- Teorema de Shanon - Hartley

- En un canal con ruido blanco

$$C = B \lg_2 \left(1 + \frac{S}{N}\right)$$

(bps) (Hz) La expresado en veces

Practica 2

2) a) - $F = 100\,Hz \Rightarrow T = \frac{1}{F} = 0.01\ s$

b) - $F = 250\,kHz \Rightarrow T = \frac{1}{F} = \frac{1}{250 \times 10^3\,Hz} = 4 \times 10^{-6}\ s$

c) - $F = 8\,MHz \Rightarrow T = \frac{1}{F} = \frac{1}{8 \times 10^6\,H} = 1.25 \times 10^{-7}\ s$

d) - $F = 2\,GHz \Rightarrow T = \frac{1}{F} = \frac{1}{2 \times 10^9\,Hz} = 5 \times 10^{-10}\ s$

3) - $P_A = 100\,mW$ A ——— B

$P_B = 60\,mW$

$$dB = 10 \lg \left(\frac{P_S}{P_e}\right)$$

$$= 10 \lg \left(\frac{60\,mW}{100\,mW}\right)$$

NOTA

$dB = -0.97 \Rightarrow$ Es una atenuación de 0.97

4)_ $P_E = 500mW$

$A_T = -10\,dB$

$\log_b a = c \Rightarrow b^c = a$

$$dB = 10 \lg\left(\frac{P_S}{P_E}\right)$$

Si la potencia $\frac{P_E}{P_S}$ sería sin negativo

$$-10 = 10 \lg\left(\frac{P_S}{P_E}\right)$$

$$-1 = \lg\left(\frac{P_S}{P_E}\right)$$

$$10^{-1} = 10^{\lg(P_S/P_E)}$$

$$10^{-1} = \frac{P_S}{P_E}$$

$$10^{-1}\ 500mW = P_S$$

$$\boxed{50mW = P_S}$$

5)_ Datos

$A_T = -220\,dB/km \rightarrow F = 100\,MHz$

$P_E = 200mW$

Yo sé que $dB = 10 \lg\left(\frac{P_S(mW)}{1mW}\right)$

$$= 10 \lg\left(\frac{220mW}{1mW}\right)$$

$$\boxed{dB = 23,42}$$

a)_ 10m

$-220\,dB$ ——— $1.000m$

$-2,2\,dB$ ——— $10m$

$$\Rightarrow dB = 10 \lg\left(\frac{P_S}{P_E}\right)$$

$$\frac{-2,2}{10} = \lg\left(\frac{P_S}{P_E}\right)$$

$$10^{-0,22} = \frac{P_S}{P_E}$$

$$10^{-0,22}\ P_E = P_S$$

$$10^{-0,22} \cdot 200mW = P_S$$

$$\boxed{120.51mW = P_S}$$

NOTA

b) -220 dB ___ 1000m

-22 dB ___ 100m

$dB = 10 \lg\left(\frac{Ps}{Pe}\right)$

$\frac{-22}{10} = \lg\left(\frac{Ps}{Pe}\right)$

$10^{-2.2} = \frac{Ps}{Pe}$

$10^{-2.2} Pe = Ps$

$10^{-2.2} \cdot 200mW = Ps$

$1.26\ mW = Ps$

c) -220 dB ___ 1000m

-110 dB ___ 500m

$dB = 10 \lg\left(\frac{Ps}{Pe}\right)$

$\frac{-110}{10} = \lg\left(\frac{Ps}{Pe}\right)$

$10^{-11} = \frac{Ps}{Pe}$

$10^{-11} Pe = Ps$

$10^{-11} \cdot 200mW = Ps$

$2 \times 10^{-9}\ mW = Ps$

NOTA

a) - $dB = 10 \lg\left(\frac{Ps}{Pe}\right)$

$$\frac{-220}{10} = \lg\left(\frac{Ps}{Pe}\right)$$

$$10^{-22} = \frac{Ps}{Pe}$$

$$10^{-22}\, Pe = Ps$$

$$10^{-22} \cdot 200\,mW = Ps$$

$$\boxed{2 \times 10^{-20}\ mW = Ps}$$

b) - Datos

$Pe = 100mW$

$L = 500m$ → dentro de un cable!

a) - Señal de 1 MHz

$aT = -20dB$ ——— 1000m

$\boxed{-16dB}$ ——— 500m

$$dB = 10 \lg\left(\frac{Ps}{Pe}\right)$$

$$\frac{dB}{10} = \lg\left(\frac{Ps}{Pe}\right)$$

$$10^{dB/10} = \frac{Ps}{Pe}$$

$$10^{dB/10}\, Pe = Ps$$

$$10^{-16/10} \cdot 100\,mW = Ps$$

$$\boxed{10\,mW = Ps}$$

FECHA

b) - 4 MHz

AT = -41 dB ——— 1000m

[-20,5 dB] ——— 500m

$10^{dB/10} \cdot Pc = Ps$

$10^{-20,5/10} \cdot 100mW = Ps$

[0,89 mW = Ps]

c) - 16 MHz

AT = -82 dB ——— 1000m

[-41 dB] ——— 500m

$10^{dB/10} \cdot Pc = Ps$

$10^{-41/10} \cdot 100mW = Ps$

[$7,94 \times 10^{-3}$ mW = Ps]

d) - 25 MHz

AT = -104 dB ——— 1000m

[-52 dB] ——— 500m

$10^{dB/10} \cdot 100mW = Ps$

$10^{-52/10} \cdot 100mW = Ps$

[$6,30 \cdot 10^{-4}$ mW = Ps]

e) - 100 MHz

AT = -220 dB ——— 1000m

[-110 dB] ——— 500m

$10^{dB/10} \cdot Pc = Ps$

$10^{-110/10} \cdot 100mW = Ps$

[$1 \cdot 10^{-9}$ mW = Ps]

NOTA

7)- Canal de 6000 baudios
Calcular la velocidad => tengo que utilizar el teorema de Nyquist

$$C = 2B \lg_2(M)$$ → fórmula

6000 baudios ⟶ 6000 simbolos/seg = BW (ancho de banda)

a)- V = 2 elementos

$$\Rightarrow C = 2 \cdot 6000 \frac{\text{bits}}{\text{seg}} \lg_2(2)$$

$$C = 12000 \text{ bps}$$

b)- $C = 2 \cdot 6000 \lg_2(8)$

$$C = 36000 \text{ bps}$$

c)- V = 32

$$C = 2 \cdot 6000 \lg_2(32)$$

$$C = 60.000 \text{ bps}$$

d)- V = 128

$$C = 12000 \lg_2(128)$$

$$C = 84000 \text{ bps}$$

e)- V = 1024

$$C = 12000 \lg_2(1024)$$

$$C = 120000 \text{ bps}$$

NOTA

FECHA

8) $\frac{S}{N} = 30\ dB$

a) El ancho de banda (BW) es la diferencia entre el máximo y el mínimo

$B = Max - Min$

$= 3300\ Hz - 300\ Hz$

$\boxed{B = 3000\ Hz}$

Aplico shannon!

$C = B \lg_2\left(1 + \frac{S}{N}\right)$

Para los dB a natural

$S_N dB = 10 \lg\left(\frac{S}{N}\right)$

$\frac{S_N dB}{10} = \lg\left(\frac{S}{N}\right)$

$10^{S_N dB/10} = \frac{S}{N}$

$\boxed{1000 = S/N}$

$C = 3000\ Hz \lg_2(1 + 30)\ X = 3000 \lg_2(1 + 1000)$

$C = 14.86 \times 10^3\ bps\ X = \boxed{29901.67\ bps}$

b) Si la capacidad = 14400 bps

Aplico shannon

$C = B \lg_2\left(1 + \frac{S}{N}\right)$

$\frac{C}{B} = \lg_2\left(1 + \frac{S}{N}\right)$

$2^{C/B} = 1 + \frac{S}{N}$

$2^{C/B} - 1 = \frac{S}{N}$

$2^{4.8} - 1 = \frac{S}{N}$

$\boxed{26.85 = S/N}$

Convierto a decibel!

$S_N dB = 10 \lg_{10}\left(\frac{S}{N}\right) = \boxed{14.29\ dB}$

NOTA

9)- utilizando Nyquist!

$$C = 2B \lg_2(M)$$

C: Velocidad de transmisión

B: 1 MHz

- Con $M = 2 \Rightarrow C = 2 \cdot 10^6 \lg_2(2) = 2$ Mbps
- $M = 4 \Rightarrow C = 2 \cdot 10^6$ Hz $\lg_2(4) = 4$ Mbps
- $M = 8 \Rightarrow C = 2 \cdot 10^6 \lg_2(8) = 6$ Mbps
- $M = 16 \Rightarrow C = 2 \cdot 10^6 \lg_2(16) = 8$ Mbps
- $M = 32 \Rightarrow C = 2 \cdot 10^6 \lg_2(32) = 10$ Mbps
- $M = 64 \Rightarrow C = 10^6 \cdot 2 \lg_2(64) = 12$ Mbps
- $M = 128 \Rightarrow C = 10^6 \lg_2(128) \cdot 2 = 14$ Mbps
- $M = 256 \Rightarrow C = 2 \cdot 10^6 \lg_2(256) = 16$ Mbps

15)- BW = 1 MHz

S/N = 20 dB $\Rightarrow$ S/N = 100

a)- Según Shannon

$$C = B \lg_2(1 + S/N)$$

$$C = 10^6 \text{ Hz} \lg_2(1 + 100)$$

$$\boxed{C = 6.66 \text{ Mbps}}$$

b)- Nro de elementos, serían M debo aplicar Nyquist

NOTA

$$C = 2B \lg_2(M)$$

$$\frac{C}{2B} = \lg_2(M)$$

$$2^{C/2B} = M$$

$$2^{6.66\ Mbps\ /\ 2 \cdot 1\ MHz} = M$$

$$10.05 = M \Rightarrow M = 11$$

• tiene que ser entero!

a) Ahora aplico Nyquist de nuevo para calcular C:

$$C = 2B \lg_2(M)$$

$$= 2 \cdot 10^6 \lg_2(11)$$

$$\boxed{C = 6.92\ Mbps}$$

16) $BW = 4\ kHz$

$Amplitud = 24\ V$

$Amplitud = 10\ mV$ → no necesarios solo

d) $\frac{P_S}{P_R} = \left(\frac{A_S}{A_R}\right)^2 = \frac{S}{N} = 5.76 \times 10^6$

$$S/N\ dB = 10 \lg\left(\frac{S}{N}\right)$$

$$= 10 \lg(5.76 \times 10^6)$$

$$\boxed{S/N\ dB = 67.60\ dB}$$

b) - Aplico Shannon

$$C = B \lg_2(1 + S/N)$$

$$= 4 \cdot 10^3 \lg_2(1 + 5.76 \times 10^6)$$

$$\boxed{C = 89.83 \text{ Kbps}}$$

17) - Datos:

625 líneas, 500 puntos por línea, 128 niveles (7 bits)

a) - Velocidad de transmisión del equipo

$$\Rightarrow C = \underbrace{625}_{\text{líneas}} \times \underbrace{500}_{\text{x línea}} \times \underbrace{7 \text{ bits}}_{\text{nivel}} \times \underbrace{25}_{\text{transm. ts}} = \boxed{54.68 \text{ Mbps}}$$

b) - $S/N = 30 \text{ dB}$, B?

Aplico Shannon!

$$C = B \lg_2(1 + S/N)$$

$$\hookrightarrow 10^{SNR_{dB}/10} = S/N$$

$$\boxed{1000 = S/N}$$

$$54.68 \text{ Mbps} = B \lg_2(1 + S/N)$$

$$\frac{54.68 \text{ Mbps}}{\lg_2(1 + S/N)} = B$$

$$\boxed{5.5 \text{ Hz} = B} \Rightarrow \text{Ancho de banda}$$

FECHA

18) - Datos

$30°C \Rightarrow 30°C + 273.15 = 303.15\,K$

$PRT = -80\,dBm \Rightarrow -8\,dBm = 10\lg\left(\frac{P_S(mW)}{1\,mW}\right)$

$N_0 = K\,T\left(\frac{W}{Hz}\right)$

$\frac{dBm}{10} = \lg\left(\frac{P_S(mW)}{1\,mW}\right)$

ó

$N = K\,T\,B$

$10^{dBm/10} = \frac{P_S(mW)}{1\,mW}$

$10^{-8}\,mW = P_S(mW)$

19) - A ——— B (50 Km)

$50\,Km \cdot \frac{1000\,m}{1\,Km} = 50\times10^{3}\,m$

$\text{Tiempo de propagación} = \frac{\text{distancia}}{\text{velocidad de propagación}}$

$T = \frac{50\times10^{3}\,m}{3\cdot10^{8}\,m/s} = 5$

20) d = 35.786 Km → 1 Km ——— 100 cm

a) Latencia = distancia . velocidad / velocidad de propagación

= 35786 000 m . 100 Mbps / 3 x 10^8 m/s

Latencia = 11.93 Mb

↓

Cuantos bits puede llevar el canal

Ver definición de latencia y demás!