

UNIDAD 2



COMUNICACIÓN DE DATOS

TEMA 2:

Modulación digital, multiplexión y red telefónica.

ÍNDICE

1. Unidad 2: Transmisión de señales analógicas y digitales	3
<i>Tema 2: Modulación digital, multiplexión y red telefónica</i>	3
<i>Objetivo:.....</i>	3
<i>Introducción:</i>	3
2. Información de los subtemas	4
2.1 <i>Subtema 1: Modulación digital y multiplexión</i>	4
2.2 <i>Subtema 2: Red telefónica pública conmutada</i>	8
3. Preguntas de Comprensión de la Unidad	12
4. Bibliografía	13

1. Unidad 2: Transmisión de señales analógicas y digitales

Tema 2: Modulación digital, multiplexión y red telefónica

Objetivo:

Identificar Elementos presentes en la modulación y multiplexación de señales así como elementos de la red telefónica pública.

Introducción:

Los cables y los canales inalámbricos transportan señales analógicas, como pueden ser voltajes, luz, sonido, los cuales por su naturaleza variaran de forma continua, para enviar señales digitales se debe realizar una conversión entre bits y señales que es conocida como modulación digital.

En este documento Ud. conocerá términos como banda base, donde la señal ocupa frecuencias desde cero hasta un valor máximo y pasa banda, donde la señal ocupa una banda de frecuencias alrededor de la frecuencia de la señal portadora.

Por lo general, varias señales comparte el mismo canal, es más provechoso usar un solo cable para transportar varias señales, que colocar un cable para cada señal, a esto se denomina multiplexión y se logra de varias formas, las cuales veremos más adelante en este mismo documento.

2. Información de los subtemas

2.1 Subtema 1: Modulación digital y multiplexión

Transmisión en banda base

De forma básica, hay dos formas de enviar señales por una línea de transmisión, una forma es enviarla directamente sin ningún tipo de modificación en forma digital, y otra forma es adherirse a una onda de frecuencia más alta que va a servir de transporte. Para el primer caso se dice que se transmite en banda base, una de sus principales ventajas es lo sencilla de usar y su proceso económico. Por otro lado, la atenuación introducida por el canal a este tipo de señales, suele ser uno de los principales inconvenientes debido a que provoca distorsiones.

Se la utiliza en distancias cortas debido a su bajo costo, el MODEM no va a modular la señal solo las va a codificar, esto se hace para solucionar ciertos aspectos que son inherentes a la banda base:

- Reducir la componente continua.
- Proveer sincronización entre los equipos transmisor y receptor.
- Lograr detectar la presencia de señal en el medio.

Se puede utilizar banda base en redes de área local o LAN y en otras redes, mas no se la debe emplear en redes de comunicación públicas.

Es probable que puedan crearse deformaciones por interferencia entre símbolos, lo que se da por la parcial superposición de señales correspondientes a cada bit.



Figura 1 Interferencia entre símbolos Fuente: <https://n9.cl/p5b8>

En esta banda, en determinado momento, solo se transmite una única señal sobre el medio, si se desea trasmisir varias señales, será necesario usar multiplexación por división por tiempo, lo cual se verá más adelante, “en banda base la señal no está modulada, no siendo muy adecuada en transmisiones de larga distancia ni en

instalaciones con alto nivel de ruidos e interferencias. Permite la utilización de dispositivos y repetidores muy económicos" (Desongles Corrales, 2005, p. 278).

Transmisión Pasa Banda.

Según Faúndez (2001) "Cuando la señal de información está representada en forma digital (en vez de ser una señal analógica), se habla de modulación digital o transmisión digital de paso de banda". Si bien la señal portadora sigue siendo analógica, esta puede ser variada en sus parámetros de forma similar que en las modulaciones con moduladora analógica, es decir, amplitud, frecuencia y fase.

En las transmisiones de pasa banda se usan esquemas de modulación digital de tal forma que solo se usa un rango de frecuencias limitadas en ciertos canales filtrados paso-banda. Este tipo de comunicación se utiliza, por lo general, en la transmisión de datos de forma inalámbrica y en canales filtrados de banda, además permite la multiplexación gracias a la división de frecuencia.

La información transmitida en banda base es aquella que posee información útil, como puede ser audio o video y viaja sin problemas por medios guiados, sin embargo, no son adecuadas para transmitir por medios radioeléctricos, debido a que la información en banda base suele tener componentes de baja frecuencia, por lo tanto, si se desea transmitir esa información por un medio inalámbrico, será necesario agregarla a una señal que si pueda ser transmitida, una portadora, en la que su espectro se encuentra concentrado alrededor de una frecuencia, que suele ser de un valor muy alto y de un ancho de banda que suele ser pequeño, en relación a su frecuencia, además, gracias a su limitado ancho de banda, se permite la canalización, o sea varios canales que comparten el espectro sin interferencia entre ellos.

Para la transmisión pasa banda, el emisor va a modular la señal y el receptor, mediante un filtro paso banda, va a recibir la señal, un filtro paso banda "idealmente, es aquel cuya respuesta en amplitud es 0 para todas las frecuencias excepto para una banda comprendida entre dos frecuencias F_{01} y F_{02} , en la cual la función vale 1. Es decir, solo pasan las frecuencias comprendidas en esta banda." (Al-hadithi & Gabiola, 2007, p. 381).

Existen tres métodos básicos de modulación, estos son por frecuencia, amplitud y fase.

Modulación por frecuencia, según Cirovic (1979) "Si la señal de la portadora tiene una frecuencia f_e y la señal moduladora es la que se indica, una onda sinusoidal, la onda de FM tendrá amplitud constante y una frecuencia que variara de acuerdo con la amplitud de la señal moduladora".

Modulación por amplitud, según Coughlin & Driscoll (1998) “para obtener una señal modulada de amplitud (V_0), se varia la amplitud de una señal portadora de alta frecuencia, (E_c) mediante una señal de datos inteligente A”.

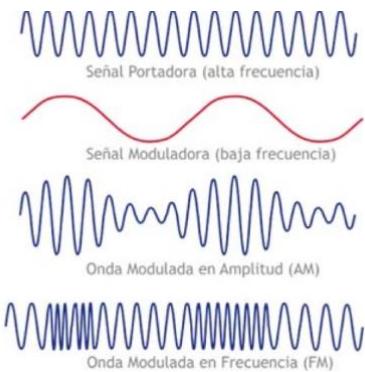


Figura 2 Ejemplos de señales moduladas Fuente: <https://n9.cl/k8fo>

Modulación por fase, según Sanchis (2004) “la modulación por desplazamiento de fase consiste en provocar un cambio de fase de 180 grados de la portadora sinusoidal cuando la moduladora digital cambia de valor binario”.

Multiplexación por división de Frecuencia.

Los esquemas de modulación permiten enviar una señal que transmite datos mediante un enlace alámbrico o inalámbrico, para conseguir una mayor eficiencia se usa la multiplexación, según Cabezas (2007) “las técnicas de multiplexación pretenden conseguir un mayor rendimiento en los sistemas de transmisión, ya que permiten enviar por una misma línea de transmisión varias comunicaciones simultaneas”.

Multiplexación por división de frecuencia “aprovecha la ventaja de la transmisión pasabanda para compartir un canal. Divide el espectro en bandas de frecuencia, en donde cada usuario toma posesión exclusiva de cierta banda en la que puede enviar su señal” (Tanembaum & Wetherall, 2018, p. 114), tenemos por ejemplo la radio AM.

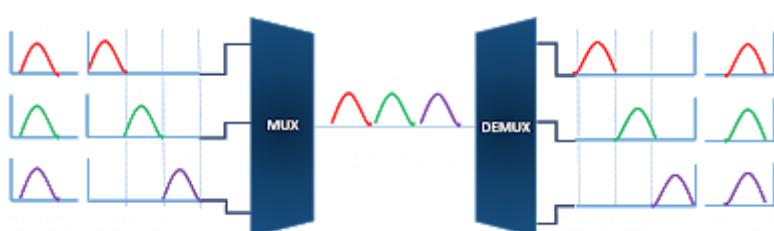


Figura 3 Ejemplo de multiplexión y de multiplexión por división de frecuencia Fuente: <https://n9.cl/pegn>

La multiplexación por división de frecuencia está basada en la modulación de diferentes señales que van a ser transmitidas, de tal forma que van a ocupar distintas frecuencias, luego estas se envían juntas por el mismo canal sin que se interfieran entre ellas, el receptor, mediante filtros pasa-banda que estarán en sintonía con cada una de esas frecuencias, va a separar las señales para luego ser desmoduladas, de esta forma se recupera la información original.

La multiplexación por división de frecuencia se usa para sistemas de transmisión de datos analógicos y “es posible transmitir n señales de manera simultánea si cada una de ellas se modula con una frecuencia portadora diferente y estas portadoras se encuentran lo suficientemente separadas para que los anchos de banda de estas no se solapen de manera significativa” (Restrepo Angulo, 2007, p. 24).

Multiplexación por división de tiempo.

En la multiplexación por división de tiempo, cada usuario toma un turno y cada uno, durante un pequeño instante de tiempo, recibe todo el ancho de banda, este se suele usar en transmisión de sistemas digitales, según España Boquera (2003) “la información dirigida a cada uno de los usuarios se transmite en un intervalo temporal diferente. La multiplexión por división de tiempo suele ser síncrona, cuando la asignación de intervalos temporales a los usuarios es fija y predeterminada, o estadística si varía dinámicamente en función de la demanda”.

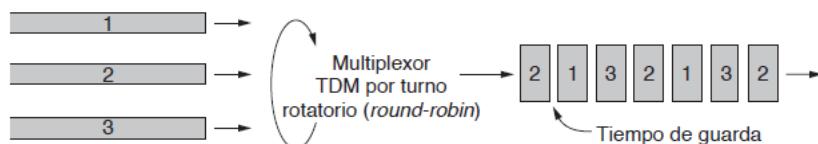


Figura 4 Multiplexión por división de tiempo Fuente: (Tanembaum & Wetherall, 2018).

En este tipo de multiplexación, “la transmisión del canal tendrá que ser igual o superior a la velocidad de transmisión resultante” (Iñigo Griera & Barceló Ordinas, 2009, p. 90).

2.2 Subtema 2: Red telefónica pública conmutada

Estructura del sistema telefónico.

Desde la invención del teléfono ha existido una gran demanda por este dispositivo, inicialmente el mercado fue para la comercialización de teléfonos, estos se ofrecían en pares, cada cliente debía conectarlos con un solo alambre, si una persona deseaba comunicarse con otras n personas, tenía que conectar n cantidad de alambres a todas las n casas, pronto las urbes estaban cubiertas de cables que pasaban sobre casas y árboles, era obvio que ese modelo que estaban usando no iba a funcionar.

Alexander Graham Bell, se dio cuenta de aquello y creó la Bell Telephone Company, que abrió su primera oficina de conmutación en New Haven, Connecticut, en 1878, aquella compañía instalaba un alambre a la vivienda de cada cliente, si el cliente quería hacer una llamada, debía de girar una manivela en el teléfono, esto generaba un sonido en la oficina de la compañía operadora de teléfonos y un operador lo atendía y, de forma manual, conectaba con la persona que iba a llamar, a este procedimiento se denomina conmutación de circuitos.

Por lo general un abonado de línea telefónica tiene un circuito de dos hilos, denominado par, entre su principal distribuidor de la central y el teléfono, así los abonados se encuentran conectados a la central mediante pares.

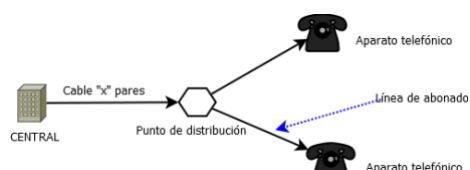


Figura 5 Estructura de una red telefónica

Según Iñigo Griera & Barceló Ordinas (2009) "La red telefónica constituye una red de conmutación de circuitos. Para llevar a cabo una comunicación es preciso establecer un circuito entre los dos extremos por medio de la red. Mientras dure la comunicación, se ocupan unos recursos en exclusiva, aunque no haya intercambio de información. Las compañías cobran el uso de los recursos por tiempo de ocupación".

Lazo local.

Al tramo de línea que forma la red de abonado, se le llama también bucle de usuario, bucle de abonado, bucle local, última milla, lazo local etc. La red del abonado lo

conforman un conjunto de elementos que conectan eléctricamente los equipos del abonado y la central local, de forma que se crea un circuito físico entre la central y el abonado.

Según Tomasi (2003) "un lazo local es una línea metálica de transmisión (par de cable), formado por dos conductores aislados trenzados. El material aislante puede ser de pulpa de madera o polietileno: el hilo conductor suele ser de cobre, y en algunos casos, de aluminio". El trenzado de los hilos busca eliminar la diafonía, según el material aislante usado, las cubiertas pueden contener entre 6 a 900 pares de hilos, estas cubiertas son unidas y tendidas entre tramas para la distribución en las oficinas centrales de la empresa telefónica y las oficinas o casas. La longitud del lazo dependerá del lugar de la estación, relacionada con la oficina telefónica central.

Las redes que abastecen a los abonados "se dividen en diferentes tramos, comenzando el primero de estos con el repartidor principal de la central y finalizando el último en el teléfono del usuario" (Cabezas Pozo, 2007, p. 271).

Modem.

"El término MODEM proviene de la contracción de las palabras modulador-demodulador, y es el dispositivo encargado de adaptar las señales digitales para su transmisión por la red telefónica conmutada" (Faúndez Zanuy, 2001, p. 208), a inicios de la telefonía, esta red solo se usaba para transmitir voz, al surgir los ordenadores surgió la necesidad de transmitir datos, como la red telefónica ya estaba extendida en prácticamente todo el mundo, la solución que se adoptó fue aprovechar esta cobertura que ya estaba creada mediante un modem que adaptaba la señal digital que origina el ordenador a la red telefónica analógica.

Para este tiempo la red telefónica está adaptada en su totalidad a la era digital con su tecnología, excepto la parte del lazo local, el principio básico de su funcionamiento es el que sigue. Después de la transformación de tonos, los datos se envían por medio de la línea telefónica. En cada cambio de paso, según el procedimiento de modulación, se pueden transmitir hasta 9 bits, el procedimiento usado desde hace algunos años es el de modulación de amplitud en cuadratura (QAM) que implica una variación en la modulación de fase y la modulación de amplitud. Se codifican varios bits a la vez, los cuales son colocados en un espacio de estado.

ADSL.

Adsl es el acrónimo de Asymmetric Digital Subscriber Line, línea digital asimétrica de abonado, en esta se transmiten datos digitales que se apoyan en la línea telefónica.

Según López-Hermoso (2000) "ADSL es una tecnología de modem que convierte líneas telefónicas ordinarias (con cable de par trenzado) en líneas digitales de alta velocidad para acceso muy rápido a internet". Estos módems teóricamente proporcionan velocidades de hasta 8 Mbps. hacia el usuario y hasta 1 Mbps. hacia la red que va a depender de la longitud del cable y de las condiciones del alzo local.

La tecnología usada en ADSL es asimétrica "lo que significa que permite mayor ancho de banda desde el proveedor hacia el cliente que en el otro sentido" (Oliva Alonso, 2013), ADSL permite que se transmita más de 6 Mbps al abonado y hasta 640 kbps en ambas direcciones.

Fibra Óptica.

Los lazos locales suelen ser de cobre y este material limita el desempeño de ADSL y los módems, para incrementar el servicio, ser más rápidos y mejores, las compañías de teléfonos, y de acceso a internet están implementando la instalación de fibra óptica como lazos locales, a eso se lo denomina FTTH, acrónimo de Fiber To The Home, o fibra para el hogar. La elección de hasta donde ubicar la fibra es solo económica, pues se revisa el costo con los ingresos que se esperan recibir. Los cables de fibra óptica se consideran elementos pasivos, es decir que no necesita ser energizado para procesar o amplificar la señal.

Las fibras salientes de las casas se unen de forma que llega una sola fibra a la oficina del proveedor por grupos de hasta 100 casas, en el flujo descendente se encuentran divisores ópticos que divide la señal proveniente de la oficina central, de tal forma que llegue a cada casa, en el flujo ascendente existen combinadores ópticos para mezclar las señales provenientes de las viviendas en una sola señal que recibirá la oficina central.

Esta arquitectura se la denomina PON, de Passive Optical Network o red óptica pasiva, las redes GPON son aquellas con capacidad de Gigabit y operan a velocidades cercanas a los 1000 Mbps. "La principal motivación de GPON era ofrecer mayor ancho de banda, mayor eficiencia de transporte para servicios IP y una especificación completa adecuada para ofrecer todo tipos de servicios" (Huidobro Moya, 2014).

Troncales y multiplexión.

Los troncales de la red de telefonía son más rápidos que los lazos locales, además en otros aspectos hay diferencias, como en el núcleo de la red telefónica, que transmite información digital no analógica, esto se da gracias a una conversión en la oficina final de la información en formatos digitales que logran enviar la señal por las troncales de recorrido largo, estas troncales pueden tener miles de llamadas al mismo tiempo, esto gracias a la multiplexión por división de tiempo TDM y por división de frecuencia FDM.

En los albores de la red telefónica, el núcleo solo transportaba llamadas de voz en forma análoga, entonces debido al tipo de datos, la técnica para multiplexar canales era FDM, ahora una computadora no utiliza datos analógicos sino digitales y FDM no se puede utilizar en datos emitidos por una computadora, para manejar este tipo de datos se usa TDM. Si bien TDM solo se usa para datos digitales y los lazos locales generan señales analógicas, es necesario que la oficina final tenga un convertidor analógico a digital.

Para lograr esta conversión se usa un códec, según Huidobro Moya (2014) "un códec es un dispositivo hardware o programa software capaz de codificar y decodificar señales analógicas o flujos digitales de información. Codec es una combinación de codificador/decodificador y de compresor/descompresor", este códec realiza 8000 muestrados por segundo, que, según Nyquist, son suficientes para la captura de información en un canal telefónico con ancho de banda de 4 KHz. A esta técnica se la conoce como PCM, Pulse Code Modulation, o modulación de codificación de impulsos, y es la parte principal del sistema telefónico moderno.

3. Preguntas de Comprensión de la Unidad

¿Qué tipo de multiplexión se puede usar en una transmisión banda base?

Multiplexión por división de tiempo.

¿Qué tipo de transmisión es mejor para las transmisiones inalámbricas?

Transmisión pasa-banda

Mencione 3 métodos de modulación.

Modulación por frecuencia.

Modulación por amplitud.

Modulación por fase.

Cuando se envía información sin ningún tipo de modificación en forma digital ¿cómo está siendo transmitida esa información?

Se transmite en banda base

¿En la multiplexación por división por tiempo, cuando se dice que es síncrona?

Cuando los intervalos temporales asignados a los usuarios es fijo

4. Bibliografía

- » Al-hadithi, B. M., & Gabiola, F. J. (2007). *Análisis y diseño de circuitos electrónicos y analógicos* -.
- » Cabezas Pozo, J. D. (2007). *Sistemas de telefonía*.
- » Cirovic, M. M. (1979). *Electrónica fundamental: dispositivos, circuitos y sistemas*.
- » Coughlin, R. F., & Driscoll, F. F. (1998). *Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales*.
- » Desongles Corrales, J. (2005). *Ayudantes tecnicos. Opcion informatica. Junta de andalucia. Temario volumen i*.
- » España Boquera, M. del C. (2003). *Servicios avanzados de telecomunicación*.
- » Faúndez Zanuy, M. (2001). *Sistemas de Comunicaciones*.
- » Huidobro Moya, J. M. (2014). Comunicaciones por Radio. Tecnologías, redes y servicios de radiocomunicaciones.
- » Iñigo Griera, J., & Barceló Ordinas, J. M. (2009). *Estructura de redes de computadores*.
- » López-Hermoso, J. J. (2000). *Informática aplicada a la gestión de empresas*.
- » Oliva Alonso, N. (2013). *Redes de comunicaciones industriales*. Editorial Uned.
- » Restrepo Angulo, J. (2007). *Análisis de los procesos básicos de un sistema de comunicaciones*.
- » Sanchis, E. (2004). *Fundamentos y electrónica de las comunicaciones*.
- » Tanembaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2018). *Redes de computadoras*.
<https://doi.org/10.17993/ingytec.2018.32>
- » Tomasi, W. (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicas*.