

Resumen

Communication between human beings has become much easier thanks to the codification of information. The encoding of the information can reach an analog or digital encoding, and the transmission of information can be the case that the digital information in the analog signal, which is called modulation of the digital signal, in other occasions is an analog signal the which becomes a digital signal in what is known as digitalization of the signal, and can even make the need to convert an analog signal into analog. The ASK modulation allows the transformation of a digital input signal to an output signal (modulated signal) in analog format. The FSK modulation is a form of angular modulation of constant amplitude, that is to say that its frequency depends on the discrete values of the modulating signal, similar to the modulation in conventional frequency, except that the modulating signal in a flow of binary pulses instead of an analog waveform that changes continuously. PSK modulation instead shifts the phase and at higher levels it is able to transmit multiple bits at the same time; QAM4 or QPSK is an example of how we can convert a string of bits in series to pieces in parallel, this method is much faster for transmissions but its cost increases significantly. In differential Manchester, transmission at the middle of the interval is used only to provide synchronization, the transition to the beginning of the bit interval represents 0, an absence of transition at the beginning represents 1. Note: it is a differential coding scheme Used by IEEE 802.5 . In Bipolar AMI A binary 0 is represented by absence of signal, the binary 1 is represented as a positive or negative pulse, the pulses correspond to the 1 must have an alternating polarity, there are no synchronization problems in case there is a chain long 1, a long string of zeros is still a problem, there is no component in continuation, it is secondary bandwidth, simple way to detect errors. Also bit 1 is represented by the absence of signal, and 0 is represented by pulses of alternating polarity.

1. Introducción

La comunicación para la raza humana es muy importante. Hoy en día acortamos distancias y podemos intercambiar información rápidamente con otros. La información se transmite en forma de señales, por lo que debe ser transformada antes de poder ser transportada a través de un medio de comunicación físico. Cómo transformar la información depende de su formato original y del formato usado por el hardware de comunicaciones.

En general, las posibilidades son mayores, en la codificación de la información puede darse una codificación de analógico a digital, y en la transmisión de información puede darse el caso de tener que convertir la información digital en señal analógica, que se denomina modulación de la señal digital, en otras ocasiones es una señal analógica la que se convierte en señal digital en lo que se conoce como digitalización de la señal, e incluso se puede dar la necesidad de convertir una señal analógica en analógica.

Las relaciones de codificación existentes son las siguientes:

- Datos digitales, señales digitales: la forma más sencilla de codificar digitalmente datos digitales es asignar un nivel de tensión al uno binario y otro nivel distinto para el cero.
- Datos digitales, señales analógicas: los módems convierten los datos digitales en señales analógicas. Las técnicas básicas son la modulación por desplazamiento de amplitud (ASK), modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK) y modulación por desplazamiento de fase (PSK). Para representar los datos digitales, se modifican uno o más parámetros característicos de la señal portadora.
- Datos analógicos, señales digitales: los datos analógicos, como por ejemplo la voz y el vídeo, frecuentemente, se digitalizan para ser transmitidos en sistemas digitales. La técnica más sencilla es la modulación por impulsos codificados (PCM) la cual implica un muestreo periódico de los datos analógicos y una cuantización de las muestras.
- Datos analógicos, señales analógicas: los datos analógicos se modulan mediante una portadora para generar una señal analógica en una banda de frecuencias diferente, la cual se usa en un sistema de transmisión analógico. Las técnicas básicas son la modulación de amplitud (AM), la modulación de frecuencia (FM) y la modulación de fase (PM).[1]

Para el informe nos centraremos en las relaciones Datos digitales-señales digitales y Datos digitales, señales analógicas.

2. Métodos de codificación y modulación

Características de los métodos de codificación y modulación.

2.1. Codificación

2.1.1. NRZ-L

La codificación NRZ-L consiste en representar el bit leído con tensión positiva en caso de que sea un cero y representar el bit leído con una tensión negativa en caso de que sea uno.

2.1.2. NRZ-I

La codificación NRZ-I consiste en representar al bit uno con un cambio de tensión ya sea positivo o negativo y el bit cero lo representa imitando la tensión que le precede, es decir, que al leer un bit cero no realiza ningún cambio de tensión.

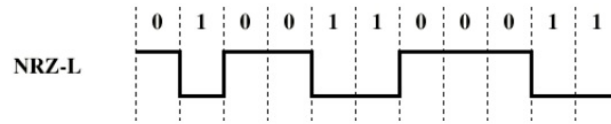


Figura 1: Codificación en NRZ-L



Figura 2: Codificación en NRZI

2.1.3. AMI

La codificación BIPOLAR AMI Este código multinivel bipolar conocido también como AMI (Alternate Mark Inversion). El código bipolar tiene su ancho de banda centrado en la mitad de la velocidad de transmisión con la ventaja de no tener componente de corriente continua y proporciona cierta capacidad de detectar errores, porque los dígitos 1 sucesivos deben tener signos opuestos.

2.1.4. Manchester

La codificación Manchester, es un método de codificación eléctrica de una señal binaria en el que en cada tiempo de bit hay una transición entre dos niveles de señal. Es una codificación auto sincronizada, ya que en cada bit se puede obtener la señal de reloj, lo que hace posible una sincronización precisa del flujo de datos, sube a mitad de tiempo de bit. Una desventaja es que consume el doble de ancho de banda que una transmisión asíncrona.

2.1.5. Manchester Diferencial

La codificación Manchester Diferencial se deriva de la ya vista Manchester anterior, es un esquema de codificación diferencial. La componente continua siempre es nula, independientemente de la proporción de unos y ceros que contenga la secuencia original. Otra ventaja de la ausencia de componente continua es la eliminación de fenómenos de corrosión electrolítica en los conectores y de fallos en los mismos. (Figura 3)

Las redes Token Ring de 4/16 Mbps también emplean la codificación Manchester diferencial. TokenRing usa el método de codificación Manchester diferencial para codificar la información de reloj y de bits de datos en símbolos de bit.

Siempre hay transición en mitad del intervalo.

- 0=Transición al principio del intervalo

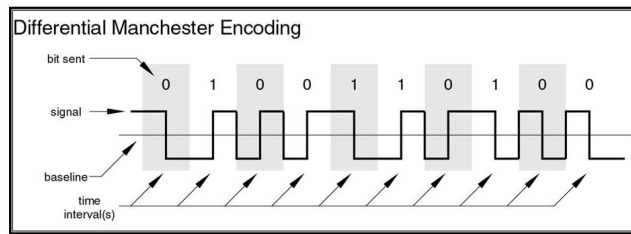


Figura 3: Codificación en Manchester Diferencial

- 1= No hay transición al principio del intervalo

2.1.6. HDB3

HDB3 es un código binario de telecomunicaciones principalmente usado en Japón, Europa y Australia y está basado en el código AMI, usando una de sus características principales que es invertir la polaridad de los unos para eliminar la componente continua.

Consiste en sustituir secuencias de bits que provocan niveles de tensión constantes por otras que garantizan la anulación de la componente continua y la sincronización del receptor. La longitud de la secuencia queda inalterada, por lo que la velocidad de transmisión de datos es la misma; además el receptor debe ser capaz de reconocer estas secuencias de datos especiales.

- HDB3 no admite más de 3 ceros consecutivos. Coloca un impulso (positivo o negativo) en el lugar del 4º cero.
- El receptor tiene que interpretar este impulso como un cero. Para ello es preciso diferenciarlo de los impulsos normales que representan a los “unos”.
- El impulso del 4º cero se genera y transmite con la misma polaridad que la del impulso precedente. Se denomina por ello V “impulso de violación de polaridad” (el receptor reconoce esta violación porque detecta 2 impulsos seguidos con la misma polaridad).
- Para mantener la componente de corriente continua con valor nulo, se han de transmitir alternativamente tantas violaciones positivas como negativas.
- Para mantener siempre alternada la polaridad de las violaciones V, es necesario en algunos casos insertar un impulso B “de relleno” (cuando la polaridad del impulso que precede a la violación V, no permite conseguir dicha alternancia).

BIN	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
AMI	0	+A	0	0	0	0	0	-A	+A	0	0	0	0	0	0	0	-A	0	0	0	0
HDB3	0	+A	0	0	0	+A	0	-A	+A	-A	0	0	-A	+A	0	0	+A	0	-A	0	-A

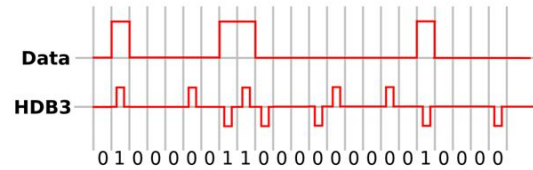


Figura 4: Codificación en HDB3

2.2. Modulación

La modulación consiste en hacer que un parámetro de la onda portadora cambie de valor de acuerdo con las variaciones de la señal moduladora, que es la información que queremos transmitir. Transmisión de una señal a la frecuencia deseada, pero variando alguna característica de la señal (o sea, modulando la señal) de forma proporcional al mensaje o señal que queremos transmitir

- **Señal portadora:** Señal periódica encargada de "transportar" la información a transmitir, y cuya frecuencia es la frecuencia de transmisión deseada.
- **Señal moduladora:** Señal que representa el mensaje que deseamos transmitir.
- **Modulación:** Modificación de algún parámetro de una señal por otra.
- **Señal modulada:** Señal resultante de la modulación de una señal portadora por una señal modulada.

2.2.1. ASK

La modulación por desplazamiento de amplitud conocida como ASK es un tipo de modulación de señales digitales que dependiendo de la entrada que reciba, ya sea cero o uno, asigna un valor de amplitud distinto siendo este valor mayor para el uno lógico que para el cero lógico, para el cero lógico es frecuente asignar un valor de amplitud igual a cero. Su fórmula es la siguiente:

$$S_1 = A \sin(2\pi f t)$$

La modulación en ASK no es otra cosa que una variante de la modulación en AM que se adapta perfectamente a las condiciones de los sistemas digitales, además de que les permite trabajar sobre una sola frecuencia de transmisión en vez de tener que lidiar con pulsos cuadrados que contienen componentes en todas las frecuencias del espectro. Su recuperación también resulta ser más sencilla, dado que sólo depende de sincronizar la frecuencia de las señales sinusoidales que

MODULACIÓN ASK, AMPLITUDE SHIFT KEYING

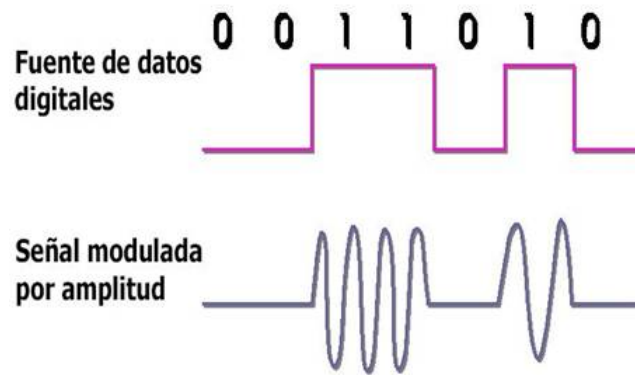


Figura 5: Modulacion ASK

sirven de portadoras y regeneradoras dependiendo si se hallan en el modulador o el demodulador. El ASK por sí sólo, a pesar de todas estas consideraciones, no es uno de los métodos más utilizados debido a que para cada frecuencia es necesario realizar un circuito independiente, además de que sólo puede transmitirse un solo bit al mismo tiempo en una determinada frecuencia.

2.2.2. FSK

En esta forma de modulación la portadora sinusoidal toma dos valores de fase o más, determinados directamente por la señal de datos binaria (modulación de 2 fases) o la combinación de un determinado número de bits de la señal de datos misma (modulación e N fases). Una técnica de modulación es la que utiliza un modulador balanceado. La senoide de salida del modulador es la portadora de entrada directa o inversa (o sea desfasada 180), en función de la señal de datos.

- Para el Binario 1

$$S_1 = A\cos(2\pi f[1]t)$$

- Para el Binario 0

$$S_1 = A\cos(2\pi f[2]t)$$

La técnica de demodulación más difundida es la que se utiliza un circuito PLL. La señal FSK en la entrada del PLL toma dos valores de frecuencia. La tensión de error proporcionada por el comparador de fase sigue dichas variaciones y, por consiguiente, constituye la representación binaria NRZ (nivel alto y nivel bajo), de la señal FSK de entrada.

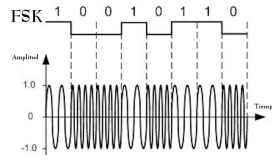


Figura 6: Modulación FSK

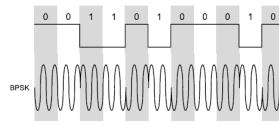


Figura 7: Desplazamiento de fase binario

2.2.3. PSK de dos niveles

En la Figura 7 se muestra un ejemplo del sistema más simple, conocido como desplazamiento de fase binario, que utiliza dos fases para representar los dos dígitos binarios. La señal transmitida resultante durante el intervalo correspondiente a un bit es:

$$1\text{Binario} = s(t) = A\cos(2\pi * fc * t)$$

$$0\text{Binario} = s(t) = A\cos(2\pi * fc * t + \pi)$$

Una alternativa a la PSK de dos niveles es la PSK diferencial (DPSK, Differential PSK). En la Figura 8 se muestra un ejemplo. En este esquema, un 0 binario se representa enviando un elemento de señal con la misma fase que el elemento anterior transmitido. Un 1 binario se representa enviando un elemento de señalización con fase invertida respecto al anterior elemento transmitido. DPSK evita la necesidad de utilizar en el receptor un oscilador local de fase preciso, el cual debe estar acoplado con el transmisor. Mientras que la fase anterior se reciba correctamente, la referencia de fase será correcta.

2.2.4. QAM/QPSK/PSK de 4 niveles

Se puede conseguir un uso más eficaz del ancho de banda si cada elemento de señalización representa más de un bit. Por ejemplo, en lugar de un desplazamiento de fase de 180, como se hace en BPSK, una técnica habitual de codificación,

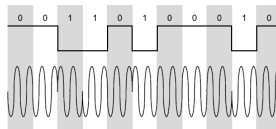


Figura 8: Desplazamiento de fase binario DIFERENCIAL

conocida como modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK, Quadrature Phase Shift Keying), considera desplazamientos múltiplos de $\pi/2$ (90°).

Esta modulación implica 4 niveles, es decir, 2 bits en serie los transmitirá de forma paralela $M = 4 = 2^m \rightarrow m = 2$. De forma que cada posible estado de bit tiene una forma de transferirse, como se muestra a continuación:

$$\begin{aligned} 00 &= A * \cos(fc * t) + B * \sin(fc * t) \\ 01 &= A * \cos(fc * t) - B * \sin(fc * t) \\ 10 &= -A * \cos(fc * t) + B * \sin(fc * t) \\ 11 &= -A * \cos(fc * t) - B * \sin(fc * t) \end{aligned}$$

Es importante notar que mientras más niveles se usen, mucho más rápida es la transmisión, pero mucho más grande será el costo de esa implementación.

2.2.5. PSK multinivel

La utilización de varios niveles se puede extender para transmitir más de dos bits de una vez. Por ejemplo, usando ocho ángulos de fase diferentes es posible transmitir de una vez tres bits. Es más, cada ángulo puede tener más de una amplitud. Por ejemplo, un módem estándar a 9.600 bps utiliza 12 ángulos de fase, cuatro de los cuales tienen dos valores de amplitud, dando lugar a 16 elementos de señalización diferentes.

3. Información relevante e interesante

3.1. Codificación y Aplicaciones ASK

La forma más simple y común de ASK funciona como un interruptor que apaga/enciende la portadora, de tal forma que la presencia de portadora indica un 1 binario y su ausencia un 0. Este tipo de modulación por desplazamiento on-off es el utilizado para la transmisión de código Morse por radiofrecuencia, siendo conocido el método como operación en onda continua. Otros procedimientos más sofisticados de codificación operan sobre la base de utilizar distintos niveles de amplitud, de forma que cada nivel representa un grupo de datos determinado. Por ejemplo, un esquema de codificación que utiliza cuatro niveles puede representar dos bits con cada cambio de amplitud; uno con ocho niveles puede representar tres bits y así sucesivamente. Esta forma de operación requiere una alta relación señal/ruido en el medio de transmisión para una correcta recuperación de la información en recepción, por cuanto gran parte de la señal es transmitida a baja potencia.

Se puede aplicar en los siguientes aspectos:

Transmisiones con fibra óptica, ya que es muy fácil .encender. .apagar. el haz de luz; además la fibra soporta las desventajas de los métodos de modulación de amplitud ya que posee poca atenuación.

Transmisión por Cable transoceánico.



Figura 9: Aparatos donde se aplica la modulación FSK

3.2. Codificación y Aplicación de FSK

Las aplicaciones de la Transmisión por desplazamiento de frecuencia son:

- Se usan en radiocomunicaciones
- Se utiliza comúnmente para el identificador de llamadas
- Aplicaciones de medición remotas
- Sistema telefónico celular
- Aplicaciones en los módems para transmisión de datos

Se utiliza en los módems de baja velocidad. Se emplea separando el ancho de banda total en dos bandas, los módems pueden transmitir y recibir datos por el mismo canal simultáneamente. El módem al que se "llama" se pone en el modo de llamada y el módem que responde" pasa al modo de respuesta gracias a un conmutador que hay en cada módem. El modem BELL 101 fue el primer módem comercial para ordenadores, lanzado por AT y T Corporation en 1958.

3.3. Aplicaciones y Comparación entre: 8-QAM,16-QAM,32-QAM y 64-QAM

QAM, la modulación de amplitud en cuadratura es ampliamente utilizada en muchas comunicaciones de radio digital y aplicaciones de comunicaciones de datos. Hay disponible una variedad de formas de QAM y algunas de las formas más comunes incluyen 16 QAM, 32 QAM, 64 QAM, 128 QAM y 256 QAM.

Los diversos QAM se pueden usar cuando un sistema de radiocomunicación necesita velocidades de datos superiores a las ofrecidas por 8-PSK. Si bien es posible transmitir más bits por símbolo, si la energía de la constelación debe permanecer igual, los puntos de la constelación deben estar más cerca entre sí y la transmisión se vuelve más susceptible al ruido.

Esto da como resultado una tasa de error de bit más alta que para las variantes de QAM de orden inferior. De esta forma, existe un equilibrio entre la obtención de velocidades de datos más altas y el mantenimiento de una tasa de errores de bits aceptable para cualquier sistema de comunicaciones por radio.

3.3.1. Aplicaciones QAM

Para las aplicaciones de difusión doméstica, por ejemplo, 64 QAM y 256 QAM se utilizan a menudo en las aplicaciones de televisión digital por cable y

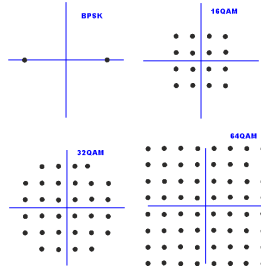


Figura 10: Diagramas para formatos de modulación

MODULACION	BIT POR SIMBOLO	TASA DE BITS
BPSK	1	0.5 kbit/s
QPSK	2	1.0 kbit/s
16QAM	4	4.0 kbit/s
64QAM	6	6.0 kbit/s

Figura 11: Imagen comparativa de la tasa de bits de cada modulación

cable módem. En el Reino Unido, 16 QAM y 64 QAM se utilizan actualmente para televisión digital terrestre utilizando DVB - Digital Video Broadcasting. En los EE. UU., 64 QAM y 256 QAM son los esquemas de modulación obligatorios para cable digital estandarizados por el SCTE en la norma ANSI / SCTE 07 2000.

Además de esto, las variantes de QAM también se utilizan para muchas aplicaciones de tecnología inalámbrica y celular.

3.3.2. Diagramas de constelaciones para QAM

Los diagramas de la constelación muestran las diferentes posiciones para los estados dentro de las diferentes formas de QAM, modulación de amplitud en cuadratura. A medida que el orden de la modulación aumenta, también aumenta el número de puntos en el diagrama de la constelación QAM.

Los diagramas siguientes muestran diagramas de constelaciones para una variedad de formatos de modulación como se aprecia en la Figura 10:

3.3.3. QAM bits por símbolo

La ventaja de usar QAM es que es una forma de modulación de orden superior y, como resultado, puede transportar más bits de información por símbolo. Al seleccionar un formato de orden superior de QAM, se puede aumentar la velocidad de datos de un enlace.

La Figura 11 muestra un resumen de las tasas de bits de diferentes formas de QAM y PSK.[2]

3.4. Características AMI

El AMI cumple las condiciones siguientes: El espectro de la señal a la frecuencia cero debe ser cero, ya que la mayoría de los canales eliminan la componente continua de las señales. El máximo espectral debe darse en un submúltiplo o en la proximidad de un submúltiplo de régimen binario, así la energía necesaria para producir la señal estará en la zona en la que la atenuación de transmisión del cable es más reducida y la atenuación de la diafonía es mayor, así que se conseguirá una mejor relación señal ruido. Se reducen los requerimientos de potencia y se logra una mayor inmunidad a la diafonía. Gracias a las condiciones anteriores, si la señal puede contener arbitrariamente largas secuencias de ceros se utiliza un aleatorizado que limite estadísticamente el número de ceros consecutivos, de otra manera se perdería el sincronismo con el reloj. A su vez, si se encuentra dos unos seguidos con la misma polaridad sabemos que se ha producido un error. Usos:

El código AMI fue usado extensamente en la primera generación de redes PCM(Pulse Code Modulation), y todavía se suele ver en los multiplexores más antiguos, pero su éxito radica en que no haya un gran número seguido de ceros en su código: se debe lograr que no haya más de 15 ceros consecutivos, lo que asegura la sincronización. Forma de este código se aplican en los sistemas troncales T1 (a una velocidad máxima de 1.544 Mbps), y en la transmisión de canales B. en la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) de acuerdo con la Recomendación UIT-T I.430.

4. Recomendaciones

1. Para la gráfica de PSK de dos niveles, utilizar la función seno solo para su alternativa diferencial, para establecer una mejor relación y entendimiento de la señal.
2. Implementar una barra deslizante que nos permita variar la frecuencia de la portadora en tiempo real para observar cómo cambian las gráficas.
3. Para la gráfica de ASK Se recomienda asignar un frecuencia entre 2 a 4 para que la onda senoidal no se acumule en un solo espacio de la grafica.
4. En ASK, asignar un valor de amplitud cero a la entrada de cero lógico para poder observar más claramente el efecto de la modulación.
5. Tomar muy en cuenta que la transmisión FSK cuenta con dos frecuencias uno para el valor binario 1 y otra para el valor binario 0, se recomienda que sean valor lejanos para apreciar de mejor manera como se grafica la señal
6. Reconocer que cada Tipo de modulación tiene sus ventajas para la utilización en distintos aparatos o circunstancias

5. Conclusiones

1. La modulación QAM-4 es la misma que QPSK y convierte un número determinado de bits en serie, en bits en paralelo de tal forma que la transmisión es mucho más rápida.
2. Mientras más alto sea el nivel de QAM, mucho más caro será su implementación. Los niveles más usados de QAM por velocidad y precio son: 32 y 64.
3. La transmisión por radio en la gama de frecuencias de microondas, en sistemas públicos de 2, 4, 6 y 11 GHz, y militares se ubican en la gama de 7 a 8 GHz.
4. La modulación ASK permite modular una señal digital variando la amplitud se la señal senoidal asignando una menor amplitud al cero lógico que al uno lógico
5. Esta modulación ASK mantiene constantes los valores de frecuencia y fase de la onda senoidal y la amplitud del cero lógico puede llegar a ser cero.
6. Modular en FSK da una variedad al canal puesto que en un mismo se pueden transmitir distintas señales a frecuencias distintas, además puede llegar a ser un canal seguro utilizado para la comunicación policial
7. Distintas forma de Modulación permiten tener una amplia variedad de transmisión de datos lo que ayuda a que nuestro mensaje pueda transitar por una de estas de forma segura

6. Bibliografía

- 1 W. Stallings, «Técnicas para la codificación de señales,» de Comunicaciones y redes de computadores, PEARSON, PRENTICE HALL, 2004, pp. 133-157.
- 2 I. Poole, «Radio Electronics,» [En línea]. Available: <https://www.radio-electronics.com/info/rf-technology-design/quadrature-amplitude-modulation-qam/8qam-16qam-32qam-64qam-128qam-256qam.php>. [Último acceso: 01 08 2018].