

INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

OPCIÓN II

LIBRO DE TEXTO

“TEORÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES”

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO
DE INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

PRESENTA

REYNALDO ESQUIVEL TRINIDAD.

ASESOR

ING. ANTONIO SOTO LUIS.



VALLE DE BRAVO, ESTADO DE MÉXICO; DICIEMBRE DE 2011.

AGRADECIMIENTOS.

A mi madre que me motivó
en todo momento para
seguir adelante.

A mi abuela que quiero
mucho, porque sé que me
ayudaste bastante y te
agradezco de todo
corazón lo que hiciste por
mí. Gracias abuela y
descansa en paz. Dios te
bendiga.

A los que me ayudaron
cuando estuve enfermo;
maestros, amigos, familiares,
doctores; todos Gracias.

A mi esposa que me ha
presionado día a día para
que cumpla mis metas y a
mi hijo que quiero mucho.
Gracias porque me
impulsan, los amo.

A todos los que me han
impulsado a lograr mis
metas muchas gracias por
sus consejos.

A ti Luciano que me diste
grandes consejos e ideas
para formarme como la
persona que soy, Gracias.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	7
JUSTIFICACIÓN	9
OBJETIVOS	10
UNIDAD I “INTRODUCCIÓN A LAS TELECOMUNICACIONES”	12
1.1 Las telecomunicaciones y su importancia en la vida moderna.	12
1.2 Elementos de un sistema de comunicación.	14
1.3 Unidades y medidas.	18
1.3.1 Medida de Amplitud	18
1.3.2 Medida de voltaje	21
1.3.3 Medida de Potencia	21
1.3.4 Otras Mediciones en Db	22
1.3.5 Medida de frecuencia	24
1.3.6 Medida de Período	24
1.3.7 Medida de fase	25
1.4 Las señales y sus clasificaciones.	25
1.4.1 Señales periódicas y aperiódicas.	28
1.4.2 Señales determinísticas y aleatorias.	31
1.4.3 Señales de energía y de potencia.	32
1.4.4 Señales analógicas y digitales.	33
1.5 El Análisis de Fourier: Una herramienta matemática para el estudio de señales y sistemas.	35
1.6 Representación de las señales en el dominio del tiempo y la frecuencia.	42
Resumen de Unidad	44
Ejercicios	45
UNIDAD II “TÉCNICAS DE MODULACIÓN”.	46
2.1 Importancia de la modulación.	47
2.2 Técnicas de modulación analógica.	52
2.2.1 Modulación en Amplitud (AM).	55

2.2.1.1 Ancho de banda en AM	57
2.2.2 Modulación en frecuencia (FM).	58
2.3 Conversión analógica a digital.	61
2.3.1 Teorema de muestreo (Nyquist).	65
2.4 Modulación en banda base.	69
2.4.1 Codificación Amplitud.	71
2.4.2 Codificación polar: NRZ, NRZ-L, Amplitud y Amplitud diferencial.	74
2.4.3 Codificación Amplitud: AMI, B8ZS y HDB3.	80
2.5 Técnicas de modulación digital.	86
2.5.1 Modulación por desplazamiento de Amplitud (ASK).	90
2.5.2 Modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK).	94
2.5.3 Modulación por desplazamiento de fase (PSK).	97
2.5.4 Modulación de Amplitud en cuadratura (QAM).	101
Resumen de Unidad	106
Ejercicios	107
UNIDAD III“ TÉCNICAS DE TRANSMISIÓN, MULTIPLEXACIÓN Y CONMUTACIÓN”	108
3.1 Tipos de velocidades.	109
3.1.1 Velocidad de Transmisión (bps)	111
3.1.2 Velocidad de Modulación (Baudios).	111
3.2 Transmisión de datos.	115
3.2.1 Modos de transmisión: Simplex, half-dúplex y full-dúplex.	116
3.2.2 Tipos de transmisión: Transmisión serie, transmisión paralela.	118
3.2.3 Técnicas de transmisión: transmisión síncrona y asíncrona.	122
3.2.4 Tipos de conexión: punto a punto y multipunto.	127
3.3 Dispositivos para la transmisión de datos: El modem.	129
3.3.1 Estándares utilizados por los Modem.	131
3.4 Multiplexación (muchas señales en una)	133

3.4.1 Multiplexación por división de frecuencia (un esquema analógico)	134
3.4.2 Multiplexación por división de tiempo (esquema digital). (TDM y STDM).	136
3.4.3 Multiplexación por división de código (CDM).	139
3.4.4 Multiplexación por Longitudes de Onda (WDM).	147
3.5 Sistema de conmutación.	148
3.5.1 Topologías.	148
3.5.2 Técnicas de Conmutación.	156
3.5.2.1 Conmutación de Circuitos.	156
3.5.2.2 Conmutación de Paquetes.	157
3.5.2.3 Conmutación de Celdas.	161
Resumen de Unidad	168
Ejercicios	170
UNIDAD IV “MEDIOS DE TRANSMISIÓN Y PERTURBACIONES”.	173
4.1 Medios guiados.	173
4.1.1 Cable de par trenzado (señal eléctrica).	175
4.1.2 Cable coaxial (señal eléctrica).	180
4.1.3 Fibra óptica (señal luminosa).	183
4.2 Medios no guiados.	185
4.2.1 Transmisión de señales de radio.	187
4.2.2 Microondas en el espacio libre.	189
4.2.3 Satélite.	191
4.2.4 Infrarrojas.	197
4.3 Perturbaciones.	200
4.3.1 Ruidos.	200
4.3.2 Distorsión por retardo.	209
4.3.3 Atenuación.	210
4.4 Efectos del ruido en las señales transmitidas	210

4.5 Mecanismos para la detección de errores.	212
4.5.1 Verificación de redundancia vertical (VRC).	214
4.5.2 Verificación de redundancia longitudinal (LRC).	214
4.5.3 Verificación de redundancia cíclica (CRC).	216
4.6 Corrección de errores.	216
4.6.1 El código de Hamming.	217
Resumen de Unidad	219
Ejercicios	221
UNIDAD V “EL PRESENTE Y FUTURO DE LAS COMUNICACIONES”	224
5.1 Sistema telefónico conmutado.	224
5.2 Comunicaciones móviles.	229
5.3 Internet.	232
5.4 Impacto de las telecomunicaciones en diversas áreas.	236
5.4.1 Educación.	237
5.4.2 Medicina.	239
5.4.3 Hogar.	242
5.4.4 Comercio electrónico.	243
5.4.5 Empresas virtuales.	244
Resumen de Unidad	246
Ejercicios	248
GLOSARIO DE TÉRMINOS	249
CONCLUSIONES	253
RECOMENDACIONES	254
BIBLIOGRAFÍA	255

INTRODUCCIÓN

Telecomunicación es toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos, datos o información de cualquier naturaleza por hilo, realizada por el hombre, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos". Proviene del griego "tele", que significa "distancia", "lejos" o "comunicación a distancia". Por tanto, el término telecomunicaciones cubre todas las formas de comunicación a distancia, incluyendo radio, telegrafía, televisión, transmisión de datos e interconexión de ordenadores.

Hoy en día las telecomunicaciones son herramientas muy importantes para todos los seres humanos, ya que son los ocupantes e inventores de este tipo de tecnología moderna; sin embargo el avance de la tecnología se sigue incrementado mucho a grado de que el dispositivo que detecta una señal inalámbrica de algún tipo de módem, con el cifrado correcto se puede acceder y de esta manera conectarse a la red de redes mundial que es el Internet, por medio del que se pueden efectuar muchas operaciones; entre las cuales está la transmisión de datos y la comunicación de personas que se encuentran en diversas partes del mundo. En el presente libro de texto se hablará de cómo se efectúan esas actividades y cómo es que se llevan a cabo, para poder lograr el objetivo primordial que es la comunicación.

Cabe hacer mención que se trata de un libro de texto didáctico que sirve como apoyo y guía para estudiantes de Ingeniería en Sistemas

Computacionales; es de uso exclusivo de la asignatura de Teoría de las Telecomunicaciones y la información que contiene es relacionada con las telecomunicaciones que existen actualmente.

Es de gran importancia señalar que no poseé códigos de programación para realizar prácticas, solo se sugiere la utilización y el manejo de un software llamado Matlab con el fin de que el estudiante aprenda el comportamiento de varios tipos de señales.

JUSTIFICACIÓN

Actualmente el acceso a la información es más rápido y seguro, por lo que obtenerla es de forma más sencilla, existen diversos casos en los que la recolectada no es la que realmente se ocupa para satisfacer una necesidad, es por ello que se realiza este tipo de libro didáctico con la finalidad de proporcionar una idea amplia sobre los temas que el estudiante de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales requiere aprender.

Además es importante señalar que la materia de Telecomunicaciones en la carrera antes mencionada, es parte fundamental en la especialidad que desarrolla el alumno; esto porque la mayoría de la información que se transfiere en estos días es de diversas formas; una de ellas es la computadora personal, que utiliza el joven estudiante, la cual contiene diversas herramientas que le facilitan el trabajo y de la misma forma permiten el envío de la información.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar un libro de texto didáctico para los estudiantes de ingeniería en sistemas computacionales, con el fin de proporcionar información relacionada con la materia de Teoría de las telecomunicaciones, y de esta manera ayudarlo a interpretar e identificar los conceptos fundamentales de las Telecomunicaciones.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Realizar una recolección detallada de la información con ejercicios al finalizar cada unidad para práctica del estudiante que la utilice y lograr un aprendizaje más profundo sobre las telecomunicaciones; de esta manera desarrollará sus habilidades en el campo de la ingeniería en sistemas computacionales.

El estudiante valorará la importancia que tienen los sistemas de telecomunicaciones en la vida moderna y conocerá la base teórica en torno al área de las telecomunicaciones.

Comprenderá la importancia del proceso de modulación, para la adecuación de las señales en los diferentes medios de transmisión.

Comprenderá que la transmisión de datos requiere procesamiento adicionales para lograr un manejo eficaz de los recursos (tiempo y ancho de banda).

Conocerán los principales medios empleados en los procesos de comunicación, las fuentes de perturbaciones y técnicas para detectar y corregir errores.

Analizará el desarrollo tecnológico en telecomunicaciones y lo relacionará con otras áreas del saber humano.

UNIDAD I

INTRODUCCIÓN A LAS TELECOMUNICACIONES

1.1 LAS TELECOMUNICACIONES Y SU IMPORTANCIA EN LA VIDA MODERNA.

Las telecomunicaciones comenzaron a la mitad del siglo XIX con el invento del telégrafo eléctrico que permitió enviar mensajes por medio de letras y números, influyen en muchos aspectos como: el hogar, las empresas, entre otros. Pero todo es a beneficio; en el hogar tenemos los servicios de telefonía, internet, cablevisión, etc.

Para nosotros como estudiantes es una herramienta muy útil; con el desarrollo del internet hemos podido facilitarnos la vida, por la facilidad que se tiene al buscar cualquier información.

Las tecnologías surgidas en la actualidad son herramientas que nos ayudan a resolver necesidades, generando el desarrollo de las empresas ayudando a poder competir en el mercado. Las telecomunicaciones significan para la empresa, comunicación, actualización y progreso.^[1]

Dentro de una empresa se genera un beneficio con sus clientes y proveedores lo cual sirve para desarrollar unas nuevas propuestas de comunicación y servicios, un ejemplo de esto sería que para poder contactar un servicio de una empresa ya no es necesario efectuarlo personalmente, se puede hacer vía telefónica o a través del internet.

1.-<http://www.mitecnologico.com/Main/TelecomunicacionesElImportanciaEnLaVidaModerna>

Una empresa sin una buena utilización de las tecnologías de información y comunicaciones, o telecomunicaciones, aun cuando pueda tener una excelente línea de estrategia propia, representada en un buen producto o una buena presencia en el mercado, camina de modo equívoco y su horizonte es oscuro, a pesar del prometedor presente de que pueda disponer.

Las telecomunicaciones significan, para la empresa, comunicación, actualización y, en definitiva, progreso.

La empresa se enfrenta al reto de satisfacer y agilizar las soluciones internas, dentro de su propio entorno y satisfacer y agilizar las soluciones externas, con sus clientes y proveedores, dentro de unas nuevas propuestas de comunicación y servicios. Comienzan pues a sucederse la aparición de tecnologías que propicien la solución a las necesidades, internas y externas, mencionadas. No se trata de implementar la mejor tecnología, sino la más adecuada para los intereses de la empresa y la precisa, para solucionar las necesidades existentes.

Aunque las telecomunicaciones en nuestros días son de vital importancia debido a que por medio de estas podemos transmitir información a lugares lejanos en fracción de minutos. No toda la población mundial goza de este beneficio solo él entre el 20% y el 25% según las estimaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, si bien hoy muchos de nosotros sabemos usar estos servicios, y lo vemos relativamente fácil de usar, ya es

algo cotidiano para nosotros, hay que recordar que cuando empezamos a utilizarlos por primera vez se nos tornó difícil de usar, a través del tiempo de estar practicando y las enseñanzas que nos dieron, ahora lo manejamos con facilidad.

Es tan grande e importante las telecomunicaciones en nuestros días que la Unión Internacional de (organismo dependiente de la ONU) declaró el 17 de Mayo como el Día Mundial de las Telecomunicaciones o día del internet.

Gracias a la digitalización y al internet que se incorporaron a las telecomunicaciones, se creó una disciplina conocida como Telemática en donde la parte fundamental son las Redes y Movilidad.

La infraestructura no solo es una herramienta de la actividad económica, no solo se encuentra en la tecnología que tiene una ciudad referente en construcción sino como se relaciona con las telecomunicaciones, imaginemos ciudades sin electricidad, sin calles pavimentadas, como se obtendrían los medios necesarios para poder construir y/o mejorar las telecomunicaciones; la infraestructura en las telecomunicaciones es vital para que esta sea mejor cada día, no solo es crecer el servicio y llevarlo a lugares donde no hay, sino también en ir cambiando la infraestructura de este.^[2]

1.2 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN.

Un sistema de comunicación consta de los siguientes elementos:

Mensaje: Es la información a comunicar. Puede ser en forma de texto, número, audio, gráficos.

2.-<http://www.buenastareas.com/ensayos/Importancia-De-Las-telecomunicaciones-En-La/1275529.html>

Emisor: Dispositivo que envía los datos del mensaje. Por ejemplo una computadora, cámara, un teléfono.

Receptor: Dispositivo que recibe el mensaje. Computadora, monitor.

Medio: Es el camino físico por el cual viaja el mensaje. Algunos son el cable par trenzado, cable coaxial, fibra óptica, laser, microondas.

Protocolo: Conjunto de reglas que permiten la transmisión de datos.

Representa un acuerdo entre los dispositivos.

Los elementos que integran un sistema de telecomunicación son; un transmisor, una línea o medio de transmisión y posiblemente, impuesto por el medio, un canal y finalmente un receptor.

El transmisor es el dispositivo que transforma o codifica los mensajes en un fenómeno físico, ejemplo. La señal. El medio de transmisión, por su naturaleza física, es posible que modifique o degrade la señal en su trayecto desde el transmisor al receptor debido a ruido, interferencias o la propia distorsión del canal.

Por ello el receptor ha de tener un mecanismo de decodificación capaz de recuperar el mensaje dentro de ciertos límites de degradación de la señal. En algunos casos, el receptor final es el oído ó el ojo humano (o en algún caso extremo otros órganos sensoriales) y la recuperación del mensaje se hace por la mente.

La telecomunicación puede ser punto a punto, punto a multipunto o teledifusión, que es una forma particular de punto a multipunto que funciona

solamente desde el transmisor a los receptores, siendo su versión más popular la radiodifusión.

Comunicación. Transferencia de información de un lugar a otro.

Debe ser:

Eficiente → Confiable → Segura

Sistema de Comunicación

Son componentes o subsistemas que permiten la transferencia y el intercambio de información. En la figura 1.2.1 se muestran los elementos que intervienen en la Comunicación.

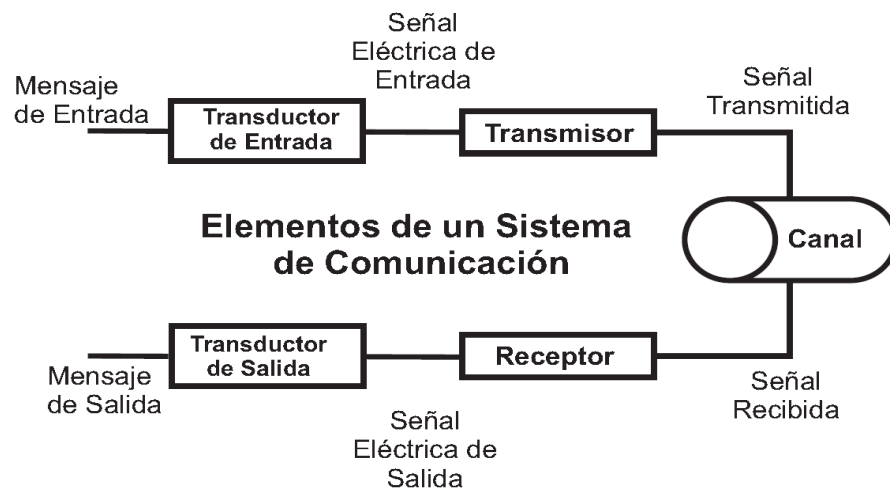


Figura 1.2.1 Elementos de un Sistema de comunicación.

Otra forma de representar los elementos de un sistema de comunicación.

Transductor de entrada. Debe convertir el mensaje o idea a la forma de energía adecuada para la transmisión, que generalmente es una señal eléctrica.

Ejemplo: Micrófono, convierte las ondas sonoras en variaciones de voltaje.

Trasmisor (TX). Toma como entrada la señal generada por el transductor de entrada y utilizando alguna forma de codificación, transmite la señal al canal de comunicación.

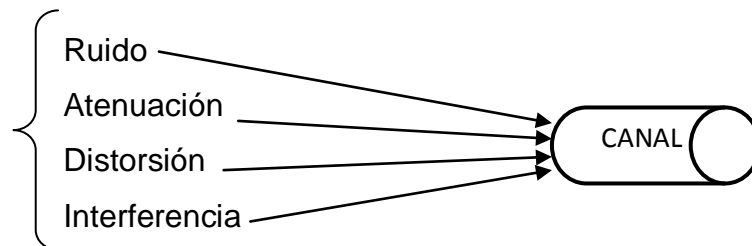
Modulación (AM, FM, PSK). Modifica parámetro de una portadora de acuerdo al mensaje. Ejemplo:

AM. Traslada el mensaje a la banda pasante del canal.

Codificación. Se elimina redundancia presente en el mensaje (Compresión) y se agrega redundancia (bits de paridad) para aumentar Inmunidad frente al ruido.

Otras funciones: Amplificar, Filtrar.

Canal. Tiene la función de llevar la señal generada por el transmisor hasta el receptor, es decir, esa señal se propaga a través del canal de comunicación, el cual degrada la señal e introduce:



Tipos de canales	
Cable duro:	Cable blando:
Par trenzado (cobre)	Aire
Coaxial	Vacio
Guía de onda	Agua de mar
Fibra óptica	

Tabla 1.2.1 Tipos de canales.

Frecuencia	Medio/Propagación	Aplicación
10^{11} Hz – 10^{15} Hz	Fibra Óptica	Datos de Banda ancha
1 Ghz – 10 Ghz	Guía de ondas/línea vista	Satélites-Celular
1MHz -1GHz	Coaxial/radio	TV,FM
1KHz – 1MHz	Par trenzado / onda terrestre	AM, Aeronáutica, telefonía, telégrafo

Tabla 1.2.2 Frecuencia y aplicación de los medios de propagación.

Receptor (RX). Reconstruye la señal de entrada a partir de la señal recibida.

Proceso inverso al realizado en el TX.

Demodular, Decodificar.

Otras funciones: Amplificar, Filtrar.

Transductor de salida. Debe tomar la señal del receptor y convertirla en una forma de energía adecuada para entregarla al destino.

Ejemplo: Auricular, altavoz.^[3]

1.3 UNIDADES Y MEDIDAS.

En telecomunicaciones se trabaja fundamentalmente con señales de las que se trata de establecer la medida de sus características fundamentales, estas se miden por: Amplitud, Frecuencia y Fase.

1.3.1 MEDIDA DE AMPLITUD.

Este tipo de medidas se miden por medio del decibel.

Decibel: El decibel es una relación matemática del tipo logarítmica empleada para expresar la razón o valor relativo de dos magnitudes de igual naturaleza, dos voltajes, corrientes o niveles de potencia.

Se utiliza en telecomunicaciones para expresar la ganancia o pérdida de una transmisión.

Belio: De símbolo B, sirve para expresar la relación de dos potencias mediante el logaritmo decimal de esta relación. Tal unidad, caída en desuso, apenas se utiliza. En la práctica, se emplea el decibelio, de símbolo dB, que es la décima parte del belio.

El belio es el logaritmo de la relación entre la magnitud de interés y la de referencia, pero no se utiliza por ser demasiado grande en la práctica.

El belio recibió este nombre en honor de Alexander Graham Bell, tradicionalmente considerado como inventor del teléfono.

Un (1) belio, la unidad original, equivale a 10 decibelios y representa un aumento de potencia de 10 veces (1 es el logaritmo decimal de 10) sobre la magnitud de referencia. Cero belios es el valor de la magnitud de referencia. (0 es el logaritmo de 1). Así, dos belios representan un aumento de cien veces (2 es el logaritmo decimal de 100) en la potencia. 3 belios equivalen a un aumento de mil veces (3 es el logaritmo decimal de 1.000), y así sucesivamente.

(dB): el decibelio permite expresar la relación entre dos magnitudes de campo, como una tensión, una corriente, una presión acústica, un campo eléctrico, una velocidad o una densidad de carga, cuyo cuadrado es proporcional a una potencia en los sistemas lineales.

El decibelio, símbolo dB, es una unidad logarítmica. Es 10 veces el logaritmo decimal de la relación entre la magnitud de interés y la de referencia

Para obtener el mismo valor numérico que con una relación de potencia, el logaritmo de la relación de las magnitudes de campo se multiplica por el factor 20, suponiendo que las impedancias sean iguales.

Los decibels se pueden sumar y restar (versus multiplicar y dividir sus relaciones correspondientes), por lo tanto facilita los cálculos y soluciones gráficas.

El rendimiento de transmisión se especifica más comúnmente en unidades de dB.

Ejemplo comparación de voltajes:

Con 380 V de entrada y 300 V de salida cual es el rendimiento y la pérdida en dB?

Solución

$$\begin{array}{l} \text{Ventrada(1)}=380\text{V} \\ \text{Vsálida(2)} = 300\text{V} \end{array} \quad L(\text{dB}) = 20 \log \left(\frac{V1}{V2} \right) = 20 \log \frac{380}{300} = 20 \log 1,266 \\ = 2.048674 \text{ dB}$$

Rendimiento = ?

Perdida (dB) = ?

Las pérdidas serán de 2.048674 dB

1.3.2 MEDIDA DE VOLTAJE.

Dado un voltaje en V (voltios), basta con elevar al cuadrado tal cantidad (quedando expresada en potencia) obtener su logaritmo en base diez. Así la potencia queda expresada en Belles, para convertir a dB, se multiplica por diez, pues un Bell contiene 10 deciBeles.

Aprovechando la propiedad de logaritmación en la cual el exponente de una cantidad dentro de un logaritmo puede pasar a multiplicar el mismo, la expresión queda.

$$P(dB) = 20 \log_{10} P$$

Ejemplo:

Con 220 V de entrada y 200 V de salida cual es el rendimiento y la pérdida en dB?

Solución

Ventrada(1)=220V
Vsalida(2)=200V
Rendimiento=?
Pérdida (dB) =?

$$\begin{aligned} L(dB) &= 20 \log \left(\frac{V1}{V2} \right) = 20 \log \frac{220}{200} \\ &= 20 \log 1.1 = 0.82785 \text{ dB} \end{aligned}$$

Las pérdidas serán de 0,82785 dB

1.3.3 MEDIDA DE POTENCIA.

Dada una potencia en W, basta con obtener su logaritmo en base diez y la potencia queda expresada en Bells, para convertir a dB, se multiplica por diez, pues un Bell contiene 10 deciBeles. Quedando la fórmula:

$$P(dB - W) = 10 \log P$$

Ejemplo:

Expresar en dB 1000 W referidos a 1W

Solución

$$P = 1000 \text{ W}$$

$$P(\text{dB}) = 10 \log_{10} 1000 = 10(3 \text{ Belles}) = 30 \text{ dB} - W$$

$$1000 \text{ W} = 30 \text{ dB} - W$$

1.3.4 OTRAS MEDICIONES EN DB.

La potencia en telecomunicaciones puede ser exageradamente baja para ciertos instrumentos de medición, para tales casos se usa: dBm, dBm0, dBm0p.

El dBm.

Es la representación en dB de una potencia muy pequeña mW, es decir a potencias entre 0 y 1. Nivel absoluto de potencia con relación a 1 milivatio, expresado en decibelios.

Por ejemplo:

mW en decibels referidos a 1mW será:

$$P(\text{dB}) = 10 \log_{10} 3 = 10(0,4771 \text{ Belles}) = 4,771 \text{ dB} - m$$

El dBm0.

Es la representación en decibels de una potencia muy pequeña referida a una potencia de nivel cero. El ruido es muy bajo en tales casos. Se trata de comparar dos señales una que entra, frente a otra que está en el medio y

que es tan baja que no la afecta, el nivel absoluto de potencia con relación a 1 milivatio, expresado en decibelios, referido a un punto de nivel relativo cero.

El dBm0p.

Es el nivel absoluto de potencia sofométrica (ponderado para telefonía) con relación a 1 milivatio, expresado en decibelios y referido a un punto de nivel relativo cero.

Potencia Sofométrica.- Potencia disipada en una resistencia de 600 ohms por una fuente de fuerza.

dBm0s.

Nivel absoluto de potencia con relación a 1 milivatio, expresado en decibelios y referido a un punto de nivel relativo cero, para una transmisión radiofónica

dBm0ps.

Nivel absoluto de potencia sofométrica (ponderado para una transmisión radiofónica) con relación a 1 milivatio, expresado en decibelios y referido a un punto de nivel relativo cero, para una transmisión radiofónica.

El dBr.

Es el llamado dB relativo que se usa para comparar un patrón de una señal en transmisión con las que se van a transmitir decibelios (relativos).

dBrs.

Nivel relativo de potencia expresado en decibelios y referido a otro punto para una transmisión radiofónica.

1.3.5 MEDIDA DE FRECUENCIA.

La frecuencia de una onda se define como el número de pulsaciones (ciclos) que tiene por unidad de tiempo (segundo). La unidad correspondiente a un ciclo por segundo es el Hertzio (Hz).

Las frecuencias más bajas se corresponden con lo que habitualmente llamamos sonidos "graves", son sonidos de vibraciones lentas. Las frecuencias más altas se corresponden con lo que llamamos "agudos" y son vibraciones muy rápidas.

La frecuencia es un aspecto que se relaciona con el concepto de ancho de banda de la señal y, por ende, de alguna forma con la denominada velocidad del canal.

La primera se da en Hertz (Hz), en el segundo caso se hace mención a muchas clases, para efectos de las unidades basta con afirmar que puede ser bit por segundo (bps), Baudio, etc.

1.3.6 MEDIDA DE PERÍODO.

Se representa con la letra T y es la duración en segundos para que se dé una oscilación de la señal.

Se identifica como el inverso de la frecuencia.

Son análogos con el tiempo de envío de un símbolo o una secuencia de símbolos, el tiempo de pulso, etc.

1.3.7 MEDIDA DE FASE.

La Fase tiene que ver con el atraso o adelanto de una señal, por ende se da en grados o en radianes. La figura 1.3.7.2 muestra el comportamiento de la medida de fase.^[4]

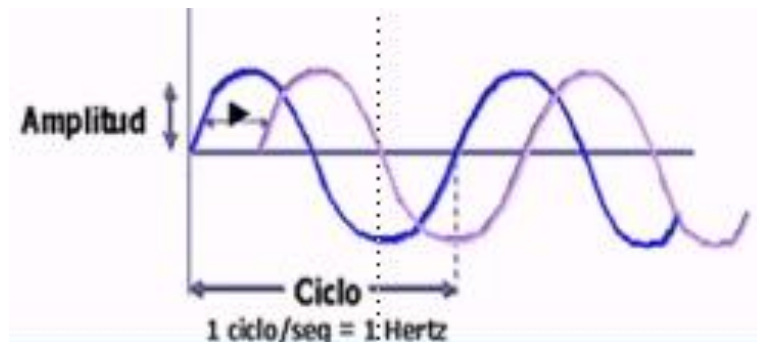


Figura 1.3.7.2 Medida de Fase.

1.4 LAS SEÑALES Y SUS CLASIFICACIONES.

¿Qué es una señal?

Función de una o más variables que transportan información acerca de la naturaleza de un fenómeno físico. Haykin, Van Veen.

Cualquier cantidad física que varía con el tiempo, espacio o cualquier otra variable o variables independientes. Proakis, Manolakis.

Describen una amplia variedad de fenómenos físicos.

La información de una señal está contenida en un patrón de variaciones que presenta alguna forma determinada.

Clasificación:

Por su continuidad en dominio y recorrido (se muestran en orden descendiente).

Continuas: Tienen continuidad en dominio y recorrido.

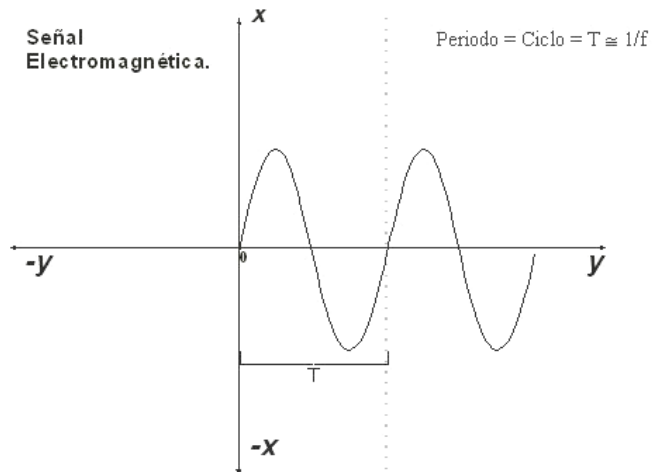


Figura 1.4.3 Señal continua.

Discretas: Tienen continuidad en recorrido pero en dominio son discretas.

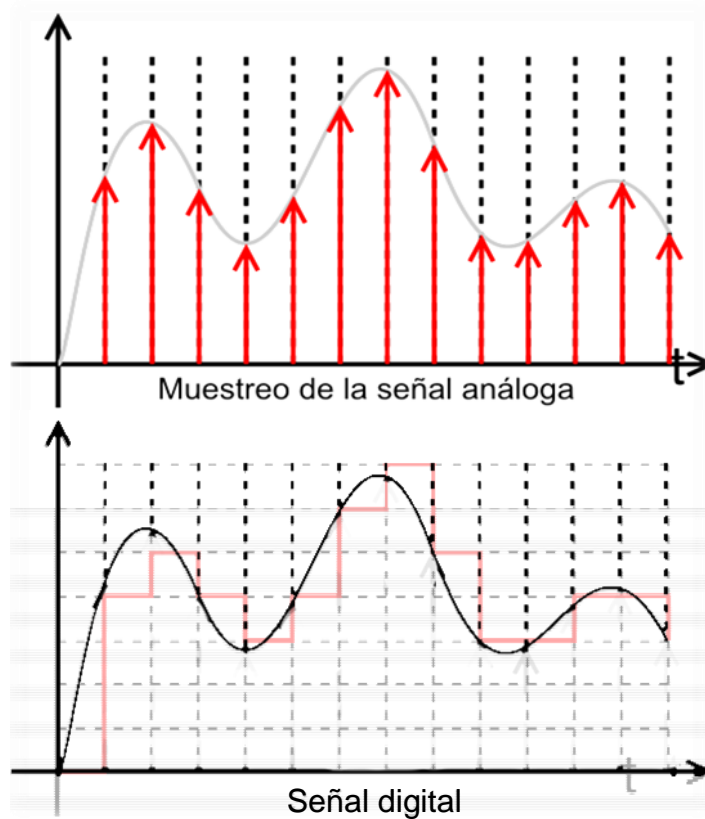


Figura 1.4.4 Ejemplo de Señal Discreta.

Digitales: Son discretas tanto en dominio como en recorrido.

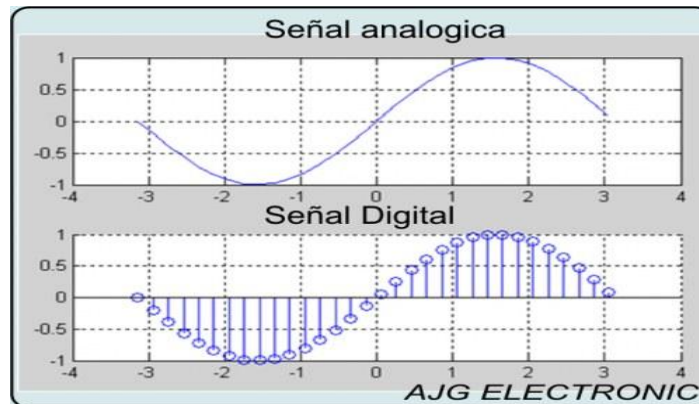


Figura 1.4.5 Señal analógica y señal digital.

Uno de los aspectos fundamentales del nivel físico es transmitir información en forma de señales electromagnéticas a través de un medio de transmisión. Tanto si se están recolectando estadísticas numéricas de otra computadora, como si se están enviando gráficos animados desde una estación de diseño o haciendo sonar un timbre en un centro de control distante, se está realizando transmisión de información a través de conexiones de red. La información puede ser voz, imagen, datos numéricos, caracteres o código, cualquier mensaje que sea legible y tenga significado para el usuario destino, tanto si es humano como si es una máquina. La información puede estar en forma de datos, voz, pintura.

Generalmente, la información que utiliza una persona o una aplicación no está en un formato que se pueda transmitir por la red. Por ejemplo, no se puede enrollar una fotografía, insertarla en un cable y transmitirla a través de la ciudad. Sin embargo, se puede transmitir una descripción codificada de la

fotografía. En lugar de enviar la fotografía real, se puede utilizar un codificador para crear un flujo de unos y ceros que le indique al dispositivo receptor cómo reconstruir la imagen de la fotografía.

Pero incluso los unos y los ceros no pueden ser enviados a través de los enlaces de una red. Deben ser convertidos posteriormente a un formato aceptable para el medio de transmisión. El medio de transmisión funciona conduciendo energía a través de un camino físico. Por tanto, el flujo de datos de unos y ceros debe ser convertido a energía en forma de señales electromagnéticas.

La información debe ser transformada en señales electromagnéticas para poder ser transmitida.

1.4.1 SEÑALES PERIÓDICAS Y APERIÓDICAS.

Tanto las señales analógicas como las digitales pueden ser de dos formas: periódicas y aperiódicas (no periódicas) la figura 1.4.1.6 muestra la comparación entre señales analógicas y digitales.

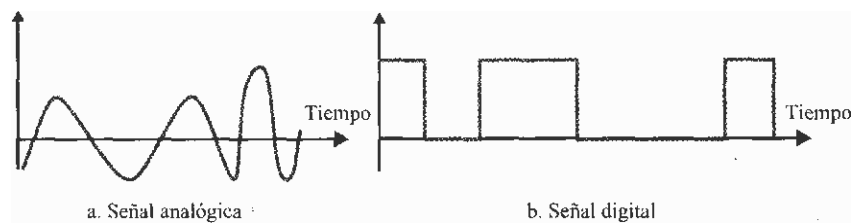


Figura 1.4.1.6. Comparación entre señales analógicas y digitales.

a) Señales periódicas.

Una señal es periódica si completa un patrón dentro de un marco de tiempo medible, denominado un periodo, y repite ese patrón en periodos idénticos

subsecuentes. Cuando se completa un patrón completo, se dice que se ha completado un ciclo. El periodo se define como la cantidad de tiempo (expresado en segundos) necesarios para completar un ciclo completo. La duración de un periodo, representado por T , puede ser diferente para cada señal, pero es constante para una determinada señal periódica. La Figura 1.4.1.7b muestra señales periódicas hipotéticas.

Una señal periódica está formada por un patrón que se repite continuamente. El periodo de una señal (T) se expresa en segundos.

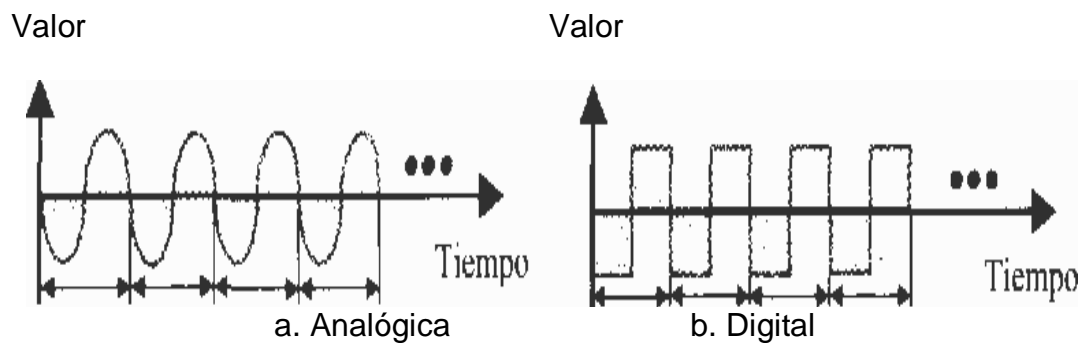


Figura 1.4.1.7. Ejemplos de señales periódicas.

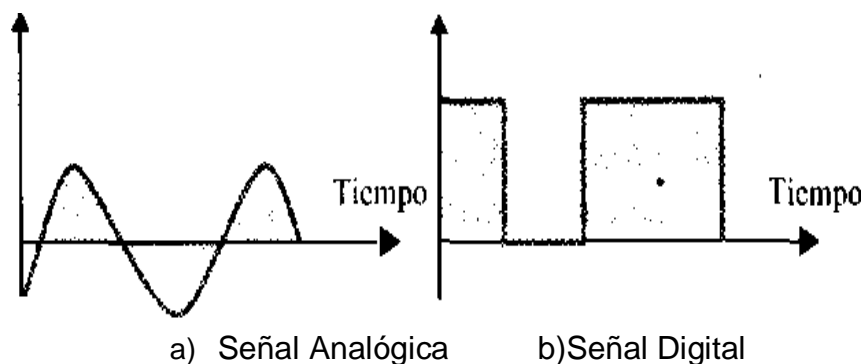


Figura 1.4.1.8. Ejemplos de señales aperiódicas.

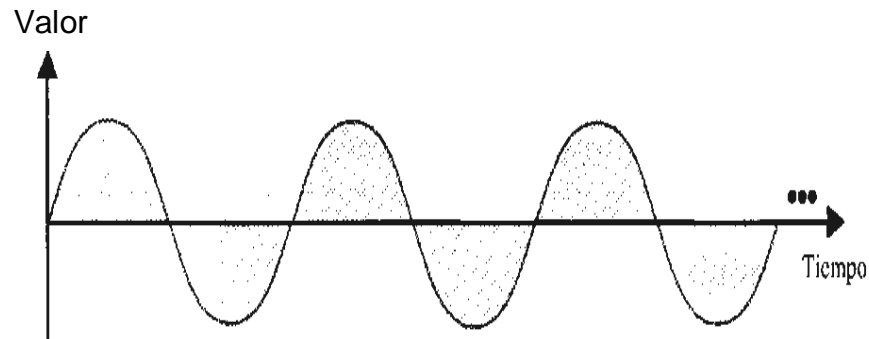


Figura 1.4.1.9 Una onda seno.

b) Señales aperiódicas.

Una señal aperiódica, o no periódica, cambia constantemente sin exhibir ningún patrón o ciclo que se repita en el tiempo. La Figura 1.4.1.8 muestra ejemplos de señales aperiódicas.

Una señal aperiódica, o no periódica, no tiene un patrón repetitivo.

Sin embargo, se ha demostrado mediante una técnica denominada transformada de Fourier, que cualquier señal aperiódica puede ser descompuesta en un número infinito de señales periódicas. Comprende las características que una señal periódica proporciona, además, conocimientos sobre las señales aperiódicas.

Una señal aperiódica puede ser descompuesta en un número infinito de señales periódicas.

Una onda seno es la señal periódica más sencilla.

1.4.2 SEÑALES DETERMINÍSTICAS Y ALEATORIAS.

Una señal determinística es una señal en la cual cada valor está fijo y puede ser determinado por una expresión matemática, regla o tabla. Los valores futuros de esta señal pueden ser calculados usando sus valores anteriores teniendo una confianza completa en los resultados.

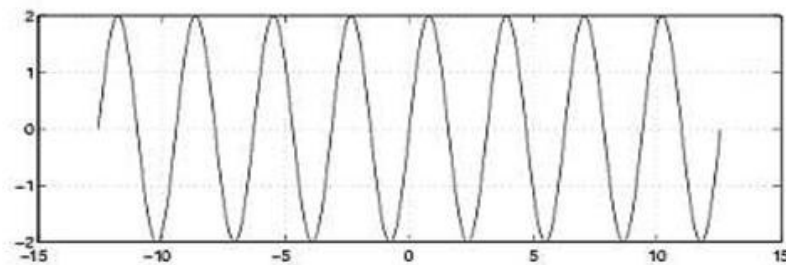


Figura 1.4.2.10 Señal Determinística.

Una señal aleatoria, tiene mucha fluctuación respecto a su comportamiento. Los valores futuros de una señal aleatoria no se pueden predecir con exactitud, solo se pueden basar en los promedios de conjuntos de señales con características similares, ya que esta no sigue reglas de correspondencia conocidas.

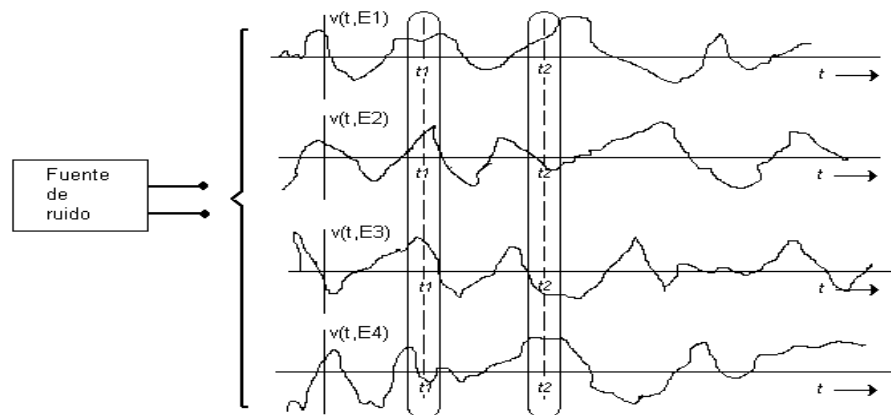


Figura 1.4.2.11 Señal Aleatoria.

1.4.3 SEÑALES DE ENERGÍA Y POTENCIA.

Energía: Su potencia promedio es finita y su energía tiende a ser ilimitada.

Potencia: Su potencia promedio es cero y su energía total es limitada.

Si la señal $x(t)$ representa el voltaje a través de una resistencia R , la corriente que circula por la misma sería: $i(t) = x(t)/R$

La potencia instantánea de la señal sería: $R i^2(t) = x^2(t)/R$.

La energía disipada durante un intervalo de tiempo dt : $x^2(t)/R dt$.

En general, no sabemos si $x(t)$ es una señal de corriente o de voltaje, y con el propósito de normalizar la potencia, tomamos un valor para R de 1 ohm, con lo que la potencia asociada con la señal $x(t)$ es $x^2(t)$.

De acuerdo a esto podemos definir:

La Energía de la señal sobre un intervalo de tiempo de longitud $2L$.

La Energía Total de la señal en el rango t desde $-\infty$ hasta ∞ .

La Potencia Promedio.

Si una señal $x(t)$ tiene Energía Total (E) finita y mayor que cero, se clasifica como una Señal de Energía. Estas señales tienen, además, una Potencia Promedio igual a cero.

Si la señal $x(t)$ tiene Potencia Promedio (P) finita y mayor que cero, se clasifica como una Señal de Potencia.

Las señales periódicas, que existen para todos los valores de t , tienen energía infinita, pero en muchos casos tienen una Potencia Promedio finita,

lo que las convierte en Señales de Potencia. Las señales limitadas en tiempo, es decir de duración finita, son Señales de Energía.

1.4.4 SEÑALES ANALÓGICAS Y DIGITALES.

Para transmitir datos a través de un sistema de comunicación es necesario utilizar señales que los representen y se propaguen a través del canal de comunicación. Estas señales pueden clasificarse en:

a) Señal Analógica.

Es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético y que es representable por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y periodo (representando un dato de información) en función del tiempo. Algunas magnitudes físicas comúnmente portadoras de una señal de este tipo son eléctricas como la intensidad, la tensión y la potencia, pero también pueden ser hidráulicas como la presión, térmicas como la temperatura, mecánicas, etc. La magnitud también puede ser cualquier objeto medible como los beneficios o pérdidas de un negocio.

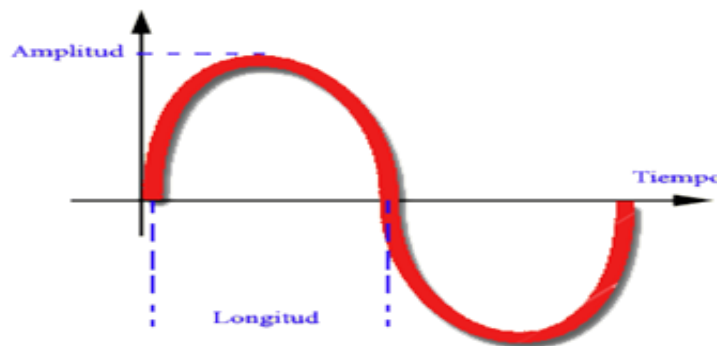


Figura 1.4.4.12 Forma de una Señal.

b) Señal digital.

Es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético en que cada signo que codifica el contenido de la misma puede ser analizado en término de algunas magnitudes que representan valores discretos, en lugar de valores dentro de un cierto rango. Por ejemplo, el interruptor de la luz sólo puede tomar dos valores o estados: abierto o cerrado, o la misma lámpara: encendida o apagada.

Estas señales, en teoría, solamente pueden tomar un número finito de valores diferentes y por lo general, solo pueden cambiar de valor en periodos predeterminados. Las señales digitales pueden ser señales eléctricas, rayos infrarrojos o rayos láser principalmente. ^[5]

La curva que representa la señal analógica es suave y continua, pasando a través de un número infinito de puntos. Sin embargo, las líneas verticales de la señal digital demuestran que hay un salto repentino entre un valor y otro de la señal; las regiones planas altas y bajas indican que estos valores son fijos. Otra forma de expresar la diferencia es que la señal analógica cambia continuamente con respecto al tiempo, mientras que la señal digital cambia instantáneamente.

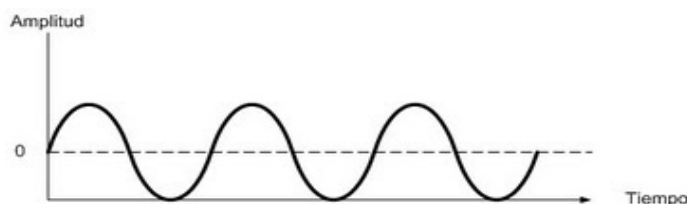


Figura 1.4.4.13 Señal Analógica. ^[6]

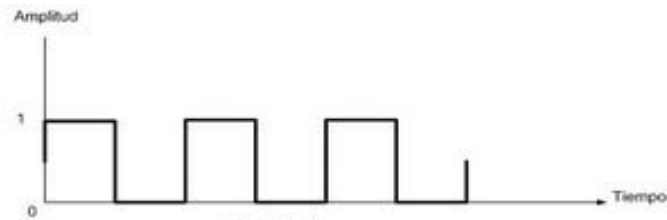


Figura 1.4.4.14 Señal Digital. ^[6]

1.5 EL ANÁLISIS DE FOURIER.

Existen cuatro representaciones distintas de Fourier, cada una aplicable a diferentes tipos de señales. Estas cuatro clases están definidas por las propiedades de periodicidad de una señal y si el tiempo es de tipo continuo o discreto. Las señales periódicas tienen representación en series de Fourier. La Serie de Fourier (**FS**) aplica a señales periódicas de tiempo continuo mientras que la Serie Discreta de Fourier (**DTFS**) aplica a señales periódicas de tiempo discreto. Las señales no periódicas tienen representación en forma de transformada. Si la señal es continua en el tiempo y no periódica, la representación es llamada Transformada de Fourier (**FT**). Si la señal es discreta en el tiempo y no periódica entonces la representación usada es la transformada de Fourier en tiempo discreto (**DTFT**). La siguiente tabla ilustra la relación entre las propiedades de tiempo de una señal y la representación de Fourier adecuada.

Tiempo	Periódicas	No periódicas
Continuas	Series de Fourier (FS)	Transformada de Fourier (FT)
Discretas	Series Discretas de Fourier (DTFS)	Transformada Discreta de Fourier (DTFT)

Tabla 1.5.3 Representación de Fourier

La siguiente tabla muestra las relaciones matemáticas utilizadas para calcular las representaciones de Fourier. [7]

Tiempo	Periódicas	No periódicas
Continuas	<p>Series de Fourier</p> $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} X[k]e^{-i\omega t}$ $X[k] = \frac{1}{T} \int_{(t)} x(t)e^{-i\omega t} dt$ <p>$x(t)$ has period T</p> $\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$	<p>Transformada de Fourier</p> $x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(j\omega)e^{i\omega t} d\omega$ $X(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-i\omega t} dt$
Discretas	<p>Series discretas de Fourier</p> $x(n) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} X(k)e^{-i\omega t}$ $X(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=(N)} x(n)e^{-i\omega t}$ <p>$x(n)$ and $X(k)$ have period N</p> $\Omega_n = \frac{2\pi}{N}$	<p>Transformada discreta de Fourier</p> $x(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} X(e^{i\omega t})e^{i\omega t} d\Omega$ $X(e^n) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)e^{-i\omega t}$ <p>$X(e^n)$ has period 2π</p>

Tabla 1.5.4 Fórmulas matemáticas de Fourier.

Una herramienta matemática para el estudio de señales y sistemas.

Una serie de Fourier es una serie infinita que converge puntualmente a una función continua y periódica. Las series de Fourier constituyen la herramienta matemática básica del análisis de Fourier empleado para analizar funciones periódicas a través de la descomposición de dicha función en una suma infinitesimal de funciones senoidales mucho más simples (como combinación de senos y cosenos con frecuencias enteras). El nombre se debe al matemático francés Jean-Baptiste Joseph Fourier que desarrolló la teoría cuando estudiaba la ecuación del calor.

Fue el primero que estudió tales series sistemáticamente, y publicando sus resultados iniciales en 1807 y 1811. Esta área de investigación se llama algunas veces Análisis armónico.

Es una aplicación usada en muchas ramas de la ingeniería, además de ser una herramienta sumamente útil en la teoría matemática abstracta. Áreas de aplicación incluyen análisis vibratorio, acústica, óptica, procesamiento de imágenes y señales, y compresión de datos. En ingeniería, para el caso de los sistemas de telecomunicaciones, y a través del uso de los componentes espectrales de frecuencia de una señal dada, se puede optimizar el diseño de un sistema para la señal portadora del mismo. Refiérase al uso de un analizador de espectros.

Las series de Fourier tienen la forma:

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(nx) + b_n \sin(nx)]$$

Donde a_n y b_n se denominan coeficientes de Fourier de la serie de Fourier de la función $f(x)$.

Definición de la serie de Fourier.

Supongamos que $\{\Phi_n(x)\}$ es un conjunto infinito ortogonal de funciones en un intervalo $[a, b]$. Nos preguntamos: si $y=f(x)$ es una función definida en el intervalo $[a, b]$, ¿será posible determinar un conjunto de coeficientes $C_n, n=0, 1, 2, \dots$, para el cual:

$$f(x) = c_0 \phi_0(x) + \dots + c_n \phi_n(x) + \dots ?$$

Tabla de Propiedades de la transformada de Fourier.

Linealidad	$\mathbb{F}[\alpha f(t) + \beta g(t)] = \alpha F(\omega) + \beta G(\omega)$
Dualidad	$\mathbb{F}[f(t)] = F(\omega) \rightarrow \mathbb{F}[F(t)] = 2\pi f(-\omega)$
Cambio de escala	$\mathbb{F}[\alpha t] = \frac{1}{ \alpha } F\left(\frac{\omega}{\alpha}\right)$
Transformada de la conjugada	$\mathbb{F}[f^*(t)] = F^*(-\omega)$
Traslación en el tiempo	$\mathbb{F}[f(t - t_0)] = e^{-j\omega t_0} F(\omega)$
Traslación en frecuencia	$\mathbb{F}[e^{-j\omega t_0} f(t)] = F(\omega - \omega_0)$
Derivación en el tiempo	$\mathbb{F}\left[\frac{\partial^n f(t)}{\partial t^n}\right] = (j\omega)^n F(\omega)$
Derivación en la frecuencia	$\mathbb{F}[(-jt)^n f(t)] = \frac{\partial^n F(\omega)}{\partial \omega^n}$
Transformada de la integral	$\mathbb{F}\left[\int_{-\infty}^t f(T) \partial T\right] = \frac{F(\omega)}{j\omega} + F(0)\delta(\omega)$
Transformada de la Convolución	$\mathbb{F}[f(t) * g(t)] = \mathbb{F}\left[\int_{-\infty}^{\infty} f(T)g(t - T) \partial T\right] = F(\omega)G(\omega)$
Teorema de Parseval	$\int_{-\infty}^{\infty} f(t) ^2 \partial t = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega) ^2 \partial \omega$

TABLA 1.5.5 Análisis Fourier.

La **Transformada Discreta de Fourier** (DTFS) es la única representación de Fourier que es de valor discreto tanto en el tiempo como en la frecuencia y de esta manera implícitamente conveniente para una implementación computacional en Matlab. Las expresiones utilizadas para esta

representación son fácilmente implementables en Matlab como archivos. Sin embargo los comandos *built-in* de Matlab **fft** y **ifft** pueden también ser utilizados para evaluar la DTFS. Dado un vector llamado x de longitud N representando un periodo de una señal periódica $x[n]$. El comando: `>> X=fft(x)/N` Produce un vector llamado X de longitud N que contiene los coeficientes de la DTFS. Matlab asume que el periodo evaluado en la señal es desde 0 hasta $N-1$, de manera que el primer elemento de x y X corresponden a $x[0]$ y $X[0]$ respectivamente, mientras que los últimos elementos corresponden a $x[N-1]$ y $X[N-1]$. Nótese que la división por N es completamente necesaria, debido a que el comando **fft** evalúa la siguiente expresión sin realizar la división por N .

Similarmente, dados los coeficientes de una DTFS en un vector llamado X el comando: `>>x=ifft(X)*N` Produce un vector x que representa un periodo de la señal en el tiempo. Nótese que el comando **ifft** debe estar multiplicado por N para evaluar la siguiente ecuación.

Los comandos **fft** e **ifft** son computados usando un algoritmo rápido o numéricamente eficiente, conocido como “Fast Fourier Transform”. Considere el siguiente ejemplo:

Determinar los coeficientes DTFS para la siguiente señal:

La señal tiene un periodo de 24, de manera que tan solo se hace necesario definir un periodo y evaluar sobre este periodo la DTFS.

Los comandos usados para realizar dicho cálculo son: `>> n = 0:23;` `>> x = ones(1,24) + sin((n * pi / 12) + (3 * pi / 8));` `>> X = fft(x)/24;` Un uso común de la transformada de Fourier, es encontrar las componentes frecuenciales de una señal en el dominio del tiempo que está contaminada con ruido. Considérese dos señales senoidales que tienen frecuencias fundamentales de 50Hz y 120Hz, luego considérese estas señales contaminadas con ruido aleatorio. Los comandos para generar una señal con las especificaciones anteriormente mostradas son los siguientes:

```
>> t = 0:0.001:0.6;
>> x = sin( 2 * pi * 50 * t ) + sin( 2 * pi * 120 * t );
>> y = x + 2 * randn( size( t ) );
>> plot( 1000 * t(1:50), y(1:50) )
```

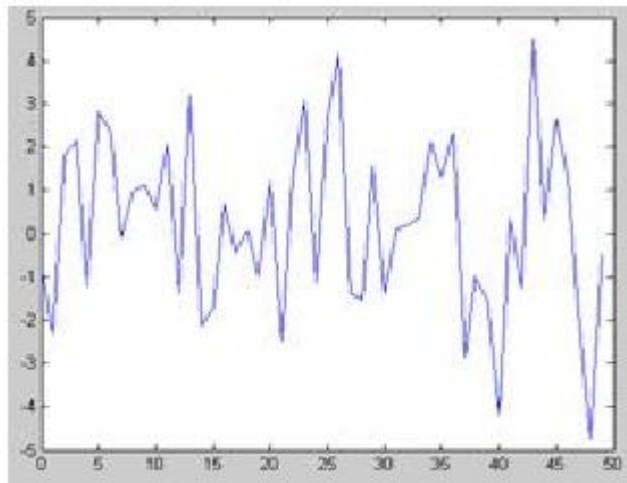


Figura 1.5.15 Gráfica de ejemplo Serie de Fourier.

Es de gran dificultad identificar las componentes de frecuencia mirando la señal original. Sin embargo al realizar la conversión de esta señal al dominio de la frecuencia, la identificación de estas componentes se hace más sencilla.

La conversión de la señal al dominio de la frecuencia se hace calculando la Transformada Rápida de Fourier, tomando para el cálculo los primeros 512 puntos de la señal. El espectro de potencia es una medida de la potencia a varias frecuencias, y este puede ser calculado con los siguientes comandos. `>>Pyy = Y * conj (Y) / 512`. Para realizar la gráfica se puede tener en cuenta que la información que aparece en el arreglo Pyy es por propiedades de la transformada, simétrica con respecto a la frecuencia media, es decir que si tenemos 512 puntos de muestra, la señal que esta almacenada en el arreglo es simétrica con respecto a la muestra 256, por lo tanto dibujar las ultimas 256 muestras del arreglo será completamente innecesario. De manera que para visualizar el espectro de potencia los comandos deben ser como se muestran a continuación:

```
>> f = 1000*(0:256)/512;  
>> plot(f,Pyy(1:257))
```

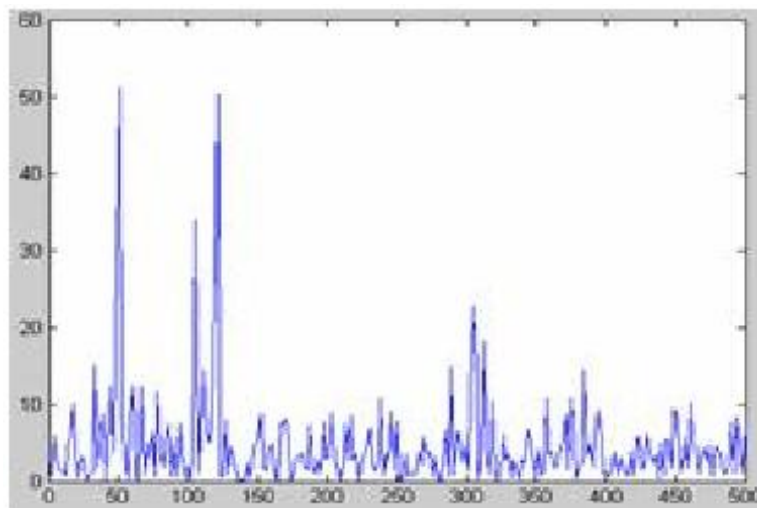


Figura 1.5.16 Gráfica para visualizar espectro de potencia.

Para ver todas las muestras y entender la característica de simetría descrita anteriormente se pueden utilizar los siguientes comandos:

```
>> f = 1000*(0:511)/512;  
>> plot(f,Pyy)
```

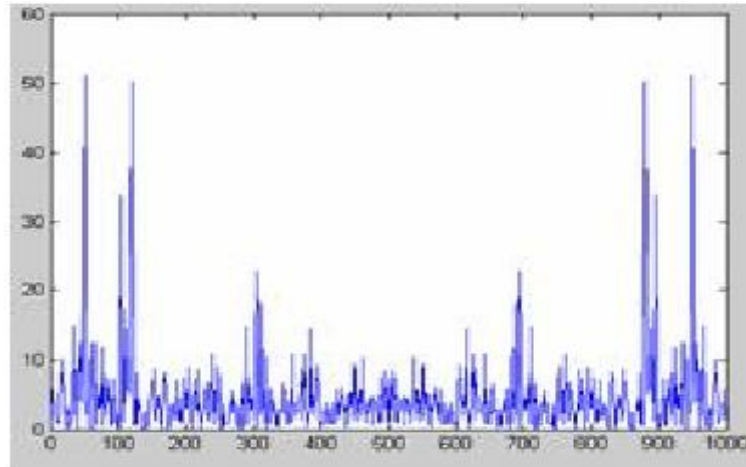


Figura 1.5.17 Gráfica con todas las muestras del ejemplo.

Del espectro de potencia se puede visualizar que las componentes con mayor frecuencia se encuentran a los 50 y 120 Hz respectivamente. Comprobando así que las señales de las cuales se formó la señal contaminada con ruido tienen estas frecuencias fundamentales. ^[8]

1.6 REPRESENTACIÓN DE LAS SEÑALES EN EL DOMINIO DEL TIEMPO Y LA FRECUENCIA.

El dominio de la frecuencia es usado para describir el análisis de señales respecto a su frecuencia.

Un gráfico del dominio temporal muestra la evolución de una señal en el tiempo, mientras que un gráfico frecuencial muestra las componentes de la señal según la frecuencia en la que oscilan dentro de un rango determinado.

Una representación frecuencial incluye también la información sobre el desplazamiento de fase que debe ser aplicado a cada frecuencia para poder recombinar las componentes frecuenciales y poder recuperar de nuevo la señal original.

El dominio de la frecuencia está relacionado con las series de Fourier, las cuales permiten descomponer una señal en un número finito o infinito de frecuencias.

El dominio del tiempo es utilizado para describir el análisis de señales respecto al tiempo. En el dominio temporal discreto el valor de la señal o la función se conoce únicamente en algunos puntos discretos del eje temporal. Sin embargo, en el dominio temporal continuo se conoce para todos los números reales.^[9]

RESUMEN DE UNIDAD

La información se debe transformar en señales electromagnéticas antes de enviarla a través de una red.

La información y las señales pueden ser analógicas (valores continuos) o digitales (valores discretos).

Una señal es periódica si está formada por un patrón que se repite continuamente.

Una señal periódica se puede descomponer en un conjunto de ondas seno.

Las señales se representan gráficamente en ondas seno.

Un gráfico del dominio temporal muestra la evolución de una señal en el tiempo, mientras que un gráfico frecuencial muestra las componentes de la señal según la frecuencia en la que oscilan dentro de un rango determinado.

El decibelio es la unidad relativa empleada en Acústica y Telecomunicación para expresar la relación entre dos magnitudes.

La Serie de Fourier (**FS**) aplica a señales periódicas de tiempo continuo mientras que la Serie Discreta de Fourier (**DTFS**) aplica a señales periódicas de tiempo discreto.

DTFS es la única representación de Fourier que es de valor discreto tanto en el tiempo como en la frecuencia y de esta manera implícitamente conveniente para una implementación computacional en MATLAB.

EJERCICIOS.

- 1.- ¿Cuáles son los tipos de Señales y forma de representarse?
- 2.- Describe brevemente la serie de Fourier.
- 3.- ¿Cuáles son los elementos de un Sistema de Comunicación?
- 4.- ¿Cuál es la importancia de las Telecomunicaciones en la vida moderna?
- 5.- ¿Cuál es la diferencia entre las señales Periódicas de las Aperiódicas?
- 6.- ¿Qué describe el análisis Fourier?
- 7.- Si la potencia de entrada es de 280 W y la de salida de 230 W cual es el valor de la pérdida de potencia.
- 8.- Realiza en Matlab la gráfica, para visualizar el comportamiento de una señal periódica.
- 9.- Visualiza en Matlab una señal aleatoria y cuál es su comportamiento.
- 10.- Realiza como practica la instalación y configuración de un modem.
- 11.- Efectúa ejercicios en Matlab sobre todos los tipos de Señales.
- 12.- Utiliza el multímetro para aprender a diferenciar los tipos de voltajes en telefonía y en corriente eléctrica.

UNIDAD II.

TÉCNICAS DE MODULACIÓN

En telecomunicación el término modulación engloba el conjunto de técnicas para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda sinusoidal. Estas técnicas permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información en forma simultánea, protegiéndola de posibles interferencias y ruidos.

Concepto: Modular una señal consiste en modificar alguna de las características de esa señal, llamada portadora, de acuerdo con las características de otra señal llamada moduladora.

En la figura 2.18 se puede observar que la señal portadora es modificada basándose en la amplitud de la señal moduladora y la señal resultante es la que se muestra en el lado derecho de la figura. El objetivo de modular una señal, es tener un control sobre la misma.

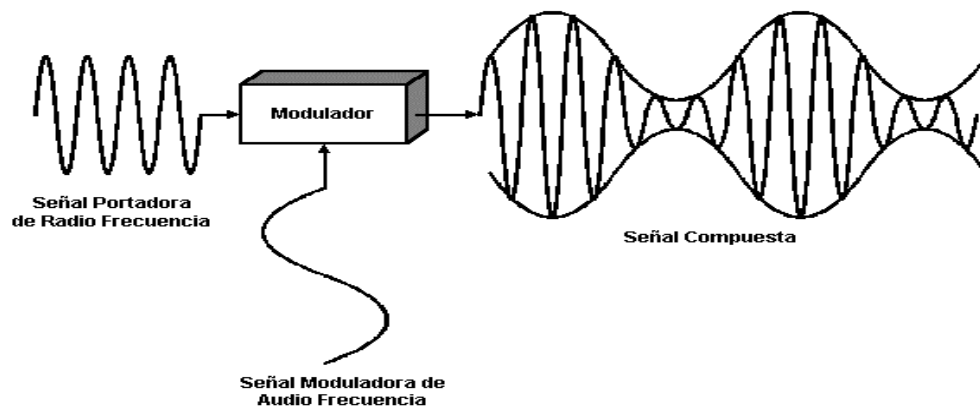


Figura 2.18 Ejemplo de Modulación

El control se hará sobre ciertos elementos característicos de una oscilación continua; estos son modificados según la forma de onda de la señal que se desea transmitir.

Los parámetros o magnitudes fundamentales de una señal analógica son:

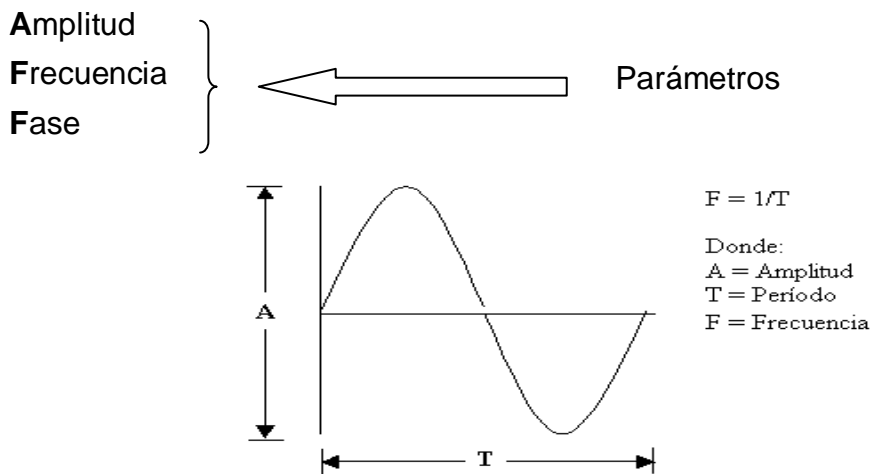


Figura 2.19 Parámetros Fundamentales de una señal analógica.

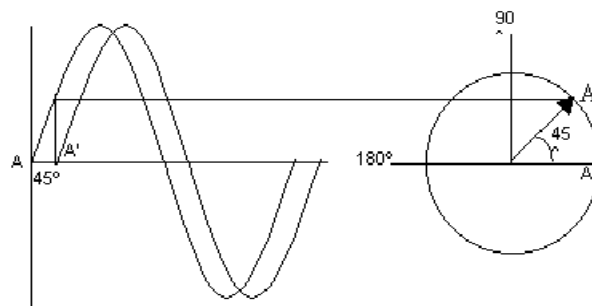


Figura 2.20 Fase de una señal analógica. ^[10]

2.1 IMPORTANCIA DE LA MODULACIÓN

Estas técnicas de modulación permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información en forma simultánea, protegiéndola de posibles interferencias y ruidos.

Existen varias razones para modular, entre ellas:

Facilita la propagación de la señal de información por cable o por el aire.

Ordena el radioespectro, distribuyendo canales a cada información distinta.

Disminuye dimensiones de antenas.

Optimiza el ancho de banda de cada canal.

Evita interferencia entre canales.

Protege a la información de las degradaciones por ruido.

Define la calidad de la información transmitida.

Existen básicamente dos tipos de modulación:

La modulación analógica, que se realiza a partir de señales analógicas de información, por ejemplo la voz humana, audio y video en su forma eléctrica y la modulación digital, que se lleva a cabo a partir de señales generadas por fuentes digitales, por ejemplo una computadora.^[11]

La información debe ser transformada en señales antes de poder ser transportada a través de un medio de comunicación. Evidentemente, una señal sólo se puede transmitir por un canal que permita la propagación de ese tipo de señales. Así, una señal eléctrica se propaga principalmente por medio de alambres conductores, una señal acústica generalmente se propaga mejor por el aire.

11.- http://primero.webege.com/index.php?option=com_content&view=article&id=57&Itemid=68

Cómo transformar la información depende de su formato original y del formato usado por el hardware de comunicaciones.

Una señal simple no transporta información de la misma forma que una línea recta no hace referencia a ninguna palabra. La señal debe ser manipulada, introduciendo cambios identificables que puedan ser reconocidos en el emisor y el receptor como representativos de la información transmitida. Primero la información debe ser traducida a patrones acordados de ceros y unos, por ejemplo usando el American Standard Code for Information Interchange (ASCII).

Sin embargo, no basta con esta adecuación en la naturaleza de la señal y del canal. Además, la señal debe tener unos parámetros adecuados. Un canal transmite bien las señales de una determinada frecuencia y mal otras. El canal ideal es aquél que presenta una respuesta lineal para todas las señales, es decir, que transmite por igual todas las frecuencias.

La modulación intenta conseguir esta adecuación entre señal y canal, de modo que en las transmisiones utilicemos aquellas frecuencias en las que el canal proporciona la mejor respuesta.

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.

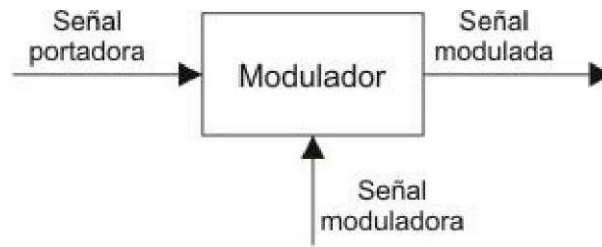


Figura. 2.1.21 Modulación.

Es necesario modular las señales por diferentes razones:

- 1) 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.
- 2) A altas frecuencias se tiene mayor eficiencia en la transmisión, de acuerdo al medio que se emplee.
- 3) Se aprovecha mejor el espectro electromagnético, ya que permite la multiplexación (multicanalización) por frecuencias.
- 4) En caso de transmisión inalámbrica, las antenas tienen medidas más razonables.

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.

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



Figura. 2.1.22 Demodulación.

El Módem es un dispositivo de transmisión que contiene un modulador y un demodulador.

Los datos se almacenan en una computadora en forma de ceros y unos. Habitualmente, para transportarlos de un lugar a otro (dentro o fuera de la computadora), es necesario convertirlos en señales digitales. Esto es lo que se denomina conversión digital a digital o codificación de los datos digitales dentro de una señal digital o simplemente modulación en banda base.

A veces es necesario convertir una señal analógica (como la voz en una conversación telefónica) en una señal digital por distintas razones, como reducir el efecto del ruido. Esto es lo que se denomina conversión analógica a digital o digitalización de una señal analógica. Otras veces, se requiere enviar una señal digital que sale de una computadora a través de un medio diseñado para transmitir señales analógicas. Por ejemplo, para enviar datos de un lugar a otro usando la red pública de telefonía, sería necesario convertir la señal digital producida por la computadora en una señal analógica. Esto es lo que se denomina conversión digital a analógica o modulación de una señal digital.

A menudo se desea enviar una señal analógica a larga distancia utilizando medios analógicos. Por ejemplo, la voz o la música de una estación de radio, que naturalmente emite una señal analógica, se transmiten a través del aire. Sin embargo, la frecuencia de la música o la voz no es apropiada para este tipo de transmisión. La señal debería ser transportada mediante una señal de alta frecuencia. Esto es lo que se denomina conversión de analógico a analógico o modulación de una señal analógica.

Las señales de información corresponden a la portadora, mientras que las señales de datos corresponden a la señal base o moduladora. De acuerdo al sistema de transmisión, se pueden tener los siguientes casos.

Señal Moduladora (Base)	Señal Portadora	Técnica
Analógica	Analógica	Modulación analógica
Analógica	Digital	Conversión analógico a digital
Digital	Digital	Modulación en banda base
Digital	Analógica	Modulación digital

Tabla 2.1.6 Tipos de modulación^[12]

2.2 TÉCNICAS DE MODULACIÓN ANALÓGICA

La amplia naturaleza de las señales analógicas es evidente, cualquier forma de onda está disponible con toda seguridad en el ámbito analógico, nos encontramos con una onda original y una distorsión de la que tenemos que identificar la onda original de la distorsionada.

PCM, MODULACIÓN POR CODIFICACIÓN DE PULSOS

Se basa como la anterior en el teorema de muestreo: “ Si una señal $f(t)$ se muestrea a intervalos regulares de tiempo con una frecuencia mayor que el doble de la frecuencia significativa más alta de la señal, entonces las muestras así obtenidas contienen toda la información de la señal original.

En el receptor, este proceso se invierte, pero por supuesto se ha perdido algo de información al codificar, por lo que la señal obtenida no es exactamente igual que la original (se le ha introducido ruido de cuantización).

Codificación Analógica–Digital. Este tipo de codificación es la representación de información analógica en una señal digital. Por ejemplo para grabar la voz de un cantante sobre un CD se usan significados digitales para grabar la información analógica. Para hacerlos, se debe de reducir el nº infinito potencial posible de valores en un mensaje analógico de modo que puedan ser representados como una cadena digital con un mínimo de información.

Codificación analógica-digital. En la codificación analógica-digital, estamos representando la información contenida a partir de una serie de pulsos digitales (1s ó 0s).

MODULACIÓN DE AMPLITUD DE PULSO (PAM)

El primer paso en la codificación analógica - digital se llama PAM. Esta técnica recoge información análoga, la muestra (ó la prueba), y genera una serie de pulsos basados en los resultados de la prueba.

En PAM, la señal original se muestra a intervalos iguales, PAM usa una técnica llamada probada y tomada. En un momento dado el nivel de la señal es leído y retenido brevemente. PAM sea ineficaz en comunicaciones, es porque aunque traduzca la forma actual de la onda a una serie de pulsos, siguen teniendo amplitud, todavía señal analógica y no digital. Para hacerlos digitales, se deben de modificar usando modulación de código de pulso (PCM).

Modulación PCM modifica los pulsos creados por PAM para crear una señal completamente digital. Para hacerlo, PCM, en primer lugar, cuantifica los pulsos de PAM. La cuantificación es un método de asignación de los valores íntegros a un rango.

Los dígitos binarios son transformados en una señal digital usando una de las técnicas de codage digital-digital. PCM se construye actualmente a través de 4 procesos separados: PAM, cuantificación, codage digital-digital.

La modulación analógica es la representación de información analógica mediante una señal analógica. La radio es un ejemplo de una comunicación de analógico a analógico. La Tabla 2.1 muestra la relación entre la información analógica, el conversor hardware de analógico a analógico y la señal analógica resultante.

La modulación analógica a analógica se puede conseguir básicamente de dos formas: modulación en amplitud (AM), modulación en frecuencia (FM).

2.2.1 MODULACIÓN EN AMPLITUD (AM).

Los métodos utilizados es la amplitud modulada que como su nombre lo indica consiste en variar la amplitud de la onda de radio. La onda de radiofrecuencia modulada es transmitida a alta potencia los receptores reciben la señal con baja potencia. Esta señal se debe amplificar. Supongamos una señal de entrada “(E0)” se amplifica con una ganancia constante “(g)” la salida “(SM)” es el producto “ $SM=E.g$ ”. Si g es variable en el tiempo entre 0 y un máximo, volviendo a cero. ^[13]

En transmisión AM (Amplitud de Modulación), 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. Las figura 2.2.1.23 muestra las relaciones de la señal moduladora, la señal portadora y la señal AM resultante.

Un modulador AM es un dispositivo con dos señales de entrada, una señal portadora de amplitud y frecuencia constante, y la señal de información o moduladora. El parámetro de la señal portadora que es modificado por la señal moduladora es la amplitud.

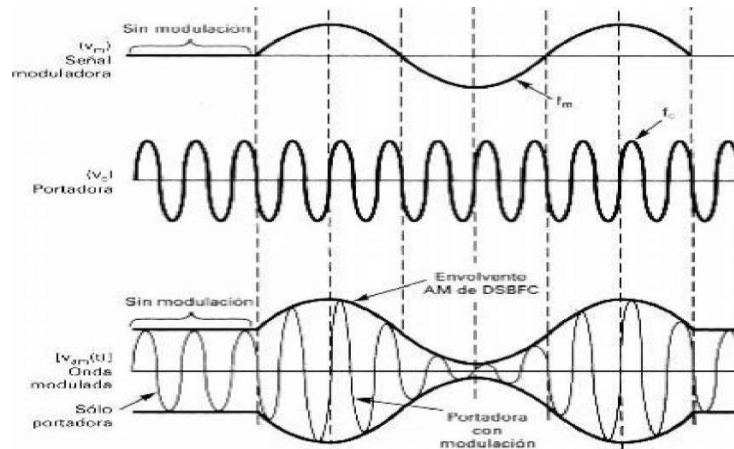


Figura 2.2.1.23 Señal modulada en amplitud (AM).

La señal modulada tendrá una amplitud que será igual al valor pico de la señal portadora más el valor instantáneo de la señal modulada. Debido a que en general una señal analógica moduladora no es senosoidal pura, sino que tiene una forma cualquiera, a la misma la podemos desarrollar en serie de Fourier y ello da lugar a que dicha señal esté compuesta por la suma de señales de diferentes frecuencias. De acuerdo a ello, al modular no tendremos dos frecuencias laterales, sino que tendremos dos conjuntos a los que se denomina banda lateral inferior y banda lateral superior.

Como la información está contenida en la señal moduladora, se observa que en la transmisión dicha información se encontrará contenida en las bandas laterales, ello hace que sea necesario determinado ancho de banda para la transmisión de la información.

2.2.1.1 ANCHO DE BANDA EN AM.

El ancho de banda de una señal AM es igual al doble del ancho de banda de la señal modulada y cubre un rango centrado alrededor de la frecuencia de la portadora (véase la figura 2.2.1.1.24). La porción sombreada del gráfico es el espectro de frecuencia de la señal.

BW_m = Ancho de banda de la señal moduladora (audio)

$B W/$ = Ancho de banda total (radio) f_c — Frecuencia de la portadora

El ancho de banda de una señal de audio (voz y música) 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.

Las estaciones AM pueden tener frecuencia de portadora en el espectro de la banda entre 530 y 1,700 KHz (1.7 MHz). Sin embargo, la frecuencia de la portadora de cada estación debe estar separada de las de sus lados por al menos 10 KHz (un ancho de banda AM) para evitar interferencias. Si una estación usa una frecuencia portadora de 1,100 KHz, la frecuencia de la portadora de la siguiente estación no puede ser menor de 1,110 KHz (véase la figura 2.2.1.1.24).

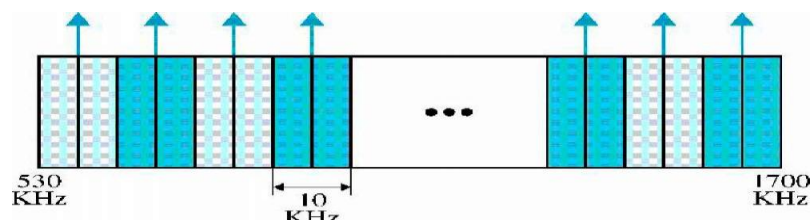


Figura 2.2.1.1.24 Asignación de banda en AM.

El ancho de banda total necesario para AM se puede determinar a partir del ancho de banda de una señal de audio: $BW = 2 \times BW$.

Ejemplo:

Si se tiene una señal de audio con un ancho de banda (Band Width BW) de 4 KHz. y se quiere modular en AM se necesita dos veces el ancho de banda de la señal original: Solución:

$$BW = 2 \times 4KHz.$$

2.2.2 MODULACIÓN EN FRECUENCIA (FM).

En la transmisión FM (Frecuencia de Modulación), 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. La figura 2.2.2.25 muestra las relaciones de la señal moduladora, la señal portadora y la señal FM resultante.

De acuerdo a lo dicho anteriormente, la frecuencia de la señal modulada variará alrededor de la frecuencia de la señal portadora de acuerdo a la siguiente expresión:

(f_p = frecuencia de portadora y f_m = frecuencia moduladora).

$$f = f_p + A \sin(2\pi f_m t)$$

Por lo tanto la expresión matemática de la señal modulada resulta:

$$vp(t) = V \sin[2\pi(f_p + A \sin(2\pi f_m t))t]$$

Donde Δf es la desviación de frecuencia y es el máximo cambio de frecuencia que puede experimentar la frecuencia de la señal portadora.

A la variación total de frecuencia desde la más baja hasta la más alta, se la conoce como oscilación de portadora. De esta forma, una señal moduladora que tiene picos positivos y negativos, tal como una señal senosoidal pura, provocara una oscilación de portadora igual a 2 veces la desviación de frecuencia. Al analizar el espectro de frecuencias de una señal modulada en frecuencia, observamos que se tienen infinitas frecuencias laterales, espaciadas en Δf , alrededor de la frecuencia de la señal portadora f_p ; sin embargo la mayor parte de las frecuencias laterales tienen poca amplitud, lo que indica que no contienen cantidades significativas de potencia. El análisis de Fourier indica que el número de frecuencias laterales que contienen cantidades significativas de potencia, depende del índice de modulación de la señal modulada, y por lo tanto el ancho de banda efectivo también dependerá de dicho índice.

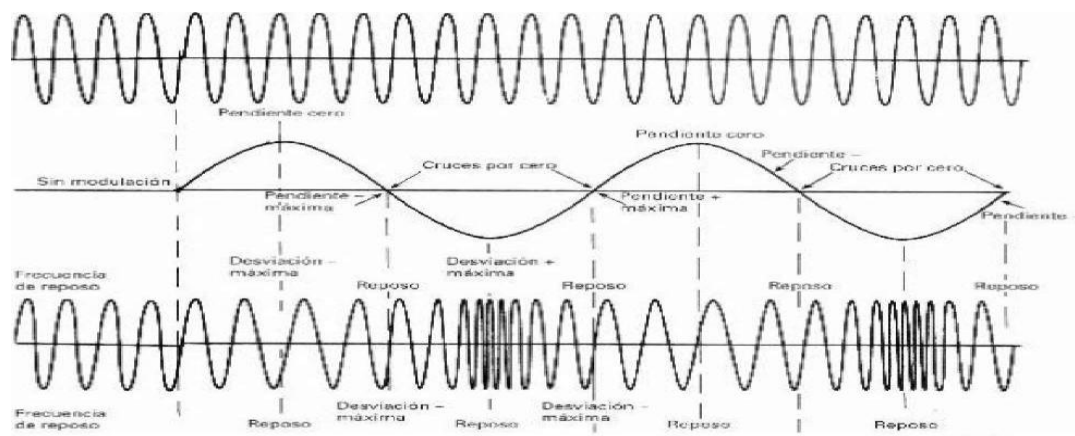


Figura 2.2.2.25 Señal modulada en frecuencia (FM).

El ancho de banda de una señal de audio (voz y música) en estéreo es casi 15 KHz. Cada estación de radio FM necesita, por tanto, un ancho de banda mínimo de 150 KHz. La Cofetel asigna 200 KHz (0.2 MHz) para cada estación, de forma que haya espacio para las bandas de seguridad.

Las estaciones FM pueden tener frecuencias portadoras en una banda entre los 88 y los 108 MHz. Las estaciones deben estar separadas por al menos 200 KHz para evitar que sus anchos de banda se solapen. Para que haya más privacidad, la Cofetel exige que en un área determinada solamente se puedan utilizar asignaciones de anchos de banda alternativos. Las restantes permanecen sin usar para prevenir cualquier posibilidad de interferencias entre dos estaciones cualquiera. Dada la banda de 88 a 108 MHz de rango, hay 100 anchos de banda FM potenciales en un área, de los cuales 50 pueden operar en cualquier momento.

Por ejemplo, si se tiene una señal de audio con un ancho de banda de 4 MHz. y considerando que una señal FM requiere 10 veces el ancho de banda de la señal original:

$$BW = 10 \times 4MHz = 40MHz^{[14]}$$

14.-http://primero.webege.com/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=71

2.3 CONVERSIÓN ANALÓGICA A DIGITAL.

Para realizar esa tarea, el conversor **ADC** (Analog-to-Digital Converter, Conversor Analógico Digital) tiene que efectuar los siguientes procesos:

- 1.- Muestreo de la señal analógica.
- 2.- Cuantización de la propia señal
- 3.- Codificación del resultado de la cuantización, en código binario.



Figura 2.3.26 Muestreo de la señal analógica.

Representación gráfica de medio ciclo positivo (+), correspondiente a una señal eléctrica analógica de < sonido, con sus correspondientes armónicos. Como se podrá observar, los valores de variación de la < tensión o voltaje en esta senoide pueden variar en una escala que va de “0” a “7” volt.

Para convertir una señal analógica en digital, el primer paso consiste en realizar un muestreo (sampling) de ésta, o lo que es igual, tomar diferentes muestras de tensiones o voltajes en diferentes puntos de la onda senoidal. La frecuencia a la que se realiza el muestreo se denomina razón, tasa o también frecuencia de muestreo y se mide en kilohertz (kHz).

En el caso de una grabación digital de audio, a mayor cantidad de muestras tomadas, mayor calidad y fidelidad tendrá la señal digital resultante. Durante el proceso de muestreo se asignan valores numéricos equivalentes a la tensión o voltaje existente en diferentes puntos de la sinusoide, con la finalidad de realizar a continuación el proceso de cuantización.

Las tasas o frecuencias de muestreo más utilizadas para audio digital son las siguientes:

24 000 muestras por segundo (24 kHz).

30 000 muestras por segundo (30 kHz).

44 100 muestras por segundo (44,1 kHz) (Calidad de CD).

48 000 muestras por segundo (48 kHz).

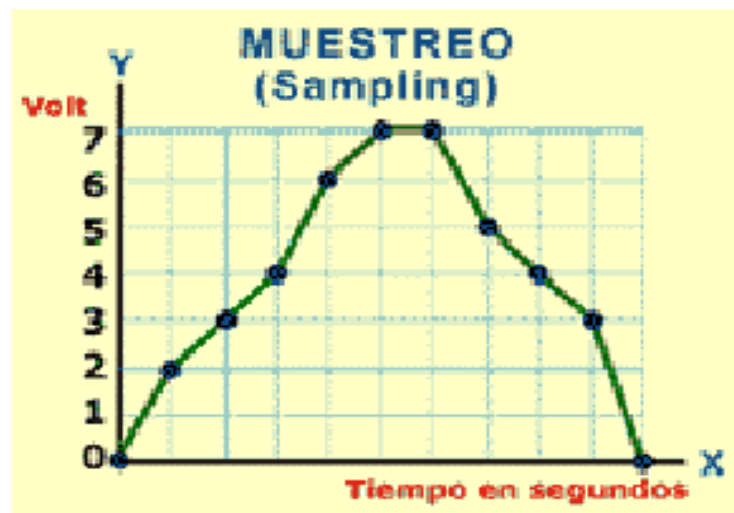


Figura 2.3.27 Tasa de Muestreo Sampling.

Para realizar el muestreo (sampling) de una señal eléctrica analógica y convertirla después en digital, el primer paso consiste en tomar valores discretos de tensión o voltaje a intervalos regulares en diferentes puntos de la onda.

CUANTIZACIÓN DE LA SEÑAL ANALÓGICA.



Figura 2.3.28 Muestreo de la señal analógica.

Proceso de cuantización (quantization) de la señal eléctrica analógica para su conversión en señal digital.

CODIFICACIÓN DE LA SEÑAL EN CÓDIGO BINARIO.

Después de realizada la cuantización, los valores de las tomas de voltajes se representan numéricamente por medio de códigos y estándares previamente establecidos. Lo más común es codificar la señal digital en código numérico binario.



Figura 2.3.29 Muestreo de la señal analógica.

La codificación permite asignarle valores numéricos binarios equivalentes a los valores de tensiones o voltajes que conforman la señal eléctrica analógica original. ^[15]

A veces es necesario digitalizar una señal analógica. Por ejemplo, para enviar la voz humana a larga distancia, es necesario digitalizarla puesto que las señales digitales son menos vulnerables al ruido. Esto se denomina conversión de analógico a digital o digitalización de una señal analógica. Para llevarla a cabo, es necesario efectuar una reducción del número de valores, potencialmente infinitos en un mensaje analógico, de forma que puedan ser representados como un flujo digital con una pérdida mínima de información. Hay varios métodos para efectuar la conversión de analógico a digital. La figura 2.3.30 muestra un conversor de analógico a digital, denominado uncodec (codificador-decodificador).

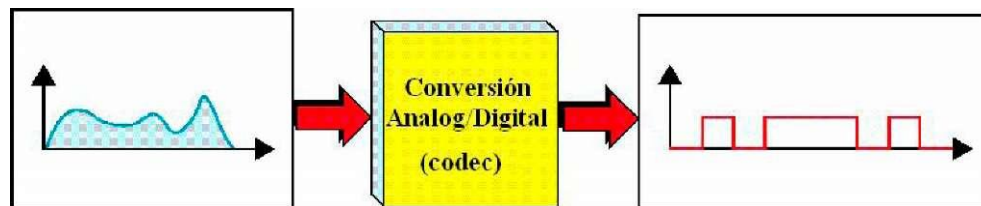


Figura 2.3.30 Conversión Analógico a Digital.

En la conversión de analógico a digital, se representa la información contenida en una onda continua como una serie de pulsos digitales (unos o ceros). La conversión de analógico a digital puede hacer uso de cualquiera de las señales digitales. ^[16]

15.- http://primero.webege.com/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=72
16.- <http://www.rhernando.net/modules/tutorials/doc/redes/modem.html>

2.3.1 TEOREMA DE MUESTREO (NYQUIST).

El ingeniero sueco Harry Nyquist formuló el siguiente teorema para obtener una grabación digital de calidad: **“La frecuencia de muestreo mínima requerida para realizar una grabación digital de calidad, debe ser igual al doble de la frecuencia de audio de la señal analógica que se pretenda digitalizar y grabar”**.

Este teorema recibe también el nombre de “Condición de Nyquist”.

Es decir, que la tasa de muestreo se debe realizar, al menos, al doble de la frecuencia de los sonidos más agudos que puede captar el oído humano que son 20 mil hertz por segundo (20 kHz). Por ese motivo se escogió la frecuencia de 44,1 kHz como tasa de muestreo para obtener “calidad de CD”, pues al ser un poco más del doble de 20 kHz, incluye las frecuencias más altas que el sentido del oído puede captar.

El teorema trata con el muestreo, que no debe ser confundido o asociado con la cuantificación, proceso que sigue al de muestreo en la digitalización de una señal y que, al contrario del muestreo, no es reversible (se produce una pérdida de información en el proceso de cuantificación, incluso en el caso ideal teórico, que se traduce en una distorsión conocida como error o ruido de cuantificación y que establece un límite teórico superior a la relación señal-ruido). Dicho de otro modo, desde el punto de vista del teorema, las muestras discretas de una señal son valores exactos que aún no han sufrido redondeo o truncamiento alguno sobre una precisión determinada, estas aún

no han sido cuantificadas. El teorema demuestra que la reconstrucción exacta de una señal periódica continua en banda base a partir de sus muestras es matemáticamente posible si la señal está limitada en banda y la tasa de muestreo es superior al doble de su ancho de banda. ^[17]

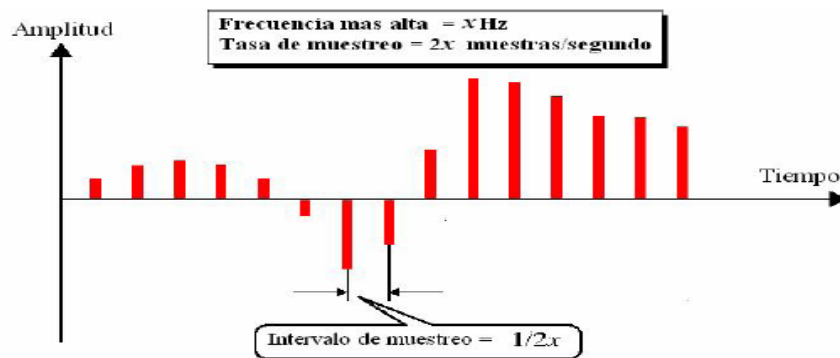


Figura 2.3.1.31 Teorema de Nyquist.

Si el criterio no es satisfecho, existirán frecuencias cuyo muestreo coincide con otras, fenómeno conocido como "alias" (En inglés "aliasing").

Muestreo de una señal senosoidal.

Cuando se obtienen muestras periódicas de una señal senosoidal, puede ocurrir que se obtengan las mismas muestras que se obtendrían de una señal senosoidal igualmente pero con frecuencia más baja. Específicamente, si una senosoidal de frecuencia f Hz es muestreada m veces por segundo, y $m < f/2$, entonces las muestras resultantes también serán compatibles con una senoide de frecuencia $f - 2m$.

Cada una de las senosoidales se convierte en un "alias" para la otra. Ver figura 2.3.1.32

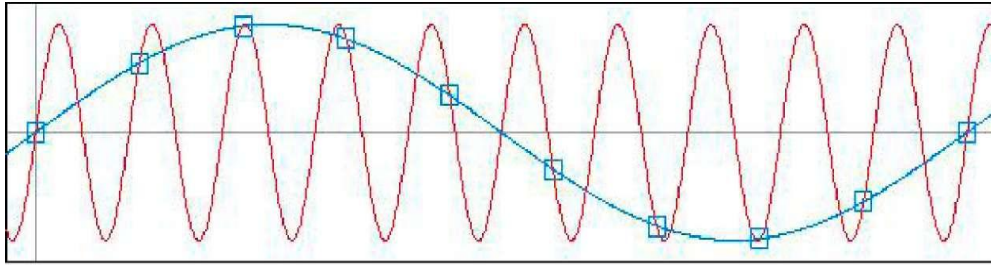


Figura 2.3.1.32 Teorema de Nyquist.

Por tanto, si se muestrea a la frecuencia m una señal analógica que contiene las dos frecuencias, la señal no podrá ser reconstruida.

Criterio de Nyquist.

Está demostrado rigurosamente que para evitar el "aliasing" es necesario asegurarse de que en la señal analógica a muestrear con una frecuencia m , no existen componentes sinusoidales de frecuencia mayor a $2m$. Esta condición es llamada el criterio de Nyquist, y es equivalente a decir que la frecuencia de muestreo m debe ser al menos dos veces mayor que el ancho de banda de la señal.

El Teorema de Nyquist indica que la frecuencia de muestreo mínima que tenemos que utilizar debe ser mayor que $2 \cdot f_{\max}$, donde f_{\max} es la frecuencia máxima de la señal compleja. Si utilizamos esa frecuencia de muestreo, podremos reproducir posteriormente la señal a partir de las muestras tomadas. Si utilizáramos una frecuencia más alta de la que nos dice Nyquist obtendríamos una representación más exacta de la señal de entrada.

Por tanto, si se quiere muestrear voz telefónica con una frecuencia máxima de 4,000 Hz, es necesario muestrear a una tasa de muestreo de 8,000 muestras por segundo.

Una tasa de muestreo del doble de la frecuencia de x Hz indica que la señal se debe muestrear cada $1/2x$ segundos. Usando el ejemplo de la transmisión de voz sobre una línea de teléfono, esto significa que hay que muestrear una vez cada $1/8,000$ segundos.

Otro ejemplo

Se tiene una señal con un ancho de banda de 10.000 Hz (1.000 al 11.000 Hz) y si la tasa de muestreo debe ser dos veces la frecuencia más alta en la señal:

Tasa de muestreo igual = $2 \times 11,000 = 22,000$ muestras / segundo.

¿Cuántos bits por muestra?

Después de que se haya encontrado la tasa de muestreo, es necesario determinar el número de bits que se van a transmitir con cada muestra. Esto depende del nivel de precisión que sea necesario. El número de bits se elige de forma que la señal original se pueda reproducir con la precisión deseada en amplitud.

Si cuando está muestreando una señal, cada muestra necesita al menos 12 niveles de precisión (+0 a +5 y -0 a -5), se necesitan cuatro bits; un bit para el signo y tres bits para el valor. Un valor de tres bits permite representar $2^3 = 8$ niveles (000 a 111), lo que es más de lo que se necesita. Un valor con dos

bits no es suficiente puesto que $2^2 = 4$. Un valor de cuatro bits es demasiado porque $2^4=16$.

Tasa de bits.

Después de hallar el número de bits por muestra, se puede calcular la tasa de bits usando la fórmula siguiente:

Tasa de bits = Tasa de muestreo x Número de bits por muestra.

Ejemplo:

Para digitalizar la voz humana que normalmente contiene frecuencias entre los 0 y los 4,000 Hz la tasa de muestreo es:

Tasa de muestreo = $4.000 \times 2 = 8,000$ muestras / segundo

La tasa de bits se puede calcular como: Tasa de bits = Tasa de muestreo x Número de bits por muestra.

Tasa de bits = $8.000 \times 8 = 64.000$ bits/s =64 Kbps.

2.4 MODULACIÓN EN BANDA BASE.

La codificación o conversión digital a digital, es la representación de la información digital mediante una señal digital. Por ejemplo, cuando se transmiten datos desde una computadora a una impresora o desde una computadora a otra computadora, tanto los datos originales como los datos transmitidos son digitales. En este tipo de codificación, los unos y ceros binarios generados por una computadora se traduce a una secuencia de pulsos de voltaje que se pueden propagar por un cable.

Se denomina banda base al conjunto de señales que no sufren ningún proceso de modulación a la salida de la fuente que las origina, es decir son

señales que son transmitidas en su frecuencia original. Dichas señales se pueden codificar y ello da lugar a los códigos de banda base.

De todos los mecanismos usados para la codificación digital a digital, los más útiles para la transmisión de datos se pueden agrupar en tres amplias categorías: Unipolar, Polar y Bipolar (Ver figura 2.4.33).

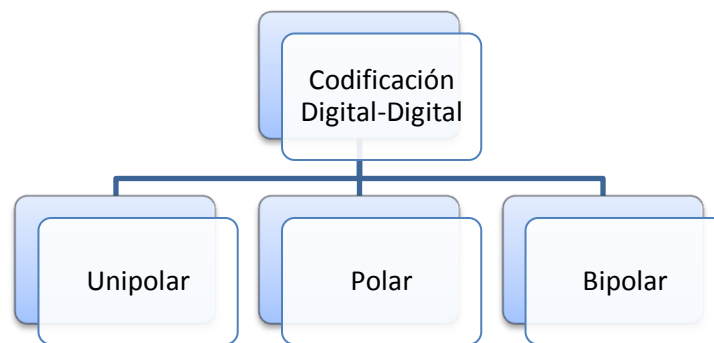


Figura 2.4.33 Tipos de codificación Digital-Digital.

Unipolar, usa un único valor de nivel positivo o negativo, que generalmente representa el '1' y el '0' mantiene la señal a 0. No tiene variantes. Ver figura 2.4.34.

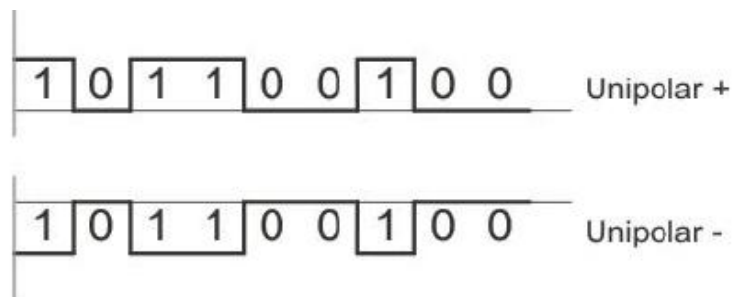


Figura 2.4.34 Codificación Unipolar.

Polar, usa dos niveles de amplitud. Hay varias opciones de codificación: NRZ, RZ, Bifásica, Manchester y Manchester diferencial. Ver figura 2.4.35.

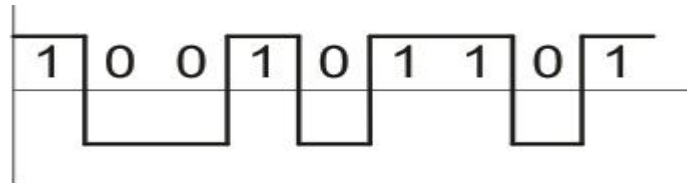


Figura 2.4.35 Codificación Polar.

Bipolar, usa tres niveles: positivo, cero y negativo. Opciones: Bipolar con Inversión de marca alternada (AMI), Bipolar con sustitución de 8 ceros (B8ZS) y Bipolar 3 de alta densidad (HDB3). Ver figura 2.4.36.

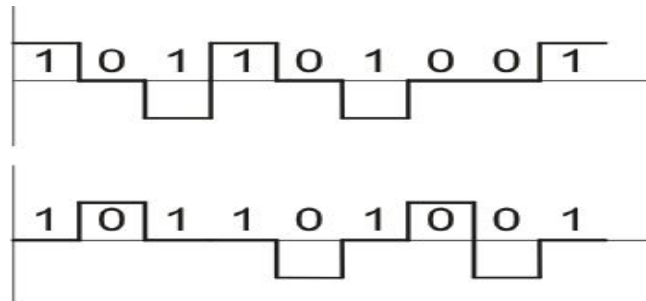


Figura 2.4.36 Codificación Bipolar.^[18]

2.4.1 CODIFICACIÓN UNIPOLAR (AMPLITUD).

Se denomina modulación en amplitud, a aquella en que el parámetro de la señal de la portadora que se va a variar, es la amplitud.

Cuando la señal moduladora es de origen digital, la modulación de la portadora está representada por corrientes de amplitudes distintas y se denomina modulación por desplazamiento de amplitud (ASK).

Existen dos tipos de modulación en amplitud:

Por variación de nivel de la onda portadora.

Por supresión de onda portadora.^[19]

18.-<http://www.rhernando.net/modules/tutorials/doc/redes/modem.html>

19.- http://primero.webege.com/index.php?option=com_content&view=article&id=64&Itemid=75

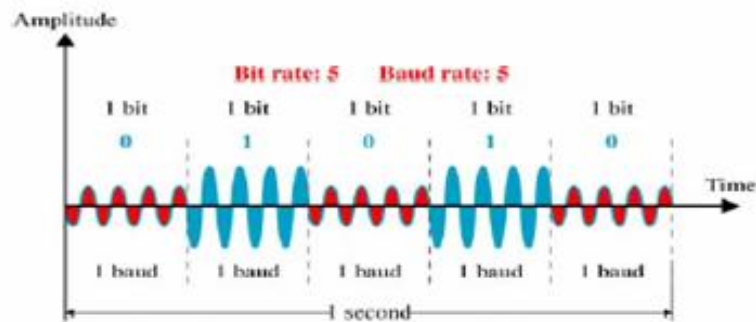


Figura 2.4.1.37 Codificación Unipolar.

La codificación Unipolar o Codificación Amplitud es muy sencilla y muy primitiva. Aunque actualmente está casi obsoleta, su sencillez proporciona una forma fácil de presentar los conceptos usados con los sistemas de codificación más complejos y permite examinar los tipos de problemas que se deben resolver en los sistemas de transmisión digital.

El sistema de transmisión digital funciona enviando pulsos de voltaje por un medio de enlace, habitualmente un cable o un hilo. En la mayoría de los tipos de codificación, hay un nivel de voltaje para el 0 binario y otro nivel de voltaje para el 1. La polaridad del impulso indica si es positivo o negativo. La codificación unipolar se denomina así porque usa únicamente una polaridad. Esta polaridad se asigna a uno de los dos estados binarios, habitualmente el 1. El otro estado, habitualmente el 0, se representa por el voltaje 0.

La Figura 2.4.1.37 muestra la idea de la codificación unipolar. En este ejemplo, los unos se codifican con un valor positivo o negativo y los ceros se codifican como el valor cero. Además de ser muy sencilla, la codificación unipolar admite una implementación barata. Sin embargo, la codificación

unipolar tiene al menos dos problemas que la hacen poco deseable: una componente DC y la sincronización.

Componente DC.

La amplitud media de una señal con codificación unipolar no es cero. Esto crea lo que se llama una componente de corriente continua (DC) (un componente con frecuencia cero). Cuando una señal contiene una componente DC, no puede viajar a través de medios que no pueden gestionar este tipo de componentes.

Sincronización.

Cuando una señal no varía, el receptor no puede determinar el principio y el final de cada bit. Por tanto, en la codificación unipolar puede haber problemas de sincronización siempre que el flujo de datos contenga largas series continuas de ceros y unos. Los esquemas de codificación digital usan cambios en el nivel de voltaje para indicar cambios en el tipo de bit. Un cambio de señal indica también que un bit ha terminado y que ha comenzado un nuevo bit. Sin embargo, en la codificación unipolar, una serie del mismo tipo de bit, digamos siete unos, no generará cambios de voltaje, existiendo solamente una línea de voltaje positivo o negativo que dura siete veces más que la de un único bit. Puesto que no hay cambio de señal para indicar el comienzo de la siguiente secuencia de bits, el receptor tiene que confiar en un temporizador.

Dada una tasa de bit esperada de 1,000 bps, si el receptor detecta un voltaje positivo que dura 0.005 segundos, interpreta que recibe un 1 cada 0.001 segundo, es decir, cinco unos.

Por desgracia, la falta de sincronización entre los relojes del emisor y el receptor distorsiona la temporización de la señal de forma que, por ejemplo, cinco unos pueden ser enviados en 0.006 segundos, originando la recepción de un bit 1 extra en el receptor. Este bit extra en el flujo de datos hace que todo lo que llegue detrás se decodifique erróneamente. Para controlar la sincronización de los medios de transmisión unipolar se ha desarrollado una solución consistente en usar una línea distinta que, en paralelo, lleva un pulso de reloj y que permite al dispositivo de recepción re-sincronizar su temporizador con el de la señal. Pero doblar el número de líneas usadas para la transmisión incrementa el costo y da como resultado soluciones poco económicas.

2.4.2 CODIFICACIÓN POLAR: NRZ, NRZ-L, AMPLITUD Y AMPLITUD DIFERENCIAL.

En este caso la señal tomará valores positivos para un 1 lógico y negativos para un 0 lógico pero nunca toma el valor 0.

La codificación polar usa dos niveles de voltaje: uno positivo y uno negativo. Gracias al uso de dos niveles, en la mayoría de los métodos de codificación polar se reduce el nivel de voltaje medio de la línea y se alivia el problema de la componente DC existente en la codificación unipolar. En las codificaciones

Manchester y Manchester diferencial, cada bit se define mediante voltajes positivos y negativos, de tal forma que la componente DC queda totalmente eliminada. La Figura 2.4.2.38 muestra los tipos de codificación polar.

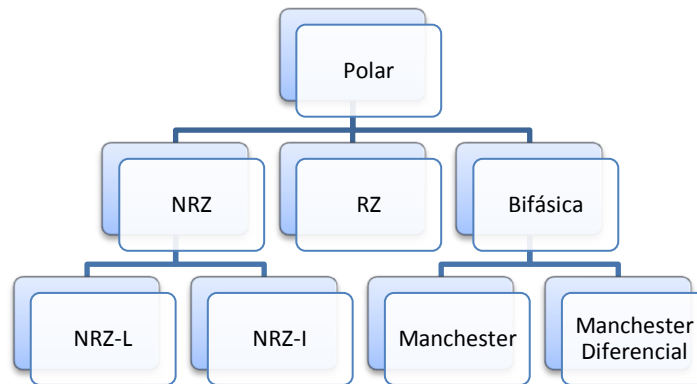


Figura 2.4.2.38 Tipos de codificación polar.

De las muchas variantes existentes de la codificación polar, se examinarán solamente las tres más populares: sin retorno a cero (NRZ), con retorno a cero (RZ) y bifásica. La codificación NRZ incluye dos métodos: sin retorno al nivel cero, nivel (NRZ-L) y sin retorno a cero invertido (NRZ-I). El método bifásico también tiene dos variantes.

El primero, el Manchester, es el método usado en las LAN de tipo Ethernet. El segundo, Manchester diferencial, es el método usado en las LAN de tipo Token Ring.

A) SIN RETORNO A CERO (NRZ)

En la codificación NRZ, el nivel de la señal es siempre positivo o negativo. A continuación se muestran los dos métodos más populares de transmisión NRZ.

CODIFICACIÓN NRZ-L.

En la codificación NRZ-L, el nivel de la señal depende del tipo de bit que representa. Habitualmente, un valor de voltaje positivo indica que el bit es un 0 y un valor de voltaje negativo significa que el bit es un 1 (o viceversa); por tanto, el nivel de la señal depende del estado del bit. Cuando hay un flujo grande de ceros o unos en los datos puede surgir un problema. El receptor recibe un voltaje continuo y debería determinar cuántos bits se han enviado mediante su reloj, que puede estar o no sincronizado con el reloj del emisor.

CODIFICACIÓN NRZ-I.

En NRZ-I, una inversión del nivel de voltaje representa un bit 1. Es la transición entre el valor de voltaje positivo y negativo, no los voltajes en sí mismos, lo que representa un bit 1. Un bit 0 se representa sin ningún cambio. NRZ-I es mejor que NRZ-L debido a la sincronización implícita provista por el cambio de señal cada vez que se encuentra un 1. La existencia de unos en el flujo de datos permite al receptor sincronizar su temporizador con la llegada real de la transmisión. Las tiras de ceros todavía pueden causar problemas, pero debido a que los ceros son menos frecuentes, el problema es menor.

La figura 2.4.2.39 muestra las representaciones NRZ-L y NRZ-I de la misma serie de bits. En la secuencia NRZ-L, los voltajes positivos y negativos tienen un significado específico: positivo para 0 y negativo para 1.

En la secuencia NRZ-I, los voltajes no tienen significado por sí mismos. En su lugar, el receptor mira los cambios de nivel como base para reconocer los unos.

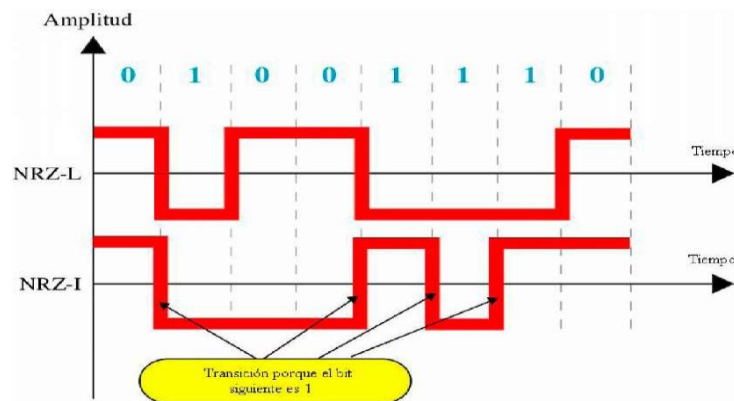


Figura 2.4.2.39 Codificaciones NRZ-L y NRZ-I.

B) CODIFICACIÓN CON RETORNO A CERO (RZ).

Como se puede ver, siempre que los datos originales contienen tiras de unos o ceros consecutivos, el receptor puede sufrir pérdidas. Como se mencionó en la discusión de la codificación unipolar, una forma de asegurar la sincronización es enviar una señal específica para temporización por un canal distinto. Sin embargo, esta solución es cara y genera sus propios errores. Una solución mejor es incluir de alguna forma la sincronización dentro de la señal codificada, algo similar a la solución provista por NRZ-I, pero capaz de manejar tiras de ceros y de unos.

Para asegurar la sincronización debe haber un cambio de señal para cada bit. El receptor puede usar estos cambios para construir, actualizar y sincronizar su reloj. Como se vio anteriormente, la técnica NRZ-I hace esto

para secuencias de unos. Pero para que haya cambios con cada bit, es necesario tener más de dos valores. Una solución es la codificación con retorno a cero (RZ), que usa tres valores: positivo, negativo y cero.

En RZ, la señal no cambia entre los bits sino durante cada bit. Al igual que NRZ-L, un voltaje positivo significa 1 y un voltaje negativo significa 0. Pero, a diferencia de NRZ-L, a medio camino en cada intervalo de bit, la señal vuelve a 0. Un bit 1 se representa realmente por una transición del voltaje positivo al cero y un bit 0 por una transición del voltaje negativo al cero, en lugar de por una transición positiva o negativa únicamente. La figura 2.4.2.40 ilustra este concepto.

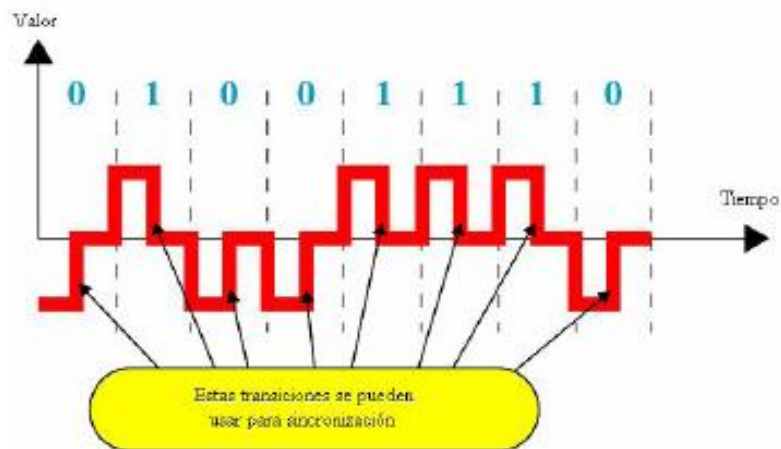


Figura 2.4.2.40 Codificación RZ.

La principal desventaja de la codificación RZ es que necesita dos cambios de señal para codificar un bit y, por tanto, ocupa más ancho de banda. Pero, de las tres alternativas examinadas hasta el momento, es la más efectiva.

C) CODIFICACIÓN BIFÁSICA.

Probablemente, la mejor solución existente para el problema de la sincronización es la codificación bifásica. En este método, la señal cambia en medio del intervalo de bit, pero no vuelve a cero. En lugar de eso, continúa hasta el polo opuesto. Como en RZ, estas transiciones a mitad del intervalo permiten la sincronización. Como se mencionó anteriormente, en las redes se usan actualmente dos tipos de codificación bifásica: Manchester y Manchester diferencial.

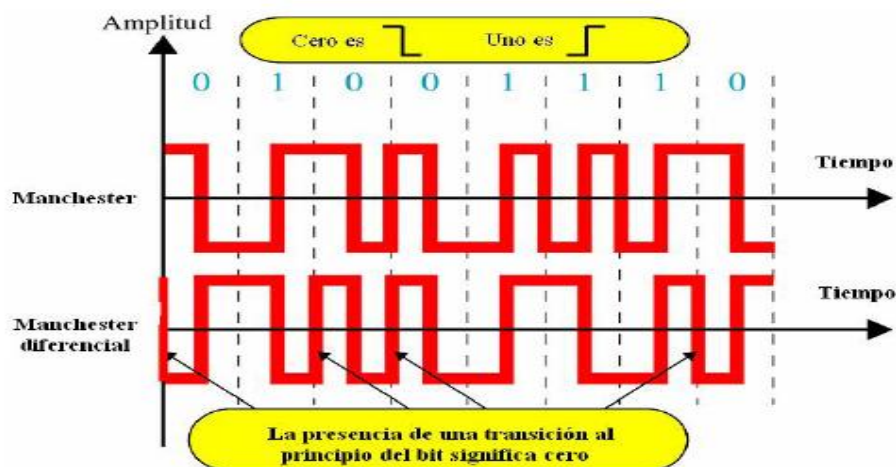


Figura 2.4.2.41 Codificación Manchester y Manchester diferencial.

CODIFICACIÓN MANCHESTER.

La codificación Manchester usa la inversión en mitad de cada intervalo de bit para sincronizar y para representar bits. Una transición de negativo a positivo representa un 1 binario y una transición positivo a negativo representa un 0 binario. Usando una transición con ese doble objetivo, la codificación Manchester logra el mismo nivel de sincronización que RZ pero con dos

valores de amplitud. En la codificación Manchester, la transición en mitad de cada bit se usa tanto para sincronización como para representación de bit.

CODIFICACIÓN MANCHESTER DIFERENCIAL.

En la codificación Manchester diferencial, la inversión en la mitad del intervalo de bit se usa para sincronización, pero la presencia o ausencia de una transición adicional al principio de cada intervalo se usa para identificar el bit. Una transición significa un 0 binario, mientras que la ausencia de transición significa un 1 binario. El método Manchester diferencial necesita dos cambios de señal para representar el 0 binario, pero solamente uno para representar el 1 binario. La figura 2.4.2.41 muestra las señales Manchester y Manchester diferencial para el mismo patrón de bits.

2.4.3 CODIFICACIÓN AMPLITUD: AMI, B8ZS, HDB3.

La codificación bipolar, como la RZ, usa tres niveles de voltaje: positivo, negativo y cero. Sin embargo, a diferencia de la RZ, el nivel cero se usa en la codificación bipolar para representar el 0 binario. Los unos se representan alternando voltajes positivos y negativos. Si el primer bit 1 se representa con una amplitud positiva, el segundo se representará con una amplitud negativa, el tercero con una amplitud positiva. Esta alternancia ocurre incluso cuando los bits uno no son consecutivos.

Hay tres tipos de codificación bipolar que son populares en la industria de transmisión de datos: AMI, B8ZS y HDB3 (véase la figura 2.4.3.42).

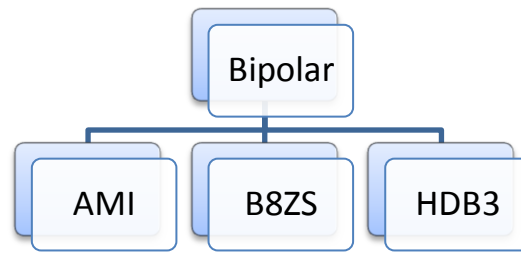


Figura 2.4.3.42 Tipos de codificación bipolar.

La Bipolar con inversión de marca alternada (AMI).

Es la forma más sencilla de codificación bipolar. En el nombre inversión de marca alternada, la palabra marca viene de la telegrafía y significa 1. Por tanto, AMI significa inversión a 1 alterno. Un valor neutral, es decir, un voltaje 0, representa el 0 binario. Los unos binarios se representan alternando valores de voltaje positivos y negativos. La figura 2.4.3.43 muestra un ejemplo.

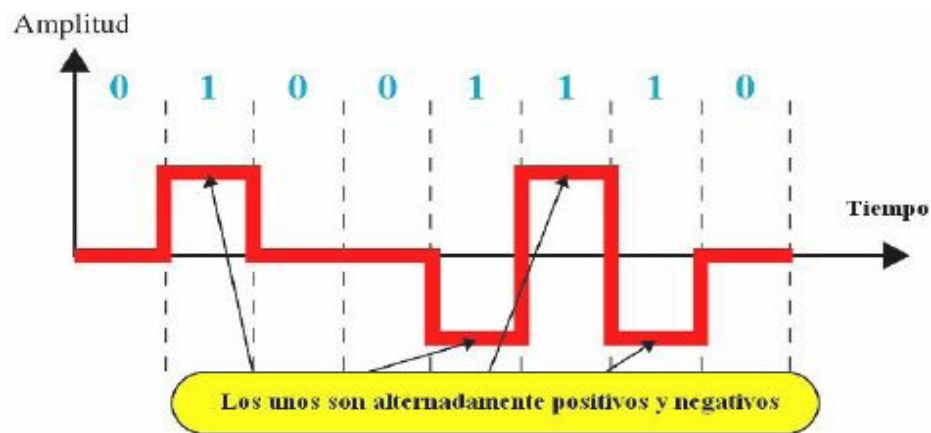


Figura 2.4.3.43 Codificación bipolar AMI.

Existe una variación de la AMI bipolar, que se denomina pseudoternaria, en la que el 0 binario alterna entre valores positivos y negativos. Invertiendo la

señal en cada ocurrencia de un 1, la AMI bipolar resuelve dos problemas: primero, el componente DC es cero y, segundo una secuencia larga de unos permanece sincronizada. No hay mecanismo que asegure la sincronización de tiras largas de ceros.

Se han desarrollado dos variantes de AMI bipolar para resolver el problema de la sincronización de secuencias de ceros, especialmente para transmisiones a larga distancia. La primera, usada en Norteamérica, se denomina bipolar con sustitución de 8 ceros (B8ZS). La segunda, usada en Europa y Japón, se denomina bipolar 3 de alta densidad (HDB3). Ambas son adaptaciones de la AMI bipolar que modifican el patrón original solamente en el caso de que haya múltiples ceros consecutivos.

BIPOLAR CON SUSTITUCIÓN DE 8 CEROS (B8ZS).

B8ZS es la convención adoptada en Norteamérica para proporcionar sincronización de secuencias largas de ceros. En la mayoría de los casos, B8ZS funciona de forma idéntica a AMI bipolar. AMI bipolar cambia polos cada vez que encuentra un 1. Estos cambios proporcionan la sincronización necesaria en el receptor. Pero la señal no cambia durante las cadenas de ceros, por lo que a menudo la sincronización se pierde.

La diferencia entre B8ZS y la AMI bipolar se produce cuando se encuentran ocho o más ceros consecutivos dentro del flujo de datos. La solución provista por B8ZS es forzar cambios artificiales de señal, denominadas violaciones, dentro de la tira de ceros.

Cada vez que hay una sucesión de ocho ceros, B8ZS introduce cambios en el patrón basados en la polaridad del 1 anterior (el 1 que ocurrió justo antes de los ceros). Véase la figura 2.4.3.44.

Si el valor del 1 anterior era positivo, los ocho ceros se codificarán entonces como cero, cero, cero, positivo, negativo, cero, negativo, positivo. Recuerde que el receptor está buscando polaridades alternas para identificar unos. Cuando encuentra dos cargas positivas consecutivas alrededor de tres ceros, reconoce el patrón como una violación introducida deliberadamente y no como un error. A continuación busca el segundo par de violaciones esperadas. Cuando las encuentra, el receptor traduce los bits a ceros y vuelve otra vez al modo normal AMI bipolar.

Si la polaridad del 1 anterior es negativa, el patrón de la violación es el mismo, pero con polaridades inversas. Ambos patrones, positivo y negativo, se muestran en la figura 2.4.3.44.

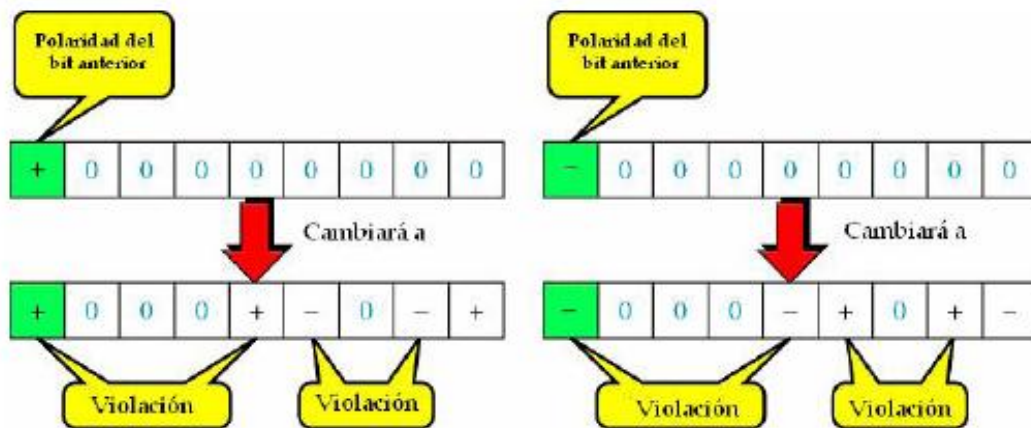


Figura 2.4.3.44 Codificación B8ZS.

BIPOLAR 3 DE ALTA DENSIDAD (HDB3).

El problema de sincronizar ráfagas de ceros consecutivos se ha resuelto de forma diferente en Europa y Japón que en los Estados Unidos. Esta convención, denominada HDB3, introduce cambios dentro del patrón AMI bipolar cada vez que se encuentran cuatro ceros consecutivos en lugar de esperar por los ocho del método B8ZS usado en Norteamérica. Aunque el nombre es HDB3, el patrón cambia cada vez que se encuentra cuatro ceros seguidos (véase la figura 2.4.3.45).

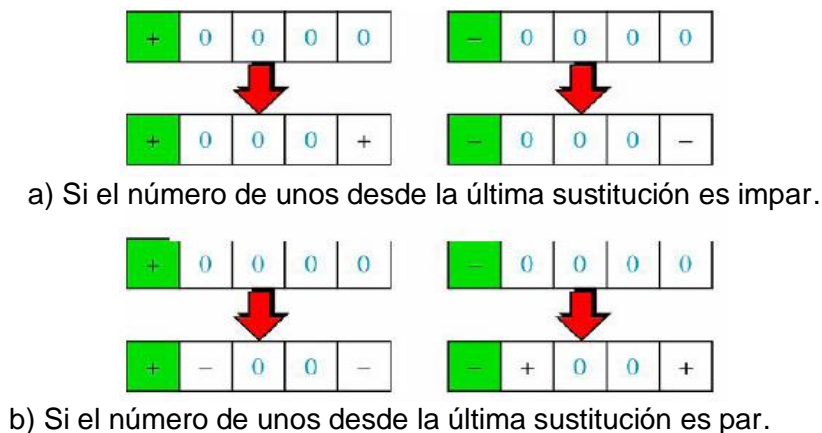


Figura 2.4.3.45 Codificación HDB3.

Al igual que en B8ZS, el patrón de violaciones en HDB3 se basa en la polaridad del bit 1 anterior. Pero a diferencia del B8ZS, HDB3 también mira el número de unos que se han producido en el flujo de bits desde la última sustitución. Si el número de unos desde la última sustitución es impar, HDB3 pone una violación en el lugar del cuarto 0 consecutivo.

Si la polaridad del bit anterior era positiva, la violación es positiva. Si la polaridad del bit anterior era negativa, la polaridad es negativa.

Siempre que el número de unos de la última sustitución sea par, B8ZS coloca una violación en el lugar del primer y cuarto 0 consecutivo. Si la polaridad del bit anterior era positiva, ambas violaciones son negativas. Si la polaridad del bit anterior era negativa, ambas violaciones son positivas. Los cuatro patrones se muestran en la figura 2.4.3.45. Como se puede ver, la cuestión es violar el patrón estándar de forma que una máquina pueda reconocer las violaciones como deliberadas y usarlas para sincronizar el sistema.

Ejemplo 1:

Codificar el flujo de bits 10000000000100 usando B8ZS. Asumir que la polaridad del primer 1 es positiva.

Amplitud

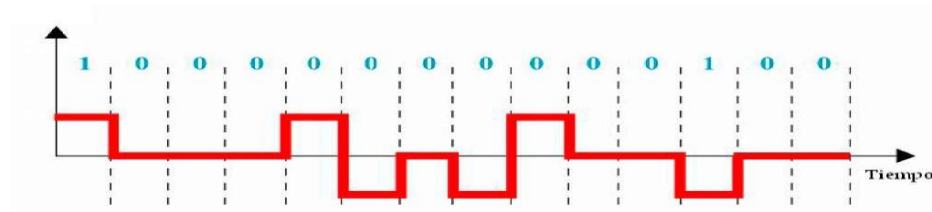


Figura 2.4.4.46 Solución al ejemplo 1.

Ejemplo 2:

Codificar el flujo de bits 10000000000100 usando HDB3. Asumir que el número de unos hasta ahora es impar y que el primero es positivo.

Solución:

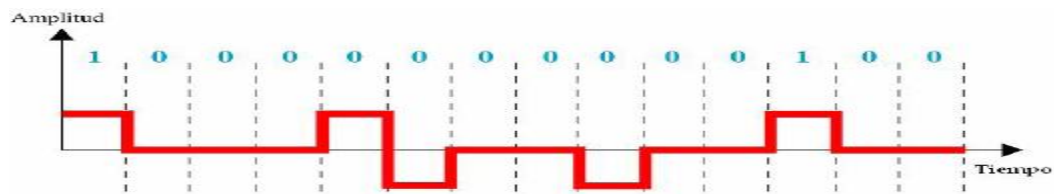


Figura 2.4.3.47 Solución al ejemplo 2.

2.5 TÉCNICAS DE MODULACIÓN DIGITAL.

La conversión de digital a analógico, o modulación de digital a analógico, es el proceso de cambiar una de las características de una señal de base analógica en información basada en una señal digital (ceros y unos). Por ejemplo, cuando se transmiten datos de una computadora a otra a través de una red telefónica pública, los datos originales son digitales, pero, debido a que los cables telefónicos transportan señales analógicas, es necesario convertir dichos datos. Los datos digitales deben ser modulados sobre una señal analógica que ha sido manipulada para aparecer como dos valores distintos correspondientes al 0 y al 1 binario. La figura 2.5.48 muestra la relación entre la información digital, el hardware de modulación de digital a analógico y el valor de la señal analógica resultante. De los muchos mecanismos existentes para la modulación de digital a analógico se van a tratar únicamente los más útiles para la transmisión de datos.

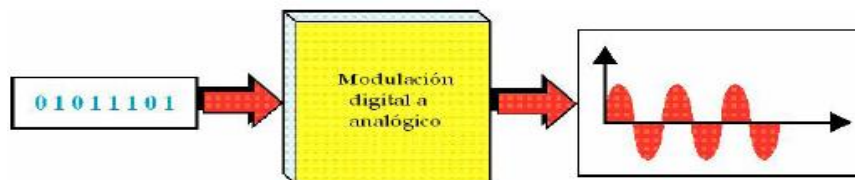


Figura 2.5.48 Modulación digital a analógico.

En el subtema anterior se hace mención de las siguientes tres características: amplitud, frecuencia y fase. Cuando se cambian cualquiera de estas características, se crea una segunda versión de esta onda. Si se dice entonces que la onda original representa el 1 binario, la variación puede representar el 0 binario, o viceversa. Por tanto, cambiando el aspecto de una señal eléctrica sencilla hacia delante y hacia atrás, puede servir para representar datos digitales.

Cualquiera de las tres características citadas puede alterarse de esta forma, dándonos al menos tres mecanismos para modular datos digitales en señales analógicas: Modulación por desplazamiento de amplitud (ASK), Modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK) y Modulación por desplazamiento de fase (PSK). Además, hay un cuarto mecanismo (y mejor) que combina cambios en fase y amplitud, que se denomina modulación de amplitud en cuadratura (QAM). QAM es la más eficiente de estas opciones y es el mecanismo que se usa en todos los módems modernos (véase la figura 2.5.49).

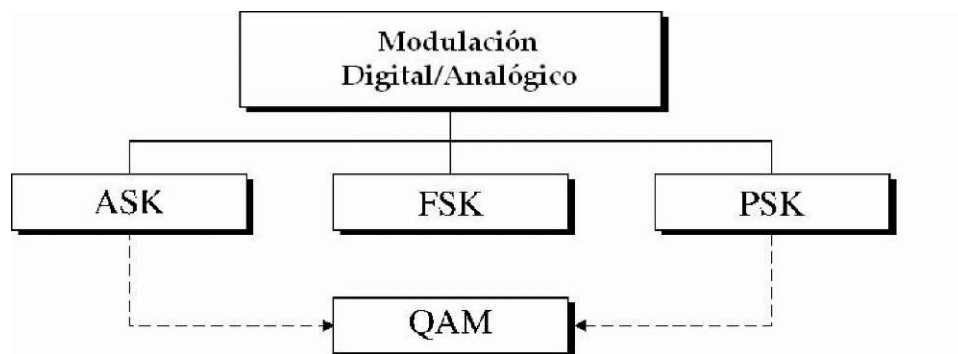


Figura 2.5.49 Métodos de Modulación Digital a Analógico.

ASPECTOS DE LA CONVERSIÓN DE DIGITAL A ANALÓGICO.

Antes de discutir los métodos específicos de la modulación digital a analógica, hay que definir dos aspectos básicos: tasa de bit / baudio y señal portadora.

TASA DE BITS Y TASA DE BAUDIOS.

Dos términos que se usan frecuentemente en la transmisión de datos son la tasa de bits y la tasa de baudios. La tasa de bits es el número de bits transmitidos durante un segundo. La tasa de baudios indica el número de unidades de señal por segundo necesarias para representar estos bits. Cuando se habla de la eficiencia de las computadoras, la tasa de bits es lo más importante; se quiere saber cuánto cuesta procesar cada pieza de la información. Sin embargo, en la transmisión de datos es más importante conocer la eficiencia con que se puede mover los datos de un lado para otro, tanto en piezas como en bloques. Cuantas menos unidades de señal sean necesarias, más eficiente será el sistema y menor será el ancho de banda para transmitir más bits; por tanto, es más importante lo concerniente a la tasa de baudios. La tasa de baudios determina el ancho de banda necesario para enviar la señal.

La tasa de bits es igual a la tasa de baudios por el número de bits representados para cada unidad de señal. La tasa de baudios es igual a la tasa de bits dividida por el número de bits representados por cada desplazamiento de la señal.

La tasa de bits siempre es mayor o igual que la tasa de baudios.

Una analogía puede clarificar los conceptos de baudio y de bit. En transporte, un baudio es análogo a un coche mientras que un bit es análogo a un pasajero. Un coche puede llevar uno o más pasajeros. Si 1,000 coches van desde un lugar a otro llevando cada uno un pasajero (el conductor), entonces han transportado 1,000 pasajeros. Sin embargo, si cada coche lleva cuatro pasajeros (se comparten los coches), entonces se han transportado 4,000 pasajeros. Observe que el número de coches, no el número de pasajeros, determina el tráfico y, por tanto, las necesidades de autopistas más grandes. Similarmente, el número de baudios determina el ancho de banda necesario, no el número de bits.

Ejemplo 2.3.

Una señal analógica transporta cuatro bits en cada señal elemental. Si se envían 1,000 elementos de señal por segundo, calcular la tasa de baudios y la tasa de bits.

Solución.

Tasa de baudios = Número de elementos de señal = 1,000 baudios por segundo
Tasa de bits = Tasa de baudios x Número de bits por elementos de señal = $1,000 \times 4 = 4,000$ bps.

Ejemplo 2.4.

La tasa de bits de la señal es 3,000. Si cada elemento de señal transporta 6 bits, ¿cuál es la tasa de baudio?

Solución:

Tasa de baudios = Tasa de bits / Número de bits por elemento señal = 3,000 / 6 = 500 baudios por segundo.

SEÑAL PORTADORA.

En la transmisión analógica, el dispositivo emisor produce una señal de alta frecuencia que actúa como base para la señal de información. Esta señal base se denomina señal portadora o frecuencia portadora. El dispositivo que la recibe está ajustado para la frecuencia de la señal portadora que espera del emisor. La información digital se modula sobre la señal portadora modificando una o más de sus características (amplitud, frecuencia, fase). Este tipo de modificación se denomina modulación (o Modulación por desplazamiento) y la señal de información se denomina señal modulada.

2.5.1 MODULACIÓN POR DESPLAZAMIENTO DE AMPLITUD (ASK).

En la Modulación por desplazamiento de amplitud (ASK, Amplitude Shift Keying), la potencia de la señal portadora se cambia para representar el 1 o 0 binario. Tanto la frecuencia como la fase permanecen constantes mientras que la amplitud cambia. El voltaje que represente el 1 y el voltaje que represente el 0 se dejan para los diseñadores del sistema. La duración del bit es el periodo de tiempo que define un bit. La amplitud pico de la señal durante cada duración del bit es constante y su valor depende del bit (0 o 1). La velocidad de transmisión usando ASK está limitada por las características físicas del medio de transmisión.

La figura 2.5.1.50 muestra una visión conceptual del ASK.

Por desgracia, la transmisión ASK es altamente susceptible a la interferencia por ruidos. El término ruido se refiere a los voltajes no intencionales introducidos dentro de una línea por fenómenos variados tales como el calor o la inducción electromagnética creada por otras fuentes. Estos voltajes no intencionales se combinan con la señal y cambian su amplitud. Un 0 se puede cambiar a un 1 y un 1 a un 0. Así se puede ver que el ruido es especialmente problemático para ASK, que confía únicamente en la amplitud para el reconocimiento.

Habitualmente el ruido afecta a la amplitud; por tanto, ASK es el método de modulación más afectado por el ruido.

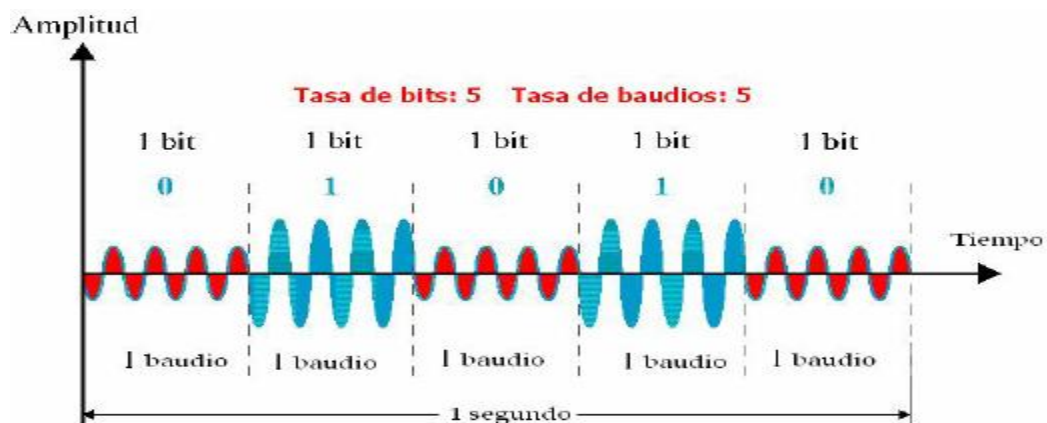


Figura 2.5.1.50 Modulación ASK.

ANCHO DE BANDA DE ASK

El ancho de banda de una señal es el rango total de frecuencias ocupadas por esa señal. Cuando se descompone una señal modulada con ASK, se obtiene un espectro de muchas frecuencias simples.

Sin embargo, las más significativas son aquellas entre $f_c - N_{baudio}/2$ y $f_c + N_{baudio}/2$ con la frecuencia de la portadora, f_c en el centro (véase la Figura 2.5.1.52).

Los requisitos de ancho de banda para ASK se calculan usando la fórmula:

$$BW = (1 + d) \times N_{baudio}$$

Donde; BW es el ancho de banda N_{baudio} es la tasa de baudios d es un factor relacionado con la condición de la línea (con un valor mínimo de 0).

Como se puede ver, el ancho de banda mínimo necesario para la transmisión es igual a la tasa de baudios.

Aunque hay únicamente una frecuencia portadora, el proceso de modulación produce una señal compleja que es una combinación de muchas señales sencillas, cada una de las cuales tiene una frecuencia distinta.

Ejemplo 2.5.

Encontrar el ancho de banda mínimo para una señal ASK que transmite 2,000 bps. El modo de transmisión es semidúplex.

Solución.

En ASK la tasa de baudios y la tasa de bits son la misma. La tasa de baudios, por tanto, es 2,000. Una señal ASK necesita un ancho de banda mínimo igual a la tasa de baudios. Por tanto, el ancho de banda mínimo es 2,000 Hz.

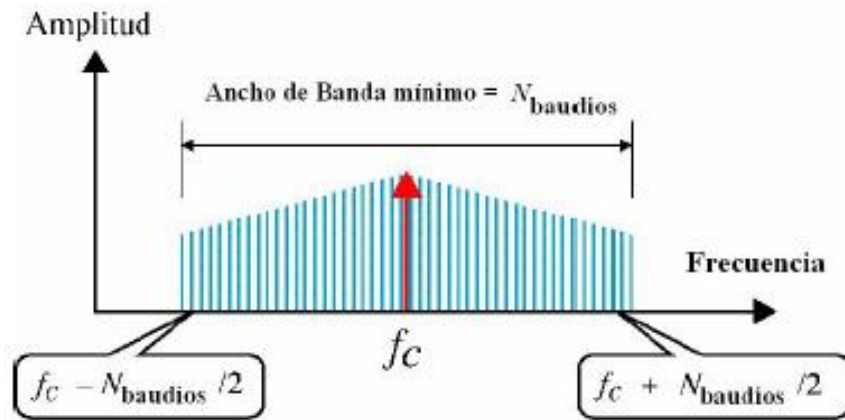


Figura 2.5.1.51 Relación entre la tasa de baudios y ancho de banda en ASK.

Ejemplo 2.6.

Dado un ancho de banda de 5,000 Hz para una señal ASK, ¿cuál es la tasa de baudios y la tasa de bits?

Solución.

En ASK la tasa de baudios es la misma que el ancho de banda, lo que significa que la tasa de baudios es 5,000. Pero, debido a que la tasa de baudios y la tasa de bits son también la misma en ASK, la tasa de bits es 5,000 bps.

Ejemplo 2.7

Dado un ancho de banda de 100 KHz (200 KHz a 300 KHz), dibujar un diagrama ASK full-dúplex del sistema. Encuentre las portadoras y los anchos de banda en cada dirección. Asumir que no hay intervalo entre las bandas de ambas direcciones.

Solución.

Para ASK full-dúplex, el ancho de banda en cada dirección es:

$$BW = 100 \text{ KHz} / 2 = 50 \text{ KHz}$$

Las frecuencias de las portadoras se pueden elegir en la mitad de cada banda (ver la figura 2.5.1.52).

$$\begin{aligned} f_{c1(\text{ida})} &= 200 + 50/2 = 225 \text{ KHz} \\ f_{c2(\text{regreso})} &= 300 - 50/2 = 275 \text{ KHz} \end{aligned}$$

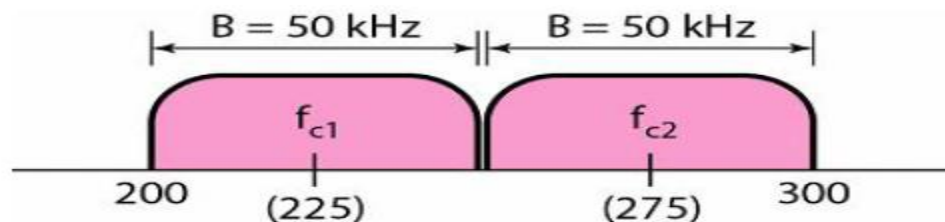


Figura 2.5.1.52 Solución al Ejemplo 2.7.

2.5.2 MODULACIÓN POR DESPLAZAMIENTO DE FRECUENCIA (FSK).

En la modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK, Frequency Shift Keying), la frecuencia de la señal portadora cambia para representar el 1 y el 0 binario. La frecuencia de la señal durante la duración del bit es constante y su valor depende de un bit (0 o 1): tanto la amplitud de pico como la fase permanecen constantes. La Figura 2.5.2.53 muestra una visión conceptual de FSK. FSK evita la mayor parte de los problemas de ruidos de ASK. Debido a que el dispositivo receptor está buscando cambios específicos de frecuencia en un cierto número de periodos, puede ignorar los picos de voltaje. Los factores que limitan la FSK son las capacidades físicas de la portadora.

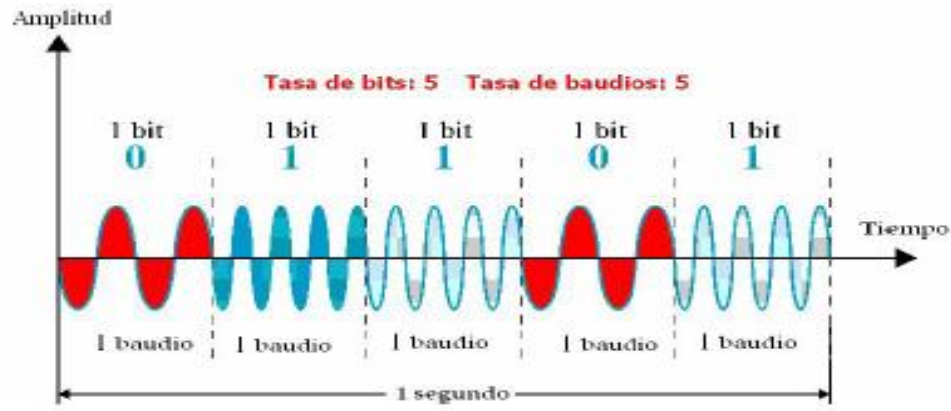


Figura 2.5.2.53 Modulación FSK.

ANCHO DE BANDA PARA FSK.

Aunque FSK cambia entre dos frecuencias portadoras, es fácil analizar como dos frecuencias coexistentes. Se puede decir que el espectro de FSK es la combinación de dos espectros ASK centrados alrededor de f_{c0} y f_{c1} .

El ancho de banda necesario para la transmisión con FSK es igual a la tasa de baudios de la señal más el desplazamiento de frecuencia (diferencia entre las dos frecuencias de las portadoras): $BW = (f_{c1} - f_{c0}) + N_{baudio}$. Véase la figura 2.5.2.54.

Aunque hay dos frecuencias portadoras, el proceso de modulación produce una señal compuesta que es una combinación de muchas señales simples, cada una con frecuencia distinta.

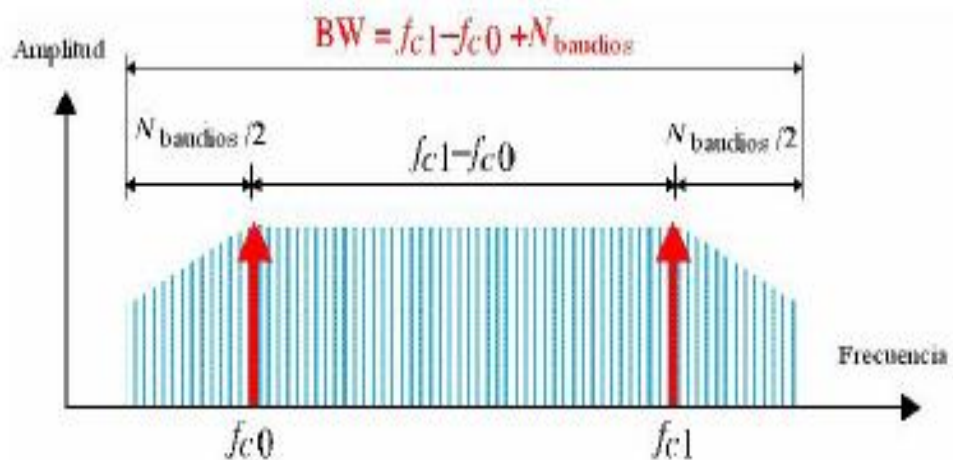


Figura 2.5.2.54 Relación entre la tasa de baudios y ancho de banda en ASK.

Ejemplo 2.8.

Encontrar el ancho de banda máximo para una señal FSK que se transmite a 2,000 bps. La transmisión es en modo semi-dúplex y las portadoras deben estar separadas por 3,000 Hz.

Solución

Para FSK, si f_{c1} y f_{c0} son las frecuencias portadoras, entonces:

$BW = (Tasa\ de\ baudios + f_{c1} - f_{c0})$. Sin embargo, la tasa de baudios es la misma que la tasa de bits.

Por tanto, $BW = (Tasa\ de\ baudios + f_{c1} - f_{c0}) = 2000 + 3000 = 5000\text{Hz}$.

Ejemplo:

Encuentre la máxima tasa de bits de una señal FSK si el ancho de banda del medio es 12,000 Hz y la diferencia entre las dos portadoras debe ser al menos 2,000 Hz. La transmisión se lleva a cabo en modo full-dúplex.

Solución:

Debido a que la transmisión es en modo full-dúplex, sólo se asignan 6,000 Hz para cada dirección. Para FSK, si f_{c1} y f_{c0} son las frecuencias portadoras, $BW = Tasa\ de\ baudios + (f_{c1} - f_{c0})Tasa\ de\ baudios = BW - (F_{c1} - F_{c0}) = 6,000 - 2,000 = 4,000Hz$.

Pero, debido a que la tasa de baudios es la misma que la tasa de bits, la tasa de bits es 4,000 bps.

2.5.3 MODULACIÓN POR DESPLAZAMIENTO DE FASE (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 de pico como la frecuencia permanecen constantes mientras la fase cambia. Por ejemplo, si se comienza con una fase de 0 grados para representar un 0 binario, se puede cambiar la fase a 180 grados para enviar un 1 binario. La fase de la señal durante la duración de cada bit es constante y su valor depende del bit (0 o 1). La Figura 2.5.3.55 da una visión conceptual de PSK.

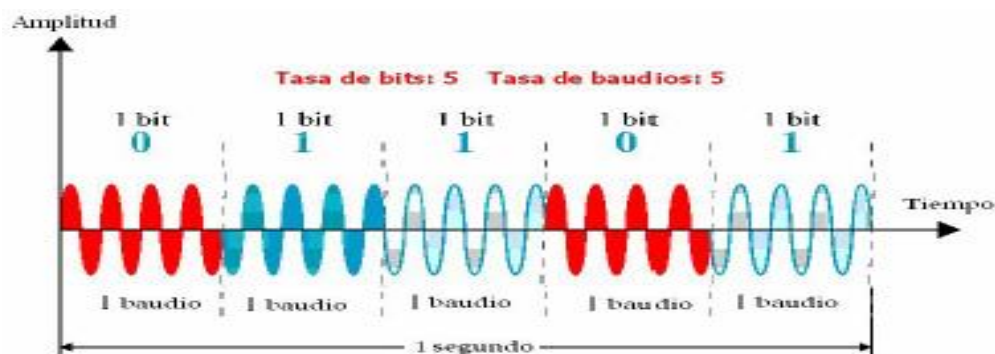


Figura 2.5.3.55 Modulación PSK.

El método anterior se denomina a menudo 2-PSK, o PSK binario, debido a que se usan dos fases distintas (0 y 180 grados). La figura 2.5.3.56 aclara este punto mostrando la relación entre la fase y el valor binario. Un segundo diagrama, denominado constelación o diagrama fase estado, muestra la misma relación ilustrando solamente las fases.

PSK no es susceptible a la degradación por ruido que afecta a ASK ni a las limitaciones de banda de FSK. Esto significa que pequeñas variaciones en la señal se pueden detectar fiablemente en el receptor. 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 (véase la Figura 2.5.3.57).

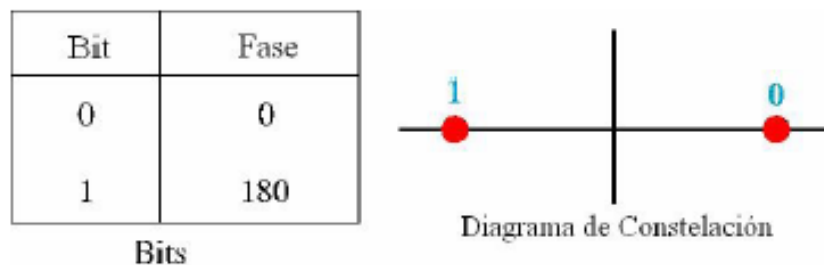


Figura 2.5.3.56 Constelación PSK.

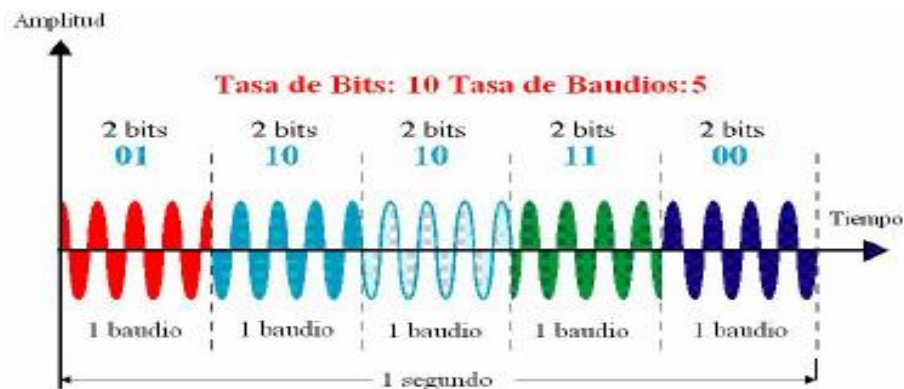


Figura 2.5.3.57 Modulación 4-PSK.

El diagrama de constelación para la señal de la figura 2.5.3.57 se muestra en la figura 2.5.3.58. Una fase de 0 grados representa ahora 00, 90 grados representa 01, 180 grados representa 10 y 270 grados representa 11. Esta técnica se denomina 4-PSK o Q-PSK. El par de bits representados por cada fase se denomina dibit. Usando 4-PSK se puede transmitir datos dos veces más rápido que con 2-PSK.

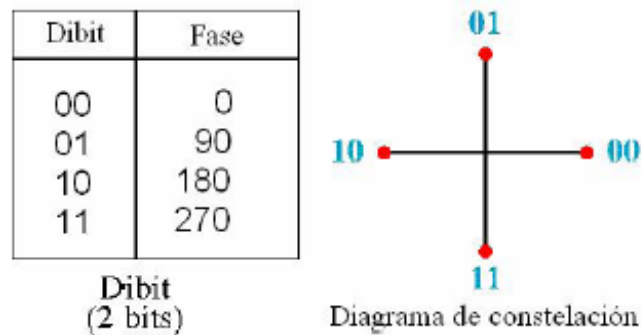


Figura 2.5.3.58 Características de Modulación 4-PSK.

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. (Como se puede ver, la relación del número de bits por desplazamiento del número de fases es potencia de dos. Cuando hay cuatro fases posibles, se pueden enviar dos bits al mismo tiempo - 2^2 es igual a 4.

Cuando hay ocho fases posibles, se pueden enviar tres bits al mismo tiempo - 2^3 es igual a 8.) La figura 2.5.3.59 muestra la relación entre los desplazamientos de fase y los tribits que cada uno representa: 8-PSK es tres veces más rápido que 2-PSK.

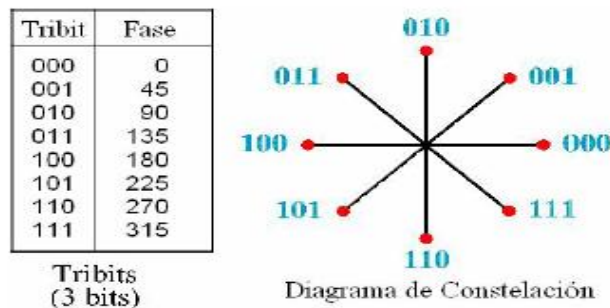


Figura 2.5.3.59 Características de Modulación 8-PSK.

ANCHO DE BANDA PARA PSK.

El ancho de banda mínimo necesario para transmisión PSK es el mismo que se necesita para la transmisión ASK, y por las mismas razones. Como ya hemos visto, la máxima tasa de bits en transmisión PSK es, sin embargo, potencialmente mucho mayor que la de ASK. Por tanto, mientras que la máxima tasa de baudios de ASK y PSK son las mismas para un ancho de banda determinado, la tasa de bits con PSK, usando el mismo ancho de banda, puede ser dos o más veces mayor (véase la figura 2.5.3.60).

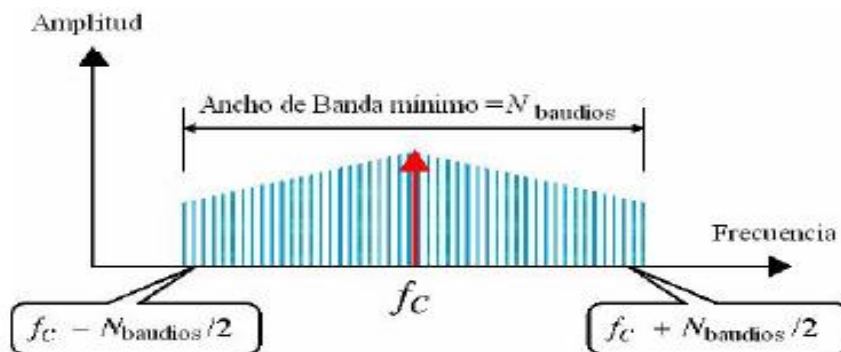


Figura 2.5.3.60 Relación entre ancho de banda y tasa en baudios en PSK.

Ejemplo 2.10.

Determinar el ancho de banda de una señal 4-PSK transmitiendo a 2,000 bps. La transmisión se lleva a cabo en modo semi-dúplex.

Solución:

Para 4-PSK la tasa de baudios es la mitad de la tasa de bits. La tasa de baudios es, por tanto, 1,000. Una señal PSK necesita un ancho de banda igual a su tasa de baudios. Por consiguiente, el ancho de banda es 1,000 Hz.

Ejemplo 2.11.

Dado un ancho de banda de 5,000 Hz para una señal 8-PSK, ¿cuál es la tasa de baudios y la tasa de bits?

Solución:

Para PSK la tasa de baudios es la misma que el ancho de banda, lo que significa que el ancho de banda es 5,000. Pero en 8-PSK la tasa de bits es tres veces más grande que la tasa de baudios, por lo que la tasa de bits es 15,000 bps.

2.5.4 MODULACIÓN DE AMPLITUD EN CUADRATURA (QAM).

PSK está limitado por la habilidad de los equipos de distinguir pequeñas diferencias en fase. Este factor limita su tasa de bits potencial.

Hasta ahora, se han ido alterando únicamente las tres características de una onda seno una cada vez, 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 variaciones en amplitud, dándonos x veces y posibles variaciones y el número correspondiente de bits por variación.

La modulación de amplitud en cuadratura (QAM) hace justamente eso.

El término cuadratura se deriva de las restricciones necesarias para el rendimiento mínimo y está relacionado con la trigonometría.

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. La figura 2.5.4.61 muestra dos combinaciones posibles, 4-QAM y 8-QAM.

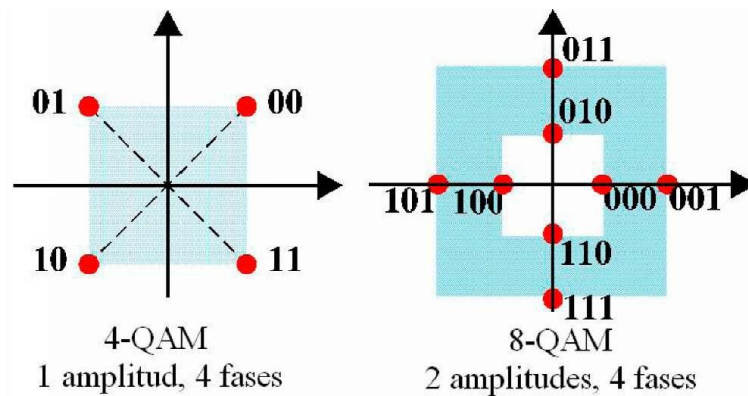


Figura 2.5.4.61 Constelaciones 4-QAM y 8-QAM.

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, el número de desplazamientos en fase usados en un sistema QAM es siempre mayor que el número de desplazamientos en amplitud. La gráfica en el dominio del tiempo correspondiente a la señal 8-QAM de la Figura 2.5.4.44 se muestra en la Figura 2.5.4.62.

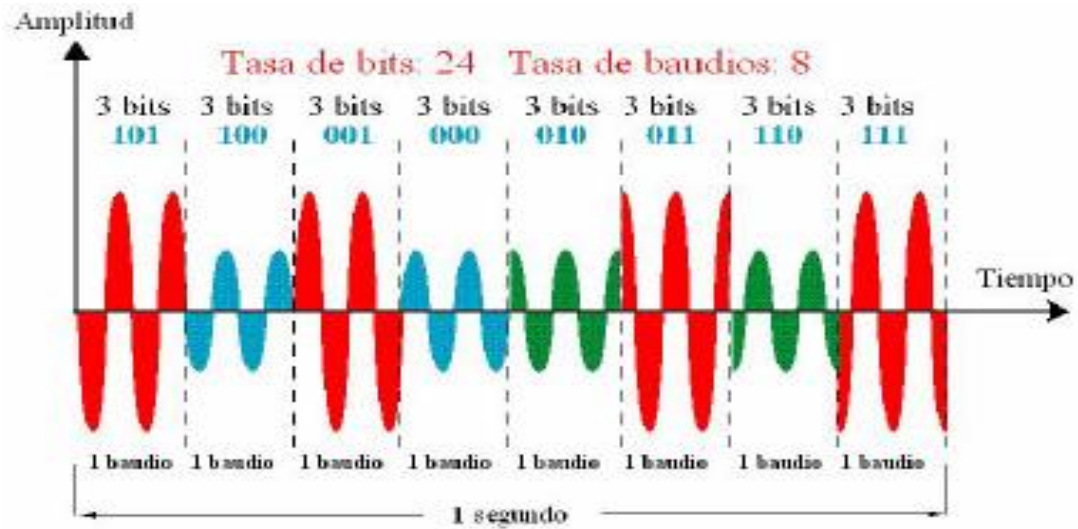


Figura 2.5.4.62 Dominio del tiempo para una señal 8-QAM.

También son posibles otras relaciones geométricas. En la Figura 2.5.4.63 se muestran tres configuraciones populares de 16-QAM. El primer ejemplo, tres amplitudes y 12 fases, maneja el ruido mejor debido a una mayor proporción del desplazamiento de fase a la amplitud.

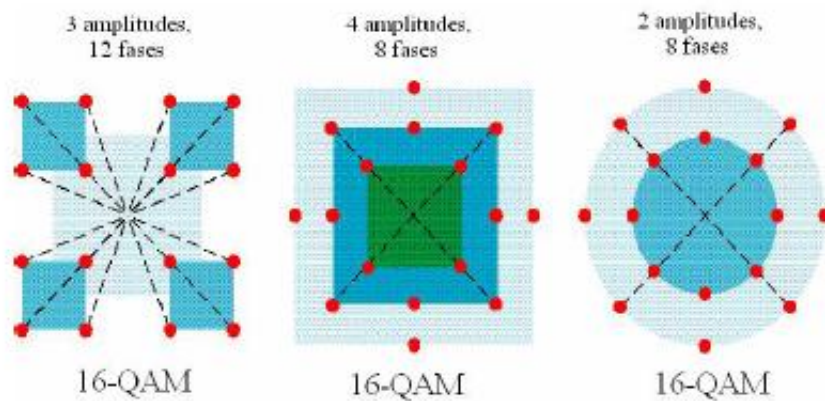


Figura 2.5.4.63 Constelaciones 16-QAM.

Esta es la recomendación de ITU-T. El segundo ejemplo, cuatro amplitudes y 8 fases, es la recomendación de OSI. Si se examina el gráfico cuidadosamente, se podrá observar que, aunque se basa en círculos

concéntricos, no se usan todas las intersecciones de la fase con la amplitud. De hecho, 4 veces 8 permitirían hasta 32 variaciones posibles. Pero usando sólo la mitad de estas posibilidades, las diferencias medibles entre desplazamientos se incrementan y se asegura una mayor legibilidad de la señal. Además, varios diseños QAM enlazan amplitudes específicas con fases específicas. Esto significa que, incluso con los problemas de ruido asociados con el desplazamiento en amplitud, el significado de un desplazamiento se pueda recuperar a partir de la información de fase. Por tanto, en general, se puede decir que una segunda ventaja de QAM sobre ASK es su menor susceptibilidad al ruido.

ANCHO DE BANDA PARA QAM.

El ancho de banda mínimo necesario para una transmisión QAM es el mismo que es necesario para transmisión ASK y PSK. QAM tiene las mismas ventajas que PSK sobre ASK.

COMPARACIÓN BIT/BAUDIO.

Asumiendo que una señal FSK sobre líneas de teléfono de tipo voz puede enviar 1,200 bits por segundo, la tasa de bits es 1,200 bps. Cada desplazamiento de frecuencia representa un único bit; por lo que necesita 1,200 elementos de señal para enviar 1.200 bits. Por tanto, su tasa de baudios es también 1,200 bps. Cada variación de la señal en un sistema 8 QAM representa, sin embargo, tres bits. Por tanto, una tasa de bits de 1,200 bps usando 8-QAM, tiene una tasa de baudios de sólo 400.

Como muestra la figura 2.5.4.64, un sistema dibit tiene una tasa de baudios que es la mitad de su tasa de bits, un sistema tribit tiene una tasa de baudios de un tercio de la tasa de bits y un sistema quadbit tiene una tasa de baudios de un cuarto de la tasa de bit.

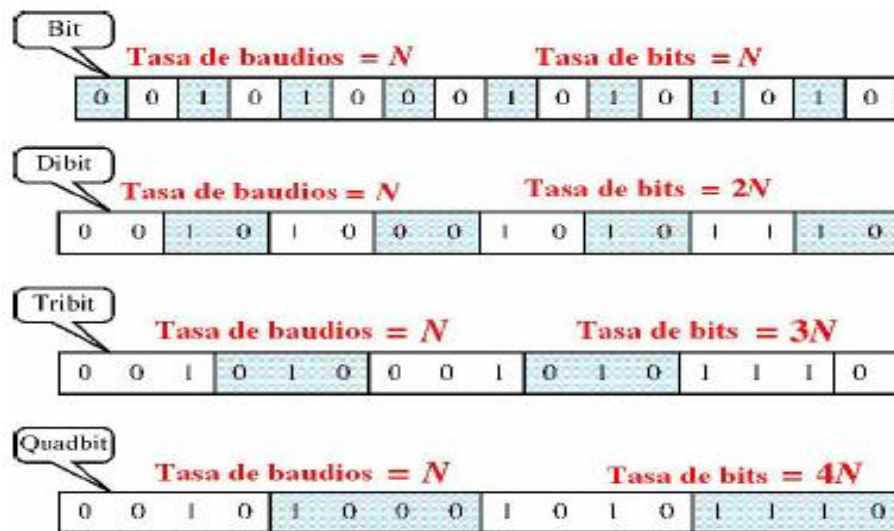


Figura 2.5.4.64 Bit y Baudio.

La tabla de la figura 2.5.4.48 muestra las tasas comparativas de bits y baudios para los distintos métodos de modulación de digital a analógico.

Modulación	Unidades	Bits/Baudios	Tasa de Baudios	Tasa de Bits
ASK,FSK,2-PSK	Bit	1	N	N
4-PSK, 4-QAM	Dibit	2	N	$2N$
8-PSK,8-QAM	Tribit	3	N	$3N$
16-QAM	Quadbit	4	N	$4N$
32-QAM	Pentabit	5	N	$5N$
64-QAM	Hexabit	6	N	$6N$
128-QAM	Septabit	7	N	$7N$
256-QAM	Octabit	8	N	$8N$

Tabla 2.5.4.7 Comparación de tasas de bits y de baudios^[19]

RESUMEN DE UNIDAD.

Una Señal puede ser transmitida de diferentes maneras de tal forma que puedan ser codificadas por un aparato o por un equipo de cómputo; se puede enviar por ondas electromagnéticas, por señales de 1 y 0 interpretadas por una pc, o por una señal telefónica.

Los datos se almacenan en una computadora en forma de ceros y unos. Habitualmente, para transportarlos de un lugar a otro (dentro o fuera de la computadora), es necesario convertirlos en señales digitales.

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.

El ancho de banda Am es la señal modulada y el ancho de banda Fm es la frecuencia de modulación de una señal.

A la variación total de frecuencia desde la más baja hasta la más alta, se la conoce como oscilación de portadora.

Los mecanismos para modular datos digitales en señales analógicas son: Modulación por desplazamiento de amplitud (ASK), Modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK), Modulación por desplazamiento de fase (PSK), existe un cuarto mecanismo que combina cambios en fase y amplitud y que se denomina modulación de amplitud en cuadratura (QAM).

La importancia de las técnicas de modulación permite un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información en forma simultánea, protegiéndola de posibles interferencias y ruidos.

EJERCICIOS

Un diagrama de constelación está formado por ocho puntos igualmente espaciados sobre un círculo. Si la tasa de bits es 4,800 bps, ¿cuál es la tasa de baudios?

Solución

La constelación indica 8-PSK con los puntos separados 45 grados. Puesto que $2^3 = 8$, se transmiten tres bits con cada elemento señal. Además, la tasa de baudios es $4,800/3 = 1.600$ baudios.

Calcular la tasa de bits para una señal 16-QAM de 1,000 baudios.

Solución

Una señal 16-QAM significa que hay cuatro bits por elemento de señal, puesto que $2^4 = 16$.

Así $1,000 \times 4 = 4,000$ bps.

Calcular la tasa de baudios para una señal 64-QAM de 72,000 bps.

Solución

Una señal 64-QAM indica que hay 6 bits por elemento de señal, puesto que $2^6 = 64$. Así, $72,000/6 = 12,000$ baudios.

Realizar ejercicios sobre las diferentes técnicas de modulación.

Analizar los postulados de los teoremas de Nyquist y Shannon para realizar ejercicios que reafirmen los conocimientos.

UNIDAD III.

TÉCNICAS DE TRANSMISIÓN, MULTIPLEXACIÓN Y CONMUTACIÓN.

La multiplexación se refiere a la habilidad para transmitir datos que provienen de diversos pares de aparatos (transmisores y receptores) denominados canales de baja velocidad en un medio físico único (denominado canal de alta velocidad).

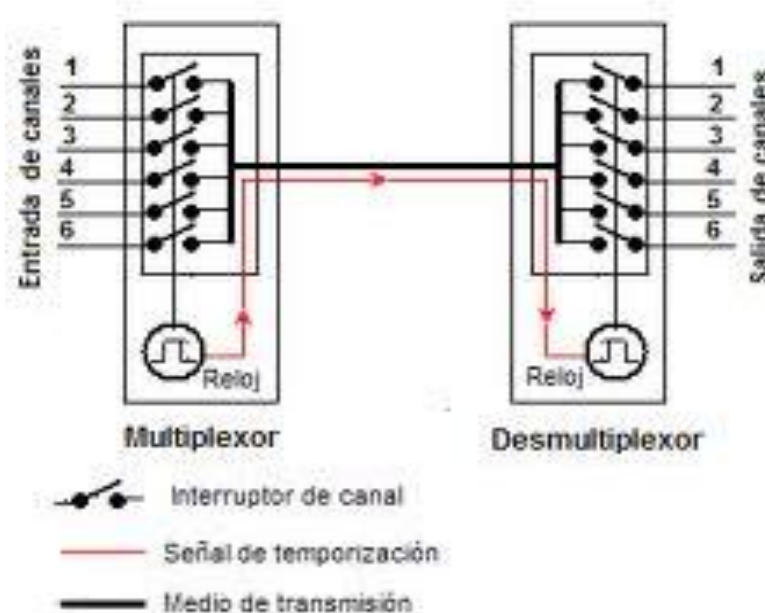


Figura 3.65 multiplexor.

Un multiplexor es el dispositivo de multiplexado que combina las señales de los transmisores y las envía a través de un canal de alta velocidad. Un demultiplexor es el dispositivo de multiplexado a través del cual los receptores se conectan al canal de alta velocidad.^[20]

3.1 TIPOS DE VELOCIDADES.

Cuando se trata de medir la velocidad de transmisión de un módem hay abundante confusión. La Tasa de transferencia, rendimiento o throughput es el término para todo el proceso.

Se refiere a cuántos datos se mueven durante una cierta cantidad de tiempo. Puesto que el módem es sólo una parte del proceso del movimiento de datos, adquirir un módem más rápido puede no resultar en conseguir acelerar el traslado de los datos. Hay dos clases de cosas diferentes a medir: el proceso digital y el proceso análogo-Digital, la velocidad de la transmisión digital se mide en bits por segundo (bps).

Son velocidades comunes de los módems: 28.8 Kbps, 33.6 Kbps, y 56 Kbps donde la K significa mil. Los dispositivos completamente digitales son mucho más rápidos. Entre más rápido, desde luego es mejor. Una velocidad de 2400 bps enviaría un texto de 20 páginas tapeado a un espacio, en 5 minutos.

VELOCIDAD ANÁLOGA.

El lado análogo es medido en baudios, dónde 1 baudio es un cambio por segundo en la señal. Muchos usan bps y baudios cómo si fueran la misma cosa. Para velocidades de 2400 bps y menores, eso es verdad, pero no para las velocidades más elevadas donde por cada cambio de señal se transmite más de un bit.

La velocidad de transferencia de datos acostumbra indicarse por el número de bits por segundo (bps). La velocidad de datos seriales en bits por segundo es el recíproco del tiempo de duración de un bit (T_b).

Tiempo de duración de bits = T_b

Velocidad de datos (bps) = [pic]

2800 bps $\rightarrow T_b \rightarrow 357\mu s$

Ejemplo: Determine la velocidad de datos para un tiempo de bit de 34.7 ms en (bps) Velocidad = 28.81 Kbps. Otro nombre que se emplea para la velocidad de datos en sistemas de comunicación es la velocidad vaduz, que corresponde al número de elementos de señal o símbolos que ocurren en una unidad de tiempo dada, como un segundo.

Ejemplo: Suponer un sistema que representa dos bits de datos con niveles de voltajes diferentes.

00 \rightarrow 0V

01 \rightarrow 1V

10 \rightarrow 2V

11 \rightarrow 3V

Representar el siguiente número binario en código NRZL, y en el sistema de dibit por amplitud.

NRZ-L

$T_b = 4$ ms

$V_{bps} = 250$ bps

$V_{baud} = 250$ baud

$T_b = 4$ ms

$V_{bps} = 500$ bps

$V_{baud} = 250$ baud^[21]

3.1.1 VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN.

Bits por segundo (bps). Es el número efectivo de bits / seg que se transmiten en una línea por segundo. Un módem de 600 baudios puede transmitir a 1200, 2400 o, incluso a 9600 bps. Los aparatos de módem que se comercializan actualmente se diferencian notablemente entre sí en cuanto al tipo (internos o externos) y sobre todo, en cuanto al índice de velocidad de transmisión de datos que pueden alcanzar.

Aunque las velocidades de transmisión son frecuentemente expresadas en baudios (el número de cambios de frecuencia en un segundo), ese término ya no se utiliza y en su lugar se utiliza otro más exacto: bits por segundo (bps).

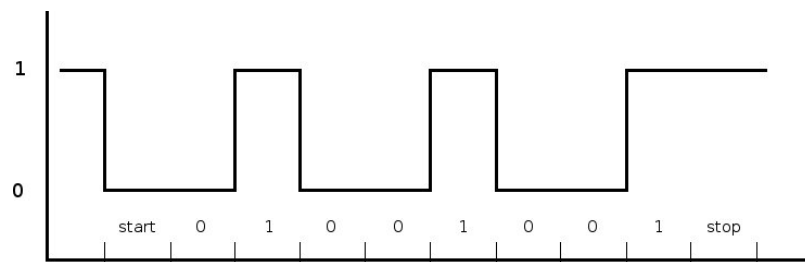


Figura 3.1.1.66 Velocidad de Transmisión

3.1.2 VELOCIDAD DE MODULACIÓN (BAUDIOS).

Se define como el máximo número de cambios de estado de la señal por unidad de tiempo.

La velocidad de modulación se mide en Baudios (Nº de bits / seg.). $VM = N^\circ$ de bits/Tiempo. La velocidad de modulación también se puede llamar velocidad de señalización.

La velocidad en baudios es el número de elementos de señalización por segundo. 1 baudio = 1 bit por segundo si cada elemento de señal transporta 1 bit. Se usa en transmisiones asíncronas. Las velocidades de transmisión de datos se miden normalmente en kilobits por segundo (Kbps). Un bit es simplemente la representación del estado eléctrico, óptico o electromagnético de la línea: tensiones, corrientes o alguna forma de señal radioeléctrica u óptica.

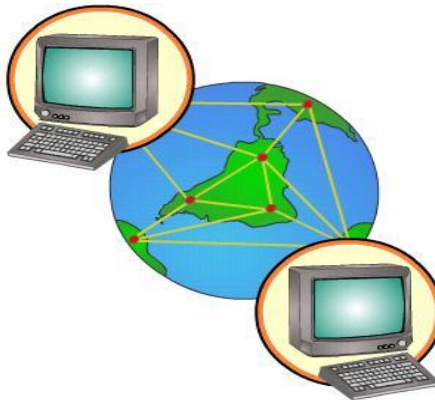


Figura 3.1.2.67 Velocidad en Baudios.

El baudio (en inglés, baud) se utilizó originariamente para medir la velocidad de las transmisiones telegráficas, tomando su nombre del ingeniero francés Jean Maurice Baudot, que fue el primero en realizar este tipo de mediciones. El baudio es la unidad informática que se utiliza para cuantificar el número de cambios de estado, o eventos de señalización, que se producen cada segundo durante la transferencia de datos.

La velocidad de transferencia de datos puede medirse en baudios o en símbolos/segundo.

Es importante resaltar que no se debe confundir el *baudrate* o velocidad en baudios con el *bit rate* o velocidad en bits por segundo, ya que cada evento de señalización (símbolo) transmitido puede transportar uno o más bits. Sólo cuando cada evento de señalización (símbolo) transporta un solo bit coincide la velocidad de transmisión de datos baudios y en bits por segundo. Las señales binarias tienen la tasa de bit igual a la tasa de símbolos ($r_b = r_s$), con lo cual la duración de símbolo y la duración de bit son también iguales ($T_s = T_b$).

r_b : Régimen binario, tasa de bits o bit rate.

r_s : Tasa de modulación, tasa de símbolos.

n : Número de bits por nivel para la codificación de línea

$n = r_b / r_s$

Ejemplos:

En el caso de las máquinas teletipo, todavía en uso en algunos medios, se decía que la velocidad de transmisión era normalmente 50 baudios. En este caso como los eventos eran simples cambios de voltaje 1--> (+), 0--> (-), cada evento representaba un solo bit o impulso elemental y su velocidad de transmisión en bits por segundo coincidía con la velocidad en baudios.

Sin embargo, en los módems que utilizan diversos niveles de codificación, por ejemplo mediante modulación de fase, cada evento puede representar más de un bit, con lo cual ya no coinciden bits por segundos y baudios.

BAUDIOS, BITS / SEGUNDO Y BYTES / SEGUNDO.

Atento a la constante problemática de interpretación de estos términos y de la permanente confusión que implica su uso, los siguientes comentarios, tratan de aportar algunos aspectos que ayuden al esclarecimiento.

Siempre se analizan las ideas de velocidad de datos y nos encontramos que se mezclan conceptos como bits / segundos, baudios y bytes / segundos.

La idea de movimiento de información implica el concepto de velocidad. Sin embargo a un usuario le interesa la cantidad de caracteres que se transfieren a su computador (bytes), a un informático la cantidad de bits / segundo y un especialista en comunicaciones la velocidad de modulación que se expresa en baudios.^[22]

Los módems telefónicos al hablar entre ellos envían grupos de bits que forman una palabra de modulación que se mide en baudios.

De tal manera que un grupo de bits enviados en un segundo forma el baudio. La agrupación de estos bits depende de la técnica que se usa para la modulación. Estas se expresan con una sigla que tiene adelante un número que es una potencia de dos y letras tales como PSK o QAM (8PSK, 16 QAM, 32 QAM).

Lo importante es interpretar el significado del número que precede la técnica. Estos son potencias de dos, de tal manera que, el número a la que se eleva la base 2 (ejemplo $8 = 2^3$, el $16 = 2^4$).

22.- <http://es.wikipedia.org/wiki/Baudio>

Estos representan la cantidad de bits que se agrupan para formar el baudio (para el ejemplo son el 3 y el 4).

Para aclarar, supongamos que la velocidad es de 14400 bits / segundos y utilizamos una técnica que agrupe 6 bits, la velocidad en Baudios será de 2400. Ahora bien como 8 bits forman un byte la cantidad de caracteres para el usuario, simplemente se obtienen dividiendo los 14400 bits / segundos en ocho, lo que implica transferir 1800 bytes segundos, que en la práctica, es algo menor puesto que algunos bytes se utilizan para corregir errores.

Por último es de destacar que la velocidad de modulación es siempre de 2400 Baudios, en un módem telefónico clásico, cualquiera sea la velocidad en bits / seg. Solamente en el caso en que no se agrupen bits en palabras de modulación, la velocidad en bits / segundos y Baudios son iguales.

3.2. TRANSMISIÓN DE DATOS.

Toda comunicación lleva implícita la transmisión de información de un punto a otro, pasando por una serie de procesos.

La ITU-T (antes CCITT) en su norma X.15, define la transmisión de datos como la acción de cursar datos, a través de un medio de telecomunicaciones, desde un lugar en que son originados hasta otro en el que son recibidos.

Una de las definiciones más comunes de transmisión de datos:

Parte de la transmisión de información que consiste en el movimiento de información codificada, de un punto a uno o más puntos, mediante señales eléctricas, ópticas, electroópticas o electromagnéticas.



Figura 3.2.68 Transmisión de datos.

3.2.1. MODOS DE TRANSMISIÓN: SIMPLEX, HALF- DÚPLEX Y FULL-DÚPLEX.

Se denomina canal de comunicación al recorrido físico que es necesario establecer para que una señal eléctrica, óptica, electro óptica, se pueda desplazar entre dos puntos.

Los distintos tipos de transmisión de un canal de comunicaciones son de tres clases diferentes:

Simplex.- Se denomina Simplex al método de transmisión en que una estación siempre actúa como fuente y la otra siempre actúa como colector, ver figura 3.2.1.69. Este método permite la transmisión de información, en un único sentido. Un ejemplo de servicio Simplex, es el que brindan las agencias de noticias a sus asociados.



Figura 3.2.1.69 Transmisión Simplex.

Semi dúplex (half-dúplex).- Se denomina Semi dúplex (half-dúplex) al método de transmisión en que una estación A en un momento de tiempo, actúa como fuente y otra estación corresponsal B actúa como colector; y en el momento siguiente, la estación B actuará como fuente y la A como colector, ver figura 3.2.1.70. Este método permite la transmisión en las dos direcciones, aunque en momentos diferentes, es decir que nunca pueden hablar ambas partes simultáneamente.

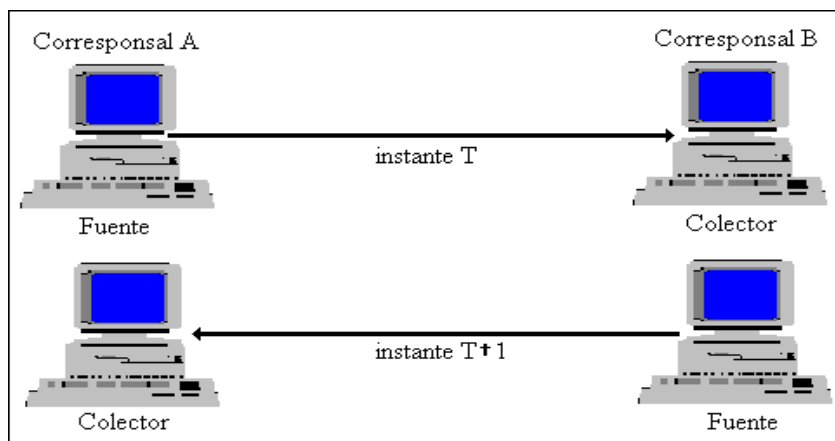


Figura3.2.1.70 Transmisión Semi dúplex (half-dúplex).

Dúplex (full-dúplex).- Se denomina dúplex (full-dúplex) al método de transmisión en que dos estaciones A y B, actúan como fuente y colector,

transmitiendo y recibiendo información simultáneamente. Este método permite la transmisión en las dos direcciones, en forma simultánea, ver figura 3.2.1.71.^[23]

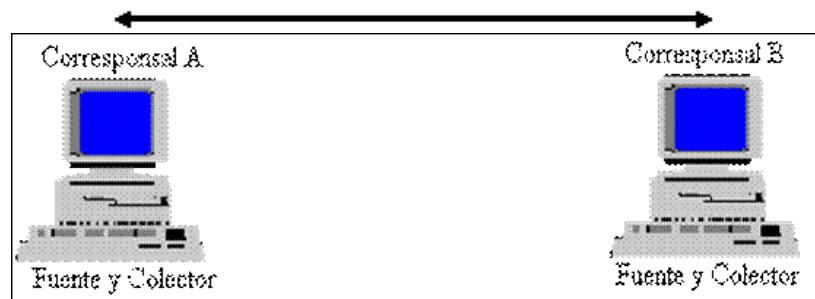


Figura 3.2.1.71 Transmisión dúplex (full-dúplex).

3.2.2 TIPOS DE TRANSMISIÓN: TRANSMISIÓN SERIE, TRANSMISIÓN PARALELA.

El **modo de transmisión** se refiere al número de unidades de información (bits) elementales que se pueden traducir simultáneamente a través de los canales de comunicación. De hecho, los procesadores (y por lo tanto, los equipos en general) nunca procesan (en el caso de los procesadores actuales) un solo bit al mismo tiempo. Generalmente son capaces de procesar varios (la mayoría de las veces 8 bits: un byte) y por este motivo, las conexiones básicas en un equipo son conexiones paralelas.

CONEXIÓN PARALELA.

Las conexiones paralelas consisten en transmisiones simultáneas de N cantidad de bits. Estos bits se envían simultáneamente a través de diferentes canales N (un canal puede ser, por ejemplo, un *alambre*, un cable o cualquier otro medio físico).

23.-<http://joan004.tripod.com/tiptra.htm>

La conexión paralela en equipos del tipo PC generalmente requiere 10 alambres.

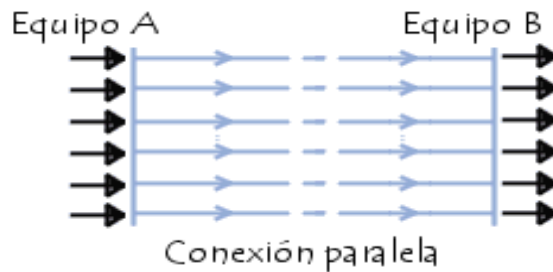


Figura 3.2.2.72 Conexión paralela.

Estos canales pueden ser:

N líneas físicas: en cuyo caso cada bit se envía en una línea física (motivo por el cual un cable paralelo está compuesto por varios alambres dentro de un cable cinta).

Una línea física dividida en varios subcanales, resultante de la división del ancho de banda. En este caso, cada bit se envía en una frecuencia diferente. Debido a que los alambres conductores están uno muy cerca del otro en el cable cinta, puede haber interferencias (particularmente en altas velocidades) y degradación de la calidad en la señal.

CONEXIÓN EN SERIE.

En una conexión en serie, los datos se transmiten de a un bit por vez, a través del canal de transmisión. Sin embargo, ya que muchos procesadores procesan los datos en paralelo, el transmisor necesita transformar los datos paralelos entrantes en datos seriales y el receptor necesita hacer lo contrario.



Figura 3.2.2.73 Conexión en Serie.

Estas operaciones son realizadas por un controlador de comunicaciones (normalmente un chip UART, Universal Asynchronous Receiver Transmitter (Transmisor Receptor Asincrónico Universal)), que trabaja de la siguiente manera:

La transformación paralela en serie se realiza utilizando un registro de desplazamiento. El registro de desplazamiento, que trabaja conjuntamente con un reloj, desplazará el registro (que contiene todos los datos presentados en paralelo) hacia la izquierda y luego, transmitirá el bit más significativo (el que se encuentra más a la izquierda) y así sucesivamente:

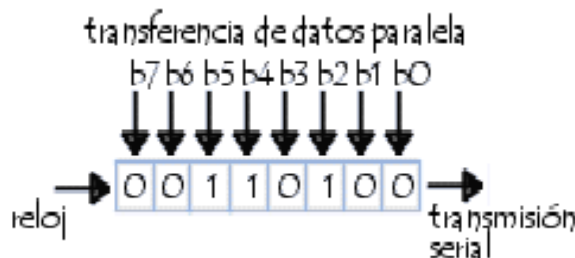


Figura 3.2.2.74 Transformación paralela en serie.

La transformación en serie-paralela se realiza casi de la misma manera utilizando un registro de desplazamiento. El registro de desplazamiento desplaza el registro hacia la izquierda cada vez que recibe un bit, y luego, transmite el registro entero en paralelo cuando está completo:



Figura 3.2.2.75 Transferencia de datos paralela.

Los dos tipos de transmisión que se pueden considerar son serie y paralelo. Para transmisión serial los bits que comprenden un carácter son transmitidos secuencialmente sobre una línea; mientras que en la transmisión en paralelo los bits que representan el carácter son transmitidos serialmente. Si un carácter consiste de ocho bits, entonces la transmisión en paralelo requerirá de un mínimo de ocho líneas. Aunque la transmisión en paralelo se usa extensamente en transmisiones de computadora a periféricos, no se usa aparte que en transmisiones dedicadas por el costo que implica el uso de circuitos adicionales.

La transmisión serial es más lenta que la paralela puesto que se envía un bit a la vez. Una ventaja significativa de la transmisión serial en relación a la paralela es un menor costo del cableado puesto que se necesita un solo cable se tiene un octavo del costo que se ocuparía para transmisión paralela. Este ahorro en costo se vuelve más significativo conforme sean mayores las distancias requeridas para la comunicación.

Otra ventaja importante de la transmisión serial es la habilidad de transmitir a través de líneas telefónicas convencionales a mucha distancia, mientras que

la transmisión en paralelo está limitada en distancia en un rango de metros.^[24]

3.2.3 TÉCNICAS DE TRANSMISIÓN: ASÍNCRONA Y SÍNCRONA.

Una transmisión de datos tiene que ser controlada por medio del tiempo, para que el equipo receptor conozca en qué momento se puede esperar que una transferencia tenga lugar. Esta se divide en dos tipos:

TRANSMISIÓN ASÍNCRONA.

La transmisión asíncrona es aquella que se transmite o se recibe un carácter, bit por bit añadiéndole bits de inicio, y bits que indican el término de un paquete de datos, para separar así los paquetes que se van enviando / recibiendo para sincronizar el receptor con el transmisor.

Consiste en acompañar a cada unidad de información de un bit de arranque (start) y otro de parada (stop). Esto se consigue manteniendo la línea a nivel 1, de tal forma que el primer 0 es el bit de arranque y a continuación se transmiten los bits correspondientes al carácter, terminando la transmisión con un bit 1, cuya duración mínima sea entre una y dos veces la de un bit. La línea se mantendrá en este nivel hasta el comienzo de la transmisión del siguiente carácter.^[25]

En la transmisión asíncrona es el emisor el que decide cuando se envía el mensaje de datos a través de la red. En una red asíncrona el receptor por lo consiguiente no sabe exactamente cuándo recibirá un mensaje. Por lo tanto cada mensaje debe contener, aparte del mensaje en sí, una información

24.- <http://eveliux.com/mx/index.php?option=content&task=view&id=145>

25.- <http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/telepro/index.htm>

sobre cuándo empieza el mensaje y cuando termina, de manera que el receptor conocerá lo que tiene que decodificar.

El bit de arranque tiene dos funciones de sincronización de los relojes del transmisor y del receptor.

El bit o bits de parada, se usan para separar un carácter del siguiente.

Normalmente, a continuación de los bits de información se acostumbra agregar un bit de paridad (par o impar).

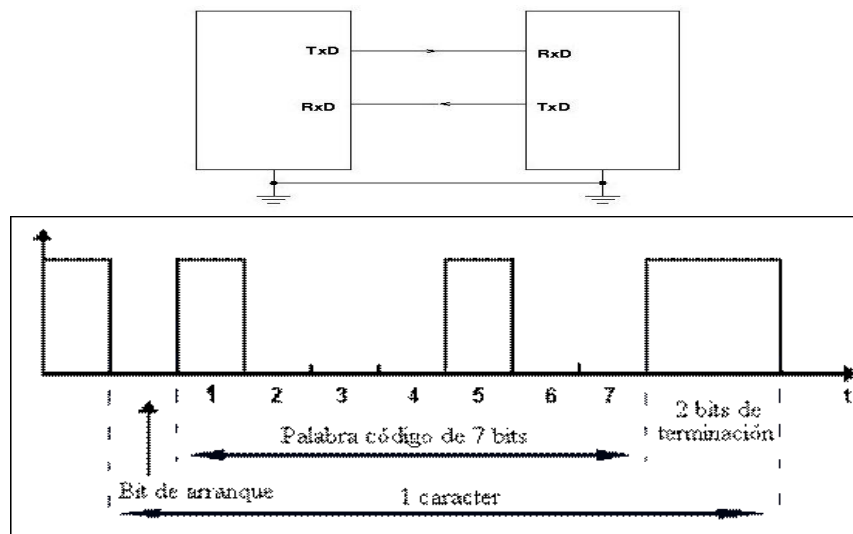


Figura 3.2.3.76 Transmisión Asíncrona.

Algunas de las características de la transmisión asíncrona son:

Los equipos terminales que funcionan en modo asíncrono, se denominan también "terminales en modo carácter".

La transmisión asíncrona también se le denomina arrítmica o de "start-stop".

La transmisión asíncrona es usada en velocidades de modulación de hasta 1,200 baudios.

El rendimiento de usar un bit de arranque y dos de parada, en una señal que use código de 7 bits más uno de paridad (8 bits sobre 11 transmitidos) es del 72 por 100.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MODO ASÍNCRONO:

En caso de errores se pierde siempre una cantidad pequeña de caracteres, pues éstos se sincronizan y se transmiten de uno en uno.

Bajo rendimiento de transmisión, dada la proporción de bits útiles y de bits de sincronismo, que hay que transmitir por cada carácter.

Es un procedimiento que permite el uso de equipamiento más económico y de tecnología menos sofisticada.

Se adecua más fácilmente en aplicaciones, donde el flujo transmitido es más irregular.

Son especialmente aptos, cuando no se necesitan lograr altas velocidades.^[26]

TRANSMISIÓN SÍNCRONA.

Este tipo de transmisión el envío de un grupo de caracteres en un flujo continuo de bits. Para lograr la sincronización de ambos dispositivos (receptor y transmisor) ambos dispositivos proveen una señal de reloj que se usa para establecer la velocidad de transmisión de datos y para habilitar los dispositivos conectados a los módems para identificar los caracteres apropiados mientras estos son transmitidos o recibidos.

26.-<http://eveliux.com/mx/index.php?option=content&task=view&id=146>

Antes de iniciar la comunicación ambos dispositivos deben de establecer una sincronización entre ellos. Para esto, antes de enviar los datos se envían un grupo de caracteres especiales de sincronía. Una vez que se logra la sincronía, se pueden empezar a transmitir datos.

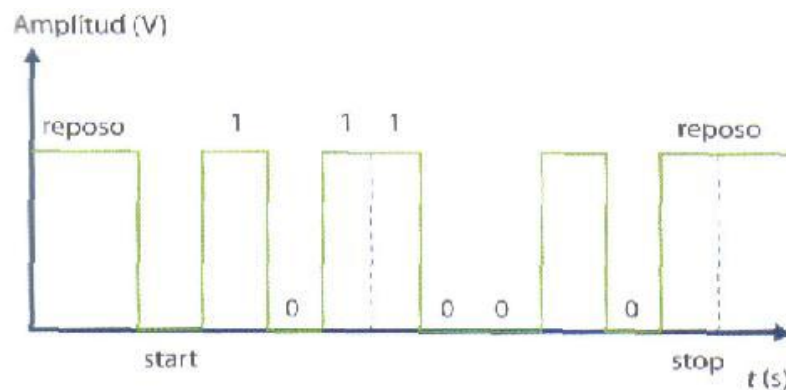


Figura 3.2.3.77 Transmisión Síncrona.

Por lo general los dispositivos que transmiten en forma síncrona son más caros que los asíncronos. Debido a que son más sofisticados en el hardware. A nivel mundial son más empleados los dispositivos asíncronos ya que facilitan mejor la comunicación. ^[27]

La transmisión síncrona se hace con un ritmo que se genera centralizadamente en la red y es el mismo para el emisor como para el receptor. La información útil es transmitida entre dos grupos, denominados genéricamente delimitadores. La figura 3.2.3.78 muestra la transmisión síncrona.

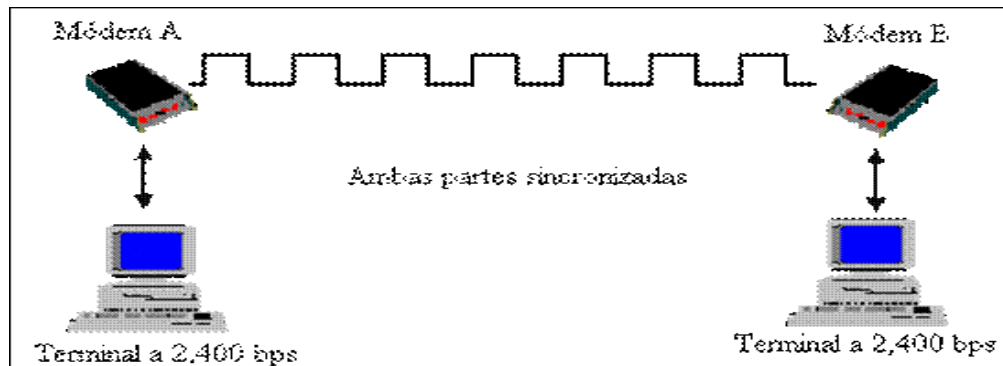


Figura 3.2.3.78 Transmisión Síncrona.

Algunas de las características de la transmisión síncrona son:

Los bloques a ser transmitidos tienen un tamaño que oscila entre 128 y 1,024 bytes.

La señal de sincronismo en el extremo fuente, puede ser generada por el equipo terminal de datos o por el módem.

El rendimiento de la transmisión síncrona, cuando se transmiten bloques de 1,024 bytes y se usan no más de 10 bytes de cabecera y terminación, supera el 99 por 100.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TRANSMISIÓN SÍNCRONA:

Posee un alto rendimiento en la transmisión.

Los equipamientos necesarios son de tecnología más completa y de costos más altos.

Son especialmente aptos para ser usados en transmisiones de altas velocidades (iguales o mayores a 1,200 baudios de velocidad de modulación).

El flujo de datos es más regular.

Se llama sincronización al proceso mediante el que un emisor informa a un dispositivo receptor sobre los instantes en que van a transmitirse las correspondientes señales.

SINCRONIZACIÓN POR BIT.

Debe reconocerse el comienzo y el fin de cada bit.

SINCRONIZACIÓN POR CARACTER.

Debe reconocerse el comienzo y el final de cada unidad de información, como puede ser un carácter o una palabra transmitida.

3.2.4 TIPOS DE CONEXIÓN: PUNTO A PUNTO Y MULTIPUNTO.

La distribución geográfica de dispositivos terminales y la distancia entre cada dispositivo y el dispositivo al que se transmite son parámetros importantes que deben ser considerados cuando se desarrolla la configuración de una red. Los dos tipos de conexiones utilizados en redes son punto a punto y multipunto.

Las líneas de conexión que solo conectan dos puntos son punto a punto. Cuando dos o más localidades terminales comparten porciones de una línea común, la línea es multipunto. Aunque no es posible que dos dispositivos en una de estas líneas transmita al mismo tiempo, dos o más dispositivos pueden recibir un mensaje al mismo tiempo. En algunos sistemas una dirección de difusión (broadcast) permite a todos los dispositivos conectados a la misma línea multipunto recibir un mensaje al mismo tiempo.

Cuando se emplean líneas multipunto, se pueden reducir los costos globales puesto que porciones comunes de la línea son compartidos para uso de todos los dispositivos conectados a la línea. Para prevenir que los datos transmitidos de un dispositivo interfieran con los datos transmitidos por otro, se debe establecer una disciplina o control sobre el enlace.

Cuando se diseña un red local de datos se pueden mezclar tanto líneas punto a punto como multipunto, y la transmisión se puede efectuar en modo simplex, half-duplex o full-dúplex. ^[28]



Figura 3.2.4.79 Líneas Punto a Punto.

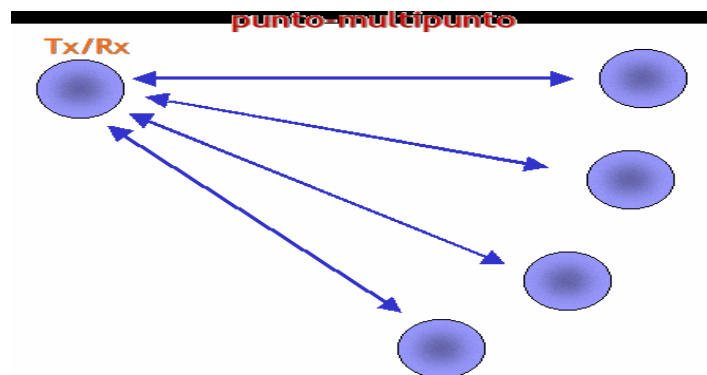


Figura 3.2.4.80 Líneas Punto a Multipunto.

3.3 DISPOSITIVOS PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS: EL MÓDEM.

Frecuentemente las comunicaciones entre computadoras usan el sistema telefónico para por lo menos una parte del canal. Se necesita un dispositivo para traducir entre la línea telefónica de tipo análogo y la computadora que es digital. Tal dispositivo es el módem, palabra que viene de Modular / Demodular que es lo que un módem hace. Modula una señal digital de la computadora, transformándola en una análoga, para poder mandar los datos a través de la línea telefónica. Después, para una señal entrante análoga, demodula la señal convirtiéndola en una digital.

Pese a que son bastante pequeños, los módems son dispositivos muy complejos. Hay demasiados comandos, protocolos y opciones de configuración disponibles. Una vez que establezca un módem funcionando bien por primera vez, no se tendrá después que lidiar mucho con él.

Existen tres tipos de módem:

a) EXTERNOS.

Son aquellos que se enchufan a un puerto en serie en la parte de atrás de la computadora.

Algunas de las ventajas de estos módem son las siguientes:

Se puede llevar a otra computadora fácilmente.

No ocupa un lugar dentro de la computadora.

Tiene indicadores que muestran que actividad está realizando el módem.

Desventajas:

Ocupa demasiado espacio.

Se ocupan varios cables.

b) INTERNOS.

En este tipo de módem la línea telefónica se conecta directamente a la plaqueta a través de la parte de atrás de la computadora

c) ACÚSTICOS.

Aquí el teléfono se coloca dentro del dispositivo, que se conecta a la computadora.

Algunas de las ventajas de este tipo de módem son las siguientes:

Puede usar el teléfono sin necesidad de mover el cable del mismo.

Algunas de las desventajas son:

Es muy voluminoso.

MÓDEMS DIGITAL.

Un módem digital no tiene que hacer la conversión entre las señales analógicas y las digitales. Técnicamente no es en absoluto un “módem” ya que no está modulando y demodulando. Un módem digital es más rápido que un módem analógico.

Para conseguir un aumento de velocidad se tendrá que pagar más.

Los módems digitales son más caros y también lo son las líneas para datos digitales de las compañías telefónicas. Estas tienen que instalar equipo adicional para algunos tipos de módems digitales.

Normalmente un módem digital puede recibir datos a una velocidad mucho más alta de la que alcanza para enviarlos. Eso funciona muy bien, porque la mayoría de las personas sólo están mandando unas pocas contestaciones, en lugar de páginas web enteras o archivos de datos.

MÓDEM DE ISDN.

(Integrated Services Digital Network) Servicios Integrados de Red Digital; Un dispositivo digital que utiliza una línea telefónica digital. Debería llamarse adaptador terminal, pero el nombre módem ya ha sido adoptado por costumbre. Un dispositivo ISDN es capaz de tener velocidades más altas que un módem normal, 64 Kbps para una sola línea y 128 Kbps para una línea dual garantizada. Los adaptadores ISDN cuestan más que los módems normales y también requieren hacer convenios especiales con las compañías telefónicas (¡y por supuesto más \$\$ para ellos!). Las líneas de fibra óptica son mejores para las mayores velocidades de transmisión de las ISDN, pero los cables de cobre usados en la mayoría de las casas y oficinas también funcionarán.

3.3.1 ESTÁNDARES UTILIZADOS POR EL MÓDEM.

Al proliferar los módem, aumentó la necesidad de protocolos estandarizados para la comunicación por módem, para que todos los protocolos pudieran utilizar un lenguaje en común. Ésta es la razón por la que dos organizaciones desarrollaron estándares de comunicación:

Los laboratorios **BELL**, precursores en el área de las telecomunicaciones.

El Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico (**CCITT**), conocido desde 1990 como la Unión Internacional de Telecomunicaciones (**UIT**).

El objetivo de la ITU es definir estándares internacionales para las comunicaciones.

Los estándares para módem pueden dividirse en 3 categorías:

Estándares de modulación (por ejemplo *CCITT V.21*).

Estándares de corrección de error (por ejemplo *CCITT V.42*).

Estándares de compresión de datos (por ejemplo *CCITT V.42bis*).

A continuación, encontrará una lista de los principales estándares de módem:

Estándar de modulación	Ancho de banda teórico	Modo	Descripción
Bell 103	300 bps	Full dúplex	Un estándar americano y canadiense que utiliza modulación por desplazamiento de frecuencia de audio para codificar datos. Esto permite enviar un bit por baudio.
CCITT V.21	300 bps	Full dúplex	Un estándar internacional similar al estándar <i>Bell 103</i> .
Bell 212 ^a	1.200 bps	Full dúplex	Un estándar americano y canadiense que utiliza modulación por desplazamiento diferencial para codificar datos. Esto permite el envío de 2 bits por baudio.
ITU V.22	1.200 bps	Half dúplex	Un estándar internacional similar al estándar <i>Bell 212A</i> .
ITU V.22bis	2.400 bps	Full dúplex	Un estándar internacional que es una versión mejorada del estándar V.22 (de allí el nombre <i>V.22bis</i>).
ITU V.23	1.200 bps	Half dúplex	Un estándar internacional que transmite datos en modo half dúplex, es decir, los datos se

			transmiten en una dirección por vez. Canal de retorno opcional de 75 baudios.
ITU V.23	1.200 bps/75 bps	Full dúplex	Un estándar internacional que brinda full dúplex asimétrico, es decir, permite la transmisión de datos en una dirección a 1.220 bps y a 75 bps en la otra dirección.
ITU V.29	9.600 bps	Half dúplex	Un estándar internacional que transmite datos en modo half dúplex, es decir, los datos se transmiten en una dirección por vez. Este estándar fue desarrollado especialmente para el fax.
ITU V.32	9.600 bps	Full dúplex	Un estándar internacional que transmite en modo full dúplex e incorpora estándares de corrección de errores. La transmisión de datos tiene lugar de acuerdo con una técnica de corrección de error llamada modulación de amplitud en cuadratura con codificación Trellis. Esta técnica consiste en enviar un bit adicional para cada grupo de 4 bits que se envían en la línea de transmisión.
ITU V.32bis	14.400 bps	Full dúplex	Un estándar internacional que mejora el estándar v.32 al enviar 6 bits por baudio y permitir una velocidad de transmisión de hasta 14.400 bps.
ITU V.32fast	28.800 bps	Full dúplex	Un estándar internacional a veces denominado V.FC (<i>FastClass</i>) que permite la transmisión de datos a una velocidad de 28.

Tabla 3.3.1.8 Estándares utilizados por el módem. ^[29]

3.4 MULTIPLEXACIÓN (MUCHAS SEÑALES EN UNA).

La multiplexación es la combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión usando un dispositivo llamado multiplexor. El proceso inverso se le conoce como demultiplexación.

Existen muchas formas de multiplexación según el sistema de comunicación, los más utilizados son la multiplexación por división de tiempo (TDM), la

29.-<http://es.wikipedia.org>

multiplexación por división de frecuencia (FDM) y la multiplexación por división de código (CDM).

3.4.1 MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA (UN ESQUEMA ANALÓGICO) (FDM).

Como dijimos anteriormente, múltiplex es la transmisión simultánea de varios canales de información separados en el mismo circuito de comunicación sin interferirse entre sí. Para la comunicación de voz, esto significa dos o más canales de voz en una sola portadora. Para los sistemas telefónicos significa muchos canales en un sólo par de cables o en una sola línea de transmisión coaxial.

La transmisión simultánea puede llevarse a cabo por división de tiempo o por división de frecuencia.

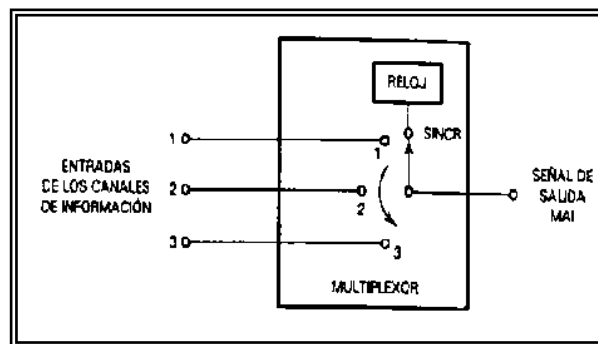


Figura 3.4.1.81 Multiplexor por división de Frecuencia.

Al igual que la MDT, la multiplexión por división de frecuencia (MDF) se utiliza para transmitir varios canales de información simultáneamente en el mismo canal de comunicación. Sin embargo, a diferencia de la MDT, la MDF no utiliza modulación por impulsos. En MDF, el espectro de frecuencias

representado por el ancho de banda disponible de un canal se divide en porciones de ancho de banda más pequeños, para cada una de las diversas fuentes de señales asignadas a cada porción. Explicado de forma sencilla, la diferencia entre los dos sistemas es ésta: En MDF, cada canal ocupa continuamente una pequeña fracción del espectro de frecuencias transmitido; en MDT, cada canal ocupa todo el espectro de frecuencias durante sólo una fracción de tiempo.

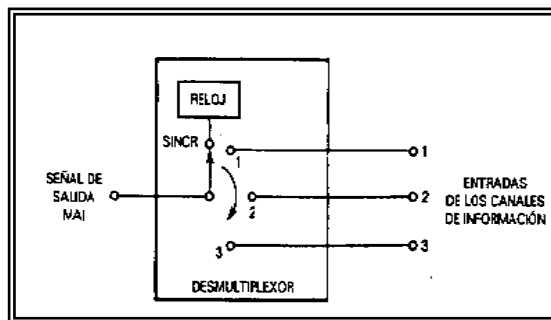


Figura 3.4.1.82 Multiplexor por división de Tiempo.

En la Figura 3.4.1.81 se muestra cómo funciona un sistema MDF. En el transmisor (Figura 3.4.1.82), las frecuencias de cada canal se cambian por medio de moduladores y filtros equilibrados. Entonces las salidas de los filtros se alimentan a un MUX, donde se sitúan una junto a otra en un canal de banda ancha para su transmisión en grupo.

En el receptor (Figura 3.4.1.83), un DEMUX cambia los canales a sus frecuencias originales mediante filtrado. A continuación, las señales filtradas pasan a un modulador equilibrado y después a un filtro PB para su posterior recuperación.

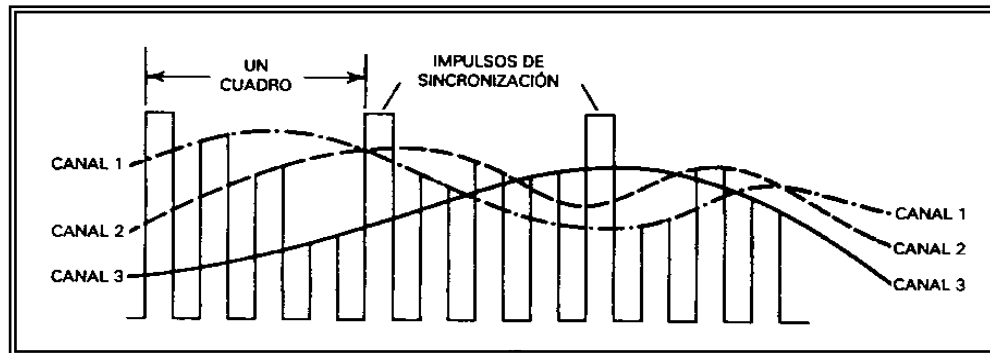


Figura 3.4.1.83 Impulsos de Sincronización.

3.4.2 MULTIPLEXIÓN POR DIVISIÓN DE TIEMPO.

La multiplexión por división de tiempo (MDT) es un medio de transmitir dos o más canales de información en el mismo circuito de comunicación utilizando la técnica de tiempo compartido. Se adapta bien a las señales binarias que consisten en impulsos que representan un dígito binario 1 o 0. Estos impulsos pueden ser de muy corta duración y sin embargo, son capaces de transportar la información deseada; por tanto, muchos de ellos pueden comprimirse en el tiempo disponible de un canal digital. La señal original puede ser una onda analógica que se convierte en forma binaria para su transmisión, como las señales de voz de una red telefónica, o puede estar ya en forma digital, como los de un equipo de datos o un ordenador.

La multiplexión por división de tiempo es un sistema sincronizado que normalmente implica una MIC. En la Figura 3.4.2.84 puede verse un diagrama simplificado del sistema MDT con tres canales de información simultáneos. Las señales analógicas se muestrean y la MAI los transforma en impulsos, y después la MIC codifica los muestreos.

Después los muestreos se transmiten en serie en el mismo canal de comunicación, uno cada vez. En el receptor, el proceso de demodulación se sincroniza de manera que cada muestreo de cada canal se dirige a su canal adecuado. Este proceso se denomina *múltiplex* o *transmisión simultánea*, porque se utiliza el mismo sistema de transmisión para más de un canal de información, y se llama *MDT* porque los canales de información comparten el tiempo disponible.

La parte de preparación de la señal y modulación del sistema se denomina *multiplexor (MUX)*, y la parte de demodulación se llama *demultiplexor (DE-MUX)*. En el *MUX*, un conmutador sincronizado (*interruptor electromecánico*) conecta secuencialmente un impulso de sincronización, seguido por cada canal de información, con la salida.

La combinación de este grupo de impulsos se denomina *cuadro*, que vemos en la Figura 3.4.2.84. El impulso de sincronización se utiliza para mantener el transmisor y el receptor sincronizados, es decir, para mantener en fase el sincronizador del receptor con el del transmisor. En el *DEMUX*, un desconmutador dirige impulsos de sincronización hacia el sincronizador del receptor, y el muestreo de información envía los impulsos hasta sus canales correctos para su posterior análisis.

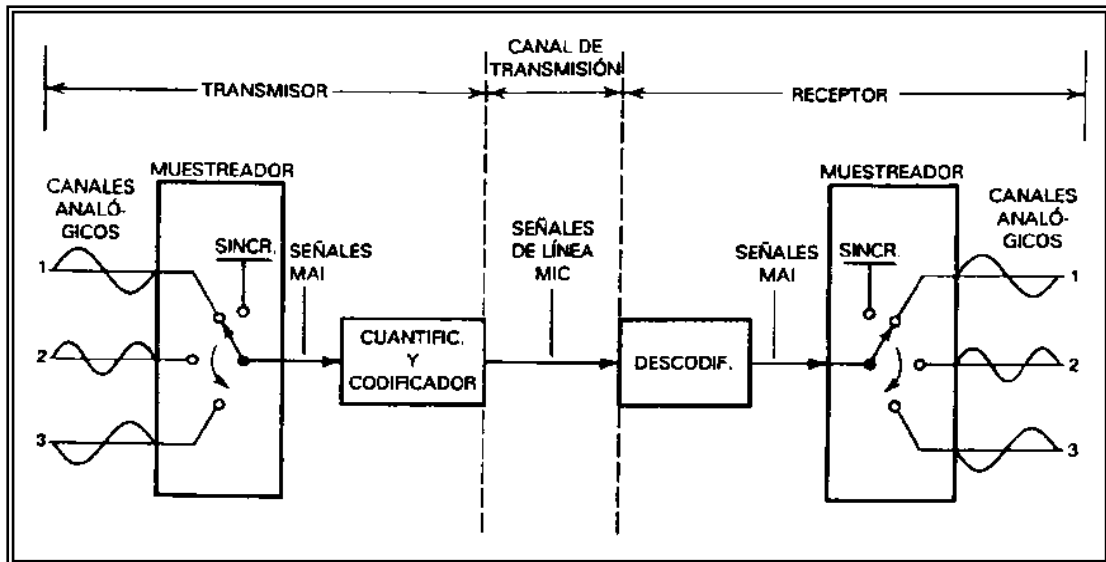


Figura 3.4.2.84 Diagrama Simplificado de MDT (Multiplexor por división de Tiempo).

Una ventaja de la MDT es que puede utilizarse cualquier tipo de modulación por impulsos. Muchas compañías telefónicas emplean este método en sus sistemas MIC / MDT.

Multiplexado estadístico o asíncrono.

Es un caso particular de la multiplexación por división en el tiempo. Consiste en no asignar espacios de tiempo fijos a los canales a transmitir, sino que los tiempos dependen del tráfico existente por los canales en cada momento.

Sus características son:

Tramos de longitud variables.

Muestreo de líneas en función de su actividad.

Intercala caracteres en los espacios vacíos.

Fuerte sincronización.

Control inteligente de la transmisión.

Los multiplexores estáticos asignan tiempos diferentes a cada uno de los canales siempre en función del tráfico que circula por cada uno de estos canales, pudiendo aprovechar al máximo posible el canal de comunicación.

Circuitos digitales.

Modulación por impulsos codificados.

Es una técnica utilizada en la multiplexación por división en el tiempo, muy adecuada para el tratamiento y transmisión de señales digitales.

Consiste básicamente en muestrear la señal analógica de cada canal 8000 veces por segundo y cada muestra obtenida es codificada o transformada a señales digitales (0 – 1), llegando a conseguir una velocidad de transmisión 64 Kbits / s, llegando a transmitir 32 canales, que forman un circuito MIC primario.

3.4.3 MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE CÓDIGO (CDM).

La multiplexación por división de código, acceso múltiple por división de código o CDMA (del inglés Code Division Multiple Access) es un término genérico para varios métodos de multiplexación o control de acceso al medio basados en la tecnología de espectro ensanchado (spread spectrum). Habitualmente se emplea en comunicaciones inalámbricas (por radiofrecuencia), aunque también puede usarse en sistemas de fibra óptica o de cable.

El control de acceso al medio.

Uno de los problemas a resolver en comunicaciones de datos es cómo repartir entre varios usuarios el uso de un único canal de comunicación o

medio de transmisión, para que puedan gestionarse varias comunicaciones al mismo tiempo. Sin un método de organización, aparecerían interferencias que podrían bien resultar molestas, o bien directamente impedir la comunicación. Este concepto se denomina multiplexado o control de acceso al medio, según el contexto.

Para resolverlo, CDMA emplea una tecnología de espectro ensanchado y un esquema especial de codificación, por el que a cada transmisor se le asigna un código único, escogido de forma que sea ortogonal respecto al del resto; el receptor capta las señales emitidas por todos los transmisores al mismo tiempo, pero gracias al esquema de codificación (que emplea códigos ortogonales entre sí) puede seleccionar la señal de interés si conoce el código empleado.

Otros esquemas de multiplexación emplean la división en frecuencia (FDMA), en tiempo (TDMA) o en el espacio (SDMA) para alcanzar el mismo objetivo: la separación de las distintas comunicaciones que se estén produciendo en cada momento, y evitar o suprimir las interferencias entre ellas. Los sistemas en uso real (como IS-95 o UMTS) suelen emplear varias de estas estrategias al mismo tiempo para asegurar una mejor comunicación.

La división por código se emplea en múltiples sistemas de comunicación por radiofrecuencia, tanto de telefonía móvil (como IS-95, CDMA2000, FOMA o UMTS), transmisión de datos (WiFi) o navegación por satélite (GPS).

Uso popular del término.

El término CDMA, sin embargo, suele utilizarse popularmente para referirse a una interfaz de aire inalámbrica de telefonía celular desarrollada por la empresa Qualcomm, y aceptada posteriormente como estándar por la TIA bajo el nombre IS-95 (o, según la marca registrada por Qualcomm, "cdmaONE" y su sucesora CDMA2000). En efecto, los sistemas desarrollados por Qualcomm emplean tecnología CDMA, pero no son los únicos en hacerlo.

Detalles técnicos.

En CDMA, la señal se emite con un ancho de banda mucho mayor que el precisado por los datos a transmitir; por este motivo, la división por código es una técnica de acceso múltiple de espectro ensanchado. A los datos a transmitir simplemente se les aplica la función lógica XOR con el código de transmisión, que es único para ese usuario y se emite con un ancho de banda significativamente mayor que los datos.

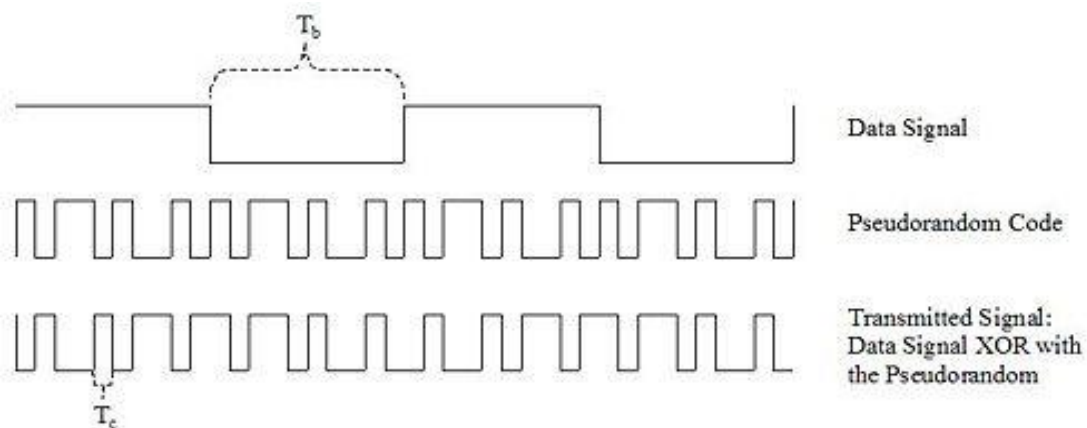


Figura 3.4.3.85 Multiplexación por División de Código.

GENERACIÓN DE LA SEÑAL CDMA.

A la señal de datos, con una duración de pulso T_b , se le aplica la función XOR con el código de transmisión, que tiene una duración de pulso T_c . (Nota: el ancho de banda requerido por una señal es $1/T$, donde T es el tiempo empleado en la transmisión de un bit). Por tanto, el ancho de banda de los datos transmitidos es $1/T_b$ y el de la señal de espectro ensanchado es $1/T_c$. Dado que T_c es mucho menor que T_b , el ancho de banda de la señal emitida es mucho mayor que el de la señal original, y de ahí el nombre de "espectro ensanchado".

Cada usuario de un sistema CDMA emplea un código de transmisión distinto (y único) para modular su señal. La selección del código a emplear para la modulación es vital para el buen desempeño de los sistemas CDMA, porque de él depende la selección de la señal de interés, que se hace por correlación cruzada de la señal captada con el código del usuario de interés, así como el rechazo del resto de señales y de las interferencias *multi-path* (producidas por los distintos rebotes de señal).

El mejor caso se presenta cuando existe una buena separación entre la señal del usuario deseado (la señal de interés) y las del resto; si la señal captada es la buscada, el resultado de la correlación será muy alto, y el sistema podrá extraer la señal. En cambio, si la señal recibida no es la de interés, como el código empleado por cada usuario es distinto, la correlación debería ser muy pequeña, idealmente tendiendo a cero (y por tanto

eliminando el resto de señales). Y además, si la correlación se produce con cualquier retardo temporal distinto de cero, la correlación también debería tender a cero. A esto se le denomina auto correlación y se emplea para rechazar las interferencias multi-path.^[30]

En general, en división de código se distinguen dos categorías básicas: CDMA síncrono (mediante códigos ortogonales) y asíncrono (mediante secuencias pseudoaleatorias).

Multiplexado por división de código (CDMA síncrono)

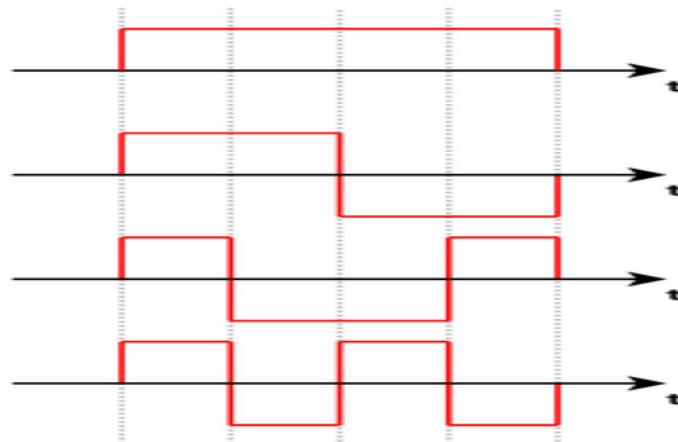


Figura 3.4.3.86 Cuatro señales digitales cuyos vectores son ortogonales.^[30]

El CDMA síncrono explota las propiedades matemáticas de ortogonalidad entre vectores cuyas coordenadas representan los datos a transmitir. Por ejemplo, la cadena binaria "1011" sería representada por el vector (1, 0, 1, 1). Dos vectores pueden multiplicarse mediante el producto escalar (\cdot), que suma los productos de sus respectivas coordenadas. Si el producto escalar de dos vectores es 0, se dice que son ortogonales entre sí.

(Nota: si dos vectores se definen $u = (a, b)$ y $v = (c, d)$; su producto escalar será $u \cdot v = a \cdot c + b \cdot d$).

Algunas propiedades del producto escalar ayudan a comprender cómo funciona CDMA. Si los vectores a y b son ortogonales, y representan los códigos de dos usuarios de CDMA A y B, entonces:

$$\mathbf{a} \cdot (\mathbf{a} + \mathbf{b}) = \|\mathbf{a}\|^2 \quad \text{pues} \quad \mathbf{a} \cdot \mathbf{a} + \mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \|\mathbf{a}\|^2 + 0,$$

$$\mathbf{a} \cdot (-\mathbf{a} + \mathbf{b}) = -\|\mathbf{a}\|^2 \quad \text{pues} \quad -\mathbf{a} \cdot \mathbf{a} + \mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = -\|\mathbf{a}\|^2 + 0,$$

$$\mathbf{b} \cdot (\mathbf{a} + \mathbf{b}) = \|\mathbf{b}\|^2 \quad \text{pues} \quad \mathbf{b} \cdot \mathbf{a} + \mathbf{b} \cdot \mathbf{b} = 0 + \|\mathbf{b}\|^2,$$

$$\mathbf{b} \cdot (\mathbf{a} - \mathbf{b}) = -\|\mathbf{b}\|^2 \quad \text{pues} \quad \mathbf{b} \cdot \mathbf{a} - \mathbf{b} \cdot \mathbf{b} = 0 - \|\mathbf{b}\|^2.$$

Por tanto, aunque el receptor capte combinaciones lineales de los vectores a y b (es decir, las señales procedentes de A y B al mismo tiempo, sumadas en el aire), si conoce el código de transmisión del usuario de interés siempre podrá aislar sus datos de los del resto de usuarios, simplemente mediante el producto escalar de la señal recibida con el código del usuario; al ser el código del usuario ortogonal respecto a *todos* los demás, el producto aislará la señal de interés y anulará el resto. Este resultado para dos usuarios es extensible a todos los usuarios que se desee, siempre que existan códigos ortogonales suficientes para el número de usuarios deseado, lo que se logra incrementando la longitud del código.^[31]

31.-<http://es.wikipedia.org>

Cada usuario de CDMA síncrono emplea un código único para modular la señal, y los códigos de los usuarios en una misma zona deben ser ortogonales entre sí. En la imagen se muestran cuatro códigos mutuamente ortogonales. Como su producto escalar es 0, los códigos ortogonales tienen una correlación cruzada igual a cero, y, en otras palabras, no provocan interferencias entre sí.

Este resultado implica que no es necesario emplear circuitería de filtrado en frecuencia (como se emplearía en FDMA), ni de conmutación de acuerdo con algún esquema temporal (como se emplearía en TDMA) para aislar la señal de interés; se reciben las señales de todos los usuarios al mismo tiempo y se separan mediante procesamiento digital.

En el caso de IS-95, se emplean códigos ortogonales de Walsh de 64 bits para codificar las señales y separar a sus distintos usuarios.

CDMA ASÍNCRONO.

Por la movilidad de los terminales, las distintas señales tienen un retardo de llegada variable. Dado que, matemáticamente, es imposible crear secuencias de codificación que sean ortogonales en todos los instantes aleatorios en que podría llegar la señal, en los sistemas CDMA asíncronos se emplean secuencias únicas "pseudo-aleatorias" o de "pseudo-ruido" (en inglés, PN sequences). Un código PN es una secuencia binaria que parece aleatoria, pero que puede reproducirse de forma determinística si el receptor lo necesita.

Estas secuencias se usan para codificar y decodificar las señales de interés de los usuarios de CDMA asíncrono de la misma forma en que se empleaban los códigos ortogonales en el sistema síncrono.

Las secuencias PN no presentan correlación estadística, y la suma de un gran número de secuencias PN resulta en lo que se denomina interferencia de acceso múltiple (en inglés, MAI, multiple Access interference), que puede estimarse como un proceso gaussiano de ruido que sigue el teorema central del límite estadístico. Si las señales de todos los usuarios se reciben con igual potencia, la varianza (es decir, la potencia del ruido) de la MAI se incrementa en proporción directa al número de usuarios. En otras palabras, a diferencia de lo que ocurre en CDMA síncrono, las señales del resto de usuarios aparecerán como ruido en relación con la señal de interés, y provocarán interferencia con la señal de interés: cuantos más usuarios simultáneos, mayor interferencia.

Todos los tipos de CDMA aprovechan la ganancia de procesamiento que introducen los sistemas de espectro extendido; esta ganancia permite a los receptores discriminar parcialmente las señales indeseadas. Las señales codificadas con el código PN especificado se reciben, y el resto de señales (o las que tienen el mismo código pero distinto retardo, debido a los diferentes trayectos de llegada) se presentan como ruido de banda ancha que se reduce o elimina gracias a la ganancia de procesamiento.

Como todos los usuarios generan MAI, es muy importante controlar la potencia de emisión. Los sistemas CDMA síncrono, TDMA o FDMA pueden, por lo menos en teoría, rechazar por completo las señales indeseadas (que usan distintos códigos, ranuras temporales o canales de frecuencia) por la ortogonalidad de estos esquemas de acceso al medio. Pero esto no es cierto para el CDMA asíncrono; el rechazo de las señales indeseadas sólo es parcial. Si parte (o el total) de las señales indeseadas se reciben con potencia mucho mayor que la de la señal deseada, ésta no se podrá separar del resto. Para evitar este problema, un requisito general en el diseño de estos sistemas es que se controle la potencia de todos los emisores; se busca asegurar que la potencia captada por el receptor sea aproximadamente la misma para todas las señales entrantes.

En los sistemas de telefonía celular, la estación base emplea un esquema de control de potencia por bucle cerrado (fastclosed-loop power control, en inglés) para controlar estrictamente la potencia de emisión de cada teléfono.^[32]

3.4.4 MULTIPLEXACIÓN POR LONGITUDES DE ONDA (WDM).

En telecomunicación, la multiplexación por división de longitud de onda (WDM, del inglés Wavelength Division Multiplexing) es una tecnología que multiplexa varias señales sobre una sola fibra óptica mediante portadoras ópticas de diferente longitud de onda, usando luz procedente de un láser o un LED.

32.-http://es.wikipedia.org/wiki/Multiplexaci%C3%B3n_por_divisi%C3%B3n_de_c%C3%B3digo

Este término se refiere a una portadora óptica (descrita típicamente por su longitud de onda) mientras que la multiplexación por división de frecuencia generalmente se emplea para referirse a una portadora de radiofrecuencia (descrita habitualmente por su frecuencia). Sin embargo, puesto que la longitud de onda y la frecuencia son inversamente proporcionales, y la radiofrecuencia y la luz son ambas formas de radiación electromagnética, la distinción resulta un tanto arbitraria.

El dispositivo que une las señales se conoce como multiplexor mientras que el que las separa es un demultiplexor. Con el tipo adecuado de fibra puede disponerse un dispositivo que realice ambas funciones a la vez, actuando como un multiplexor óptico de inserción-extracción.

Los primeros sistemas WDM aparecieron en torno a 1985 y combinaban tan sólo dos señales. Los sistemas modernos pueden soportar hasta 160 señales y expandir un sistema de fibra de 10 Gb/s hasta una capacidad total 25.6 Tb/s sobre un solo par de fibra. ^[33]

3.5 SISTEMA DE CONMUTACIÓN.

3.5.1 TOPOLOGÍAS.

Los nodos de red (las computadoras), necesitan estar conectados para comunicarse.

A la forma en que están conectados los nodos se le llama: **Topología**.

Una red tiene dos diferentes topologías: una física y una lógica.

33.- http://es.wikipedia.org/wiki/Multiplexaci%C3%B3n_por_divisi%C3%B3n_de_longitud_de_onda

La topología física es la disposición física actual de la red, la manera en que los nodos están conectados unos con otros.

La topología lógica es el método que se usa para comunicarse con los demás nodos, la ruta que toman los datos de la red entre los diferentes nodos de la misma.

La topología o forma lógica de una red se define como la forma de tender el cable a estaciones de trabajo individuales; por muros, suelos y techos del edificio. Existe un número de factores a considerar para determinar cual topología es la más apropiada para una situación dada.

La topología en una red es la configuración adoptada por las estaciones de trabajo para conectarse entre sí.

EXISTEN CINCO TOPOLOGÍAS BÁSICAS:

Bus. Los equipos están conectados a un cable común compartido.

Estrella. Los equipos están conectados a segmentos de cable que se extienden desde una ubicación central, o concentrador.

Anillo. Los equipos están conectados a un cable que forma un bucle alrededor de una ubicación central.

Malla. Los equipos de la red están conectados entre sí mediante un cable.

Híbrida. Dos o más topologías utilizadas juntas.

TOPOLOGÍAS MÁS COMUNES

Bus: En una topología de bus, todos los equipos de una red están unidos a un cable continuo, o segmento, que los conecta en línea recta.

En esta topología en línea recta, el paquete se transmite a todos los adaptadores de red en ese segmento.

Importante: Los dos extremos del cable deben tener terminaciones. Todos los adaptadores de red reciben el paquete de datos.

Debido a la forma de transmisión de las señales eléctricas a través de este cable, sus extremos deben estar terminados por dispositivos de hardware denominados terminadores, que actúan como límites de la señal y definen el segmento.

Si se produce una rotura en cualquier parte del cable o si un extremo no está terminado, la señal balanceará hacia adelante y hacia atrás a través de la red y la comunicación se detendrá.

El número de equipos presentes en un bus también afecta al rendimiento de la red. Cuantos más equipos haya en el bus, mayor será el número de equipos esperando para insertar datos en el bus, y en consecuencia, la red irá más lenta.

Además, debido al modo en que los equipos se comunican en una topología de bus, puede producirse mucho ruido.

Ruido es el tráfico generado en la red cuando los equipos intentan comunicarse entre sí simultáneamente.

Un incremento del número de equipos produce un aumento del ruido y la correspondiente reducción de la eficacia de la red.

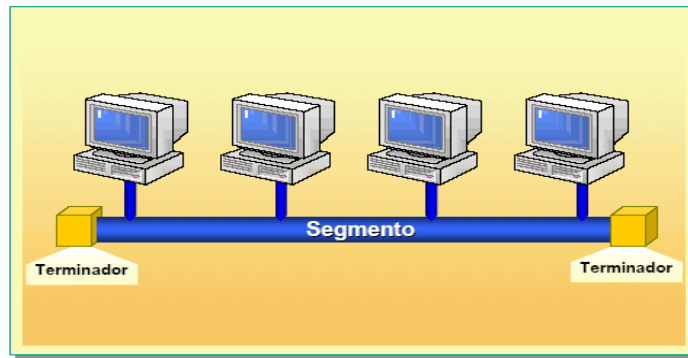


Figura 3.5.1.87 Topología en Bus.

Ventajas:

Permite aumentar o disminuir fácilmente el número de estaciones.

El fallo de cualquier nodo no impide que la red siga funcionando normalmente, lo que permite añadir o quitar nodos sin interrumpir su funcionamiento.

Desventajas:

Cualquier ruptura en el bus impide la operación normal de la red y la falla es muy difícil de detectar.

El control del flujo de información presenta inconvenientes debido a que varias estaciones intentan transmitir a la vez y existen un único bus, por lo que solo una estación logrará la transmisión.

Anillo: Las estaciones están unidas unas con otras formando un círculo por medio de un cable común. El último nodo de la cadena se conecta al primero cerrando el anillo. Las señales circulan en un solo sentido alrededor del círculo, regenerándose en cada nodo.

Con esta metodología, cada nodo examina la información que es enviada a través del anillo. Si la información no está dirigida al nodo que la examina, la pasa al siguiente en el anillo.

La desventaja del anillo es que si se rompe una conexión, se cae la red completa.

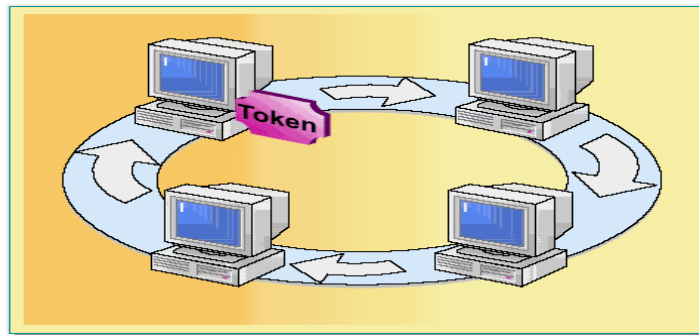


Figura 3.5.1.88 Topología en anillo.

Ventajas:

Esta topología permite aumentar o disminuir el número de estaciones sin dificultad. La velocidad dependerá del flujo de información, cuantas más estaciones intenten hacer uso de la red más lento será el flujo de información.

Desventajas:

Una falla en cualquier parte deja bloqueada a toda la red.

Estrella: Se caracteriza por tener todos sus nodos conectados a un controlador central. Todas las transacciones pasan a través del nodo central siendo este el encargado de gestionar y controlar todas las comunicaciones. El controlador central es normalmente el servidor de la red, aunque puede ser un dispositivo especial de conexión denominada comúnmente concentradora o hub.

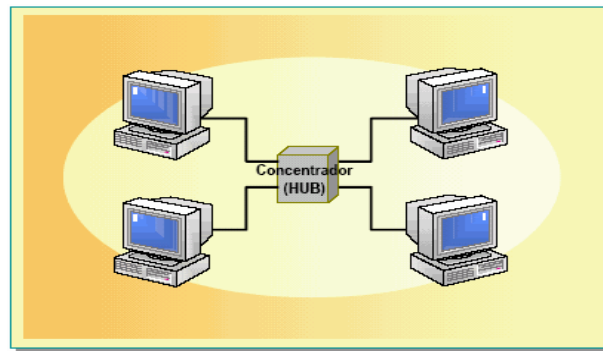


Figura 3.5.1.89 Topología en Estrella.

Ventajas:

Presenta buena flexibilidad para incrementar el número de equipos conectados a la red.

Si alguna de las computadoras falla el comportamiento de la red sigue sin problemas, sin embargo, si el problema se presenta en el controlador central se afecta toda la red.

El diagnóstico de problemas es simple, debido a que todos los equipos están conectados a un controlador central.

Desventajas:

No es adecuada para grandes instalaciones, debido a la cantidad de cable que deben agruparse en el controlador central.

Esta configuración es rápida para las comunicaciones entre las estaciones o nodos y el controlador, pero las comunicaciones entre estaciones es lenta.

Topología en árbol: Esta topología comienza en un punto denominado cabezal o raíz. Uno ó más cables pueden salir de este punto y cada uno de ellos puede tener ramificaciones en cualquier otro punto.

Una red como ésta representa una red completamente distribuida en la que computadoras alimentan de información a otras computadoras, que a su vez alimentan a otras.

Las computadoras que se utilizan como dispositivos remotos pueden tener recursos de procesamiento independientes y recurren a los recursos en niveles superiores o inferiores conforme se requiera.

Es similar a la topología en estrella extendida, salvo en que no tiene un nodo central. En cambio, un nodo de enlace troncal, generalmente ocupado por un hub o switch, desde el que se ramifican los demás nodos.

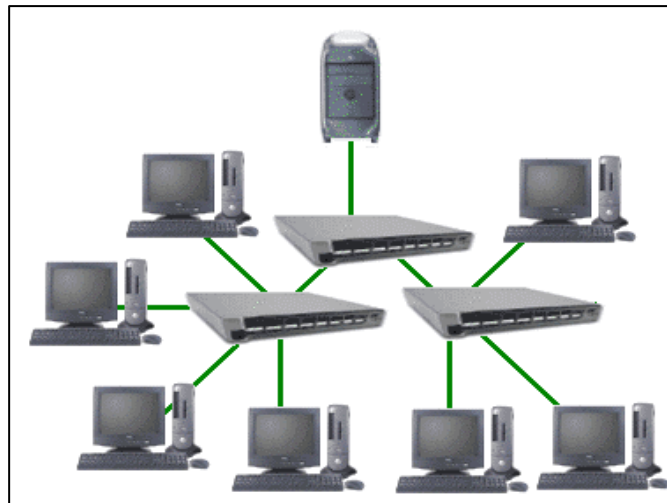


Figura 3.5.1.90 Topología en Árbol.

Híbridas: En una topología híbrida, se combinan dos o más topologías para formar un diseño de red completo. Raras veces, se diseñan las redes utilizando un solo tipo de topología. Por ejemplo, es posible que desee combinar una topología en estrella con una topología de bus para beneficiarse de las ventajas de ambas.

Importante: En una topología híbrida, si un solo equipo falla, no afecta al resto de la red.

Normalmente, se utilizan dos tipos de topologías híbridas: topología en estrella-bus y topología en estrella-anillo.

Estrella-bus: En una topología en estrella-bus, varias redes de topología en estrella están conectadas a una conexión en bus. Cuando una configuración en estrella está llena, podemos añadir una segunda en estrella y utilizar una conexión en bus para conectar las dos topologías en estrella.

Estrella-anillo: En la topología en estrella-anillo, los equipos están conectados a un componente central al igual que en una red en estrella. Sin embargo, estos componentes están enlazados para formar una red en anillo.

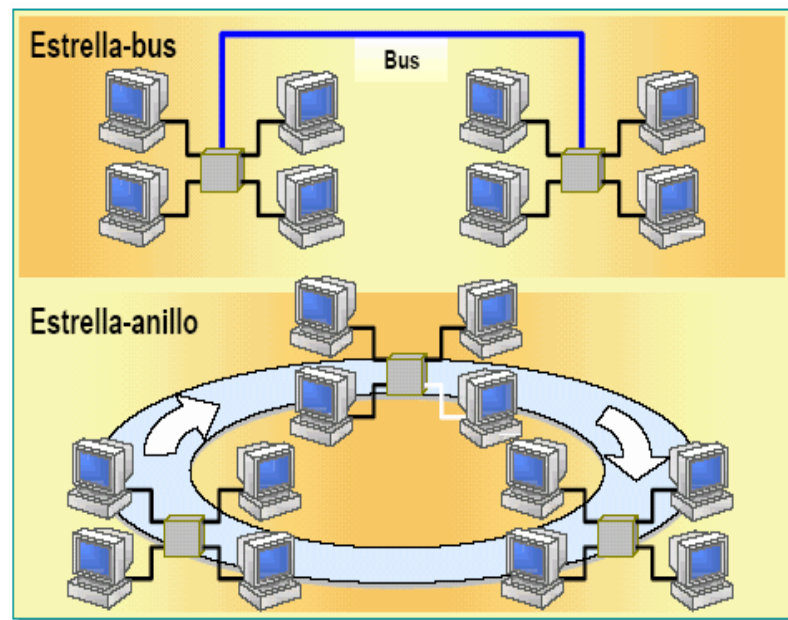


Figura 3.5.1.91 Topología en Estrella-bus y Estrella-Anillo.

3.5.2 TÉCNICAS DE CONMUTACIÓN.

La conmutación es el proceso por el cual se pone en comunicación un usuario con otro, a través de una infraestructura de comunicaciones común, para la transferencia de información.

Los tres servicios fundamentales que emplean técnicas de conmutación son el telefónico, el telegráfico y el de datos, pudiendo utilizar una de las tres técnicas de conmutación actuales: de circuitos, de mensajes y de paquetes, si bien los dos primeros suelen emplear las dos primeras, respectivamente, y el tercero cualquiera de las tres. Existen diferencias en el tiempo que se tarda en enviar un mensaje a través de una red compuesta de "n" nodos, debido fundamentalmente al establecimiento de la conexión y las técnicas de comprobación.

3.5.2.1 CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS.

La técnica de conmutación de circuitos, que puede ser espacial o temporal, consiste en el establecimiento de un circuito físico previo al envío de información, que se mantiene abierto durante todo el tiempo que dura la misma. El camino físico se elige entre los disponibles, empleando diversas técnicas de señalización "por canal asociado" si viaja en el mismo canal o "por canal común" si lo hace por otro distinto, encargadas de establecer, mantener y liberar dicho circuito, vistas anteriormente. Un ejemplo de red de este tipo, es la red telefónica conmutada.

CONMUTACIÓN DE MENSAJES.

La conmutación de mensajes es un método basado en el tratamiento de bloques de información, dotados de una dirección de origen y otra de destino, por lo que pueden ser tratados por los centros de conmutación de la red que los almacenan (hasta verificar que han llegado correctamente a su destino) y proceden a su retransmisión. Es una técnica empleada con el servicio télex y en algunas de las aplicaciones de correo electrónico.

3.5.2.2 CONMUTACIÓN DE PAQUETES.

Esta técnica es parecida a la anterior, sólo que emplea mensajes más cortos y de longitud fija (paquetes), lo que permite el envío de los mismos sin necesidad de recibir el mensaje completo que, previamente, se ha estropeado. Cada uno de estos paquetes contiene información suficiente sobre la dirección, tanto de partida como de destino, así como para el control del mismo en caso de que suceda alguna anomalía en la red.

El mejor ejemplo actual de red que hace uso de esta técnica es Internet, que hace uso del protocolo IP. Otros ejemplos son las redes X.25 y FrameRelay.

Los paquetes permanecen muy poco tiempo en memoria, por lo que resulta muy rápida, permitiendo aplicaciones de tipo conversacional, como son las de consulta. La conmutación de paquetes admite dos variantes distintas, según el modo de funcionamiento: modo Datagrama y Circuito Virtual. ^[34]

Un Paquete es un grupo de información que consta de dos partes: los datos propiamente dichos y la información de control, en la que está especificado la

34.- http://es.wikipedia.org/wiki/Multiplexaci%C3%B3n_por_divisi%C3%B3n_de_longitud_de_onda

ruta a seguir a lo largo de la red hasta el destino del paquete. Mil octetos es el límite de longitud superior de los paquetes, y si la longitud es mayor el mensaje se fragmenta en otros paquetes.

Ventajas generales:

Los paquetes forman una cola y se transmiten lo más rápido posible.

Permiten la conversión en la velocidad de los datos.

La red puede seguir aceptando datos aunque la transmisión se hará lenta.

Existe la posibilidad de manejar prioridades (si un grupo de información es más importante que los otros, será transmitido antes que dichos otros).

TÉCNICAS DE CONMUTACIÓN:

Para la utilización de la Conmutación de Paquetes se han definido dos tipos de técnicas: los Datagramas y los Circuitos Virtuales.

DATAGRAMAS:

Considerado el método más sensible.

No tiene fase de establecimiento de llamada.

El paso de datos es más seguro.

No todos los paquetes siguen una misma ruta.

Los paquetes pueden llegar al destino en desorden debido a que su tratamiento es independiente.

Un paquete se puede destruir en el camino, cuya recuperación es responsabilidad de la estación de destino. (Esto da a entender que el resto de paquetes están intactos).

CIRCUITOS VIRTUALES:

Son los más usados.

Su funcionamiento es similar al de redes de conmutación de circuitos.

Previo a la transmisión se establece la ruta previa a la transmisión de los paquetes por medio de paquetes de Petición de Llamada (pide una conexión lógica al destino) y de Llamada Aceptada (en caso de que la estación destino esté apta para la transmisión envía este tipo de paquete); establecida la transmisión, se da el intercambio de datos, y una vez terminado, se presenta el paquete de Petición de Liberación (aviso de que la red está disponible, es decir que la transmisión ha llegado a su fin).

Cada paquete tiene un identificador de circuito virtual en lugar de la dirección del destino.

Los paquetes se recibirán en el mismo orden en que fueron enviados. Si no existiese una técnica de conmutación en la comunicación entre dos nodos, se tendría que enlazar en forma de malla. Una ventaja adicional de la conmutación de paquetes, (además de la seguridad de transmisión de datos) es que como se parte en paquetes el mensaje, éste se está ensamblando de una manera más rápida en el nodo destino, ya que se están usando varios caminos para transmitir el mensaje, produciéndose un fenómeno conocido como "transmisión en paralelo".

Además, si un mensaje tuviese un error en un bit de información, y estuviésemos usando la conmutación de mensajes, tendríamos que

retransmitir todo el mensaje; mientras que con la conmutación de paquetes solo hay que retransmitir el paquete con el bit afectado, lo cual es mucho menos problemático. Lo único negativo, quizás, en el esquema de la conmutación de paquetes es que su encabezado es más grande.

La conmutación de paquetes se trata del procedimiento mediante el cual, cuando un nodo quiere enviar información a otro lo divide en paquetes, los cuales contienen la dirección del nodo destino. En cada nodo intermedio por el que pasa el paquete se detiene el tiempo necesario para procesarlo. Cada nodo intermedio realiza las siguientes funciones:

Almacenamiento y retransmisión (store and forward): hace referencia al proceso de establecer un camino lógico de forma indirecta haciendo "saltar" la información de origen al destino a través de los nodos intermedios.

Control de ruta (routing): hace referencia a la selección de un nodo del camino por el que deben retransmitirse los paquetes para hacerlos llegar a su destino.

Los paquetes en fin, toman diversas vías, pero nadie puede garantizar que todos los paquetes vayan a llegar en algún momento determinado.

En síntesis, una red de conmutación de paquetes consiste en una "malla" de interconexiones facilitadas por los servicios de telecomunicaciones, a través de la cual los paquetes viajan desde la fuente hasta el destino.

PAQUETE/CONMUTACIÓN DE PAQUETES.

Un paquete es un pedazo de información enviada a través de la red. Conmutación de paquetes es el proceso mediante el cual un portador separa los datos en paquetes. Cada paquete contiene la dirección de origen, la dirección de su destino, e información acerca de cómo volver a unirse con otros paquetes emparentados. Este proceso permite que paquetes de distintas localizaciones se entremezclen en las mismas líneas y que sean clasificados y dirigidos a distintas rutas.^[35]

3.5.2.3 CONMUTACIÓN DE CELDAS.

Servicio de conmutación de paquetes (packet – switched services):

En este tipo de servicio, cada paquete es transmitido separadamente, cada uno puede llevar una trayectoria diferente a través de las rutas de la malla de la red. Este tipo de servicio no es recomendable para tráfico sensitivo al tiempo, los servicios de conmutación de paquetes manipulan mejor el tráfico en ráfagas. Los servicios más populares de conmutación de paquetes son los siguientes:

X.25 Las redes X.25 han estado en funcionamiento desde 1976, eran usadas para proveer conexiones remotas de terminales hacia mainframes. Estas realizan verificación de error extensivo para asegurar un envío seguro. Sin embargo, las redes X.25 no son recomendables para la mayoría del tráfico LAN a LAN debido al tiempo y al ancho de banda consumido por su

35.- http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutaci%C3%B3n_de_paquetes

extensiva corrección de error. X.25 opera a velocidades de hasta 2 Mbps, el cual tiene más capacidad que los servicios descritos anteriormente.



Figura 3.5.2.3.92 Red de Conmutación de Paquetes CSU/DSU en FrameRelay.

Para lograr la interconexión se requiere de un equipo conocido como PAD (Paquet Assembler Desassembler), que se encarga de ensamblar y desensamblar paquetes en la red.



Figura 3.5.2.3.93 Red de Conmutación de Paquetes PAD en X.25.

FrameRelay: Provee servicios similares a X.25, pero es más rápido y más eficiente. FrameRelay es un sistema punto a punto que utiliza Circuitos Privados Virtuales (PVC, Private Virtual Circuit) para transmitir tramas de longitud variable en el nivel de Enlace de Datos (capa 2).

Debido a que los enlaces de hoy en día son menos ruidosos y de más calidad, FrameRelay no emplea la verificación de error intensiva que utiliza X.25. La interconexión se hace a través de un CSU/DSU o a través de un FRAD (FrameRelay Access Device).

Servicios de conmutación de celdas (cell – switched services):

En los servicios de conmutación de celdas, la unidad mínima de datos conmutados es una "celda" de tamaño fijo, es vez de un paquete de longitud variable.

La tecnología basada en celdas permite que la conmutación sea realizada en hardware sin la complejidad y el consumo de tiempo de cálculo frame por frame. Esto hace que la conmutación por medio de celdas sea más rápida y barata. Los servicios más conocidos son los siguientes:

ATM (Asynchronous Transfer Mode): ATM es un método de transmisión de celdas de tamaño fijo (53 bytes) utilizada en redes de banda ancha. ATM puede transferir datos a tasas desde 25 Mbps hasta 622 Mbps y tiene el potencial de transferir datos a velocidades de datos medidas en Gigabits por segundo. Muchos proveedores de servicios ofrecen servicios ATM, pero la gran mayoría lo tienen planeado para un futuro muy cercano ya que su implementación es muy cara.

El equipamiento de la red puede conmutar, enrutar y desplazar tramas de tamaño uniforme más rápidamente que cuando se utilizan tramas de tamaño variable.

La celda consistente y de tamaño estándar utiliza, de forma eficiente, búferes y reduce el trabajo necesario relativo al procesamiento de los datos de llegada. El tamaño uniforme de la celda también ayuda en la planificación del ancho de banda para las aplicaciones.

La interconexión en una red ATM se hace por medio de Conmutadores ATM (ATM switches). Un switch ATM es un dispositivo multipuerto que pueden actuar como un hub para enviar datos de una computadora a otra dentro de una LAN.

También puede actuar de manera similar a un enrutador para enviar datos a alta velocidad a redes remotas. Los switches ATM también puede actuar como multicanalizadores permitiendo múltiples entradas de información (datos, voz, video, multimedia).

SMDS (Switched Multimegabit Data Service): Como ATM, SMDS es otro servicio basado en celdas de longitud fija proveído por algunos carriers en Estados Unidos pero que no está disponible en México. SMDS usa conmutación de celdas y provee servicios tales como tarificación basada en uso y administración de red. El rango de las velocidades de transmisión van desde 1 Mbps hasta los 34 Mbps con una conectividad de muchos a muchos. SMDS es compatible con el estándar MAN IEEE 802.6 así como con B-ISDN (ISDN de Banda Ancha), pero los servicios de administración y facturación que SMDS proporciona, no están especificados en el estándar 802.6.

SERVICIOS DEDICADOS DIGITALES (DEDICATED DIGITAL SERVICES).

Las líneas digitales dedicadas son frecuentemente usadas para transportar voz, datos y video.

Los servicios digitales proveen velocidades de datos hasta 45 Mbps.

En la actualidad, las líneas digitales son hechas posibles al "acondicionar" líneas normales (cobre) con equipos especiales para transportar altas velocidades.



Figura 3.5.2.3.94 Líneas Digitales E1/T1.

T1: T1 provee transmisiones de datos a velocidades de 1.544 Mbps y pueden llevar tanto voz como datos. Un T1 está dividido en 24 canales de 64 Kbps cada uno. Esto es debido a que cada circuito de voz requiere de 64 Kbps de ancho de banda, así cuando los T1 son divididos en canales de 64 Kbps, voz y datos pueden ser llevados sobre el mismo servicio T1.

E1: E1 posee casi las mismas características que un E1 excepto que este tipo de servicio tiene más capacidad. Un E1 tiene 2.044 Mbps dividido en 30 canales de 64 Kbps. El E1 es servicio estándar reconocido por la ITU-T usado en todo el mundo, mientras el T1 es solo usado dentro de Estados Unidos.

T1 fraccional / E1 fraccional. A veces no se requiere de un E1 o T1 completo, por lo que los proveedores de servicios ofrecen fracciones de un E1o T1 en múltiplos de 64 Kbps. Un canal de 64 Kbps es conocido comúnmente como un E0 (E cero) en el estándar E1, mientras que un canal de 64 Kbps en el estándar T1, es conocido como DS0.

T3. Un T3 es equivalente a 28 líneas T1, es decir 45 Mbps o 672 DS0s o 672 canales de 64 Kbps.

E2: Línea que transporta señales E1 multicanalizadas a una velocidad de 8.448 Mbps.

E3: Transporta 16 E1s con una tasa de 34.368 Mbps.

E4: Transporta 4 E3s con una tasa de 139.264 Mbps.

E5: Transporta 4 E4s con una tasa de 565.148 Mbps.

La mayoría de los servicios mencionados anteriormente se pueden ofrecer o transportar también por medios inalámbricos, tales como: vía satélite, vía microondas. Por ejemplo Frame Relay por satélite / microondas , E1 por satélite, ATM por satélite / microondas, X.25 por satélite / microondas, ATM sobre ADSL.

OTROS SERVICIOS DIGITALES DEDICADOS.

ADSL (Asymmetric Digital Subscribe line): ADSL es una tecnología para transmitir información digital a altos anchos de banda sobre las líneas existentes de cobre para proveer servicios a altas velocidades empresas y hogares. ADSL es asimétrico ya que utiliza la mayor parte del canal para

transmitir del carrier hacia el usuario y solo una pequeña parte para recibir información del usuario. ADSL simultáneamente acomoda información analógica (voz) en la misma línea. ADSL ofrece velocidades desde 512 Kbps hasta 6 Mbps.

HDSL (High bit rate Digital Subscribe line): HDSL al igual que ADSL es una tecnología para transmitir información digital a altos anchos de banda sobre las líneas existentes de cobre para proveer servicios a altas velocidades empresas y hogares. Las principales características de HDSL es que es simétrica, es decir un igual monto de ancho de banda está disponible en ambas direcciones. Por esta razón, la velocidad máxima es menor que ADSL. HDSL puede enviar información sobre una simple línea de cobre es de 2 Mbps.

Cable módems: Los cable módems, son sólo eso, módems que conectan una computadora o LAN a la compañía que ofrece el servicio de televisión por cable. Los módems permiten velocidades de hasta 40 Mbps ^[36].

RESUMEN DE UNIDAD

La multiplexación se refiere a la habilidad para transmitir datos que provienen de diversos pares de aparatos.

Bits por segundo (bps). Es el número efectivo de bits/seg que se transmiten en una línea por segundo.

La velocidad de modulación se mide en Baudios (N° de bits/seg.). $VM = N^\circ \text{ de bits} / \text{Tiempo}$ La velocidad de modulación también se puede llamar velocidad de señalización.

El baudio (en inglés, baud) se utilizó originariamente para medir la velocidad de las transmisiones telegráficas, tomando su nombre del ingeniero francés Jean Maurice Baudot, que fue el primero en realizar este tipo de mediciones. Toda comunicación lleva implícita la transmisión de información de un punto a otro.

Se denomina canal de comunicación al recorrido físico que es necesario establecer para que una señal eléctrica, óptica, electro óptica, se pueda desplazar entre dos puntos.

Los distintos tipos de transmisión de una canal de comunicaciones son de tres clases diferentes: Simplex, Semi dúplex (half-dúplex), Dúplex (full-dúplex).

Modo de transmisión se refiere al número de unidades de información (bits) elementales que se pueden traducir simultáneamente a través de los canales de comunicación.

Los dos tipos de transmisión que se pueden considerar son serie y paralelo.

Se llama sincronización al proceso mediante el que un emisor informa a un dispositivo receptor sobre los instantes en que van a transmitirse las correspondientes señales.

Una transmisión de datos tiene que ser controlada por medio del tiempo, para que el equipo receptor conozca en qué momento se puede esperar que una transferencia tenga lugar.

Cuando se diseña un red local de datos se pueden mezclar tanto líneas punto a punto como multipunto, y la transmisión se puede efectuar en modo simplex, half-duplex o full-duplex.

El Módem, modula una señal digital de la computadora, transformándola en una análoga, para poder mandar los datos a través de la línea telefónica. Después, para una señal entrante análoga, demodula la señal convirtiéndola en una digital.

El objetivo de la ITU es definir estándares internacionales para las comunicaciones.

Los estándares para módem pueden dividirse en 3 categorías:

Estándares de modulación (por ejemplo CCITT V.21)

Estándares de corrección de error (por ejemplo CCITT V.42)

Estándares de compresión de datos (por ejemplo CCITT V.42bis).

Existen cinco topologías básicas: Bus, Estrella, Anillo, Malla, Híbrida.

La conmutación es el proceso por el cual se pone en comunicación un usuario con otro.

EJERCICIOS

Consiste en la Mezcla Temporal de Varias Señales Digitales.

- a) Multiplexacion por División en Frecuencias
- b) Multiplexacion Síncrona por División en el Tiempo

¿Son Dispositivos Intermedios?

- a) Multipunto
- b) Enlace Directo
- c) Punto a Punto

Exige una Ruta de Datos.

- a) Full-dúplex
- b) Topología
- c) Semi-dúplex

Solo es Posible cuando el Ancho de Banda Disponible en el Medio es Superior al Requerido por Señales que se Transmiten.

- a) Multiplexacion por División en Frecuencias
- b) Multiplexacion Síncrona por División en el Tiempo

Proporciona la Señal de Reloj a través de una Línea Independiente.

- a) Transmisión Síncrona: Nivel de Bits
- b) Transmisión Síncrona: Nivel de Bloque

La Velocidad de Transmisión por el Medio debe Exceder la Velocidad de las Señales Digitales que se Transmiten.

- a) Multiplexacion Síncrona por División en Tiempo
- b) Multiplexacion por División en Frecuencias

Las dos Estaciones pueden Simultáneamente Enviar y Recibir datos.

- a) Topología
- b) Semi-dúplex
- c) Full-dúplex

Se Aplica a Canales Ranurados.

- a) CSMA p-persistente
- b) CSMA con Detección de Colisiones
- c) CSMA no persistente

Para Evitar bloques grandes de datos.

- a) Transmisión Síncrona
- b) Transmisión Asíncrona

Disposición Física de las Estaciones en el Medio de Transmisión.

- a) Topología
- b) Semi-dúplex
- c) Full-dúplex

Se Trasmite un bloque de Bits sin Códigos de Comienzo o Parada.

- a) Transmisión Síncrona: Nivel de Bloque
- b) Transmisión Síncrona: Nivel de Bits

La Capacidad del Canal se Divide entre las Estaciones Conectadas al Mismo.

- a) Reparto Dinámico del Canal
- b) Reparto Estático del Canal

Solo dos Dispositivos que Comparten el Medio.

- a) Enlace Directo
- b) Punto a Punto
- c) Multipunto

Se Concede Acceso al Canal a las Distintas Fuentes según sus Necesidades y la Disponibilidad del Canal.

- a) Reparto Dinámico del Canal
- b) Reparto Estático del Canal

Cada Carácter se trata de manera Independiente.

- a) Transmisión Síncrona
- b) Transmisión Asíncrona

Exige dos Rutas de Datos.

- a) Semi-dúplex
- b) Topología
- c) Full-dúplex

Utiliza un Preámbulo y un Final.

- a) Transmisión Síncrona: Nivel de Bloque
- b) Transmisión Síncrona: Nivel de Bits

El Mismo Medio es Compartido por más de Dos Dispositivos.

- a) Punto a Punto
- b) Multipunto
- c) Enlace Directo

Realizar ejercicios que visualicen la diferencia entre los tipos de velocidad.

Buscar y seleccionar información sobre los modos, tipos y técnicas de transmisión, y discutirlo en grupo, utilizando analogías para su mejor entendimiento.

Buscar y seleccionar información sobre el funcionamiento de Módems y hacer un cuadro comparativo de los diferentes estándares utilizados.

Buscar y seleccionar información sobre el proceso de multiplexación y sus tipos, así como de ejemplos donde se aplica cada uno de ellos, para discutirlos en el grupo.

Realizar un cuadro comparativo entre las diferentes técnicas de conmutación vistas por el alumno.

UNIDAD IV.

MEDIOS DE TRANSMISIÓN Y PERTURBACIONES.

La información que maneja una computadora es de origen digital, encontrándose codificada a partir de un alfabeto de dos símbolos que se corresponden con 1 y 0, lo que es lo mismo, presencia o ausencia de una señal eléctrica. Para la transmisión de esta información entre dispositivos distintos a larga o corta distancia debe utilizarse un medio físico que asegure su correcta recepción en el destino.

4.1 MEDIOS GUIADOS.

En un medio guiado las ondas son conducidas (guiadas) a través de un camino físico, los medios guiados son los que utilizan un cable. Como ejemplo de medios guiados tenemos:

Cable coaxial.

La fibra óptica.

Par trenzado.

CABLES:

El cable es el medio a través del cual fluye la información a través de la red.

Hay distintos tipos de cable de uso común, en redes LAN.

Una red puede utilizar uno o más tipos de cable, aunque el tipo de cable utilizado siempre estará sujeto a la topología de la red, el tipo de red que utiliza y el tamaño de esta.

PRINCIPALES TIPOS DE CABLES

Actualmente, la gran mayoría de las redes están conectadas por algún tipo de cableado, que actúa como medio de transmisión por donde pasan las señales entre los equipos. Hay disponibles una gran cantidad de tipos de cables para cubrir las necesidades y tamaños de las diferentes redes, desde las más pequeñas a las más grandes.

Existe una gran cantidad de tipos de cables. Algunos fabricantes de cables publican unos catálogos con más de 2.000 tipos diferentes que se pueden agrupar en tres grupos principales que conectan la mayoría de las redes:

Cable de par trenzado (apantallado y no apantallado).

Cable coaxial

Cable de fibra óptica.

Importante:

El cable de par trenzado es el tipo más habitual utilizado en redes.

El cable coaxial se utiliza cuando los datos viajan por largas distancias.

El cable de fibra óptica se utiliza cuando necesitamos que los datos viajen a la velocidad de la luz.

Al conectar equipos para formar una red utilizamos cables que actúan como medio de transmisión de la red para transportar las señales entre los equipos. Un cable que conecta dos equipos o componentes de red se denomina segmento.

Los cables se diferencian por sus capacidades y están clasificados en función de su capacidad para transmitir datos a diferentes velocidades, con diferentes índices de error. Las tres clasificaciones principales de cables que conectan la mayoría de redes son: de par trenzado, coaxial y fibra óptica.

4.1.1 CABLE DE PAR TRENZADO (SEÑAL ELÉCTRICA).

En su forma más simple, un cable de par trenzado consta de dos hilos de cobre aislados y entrelazados. Hay dos tipos de cables de par trenzado: cable de par trenzado sin apantallar (UTP) y par trenzado apantallado (STP).

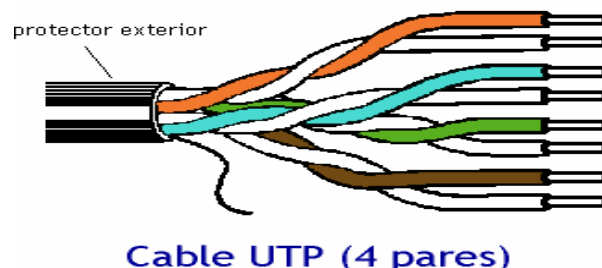


Figura 4.1.1.95 Cable par trenzado UTP (4 pares).

Cable de par trenzado apantallado (STP): es utilizado generalmente en las instalaciones de procesos de datos por su capacidad y buenas características contra las radiaciones electromagnéticas, el único inconveniente es que se trata de un cable robusto, caro y difícil de instalar.

Cable de par trenzado no apantallado (UTP): es el que ha sido mejor aceptado por su costo, accesibilidad y fácil instalación.

El cable UTP es el más utilizado en telefonía.

EXISTEN ACTUALMENTE 8 CATEGORÍAS DEL CABLE UTP.

A menudo se agrupan una serie de hilos de par trenzado y se encierran en un revestimiento protector para formar un cable. El número total de pares que hay en un cable puede variar. El trenzado elimina el ruido eléctrico de los pares adyacentes y de otras fuentes como motores y transformadores.

El UTP, con la especificación 10 Base T, es el tipo más conocido de cable de par trenzado y ha sido el cableado LAN más utilizado en los últimos años. El segmento máximo de longitud de cable es de 100 metros.

El cable UTP tradicional consta de dos hilos de cobre aislados. Las especificaciones UTP dictan el número de entrelazados permitidos por pie de cable; el número de entrelazados depende del objetivo con el que se instale el cable. El UTP comúnmente incluye 4 pares de conductores.

Estos estándares definen las categorías de UTP:

Categoría 1. Hace referencia al cable telefónico UTP tradicional que resulta adecuado para transmitir voz, pero no datos. La mayoría de los cables telefónicos instalados antes de 1983 eran cables de Categoría 1.

Categoría 2. Esta categoría certifica el cable UTP para transmisión de datos de hasta 4 megabits por segundo (Mbps), Este cable consta de cuatro pares trenzados de hilo de cobre.

Categoría 3. Esta categoría certifica el cable UTP para transmisión de datos de hasta 16 Mbps. Este cable consta de cuatro pares trenzados de hilo de cobre con tres entrelazados por pie.

Categoría 4. Esta categoría certifica el cable UTP para transmisión de datos de hasta 20 Mbps. Este cable consta de cuatro pares trenzados de hilo de cobre.

Categoría 5. Esta categoría certifica el cable UTP para transmisión de datos de hasta 100 Mbps. Este cable consta de cuatro pares trenzados de hilo de cobre.

Otra forma de verlo:

CATEGORÍAS DE CABLES UTP.

TIPO	USO
Categoría 1	Voz solamente (cable telefónico)
Categoría 2	Datos hasta 4 Mbps (LocalTalk [Apple])
Categoría 3	Datos hasta 10 Mbps (Ethernet)
Categoría 4	Datos hasta 20 Mbps (16 Mbps Token Ring)
Categoría 5	Datos hasta 100 Mbps (Fast Ethernet)

Tabla 4.1.1.9 Categorías de cables UTP.

La intermodulación es un problema posible que puede darse con todos los tipos de cableado (la intermodulación se define como aquellas señales de una línea que interfieren con las señales de otra línea.)

UTP es particularmente susceptible a la intermodulación, pero cuanto mayor sea el número de entrelazados por pie de cable, mayor será la protección contra las interferencias.

CABLE DE PAR TRENZADO APANTALLADO (STP).

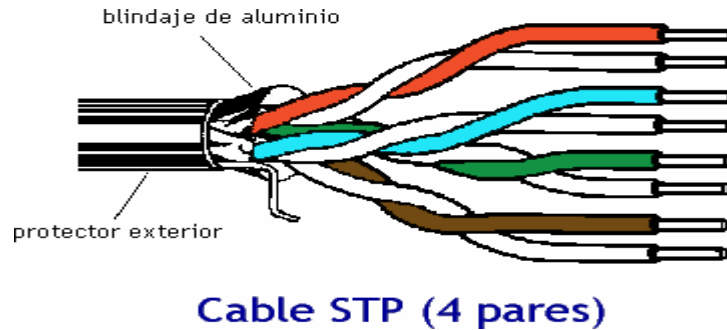


Figura 4.1.1.96 Cable par trenzado apantallado STP.

El cable STP utiliza una envoltura con cobre trenzado, más protectora y de mayor calidad que la usada en el cable UTP. STP también utiliza una lámina rodeando cada uno de los pares de hilos. Esto ofrece un excelente apantallamiento en los STP para proteger los datos transmitidos de intermodulaciones exteriores, lo que permite soportar mayores tasas de transmisión que los UTP a distancias mayores.

La longitud máxima de los cables de par trenzado está limitada a 90 metros, ya sea para 10 o 100 Mbps.

COMPONENTES DEL CABLE DE PAR TRENZADO.

Aunque hayamos definido el cable de par trenzado por el número de hilos y su posibilidad de transmitir datos, son necesarios una serie de componentes adicionales para completar su instalación. Al igual que sucede con el cable telefónico, el cable de red de par trenzado necesita unos conectores y otro hardware para asegurar una correcta instalación.

ELEMENTOS DE CONEXIÓN.

El cable de par trenzado utiliza conectores telefónicos RJ-45 para conectar a un equipo. Éstos son similares a los conectores telefónicos RJ11. Aunque los conectores RJ-11 y RJ-45 parezcan iguales a primera vista, hay diferencias importantes entre ellos.

El conector RJ-45 contiene ocho conexiones de cable, mientras que el RJ-11 sólo contiene cuatro.



Figura 4.1.1.97 Conector RJ45.

Existe una serie de componentes que ayudan a organizar las grandes instalaciones UTP y a facilitar su manejo.

Armarios y racks de distribución. Los armarios y los racks de distribución pueden crear más sitio para los cables en aquellos lugares donde no hay mucho espacio libre en el suelo. Su uso ayuda a organizar una red que tiene muchas conexiones.

Paneles de conexiones ampliables. Existen diferentes versiones que admiten hasta 96 puertos y alcanzan velocidades de transmisión de hasta 100 Mbps.

Clavijas. Estas clavijas RJ-45 dobles o simples se conectan en paneles de conexiones y placas de pared y alcanzan velocidades de datos de hasta 100 Mbps.

Placas de pared. Éstas permiten dos o más enganches.

Consideraciones sobre el cableado de par trenzado

El cable de par trenzado se utiliza si:

La red LAN tiene una limitación de presupuesto.

Se desea una instalación relativamente sencilla, donde las conexiones de los equipos sean simples.

No se utiliza el cable de par trenzado si:

La red LAN necesita un gran nivel de seguridad y se debe estar absolutamente seguro de la integridad de los datos.

Los datos se deben transmitir a largas distancias y a altas velocidades. [37]

4.1.2 CABLE COAXIAL (SEÑAL ELÉCTRICA).

Los cables coaxiales presentan una estructura diferente a los cables multipares. Existe una variedad muy amplia de este tipo de cables (más de 200 tipos diferentes) cada una con una aplicación específica.

En LAN's se utilizan tanto cables coaxiales convencionales, como cables de diseño especial dependiendo de la técnica de transmisión empleada así como de la velocidad de transmisión de datos.

ESTRUCTURA DEL CABLE COAXIAL.



Figura 4.1.2.98 Estructura del cable coaxial.

Su estructura consta de un conductor central de cobre rodeado por un aislamiento de polietileno sólido o espumado. El conductor central puede ser sólido o cableado. Alrededor del aislamiento, se tiene un segundo conductor de malla de cobre estañado que funciona como blindaje contra radiaciones electromagnéticas indeseables. El blindaje puede estar conformado también por una cinta de aluminio aplicada helicoidalmente sobre el aislamiento; o bien, puede ser que un diseño de coaxial incorpore los dos tipos de blindaje. Toda la estructura está protegida con una cubierta de polietileno pigmentado con negro de humo sí el cable es para instalación en exteriores o, de PVC sí el cable es para instalación en interiores.

ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE LOS CABLES COAXIALES SON:

Se pueden instalar en topología de bus, estrella y árbol.

Tienen coberturas de hasta 185m.

Es hasta cierto punto inmune a radiaciones electromagnéticas.

Ancho de banda de 10 a 100 Mbps.

TIPOS DE CABLE COAXIAL.

Cable fino.

Cable grueso.

El tipo de cable coaxial más apropiado depende de las necesidades de la red en particular.

Cable Fino. El cable fino es un cable coaxial flexible de unos 0,64 centímetros de grueso (0,25 pulgadas). Este tipo de cable se puede utilizar

para la mayoría de los tipos de instalaciones de redes, ya que es un cable flexible y fácil de manejar.

El cable coaxial fino puede transportar una señal hasta una distancia aproximada de 185 metros (unos 607 pies) antes de que la señal comience a sufrir atenuación.

Los fabricantes de cables han acordado denominaciones específicas para los diferentes tipos de cables. El cable fino está incluido en un grupo que se denomina la familia RG-58 y tiene una impedancia de 50 ohm. (La impedancia es la resistencia, medida en ohmios, a la corriente alterna que circula en un hilo.)

Cable Grueso. El cable grueso es un cable coaxial relativamente rígido de aproximadamente 1,27 centímetros de diámetro. Al cable grueso a veces se le denomina Ethernet estándar debido a que fue el primer tipo de cable utilizado con la conocida arquitectura de red

Ethernet. El núcleo de cobre del cable grueso es más grueso que el del cable fino.

Cuanto mayor sea el grosor del núcleo de cobre, más lejos puede transportar las señales. El cable grueso puede llevar una señal a 500 metros. Por tanto, debido a la capacidad de grueso para poder soportar transferencia de datos a distancias mayores, a veces se utiliza como enlace central o backbone para conectar varias redes más pequeñas basadas en fino.

Tanto el cable grueso como el fino utilizan un componente de conexión llamado conector BNC, para realizar las conexiones entre el cable y los equipos. ^[38]

4.1.3 FIBRA ÓPTICA (SEÑAL LUMINOSA).

Cable de fibra óptica.

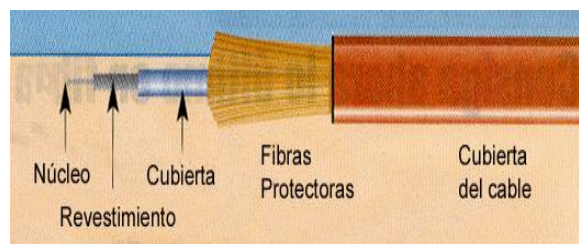


Figura 4.1.3.99 Cable de Fibra Óptica.

En el cable de fibra óptica las señales que se transportan son señales digitales de datos en forma de pulsos modulados de luz. Esta es una forma relativamente segura de enviar datos debido a que, a diferencia de los cables de cobre que llevan los datos en forma de señales electrónicas, los cables de fibra óptica transportan impulsos no eléctricos. Esto significa que el cable de fibra óptica no se puede pinchar y sus datos no se pueden robar.

El cable de fibra óptica es apropiado para transmitir datos a velocidades muy altas y con grandes capacidades debido a la carencia de atenuación de la señal y a su pureza.

Una fibra óptica consta de un cilindro de vidrio extremadamente delgado, denominado núcleo, recubierto por una capa de vidrio concéntrica, conocida como revestimiento. Las fibras a veces son de plástico. El plástico es más

fácil de instalar, pero no puede llevar los pulsos de luz a distancias tan grandes como el vidrio.



Figura 4.1.3.100 Conectores de Fibra Óptica.

Debido a que los hilos de vidrio pasan las señales en una sola dirección, un cable consta de dos hilos en envolturas separadas. Un hilo transmite y el otro recibe. Una capa de plástico de refuerzo alrededor de cada hilo de vidrio y las fibras Kevlar ofrecen solidez. En el conector de fibra óptica, las fibras de Kevlar se colocan entre los dos cables.

Al igual que sus homólogos (par trenzado y coaxial), los cables de fibra óptica se encierran en un revestimiento de plástico para su protección.

Las transmisiones del cable de fibra óptica no están sujetas a intermodulaciones eléctricas y son extremadamente rápidas, comúnmente transmiten a unos 100 Mbps, con velocidades demostradas de hasta 1 gigabyte por segundo (Gbps). Pueden transportar una señal (el pulso de luz) varios kilómetros.

CONSIDERACIONES SOBRE EL CABLE DE FIBRA ÓPTICA.

El cable de fibra óptica se utiliza si:

Necesita transmitir datos a velocidades muy altas y a grandes distancias en un medio muy seguro.

El cable de fibra óptica no se utiliza si:

Tiene un presupuesto limitado.

No tiene el suficiente conocimiento para instalar y conectar los dispositivos de forma apropiada.

El precio del cable de fibra óptica es competitivo con el precio del cable de cobre alto de gama. Cada vez se hace más sencilla la utilización del cable de fibra óptica, y las técnicas de pulido y terminación requieren menos conocimientos que hace unos años.^[39]

4.2 MEDIOS NO GUIADOS.

En el caso de medios guiados es el propio medio el que determina principalmente las limitaciones de la transmisión: velocidad de transmisión de los datos, ancho de banda que puede soportar y espaciado entre repetidores. Sin embargo, al utilizar medios no guiados resulta más determinante en la transmisión el espectro de frecuencia de la señal producida por la antena que el propio medio de transmisión.

El medio solo proporciona un soporte para que las ondas se transmitan, pero no las guía.

39.-<http://iaci.unq.edu.ar/materias/telecomunicaciones/apuntes.htm>

La comunicación de datos en medios no guiados utiliza principalmente:

Señales de radio.

Señales de microondas.

Señales de rayo infrarrojo.

Señales de rayo láser.

Señales de radio: Son capaces de recorrer grandes distancias, atravesando edificios incluso. Son ondas omnidireccionales: se propagan en todas las direcciones. Su mayor problema son las interferencias entre usuarios.

Señales de Microondas: Estas ondas viajan en línea recta, por lo que emisor y receptor deben estar alineados cuidadosamente. Tienen dificultades para atravesar edificios. Debido a la propia curvatura de la tierra, la distancia entre dos repetidores no debe exceder de unos 80 Km de distancia. Es una forma económica para comunicar dos zonas geográficas mediante dos torres suficientemente altas para que sus extremos sean visibles.

Señales de Infrarrojo: Son ondas direccionales incapaces de atravesar objetos sólidos (paredes, por ejemplo) que están indicadas para transmisiones de corta distancia.

Señales de Rayo Laser: Las ondas láser son unidireccionales. Se pueden utilizar para comunicar dos edificios próximos instalando en cada uno de ellos un emisor láser y un fotodetector.^[40]

4.2.1 TRANSMISIÓN DE SEÑALES DE RADIO.

Se usan ondas de radio de baja frecuencia en lugar de enlaces fijos para cubrir distancias más modestas con transmisores y receptores terrestres. Estas ondas pueden servir, por ejemplo, para conectar muchos computadores de recolección de datos distribuidos en un área rural extensa con un computador remoto encargado de almacenar y monitorizar los datos, o para conectar computadores (o terminales computarizadas) de una ciudad o una metrópoli con un computador local o remoto.

Como el costo de instalar cables fijos para tales aplicaciones sería muy alto, a menudo se usan ondas de radio para establecer un enlace inalámbrico entre un punto de terminación de cable fijo y los computadores distribuidos.

Como se ilustra en la figura 4.2.1.101, en el punto de terminación del cable fijo se coloca un transmisor de radio (denominado estación base) que establece un enlace inalámbrico entre cada uno de los computadores y el sitio central.



Figura 4.2.1.101 Señales de Radio.

En el caso de aplicaciones que requieren una mayor área de cobertura o que tienen una mayor densidad de usuarios hay que emplear estaciones de múltiples bases. El área de cobertura de cada estación es restringida (al limitar su potencia de salida), de modo que sólo proporciona suficientes canales para sustentar la carga total de esa área. La cobertura se amplía si se dispone de varias estaciones base en una estructura celular.

En la práctica, el tamaño de cada celda varía y está determinado por factores como la densidad de terminales y la topografía local.

Cada estación base trabaja con una banda de frecuencias distinta de la de sus vecinas, pero como el campo de cobertura de cada estación base es limitado, es factible reutilizar su banda de frecuencias en otras partes de la red. Las estaciones base se conectan con la red fija igual que la estación base única. Por lo regular, la tasa de bits con que pueden transmitir los computadores dentro de una celda es del orden de decenas de kilobits por segundo.

Para contar con enlaces inalámbricos a los equipos computarizados de cada oficina podemos servirnos de un arreglo similar en un mismo edificio. En estos casos se sitúa una o más estaciones base en cada piso del edificio y se conectan a la red fija. Cada estación base proporciona enlaces inalámbricos con la red fija a todos los computadores que están en su campo de alcance. Con ello no es necesario cambiar el cableado cada vez que se instala o cambia de lugar un computador, a expensas de tener que adquirir

unidades de radio que conviertan los datos en señales de radio, y viceversa. En muchos casos, la tasa de bits utilizable es más baja que la del cableado fijo. ^[41]

4.2.2 MICROONDAS EN EL ESPACIO LIBRE.

Una red por microondas es un tipo de red inalámbrica que utiliza microondas como medio de transmisión. El protocolo más frecuente es el IEEE 802.11b y transmite a 2.4 GHz, alcanzando velocidades de 11 Mbps (Megabits por segundo). Otras redes utilizan el rango de 5,4 a 5,7 GHz para el protocolo IEEE 802.11a.

INTERNET POR MICROONDAS.

Muchas empresas que se dedican a ofrecer servicios de Internet, lo hacen a través de las microondas, logrando velocidades de transmisión y recepción de datos de 2.048 Mbps (nivel estándar ETSI, E1), o múltiplos.

El servicio utiliza una antena que se coloca en un área despejada sin obstáculos de edificios, árboles u otras cosas que pudieran entorpecer una buena recepción en el edificio o la casa del receptor y se coloca un módem que interconecta la antena con la computadora. La comunicación entre el módem y la computadora se realiza a través de una tarjeta de red, que deberá estar instalada en la computadora.

La comunicación se realiza a través de microondas, en España en las bandas de 3,5 o 26 GHz.

41.-<http://iaci.unq.edu.ar/materias/telecomunicaciones/apuntes.htm>

La tecnología inalámbrica trabaja bien en ambientes de ciudades congestionadas, ambientes suburbanos y ambientes rurales, al sobreponerse a los problemas de instalación de líneas terrestres, problemas de alcance de señal, instalación y tamaño de antena requeridos por los usuarios.

Las etapas de comunicación son:

1. Cuando el usuario final accede a un navegador de Internet instalado en su computadora y solicita alguna información o teclea una dirección electrónica, se genera una señal digital que es enviada a través de la tarjeta de red hacia el módem.
 2. El módem especial convierte la señal digital a formato analógico (la modula) y la envía por medio de un cable coaxial a la antena.
 3. La antena se encarga de radiar, en el espacio libre, la señal en forma de ondas electromagnéticas (microondas).
 4. Las ondas electromagnéticas son captadas por la radio base de la empresa que le brinda el servicio, esta radio base a su vez la envía hacia el nodo central por medio de un cable generalmente de fibra óptica o de otra radio de gran capacidad para conexiones punto a punto en bandas de frecuencia disponibles (6GHz, 13GHz, 15GHz, 18GHz, 23GHz, 26GHz o 38GHz).
 5. El nodo central valida el acceso del cliente a la red, y realiza otras acciones como facturación del cliente y monitoreo del desempeño del sistema.
-

6. Finalmente el nodo central dirige la solicitud hacia Internet y una vez que localiza la información se envía la señal de regreso a la computadora del cliente. Este proceso se lleva a cabo en fracciones de segundo.^[42]



Figura 4.2.2.102 Internet por Microondas.

4.2.3 SATÉLITE.

En su concepción más sencilla, y quizá simplista, los satélites de radioaficionados son repetidoras voladoras. Su principal diferencia con sus equivalentes terrestres es el que vuelan y el que al volar se mueven.

Tipos de satélites artificiales.

Se pueden clasificar los satélites artificiales utilizando dos de sus características: su misión y su órbita.^[43]

42.-<http://www.mitecnologico.com>

43.- http://es.wikipedia.org/wiki/Red_por_microondas



Figura 4.2.3.103 Funcionamiento del Satélite.

TIPOS POR MISIÓN.

Armas anti satélite, también denominados como satélites asesinos, son satélites diseñados para destruir satélites enemigos, otras armas orbitales y objetivos. Algunos están armados con proyectiles cinéticos, mientras que otros usan armas de energía o partículas para destruir satélites, misiles balísticos o MIRV.

Satélites astronómicos, son satélites utilizados para la observación de planetas, galaxias y otros objetos astronómicos.

Biosatélites, diseñados para llevar organismos vivos, generalmente con propósitos de experimentos científicos.

Satélites de comunicaciones, son los empleados para realizar telecomunicación. Suelen utilizar órbitas geosíncronas, órbitas de Molniya u órbitas bajas terrestres.

Satélites miniaturizados, también denominados como minisatélites, microsátélites, nanosatélites o picosatélites, son característicos por sus dimensiones y pesos reducidos.

Satélites de navegación, utilizan señales para conocer la posición exacta del receptor en la tierra.

Satélites de reconocimiento, denominados popularmente como satélites espías, son satélites de observación o comunicaciones utilizados por militares u organizaciones de inteligencia. La mayoría de los gobiernos mantienen la información de sus satélites como secreta.

Satélites de observación terrestre, son utilizados para la observación del medio ambiente, meteorología, cartografía sin fines militares.

Satélites de energía solar, son una propuesta para satélites en órbita excéntrica que envíen la energía solar recogida hasta antenas en la Tierra como una fuente de alimentación.

Estaciones espaciales, son estructuras diseñadas para que los seres humanos puedan vivir en el espacio exterior. Una estación espacial se distingue de otras naves espaciales tripuladas en que no dispone de propulsión o capacidad de aterrizar, utilizando otros vehículos como transporte hacia y desde la estación.

Satélites meteorológicos, son satélites utilizados principalmente para registrar el tiempo atmosférico y el clima de la Tierra.

TIPOS POR ÓRBITA.

CLASIFICACIÓN POR CENTRO.

Órbita galactocéntrica: una órbita con centro en una galaxia. El Sol sigue este tipo de órbita en su movimiento alrededor de la Vía Láctea.

Órbita heliocéntrica: una órbita alrededor del Sol. En el Sistema Solar, los planetas, cometas y asteroides siguen esa órbita, además de satélites artificiales y basura espacial.

Órbita geocéntrica: una órbita alrededor de la Tierra. Existen aproximadamente 2.465 satélites artificiales orbitando alrededor de la Tierra.

Órbita areocéntrica: una órbita alrededor de Marte.

CLASIFICACIÓN POR ALTITUD.

Órbita baja terrestre (LEO): una órbita geocéntrica a una altitud de 0 a 2.000 km.

Órbita media terrestre (MEO): una órbita geocéntrica con una altitud entre 2.000 km y hasta el límite de la órbita geosíncrona de 35.786 km. También se la conoce como órbita circular intermedia.

Órbita alta terrestre (HEO): una órbita geocéntrica por encima de la órbita geosíncrona de 35.786km. También conocida como órbita muy excéntrica u órbita muy elíptica.

CLASIFICACIÓN POR INCLINACIÓN.

Órbita inclinada: una órbita cuya inclinación orbital no es cero.

Órbita polar: una órbita que pasa por encima de los polos del planeta. Por tanto, tiene una inclinación de 90° o aproximada.

Órbita polar heliosíncrona: una órbita casi polar que pasa por el ecuador terrestre a la misma hora local en cada pasada.

Clasificación por excentricidad.

Órbita circular: una órbita cuya excentricidad es cero y su trayectoria es un círculo.

Órbita de transferencia de Hohmann: una maniobra orbital que traslada a una nave desde una órbita circular a otra.

Órbita elíptica: una órbita cuya excentricidad es mayor que cero pero menor que uno y su trayectoria tiene forma de elipse.

Órbita de transferencia geosíncrona: una órbita elíptica cuyo perigeo es la altitud de una órbita baja terrestre y su apogeo es la de una órbita geosíncrona.

Órbita de transferencia geoestacionaria: una órbita elíptica cuyo perigeo es la altitud de una órbita baja terrestre y su apogeo es la de una órbita geoestacionaria.

Órbita de Molniya: una órbita muy excéntrica con una inclinación de $63,4^\circ$ y un período orbital igual a la mitad de un día sideral (unas doce horas).

Órbita tundra: una órbita muy excéntrica con una inclinación de $63,4^\circ$ y un período orbital igual a un día sideral (unas 24 horas).

Órbita hiperbólica: una órbita cuya excentricidad es mayor que uno. En tales órbitas, la nave escapa de la atracción gravitacional y continua su vuelo indefinidamente.

Órbita parabólica: una órbita cuya excentricidad es igual a uno. En estas órbitas, la velocidad es igual a la velocidad de escape.

Órbita de escape: una órbita parabólica de velocidad alta donde el objeto se aleja del planeta.

Órbita de captura: una órbita parabólica de velocidad alta donde el objeto se acerca del planeta.

CLASIFICACIÓN POR SINCRONÍA.

Órbita síncrona: una órbita donde el satélite tiene un periodo orbital igual al periodo de rotación del objeto principal y en la misma dirección. Desde el suelo, un satélite trazaría una analema en el cielo.

Órbita semisíncrona: una órbita a una altitud de 12.544 km aproximadamente y un periodo orbital de unas 12 horas.

Órbita geosíncrona: una órbita a una altitud de 35.768 km. Estos satélites trazarían una analema en el cielo.

Órbita geoestacionaria: una órbita geosíncrona con inclinación cero. Para un observador en el suelo, el satélite parecería un punto fijo en el cielo.

Órbita cementerio: una órbita a unos cientos de kilómetros por encima de la geosíncrona donde se trasladan los satélites cuando acaba su vida útil.

Órbita areosíncrona: una órbita síncrona alrededor del planeta Marte con un periodo orbital igual al día sideral de Marte, 24,6229 horas.

Órbita areoestacionaria: una órbita areosíncrona circular sobre el plano ecuatorial a unos 17.000 km de altitud. Similar a la órbita geoestacionaria pero en Marte.

Órbita heliosíncrona: una órbita heliocéntrica sobre el Sol donde el periodo orbital del satélite es igual al periodo de rotación del Sol. Se sitúa a 0,1628 UA aprox.

OTRAS ÓRBITAS.

Órbita de herradura: una órbita en la que un observador parece ver que órbita sobre un planeta pero en realidad orbita con el planeta. Un ejemplo es el asteroide (3753) Cruithne.

Punto de LaGrange: los satélites también pueden orbitar sobre estas posiciones.^[44]

4.2.4 INFRARROJAS.

Los infrarrojos se utilizan en los equipos de visión nocturna cuando la cantidad de luz visible es insuficiente para ver los objetos. La radiación se recibe y después se refleja en una pantalla. Los objetos más calientes se convierten en los más luminosos.

44.-<http://iaci.unq.edu.ar/materias/telecomunicaciones/apuntes.htm>

Los infrarrojos son ondas electromagnéticas que se propagan en línea recta, siendo susceptibles de ser interrumpidas por cuerpos opacos. Su uso no precisa licencias administrativas y no se ve afectado por interferencias radioeléctricas externas, pudiendo alcanzar distancias de hasta 200 metros entre cada emisor y receptor.

InfraLAN es una red basada en infrarrojos compatible con las redes Token Ring a 4Mbps, pudiendo utilizarse independientemente o combinada con una red de área local convencional.

Las redes de luz infrarroja están limitadas por el espacio y casi generalmente la utilizan redes en las que las estaciones se encuentran en un solo cuarto o piso, algunas compañías que tienen sus oficinas en varios edificios realizan la comunicación colocando los receptores / emisores en las ventanas de los edificios. Las transmisiones de radio frecuencia tienen una desventaja; que los países están tratando de ponerse de acuerdo en cuanto a las bandas que cada uno puede utilizar, al momento de realizar este trabajo ya se han reunido varios países para tratar de organizarse en cuanto a que frecuencias pueden utilizar cada uno.

La transmisión Infrarroja no tiene este inconveniente por lo tanto es actualmente una alternativa para las Redes Inalámbricas. El principio de la comunicación de datos es una tecnología que se ha estudiado desde los 70's, Hewlett-Packard desarrolló su calculadora HP-41 que utilizaba un transmisor infrarrojo para enviar la información a una impresora térmica

portátil, actualmente esta tecnología es la que utilizan los controles remotos de las televisiones o aparatos eléctricos que se usan en el hogar.

Un uso muy común es el que hacen los comandos a distancia (telecomandos o mando a distancia) que generalmente utilizan los infrarrojos en vez de ondas de radio ya que no interfieren con otras señales como las señales de televisión. Los infrarrojos también se utilizan para comunicar a corta distancia los ordenadores con sus periféricos. Los aparatos que utilizan este tipo de comunicación cumplen generalmente un estándar publicado por Infrared Data Association.

La luz utilizada en las fibras ópticas es generalmente de infrarrojos.^[45]



Figura 4.2.4.104 Señales Infrarrojas.

4.3 PERTURBACIONES

La transmisión de una señal supone el paso de la misma a través de un determinado medio, por ejemplo: un cable, el aire.

Debido a diferentes fenómenos físicos, la señal que llega al receptor difiere de la emitida por el transmisor.

Las perturbaciones más significativas son:

La atenuación → Distorsión de amplitud.

El retardo → Distorsión de fase.

El ruido.

Otras perturbaciones:

Distorsión no lineal.

Diafonía.

Ecos.

4.3.1 RUIDOS.

En general, el ruido eléctrico se define como cualquier energía eléctrica no deseada presente en el ancho de banda útil de un circuito de comunicaciones. Por ejemplo, en una grabación de audio cualquier señal no deseada que cae en la banda de frecuencias, entre 0 y 15 kHz, es perceptible e interferirá con la información de audio. Consecuentemente, para los circuitos de audio, cualquier energía eléctrica no deseada en la banda de frecuencias entre 0 y 15 khz se considera ruido.

La figura 4.3.1.105 muestra el efecto que el ruido tiene sobre una señal eléctrica. La figura 4.3.1.105a enseña una señal perfecta sin ruido y la figura

4.3.1.105b muestra la misma señal excepto que con la presencia de ruido. Como muestran las figuras, la señal que ha sido contaminada con ruido es distorsionada y obviamente contiene otras frecuencias además de la original. Esencialmente, el ruido puede dividirse en dos categorías generales, correlacionado y no correlacionado. Correlación implica una relación entre la señal y el ruido. El ruido no correlacionado está presente en la ausencia de cualquier señal. (Esto quiere decir que, cuando está presente, la señal no tiene efecto sobre la magnitud del ruido.). El ruido correlacionado es producido directamente como un resultado de la señal.

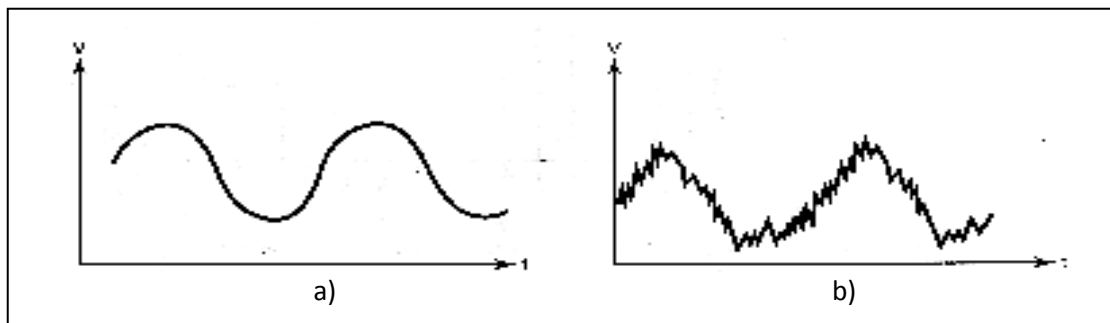


Figura 4.3.1.105 Los efectos del ruido sobre una señal: a) señal sin ruido
b) señal con ruido.

Ruido no correlacionado.

Está presente sin importar si hay una señal presente o no. El ruido no correlacionado se puede dividir en dos categorías generales: externo e interno.

Ruido externo.

Es generado externamente a un circuito y se introduce al circuito. Las señales externamente generadas se consideran ruido, sólo si sus frecuencias caen dentro de la banda útil del filtro de entrada del circuito. Existen tres tipos principales de ruido externo: atmosférico, extraterrestre y hecho por el hombre.

Ruido atmosférico.

Es la energía eléctrica que ocurre naturalmente, se origina dentro de la atmósfera de la Tierra. El ruido atmosférico es comúnmente llamado electricidad estática. La fuente de la mayoría de la electricidad estática son perturbaciones eléctricas naturales, tales como relámpagos. La electricidad estática frecuentemente viene en la forma de impulsos que despliegan su energía en un rango amplio de radio frecuencias. La magnitud de estos impulsos medida de los eventos que ocurren naturalmente ha sido observada que es inversamente proporcional a la frecuencia. Consecuentemente, en las frecuencias superiores a aproximadamente 30 MHz, el ruido atmosférico es insignificante. Además, las frecuencias superiores a 30 MHz están limitadas principalmente a la propagación de línea de vista, lo cual limita su rango de interferencia a aproximadamente 80 km (50 millas).

El ruido atmosférico es la suma de la energía eléctrica de todas las fuentes externas, locales y distantes. El ruido atmosférico se propaga por medio de la atmósfera de la Tierra de la misma manera que las ondas de radio.

Por lo tanto, la magnitud del ruido estático recibido depende de las condiciones de propagación en el tiempo y, en parte, en las variaciones diurnas y estacionarias del año. El ruido atmosférico es el tronido, la estática familiar que se escucha en un receptor de radio predominantemente en la ausencia de la señal recibida y es relativamente insignificante comparado con las otras fuentes de ruido.

Ruido extraterrestre.

Se origina fuera de la atmósfera de la Tierra y, por lo tanto, a veces es llamado ruido del espacio profundo. El ruido extraterrestre se origina de la vía láctea, otras galaxias y el sol. El ruido extraterrestre se divide en dos categorías: solar y cósmico (galáctico).

El ruido solar se genera directamente del calor del sol. Existen dos componentes del ruido solar: una condición tranquila cuando una radiación relativamente constante existe y alta intensidad, perturbaciones esporádicas ocasionadas por una actividad de manchas de sol y explosiones solares. Las perturbaciones esporádicas vienen de ubicaciones específicas sobre la superficie del sol. La magnitud de estas perturbaciones causadas por una actividad de las manchas de sol sigue un patrón cíclico que se repite cada 11 años. Además, estos periodos de 11 años siguen un patrón supercíclico el cual se realiza, aproximadamente cada 99 años, con una nueva intensidad máxima.

Las fuentes del ruido cósmico son continuamente distribuidas a través de nuestra galaxia y de otras galaxias. Las estrellas distantes también son soles y por lo tanto tienen altas temperaturas asociadas con ellas. Consecuentemente, radian ruido de la misma manera que nuestro sol. Debido a que las fuentes de ruido galáctico se localizan más lejos que nuestro sol, su intensidad de ruido es relativamente pequeña. El ruido cósmico frecuentemente se llama ruido de cuerpo negro y se distribuye bastante parejo en el cielo.

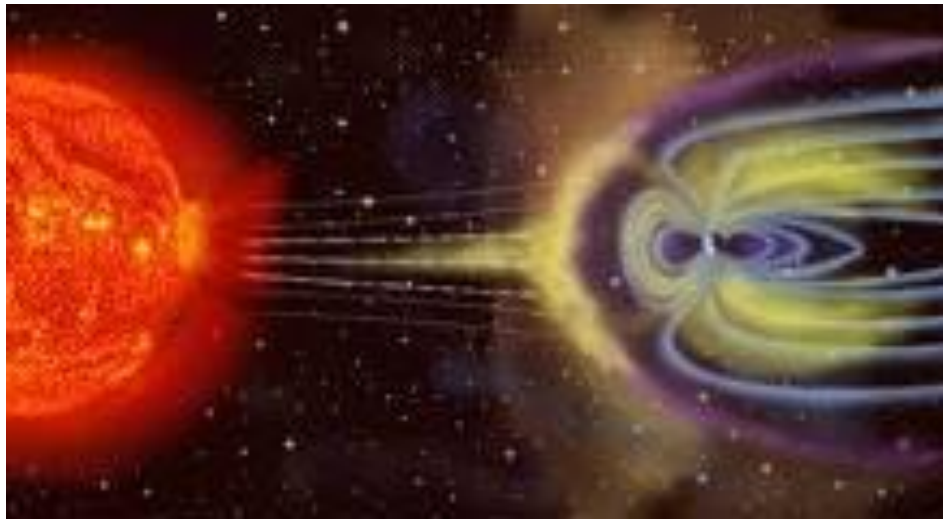


Figura 4.3.1.106 Ruido Cósmico.

El ruido extraterrestre contiene frecuencias de aproximadamente 8 MHz a 1.5 GHz, aunque las frecuencias menores a 20 MHz raramente penetran la atmósfera de la Tierra y son por lo tanto generalmente insignificantes.

El ruido "hecho por el hombre".

Es simplemente el ruido que se puede atribuir al hombre. Las fuentes del ruido hecho por el hombre incluyen mecanismos que producen chispas tales

como los conmutadores en los motores eléctricos, sistemas de ignición de automóviles, equipo de conmutación de potencia y luces fluorescentes. Dicho ruido también es impulsivo en su naturaleza y por lo tanto contiene un rango amplio de frecuencias que son propagadas por el espacio de la misma manera que las ondas de radio. Este ruido es más intenso en las áreas más pobladas, metropolitanas e industriales, y a veces se le llama ruido industrial.

Ruido interno.

Es la interferencia eléctrica generada dentro de un dispositivo. Existen principalmente tres tipos de ruido generado internamente: térmico, de disparo y tiempo de tránsito.

Ruido térmico.

Está asociado con el movimiento browniano de electrones dentro de un conductor. De acuerdo con la teoría cinética de la materia, los electrones dentro de un conductor están en equilibrio térmico con las moléculas y en constante movimiento aleatorio. Este movimiento aleatorio es aceptado como parte de una confirmación de la teoría cinética de la materia y fue primero observado por el botánico inglés, Robert Brown (de ahí el nombre de ruido browniano) observó primero la evidencia para la naturaleza cinética (partículas en movimiento) de la materia, mientras observaba los granos de polen bajo un microscopio. Brown observó una agitación extraordinaria de los granos de polen que los hacía extremadamente difíciles de examinar. Más tarde, observó que este mismo fenómeno existió para las partículas de humo

en el aire. El movimiento browniano de electrones fue reconocido primero en 1927 por J. B. Johnson de los Laboratorios de Teléfonos Belí. En 1928, un tratamiento teórico cuantitativo fue proporcionado por H. Nyquist (también de los Laboratorios de Teléfonos Bell). Los electrones dentro de un conductor llevan una carga negativa unitaria, y la velocidad media cuadrática de un electrón es proporcional a la temperatura absoluta. Consecuentemente, cada vuelo de un electrón entre colisiones con moléculas constituye un pulso corto de corriente. Debido a que el movimiento de electrones es totalmente aleatorio y en todas direcciones, el voltaje promedio producido en la sustancia por su movimiento es de 0 V cd.

De esta manera, tal movimiento aleatorio le da una elevación a un componente de ca. Esta componente ca tiene varios nombres, los cuales incluyen ruido térmico (porque depende de la temperatura), el ruido Browniano (nombrado por su descubridor), ruido Johnson (nombrado por la persona que relacionó el movimiento de las partículas brownianas al movimiento de electrones), ruido aleatorio (porque la dirección del movimiento de electrones es totalmente aleatorio), ruido resistivo (porque la magnitud de su voltaje depende de la resistencia) y ruido blanco (porque contiene todas las frecuencias). Por lo tanto, el ruido térmico es el movimiento aleatorio de los electrones libres dentro de un conductor causado por la agitación térmica.

Ruido de disparo.

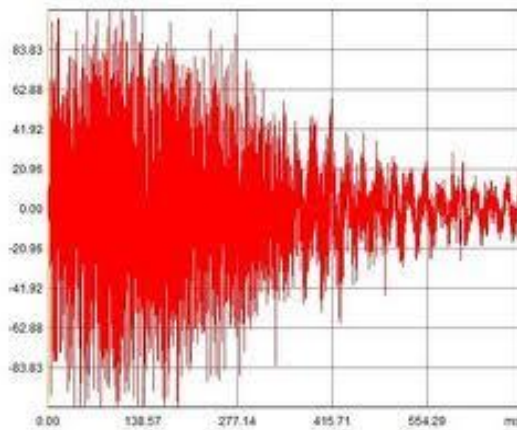


Figura 4.3.1.107 Ruido de disparo.

Es causado por la llegada aleatoria de portadoras (huecos y electrones) en el elemento de salida de un dispositivo electrónico, tal como un diodo, transistor de efecto de campo (FET), transistor bipolar (BJT) o tubo de vacío. El ruido de disparo fue observado por primera vez en la corriente del ánodo de los amplificadores de tubo de vacío y fue descrito por W. Schottky en 1918. Las portadoras de corriente (para ca y cd) no se mueven en un flujo continuo y estable porque la distancia con que viajan varia debido a sus trayectorias de movimiento aleatorio. El ruido de disparo está variando aleatoriamente y está sobre impuesto en cualquier señal presente.

El ruido de disparo, cuando se amplifica, suena como una lluvia de bolitas de metal que caen sobre un techo de estaño. El ruido de disparo algunas veces se le llama ruido de transistor. El ruido de disparo es proporcional a la carga de un electrón (1.6×10^{-19}), corriente directa y ancho de banda del sistema.

Además, la potencia de ruido de disparo es aditivo con el ruido térmico y otro ruido de disparo.

Ruido de tiempo de tránsito.

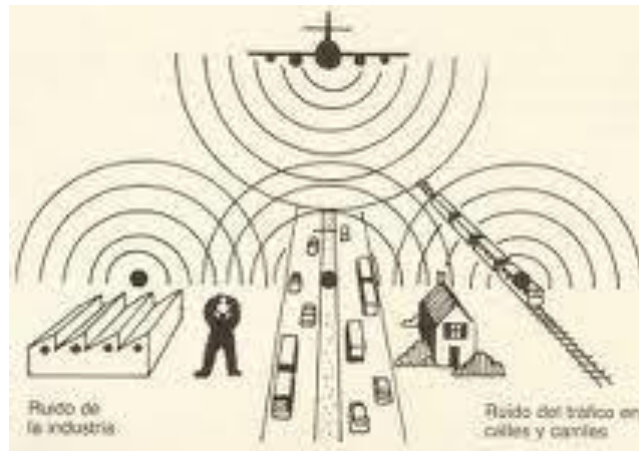


Figura 4.3.1.108 Ruido de tiempo de Tránsito.

Cualquier modificación a una corriente de portadores conforme pasa desde la entrada hasta la salida de un dispositivo (tal como del emisor al colector de un transistor) produce una variación aleatoria irregular calificada como ruido de tránsito. Cuando el tiempo que toma a la portadora propagarse a través de un dispositivo es una parte apreciable de tiempo de un ciclo de la señal, el ruido se hace notable. El ruido del tiempo de tránsito en los transistores se determina por la movilidad del ion, los voltajes de polarización y la construcción real del transistor. Los portadores que viajan del emisor al colector sufren de retardos de tiempo del emisor, los retardos de tiempo del tránsito de la base y los retardos de tiempo de la recombinación y propagación del colector.

En altas frecuencias y si los retardos de tránsito son excesivos, el dispositivo puede agregar más ruido que amplificación a la señal.

Ruido correlacionado.

Es una energía eléctrica no deseada que está presente como un resultado directo de una señal, tales como las distorsiones armónicas y de intermodulación. Las distorsiones armónica y de intermodulación son formas de distorsión no lineal; son producidas por la amplificación no lineal. El ruido correlacionado no puede estar presente en un circuito a menos que exista una señal de entrada. Simplemente dicho, no hay señal, ¡no hay ruido! Las distorsiones armónica y de intermodulación cambian la forma de la onda en el dominio del tiempo y el contenido espectral en el dominio de la frecuencia.^[46]

4.3.2 DISTORSIÓN POR RETARDO.

Retardo

Todas las señales se propagan a una cierta velocidad, que depende del medio y de la naturaleza (frecuencia) de la señal.

Las señales van a tardar un cierto tiempo en recorrer la distancia que separa al emisor del receptor: retardo

El retardo es consecuencia de originar la variación de la fase de las señales.

En un caso ideal.

4.3.3 ATENUACIÓN.

Consiste en el debilitamiento o pérdida de amplitud de la señal recibida frente a la transmitida.

Generalmente, la atenuación es proporcional a la distancia.

A partir de una determinada distancia, la señal recibida es tan débil que no se puede recuperar la información que contiene: cobertura.

Para ver el efecto de la atenuación se pueden incorporar en el camino de la señal.

Repetidores y en comunicaciones digitales Amplificadores regeneracionales.

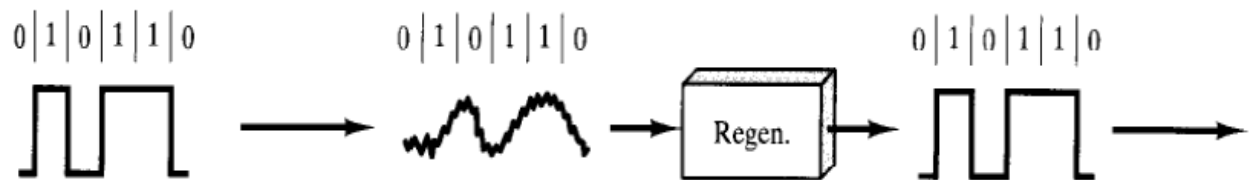


Figura 4.3.3.109 Atenuación.

4.4 EFECTOS DEL RUIDO EN LAS SEÑALES.

La codificación binaria es de gran utilidad práctica en dispositivos electrónicos como ordenadores, donde la información se puede codificar basándose en la presencia o no de una señal eléctrica.

Sin embargo, esta señal eléctrica puede sufrir alteraciones (como distorsiones o ruidos), especialmente cuando se transportan datos a grandes distancias. Por este motivo, ser capaz de verificar la autenticidad de estos datos es imprescindible para ciertos propósitos (incluido el uso de

información en entornos profesionales, bancarios, industriales, confidenciales o relacionados con la seguridad).

Por éste motivo existen algunos mecanismos que garantizan un nivel de integridad de los datos, es decir, que el destinatario obtiene una confirmación de que los datos recibidos son, de hecho, similares a los datos transmitidos. Existen dos maneras de proteger la transferencia de datos para que no se produzcan errores:

Instalando un medio de transmisión más seguro, es decir, una capa de protección física. Una conexión convencional tiene, por lo general, un porcentaje de error entre 10^{-5} y 10^{-7} .

Implementando mecanismos lógicos para detectar y corregir errores.

La mayoría de los sistemas de control lógico de errores se basan en la suma de información (esto se denomina "redundancia") para verificar la validez de los datos.

Esta información adicional se denomina suma de comprobación.

Verificación de errores:

Sé han perfeccionado mejores sistemas de detección de errores mediante códigos denominados: "Mecanismos para la detección de errores".

4.5 MECANISMOS PARA LA DETECCIÓN DE ERRORES.

El principal problema en la mayoría de los sistemas de comunicación, es la transmisión de información en forma de mensajes o datos desde alguna fuente de información, hasta algún destino o receptor.

El método de transmisión es frecuentemente empleo de señales eléctricas, más o menos bajo el control del emisor.

Estas señales se transmiten a través de un canal. Existe probabilidad de que un mensaje pueda detectar errores. Sin embargo, debido a las limitaciones del canal y del ruido, se recibe en el destino de la información una versión perturbada. Generalmente se desea minimizar la distorsión provocada por las imperfecciones del canal y del ruido, y maximizar el número de mensajes enviados a través del canal en un tiempo dado.

Estos dos requisitos están relacionados, ya que, un incremento de la velocidad de transmisión del mensaje acrecienta la distorsión o error, es por ello que se crearon los detectores de errores y los correctores y para ello es necesario disponer de unos equipos que permitan estos tipos de procesos.

Cuando se realiza el proceso de detección de error, esto sólo se encuentran agrupados y de esta manera afecta a un subconjunto de la información transmitida y por tanto es posible construir este subconjunto a partir del resto.

DETECCIÓN Y CORRECCIÓN DE ERRORES:

Los aspectos relacionados con módem, multiplexores. Constituyen la parte física de las comunicaciones. Están formadas también por una parte lógica; tareas tales como la comprobación de una transmisión libre de errores, la adecuación de las capacidades de las partes implicadas en la comunicación son ejemplos claros de esos otros aspectos que se han denominado lógicos. Cuando se quiere conectar dos o más computadoras entre sí para transmitirse la información, es necesario conectarlas mediante un soporte físico de transmisión.

Esta conexión puede ser local, urbana, interurbana o internacional, y está constituida en base a un cable de hilo, coaxial, enlace de radio, satélite. Esta variedad de medios aporta toda una diversidad de fenómenos que dificultan la adecuada transmisión.



Figura 4.5.110 Mecanismos para la detección de errores.

4.5.1 VERIFICACIÓN DE REDUNDANCIA VERTICAL VRC.

Se utiliza un bit de paridad por cada unidad de datos.

Prestaciones:

Detecta todos los errores de bit.

Detecta errores de ráfaga siempre y cuando el número total de bits cambiados sea impar.

Utiliza un solo bit redundante por unidad de datos.

Se utiliza un bit de paridad por cada unidad de datos.

Detecta todos los errores de bit.

Detecta errores de ráfaga siempre y cuando el número total de bits cambiados sea impar (3, 5, 7, 9, 11.)

No detecta errores de ráfaga siempre en los que el número total de bits cambiados es par (2, 4, 6, 8, 10.)

4.5.2 VERIFICACIÓN DE REDUNDANCIA LONGITUDINAL (LRC).

La verificación de la redundancia longitudinal (LRC, también denominada verificación de redundancia horizontal) no consiste en verificar la integridad de los datos mediante la representación de un carácter individual, sino en verificar la integridad del bit de paridad de un grupo de caracteres.

"HELLO" es el mensaje que se transmitirá utilizando el estándar ASCII. Estos son los datos tal como se transmitirán con los códigos de verificación de redundancia longitudinal:

Letra	Código ASCII (7 bits)	Bit de paridad (LRC)
H	1001000	0
E	100101	1
L	1001100	1
L	1001100	1
O	1001111	1
VRC	1000010	0

Tabla 4.5.2.10 Verificación de redundancia longitudinal (LRC).

Prestaciones:

Detecta todos los errores de bit.

Detecta errores de ráfaga siempre y cuando el número total de bits cambiados sea impar.

Utiliza un solo bit redundante por unidad de datos.

Los bloques a transmitir se organizan en forma de tabla.

Se añade un bit de paridad por cada columna.

Utiliza un solo bit redundante por unidad de datos.

Incrementa la probabilidad de detectar errores de ráfaga.

LRC de n bits detecta todos los errores de ráfaga de n bits.

Puede detectar errores de ráfaga de más de n bits.

No detecta errores en los que cambian dos bits de una unidad de datos y dos bits de otra unidad de datos que están en la misma posición.

4.5.3 VERIFICACIÓN DE REDUNDANCIA CÍCLICA (CRC).

La verificación de redundancia cíclica (abreviado, CRC) es un método de control de integridad de datos de fácil implementación. Es el principal método de detección de errores utilizado en las telecomunicaciones.

Se utiliza la división de números binarios.

Tanto el emisor como el receptor conocen un divisor común:

Datos.

Cola (n bits): Conjunto de ceros.

CRC (n bits).

Divisor (n+1 bits) ^[47]

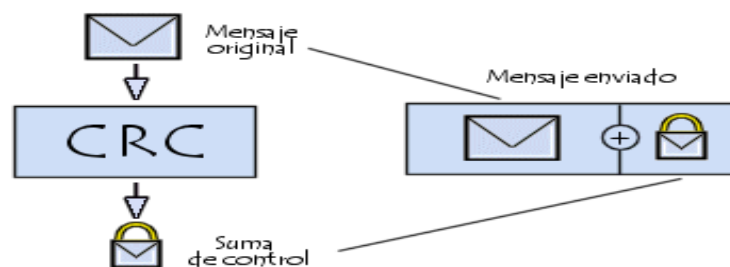


Figura 4.5.3.11 Verificación de redundancia cíclica (CRC).

4.6 CORRECCIÓN DE ERRORES.

Parada y Espera. En este método el transmisor envía un mensaje y el receptor lo recibe, si es correcto o incorrecto envía el receptor al transmisor un mensaje de aceptación o error llamado ACK, el cual debe de llegar en un lapso de tiempo determinado llamado Timer.

Si no llega el ACK en el Timer, el transmisor vuelve a enviar el paquete y solo cuando recibe el ACK con el mensaje de correcto envía el siguiente dato.

Protocolo de Bit Alternante, el principio es igual al de Parada y Espera, pero los paquetes van numerados, entonces cuando se envía un paquete en el Timer se puede enviar otro paquete, el receptor envía el ACK al transmisor y verifica que está correcto, envía el paquete 3, pero los números están dentro de los Datos y aquí le estamos quitando espacio a los Datos, por eso no es muy bueno el Bit Alternante y también puede surgir duplicidad de paquetes.

ARQ con Rechazo Simple. Es similar al de Bit Alternante, pero aquí solo se utilizan Bits, se envían todas las tramas que caben al campo del numero de Bits en el tiempo del Timer de la primera trama, pero el receptor puede enviar un mensaje de que la trama 1 esta incorrecta pero como también va la trama 3, puede pensar que la 3 es la respuesta de su mensaje tomándola como la trama 1, entonces surge una perdida de paquetes.

4.6.1 CÓDIGO DE HAMING.

Paridad: La paridad consiste en añadir un bit, denominado bit de paridad, que indique si el número de los bits de valor 1 en los datos precedentes es par o impar.

Si un solo bit cambiara por error en la transmisión, el mensaje cambiará de paridad y el error se puede detectar (nótese que el bit donde se produzca el error puede ser el mismo bit de paridad). La convención más común es que un valor de paridad de 1 indica que hay un número impar de unos en los datos, y un valor de paridad de 0 indica que hay un número par de unos en los datos.

Repetición: Otro código utilizado consistía en repetir cada bit de datos varias veces para asegurarse de que la transmisión era correcta.

Por ejemplo, si el bit de datos que se enviará fuera un 1, un código de repetición con $n=3$, enviaría "111". Si los tres bits recibidos no eran idénticos, había un error.

En un ambiente sin demasiado ruido, la mayoría de las veces solamente cambiaría un bit en cada paquete de tres bits. Por lo tanto, datos del tipo 001, 010, y 100 se corresponden al bit 0, mientras que 110, 101, y 011 se corresponden con el bit 1.

Un código con esta capacidad de reconstruir el mensaje original en la presencia de errores se conoce como código corrector de errores.^[48]

RESUMEN DE UNIDAD

El UTP, con la especificación 10BaseT, es el tipo más conocido de cable de par trenzado y ha sido el cableado LAN más utilizado en los últimos años. El segmento máximo de longitud de cable es de 100 metros.

El cable STP utiliza una envoltura con cobre trenzado, más protectora y de mayor calidad que la usada en el cable UTP. STP también utiliza una lámina rodeando cada uno de los pares de hilos.

El cable de par trenzado utiliza conectores telefónicos RJ-45 para conectar a un equipo. Éstos son similares a los conectores telefónicos RJ11. Aunque los conectores RJ-11 y RJ-45 parezcan iguales a primera vista, hay diferencias importantes entre ellos.

En LAN's se utilizan tanto cables coaxiales convencionales, como cables de diseño especial dependiendo de la técnica de transmisión empleada así como de la velocidad de transmisión de datos.

En el cable de fibra óptica las señales que se transportan son señales digitales de datos en forma de pulsos modulados de luz.

La comunicación de datos en medios no guiados utiliza principalmente:

Señales de radio.

Señales de microondas.

Señales de rayo infrarrojo.

Señales de rayo láser.

En general, el ruido eléctrico se define como cualquier energía eléctrica no deseada presente en la ancho de banda útil de un circuito de comunicaciones.

Retardo. Las señales van a tardar un cierto tiempo en recorrer la distancia que separa al emisor del receptor.

Atenuación. Consiste en el debilitamiento o pérdida de amplitud de la señal recibida frente a la transmitida.

Los aspectos relacionados con módem, multiplexores. Constituyen la parte física de las comunicaciones. Están formadas también por una parte lógica.

Verificación de redundancia vertical VRC. Se utiliza un bit de paridad por cada unidad de datos.

La verificación de la redundancia longitudinal (LRC, también denominada verificación de redundancia horizontal) no consiste en verificar la integridad de los datos mediante la representación de un caracter individual, sino en verificar la integridad del bit de paridad de un grupo de caracteres.

La verificación de redundancia cíclica (abreviado, CRC) es un método de control de integridad de datos de fácil implementación. Es el principal método de detección de errores utilizado en las telecomunicaciones.

Código de Hamming. La paridad consiste en añadir un bit, denominado bit de paridad, que indique si el número de los bits de valor 1 en los datos precedentes es par o impar.

EJERCICIOS

Composición del vidrio, impurezas, defectos del cable y factores externos pueden ser mecanismos que provoquen.

- a) Desplazamiento
- b) Perdidas
- c) Atenuación

¿Fuerza que se Opone al Desplazamiento de una onda haciéndola perder energía?

- a) Perdidas
- b) Desviación Angular
- c) Atenuación

Se emplea mucho en redes de Telefonía dentro de edificios y redes de área local.

- a) Coaxial
- b) Par Trenzado
- c) Fibra Óptica

¿Es un tipo de Ruido que No puede Eliminarsse, Depende de la Temperatura?

- a) Térmico
- b) Impulsivo
- c) Ínter modulación

Este tipo de Par Trenzado tiene pocas Inferencias, es más Costoso y Difícil de Manipular.

- a) Apantallado
- b) Paralelo
- c) Sin Apantallado

Es el Medio Dirigido más Polivalente y se usa para Antena de TV y Telefonía a larga Distancia.

- a) Fibra Óptica
- b) Cable Coaxial
- c) Par Trenzado

¿Cómo afecta el factor Electromagnético a la Fibra?

- a) Depende de su Apantallamiento
- b) No afecta
- c) Si afecta

¿Medio de Transmisión que usa antenas, puede ser Direccional u Omnidireccional?

- a) Inalámbrica
- b) Fibra Óptica
- c) Guiado

Es la Inducción de un Conductor en otro cercano que va en sentido contrario.

- a) Diafonía
- b) Ruido
- c) Atenuación

Se entiende por este nombre a la unión permanente de Secciones de Fibra.

- a) Cerrar
- b) Pegar
- c) Empalme

¿Qué es lo que transporta el cable de Fibra Óptica?

- a) Electricidad
- b) Luz
- c) Calor

¿Es la Velocidad e que se Producen Los Errores?

- a) Tasa de Error
- b) Ruido
- c) Ancho de Banda

¿De qué material se Constituye el núcleo de la Fibra Óptica?

- a) Cristal o Plástico
- b) Cobre
- c) Luz

¿Cuál es el Medio Guiado con Menor Atenuación?

- a) Cable Coaxial
- b) Par Trenzado
- c) Fibra Óptica

¿Cuál unión es la mas confiable para la fibra?

- a) Mecánico
- b) Pegamento
- c) Fusión

¿En que se emplearon las primeras aplicaciones del Láser?

- a) Telecomunicaciones
- b) Televisión
- c) Computación

Es un Dispositivo que se utiliza como Emisor de luz, es más Barato y tiene Mayor Vida Media.

- a) Led
- b) Bombilla
- c) Láser

Realizar las siguientes Prácticas:

Conectorización del cable serial (DB9-DB9; RJ45 – RJ45;DB9 – RJ45).

Realización de una conexión por consola, vía serial.

Diseño de pequeños sistemas de transmisión, con medios guiados y no guiados.

Efectuar ejercicios de Cálculo de atenuaciones.

UNIDAD V.

EL PRESENTE Y FUTURO DE LAS COMUNICACIONES.

5.1 SISTEMA TELEFÓNICO CONMUTADO.



Figura 5.1.112 Sistema Telefónico conmutado.

El conmutador.

Es un sistema telefónico completo que provee llamadas telefónicas sobre redes de datos IP. Todas las conversaciones son enviadas como paquetes de datos sobre la red.

La tecnología incluye opciones avanzadas de comunicación y también provee una dosis de escalabilidad y robustez sin preocupaciones, que es lo que las empresas buscan.

El conmutador IP también se puede conectar a líneas tradicionales PSTN (Telmex, Axtel, Telcel), a través de una pasarela opcional, de tal manera que es bastante simple actualizar la comunicación de negocios diaria a esta red avanzada de voz y datos.

Las empresas no necesitan interrumpir su infraestructura u operaciones actuales de comunicación externa. Con un conmutador IP implementado, las empresas incluso pueden mantener sus números telefónicos regulares. De esta manera, el conmutador IP conmuta llamadas locales sobre la red de datos dentro de la empresa, y permite a todos los usuarios compartir las mismas líneas telefónicas externas.

¿Cómo funciona?

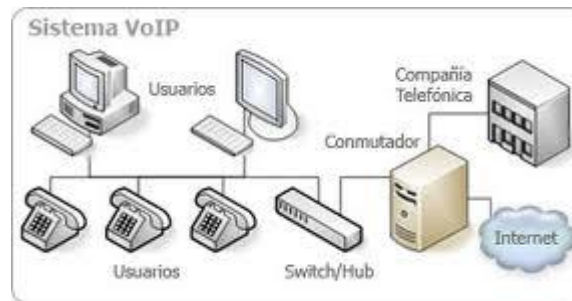


Figura 5.1.113 Sistema de Conmutador IP ^[49]

Un sistema de conmutador IP consiste de uno o más teléfonos SIP, un servidor de conmutador IP y opcionalmente una pasarela VOIP para conectarse a líneas PSTN existentes.

El servidor de conmutador IP funciona de manera similar a un servidor de proxy: los clientes SIP, ya sea en teléfonos basados en software o teléfonos basados en hardware, se registran con el servidor de conmutador IP, y cuando quieren hacer una llamada, le piden al conmutador IP que establezca la conexión. Este último contiene un directorio de todos los usuarios / teléfonos y su correspondiente dirección SIP.

49.- http://www.dsi.com.mx/DSI_Fonet/Empresariales/Conmutador%20IP.htm

De esta manera es capaz de conectar una llamada interna o enrutar una llamada externa, ya sea a través de una pasarela.

VOIP o de un proveedor de servicio VOIP.

Beneficios principales.

Más fácil de instalar y configurar que un sistema telefónico propietario.

Más fácil de administrar debido a su interfaz grafica de configuración basada en web.

Ahorro significativo en costos, utilizando proveedores VOIP.

Elimina cableado telefónico.

Elimina quedar atado a un solo proveedor.

Mejor servicio al cliente y productividad.



Figura 5.1.114 Sistema Telefónico público.

La principal infraestructura de telecomunicaciones internacional ha sido el sistema telefónico público de conmutación de circuitos.

Este sistema se diseñó para la transmisión analógica de voz y es inadecuado para las necesidades de las comunicaciones modernas.

Anticipando una demanda considerable por parte de los usuarios de un servicio digital de extremo a extremo las compañías de teléfono del mundo y las PTT se unieron en 1984 bajo los auspicios de la CCITT y estuvieron de acuerdo en construir un sistema de teléfonos de conmutación de circuitos nuevo, completamente digital, para principios del siglo XXI.

Este nuevo sistema, llamado ISDN (Integrated Services Digital Network, red digital de servicios integrados), tiene como meta principal la integración de servicios de voz y sin voz. ISDN ya está disponible en muchas localidades y su uso está creciendo lentamente.

El servicio clave de ISDN continuará siendo la voz, aunque se añadirán muchas características mejoradas. Por ejemplo, muchos gerentes de compañías tienen un botón de intercomunicación en sus teléfonos para llamar a sus secretarías en forma instantánea (sin tiempo de establecimiento de llamada). Una característica de ISDN son los teléfonos con múltiples botones para establecer llamadas inmediatas con teléfonos en cualquier parte del mundo.



Figura 5.1.115 Red Digital de Servicios integrados.

Los servicios avanzados que no son de voz incluyen tomar la lectura del medidor de electricidad en forma remota y alarmas en línea médicas, contra ladrones, y de humo que llaman en forma automática al hospital, a la policía o al departamento de bomberos, respectivamente, y proporcionan la dirección para agilizar la respuesta.

ARQUITECTURA DEL SISTEMA ISDN.

Es el momento de examinar la arquitectura de ISDN en detalle, particularmente el equipo del cliente y la interfaz entre el cliente y la compañía telefónica o PTT. La idea clave en que se basa la ISDN es la del conducto digital de bits, un conducto conceptual entre el cliente y la portadora a través del cual fluyen los bits.

No importa si los bits se originan en un teléfono digital, una terminal digital, una máquina fax digital, o algún otro dispositivo.

La interfaz ISDN

El conducto de bits ISDN maneja múltiples canales intercalados mediante multiplexión por división en el tiempo. Se ha estandarizado varios tipos de canales:

A – canal analógico telefónico de a kHz.

B – canal digital PCM de 64 kbps para voz o datos.

C – canal digital de 8 a 16 kbps.

D – canal digital de 16 kbps para señalización fuera de banda.

E – canal digital de 64 kbps para señalización ISDN interna.

H – canal digital de 384, 1536 o 1920 kbps.

No era intención del CCITT permitir una combinación arbitraria de canales en el conducto digital de bits. Hasta ahora se han estandarizado tres combinaciones:

1. Velocidad básica: 2B + 1D.
2. Velocidad primaria: 23B + 1D (Estados Unidos y Japón) o 30B + 1D (Europa).
3. Híbrida: 1A + 1C.

5.2 COMUNICACIONES MÓVILES.

La utilización de las ondas radioeléctricas se reveló desde hace tiempo como el único medio eficaz de establecer comunicaciones con puntos móviles, y lo seguirá siendo durante mucho tiempo, ya que las ondas de radio gozan de la propiedad de salvar obstáculos, y el resto de las interacciones conocidas por la física actual no puede propagarse a grandes distancias.

Desgraciadamente el espectro radioeléctrico es un recurso limitado cuya utilización racional sólo ha sido posible mediante una reglamentación muy estricta que permite la optimización de la asignación de frecuencias.

Los primeros sistemas diseñados en los años 20 para uso de la policía en EE.UU. asignaban a cada vehículo policial un canal de radio, que permanecía ocupado pese a que los agentes no se estuvieran comunicando con la central.

Tal despilfarro de recursos fue posible porque la única ocupación del espectro, en aquellos tiempos, era la que hacían las emisoras de radio difusión. En los años 60, con la proliferación de las cadenas de radio y televisión, el uso cada vez más frecuente de los radio enlaces de microondas, los enlaces de satélite, etc., la ocupación del espectro preocupaba ya de tal manera, que la telefonía móvil se vió obligada a evolucionar hacia sistemas basados fundamentalmente en un aprovechamiento mejor del espectro disponible.

El primer avance significativo fue la introducción del trunking automático. El sistema trunking consiste en la asignación de un canal libre existente dentro de un conjunto de canales disponibles, y que se mantiene solamente durante el tiempo que el canal está siendo utilizado en la conversación, pasando al estado de disponible para otro usuario cuando haya terminado la conversación que se desarrollaba a través de él. De este modo, el número de canales que hay que instalar y que ocupar en el espectro se reduce notablemente.

Cuando el sistema gana inteligencia y la asignación de canal se realiza de manera automática, sin la intervención de un operador humano, nos encontramos con el trunking automático.

El paso siguiente en el aprovechamiento del espectro radioeléctrico es el concepto celular, propuesto por la "Bell South" a principios de los años setenta.

REUTILIZACIÓN DE FRECUENCIAS.

Este concepto define la utilización de radiocanales con las mismas frecuencias portadoras para cubrir áreas diferentes. Cada una de estas áreas se denomina célula.

Dentro de cada célula se utilizan un conjunto de radiocanales que pueden repetirse en otras células. De esta forma, se aumenta el número de canales de tráfico por unidad de superficie.

Por motivos de interferencia entre canales operando sobre el mismo canal celular (interferencia con canal) las mismas frecuencias no pueden utilizarse en todas las células. Debe respetarse una distancia mínima de separación, denominada distancia de reutilización entre cada uno de los emisores.

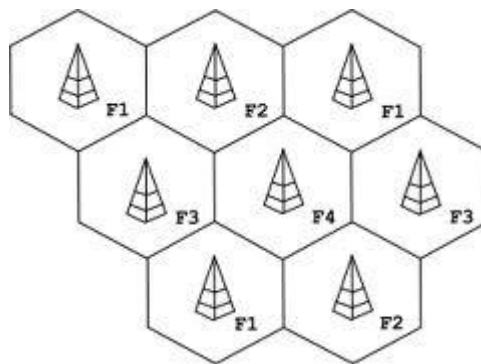


Figura 5.2.116 Reutilización de frecuencias en una red celular.

Fragmentación celular

La idea celular permite aumentar la capacidad del sistema, para adaptarse a futuros incrementos del número de usuarios, mediante sucesivas divisiones o fragmentaciones de las células.

De esta forma, puede aumentarse la reutilización de las frecuencias disponibles en zonas con mucho tráfico, aumentando la capacidad inicial.

Esto permite una inversión gradual y un crecimiento armonizado en función de la demanda.

Además, el crecimiento debido al aumento en la demanda no supone retirar los equipos e inversiones ya realizadas.

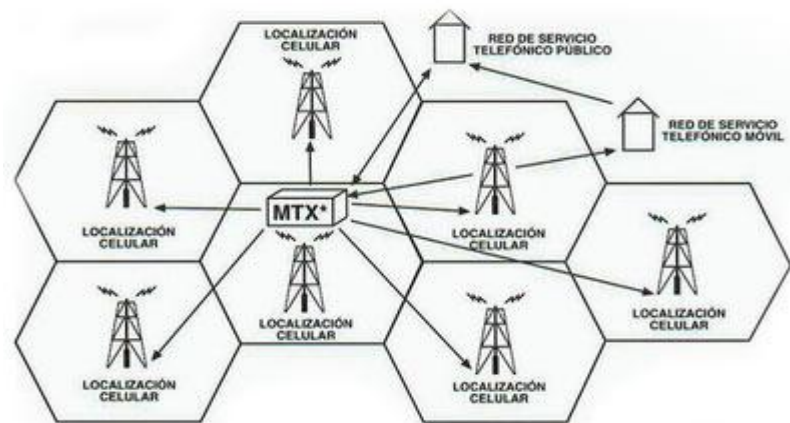


Figura 5.2.117 Fragmentación celular.

5.3 INTERNET.

Desde el año de 1960, la cantidad de antenas que han ido ocupando áreas geográficas urbanas se incrementaron de manera considerable. Estas no sólo son de comunicaciones de Radio y de Televisión sino también de servicios telefónicos y de telefonía celular, y lo último son de servicios de información digital (Internet).

Todos estos servicios son muy requeridos por toda la población, tanto así que incluso se buscan nuevas tecnologías para dichos servicios y con ello la evolución de los mismos.

Antes Internet nos servía para un objetivo claro. Navegábamos en Internet para algo muy concreto.

Ahora quizás también, pero sin duda alguna hoy nos podemos perder por el inmenso abanico de posibilidades que nos brinda la Red. Por la sensación que nos produce Internet es un ruido de interferencias, una explosión cúmulo de ideas distintas, de personas diferentes, de pensamientos distintos de tantas y tantas posibilidades que para una mente pueda ser excesivo.

El crecimiento o más bien la incorporación de tantas personas a la Red hace que las calles de lo que en principio era una pequeña ciudad llamada Internet se conviertan en todo un planeta extremadamente conectado entre sí entre todos sus miembros.

El hecho de que Internet haya aumentado tanto implica una mayor cantidad de relaciones virtuales entre personas. Conociendo este hecho y relacionándolo con la felicidad originada por las relaciones personales, podemos concluir que cuando una persona tenga una necesidad de conocimiento popular o de conocimiento no escrito en libros, puede recurrir a una fuente más acorde a su necesidad. Como ahora esta fuente es posible en Internet dicha persona preferirá prescindir del obligado protocolo que hay que cumplir a la hora de acercarse a alguien personalmente para obtener dicha información y por ello no establecerá una relación personal sino virtual. Este hecho, implica la existencia de un medio capaz de albergar soluciones para diversa índole de problemas.

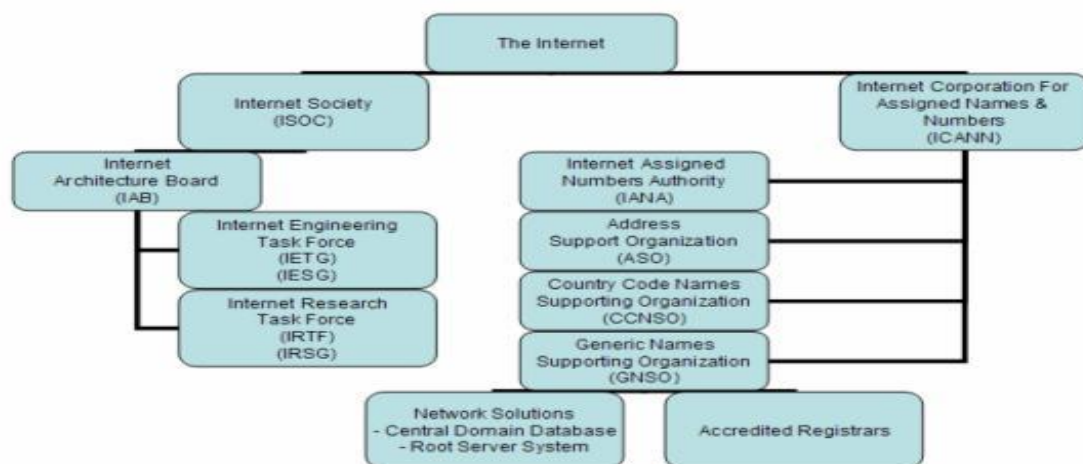


Figura 5.3.118 El Internet.

ORÍGENES.

Internet tuvo un origen militar que puede rastrearse a 1969, cuando la Agencia de Proyectos para Investigación Avanzada (Advanced Research Projects Agency en inglés ó ARPA) del Departamento de Defensa de los Estados Unidos conectó cuatro sistemas de cómputos geográficamente distantes en una red que se conoció como ARPANET.

Pero, si bien la idea original estaba intrínsecamente ligada a la seguridad militar, su evolución e implementación tuvieron lugar alrededor del mundo académico. La misma red en experimentación sirvió para conectar a los científicos desarrollándola y ayudarlos a compartir opiniones, colaborar en el trabajo y aplicarla para fines prácticos.

Pronto, ARPANET conectaría todas las agencias y proyectos del Departamento de Defensa de los E.U.A. y para 1972 se habían integrado ya 50 universidades y centros de investigación diseminados en los Estados Unidos.

Eventualmente la Fundación Nacional de Ciencia (National Science Foundation en inglés ó NSF), entidad gubernamental de los Estados Unidos para el desarrollo de la ciencia se hizo cargo de la red, conectando las redes que luego darían lugar a la red de redes que hoy llamamos Internet.

EL RECIENTE AUGE.

Ahora bien, dirá usted, si Internet tiene tanto tiempo rondando, ¿por qué esta explosión y fiebre ahora?

Simple: en el pasado la NSF prohibía el uso comercial de Internet.

LA TELARAÑA MUNDIAL Ó WWW.

Otro factor que ha influenciado significativamente en la reciente popularidad de Internet es la Telaraña Mundial o World Wide Web (WWW) en inglés. Permite desplegar gráficos y usar el mouse para "navegar" (visitar) los lugares en Internet.

Antes el acceso era complicado y aburrido: en nuestras pantallas sólo se mostraban textos y debíamos usar instrucciones complicadas o programas manejados con el teclado.

Ahora podemos ir de un lado a otro, tan sólo seleccionando con el mouse en la pantalla un texto o gráfico gracias a lo que se conoce como las facilidades de hipertexto e hipermedia.

En pocas palabras, la Telaraña (o Web, como le dicen en inglés) es la cara bonita, joven y amigable de Internet.

Esto causa que muchos usuarios se refieran a ambas indistintamente, debido a que lo que hacen principalmente es "navegar" por la WWW.

Pero, aún cuando los lugares más atractivos que podemos visitar en la red y la mayoría de los sitios nuevos son diseñados especialmente para la Telaraña, no debemos olvidar que Internet es mucho más que eso.

Internet es también, como veremos en el resto de los artículos, correo electrónico, grupos de discusión, canales de conversación, bibliotecas de archivos y programas.



Figura 5.3.119 Internet.

5.4 IMPACTO DE LAS TELECOMUNICACIONES EN DIVERSAS ÁREAS.

La comunicación, es el proceso de transmisión y recepción de ideas, información y mensajes. En los últimos 150 años, y en especial en las dos últimas décadas, la reducción de los tiempos de transmisión de la información a distancia y de acceso a la información es uno de los retos esenciales de nuestra sociedad.

La comunicación actual entre dos personas es el resultado de múltiples métodos de expresión desarrollados durante siglos. Los gestos, el desarrollo del lenguaje y la necesidad de interaccionar juegan aquí un papel importante. Los primeros sistemas telegráficos y telefónicos utilizaban el cable como soporte físico para la transmisión de los mensajes, pero las investigaciones científicas indicaban que podían existir otras posibilidades. La teoría de la naturaleza electromagnética de la luz fue enunciada por el físico británico James Clerk Maxwell en 1873, en su Tratado de la Electricidad y el Magnetismo. Las teorías de Maxwell fueron corroboradas por el físico alemán Heinrich Hertz. En 1887 Hertz descubrió las ondas electromagnéticas, estableciendo la base técnica para la telegrafía sin hilos.

5.4.1 IMPACTO DE LAS TELECOMUNICACIONES EN LA EDUCACIÓN.

Algunos expertos le llaman simplemente las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y otros le han antepuesto el término de nuevas (NTIC). Su utilización ha provocado modificaciones en nuestras categorías de tiempo y de espacio y ha obligado a redefinir incluso el concepto de realidad, a partir de la posibilidad de construir realidades. “Cuando hablamos de NTIC no nos estamos refiriendo a un solo tipo de tecnología.

En estos momentos disponemos de, al menos, tres tipos diferentes, cada vez más articulados entre sí, pero que utilizan procesos y establecen relaciones muy distintas entre los contenidos y los usuarios: la televisión, el ordenador y el teléfono.”

Aunque la tecnología es la que ha propiciado los medios, la pedagogía es la que debe acercar los métodos, de no ser así, se corre el riesgo de enajenar a los usuarios hasta llegar a la tecnofilia. Lo importante no es tecnologizar la sociedad, sino socializar la tecnología con un enfoque que permita el logro de los aprendizajes; un enfoque educativo humanista donde los medios giran en torno al hombre y no a la inversa, que sea él quien ande en la búsqueda de la tecnología.



Figura 5.4.1.120 Las Telecomunicaciones en la educación.

Las telecomunicaciones en la educación se enfocan básicamente a lo que es educación a distancia, todo lo que tenga que ver con lo que sea enseñanza a larga distancia, ya sea con el uso de:

El Internet, mediante este medio se puede subir videos o conferencias para una mejor enseñanza, también existen clases en línea y tutores en línea. Este medio es muy fuerte para la comunicación.

También existe la **Tele-Educación** esto funciona parecido al Internet solo que este no se sube a la red y se emite en una señal televisiva y es usado principalmente en medios rurales donde no se puede hacer uso del Internet.

5.4.2 IMPACTO DE LAS TELECOMUNICACIONES EN LA MEDICINA.

Una forma común de clasificar a las tecnologías médicas es la siguiente:

Tecnologías de diagnóstico: permiten identificar y determinar los procesos patológicos por los que pasa un paciente.

Ejemplo: TAC.

Tecnologías preventivas: protegen al individuo contra la enfermedad.

Ejemplo: mamografía.

Tecnologías de terapia o rehabilitación: liberan al paciente de su enfermedad o corrigen sus efectos sobre las funciones del paciente.

Ejemplo: Láser de dióxido de carbono (en cáncer de piel, odontología, y cortes quirúrgicos).

Tecnologías de administración y organización: permiten conducir el otorgamiento correcto y oportuno de los servicios de salud.

Ejemplo: microprocesadores genéticos.

La medicina, y en general la sanidad, han sido tradicionalmente pioneras en la incorporación de los avances tecnológicos a sus procesos asociados de investigación y las actividades cotidianas asociadas.

En las últimas décadas se ha beneficiado de los avances en el campo de la informática, y lo hará en las próximas con los avances en las telecomunicaciones.

RESEÑAS HISTÓRICAS.

1924, Aparece en la revista Radio News, un artículo titulado “Doctor por Radio”, el cual abarcó la portada y se describe el esquema de la circuitería necesaria para lograrlo. 1951, primera demostración que abarca varios de los estados de Estado Unidos, usando líneas dedicadas y estudios de televisión. 1955, en Montreal, el Dr. Albert Jutras realiza teleradiología, a fin de evitar las altas dosis de radiación que incidían en las fluoroscopias , se hizo uso de un interfono convencional.

1959, Nebraska, Cecil Wittson comienza sus primeros cursos de tele educación y de telepsiquiatría , entre su Hospital y el Hospital del Estado en Norfolk, Virginia, a 180 kilómetros de distancia.

1971, se inicia la era de los satélites, en especial el ATS (lanzado en 1966), con el fin de mejorar las prestaciones de una comunidad de nativos de Alaska.

1972, inicio de STARPAHC, programa de asistencia médica para nativos de Papago Arizona. Se realizó electrocardiografía y radiología y se transmitió por medio de microondas.

1975, finaliza el programa STARPAHC, el cual fue adaptado de un programa de atención médica para astronautas por la compañía Lockheed.

1988, Nasa lanza el programa “Space Bridge” a fin de colaborar con Armenia y Ufa (en esa época pertenecientes a la unión soviética), Armenia fue devastada por un terremoto. Las conexiones se hicieron usando vídeo en

una dirección y voz y fax bidireccionales entre el Centro Médico de Yerevan, Armenia y cuatro Hospitales en Estados Unidos, extendiéndose posteriormente el programa a Ufa, para socorrer a los quemados en un terrible accidente de tren.

1995, La Clínica Mayo pone en marcha una conexión permanente con el Hospital Real de Ammán en Jordania, se realizaban consultas diarias entre un médico Hachemita y otros de Estados Unidos, el médico Hachemita presentaba, como si de una sesión clínica del hospital se tratase, a los pacientes de forma sucesiva; en directo los médicos americanos preguntaban o pedían al médico jordano que preguntara a su vez al paciente por sus dolencias. En otros casos eran interpretaciones de radiografías o problemas dermatológicos.

2001, Un doctor en New York elimina la vesícula enferma de un paciente en Estraburgo, Francia, por medio de un brazo robot.



Figura 5.4.2.121 Las telecomunicaciones en la medicina.

5.4.3 IMPACTO DE LAS TELECOMUNICACIONES EN EL HOGAR.

Las telecomunicaciones en el hogar, han estado ya desde algún tiempo, con sus primeras innovaciones que van desde:

La radio.

La televisión.

El Teléfono.

Pero en estos momentos las telecomunicaciones en el hogar son hechas para satisfacer necesidades del usuario para así hacer de su vida más confortable y sencilla.

En estos tiempos se encuentran otros tipos de telecomunicaciones en el hogar, desde redes wireless (Internet), pues en estos tipos ya no es una gran cosa tener una computadora en el hogar.

También en estos tipos se cuenta con celulares en cualquier parte, estos son un tipo de telecomunicación y también pueden interactuar con las redes wireless.

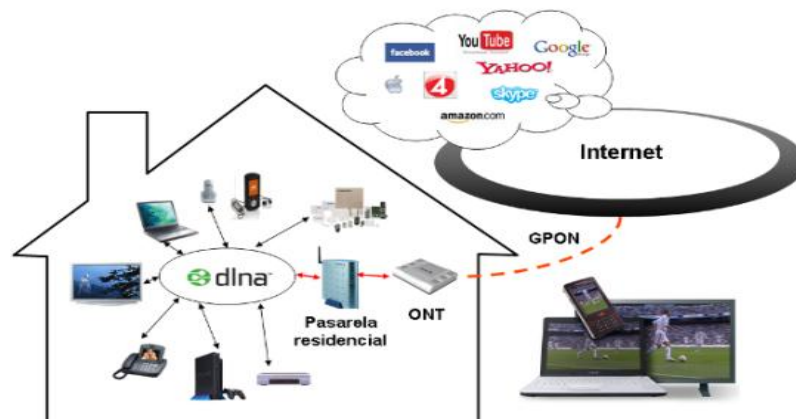


Figura 5.4.3.122 Las telecomunicaciones en el hogar.

5.4.4 IMPACTO DE LAS TELECOMUNICACIONES EN EL COMERCIO ELECTRÓNICO.

COMERCIO ELECTRÓNICO.

“Es la aplicación de la avanzada tecnología de información para incrementar la eficacia de las relaciones empresariales entre socios comerciales”.
(Automotive Action Group in North America).

“La disponibilidad de una visión empresarial apoyada por la avanzada tecnología de información para mejorar la eficiencia y la eficacia dentro del proceso comercial.” (EC Innovation Centre).

TIPOS

A continuación se identifican diversos tipos de intermediarios basados en Internet:

Directorios. Ayudan a los clientes a encontrar productos clasificando instalaciones Web y proporcionando menús estructurados para facilitar la navegación. En la actualidad son gratuitos, pero en el futuro podrían ser de pago.

Existen tres tipos de directorios:

Generales: Como por ejemplo, Yahoo que proporciona un catálogo general de una gran variedad de diferentes sitios Web. Habitualmente existe un esquema para organizar y elegir los sitios que serán incluidos. Estas instalaciones suelen soportar “browsing” así como búsqueda del catálogo mediante palabras clave.

Comerciales: Como el Índice que se centra en proporcionar catálogos de sitios comerciales. No proporcionan infraestructura o servicios de desarrollo para los fabricantes, sino que tan sólo actúan como un directorio de instalaciones existentes. También pueden suministrar información sobre una área comercial específica, con frecuencia a empresas que no tienen Web. Estos intermediarios son equivalentes a los editores de guías en papel.

Especializados: Están orientados a temas, y son incluso tan sencillos como una página creada por una persona interesada en un tema. Estas páginas pueden suministrar al cliente información sobre un bien o fabricante en particular.

5.4.5 IMPACTO DE LAS TELECOMUNICACIONES EN EMPRESAS VIRTUALES.

La aparición y evolución de un nuevo tipo de empresa que está ligada a la expansión en Internet, es decir “, las empresas virtuales”.

Existe todo un entramado de colaboradores que hicieron posible el nacimiento de la informática como un medio de comunicación, entre los cuales el más conocido es Bill Gates. Empresas pioneras en esta materia; las empresas que continúan en activo y las que han fracasado en su intento.

TIPOS:

Empresas encargadas de la distribución que están al servicio de las empresas virtuales, haciendo llegar el producto al consumidor.

Empresas virtuales dedicadas a la venta de productos concretos que demandaban empresas específicas.

Distinguimos:

Empresas pioneras: la más conocida, por lo menos nacionalmente, es Amazon, que es una librería en la que con solo entrar en su página, se pueden visualizar todas las gamas de libros, y elegir el producto que más se adecue a las necesidades del usuario.

Empresas en activo: Actualmente existe una gran cantidad de empresas del e-commerce, que se dedican sobre todo a las finanzas, al ocio, informática, subastas, libros y música.

Empresas fracasadas: En general, las principales causas de crisis y posterior fracaso son dificultades en la obtención de financiación, la mala gestión, ingresos inferiores a gastos, la fuerte competencia por parte de las empresas tradicionales.

RESUMEN DE UNIDAD

La tecnología incluye opciones avanzadas de comunicación y también provee una dosis de escalabilidad y robustez sin preocupaciones, que es lo que las empresas buscan.

El telefónico público de conmutación de circuitos se diseñó para la transmisión analógica de voz y es inadecuado para las necesidades de las comunicaciones modernas.

La idea celular permite aumentar la capacidad del sistema, para adaptarse a futuros incrementos del número de usuarios, de esta forma, puede aumentarse la reutilización de las frecuencias disponibles en zonas con mucho tráfico.

Internet tuvo un origen militar que puede rastrearse a 1969, cuando la Agencia de Proyectos para Investigación Avanzada (Advanced Research Projects Agency en inglés ó ARPA) del Departamento de Defensa de los Estados Unidos conectó cuatro sistemas de cómputos geográficamente distantes en una red que se conoció como ARPAnet.

Ha influenciado significativamente en la reciente popularidad de Internet es la Telaraña Mundial o World Wide Web (WWW) en inglés.

Las telecomunicaciones en la educación se enfocan básicamente a lo que es educación a distancia, todo lo que tenga que ver con lo que sea enseñanza a larga distancia.

La medicina, y en general la sanidad, han sido tradicionalmente pioneras en la incorporación de los avances tecnológicos a sus procesos asociados de investigación y las actividades cotidianas asociadas. En las últimas décadas se ha beneficiado de los avances en el campo de la informática, y lo hará en las próximas con los avances en las telecomunicaciones.

En estos tiempos se encuentran otros tipos de telecomunicaciones en el hogar, desde redes wireless (Internet), pues en estos tipos ya no es una gran cosa tener una computadora en el hogar.

EJERCICIOS

Buscar y seleccionar información sobre sistema telefónico conmutado, así como de los distintos sistemas de comunicación móviles y participar en la discusión en grupo.

Realizar un ensayo sobre el impacto de las telecomunicaciones en la vida cotidiana.

Efectuar una investigación detallada sobre los problemas que causan las telecomunicaciones en niños, jóvenes y adultos.

Detallar de forma ordenada como es que ayudan las telecomunicaciones en nuestra vida cotidiana.

Investigar sobre hackers, crackers y demás personas que realizan actos de sabotaje sobre las redes y comentarlo en grupo.

Buscar los números telefónicos de la policía informática y de esta manera conocer cómo se debe reportar actos no deseados, que se pueden sucitar vía internet.

Realizar una pequeña red LAN con todas las computadoras que se encuentren en el grupo y permitir el envío de archivos.

GLOSARIO DE TERMINOS

Ancho de banda de una señal: Es el rango de frecuencias que contienen la mayor cantidad de potencia de la señal.

Ancho de banda del Canal: Es el rango de frecuencias que éste puede transmitir con razonable fidelidad.

Atenuación: Disminución gradual de la amplitud de una señal, pérdida o reducción de amplitud de una señal al pasar a través de un circuito o canal, debida a resistencias, fugas. Puede definirse en términos de su efecto sobre el voltaje, intensidad o potencia. Se expresa en decibels sobre unidad de longitud.

Canal: Medio por el cual se transmite la información.

Capacidad del Canal: Índice de transmisión de información por segundo.

Decibel: Unidad para medir la intensidad relativa de una señal, tal como potencia, voltaje, etc. El número de decibels es diez veces el logaritmo (base 10) de la relación de la cantidad medida al nivel de referencia.

Espectro radioeléctrico: Gama de frecuencias que permite la propagación de las ondas electromagnéticas. La asignación de estas frecuencias está estandarizada por organismos internacionales.

Está dado por la ecuación de Shannon: $C = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{R} \right)$ bits / seg

Donde: C es la capacidad del canal en bps.

B es el ancho de banda en Hz.

S / R es la relación señal a ruido en dB.

Filtro pasa alta: Es un arreglo de componentes electrónicos que solo deja pasar las frecuencias mayores a la frecuencias de corte.

Filtro pasa baja: Es un arreglo de componentes electrónicos que solo deja pasar las frecuencias menores a la frecuencias de corte.

Donde: RC es la frecuencia de corte en Hz. $\frac{1}{2\pi RC}$

R es la resistencia en ohms, y C es la capacitancia en faradios.

Filtro pasa banda: Circuito que sólo permite el paso de las frecuencias comprendidas en cierta banda y que al mismo tiempo atenúa en alto grado todas las frecuencias ajenas a esta banda.

Frecuencia: Representa el número de ciclos completos por unidad de tiempo de una señal eléctrica. Se expresa generalmente en Hertz (ciclos / segundo).

Limitaciones de los canales de comunicación: Ruido, y la Capacidad del canal.

Longitud de Onda: Es la longitud en metros que existe entre cresta y cresta de una señal eléctrica. La longitud de onda es igual a la velocidad de la luz entre la frecuencia.

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

Dónde: λ es la longitud de onda en metros.

c es la velocidad de la luz (3×10^8 mts / seg).

f es la frecuencia (1Hertz = 1 / seg).

Modulación en Amplitud (AM): En este tipo de modulación, el parámetro de la portadora que varía es su amplitud.

Modulación en Fase (PM): En este tipo de modulación, el parámetro de la portadora que varía es su fase.

Modulación en Frecuencia (FM): En este tipo de modulación, el parámetro de la portadora que varía es su frecuencia.

Modulación: Proceso mediante el cual se utiliza la señal de banda base para modificar algún parámetro de una señal portadora de mayor frecuencia.

Periodo: Es el tiempo requerido para un ciclo completo de una señal eléctrica o evento.

Ruido: Toda energía eléctrica que contamina la señal deseada (ruido térmico, ruido eléctrico, interferencia, distorsión).

Interferencia: Es cualquier perturbación en la recepción de una señal en forma natural o artificial (hecha por el hombre) causada por señales indeseables.

Relación señal a ruido: Relación de la potencia de la señal deseada a la potencia de ruido en un punto específico y para unas condiciones específicas en un punto dado.

Señal analógica: Aquella señal cuya forma de onda es continua.

Señal de banda base: La señal eléctrica que se obtiene directamente desde la fuente del mensaje (no tiene ningún tipo de modulación).

Señal digital: Aquella señal cuya forma de onda es discreta.

Señal portadora: Señal senoidal de alta frecuencia a la cual usualmente se hace que varíe alguno de sus parámetros (amplitud, frecuencia, fase), en proporción a la señal de banda base.

Señal: Cualquier evento que lleve implícita cierta información.

Sistema de transmisión de datos: El conjunto de componentes que hacen posible la conducción de señales de datos, en uno o en varios sentidos, utilizando, para ello, vías las generales de telecomunicación.

Transductor: Dispositivo que convierte algún tipo de energía en una señal eléctrica.

CONCLUSIONES

El estudiante de la carrera de Ingeniería en sistemas computacionales que utilice el presente libro, obtendrá gran cantidad de conocimientos referentes a las telecomunicaciones, además de que podrá realizar prácticas muy interesantes, tal es el caso de la instalación y configuración de un módem, conectorización del cable serial, diseño de pequeños sistemas de transmisión con medios guiados y no guiados, cálculo de atenuaciones y otros tipos de actividades, como el manejo del software Matlab para conocer el comportamiento de las señales.

Es importante señalar que la lectura de un libro es importante ya que permite conocer de manera directa sobre un tema en específico, en éste caso el joven estudiante se informará de forma muy profunda sobre las telecomunicaciones y esto le ayudará como guía y soporte para las asignaturas de su carrera ya que se encuentran muy ligadas, debido a que la parte más importante es la tecnología como ciencia del saber humano, y una parte muy indispensable para obtenerla es la computadora; herramienta primordial en nuestro presente y futuro, debido a que cada día surgen nuevas aplicaciones que mejoran su uso, velocidad y procesamiento.

Lo único que puede ser complicado para el estudiante es el manejo del análisis de Fourier, por lo que es importante que realice gran cantidad de prácticas y ejercicios de este tema.

RECOMENDACIONES

Es necesario que el estudiante utilice el software matlab para efectuar prácticas de comportamiento de señales y realizar gran cantidad de ejercicios para entender el funcionamiento del análisis Fourier, por lo que se propone solución de problemas en equipos por parte de los estudiantes.

Es importante realizar visitas a diferentes organizaciones relacionadas con las telecomunicaciones con el fin de ayudar al estudiante a lograr un mejor aprendizaje.

Se requiere propiciar el uso de software para cómputo numérico que permita visualizar las señales en su dominio de tiempo y frecuencia.

Las prácticas como son: el comportamiento de señales, el envío de datos de equipos de computo, las formas de conectarse a las diferentes redes, son muy importantes por lo que se recomienda efectuarlas en todo momento.

.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias Web.

<http://www.mitecnologico.com>
<http://iaci.unq.edu.ar/materias/telecomunicaciones/apuntes.htm>
<http://www.mitecnologico.com/Main/TelecomunicacionesElImportanciaEnLaVidaModerna>
<http://www.iie.edu.uy/ense/asign/siscom/>
<http://www.buenastareas.com/ensayos/Importancia-De-Las-telecomunicaciones-En-La/1275529.html>
https://www.itescam.edu.mx/principal/webalumnos/sylabus/asignatura.php?clave_asig=SCY-0434&carrera=ISC0405001&id_d=21
<http://tecnociencia-tecnopedia.blogspot.com/2009/11/senales-analogicas-y-digitales.html>
http://primero.webege.com/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=65
<http://www.rhernando.net/modules/tutorials/doc/redes/modem.html>
<http://www.buenastareas.com/ensayos/Tecnicas-De-Transmision-Multiplexacion-y-Conmutacion/68228.html>
<http://es.wikipedia.org/wiki/Baudio>
<http://joan004.tripod.com/tiptra.htm>
<http://eveliux.com/mx/index.php?option=content&task=view&id=145>
<http://sistemas.itlp.edu.mx/tutoriales/telepro/index.htm>
http://es.wikipedia.org/wiki/Multiplexacion_por_division_de_longitud_de_onda
<http://iaci.unq.edu.ar/materias/telecomunicaciones/apuntes.htm>
<http://www.mitecnologico.com>
http://www.dsi.com.mx/DSI_Fonet/Empresariales/Conmutador%20IP.htm

Referencias Bibliográficas.

"Unidades de Medición en Telecomunicaciones" Jairo Ruiz.
"Comunicaciones digitales" Victor M. Hinostroza, Universidad autónoma de Ciudad Juárez, Primera edición, 524 pág.
"Comunicaciones en Redes WLAN" José M. Huidobro Moya, David Roldán Martínez, Creaciones Copyright, 336 pág.
"Comunicaciones y Redes de Computadoras" William Stallings, Ed. Prentice Hall, 6ª. Edición 747 pág.