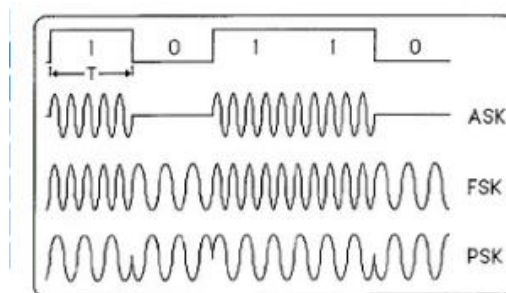


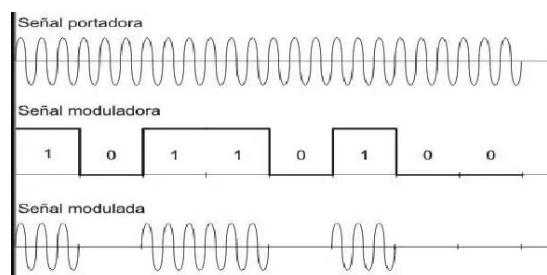
**5) ¿Cómo se aplica las Modulaciones Digitales ASK, FSK, PSK en sistemas IoT?.
¿Dónde se usa?. Ejemplifique.**

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 desplazamiento de amplitud (ASK Amplitude- shift keying) Conmutación de desplazamiento de frecuencia (FSK Frecuency- Shift keying) y conmutación por desplazamiento 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.



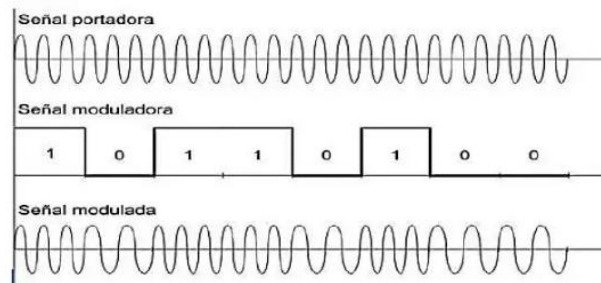
La modulación en ASK no es otra cosa que una variante de la modulación en AM que se adapta perfectamente a las condiciones de los sistemas digitales, además de que les permite trabajar sobre una sola frecuencia de transmisión en vez de tener que lidiar con pulsos cuadrados que contienen componentes en 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 demodulación 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.

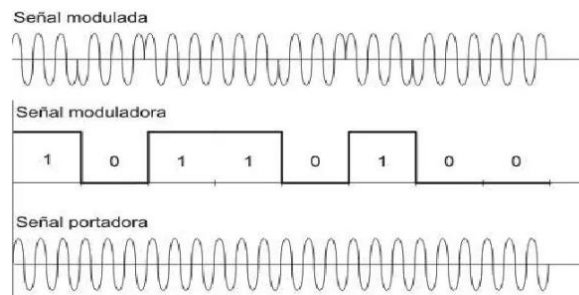
Las ventajas de FSK sobre ASK se hacen notables cuando el índice de modulación es grande debido a que se aumenta la protección contra el ruido y las interferencias, obteniendo un comportamiento más eficiente respecto a ASK, puesto que en este caso la pequeña modulación de amplitud mencionada en el caso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

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° 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



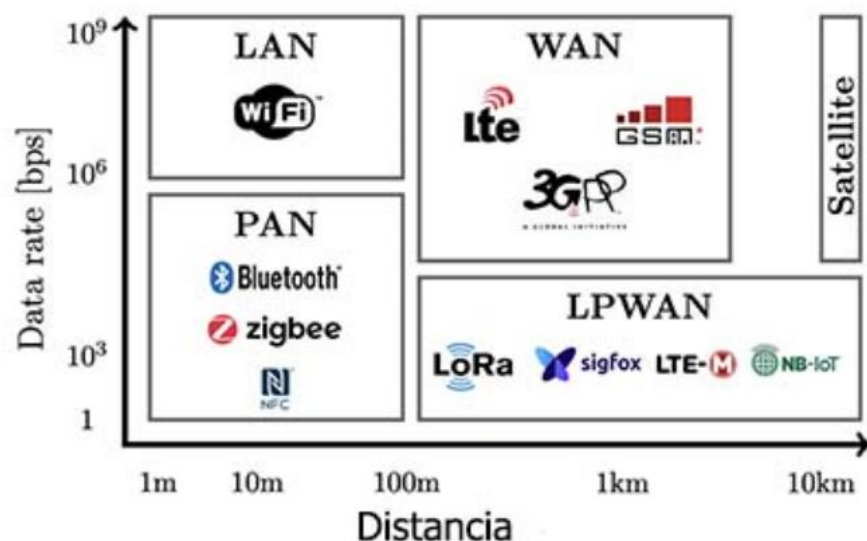
Aplicaciones

- 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 802.11b-1999, 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.

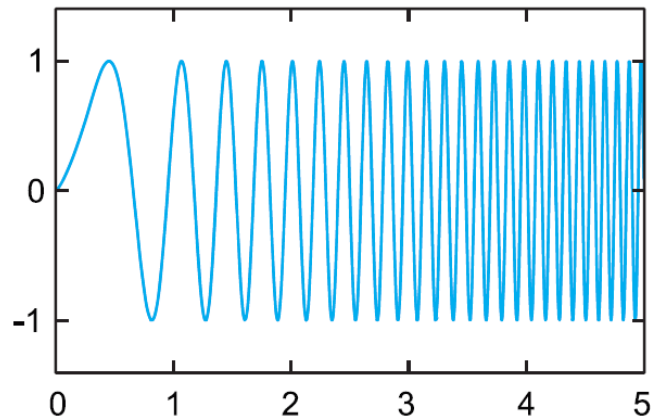
Entre las diferentes tecnologías disponibles en el mercado para conectar varios dispositivos para aplicaciones de la ciudad inteligente, agricultura inteligente o Internet de las cosas en el ámbito industrial (IoT) **incluso redes de sensores inalámbricos (WSNs) de área de rango pequeño a grande**, las principales alternativas son la **tecnología Wi-Fi** (IEEE 802.11 a / g / n / ac / ah), tecnología **Bluetooth** (IEEE 802.15.1), variante **Clasico** y **Low Energy (BLE)**, tecnología **ZigBee** (IEEE 802.15.4), protocolo **LoRaWAN** y **LTE-M**, seguido de **Narrowband**, protocolo **(NB-IoT)** y la **quinta generación de red celular (5G)**.

Cuando se trata de grandes WSN, es común tener que lidiar con **redes inalámbricas de rango amplio** caracterizadas por subredes con rangos más pequeños basados en protocolos de un mayor ahorro de energía, para garantizar una resistencia adecuada a las condiciones de uso incluso para dispositivos con nodo final alimentados por baterías. Por **lo tanto, puede ser útil clasificar los protocolos antes mencionados en su rango de cobertura típico y en sus casos de uso y aplicación**. Me atrevo a dividirlos en tres clasificaciones principales: **protocolos de comunicación de corto alcance**, protocolos de comunicación de **rango medio** y protocolos de comunicación de **largo alcance**. En el siguiente gráfico podemos ver una somera comparación de las principales características de los estándares mencionados.



Protocolos usuales en internet de las cosas.

Modulación de LoRa



LoRa Chirp Spread Spectrum illustration.

Debemos conocer un poco sobre la modulación de LoRa cuando deseamos trabajar con esta tecnología, para así entender cómo funciona la misma y comprender su potencial.

En los sistemas de espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS), la fase de la portadora cambia de acuerdo con una secuencia de códigos, logrado al multiplicar la señal de data con un código de ensanchamiento.

Este código es una secuencia de pulsos *chips*. Esta secuencia se produce a una velocidad de datos mucho más rápida que la señal de datos, ensanchando así el ancho de banda de la señal original.

Es importante tener claro que el término *chip* se utiliza para distinguir los bits codificados más cortos de los bits sin codificar más largos de la señal de información.

En el receptor, la data se recupera al multiplicar la señal recibida por una réplica de la secuencia de código generada localmente, lo que descomprime efectivamente la señal ensanchada a su original ancho de banda sin ensanchamiento.

El DSSS es ampliamente usado en aplicaciones de comunicación de datos. Pero no está diseñado para dispositivos de bajo costo y poco consumo de energía.

La **modulación de LoRa** aborda todos los problemas asociados con los sistemas de DSSS, en términos de bajo consumo y añadiendo robustez a las técnicas tradicionales de espectro ensanchado.

La gran diferencia que tiene la modulación LoRa, respecto a la modulación tradicional de espectro ensanchado, es que una vez la señal de data es llevada a una velocidad de datos más alta (mediante la secuencia de *chip*) es modulada en una señal *Chirp* que varía continuamente en la frecuencia, por eso la modulación LoRa recibe el nombre de **CSS**.