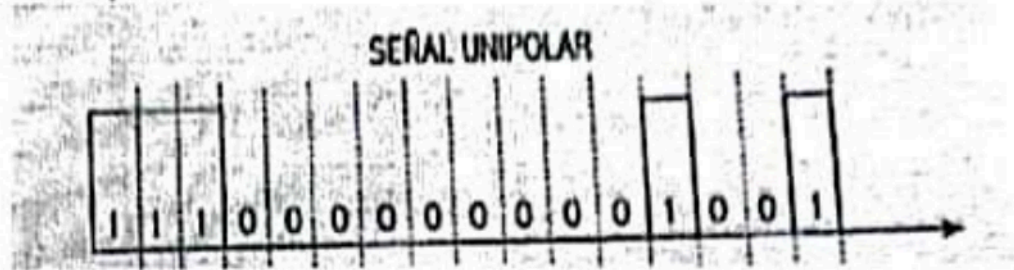


23 de Mayo 2023

1. Detallar los componentes de un Sistema Satelital Geoestacionario, indicando las funciones de cada uno
2. Realice un esquema simple de la trama STM-1
3. Dada la siguiente señal unipolar, realizar un gráfico comparativo, con las señales AMI y HDB-3



PRACTICA

1. Un módem de datos está transmitiendo a una velocidad de 9600 bps. ¿Cuál sería el período de la señal si quisiéramos transmitir a 9600 baudios? ¿Y si usáramos cuatritits?
2. Para una fibra óptica monomodo cuya atenuación es de 0,25 dB/Km, calcular la potencia óptica a 100 Km de una fuente de 0,1 mW si se instala un amplificador de 35 db en el enlace.
3. Calcular en ancho de banda en GHz/Km, sabiendo que cuando se genera en el transmisor un pulso de 1,2 nanosegundos se obtiene a la llegada del receptor, otro de 1,5 nanosegundos.

Teoría

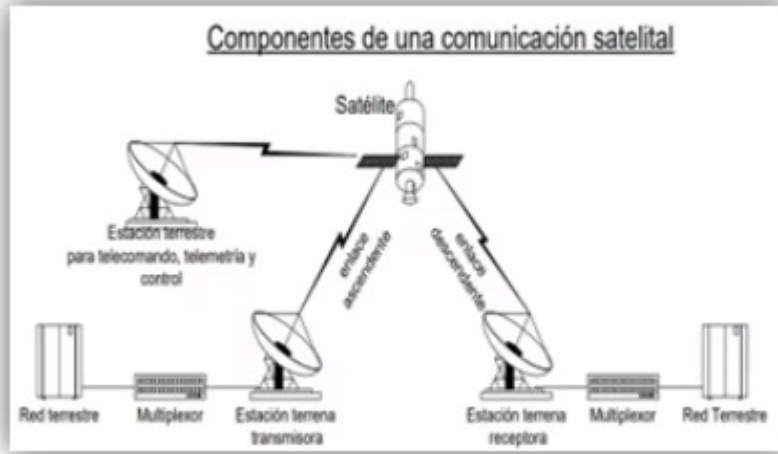
1)

En un Sistema Satelital Geoestacionario existen 3 componentes principales:

a. **El Satélite** : Ubicado a una altura de aproximadamente 35.000 km desde la superficie de la Tierra siguiendo una órbita por encima del ecuador y girando en sincronía con la rotación de la tierra (misma velocidad angular). Tiene los componentes propios de un satélite como los transponders (receptoras y transmisoras), paneles solares y un circuito de control. Además puede poseer componentes necesarios para alguna aplicación específica (p.e. meteorológica, defensa o inteligencia)

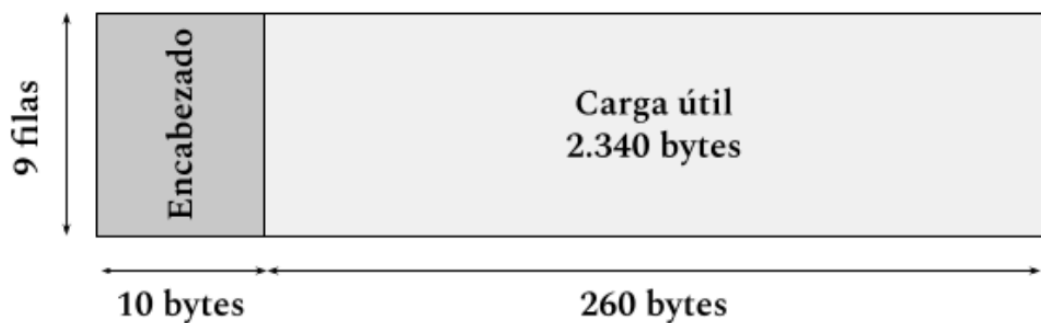
b. **Antena terrestre** : Es una antena que está fija en una dirección apuntando al satélite que recibe y transmite hacia el satélite.

c. **Estación terrestre** : Encargada del monitoreo y control del funcionamiento del satélite (posición en la órbita, obtención de datos sobre su rendimiento).



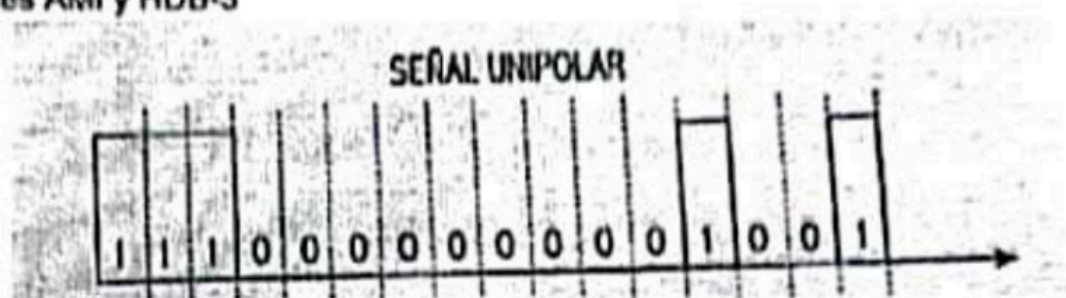
2)

TRAMA STM-1

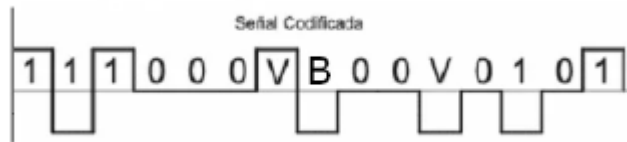


3)

3. Dada la siguiente señal unipolar, realizar un gráfico comparativo, con las señales AMI y HDB-3



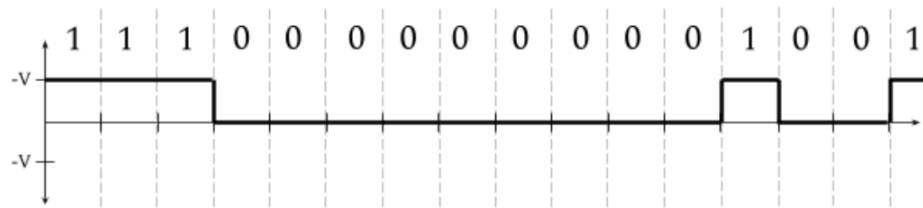
los cuatro siguientes por : 800V, quedando:



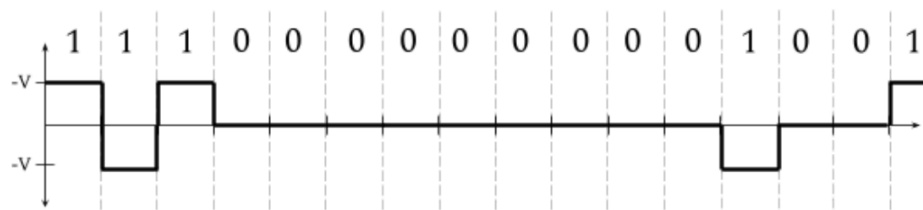
Ejemplo 2:

3.

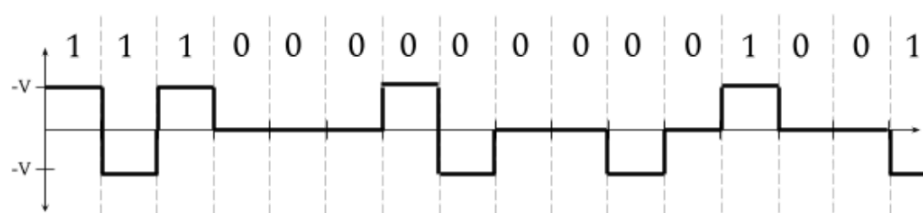
SEÑAL UNIPOLAR

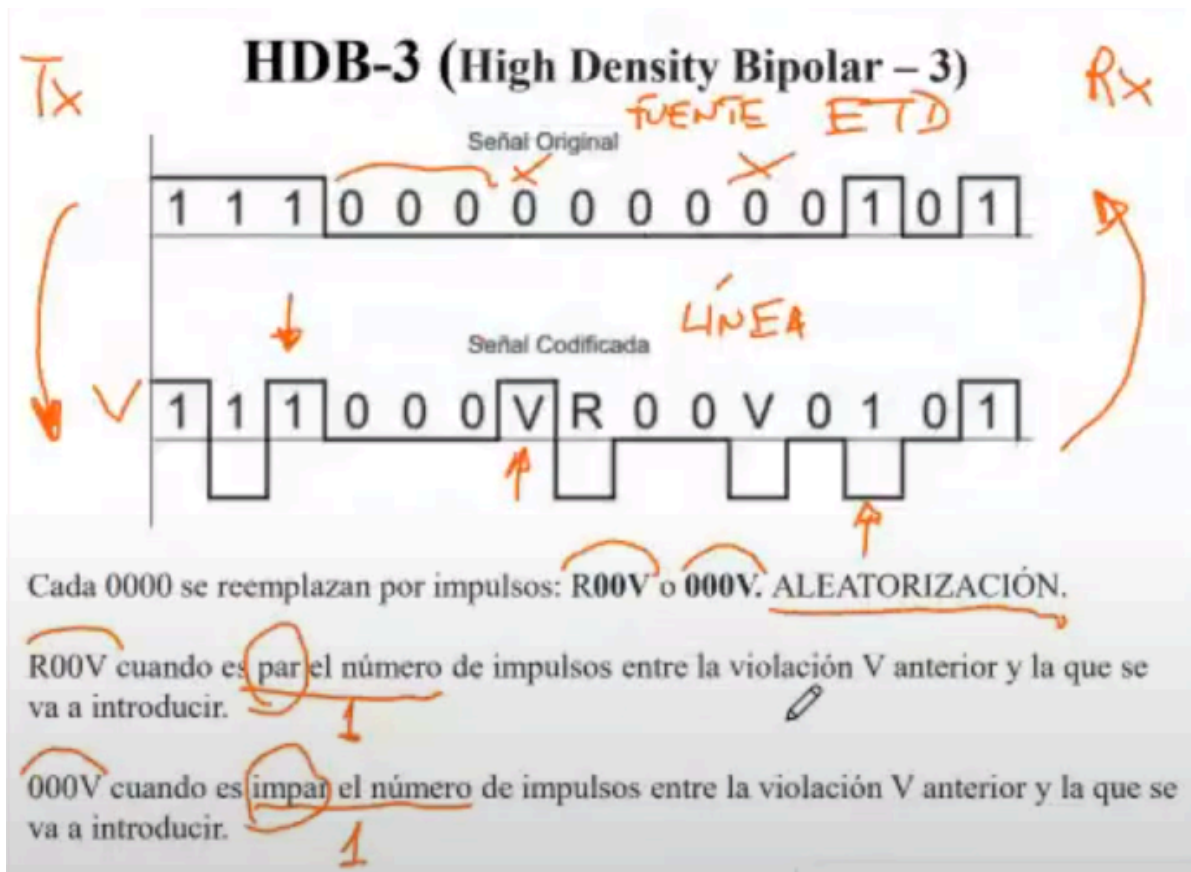


AMI



HDB-3

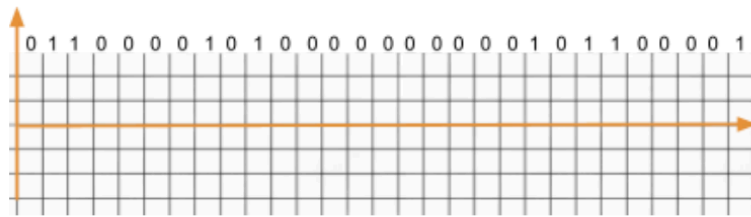




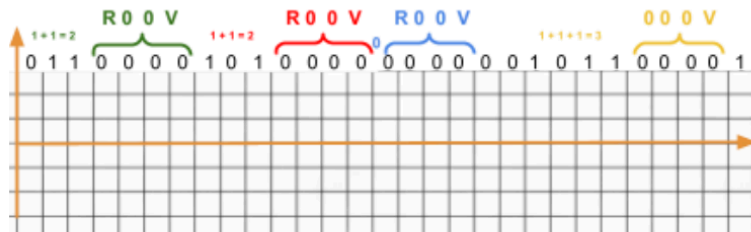
-B indica un impulso con distinto signo que el impulso anterior. Por tanto, B mantiene la ley de alternancia de impulsos, o ley de polaridad, con el resto de los impulsos transmitidos.

-V indica un impulso del mismo signo que el impulso que le precede, violando por tanto la ley de bipolaridad.

Veamos un ejemplo:

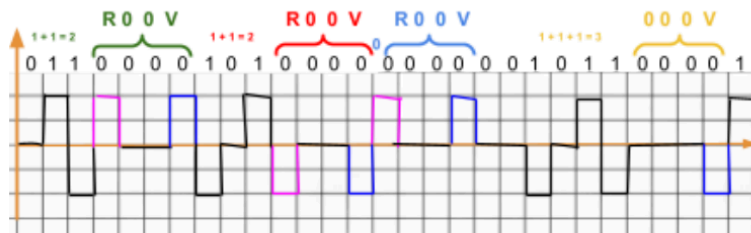


Lo primero que debemos hacer es identificar la ocurrencia de 4 ceros seguidos y determinar si los mismos son 000V o R00V (esto lo hacemos contando la cantidad de 1 que lo preceden):



Notar que el cero es par

Ahora podemos dibujar la señal normalmente, sabiendo que es una señal AMI (el 0 no presenta pulso, mientras que el 1 alterna entre + y -). La R (repetición) señala que el 0 en cuestión actuará como si fuese un 1. Por su parte, la V (violación) indica que no se respetará la alternación de signos en ese pulso.



Los pulsos de repetición R fueron representados en rosa, mientras que los de violación V en azul.

Práctica

1)

1. Un módem de datos está transmitiendo a una velocidad de 9600 bps. ¿Cuál sería el período de la señal si quisiéramos transmitir a 9600 baudios? ¿Y si usáramos cuatritbits?

$$V_m = 1 / \tau$$

$$\tau = 1 / 9600 \text{ bps} =$$

$$V_t = 1 / T = V_m * \log_2(n) = V_m * N$$

$$V_t = V_m * \log_2(2) \Rightarrow V_t = V_m$$

n: niveles de modulación

N: bits por símbolo

n = 2 (default)

$$N = 4$$

$$V_m = V_t$$

$$1/T = 1/\tau$$

$$T = \tau$$

$$T = 0,105 \text{ ms}$$

Si se usaran 4 bits (16 niveles) entonces la velocidad de transmisión será mayor :

$$V_t = 9600 \text{ baudios} \cdot \log_2(16) = 9600 \cdot 4 \text{ bits/s}$$

$$V_t = 38400 \text{ bits/s} = 38,4 \text{ Kbits/s}$$

Observación : Aumentaron 4x veces los bits por símbolo → disminuyó 4x veces el período y aumentó 4x veces la velocidad de transmisión

2. Para una fibra óptica monomodo cuya atenuación es de 0,25 dB/Km, calcular la potencia óptica a 100 Km de una fuente de 0,1 mW si se instala un amplificador de 35 db en el enlace.

2)

Fórmulas

$$\text{Relacion absoluta con 1mW (dBm)} : S/N [\text{dBm}] = 10 \cdot \log_{10}(x), x = [\text{mW}]$$

DATOS

Potencia de la fuente : $P_{Tx} = 0,1 \text{ mW} = -10 \text{ dBm}$

Atenuación de la F.O : $A_{F.O.} = 100 \text{ Km} \cdot 0,25 \text{ dB/Km} = 25 \text{ dB}$

Amplificador de la señal : $G_{ampli} = 35 \text{ dB}$

$$P_{Rx}(100\text{Km}) = -10 \text{ dBm} - 25 \text{ dB} + 35 \text{ dB}$$

$$P_{Rx}(100\text{Km}) = 0 \text{ dBm} = 100 \text{ mW dBm} \leftrightarrow \text{mW}$$

$$P_{Rx}(100\text{Km}) = 1 \text{ mW}$$

$$0 = \log_{10}(X) \rightarrow 10^0 = x$$

Eliminar el logaritmo aplicando la función exponencial base 10 a ambos lados de la ecuación:

$$10^0 = x$$

$$1 = x$$

Ej:

$$3 = 10 * \log_{10}(x)$$

$$10^{(3/10)} = x$$

3. Calcular en ancho de banda en GHz/Km, sabiendo que cuando se genera en el transmisor un pulso de 1,2 nanosegundos se obtiene a la llegada del receptor, otro de 1,5 nanosegundos.

3)

Ancho de banda de una fibra óptica : $AB_{F.O.} = \frac{0,44}{\delta t} = \left[\frac{GHz}{km} \right]$

Dispersión de tiempo entre Tx y Rx : $\delta t = \sqrt{(\tau_{Rx})^2 - (\tau_{Tx})^2} = [nanosegs]$

DATOS

Tiempo del pulso en Tx y Rx : $\tau_{Tx} = 1,2 \text{ ns}$, $\tau_{Rx} = 1,5 \text{ ns}$

RESOLUCIÓN

Calculamos la dispersión de tiempo entre el transmisor y el receptor :

$$\delta t = \sqrt{(1,5)^2 - (1,2)^2} \text{ ns}$$

$$\delta t = \sqrt{2,25 - 1,44} \text{ ns}$$

$$\delta t = \sqrt{0,81} \text{ ns} = 0,9 \text{ ns}$$

Calculamos el ancho de banda en GHz/km :

$$AB_{F.O.} = \frac{0,44}{0,9} \frac{GHz}{km} \approx 0,489 \frac{GHz}{km}$$

Alumno

1. Se dispone de un canal de comunicaciones cuyo espectro este situado entre 10 y 11 MHz, por otro lado la relación señal a ruido es de 24 db. Calcular la capacidad máxima del canal y determinar utilizando la fórmula de Nyquist ¿cuántos niveles de señalización serían necesarios para alcanzar dicha capacidad máxima?
2. Dado un enlace de 2 km de longitud, en el cual se emplea un medio de transmisión cuya atenuación es 2 db/100 metros, un amplificador de 30 db y se utilizan bobinas de 500 metros. Hallar la potencia mínima que debería tener el transmisor, en dbm y en mw, suponiendo que los empalmes y los conectores tienen una atenuación de 1 db cada uno (considerar que el amplificador requiere dos conectores), el factor de diseño es de 3 db y la sensibilidad del receptor es 0,01 mw.
3. Dado el tren de bits siguiente: 01001100011 graficar las codificaciones: unipolar negativo NRZ, AMI, bipolar AMI, Manchester y Manchester diferencial.
4. Dada una transmisión sincrónica en la cual el bloque de datos a enviar está conformado por los siguientes bits: 1 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 y se emplea el método CRC para detección de errores que utiliza el polinomio generador $G(x) = x^8 + x^3 + x^2 + x + 1$. Hallar el bloque a enviar incluido el campo FCS, y efectuar la verificación en la recepción.
5. Definir y brindar un ejemplo de cada uno de los siguientes conceptos para señales digitales: FRP, Velocidad de modulación, Velocidad de transmisión, transmisión multinivel. Para señales senoidales: ancho de banda, longitud de onda, frecuencia y periodo.
6. Detallar las 5 ventajas de la transmisión digital en comparación con las transmisiones analógicas.

1)

Se dispone de un canal de comunicaciones cuyo espectro este situado entre 10 y 11 MHz. Por otro lado la relación señal ruido es de 24 dB. Calcular la capacidad máxima del canal y determinar utilizando la fórmula de Nyquist ¿Cuántos niveles de señalización serían necesarios para alcanzar dicha capacidad máxima?

DATOS

Ancho de Banda : $AB = |10 - 11| \text{ MHz} = 1 \text{ MHz}$

Relación señal-ruido : $S/N = 24 \text{ dB}$

FÓRMULAS

Capacidad del canal real : $C = AB \cdot \log_2(1 + S/N)$ (Shannon-Hartley)

Capacidad de un canal ideal : $C = 2 \cdot AB \cdot \log_2(n)$ (Nyquist)

Relación señal-ruido : $S/N [\text{dB}] = 10 \log_{10}(S/N)$

$$AB = 11 - 10 = 1000 \text{ Hz} = 1 \text{ MHz}$$

$$\text{Relación } S/N = 24 \text{ dB} = 10 \cdot \log_{10}(S/N) = s/n = 10^{2,4} = 251,19 \text{ veces}$$

$$C = AB \cdot \log_2(1 + 251,19) =$$

Hay que obtener S/N en veces porque está en dB :

$$S/N = 24 \text{ dB} = 10 \log_{10}(S/N)$$

$$S/N = 2,4 \text{ dB} = \log_{10}(S/N)$$

$$S/N = 10^{2,4} = 251,19 \text{ veces}$$

Calculamos la capacidad real del canal con Shannon–Hartley :

$$C = 1 \text{ MHz} \cdot \log_2(1 + 251,19)$$

$$C = 1 \cdot 10^6 \cdot 7,98 \text{ [bps]}$$

$$C = 7,98 \text{ Mbps} \approx 8 \text{ Mbps}$$

Calculamos los niveles necesarios con Nyquist :

$$8 \text{ Mbps} = 2 \cdot 1 \text{ MHz} \cdot \log_2(n)$$

$$4 = \log_2(n)$$

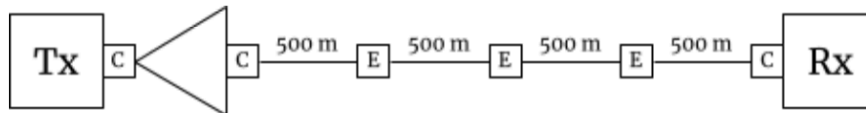
$$n = 2^4 = 16 \text{ niveles}$$

2)

Dado un enlace de 2km de longitud, en el cuál se emplea un medio de transmisión cuya atenuación es 2 dB/100 metros, un amplificador de 30 dB y se utilizan bobinas de 500 metros. Hallar la potencia mínima que debería tener el transmisor, en dBm y en mW, suponiendo que los empalmes y conectores tienen una atenuación de 1 dB cada uno (considerar que el amplificador requiere dos conectores), el factor de diseño es de 3 dB y la sensibilidad del receptor es 0,01 mW.

$$P_x = 2 \text{ dB} / 100 \cdot 2000 \text{ m} = 40 \text{ dB}$$

$$G_{\text{amp}} = 30 \text{ Db}$$



Atenuación por longitud :	$A_{distancia} = 2000\text{ m} \cdot 2\text{ dB}/100\text{ m} = 40\text{ dB}$
Ganancia amplificador :	$G_{amp} = 30\text{ dB}$
Atenuación por empalmes :	$A_{empalmes} = 1\text{ dB} \cdot 3\text{ empalmes} = 3\text{ dB}$
Atenuación por conectores :	$A_{conectores} = 1\text{ dB} \cdot 3\text{ conectores} = 3\text{ dB}$
Atenuación por diseño :	$A_{diseño} = 3\text{ dB}$
Sensibilidad del receptor R_x :	$S_{Rx} = 0,01\text{ mW} = 10\log_{10}(0,01) = -20\text{ dBm}$

FÓRMULAS

Cálculo de enlace :	$P_{Tx} + \sum G \geq S_{Rx} + \sum A$
Operaciones con dB :	$\text{dB} \pm \text{dBm} = \text{dBm} \quad \wedge \quad \text{dB} \pm \text{dB} = \text{dB}$
Conversión $\text{mW} \leftrightarrow \text{dB}$:	$x\text{ mW} \leftrightarrow 10\log_{10}(x)\text{ dBm}$

Reemplazamos los datos en la fórmula del cálculo de enlace :

$$P_{Tx} \geq S_{Rx} + A_{dist} + A_{emp} + A_{con} + A_{dis} - G_{amp}$$

$$P_{Tx} \geq -20\text{ dBm} + 40\text{ dB} + 3\text{ dB} + 3\text{ dB} + 3\text{ dB} - 30\text{ dB}$$

$$P_{Tx} \geq -1\text{ dBm}$$

Convertimos $\text{dBm} \rightarrow \text{mW}$:

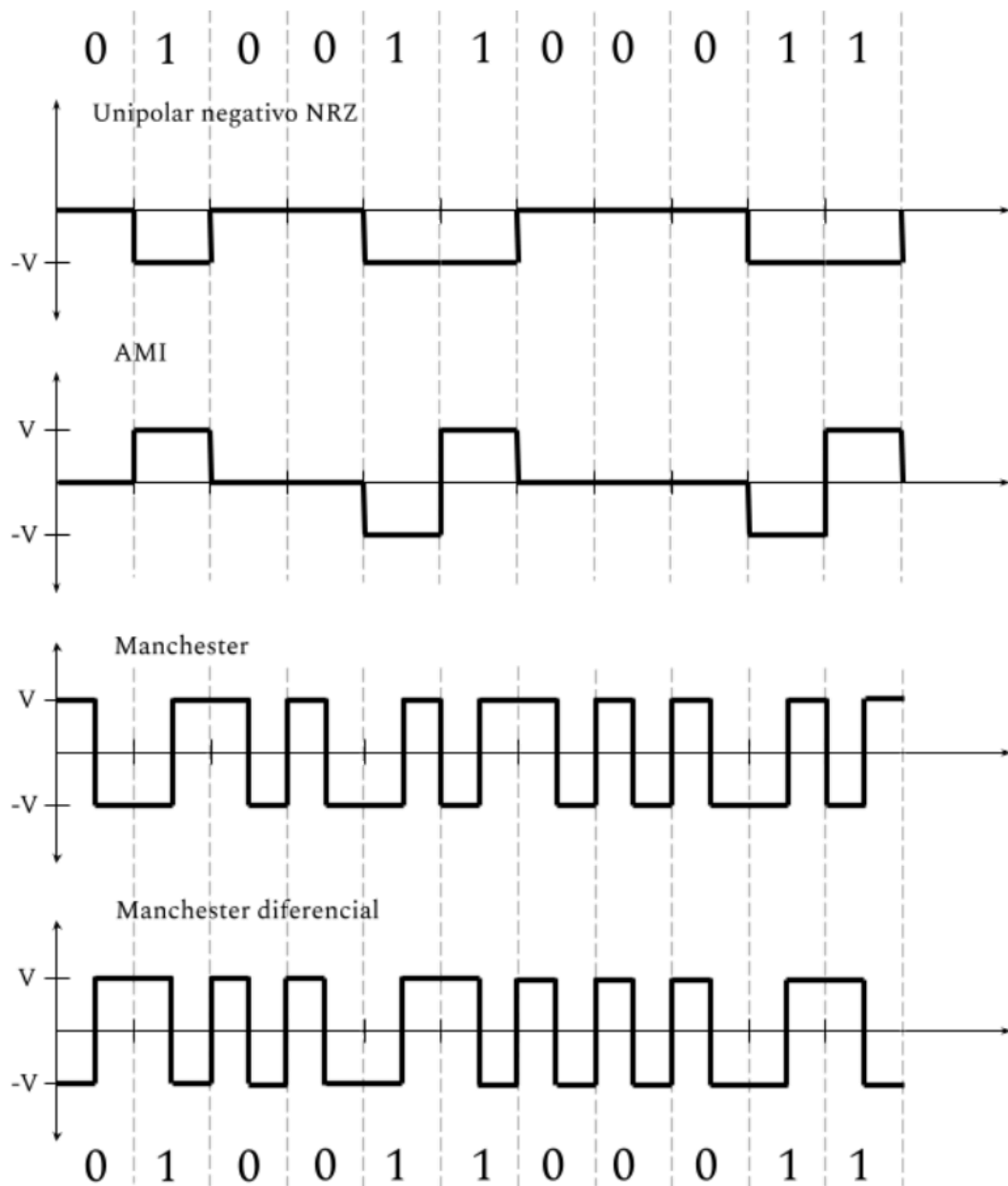
$$-1\text{ dBm} = 10\log_{10}(x)\text{ dBm} \Rightarrow 10^{-0,1} = 0,79\text{ mW}$$

La potencia del transmisor debe ser de al menos -1 dBm (que también son $0,79\text{ mW}$)

3)

Dado el tren de bits siguiente : 01001100011 graficar las codificaciones:

- Unipolar negativo NRZ, AMI, bipolar AMI, Manchester y Manchester diferencial



RECORDATORIOS :

- Manchester representa a los 1's como transición de negativo a positivo y a los 0's como una transición de positivo a negativo, **siempre en la mitad del pulso.**
- Manchester Diferencial **siempre cambia de polaridad en la mitad del pulso** y representa a los 1's manteniendo la polaridad al comenzar el pulso y a los 0's cambiando de polaridad al comenzar el pulso.

4)

Dada una transmisión síncrona en la cuál el bloque de datos a enviar está conformado por los siguientes bits 10110001110001 y se emplea el método CRC para detección de errores que utiliza el polinomio generador $G(x) = x^8 + x^3 + x^2 + x + 1$. Hallar el bloque a enviar incluido el campo FCS y efectuar la verificación en la recepción.

DATOS

Polinomio generador : $P(x) = 100001111$

Grado del polinomio generador : $g(P(x)) = 8$

Bloque a transferir : $B = 10110001110001$

RESOLUCIÓN

Agregamos tantos ceros al bloque a transferir como grados tenga el polinomio generador para obtener el cociente :

Cociente 10110001110001 00000000

Dividimos el cociente por el polinomio generador :

```
10110001110001 00000000 / 100001111
100001111
101010010
100001111
1000011001
100001111
100001010
... y así
```

Una vez que tenemos el resto, será enviado junto con el bloque :

Suponiendo que el resto es 100101010

Se enviará el siguiente bloque de datos :

Bloque de datos * 100.000.000 + Resto
10110001110001 100101010

La verificación se realiza de la misma forma, dividiendo el bloque recibido :

```
10110001110001 100101010 / 100001111
100001111
101010010
100001111
1000011001
100001111
100001010
... y así
```

Si el resto en el receptor da 00000000 entonces el bloque fue transferido de forma exitosa

5. Definir y brindar un ejemplo de cada uno de los siguientes conceptos para
- a. Señales digitales :
 - FRP, Velocidad de modulación, Velocidad de transmisión y Transmisión multinivel.
 - b. Señales senoidales :
 - Ancho de banda, Longitud de onda, Frecuencia y Período.

SEÑALES DIGITALES

- *Frecuencia de Repetición de Pulso (FRP) :*

Cantidad de veces que se envía un pulso en una medida de tiempo.

Por ejemplo, en una modulación en banda base NRZ si el pulso durara 0,5 s , se estarían enviando 2 PPS (pulsos por segundo).
 - *Velocidad de modulación :*

Velocidad con la que se emiten los pulsos de los símbolos modulados.

Es la inversa a la duración de un pulso y se mide en Baudios.

Por ejemplo, si se estuviera realizando una modulación en banda base Bipolar RZ con período de 1 segundo, el período del pulso podría ser la mitad del período (0,5 s). En este caso la velocidad de modulación serían 2 Baudios.
 - *Velocidad de transmisión :*

Velocidad con la que se transmite la información. Se mide en bits por segundo.

Puede tenerse una modulación de 2 Baudios (símbolos por segundo) como en el ejemplo anterior pero si cada uno de esos símbolos representaran 8 bits, se estarían transmitiendo en total 16 bits/s.
 - *Transmisión multinivel :*

Se utiliza para aumentar la velocidad de transmisión codificando los bits transmitidos de la señal en más de dos estados. Estos estados pueden variar la Amplitud (potencia), Fase o Frecuencia.

Por ejemplo, se puede modular una señal utilizando 4 niveles de voltaje +4V, +2V, -2V y -4V ; y codificar estos niveles a los pares de bits 11, 10, 01, 00 respectivamente. De esta forma por cada 1 pulso recibido, estaríamos recibiendo 2 bits.
6. Detallar las 5 ventajas de la transmisión digital en comparación con las transmisiones analógicas.

VENTAJAS (Digital vs Analógico)

Transmisión digital	Transmisión analógica
Alcance infinito (repetidores regenerativos)	Alcance finitos (se amplifica el ruido)
Es más barata	No es tan barata
Se pueden conectar directamente computadores	Necesita una interfaz para conectar a computadores
Se puede ajustar la calidad	—
Menos susceptible al ruido	—

Aca pondría ventajas y desventajas de señales digitales sobre analógicas

Ventajas de digital sobre analógica (sacando de apunte de 26 hojas):

- Alcance infinito
- Calidad ajustable
- Integración de PC.
- Empleo de FO.
- Costos más económicos
- Más Simple
- Función con finitos valores
- Menos susceptible a interferencia de ruido
- Cuenta con sistemas de detección y corrección de errores en la recepción

La desventaja principal es que la transmisión digital sufre más con la atenuación. La atenuación es la disminución de la intensidad de la señal útil a medida que la misma recorre

el medio de comunicaciones. Aumenta en forma proporcional a la distancia recorrida desde

la fuente y su efecto es la reducción de la amplitud de la señal.

Final 2022 Agosto

Alumno.....

1. Para el siguiente enlace calcular la Potencia del transmisor para que el enlace funcione correctamente. La potencia a la salida del amplificador es de 1mW (antes del conector). ¿Cuál es la atenuación del medio expresada en db/km?

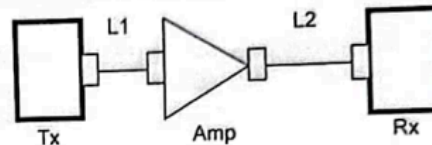
$P_{Tx} = ?$ dBm, $S_{Rx} = 0.5$ mW

$L_1 = 1000$ m, $L_2 = 500$ m

Conector $A_t = 0.75$ dB c/u

At F.O. = ?

GA(Ganancia del Amp) = 5 dB.



2. Para un canal que transmite en modo serie, calcular la velocidad de transmisión para el caso de utilizar TRIBITS y tener pulsos de ancho $\tau = 10$ [microsegundos] y FRP = 100.000 PPS. Qué valor toma la velocidad de modulación (V_m) y cuál es el ancho de banda que debería tener el canal según análisis de la serie compleja de Fourier?
3. Se quiere transmitir imágenes de TV que tienen 625 líneas con 500 puntos por línea. Cada punto tiene 128 niveles equiprobables de brillo. Si se transmiten 20 imágenes por segundo. Calcular la tasa de información y el ancho de banda que debería tener el canal de comunicaciones si la relación señal a ruido (S/N) del mismo es de 30 db?.
4. Dada la siguiente secuencia de bits, graficar las señales resultantes utilizando los códigos Manchester, Manchester Diferencial y Miller. Indicar sus principales características. Secuencia binaria: 0 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 0 0.
5. Detalle cinco ventajas de la transmisión digital en comparación con la analógica?
6. Demostrar que cuando el ancho de banda de un medio tiende a infinito la capacidad de transmisión de un canal real no tiende a infinito.

Nota: Para aprobar se requiere responder correctamente 2 problemas (puntos 1 a 4) y un punto teórico (puntos 5 y 6).

1. Para el siguiente enlace calcular la Potencia del transmisor para que el enlace funcione correctamente. La potencia a la salida del amplificador es de 1mW (antes del conector). ¿Cuál es la atenuación del medio expresada en db/km?

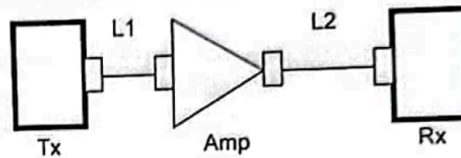
$$P_{Tx} = ? \text{ dBm}, S_{Rx} = 0.5 \text{ mW}$$

$$L1=1000\text{m}, L2=500\text{m}$$

$$\square \text{ Conector } A_t=0.75 \text{ dB c/u}$$

$$A_{t \text{ F.O.}} = ?$$

$$GA(\text{Ganancia del Amp}) = 5 \text{ dB.}$$



Relacion absoluta con 1mW (dBm) : $SIN [dBm] = 10 \cdot \log_{10}(x)$, $x = [mW]$

$$x = 10 \log_{10}(1\text{mW}) = 0\text{dB}$$

$$x = 10 \log_{10}(0.5\text{mW}) = -3\text{dB}$$

Convertimos $mW \leftrightarrow dBm$:

$$1\text{mW} = 10 \log_{10}(1) \text{ dBm} = 0\text{dBm}$$

$$0.5\text{mW} = 10 \log_{10}(0.5) \text{ dBm} = -3\text{dBm}$$

$$-2\text{dBm} = 10^{-0.2} \text{ mW} = 0.63 \text{ mW}$$

Calculamos el enlace en el segundo tramo (desde el final del amplificador hasta el R_x):

$$0 \text{ dBm} - 2 \cdot 0.75 \text{ dB} - A_{F.O.} \cdot 500\text{m} \geq -3 \text{ dBm}$$

$$-1.5\text{dBm} - A_{F.O.} \cdot 500\text{m} \geq -3 \text{ dBm}$$

$$A_{F.O.} \cdot 500\text{m} \leq 1.5\text{dBm}$$

$$A_{F.O.} \leq 1.5\text{dBm}/500\text{m}$$

$$A_{F.O.} \leq 0.003 \text{ dBm/m}$$

Calculamos el enlace del tramo completo :

$$P_{Tx} + 5\text{dB} - 1.5 \text{ dB} - 0.003 \text{ dB/m} \cdot 1500\text{m} \geq -3 \text{ dBm}$$

$$P_{Tx} - 1\text{dB} \geq -3 \text{ dBm}$$

$$P_{Tx} \geq -2 \text{ dBm} \equiv 0.63 \text{ mW}$$

$$P_{Tx} \geq S_{Rx} + 2 \cdot 0.75 \cdot A_t$$

$$0\text{db} = -3\text{db} + 1,5\text{db} + A_t \cdot 0,5\text{km}$$

$$3\text{db/Km} = A_t$$

$$0,003 \text{ dbm/m} = A_t$$

$$P_{tx} + 5\text{db} - 4 \cdot 0,75 - 0,003\text{dB/m} \cdot 1500\text{m} \Rightarrow -3\text{dBm}$$

$$p_{tx} \Rightarrow -0,5\text{db}$$

$$-0,5\text{db} = 10 \log_{10}(x)$$

$$10^{(-0,5/10)}$$

$$0,89\text{mw} = P_{tx}$$

2. Para un canal que transmite en modo serie, calcular la velocidad de transmisión para el caso de utilizar TRIBITS y tener pulsos de ancho $\tau = 10$ [microsegundos] y $FRP = 100.000 \text{ PPS}$. ¿Qué valor toma la velocidad de modulación (V_m) y cuál es el ancho de banda que debería tener el canal según análisis de la serie compleja de Fourier?

$$\text{Transmisión TRIBITS } N = 2^3 = 8$$

$$\tau = 10 \text{ ms}$$

$$FRP = 100000 \text{ pulsos por segundo}$$

$$V_t = 1 / T = V_m \cdot \log_2(n) = V_m \cdot N$$

$$V_m = 1/\tau = 1/10^{-6} \text{ baudio}$$

$$V_t = 1/T = V_m \cdot \log_2(n) = V_m \cdot N$$

$$n = T/\tau = 100000/10 \cdot 10^{-6}$$

$$AB = n \cdot f_0 = 1 / \tau$$

$$FRP = f_0 = 1/T$$

$$AB = n \cdot f_0$$

Calculamos de forma directa, con los datos que tenemos la V_m y V_t :

$$V_m = \frac{1}{10 \cdot 10^{-6} \text{ s}} = 10 \text{ M Baudios}$$

$$V_t = 10 \text{ MHz} \cdot 3 \text{ bits} = 30 \text{ Mb/s}$$

$$T = 1 / 30 \text{ Mb/s} = 30 \text{ ms}$$

$$n = 30 \text{ ms} / 10 \text{ ms} = 3 \text{ armónicas}$$

$$AB = 3 \cdot f_0 = 30 \text{ Mhz}$$

$$f_0 = 1 / T = 10 \text{ Mhz}$$

3. Se quiere transmitir imágenes de TV que tienen 625 líneas con 500 puntos por línea. Cada punto tiene 128 niveles equiprobables de brillo. Si se transmiten 20 imágenes por segundo. Calcular la tasa de información y el ancho de banda que debería tener el canal de comunicaciones si la relación señal a ruido (S/N) del mismo es de 30 dB.

Probabilidad de brillo : $P(B) = 1/128$

Imágenes por segundo : $V_{Tx} = 20 \text{ pantallas/s} = 6250000 \text{ puntos/s}$

Información de cada punto : $I(P) = \log_2(1/\frac{1}{128}) = 7 \text{ Shannon}$

Relacion S/N del canal : $S/N = 30 \text{ dB} = 10\log_{10}(SNR) = 1000 \text{ veces}$

Cantidad de puntos : $n = 625 * 500 = 312.500/\text{pantalla}$

Imágenes por segundo $V_{Tx} = 20 \text{ pantallas} * 500 \text{ puntos} * 625 \text{ lineas} = 6.250.000$
puntos /s

S/N = 30 dB

SNR = $10^{30/10} = 1000 \text{ veces}$

cantidad de puntos = n = $625 * 500 = 312.500 / \text{pantalla}$

FÓRMULAS

Capacidad del canal real : $C = AB \cdot \log_2(1 + S/N)$ (Shannon-Hartley)

Información : $I(x) = \log_2[1/P(x)] = \text{Shannon}$

Entropía : $H(\text{Fuente}) = \sum P(x_i) * I(x_i) = \text{Shannon/símbolo}$

Tasa de información : $T_{Info} = \frac{H}{\tau} = [\text{Shannon/s}]$

RESOLUCIÓN

Entropía : $H(Fuente) = 128 * 1/128 * 7 \text{ Shannon}$

Calculamos la información de una imagen :

$$I(Pant.) = Puntos/pantalla * I(punto)$$

$$I(Pant.) = 312500 * 7 \text{ Shannon} = 2187500 \text{ Shannon}$$

Calculamos la tasa de información (cuántos shannons se transmiten por segundo) :

$$T_{info} = I(Pant.) * 20/s = 43750000 \text{ Shannon/s}$$

Calculamos el ancho de banda necesario :

$$\text{Bits por punto : } \log_2 128 = 7 \text{ bits}$$

$$\text{Bits por pantalla : } 7 \text{ bits} * 312500 \text{ puntos} = 2187500 \text{ bits/pantalla}$$

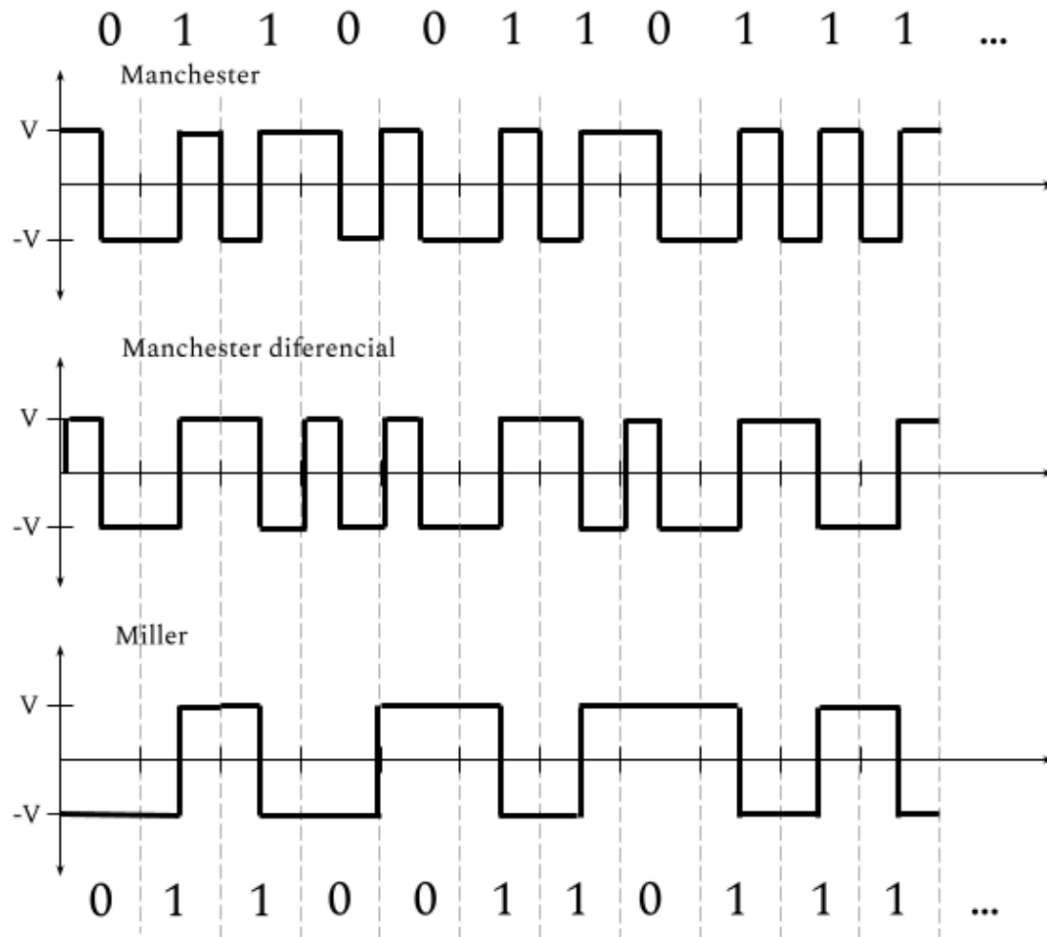
$$\text{Bits por segundo : } 2187500 * 20 \text{ pantallas/s} = 43750000 \text{ bps}$$

$$C \geq AB * \log_2(1 + 1000) \geq 43750000 \text{ bps}$$

$$AB \geq 43750000 \text{ bps} / 9,98 \geq 4,38 \text{ MHz}$$

4. Dada la siguiente secuencia de bits 0110011101110000, graficar las señales resultantes utilizando los códigos e indicar sus principales características.

- Manchester, Manchester Diferencial y **Miller**.



RECORDATORIOS :

- Manchester representa a los 1's como transición de negativo a positivo y a los 0's como una transición de positivo a negativo, **siempre en la mitad del pulso**.
- Manchester Diferencial **siempre cambia de polaridad en la mitad del pulso** y representa a los 1's manteniendo la polaridad al comenzar el pulso y a los 0's cambiando de polaridad al comenzar el pulso.
- Miller a los 1's los representa cambiando en la mitad del pulso. A los 0's los representa de dos formas : si son 2 seguidos, se cambia al final del pulso. Si es uno solo, no realiza modificación en la señal.

5. Detalle cinco ventajas de la transmisión digital en comparación con la analógica.

VENTAJAS (Digital vs Analógico)

Transmisión digital	Transmisión analógica
Alcance infinito (repetidores regenerativos)	Alcance finitos (se amplifica el ruido)
Es más barata	No es tan barata
Se pueden conectar directamente computadores	Necesita una interfaz para conectar a computadores
Se puede ajustar la calidad	—
Existe la posibilidad de corregir errores en el lado del receptor	—
Menos susceptible al ruido	—

6. Demostrar que cuando el ancho de banda de un medio tiende a infinito la capacidad de transmisión de un canal real no tiende a infinito.

FÓRMULAS

Capacidad del canal real : $C = AB \cdot \log_2(1 + S/N)$ (Shannon-Hartley)

Ruido del canal : $N = \alpha \cdot AB$
(α es Densidad Espectral de Potencia del Ruido)

DEMOSTRACIÓN

Partimos de la fórmula de Shannon-Hartley y reemplazando el ruido N :

$$C = AB \cdot \log_2(1 + S/N)$$

$$C = AB \cdot \log_2[1 + S/(\alpha \cdot AB)] \quad \text{reemplazo } N$$

$$C = \left(\frac{S}{\alpha} \cdot \frac{\alpha}{S}\right) \cdot AB \cdot \log_2[1 + S/(\alpha \cdot AB)] \quad \text{multiplico por 1}$$

$$C = \frac{S}{\alpha} \cdot \frac{1}{x} \cdot \log_2(1 + x) \quad \text{c.v.: } x = \frac{S}{\alpha \cdot AB}$$

$$C = \frac{S}{\alpha} \cdot \log_2(1 + x)^{1/x} \quad a. \log(b) = \log(b)^a$$

Probamos la teoría haciendo tender el AB a infinito, primero sobre x :

$$\lim_{AB \rightarrow \infty} x = \lim_{AB \rightarrow \infty} \frac{S}{\alpha \cdot AB} = 0 \quad x \text{ tiende a cero}$$

Como conocemos uno de los límites notables : $\lim_{x \rightarrow 0} (1 + x)^{1/x} = e$

$$\lim_{x \rightarrow 0} C = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{S}{\alpha} \cdot \log_2(1 + x)^{1/x} = \frac{S}{\alpha} \cdot \log_2(e) \approx 1,44 \cdot \frac{S}{\alpha}$$

1. Se tiene una imagen en blanco y negro conformada por 25 cuadros por segundo. Cada cuadro está formado por 300 líneas horizontales por 400 verticales, a su vez, por cada punto o "pixel" del cuadro se pueden obtener 16 niveles de grises (desde el blanco hasta el negro incluido), se comprime la imagen un 80 %. Calcular la tasa de transmisión necesaria y el ancho de banda que debería tener el canal si la relación señal a ruido es de 30 db.
2. Dado los siguientes datos, FRP = 100 pps (pulsos por segundos), velocidad de modulación = 2000 Baudios y la amplitud del pulso (A = 1 Volt). Se solicita realizar el gráfico de amplitud del espectro de Fourier. Calcular el ancho de banda, cantidad de armónicas y el valor de la amplitud máxima de Cn.
3. Dada la siguiente secuencia binaria, graficar las señales resultantes utilizando los códigos Polar NRZ, Bipolar RZ y Unipolar NRZ. Indicar sus principales características. Secuencia binaria: 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1
4. Que sensibilidad mínima (expresada en mW) deberá tener un receptor para un enlace a través de una línea de transmisión de 4 Km, donde la atenuación del cable coaxil empleado es de 1 db/100m. La potencia del transmisor que excita la línea es de 100 mw, se utiliza un amplificador que amplifica la potencia 1000 veces, dos conectores de 1 db y un factor de diseño de 2 db. La bobina del cable coaxil tiene una longitud de 2 Km, y la atenuación de cada empalme 1 db.
5. Cómo se distribuyen los 32 canales de una trama E1 (sistema PCM 30) en PDH. A partir de E1 como se relacionan los niveles de multiplexacion siguientes. Indicar frecuencia de muestreo, bits por muestra, numero de canales telefónicos, de señalización y sincronismo.
6. Indique las cinco ventajas de la transmisión digital en comparación con la analógica y la desventaja respecto de esta última.

1. Se tiene una imagen en blanco y negro conformada por 25 cuadros por segundo. Cada cuadro está formado por 300 líneas horizontales por 400 verticales. A su vez, por cada punto o "pixel" del cuadro se pueden obtener 16 niveles de grises (desde el blanco hasta el negro incluido), **se comprime la imagen un 80%.**
Calcular la tasa de transmisión necesaria y el ancho de banda que debería tener el canal si la relación señal a ruido es de 30 dB.

Probabilidad de brillo : $P(B) = 1/16$

Cantidad de puntos/cuadro : $n = 300 * 400 = 120000 \text{ puntos/cuadro}$

Cuadros por segundo : $V_{Tx} = 25 \text{ cuadros/s} = 3000000 \text{ puntos/s}$

Información de cada punto : $I(P) = \log_2(1/\frac{1}{16}) = 4 \text{ Shannon}$

Relacion S/N del canal : $S/N = 30 \text{ dB} = 10 \cdot \log_{10}(SNR) \Rightarrow SNR = 1000 \text{ veces}$

FPS = 25

300 líneas horizontales * 400 verticales = 120.000 puntos

16 niveles de grises => $P(B) = 1/16$

Imágenes por segundo $V_{tx} = 120.000 * 25 = 3.000.000$

compresión %80

AB = ?

Tasa de Transmisión = ?

S/N = 30 dB

$I(x) = 4 \text{ shannon} * 3.000.000 =$

Capacidad del canal real : $C = AB \cdot \log_2(1 + S/N)$ (Shannon-Hartley)

Información : $I(x) = \log_2[1/P(x)] = [\text{Shannon}]$

Entropía : $H(\text{Fuente}) = \sum P(x_i) * I(x_i) = [\text{Shannon/símbolo}]$

Tasa de información : $T_{\text{Info}} = \frac{H}{\tau} = [\text{Shannon/s}]$

Entropía : $H(\text{Fuente}) = 16 * 1/16 * 4 \text{ Shannon}$

Calculamos la información de un cuadro :

$$I(\text{cuadro}) = \text{puntos/cuadro} * I(\text{punto})$$

$$I(\text{cuadro}) = 120000 * 4 \text{ Shannon} = 480000 \text{ Shannon}$$

Calculamos la tasa de información (cuántos shannons se transmiten por segundo) :

$$T_{\text{info}} = I(\text{cuadro}) * 25 \text{ cuadros/s} = 12000000 \text{ Shannon/s}$$

Calculamos el ancho de banda necesario :

$$\text{Bits por punto} : \log_2 16 = 4 \text{ bits}$$

$$\text{Bits por pantalla} : 4 \text{ bits} \cdot 120000 \text{ puntos} = 480000 \text{ bits/pantalla}$$

$$\text{Bits por segundo} : 480000 * 25 \text{ pantallas/s} * 80\% = 9600000 \text{ bps}$$

$$C \geq AB \cdot \log_2(1 + 1000) \geq 9600000 \text{ bps}$$

$$AB \geq 9,6 \text{ Mbps} / 9,98 \geq 961,92 \text{ KHz}$$

741

2)

Dados los siguientes datos, FRP=100 pps (pulsos por segundo), velocidad de modulación = 2000 Baudios y la amplitud del pulso (A=1Volt). Se solicita realizar el gráfico de amplitud del espectro de Fourier. Calcular el ancho de banda, cantidad de armónicas y el valor de la amplitud máxima de Cn.

$$f_0 = 100 \text{ hrz}$$

$$v_m = 2000 \text{ baudios} = 1/\tau = 1/2000 \text{ baudios}$$

$$A = 1 \text{ volt}$$

$$T = 1/f_0$$

$$T = 1/100$$

$$77n = (1/100/1/2000) = 20 \text{ armónicas } B = 100 \text{ hrz} * 20 = 2000 \text{ hrz}$$

$$c_n = \tau/T \cdot 2000 \text{ hrz} = 0,05 \text{ v}$$

FÓRMULAS

Velocidad de modulación : $V_m = \frac{1}{\tau}$

Velocidad de transmisión : $V_t = \frac{1}{T} = V_m \cdot \log_2(N)$

Cantidad de armónicas : $n = \frac{T}{\tau}$

Ancho de Banda : $AB = n \cdot f_0$

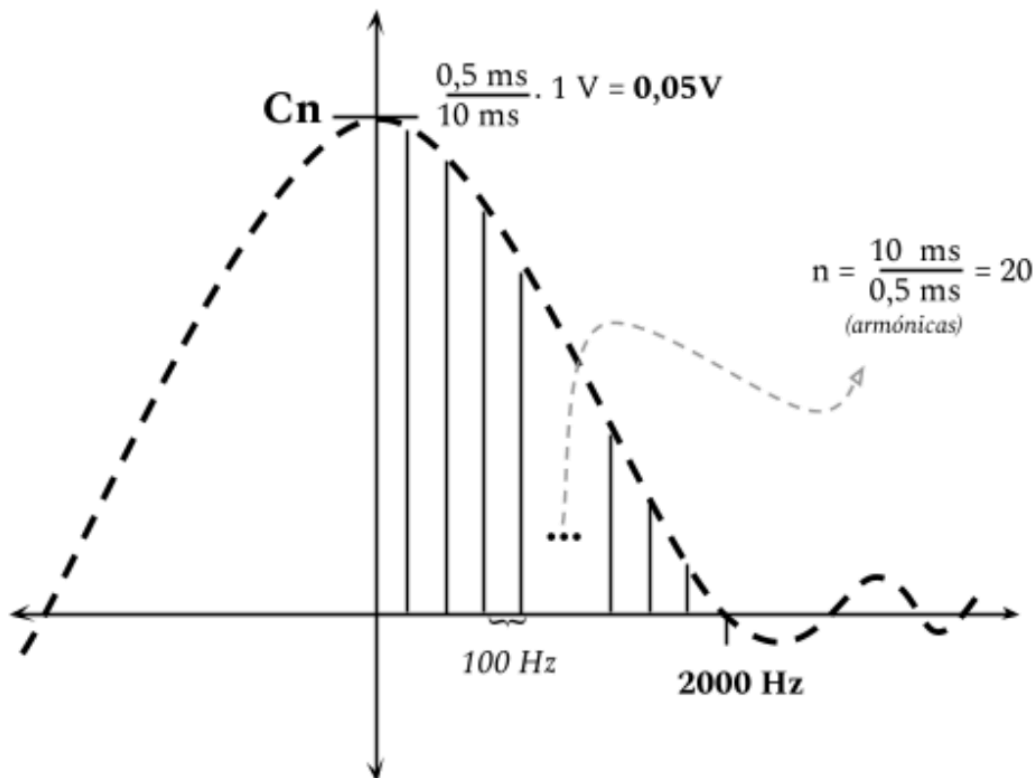
Frecuencia fundamental : $FRP = f_0 = \frac{1}{T}$

Amplitud máxima de la señal : $C_n = \frac{\tau}{T} \cdot A$

+

Ancho de banda :

$$AB = 20 \text{ armónicas} \cdot 100 \text{ pps} = 2000 \text{ Hz}$$

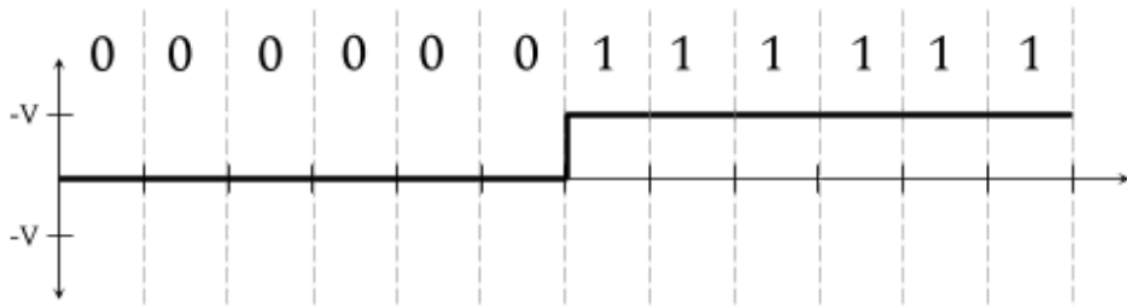


3. Dada la siguiente secuencia binaria : 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1, graficar las señales resultantes utilizando los códigos Polar NRZ, Bipolar RZ y Unipolar NRZ. Indicar sus principales características.

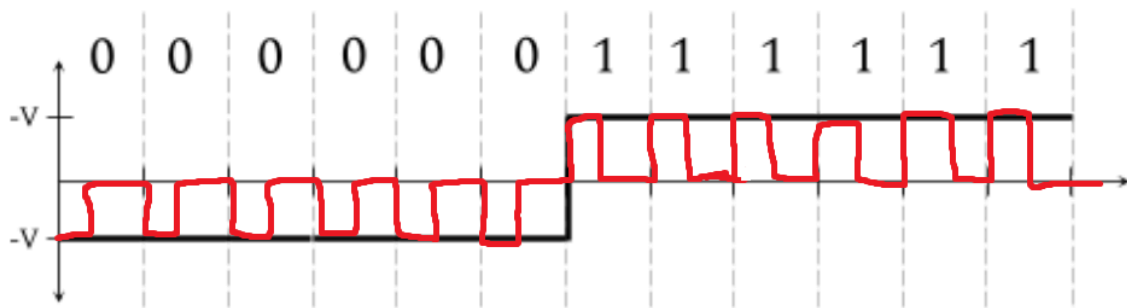
CARACTERÍSTICAS

- Respecto a los niveles de voltaje utilizados :
 - Unipolar utiliza solo **un nivel** (positivo o negativo)
 - Polar utiliza **dos niveles** de voltaje (1 positivo y 1 negativo)
 - Bipolar utiliza **tres niveles** de voltaje (positivo, 0 y negativo)
- La **duración del pulso** de RZ = $1/2 T$ mientras que el de NRZ = T
- Bipolar RZ y Polar NRZ no tienen **componente continua**
- Conocemos 2 tipos de Bipolar : AMI y HDB-3

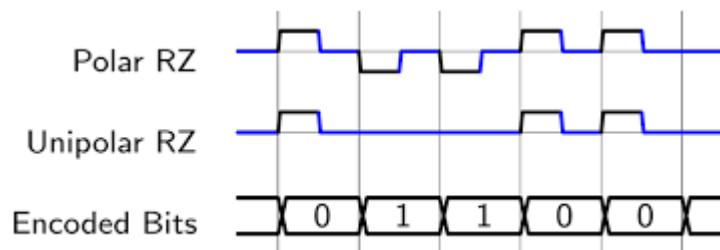
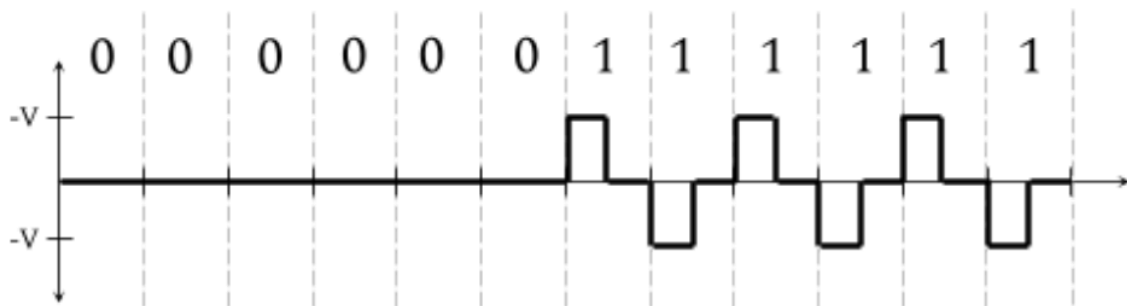
UNIPOLAR NRZ



POLAR RZ



BIPOLAR RZ $\equiv$ (p.e. AMI)

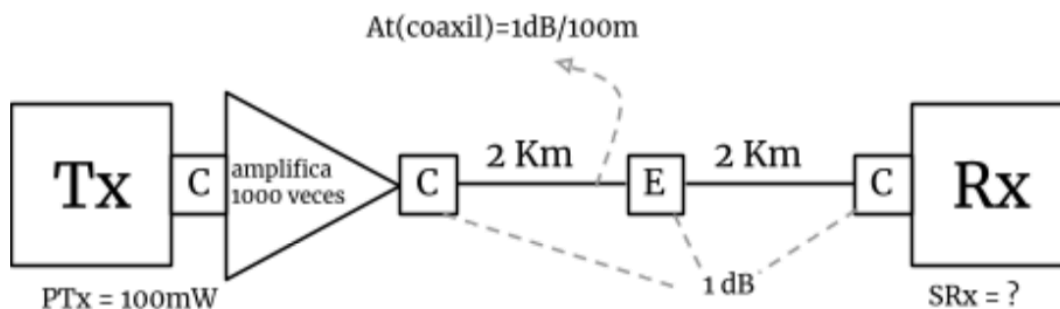


CARACTERÍSTICAS

- Respecto a los niveles de voltaje utilizados :
 - Unipolar utiliza solo **un nivel** (positivo o negativo)
 - Polar utiliza **dos niveles** de voltaje (1 positivo y 1 negativo)
 - Bipolar utiliza **tres niveles** de voltaje (positivo, 0 y negativo)
- La **duración del pulso** de RZ = $1/2 T$ mientras que el de NRZ = T
- Bipolar RZ y Polar NRZ no tienen **componente continua**
- Conocemos 2 tipos de Bipolar : AMI y HDB-3

4. Qué sensibilidad mínima (expresada en mW) deberá tener un receptor para un enlace a través de una línea de transmisión de 4 Km, donde la atenuación del cable coaxil empleado es de 1 dB/100m. La potencia del transmisor es de 100 mW, se utiliza un amplificador que amplifica la potencia 1000 veces, dos conectores de 1 dB y un factor de diseño de 2 dB. La bobina del cable coaxil tiene una longitud de 2 Km y la atenuación de cada empalme 1 dB.

Distancia = 4 km
At cable = 1 dB / 100m
Potencia Transmisor 100 mW
Amplificador 1000 veces
Conectores = 1 dB
Factor de Diseño = 2 dB
Longitud Bobina = 2 Km
Empalme = 1 dB



+

$$P_{Tx} + G \leq S_{Rx} + A$$

$$\text{Ganancia Transmisor} = 10 \log(100\text{mW})$$

$$\text{Ganancia Transmisor} = 20\text{dBm}$$

Ganancia Amplificador = $10 \log (1000)$
 $x = 30 \text{ dbm}$

$20 \text{ dBm} + 30 \text{ dbm} \leq \text{sr}x + 3 \cdot 1 \text{ db (conectores)} + 2 \text{ db (FD)} + 1 \text{ db (empalme)} + 1 \text{ db} \cdot 4000 \text{ m} / 100 \text{ m}$

$50 \text{ dBm} - 3 \text{ dB} - 2 \text{ dB} - 1 \text{ dB} - 40 \text{ dB} \leq \text{Srx}$
 $4 \text{ dBm} \leq \text{Srx}$

$10^{4/10} \Rightarrow$

$4 \text{ dbm} = 10 \log 10 (x) = 2,51 \text{ mw}$

/

5. ¿Cómo se distribuyen los 32 canales de una trama E1 (sistema PCM 30) en PDH. ¿A partir de E1 cómo se relacionan los niveles de multiplexación siguientes ? Indicar frecuencia de muestreo, bits por muestra, número de canales telefónicos de señalización y sincronismo.

TRAMA E1

La trama E1 está constituida por 32 canales de 8 bits cada uno, lo que resulta en una trama de 256 bits. El canal n°1 y el n°16 son utilizados para la sincronización y serialización mientras que los demás son utilizados para datos (como la voz, por ejemplo).

La frecuencia de muestreo de estas tramas es de 8000 Hz. Por lo que la velocidad de transmisión es :

$$Vt_{\text{canal}} = 8000 \text{ muestras/seg} \cdot 8 \text{ bits/muestra} = 64 \text{ Kb/seg}$$

$$Vt_{\text{trama-E1}} = 32 \cdot 64 \text{ Kb/seg} = 2048 \text{ Kb/seg}$$

Las siguientes tramas (E2, E3, E4) son formadas realizando la multiplexación de 4 tramas del nivel anterior aumentando 4x veces la velocidad de transmisión por nivel :

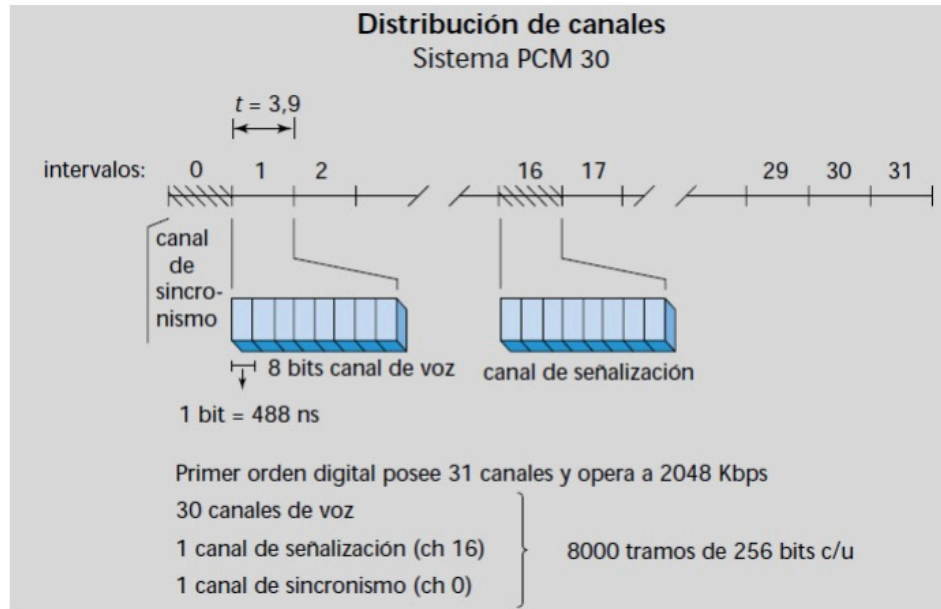
$$Vt_{\text{trama-E2}} = 4 \cdot 2048 \text{ Kb/seg} = 8192 \text{ Kb/seg} = 8 \text{ Mb/s}$$

$$Vt_{\text{trama-E3}} = 4 \cdot 8192 \text{ Kb/seg} = 32768 \text{ Kb/seg} = 32 \text{ Mb/s}$$

$$Vt_{\text{trama-E4}} = 4 \cdot 32768 \text{ Kb/seg} = 131072 \text{ Kb/seg} = 128 \text{ Mb/s}$$

$$Vt_{\text{trama-E5}} = 4 \cdot 131072 \text{ Kb/seg} = 524288 \text{ Kb/seg} = 512 \text{ Mb/s}$$

Multiplexacion digital de 32 canales de 64 Kbps. (E1)



6.

VENTAJAS (Digital vs Analógico)

Transmisión digital	Justificación
Alcance infinito	Porque utiliza repetidores regenerativos y no amplificadores (que amplifican el ruido)
Es más económico	Los productos son de menor precio
Posibilita la corrección de errores	Usando técnicas como CRC o Hamming
Mayor capacidad de transmisión	Se aprovecha mejor el ancho de banda
Mayor seguridad	Las señales pueden encriptarse

DESVANTAJAS (Digital vs Analógico)

Deben utilizar si o si **energía** para la transmisión y precisan de un **sincronismo** entre Rx y Tx

Nombre y Legajo:

Condición para aprobar: tres puntos completos correctos = 6 (seis)

1. Explique el significado de los 600 Ohms, en la relación entre dBm y dBu.
 2. Hallar la relación S/N, para un amplificador con voltaje de señal de salida de 4 V, voltaje de ruido de salida de 0,005 V y resistencia de entrada y de salida de 50 Ω .
 3. Para una fibra óptica monomodo con atenuación de 0,25 dB/Km, calcular la potencia óptica a 100 Km de una fuente de 0,1 mW.
 4. Calcular en ancho de banda en GHz/Km, sabiendo que cuando se genera en el trasmisor un pulso de 1,2 nanosegundos se obtiene a la llegada del receptor, otro de 1,5 nanosegundos.
 5. Para un canal que transmite en modo serie, calcular la velocidad de transmisión para el caso de utilizar CUATRIBITS y tener pulsos de ancho $\tau = 1$ [microsegundos] y FRP = 100.000 PPS. ¿Qué valor toma la velocidad de modulación (V_m) y cuál es el ancho de banda que debería tener el canal según análisis de la serie compleja de Fourier?
 - 6.a. Detallar los 5 niveles de multiplexación PDH, e indicar la velocidad de transmisión y la cantidad de bits por trama.
b. Detallar como está constituida la trama E1.
1. Explique el significado de los 600 Ohms, en la relación entre dBm y dBu.
1. Ambas son relaciones **absolutas** de valores. dBm es una relación logarítmica absoluta de potencia sobre el valor de 1 mW mientras que dBu es una relación absoluta de potencial eléctrico (Voltaje) sobre el valor de 0,7746 V a una impedancia de 600 Ω . Ese valor de potencial eléctrico a esa impedancia, desarrolla una potencia de 1 mW.
- $$P = \frac{V^2}{R} = \frac{0,7746^2}{600} = 0,001 W = 1 mW$$
- Ejemplos :
- | | |
|---|--|
| $x mW = 10 \log\left(\frac{x}{1 mW}\right)$ | $x V = 20 \log\left(\frac{x}{0,7746 V}\right)$ |
| $1 mW = 0 dBm$ | $0,7746 V = 0 dBu$ |
| $10 mW = 10 dBm$ | $1,228 V = 4 dBu$ |
| $100 mW = 20 dBm$ | $1,6 V = 8,2 dBu$ |
2. Hallar la relación S/N para un amplificador con voltaje de señal de salida 4V, voltaje de ruido de salida de 0,005V y resistencia de entrada y de salida de 50 Ω .

DATOS

Voltaje de señal y de ruido : $V_S = 4 V$, $V_N = 0,005 V$

Resistencias son iguales : $R_1 = R_2 = 50 \Omega = R$

RESOLUCIÓN

Demostramos que la relación S/N es independiente a la resistencia :

$$\begin{aligned} S/N &= \frac{P_S}{P_N} = \frac{V_S^2}{R} \cdot \frac{V_N^2}{R} \\ S/N &= \frac{V_S^2}{R} \cdot \frac{R}{V_N^2} = \frac{V_S^2}{V_N^2} \end{aligned} \quad \text{invierto división y simplifico R}$$

Calculamos la relación S/N con los voltajes :

$$S/N = \frac{4^2 V}{0,005^2 V} = 640000 \text{ veces}$$

3. Para una fibra óptica monomodo con atenuación de 0,25 dB/Km, calcular la potencia óptica a 100 Km de una fuente de 0,1 mW.

Fuente = 0,1 mW

$$\text{dB} = 10 * \log_{10} (\text{mW}) \Rightarrow S/N [\text{dBm}] = 10 * \log_{10}(0,1\text{mW}) = -10 \text{ dBm}$$

$$A_t = 0,25 \text{ dB/km} * 100\text{km} = 25 \text{ dB}$$

$$P_{tx}(x) = -10\text{db} - 25\text{db} = 3,16 * 10^{-4} \text{ w}$$

FÓRMULAS

Relacion absoluta con 1mW (dBm) : $S/N [dBm] = 10 \cdot \log_{10}(x)$, $x = [mW]$

DATOS

Potencia de la fuente : $P_{Tx} = 0,1 mW = -10dBm$

Atenuación de la F.O : $A_{F.O.} = 0,25 \cdot 100 dB/Km = 25 dB$

RESOLUCIÓN

Potencia a los 100 Km :

$$P_{Tx}(100Km) = -10dBm - 25dB$$

$$P_{Tx}(100Km) = -35dBm = 10^{-3,5} mW , \quad dBm \leftrightarrow mW$$

$$P_{Tx}(100Km) = 0.316 \mu W$$

Ptx = 0,316 uW

4. Calcular en ancho de banda en GHz/Km, sabiendo que cuando se genera en el transmisor un pulso de 1,2 nanosegundos se obtiene a la llegada del receptor, otro de 1,5 nanosegundos.

Ancho de banda de una fibra óptica : $AB_{F.O.} = \frac{0,44}{\delta t} = \left[\frac{GHz}{km} \right]$

Dispersión de tiempo entre T_x y R_x : $\delta t = \sqrt{(\tau_{Rx})^2 - (\tau_{Tx})^2} = [nanosegs]$

DATOS

Tiempo del pulso en T_x y R_x : $\tau_{Tx} = 1,2 \text{ ns}$, $\tau_{Rx} = 1,5 \text{ ns}$

RESOLUCIÓN

Calculamos la dispersión de tiempo entre el transmisor y el receptor :

$$\delta t = \sqrt{(1,5)^2 - (1,2)^2} \text{ ns}$$

$$\delta t = \sqrt{2,25 - 1,44} \text{ ns}$$

$$\delta t = \sqrt{0,81} \text{ ns} = 0,9 \text{ ns}$$

Calculamos el ancho de banda en GHz/km :

$$AB_{F.O.} = \frac{0,44}{0,9} \frac{GHz}{km} \approx 0,489 \frac{GHz}{km}$$

- Para un canal que transmite en modo serie, calcular la velocidad de transmisión para el caso de utilizar CUATRIBITS y tener pulsos de ancho $\tau = 1$ [microsegundos] y $FRP = 100000 \text{ PPS}$. ¿Qué valor toma la velocidad de modulación (V_m) y cuál es el ancho de banda que debería tener el canal según el análisis de la serie compleja de Fourier?

Transmisión en CUATRIBITS : $N = 2^4 = 16$

Ancho del pulso : $\tau = 1 \mu s$

Frecuencia de repetición del pulso : $FRP = 100000 \text{ pps}$

FÓRMULAS

Velocidad de modulación : $Vm = \frac{1}{\tau}$

Velocidad de transmisión : $Vt = \frac{1}{T} = Vm \cdot \log_2(N)$ *N: Niveles de modulación*

Cantidad de armónicas : $n = \frac{T}{\tau}$

Ancho de Banda : $AB = n \cdot f_0$

Frecuencia fundamental : $FRP = f_0 = \frac{1}{T}$

Calculamos de forma directa, con los datos que tenemos la Vm y Vt :

$$Vm = \frac{1}{1 \cdot 10^{-6} s} = 1 \text{ M Baudios}$$

$$Vt = 1 \text{ MHz} \cdot 4 \text{ bits} = 4 \text{ Mb/s}$$

Buscamos el ancho de banda de la señal según el análisis de la serie de Fourier :

$$T = \frac{1}{4 \text{ Mb/s}} = 4 \mu s$$

$$n = \frac{4 \mu s}{1 \mu s} = 4 \text{ armónicas}$$

$$AB = 4 \cdot 1 \text{ MHz} = 4 \text{ MHz}$$

$n = 4$ armónicas

$AB = 4 \cdot f_0 = 4 \cdot 100.000 \text{ pps} = 4 \text{ Mhz}$

6. a. Detallar los 5 niveles de multiplexación PDH, e indicar la velocidad de transmisión y la cantidad de bits por trama.
- b. Detallar cómo está constituida la trama E1.

TRAMA E1

La trama E1 está constituida por 32 canales de 8 bits cada uno, lo que resulta en una trama de 256 bits. El canal n°1 y el n°16 son utilizados para la sincronización y serialización mientras que los demás son utilizados para datos (como la voz, por ejemplo).

La frecuencia de muestreo de estas tramas es de 8000 Hz. Por lo que la velocidad de transmisión es :

$$Vt_{canal} = 8000 \text{ muestras/seg} \cdot 8 \text{ bits/muestra} = 64 \text{ Kb/seg}$$

$$Vt_{trama-E1} = 32 \cdot 64 \text{ Kb/seg} = 2048 \text{ Kb/seg}$$

Las siguientes tramas (E2, E3, E4) son formadas realizando la multiplexación de 4 tramas del nivel anterior aumentando 4x veces la velocidad de transmisión por nivel :

$$Vt_{trama-E2} = 4 \cdot 2048 \text{ Kb/seg} = 8192 \text{ Kb/seg} = 8 \text{ Mb/s}$$

$$Vt_{trama-E3} = 4 \cdot 8192 \text{ Kb/seg} = 32768 \text{ Kb/seg} = 32 \text{ Mb/s}$$

$$Vt_{trama-E4} = 4 \cdot 32768 \text{ Kb/seg} = 131072 \text{ Kb/seg} = 128 \text{ Mb/s}$$

$$Vt_{trama-E5} = 4 \cdot 131072 \text{ Kb/seg} = 524288 \text{ Kb/seg} = 512 \text{ Mb/s}$$

a. y b.

Nivel 1 : Se lo puede considerar al referido a la trama E1. Está compuesta por 30 canales de datos + otros dos canales de sincronización (canal 0 y 16) que transmiten 64 Kb/s cada uno. Resultando en una transmisión de 32 canales . 64 Kbps = 2 Mb/s.

Nivel 2 : Multiplexa 4 tramas E1 de 2 Mb/s lo que resulta en una trama de 8 Mb/s.

Nivel 3 : Multiplexa 4 tramas E2 de 8 Mb/s lo que resulta en una trama de 32 Mb/s.

Nivel 4 : Multiplexa 4 tramas E2 de 32 Mb/s lo que resulta en una trama de 128 Mb/s.

FINAL COMUNICACIONES - TEMA E

PRÁCTICOS

1. Un equipo de radioeléctrico se vincula a su antena mediante la línea de transmisión que se ocupa de la transferencia de energía en un sentido u otro con la menor pérdida y distorsión. Estas líneas pueden ser coaxiales. Suponer el empleo de coaxial RG 213/U. El transmisor tiene una potencia a la salida del equipo de 35 W, operando a la frecuencia de 300 MHz, siendo la longitud de la línea de 30 metros.

- 1.1. ¿Cuál es la potencia en W aplicada a la antena debido a la atenuación introducida por la línea teniendo en cuenta la tabla que sigue?

Frecuencia de operación [MHz]	10	50	100	200	400	1000
RG 213/U - At [dB/100m]	2	4.9	7	10.5	15.5	26

- 1.2. ¿Cuál es la longitud que debe tener la antena para un buen rendimiento si es de cuarto de longitud de onda y en qué banda del espectro normalizada por la UIT opera?

2. Suponiendo una imagen de 800 líneas horizontales y 300 puntos discretos por línea donde cada punto tiene 8 niveles equiprobables de brillo y un vocabulario de 150000 palabras equiprobables.

- 2.1. Calcular la cantidad de palabras que serían necesarias para describir la imagen.

- 2.2. Calcular la velocidad de transmisión de un enlace que permita transmitir un video compuesto por 300 imágenes en 10 minutos.

3. Se debe establecer la comunicación por medio radioeléctrico entre dos nodos de una red. Se dispone en el depósito de la empresa de 6 equipos cuya marca y características son las siguientes:

- YAESU HF 16 QAM
- YAESU VHF 64 QAM
- MOTOROLA HF 16 PSK
- MOTOROLA VHF 64 QAM
- KENWOOD UHF 64 QAM
- KENWOOD VHF 16 PSK

- 3.1. Elija dos equipos que permitan establecer la comunicación entre nodos justificando su elección.

- 3.2. Si la velocidad de modulación es de 1200 baudios, qué velocidad de transmisión se alcanzará en el enlace?

TEÓRICOS

4. Medios de comunicaciones

- 4.1. En el cable UTP, cómo se denomina el efecto que se minimiza con el trenzado del par? Explíquelo brevemente indicando la expresión de cálculo.

- 4.2. Qué es el efecto pelicular? En qué medios se produce? Explique brevemente y relaciónelo con las señales de comunicaciones.

5. Códigos de línea

- 5.1. Cómo se comporta un código unipolar frente a un código polar respecto de probabilidad de error y de componente continua?

- 5.2. A qué código se lo denomina Autosincronizante? Explique por qué.

$$y = y_a + (x - x_a) \frac{(y_b - y_a)}{(x_b - x_a)}$$

1.1)

$$y = 10.5 + (300-200) \cdot (15.5-10.5)/(400-200)$$

$$y(300) = 13$$

$$13 = 10 \log_{10}(x)$$

$$10^{(13/10)} \Rightarrow 19.95 \text{ mW}$$

Lo primero que debemos hacer, es obtener la atenuación para 300MHz, para ello debemos interpolar.

$$\frac{at}{m}(300MHz) = \frac{10.5 \text{ dB/m}}{100m} + \frac{\frac{15.5 \text{ dB}}{100m} - \frac{10.5 \text{ dB}}{100m}}{400MHz - 200MHz} \cdot (300MHz - 200MHz)$$

$$\frac{at}{m}(300MHz) = \frac{0.13 \text{ dB}}{m}$$

Una vez que hayamos interpolado, podemos calcular la sensibilidad del receptor o la potencia aplicada en la antena.

$$45.44 \text{ dBm} + 0 - \frac{0.13 \text{ dB}}{m} \cdot 30m = SR_x$$

$$SR_x = 45.44 \text{ dBm} = 10^{\frac{45.44 - 30}{10}} \text{ W} = 14.255 \text{ W}$$

1.2)

The image shows a handwritten formula on a grid background: $\lambda(m) = \frac{V(m/s)}{f(Hz)}$. Annotations include: 'meter' with an arrow pointing to the 'm' in $\lambda(m)$; 'meter/second' with an arrow pointing to the 'm/s' in $V(m/s)$; and 'hertz' with an arrow pointing to the 'Hz' in $f(Hz)$. A 'wikiHow' logo is in the bottom right corner.

V es la velocidad de la luz

La frecuencia utilizada

Y dividimos todo por 4 por q te pide un 1/4 de longitud de onda

V luz = 300.000.000 metros por segundo

F = 300 Mhz

Delta(m) = (300.000.000 / 300 000 000) * $\frac{1}{4}$ = 0,25 metros

UIT 9

Banda	Abreviatura	UIT	Frecuencia y longitud de onda (aire)	Ejemplos de uso
Frecuencia tremendamente baja	TLF		< 3 Hz > 100,000 km	Frecuencia en la que trabaja la actividad neuronal
Frecuencia extremadamente baja	ELF	1	3–30 Hz 100,000 km – 10,000 km	Actividad neuronal, comunicación con submarinos
Frecuencia superbaja	SLF	2	30–300 Hz 10,000 km – 1000 km	Comunicación con submarinos
Frecuencia ultrabaja	ULF	3	300–3000 Hz 1000 km – 100 km	Comunicación con submarinos, comunicaciones en minas a través de la tierra
Frecuencia muy baja	VLF	4	3–30 kHz 100 km – 10 km	Radioayuda, señales de tiempo , comunicación submarina, pulsómetros inalámbricos, Geofísica
Frecuencia baja u onda larga	LF	5	30–300 kHz 10 km – 1 km	Radioayuda, señales de tiempo, radiodifusión en AM (onda larga) (Europa y partes de Asia), RFID, radioafición
Frecuencia media u onda media	MF	6	300–3000 kHz 1 km – 100 m	Radiodifusión en AM (onda media), radioafición, balizamiento de aludes
Frecuencia alta u onda corta	HF	7	3–30 MHz 100 m – 10 m	Radiodifusión en onda corta, banda ciudadana y radioafición, comunicaciones de aviación sobre el horizonte, RFID, radar , comunicaciones ALE , comunicación cuasi-vertical (NVIS) , telefonía móvil y marina
Frecuencia muy alta	VHF	8	30–300 MHz 10 m – 1 m	FM, televisión , comunicaciones con aviones a la vista entre tierra-avión y avión-avión, telefonía móvil marítima y terrestre, radioaficionados, radio meteorológica
Frecuencia ultraalta	UHF	9	300–3000 MHz 1 m – 100 mm	Televisión, hornos microondas , comunicaciones por microondas, radioastronomía , telefonía móvil, redes inalámbricas , Bluetooth, ZigBee, GPS , comunicaciones uno a uno como FRS y GMRS , radioafición
Frecuencia superalta	SHF	10	3–30 GHz 100 mm – 10 mm	Radioastronomía, comunicaciones por microondas, redes inalámbricas , radares modernos, comunicaciones por satélite, televisión por satélite, DBS , radioafición
Frecuencia extremadamente alta	EHF	11	30–300 GHz 10 mm – 1 mm	Radioastronomía, transmisión por microondas de alta frecuencia, teledetección , radioafición, armas de microondas, escáner de ondas milimétricas
Terahercios o Frecuencia tremendamente alta	THz or THF	12	300–3,000 GHz 1 mm – 100 µm	Radiografía de terahercios – un posible sustituto para los rayos X en algunas aplicaciones médicas, dinámica molecular ultrarrápida, física de la materia condensada, espectroscopía mediante terahercios , comunicaciones/computación mediante terahercios, teledetección submilimétrica, radioafición

1)

2. Suponiendo una imagen de 800 líneas horizontales y 300 puntos discretos por línea donde cada punto tiene 8 niveles equiprobables de brillo y un vocabulario de 150000 palabras equiprobables.

2.1. Calcular la cantidad de palabras que serían necesarias para describir la imagen.

2.2. Calcular la velocidad de transmisión de un enlace que permita transmitir un video compuesto por 300 imágenes en 10 minutos.

Capacidad del canal real : $C = AB \cdot \log_2(1 + S/N)$ (Shannon-Hartley)

Información : $I(x) = \log_2[1/P(x)] = [Shannon]$

Entropía : $H(Fuente) = \sum P(x_i) * I(x_i) = [Shannon/símbolo]$

Tasa de información : $T_{Info} = \frac{H}{\tau} = [Shannon/s]$

2.1)

Cant. Puntos = $800 * 300 = 240.000$

$P(B) = 1/8$

$I(C) = \log_2(1/1/8) = 3 \text{ shannon}$

$H = 3 \text{ shannon por } 800 * 300 \text{ simbolo} == 720.000 \text{ sh}$

Cant Palabras = 150.000

Info Pal(x) = $\log_2 (1 / 1/150000) = 17,19 \text{ shannon}$

cant palabras para transmitir una imagen $800 \times 300 = \text{Info Imagen} / \text{Info Palabras} = 720000 / 17 = 42.353 \text{ Pals}$

2.2)

$V_t = ?$

300 imagenes en 10 minutos

Transmisión en CUATRIBITS : $N = 2^4 = 16$

Ancho del pulso : $\tau = 1 \mu s$

Frecuencia de repetición del pulso : $FRP = 100000 \text{ pps}$

FÓRMULAS

Velocidad de modulación : $V_m = \frac{1}{\tau}$

Velocidad de transmisión : $V_t = \frac{1}{T} = V_m \cdot \log_2(N)$ *N: Niveles de modulación*

Cantidad de armónicas : $n = \frac{T}{\tau}$

Ancho de Banda : $AB = n \cdot f_0$

Frecuencia fundamental : $FRP = f_0 = \frac{1}{T}$

300 imagenes en 10 minutos

300 imagenes en 600 segundos

$\frac{1}{2}$ imagen por segundo

1 Imagen = 240.000 puntos * 3 shannon = 720.000 sh

$\frac{1}{2}$ imagen = 360.000 sh/s

$V_t = 360.000 \text{ sh} / \text{s}$

$V_{tx} = 300 / 10 \cdot 60 \text{s} = 300 \cdot 720.000 \text{ shannon} / 600 \text{s} = 360.000 \text{ shannon/segundo}$

3. Se debe establecer la comunicación por medio radioeléctrico entre dos nodos de una red. Se dispone en el depósito de la empresa de 6 equipos cuya marca y características son las siguientes:

- YAESU HF 16 QAM
- YAESU VHF 64 QAM
- MOTOROLA HF 16 PSK
- MOTOROLA VHF 64 QAM
- KENWOOD UHF 64 QAM
- KENWOOD VHF 16 PSK

3.1. Elija dos equipos que permitan establecer la comunicación entre nodos justificando su elección.

3.2. Si la velocidad de modulación es de 1200 baudios, qué velocidad de transmisión se alcanzará en el enlace?

3.1) el tipo de modulación y la frecuencia deben ser los mismos! la frecuencia porque los nodos no captarían señales en frecuencias mayores o menores de las que están preparadas para recibir y el tipo de modulación por el tipo de onda que recibirían (en este caso las señales son del mismo tipo pero las funciones son distintas por lo tanto no se podría recuperar la señal original)

Por lo tanto se eligen 2 equipos compatibles:

Yaesu VHF 64 QAM y Motorola VHF 64 QAM

3.2)

$V_m = 1200 \text{ baudios}$

$V_{tx} = ?$

$V_{tx} = V_{mod} \cdot \text{Bits por Símbolo}$

64 bits $\Rightarrow 2^6$ (del modem) $\Rightarrow 6 \text{ bits}$

$V_{tx} = 1200 \cdot 6 = 7200 \text{ bit} / \text{s}$

El término "autosincronizante" se refiere comúnmente al código de línea Manchester. En el código Manchester, cada bit de datos se representa por dos transiciones de nivel de señal en el medio del período de bit. Específicamente, un bit 0 se representa por una transición de nivel de bajo a alto en el medio del período de bit, y un bit 1 se representa por una transición de nivel de alto a bajo en el medio del período de bit.

La característica clave que hace que el código Manchester sea autosincronizante es que, debido a estas transiciones de nivel en el medio del período de bit, hay un cambio de nivel en cada intervalo de tiempo de bit, independientemente del valor del bit. Esto significa que hay suficientes transiciones de nivel para permitir que los receptores sincronicen sus relojes con la señal de transmisión.

Al ser autosincronizante, el código Manchester tiene ventajas en términos de sincronización de relojes en sistemas de comunicación. Los receptores pueden recuperar el reloj del transmisor utilizando las transiciones de nivel en la señal recibida. Esto facilita la detección precisa del inicio de cada bit, lo que es esencial en sistemas de comunicación para evitar errores en la interpretación de los bits transmitidos.

En resumen, el código Manchester se considera autosincronizante debido a su propiedad de tener transiciones de nivel en el medio de cada período de bit, lo que facilita la sincronización de relojes en sistemas de comunicación.

4. Medios de comunicaciones

- 4.1. En el cable UTP, cómo se denomina el efecto que se minimiza con el trenzado del par? Explíquelo brevemente indicando la expresión de cálculo.
- 4.2. Qué es el efecto pelicular? En qué medios se produce? Explique brevemente y relaciónelo con las señales de comunicaciones.

El efecto que se minimiza con el trenzado de los pares en un cable UTP (Unshielded Twisted Pair) se denomina "diafonía" o "crosstalk" en inglés. La diafonía se refiere a la interferencia electromagnética o eléctrica que se produce entre los cables adyacentes en un par trenzado.

La expresión de cálculo para la diafonía en un par trenzado se puede representar mediante el siguiente parámetro:

$$\text{Diafonía (NEXT)} = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{V_{p1}}{V_{n2}} \right)$$

donde V_{p1} es la tensión de la señal en el par que se está considerando y V_{n2} es la tensión de la señal inducida en el par adyacente. La unidad de medida para la diafonía suele ser decibelios (dB). Reducir la diafonía es fundamental para garantizar una transmisión de datos más eficiente y confiable en sistemas de comunicación.

El "efecto pelicular" se refiere a la concentración de las líneas de flujo de una corriente eléctrica en la superficie de un conductor. En los medios de transmisión de alta frecuencia, como cables coaxiales o líneas de transmisión, las corrientes tienden a fluir en la superficie del conductor en lugar de distribuirse uniformemente a lo largo de todo el conductor. Este fenómeno es más pronunciado a medida que aumenta la frecuencia de la señal.

En términos de señales de comunicación, el efecto pelicular puede tener varias implicaciones. A medida que la frecuencia de la señal aumenta, la mayor parte de la corriente tiende a concentrarse en la superficie del conductor, lo que resulta en una mayor atenuación de la señal en el núcleo del conductor. Esto puede afectar la calidad de la transmisión de la señal, ya que parte de la energía de la señal se pierde en forma de calor en la superficie del conductor.

Para contrarrestar el efecto pelicular y mejorar la transmisión de señales a frecuencias más altas, se pueden utilizar conductores más grandes o recubrimientos especiales en el conductor para mejorar la distribución de la corriente. En resumen, el efecto pelicular es relevante en medios de transmisión de alta frecuencia y puede influir en la eficiencia de la transmisión de señales en sistemas de comunicación.

5. Códigos de línea

5.1. Cómo se comporta un código unipolar frente a un código polar respecto de probabilidad de error y de componente continua?

5.2. A qué código se lo denomina Autosincronizante? Explique por qué.

1. Probabilidad de Error:

- **Código Unipolar:** En un código unipolar, los bits se representan utilizando niveles de voltaje positivos o nulos. La probabilidad de error puede ser más susceptible a ruido o interferencia, ya que la diferencia entre los niveles de voltaje es relativamente pequeña. Además, en entornos ruidosos, puede haber confusión entre los bits 0 y 1, lo que podría aumentar la probabilidad de error.
- **Código Polar:** En un código polar, los bits se representan mediante la polaridad de la señal (positiva o negativa). Este tipo de código puede tener una mejor inmunidad al ruido, ya que la diferencia de polaridad entre los bits 0 y 1 suele ser más evidente. La probabilidad de error puede ser menor en comparación con el código unipolar en ciertos contextos.

2. Componente Continua:

- **Código Unipolar:** Los códigos unipolares suelen tener una componente continua, ya que uno de los niveles de voltaje (generalmente el 0) se representa por la ausencia de voltaje, lo que implica un nivel de voltaje constante. Esto puede llevar a problemas de sincronización y puede requerir técnicas adicionales para eliminar la componente continua.
- **Código Polar:** Los códigos polares, al tener niveles de voltaje positivos y negativos, generalmente no tienen una componente continua, lo que facilita la sincronización y puede ser preferible en algunos sistemas.

TEÓRICOS

1. ¿Dónde se traslada la información en una señal analógica y donde en una señal digital? Explique ¿Cómo soluciona cada una para minimizar el fenómeno de atenuación y distorsión? ¿Cómo se mide la calidad de un canal analógico y en uno digital?
2. ¿Cuáles son los parámetros más relevantes a medir en la certificación del cableado estructurado?

PRÁCTICOS

3. Se instala un radioenlace entre dos puntos geográficos ubicados a 30 km, manteniendo la línea de vista sin obstáculos, con los siguientes datos:

Ganancia de las antenas: 30 dB cada una.

Longitud de la línea de transmisión para cada antena usando coaxil RG 213/U: 10 m

Atenuación de línea de transmisión: según tabla adjunta

Potencia de salida del transmisor: 150 W

Frecuencia de operación: 250 MHz

Ancho de banda del canal: 100 KHz

Atenuación en el espacio libre (dB) = $32,4 + 20 \log f \text{ (MHz)} + 20 \log d \text{ (km)}$

Sensibilidad del receptor: 1 mW

S/N del canal: 30 dB

Frecuencia de operación [MHz]	10	50	100	200	400	1000
RG 213/U - Atenuación [dB/100m]	2	4.9	7	10.5	15.5	26

Calcular: La potencia que se recibe en el extremo es detectada por el equipo receptor? Cuánta potencia en mW llega?

4. Se quiere transmitir datos por un canal telefónico que permite una velocidad de modulación de 2400 baudios, a una velocidad de transmisión de 7200 bps. Se cuenta con un módem que opera con modulación M-PSK. Cuántas fases se emplean y qué cantidad de bits se necesitan para su codificación. Proponer el diagrama de estados y el cuadro con la mejor asignación de combinación de bits a cada fase. ¿Cómo se llama la modulación empleada?
5. Dado el siguiente mensaje a transmitir $M(x) = 10110101101$ y teniendo como polinomio generador $G(x) = x^4 + x + 1$. Aplicar el método para detección de errores CRC determinando a. Información a transmitir b. Calcular la eficiencia de la transmisión. c. Repetir el procedimiento del lado del receptor

1)

En una señal digital, la información se traslada mediante la representación de datos en forma de bits, que son dígitos binarios (0 y 1).

En una señal analógica, la información se traslada mediante cambios continuos en la amplitud de la señal

Para subsanar la atenuación en las señales analógicas se utilizan los amplificadores, aunque existe un límite a la cantidad de amplificadores que se pueden utilizar en una señal analógica debido a que insertan ruido a la señal. Para la distorsión, se utilizan filtros y ecualizadores.

Para subsanar la atenuación en las señales digitales se utilizan repetidores, no existen límites a la cantidad de repetidores que se pueden sumar a una señal digital debido a los valores finitos de las mismas. Para la distorsión se utilizan técnicas de modulación y demodulación sumados a algoritmos de ecualización

Canal Analogico :

Relación Señal-Ruido (SNR): Mide la proporción entre la potencia de la señal útil y la potencia del ruido en el canal. Una relación señal-ruido más alta indica una mejor calidad.

Ancho de Banda: La capacidad del canal para transmitir una gama de frecuencias. Un ancho de banda mayor suele asociarse con una mejor calidad de la señal.

Canal Digital:

Tasa de Error de Bits (BER): Indica la proporción de bits erróneos con respecto al total transmitido. Una BER baja es deseable para una buena calidad de la señal.

Medición de Calidad en Señales Analógicas:

Relación Señal a Ruido (SNR):

La SNR es una medida fundamental para las señales analógicas. Representa la relación entre la potencia de la señal útil y la potencia del ruido indeseado.

Una SNR más alta indica una mejor calidad de la señal analógica, ya que significa que la señal útil es más fuerte en comparación con el ruido.

Distorsión Armónica Total (THD):

El THD mide la proporción de la energía de la señal que está presente en las armónicas (frecuencias múltiplos enteros de la frecuencia fundamental).

Bajas cifras de THD indican una menor distorsión en la señal analógica.

Ancho de Banda:

La capacidad de una señal analógica para transmitir información está relacionada con su ancho de banda. Un mayor ancho de banda permite transmitir más detalles y, por lo tanto, se asocia con una mejor calidad.

Medición de Calidad en Señales Digitales:

BER (Bit Error Rate):

La BER mide la proporción de bits incorrectos en relación con el total de bits transmitidos. Una baja BER indica una mejor calidad de la señal digital.

La corrección de errores es clave para reducir la BER en sistemas digitales.

Jitter y Desviación Temporal:

El jitter se refiere a las variaciones temporales en la llegada de los bits. Un menor jitter indica una señal más estable.

La desviación temporal mide la variación en el tiempo de llegada de los bits respecto a un tiempo de referencia.

Relación de Señal a Ruido (SNR) Digital:

Aunque similar al SNR en señales analógicas, la SNR digital también se usa y puede evaluarse en el dominio de la frecuencia. Una SNR más alta es preferible en señales digitales.

Margen de Ojo (Eye Pattern Margin):

El margen de ojo es una medida en sistemas de comunicación digitales que evalúa la calidad de la señal visualmente. Un margen de ojo más amplio indica una mejor calidad de la señal.

2) **Longitud del cable:** Verificar que la longitud cumple con las especificaciones y está dentro de los límites permitidos.

Atenuación: Medir la pérdida de señal a lo largo del cable, asegurando que esté dentro de los límites aceptables.

Diafonía (crosstalk): Evaluar la interferencia entre cables adyacentes, midiendo tanto NEXT como PSNEXT.

Impedancia del cable: Asegurarse de que la impedancia coincida con la del sistema para optimizar la transmisión.

Retardo de propagación: Medir el tiempo que tarda una señal en viajar, evitando problemas de sincronización.

Pérdida de retorno: Verificar que la energía reflejada sea baja para una transmisión eficiente.

Ancho de banda: Evaluar que el cable pueda admitir la cantidad de datos necesaria.

Pruebas de enlace y canal: Realizar pruebas integrales que evalúen el rendimiento del conjunto de cables, conectores y otros componentes

3) es muy parecido al de la guía cosa que igualmente no me acuerdo lpm, ahí lo busco
dale
En

Se instala un radioenlace entre dos puntos geográficos ubicados a 30 km, manteniendo la línea de vista sin obstáculos, con los siguientes datos:

Ganancia de las antenas: 30 dB cada una.
Longitud de la línea de transmisión para cada antena usando coaxil RG 213/U: 10 m
Atenuación de línea de transmisión: según tabla adjunta
Potencia de salida del transmisor: 150 W
Frecuencia de operación: 250 MHz
Ancho de banda del canal: 100 KHz
Atenuación en el espacio libre (dB) = $32,4 + 20 \log f \text{ (MHz)} + 20 \log d \text{ (km)}$
Sensibilidad del receptor: 1 mW
S/N del canal: 30 dB

Frecuencia de operación [MHz]	10	50	100	200	400	1000
RG 213/U - Atenuación [dB/100m]	2	4.9	7	10.5	15.5	26

Calcular: La potencia que se recibe en el extremo es detectada por el equipo receptor? Cuánta potencia en mW llega?

Distancia = 30km

Ganancia Antenas = 30 dB c/u

Longitud línea transmisión c/antena usando coaxil: 10m

Atenuación: según tabla

Potencia salida transmisor: 150 W

Frecuencia operación 250 MHz

Ancho de banda del canal: 100 KHz

Atenuación en el espacio libre (db) == $32,4 + 20 \log f \text{ (MHz)} + 20 \log d \text{ (km)}$

Sensibilidad receptor: 1 mW

S/N del canal: 30 dB

Frecuencia de Operación Mhz(300) = $(10,5 + 15,5) / 2 = 13$

" " " Mhz(250) = $(10,5 + 13) / 2 = 11,75$

Tx ---10m---< _____ Distancia 30km _____ >---10m--- Rx

$$P_{tx} - A_{cable} - P_{vacio} + G_{a1} + G_{a2} \geq S_{rx}$$

$$P_{vacio} = 32,4 + 20 \cdot \log(\text{frecuencia}) + 20 \cdot \log(30)$$

$$P_{vacio} = 32,4 + 20 \cdot \log(250) + 20 \cdot \log(30)$$

$$P_{vacio} = 109,901 \text{ dB}$$

$$A_{\text{Cable}} = 10 \cdot \log(150.000) = 51,76 \text{ dBm}$$

$$51,76 \text{ dBm} - 11,75 \text{ dB}/100 \text{ m} \cdot 20 \text{ m} - 109,901 + 30 \text{ dB} \cdot 2 \geq S_{rx}$$

$$-0,491 \text{ dBm} \geq S_{rx}$$

$$10^{(-0,49/10)} = 0,89 \text{ mW}$$

1. Un equipo radiotransmisor se vincula a su antena mediante la llamada línea de transmisión que se ocupa de la transferencia de energía en un sentido u otro con la menor pérdida y distorsión. Estas líneas pueden ser coaxiales. Suponer el empleo de coaxial RG 213/U. El transceptor (transmisor y receptor) tiene una potencia a la salida del equipo de 35 W operando a la frecuencia de 400 Mhz, la longitud de la línea es de 30 metros. ¿Cuál es la potencia aplicada a la antena debido a la atenuación introducida por la línea? Ver tabla 7-20 de la página 446.

Frecuencia de operación [MHz]	10	50	100	200	400	1000
RG 213/U - At [dB/100m] -	2	4.9	7	10.5	15.5	26

12. $S_{Rx}?$

$G_{\text{antenas}} = 30 \text{ dB c/u}$

$P_{Tx} - A_{\text{cable}} - P_{\text{vacio}} + G_{A1} + G_{A2} \geq S_{Rx}$

$P_{\text{vacio}} = 32,4 + 20 \log\left(\frac{1 \text{ km}}{1 \text{ m}}\right) + 20 \log\left(\frac{400 \text{ MHz}}{1 \text{ MHz}}\right)$

$P_{\text{vacio}} = 84,44 \text{ dB}$

$45,4 \text{ dBm} - \frac{15,5 \text{ dB}}{100 \text{ m}} \cdot 60 \text{ m} - 84,44 \text{ dB} + 30 \text{ dB} \times 2 \geq S_{Rx}$

$11,76 \text{ dBm} \geq S_{Rx}$

13.

4. Se quiere transmitir datos por un canal telefónico que permite una velocidad de modulación de 2400 baudios, a una velocidad de transmisión de 7200 bps. Se cuenta con un módem que opera con modulación M-PSK. Cuantas fases se emplean y qué cantidad de bits se necesitan para su codificación. Proponer el diagrama de estados y el cuadro con la mejor asignación de combinación de bits a cada fase. ¿Cómo se llama la modulación empleada?

$V_m = 2400$ baudios

$V_t = 7200$ bps

Cantidad de Fases (M)

$M = 2^{\text{Bits por símbolo}}$

Bits por símbolo (k) = $V_t / V_m = 3$ BPS por símbolo

$M = 2^3 = 8$ fases

Con 8 fases, se necesitan 3 bits para representar cada fase. La asignación de bits a cada fase se puede realizar de manera binaria.

Fase 0:

000

Fase 1:

001

Fase 2:

010

...

Fase 7:

111

La modulación empleada es M-PSK donde $M = 8$, por lo que sería una modulación 8-PSK

5. Dado el siguiente mensaje a transmitir [$M(x) = 10110101101$] y teniendo como polinomio generador $G(x) = x^4 + x + 1$. Aplicar el método para detección de errores CRC determinando a. Información a transmitir b. Calcular la eficiencia de la transmisión. c. Repetir el procedimiento del lado del receptor

$M(x) = 10110101101-0000$

$G(x) = x^4 + x + 1 = 10011 ?$

$$\textcircled{1} \begin{aligned} m(x) &= 101101011010000 \\ g(x) &= 10011 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 101101011010000 \quad | 10011 \\ \underline{10011} \\ 0010110 \\ \underline{10011} \\ 0010111 \\ \underline{10011} \\ 0010001 \\ \underline{10011} \\ 00010000 \\ \underline{10011} \\ 000110 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 101101011010110 \quad | 10011 \\ \underline{10011} \\ 0010110 \\ \underline{10011} \\ 0010111 \\ \underline{10011} \\ 0010001 \\ \underline{10011} \\ 00010011 \\ \underline{10011} \\ 000000 \end{array}$$

1. Un equipo de radioeléctrico se vincula a su antena mediante la línea de transmisión que se ocupa de la transferencia de energía en un sentido u otro con la menor pérdida y distorsión. Estas líneas pueden ser coaxiales. Suponer el empleo de coaxial RG 213/U. El transmisor tiene una potencia a la salida del equipo de 35 W, operando a la frecuencia de 400 MHz, siendo la longitud de la línea de 30 metros.

- 1.1. ¿Cuál es la potencia en W aplicada a la antena debido a la atenuación introducida por la línea teniendo en cuenta la tabla que sigue?.

Frecuencia de operación [MHz]	10	50	100	200	400	1000
RG 213/U - At [dB/100m]	2	4.9	7	10.5	15.5	26

- 1.2. ¿Cuál es la longitud que debe tener la antena para un buen rendimiento si es de cuarto de longitud de onda y en qué banda del espectro normalizada por la UIT opera?

1.1

Frecuencia = 400 Mhz

Longitud = 30 metros

Transmisor = 35 W

$$db = 10 * \log_{10} (35 * 1000) = 45,44 \text{ dB}$$

$$\text{Atenuación} = 15,5 \text{ dB/100m} * 30\text{m} = 4,65$$

$$P_t = 10^{(45,44+4,65)/10} = 102093,94 \text{ mW} = 102,093 \text{ W}$$

1.2)

The image shows a handwritten formula on a grid background: $\lambda(m) = \frac{v(m/s)}{f(Hz)}$. Annotations include:

- A red arrow pointing to $\lambda(m)$ with the word "meter" above it.
- A blue arrow pointing to $v(m/s)$ with the text "meter/second" above it.
- An orange arrow pointing to $f(Hz)$ with the word "hertz" below it.

 A "wikiHow" logo is in the bottom right corner.

metros = $V_{luz} / \text{Frecuencia} \times \text{longitud de onda} \Rightarrow$

metros = 300.000.000 metros/s

----- * 1/4 = 0,1875 metros
400.000.000 Hertz

UIT 9 $\Rightarrow$ UHF

Banda	Abreviatura	UIT	Frecuencia y longitud de onda (aire)	Ejemplos de uso
Frecuencia tremendamente baja	TLF		< 3 Hz > 100,000 km	Frecuencia en la que trabaja la actividad neuronal
Frecuencia extremadamente baja	ELF	1	3–30 Hz 100,000 km – 10,000 km	Actividad neuronal, comunicación con submarinos
Frecuencia superbaja	SLF	2	30–300 Hz 10,000 km – 1000 km	Comunicación con submarinos
Frecuencia ultrabaja	ULF	3	300–3000 Hz 1000 km – 100 km	Comunicación con submarinos, comunicaciones en minas a través de la tierra
Frecuencia muy baja	VLF	4	3–30 kHz 100 km – 10 km	Radioayuda, señales de tiempo , comunicación submarina, pulsómetros inalámbricos, Geofísica
Frecuencia baja u onda larga	LF	5	30–300 kHz 10 km – 1 km	Radioayuda, señales de tiempo, radiodifusión en AM (onda larga) (Europa y partes de Asia), RFID, radioafición
Frecuencia media u onda media	MF	6	300–3000 kHz 1 km – 100 m	Radiodifusión en AM (onda media), radioafición, balizamiento de aludes
Frecuencia alta u onda corta	HF	7	3–30 MHz 100 m – 10 m	Radiodifusión en onda corta, banda ciudadana y radioafición, comunicaciones de aviación sobre el horizonte, RFID, radar , comunicaciones ALE , comunicación cuasi-vertical (NVIS) , telefonía móvil y marina
Frecuencia muy alta	VHF	8	30–300 MHz 10 m – 1 m	FM, televisión , comunicaciones con aviones a la vista entre tierra-avión y avión-avión, telefonía móvil marítima y terrestre, radioaficionados, radio meteorológica
Frecuencia ultraalta	UHF	9	300–3000 MHz 1 m – 100 mm	Televisión, hornos microondas , comunicaciones por microondas, radioastronomía , telefonía móvil, redes inalámbricas, Bluetooth, ZigBee, GPS , comunicaciones uno a uno como FRS y GMRS , radioafición
Frecuencia superalta	SHF	10	3–30 GHz 100 mm – 10 mm	Radioastronomía, comunicaciones por microondas, redes inalámbricas , radares modernos, comunicaciones por satélite, televisión por satélite, DBS , radioafición
Frecuencia extremadamente alta	EHF	11	30–300 GHz 10 mm – 1 mm	Radioastronomía, transmisión por microondas de alta frecuencia, teledetección , radioafición, armas de microondas, escáner de ondas milimétricas
Terahercios o Frecuencia tremendamente alta	THz or THF	12	300–3,000 GHz 1 mm – 100 µm	Radiografía de terahercios – un posible sustituto para los rayos X en algunas aplicaciones médicas, dinámica molecular ultrarrápida, física de la materia condensada, espectroscopía mediante terahercios , comunicaciones/computación mediante terahercios, teledetección submilimétrica, radioafición

Designación	Frecuencia	Longitud de Onda	Ejemplo	Onda
VLF (Very Low Frequency)	3-30 KHz	100 km -10 km	Radio	
LF	30-300 KHz	10 km - 1 km	Radio AM	
MF(Medium)	300-3000 KHz	1 km - 100 m	Radio AM	Terrestre
HF (High Frequency)	3-30 MHz	100 m -10 m	Radio - Telefonía Móvil	Ionosfera
VHF (Very HF)	30-300 MHz	10 m - 1 m	TV - Radio FM	Directa
UHF (Ultra HF)	300-300 MHz	1 m - 100 mm	TV -Microondas	
SHF (Super HF)	3-30 GHz	100 mm - 10 mm	Microondas - Satelites	
EHF (Extra HF)	30-300 Ghz	10 mm - 1 mm	Satelites - Radionavegación	

3. Se tiene que transmitir a través de un enlace que posee una relación $S/N = 30$ dB las transmisiones provenientes de una fuente binaria constituida por imágenes compuestas por 20 cuadros por segundo, cada cuadro tiene 400 líneas verticales por 500 horizontales y cada pixel del mismo se codifica con 32 niveles de grises equiprobables. Calcular:

3.1. La Tasa de Información de la fuente.

3.2. El ancho de banda necesario del enlace si se comprime un 50 % a la salida de la fuente.

Capacidad del canal real : $C = AB \cdot \log_2(1 + S/N)$ (Shannon-Hartley)

Información : $I(x) = \log_2[1/P(x)] = [Shannon]$

Entropía : $H(Fuente) = \sum P(x_i) * I(x_i) = [Shannon/símbolo]$

Tasa de información : $T_{Info} = \frac{H}{\tau} = [Shannon/s]$

3.1)

$S/N = 30$ dB

20 cuadros por segundo

400 líneas verticales * 500 verticales = 200.000 puntos

32 niveles de grises

$P(B) = 1/32$

I

$I(x) = \log_2(1/ 1/32) = 5$ shannon

$H(Fuente) = 200.000 * 5 = 1.000.000$ shannons / seg

3.2)

AB con %50 compresión = ?

$C = AB * \log_2 (1+ S/N)$

$S/N = 10^{\wedge} (30/10) = 1000$

Bits por punto = $\log_2 (32) = 5$ bits

Bits por pantalla: $5 \text{ bits} * 200.000 = 1.000.000$ bits/pantalla

Bits por segundo: $1.000.000 * 20/s * \%50 = 10.000.000$ bps

$S/N = 10^{\wedge} (30/10) = 1000$

$C \geq AB * \log_2 (1+1000) \geq 10.000.000$ bps

$$AB \Rightarrow 10 \text{ Mbps} / 9,98 = 1,002 \text{ MHz}$$

4. Aplicar el método CRC teniendo en cuenta el polinomio generador $G(x)$, explicando el procedimiento e indicándose si se produjeron errores. Marque en esta hoja los bits que corresponden al resto en T.

$$T = 1101011101$$

$$G(x) = x^4 + x^3 + 1$$

Cálculo de CRC [editar]

La mecánica de la informática con su lenguaje binario produce unas CRC simples. Los bits representados de entrada son alineados en una fila, y el $(n + 1)$ representa el patrón de bits del divisor CRC (llamado polinomio) se coloca debajo de la parte izquierda del final de la fila. Aquí está la primera de ellas para el cálculo de 3 bits de CRC:

```
11010011101100 <--- entrada
1011             <--- divisor (4 bits)
-----
01100011101100 <--- resultado
```

Si la entrada que está por encima del extremo izquierdo del divisor es 0, no se hace nada y se pasa el divisor a la derecha de uno en uno. Si la entrada que está por encima de la izquierda del divisor es 1, el divisor es **Or exclusiva** en la entrada (en otras palabras, por encima de la entrada de cada bit el primer bit conmuta con el divisor). El divisor es entonces desplazado hacia la derecha, y el proceso se repite hasta que el divisor llega a la derecha, en la parte final de la fila de entrada. Aquí está el último cálculo:

```
00000000001110 <--- resultado de la multiplicación de cálculo
1011             <--- divisor
-----
0000000000101 <--- resto (3 bits)
```

$$T = 110 \ 101 \ 1101 + 0 \ 0 \ 0 \ 0 / 11001$$

$$G(X) = 11001 \text{ (5 bits)}$$

$$1101011101 + 0000 / 11001$$

$$11001$$

$$\begin{array}{r} 00011111 \\ 11001 \end{array}$$

$$0011001$$

$$11001$$

$$00000000$$

Teóricos:

4)1) En FO, ¿Que tipos conoce? describirlos brevemente. ¿Cual provee un mayor AB?. Si el folleto indica AB de 500 MHz*KM en una distancia de 10 KM, ¿Cual es el AB?

En resumen, en el contexto de la fibra óptica (FO), existen dos tipos principales: monomodo (SMF) y multimodo (MMF). La fibra monomodo permite que un solo modo de luz viaje a través de ella, ofreciendo altas velocidades de transmisión y adecuada para

distancias largas. Por otro lado, la fibra multimodo permite que múltiples modos de luz viajen a través de ella, es menos costosa pero tiene una capacidad de ancho de banda más baja y es más adecuada para distancias cortas y velocidades más bajas.

Para calcular el ancho de banda total proporcionado por una fibra óptica, se multiplica el ancho de banda por la distancia. En el caso dado, si el folleto indica un ancho de banda de 500 MHz·km en una distancia de 10 km, el ancho de banda total sería de 5000 MHz·km

4)2) Para una comunicación satelital geostacionaria, se dispone las frecuencias de 4 Ghz y 6 Ghz. ¿Cual utilizaría como Uplink y cual como Downlink? ¿Por que no usar la misma frecuencia en ambos sentidos?

En una comunicación satelital geostacionaria, se utiliza una frecuencia más baja para el uplink (transmisión desde la estación terrestre al satélite) y una frecuencia más alta para el downlink (transmisión desde el satélite a la estación terrestre). Esto se debe a que las señales de baja frecuencia tienen mejor capacidad para atravesar la atmósfera terrestre, mientras que las señales de alta frecuencia pueden transportar más datos y ser más direccionalmente enfocadas.

Por lo tanto, en este caso, la frecuencia de 4 GHz se utilizaría como uplink y la frecuencia de 6 GHz como downlink. Se asignan frecuencias diferentes para cada dirección de la comunicación para evitar interferencias entre las señales transmitidas y recibidas.

5)1) ¿Que es el modelo OSI? Enunciar sus capas.

El modelo OSI (Open Systems Interconnection) es un marco conceptual desarrollado por la Organización Internacional de Normalización (ISO) que describe cómo las redes de computadoras deben comunicarse entre sí. Está compuesto por siete capas, cada una con funciones específicas:

FER T SPA

Capa física: Transmite datos a través del medio de comunicación físico.

Capa de enlace de datos: Transferencia confiable de datos entre dispositivos adyacentes.

Capa de red: Conmutación y enrutamiento de datos a través de redes intermedias.

Capa de transporte: Entrega ordenada y confiable de datos de extremo a extremo.

Capa de sesión: Establece, mantiene y finaliza sesiones de comunicación entre aplicaciones.

Capa de presentación: Representación y conversión de formatos de datos.

Capa de aplicación: Proporciona servicios de red a las aplicaciones del usuario final.

5)2) Definición de Protocolo y de interfase. Mencionar un dispositivo de capa 2.

Protocolo: Es un conjunto de reglas y convenciones que gobiernan la comunicación entre dispositivos, especificando el formato, la secuencia y el significado de los mensajes intercambiados para lograr una comunicación exitosa en una red de computadoras.

Interfaz: Es un punto de conexión físico o lógico entre dos sistemas o dispositivos (o un contrato), a través del cual se intercambian datos o se lleva a cabo la comunicación. Define cómo dos dispositivos se conectan y comunican, especificando los métodos y protocolos utilizados para la transmisión de datos.

Dispositivo de capa 2: Un ejemplo es un conmutador (switch), que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI y es responsable de transferir datos entre dispositivos en una misma red local (LAN), utilizando direcciones MAC para dirigir el tráfico hacia los dispositivos de destino correctos dentro de la misma red.

6)1) Mencionar las componentes del proceso en el esquema básico de modulación. Si sintonizo la FM 105.5, ¿Cual es la banda?

En el esquema básico de modulación, las componentes principales son:

Señal Moduladora: Es la señal de información que se desea transmitir. Por ejemplo, en la modulación de amplitud (AM), esta señal modula la amplitud de la portadora. En la modulación de frecuencia (FM), esta señal modula la frecuencia de la portadora.

Portadora: Es una señal de alta frecuencia que se modula con la información de la señal moduladora. La portadora lleva la señal modulada a través del medio de transmisión.

Señal Modulada: Es el resultado de la modulación, donde la información de la señal moduladora se ha incorporado a la portadora. Esta señal es la que se transmite a través del medio de comunicación.

En cuanto a la frecuencia de sintonización FM 105.5, la banda de frecuencia se refiere a la "banda FM" (Frecuencia Modulada). Esta banda generalmente se encuentra en el rango de frecuencias de aproximadamente 88 MHz a 108 MHz. Por lo tanto, si estás sintonizando la FM en 105.5, estarías dentro de esta banda FM.

La FCC estipula una desviación máxima de frecuencia de 75 kHz para estaciones de difusión de FM en la banda de los 88 a los 108 MHz.

La radio AM ofrece más cobertura que la radio FM aunque con ancho de banda más reducido. Se usa sobre todo en la banda de 153 kHz a 30 MHz

6)2) ¿Cuales son las etapas en la digitalización de una señal analógica?

La digitalización de una señal analógica implica convertir la información continua de la señal analógica en una representación digital, que consiste en una secuencia de valores discretos. Este proceso se realiza en varias etapas, que son las siguientes:

Muestreo: En esta etapa, la señal analógica continua se muestrea en intervalos regulares de tiempo. Se toman muestras de la amplitud de la señal en momentos específicos. La frecuencia de muestreo determina la cantidad de muestras tomadas por segundo y está relacionada con el teorema de muestreo de Nyquist-Shannon.

Cuantificación: Después de muestrear la señal, cada muestra de amplitud se cuantifica asignándole un valor digital. Esto implica discretizar la amplitud de la señal en niveles predefinidos. La cuantificación se realiza generalmente utilizando un convertidor analógico-digital (ADC), que convierte las amplitudes analógicas en valores digitales.

Codificación: En esta etapa, los valores digitales resultantes de la cuantificación se codifican en un formato digital específico, como binario, hexadecimal u otro código digital. Este código es el que se utiliza para representar y transmitir la señal digital.

Estas tres etapas (muestreo, cuantificación y codificación) son esenciales en el proceso de digitalización de una señal analógica y son fundamentales para convertir la información continua en una forma digital que pueda ser procesada, almacenada y transmitida por dispositivos digitales

FINAL COMUNICACIONES - TEMA A

1. Parte Teórica

- 1.1. Ancho de Banda
 - 1.1.1. Definir el concepto. Unidades de medida.
 - 1.1.2. En la fibra óptica provee más ancho de banda el tipo monomodo o el multimodo? Diferenciar ambos tipos.
- 1.2. Control de errores
 - 1.2.1. Qué es el error de cuantificación y cómo se reduce su efecto?
 - 1.2.2. Qué es el ARQ, qué significa y qué variantes se usan?
- 1.3. Modelo OSI
 - 1.3.1. Enuncie las capas del modelo de referencia en orden descendente.
 - 1.3.2. En qué capas ubicaría a una interfaz digital, un módem y un multiplexor, explicando qué función cumple cada una de estas capas.

2. Parte práctica

- 2.1. Un equipo de radioeléctrico se vincula a su antena mediante la línea de transmisión que se ocupa de la transferencia de energía en un sentido u otro con la menor pérdida y distorsión. Estas líneas pueden ser coaxiales. Suponer el empleo de coaxial RG 213/U. El transmisor tiene una potencia a la salida del equipo de 35 W, operando a la frecuencia de 300 MHz, siendo la longitud de la línea de 30 metros.
 - 2.1.1. ¿Cuál es la potencia en W aplicada a la antena debido a la atenuación introducida por la línea teniendo en cuenta la tabla que sigue?

Frecuencia de operación [MHz]	10	50	100	200	400	1000
RG 213/U - At [dB/100m]	2	4.9	7	10.5	15.5	26
 - 2.1.2. ¿Cuál es la longitud que debe tener la antena para un buen rendimiento si es de cuarto de longitud de onda y en qué banda del espectro normalizada por la UIT opera?
- 2.2. Suponiendo una imagen de 800 líneas horizontales y 300 puntos discretos por línea donde cada punto tiene 8 niveles equiprobables de brillo y un vocabulario de 150000 palabras equiprobables.
 - 2.2.1. Calcular la cantidad de palabras que serían necesarias para describir la imagen.
 - 2.2.2. Calcular la velocidad de transmisión de un enlace que permita transmitir un video compuesto por 300 imágenes en 10 minutos.
- 2.3. Se quiere transmitir por un canal telefónico que permite una velocidad de modulación de 2400 baudios, información a una velocidad de transmisión de 4800 bps. Se cuenta con un módem que opera con modulación M-PSK.
 - 2.3.1. Cuántas fases se emplean y qué cantidad de bits se necesitan para su codificación. Proponer el diagrama de estados y el cuadro con la mejor asignación de combinación de bits a cada fase. Cómo se llama la modulación empleada?
 - 2.3.2. Si se quisiera transmitir a 19200 bps: cuántos saltos de fase de la portadora se emplearían, qué cantidad de bits se necesitan para la codificación de cada una y qué consideración cabría sobre la probabilidad de error respecto a la anterior velocidad no variando las condiciones. Por qué?

- 2.1. Un equipo de radioeléctrico se vincula a su antena mediante la línea de transmisión que se ocupa de la transferencia de energía en un sentido u otro con la menor pérdida y distorsión. Estas líneas pueden ser coaxiales. Suponer el empleo de coaxial RG 213/U. El transmisor tiene una potencia a la salida del equipo de 35 W, operando a la frecuencia de 300 MHz, siendo la longitud de la línea de 30 metros.

- 2.1.1. ¿Cuál es la potencia en W aplicada a la antena debido a la atenuación introducida por la línea teniendo en cuenta la tabla que sigue?

Frecuencia de operación [MHz]	10	50	100	200	400	1000
RG 213/U - At [dB/100m]	2	4.9	7	10.5	15.5	26

- 2.1.2. ¿Cuál es la longitud que debe tener la antena para un buen rendimiento si es de cuarto de longitud de onda y en qué banda del espectro normalizada por la UIT opera?

Potencia de Salida: 35W

Frecuencia 300 Mhz

Longitud: 30 metros

$$y_x = y_o + \frac{x - x_o}{x_1 - x_o} (y_1 - y_o)$$

$$At_x = y = 10,5 + (300 - 200) / (400 - 200) * (15,5 - 10,5) = 13 \text{ dB/100m}$$

$$sr(x) = 10 * \log_{10}(35000) = 45,44 \text{ dBm}$$

$$st(x) = 45,55 \text{ dBm}$$

$$Pt(x) = 45,44 + 13 \text{ dB /100m} * 30\text{m} = 49,34 \text{ dB}$$

2.1.2)

$$\Delta M = V_{luz} \text{ m/s} / \text{Frecuencia Hz} = (300.000.000 \text{ metros/s} / 300.000.000 \text{ Hz}) * 1/4 = 0,25\text{m}$$

- 2.3. Se quiere transmitir por un canal telefónico que permite una velocidad de modulación de 2400 baudios, información a una velocidad de transmisión de 4800 bps. Se cuenta con un módem que opera con modulación M-PSK.

- 2.3.1. Cuántas fases se emplean y qué cantidad de bits se necesitan para su codificación. Proponer el diagrama de estados y el cuadro con la mejor asignación de combinación de bits a cada fase. Cómo se llama la modulación empleada?

- 2.3.2. Si se quisiera transmitir a 19200 bps: cuántos saltos de fase de la portadora se emplearían, qué cantidad de bits se necesitan para la codificación de cada una y qué consideración cabría sobre la probabilidad de error respecto a la anterior velocidad no variando las condiciones. Por qué?

$V_m = 2400$ baudios

$V_t = 4800$ bps

Modem = M-PSK

$v_t = v_m * N$

$4800\text{bps} / 2400\text{baudios} = 2 \rightarrow$ Se necesitan 2 bit y 4 fases

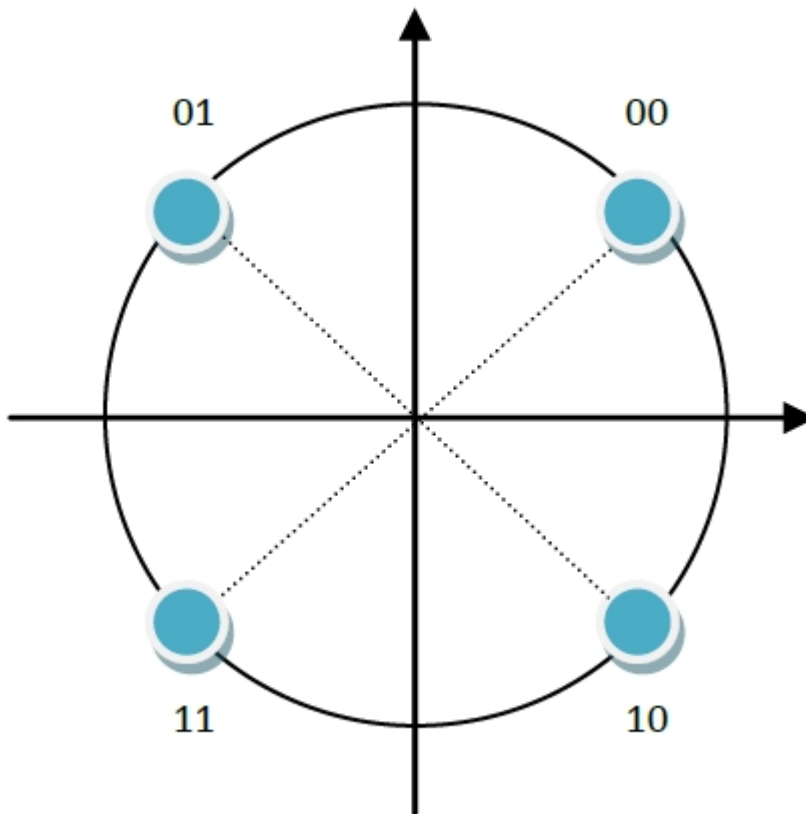
00 $\rightarrow$ 1 $\rightarrow \pi/4$

01 $\rightarrow$ 2 $\rightarrow \pi/2$

11 $\rightarrow$ 3 $\rightarrow 3\pi/4$

10 $\rightarrow$ 4 $\rightarrow \pi$

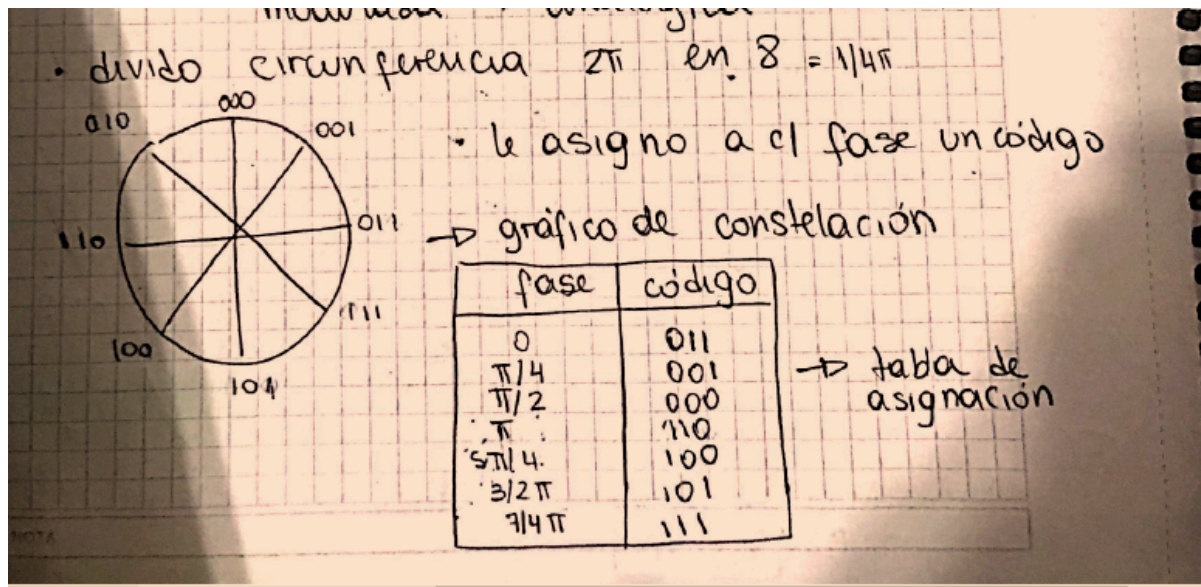
Modulación empleada = 4-PSK



2.3.2)

$n = 19200 \text{ bps} / 2400 \text{ baudios} = 8 \text{ bits}$

A medida que aumenta la tasa de bits, la probabilidad de error tiende a aumentar debido a la mayor sensibilidad a ruido e interferencia. Por lo tanto, a una tasa de transmisión de 19200 bps, la probabilidad de error podría ser mayor que a una tasa de transmisión de 4800 bps



1. Parte Teórica

1.1. Ancho de Banda

1.1.1. Definir el concepto. Unidades de medida.

1.1.2. En la fibra óptica provee más ancho de banda el tipo monomodo o el multimodo? Diferenciar ambos tipos.

1.1: Diferencia entre frecuencias

El ancho de banda se refiere a la medida de la capacidad de un sistema de comunicación para transmitir información en un rango de frecuencias específico.

Específicamente, el ancho de banda se define como la diferencia entre la frecuencia más alta y la frecuencia más baja dentro de ese rango. Se expresa típicamente en hercios (Hz) o en múltiplos de hertz, como kilohercios (kHz), megahercios (MHz) o gigahercios (GHz).

Las unidades de medida comunes para el ancho de banda incluyen:

Hercios (Hz): Es la unidad básica de frecuencia y representa un ciclo por segundo.

Kilohercios (kHz): Unidad que equivale a mil hercios, es decir, 1000 ciclos por segundo.

Megahercios (MHz): Unidad que equivale a un millón de hercios, es decir, 1.000.000 de ciclos por segundo.

Gigahercios (GHz): Unidad que equivale a mil millones de hercios, es decir, 1.000.000.000 de ciclos por segundo.

En la fibra óptica, el tipo de fibra que proporciona más ancho de banda entre monomodo y multimodo depende de cómo definimos "ancho de banda".

Fibra Monomodo (Single-mode): En la fibra monomodo, se permite la propagación de un solo modo de luz, lo que significa que los rayos de luz viajan en un solo camino a través del núcleo de la fibra óptica. Esto resulta en una menor dispersión de señal y una menor atenuación, lo que permite una transmisión de señal a distancias más largas y con un ancho de banda más alto en términos de frecuencias moduladas. En otras palabras, para aplicaciones de transmisión de larga distancia y alta capacidad, como las redes de telecomunicaciones de largo alcance, la fibra monomodo proporciona un ancho de banda más alto.

Fibra Multimodo (Multimode): En la fibra multimodo, se permiten varios modos de luz para propagarse a través del núcleo de la fibra óptica. Esto significa que los rayos de luz pueden viajar por múltiples caminos dentro del núcleo. Aunque las fibras multimodo pueden admitir un ancho de banda más alto en términos absolutos (es decir, mayor cantidad de datos transmitidos simultáneamente), la atenuación y la dispersión modal limitan su alcance y capacidad de transmisión en comparación con las fibras monomodo. Las fibras multimodo son comúnmente utilizadas en aplicaciones de redes de área local (LAN) y enlaces de corta distancia.

1.2. Control de errores

1.2.1. Qué es el error de cuantificación y cómo se reduce su efecto?

1.2.2. Qué es el ARQ, qué significa y qué variantes se usan?

El error de cuantificación es una forma de error que ocurre durante el proceso de digitalización de una señal analógica. Ocurre cuando una señal analógica continua se muestrea y se convierte en una representación digital discreta mediante un proceso llamado cuantificación. Durante este proceso, la señal analógica se aproxima a un valor discreto, lo que puede introducir un error en la representación digitalizada.

El error de cuantificación se produce debido a que la señal analógica puede tener infinitos valores posibles dentro de un rango continuo, pero la representación digital solo puede tener un número finito de valores discretos. Esto significa que la señal analógica original se redondea o trunca al valor digital más cercano, lo que puede resultar en una pérdida de precisión y en la introducción de errores.

El efecto del error de cuantificación se puede reducir utilizando técnicas de cuantificación más precisas y aumentando el número de niveles de cuantificación.

1.2.2) En el contexto del control de errores, "ARQ" puede referirse a "Automatic Repeat reQuest" (Petición Automática de Repetición), que es un protocolo utilizado en las comunicaciones para la detección y corrección de errores. Este protocolo permite que un dispositivo receptor detecte errores en los datos recibidos y solicite automáticamente su

retransmisión al dispositivo emisor. El ARQ ayuda a garantizar la integridad de los datos en sistemas de comunicación, como redes de computadoras, transmisiones inalámbricas, comunicaciones por satélite, entre otros.

1.3. Modelo OSI

1.3.1. Enuncie las capas del modelo de referencia en orden descendente.

1.3.2. En qué capas ubicaría a una interfaz digital, un módem y un multiplexor, explicando qué función cumple cada una de estas capas.

1.3.1)

El modelo OSI (Open Systems Interconnection) es un marco conceptual que define las funciones de una red de computadoras divididas en siete capas. Aquí están las capas del modelo OSI enumeradas en orden descendente:

Capa física

Capa de enlace de datos

Capa de red

Capa de transporte

Capa de sesión

Capa de presentación

Capa de aplicación

1.3.2)

Interfaz Digital: Capa Física, un ejemplo sería el estándar RS 232

Modem y Multiplexor: Se realizan en el ECD, Capa de Enlace

FINAL COMUNICACIONES - TEMA E

PRÁCTICOS

1. Un equipo de radioeléctrico se vincula a su antena mediante la línea de transmisión que se ocupa de la transferencia de energía en un sentido u otro con la menor pérdida y distorsión. Estas líneas pueden ser coaxiales. Suponer el empleo de coaxial RG 213/U. El transmisor tiene una potencia a la salida del equipo de 35 W, operando a la frecuencia de 300 MHz, siendo la longitud de la línea de 30 metros.

1.1. ¿Cuál es la potencia en W aplicada a la antena debido a la atenuación introducida por la línea teniendo en cuenta la tabla que sigue?

Frecuencia de operación [MHz]	10	50	100	200	400	1000
RG 213/U - At [dB/100m]	2	4.9	7	10.5	15.5	26

1.2. ¿Cuál es la longitud que debe tener la antena para un buen rendimiento si es de cuarto de longitud de onda y en qué banda del espectro normalizada por la UIT opera?

2. Suponiendo una imagen de 800 líneas horizontales y 300 puntos discretos por línea donde cada punto tiene 8 niveles equiprobables de brillo y un vocabulario de 15000 palabras equiprobables.

2.1. Calcular la cantidad de palabras que serían necesarias para describir la imagen.

2.2. Calcular la velocidad de transmisión de un enlace que permita transmitir un vídeo compuesto por 500 imágenes en 10 minutos.

3. Necesitamos duplicar la capacidad de transporte de información de un canal de datos cuyo banda (AB) es de 4KHz y tiene una relación señal a ruido (S/N) de 20dB.

3.1. Sabiendo que utilizaremos el mismo canal, necesitamos saber cuántas veces debemos aumentar S/N para lograrlo.

3.2. ¿Cuál será la nueva S/N medida en dB?

FINAL COMUNICACIONES - TEMA E

TEÓRICOS

4. Modulación. Considerando el gráfico que sigue de diagramas de estado de técnicas de modulación continue digital indique:

4.1. Las denominaciones de las modulaciones que corresponden a cada diagrama.

4.2. El diagrama de la modulación que resulta tener una mayor eficiencia espectral y la que posee una mejor respuesta frente a la probabilidad de errores a igualdad de energía? Fundamentar.

Diagrama A

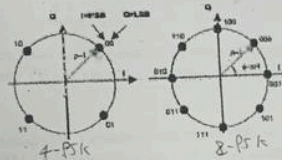


Diagrama B



Diagrama C

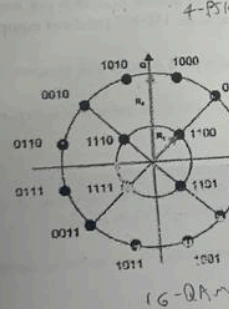
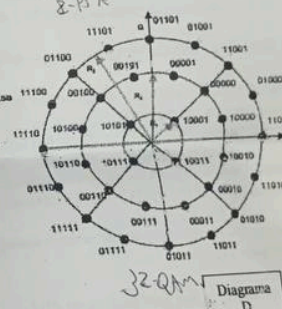


Diagrama D



Medios de comunicaciones

5.1. En el cable UTP, cómo se denomina el efecto que se minimiza con el trenzado del par? Explíquelo brevemente indicando la expresión de cálculo.

5.2. Qué es el efecto pelicular? En qué medios se produce? Explique brevemente y relacionelo con las señales de comunicaciones.

Códigos de línea

6.1. Cómo se comporta un código unipolar frente a un código polar respecto de probabilidad de error y de componente continua?

6.2. A qué código se le denomina Autosincronizante? Explique por qué.

4. Mayor eficiencia espectral: 32-QAM porque es el que mayor cantidad de bits transmite en cada pulso, desconocemos la V_m
Menor probabilidad de error: 4-PSK porque es el que mayor distancia/diferencia de voltaje tiene entre los distintos estados

Se puede considerar más eficiente y mejor respuesta ante errores a la 16-QAM. Respecto a los errores, si nosotros tomamos el diagrama donde se comparan los BER respecto a la potencia utilizada, es la que mayormente tiende a 0. Y respecto a la velocidad de transmisión, si bien la 32-QAM es la mejor, está tiene una alta tasa de error, dejándonos con 16-QAM.

5.1

6.1

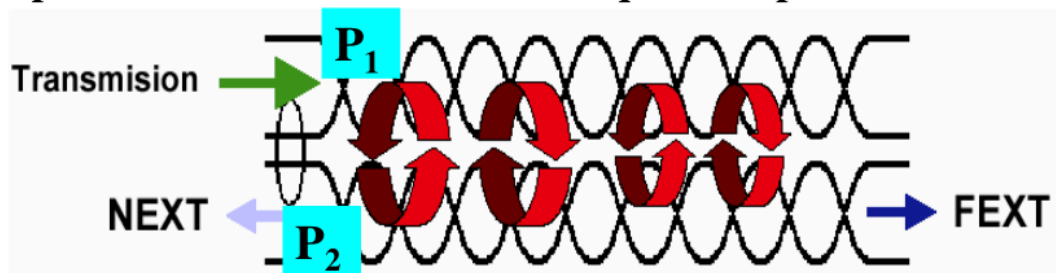
El código polar tiene menor probabilidad de error debido a la distancia de voltaje entre los estados.

El código unipolar puede tener componente continua, el código polar NO tiene componente continua.

RUIDO

•DIAFONÍA (Crosstalk)

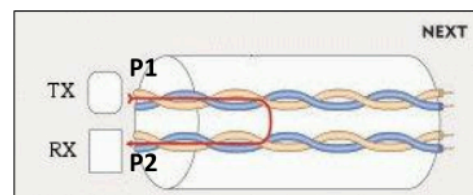
Acoplamiento inductivo entre líneas que transportan señales.



•**NEXT** mide el crosstalk en el extremo donde se inyecta la señal (extremo cercano).

•**FEXT** mide el crosstalk en el extremo donde se recibe la señal (extremo lejano).

$$\text{NEXT [dB]} = 10\log (P_2/P_1)$$



Lo ideal es una diafonía infinitamente negativa ($P_2 = 0$)

FINAL COMUNICACIONES - TEMA B

PRÁCTICOS

1. Un equipo de radioeléctrico se vincula a su antena mediante la línea de transmisión que se ocupa de la transferencia de energía en un sentido u otro con la menor pérdida y distorsión. Estas líneas pueden ser coaxiales. Suponer el empleo de coaxial RG 213/U. El transmisor tiene una potencia a la salida del equipo de 35 W, operando a la frecuencia de 400 MHz, siendo la longitud de la línea de 30 metros.

- 1.1. ¿Cuál es la potencia en W aplicada a la antena debido a la atenuación introducida por la línea teniendo en cuenta la tabla que sigue?.

Frecuencia de operación [MHz]	10	50	100	200	400	1000
RG 213/U - At [dB/100m]	2	4.9	7	10.5	15.5	26

- 1.2. ¿Cuál es la longitud que debe tener la antena para un buen rendimiento si es de cuarto de longitud de onda y en qué banda del espectro normalizada por la UIT opera?

2. Se quiere transmitir por un canal telefónico que permite una velocidad de modulación de 4800 baudios, información a una velocidad de transmisión de 14400 bps. Se cuenta con un módem que opera con modulación M-PSK.

- 2.1. Cuantas fases se emplean y qué cantidad de bits se necesitan para su codificación. Proponer el diagrama de estados y el cuadro con la mejor asignación de combinación de bits a cada fase. Cómo se llama la modulación empleada?

- 2.2. Si se quisiera transmitir a 19200 bps: cuántos saltos de fase de la portadora se emplearían, qué cantidad de bits se necesitan para la codificación de cada una y qué consideración cabría sobre la probabilidad de error respecto a la anterior velocidad no variando las condiciones. Por qué?

3. Se tiene que transmitir a través de un enlace que posee una relación $S/N = 30$ dB las transmisiones provenientes de una fuente binaria constituida por imágenes compuestas por 20 cuadros por segundo, cada cuadro tiene 400 líneas verticales por 500 horizontales y cada pixel del mismo se codifica con 32 niveles de grises equiprobables. Calcular:

- 3.1. La Tasa de Información de la fuente.

- 3.2. El ancho de banda necesario del enlace si se comprime un 50 % a la salida de la fuente.

4. Aplicar el método CRC teniendo en cuenta el polinomio generador $G(x)$, explicando el procedimiento e indicándose si se produjeron errores. Marque en esta hoja los bits que corresponden al resto en T.

$$T = 1101011101$$

$$G(x) = x^4 + x^3 + 1$$

TEÓRICOS

- 1.1. En la fibra óptica, qué tipos conoce explicándolos brevemente?Cuál provee más ancho de banda? Si el folleto técnico indica un ancho de banda de 500 MHz.km en una distancia de 10 km, ¿cuál es el ancho de banda?.

- 1.2. Para una comunicación satelital geoestacionaria se dispone las frecuencias 4 y 6 GHz. Cuál usaría en el up-link y cuál en el down-link? Por qué no se puede usar la misma frecuencia en ambos sentidos? Justifique brevemente sus respuestas.

- 2.1. Mencione las componentes del proceso en el esquema básico de modulación.

- 2.2. Cuáles son las etapas en la digitalización de una señal analógica? Explicar brevemente.

Teórico

1.1)

Monomodo, multimodo índice escalonado, multimodo índice gradual.

La que provee mayor AB es Monomodo.

1.1) **500 mhz*km => 50 MHz**

1.2) 4 down link y 6ghz up link para reservar potencias. Si se usa la misma frecuencia en ambos sentidos se puede generar interferencia.

1.3) Modulada, portadora y moduladora

Final de Comunicaciones

Alumno.....

1. Hallar el ancho de banda que debería tener un canal de comunicaciones si se transmite un tren de pulsos cuya FRP es de 10.000 pps (pulsos por segundo) y la velocidad de modulación es de 100 KBaudios. Cual es la velocidad de transmisión en bps, suponiendo que la transmisión es serie y se transmite tribits.
2. Que sensibilidad mínima (expresada en Dbm y mw) deberá tener un receptor para un enlace a través de una línea de transmisión de 2000 metros, donde la atenuación del cable coaxil empleado es de 1 db/100m. La potencia del transmisor que excita la línea es de 1mw. Las pérdidas fijas son 5 db y el factor de diseño 2 db. Además se coloca en la mitad del enlace un amplificador que amplifica 10 veces la señal.
3. Se tiene la siguiente secuencia binaria 00001110 graficar la señal de datos según el código unipolar positivo y Manchester. Cual requiere mayor ancho de banda y porque?
4. Se tiene una imagen de tv en blanco y negro conformada por 25 cuadros por segundo. Cada cuadro esta formado por 300 líneas horizontales por 400 verticales, a su vez, por cada punto o "pixel" del cuadro se pueden obtener 16 niveles de grises (desde el blanco hasta el negro incluidos), el nivel de compresión de la imagen es del 80 %. Calcular la tasa de transmisión y el ancho de banda que debería tener el canal si la relación señal a ruido es de 30 db.
5. Detallar las bandas del espectro electromagnético e indicar la banda en la cual se producen las transmisiones ionosfericas.
- 6.1 Como se denomina el fenómeno que afecta a la comunicación por fibra óptica multimodo que genera un retardo en la transmisión de la señal, el cual produce una reducción o limitación del ancho de banda o distancia de transmisión?
 - a. atenuación
 - b. dispersión modal.
 - c. índice gradual
 - e. distorsión cromatica
 - f. ninguna de las anteriores.

5. b)

Banda	Abreviatura	UIT	Frecuencia y longitud de onda (aire)	Ejemplos de uso
Frecuencia tremendamente baja	TLF		< 3 Hz > 100,000 km	Frecuencia en la que trabaja la actividad neuronal
Frecuencia extremadamente baja	ELF	1	3–30 Hz 100,000 km – 10,000 km	Actividad neuronal, comunicación con submarinos
Frecuencia superbaja	SLF	2	30–300 Hz 10,000 km – 1000 km	Comunicación con submarinos
Frecuencia ultrabaja	ULF	3	300–3000 Hz 1000 km – 100 km	Comunicación con submarinos, comunicaciones en minas a través de la tierra
Frecuencia muy baja	VLF	4	3–30 kHz 100 km – 10 km	Radioayuda, señales de tiempo , comunicación submarina, pulsómetros inalámbricos, Geofísica
Frecuencia baja u onda larga	LF	5	30–300 kHz 10 km – 1 km	Radioayuda, señales de tiempo, radiodifusión en AM (onda larga) (Europa y partes de Asia), RFID , radioafición
Frecuencia media u onda media	MF	6	300–3000 kHz 1 km – 100 m	Radiodifusión en AM (onda media), radioafición, balizamiento de aludes
Frecuencia alta u onda corta	HF	7	3–30 MHz 100 m – 10 m	Radiodifusión en onda corta, banda ciudadana y radioafición, comunicaciones de aviación sobre el horizonte, RFID , radar , comunicaciones ALE , comunicación cuasi-vertical (NVIS) , telefonía móvil y marina
Frecuencia muy alta	VHF	8	30–300 MHz 10 m – 1 m	FM , televisión , comunicaciones con aviones a la vista entre tierra-avión y avión-avión, telefonía móvil marítima y terrestre, radioaficionados, radio meteorológica
Frecuencia ultraalta	UHF	9	300–3000 MHz 1 m – 100 mm	Televisión, hornos microondas , comunicaciones por microondas, radioastronomía , telefonía móvil, redes inalámbricas , Bluetooth , ZigBee , GPS , comunicaciones uno a uno como FRS y GMRS , radioafición
Frecuencia superalta	SHF	10	3–30 GHz 100 mm – 10 mm	Radioastronomía, comunicaciones por microondas, redes inalámbricas , radares modernos, comunicaciones por satélite , televisión por satélite , DBS , radioafición
Frecuencia extremadamente alta	EHF	11	30–300 GHz 10 mm – 1 mm	Radioastronomía, transmisión por microondas de alta frecuencia, teledetección , radioafición, armas de microondas , escáner de ondas milimétricas
Terahercios o Frecuencia tremendamente alta	THz or THF	12	300–3,000 GHz 1 mm – 100 µm	Radiografía de terahercios – un posible sustituto para los rayos X en algunas aplicaciones médicas, dinámica molecular ultrarrápida, física de la materia condensada , espectroscopía mediante terahercios , comunicaciones/computación mediante terahercios, teledetección submilimétrica, radioafición

UIT 3 -> ULF → 300-3000Hz

VLF → 3-30KHz

LF → 30-300KHz

MF → 300-3000KHz

HF → 3-30MHz

VHF → 30-300MHz

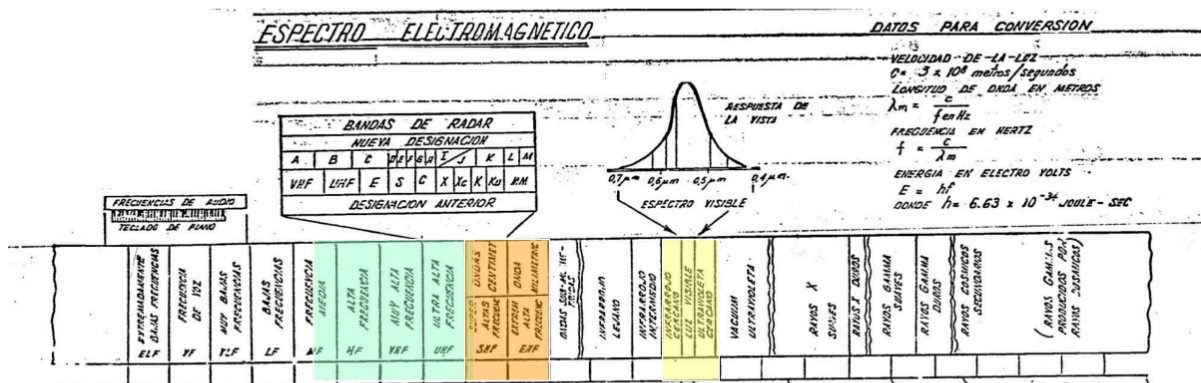
UHF → 300-3000MHz

SHF → 3-30GHz

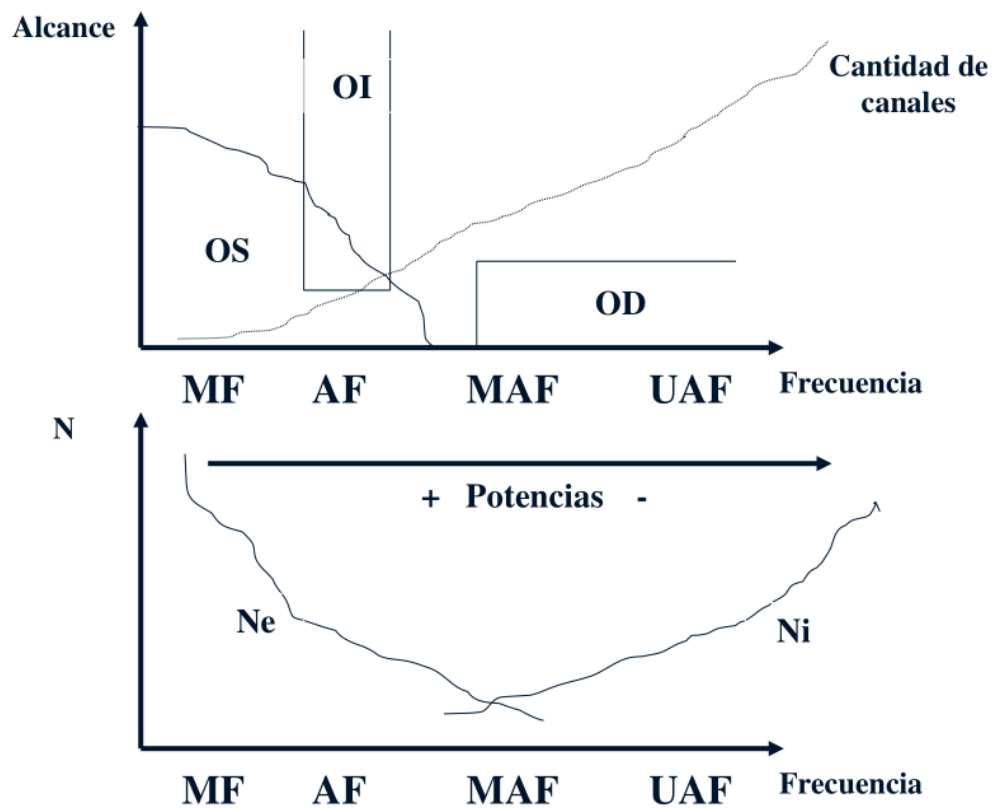
EHF → 30-300GHz

Onda Ionosférica → HF

ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO



Características según la Banda de Operación



6) El fenómeno que afecta a la comunicación por fibra óptica multimodo y que puede causar distorsiones en la señal se llama dispersión modal. La dispersión modal ocurre debido a que los diferentes modos de luz que se propagan a través de la fibra óptica viajan a velocidades ligeramente diferentes, lo que puede provocar que los pulsos de luz se ensanchen y se superpongan, dificultando la interpretación precisa de la señal transmitida.

2

Final de Comunicaciones

Alumnim

Tema 1

1. Dado un tren de pulsos de ancho igual a " d " y periodo " T ". Hallar la expresión matemática del espectro de amplitud, suponiendo que la señal en el dominio del tiempo tiene simetría par. Graficar la señal en el dominio del tiempo, el espectro de amplitud y determinar cómo se calcula el ancho de banda necesario para transmitir dichos pulsos.

2. Se tiene la siguiente secuencia de bits 10100111001, graficar la codificación unipolar positivo NRZ y la codificación Manchester e indicar cuales son las tres ventajas de esta última codificación respecto de la primera. La codificación polar RZ tiene las mismas ventajas que la Manchester?

3. En función de una señal digital cuya FRP es 0,2 KPPS y su $V_m = 1$ KBaudios se calculó el ancho de banda de un medio de transmisión. Posteriormente se pretende transmitir por dicho medio los datos provenientes de una fuente cuya Tasa de transmisión es 5 kbps. Hallar la relación S/N necesaria que debería tener el medio y expresar la misma en db.

4. Explique cada uno de los procesos que se realizan para la obtención de la codificación PCM de 64 Kbps en un canal telefónico, cuyo ancho de banda es 4 KHz. En base a los canales PCM indicar como se obtiene el orden de multiplicidad E1 en la jerarquía digital PDH.

5. Defina impedancia e impedancia característica en un cable coaxil.Cuál de las dos impedancias depende de la frecuencia? Es el coaxil un par balaceado o no y porque?

Nota: Para aprobar se deben responder correctamente dos problemas (puntos 1 a 3) y un punto teórico (puntos 4 y 5).

4) Son 3 pasos:

-Muestreo: Consiste en tomar muestras de la señal analógica, dando como resultado una señal analógica PAM. Según el teorema de Nyquist, la frecuencia de muestreo debe mayor o igual al doble de la frecuencia máxima de la señal (en este caso, serían 8000 muestras por segundo)

-Cuantificación: Luego esa señal PAM, se la cuantifica a niveles discretos, redondeando en el proceso, y obteniendo una señal digital con distintos niveles. El método de cuantificación puede ser uniforme o no lineal.

-Codificación: Cuando se codifica la señal cuantificada, terminamos obteniendo una señal digital binaria.

Según el estándar europeo PCM 30, el E1, que es el menor orden en PDH, contiene 30 canales telefónicos, 1 de sincronismo y 1 de señalización.

TRAMA E1

La trama E1 está constituida por 32 canales de 8 bits cada uno, lo que resulta en una trama de 256 bits. El canal n°1 y el n°16 son utilizados para la sincronización y serialización mientras que los demás son utilizados para datos (como la voz, por ejemplo).

La frecuencia de muestreo de estas tramas es de 8000 Hz. Por lo que la velocidad de transmisión es :

$$Vt_{canal} = 8000 \text{ muestras/seg} \cdot 8 \text{ bits/muestra} = 64 \text{ Kb/seg}$$

$$Vt_{trama-E1} = 32 \cdot 64 \text{ Kb/seg} = 2048 \text{ Kb/seg}$$

Las siguientes tramas (E2, E3, E4) son formadas realizando la multiplexación de 4 tramas del nivel anterior aumentando 4x veces la velocidad de transmisión por nivel :

$$Vt_{trama-E2} = 4 \cdot 2048 \text{ Kb/seg} = 8192 \text{ Kb/seg} = 8 \text{ Mb/s}$$

$$Vt_{trama-E3} = 4 \cdot 8192 \text{ Kb/seg} = 32768 \text{ Kb/seg} = 32 \text{ Mb/s}$$

$$Vt_{trama-E4} = 4 \cdot 32768 \text{ Kb/seg} = 131072 \text{ Kb/seg} = 128 \text{ Mb/s}$$

$$Vt_{trama-E5} = 4 \cdot 131072 \text{ Kb/seg} = 524288 \text{ Kb/seg} = 512 \text{ Mb/s}$$

La digitalización de una señal analógica implica convertir la información continua de la señal analógica en una representación digital, que consiste en una secuencia de valores discretos. Este proceso se realiza en varias etapas, que son las siguientes:

Muestreo: En esta etapa, la señal analógica continua se muestrea en intervalos regulares de tiempo. Se toman muestras de la amplitud de la señal en momentos específicos. La frecuencia de muestreo determina la cantidad de muestras tomadas por segundo y está relacionada con el teorema de muestreo de Nyquist-Shannon.

Cuantificación: Después de muestrear la señal, cada muestra de amplitud se cuantifica asignándole un valor digital. Esto implica discretizar la amplitud de la señal en niveles predefinidos. La cuantificación se realiza generalmente utilizando un convertidor analógico-digital (ADC), que convierte las amplitudes analógicas en valores digitales.

Codificación: En esta etapa, los valores digitales resultantes de la cuantificación se codifican en un formato digital específico, como binario, hexadecimal u otro código digital. Este código es el que se utiliza para representar y transmitir la señal digital.

5) La impedancia es la resistencia que opone el medio conductor a una corriente eléctrica cuando se aplica una tensión. La impedancia característica es la impedancia que se daría si el medio fuera de longitud infinita, lo que se hace en un medio real, es colocar en el otro extremo una carga con impedancia característica para que la onda electromagnética no se refleje, porque generaría interferencia. La impedancia característica depende de la frecuencia.

No, el cable coaxial no es balanceado, es un tipo de cable de transmisión que se utiliza principalmente para llevar señales de radiofrecuencia (RF) entre dispositivos. Un cable coaxial consta de un conductor central rodeado por un aislante y luego una malla conductora que actúa como blindaje, todo ello envuelto en una cubierta exterior. Este diseño ayuda a minimizar la interferencia electromagnética y a proteger la señal de RF de pérdidas de señal. Los cables balanceados, por otro lado, como los cables XLR utilizados en audio profesional, tienen dos conductores internos rodeados por un blindaje y se utilizan para minimizar el ruido y las interferencias.

3

2018 Fusario

Final de comunicaciones

Tema 1

Alumno:

1. Dada una señal senoidal representada por $S(t) = A \sin(\omega t)$ donde $A = 7$ volts y $\omega = 4.000 \pi$ radianes/seg. que debe ser digitalizada mediante un Codec que utiliza 16 niveles de cuantificación uniformes. Hallar:
 - a) La frecuencia de muestreo necesaria para reconstruir la señal analógica inicial.
 - b) El periodo de la señal moduladora y el de la frecuencia de muestreo.
 - c) la velocidad de transmisión de la señal a la salida del Codec y el tiempo de transmisión de un bit.
 2. Se tiene un modem cuyo tipo de modulación es 4-PSK que transmite la siguiente secuencia de bits 1 1 0 0 0 1 0 1 1. Indicar:
 - a) Que señales son analógicas y cuales digitales, considerar las señales, moduladora $s(t)$, modulada $m(t)$ y portadora $p(t)$.
 - b) Proponer una asignación de fases para cada secuencia de bits, en la cual para la combinación de ceros no se produzca cambio de fase. Realizar el diagrama de fases y graficar $m(t)$ para la asignación propuesta.
 - c) ¿Qué relación existe entre la velocidad de modulación y la velocidad de transmisión? Como se denomina este tipo de transmisión y que ventajas ofrece.
 3. Dado un enlace de 2 km de longitud, en el cual se emplea un medio de transmisión cuya atenuación es 2 db/100 metros, un amplificador que amplifica la señal 1000 veces y se utilizan bobinas de 0,5 Km. Hallar la potencia mínima que debería tener el transmisor, en dbm y en mw, suponiendo que los empalmes y los conectores tienen una atenuación de 1 db cada uno (considerar que el amplificador requiere dos conectores), el factor de diseño es de 3 db y la sensibilidad del receptor es 10 microwatt.
 4. Dada la siguiente secuencia de bits 1110000000001001 graficar la codificación de los mismos según el código unipolar positivo NRZ, Miller y el HDB3 (estos dos últimos son códigos RZ). Indicar los códigos que requieren menor ancho de banda y los que eliminan la componente continua, detallar los fundamentos de cada caso.
 5. Dado un sistema PCM 30 detallar la distribución de los canales de usuario, de señalización y de sincronismo e indicar cuantos bits componen cada trama y como se llega a la velocidad de 2,048Mbps.
 6. En la verificación de un cableado UTP detallar el significado y construir un ejemplo de los siguientes parámetros: Delay Skew, paradiafonia, NEXT y FEXT.
- Nota: para aprobar se deben responder correctamente tres problemas (puntos 1 a 4) y un punto teórico (puntos 5 y 6)

6)

Delay Skew (Desfase Temporal):

Significado: Es la diferencia en la velocidad de propagación de las señales entre los diferentes pares de cables dentro de un mismo cableado. El desfase temporal puede causar problemas de sincronización en las transmisiones.

Ejemplo: Supongamos que estamos midiendo el desfase temporal en un cable UTP con cuatro pares. Después de realizar las mediciones, encontramos que la diferencia en la velocidad de propagación entre el par 1 y el par 2 es de 10 nanosegundos, entre el par 2 y el par 3 es de 5 nanosegundos, y entre el par 3 y el par 4 es de 8 nanosegundos. Por lo tanto, el desfase temporal total es la suma de estas diferencias, que sería de 23 nanosegundos.

Paradiafonía (NEXT - Near-End Crosstalk):

Significado: Es la interferencia que se produce entre los pares de cables adyacentes en el extremo cercano del cable, es decir, cerca de la fuente de la señal.

Ejemplo: Si estamos transmitiendo una señal a través del par 1 de un cable UTP y medimos la interferencia que esa señal induce en el par 2, eso sería la paradiafonía. Por ejemplo, si la señal original es de 1 V y la interferencia medida en el par 2 es de 0.1 V, entonces la paradiafonía sería de -20 dB.

NEXT (Near-End Crosstalk):

Significado: Similar a la paradiafonía, es la interferencia entre los pares de cables adyacentes, pero se mide en el extremo cercano del cable.

Ejemplo: Si estamos transmitiendo una señal a través del par 1 de un cable UTP y medimos la interferencia que esa señal induce en el mismo par 1, eso sería el NEXT. Por ejemplo, si la señal original es de 1 V y la interferencia medida en el par 1 es de 0.05 V, entonces el NEXT sería de -26 dB.

FEXT (Far-End Crosstalk):

Significado: Es la interferencia entre los pares de cables adyacentes, pero se mide en el extremo lejano del cable, es decir, en el receptor.

Ejemplo: Si estamos transmitiendo una señal a través del par 1 de un cable UTP y medimos la interferencia que esa señal induce en el par 2 en el extremo lejano del cable, eso sería el FEXT. Por ejemplo, si la señal original es de 1 V y la interferencia medida en el par 2 es de 0.02 V, entonces el FEXT sería de -34 dB.

Alumno:.....

Nota: Para aprobar el examen se deben responder en forma correcta y completa un punto teórico y tres prácticos.

Teoría

1) Transmisión en banda base:

- a) Detallar cuáles son los objetivos buscados por esta técnica.
- b) Indique cuáles son los medios de transmisión donde se aplica.
- c) Describir cuáles son las aplicaciones actuales de esta técnica.

2) Fibra óptica:

- a) Detallar las diferencias constructivas entre FO monomodo y multimodo
- b) Indicar cuáles son las atenuaciones unitarias típicas para ambos casos
- c) Describir qué son las ventanas ópticas y cuáles son sus valores numéricos.

Práctica

1) Mediante un canal telefónico normalizado de 3,1 kHz de ancho de banda y 30 dB de S/N se conecta dos modems de 9.600 bit/s para enviar datos asincrónicos. Calcular el tiempo de transmisión para enviar 5.000 caracteres en código ASCII.

2) Dibujar la forma de onda de una señal que transmite la siguiente secuencia:
0101 0101 0011 0011 0000 1111 0011 0011 0101, utilizando los siguientes códigos:

- a) NRZ
- b) Manchester
- c) Manchester diferencial
- d) Miller

3) Calcular la velocidad de un canal de datos que transporta una señal digitalizada de un canal telefónico normalizado mediante el procedimiento PCM.

4) Calcular la ganancia de las antenas para un enlace por microondas de 20 km en 8 GHz, que transmite 1 mW y el receptor tiene un umbral de -85 dBm, si las antenas están separadas 10 m de los equipos y el cable atenúa 2 dB/100 m.

Teoría

1)

- a) Los modem banda base no modulan, el objetivo es extender las interfases digitales e interconectar circuitos digitales
- b) Medios de transmisión digital
- c) Ethernet, Telefonía, Sistemas de audio y video, Sensores y dispositivos de medición

2)

- a) En FO monomodo, el diametro del nucleo es mucho menor, el indice de refracción es único, y un solo modo de luz puede propagarse.
- b)
 - Fibra Óptica Monomodo: Alrededor de 0.2 dB/km a 0.4 dB/km.
 - Fibra Óptica Multimodo: Alrededor de 2 dB/km a 3 dB/km.
- c) Las ventanas, son intervalos del espectro electromagnético, en el que la atenuación es mínima

Ventana de Primera Ventana (Primera Ventana):

Longitud de onda: 850 nm

Valor Numérico (NA): 0.15 a 0.22

Ventana de Segunda Ventana (Segunda Ventana):

Longitud de onda: 1300 nm

Valor Numérico (NA): 0.15 a 0.22

Ventana de Tercera Ventana (Tercera Ventana):

Longitud de onda: 1550 nm

Valor Numérico (NA): 0.20 a 0.30

Práctica

1)

Canal Tel. 3,1 kHz AB

30 dB S/N

Dos modems 9600 bit/s

T transmisión para 5000 caracteres ASCII?

1 caracter = 8 bits

5000 * 8 = 40.000 bits

Relación S/N = 30 dB = $10 \cdot \log_{10}(S/N) = 10^3 = 1000$ veces

$C = AB \cdot \log(1 + S/N) = 3,1 \text{ kHz/ bps} \cdot \log(1+1000) = 9301,34 \text{ bPs}$

4,3 segundos para transmitir 40.000 bits

3)

4)

Atenuación en el espacio libre (dB) = $32,4 + 20 \log f \text{ (MHz)} + 20 \log d \text{ (km)}$

Ga = ?

Distancia = 20 km en 8GHz

transmisión = 1 mW

Receptor umbral de -85 dBm

antenas dist = 10m

At F.O 2 db/100m

At Espacio Libre = $32,4 + 20 * \log (8000 \text{ MHz}) + 20 * \log (20) = 136,48 \text{ db}$

[dBm] = $10 * \log_{10} (1 \text{ mW}) = 0 \text{ dBm}$

$S_{rx} \leq P_{tx} \rightarrow E \text{ pérdidas/atenuación/FO} + s_{rx} \leq P_{tx} + G$

$S_{rx} \leq P_{tx}$

$-85 \text{ dBm} \leq -2 \text{ db/100m} * 10 \text{ m} * 2 + 0 - 136,48 \text{ dB} + G_{Antenas}$

$-85 + 0,4 \text{ dB} + 136,48 \leq G_{Antenas}$

51,88 dBm ≤ GAntenas

FINAL COMUNICACIONES - TEMA A

1. Se instala un radioenlace entre dos puntos geográficos ubicados a 30 km, manteniendo la línea de vista sin obstáculos, con los siguientes datos:

Ganancia de las antenas: 35 dB cada una.

Longitud de la línea de transmisión para cada antena tipo coaxial RG 213/U (ver atenuación en gráfico adjunto): 10 m

Potencia de salida del transmisor: 100 W

Frecuencia de operación: 500 MHz

Ancho de banda del canal: 100 KHz

Atenuación en el espacio libre (dB) = $32,4 + 20 \log f \text{ (MHz)} + 20 \log d \text{ (km)}$

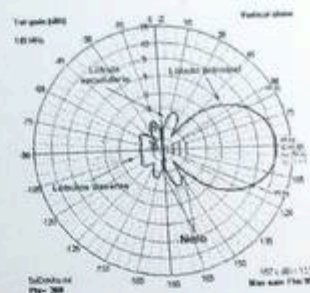
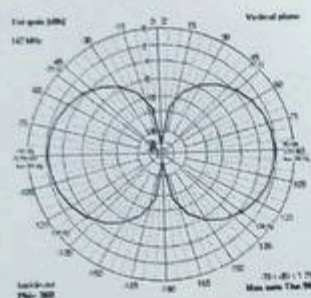
Sensibilidad del receptor: 1 mW

S/N del canal: 30 dB

Frecuencia de operación [MHz]	10	50	100	200	400	1000
RG 213/U - At [dB/100m]	2	4.9	7	10.5	15.5	26

Calcular:

- 1.1. La potencia que se recibe en el extremo es detectada por el equipo receptor? Cuánta potencia en mW llega?
- 1.2. En relación al punto anterior y pudiendo actuar sólo sobre las variables frecuencia de operación y distancia del enlace, sobre cuál de ellas haría modificaciones para bajar la potencia necesaria en el transmisor? Bajaría o subiría el valor de la variable elegida.
- 1.3. Cuál de los siguientes diagramas de irradiación es el más adecuado a las antenas del radioenlace? Indique en el gráfico el que corresponde. A qué banda del espectro electromagnético normalizado por la UIT corresponde la frecuencia de operación?



- 1.4. Cuál sería la capacidad de este canal para transmitir datos en Mbps?
2. Se quiere transmitir datos por un canal telefónico que permite una velocidad de modulación de 2400 baudios, a una velocidad de transmisión de 4800 bps. Se cuenta con un módem que opera con modulación M-PSK.
 - 2.1. De qué tipo de modulación se trata? Haga el esquema básico del proceso de modulación indicando las características de las señales (si son analógicas o digitales).
 - 2.2. Cuántos saltos de fase se emplean y qué cantidad de bits se necesitan para su codificación. Proponer el diagrama de estados y el cuadro con la mejor asignación de combinación de bits a cada fase. Cómo se llama la modulación empleada?
 - 2.3. Si se quisiera transmitir a 19200 bps: cuántos saltos de fase de la portadora se emplearían, qué cantidad de bits se necesitan para la codificación de cada una y qué consideración cabría sobre la probabilidad de error respecto a la anterior velocidad no variando las condiciones. Por qué?
3. En el radioenlace anterior se transmiten datos empleando el método ARQ para control de errores.
 - 3.1. En qué consiste este método y qué tipo de control de errores realiza? Qué variantes básicas presenta esta técnica? Explique brevemente.
 - 3.2. Se transmite de A hacia B una secuencia de bits T, suponiendo el empleo de CRC para detectar si hay error al llegar T al terminal B y teniendo en cuenta el polinomio generador $G(x)$, explicar el procedimiento e indicar si se produjeron errores.
 $T = 1010011101$
 $G(x) = x^4 + x^2 + 1$
 - 3.3. Cuáles son las indicaciones de tráfico que dispone la terminal B para responder luego de aplicar el CRC? Cuál es la que se aplica en este caso? Qué es el tamaño de ventana y el time out en este método?

1)

GA Antenas = 35 dB

longitud transmisión = 10m

Potencia Salida Transmisor = 100 W

Frecuencia Operación = 500 MHz

Ancho de banda canal = 100 KHz

Atenuación espacio libre = $32,4 + 20 \log (f/\text{MHz}) + 20 \log(d/\text{Km})$

sensibilidad receptor = 1 mW

S/N canal: 30 dB

1.2) $P_{tx} - L_{enl} + G_{Ant} - (32,4 + 20 \cdot \log(f/\text{MHz}) + 20 \cdot \log(d/\text{Km})) + G_{Ant} - L_{enl} = P_{Rx}$

Para necesitar menos P_{tx} , podemos reducir la frecuencia de operación o la distancia entre las antenas, para que haya menos pérdida en el espacio libre

1.3) Es el de la derecha porque tiene que ver con la direccionalidad de la antena, UHF ->

PRÁCTICOS

FINAL COMUNICACIONES - TEMA B

- Un equipo de radioeléctrico se vincula a su antena mediante la línea de transmisión que se ocupa de la transferencia de energía en un sentido u otro con la menor pérdida y distorsión. Estas líneas pueden ser coaxiales. Suponer el empleo de coaxial RG 213/U. El transmisor tiene una potencia a la salida del equipo de 35 W, operando a la frecuencia de 400 MHz, siendo la longitud de la línea de 30 metros

- 1.1. ¿Cuál es la potencia en W aplicada a la antena debido a la atenuación introducida por la línea teniendo en cuenta la tabla que sigue?

Frecuencia de operación [MHz]	10	50	100	200	400	1000
RG 213/U - At [dB/100m]	2	4.9	7	10.5	15.5	26

- 1.2. ¿Cuál es la longitud que debe tener la antena para un buen rendimiento si es de cuarto de longitud de onda y en qué banda del espectro normalizada por la UIT opera?

2. Considerando el gráfico que sigue de diagramas de estado de técnicas de modulación continua digital indique:

- 2.1 Las denominaciones de las modulaciones que corresponden a cada diagrama.
- 2.2 El diagrama de la que resulta ser más eficiente y de la con mejor respuesta frente a la probabilidad de errores? Fundamentar.

Diagrama A

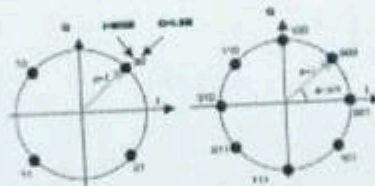


Diagrama B

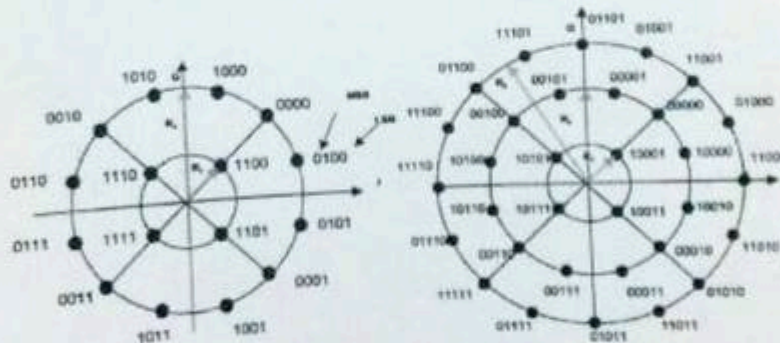


Diagrama C



Diagrama D

3. Se tiene que transmitir a través de un enlace que posee una relación $S/N = 30$ dB, las transmisiones provenientes de una fuente binaria equiprobable constituida por imágenes compuestas por 20 cuadros por segundo, cada cuadro tiene 400 líneas verticales por 500 horizontales y cada pixel del mismo se codifica con 32 niveles de grises equiprobables. Calcular:

- 3.1. La Tasa de Información de la fuente.
- 3.2. El ancho de banda necesario del enlace si la señal se comprime un 50 % a la salida de la fuente.
4. Aplicar el método CRC teniendo en cuenta el polinomio generador $G(x)$, explicando el procedimiento e indicándose si se produjeron errores. Marque en esta hoja los bits que corresponden al resto en T.

$$T = 1101011101$$

$$G(x) = x^4 + x^3 + 1$$

FINAL COMUNICACIONES - TEMA B

TEÓRICOS

- 1.1. Qué tipos de fibra óptica conoce explicándolos brevemente?Cuál provee más ancho de banda? Si el folleto técnico indica un ancho de banda de 500 MHz.km en una distancia de 10 km, ¿cuál es el ancho de banda?
- 1.2. Para una comunicación satelital geoestacionaria se dispone las frecuencias 4 y 6 GHz. Cuál usaria en el up-link y cuál en el down-link? Por qué no se puede usar la misma frecuencia en ambos sentidos? Justifique brevemente sus respuestas.
- 2.1. Qué es el modelo OSI y cuáles son las capas que define?
- 2.2. En este modelo a qué se le llama protocolo y a qué interfase? Mencione un ejemplo de dispositivo considerado de capa 2.

Monomodo, multimodo índice escalonado, multimodo índice gradual

2.1 El modelo OSI es una norma de estandarización de ISO que establece un marco para interconectar sistemas heterogéneos abiertos. Las capas son:

- 1) Física
- 2) Enlace
- 3) Red
- 4) Transporte
- 5) Sesión
- 6) Presentación
- 7) Aplicación

2.2 Protocolo es un conjunto de reglas y procedimientos preestablecidos y conocidos por todos que se utilizan para la comunicación entre 2 capas iguales de distintos dispositivos. Interfase es un contrato provisto por la capa inferior a la capa superior para que una PDU de capa superior se pueda encapsular

3. Se tiene que transmitir a través de un enlace que posee una relación $S/N = 30$ dB las transmisiones provenientes de una fuente binaria constituida por imágenes compuestas por 20 cuadros por segundo, cada cuadro tiene 400 líneas verticales por 500 horizontales y cada pixel del mismo se codifica con 32 niveles de grises equiprobables. Calcular:

3.1. La Tasa de Información de la fuente.

3.2. El ancho de banda necesario del enlace si se comprime un 50 % a la salida de la fuente.

$400 * 500 * 5 = \text{ans} * 20$? esto me da la tasa de transmision

$400 * 500 * 5 * 20 = \text{ans} * 50 \%$ y esto es el 50% de la salida de la fuente

20Mbps -> 50 % 10Mbps

10Mbps = $\log_2 (1001)$

FINAL COMUNICACIONES - TEMA E

PRÁCTICOS

1. Un equipo de radioeléctrico se vincula a su antena mediante la línea de transmisión que se ocupa de la transferencia de energía en un sentido u otro con la menor pérdida y distorsión. Estas líneas pueden ser coaxiales. Suponer el empleo de coaxial RG 213/U. El transmisor tiene una potencia a la salida del equipo de 35 W, operando a la frecuencia de 300 MHz, siendo la longitud de la línea de 30 metros.

1.1. ¿Cuál es la potencia en W aplicada a la antena debido a la atenuación introducida por la línea teniendo en cuenta la tabla que sigue?

Frecuencia de operación [MHz]	10	50	100	200	400	1000
RG 213/U - At [dB/100m]	2	4.9	7	10.5	15.5	26

1.2. ¿Cuál es la longitud que debe tener la antena para un buen rendimiento si es de cuarto de longitud de onda y en qué banda del espectro normalizada por la UIT opera?

2. Suponiendo una imagen de 800 líneas horizontales y 300 puntos discretos por línea donde cada punto tiene 8 niveles equiprobables de brillo y un vocabulario de 150000 palabras equiprobables.

2.1. Calcular la cantidad de palabras que serían necesarias para describir la imagen.

2.2. Calcular la velocidad de transmisión de un enlace que permita transmitir un vídeo compuesto por 500 imágenes en 10 minutos.

3. Necesitamos duplicar la capacidad de transporte de información de un canal de video cuyo ancho de banda (AB) es de 4KHz y tiene una relación señal a ruido (S/N) de 20dB.

3.1. Sabiendo que utilizaremos el mismo canal, necesitamos saber cuántas veces debemos aumentar la S/N para lograrlo.

3.2. ¿Cuál será la nueva S/N medida en dB?

FINAL COMUNICACIONES - TEMA E

TEÓRICOS

4. Modulación. Considerando el gráfico que sigue de diagramas de estado de técnicas de modulación continua digital indicadas:

51 4.1. Las denominaciones de las modulaciones que corresponden a cada diagrama.

4.2. El diagrama de la modulación que resulta tener una mayor eficiencia espectral y la que posee una mejor respuesta frente a la probabilidad de errores a igualdad de energía? Fundamentar.

Diagrama A

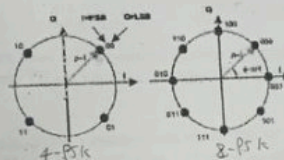


Diagrama B

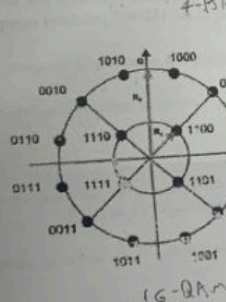
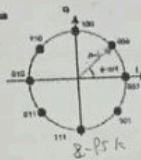


Diagrama C

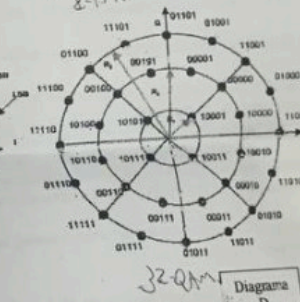


Diagrama D

Medios de comunicaciones

51 5.1. En el cable UTP, cómo se denomina el efecto que se minimiza con el trenzado del par? Explíquelo brevemente indicando la expresión de cálculo.

51 5.2. Qué es el efecto pelicular? En qué medios se produce? Explique brevemente y relacionelo con las señales de comunicaciones.

Códigos de línea

6.1. Cómo se comporta un código unipolar frente a un código polar respecto de probabilidad de error y de componente continua?

6.2. A qué código se le denomina Autosincronizante? Explique por qué.

FINAL COMUNICACIONES - TEMA E

PRÁCTICOS

1. Un equipo de radioeléctrico se vincula a su antena mediante la línea de transmisión que se ocupa de la transferencia de energía en un sentido u otro con la menor pérdida y distorsión. Estas líneas pueden ser coaxiales. Suponer el empleo de coaxial RG 213/U. El transmisor tiene una potencia a la salida del equipo de 35 W, operando a la frecuencia de 300 MHz, siendo la longitud de la línea de 30 metros.

- 1.1. ¿Cuál es la potencia en W aplicada a la antena debido a la atenuación introducida por la línea teniendo en cuenta la tabla que sigue?

Frecuencia de operación [MHz]	10	50	100	200	400	1000
RG 213/U - At [dB/100m]	2	4.9	7	10.5	15.5	26

- 1.2. ¿Cuál es la longitud que debe tener la antena para un buen rendimiento si es de cuarto de longitud de onda y en qué banda del espectro normalizada por la UIT opera?

2. Suponiendo una imagen de 800 líneas horizontales y 300 puntos discretos por línea donde cada punto tiene 8 niveles equiprobables de brillo y un vocabulario de 150000 palabras equiprobables.

- 2.1. Calcular la cantidad de palabras que serían necesarias para describir la imagen.

- 2.2. Calcular la velocidad de transmisión de un enlace que permita transmitir un video compuesto por 300 imágenes en 10 minutos.

3. Se debe establecer la comunicación por medio radioeléctrico entre dos nodos de una red. Se dispone en el depósito de la empresa de 6 equipos cuya marca y características son las siguientes:

- YAESU HF 16 QAM
- YAESU VHF 64 QAM
- MOTOROLA HF 16 PSK
- MOTOROLA VHF 64 QAM
- KENWOOD UHF 64 QAM
- KENWOOD VHF 16 PSK

- 3.1. Elija dos equipos que permitan establecer la comunicación entre nodos justificando su elección.

- 3.2. Si la velocidad de modulación es de 1200 baudios, qué velocidad de transmisión se alcanzará en el enlace?

TEÓRICOS

4. Medios de comunicaciones

- 4.1. En el cable UTP, cómo se denomina el efecto que se minimiza con el trenzado del par? Explíquelo brevemente indicando la expresión de cálculo.

- 4.2. Qué es el efecto pelicular? En qué medios se produce? Explique brevemente y relaciónelo con las señales de comunicaciones.

5. Códigos de línea

- 5.1. Cómo se comporta un código unipolar frente a un código polar respecto de probabilidad de error y de componente continua?

- 5.2. A qué código se lo denomina Autosincronizante? Explique por qué.