

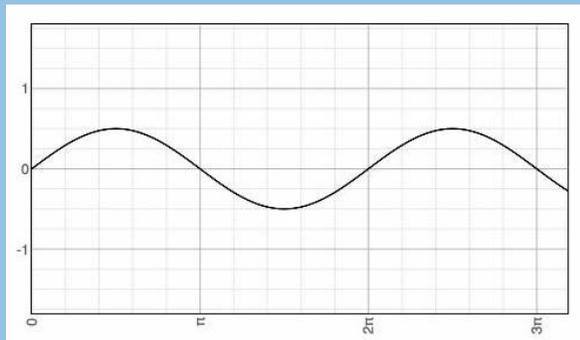
CAPITULO 6

Sistemas de comunicación

Continuar

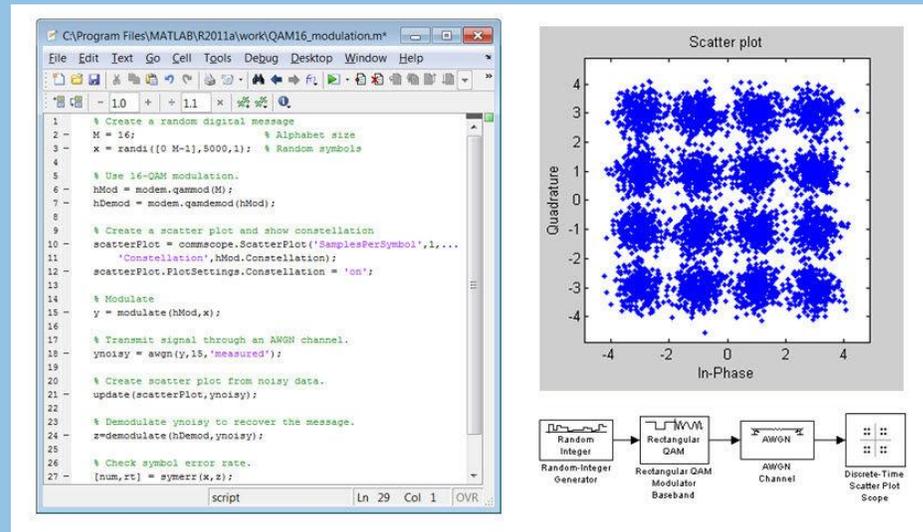
Introducción

Una señal en su frecuencia original no puede transmitirse por un medio de comunicación y por ello requiere ser trasladada a una nueva frecuencia, generalmente mayor con el fin de enviarla sin alterar las características de la señal original. La forma de hacerlo es modificando la amplitud, frecuencia o fase de otra señal llamada portadora. Dependiendo de la naturaleza de la señal original, ya sea analógica o digital. La señal original se denomina señal moduladora y la señal de alta frecuencia se denomina portadora.



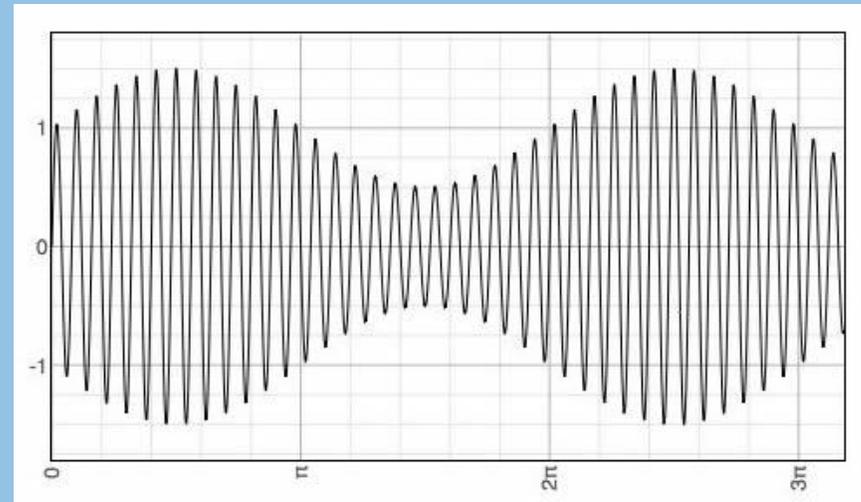
Communications System Toolbox

Para el estudio de los sistemas de comunicación se hace uso del toolbox de Communications System de MATLAB que proporciona las herramientas para el diseño, simulación y análisis de los sistemas de comunicación. La librerías de toolbox permiten implementar y resolver problemas relativos a las comunicaciones tales como codificación de la información, modulación, modelado del canal, etc.



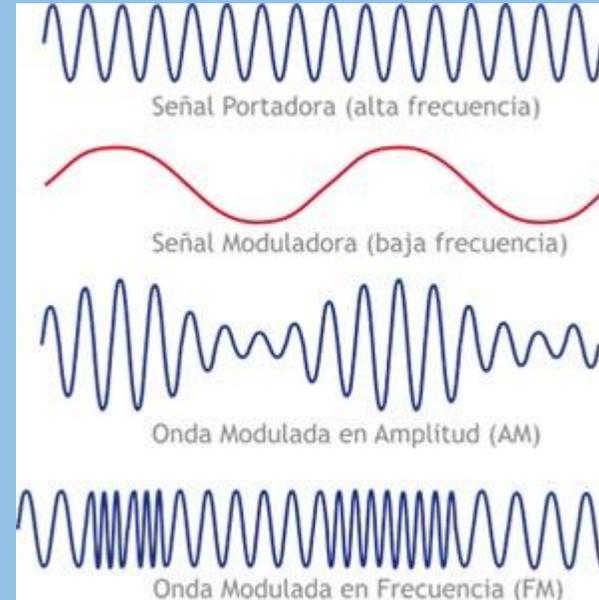
Modulación en amplitud AM

En este tipo de modulación se modifica la amplitud A de la portadora en forma proporcional a la señal moduladora. La operación de modulación se obtiene mediante la multiplicación de la señal original por la portadora.



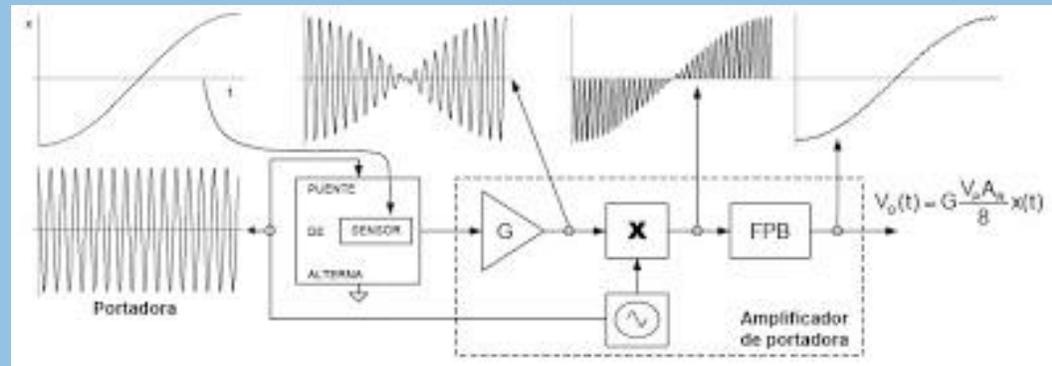
Demodulación AM

El proceso mediante el cual se recupera la señal original se denomina Demodulación y se realiza también mediante la multiplicación de la señal AM recibida por la portadora.



Demodulación síncrona y asíncrona

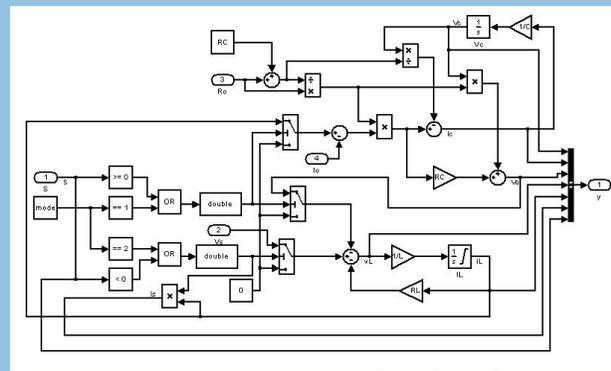
En el caso en que la variación sea $\phi = 90^\circ$ la señal no se puede recuperar, este caso se denomina demodulación asíncrona que significa que la portadora del receptor es distinta a la portadora del transmisor. La modulación síncrona se realiza cuando las portadoras de transmisor y receptor está exactamente en fase.



Uso de SIMULINK para simulación de sistemas de comunicación

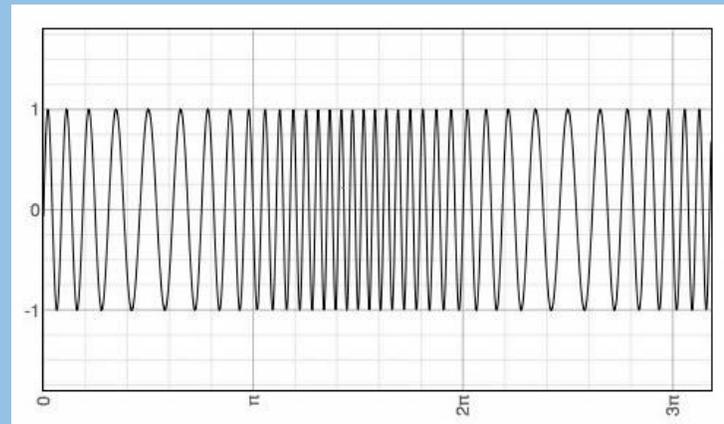
El programa de SIMULINK puede emplearse para realizar la simulación de los sistemas de comunicación basado en bloques funcionales de forma similar a los sistemas de comunicación estudiados en la teoría. Los principales bloques que posee el programa se pueden clasificar en:

- Entradas.
- Bloques funcionales.
- Operaciones aritméticas.
- Salidas.



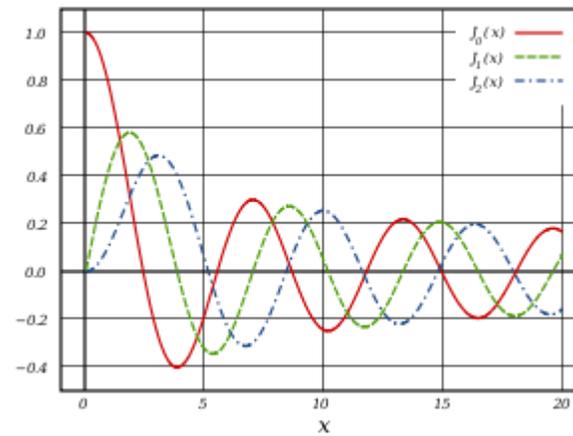
Modulación en frecuencia FM

En la modulación en frecuencia FM se modifica la frecuencia de la portadora en forma proporcional a la moduladora. La modulación FM dentro de MATLAB puede generarse mediante la función `fmmod` y la función para demodular `fmdemod`.



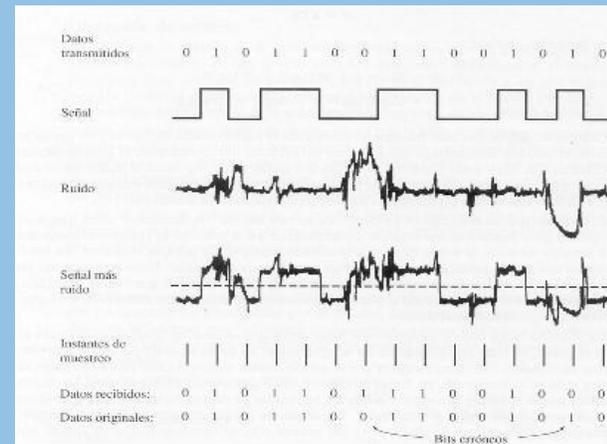
Análisis en frecuencia de FM

El comportamiento en frecuencia de la señal modulada se obtiene mediante la transformada de Fourier, sin embargo la señal de FM presenta el término $\cos(\sin(x))$ que no es posible encontrar en tablas de la transformada de Fourier. El análisis se realiza mediante las denominadas funciones de Bessel.



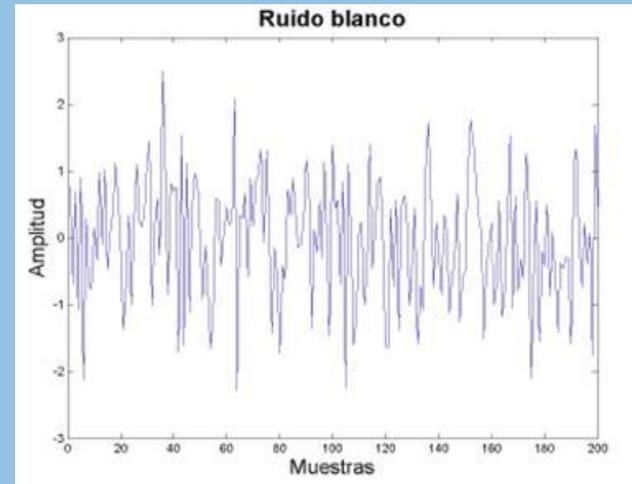
Ruido en los sistemas de comunicación

Además del estudio de la modulación es importante entender los efectos del ruido y de aquellas limitantes en el canal de comunicación que ocasionan errores y afectan al proceso de recepción de la información, tales como interferencia intersimbólica, retraso, multitrayectorias, etc. Todos estos efectos son estudiados dentro de MATLAB mediante el uso de objetos.



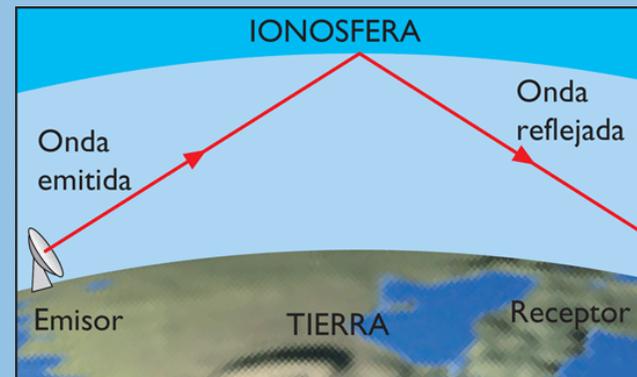
Ruido blanco gaussiano

La principal interferencia en un sistema de comunicación se debe al ruido térmico que es el resultado del movimiento aleatorio de electrones en el medio de comunicación y en los equipos electrónicos utilizados. Este ruido se caracteriza por tener una distribución gaussiana de probabilidad y se denomina Ruido blanco gaussiano aditivo.



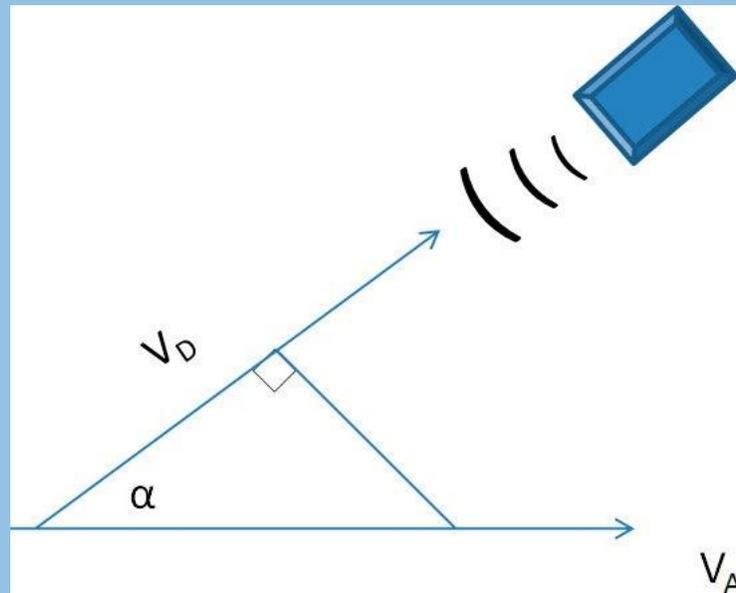
Multitrayectorias en el medio de comunicación

Las comunicaciones a bajas frecuencias como la onda corta, se basan en la transmisión de datos a través de señales que se reflejan de la ionósfera lo cual origina trayectorias con diferentes retrasos ocasionando que la señal se desvanezca.



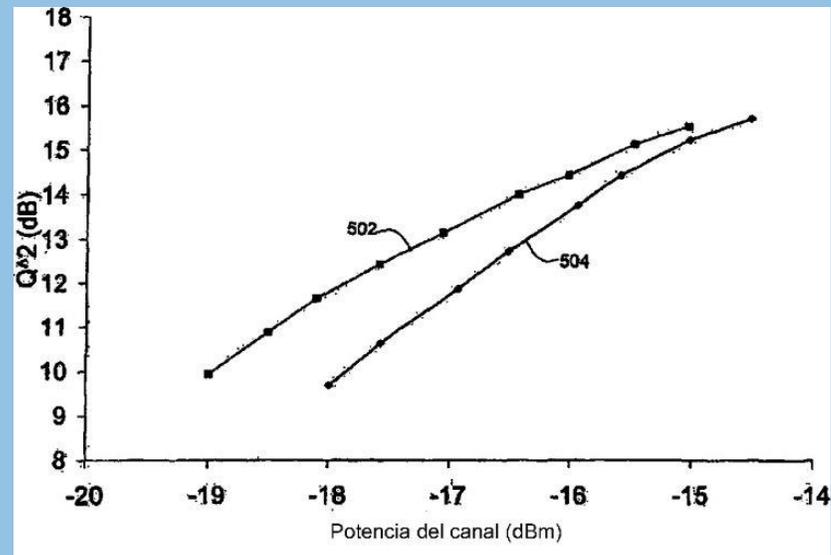
Velocidad Doppler

Cuando un receptor de un medio de comunicación móvil se mueve a una velocidad considerable. Este efecto también es importante en un sistema de radar para la detección de velocidad.



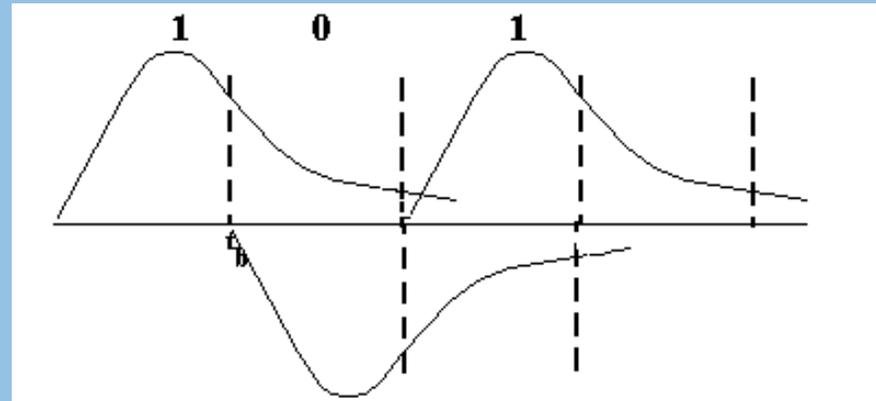
Dispersión

En un canal digital se desea transmitir un símbolo de duración T segundos por el canal de comunicación sin embargo debido al ancho de banda limitado del canal, al transmitir un pulso de un ancho mayor al pulso original e inclusive con oscilaciones laterales de menor tamaño similares a la función sinc.



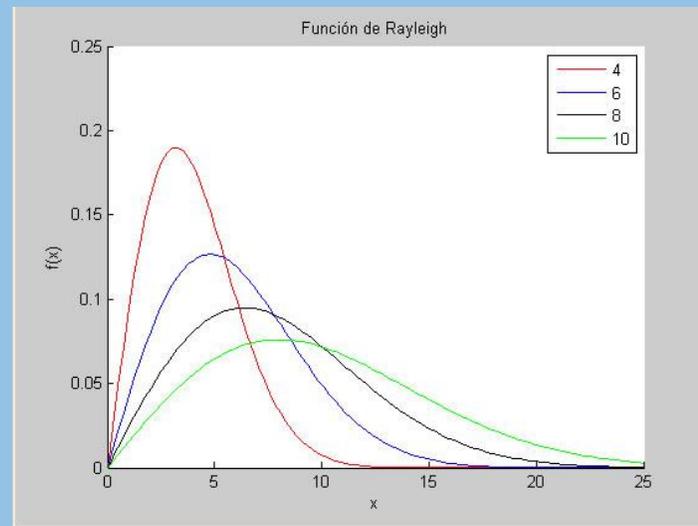
Interferencia intersimbólica

Debido a los efectos de dispersión antes mencionada, al transmitir múltiples símbolos que representan unos y ceros en forma consecutiva, la interferencia de un símbolo con el símbolo adyacente debido a la dispersión ocasionará interferencia entre los mismos denominada interferencia intersimbólica.



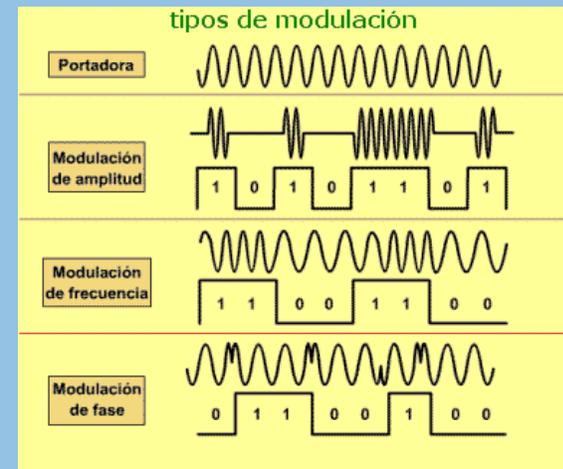
Modelo del canal en MATLAB

La función `rayleighchan` de MATLAB permite modelar el canal de comunicación mediante una serie de parámetros que definen el comportamiento del canal.



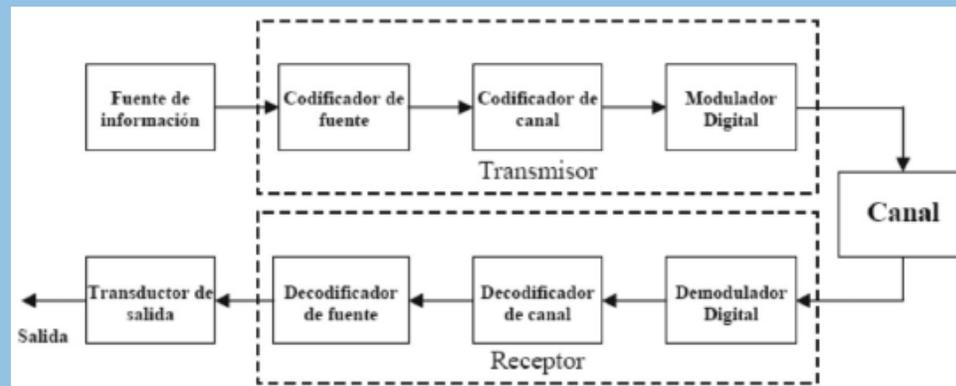
Modelo del modulador en MATLAB

El sistema completo modulador-demodulador se puede representar mediante un objeto llamado modem dentro de MATLAB de forma similar al objeto que define el canal de comunicación. Este objeto contiene información del tipo de modulación, número de símbolos transmitidos y tipo de constelación.



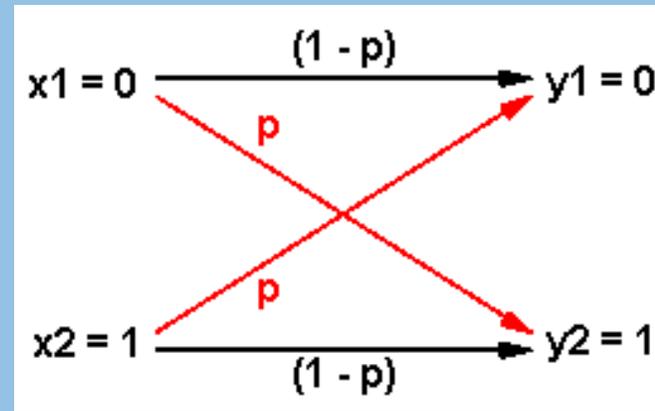
Sistemas de comunicación digital

Las comunicaciones digitales surgen inicialmente como una solución para la transmisión de datos digitales por un medio analógico como lo era en sus inicios el canal telefónico de líneas de alambre de cobre mediante los llamados módems. Este medio estaba diseñado para la transmisión de señales en el rango de frecuencias de la voz.



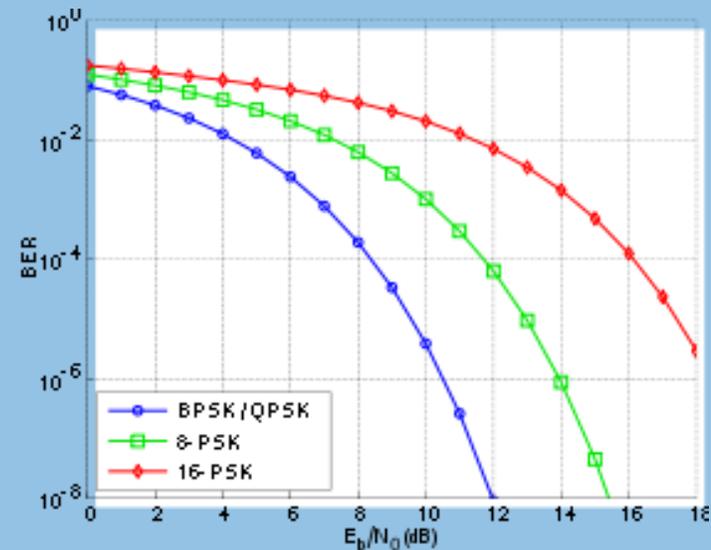
Modelo del canal digital binario simétrico

En un sistema de comunicación digital la fuente de información es binaria, es decir, se transmiten unos y ceros. Debido a los efectos del canal y el ruido la salida se ve afectada y existe una probabilidad de detectar un símbolo equivocado en el receptor.



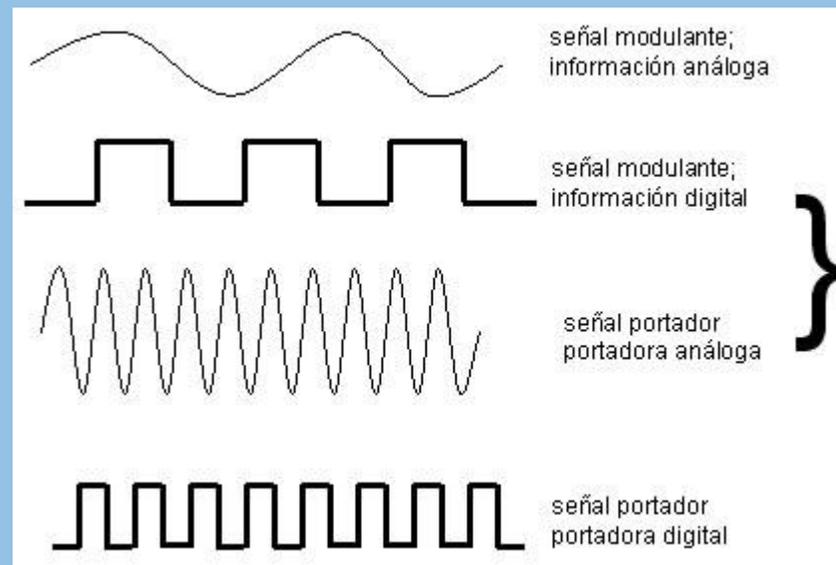
Tasa de bits con error

Por otro lado, la probabilidad de error o bien la tasa de bits con error denominada BER es la medida empleada para evaluar la eficiencia del canal.



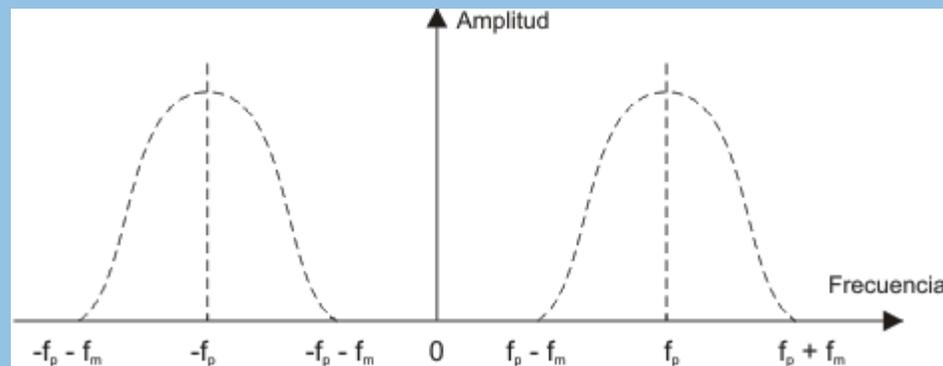
Modulación digital

La modulación digital permite transmitir la información binaria por un medio analógico. Asumiendo que un uno se representa por un pulso rectangular, a partir de la teoría de Fourier éste consta de un número alto de componentes de frecuencia mientras que el ancho de banda del canal es limitado.



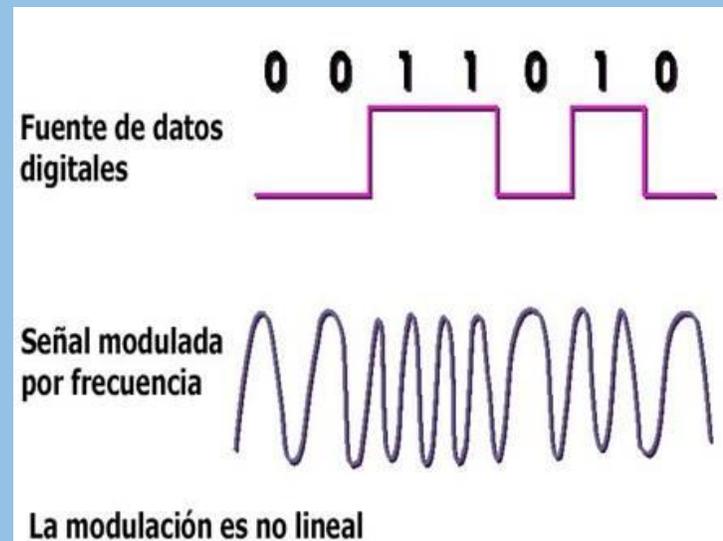
Comunicación M-aria

La transmisión de un símbolo bit representa la comunicación binaria, sin embargo cuando un símbolo representa más de un bit se denomina comunicación ternaria. Para 4 bits cuaternaria y así sucesivamente. Por esta razón se le ha designado a la comunicación de M bits por símbolo de comunicación M-aria, incrementando la velocidad de comunicación.



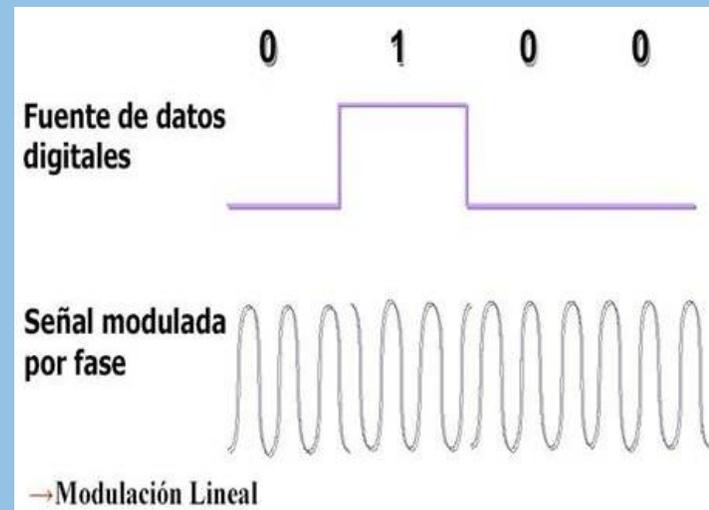
Modulación digital en frecuencia FSK

Mediante este tipo de modulación se hace variar la frecuencia de una portadora en función de la información a transmitir, ya sea un 1 o un 0 y por lo tanto se tienen dos frecuencias de transmisión.



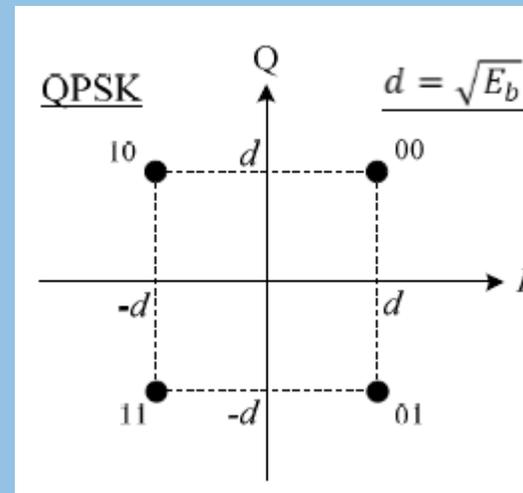
Modulación digital en fase PSK

Con la finalidad de transmitir a una mayor velocidad en bps es necesario codificar una mayor cantidad de bits por cada símbolo transmitido, lo cual se logra mediante modulación de fases.



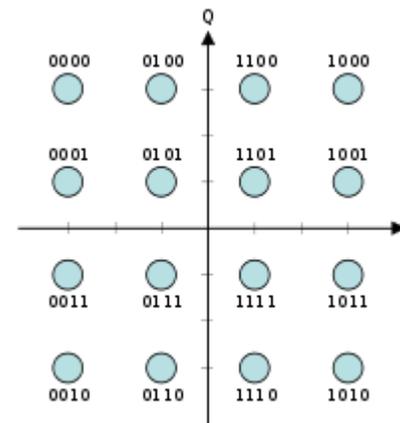
Modulación digital en cuadratura QPSK

Al transmitir 4 fases se tendrán 4 puntos en el diagrama de constelación separados 90° , por esta razón se denomina modulación e cuadratura.



Modulación digital en Amplitud y Cuadratura QAM

La velocidad de transmisión se puede incrementar al aumentar el número de fases y con ellos la cantidad de bits por cada símbolo. El proceso para generar la señal QAM se basa en la combinación de una función seno y coseno de diferentes amplitudes de tal forma que se produce el punto requerido en el diagrama de constelación.



Rendimiento en los sistemas de comunicación

En los sistemas de modulación digital que se han descrito es importante visualizar el rendimiento para comparar entre los distintos tipos de transmisión, lo cual se realiza basado en la potencia requerida para lograr cierto nivel de errores en la recepción.

