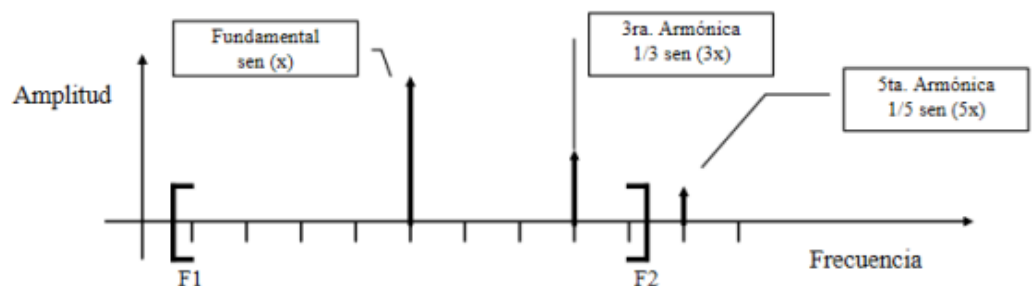


Conclusiones

- La señal que pretendemos generar como una onda rectangular, podría realmente tener esta forma sólo en un sistema ideal.
- El desarrollo por Fourier nos muestra que en la realidad, la señal es sólo parecida a la ideal. Será más parecida cuantos más componentes espectrales incluyamos en la señal transmitida.
- No se puede incluir infinitos componentes espectrales en la señal transmitida porque el canal real no lo toleraría.
- No es necesario que la onda resultante real sea una onda rectangular, sino sólo lo suficiente como para que los sistemas digitales puedan reconstruir la información.

Ancho de banda

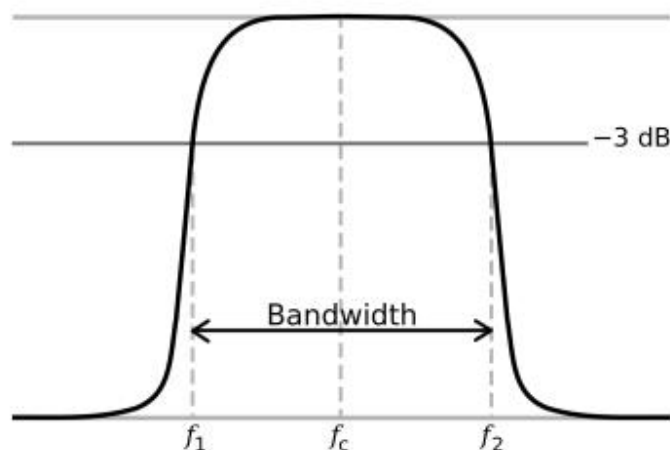
$$\Delta F = F_2 - F_1$$



tal que F contenga a las componentes espectrales que realizan trabajo útil. Serán, por tanto, las primeras en el espectro de frecuencias hasta un punto arbitrario

- Para que la forma de la onda sea reconocible, se pueden tomar 2 criterios respecto al AB:

- Criterio de los 3dB
- Contener al menos el 1er lóbulo



- Siendo los canales de comunicaciones reales y no ideales, todos tienen un ancho de banda finito.
- un canal se comportará como un filtro para la señal generada.
- Filtro = elemento que permite pasar sólo un conjunto de frecuencias:
 - Pasa bajos
 - Pasa altos
 - Pasa banda
- Podemos imaginar al canal de comunicación como un filtro pasa bajos que tiene una frecuencia de corte conocida.

Técnicas para la codificación de señales pt2 (Digital Digital)

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.

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.

Tipos de transmisión de señal

- **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 $-V$

Unipolar

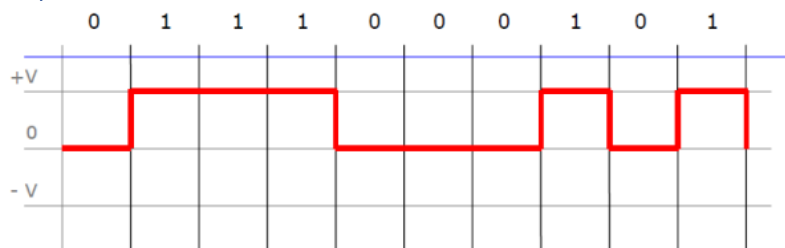


Fig. 1 Señal unipolar

Defectos:

Sincronización: defecto (en cadenas largas de 1 o ceros se pierde la sincronización)

Ancho de banda:

Componente continua: defecto, vale 0.5 (valor de amplitud máxima contra valor de amplitud mínimo)

Polar

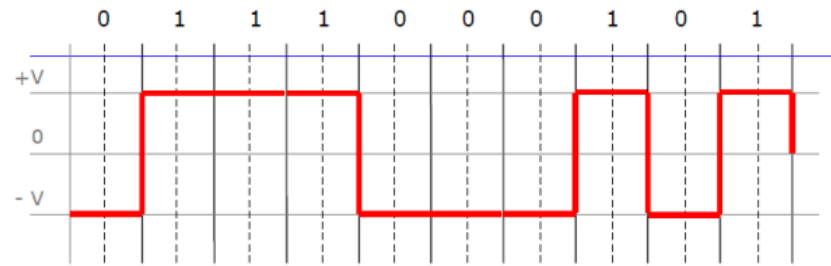


Fig. 2 Señal Polar

Componente continua: 0

Sincronización: defecto, se pierde en largas cadenas de 0 o 1

Ancho de banda: menor que todas

Bipolar

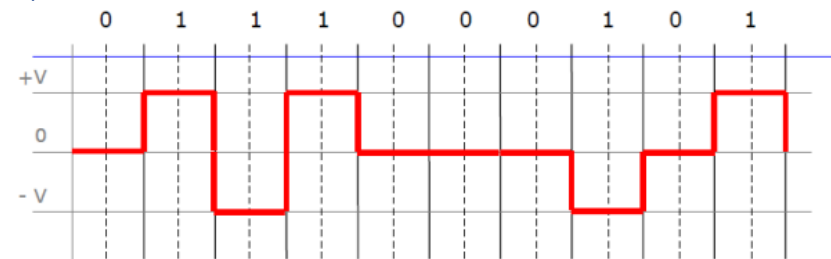


Fig. 3 Señal Bipolar

Componente continua: 0

Sincronización: buena, es autosincronizante en 1s, pero si tengo cadenas largas de 0 no es buena

Ancho de banda: Requiere mas ancho de banda que la polar pero menos que la unipolar

Como mejorar la unipolar en sincronización (u+rz)

Divido el pulso en 2, si es 1 envio un 1 y un 0 y si es 0, envio un 0 y un 0

La componente continua pasa a ser 0.25, ya que en promedio, si tomo 10 00 me da 0.25

Necesita mas ancho de banda pero sincroniza la señal

Esta señal se llama unipolar positiva con retorno a 0 U+RZ

Si quiero que la polar se autosincronize en 0 y 1 (P RZ)

Polar con retorno a 0

Si quiero que la bipolar mejore

Hdb3, b8zs, etc, hay muchas codificaciones sustitutivas distintas

No se aplica retorno a 0

No sirve aplicar el retorno a cero porque necesito mas ancho de banda y no mejora la sincronización de ceros.

Terminos

- 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

Comparación de esquemas de codificación

- 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
- 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 sustitutivas

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
- e.g. Ausencia de tensión puede usarse para representar un 0 binario
- Lo mas 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.

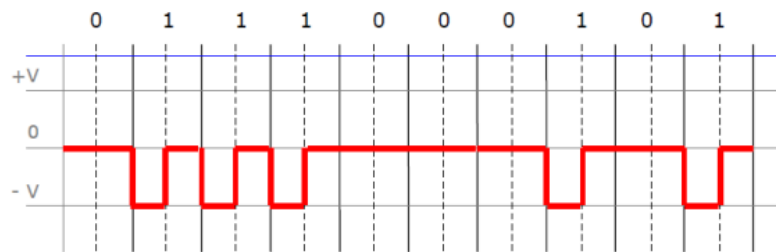


Fig. 4 Señal Unipolar Negativa con RZ

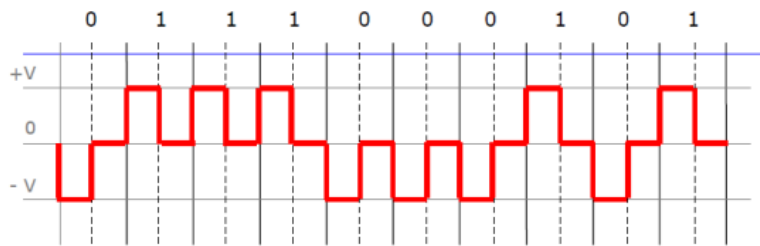


Fig. 5 Señal polar con RZ

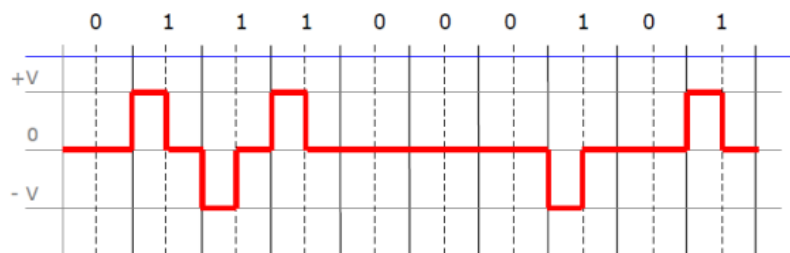


Fig. 6 Señal Bipolar con RZ

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**.

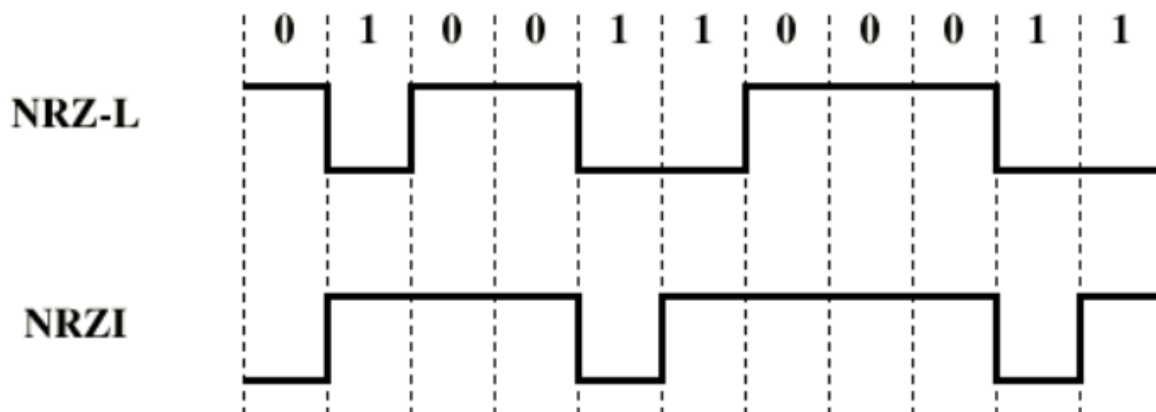


Fig. 7 Señal Unipolar NRZ y NRZI

Codificación diferencial

- Los datos son representados por cambios entre los elementos adyacentes.
- Es mas 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.

Ventajas y desventajas de NRZ

- Ventajas
 - Sencillas de implementar

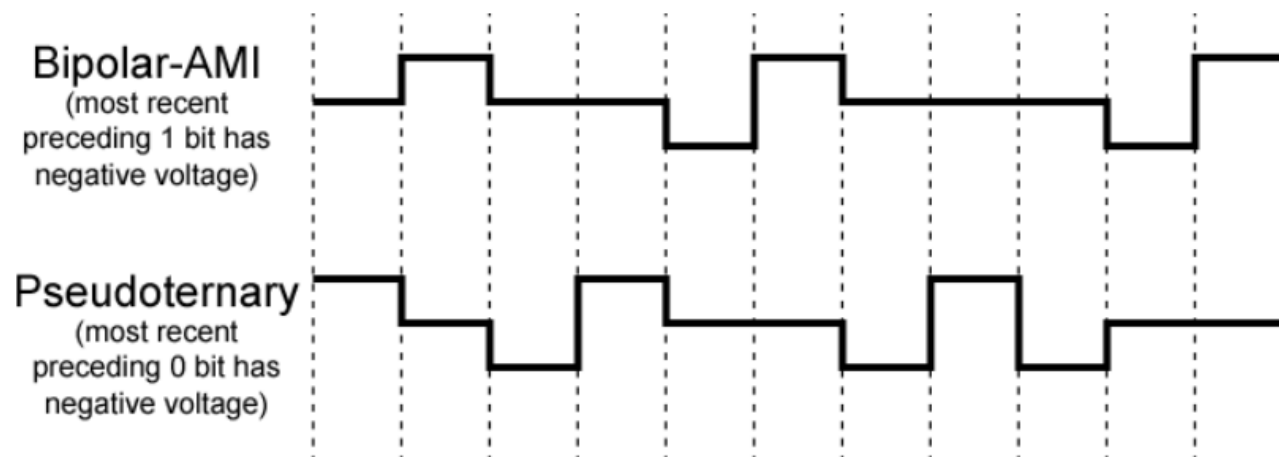
- Poco ancho de banda
- Desventajas
 - Mucha componente de continua
 - Pérdida de sincronía.

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 pérdida 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.
- 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 (+A, -A, 0)

Pseudoternario

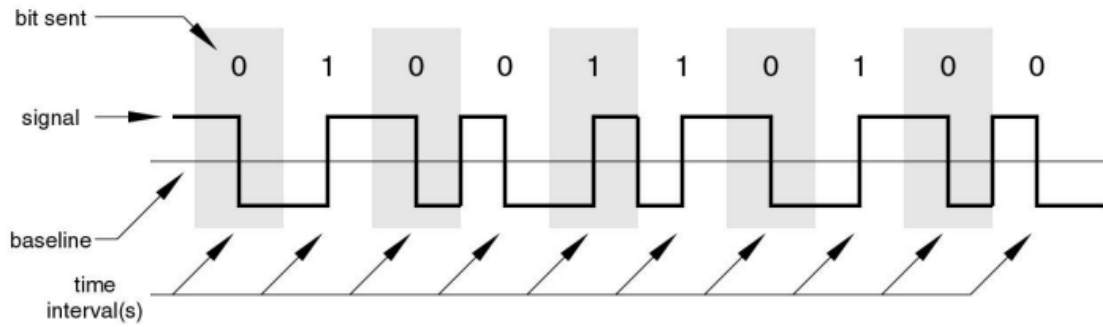
- Uno representa ausencia de señal.
- Cero representa la alternancia de voltajes positivos.
- Ninguna ventaja con respecto a bipolar-AMI



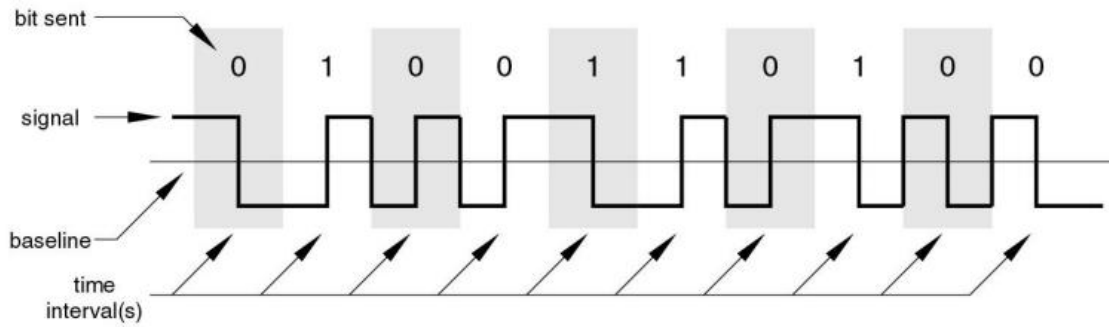
Bifase

- **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

Manchester Encoding



Differential Manchester Encoding



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
 - Sincronization en medio del bit transmitido (autosincronismo)
 - No tiene componente en continua
 - Detección de errores

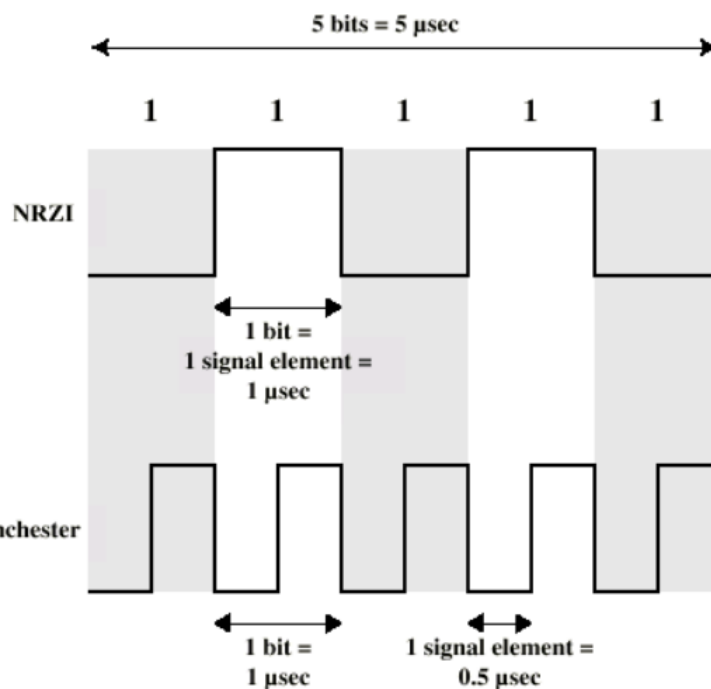
Velocidad de modulación

Velocidad transmisión = $1 / T_b$

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

Vel. Mod = $1 / T_b$

Vel. Mod = $2 / T_b$



En general, $D = R / L = R / \log_2 (M)$ [baudios]

D = Velocidad de modulación en baudios

R = Velocidad de transmisión en bps

M = Número de elementos de señalización diferentes = 2^L

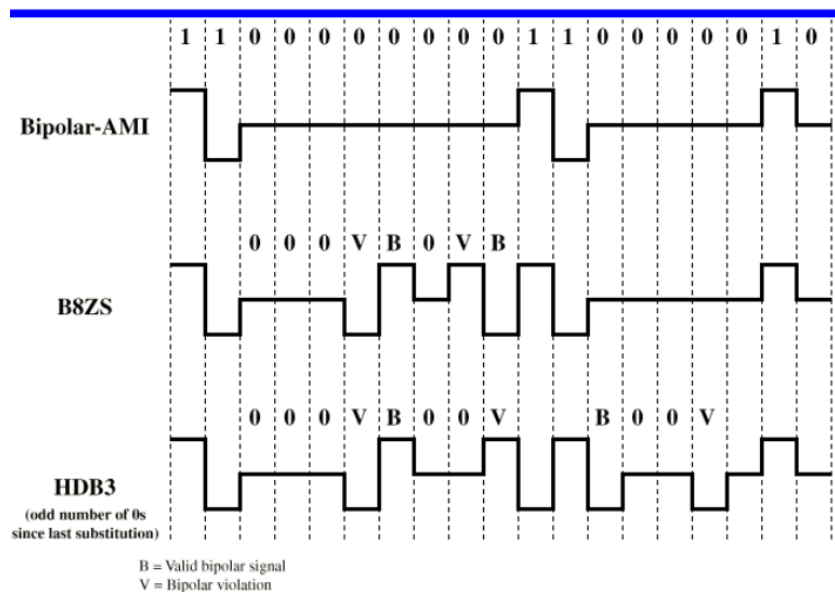
L = Número de bits por elemento de señal

Sustitutivas

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 and HDB3



B8ZS

- Bipolar con sustitución 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 000V	Par B00V
-	000-	+00+
+	000+	-00-

pulsos bipolares = (unos)