

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

### Modulación:

Modulación engloba el conjunto de técnicas que se usan para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda sinusoidal. Estas técnicas permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información de forma simultánea además de mejorar la resistencia contra posibles ruidos e interferencias. Según la American National Standard for Telecommunications, la modulación es el proceso, o el resultado del proceso, de variar una característica de una onda portadora de acuerdo con una señal que transporta información. El propósito de la modulación es sobreponer señales en las ondas portadoras.

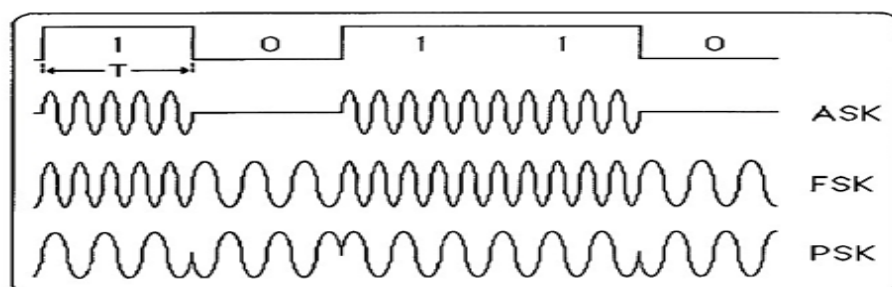
Básicamente, la modulación consiste en hacer que un parámetro de la onda portadora cambie de valor de acuerdo con las variaciones de la señal moduladora, que es la información que queremos transmitir.

### Técnica de modulación empleadas:

Uno de los objetivos de las comunicaciones es utilizar una frecuencia portadora como frecuencia básica de una comunicación, pero modificándola, siguiendo un proceso denominado modulación para codificar la información en la onda portadora.

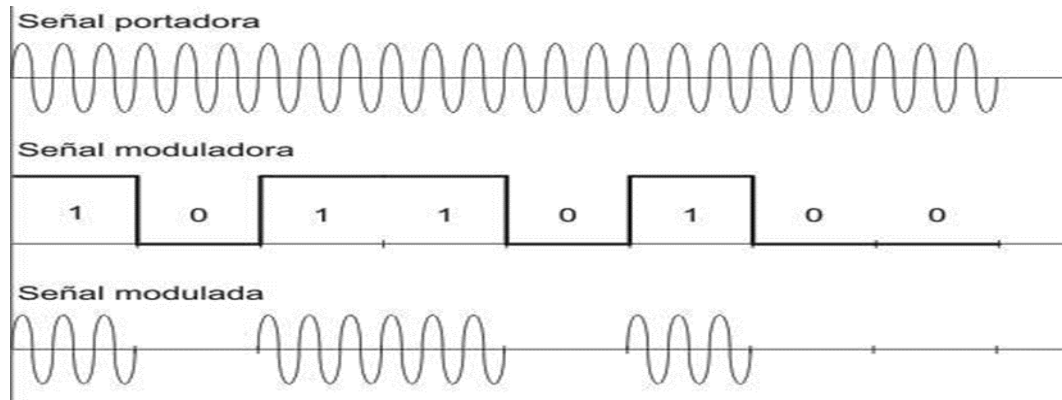
Para los sistemas digitales de comunicación que emplean canales pasa banda, resulta ventajoso modular una portadora analógica con la corriente digital de datos antes de la transmisión. Las tres formas básicas de la modulación digital correspondiente a la AM, FM y PM se conocen como conmutación de corrimiento de amplitud (ASK

Amplitude- shift keying) Conmutación de corrimiento de frecuencia (FSK Frequency- Shift keying) y conmutación por corrimiento de fase (PSK Phase- shift Keying). Esta práctica abarca las técnicas de modulación digital.



### Ask (Modulación por desplazamiento de amplitud):

En el conmutador de desplazamiento de amplitud, la amplitud de una señal portadora de alta frecuencia se alterna entre dos valores en respuesta a un código PCM. En el caso binario, la elección habitual es el conmutador de encendido- apagado, la onda de amplitud resultante consiste en pulsos de RF, llamado marcas, que representa el binario 1, y espacios que representan al binario 0.



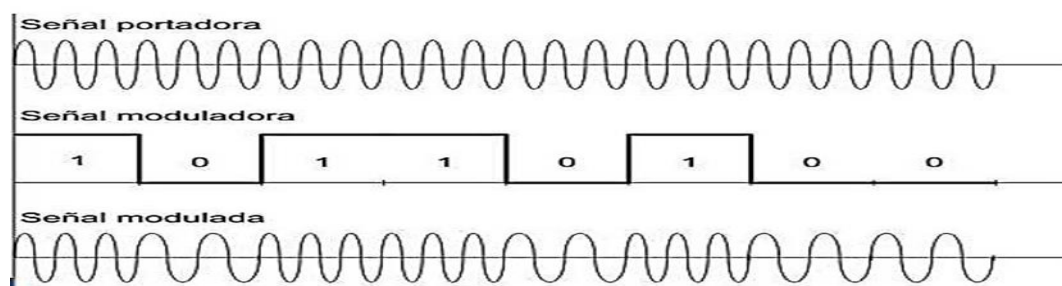
La modulación en ASK no es otra cosa que una variante de la modulación en AM que se adapta perfectamente a las condiciones de los sistemas digitales, además de que les permite trabajar sobre una sola frecuencia de transmisión en vez de tener que lidiar con pulsos cuadrados que contienen componentes en 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 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. Otro de los inconvenientes es que los múltiplos de una frecuencia fundamental son inutilizables y que este tipo de sistemas son susceptibles al ruido.

### FSK (modulación desplazamiento de frecuencia):

Este es un tipo de modulación de frecuencia cuya señal modulante es un flujo de pulsos binarios que varía entre valores predeterminados. En los sistemas de modulación por salto de frecuencia. La señal moduladora hace variar la frecuencia de la portadora, de modo que la señal modulada resultante codifica la información asociándola a valores de frecuencia diferentes.



La frecuencia instantánea de la señal portadora se alterna entre dos o más valores en respuesta al código PCM. La onda FSK puede considerarse compuesta por dos ondas ASK de diferentes frecuencias portadoras.

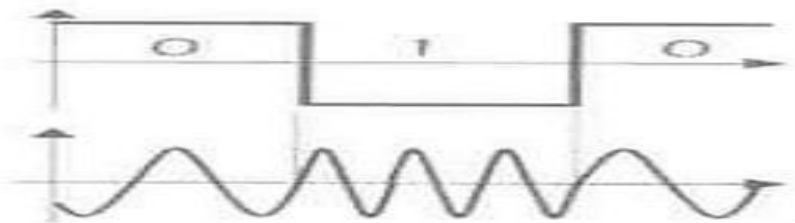
La señal moduladora solo varía entre dos valores de tensión discretos formando un tren de pulsos donde uno representa un "1" o "marca" y el otro representa el "0" o "espacio". Generalmente estas 2 frecuencias de la señal corresponden a desplazamientos de igual magnitud, pero en sentidos opuestos de la frecuencia de la señal portadora.

Las ventajas de FSK sobre ASK se hacen notables cuando el índice de modulación es grande debido a que se aumenta la protección contra el ruido y las interferencias, obteniendo un comportamiento más eficiente respecto a ASK, puesto que en este caso la pequeña modulación de amplitud mencionada en el caso de FSK de banda angosta se hace despreciable.

#### Modulación FSK coherente y no coherente:

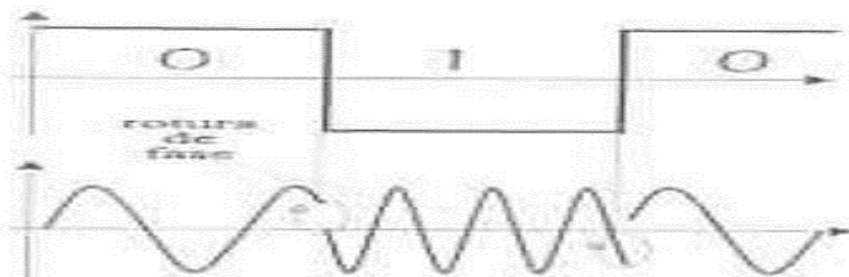
##### Fsk coherente

Mantiene la fase de la señal, al asignar la frecuencia.



##### FSK no coherente:

La fase no se mantiene al momento de asignar la frecuencia. Las frecuencia son generadas por diferentes fuentes.



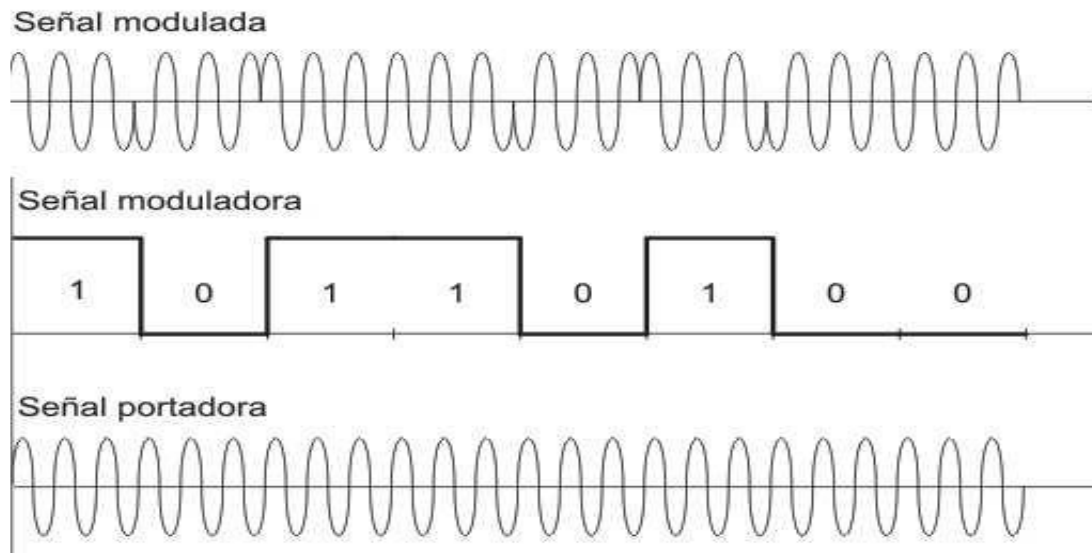
#### PSK (Modulación por desplazamiento de fase):

Esta es una forma de modulación angular que consiste en hacer variar la fase de la portadora entre un número determinado de valores discretos. La diferencia con la modulación de fase convencional (PM) es que mientras en ésta la variación de fase es continua, en función de la señal moduladora, en la PSK la señal moduladora es una señal digital y, por tanto, con un número de estados limitado.

Con la transmisión de desplazamiento de fase binaria son posibles dos fases de salida para una sola frecuencia de la portadora, una fase de salida representa el "1" lógico y la otra un

“0” lógico, conforme la señal digital de entrada cambia de estado, la fase de la portadora de salida se desplaza entre dos ángulos que están  $180^\circ$  fuera de fase (otro nombre para esta modulación es transmisión inversa de fase PRK).

La modulación PSK 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 2 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 ésta con la fase de la portadora sin modular.



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 con 2 fases (equivalente a PAM), QPSK con 4 fases (equivalente a QAM), 8PSK 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.

#### Características importantes:

-Versiones de modulaciones digitales de modulaciones analógicas. - Transmisión de valores binarios “1” marca y “0” espacio.

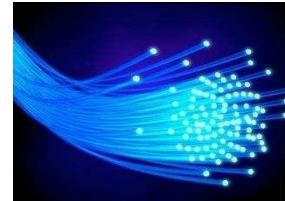
-Entre mayor número de fases en la modulación por desplazamiento de frecuencia se puede transmitir mayor número de datos, pero mayor es también su sensibilidad frente a ruidos e interferencias.

-La modulación por desplazamiento de frecuencia es más eficiente y por lo tanto más utilizada en la actualidad con respecto de modulación por desplazamiento de amplitud y la modulación por desplazamiento de frecuencia.

-Las tres técnicas de modulación adecuan una señal binaria para poder ser enviada por un medio de transmisión.

### Aplicaciones:

- La modulación por desplazamiento de frecuencia y La modulación por desplazamiento de amplitud se utilizan típicamente a velocidades de hasta 1.200 bps en líneas de calidad telefónica.
- La modulación por desplazamiento de fase es usada en: LAN inalámbrica, RFID (Transmisores pasivos), bluetooth 2.0, televisión en alta definición y la televisión satelital.
- En ASK transmisiones con fibra óptica, ya que es muy fácil "encender" y "apagar" el haz de luz; además la fibra soporta las desventajas de los métodos de modulación de amplitud ya que posee poca atenuación.
- La modulación por desplazamiento de amplitud se solía usar en transmisión de datos en código morse.
- Transmisión por Cable transoceánico.
- En técnicas de modulación menos eficientes (ASK y FSK) se usan en la radiodifusión, ya que no sirve para transmisión de datos a altas velocidades.
- FSK se emplea normalmente en enlaces asíncronos ya que es el sistema ideal para operar a baja velocidad.
- El estándar de red LAN inalámbrica, IEEE 802.11b1999, usa una variedad de diferentes modulaciones PSK, dependiendo de la velocidad de transmisión. A 1Mbps usa DBPSK (BPSK diferencial), a 2Mbps emplea DQPSK y para 5,5Mbps y 11Mbps, usa QPSK, pero debe ser usada junto con modulación de código complementario.



### Ventajas y desventajas:

Ventajas	Desventajas
FSK de banda reducida o banda angosta	ASK es sensible a cambios repentinos de la ganancia
PSK es muy utilizada en la actualidad debido a su eficiencia.	ASK y FSK son técnicas de modulación ineficaces.
Las ventajas de FSK sobre ASK se hacen notables cuando el índice de modulación es grande debido a que se aumenta la protección contra el ruido y las interferencias	La modulación por desplazamiento de frecuencia tiene la desventaja de usar un ancho de banda grande debido al cambio de la frecuencia en la señal portadora.
FSK es ideal para sistemas que trabajan a bajas velocidades.	Entre más fases tiene un sistema de PSK puede transmitir más datos, pero con la desventaja de tener más ruido
La modulación por desplazamiento de amplitud es la modulación digital más simple.	La modulación por desplazamiento de frecuencia requiere de una sincronización muy precisa.