

## RESUMEN AYUDANTÍAS DIGITALES

### **AYUDANTÍA I: FÓRMULAS PROPAGACIÓN**

El largo de una antena debe cumplir lo siguiente para una propagación efectiva:

$$h = \frac{\lambda}{10}$$

La longitud de onda se calcula de la siguiente manera, donde c es la velocidad de la luz y corresponde al siguiente valor,  $c=3*10^8$  m/s:  $\lambda = \frac{c}{f}$

Una antena que esta a una altura h, cubre la siguiente distancia, donde r es el radio ajustado de la tierra y tiene un valor de 8497 km :  $d = \sqrt{2 * r * h}$

Para que dos antenas que están a una distancia d se puedan ver por sobre el horizonte se debe cumplir lo siguiente:  $d \geq \sqrt{2 * r * h1} + \sqrt{2 * r * h2}$

Recepción de una señal, potencia recibida, ya que esta se pierde a medida que avanza

por el medio:  $P_r = \frac{P_t * G_t * G_r * \lambda^2}{(4 * \pi * d)^2}$  ,  $d = \frac{\sqrt{\frac{P_t * G_t * G_r * \lambda^2}{P_r}}}{4 * \pi}$

Convertiremos dB a Watts y dBm a Watts, están son medidas logarítmicas de alguna

unidad:  $P_w = 10^{\frac{Xdb}{10}}$  ,  $P_w = 10^{\frac{Xdmb - 30}{10}}$

### **AYUDANTÍA II: FÓRMULAS CANAL**

La capacidad de transmisión de un canal se utiliza esta fórmula, donde B es el ancho de banda del canal de transmisión y S/N es la relación señal a ruido ( potencia de la señal y potencia de ruido).  $C = B * \text{Log}_2 (1 + \frac{S}{N})$  bits/s

La eficiencia de un sistema corresponde a la razón entre la velocidad actual de transmisión y la capacidad del canal.  $\eta = \frac{R}{C}$

### AYUDANTÍA III: SÍNDROME

**TABLA XOR**

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

**CONVERSIÓN BINARIA**

1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110
7	111

FÓRMULA PARA CORREGIR BITS AL MOMENTO DE TRANSMITIR UNA PALABRA ERRÓNEA.  $C = R \otimes E$ , donde  $c$  es el código,  $e$  es el vector de ubicación de errores,  $r$  secuencia recibida cuando se transmite  $c$ .

#### **MATRICES A UTILIZAR.**

Matriz  $G$  para codificar y es la  $I | P$

Matriz  $H$  para decodificar obteniendo la tabla de síndrome y es la  $P^T | I$

#### **DATO: AL MOMENTO DE MULTIPLICAR MATRICES**

Si la cantidad de uno es par = 0

Si la cantidad de uno es impar = 1

## AYUDANTÍA IV:

FORMULA DE FRECUENCIA PARA EVITAR LA PÉRDIDA DE INFORMACIÓN EN EL MUESTREO:

Fs frecuencia de muestreo y f la frecuencia de la señal original.  $F_s \geq 2 * f [Hz]$

FÓRMULA PARA CODIFICAR, SI SE TIENEN M NIVELES DE CUANTIFICACIÓN:  $n = \log_2 (M) \text{ bits}$

FÓRMULA PARA LA PRECISIÓN:  $p = \frac{1}{M}$

## PROPIEDADES:

ANCHO DE BANDA PARA SEÑALES SINUSOIDALES ( $\sin x/x$ ):  $B = \frac{n * f_s}{2} [Hz]$

ANCHO DE BANDA PARA SEÑALES CUADRADAS:  $B \geq n * f_s [Hz]$

BITRATE O TASA DE BITS DE LA SEÑAL ES:  $R = n * f_s [bps]$

SI LO CALCULAMOS EN DB:  $\frac{S}{N} = 6,02n + 1,76 \text{ dB}$ ,  $\frac{S}{N} = 6,02n$

ESTO SIGNIFICA QUE POR CADA NUEVO BIT DE CUANTIZACIÓN QUE SE USE, LA SNR MEJORA EN 6dB.

## AYUDANTÍA V:

La velocidad en baudios (símbolos/segundo) se calcula como:  $D = \frac{N}{T_o} [\text{Baudios}]$

Donde N es el número de dimensiones utilizadas en el tiempo  $T_o$  segundos.

La velocidad de bit corresponde a:  $R = \frac{n}{T_o} [bps]$

Donde n es el número de bits enviados en el tiempo  $T_o$  segundos.

Si los  $W_k$  son binarios  $n = N$  y  $w(t)$  es una señal binaria.

Si los  $W_k$  no son binarios y tienen más valores, entonces  $w(t)$  es una señal multinivel.

## SEÑALES BINARIAS

Como cada símbolo solo tiene dos posibles valores, podemos calcular la cantidad de símbolos enviados en un  $T_0$  con el ancho de banda:  $N = 2 * B * T_0$

El ancho de banda de  $w(t)$  es:  $B \geq \frac{N}{(2 * T_0)} = \frac{1}{2} * D$  [Baudio]

Esto se utiliza para estimar el límite inferior del ancho de banda de las señales digitales.

## SEÑALES MULTINIVEL

En este caso un símbolo puede tener 2 o más valores posibles, por ende, se utiliza  $\ell$  cantidad de bits para representar todos los valores posibles:  $\ell = \log_2(L)$

Donde  $L$  que corresponde a la cantidad de niveles de señalización se calcula de la siguiente manera:  $L = 2^\ell$

Obtenidos los niveles, se puede calcular la precisión de la señal de la siguiente manera:  $p = \frac{1}{L}$

Por último, calculamos la velocidad de bit con los bits usados para representar cada símbolo:  $R = \ell * D$  [bps]

## CODIGOS DE LINEA

### FUNCIÓN PRINCIPAL

SE UTILIZAN PARA REDUCIR EL ANCHO DE BANDA UTILIZADO, TRATANDO DE MAXIMIZAR LA INFORMACIÓN TRANSMITIDA.

SE PUEDEN CLASIFICAR SI ESTOS RETORNAN A 0V A LA MITAD DE BIT (RZ) O NO (NRZ).

### TIPOS

**UNIPOLAR:** Se da un nivel para el 1 binario (+A[V]) y para el 0 binario un valor de 0[V].

**POLAR:** Usa voltajes inversos para representar los bits, es decir -5[V] para el 0 binario y 5[V] para el 1 binario.

**BIPOLAR:** Voltajes alternos para el 1 binario, es decir -A[V] y +A[V], y 0[V] para el 0 binario.

**MANCHESTER:** Cada 1 binario es representado por 1/2 periodo de bit positivo y 1/2 periodo de bit negativo, y para el 0 binario es lo inverso al 1 binario.

La modulación digital es la utilización de una señal digital como moduladora de una señal analógica y permite disminuir el ancho de banda utilizado por la señal digital.

### MODULACIONES

1. **ASK (Amplitud Shift Keying):** Modifica la amplitud de la portadora para representar los bits 0 y 1.
2. **OOK (On-Off Keying):** presencia (1) o ausencia (0) de una señal portadora para transmitir la información.
3. **FSK:** esta modulación asigna frecuencias diferentes a cada símbolo.
4. **BPSK (Binary Phase Shift Keying):** esta modulación modula variando la fase de una señal sinusoidal en cada símbolo, produciendo que el 0 y el 1 tengan fases inversas.
5. **QAM (Quadrature Amplitud Modulation):** Modulación por desplazamiento de amplitud y fase.
6. **PSK (Phase Shift Keying):** Se utilizan diferentes fases de una señal portadora para representar los datos digitales.
7. **QPSK (Quadrature Phase Shift Keying):** Se usan cuatro fases equidistantes de la portadora para representar datos. ( $0^\circ$  ,  $90^\circ$  ,  $180^\circ$  ,  $270^\circ$ ).

### BER

Medida utilizada en sistemas de comunicación para evaluar la calidad de la transmisión de datos.

MODULACIÓN	L	$\ell$
<b>BPSK</b>	2	1
<b>QPSK</b>	4	2
<b>8PSK</b>	8	3
<b>16PSK</b>	16	4
<b>32PSK</b>	32	5
<b>4QAM</b>	4	2
<b>16QAM</b>	16	4
<b>64QAM</b>	64	6
<b>256QAM</b>	256	8

La velocidad en baudios (símbolos/segundo) se calcula como:

$$D = \frac{R}{l} [\text{Baudios}] , \quad D = \frac{2 \cdot B}{1+r} [\text{Baudios}]$$

Fórmulas para calcular el ancho de banda:

$$Bt = \frac{(1+r)}{l} * R [\text{Hz}] ; \quad B = (1+r) * R [\text{Hz}] ; \quad B = \frac{D(1+r)}{2} [\text{Hz}]$$

La relación señal a ruido se calcula como:  $\frac{S}{N} = \frac{Rb * Eb}{B * No}$

Donde  $E_b$  corresponde a la energía de Bit,  $R_b$  corresponde a la velocidad de bit,  $B$  es el ancho de banda efectivo utilizado por el flujo de bits,  $N_o$  el ruido equivalente, la señal  $S$  y el ruido  $N$ .

### EFICIENCIA ESPECTRAL

Capacidad de un sistema de comunicación o de transmisión para utilizar de manera eficiente el espectro de frecuencias disponible. Se mide por la cantidad de información que se puede transmitir por unidad de ancho de banda.  $\eta = \frac{R}{Bt} [\text{bps / Hz}]$

Donde  $E$  es la cantidad de bits erróneos y  $N$  la cantidad de bits totales que se transmitieron. BER:  $\frac{E}{N}$

MEDIDA NORMALIZADA DE LA RELACIÓN SEÑAL A RUIDO:  $\frac{Eb}{No} = \frac{\frac{S}{N}}{\frac{R}{B}}$

Donde  $E_b$  es la energía enviada por bits y se mide en [Joules],  $N_o$  es la densidad espectral de potencia de ruido en W/Hz,  $R/B$  es la eficiencia espectral y  $S/N$  es la relación señal a ruido.

A medida que se aumenta el  $E_b/(N_o)$  , el BER disminuye.



