



Cuaderno del Instructor

Módulo 5: “Mantenimiento de sistemas de redes de transmisión de datos”.

PFMEI-3-04/V.1[PE01-M05/v.1]

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:



Equipo Consejo Minero

Joaquín Villarino H., Presidente Ejecutivo
Carlos Urenda A., Gerente General
Christian Schnettler R., Gerente del Consejo de Competencias Mineras
José Tomás Morel L., Gerente de Estudios
María Cecilia Valdés V., Gerente de Comunicaciones
Sofía Moreno C., Gerente de Comisiones y Asuntos Internacionales
Claudia Díaz R., Jefe de Proyectos

Equipo Innovum Fundación Chile

Hernán Araneda D., Gerente
Diego Richard M., Director Programa Fuerza Laboral Minera
Rafael Pizarro G., Jefe de Proyecto Empresas
Susana Gallardo S., Especialista de Formación
Eduardo Soto S., Consultor Senior
Ignacio Riffo C., Consultor Senior
Álvaro Aguilar H., Consultor de Proyectos
Carolina Gutiérrez M., Consultor de Proyectos

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

Propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero:

Este material es propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero. Está disponible para instituciones que imparten formación en el ámbito minero en Chile, a las que se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos de este material para fines de formación, citando siempre al Consejo de Competencias Mineras del Consejo Minero y pudiendo incluso adaptarlo para satisfacer los requerimientos de los participantes. Se prohíbe la reproducción o adaptación con fines comerciales.

El uso del género masculino en esta publicación no constituye discriminación; tiene el sólo propósito de aligerar el texto cuando la redacción así lo exige.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN CITANDO LA FUENTE. © Anglo American Norte S.A., Anglo American Sur S.A., Anglo American Chile Ltda.; Antofagasta Minerals S.A.; BHP Chile Inc.; Compañía Minera Barrick Chile Ltda.; Compañía Minera Cerro Colorado Ltda., Minera Escondida Ltda., Minera Spence S.A.; Compañía Minera Zaldívar Ltda.; Corporación Nacional del Cobre de Chile; Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM; Compañía Contractual Minera Candelaria, Sociedad Contractual Minera El Abra; FreeportMcMoran South America Inc.; Glencore Chile S.A.; SCM Minera Lumina Cooper Chile; Sierra Gorda SCM; Teck Resources Chile Ltda.; Yamana Chile Servicios Ltda.; 2013.

Consejo de Competencias Mineras – CCM:

El Consejo de Competencias Mineras (CCM) es una iniciativa de articulación entre las empresas mineras, cuyo fin es proveer información sectorial, estándares y herramientas que permitan al mundo formativo adecuar la formación de técnicos a la demanda del mercado laboral minero, tanto en términos cualitativos como cuantitativos. Con la asesoría experta de Innovum Fundación Chile, este organismo genera, con un enfoque sistémico, insumos para el mundo formativo, dando a conocer qué necesidades de capital humano tiene la minería y transfiriendo buenas prácticas para su formación.

El Consejo de Competencias Mineras – el primero de su naturaleza en el país – opera al alero del Consejo Minero. Fue formado en 2012 y cuenta con 12 empresas socias. A tres años de su creación, el CCM ha desarrollado una serie de productos y sistemas que han marcado un cambio de paradigma en la vinculación del mundo productivo con el de la formación para el trabajo, y han significado un aporte de fondo para el mejoramiento y la valoración de la educación técnico-profesional en el país, con un alcance que trasciende ampliamente a la sola industria minera.

Los Paquetes para Entrenamiento, son uno de estos productos. Se han creado además: Estudios de Fuerza Laboral, El Marco de Cualificaciones para la Minería (MCM), Marco de Calidad de Buenas Prácticas Formativas, Marco de Calidad para Instructores e impulsamos el apoyo sectorial al Sistema de Certificación de Competencias Laborales.

Si bien el Consejo de Competencias Mineras es una entidad privada, sus productos están concebidos como bienes públicos y gratuitos, de valor compartido para todos los estamentos de la sociedad en Chile. Toda la información y los productos generados por el CCM, además de un breve video explicativo, están disponibles en el sitio web: www.ccm.cl

El desafío que ahora enfrenta el CCM es que, tanto el mundo formativo como el minero, incorporen los estándares generados a sus procesos de negocio y a su quehacer diario. Esto generará una fuerza laboral más productiva y, por ende, mayor competitividad del país en el contexto internacional.

Contribución del CCM

Para trabajadores actuales y personas interesadas en trabajar en la minería:

- Mejor empleabilidad.
- Aprendizaje adecuado a los requerimientos del mercado.
- Acceso no sólo a un oficio, sino a rutas de formación y aprendizaje.



Para el sector minero:

- Mitigación de la escasez de personal, anticipándose al problema de manera coordinada y con visión de futuro.
- Mejora de productividad, al contar con más trabajadores preparados para los requerimientos de la industria, tanto propios como de proveedores.
- Mayor competitividad de esta industria, que repercute positivamente también en la competitividad del país.

Para las instituciones educativas:

- Mejor empleabilidad de sus egresados.
- Mejor información proyectada a 8 a 10 años, para potenciar programas formativos en los oficios para los cuales se anticipa una mayor brecha de capital humano.
- Oportunidad para el reconocimiento de la industria respecto a su calidad formativa.



Para la comunidad y el país:

- Asignación más eficiente de fondos públicos de educación y capacitación, al tener identificados programas adecuados para satisfacer requerimientos del mercado.
- Disminución de la presión que se ejerce sobre otros sectores productivos por la demanda de trabajadores, al aumentar la cantidad de personas calificadas para la minería.

Índice

Módulo V: Mantenición de Sistemas de redes de transmisión de datos-comunicacionales-industriales.....	9
1. Introducción a las telecomunicaciones.....	10
1.1 Las telecomunicaciones y su importancia en la minería.....	10
1.2 Elementos de un sistema de comunicación.....	12
1.3 Unidades y medidas.	14
1.4 Las señales y sus clasificaciones.	15
1.5 Representación de las señales en el dominio del tiempo y la frecuencia.	18
2 Técnicas de Modulación.....	21
2.1 Importancia de la modulación.....	21
2.2 Técnicas de modulación analógica.....	22
2.3 Conversión analógica a digital.....	23
2.4 Modulación en banda base.....	27
2.5 Técnicas de modulación digital.....	27
Actividad N° 12.....	30
3 Técnicas de transmisión multiplexación y conmutación.	33
3.1 Transmisión de datos.	33
3.2 Modos de transmisión: Simplex, half- dúplex y full-dúplex.	34
3. 3 Tipos de transmisión: Transmisión serie, transmisión paralela	35
3.4 Técnicas de transmisión: transmisión síncrona y asíncrona.....	37
3.5 Tipos de conexión: punto a punto y multipunto.	38
3.6 Dispositivos para la transmisión de datos: el modem	39
3.7 Estándares utilizados por los modem.	40
3.8 Multiplexación (muchas señales en una).....	44

3.9 Sistema de conmutación	47
3.10 Topologías.....	49
3.11 Técnicas de conmutación.....	52
<i>Actividad N°13</i>	55
<i>Actividad N° 14</i>	57
4. Medios de transmisión y perturbaciones	60
4.1 Medios guiados.	60
4.2 Cable de par trenzado (señal eléctrica).....	60
4.3 Cable coaxial (señal eléctrica).....	62
4.4 Fibra óptica (señal luminosa).....	62
4.5 Medios no guiados.....	64
4.6 Transmisión de señales de radio.	66
4.7 Microondas en el espacio libre.	67
4.8 Satélite.....	69
4.9 Infrarrojos	73
4.10 Perturbaciones.	74
4.11 Ruidos.	75
4.12 Distorsión por retardo	76
4.13 Atenuación.....	76
4.14 Efectos del ruido en las señales transmitidas (errores en la recepción).....	77
<i>Actividad N° 15</i>	78

Descripción del documento

El Cuaderno del instructor contiene la totalidad de los contenidos a utilizar por el instructor para el desarrollo del programa de formación de **Mantenedor Instrumentista**.

El documento está dividido en módulos, los cuales están organizados en secciones de temas y contenidos específicos.

El instructor, podrá, además, sugerir actividades como las que se listan a continuación:

- Charlas y/o reflexiones de seguridad.
- Discusiones o foros de debate.
- Reforzamientos.
- Actividades en terreno.
- Preparación para la evaluación final

Específicamente para las actividades relacionadas a tecnologías de comunicación audiovisual se entregarán links a modo referencial, sin embargo el instructor tendrá la libertad de utilizar los recursos que estime conveniente a fin de lograr los requerimientos de la actividad.

Todo el material es susceptible de ser mejorado, adaptado o modificado en función de las características del grupo con el que se trabaje. Por ello se ha diseñado desde un enfoque flexible, que permite al instructor agregar recursos que enriquezcan algún contenido o posibilitar el aporte de los participantes, cuidando siempre de lograr los aprendizajes esperados de cada módulo.

Respecto a las evaluaciones se sugiere que éstas sean elaboradas por el instructor de acuerdo a los siguientes lineamientos

La evaluación de los módulos y sus contenidos debe estar compuesta por a lo menos 10 preguntas, las cuales deben ser extraídas del documento de evaluación de proceso”.

Cada pregunta será evaluada con puntajes entre 0 y 10. La escala de calificación será de 0 a 100%. Considerando el 0% cuando el participante no tiene respuestas correctas y el 100% cuando posee la totalidad de respuestas buenas.

La nota de aprobación de las evaluaciones de los distintos módulos corresponderá a un 75%. corresponderá a un 75%.

Módulo V: Mantenimiento de Sistemas de redes de transmisión de datos-comunicacionales-industriales

1. Introducción a las telecomunicaciones.

1.1 Las telecomunicaciones y su importancia en la minería.

La actividad minera se ha alineado desde siempre a la evolución tecnológica de la humanidad, principalmente por la necesidad de mejorar sus niveles de eficiencia, dada la complejidad y el tamaño de los proyectos mineros. En la actualidad, la necesidad de transmisión de información dentro de su cadena productiva en todas sus fases es determinante para alcanzar los niveles de productividad y eficiencia que exigen los mercados mundiales.

Las redes físicas y lógicas del mundo de las telecomunicaciones participan de muchos procesos críticos de la minería, entre ellos, exploración, extracción, procesamiento del mineral, comercialización y cierre, los requerimientos de transmisión de información entre las distintas fases y aplicaciones han sido resueltos bajo los paradigmas de los tres grandes cambios en las telecomunicaciones de los últimos treinta años: la digitalización, la movilidad y la irrupción de protocolos abiertos, con IP como ejemplo dominante.

Para cubrir sus necesidades de seguridad, eficiencia y producción, existen aplicaciones específicas, entre ellas, Sistemas de Gestión y Control de Flotas, para optimizar el rendimiento y la utilización de los equipos; además de Sistemas de Localización de Personas, Emisión de Gases y Control de Energía. En cuanto a continuidad operativa, uno de los parámetros más relevantes es la gran cantidad de información sobre cada uno de los procesos que se desarrollan y que se encuentra disponible en distintos niveles.

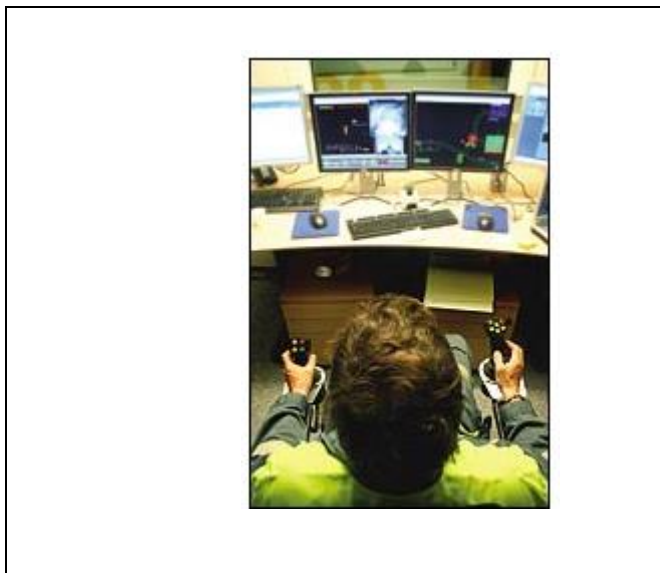


Figura 1

Conocer y administrar temperaturas de hornos, alarmas y mantención de equipamientos es altamente relevante en la prevención de desastres y en la programación de mantenciones periódica.

Para las necesidades de comunicación entre las redes de control con las redes administrativas, así como todas las conexiones vía Internet orientadas a los B2B y aplicaciones Web, son algunos de los requerimientos más importantes que guían la demanda de las empresas mineras.

De igual manera, en el ámbito de la Seguridad Electrónica se pueden generar ahorros de hasta 20%, ya que mediante soluciones específicas es posible mejorar los procesos de negocios y potenciar la eficiencia de una compañía, además de proteger los activos.



Figura 2

1.2 Elementos de un sistema de comunicación.

Es evidente que los campos de actividad, para las telecomunicaciones, son innumerables e incluso podríamos decir, sin ningún riesgo a equivocarnos, que no existe campo en donde las tecnologías que nos ocupan no sean determinantes en la actividad.

Esto representa, sin duda, mayor implantación de tecnologías. 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 la propia empresa 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.

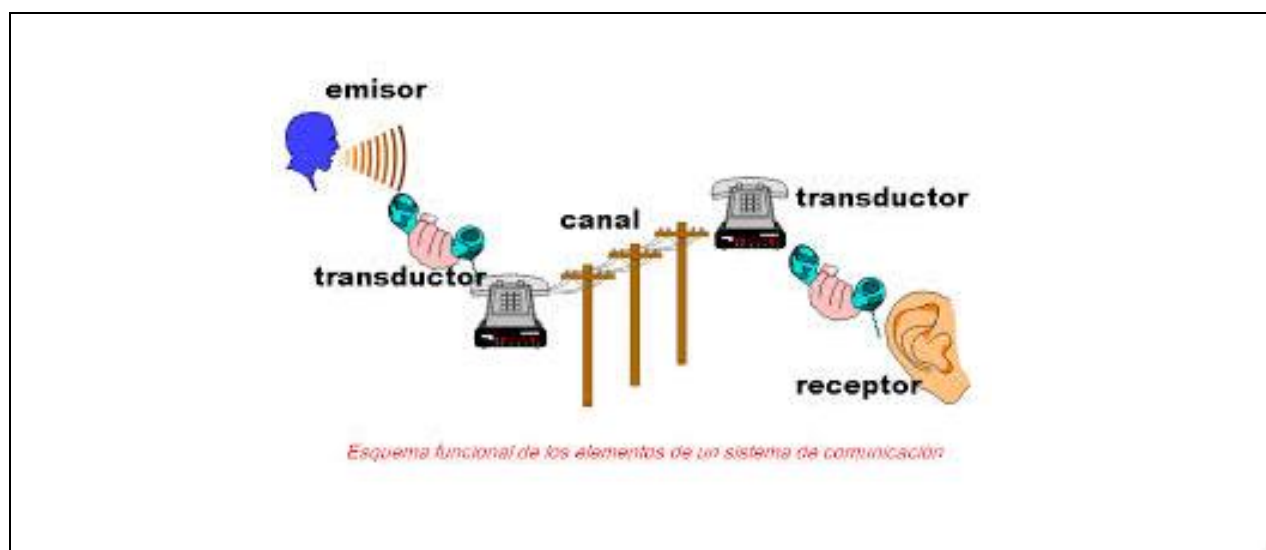


Figura 3

No se trata de implementar la mejor tecnología, sino la más adecuada para los intereses de la aplicación, para solucionar las necesidades existentes. Los elementos que integran un sistema de comunicación son:

- Emisor
- Receptor
- Lenguaje o protocolos de transmisión
- Mensaje
- Canal o Medio

- a) El Emisor: Es el sujeto que envía el mensaje. Es el que prepara la información para que pueda ser enviada por el canal, tanto en calidad (adecuación a la naturaleza del canal) como en cantidad (amplificando la señal) La transmisión puede realizarse:
- En banda base, o sea, en la banda de frecuencia propia de la señal, el ejemplo más claro es el habla.
 - Modulando, es decir, traspasando la información de su frecuencia propia a otra de rango distinto, esto nos va a permitir adecuar la señal a la naturaleza del canal y además nos posibilita el multiplexar el canal, con lo cual varios usuarios podrán usarlo a la vez.
- b) El Receptor: Es la entidad a la cual el mensaje está destinado, puede ser una persona, grupo de personas, un dispositivo artificial, etc.
- c) Lenguaje o protocolos de transmisión: Son el conjunto de códigos, símbolos y reglas que gobiernan la transmisión de la información. Por ejemplo, en la transmisión oral entre personas se puede usar el español, el inglés.
- d) El mensaje: Es la información que tratamos de transmitir, puede ser analógica o digital. Lo importante es que llegue íntegro y con fidelidad.
- e) El Medio: Es el elemento a través del cual se envía la información del emisor al receptor. Desgraciadamente el medio tiene obstáculos que impiden o merman la comunicación y en este curso se convendrá en que tales obstáculos son:
- La interferencia: Todos aquellos fenómenos externos al medio que provocan merma en la comunicación.
 - Ruido: Todos aquellos fenómenos inherentes al medio mismo que merman la comunicación.

Algunas características importantes del medio y de la señal son:

- a) Velocidad de transmisión: Se mide en bits o baudios por segundo y el emisor y el receptor deben estar usando la misma velocidad para sincronizarse y entenderse.
- b) Ancho de banda: Es el rango de frecuencias en la que opera la señal. Por ejemplo si se observa la carátula del aparato de radio de su auto se dará cuenta que las estaciones trabajan en rangos predeterminados de frecuencias, por decir, de los 1600 a los 1650 Kilohertz, esto es, su ancho de banda es de 50 Kilohertz. El ancho de banda se obtiene al restar de la frecuencia mayor de transmisión la frecuencia menor.
- c) Potencia de la señal: Se mide típicamente en la unidad conocida como “decibelios” dB. Para darse una idea, una señal de 30 decibelios permite a una

persona dormir razonablemente, mientras que una señal de 140 es insoportable.

1.3 Unidades y medidas.

La velocidad de transmisión de datos mide el tiempo que tarda un host o un servidor en poner en la línea de transmisión el paquete de datos a enviar. Aquí se utilizan múltiplos de 10, por unidad de tiempo. Lo que lleva a expresarlos en bits/segundo (b/s o también bps), o en octetos o Bytes (B/s).

En este sentido hay que tener en cuenta que las velocidades que en la mayoría de las ocasiones se muestran en Internet están expresadas en KB/s (Kilobyte por segundo), lo que realmente supone que nos dice la cantidad de bytes (unidad de almacenamiento) que hemos recibido en un segundo, NO la velocidad de transmisión. Podemos calcular esa velocidad de transmisión (para pasarla a Kbps o Kilobits por segundo) simplemente multiplicando el dato que se nos muestra por 8, por lo que una transmisión que se nos indica como de 308 KB/s corresponde a una velocidad de transmisión de 2.464 Kbps, a lo que es lo mismo, 2.64 Mbps.

Estas son las unidades de medida utilizadas para la velocidad de transmisión de datos:

1 bps = 1 bit por segundo

1 Kbps = 1000 bps

1 Mbps = 1000 Kbps

1 Gbps = 1000 Mbps

En este ejemplo vemos que la velocidad está expresada en Kilobytes por segundo, eso quiere decir que se están transmitiendo 331 KB de información en 1 segundo. Si se requiere saber la velocidad de transmisión de cada bit que compone un Byte de información, debe multiplicarse por 8 para obtener dicha velocidad expresada en Mbps.

Nuestras computadoras de escritorio, portátiles, tablets e inclusive nuestros teléfonos “inteligentes” poseen procesadores que le permiten realizar tareas.

Cuando enviamos un correo electrónico, bajamos un archivo MP3 o vemos un video en YouTube, este (estos) procesador(es) ejecutan una serie de instrucciones para que dichos procesos se realicen. La velocidad de ejecución de las instrucciones en un lapso de tiempo, dependerá de la capacidad de trabajo del(los) procesador(es).

Para medir la velocidad de procesamiento, se crearon las unidades de medida denominadas Hertz. Esta es una unidad de medida derivada porque mide la cantidad de ciclos de procesamiento en un segundo de tiempo (Cantidad de ciclos que suceden en un segundo).

Esta medida se presenta en las siguientes unidades:

1 Hertz (Hz)= un proceso/segundo

1 Kilohertz (KHz)= 1000 Hz

1 MegaHertz (MHz)= 1024 MHz

1 GigaHertz (GHz)= 1024 MHz

1 TeraHertz (THz)= 1024 GHz

Si se dice que un procesador tiene una velocidad de 50 MHz, esto se traduce en que el procesador ejecuta 50 millones de ciclos en un segundo.

1.4 Las señales y sus clasificaciones.

Una señal es una función de una variable en el tiempo, que conduce la información. Para cada instante de tiempo (variable independiente) existe un valor único de la función (variable dependiente). La función (o señal) puede ser real o compleja, sin embargo el tiempo siempre tendrá un valor real. Podemos encontrar variaciones, o sea señales, depresión, humedad, luz, calor, energía, velocidad, caudal, concentración, etc., etc.

Toda señal lleva consigo (o transporta desde un emisor hasta un receptor) cierta cantidad de información.

Para la electrónica una buena aproximación es la hecha por Proakis: "la señal se define cómo una cantidad física que varía con el tiempo, el espacio o cualquier variable o variables independientes". Así, desde el punto de vista matemático una función es una señal. Por ello, en términos generales, la descripción de una señal se da a través de una función; por ejemplo:

$$f(x) = 4x \text{ y } f(x,y) = 4x + 3y$$

Habitualmente las señales se ilustran imprimiéndolas sobre un par de ejes perpendiculares. El eje vertical representa el valor, la fuerza o la potencia de la señal, que puede representar Volts, Watts o Amperes. El eje horizontal representa el paso del tiempo generalmente representado en segundos. El método a utilizar para representar la señal depende del tipo de señal. Por lo tanto, podemos distinguir cuatro diferentes clases de señales.

a) Señales periódicas y aperiódicas

- Una señal es periódica si completa un patrón dentro de un marco de tiempo medible, denominado período, 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 cómo 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. Las señales reguladas por las funciones trigonométricas son de este tipo. En cada instante de tiempo se puede establecer el valor de la señal y su magnitud, la señal se repite cada 360 grados o cada 2π radianes. Tales señales tienen tres características básicas que son:

Amplitud, Período y Fase. Tal como se muestran en la gráfica de la figura siguiente:

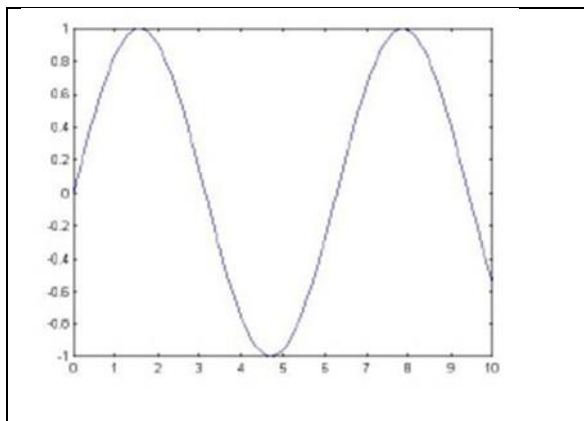


Figura 4

La Amplitud es la máxima altura de la onda y por lo general se mide en voltios, aunque dependiendo de la magnitud también se puede medir en Amperios o Watts. La Fase es el atraso o adelanto de la señal y se mide en grados o radianes. El Período es la duración en segundos para que se ejecute un ciclo de la señal. Una onda seno (como la de la figura 4) es la señal periódica más sencilla.

- Una señal periódica, o no periódica, cambia constantemente sin exhibir ningún patrón o ciclo que se repita en el tiempo. 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. Comprender las características de una señal periódica proporciona, además, conocimientos sobre las señales aperiódicas.

Las señales aperiódicas pueden ser:

- Estrictamente limitadas en el tiempo: Son aquellas señales que por sí mismas tienen un nacimiento y un final. Por ejemplo, un impulso eléctrico o una señal como la mostrada en la figura 5.

Asintóticamente limitadas en el tiempo: Son aquellas que producto de ser racionales y como resultado de una división, en ciertos puntos, tienden a infinito. Por ejemplo la función tangente o cotangente. La función tangente es la que se presenta en la figura 6, se asume que entre un par de asíntotas está el comienzo y el final de la señal.

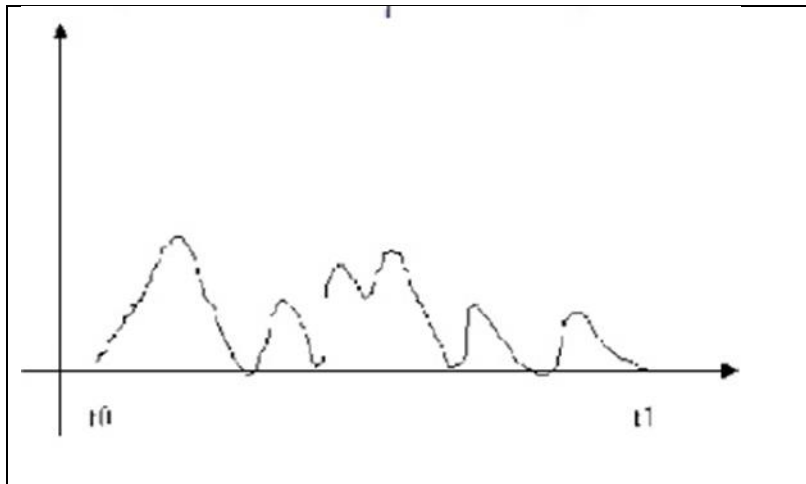


Figura 5

Señal aperiódica limitada en el tiempo, inicia en t_0 y finaliza en t_1

También se consideran asintóticamente limitadas en el tiempo aquellas señales que sufren un comportamiento abrupto y se considera que tiende a infinito la señal en tal punto. Por ejemplo un electrocardiograma al momento de ser analizado los puntos de sobresalto rompe el análisis de la misma y se pueden considerar distorsiones de la señal, o, puntos determinación de un subintervalo.

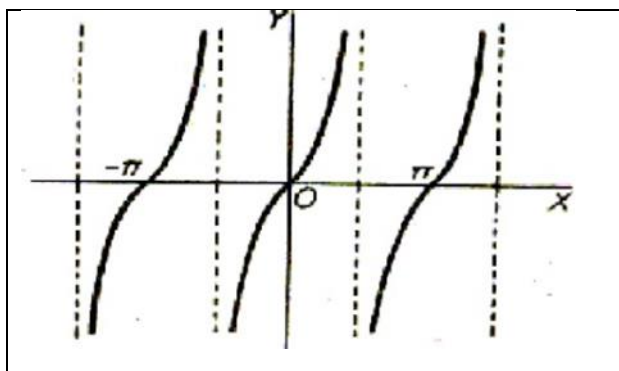


Figura 6

Señal periódica asintóticamente limitada en el tiempo

Igual ocurre con las ondas cerebrales como las mostradas en la figura 6. En donde entre t_0 y t_1 se puede considerar el comienzo y el final de la señal para su análisis, puesto que el cambio es abrupto. Igual ocurre entre t_1 y t_2 .

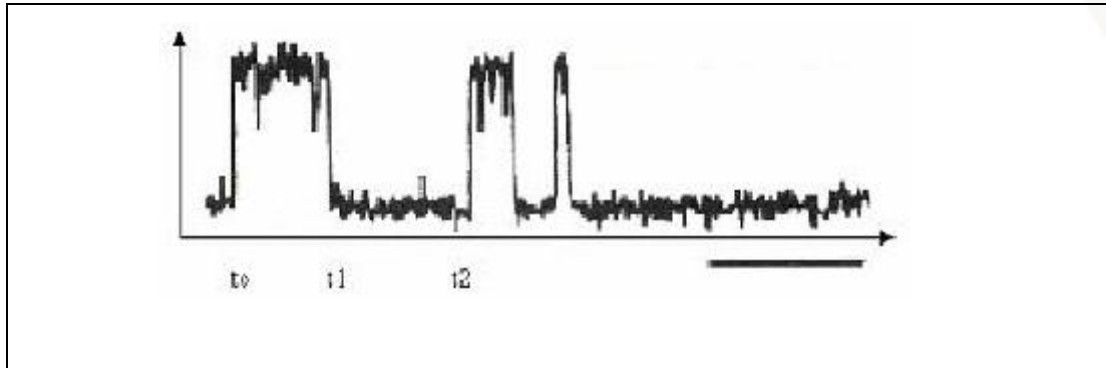


Figura 7

Señal asintóticamente limitada en tiempo por cambios abruptos en la señal

1.5 Representación de las señales en el dominio del tiempo y la frecuencia.

La representación en el dominio del tiempo brinda las amplitudes de la señal en los instantes del tiempo durante los cuales fue muestreada. Sin embargo, en muchos casos, usted necesita saber el contenido de la frecuencia de una señal más que las amplitudes de las muestras individuales.

La Transformada Rápida de Fourier (FFT) proporciona un método para examinar una relación en términos del dominio de frecuencia. El teorema de Fourier afirma que cualquier forma de onda en el dominio puede ser representada por la suma acumulada de senos y cosenos.

Entonces la misma forma de onda puede ser representada en el dominio de frecuencia como un par de valores de amplitud y fase en la frecuencia de cada componente.

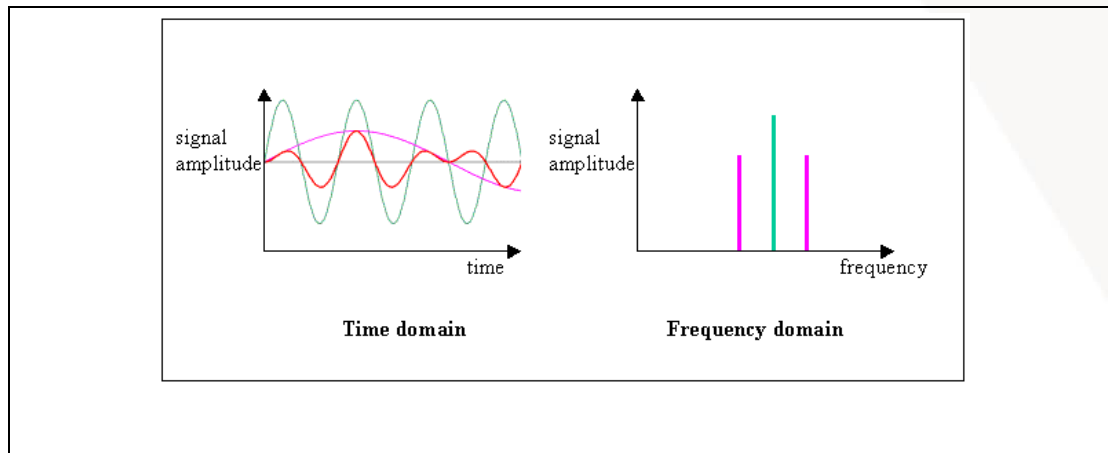


Figura 8

Dominio del Tiempo en comparación con el Dominio de Frecuencia

En el dominio de frecuencia, puede separar conceptualmente las ondas sinusoidales que añaden para formar la señal compleja en el dominio del tiempo.

La Figura 8 muestra los componentes de la frecuencia, los cuales se separan en el dominio del tiempo, como impulsos distintos en el dominio de frecuencia. La amplitud de cada línea de frecuencia es la amplitud de la forma de onda del tiempo para este componente de frecuencia. La representación de una señal en términos de sus componentes de frecuencia individuales es la representación de la señal en el dominio de frecuencia. La representación del dominio de frecuencia podría proporcionar más comprensión sobre la señal y el sistema en el que fue generada.

Las muestras de una señal obtenida desde el dispositivo de adquisición de datos constituye la representación en el dominio del tiempo de la señal. Algunas medidas, como ruido o distorsión armónica, son difíciles de cuantificar al inspeccionar la forma de onda del tiempo.

Cuando la misma señal es mostrada en el dominio de frecuencia por una FFT, usted fácilmente puede medir las frecuencias armónicas y las amplitudes.

Si usted tiene un ruido en su señal medida, puede moverse del dominio del tiempo al dominio de frecuencia para aislar la alteración en su medida.

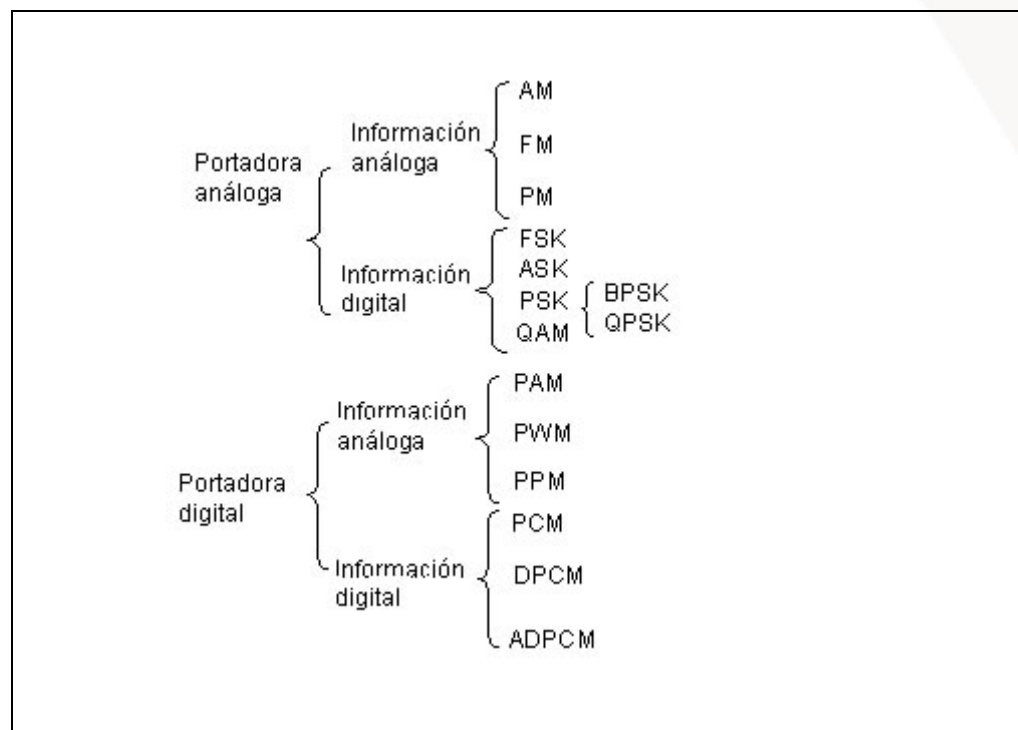


Figura 9

2 Técnicas de Modulación

2.1 Importancia de la modulación

Heinrich Hertz, en 1887, fue capaz de producir las primeras ondas de radio. Las ondas de radio, como la electricidad y la luz, son formas de radiación electromagnética; la energía se envía mediante ondas de campo magnético y eléctrico. El radio es una manera efectiva de comunicación entre localidades remotas sobre regiones difíciles, en donde el tendido de cable y el mantenimiento no es posible o muy costoso Historia

En principio, una señal banda base es una señal en sus estado originario, según se obtiene del transductor o del generador de señal. Por ejemplo: La señal de audio, con una banda desde casi 20 Hz a 20 kHz, La señal de vídeo de un sensor monocromo.

- ¿Por qué se modula una señal? Para controlar dicha señal y así facilitar la propagación de la señal de información por cable o por el aire, ordenar el espacio radioeléctrico, distribuir canales a cada información distinta.
- ¿Por qué se modula una señal? Para disminuir las dimensiones de las antenas, optimizar el ancho de banda de cada canal evitando interferencias entre canales, proteger a la información de las degradaciones por ruido y definir la calidad de la información transmitida.
- ¿Cómo se modula una señal? Para modular una señal son utilizados dispositivos electrónicos semiconductores con características no lineales (diodos, transistores, bulbos), resistencias, inductores, capacitores y también combinaciones entre ellos.

Todo canal de transmisión marca unas restricciones por su respuesta en frecuencia y por el ruido que genera, que puede hacer que la transmisión de la señal en banda base sufra degradaciones no admisibles. La modulación ofrece también, la posibilidad de un reparto del espectro del canal, organizando las diferentes informaciones que comparten canal en paquetes frecuenciales que no se interfieran unos a otros.

- ¿Por Qué Modular? Además, en casos como la radiodifusión por antenas, es necesario manejar frecuencias superiores para la correcta transmisión de potencia al aire libre. Los procesos de modulación permiten convertir la señal banda base en otra señal distinta (llamada señal modulada) con un espectro más adecuado al canal en uso y con una menor sensibilidad al ruido del canal.
- ¿Por Qué Modular? Las señales de baja frecuencia (menos de 500 KHz) son difíciles de transmitir en forma de señales electromagnéticas. Las antenas requeridas son de tamaño proporcional a la longitud de onda (inversamente proporcional a la frecuencia).

- ¿Por Qué Modular? La Modulación permite “montar” la información (de baja frecuencia) a transmitir sobre una señal de alta frecuencia que es más fácil de radiar. A la señal a transmitir se le llama señal de modulación, modulante o señal de banda base y a la señal modulada de alta frecuencia se le llama portadora.

Al proceso inverso de separar la señal de modulación de la portadora a partir de la señal modulada se le llama Demodulación.

Señal, generalmente de forma senoidal, que es modulada (transformada) por otra señal de información que se quiere transmitir. Es de una frecuencia mucho más alta que la de la señal a modular Onda Portadora

2.2 Técnicas de modulación analógica

Principales Tipos de Modulación Analógica Digital Señal de transmisión Señal de Datos Analógica Digital

a) Características

Conceptos básicos de señales Las 3 características más importantes de una señal periódica son Amplitud, Frecuencia, Fase.

- La amplitud Es el valor instantáneo de una señal en cualquier momento En transmisión de datos, la amplitud está medida en volts
 - La frecuencia Es el inverso del periodo ($1/T$) Representa el número de repeticiones de un periodo por segundo. Expresado en ciclos por segundo, o Hertz (Hz). Amplitud, periodo y frecuencia $t \quad T \quad A \quad A \quad T \quad 1/f \quad 1 \quad t \quad T$: periodo A : Amplitud
- La fase Es una medida de la posición relativa en el tiempo del periodo de una señal. $t \quad \pi / 2$

Modulación en Amplitud (AM) La modulación en amplitud (AM) es utilizada para transmitir información de audio (voz, música, entre otros.) en la onda portadora de RF. AM es una mezcla de señales de AF y RF, de manera que las variaciones de amplitud de la señal de AF (modulación) alteran la amplitud de la señal de RF (portadora).

- Modulación en Amplitud y Bandas laterales de la Modulación en Amplitud.

Modulación en Frecuencia (FM). La modulación en frecuencia (FM) es el proceso de combinar una señal de AF (Audio Frecuencia) con otra de RF (Radio Frecuencia) en el rango de frecuencias entre 88MHz y 108MHz, tal que la amplitud de la AF varíe la frecuencia de la RF.

- Modulación en Frecuencia.

AM vs FM “ Los dos tipos de modulación llegan exactamente igual y al mismo lugar ” Aunque Ud. no lo crea... AM 550-1650KHz FM 88 - 108MHz

- **Modulación en Fase (PM) [phase]** En este caso el parámetro de la señal portadora que variará de acuerdo a señal moduladora es la fase. Modulación de fase (PM) Es un tipo de modulación exponencial al igual que la modulación de frecuencia. Se caracteriza porque la fase de la onda portadora varía directamente de acuerdo con la señal modulante, resultando una señal de modulación en fase. Modulación en Fase (PM) [phase] La modulación de fase no suele ser muy utilizada porque se requieren equipos de recepción más complejos que los de frecuencia modulada. Además puede presentar problemas de ambigüedad para determinar por ejemplo si una señal tiene una fase de 0° o 180° .

2.3 Conversión analógica a digital.

La conversión analógica-digital (CAD) o digitalización consiste en la transcripción de señales analógicas en señales digitales, con el propósito de facilitar su procesamiento (codificación, compresión, etc.) y hacer la señal resultante (la digital) más inmune al ruido y otras interferencias a las que son más sensibles las señales analógicas.

Una señal analógica es aquella cuya amplitud (típicamente tensión de una señal que proviene de un transductor y amplificador) puede tomar en principio cualquier valor, esto es, su nivel en cualquier muestra no está limitado a un conjunto finito de niveles predefinidos como es el caso de las señales cuantificadas.

Las señales analógicas no se diferencian, por tanto, de las señales digitales en su precisión (precisión que es finita tanto en las analógicas como en las digitales) o en la fidelidad de sus formas de onda (distorsión). Con frecuencia es más fácil obtener precisión y preservar la forma de onda de la señal analógica original (dentro de los límites de precisión impuestos por el ruido que tiene antes de su conversión) en las señales digitales que en aquéllas que provienen de soportes analógicos, caracterizados típicamente por relaciones señal a ruido bajas en comparación.

a) Ventajas de la señal digital

Cuando una señal digital es atenuada o experimenta perturbaciones leves, puede ser reconstruida y amplificada mediante sistemas de regeneración de señales.

Cuenta con sistemas de detección y corrección de errores, que se utilizan cuando la señal llega al receptor; entonces comprueban (uso de redundancia) la señal, primero para detectar algún error, y, algunos sistemas, pueden luego corregir alguno o todos los errores detectados previamente.

Facilidad para el procesamiento de la señal. Cualquier operación es fácilmente realizable a través de cualquier software de edición o procesamiento de señal.

La señal digital permite la multigeneración infinita sin pérdidas de calidad.

Es posible aplicar técnicas de compresión de datos sin pérdidas o técnicas de compresión con pérdidas basados en la codificación perceptual mucho más eficientes que con señales analógicas.

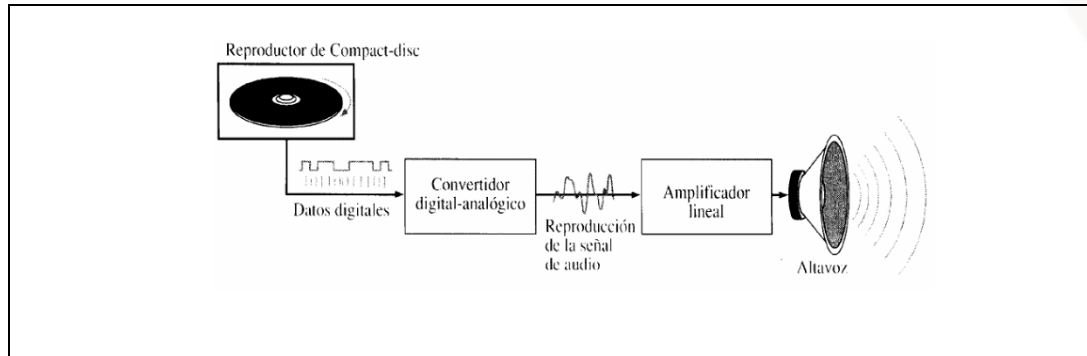


Figura 10

La digitalización o conversión analógica-digital (conversión A/D) consiste básicamente en realizar de forma periódica medidas de la amplitud (tensión) de una señal (por ejemplo, la que proviene de un micrófono si se trata de (retención) por un circuito de retención (hold), el tiempo suficiente para permitir evaluar su nivel (cuantificación). Desde el punto de vista matemático este proceso no se contempla, ya que se trata de un recurso técnico debido a limitaciones prácticas, y carece, por tanto, de modelo matemático.

- **Cuantificación:** en el proceso de cuantificación se mide el nivel de voltaje de cada una de las muestras. Consiste en asignar un margen de valor de una señal analizada a un único nivel de salida. Incluso en su versión ideal, añade, como resultado, una señal indeseada a la señal de entrada: el ruido de cuantificación.
- **Codificación:** la codificación consiste en traducir los valores obtenidos durante la cuantificación al código binario. Hay que tener presente que el código binario es el más utilizado, pero también existen otros tipos de códigos que también son utilizados.

Durante el muestreo y la retención, la señal aún es analógica, puesto que aún puede tomar cualquier valor. No obstante, a partir de la cuantificación, cuando la señal ya toma valores finitos, la señal ya es digital.

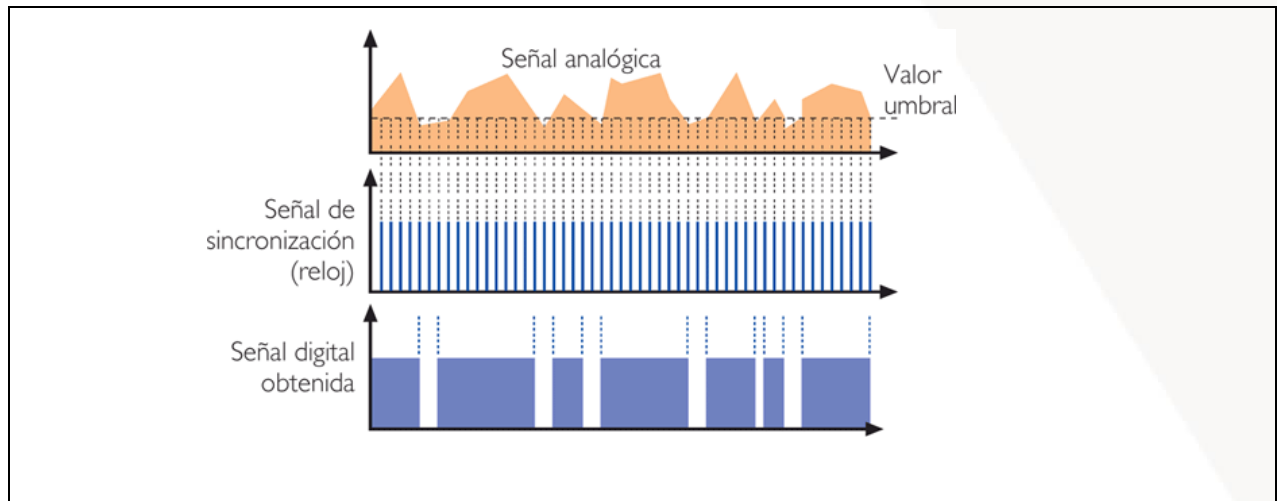


Figura 11

Los cuatro procesos tienen lugar en un conversor analógico-digital

Un ordenador o cualquier sistema de control basado en un microprocesador no pueden interpretar señales analógicas, ya que sólo utiliza señales digitales. Es necesario traducir, o transformar en señales binarias, lo que se denomina proceso de digitalización o conversión de señales analógicas a digitales.

- Si el valor de la señal en ese instante está por debajo de un determinado umbral, la señal digital toma un valor mínimo (0).
- Cuando la señal analógica se encuentra por encima del valor umbral, la señal digital toma un valor máximo (1).

El momento en que se realiza cada lectura es ordenado por un sistema de sincronización que emite una señal de reloj con un período constante. Estas conversiones analógico-digitales son habituales en adquisición de datos por parte de un ordenador y en la modulación digital para transmisiones y comunicaciones por radio.

La compresión consiste en la reducción de la cantidad de datos a transmitir o grabar, pues hay que tener en cuenta que la capacidad de almacenamiento de los soportes es finita, de igual modo que los equipos de transmisión pueden manejar sólo una determinada tasa de datos.

Para realizar la compresión de las señales se usan complejos algoritmos de compresión (fórmulas matemáticas).

b) Hay dos tipos de compresión:

- Compresión sin pérdidas: en esencia se transmite toda la información, pero eliminando la información repetida, agrupándola para que ocupe menos, etc.
- Compresión con pérdidas: se desprecia cierta información considerada irrelevante. Este tipo de compresión puede producir pérdida de calidad en el resultado final.

Las técnicas de compresión sin pérdidas se basan en algoritmos matemáticos que permiten la reducción de los bits que es necesario almacenar o transmitir. Como por ejemplo la llamada codificación de longitud de secuencias, muy utilizada en estilo código Morse).

Las técnicas de codificación mencionadas son de gran utilización en los sistemas de transmisión digital. Sin embargo, en lo que se refiere al tratamiento digital de imagen y sonido, dada la aleatoriedad de este tipo de señales, son poco efectivos en cuanto a la reducción del tamaño de los archivos resultantes.

Por eso, la compresión del sonido y la imagen para Internet se basa más en el conocimiento del funcionamiento de nuestros sentidos. Son técnicas que asumen pérdidas de información, de ahí su nombre de compresión con pérdidas, pero están diseñados de modo que las “pérdidas” no sean apenas percibidas por los seres humanos.

c) Como ejemplos clásicos de éstas, podemos citar:

- La compresión gráfica GIF. Se basa en la utilización de una paleta de 256 colores estudiados cuidadosamente de acuerdo con la apreciación del color por ojo humano. Con esto se logra una razón de compresión de 1/3. Los 256 se pueden codificar con 8 bits, en vez de usar 24 bits para definir el color verdadero. La pérdida de información parece grande, pero ¿puede el ojo humano apreciar los matices de más de un millón de colores?
- La compresión gráfica JPEG. En lugar de definir la imagen por sus tres colores básicos (G;R;B), utiliza la transformación de la información de color a la de luminancia (1 valor por muestra) y de crominancia (2 valores por muestra) de forma similar a como se emplea en la señal de televisión. Resulta que el ojo humano es más sensible a los cambios de brillo (luminancia) que de color (crominancia), por lo que estos codecs codifican la luminancia de todas las muestras o píxeles y un valor medio de cada una de los valores crominancias cada 4 píxeles. Para codificaciones de 8 bits por píxel, la cuenta de la razón de compresión es

$4 \times 8 + 8 + 8 = 48$, en vez de $4 \times 8 \times 3 = 96$ de la original. Esta señal se amplifica y se envía al altavoz para poder disfrutarla.

Cuando la música original se grabó en el CD se utilizó un proceso que esencialmente, era el inverso del descrito aquí, y que utilizaba un conversor analógico-digital.

2.4 Modulación en banda base.

El término banda base se refiere a la banda de frecuencias producida por un transductor, tal como un micrófono, un manipulador telegráfico u otro dispositivo generador de señales que no es necesario adaptarlo al medio por el que se va a transmitir.

Banda base es la señal de una sola transmisión en un canal, banda ancha significa que lleva más de una señal y cada una de ellas se transmite en diferentes canales, hasta su número máximo de canal.

En los sistemas de transmisión, la banda base es generalmente utilizada para modular una portadora. Durante el proceso de demodulación se reconstruye la señal banda base original. Por ello, podemos decir que la banda base describe el estado de la señal antes de la modulación y de la multiplexación y después de la demultiplexación y demodulación.

Las frecuencias de banda base se caracterizan por ser generalmente mucho más bajas que las resultantes cuando éstas se utilizan para modular una portadora o subportadora. Por ejemplo, es señal de banda base la obtenida de la salida de video compuesto de dispositivos como grabadores/reproductores de video y consolas de juego, a diferencia de las señales de televisión que deben ser moduladas para poder transportarlas vía aérea (por señal libre o satélite) o por cable.

En transmisión de facsímil, la banda base es la frecuencia de una señal igual en ancho de banda a la comprendida entre la frecuencia cero y la frecuencia máxima de codificación. En otras palabras, si el espectro de frecuencia de una señal se localiza alrededor de la frecuencia $f = 0$ Hz, se dice que la señal es de “banda base”

2.5 Técnicas de modulación digital.

La transmisión digital consiste en el envío de información a través de medios de comunicaciones físicos en forma de señales digitales. Por lo tanto, las señales analógicas deben ser digitalizadas antes de ser transmitidas.

Sin embargo, como la información digital no puede ser enviada en forma de 0 y 1, debe ser codificada en la forma de una señal con dos estados, por ejemplo:

- dos niveles de voltaje con respecto a la conexión a tierra
- la diferencia de voltaje entre dos cables

- la presencia/ausencia de corriente en un cable
- la presencia/ausencia de luz

Esta transformación de información binaria en una señal con dos estados se realiza a través de un DCE, también conocido como decodificador de la banda base: es el origen del nombre transmisión de la banda base que designa a la transmisión digital.

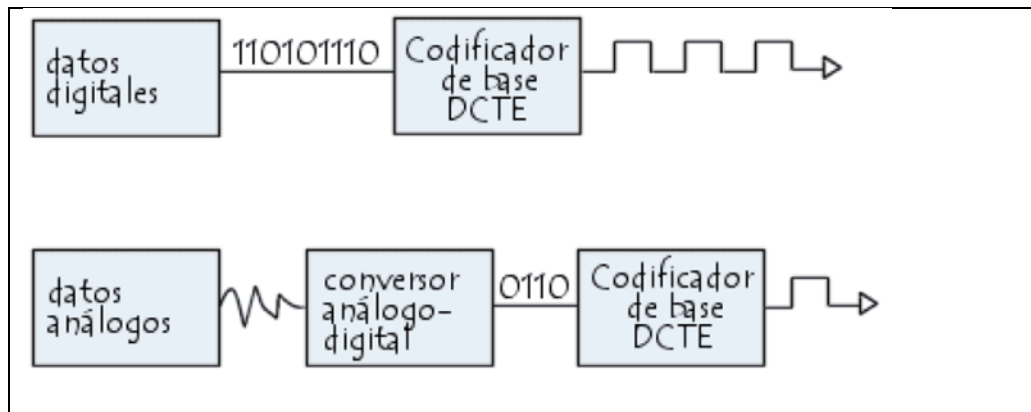


Figura 12

Para optimizar la transmisión, la señal debe ser codificada de manera de facilitar su transmisión en un medio físico. Existen varios sistemas de codificación para este propósito, los cuales se pueden dividir en dos categorías:

- Codificación de dos niveles: la señal sólo puede tomar un valor estrictamente negativo o estrictamente positivo ($-X$ o $+X$, donde X representa el valor de la cantidad física utilizada para transportar la señal)
- Codificación de tres niveles: la señal sólo puede tomar un valor estrictamente negativo, nulo o estrictamente positivo ($-X$, 0 ó $+X$)

a) Codificación NRZ

La codificación NRZ (que significa No Return to Zero (Sin Retorno a Cero)), es el primer sistema de codificación y también el más simple.

Consiste en la transformación de 0 en $-X$ y de 1 en $+X$, lo que resulta en una codificación bipolar en la que la señal nunca es nula. Como resultado, el receptor puede determinar si la señal está presente o no.

b) Codificación NRZI

La codificación NRZI es significativamente diferente de la codificación NRZ. Con este tipo de decodificación, cuando el valor del bit es 1, la señal cambia de estado luego de que el reloj lo indica. Cuando el valor del bit es 0, la señal no cambia de estado.

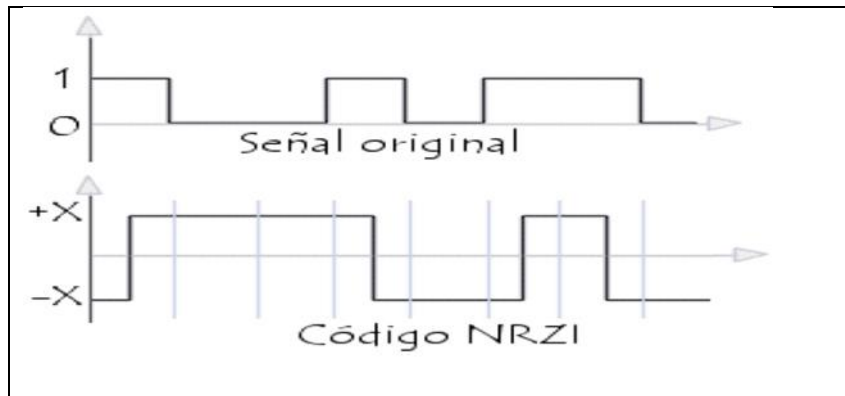


Figura 13

La codificación NRZI posee numerosas ventajas que incluyen:

- La detección de una señal o la ausencia de la misma
- La necesidad de una corriente de transmisión de baja señal

Sin embargo, esto presenta un problema: la presencia de una corriente continua durante una secuencia de ceros, que perturba la sincronización entre el transmisor y el receptor.

c) Codificación Manchester

La codificación Manchester, también denominada codificación de dos fases o PE (que significa Phase Encode (Codificación de Fase)), introduce una transición en medio de cada intervalo. De hecho, esto equivale a producir una señal OR exclusiva (XOR) con la señal del reloj, que se traduce en un límite ascendente cuando el valor del bit es cero y en un límite descendente en el caso opuesto.

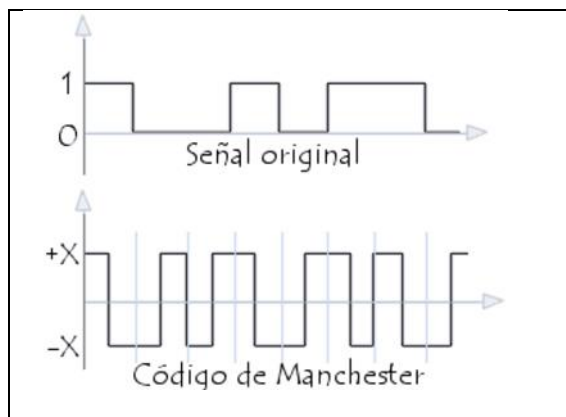


Figura 14

La codificación Manchester posee numerosas ventajas:

- puesto que no adopta un valor cero, es posible que el receptor detecte la señal
- un espectro que ocupa una banda ancha

Actividad N° 12

Introducción a la actividad

La siguiente actividad está diseñada para que el participante refuerce la comprensión de las técnicas de modulación

Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Recurso Plataforma Web	
Explicación demostrativa en aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de situaciones problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Taller de Trabajo	

Describir técnicas de modulación

Objetivos del aprendizaje

- Indicar y reconocer técnicas de modulación

Descripción de la Actividad

El instructor podrá realizar esta actividad en grupos, en pares o en forma individual.

Solicitará a los participantes que desarrollen un sistema de modulación propuesto mediante software de simulación (multisim)

Solicitará a los participantes que realicen diferentes actividades propuesta y explicar los fenómenos simulados.

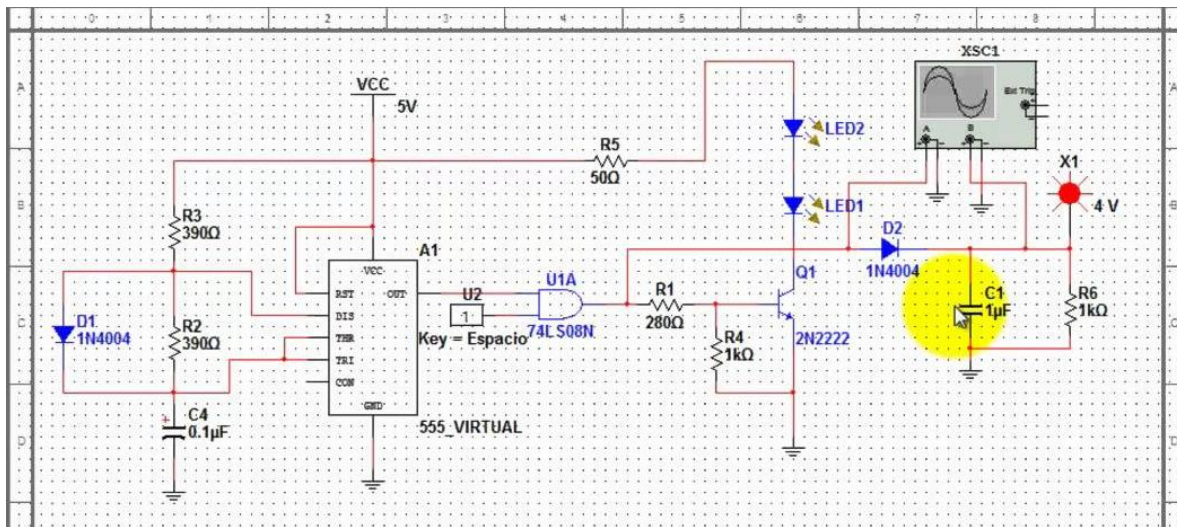
Materiales y Recursos

- Notebook
- Software de simulación

Desarrollo de la actividad

Los participantes armaran circuito propuesto en software simulador, observando los fenómenos resultantes, realizando anotaciones de lo observado.

Esta simulación consiste en emplear la modulación ASK para aplicarla en la comunicación Serial de datos y para enviar información en frecuencia con led infrarrojos



Cierre actividad

Los participantes deberán entregar un tipo de informe con las conclusiones de los fenómenos vistos en los circuitos simulados.

3 Técnicas de transmisión multiplexación y conmutación.

3.1 Transmisión de datos.

Tipos de transmisión

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.

La velocidad de transmisión es la relación entre la información transmitida a través de una red de comunicaciones y el tiempo empleado para ello. Cuando la información se transmite digitalizada, esto implica que está codificada en bits (unidades de base binaria), por lo que la velocidad de transmisión también se denomina a menudo tasa binaria o tasa de bits (bit rate, en inglés).

La unidad para medir la velocidad de transmisión es el bit por segundo (bps) pero es más habitual el empleo de múltiplos como kilobit por segundo (kbps, equivalente a mil bps) o megabit por segundo (Mbps, equivalente a un millón de bps).

Es importante resaltar que la unidad de almacenamiento de información es el byte, que equivale a 8 bits, por lo que a una velocidad de transmisión de 8 bps se tarda un segundo en transmitir 1 byte.

- Velocidad de Modulación (Baudios).

Para estudiar la velocidad de transmisión de datos por un canal, vamos a suponer que esta transmisión se realiza a través de algún tipo de cable eléctrico, aunque todos los conceptos que se verán a continuación pueden extenderse a cualquier medio físico.

La información puede ser transmitida por un cable variando alguna propiedad de la corriente eléctrica que circula por él, por ejemplo su voltaje. Nuestro propósito es transmitir información digital, por lo tanto nos interesa poder representar los estados lógicos 0 y 1 de una forma sencilla y fácilmente reconocible. Un convenio podría ser emplear un nivel de tensión de 0 voltios para representar el estado lógico 0, y 5 voltios para representar el estado lógico 1.

Se considera estados significativos de una línea a todos aquellos niveles de tensión que representen información distinta. Si disponemos de dos niveles de tensión para representar la información, entonces sólo podremos señalar un bit en cada estado. Si en lugar de dos, utilizáramos cuatro niveles de tensión, podemos agrupar la información a transmitir de modo que cada nivel de tensión represente dos bits. En

este caso se pueden transmitir dos bits de información por cada intervalo significativo de tiempo.

Podemos definir la velocidad de modulación como el número de veces por segundo que la señal cambia su valor en la línea o medio de transmisión. Esta velocidad se mide en baudios. El número de baudios determina la cantidad de cambios de estado por segundo que se producen en una transmisión. Cuantos más estados, más cantidad de bits por segundo se podrán transmitir. 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.

3.2 Modos de transmisión: Simplex, half- dúplex y full-dúplex.

Una transmisión dada en un canal de comunicaciones entre dos equipos puede ocurrir de diferentes maneras. La transmisión está caracterizada por:

- la dirección de los intercambios
 - el modo de transmisión: el número de bits enviados simultáneamente
 - la sincronización entre el transmisor y el receptor
-
- a) Una conexión simple (Simplex), es una conexión en la que los datos fluyen en una sola dirección, desde el transmisor hacia el receptor. Este tipo de conexión es útil si los datos no necesitan fluir en ambas direcciones (por ejemplo: desde el equipo hacia la impresora o desde el ratón hacia el equipo...).
 - b) Una conexión semidúplex (Halfduplex) es una conexión en la que los datos fluyen en una u otra dirección, pero no las dos al mismo tiempo. Con este tipo de conexión, cada extremo de la conexión transmite uno después del otro. Este tipo de conexión hace posible tener una comunicación bidireccional utilizando toda la capacidad de la línea.
 - c) Una conexión dúplex total (Full dúplex) es una conexión en la que los datos fluyen simultáneamente en ambas direcciones. Así, cada extremo de la conexión puede transmitir y recibir al mismo tiempo; esto significa que el ancho de banda se divide en dos para cada dirección de la transmisión de datos si es que se está utilizando el mismo medio de transmisión para ambas direcciones de la transmisión.

3. 3 Tipos de transmisión: Transmisión serie, transmisión 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). La conexión paralela en equipos del tipo PC generalmente requiere 10 alambres.

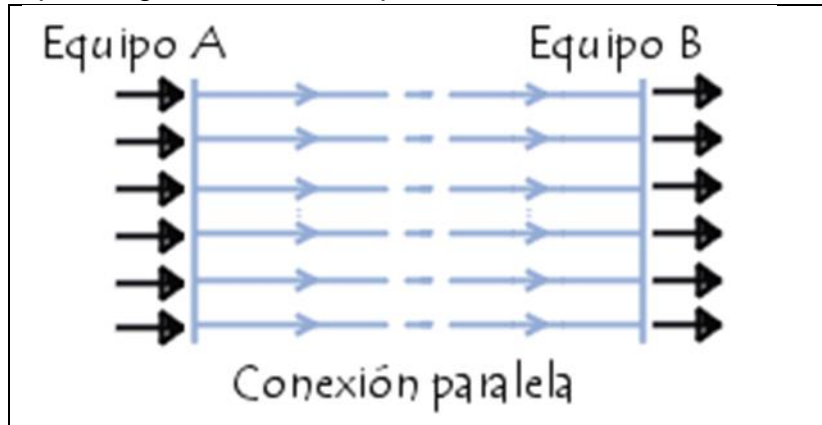


Figura 15

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.

Transmisión 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.

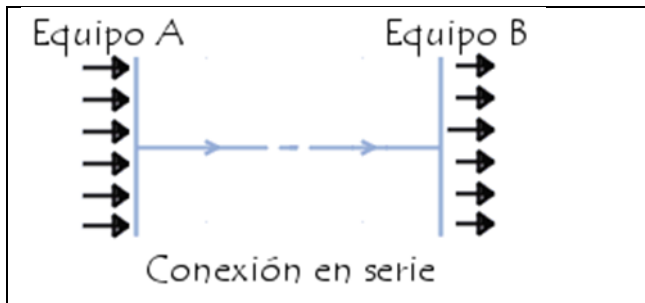


Figura 16

Estas operaciones son realizadas por un controlador de comunicaciones (normalmente un chip UART, Universal Asynchronous Receiver Transmitter (Transmisor Receptor Asíncrono Universal)). El controlador de comunicaciones 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.

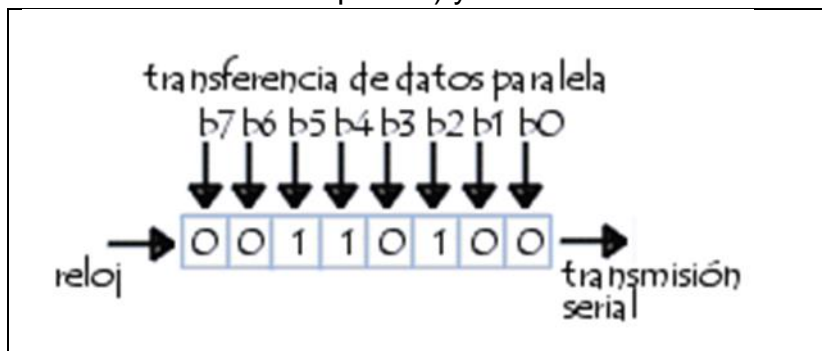


Figura 17

- La transformación en serie-paralelo 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 18

3.4 Técnicas de transmisión: transmisión síncrona y asíncrona.

Debido a los problemas que surgen con una conexión de tipo paralela, es muy común que se utilicen conexiones en serie. Sin embargo, ya que es un solo cable el que transporta la información, el problema es cómo sincronizar al transmisor y al receptor. En otras palabras, el receptor no necesariamente distingue los caracteres (o más generalmente, las secuencias de bits) ya que los bits se envían uno después del otro. Existen dos tipos de transmisiones que tratan este problema:

- La conexión asíncrona, en la que cada carácter se envía en intervalos de tiempo irregulares (por ejemplo, un usuario enviando caracteres que se introducen en el teclado en tiempo real). Así, por ejemplo, imagine que se transmite un solo bit durante un largo período de silencio... el receptor no será capaz de darse cuenta si esto es 00010000, 10000000 ó 00000100...
- Para remediar este problema, cada carácter es precedido por información que indica el inicio de la transmisión del carácter (el inicio de la transmisión de información se denomina *bit de INICIO*) y finaliza enviando información acerca de la finalización de la transmisión (denominada *bit de FINALIZACIÓN*, en la que incluso puede haber varios bits de FINALIZACIÓN).
- En una conexión síncrona, el transmisor y el receptor están sincronizados con el mismo reloj. El receptor recibe continuamente (incluso hasta cuando no hay transmisión de bits) la información a la misma velocidad que el transmisor la envía. Es por este motivo que el receptor y el transmisor están sincronizados a la misma velocidad. Además, se inserta información suplementaria para garantizar que no se produzcan errores durante la transmisión.

En el transcurso de la transmisión síncrona, los bits se envían sucesivamente sin que exista una separación entre cada carácter, por eso es necesario insertar elementos de sincronización; esto se denomina **sincronización al nivel de los caracteres**.

La principal desventaja de la transmisión sincrónica es el reconocimiento de los datos en el receptor, ya que puede haber diferencias entre el reloj del transmisor y el del receptor. Es por este motivo que la transmisión de datos debe mantenerse por bastante tiempo para que el receptor pueda distinguirla. Como resultado de esto, sucede que en una conexión sincrónica, la velocidad de la transmisión no puede ser demasiado alta

3.5 Tipos de conexión: punto a punto y multipunto.

- a) En una red punto a punto, los dispositivos en red actúan como socios iguales, o pares entre sí. Como pares, cada dispositivo puede tomar el rol de esclavo o la función de maestro. En un momento, el dispositivo A, por ejemplo, puede hacer una petición de un mensaje/dato del dispositivo B, y este es el que le responde enviando el mensaje/dato al dispositivo A. El dispositivo A funciona como esclavo, mientras que B funciona como maestro. Un momento después los dispositivos A y B pueden revertir los roles: B, como esclavo, hace una solicitud a A, y A, como maestro, responde a la solicitud de B. A y B permanecen en una relación recíproca o par entre ellos.

Los enlaces que interconectan los nodos de una red punto a punto se pueden clasificar en tres tipos según el sentido de las comunicaciones que transportan:

- Simplex.- La transacción sólo se efectúa en un solo sentido.
 - Half-dúplex.- La transacción se realiza en ambos sentidos, pero de forma alternativa, es decir solo uno puede transmitir en un momento dado, no pudiendo transmitir los dos al mismo tiempo.
 - Full-Dúplex.- La transacción se puede llevar a cabo en ambos sentidos simultáneamente.
- b) Punto a multipunto de comunicación es un término que se utiliza en el ámbito de las telecomunicaciones, que se refiere a la comunicación que se logra a través de un específico y distinto tipo de conexión multipunto, ofreciendo varias rutas desde una única ubicación a varios lugares. Una conferencia puede ser considerada una comunicación punto a multipunto ya que existe solo un orador (transmisor) y múltiples asistentes (receptor).

3.6 Dispositivos para la transmisión de datos: el modem

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 modem:

- Externos
- Internos
- Acústicos

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 modem 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 modem

Desventajas:

- Ocupa demasiado espacio
- Se ocupan varios cables

b) Internos: En este tipo de modem 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 modem son las siguientes:

- Puede usar el teléfono sin necesidad de mover el cable del mismo
- Algunas de las desventajas son:

- Es muy voluminoso

- d) **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 de modulando. Un módem digital es más rápido que un módem analógico. Para conseguir un aumento de velocidad usted 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.
- e) **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.

3.7 Estándares utilizados por los modem.

Ya se mencionó antes que hay más de un estándar para transmisión vía módem, y las principales diferencias entre ellos son las frecuencias de modulación y las velocidades de transmisión. En este apartado se estudiarán estos temas con más detalle, así como el funcionamiento interno de un módem. Hay dos conjuntos de estándares de módems, los Bell americanos y los CCITT europeos. En el momento actual, los módems de estándar Bell no pueden ser utilizados legalmente en el Reino Unido, donde las frecuencias utilizadas no cumplen los requerimientos de la British Telecom.

Para que los módems multi-estándar puedan ser aprobados, deben mortificarse para desactivar la operación Bell. El sistema Bell, por tanto, es de una importancia meramente académica para los usuarios europeos, y sólo será necesario conocerlos si se va a acceder, por alguna razón, a alguna base de datos americana. Los dos sistemas Bell son similares a los dos sistema CCITT, pero en la práctica no son lo suficiente- mente iguales como para lograr la compatibilidad.

Dado que los sistemas Bell no son generalmente aplicables en Europa, no serán considerados en este libro. El sistema V21 es probablemente el mejor para propósitos generales, ya que permite una razonable velocidad de transmisión en ambas direcciones.

También permite que el equipo receptor devuelva los datos al equipo transmisor, ya que funciona en sistema full dúplex. Esto permite implementar un sistema efectivo de control de errores. Por otra parte, el sistema V23 permite una considerable velocidad de transmisión, pero sólo en funcionamiento halfduplex.

Es interesante señalar que la operación halfduplex, o semi dúplex, no significa que la comunicación sólo sea posible en un sentido (esto se conoce como simplex). Significa que el sistema puede emitir en una única dirección a la vez; utilizando protocolos convenientes, es posible transmitir en ambas direcciones. Es necesario un protocolo efectivo para evitar que los dos transmitan a la vez.

El protocolo es igual que en los sistemas de radioteléfonos, donde la comunicación sólo se establece en un sentido a la vez y hay que utilizar la palabra "cambio" al final de cada mensaje para indicar a la otra persona que es su turno para hablar. En un sistema informática todo puede ser controlado automáticamente.

Por tanto, el usuario no puede siquiera darse cuenta de que el sistema está funcionando en una única dirección cada vez. El sistema V23 tiene las velocidades de 1200175 baudios, mencionadas previamente. En principio, puede parecer un sistema extraño.

Está diseñado básicamente para la utilización en grandes bases de datos. Estos sistemas, normalmente, emiten una gran cantidad de datos de la base al usuario, utilizando para ello la velocidad rápida. La velocidad lenta la utiliza el usuario para enviar instrucciones a la base de datos.

Estas son normalmente muy cortas, por lo, que resulta suficiente una velocidad de tan sólo 75 baudios. Suele ser la velocidad en la que los usuarios teclean la que fija la velocidad a la cual son enviados los caracteres. Los 75 baudios representan un máximo de 7.5 caracteres por segundo, o 450 caracteres por minuto. Supone de 75 a 90 palabras por minuto, velocidad solamente alcanzable por muy buenos mecanógrafos.

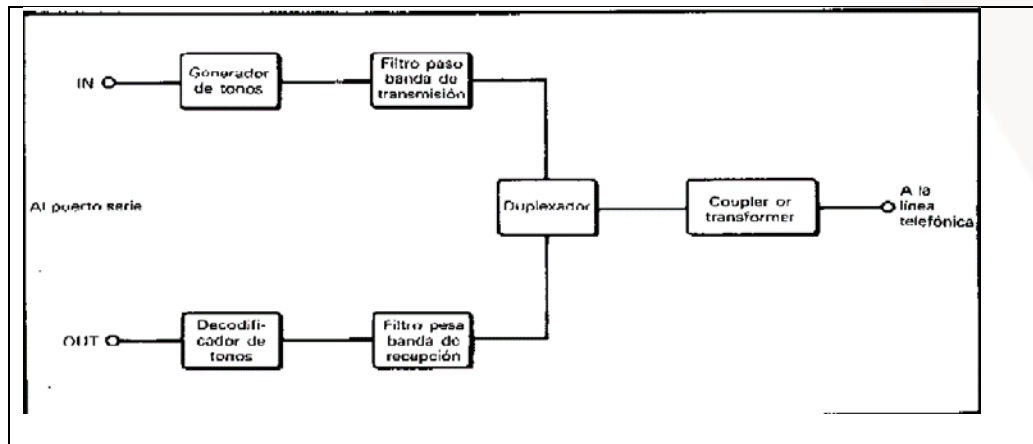


Figura 19

La figura 19 muestra la estructura interna utilizada por un módem V21. Un módem, funcionalmente hablando, es muy simple, pero hay que indicar que en la práctica resulta muy complejo y que hasta hace muy poco han sido extremadamente caros (más de 200.000 pesetas). Los módems modernos no son particularmente baratos en comparación con algunos de los ordenadores domésticos, pero resultan una buena inversión por su gran utilidad. Si observamos la figura 19 en la zona dedicada a la transmisión, vemos que la entrada en serie se acopla a un circuito generador de tonos.

Este es normalmente un VCO (Voltage Controlled Oscillator, oscilador controlado por voltaje), que conmuta entre las frecuencias en respuesta a los cambios de voltaje en su entrada, generando directamente los dos tonos requeridos. En las unidades reales hay circuitos antes del generador de tonos para asegurarse que los voltajes de control recibidos están en el rango adecuado.

Si esto no se hiciera los tonos serían dependientes exactamente de los voltajes de entrada del puerto serie, y podrían variar en un alto rango. Para que el módem funcione adecuadamente en conjunción con otros módems, resulta esencial la exactitud de los tonos generados.

La segunda etapa consiste en un filtro paso banda. Este filtro permite sólo el paso a una estrecha banda de frecuencias y rechaza cualquier señal fuera de las frecuencias de la banda de paso. Existen dos razones principales para la inclusión de este filtro. Una es, simplemente, que el generador de tonos no puede producir señales senales puras, si- no acompañadas de una gran cantidad de armónicos (múltiplos de la frecuencia fundamental). Estas frecuencias se hallan fuera de rango permitido para la transmisión vía teléfono. Una razón es que el proceso de modulación también genera frecuencias fuera del rango permitido, y el filtrado las elimina.

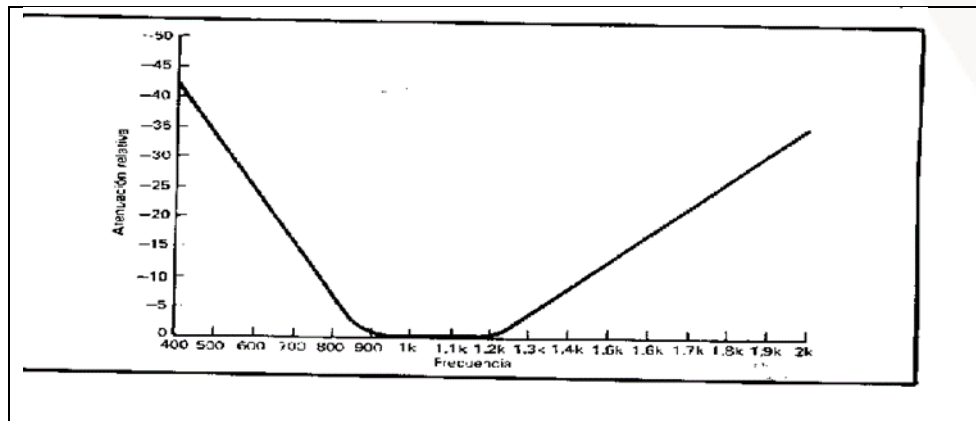


Figura 20

El rango de frecuencias de paso depende de los tonos de la transmisión; el ancho de banda es ligeramente superior que el mínimo necesario para incluir los dos tonos. El filtro es habitualmente de buena calidad y da un alto grado de atenuación, incluso cerca de los márgenes del paso de banda. La figura 20 muestra una respuesta en frecuencias típica para unos tonos de 1 180 y 980 Hz. El duplexador es un circuito que permite enviar una señal a través de un par de líneas mientras se extrae otra señal de ellas. Si la señal transmitida se alimentara directamente al cable cortocircuitarían las señales que llegaran y las eliminaría. Este permite acoplar la transmisión a la línea sin atenuar seriamente la señal de llegada. Las señales transmitida y recibida deben ser de niveles comparables.

Si se utiliza acoplamiento acústico el duplexador no resulta necesario, ya que el teléfono en sí más el acoplador producen la duplexación. Si no se utiliza el acoplamiento acústico las conexiones al sistema telefónico se harán utilizando un transformador de aislamiento. En la sección receptora, se extrae la señal del duplexador y se alimenta a un filtro paso banda. Este resulta necesario para atenuar la sección transmisora propia, aislando los dos tonos diferentes emitidos por el módem situado en el otro extremo de la línea. También ayuda a evitar los problemas causados por el ruido de la línea telefónica. Hay que señalar lo curioso que resulta que, a pesar del gran ruido contenido en las líneas telefónicas, los errores de transmisor. Son muy pocos cuando los módems están bien instalados.

El decodificador de tonos tiene que convertir los tonos que llegan de nuevo a voltajes. Suele hacer falta también una serie de circuitos para proporcionar una salida compatible RS-232C, que es más sencillo que diseñar un circuito que los genere directamente. Se pueden utilizar diversos tipos de circuitos de codificadores de tono, pero el más utilizado es sin duda el PLL, (PhaseLockedLoop, bucle de bloqueo de fases). Este sistema utiliza la estructura del diagrama de bloques de la figura 21. La

señal de entrada y la salida de un VCO se alimentan a las dos entradas de un comparador de fase, y la salida de ésta se procesa a través de un filtro paso bajo.

La salida del comparador de fase es una serie de pulsos, que se convierte en un voltaje continuo cuando se la hace pasar por el filtro paso bajo. La amplitud, dll voltaje continuo es relativa a la fase y la frecuencia de las dos señales de entrada. Si la salida del VCO es de una frecuencia menor o su fase se halla desplazada por detrás de la señal de entrada, el voltaje alcanza un valor alto. Si el VCO está operando a una frecuencia mayor que la señal de entrada o su fase se encuentra ligeramente por delante, entonces el voltaje torna un valor bajo.

La salida del filtro paso bajo se utiliza como voltaje de control para el VCO y un sencillo proceso de "retroalimentación" hace que el VCO bloquee su frecuencia a la misma que la señal de entrada. Si por cualquier razón el VCO produjera una frecuencia superior que la frecuencia de entrada, entonces el voltaje de control se reduciría, contrarrestando la deriva y bloqueando de nuevo al VCO en la misma frecuencia. De más importancia, si la frecuencia de entrada cambia, entonces también funciona el mismo sistema de retroalimentación y hace que el VCO persiga a la frecuencia de la señal de entrada. Nuestro circuito no requiere una señal del oscilador, sino la salida del filtro paso bajo.

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

a) La multiplexación por división de frecuencia (MDF) o (FDM), del inglés Frequency Division Multiplexing, es un tipo de multiplexación utilizada generalmente en sistemas de transmisión analógicos. La forma de funcionamiento es la siguiente: se convierte cada fuente de varias que originalmente ocupaban el mismo espectro de frecuencias,

a una banda distinta de frecuencias, y se transmite en forma simultánea por un solo medio de transmisión. Así se pueden transmitir muchos canales de banda relativamente angosta por un solo sistema de transmisión de banda ancha.

El FDM es un esquema análogo de multiplexado; la información que entra a un sistema FDM es analógica y permanece analógica durante toda su transmisión. Un ejemplo de FDM es la banda comercial de AM, que ocupa un espectro de frecuencias de 535 a 1605 kHz. Si se transmitiera el audio de cada estación con el espectro

original de frecuencias, sería imposible separar una estación de las demás. En lugar de ello, cada estación modula por amplitud una frecuencia distinta de portadora, y produce una señal de doble banda lateral de 10KHz.

Hay muchas aplicaciones de FDM, por ejemplo, la FM comercial y las emisoras de televisión, así como los sistemas de telecomunicaciones de alto volumen. Dentro de cualquiera de las bandas de transmisión comercial, las transmisiones de cada estación son independientes de las demás.

Una variante de MDF es la utilizada en fibra óptica, donde se multiplexan señales, que pueden ser analógicas o digitales, y se transmiten mediante portadoras ópticas de diferente longitud de onda, dando lugar a la denominada multiplexación por división de longitud de onda, o WDM del inglés Wavelength Division Multiplexing.

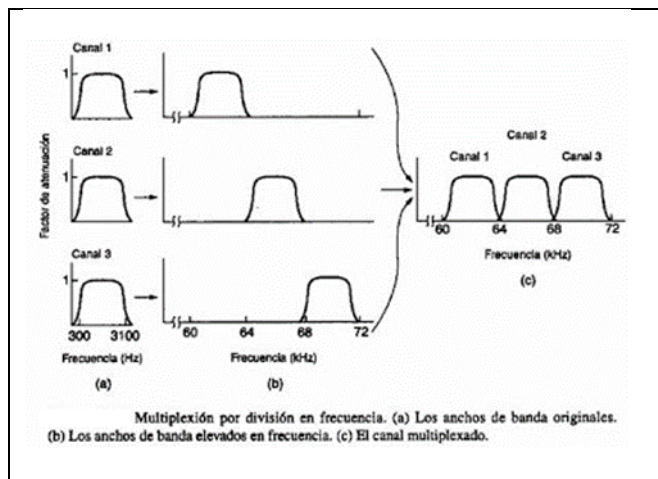


Figura 21

b) La multiplexación por división de tiempo (MDT) o (TDM), del inglés Time Division Multiplexing, es la más utilizada en la actualidad, especialmente en los sistemas de transmisión digitales. En ella, el ancho de banda total del medio de transmisión es asignado a cada canal durante una fracción del tiempo total (intervalo de tiempo). En la figura siguiente se representa, de forma muy esquematizada, un conjunto multiplexor-demultiplexor para ilustrar como se realiza la multiplexación-desmultiplexación por división de tiempo.

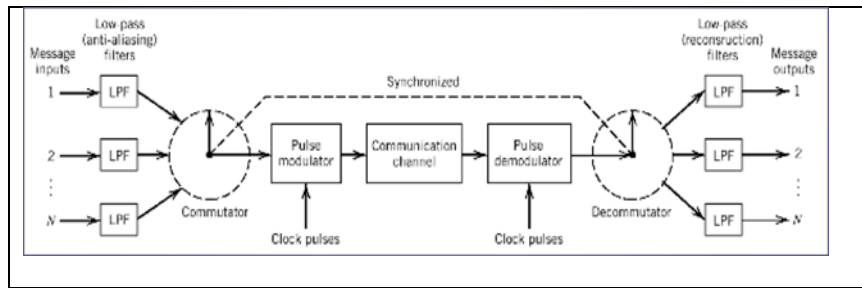


Figura 22

c) 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 basado en la tecnología de espectro expandido.

Uno de los problemas que 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.

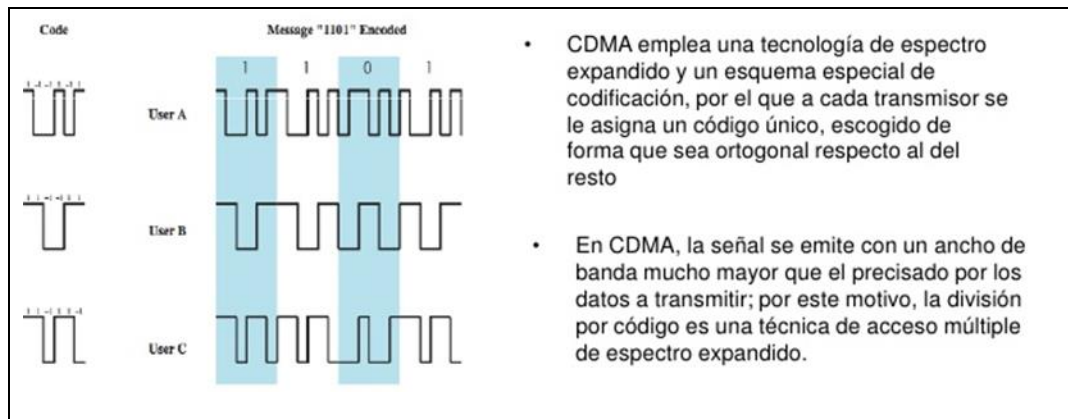


Figura 23

d) 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.

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.-

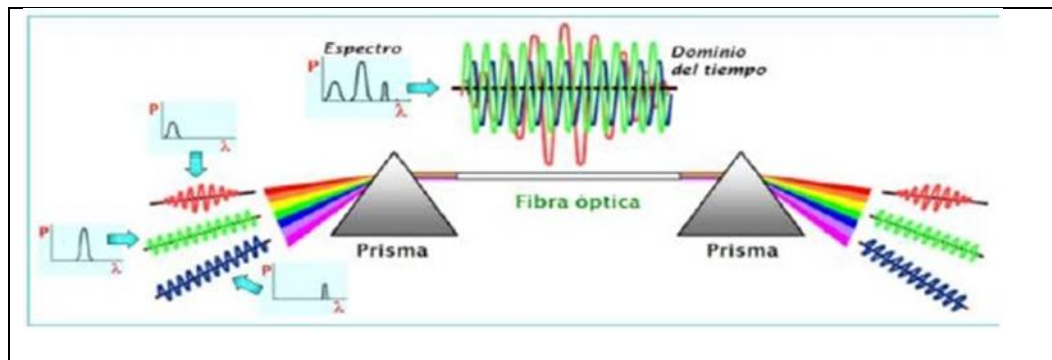


Figura 24

3.9 Sistema de conmutación

En las redes de comunicaciones, la conmutación se considera como la acción de establecer una vía, un camino, de extremo a extremo entre dos puntos, un emisor (Tx) y un receptor (Rx) a través de nodos o equipos de transmisión. La conmutación permite la entrega de la señal desde el origen hasta el destino requerido.

a) Conmutación de Circuito

Se denomina Conmutación de circuitos (Circuit Switching en inglés) al establecimiento, por parte de una red de comunicaciones, de una vía dedicada exclusiva y temporalmente (o “circuito”) a la transmisión de extremo a extremo entre dos puntos, un emisor y un receptor.

En la conmutación de circuitos, se busca y define una vía extremo-a-extremo con un ancho de banda fijo específico durante toda de la sesión. La red recibe desde el extremo emisor, una dirección que identifica al extremo destinatario y establece un “camino” hacia dicho destino. Cuando finaliza la sesión, la vía se libera y puede ser utilizada por un nuevo circuito.

Su ventaja principal radica en que una vez establecido el circuito su disponibilidad es muy alta, puesto que se garantiza este camino entre ambos extremos independientemente del flujo de información. Su principal inconveniente reside en

consumir muchos recursos del sistema mientras dura la comunicación, independientemente de lo que en la realidad pudiera requerir.



Figura 25

a) Conmutación de Paquetes

Se denomina Conmutación de Paquetes (Packet Switching en inglés) al establecimiento, por parte de una red de comunicaciones, de un intercambio de bloques de información (o “paquetes”) con un tamaño específico entre dos puntos, un emisor y un receptor. En el origen, extremo emisor, la información se divide en “paquetes” a los cuales se les indica la dirección del destinatario. Esto es, cada paquete contiene, además de datos, un encabezado con información de control (prioridad y direcciones de origen y destino).

Los paquetes se transmiten a través de la red y, posteriormente, son reensamblados en el destino obteniendo así el mensaje original. En cada nodo de red, un paquete puede ser almacenado brevemente y encaminado dependiendo de la información de la cabecera. De esta forma, pueden existir múltiples vías o “caminos” de un punto a otro, siendo gestionado por la red el camino óptimo. Las redes basadas en la conmutación de paquetes evitan que mensajes de gran longitud signifiquen grandes intervalos de espera ya que limitan el tamaño de los mensajes transmitidos. La red puede transmitir mensajes de longitud variable pero con una longitud máxima.

La conmutación de paquetes resulta más adecuada para la transmisión de datos comparada con la Conmutación de circuitos.

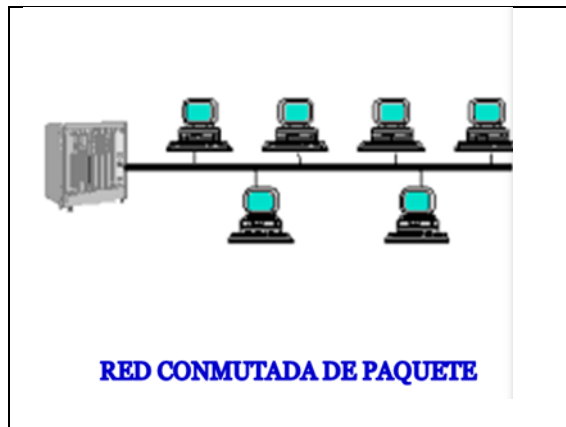


Figura 26

Su principal ventaja es que únicamente consume recursos del sistema cuando se envía (o se recibe) un paquete, quedando el sistema libre para manejar otros paquetes con otras información o de otros usuarios. Por tanto, la conmutación de paquetes permite inherentemente la compartición de recursos entre usuarios y entre informaciones de tipo y origen distinto. Este es caso de Internet. Su inconveniente reside en las dificultades en el manejo de informaciones de tiempo real, como la voz, es decir, que requieren que los paquetes de datos que la componen lleguen con un retardo apropiado y en el orden requerido. Evidentemente las redes de conmutación de paquetes son capaces de manejar informaciones de tiempo real, pero lo hacen a costa de aumentar su complejidad y sus capacidades.

3.10 Topologías.

El término topología se refiere a la forma en que está diseñada la red, bien físicamente (rigiéndose de algunas características en su hardware) o bien lógicamente (basándose en las características internas de su software).

La topología de red es la representación geométrica de la relación entre todos los enlaces y los dispositivos que los enlazan entre sí (habitualmente denominados nodos).

Para el día de hoy, existen al menos cinco posibles topologías de red básicas: malla, estrella, árbol, bus y anillo.

a) Red de Bus

Red cuya topología se caracteriza por tener un único canal de comunicaciones (denominado bus, troncal o backbone) al cual se conectan los diferentes dispositivos. De esta forma todos los dispositivos comparten el mismo canal para comunicarse entre sí.

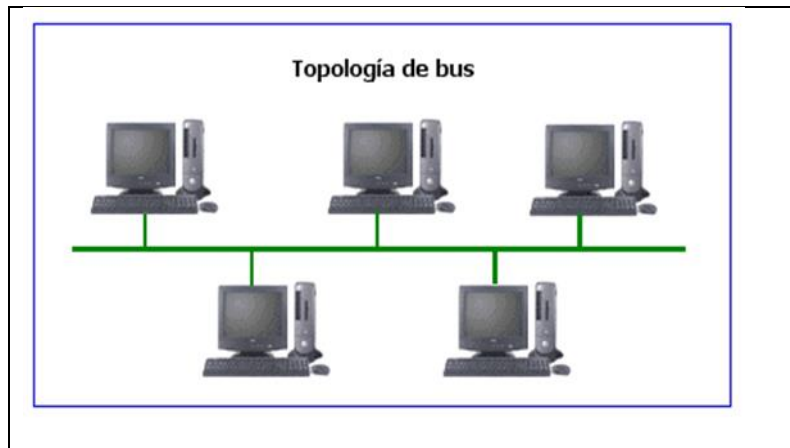


Figura 27

b) Red de Anillo

Topología de red en la que cada estación está conectada a la siguiente y la última está conectada a la primera. Cada estación tiene un receptor y un transmisor que hace la función de repetidor, pasando la señal a la siguiente estación.

En este tipo de red la comunicación se da por el paso de un token o testigo, que se puede conceptualizar como un cartero que pasa recogiendo y entregando paquetes de información, de esta manera se evitan eventuales pérdidas de información debidas a colisiones.

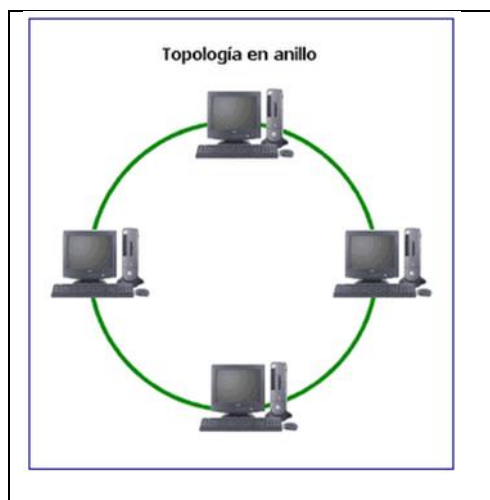


Figura 28

c) Red de Estrella

Una red en estrella es una red en la cual las estaciones están conectadas directamente a un punto central y todas las comunicaciones se han de hacer

necesariamente a través de este. Los dispositivos no están directamente conectados entre sí, además de que no se permite tanto tráfico de información. Dado su transmisión, una red en estrella activa tiene un nodo central activo que normalmente tiene los medios para prevenir problemas relacionados con el eco.

Se utiliza sobre todo para redes locales. La mayoría de las redes de área local que tienen un enrutador (router), un conmutador (switch) o un concentrador (hub) siguen esta topología. El nodo central en estas sería el enrutador, el conmutador o el concentrador, por el que pasan todos los paquetes de usuarios.

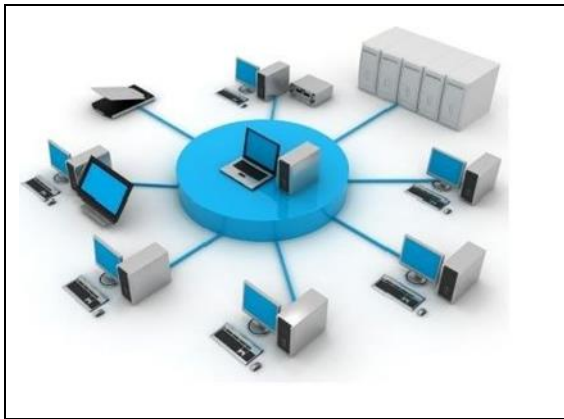


Figura 29

d) Red de Malla

La topología de red mallada es una topología de red en la que cada nodo está conectado a todos los nodos. De esta manera es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos. Si la red de malla está completamente conectada, puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones.

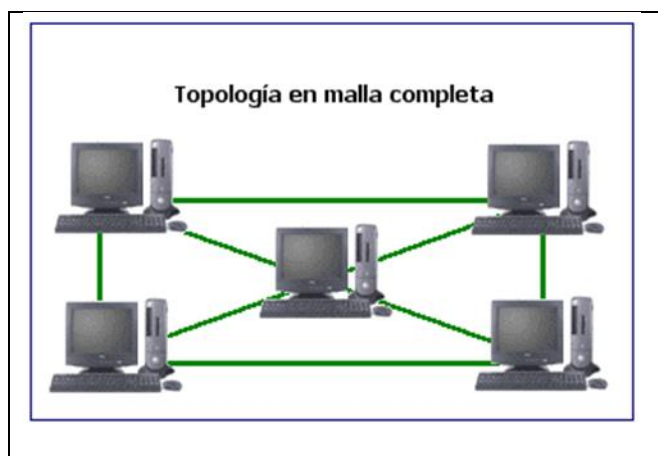


Figura 30

e) Red de Árbol

Topología de red en la que los nodos están colocados en forma de árbol. Desde una visión topológica, la conexión en árbol es parecida a una serie de redes en estrella interconectadas salvo en que no tiene un nodo central. En cambio, tiene un nodo de enlace troncal, generalmente ocupado por un hub o switch, desde el que se ramifican los demás nodos. Es una variación de la red en bus, la falla de un nodo no implica interrupción en las comunicaciones. Se comparte el mismo canal de comunicaciones.

La topología en árbol puede verse como una combinación de varias topologías en estrella. Tanto la de árbol como la de estrella son similares a la de bus cuando el nodo de interconexión trabaja en modo difusión, pues la información se propaga hacia todas las estaciones, solo que en esta topología las ramificaciones se extienden a partir de un punto raíz (estrella), a tantas ramificaciones como sean posibles, según las características del árbol.

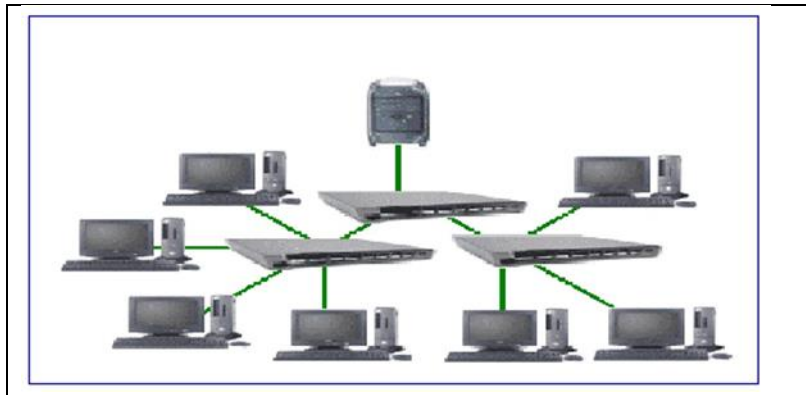


Figura 31

3.11 Técnicas de conmutación.

Por regla general, para transmitir un mensaje por la red es necesario trocearlo previamente, dividiéndolo en unidades más pequeñas, llamadas paquetes. Esta división suele realizarse en las interfaces de los nodos, por lo que las interfaces de red podrán enviar, recibir y procesar mensajes o paquetes, según el caso. En otras palabras, el paquete constituye la unidad de transferencia entre interfaces de red (nivel de red en el modelo OSI).

Dependiendo de la técnica usada, la unidad de control de flujo entre conmutadores puede ser menor que un paquete; siendo así, cada paquete se compondrá de unidades más pequeñas, denominadas *flits* (de «*flow control units*»). En tal caso, el *flit* constituye la unidad de transferencia entre conmutadores (nivel de enlace).

Asimismo, el ancho del enlace impone un límite físico al tamaño de unidad transferible por dicho enlace en un ciclo de red, por lo que, a su vez, la unidad de control de flujo entre conmutadores

puede dividirse en varios *phits* (de «**physicalunits**»). El *phit* constituye la unidad de transferencia entre controladores de enlaces (nivel físico).

Las técnicas de conmutación básicas son:

- Conmutación almacenamiento y reenvío («*Store and Forward*»)
- Conmutación vermiforme («*WormholeSwitching*»)
- Conmutación virtual cut-through
- Conmutación de circuitos («*CircuitSwiching*»)

Dentro de un sistema multicomputador, la técnica de conmutación es la faceta de diseño más determinante en el rendimiento de la red de interconexión.

- a) Conmutación almacenamiento y reenvío: La unidad de transferencia entre interfaces (nivel de red del modelo OSI) es el paquete, mientras que la unidad de transferencia entre controladores de enlace (nivel físico) es el *phit* (de «**physicalunit**»). Un phit es la unidad de información transferida por un enlace en un ciclo de red.

En una red basada en «almacenamiento y reenvío», un conmutador espera a recibir íntegramente el paquete antes de ejecutar el algoritmo de encaminamiento. Una vez hecho esto, el paquete completo se transfiere o reenvía al siguiente conmutador, determinado por el encaminamiento, a través de la salida correspondiente. En cada instante, el paquete puede estar transfiriéndose por un único canal (ver [vídeo](#)). De lo anterior se deduce que los recursos de red (buffer y enlaces) se asignan a nivel de paquete.¹

El buffer del conmutador debe tener capacidad para almacenar todo el paquete completo. En una red de procesamiento paralelo, el recurso a la memoria principal del nodo al que se conecta el conmutador no es una opción viable, ya que degrada considerablemente las prestaciones. Por ello, es preciso limitar ante todo el tamaño de los paquetes, dividiendo en la interfaz origen el mensaje en unidades más pequeñas que no superen un tamaño máximo preestablecido. En multiprocesadores esta división puede ser superflua, ya que la longitud del mensaje suele estar ajustada al tamaño de una línea de caché.

- b) Conmutación vermiforme: Los paquetes de red se dividen en unidades más pequeñas llamadas flits (de «flow control units»). La unidad de transferencia entre interfaces (nivel de red del modelo OSI) es el paquete, mientras que la unidad de transferencia entre conmutadores (nivel de enlace) es el flit. El primer flit, llamado "flit de cabecera", porta información relativa a la ruta del paquete (concretamente la dirección de destino) y

configura el encaminamiento para los demás flits asociados al paquete. El flit de cabecera es seguido por los flits restantes, que son los que transportan el contenido del mensaje (ver vídeo). El último flit, llamado "flit de cola", se encarga de cerrar la conexión entre los dos nodos. De todo lo anterior se deduce que los recursos de red (buffer y enlaces) se asignan a nivel de flit.

La conmutación virtual cut-through adopta un enfoque similar. La principal diferencia radica en que el control de flujo cut-through asigna almacenamiento (buffers) y ancho de banda a nivel de paquete, mientras que el control de flujo vermiciforme hace lo propio a nivel de flit. En la mayoría de los aspectos, vermiciforme funciona de manera similar al re direccionamiento ATM o MPLS, con la salvedad de que en ATM las celdas no tienen que pasar por una cola de espera.²

Una característica especial del control de flujo vermiciforme es la implementación de canales virtuales, donde cada puerto de entrada o salida proporciona múltiples canales virtuales.

- c) Conmutación virtual :Al igual que en conmutación vermiciforme, en una red que opera con virtual cut-through el encaminamiento en el conmutador se ejecuta en cuanto llega la cabecera del paquete. La unidad de transferencia entre interfaces (nivel de red del modelo OSI) es el paquete, que puede "cortarse" (cut-through) en trozos más pequeños, de forma que la cabecera pueda estar ya en el siguiente conmutador cuando aún no se ha recibido el paquete completo.¹

Si un paquete se bloquea por hallarse ocupado un enlace, puede entretanto almacenarse en el buffer a la entrada del conmutador, cuya capacidad debe ser suficiente para alojar (al menos) un paquete completo. Esto implica que si los mensajes no tienen un tamaño máximo preestablecido, deberán fragmentarse en unidades más pequeñas.

De esta forma, en virtual cut-through el camino a recorrer por los paquetes se segmenta en etapas, al igual que sucede en conmutación vermiciforme, pero asignando buffer y enlaces a nivel de paquete como en «almacenamiento y reenvío». Este esquema permite que, en cada momento, un paquete no bloqueado pueda estar transfiriéndose por múltiples canales de la red al mismo tiempo.

- d) Conmutación de circuitos: La conmutación de circuitos es un tipo de conexión que realizan los diferentes nodos de una red para lograr un camino apropiado para conectar dos usuarios de una red de telecomunicaciones.

A diferencia de lo que ocurre en la conmutación de paquetes, en este tipo de conmutación se establece un canal de comunicaciones dedicado entre dos estaciones. Se reservan recursos de transmisión y de conmutación de la red para su uso exclusivo en el circuito

durante la conexión. Ésta es transparente: una vez establecida parece como si los dispositivos estuvieran realmente conectados.

La comunicación por conmutación de circuitos implica tres fases: el establecimiento del circuito, la transferencia de datos y la desconexión del circuito. Una vez que el camino entre el origen y el destino queda fijado, queda reservado un ancho de banda fijo hasta, que la comunicación se termine.

Para comunicarse con otro destino, el origen debe primero finalizar la conexión establecida. Los nodos deben tener capacidad de conmutación y de canal suficiente como para gestionar la conexión solicitada; los conmutadores deben contar con la inteligencia necesaria para realizar estas reservas y establecer una ruta a través de la red. El ejemplo más conocido de este tipo de conexión es la Red Telefónica Conmutada.

Introducción a la actividad

La siguiente actividad está diseñada para que el participante refuerce la comprensión de las técnicas de multiplexación

Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Recurso Plataforma Web	
Explicación demostrativa en aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de situaciones problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Taller de Trabajo	

Describir técnicas de multiplexación**Objetivos del aprendizaje**

- Indicar y reconocer técnicas de demultiplexación
-

Descripción de la Actividad

El instructor podrá realizar esta actividad en grupos, en pares o en forma individual.

Solicitará a los participantes que desarrollen un sistema de multiplexado propuesto mediante software de simulación (multisim)

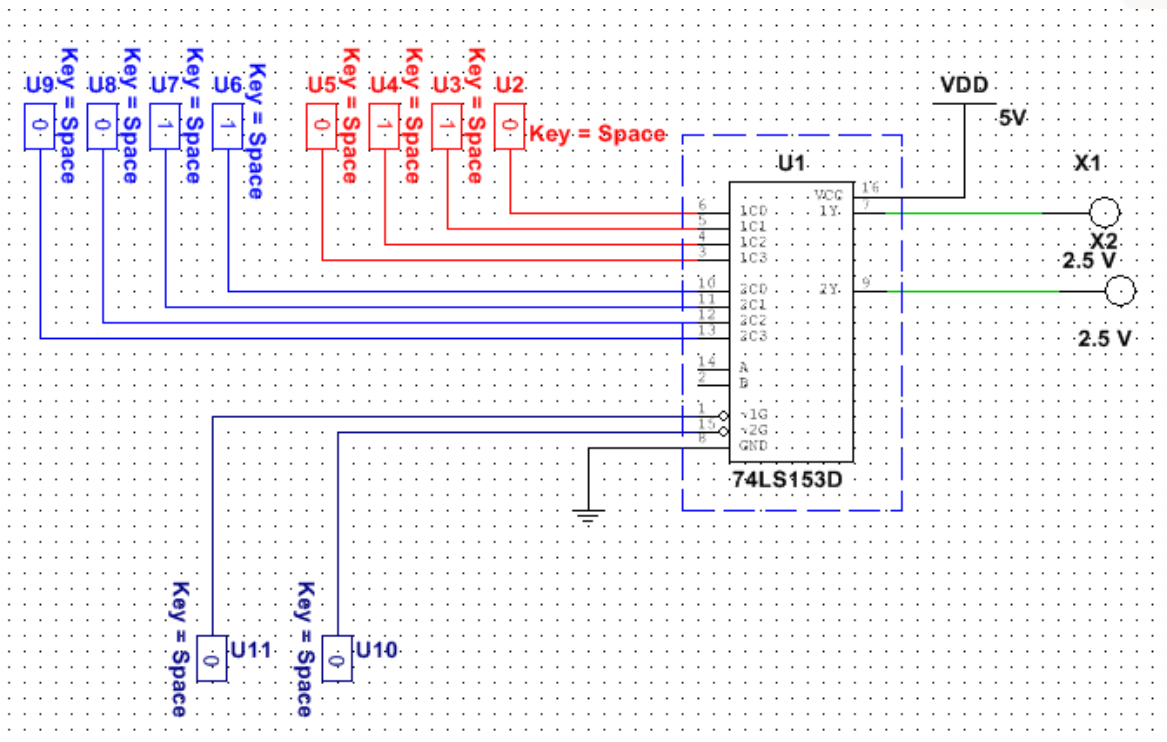
Solicitará a los participantes que realicen diferentes actividades propuesta y explicar los fenómenos simulados.

Materiales y Recursos

- Notebook
- Software de simulación (multisim)

Desarrollo de la actividad

Los participantes armaran circuito propuesto en software simulador, observando los fenómenos resultantes, realizando anotaciones de lo observado.



Esta simulación consiste en entender el proceso de multiplexado

Cierre de actividad

Esta simulación consiste en entender el proceso de multiplexado, a modo de cierre de actividad los participantes en conjunto con el instructor realizaran comentarios acerca de la actividad.

Introducción a la actividad

La siguiente actividad está diseñada para que el participante refuerce la comprensión de las técnicas de demultiplexación.

Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Recurso Plataforma Web	
Explicación demostrativa en aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de situaciones problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Taller de Trabajo	

Describir técnicas de demultiplexación

Objetivos del aprendizaje

- Indicar y reconocer técnicas de demultiplexación

Descripción de la Actividad

El instructor podrá realizar esta actividad en grupos, en pares o en forma individual.

Solicitará a los participantes que desarrollen un sistema de modulación propuesto mediante software de simulación (multisim)

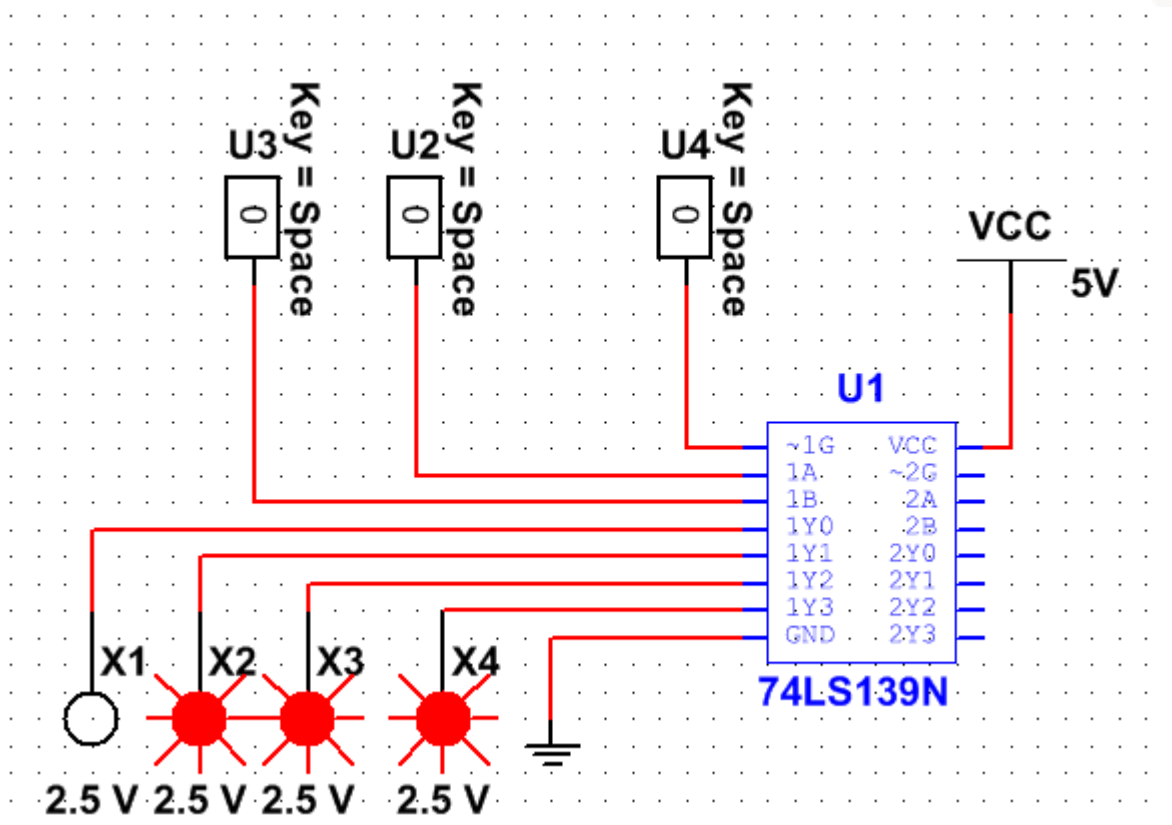
Solicitará a los participantes que realicen diferentes actividades propuesta y explicar los fenómenos simulados.

Materiales y Recursos

- Notebook
- Software de simulación (multisim)

Desarrollo de la actividad

Los participantes armaran circuito propuesto en software simulador, observando los fenómenos resultantes, realizando anotaciones de lo observado.



Cierra de la actividad

Esta simulación consiste en entender el proceso de demultiplexado

4. Medios de transmisión y perturbaciones

4.1 Medios guiados.

Los medios de transmisión guiados están constituidos por cables que se encargan de la conducción (o guiado) de las señales desde un extremo al otro. Las principales características de los medios guiados son el tipo de conductor utilizado, la velocidad máxima de transmisión, las distancias máximas que puede ofrecer entre repetidores, la inmunidad frente a interferencias electromagnéticas, la facilidad de instalación y la capacidad de soportar diferentes tecnologías de nivel de enlace.

La velocidad de transmisión depende directamente de la distancia entre los terminales, y de si el medio se utiliza para realizar un enlace punto a punto o un enlace multipunto. Debido a esto, los diferentes medios de transmisión tendrán diferentes velocidades de conexión que se adaptarán a utilizaciones dispares.

Dentro de los medios de transmisión guiados, los más utilizados en el campo de las telecomunicaciones y la interconexión de computadoras son tres:

- cable de par trenzado,
- cable coaxial y
- fibra óptica

Medio de Transmisión	Razón de datos total	Ancho de Banda	Separación entre repetidores
Par Trenzado	4 Mbps	3 Mhz	2 a 10 km
Cable Coaxial	500 Mbps	350MHz	1 a 10 km
Fibra Óptica	2Gbps	2GHz	10 a 100 km

Tabla 1

4.2 Cable de par trenzado (señal eléctrica).

El cable de par trenzado consiste en un conjunto de pares de hilos de cobre, conductores cruzados entre sí, con el objetivo de reducir el ruido de diafonía. A mayor número de cruces por unidad de longitud, mejor comportamiento ante el problema de diafonía. Existen dos tipos básicos de pares trenzados:

- a) apantallado, blindado o con blindaje: ShieldedTwistedPair (STP).

b) no apantallado, sin blindar o sin blindaje: UnshieldedTwistedPair (UTP), es un tipo de cables de pares trenzados sin recubrimiento metálico externo, de modo que es sensible a las interferencias.

Es importante guardar la numeración de los pares, ya que de lo contrario el efecto del trenzado no será eficaz, disminuyendo sensiblemente o incluso impidiendo la capacidad de transmisión. Es un cable económico, flexible y sencillo de instalar. Las aplicaciones principales en las que se hace uso de cables UTP son:

- Bucle de abonado: es el último tramo de cable existente entre el teléfono de un abonado y la central a la que se encuentra conectado. Este cable suele ser UTP Cat 3 y en la actualidad es uno de los medios más utilizados para transporte de banda ancha, debido a que es una infraestructura que está implantada en el 100 % de las ciudades.

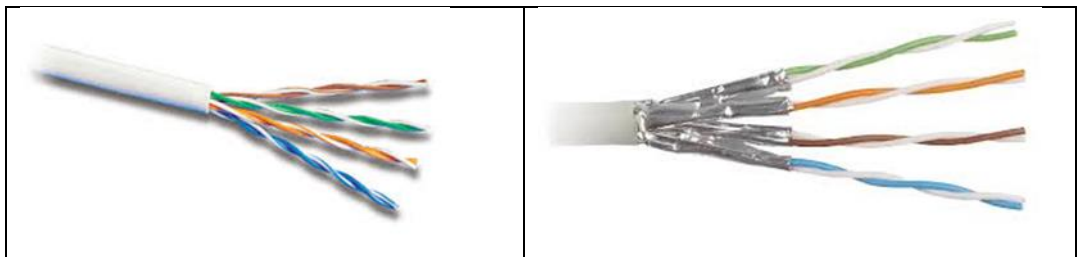


Figura 32

Red de área local (LAN): en este caso se emplea UTP Cat 5 o Cat 6 para transmisión de datos, consiguiendo velocidades de varios centenares de Mbps. Un ejemplo de este uso lo constituyen las redes 10/100/1000Base



Figura 33

4.3 Cable coaxial (señal eléctrica).

El cable coaxial, coaxcable o coax, creado en la década de 1930, es un cable utilizado para transportar señales eléctricas de alta frecuencia que posee dos conductores concéntricos, uno central, llamado núcleo, encargado de llevar la información, y uno exterior, de aspecto tubular, llamado malla, blindaje o trenza, que sirve como referencia de tierra y retorno de las corrientes. Entre ambos se encuentra una capa aislante llamada dieléctrico, de cuyas características dependerá principalmente la calidad del cable. Todo el conjunto suele estar protegido por una cubierta aislante (también denominada chaqueta exterior).

El conductor central puede estar constituido por un alambre sólido o por varios hilos retorcidos de cobre; mientras que el exterior puede ser una malla trenzada, una lámina enrollada o un tubo corrugado de cobre o aluminio. En este último caso resultará un cable semirrígido.

Debido a la necesidad de manejar frecuencias cada vez más altas y a la digitalización de las transmisiones, en años recientes se ha sustituido paulatinamente el uso del cable coaxial por el de fibra óptica, en particular para distancias superiores a varios kilómetros, porque el ancho de banda de esta última es muy superior.



Figura 34

4.4 Fibra óptica (señal luminosa).

La fibra óptica es un medio de transmisión, empleado habitualmente en redes de datos, consistente en un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra con

un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la ley de Snell. La fuente de luz puede ser láser o un led.

Las fibras se utilizan ampliamente en telecomunicaciones, ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades similares a las de radio y superiores a las de cable convencional. Son el medio de transmisión por excelencia, al ser inmune a las interferencias electromagnéticas, y también se utilizan para redes locales donde se necesite aprovechar las ventajas de la fibra óptica por sobre otros medios de transmisión.

La fibra óptica es una guía de ondas dieléctrica que opera a frecuencias ópticas.

Cada filamento consta de un núcleo central de plástico o cristal (óxido de silicio y germanio) con un alto índice de refracción, rodeado de una capa de un material similar con un índice de refracción ligeramente menor. Cuando la luz llega a una superficie que limita con un índice de refracción menor, se refleja en gran parte, cuanto mayor sea la diferencia de índices y mayor el ángulo de incidencia, se habla entonces de reflexión interna total.

En el interior de una fibra óptica, la luz se va reflejando contra las paredes en ángulos muy abiertos, de tal forma que prácticamente avanza por su centro. De este modo, se pueden guiar las señales luminosas sin pérdidas por largas distancias.

A lo largo de toda la creación y desarrollo de la fibra óptica, algunas de sus características han ido cambiando para mejorarla. Las características más destacables de la fibra óptica en la actualidad son:

- Cobertura más resistente: La cubierta contiene un 25% más material que las cubiertas convencionales.
- Uso dual (interior y exterior): La resistencia al agua y emisiones ultravioleta, la cubierta resistente y el funcionamiento ambiental extendido de la fibra óptica contribuyen a una mayor confiabilidad durante el tiempo de vida de la fibra.
- Mayor protección en lugares húmedos: Se combate la intrusión de la humedad en el interior de la fibra con múltiples capas de protección alrededor de ésta, lo que proporciona a la fibra, una mayor vida útil y confiabilidad en lugares húmedos.
- Empaquetado de alta densidad: Con el máximo número de fibras en el menor diámetro posible se consigue una más rápida y más fácil instalación, donde el cable debe enfrentar dobleces agudos y espacios estrechos. Se ha llegado a conseguir un cable con 72 fibras de construcción súper densa cuyo diámetro es un 50% menor al de los cables convencionales.

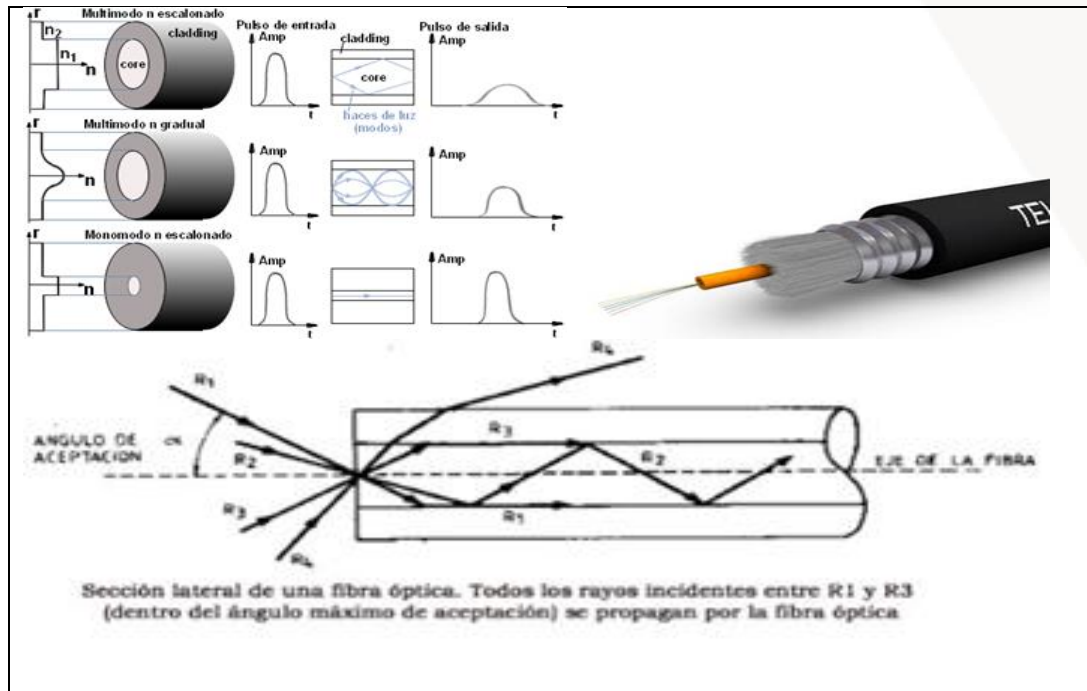


Figura 35

4.5 Medios no guiados.

Los medios de transmisión, dependiendo de la forma de conducir la señal a través del medio o soporte físico, se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- medios de transmisión guiados o alámbricos, y
- medios de transmisión no guiados o inalámbricos.

En ambos casos las tecnologías actuales de transmisión usan ondas electromagnéticas.

En los medios inalámbricos, se utiliza el aire como medio de transmisión, a través de radiofrecuencias, microondas y luz (infrarrojos, láser); por ejemplo: puerto IrDA (Infrared Data Association), Bluetooth o Wi-Fi.

Según el sentido de la transmisión, existen tres tipos diferentes de medios de transmisión:

- simplex,
- semidúplex y
- dúplex.

También los medios de transmisión se caracterizan por utilizarse en rangos de frecuencia de trabajo diferentes.

En este tipo de medios, la transmisión y la recepción de información se lleva a cabo mediante antenas. A la hora de transmitir, la antena irradia energía electromagnética en el medio. Por el contrario, en la recepción la antena capta las ondas electromagnéticas del medio que la rodea.

Para las transmisiones no guiadas, la configuración puede ser:

- a) direccional, en la que la antena transmisora emite la energía electromagnética concentrándola en un haz, por lo que las antenas emisora y receptora deben estar alineadas; y
- b) omnidireccional, en la que la radiación se hace de manera dispersa, emitiendo en todas direcciones, pudiendo la señal ser recibida por varias antenas.
- c) Generalmente, cuanto mayor es la frecuencia de la señal transmitida es más factible confinar la energía en un haz direccional.

La transmisión de datos a través de medios no guiados añade problemas adicionales, provocados por la reflexión que sufre la señal en los distintos obstáculos existentes en el medio.

Resultando más importante el espectro de frecuencias de la señal transmitida que el propio medio de transmisión en sí mismo.

Según el rango de frecuencias de trabajo, las transmisiones no guiadas se pueden clasificar en tres tipos:

- radiofrecuencia u ondas de radio
 - ✓ microondas terrestres
 - ✓ satelitales
- luz
 - ✓ infrarroja
 - ✓ láser

Banda de Frecuencia	Nombre	Modulación	Razón de Datos	Aplicaciones Principales
30-300 kHz	LF (low frequency)	ASK, FSK, MSK	0,1-100 bps	Navegación
300-3000 kHz	MF (medium frequency)	ASK, FSK, MSK	10-1000 bps	Radio AM Comercial
3-30 MHz	HF (high frequency)	ASK, FSK, MSK	10-3000 bps	Radio de onda corta
30-300 MHz	VHF (very high frequency)	FSK, PSK	Hasta 100 kbps	Television VHF, Radio FM
300-3000 MHz	UHF (ultra high frequency)	PSK	Hasta 10 Mbps	Television UHF, Microondas Terrestres
3-30 GHz	SHF (super high frequency)	PSK	Hasta 100Mbps	Microondas terrestres y por satélite
30-300 GHz	EHF (extremely high frequency)	PSK	Hasta 750 Mbps	Enlaces cercanos con punto a punto experimentales

Tabla 2

4.6 Transmisión de señales de radio.

Las ondas de Radio son un tipo de ondas electromagnéticas, lo cual confiere tres ventajas importantes:

- No es necesario un medio físico para su propagación, las ondas electromagnéticas pueden propagarse incluso por el vacío.
- La velocidad es la misma que la de la luz, es decir 300.000 Km/seg.
- Objetos que a nuestra vista resultan opacos son transparentes a las ondas electromagnéticas.

No obstante las ondas electromagnéticas se atenúan con la distancia, de igual forma y en la misma proporción que las ondas sonoras. Pero esta desventaja es posible minimizarla empleando una potencia elevada en la generación de la onda, además que tenemos la ventaja de la elevada sensibilidad de los receptores.

a) Generación y propagación de las ondas

Las ondas de radio son generadas aplicando una corriente alterna de radiofrecuencia a una antena. La antena es un conductor eléctrico de características especiales que debido a la acción de la señal aplicada genera campos magnéticos y eléctricos

variables a su alrededor, produciendo la señal de radio en forma de ondas electromagnéticas.

Estas ondas se transmiten desde un punto central (la antena emisora) de forma radial y en todas direcciones, pero podemos diferenciar tres formas de transmisión:

- Onda de tierra: en principio las ondas de radio se desplazan en línea recta, atravesando la mayoría de los objetos que estén en su camino con mayor o menor atenuación. Las pérdidas por dicha atenuación dependen de la frecuencia de la transmisión y de las características eléctricas de la tierra o el material atravesado. En términos generales a menor frecuencia mayor es el alcance de la onda y cuanto menor sea la densidad del material más fácil será atravesarlo. Parte de esta onda es reflejada por la superficie terrestre.
- Onda visual o directa: es refractada en la baja atmósfera (refracción troposférica) debido a los cambios en la conductividad relativa en sus capas.
- Onda espacial: la atenuación en el aire es muy pequeña, lo que hace que la onda pueda alcanzar las capas altas de la atmósfera (ionosfera) y ser reflejada en su mayor parte de vuelta a tierra.

El mayor inconveniente que tendremos es que la transmisión de estos tres frentes no se hace a la misma velocidad, ya que las ondas reflejadas se retrasan con respecto a la onda directa, produciéndose un desfase que genera ruido (e incluso llegando a anular la onda si el desfase es de 180 grados). Para reducir este efecto hay que elevar la antena, ya que aumentando la altura se disminuye el ángulo de desfase.

Otro inconveniente es que en onda media la onda espacial no regresa a tierra durante el día pero sí durante la noche, debido a que la altura de la ionosfera se reduce. En cuanto a onda corta tenemos adicionalmente el inconveniente que a partir de una frecuencia crítica las ondas no son reflejadas a tierra y escapan al espacio.

4.7 Microondas en el espacio libre.

La radiocomunicación por microondas se refiere a la transmisión de datos o energía a través de radiofrecuencias con longitudes de onda del tipo microondas.

Se describe como microondas a aquellas ondas electromagnéticas cuyas frecuencias van desde los 500 MHz hasta los 300 GHz o aún más. Por consiguiente, las señales de microondas, a causa de sus altas frecuencias, tienen longitudes de onda relativamente pequeñas, de ahí el nombre de “micro” ondas. Así por ejemplo la longitud de onda de una señal de microondas de 100 GHz es de 0.3 cm., mientras que la señal de 100 MHz, como las de banda comercial de FM, tiene una longitud de 3

metros. Las longitudes de las frecuencias de microondas van de 1 a 60 cm., un poco mayores a la energía infrarroja.

Antenas de tipo rejilla, pueden ser usadas en frecuencias de microondas bajas, por debajo de 2.5 GHz.

Gran parte de los sistemas de comunicación establecidos desde mediados de las década de 1980 es de naturaleza digital y como es lógico transportan información en forma digital. Sin embargo, los sistemas terrestres de radio repetidora de microondas que usan portadores moduladas en frecuencia (FM) o moduladas digitalmente ya sea en QAM o en PSK, siguen constituyendo el 35% del total de los circuitos de transporte de información en los Estados Unidos.

Existen una variedad de sistemas de microondas funcionando a distancias que varían de 15 a 4000 millas, los sistemas de microondas de servicio intraestatal o alimentador se consideran en general de corto alcance, porque se usan para llevar información a distancias relativamente cortas, por ejemplo, hacer una radiocomunicación entre ciudades que se encuentran en un mismo país.

Los sistemas de microondas de largo alcance son los que se usan para llevar información a distancias relativamente mucho más largas, por ejemplo, en aplicaciones de rutas interestatal y de red primaria. Las capacidades de los sistemas de radio de microondas van desde menos de 12 canales de banda de voz hasta más de 22000.

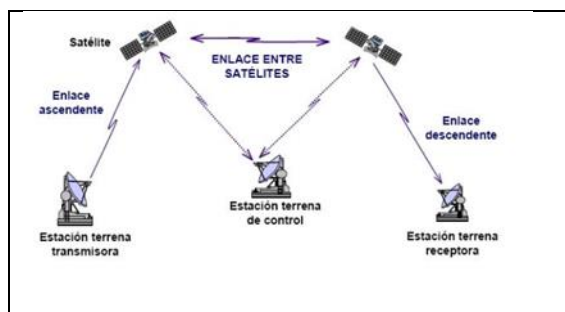


Figura 36

Los primeros sistemas tenían circuitos de banda de voz multiplexados por división de frecuencia, y usaban técnicas convencionales, de modulación en frecuencia no coherente, los más modernos tienen circuitos de banda de voz modulados por codificación de pulsos y multiplexados por división de tiempo usan técnicas de modulación digital más modernas, como la modulación de conmutación de fase (PSK) o por amplitud en cuadratura (QAM).

4.8 Satélite

Un satélite artificial es una nave espacial fabricada en la Tierra o en otro lugar del espacio y enviada en un vehículo de lanzamiento, un tipo de cohete que envía una carga útil al espacio. Los satélites artificiales pueden orbitar alrededor de asteroides, planetas. Tras su vida útil, los satélites artificiales pueden quedar orbitando como basura espacial.

Se pueden clasificar los satélites artificiales utilizando dos de sus características:

- su misión
- su órbita.

a) Tipos de satélite por tipo de 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 de reconocimiento, denominados popularmente como satélite espía (confeccionado con la misión de registrar movimiento de personas), 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 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 de observación terrestre, son utilizados para la observación del medio ambiente, meteorología, cartografía sin fines militares Destacan los satélites meteorológicos, son satélites utilizados principalmente para registrar el tiempo atmosférico y el clima de la Tierra, y Satélites de navegación, que utilizan señales para conocer la posición exacta del receptor en la tierra.
- 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..

Es posible clasificarlos por tipos de órbitas satelitales GEO Orbits Geoestacionaria, esto significa que rota igual que la tierra a una altura de 36,000 km sobre el ecuador, por lo tanto tiene un periodo orbital de 24 horas y muestra un retardo entre 700 y 800 milisegundo, este tipo de satélites son utilizados para brindar servicios de voz, datos e Internet a empresas privadas y de gobiernos, está enfocada a localidades donde no llegan otro tipo de tecnologías y con el objetivo de cubrir necesidades de comunicación, es empleado en escuelas públicas y negocios rurales.

MEO Es de órbita mediana rota de 10.000 a 20.000 km y tiene un periodo orbital de 10 a 14 horas, este es utilizado por empresas celulares con la llamada tecnología GPS. LEO Son satélites de órbita baja están a una altura de 700 a 1400 km y tienen un periodo orbital de 80 a 150 minutos.

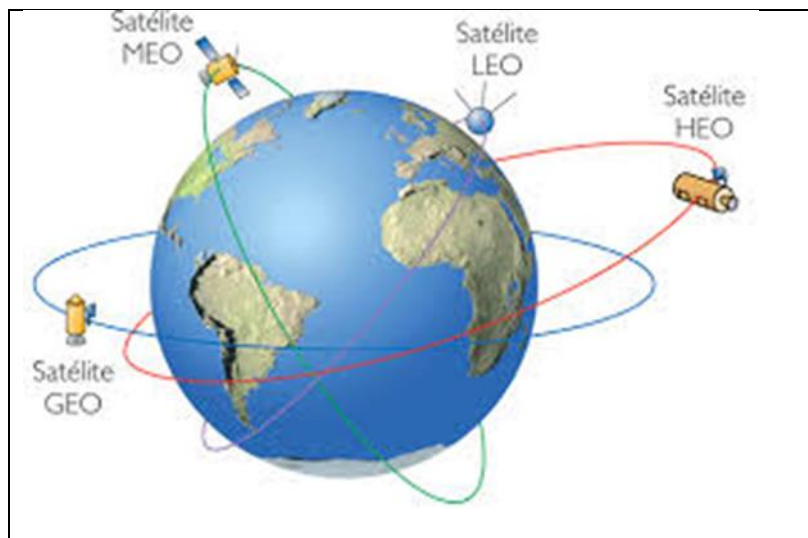


Figura 37

b) Tipos de satélite por tipo de órbita

- Clasificación por altitud
 - ✓ Órbita baja terrestre (LEO): una órbita geocéntrica a una altitud de 0 a 2000 km
 - ✓ Órbita media terrestre (MEO): una órbita geocéntrica con una altitud entre 2000 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 35 786 km; también conocida como órbita muy excéntrica u órbita muy elíptica.
- ✓
- Clasificación por centro
 - ✓ Órbita areocéntrica: una órbita alrededor de Marte.
- ✓ Órbita de Mólniya: órbita usada por la URSS y actualmente Rusia para cubrir por completo su territorio muy al norte del planeta.
- ✓ Órbita galactocéntrica: órbita alrededor del centro de una galaxia. El Sol terrestre sigue éste tipo de órbita alrededor del centro galáctico de la Vía Láctea.
- ✓ Órbita geocéntrica: una órbita alrededor de la Tierra. Existen aproximadamente 2.465 satélites artificiales orbitando alrededor de la Tierra.
- ✓ Órbita heliocéntrica: una órbita alrededor del Sol. En el Sistema Solar, los planetas, cometas y asteroides siguen esa órbita. El satélite artificial Kepler, sigue una órbita heliocéntrica.
 - 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 Mólniya: 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 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 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 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 captura: una órbita parabólica de velocidad alta donde el objeto se acerca del planeta.
 - ✓ Órbita de escape: una órbita parabólica de velocidad alta donde el objeto se aleja del planeta.

- 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 sincronía
 - ✓ 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 areosíncrona: una órbita síncrona alrededor del planeta Marte con un periodo orbital igual al día sideral de Marte, 24,6229 horas.
 - ✓ Órbita geosíncrona: una órbita a una altitud de 35 768 km. Estos satélites trazarían una analema 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 geoestacionaria: una órbita geosíncrona con inclinación cero. Para un observador en el suelo, el satélite parecería un punto fijo en el cielo.
 - ✓ 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 aproximadamente 0,1628 UA.
 - ✓ Órbita semisíncrona: una órbita a una altitud de 12 544 km aproximadamente y un periodo orbital de unas 12 horas.
 - ✓ 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.
- Otras órbitas
 - ✓ Órbita de herradura: una órbita en la que un observador parecer ver que órbita sobre un planeta pero en realidad co-orbita con el planeta. Un ejemplo es el asteroide (3753) Cruithne.
 - ✓ Punto de Lagrange: los satélites también pueden orbitar sobre estas posiciones.
- Clasificación de los satélites según su peso
 - ✓ Los satélites artificiales también pueden ser catalogados o agrupados según el peso o masa de los mismos.
 - ✓ Grandes satélites: cuyo peso sea mayor a 1000 kg
 - ✓ Satélites medianos: cuyo peso sea entre 500 y 1000 kg
- Satélites miniaturizados, también denominados como minisatélites, microsátélites, nanosatélites o picosatélites, son característicos por sus dimensiones y pesos reducidos.
 - ✓ Mini satélites: cuyo peso sea entre 100 y 500 kg
 - ✓ Micro satélites: cuyo peso sea entre 10 y 100 kg
 - ✓ Nano satélites: cuyo peso sea entre 1 y 10 kg

- ✓ Pico satélites: cuyo peso sea entre 0,1 y 1 kg
- ✓ Femto satélites: cuyo peso sea menor a 100 g

4.9 Infrarrojos

Las redes por infrarrojos permiten la comunicación entre dos nodos, y para ello utilizan una serie (por lo menos un par) de ledes infrarrojos.

Se trata de emisores/receptores de las ondas infrarrojas entre ambos dispositivos, cada dispositivo necesita al otro para realizar la comunicación, por ello es escasa su utilización a gran escala. Esa es su principal desventaja, a diferencia de otros medios de transmisión inalámbricos (bluetooth, wireless, etcétera).

a) Modo punto-a-punto

Los patrones de radiación del emisor y del receptor deben de estar lo más cerca posible y que su alineación sea correcta. Como resultado, el modo punto-a-punto requiere una línea-de-visión entre las dos estaciones a comunicarse. Este modo punto-a-punto conectado a cada estación.

b) Modo casi-difuso

Son métodos de emisión radial, es decir que cuando una estación emite una señal óptica, esta puede ser recibida por todas las estaciones al mismo tiempo en la célula.

En el modo casi-difuso las estaciones se comunican entre sí por medio de superficies reflectantes.

No es necesaria la línea de visión entre dos estaciones, pero sí deben de estarlo con la superficie de reflexión. Además, es recomendable que las estaciones estén cerca de la superficie de reflexión, esta puede ser pasiva o activa.

En las células basadas en **reflexión pasiva**, el reflector debe de tener altas propiedades reflectivas y dispersivas, mientras que en las basadas en **reflexión activa** se requiere de un dispositivo de salida reflexivo, conocido como satélite, que amplifica la señal óptica. La reflexión pasiva requiere más energía, por parte de las estaciones, pero es más flexible de usar

c) Modo difuso

El poder de salida de la señal óptica de una estación, debe ser suficiente para llenar completamente el total del cuarto, mediante múltiples reflexiones, en paredes y obstáculos del cuarto. Por lo tanto la línea-de-vista no es necesaria y la estación se puede orientar hacia cualquier lado.

El modo difuso es el más flexible, en términos de localización y posición de la estación, sin embargo esta flexibilidad es a costa de excesivas emisiones ópticas.

Por otro lado, la transmisión punto-a-punto es el que menor poder óptico consume, pero no debe haber obstáculos entre las dos estaciones. Es más recomendable y más fácil de implementar el modo de radiación casi-difuso.

La tecnología infrarroja esté disponible para soportar el ancho de banda de Ethernet, ambas reflexiones son soportadas (por satélites y reflexiones pasivas)



Figura 38

4.10 Perturbaciones.

Perturbaciones en una transmisión Hay tres tipos de perturbaciones

- Ruido
- Distorsión
- ✓ Interferencia Ruido Son señales no deseadas que ingresan al sistema de comunicaciones y que no pueden evitarse. Generalmente se deben a las características eléctricas del sistema de comunicaciones o del medio a través del cual se transmite.
Dichas señales producen variaciones en la amplitud de la señal de datos. Se define como relación señal/ruido y se expresa en decibels a la relación entre la potencia de la señal y la potencia del ruido.
- ✓ Cuanto más alta sea la relación anterior mejor calidad tendrá la transmisión. Las señales de ruido tienen determinadas frecuencias que dependen de los dispositivos eléctricos del sistema. Cuando las señales de ruido abarcan todo el espectro de frecuencias se denomina ruido blanco.

Según su origen se puede clasificar al ruido en las siguientes categorías:

- Ruido térmico
- Ruido de intermodulación
- ✓ Ruido impulsivo Ruido Térmico Se debe a la agitación térmica de los electrones dentro del conductor y es función de la temperatura. Este tipo de ruido se encuentra presente en todos los dispositivos electrónicos y medios de transmisión. El ruido térmico no se puede eliminar por lo que representa un límite superior a las prestaciones que pueden alcanzarse con los sistemas de comunicaciones.
- ✓ Ruido de Intermodulación Cuando señales de diferentes frecuencias comparten un mismo medio de transmisión puede producirse un ruido de intermodulación. Este tipo de ruido genera señales a frecuencias que son suma o diferencia de las dos frecuencias originales, o múltiplos de éstas. Por ejemplo si se tienen dos frecuencias f_1 y f_2 la mezcla de las mismas puede producir energías a frecuencias $f_1 + f_2$ y éstas frecuencias pueden interferir con una señal de frecuencia $f_1 + f_2$. El ruido de intermodulación se produce cuando existe alguna “no linealidad” en el transmisor, receptor o en el sistema de transmisión.

La distorsión por retardo también se conoce como interferencia entre símbolos; su efecto consiste en variar los instantes de transición de bit de la señal recibida. Puesto que la señal recibida normalmente se muestrea en el centro nominal de cada celda de bit, al aumentar la tasa de bits esto puede ocasionar una interpretación incorrecta de la señal recibida.

4.11 Ruidos.

Se denomina ruido a toda señal no deseada que se mezcla con la señal útil que se quiere transmitir. Es el resultado de diversos tipos de perturbaciones que tiende a enmascarar la información cuando se presenta en la banda de frecuencias del espectro de la señal, es decir, dentro de su ancho de banda.

- Ruido de disparo

El ruido de disparo es un ruido electromagnético no correlacionado, también llamado ruido de transistor, producido por la llegada aleatoria de componentes portadores (electrones y huecos) en el elemento de salida de un dispositivo, como ser un diodo, un transistor (de efecto de campo o bipolar) o un tubo de vacío. El ruido de disparo está yuxtapuesto a cualquier ruido presente, y se puede demostrar que es aditivo respecto al ruido térmico y a él mismo.

- Ruido de Johnson-Nyquist

También conocido como ruido termal es el ruido generado por el equilibrio de las fluctuaciones de la corriente eléctrica dentro de un conductor eléctrico, el cual tiene lugar bajo cualquier voltaje, debido al movimiento térmico aleatorio de los electrones.

- Ruido de parpadeo

Es una señal o proceso con una frecuencia de espectro que cae constantemente a altas frecuencias con un espectro rosa.

- Ruido a ráfagas

Este ruido consiste en unas sucesiones de escalones en transiciones entre dos o más niveles (no gaussianos), tan altos como varios cientos de milivoltios, en tiempos aleatorios e impredecibles.

- Ruido de tránsito

Está producido por la agitación a la que se encuentra sometida la corriente de electrones desde que entra hasta que sale del dispositivo, lo que produce una variación aleatoria irregular de la energía con respuesta plana.

- Ruido de intermodulación

Es la energía generada por las sumas y las diferencias creadas por la amplificación de dos o más frecuencias en un amplificador no lineal

4.12 Distorsión por retardo

La tasa de propagación de una señal senoidal a lo largo de una línea de transmisión varía con la frecuencia de la señal. En consecuencia, cuando transmitimos una señal digital, las diversas componentes de frecuencia que la constituyen llegan al receptor con retrasos variables, y esto produce una distorsión por retardo de la señal recibida.

La magnitud de la distorsión aumenta conforme se eleva la tasa de bits de los datos transmitidos, por la siguiente razón: conforme se incrementa la tasa de bits, algunas de las componentes de frecuencia asociadas a cada transición de bit se retrasan y comienzan a interferir las componentes de frecuencia asociadas a un bit posterior.

4.13 Atenuación.

Ocurre cuando las altas frecuencias pierden potencia con mayor rapidez que las frecuencias bajas durante la transmisión, lo que puede hacer que la señal recibida sea distorsionada por una pérdida desigual de sus frecuencias componentes. La pérdida

de potencia está en función del método y medio de transmisión. Además, la atenuación aumenta con la frecuencia e inversamente con el diámetro del alambre. Este problema se evita con estaciones repetidoras que refuercen la señal cuando sea necesario.

4.14 Efectos del ruido en las señales transmitidas (errores en la recepción).

El ruido es una señal formada por una mezcla aleatoria de longitudes de onda.

En sistemas de comunicaciones el termino ruido designa una señal que no contiene información.

El ruido blanco está formado por todas las frecuencias audibles, igual que la luz blanca está formada por todas las frecuencias visibles.

Cualquier voltaje o corriente “no deseada” que eventualmente aparece en un receptor de comunicaciones es considerado como ruido.

El ruido es aditivo, afecta directamente a la señal transmitida.

Generalmente el ruido es una señal muy pequeña, sin embargo es un problema debido a que el receptor es un equipo sensitivo que amplifica la señal recibida para así procesarla, por tanto también amplifica el ruido.

Se clasifica en:

- **Ruido externo:** producido por el medio de transmisión.
- **Ruido interno:** producido exclusivamente por el receptor.
- **Ruido externo**
 - ✓ -Ruido artificial (humano)
 - ✓ -Ruido atmosférico.
- **Ruido interno**

El mayor contribuyente de este ruido en el receptor es la primera etapa de amplificación, debido a que aquí existen la señal recibida es bien pequeña y cualquier ruido insertado en este punto tendrá un valor comparativo con respecto al nivel de la señal recibida.

El ruido en el canal de comunicación es aditivo, lo que implica que la señal transmitida tendrá una variación en su amplitud, generando error en la decisión. Esto podría eliminarse simplemente limitando la amplitud de la señal, pero en realidad el ruido es una señal aleatoria con cualquier fase en cualquier momento lo que implica que tanto la amplitud como la fase de la señal que se transmite es aleatoria.

En general el ruido se le representa como un vector que se suma a la señal con cualquier fase lo que genera que la portadora resultante tiene amplitud y fase variable. Esto dificulta las decisiones puesto que la información se transmite en la amplitud, la frecuencia o en la fase de la portadora.

- CONTAMINACIONES DE LA SEÑAL

Durante la transmisión de la señal ocurren ciertos efectos no deseados. Uno de ellos es la atenuación, la cual reduce la intensidad de la señal; sin embargo, son más serios la distorsión, la interferencia y el ruido, los cuales se manifiestan como alteraciones de la forma de la señal. Al introducirse estas contaminaciones al sistema, es una práctica común y conveniente imputárselas, pues el transmisor y el receptor son considerados ideales. En términos generales, cualquier perturbación no intencional de la señal se puede clasificar como “ruido”, y algunas veces es difícil distinguir las diferentes causas que originan una señal contaminada.

Actividad N° 15

Introducción a la actividad

La siguiente actividad está diseñada para que el participante refuerce el conocimiento de los tipos de medios guiados de transmisión

Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Recurso Plataforma Web	
Explicación demostrativa en aula	✓
Recurso Audiovisual	
Propuestas de situaciones problemáticas	
Formulación de Preguntas	✓
Taller de Trabajo	

Describir los medios guiados

Objetivos del aprendizaje

- Indicar y reconocer medios guiados de comunicación

Descripción de la Actividad

El instructor podrá realizar esta actividad en grupos, en pares o en forma individual.

Solicitará a los participantes que reconozcan visualmente e identifique características de los medios guiados.

Solicitará a los participantes que realicen diferentes actividades propuesta y explicar los visto en el trabajo propuesto

Materiales y Recursos

- Fibra Óptica
- Puntero laser
- Cable par trenzado
- Generador de señales
- Osciloscopio

Desarrollo de la actividad

Los participantes armaran circuito propuesto y realizaran pruebas de transmisión de señales eléctricas y lumínicas



Cierre de actividad:

Este taller consiste en entender los medios guiados de comunicación, a modo de cierre el instructor solicitará comentarios de experiencia de la actividad.



Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

