

FORMULARIO

(1)

Nyquist: canal exento de ruido

$$C = 2B \cdot \log_2(M) \quad M = \text{niveles} \rightarrow \log_2(M) = \text{bits}$$

Shannon: canal con ruido

$$C = B \cdot \log_2(1 + SNR)$$

$$(K) = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

dB a naturales y viceversa

$$SNR_{dB} = 50 \text{ dB} \rightarrow SNR = 10^{\frac{SNR_{dB}}{10}} = 10^{\frac{50}{10}} = 100000$$

$$SNR = 100000 \quad SNR_{dB} = 10 \log_{10} SNR = 10 \cdot \log_{10} 100000 = 50.$$

Ruido térmico

$$N = KT B$$

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{S/R}{KT} = \frac{S}{KTR} \quad ; \quad \frac{E_b}{N_0} = \frac{S/R}{N_0} = \frac{S \cdot B}{R N_0 \cdot B} = \frac{S \cdot B}{R \cdot N} ; \quad E_{\text{fi}} = \frac{R}{B_r}$$

Relación Señal a Ruido

$$SNR = \frac{\text{Potencia señal}}{\text{Potencia ruido}} = \frac{\text{Potencia entrada/salida}}{\text{Potencia ruido}}$$

Ganancia

$$G = \frac{P_{\text{salida}}}{P_{\text{entrada}}}$$

Pérdida

$$P = \frac{P_{\text{entrada}}}{P_{\text{salida}}}$$

Atenuación

$$L = \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 \quad \lambda = c/f$$

$$\text{Potencia recibida} = \text{Potencia emitida} - \text{Atenuación}$$

Distancia antenas

$$d(\text{km}) = 3,57 (\sqrt{k h_1} + \sqrt{k h_2}) \quad k = 4/3 \quad h(\text{m})$$

Velocidad (R) = baudios · bits ——> baudios = muestras / seg.

Para pasar de una señal analógica a una digital

$$F_d = F_a \cdot 2$$

$$\text{Tamaño_mínimo_trama} = 2 \cdot T_{\text{prop}} \cdot V_{\text{trans}}$$

$$\text{Tiempo_propagación} = \frac{\text{Distancia}}{\text{Velocidad del prop (v.luz)}}$$

$$\text{CSMA/CD} \rightarrow V_{\text{trans}} = 10 \text{ Mbps}$$

$$\text{Tiempo ACK} = \frac{\text{Longitud en bits de la trama}}{\text{Velocidad de la trama}}$$

$$\text{Tiempo trama} = \frac{\text{Longitud en bits de la trama}}{\text{Velocidad de la trama}}$$

Eficiencia parada y espera

$$M = \frac{T_{\text{trama}}}{(2 \cdot T_{\text{prop}}) + T_{\text{trama}} + T_{\text{ACK}} + T_{\text{recepción}}}$$

Tamaño ventana deslizante M=1

$$M=1 \Rightarrow W \geq 2a+1$$

a = tiempo de propagación normalizada

$$a = \frac{\text{Tiempo prop.}}{\text{Tiempo trama.}}$$

$$M = \frac{W}{2a+1} \Rightarrow W < 2a+1$$

$$P_1 = (1 - P_b)^F \quad \text{no error} \quad P_b = \text{BER}$$

$$P_2 = (1 - P_1) \quad \text{error} \quad F = \text{bits.}$$

$$\text{Tasa de bits} = \text{bandwidth (muestreo/seg)} \cdot \text{bits/muestra} = \text{bits/seg}$$

$$V_{\text{luz}} \begin{cases} \text{medios guiados} \\ \text{3} \cdot 10^8 \text{ m/s} \\ \text{medios no guiados} \\ 2 \cdot 10^8 \text{ m/s} \end{cases}$$

PROBLEMAS AR

(1)

Nivel Físico I

- ① Velocidad de datos \rightarrow hasta 10Kbps. ¿Ancho de banda de ruido?
 $SNR_{dB} = 50dB$ R

Punto que no estamos en un canal exento de ruido, usaremos la fórmula de Shannon.

$$SNR_{dB} = 10^{\frac{SNR}{10}}/10.$$

$$C = B \cdot \log_2(1+SNR) \rightarrow B = \frac{C}{\log_2(1+SNR)} \quad \leftarrow \begin{matrix} SNR = 10^{\frac{50}{10}} = 100000 \\ \text{Suposición } C \approx R \end{matrix}$$

$$B = \frac{10 \cdot 1000 \text{ bps}}{\log_2(100000+1)} = 602,06 \text{ Hz.}$$

- 2) Imagen de 480×500 puntos, cada punto tiene 32 posibles valores.
 30 imágenes / seg. $\frac{1}{2^5}$

a) DR de la fuente?

$$\text{bits de una imagen: } 480 \times 500 \times 32 = 1200000 \text{ bits}$$

$$30 \text{ imágenes: } 1200000 \cdot 30 = 36000000 \text{ bits.}$$

$$R = 36000000 \text{ bits / seg} = 36 \text{ Mbps}$$

- b) $B = 4.5 \text{ MHz}$ $SNR_{dB} = 35 \text{ dB}$. ¿Capacidad del canal en bps?

Canal no exento de ruido \rightarrow Shannon.

$$C = B \cdot \log_2(1+SNR) = 4.5 \text{ MHz} \cdot \log_2(1 + (10^{\frac{35}{10}})) =$$

$$C = 4500000 \text{ Hz} \cdot \log_2(3163,277) = 52322420,66 \text{ bps} = 52 \text{ Mbps.}$$

- 3) 9600 bps.

a) 4 bits cada palabra. ¿Ancho de banda mínimo necesario?

Canal exento de ruido \rightarrow Nyquist

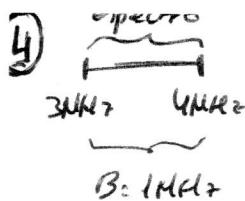
$$C = 2B \cdot \log_2 M \rightarrow B = \frac{C}{2 \cdot \log_2 M} = \frac{9600 \text{ bps}}{2 \cdot \log_2 M \rightarrow M=16} = 1200 \text{ Hz.}$$

$\frac{1}{4} \rightarrow 4 \text{ bits} = 16 \text{ combinaciones / niveles}$

b) 8 bits.

$$B = \frac{C}{8 \cdot \log_2 M} = 600 \text{ Hz.}$$

8



$$SNR_{dB} = 24 dB$$

$$SNR = 10^{\frac{24}{10}} = 251,2 \text{ Ntz}$$

$$B = 1 \text{ MHz}$$

Máxima capacidad del canal.

Nyquist \rightarrow diferentes niveles para alcanzar el límite.

$$\text{Shannon} \rightarrow C = B \cdot \log_2 (1 + SNR) = 1 \text{ MHz} \cdot \log_2 (251,2) = 7972692,65 \approx 8 \text{ Mbps.}$$

$$\text{Nyquist} \rightarrow C = 2B \cdot \log_2 (M) \rightarrow \log_2 (M) = \frac{C}{2B} = \frac{8 \text{ Mbps}}{2 \cdot 1 \text{ MHz}} = 4 \rightarrow M = 16 \text{ niveles.}$$

6) Temperatura ambiente: $17^\circ\text{C} = 17 + 273 = 290 \text{ K}$ (Ruido térmico?)
 $K = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ $B = 350 \text{ MHz} = 350 \cdot 10^6 \text{ Hz.}$

$$N_0 = B \cdot K \cdot T = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 290 \cdot 350 \cdot 10^6 \text{ Hz} = 1,4 \cdot 10^{-12}$$

$$N_{0dB} = 10 \log_{10} N_0 = 10 \cdot \log_{10} 1,4 \cdot 10^{-12} = -148,53 \text{ dB/W}$$

7) probabilidad de error: $\frac{1}{1000} = 0,001$ $E_b / N_0 = 7,2 \text{ dB}$ (Potencia de señal?)
transmitir a 10 Mbps. $T = 20^\circ\text{C} = 20 + 273 = 293 \text{ K}$

Consideramos ruido térmico. $E_b / N_0 \text{ dB} = 10^{\frac{Eb/N0}{10}} = 5,24807$

$$\frac{Eb}{No} = \frac{Eb}{kT} = \frac{S}{KTR}$$

$$5,24807 = \frac{S}{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 293 \cdot 10 \cdot 10^6 \text{ bps}} \rightarrow S = 5,24807 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 293 \cdot 10 \cdot 10^6 =$$

$$S = 2,122 \cdot 10^{-13}$$

$$S_{dB} = 10 \cdot \log_{10} S = -126,7325 \text{ dB.}$$

8) Nivel recibido de una señal -151dBW $T = 1500 \text{ K}$ (Eb/No para 2400 bps?)
potencia de entrada en el receptor. $\hookrightarrow S = 10^{\frac{S_{dB}/10}{10}} = 7,95 \cdot 10^{-16}$.

$$\frac{Eb}{No} = \frac{S}{KTR} = \frac{7,95 \cdot 10^{-16}}{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 1500 \cdot 2400} = 15,98 \approx 16.$$

$$Eb/No_{dB} = 10 \cdot \log_{10} Eb/No = 10 \cdot \log_{10} 16 = 12,04 \text{ dB}$$

10) pérdida 20dB Potencia señal de entrada 0,5 W

Nivel de ruido $4,5 \mu\text{W}$ ¿SNRdB a la salida?

$$\text{Ganancia}_{dB} = \frac{P_{salida dB}}{P_{entrada dB}}$$

$$SNR = \frac{\text{Potencia señal}}{\text{Potencia ruido}} ; \frac{\text{Potencia salida}}{\text{Potencia ruido}}$$

$$P_{salida dB} = G_{dB} \cdot P_{entrada dB} = -20dB \cdot 10 \log_{10} 0,5 = 60,206 dB$$

$$SNR_{dB} = \frac{\text{Potencia señal}}{\text{Potencia ruido}} = \frac{60,206 dB}{10 \cdot \log_{10} 4,5 \cdot 10^{-6}} = -1,1260 dB$$

12) $L_{dB} = 10 \log_{10} \left[\frac{4\pi d}{\lambda} \right]^2$

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

Si obtenemos la frecuencia...

$\frac{c}{2f}$ entonces $\frac{\lambda}{2}$. Entonces dividir el λ entre dos.

$$L_{dB} = 10 \log_{10} \left[\frac{4\pi d}{\frac{\lambda}{2}} \right]^2 = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{4\pi d \cdot 2}{\lambda} \right]^2 = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{4\pi d}{\lambda} \right]^2 + 10 \cdot \log_{10} 2^2$$

6dB

13) 50W

a) Expresar en dB

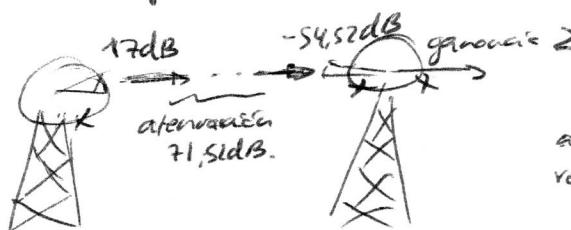
$$10 \log 50 = 16,989 = 17 dBW$$

b) 900MHz. Ganancia unidad. Potencia recibida en el espacio libre a una distancia de 100m?

$$L_{dB} = 10 \cdot \log \left[\frac{4\pi d}{\lambda} \right]^2 = 10 \cdot \log \left[\frac{4\pi d \cdot f}{c} \right]^2 = 10 \cdot \log \left[\frac{4\pi \cdot 100m \cdot 900 \cdot 10^9 \text{Hz}}{3 \cdot 10^8 \text{m/s}} \right]^2 = 71,52 dB$$

$$\text{Potencia recibida} = \text{Potencia emitida} - \text{atenuación} = 17 dB - 71,52 dB = -54,52 dB$$

c) Idear con factor de ganancia 2. La ganancia se aplica a la antena de recepción



"Si a la entrada tengo P vatios, a la salida tendré $2P$ vatios".

$$\text{antena} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{entrada} = 10^{-54,52/10} = 3,53 \cdot 10^{-6} \text{W} \\ \text{salida} = 2 \cdot \text{entrada} = 7,063 \cdot 10^{-6} \text{W} \end{array} \right.$$

$$P_{salida dB} = 10 \cdot \log_{10} 7,063 \cdot 10^{-6} = 51,509 dBW$$

14) Atenuación. 116KHz $R = 90 \text{ Mbps}$. 80Km
~~distantes~~

$$L_{dB} = 20 \cdot \log_{10} \left[\frac{4 \pi d}{c} \right]^2 = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{4 \pi d f}{c} \right]^2 = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{4 \pi \cdot 80000 \cdot 11 \cdot 10^9}{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} \right]^2$$

$$L_{dB} = 151,33 \text{ dB.}$$

15) ¿Altura? atenuación: 130dBW $f = 6 \text{ Hz}$ 90Mbps

$$L_{dB} = 20 \cdot \log \left[\frac{4 \pi d f}{c} \right]^2 = 130 \text{ dBW} \rightarrow \log_{10} \left[\frac{4 \pi d f}{c} \right]^2 = \frac{130}{20} \text{ dBW} \rightarrow$$

$$\rightarrow 10^{13} = \left(\frac{4 \pi d f}{c} \right)^2 \rightarrow \sqrt{10^{13}} = \frac{4 \pi \cdot d \cdot 6 \cdot 10^9}{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} \rightarrow$$

$$\rightarrow d = \frac{(\sqrt{10^{13}}) \cdot 3 \cdot 10^8}{4 \pi \cdot 6 \cdot 10^9} = 12582,30 \text{ metros.}$$

[Si las antenas son iguales... $d(\text{km}) = 7,14 \cdot \sqrt{k \cdot h(\text{m})}$ siendo $k = 4/3$

[Si son distintas... $d(\text{km}) = 3,52 \cdot [\sqrt{k h_1} + \sqrt{k h_2}]$]

Entendemos que serán iguales.

$$12,6 \text{ km} = 7,14 \cdot \sqrt{4/3 \cdot h} \rightarrow 1,7647 = \sqrt{4/3 \cdot h} \rightarrow 3,1141 = \frac{4}{3} h$$

$$h = \frac{3,1141 \cdot 3}{4} = 2,335 \text{ metros.}$$

Si la atenuación fuese 150 dB...

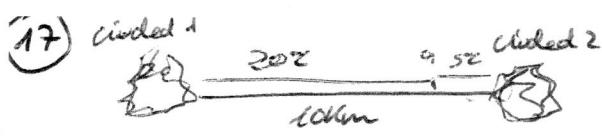
$$L_{dB} = 20 \cdot \log \left[\frac{4 \pi d \cdot 6 \cdot 10^9}{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} \right] = 150 \text{ dB} \rightarrow \log \left[\frac{4 \pi d \cdot 6 \cdot 10^9}{3 \cdot 10^8} \right] = 15 \text{ dBW}$$

$$\rightarrow 10^{15} = \left(\frac{4 \pi d \cdot 6 \cdot 10^9}{3 \cdot 10^8} \right)^2 \rightarrow d = \frac{(\sqrt{10^{15}}) \cdot 3 \cdot 10^8}{4 \pi \cdot 6 \cdot 10^9} = 125823,03 \text{ metros.}$$

$$d(\text{km}) = 7,14 \cdot \sqrt{k \cdot h(\text{m})} \rightarrow 125,823 \dots d = 233,5 \text{ metros.}$$

Solo los m^s se miden en decímetros.

Cuanto mayor sea la atenuación, mayor será la distancia y por lo tanto, mayor será la altura a la que se coloquen las antenas.



Distancia mínima de señal en el transmisor para que lleguen al receptor con un $BER = 10^{-3}$
 $(ES/N_0 = 7,2 \text{ dB}) \rightarrow 5,248$

trenado UTP tipo 5.

aproximadamente 2000 dBW situados a 3,6 y 9 km del transmisor.

$$T = 20^\circ\text{C} = 293\text{K}; 5^\circ\text{C} = 278\text{K}$$

$$4\text{Mbps} \quad f = 25\text{MHz}$$

$$\frac{Eb}{N_0} = \frac{S}{RKT} \rightarrow S = \frac{5,248}{\sqrt{2} \cdot 4 \cdot 10^6 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 278\text{K}} = \cancel{\frac{5,248}{104 \cdot 10^{-23}}} \cdot 8,053 \cdot 10^{-14}$$

$$S = \dots \cdot 293\text{K} : \cancel{\frac{164 \cdot 10^{-23}}{104 \cdot 10^{-23}}} = 8,488 \cdot 10^{-14}$$

$$293\text{K} \rightarrow -130,71 \text{ dB} \quad 278\text{K} \rightarrow -130,94 \text{ dB}$$

bandeo = número de símbolos por segundo

Nivel Físico II

1) Como se muestra la frecuencia no es FSK.

Como tiene amplitud y fase es QAM.

Tiene 16 símbolos por lo tanto es 16-QAM:

16-QAM $\rightarrow 2^4$ Cada punto tiene 4 bits, por lo tanto hay 4 bits por símbolo.

Para averiguar la tasa de bits:

$$\text{Velocidad} = \text{Bandeos} \cdot \text{bits.} \rightarrow \text{Bandeos} = \frac{\text{Velocidad}}{\text{Bits}}$$

~~Bandeos~~: Velocidad = $4800 \cdot 4 = 19200 \text{ bps}$.

4) ¿Cuántos bps puede lograr un módem a 1200 baudios con estos parámetros?

4 símbolos, se necesitan dos bits para representarlos.

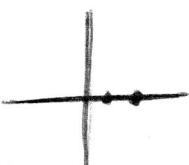
$$\text{Tasa bits} = \text{bandeos} \cdot \text{bits-trama} = 1200 \cdot 2 = 2400 \text{ bps}$$

Este utilizará modulación QPSK o 4-PSK.

b) ¿El módem usa modulación de fase o modulación de amplitud?

Utiliza modulación ASK (modulación en amplitud)

~~Cree que es porque el eje x representa la amplitud y el eje y la fase~~



c) PSK o modulación de fase. N: ideado por quié.

⑨ $BER = 10^{-6}$ ¿SNR para eficiencia ancho de banda 1?
esquemas ASK, FSK, PSK, QPSK

Eficiencia de ancho de banda:

$$E = \frac{R}{B_T} = 1 \frac{\text{bps}}{\text{Hz}}$$

$$\frac{Eb}{N_0} = \frac{S}{R \cdot N_0} = \underbrace{\frac{S \cdot B}{RN_0 B}}_{N} \underbrace{\frac{S}{N} \cdot \frac{B}{R}}_{1} = \frac{S}{N}$$

Nivel Físico III

① Se envía un fichero de 10000 bytes por una linea de 2400 bps.

a) Redundancia en bits supplementarios y tiempos introducidos.

Transmisión asincrona. Bit de comienzo y bit de parada con longitudes iguales a la de un carácter y impone que por cada carácter se transmiten 8 bits sin paridad.

$$10000 \text{ bytes} = 80000 \text{ bits.}$$

8 bits por carácter
1 bit de comienzo
1 bit de parada

2 bits supplementarios

8 bits.

$$\text{Nº de caracteres} = \frac{80000 \text{ bits}}{8} = 10000 \text{ caracteres.}$$

$$\text{bits_supl} = 10000 \text{ carac.} \cdot 2 \text{ bits suppl} = 20000 \text{ bits suppl.}$$

$$\text{Tiempo introducido} = \frac{\text{nº bits}}{R} = \frac{20000 \text{ bits}}{2400 \text{ bps}} = 8.33 \text{ segundos.}$$

8,33 segundos es el tiempo que pierde en enviar los bits de comienzo y de parada.

b) Transmisión síncrona. Los datos se envían en tramas.

Cada trama tiene 1000 caracteres = 8000 bits - Cabecera de 48 bits de control por cada trama.

$$10000 \text{ bytes} \rightarrow 80000 \text{ bits.}$$

$$\text{Nº tramas} = \frac{80000 \text{ bits}}{8000 \text{ bits}} = 10 \text{ tramas.}$$

10 tramas · 48 bits cabecera = 480 bits suppl.

(4)

$$\text{Tiempo introducido} = \frac{480}{2400} = 0,2 \text{ segundos.}$$

0,2 seg. es el tiempo que tarda en mandar los bits de control de la trama.

c) Respuetas a apartado a y b si el fichero tuviera 100 000 caracteres

a) 100 000 caracteres · 2 bits = 200 000 bits suppl.

$$\text{Tiempo} = \frac{200000}{2400} = 83,33 \text{ seg.}$$

b) 100 000 caracteres · 8 bits - carácter = 800 000 bits info.

$$\text{Num_tramas} = \frac{800000}{8000} = 100 \text{ tramas.}$$

100 tramas · 48 bits - cabecera = 4800 bits suppl.

$$\text{Tiempo} = \frac{4800 \text{ bits}}{2400 \text{ bps}} = 2 \text{ seg.}$$

d) Respuetas a apartado a y b para fichero original (10000 caract.) y R = 9600 bps

a) 10000 caract. · 2 bits = 20000 bits suppl.

$$T = \frac{20000 \text{ bits}}{9600 \text{ bps}} = 2,083 \text{ seg.}$$

b) 10000 caract. · 8 bits - carácter = 80000 bits info.

$$\text{Num_tramas} = \frac{80000 \text{ bits}}{8000} = 10 \text{ tramas.}$$

10 tramas · 48 = 480

$$T = \frac{480}{9600} = 0,05 \text{ seg.}$$

Ejercicio genérico

① PCM de 8 bits señal Analog \xrightarrow{PCM} Señal Dig. $B = 4\text{kHz} = 4000\text{Hz}$

¿Tasa de bit de la señal digital?

¿Qué necesitamos transmisor frecuencias de hasta 20kHz, qué tasa de bits habrá?

El teorema de muestreo → Nyquist establece que para pasar de una señal analógica a una digital debemos duplicar el doble de su frecuencia máxima.

$$F_d = F_a \cdot 2 = 4000\text{Hz} \cdot 2 = 8000 \text{ baudios (muestros / seg)}$$

$$\text{Tasa de bits} = 8000 \frac{\text{muestros}}{\text{seg}} \cdot 8 \frac{\text{bits}}{\text{muestra}} = 64000 \text{ bits/seg} = 64 \text{ kbps.}$$

$$F_d = F_a \cdot 2 = 20000\text{Hz} \cdot 2 = 40000 \text{ baudios (muestra / seg)}$$

$$\text{Tasa de bits} = 40000 \frac{\text{muestros}}{\text{seg}} \cdot 8 \frac{\text{bits}}{\text{muestra}} = 320000 \text{ bits/seg} = 32 \cdot 10^4 \text{ bps.}$$

320 kbps.

② Enlace de 200m tramas de 1000 bytes velocidad= 256 kbps.

¿Tamaño de ventana deslizante para eficiencia 100%?

$$M(\text{eficiencia}) = 1 \rightarrow W \geq 2a + 1 \quad \text{así tiempo de propagación normalizado.}$$

$$\text{Tiempo de trama} = \frac{\text{longitud trama bits}}{\text{velocidad trama}} = \frac{1000 \text{bytes} \cdot 8 \text{bits} \cdot \text{seg}}{1 \text{byte} \cdot 256 \cdot 10^3 \text{bits}} = 0,03125 \text{seg.}$$

$$\text{Tiempo de propagación} = \frac{\text{Distancia}}{\text{Velocidad prop.}} = \frac{200 \text{m}}{2 \cdot 10^8 \text{m/s}} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ en seg.}$$

$$a = \frac{\text{Tiempo prop.}}{\text{Tiempo trama}} = \frac{1 \cdot 10^{-6}}{0,03125} = 3,2 \cdot 10^{-5}$$

En medios guidados
se utiliza $2/3 c$ no c

$$2a+1 = 1,00064$$

$2a+1 > 1 \rightarrow W$ (tamaño ventana) tendrá que ser como mínimo 2, para que sea mayor a $2a+1$ y así la eficiencia sea 1.

③ Tamaño mínimo de trama. Velocidad transmisión = 10. Longitud red = 1km.

$$\begin{aligned} \text{Tamaño_mínimo_trama} &= 2 \cdot T_{\text{propagación}} \cdot \text{Velocidad transmisión} = \\ &= 2 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ seg} \cdot 10 \cdot 10^6 \text{ bits/s} = \underline{\underline{100 \text{ bits}}}. \end{aligned}$$

$$\text{Tiempo propagación} = \frac{\text{Distancia}}{\text{Velocidad prop. (V.Luz)}} = \frac{1000 \text{m}}{2 \cdot 10^8 \text{m/s}} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ seg.}$$

En CSMA/CD → Vtransmisión = 10Mbps

(5)

4) Enlace de microondas $f = 2.6 \text{ GHz}$ 40Mbps. antenas separadas 200 m . Calcular atenuación. ¿Cuál será la potencia transmitida para que la probabilidad de error sea 10^{-4} ? ($E_b/N_0 = 8,4 \text{ dB}$)

$$L_{dB} = \left(\frac{4 \pi d}{\lambda} \right)^2 = \left(\frac{4 \pi \cdot 20 \cdot 1000}{c/f} \right)^2 = \left(\frac{80000 \pi}{3 \cdot 10^8 / 2 \cdot 10^9} \right)^2 = 2,8073 \cdot 10^{12} \text{ dB}$$

$$L_{dB} = 10 \cdot \log_{10} L_{dB} = 10 \cdot \log_{10} 2,8073 \cdot 10^{12} = 124,4829 \text{ dB}$$

$$\frac{E_b}{N_0}_{dB} = 8,4 \text{ dB} \quad E_b/N_0 = 10^{\frac{E_b/N_0}{10}} = 6,9183$$

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{5}{KTR}$$

$$S = KTR \cdot \frac{E_b}{N_0} = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 293k \cdot 40 \cdot 10^6 \text{ bps.} \cdot 6,9183 = 1,12 \cdot 10^{-12}$$

$$S_{dB} = 10 \log_{10} S = 10 \log_{10} 1,12 \cdot 10^{-12} = -119,512 \text{ dB}$$

Sentido tiene aunque no salga lo mismo.
ESTA BIEN.

Parametros a dB

$$\frac{E_b}{N_0} \text{ dB} = 10 \log \frac{S}{N_0} \rightarrow \frac{E_b}{N_0} \text{ dB} = 10 \cdot [\log S - (\log N_0 + \log T + \log R)]$$

Ya le tenemos:

$$\frac{E_b}{N_0} \text{ dB} = 10 \log S - 10 \log N_0 - 10 \log T - 10 \log R$$

$$10 \log S = \frac{E_b}{N_0} \text{ dB} + 10 \log N_0 + 10 \log T + 10 \log R$$

~~$$S = \frac{E_b/N_0 + 10 \log N_0 + 10 \log T + 10 \log R}{10}$$~~

~~$$S_{dB} = 10 \log S =$$~~

~~$$S_{dB} =$$~~

(5) Esplacante paredes y espacios. 10Mbps. trama de 1500 bits. Velocidad de la trama $= 150 \text{ bits}$. Distancia = 10 km $v_{prop} = 300000 \text{ km/s}$. Tiempo de propagación en recepción es 10 ms.

$$\text{Tiempo de trama} = \frac{\text{longitud en bits de la trama}}{\text{velocidad de la trama}} = \frac{1500 \text{ bits}}{10 \text{ Mbps}} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ seg}$$

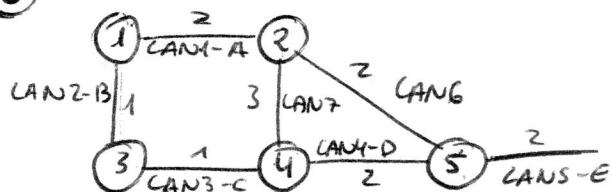
$$\text{Tiempo de ACK} = \frac{\text{longitud en bits de la trama}}{\text{velocidad de la trama}} = \frac{150 \text{ bits}}{10 \text{ Mbps}} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ seg}$$

$$\text{Tiempo de propagación} = \frac{\text{Distancia}}{\text{velocidad prop}} = \frac{10 \text{ km}}{300000 \text{ km/s}} = 3,34 \cdot 10^{-5} \text{ seg}$$

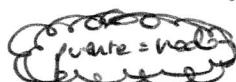
$$\mu_{\text{eficiencia}} = \frac{T_{\text{transm}}}{(2 \cdot T_{\text{prop}}) + T_{\text{transm}} + T_{\text{ack}} + T_{\text{rec}}} = \frac{1,7 \cdot 10^{-5}}{2 \cdot 3,34 \cdot 10^{-5} + 1,5 \cdot 10^{-4} + 1,5 \cdot 10^{-5} + 0,01} =$$

$$\mu = 0,01466$$

⑥



a) Algoritmo de árbol de expansión.
Puerto raíz, designados y bloqueados.



Fijamos puente 1 como puerto raíz

Elegimos el puerto LAN2-B en vez de LAN1-A porque tiene menor coste, y llegamos al puente 3. Designamos bloqueados a LAN1-A.

Elegimos el puerto LAN3-C llegando al puente 4, y allí elegimos LAN4-D antes que LAN7 por su menor coste, llegando a puente 5 y dejando bloqueados LAN7.

Ahora tenemos que elegir entre los puertos del mismo coste, pero uno de ellos nos lleva a un puente cuyos retores de puertos están bloqueados, así que elegiremos LAN5-E y bloquaremos LAN6.

Puertos raíz: LAN2-B

Puertos designados: LAN3-C, LAN4-D, LAN5-E

Puertos Bloqueados: LAN1-A, LAN7, LAN6

b) Los tiempos de encaminamiento se reinician cada poco tiempo y se vuelven a perder las direcciones (se borran los buffers de datos de retransmisión de los puertos).

(6)

Examen Junio 2016

$$\textcircled{1} \quad \text{SNR} = 10 \text{ dB}$$

$$B = 10 \text{ kHz} = 10000 \text{ Hz}$$

¿Máxima capacidad? \rightarrow Canal con ruido

¿Número de niveles? \rightarrow Nyquist

Shannon.

$$\text{SNR} = 10^{\frac{\text{SNRdB}}{10}} = 10$$

$$C = B \cdot \log_2 (1 + \text{SNR})$$

$$C = 10000 \cdot \log_2 (11) = 34594,316 \text{ bps.}$$

Nyquist:

$$C = 2B \cdot \log_2 M \rightarrow \frac{C}{2B} = \log_2 M \rightarrow M = 2^{\frac{C}{2B}} = 3,3166 \approx 4 \text{ niveles.}$$

$$\textcircled{2} \quad 200 \text{ m INALÁMBRICO (medio reguiado, } c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s)}$$

Tamaño 1000 bytes velocidad 256 kbps

Tamaño ventana delitrante para eficiencia 100%

~~1000 bytes 500 bits~~

YA ESTÁ
HECHO

$$\textcircled{3} \quad \text{red cableada (medio reguiado) de CSMA/CD. Tamaño mínimo de trama de red 1Km. } V_{\text{transmisión}} = 10 \text{ Mbps.} \quad \text{YA ESTÁ HECHO.}$$