

Fenómenos en la transmisión

falta la 4, la 5 y la 9.12

Mediciones relativas

Ganancia entre potencias y tensiones

$$G(dB) = 10 \cdot \log\left(\frac{P_s}{P_e}\right)$$

$$G(dB) = 20 \cdot \log\left(\frac{V_s}{V_e}\right)$$

Perdida (-ganancia)

$$P(dB) = L(dB) = -G(dB) = 10 \log\left(\frac{P_e}{P_s}\right)$$

Mediciones absolutas

Ganancia absoluta en potencia

$$dBm = 10 \log(P(\text{en } mW))$$

$$dBW = 10 \log(P(\text{en } W))$$

puede estar escrito como Potencia_{dBW}

Ganancia absoluta en tensión

$$dBV = 20 \log(V(\text{en } V))$$

$$dBmV = 20 \log(V(\text{en } mV))$$

$$dB\mu V = 20 \log(V(\text{en } \mu V))$$

Recordar de física $P = \frac{V^2}{R}$

Cálculo del ruido térmico

Densidad de potencia del ruido térmico

$$N_0(W/\text{Hz}) = k T$$

$$k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/}^\circ\text{K}$$

$$T \text{ en kelvin} = {}^\circ\text{C} + 273$$

Potencia erogada por unidad de frecuencia, es decir por cada hercio o para una banda de ancho igual a 1 Hz.

Potencia del ruido térmico

$$P_N(W) = kTB = N_0B$$

B = ancho de banda en Hz, T en kelvin

Relación señal ruido

$$\frac{S}{N} = \frac{P_s}{P_n} \quad \text{adim} \quad \frac{S}{N} = \left(\frac{V_s}{V_n}\right)^2$$

$$S/N(dB) = 10 \log(S/N)$$

$$S/N(dB) = 10 \log(P_s/P_n)$$

$$S/N(dB) = 20 \log(V_s/V_n)$$

Factor de ruido

$$F = \frac{(S/N)_e}{(S/N)_s}$$

Es adimensional y se puede utilizar para analizar el concepto de ruido interno:

$$F = \frac{\frac{P_{se}}{P_{ne}}}{\frac{P_{ss}}{P_{ns} + P_{ni}}}$$

$$F = \frac{\left(\frac{V_{se}}{V_{ne}}\right)^2}{\left(\frac{V_{ss}}{V_{ns} + V_{ni}}\right)^2}$$

Índice de ruido

Es el factor de ruido expresado en modo logarítmico

$$N(dB) = 10 \log F$$

Si tengo dBm le puedo restar la perdida en dB para obtener la salida en dBm

Técnicas para la codificación de señales analógicas

Baudrate

$$\text{Baudrate} = 2\Delta F$$

La unidad es el Kbaudio

ΔF es el ancho de banda en KHz

Corresponde a señales con dos niveles de tensión

es el número de unidades de señal por segundo. Un baudio puede contener varios bits.

Bitrate teórico

$$\text{Bitrate teórico} = \Delta F \log_2(1 + S/N)$$

La unidad es el Kbps

ΔF es el ancho de banda en KHz

S/N es adimensional

La fórmula anterior considera únicamente el “Ruido Blanco” (Ruido Térmico). Como hay más clases de ruido (Impulsivo, Diafonía, etc), siempre se alcanzan velocidades menores

Bitrate real

$$\text{Bitrate real} = 2\Delta F \log_2 M$$

$M \leq M_{max}$ y $M = 2^n$

M = cantidad de estados modulados y n = cantidad de bits que transporta cada símbolo

$$\log_b(x) = \frac{\log_a x}{\log_a b}$$
 Cambio de base de un logaritmo

$$M_{max} = \sqrt{1 + \frac{S}{N}}$$

Codificación

$$f_i = f_c + (2i - 1 - M)f_d$$

f_c es la frecuencia de la portadora

f_d es la diferencia de frecuencias

M es el numero de elementos de señalización diferentes

L es el numero de bits por elemento de señalización: $M = 2^L$

Ancho de banda(esta fórmula se usa en FSK con varias frecuencias, es un aproximado, pero usar esta):

$$Wd = 2Mf_d$$

Velocidad de transmisión:

$$Vt = 2f_d$$

Energía por bit sobre densidad espectral de ruido:

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{P_r}{N_0 V_t} = \frac{P_r}{k T V_t}$$

E_b es la energía por bit

N_0 es la densidad espectral del ruido

P_r es la potencia de la señal recibida

V_t es la velocidad de transmisión de un bit

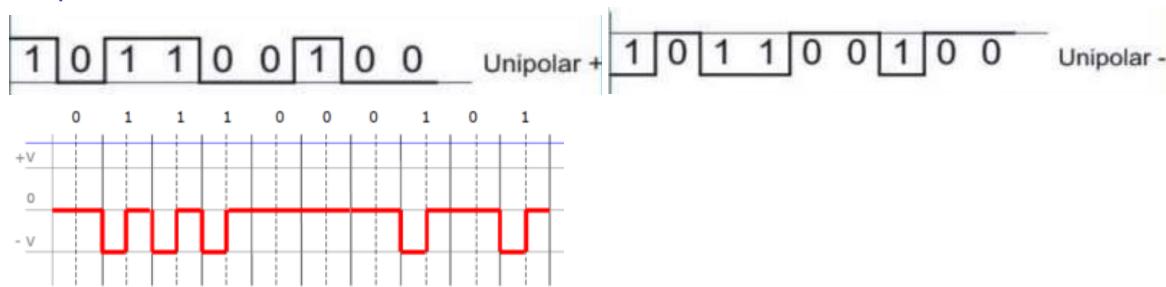
$$k = 1.380649 * 10^{-23} \left(\frac{J}{\text{K}}\right)$$

$$Vt = 1/T_b$$

T_b = Tiempo del bit

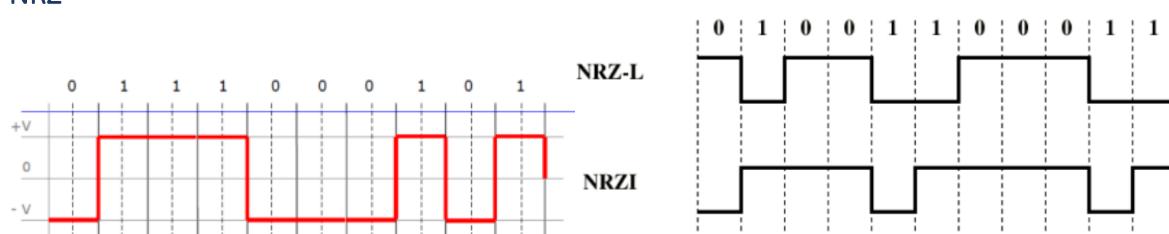
Técnicas para la codificación de señales digitales

Unipolar



Polar

NRZ



RZ

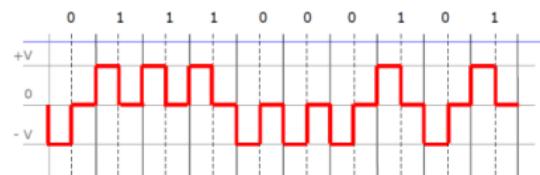
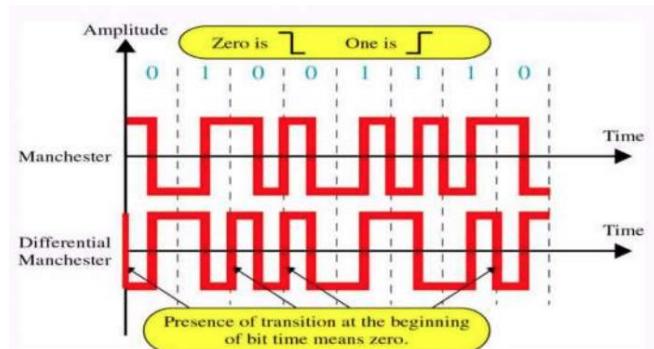


Fig. 5 Señal polar con RZ

Bifase



manchester diferencial parece que arranca de abajo

Bipolar

AMI

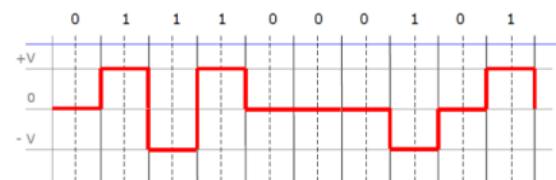


Fig. 3 Señal Bipolar

B8ZS

Reemplaza 8 ceros con ~~X~~ 0 0 0 V B 0 V B

HDB3

Reemplaza 4 ceros con:

- Número de unos entre la última sustitución y la actual:
 - **Impar:** 000V
 - **Par:** B00V

Fibra óptica

$$c = 300000 \frac{Km}{seg} = 3 * 10^8 m/seg$$

$c = n * v$
 $v = \lambda * f$

$$n_1 * \sin(\theta_1) = n_2 * \sin(\theta_2) \text{ (Ley de Snell)}$$

$$n(\text{índice de refracción}) = \frac{c(\text{velocidad de una onda EM en el vacío})}{v(\text{Velocidad de propagación en el medio})}$$

$$\lambda(\text{longitud de onda}) = \frac{v(\text{Velocidad de propagación en el medio})}{f(\text{frecuencia de la onda})}$$

$$NA = \sqrt{abs(n_1^2 - n_2^2)}$$

$$\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

$$\sin(\theta_{max}) = NA$$

$$\begin{aligned} n \text{ aire} &= 1 \\ n \text{ agua} &= 1.33 \end{aligned}$$

Radio Enlaces

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad f\lambda = c$$

Línea de vista

$$K = 4/3$$

- Si no hay obstáculos, la línea de visión óptica se puede expresar cómo:
 - $d = 3,57\sqrt{h}$
 - d es la distancia entre la antena y el radio horizonte en kilómetros y h es la altura en metros.
- La línea efectiva se expresa:
 - $d = 3,57\sqrt{Kh}$ d en km h en metros
 - Donde K es un factor de ajuste que tiene en cuenta la difracción.
- El enlace completo se expresa:
 - $d = 3,57\sqrt{Kh_1} + 3,57\sqrt{Kh_2}$
 - h1 y h2 son las alturas de las torres.

Zona de Fresnel

$$r_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}} \quad d_1, d_2 \text{ y } \lambda \text{ en m}$$

Antena

$$Area = \pi * (\text{radio})^2$$

$$A_e = Area * eficiencia$$

$$G = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2}$$

Factibilidad Técnica

Perdidas en el alimentador

Atenuación por metro, atenuación en los acoplos y perdida por diversidad. Todas tabuladas.

$$L_A(dB) = L(m) \cdot dB/m + Q_{acoplos} \cdot dB/acoplos + dB \text{ diversidad}$$

Perdidas en la trayectoria

$$L_T(dB) = 92,44 + 20 \log(f(\text{GHz})) + 20 \log(D(Km))$$

Perdidas por desvanecimiento o por distancia

$$L_D(dB) = 30 \log(D(Km)) + 10 \log(6ABF) - 10 \log(1 - R) - 70$$

Término	Pondera	Factores	Valores
■ 30 log D	La diversidad modal	D Distancia	La distancia visual entre antenas, en Km
■ 10 log (6A B F)	El entorno de propagación	A Factor de rugosidad	4 = espejos de agua, ríos muy anchos, etc. 3 = sembrados densos; pastizales; arenales 2 = bosques (la propagación va por encima) 1 = terreno normal 0,25 = terreno rocoso desparejo
		B Factor climático	1 = áreas marinas o con condiciones de peor mes, anualizadas 0,5 = áreas tropicales calientes y húmedas 0,25 = áreas mediterráneas de clima normal 0,125 = áreas montañosas de clima seco y fresco
		F Frecuencia	La frecuencia medida en GHz
■ 10 log (1 - R)	El objetivo de confiabilidad	R Confiabilidad	La confiabilidad esperada o convenida, como un decimal

Pérdidas totales

$$L_S(dB) = L_A + L_T + L_D - G_A \quad (G_A \text{ generalmente es } 2G_A \text{ por ser dos antenas})$$

Potencia en el receptor debe ser mayor o igual a la sensibilidad en el receptor

$$P_R(dBm) = P_X(dBm) - L_S(dB) \geq S_R(dBm)$$

P_R = potencia recibida

P_X = potencia en el emisor

L_S = perdidas totales

S_R = sensibilidad en el receptor