

Actividad N° 2

¿Dónde se usa? Ejemplifique.

Está compuesta por la suma lineal de dos señales previamente moduladas y consiste en modular por desplazamiento en amplitud (ASK) de forma independiente, dos señales portadoras que tienen la misma frecuencia pero que están desfasadas entre sí 90° . Es decir, estas pueden operar por el mismo canal sin interferencia mutua porque sus portadoras al tener tal desfase se dice que están en cuadratura. Estas dos ondas generalmente son señales sinusoidales en la cual una onda es la portadora y la otra es la señal de datos.

- Mayor inmunidad al Ruido.
- Menor consumo de energía eléctrica.
- Menor costo.
- Mayor capacidad para acarrear grandes cantidades de información respecto a los métodos de modulación analógica.
- Proveen transmisiones de mejor calidad.
- Compatibilidad con servicios digitales de datos.
- Mayor seguridad en la transmisión de información.

Esta tecnología se utiliza en:

- Módems telefónicos para velocidades superiores a los 2400 bps.
- Transmisión de señales de televisión, microondas, satélite (datos a alta velocidad por canales con ancho de banda restringido).
- Modulación con codificación reticulada, que consigue velocidades de transmisión muy elevadas combinando la modulación con la codificación de canal.
- Módems ADSL que trabajan a frecuencias comprendidas entre 24 kHz y 1104 kHz, alcanzándose velocidades de datos de hasta 9 Mb/s.
- Es la base de la modulación TCM (Trellis Coded Modulation), que consigue velocidades de transmisión muy elevadas combinando la modulación con la codificación de canal.

En sistemas de IoT, se utiliza en aplicaciones que requieren una alta velocidad de transmisión de datos, como en la transmisión de video de alta definición (TV Digital) y en la transmisión de datos de sensores en tiempo real.

Por ejemplo, en sistemas de monitoreo de tráfico, se pueden utilizar sensores inalámbricos que utilizan modulación QAM para transmitir datos en tiempo real a una estación base.



Otro ejemplo es en sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Los sensores inalámbricos pueden utilizar la modulación QAM para transmitir datos de la concentración de gases contaminantes en el aire a una estación base, lo que permite a los operadores del sistema monitorear la calidad del aire en tiempo real y tomar medidas para mitigar la contaminación.



5) ¿Cómo se aplica las Modulaciones Digitales ASK, FSK, PSK en sistemas IoT?

¿Dónde se usa? Ejemplifique.

Las tres modulaciones digitales se utilizan comúnmente en sistemas de IoT para transmitir datos de forma inalámbrica.

Modulación por desplazamiento de amplitud o ASK (Amplitude Shift Keying)

Se utiliza la amplitud de la señal portadora para representar la información digital. En otras palabras, la amplitud de la señal portadora se modula de acuerdo con los datos que se transmiten. Esta técnica se utiliza comúnmente en sistemas de control remoto y en sensores inalámbricos.

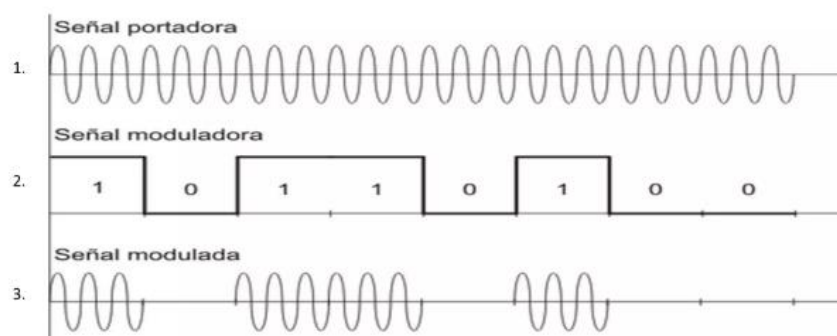
La amplitud de una señal portadora analógica varía conforme a la corriente de bit (modulando la señal), manteniendo la frecuencia y la fase constante. El nivel de amplitud puede ser usado para representar los valores binarios 0 y 1. Podemos pensar en la señal portadora como un interruptor ON/OFF. En la señal modulada, el valor lógico 0 es representado por la ausencia de una portadora, así que da ON/OFF la operación de pulsación y de ahí el nombre dado.

Como la modulación AM, ASK es también lineal y sensible al ruido atmosférico, distorsiones, condiciones de propagación en rutas diferentes en la red telefónica conmutada, entre otros factores. Esto requiere una amplitud de banda excesiva y es por lo tanto un gasto de energía. Tanto los procesos de modulación ASK como los procesos de demodulación son relativamente baratos.

La técnica ASK es usada comúnmente para transmitir datos digitales sobre la fibra óptica. Para los transmisores LED, el valor binario 1 es representado por un pulso corto de luz y el valor binario 0 por la ausencia de luz. Los transmisores de láser normalmente tienen una corriente "de tendencia" fija que hace que el dispositivo emita un nivel bajo de luz. Este nivel bajo representa el valor 0, mientras una onda luminosa de amplitud más alta representa el valor binario 1.

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.

Conversión ASK



Modulación por desplazamiento de frecuencia o FSK (Frequency Shift Keying)

Implica el cambio de la frecuencia de la señal portadora para representar la información digital. En otras palabras, la frecuencia de la señal portadora se modula de acuerdo con los datos que se transmiten. Esta técnica se utiliza comúnmente en sistemas de comunicación inalámbrica de baja velocidad, como los sistemas de monitoreo de temperatura y humedad, en radiocomunicaciones, para el identificador de llamadas, aplicaciones de medición remotas, sistema telefónico celular y aplicaciones en los módems para transmisión de datos.

La señal moduladora solo varía entre dos valores de tensión discretos formando un tren de pulsos donde un cero representa un 1 y el otro representa el 0. En la modulación digital, a la relación de cambio a la entrada del modulador se le llama bit-rate y tiene como unidad el bit por segundo (bps). La relación de cambio a la salida del modulador se le llama baud-rate. En esencia el baud-rate es la velocidad o cantidad de símbolos por segundo. En FSK, el bit rate=baud rate.

Se denomina modulación (Desplazamiento por frecuencia), a aquella en que el parámetro de la señal senoidal de la portadora que se hace variar, es la frecuencia. Cuando la señal moduladora es de origen digital, la señal modulada tomará un número discreto de valores de la frecuencia, iguales al número de valores que correspondan a la señal moduladora.

Dos tipos de modulación por desplazamiento de frecuencia:

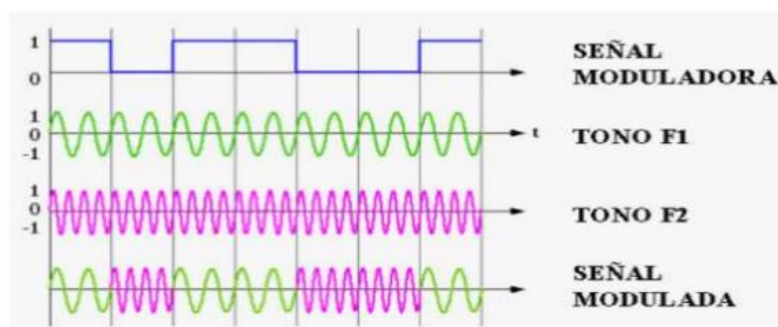
- **Modulación de frecuencia en banda angosta**

Es una variante que se obtiene cuando la variación de frecuencia de la señal modulada da como resultado una diferencia de fase menor que $\pi/2$. El índice de modulación es pequeño. Su espectro de frecuencias es similar al de ASK. Se diferencian en que la amplitud de las armónicas se ve afectada por la frecuencia, superponiéndose a la FSK. Existe una coincidencia entre el ancho de banda necesario para ASK y para FSK de banda reducida.

- **Modulación de frecuencia en banda ancha**

Variante donde el índice de modulación es mayor que $\pi/2$. Condición que aumenta la protección contra el ruido y las interferencias, obteniendo un comportamiento más eficiente respecto a ASK, ya que en este caso la pequeña modulación de amplitud mencionada en el caso de FSK de banda angosta se hace despreciable.

Conversión FSK



Esta es la primera técnica que se implementó en términos prácticos, para modular señales digitales de datos. En la actualidad si bien no es usada con exclusividad en los sistemas de transmisión de datos, se continúa empleando en radiocomunicaciones (en estaciones de radiodifusión pública).

La FSK binaria (BFSK) se puede implementar aplicando una señal discreta a la entrada de un oscilador controlado por voltaje y, por lo tanto, fue ideal para la radio digital temprana ya que estaban disponibles moduladores FM simples de alto rendimiento.

La modulación FSK de cuatro estados se utiliza en el estándar celular GSM 2G, un estándar heredado aun ampliamente soportado por las radios celulares modernas y, a veces, la única modulación soportada por la infraestructura (estaciones base) en algunas regiones donde no es económicamente viable modernizar instalaciones antiguas.

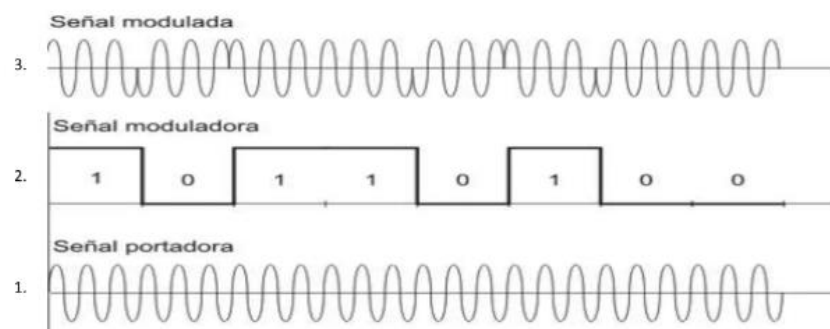
Modulación por desplazamiento de fase o PSK (Phase Shift Keying)

Implica el cambio de la fase de la señal portadora para representar la información digital. En otras palabras, la fase de la señal portadora se modula de acuerdo con los datos que se transmiten. Esta técnica se utiliza comúnmente en sistemas de comunicación inalámbrica de alta velocidad, como los sistemas de transmisión de datos de alta velocidad.

Se caracteriza porque la fase de la señal portadora representa cada símbolo de información de la señal moduladora, con un valor angular que el modulador elige entre un conjunto discreto de "n" valores posibles.

Un modulador PSK representa directamente la información mediante el valor absoluto de la fase de la señal modulada, valor que el demodulador obtiene al comparar la fase de esta con la fase de la portadora sin modular.

Conversión PSK



Dependiendo del número de posibles fases a tomar, recibe diferentes denominaciones. Dado que lo más común es codificar un número entero de bits por cada símbolo, el número de fases a tomar es una potencia de dos. Así tendremos BPSK (PSK Binario) con 2 fases (equivalente a modulación por amplitud de pulsos (PAM)), QPSK con 4 fases (equivalente a Cuadratura de Amplitud QAM), 8-PSK con 8 fases y así sucesivamente. A mayor número de posibles fases, mayor es la cantidad de información que se puede transmitir utilizando el mismo ancho de banda, pero mayor es también su sensibilidad frente a ruidos e interferencias.

Las modulaciones BPSK y QPSK, derivadas de la modulación por desplazamiento de fase, son óptimas desde el punto de vista de protección frente a errores. En esencia, la diferencia entre distintos símbolos asociados a cada fase es máxima para la potencia y ancho de banda utilizados. No pasa lo mismo con otras variantes tales como la PSK de 8 niveles (8-PSK), la de 16 (16-PSK) o superiores, para las cuales existen otros esquemas de modulación digital más eficientes.

La gran ventaja de las modulaciones PSK es que la potencia de todos los símbolos es la misma, por lo que se simplifica el diseño de los amplificadores y etapas receptoras lo que significa reducción de costos, dado que la potencia de la fuente es constante.

Existen 2 alternativas de modulación PSK:

- PSK convencional, donde se tienen en cuenta los desplazamientos de fase.
- PSK diferencial (DPSK), en la cual se consideran las diferencias entre un salto de fase y el anterior.

Aplicaciones:

- Estándar IEEE 802.11b de red LAN inalámbrica utiliza diferentes variaciones de modulación PSK, dependiendo de la velocidad de transmisión:
 - 1 Mbps usa DBPSK.
 - 2 Mbps usa DQPSK.
 - 5.5 Mbps y 11 Mbps usa QPSK.
- Estándar IEEE 802.11g3, para LANs inalámbricas de alta velocidad, tiene 8 tasas de velocidad de datos: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbps.
Los modos de 6 y 9 Mbps usan modulación OFDM con subportadoras que son moduladas con BPSK y OFDM con QPSK para 12 y 18Mbps.
- Estándar IEEE 802.15.4 (el estándar inalámbrico utilizado por ZigBee) se basa en PSK, que permite el uso de dos bandas de frecuencias: 868 a 915 MHz usando BPSK y a 2,4 GHz utilizando OQPSK.
- Modulación BPSK es utilizada para transmisores pasivos de bajo coste y es utilizada en estándares RFID como el ISO 14443, adoptado en pasaportes biométricos o tarjetas de crédito
- La norma Bluetooth 2.0 usa la modulación $\pi/4$ -DQPSK para su mínima velocidad de 2 Mbit/s y a la máxima, que es de 3 Mbps usa 8-DPSK cuando el enlace entre dos dispositivos sea robusto.
- Transmisión de señales de televisión de alta definición HDTV.
- Televisión satelital en señales de video HD.