



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO “HUAQUILLAS”

Guía didáctica

Tecnología
<ul style="list-style-type: none">▪ Redes y Telecomunicaciones

Autor (a)

✚ Ing. Alexander Socola
✚ Sánchez Joel
✚ Suárez Pablo
✚ Tenesaca María

Huaquillas – Ecuador

2024



Misión del instituto

Formar profesionales competentes, creativos, investigadores e innovadores con altos valores éticos y espíritu emprendedor, que generen soluciones a los problemas y necesidades del sector fronterizo sur.

Visión del instituto

Formar profesionales competentes, creativos, investigadores e innovadores con altos valores éticos y espíritu emprendedor, que generen soluciones a los problemas y necesidades del sector fronterizo sur.



Índice de contenido

Misión del instituto	2
Visión del instituto	2
1 Prologo	5
2 Introducción.	8
3 Saludo a los estudiantes.....	8
3.1 Objetivo general	9
3.2 Objetivos específicos	9
4 Contenido técnico	10
4.1 Introducción.....	12
4.2 Sistema de Comunicación.....	14
4.2.1 Elementos de un sistema de comunicación.....	15
4.2.2 Características de los medios físicos.....	15
4.2.3 Canal:	16
4.3 Capacidad del canal de transmisión.....	23
4.4 Teorema de Nyquist	24
4.4.1 Teorema de Nyquist (Capacidad de canal ideal)	24
4.5 Teorema de Shannon.....	25
4.5.1 Teorema de Shannon (Capacidad de canal ideal).....	26
4.6 Modulación.....	27
4.7 Demodulación	28
4.8 Modulación AM (Amplitud modulada).....	29
4.8.1 Ancho de banda de AM	30
4.8.2 Índice de modulación AM.....	30



4.8.3	Sobre modulación AM	31
4.9	Modulación en frecuencia (FM)	32
4.9.1	ACTIVIDADES PROPUESTAS	33
4.10	Modulación PSK.....	34
4.11	Modulación QAM.....	36
4.12	Códigos de línea	38
4.12.1	Código de línea Unipolar NRZ.....	39
4.12.2	Código de línea Unipolar RZ.....	39
4.12.3	Código de línea Polar NRZ	40
4.12.4	Código de línea Polar RZ.....	40
4.12.5	Código de línea Bipolar NRZ	41
4.12.6	Código de línea Bipolar RZ.....	41
4.12.7	Código de línea Manchester	41
4.13	Multiplicación.....	42
4.13.1	Técnicas básicas	42
4.14	Medios de transmisión	44
4.14.1	Medios de transmisión guiados	44
4.14.2	Medios de transmisión No Guiados	47
4.15	Redes MAN/LAN inalámbricas.....	49
5	Créditos y responsables	51
6	Glosario	52
7	Solucionario	52
8	Referencias.....	54



Tabla de Figuras

Figura 1: Señales.	12
Figura 2: Sistema de telecomunicaciones.	13
Figura 3: Comunicación.	14
Figura 4: Componentes de un sistema de comunicación.	15
Figura 5: Elementos de un sistema de comunicación.	15
Figura 6: Características.	15
Figura 7: Medios de transmisión.	16
Figura 8: fenómenos naturales.	16
Figura 9: Ruido térmico.	17
Figura 10: Ruido cósmico.	17
Figura 11: Ejemplo.	18
Figura 12: Cable de par trenzado.	18
Figura 13: Interferencia inalámbrica.	19
Figura 14: WIFI Espectro 2.402 – 2.472GHz.	19
Figura 15: Distorsión.	20
Figura 16: Atenuación.	20
Figura 17: Atenuación de señal digital.	21
Figura 18: Atenuación de señal digital.	21
Figura 19: Atenuación con voltaje.	22
Figura 20: Ejercicio de atenuación de señal.	22
Figura 21: Canal de transmisión.	23
Figura 22: Teorema de Nyquist.	24
Figura 23: Teorema de Shannon.	25
Figura 24: Teorema de Nyquist.	26
Figura 25: Capacidad de canal ideal Shannon.	27
Figura 26: modulación.	28
Figura 27: Demodulación.	28
Figura 28: Transmisión de frecuencia.	29
Figura 29: modulación AM.	30



Figura 30: Modulación de frecuencia FM.	32
Figura 31: modulación PSK.....	35
Figura 32: Modulación BPSK.	35
Figura 33: Modulación QPSK.	36
Figura 34: Simulink PSK.....	36
Figura 35: Modulación QAM.....	37
Figura 36: M-QAM.....	38
Figura 37: Códigos de línea.....	39
Figura 38: Unipolar NRZ.....	39
Figura 39: Unipolar Rz.....	40
Figura 40: Código de línea pola NRZ.	40
Figura 41: Polar RZ.....	40
Figura 42: Bipolar NRZ.....	41
Figura 43: Bipolar RZ.	41
Figura 44: Manchester.....	42
Figura 45: Multiplicación por división de frecuencias	43
Figura 46: Multiplexación por división de tiempo.....	43
Figura 47: cable de par trenzado.....	45
Figura 48: Cable UTP.....	46
Figura 49: Cable coaxial.....	47
Figura 50: Redes inalámbricas.....	50
Figura 51: Señal del solucionario de la autoevaluación 1.....	53
Figura 52: Respuesta de la autoevaluación 2.	53



1 Prologo

La presente guía didáctica ha sido elaborada con el objetivo de proporcionar a los estudiantes una herramienta comprensiva y detallada que facilite su aprendizaje en el área de Redes y Telecomunicaciones. En el Instituto Superior Tecnológico “Huaquillas”, nos esforzamos por formar profesionales competentes, creativos e innovadores, capaces de enfrentar y solucionar los retos del sector fronterizo sur de Ecuador. Este compromiso se refleja en la estructura y contenido de esta guía, que ha sido diseñada pensando en las necesidades educativas y profesionales de nuestros estudiantes.

El avance tecnológico en el campo de las telecomunicaciones exige una formación sólida y actualizada. Por ello, esta guía no solo se enfoca en los fundamentos teóricos, sino también en la aplicación práctica a través de simulaciones y ejercicios con el software MATLAB, ampliamente reconocido en la industria. Los temas abarcan desde los conceptos básicos de los sistemas de comunicación hasta los detalles de la modulación y la transmisión de datos, proporcionando un conocimiento integral que prepara a los estudiantes para los desafíos del mundo real.

Agradecemos a los autores y colaboradores, Ing. Alexander Socola, Sánchez Joel, Suárez Pablo y Tenesaca María, por su dedicación y esfuerzo en la elaboración de este material. Su experiencia y conocimiento han sido fundamentales para crear una guía que no solo instruye, sino que también inspira a nuestros estudiantes a alcanzar la excelencia en su formación profesional.

Esperamos que esta guía sea de gran utilidad y contribuya significativamente al desarrollo académico y profesional de los estudiantes, ayudándoles a convertirse en líderes innovadores en el campo de las telecomunicaciones.

Huaquillas, Ecuador 2024



2 Introducción.

Tu aprendizaje es lo que más nos importa, queremos que cuando acabes la materia por medio de esta Guía Didáctica sientas que hemos llenado tus expectativas en lo que respecta a la forma de cómo se transmiten los datos por diferentes medios y todo el proceso necesario para que una señal analógica o digital pueda ir desde un transmisor a un receptor.

El principal programa que ocuparemos para realizar las simulaciones es el Software MATLAB, que se caracteriza por ser un entorno de programación y procesamiento de datos a nivel industrial, simularemos diferentes entornos de transmisión variando el tipo de modulación y tasa de datos a transmitir en un entorno real.

3 Saludo a los estudiantes.

Estimad@s estudiantes reciban un cordial saludo en este nuevo ciclo, esperando que el estudio de esta materia como es la de sistemas de comunicación y los nuevos conocimientos adquiridos sean fructíferos para el cumplimiento de sus objetivos como futuros profesionales



3.1 Objetivo general

La Guía Didáctica de Sistemas de comunicación tiene como principal objetivo presentar una distribución de los contenidos que serán vistos en el presente ciclo académico, así como las actividades y talleres que se han propuesto para llevar la materia de una manera interactiva y participativa con los estudiantes.

El objetivo de la asignatura es:

Comprender el alcance e implicaciones de la transmisión de datos en medios guiados y no guiados, en relación con ello, conocer los tipos de modulación y medios de transmisión disponibles para los sistemas de transmisión actuales.

3.2 Objetivos específicos

- Diferenciar los dominios del tiempo y frecuencia de las señales de transmisión con modulaciones analógicas y digitales.
- Reconocer y elegir adecuadamente los parámetros de transmisión del canal para no sobrepasar la capacidad del canal y realizar una adecuada transmisión de la señal.
- Distinguir las ventajas y desventajas de los medios de transmisión guiados y no guiados y saber elegir adecuadamente la interfaz de comunicación.

4 Contenido técnico

UNIDAD I: Introducción a los sistemas de transmisión

- Sistemas de comunicación
- Dominio del tiempo vs dominio de la frecuencia
- Señales analógicas y digitales
- Transmisor: modulación y amplificador de potencia
- Receptor: mecanismos de sincronía y demodulación
- Medios de transmisión: simplex, half duplex y full duplex.

UNIDAD II: Canal de transmisión

- Ancho de banda del canal de transmisión
- BER (Bit Error Rate)
- Capacidad de canal
 - Canal sin ruido
 - Canal con ruido
- Eficiencia
- Relación señal a ruido (SNR)

UNIDAD III: Sistemas de transmisión analógicos

- Modulación de onda continua
 - Angular
 - Lineal
- Alteraciones de la señal
 - Distorsión
 - Interferencia
 - Ruido
 - Atenuación

UNIDAD IV: Sistemas de transmisión digitales

- Modulación de onda continua



- ASK
- FSK
- PSK
- QAM
- OFDM
- Codificación de línea

UNIDAD V: Códigos fuente y transmisión de la información

- Códigos Fuente
- Clasificación de los modos de transmisión
 - Serial y paralela
 - Síncrona y asíncrona
- Alteraciones de la señal

UNIDAD VI: Multiplexación y demultiplexación

- Multiplexación de la señal
 - FDM
 - TDN
- Demultiplexación de la señal
 - FDD
 - TDD

UNIDAD VII: Medios de transmisión

- Guiados
 - Coaxial
 - Fibra óptica
- No Guiados
 - Enlaces inalámbricos
 - Microondas
 - Enlaces Satelitales

UNIDAD I

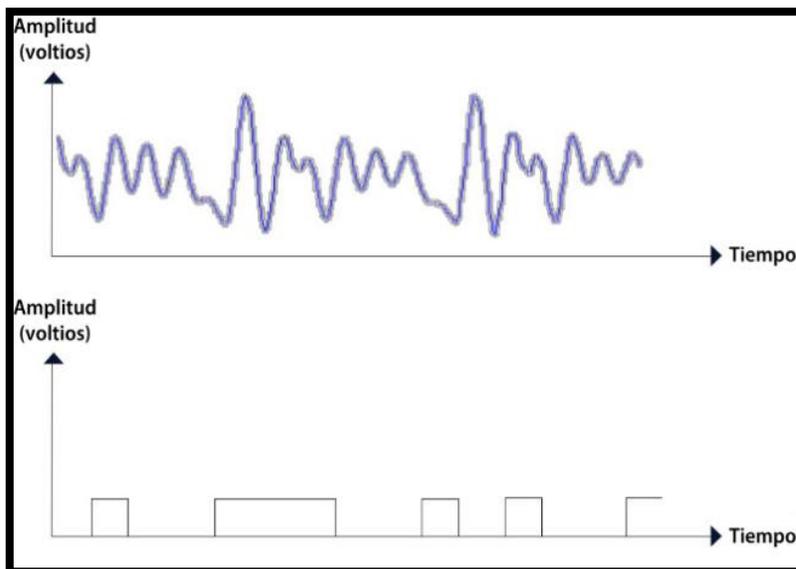
Presentar los conceptos previos que usan en un sistema de comunicación, con la teoría se realizará una introducción a la materia presentando los conceptos del dominio del tiempo y la frecuencia que son esenciales en la transmisión de señales analógicas y digitales.

"En el transmisor se tienen diferentes dispositivos que cumplen diferentes funciones, la principal convertir las señales eléctricas a señales que se puedan transmitir según el medio o canal de transmisión" (Alabajos, 2024).

4.1 Introducción

Una señal es una representación matemática de la evolución de una magnitud física (o una medida) respecto de algún o algunos parámetros; generalmente tiempo o espacio. Esta magnitud física puede ser voltaje, intensidad eléctrica, presión, temperatura, intensidad lumínica, etc.;

Figura 1.
Señales.



Nota. En la siguiente imagen se puede observar una representación de una señal.

Para que la información (**señal**) pueda transmitirse, es necesario auxiliarse de algún tipo de energía portadora (**señal portadora**), en la cual se codifica la información mediante el proceso llamado modulación.

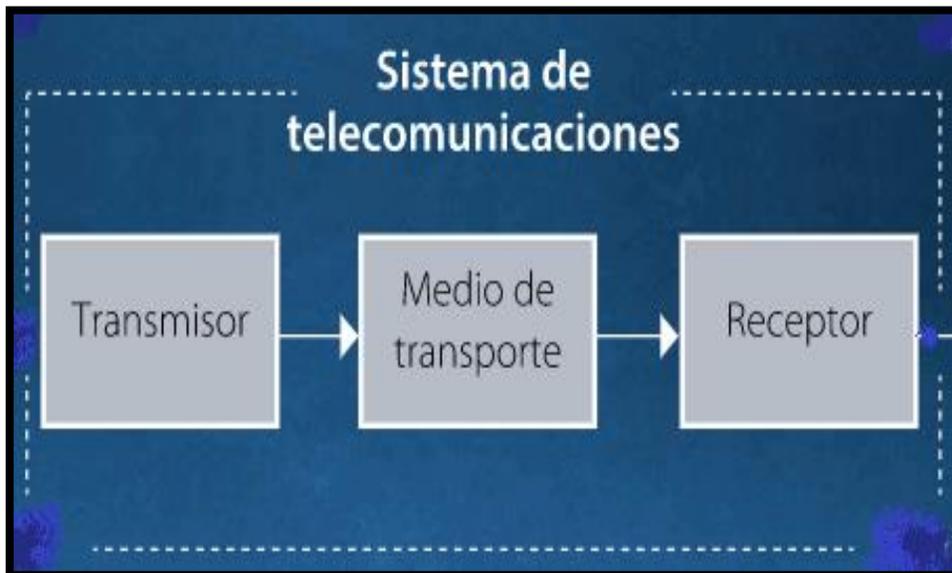
La energía portadora puede ser eléctrica o luminosa, dependiendo del medio de transmisión que se utilice; puede ser fibra óptica, cables de cobre, ondas de radio, entre otros.

Las señales que se generan se procesan, se transmiten y se reciben en un sistema de comunicaciones, estas pueden ser de naturaleza analógica o digital; siempre representan algún tipo de información.

Al conocer los diferentes tipos de señales que pueden transmitirse y sistemas de comunicación, mediante el estudio de sus características, puedes determinar cuáles son las indicadas para enviar información a corta o larga distancia, tal como se realiza en un sistema de telecomunicaciones.

Figura 2.

Sistema de telecomunicaciones.



Nota. Se puede observar las 3 cosas que se utiliza en un sistema de comunicación.

4.2 Sistema de Comunicación

¿Comunicación? *Transferencia de información de un lugar a otro lugar.*

Debe ser:

- Eficiente
- Confiable
- Segura

Figura 3.
Comunicación.

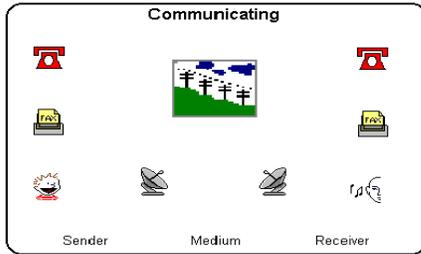


Nota. En la siguiente imagen se puede observar la comunicación entre dos personas que pueden ser representadas entre dos dispositivos.

¿Sistema de Comunicación?, en Telecomunicaciones

Componentes o subsistemas que permiten la transferencia/intercambio de información.

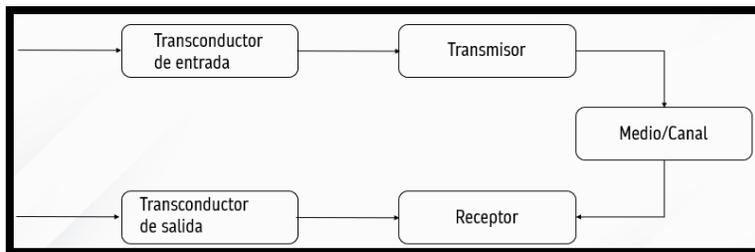
Figura 4.
Componentes de un sistema de comunicación.



Nota. Se puede observar todos los componentes por la cual transmiten información.

4.2.1 Elementos de un sistema de comunicación

Figura 5.
Elementos de un sistema de comunicación.



Nota. Se puede observar todos los elementos esenciales que utiliza un sistema de comunicación.

4.2.2 Características de los medios físicos

Figura 6.
Características.

Frecuencia	Medio/canal de propagación	Aplicación
10 ¹¹ – 10 ¹⁵ Hz	Fibra óptica	Datos de banda ancha
1GHz – 10GHz	Guías de onda/enlaces inalámbricos	Satélites, telefonía celular
1Mhz – 1GHz	Cable coaxial/radio	TV, FM
1KHz – 1MHz	Par trenzado/ondas	AM, telefonía, aeronáutica

Nota. En la siguiente imagen se puede observar las características del medio/canal de propagación.

4.2.3 Canal:

- Medio que hace de nexo entre el transmisor y receptor
- Medio por el cual se transmite la señal de información

Figura 7.

Medios de transmisión.

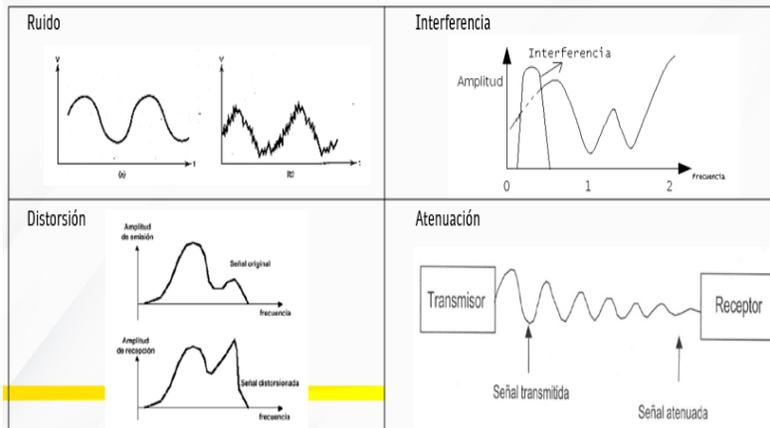


Nota. Se puede observar todos los medios por el cual se transmite la información.

En el canal la señal se degrada, sufre algunos cambios, por lo general se introduce:

Figura 8.

Fenómenos naturales.

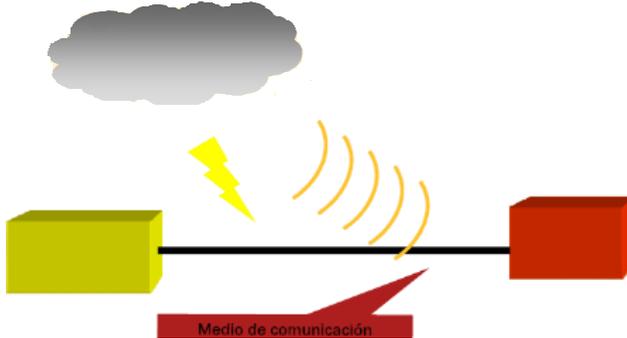


Nota. En la siguiente imagen se puede observar los principales fenómenos que pueden afectar en la señal.

Ruido: Toda aquella energía indeseada que se obtiene en el receptor y que procede de otras fuentes distintas a la del transmisor.

Ruido térmico: Es debido al movimiento aleatorio de los electrones, originado por la energía térmica (calor - frío).

Figura 9.
Ruido térmico.



Nota. En la siguiente imagen se puede observar un ejemplo sobre lo que puede causar un ruido térmico en el medio de comunicación.

Ruido cósmico: Es generado en el espacio exterior, fuera de la atmósfera terrestre (cosmos). Las principales fuentes son: El sol, La Vía Láctea, etc., afecta principalmente a comunicaciones con una frecuencia mayor a 15MHz. (Ogunmodimu et al., 2018)

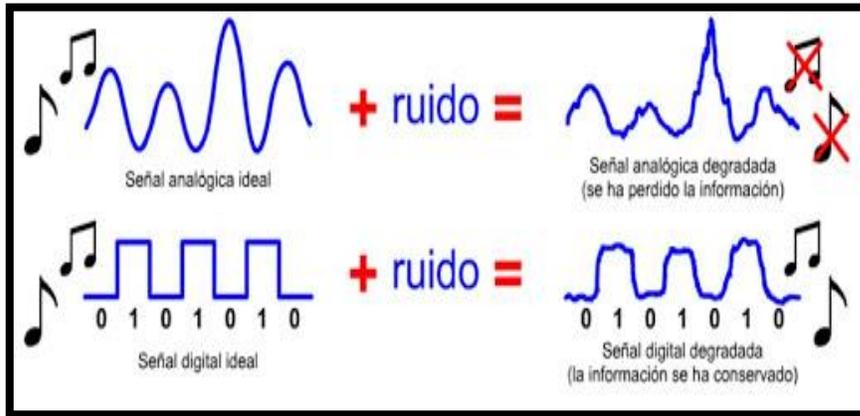
Figura 10.
Ruido cósmico.



Nota. Se puede observar un ejemplo del espacio exterior sobre el ruido cósmico.

Ejemplo de ruido en señales

Figura 11.
Ejemplo.



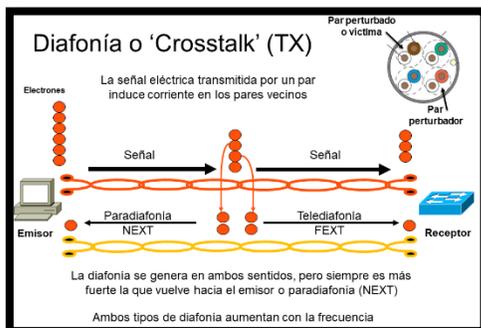
Nota. En la imagen se observa un ejemplo de ruido, lo que provoca en la señal el ruido.

4.2.3.1 Interferencia:

Señales procedentes de otros usuarios, que comparten parte del espectro o que trabajan en regiones próximas a nuestra señal. Las interferencias pueden venir de otros sistemas de comunicaciones:

Cable de par trenzado: cruce de comunicaciones (diafonía), señales se cruzan entre pares

Figura 12.
Cable de par trenzado.

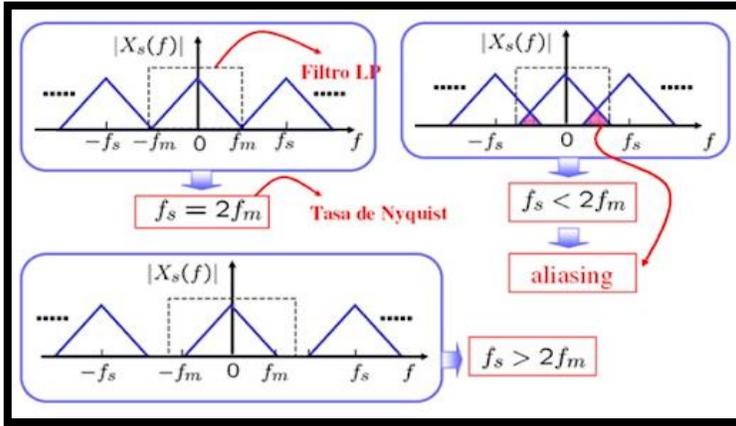


Nota. En la siguiente imagen se puede observar todas las características y un ejemplo de un cable de par trenzado.

Interferencia Inalámbrica: Bandas de frecuencia se solapan

Figura 13.

Interferencia inalámbrica.

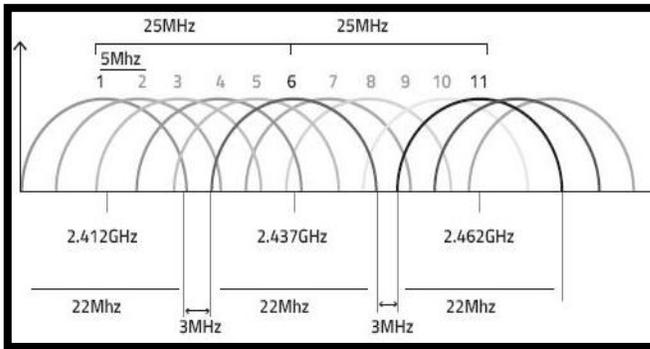


Nota. Se pueden observar algunos ejemplos sobre la interferencia inalámbrica.

Interferencia Inalámbrica WIFI Espectro 2.402 – 2.472GHz

Figura 14.

WIFI Espectro 2.402 – 2.472GHz



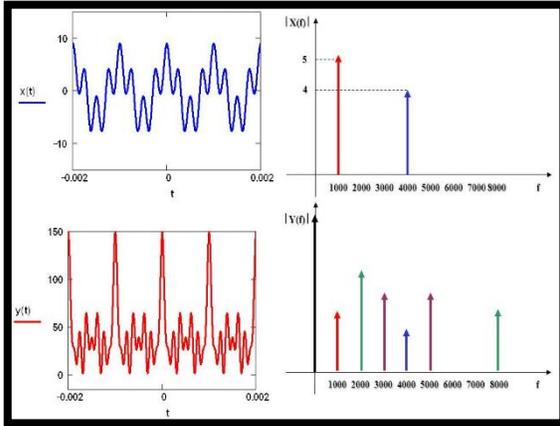
Nota. La imagen muestra los canales Wi-Fi en la banda de 2.4 GHz. Los canales 1, 6 y 11 son los únicos que no se superponen, lo que ayuda a reducir interferencias.

4.2.3.2 Distorsión:

“Es la alteración de la forma de una señal cuando pasa a través de un sistema, cambiando componentes como: amplitud, frecuencia o fase en desigual proporción.”

(Distorsiones, 2021)

Figura 15.
Distorsión.

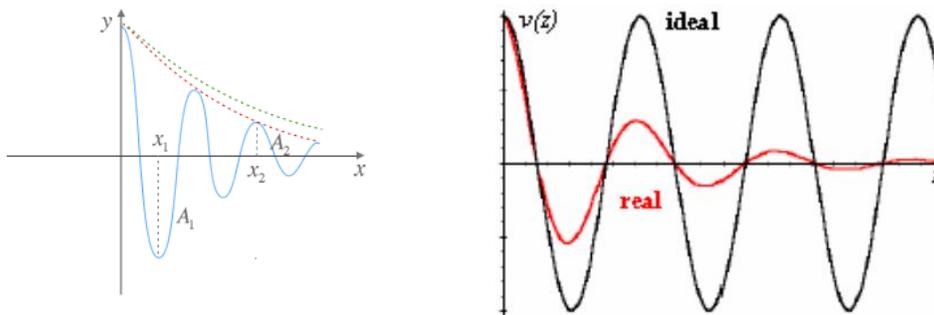


Nota. La imagen muestra dos señales y sus transformadas de Fourier, que indican las frecuencias presentes en cada señal.

4.2.3.3 Atenuación:

Se denomina atenuación de una señal sea, eléctrica, acústica, óptica o inalámbrica, a la pérdida de potencia sufrida por la misma al transitar por cualquier medio/canal de transmisión.

Figura 16.
Atenuación.

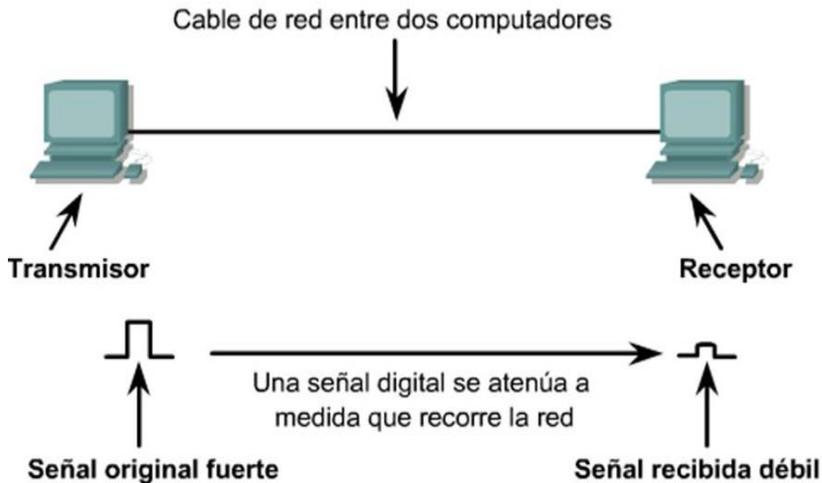


Nota. La imagen muestra una función oscilante con amplitud decreciente a medida que avanza en el eje x, indicando un comportamiento amortiguado.

Atenuación de señal digital

Figura 17.

Atenuación de señal digital.



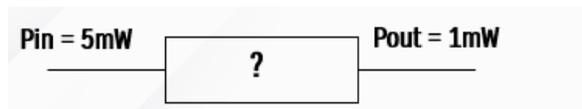
Nota. En la imagen muestra como una señal digital se atenúa a medida que recorre la red en las dos computadoras.

Unidades en que se expresa la pérdida de potencia o atenuación son los decibeles o dB.

Figura 18.

Atenuación de señal digital.

$$\alpha = 10 * \log_{10} * \frac{P_{out}}{P_{in}}$$



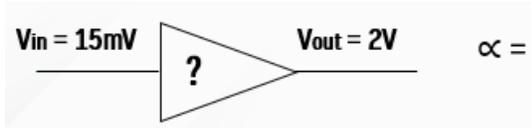
Nota. En la siguiente figura se puede observar la fórmula de una atenuación digital.

A un amplificador se le aplica una señal de entrada de $V_i = 15\text{mV}$ y a su salida se obtiene una señal con un voltaje de 2V . ¿Cuál es la ganancia de tensión (voltaje) del sistema?

Figura 19.

Atenuación con voltaje.

$$\alpha = 20 * \log_{10} * \frac{V_{out}}{V_{in}}$$



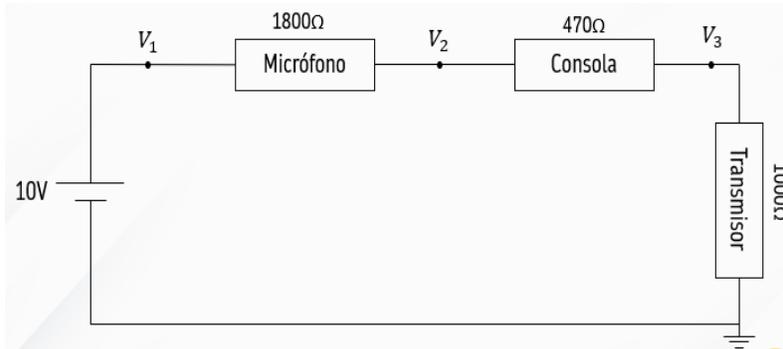
Nota. En la siguiente imagen se puede observar la fórmula de una atenuación de voltaje.

Ejercicios:

Determinar la atenuación de potencia (dB) que se produce en el sistema, debido a las resistencias de los componentes del circuito de transmisión de la siguiente figura.

Figura 20.

Ejercicio de atenuación de señal.



Nota. El ejercicio consta con tres resistencias el cual se estima buscar la atenuación en voltaje.

En las diapositivas que se presentarán los conceptos del sistema de transmisión, así como los principales efectos que se producen cuando una señal se transmite por un canal determinado.

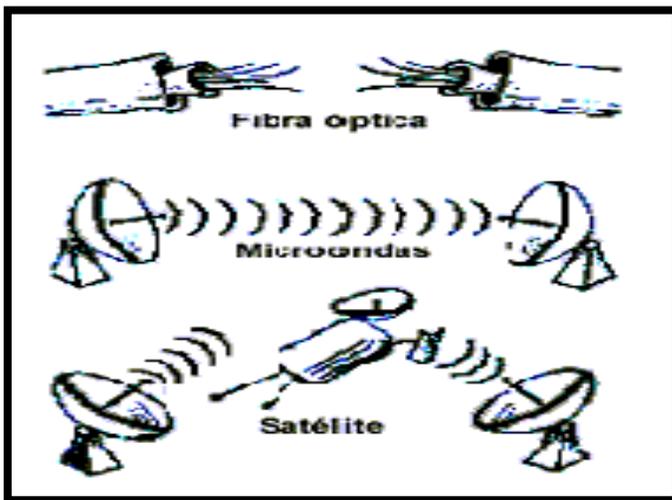
UNIDAD II

Explicar lo que es un canal de transmisión, las principales características que este tiene según el medio que empleemos para transmitir la señal, el principal elemento a tener en cuenta es el ancho de banda, debido a que en un medio alámbrico o inalámbrico este no será el mismo.

4.3 Capacidad del canal de transmisión

“Se llama capacidad del canal a la velocidad a la que se pueden transmitir los datos en un canal de comunicación de datos. La velocidad de transmisión de los datos es expresada en bits por segundo (bps)”. (*Capacidad de Canal de Transmisión, 2020*)

Figura 21.
Canal de transmisión.



Nota. En la siguiente imagen se puede observar 3 medios por el cual se puede transmitir datos e información.

La capacidad de un canal depende del ancho de banda (que depende del transmisor y de la naturaleza del medio de transmisión), el ruido y la tasa de errores permitida.

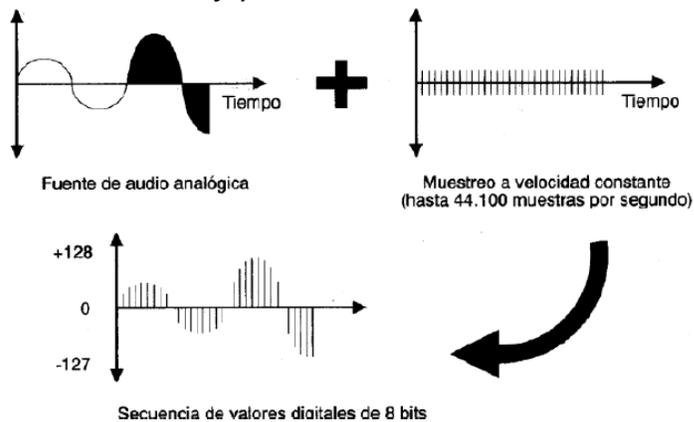
- Cuanto mayor es el ancho de banda mayor el costo del canal.

- Lo deseable es conseguir la mayor velocidad posible dado un ancho de banda limitado, no superando la tasa de errores permitida.
- El Mayor inconveniente para conseguir esto es el RUIDO.

4.4 Teorema de Nyquist

Afirma que cuando se muestrea una señal, la frecuencia de muestreo debe ser mayor que 2 veces el ancho de banda de la señal de entrada, para poder reconstruir la señal original a partir de las muestras. (*Universidad de Quilmes, 2024.*)

Figura 22.
Teorema de Nyquist.



Nota. Este proceso ilustra cómo una señal de audio analógica se digitaliza para su procesamiento y almacenamiento en formato digital

4.4.1 Teorema de Nyquist (Capacidad de canal ideal)

En 1924, Nyquist planteó la existencia de un límite en la capacidad de un canal ideal (sin ruido ni distorsiones) de ancho de banda finito. El teorema de Nyquist establece que la velocidad máxima de transmisión de datos en bps viene limitada por la siguiente fórmula:

$$C = 2 \omega \log_2 n$$

ω es el ancho de banda o frecuencia de la señal (expresado en Hz).

n es el número de niveles posibles de la señal.

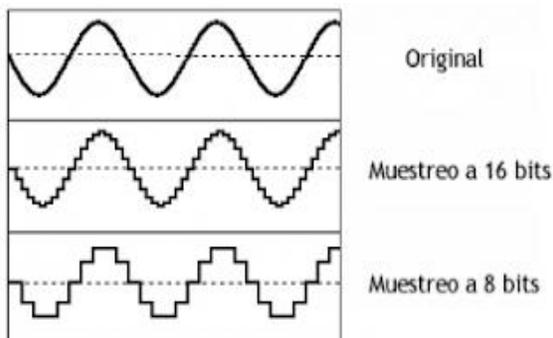
Por tanto, Nyquist establece que, aumentado los niveles de tensión diferenciables en la señal, es posible incrementar la cantidad de información transmitida.

Ejemplo, el valor de n para una señal digital binaria es 2 por ser señales de dos niveles posibles. Un canal sin ruido de 3 kHz no podrá transmitir señales binarias a una velocidad mayor que 6.000 bps.

4.5 Teorema de Shannon

Según el teorema de Shannon-Hartley, "el teorema establece la capacidad del canal de Shannon, una cota superior que establece la máxima cantidad de datos digitales que pueden ser transmitidos sin error (esto es, información) sobre dicho enlace de comunicaciones con un ancho de banda específico y que está sometido a la presencia de la interferencia del ruido" (Teorema de Shannon-Hartley, 2022).

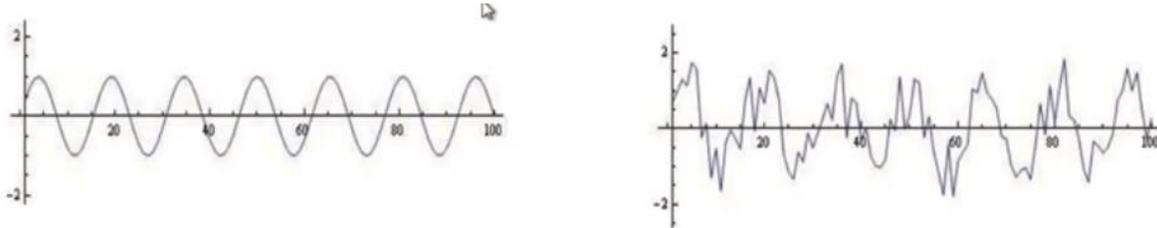
Figura 23.
Teorema de Shannon.



Nota. En la siguiente figura se puede observar cómo funciona el teorema de Shannon.

Según el teorema de Nyquist, para aumentar la capacidad de un canal se deben incrementar los niveles de tensión. Por lo que el receptor debe de ser capaz de diferenciar estos niveles de tensión en la señal recibida, cosa que es dificultada por el ruido. Además, cuanto mayor es la velocidad de transmisión, mayor es el daño que puede ocasionar el ruido.

Figura 24.
Teorema de Nyquist.



Nota. Se observa la señal del teorema de Nyquist.

4.5.1 Teorema de Shannon (Capacidad de canal ideal)

"En 1948, Shannon extendió el trabajo de Nyquist al caso de un canal real sujeto a la aparición de una cierta cantidad de ruido aleatorio. La siguiente expresión, conocida como fórmula de Shannon, proporciona la capacidad máxima en bps de un canal con ruido" (Teoremas Club, 2023).

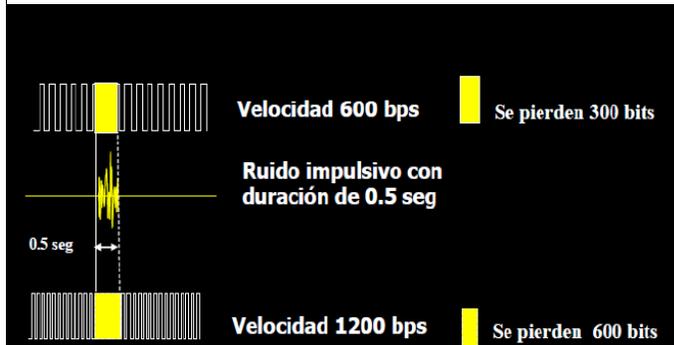
$$C = \omega \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

ω es el ancho de banda o frecuencia de la señal (expresado en Hz).

S es la potencia de la señal útil, que puede estar expresada en vatios, milivatios, etc., (W, mW, etc.).

N es la potencia del ruido presente en el canal, (mW, μ W, etc.)

Figura 25.
Capacidad de canal ideal Shannon.



Nota. Dado un nivel de ruido, cuanto mayor es la velocidad de transmisión mayor es la tasa de errores.

Ejemplo, un canal con ancho de banda de 4000 Hz y una relación señal-ruido de 1.5dB nunca puede transmitir a mucho más de 5.28Kbps, sin importar cuántos niveles de señal se usen.

$$C = \omega \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

Para entender la capacidad del canal hay que diferenciar dos términos que son los teoremas de Nyquist y Shannon, que diferencian a los canales sin ruido y con ruido respectivamente, así tanto la eficiencia como la relación a ruido en cada canal variará

UNIDAD III

Con los conceptos claros respecto al sistema de transmisión y canal, ahora te toca aprender sobre modulaciones, en esta unidad te enseñaremos como se modulan los datos para transmisión de señales analógicas.

4.6 Modulación

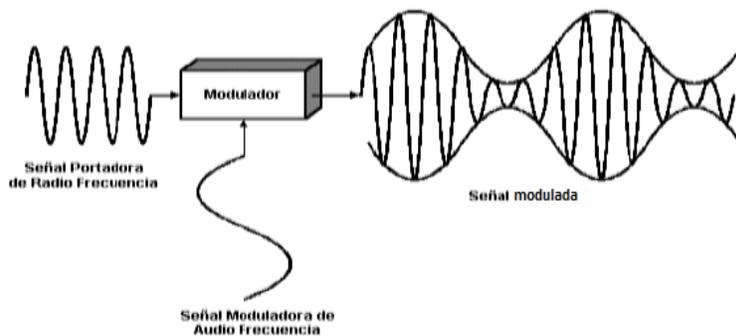
La señal debe tener unos parámetros adecuados. Un canal transmite bien las señales de una determinada frecuencia y mal otras. La modulación intenta conseguir esta adecuación entre señal y canal, de modo que en las

transmisiones utilizamos aquellas frecuencias en las que el canal proporciona la mejor respuesta. (Libretexts, 2022)

Se denomina modulación al proceso de colocar la información contenida en una señal, generalmente de baja frecuencia, sobre una señal de alta frecuencia.

A la señal resultante de este proceso se le denomina señal modulada y ésta es la señal que se transmite.

Figura 26.
Modulación.



Nota. En la siguiente imagen se puede observar un ejemplo de una señal modulada, a través de una señal portadora y moduladora.

4.7 Demodulación

Se llama demodulación al proceso mediante el cual es posible recuperar la señal de datos de una señal modulada.

Figura 27.
Demodulación.



Nota. En la siguiente imagen se puede observar cómo se demodula una señal modulada.

¿Por qué es necesario modular?

Si todos los usuarios transmiten a la frecuencia de la señal original o moduladora, no será posible reconocer la información contenida en dicha señal, debido a la interferencia entre las señales transmitidas por diferentes usuarios.

Figura 28.

Transmisión de frecuencia.



Nota. En la siguiente figura se puede observar cómo los usuarios transmiten datos.

A altas frecuencias se tiene mayor eficiencia en la transmisión, de acuerdo al medio que se emplee.

En resumen, la modulación permite aprovechar mejor el canal de comunicación ya que posibilita transmitir más información en forma simultánea por un mismo canal y/o proteger la información de posibles interferencias y ruidos.

4.8 Modulación AM (Amplitud modulada)

- Los métodos utilizados en la amplitud modulada, como su nombre lo indica consiste en variar la amplitud de la onda de radio.
- La señal portadora se modula de forma que su amplitud varíe con los cambios de amplitud de la señal modulada,

- La frecuencia y la fase de la portadora son siempre las mismas; solamente la amplitud cambia para seguir las variaciones en la información.

4.8.1 Ancho de banda de AM

Las estaciones AM pueden tener frecuencia de portadora en el espectro de la banda entre 530 y 1700 KHz, el ancho de banda de una señal AM es igual al doble del ancho de banda de la señal moduladora.

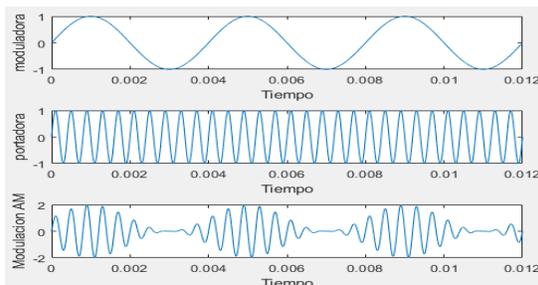
$$B_w AM = 2 * B_w SM$$

El ancho de banda de una señal de audio (voz) es habitualmente 5 KHz. Por tanto, una estación de radio AM necesita un ancho de banda mínimo de 10 KHz. De hecho, la Comisión Federal de Telecomunicaciones (Cofetel) permite 10 KHz para cada estación AM.

4.8.2 Índice de modulación AM

El índice de modulación en AM brinda una medida de la magnitud de la variación que sufre la señal modulada en cuanto a su amplitud. Este índice de modulación representa la relación entre las amplitudes de las ondas moduladora y la portadora. Este índice es expresado en tanto por ciento (%) y también suele llamársele porcentaje de modulación. El nivel más alto de modulación es del 100 % y sucede cuando la amplitud de la portadora es igual a la amplitud de la moduladora ($A_m = A_p$.)

Figura 29.
Modulación AM.



Nota. En la siguiente imagen se observa como una señal moduladora y portadora, se convierte en una modulación AM.

Cuando se manipula la señal de la portadora o moduladora, estoy modulando en menor o mayor medida a la señal

Índice de Modulación (m):

$$m = \frac{A_m \text{ (Amplitud mod)}}{A_p \text{ (Amplitud port)}}$$

4.8.3 Sobre modulación AM

Si la amplitud de la moduladora es mayor que la portadora ($A_m > A_p$) entonces existirá sobre modulación y esto originará pérdida de información audible, trayendo como consecuencia distorsión.

Ejercicios MATLAB

Plotear una señal modulada en amplitud con las siguientes características:

$$f_m = 4\text{KHz}$$

$$f_p = 1500\text{KHz}$$

$$m = 85\%$$

Plotear una señal modulada en amplitud con las siguientes características:

$$f_m = 200\text{Hz}$$

$$f_p = 20\text{KHz}$$

$$m = 112\%$$

Ejercicios Simulink

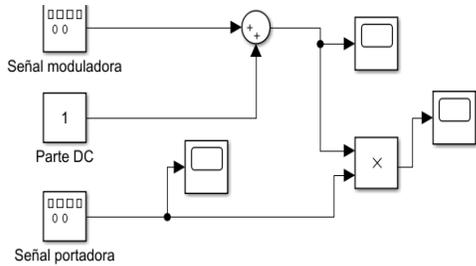
Plotear una señal modulada en amplitud con las siguientes características:

$$f_m = 10\text{KHz}$$

$$f_p = 500\text{KHz}$$

$$m = 100\%$$

Figura 30.
Ejercicio en Simulink.

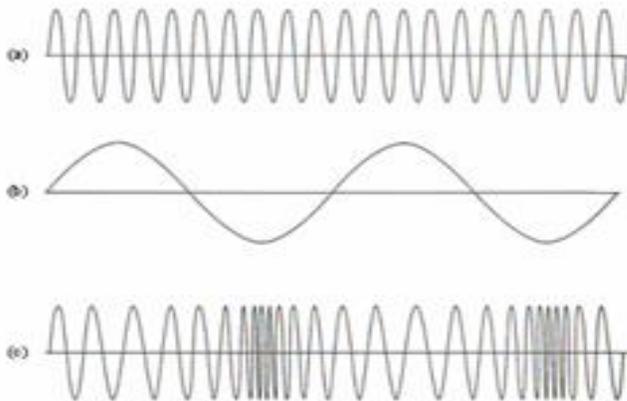


Nota. Se aprecia como queda la simulación en Matlab.

4.9 Modulación en frecuencia (FM)

En la transmisión FM (Frecuencia Modulada), se modula la frecuencia de la señal portadora para seguir los cambios en los niveles de voltaje(amplitud) de la señal modulada. La amplitud pico y la fase de la señal portadora permanecen constantes, pero a medida que la amplitud de la señal de información cambia, la frecuencia de la portadora cambia proporcionalmente. (Modulación FM, 2022)

Figura 31.
Modulación de frecuencia FM.



Nota. en la imagen se observa cómo se modula una frecuencia FM.

En FM la amplitud pico de la portadora permanece constante, mientras que la frecuencia cambia por la acción de la señal moduladora. Como la amplitud de la

señal de información varía, produce corrimientos proporcionales en la frecuencia de la portadora. A medida que se incrementa la amplitud de la señal moduladora, aumenta la frecuencia de la portadora. Si la amplitud de la primera decrece, también disminuye la frecuencia de la segunda, como se señala en la Figura. Así mismo, puede implementarse la relación inversa.

A medida que la señal moduladora varía su amplitud, la frecuencia de la portadora cambia arriba y debajo de su valor central o de reposo cuando no hay modulación. El aumento que la señal moduladora produce en la frecuencia de la portadora se conoce como desviación de frecuencia, f_d .

"La desviación máxima de la frecuencia ocurre en los máximos de amplitud de la señal moduladora. La frecuencia de la señal moduladora determina la relación de desviación de frecuencia, o sea, cuántas veces por segundo la frecuencia de la portadora se desvía arriba y debajo de su frecuencia central. Si la señal moduladora es una onda senoidal de 500 Hz, la frecuencia de la portadora se desvía arriba y debajo de su frecuencia central 500 veces por segundo" (Instituto de Telecomunicaciones, 2023).

La radio o la televisión convencional como ahora la conocemos funciona con datos y un sistema de transmisión analógica, por ello es indispensable conocer la modulación de amplitud, frecuencia y fase.

4.9.1 ACTIVIDADES PROPUESTAS

Actividad 1. De las diapositivas explicadas en clase, realizar un esquema de los elementos que conforman un sistema de comunicación y explicar las principales funciones que realiza.

Actividad 2. Resolver el siguiente problema.

Calcular la atenuación de un sistema de transmisión que se presenta en la **Error! Reference source not found.**, este tiene una potencia de entrada de 5mV y una potencia de salida de 1mV.



Actividad 3. Consultar los anchos de banda de canales de transmisión alámbricos e inalámbricos.

Actividad 4. En un ordenador gráfico resumir las principales características de los canales con y sin ruido

Actividad 5. Realizar simulaciones de modulaciones analógicas en Amplitud y Frecuencia, dentro del espectro de frecuencias permitidos en el Software MATLAB.

UNIDAD IV

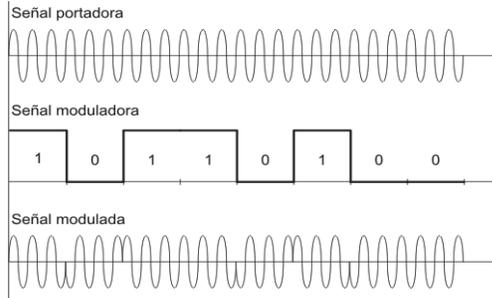
Hoy en día como la tecnología evoluciona continuamente, por ello se han implementado sistemas de transmisión digitales que mejoran la tasa de transmisión de datos y por ende la capacidad del canal, pero esto tiene algo que juega en contra y es que el medio o canal de transmisión es más susceptible a interferencias.

4.10 Modulación PSK

"En la modulación por desplazamiento de fase (PSK, Phase Shift Keying), la fase de la portadora cambia para representar el 1 o el 0 binario. Tanto la amplitud pico como la frecuencia permanecen constantes mientras la fase cambia. Por ejemplo, si se comienza con una fase de 0 grados para representar un 1 binario, se puede cambiar la fase a 180 grados para enviar un 0 binario" (U6 Dispositivos de Comunicación ITSTulum, n.d.).

Figura 32.

Modulación PSK.

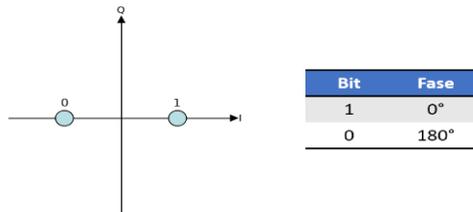


Nota. En la imagen se puede observar como una señal portadora y una señal moduladora se convierte en una señal modulada PSK.

El método anterior se denomina a menudo 2-PSK, o PSK binario, debido a que se usan dos fases distintas (0 y 180 grados). Un segundo diagrama, denominado constelación o diagrama fase estado, muestra la misma relación ilustrando solamente las fases.

Figura 33.

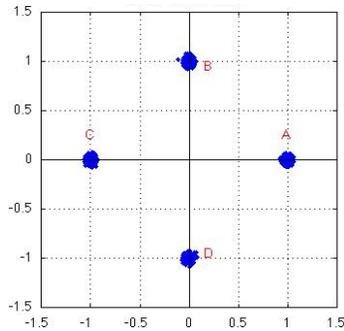
Modulación BPSK.



Nota. Se observa las 2 fases de la modulación y la constelación.

Además, en lugar de utilizar solamente dos variaciones de una señal, cada una representando un bit, se pueden utilizar cuatro variaciones y dejar que cada desplazamiento de fase represente dos bits QPSK o 4PSK.

Figura 34.
Modulación QPSK.



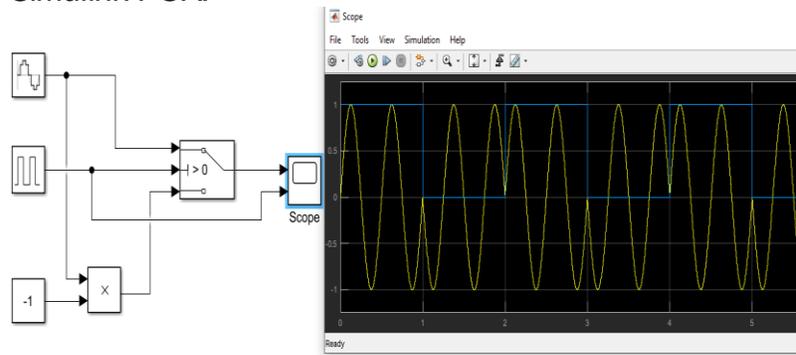
Bit	Fase
00	0°
01	90°
10	180°
11	270°

Nota. Se puede observar La constelación de la modulación QPSK.

Se puede extender esta idea hasta 8-PSK. En lugar de 90 grados se puede variar la señal en desplazamientos de 45 grados. Con ocho fases distintas, cada desplazamiento puede representar 3 bits (untribit) al mismo tiempo.

Ejemplo Simulink PSK

Figura 35.
Simulink PSK.



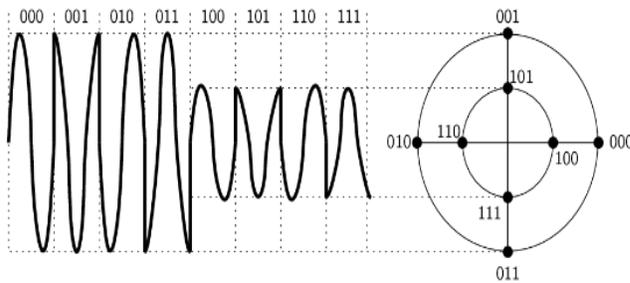
Nota. En la imagen se puede observar una práctica realizada en Simulink sobre una modulación PSK.

4.11 Modulación QAM

Hasta ahora, se han ido alterando únicamente una de las tres características de una señal cuando se desea transmitir, pero ¿qué pasa si se alteran dos?

- Las limitaciones del ancho de banda hacen que las combinaciones de FSK con otros cambios sean prácticamente inútiles.
- Pero ¿por qué no combinar ASK y PSK? En ese caso se podrían tener x variaciones en fase, y n variaciones en amplitud, dándonos x veces y n posibles variaciones del número correspondiente de bits por variación.

Figura 36.
Modulación QAM.



Nota. En la imagen se muestra todos los datos que se utiliza para realizar una modulación QAM.

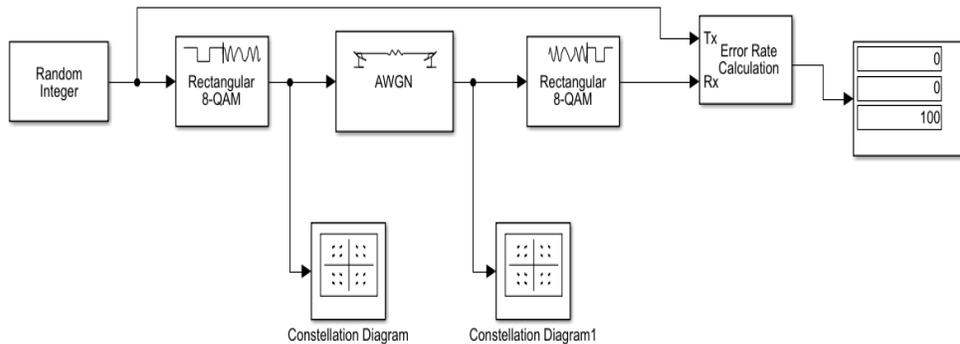
La modulación de amplitud en cuadratura (QAM) varía dos características de la señal, amplitud y fase.

Las variaciones posibles de QAM son numerosas. Teóricamente, cualquier valor medible de cambios en amplitud se puede combinar con cualquier valor de cambios en fase.

En ambos casos, el número de desplazamientos de amplitud es menor que el número de desplazamientos de fase. Debido a que los cambios de amplitud son susceptibles al ruido y requieren diferencias en el desplazamiento de lo que necesitan los cambios en fase.

Ejercicio Simulink M-QAM

Figura 37.
M-QAM.



Nota. En la siguiente imagen se puede observar un ejemplo realizado sobre una modulación M-QAM en Simulink.

Los códigos de línea en transmisiones digitales son los encargados de codificar la información a transmitir, con los ejercicios y prácticas que haremos en clase tu podrás elegir la mejor opción a la hora de transmitir una señal, según los requerimientos que tengas.

UNIDAD V

La transmisión de señales se clasifica en diferentes modos, de esta forma la señal se adecuará al medio y las posibles alteraciones que pueda sufrir serán en menor proporción.

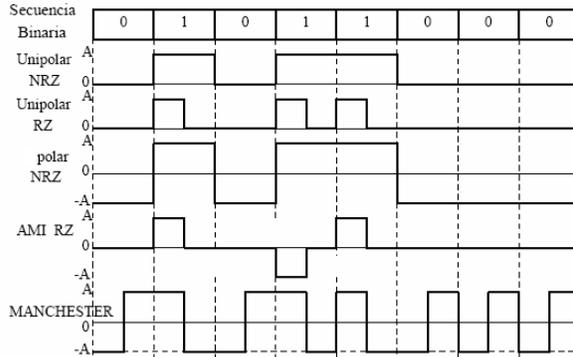
4.12 Códigos de línea

En telecomunicaciones, un código en línea (modulación en banda base) es un código utilizado en un sistema de comunicación para propósitos de transmisión.

Los códigos en línea son frecuentemente usados para el transporte digital de datos. Estos códigos consisten en representar la señal digital transportada respecto a su amplitud respecto al tiempo. La señal está perfectamente sincronizada gracias a las propiedades específicas de la capa física. La representación de la onda se suele realizar mediante un número determinado de impulsos. Estos impulsos

representan los 1s y los 0s digitales. Los tipos más comunes de codificación en línea son el unipolar, polar, bipolar y Manchester.

Figura 38.
Códigos de línea.

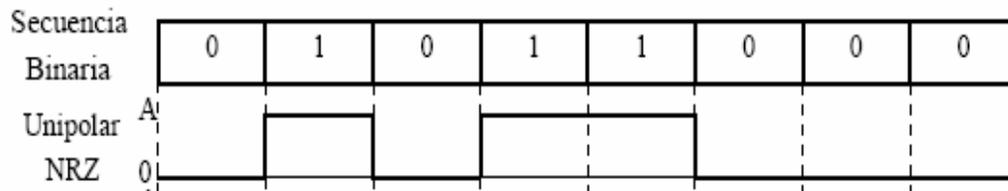


Nota. En la siguiente imagen se puede observar todos los códigos de línea que existen.

4.12.1 Código de línea Unipolar NRZ

Unipolar NRZ: Los códigos que siguen esta estrategia comparten la propiedad de que el nivel de tensión se mantiene constante durante la duración del bit, es decir, no hay transiciones (no hay retorno al nivel cero de tensión). Por ejemplo, la ausencia de tensión se puede utilizar para representar un 0 binario, mientras que un nivel constante y positivo de tensión puede representar el 1.

Figura 39.
Unipolar NRZ.

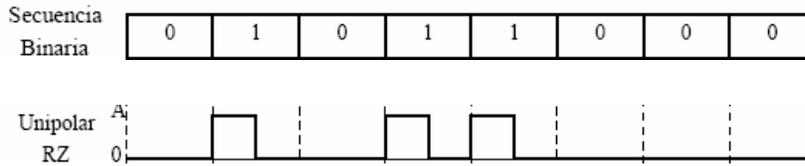


Nota. En la siguiente imagen se puede observar la señal unipolar NRZ.

4.12.2 Código de línea Unipolar RZ

Unipolar RZ: es un sistema de codificación usado en telecomunicaciones en el cual la señal que representa cada bit que tiene el valor de 1 retorna a cero en algún instante dentro del tiempo del intervalo de bit.

Figura 40.
Unipolar RZ.

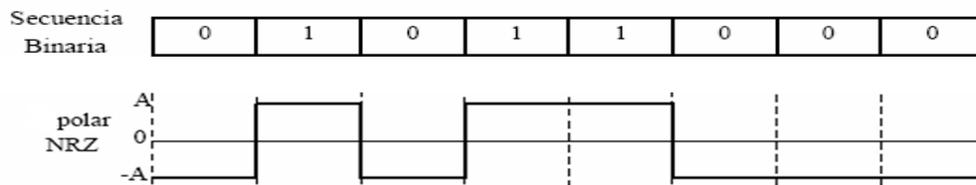


Nota. En la siguiente imagen se puede observar la señal unipolar RZ.

4.12.3 Código de línea Polar NRZ

Polar NRZ: El código Polar sin retorno a cero representa un 1 lógico (1L) con un nivel de $+V$ durante todo el periodo de bit y unos cero lógicos (0L) con un nivel de $-V$ durante todo el periodo de bit.

Figura 41.
Código de línea pola NRZ.

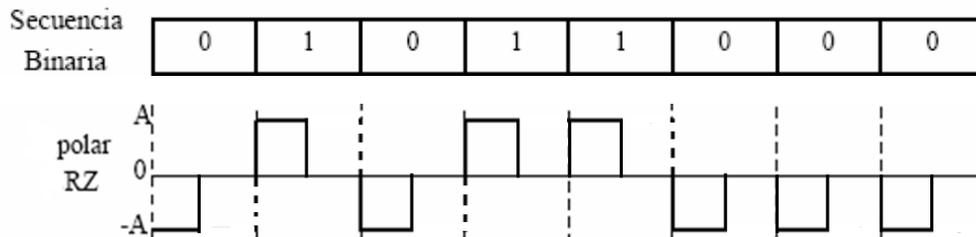


Nota. En la siguiente imagen se puede observar la señal polar NRZ.

4.12.4 Código de línea Polar RZ

Polar RZ: El código Polar con retorno a cero representa un 1 lógico (1L) con un nivel de $+V$ durante la mitad del periodo de bit y unos cero lógicos (0L) con un nivel de $-V$ durante la mitad del periodo de bit.

Figura 42.
Polar RZ.

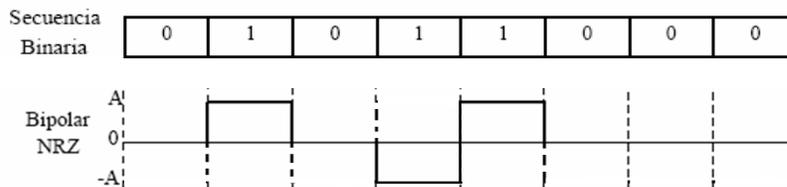


Nota. En la siguiente imagen se puede observar la señal polar RZ.

4.12.5 Código de línea Bipolar NRZ

Bipolar NRZ: El código Polar sin retorno a cero representa un 1 lógico (1L) con un nivel de $+V$ y $-V$ durante todo el periodo de bit y va alternado entre $+A$ y $-A$; y un cero lógico (0L) con un nivel de 0 durante todo el periodo de bit.

Figura 43.
Bipolar NRZ.

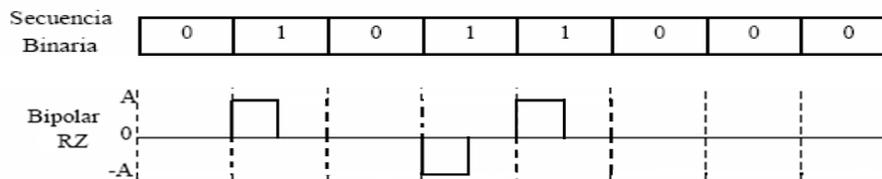


Nota. En la siguiente imagen se puede observar la señal bipolar NRZ.

4.12.6 Código de línea Bipolar RZ

Bipolar RZ: El código Polar sin retorno a cero representa un 1 lógico (1L) con un nivel de $+V$ y $-V$ durante la mitad del periodo de bit y va alternado entre $+A$ y $-A$; y un cero lógico (0L) con un nivel de 0 durante todo el periodo de bit.

Figura 44.
Bipolar RZ.

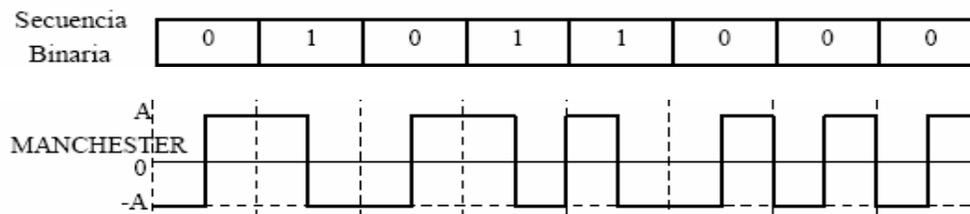


Nota. En la siguiente imagen se puede observar la señal bipolar RZ.

4.12.7 Código de línea Manchester

Manchester: El código Manchester representa un 1 lógico (1L) con un nivel de $+V$ durante la mitad del periodo de bit y un nivel de $-V$ durante la otra mitad. Un cero lógico (0L) se representa con un nivel de $-V$ durante la primera mitad del periodo de bit y con $+V$ durante la segunda mitad.

Figura 45.
Manchester.



Nota. En la siguiente imagen se puede observar la señal Manchester.

UNIDAD VI

Al momento de transmitir la señal esta puede ser multiplexada y aumentar el rendimiento del canal, esta multiplicación puede ser por tiempo, frecuencia, código, etc., dependiendo de la cantidad de la cantidad de información y estabilidad del canal se puede elegir una técnica.

4.13 Multiplexación

Técnica que permite compartir un medio o un canal entre varias comunicaciones. Su objetivo es minimizar la cantidad de líneas físicas requeridas y maximizar el uso del ancho de banda de los medios.

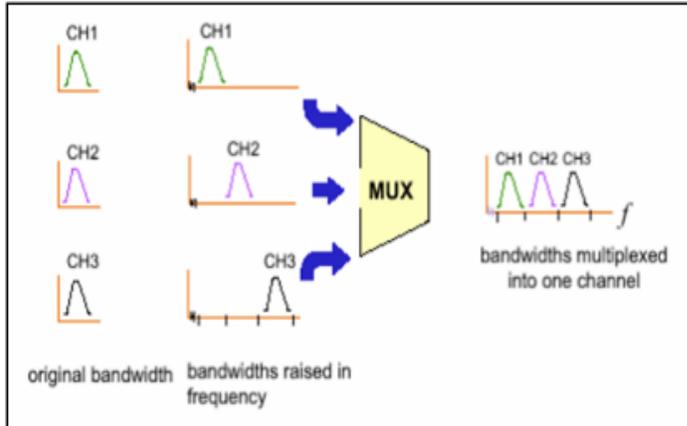
4.13.1 Técnicas básicas

4.13.1.1 Multiplexación por división de frecuencias

- Asignación de una banda de frecuencias a cada canal durante todo el tiempo
- Utilizado en transmisión de señales analógicas
- Overhead: Existen bandas de frecuencias libres entre canales (evita interferencia)

Figura 46.

Multiplexación por división de frecuencias.



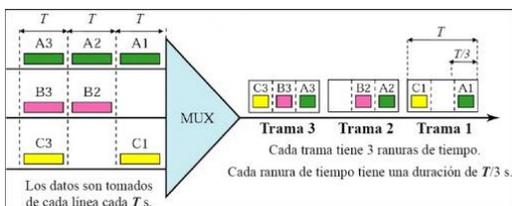
Nota. En la siguiente imagen se puede visualizar la división de frecuencias.

4.13.1.2 Multiplexación por división de tiempo

- Asignación periódica de todo el ancho de banda a una comunicación o usuario por un tiempo limitado.
- Utilizado en transmisión de señales digitales.
- Overhead: Bits adicionales de sincronización y control

Figura 47.

Multiplexación por división de tiempo.



Nota. Utiliza una transmisión de señales digitales.

4.13.1.3 Multiplexación por división de longitud de onda (Wavelength Division Multiplexing – WDM)

- Se utiliza con señales luminosas sobre fibra óptica
- Cada color de luz 'transporta' un canal diferente
- Se generan señales de diferentes longitudes de onda
- Hasta 160 canales de 10Gbps (1 Tbps)

Hay experiencias de laboratorio con 256 canales de 39.8 de 100 kms de distancia (10.1 Tbps)

UNIDAD VII

Ya que tienes la señal lista para transmitir, es hora de elegir el medio ya sea alámbrico o inalámbrico para que transporte la señal. Te daré las principales características de cada uno de ellos para que según tus necesidades elijas la mejor opción y la pérdida por los efectos indeseados sea la menor posible.

4.14 Medios de transmisión

La comunicación es la transferencia de información de un lugar a otro, mientras que la información es un patrón físico al cual se le ha asignado un significado comúnmente acordado. El patrón debe ser único, separado y distinto, capaz de ser enviado por un transmisor y de ser detectado y entendido por un receptor. Así, la información es transmitida a través de señales eléctricas u ópticas utilizando un canal de comunicación o medio de transmisión

El medio de transmisión es el enlace (eléctrico u óptico) entre el transmisor y el receptor, y sirve de puente de unión entre la fuente y el destino.

Este medio de comunicación puede ser un par de alambres, un cable coaxial o hasta el aire mismo. Pero sin importar el tipo, todos los medios de transmisión se caracterizan por la atenuación, el ruido, la interferencia, el desvanecimiento y otros elementos que impiden que la señal se propague libremente por el medio; son factores que hay que contrarrestar al momento de transmitir cualquier información al canal.

4.14.1 Medios de transmisión guiados

Los medios de transmisión guiados están constituidos por un cable que se encarga de la conducción (o guiado) de las señales desde un extremo al otro.

Las principales características de los medios guiados son el tipo de conductor utilizado, la velocidad máxima de transmisión, las distancias máximas que puede ofrecer entre repetidores, la inmunidad frente a interferencias electromagnéticas, la

facilidad de instalación y la capacidad de soportar diferentes tecnologías de nivel de enlace.

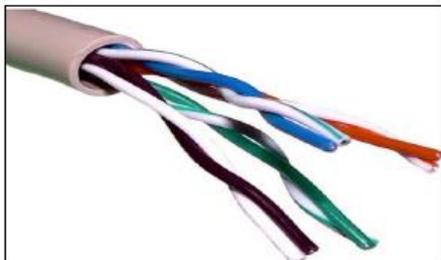
4.14.1.1 Cable de par trenzado

El cable de par trenzado es una forma de conexión en la que dos conductores son entrelazados para cancelar las interferencias electromagnéticas (IEM) de fuentes externas y la diafonía de los cables adyacentes.

El entrelazado de los cables disminuye la interferencia debido a que el área de bucle entre los cables, la cual determina el acoplamiento magnético en la señal, es reducida. En la operación de balanceado de pares, los dos cables suelen llevar señales iguales y opuestas (modo diferencial), las cuales son combinadas mediante sustracción en el destino. El ruido de los dos cables se cancela mutuamente en esta sustracción debido a que ambos cables están expuestos a IEM similares.

Figura 48.

Cable de par trenzado.

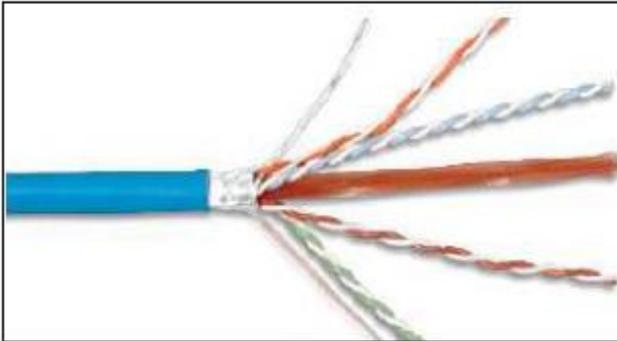


Nota. La imagen muestra un cable de par trenzado, que es comúnmente utilizado en redes de comunicación.

4.14.1.2 Cable UTP

Acrónimo de Unshielded Twisted Pair o Cable trenzado sin apantallar. Son cables de pares trenzados sin apantallar que se utilizan para diferentes tecnologías de red local. Son de bajo costo y de fácil uso, pero producen más errores que otros tipos de cable y tienen limitaciones para trabajar a grandes distancias sin regeneración de la señal.

Figura 49.
Cable UTP.



Nota. La imagen muestra un cable de par trenzado blindado. Al igual que el cable de par trenzado estándar, contiene pares de hilos de cobre trenzados, pero con una capa adicional de blindaje para cada par de hilos o para el conjunto completo de hilos.

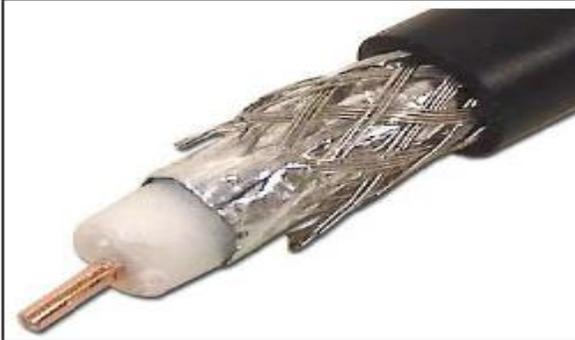
4.14.1.3 Cable Coaxial

El cable coaxial, que inicialmente se utilizó en conexión de redes con topología de Bus como Ethernet y ArcNet, recibe su nombre debido a su construcción de forma coaxial, que consta de un conductor central, un recubrimiento bio-eléctrico, una malla de alambre y un recubrimiento externo que funciona como aislante (Electrocables, n.d.). La construcción del cable debe ser firme y uniforme, ya que si no es así no se tendrá un funcionamiento adecuado por factores como la impedancia característica, la atenuación y el efecto de piel (Koax24, 2019).

Cuando hay refracción alrededor del coaxial, esta es atrapada, y esto evita posibles interferencias. Una de las cosas más importantes del coaxial es su ancho de banda y su resistencia (o impedancia); estas funciones dependen del grosor del conductor central, si varía la malla, varía la impedancia también.

El ancho de banda del cable coaxial está entre los 500Mhz, esto hace que el cable coaxial sea ideal para transmisión de televisión por cable por múltiples canales.

Figura 50.
Cable coaxial.



Nota. La imagen muestra un cable coaxial, que es un tipo de cable utilizado para transmitir señales de alta frecuencia, como las señales de televisión, internet, y comunicaciones de datos.

4.14.2 Medios de transmisión No Guiados

Los medios de transmisión no guiados son los que no confinan las señales mediante ningún tipo de cable, sino que las señales se propagan libremente a través del medio. Entre los medios más importantes se encuentran el aire y el vacío.

Tanto la transmisión como la recepción de información se llevan a cabo mediante antenas. A la hora de transmitir, la antena irradia energía electromagnética en el medio. Por el contrario, en la recepción la antena capta las ondas electromagnéticas del medio que la rodea.

La configuración para las transmisiones no guiadas puede ser direccional y omnidireccional.

En la direccional, la antena transmisora emite la energía electromagnética concentrándola en un haz, por lo que las antenas emisora y receptora deben estar alineadas.

En la omnidireccional, la radiación se hace de manera dispersa, emitiendo en todas direcciones pudiendo la señal ser recibida por varias antenas. Generalmente, cuanto mayor es la frecuencia de la señal transmitida es más factible confinar la energía en un haz direccional.

La transmisión de datos a través de medios no guiados añade problemas adicionales provocados por la reflexión que sufre la señal en los distintos obstáculos existentes en el medio. Resultando más importante el espectro de frecuencias de la señal transmitida que el propio medio de transmisión en sí mismo.

4.14.2.1 WLL (Wireless local loop, lazo local inalámbrico)

El término “Wireless Local Loop”, es la concatenación de los términos “wireless” y local loop, se refiere al hecho de transferencia de información sin la utilización de cables, lo que significa el uso del espectro radioeléctrico y “local loop” es la parte de la red de telecomunicaciones que conecta a los abonados con el punto de distribución o switch más cercano.

El WLL utiliza estaciones llamadas radio bases conectadas a centrales comunes de conmutación pública para, vía radio, alcanzar el terminal fijo del abonado en su residencia u oficina.

Un sistema WLL se asemeja a un sistema celular móvil; cada radio base utiliza una “celda” que garantiza la cobertura de la región de interés, estos sistemas no permiten la movilidad total del usuario.

La arquitectura de un sistema de la red WLL consiste principalmente de cuatro partes: centro de operaciones de la red, Network Operations Center (NOC), infraestructura de fibra óptica, radio base en la estación base y equipo para el cliente o CPE (Customer premises equipment).

4.14.2.2 MMDS (Multichannel Multipoint Distribution System, sistema de distribución multipunto multicanal)

MMDS como su nombre lo indica, es un “servicio múltiple (o multipunto) multicanal de distribución de señales”, es decir se puede distribuir varias señales simultáneamente a varios usuarios. El servicio es proporcionado utilizando radios transmisores omnidireccionales localizados en lugares a gran altura (necesita línea de vista), opera en la banda de frecuencias 2.5 a 2.686 GHz, tiene alcance de hasta 50 Km desde la estación base.

Los sistemas MMDS utilizan diversos esquemas para la transmisión de información digital: el acceso múltiple por división de código o del inglés Code Division Multiple Access (CDMA), QPSK, Modulación de banda lateral vestigial o del inglés Vestigial Sideband (VSB) y Modulación de amplitud en cuadratura o del inglés (QAM), actualmente se los utiliza para proporcionar acceso a Internet.

4.14.2.3 LMDS (Local Multipoint Distribution System, sistema de distribución multipunto local)

La tecnología LMDS se utiliza para proporcionar servicios dentro de áreas específicas o locales, es un sistema de comunicación de punto a multipunto a altas frecuencias en torno a 28 Ghz ó 40 Ghz, el área de cobertura se divide en células de varios kilómetros de radio (3- 9 Km en la banda de 28 Ghz, 1-3 Km en la banda de 40 Ghz).

Se pueden dar servicios de voz, datos y vídeo, combinados con diferentes velocidades de comunicación simétricas y asignación dinámica del ancho de banda, utiliza el método de modulación QPSK o Modulación de amplitud en cuadratura de 16 estados (16-QAM).

4.15 Redes MAN/LAN inalámbricas

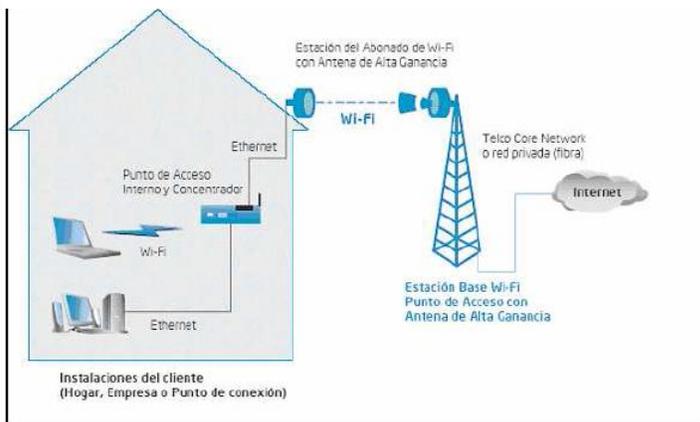
Permite la interconexión de ordenadores en área local (hot spots) la mayoría trabaja en bandas que no requieren licencia, norman su funcionamiento varios estándares IEEE 802 entre las principales limitaciones se puede citar la seguridad, calidad de servicio e interferencia con otras redes.

Wi-Fi es un sistema diseñado para proporcionar acceso inalámbrico a distintos dispositivos de computación como PCS, portátiles, Asistente Digital Personal o del inglés Personal Digital Assistant (PDAs) etc., Diseñado para distancias cortas tienen seguridad limitada, utilizan Acceso Múltiple por Detección de Portadora o del inglés (Carrier Sense Multiple Access (CSMA/CA), protocolo de contención de red que escucha a la red y evita colisión de transmisiones, y se tiene la siguiente evolución:

802.11a Utiliza la banda de 5 Ghz y alcanza velocidades de 54 Mbps, utiliza Modulación por división ortogonal de frecuencia o en inglés Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM).

- 802.11b trabaja en la banda de los 2.4 Ghz a 5.5 y 11 Mbps usa Spread Spectrum.
- 802.11g Combina las técnicas de modulación de codificación de 802.11a
- 802.11b para proveer servicios a varias velocidades.

Figura 51.
Redes inalámbricas.



Nota. En la siguiente imagen se puede visualizar una conexión con redes inalámbricas.

ACTIVIDADES PROPUESTA

Actividad 6. Simular los códigos de línea en el Software Simulink que se vieron en clase y simularlos con los transmisores de modulaciones digitales y concluir cual es el que tiene una menor pérdida de paquetes.

Actividad 7. Clasificar los códigos fuente en ventajas y desventajas, según el canal en que se transmitirá la señal.

Actividad 8. En un ordenador gráfico clasificar los modos de multiplexación de la señal.



5 Créditos y responsables

Autor: Sánchez Joel – Suarez Pablo – Tenesaca María – Ing. Alexander Socola

Año: 2024

Institución: instituto superior tecnológico “Huaquillas”

Ciudad: Huaquillas

Responsable:

Sánchez Joel – Suarez Pablo – Tenesaca María

Revisado y aprobado por:

Ing. Alexander Socola

6 Glosario

Rx: Receptor

Tx: Transmisor

Fs: Frecuencia de muestreo

nCyl: Número de ciclos de la onda

7 Solucionario

Autoevaluación 1

```
Fs = 500e3; % Frecuencia de muestreo
f = 20; % Frecuencia de la onda senoidal
nCyl = 5; % Genera el número de ciclos de la onda senoidal en un
vector de tiempo
t = 0: 1/Fs: nCyl*1/f; %Vector de tiempo
x = sin(2*pi*f*t); % Señal senoidal

Fs1 = 30; % Frecuencia de muestreo 30Hz de señal discreta
t1 = 0 : 1/Fs1 : nCyl*1/f;
x1 = sin(2*pi*f*t1);

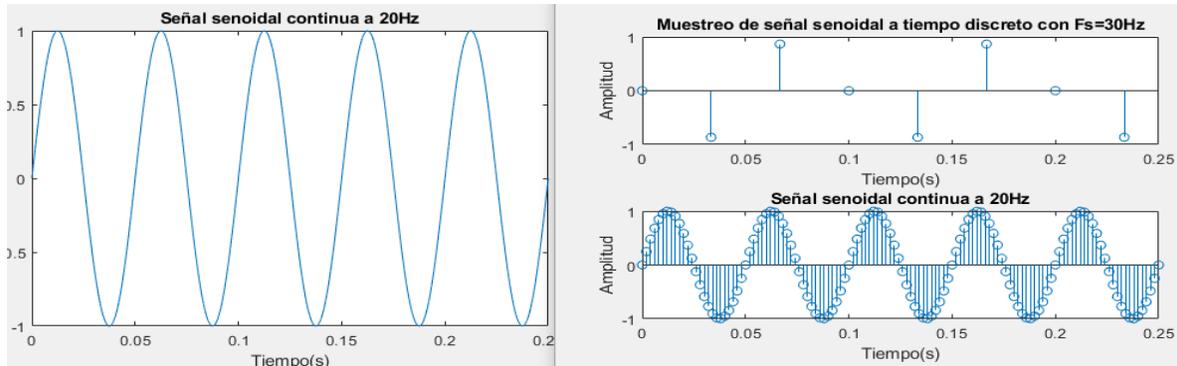
Fs2 = 500; %Frecuencia de muestreo 500Hz de señal discreta
t2 = 0 : 1/Fs2 : nCyl*1/f; %
x2 = sin(2*pi*f*t2);

figure(1)
plot(t,x);
title('Señal senoidal continua a 20Hz');
xlabel('Tiempo(s)');
ylabel('Amplitud');

figure(2)
subplot(2,1,1);
stem(t1,x1);
title('Muestreo de señal senoidal a tiempo discreto con
Fs=30Hz');
xlabel('Tiempo(s)');
ylabel('Amplitud');

subplot(2,1,2);
stem(t2,x2);
title('Señal senoidal continua a 20Hz');
xlabel('Tiempo(s)');
ylabel('Amplitud');
```

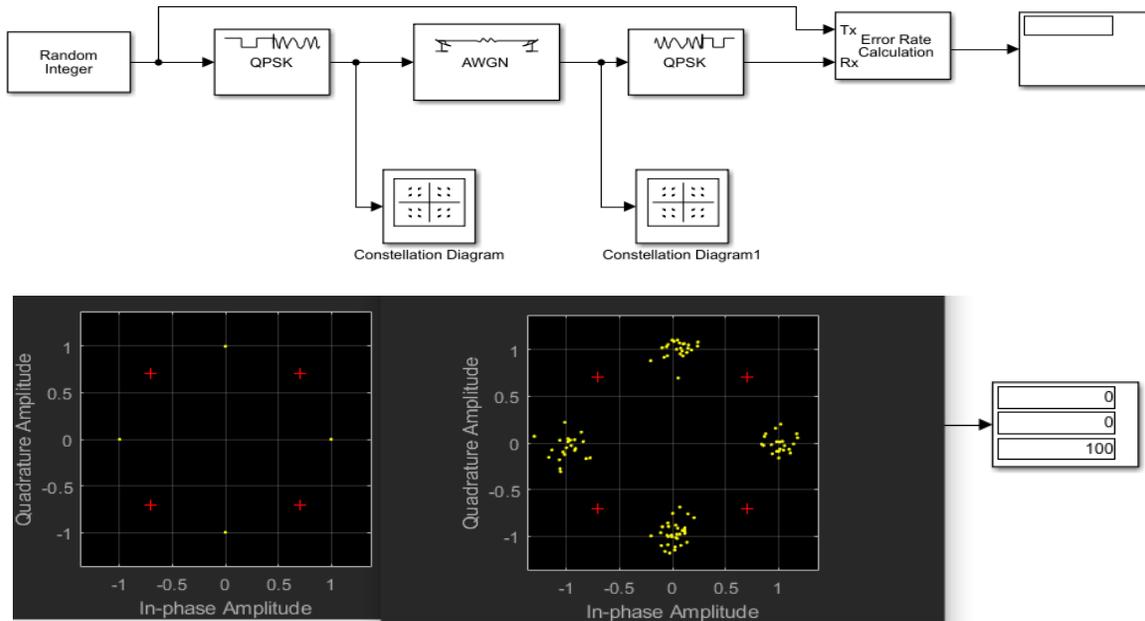
Figura 54.
Señal del solucionario de la autoevaluación 1.



Nota. En la siguiente figura se observa el solucionario de las actividades de la autoevaluación 1.

Autoevaluación 2

Figura 57.
Respuesta de la autoevaluación 2.



Nota. En la siguiente imagen se puede observar las respuestas de las actividades de la autoevaluación 2.

8 Referencias

TEXTO BÁSICO

Gallardo Vázquez, S. (2019). Elementos de sistemas de telecomunicaciones. Madrid: Level Industria Gráfica.

TEXTO COMPLEMENTARIOS

Alabajos, I., & Alabajos, I. (2024, 20 marzo). El sistema de transmisión y sus componentes ¡Guía completa! *RO-DES Recambios | Tienda online de piezas de desguace*.

<https://www.rodessrecambios.es/blog/mecanica/sistema-de-transmision/elementos/partes-componentes/>

Capacidad de canal de transmisión: Vol. 1.7 (1.^a ed.). (2020). [Digital]. RRPP.

https://sga.unemi.edu.ec/media/recursosotema/Documento_20201126151540.pdf

Distorsiones: Vol. 1.7 (1.^a ed.). (2021). [Digital]. <https://web.ua.es/en/aula-salud/documentos/2020-2021/04-distorsiones-en-la-comunicacion.pdf>

Instituto de Telecomunicaciones. (2023). Modulación de frecuencia: conceptos y aplicaciones. Recuperado de https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/sm/R-REC-SM.1268-2-201102-S!!PDF-S.pdf

Libretexts. (2022, 1 noviembre). *2.13: Modulación por Desplazamiento de Fase*.

LibreTexts Español.

https://espanol.libretexts.org/Ingenieria/Dise%C3%B1o_de_microondas_y_RF/I_-_Sistemas_de_radio_%28Steer%29/02:_Modulaci%C3%B3n/2.13:_Modulaci%C3%B3n_por_Desplazamiento_de_Fase

Modulación FM. (2022). Ingeniatic.

<https://www.etsist.upm.es/estaticos/ingeniatic/index.php/tecnologias/item/525-modulaci%C3%B3n-fm.html>

Ogunmodimu, O., Honary, F., Rogers, N., Falayi, E., & Bolaji, O. (2018). Solar flare induced cosmic noise absorption. *NRIAG Journal Of Astronomy And Geophysics*, 7(1), 31-39. <https://doi.org/10.1016/j.nrjag.2018.03.002>

Pinto García, R. (2015). *Fundamentos de sistemas de comunicación analógica*. Colombia: Universidad Piloto de Colombia.

Stallings, William. (2004). *Comunicaciones y Redes de computadoras*. Séptima edición. Pearson Educación.

Teoremas Club. (2023). Teorema de Shannon-Hartley: ¿Cómo afecta a las comunicaciones? Recuperado de <https://www.teoremas.club/teorema-de-shannon-hartley/>

Tomasi, W. (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicas*. Cuarta Edición, Pearson Educación.

U6 Dispositivos de Comunicación ITSTulum. (2020). *Modulación por desplazamiento de fase*. Recuperado de <https://u6dispositivosdecomunicacionitstulum.wordpress.com/3-2-3-modulacion-por-desplazamiento-de-fase/>

Universidad de Quilmes. (2024). <https://static.uvq.edu.ar/mdm/TSD/unidad-05-07.html>