



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

En esencia las modulaciones digitales constan en el procesamiento de algunos parámetros de una onda portadora en función a otra señal conocida generalmente como onda moduladora la cual es una señal digital binaria (de “1” y “0”) que porta la información, para que la misma sea transmitida por un canal. Dentro de este tipo de modulaciones se pueden considerar entre las más resaltantes **ASK, FSK y PSK** para los sistemas de comunicación digitales.



Evolución de modulaciones digitales.

En este caso, se hacen las modificaciones utilizando modulación por onda continua, debido a que la onda utilizada es una portadora sinusoidal a la que se le puede variar fase, frecuencia y su amplitud.

## Modulación digital: Modulación por desplazamiento de amplitud **ASK** (Amplitude Shift Keying)

La señal ask es una técnica de modulación digital en la que la información se encuentra modulada en amplitud. *Es un caso particular de AM.* ASK fue una de las primeras técnicas de modulación empleadas y antecede a los sistemas analógicos de comunicación[1]. Consiste en la conmutación de una señal senoidal portadora  $\cos(\omega_c t)$  de alta frecuencia a través de su encendido y apagado mediante una señal binaria unipolar  $f(t)$ , la cual es el mensaje que se desea transmitir con niveles de tensión de 0 a A voltios y ancho de bit  $\tau_b$ . Su función se representa en la siguiente ecuación.

$$f_{ASK}(t) = f(t)\cos(\omega_c t) \quad (1)$$

- si  $f(t) = 0V \Rightarrow f_{ASK}(t) = 0$
- si  $f(t) = AV \Rightarrow f_{ASK}(t) = A\cos(\omega_c t)$

En la Figura 1 se muestra la señal de información  $f(t)$  y la señal modulada ASK respectivamente.

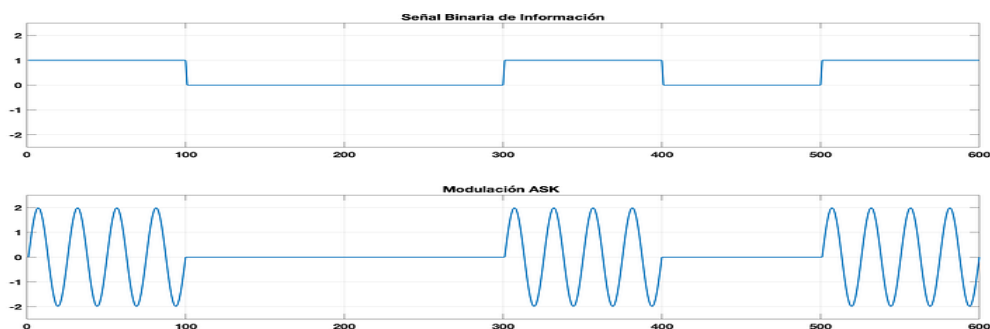
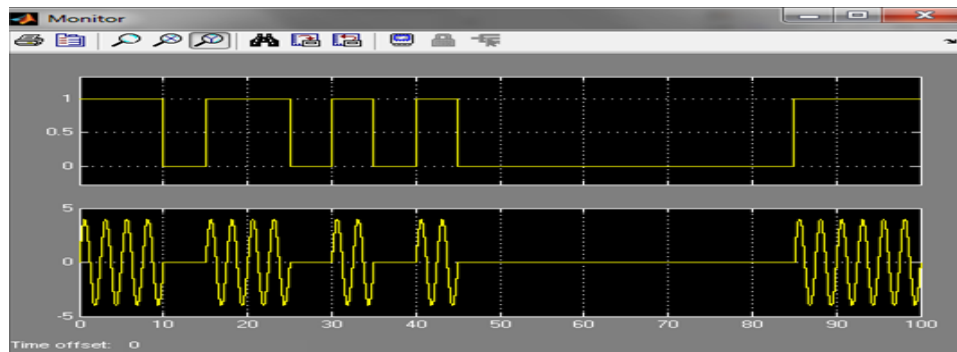


Figura 1. Señales de la modulación ASK.

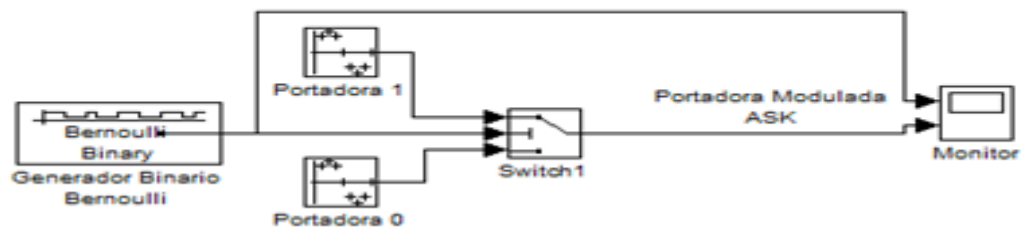
En otras palabras, la alternancia de amplitud de la señal portadora dependerá directamente de los niveles de amplitud de la señal a modular manteniendo la frecuencia y la fase constante. Las variaciones de amplitud es usada para representar valores binario de "0" y "1", de esta manera se puede representar la señal portadora como un interruptor ON/OFF.



Otro ejemplo de modulación ASK

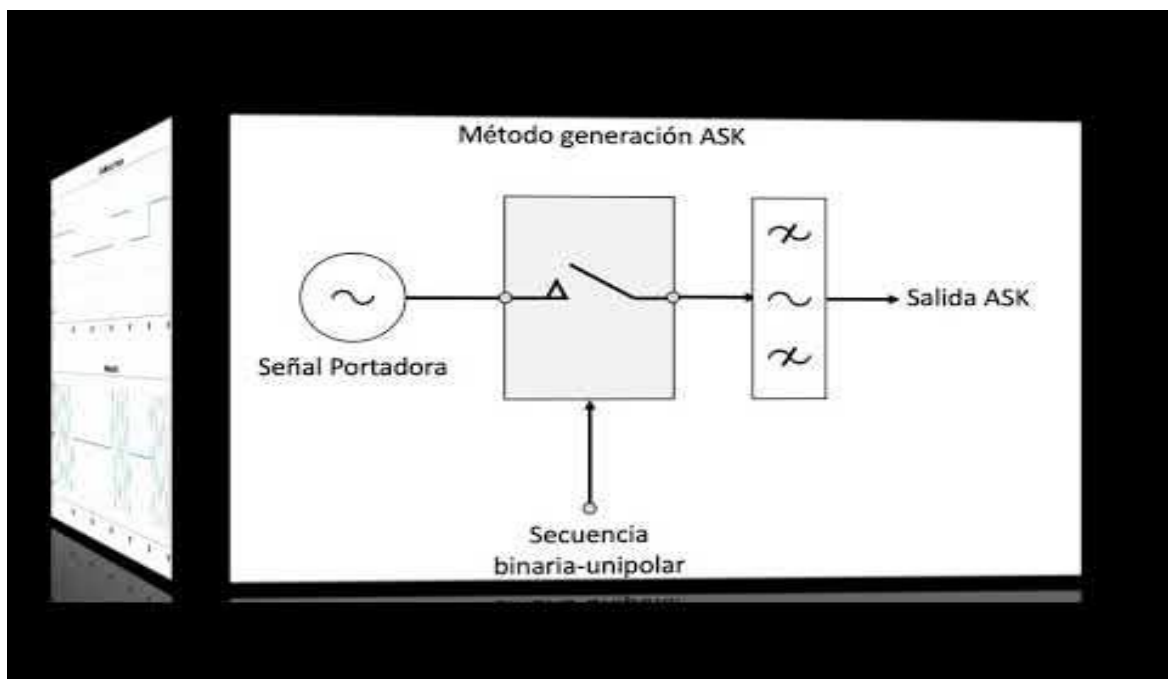
Por otra parte, el circuito consta de un interruptor el cual dependiendo de la información de la señal a modular ("1" y "0") elige la portadora correspondiente para ese valor.

### MODULADOR ASK



Esquema de modulación ASK

[\(131\) ASK - YouTube](#)



La técnica ASK se utiliza para la transmisión de datos digitales en fibras ópticas, en los transmisores con LED, la expresión de la señal modulada sigue siendo válida. Es decir, un elemento de señal se representa mediante un pulso de luz, mientras que el otro se representa mediante la ausencia de luz. Los transmisores láser tienen normalmente un valor de desplazamiento, "bias", que hace que el dispositivo emita una señal de alta intensidad para representar un elemento y una señal de menor amplitud para representar al otro.

## Modulación digital: DESPLAZAMIENTO DE FASE

### PSK (Phase Shift Keying)

En esta técnica de modulación la información se modula en fase, donde la señal moduladora (datos) es digital. Existen dos alternativas de modulación PSK: **PSK convencional**, donde se tienen en cuenta los desplazamientos de fase y **PSK diferencial**, en la cual se consideran las transiciones.

Las consideraciones que siguen a continuación son válidas para ambos casos.



Para esto, se considera una señal binaria con la información a transmitir  $f(t)$  con niveles de tensión de  $\pm 1V$ , anchura de bit  $T_b$  y una señal portadora de alta

$$f_{PSK}(t) = f(t) \cos(\omega_c t) = \begin{cases} +\cos(\omega_c t) & \text{Si } f(t) = +1V \text{ (1 lógico)} \\ -\cos(\omega_c t) & \text{Si } f(t) = -1V \text{ (0 lógico)} \end{cases}$$

En la Figura 1 se muestra la señal de información  $f(t)$  y la señal modulada en PSK respectivamente.

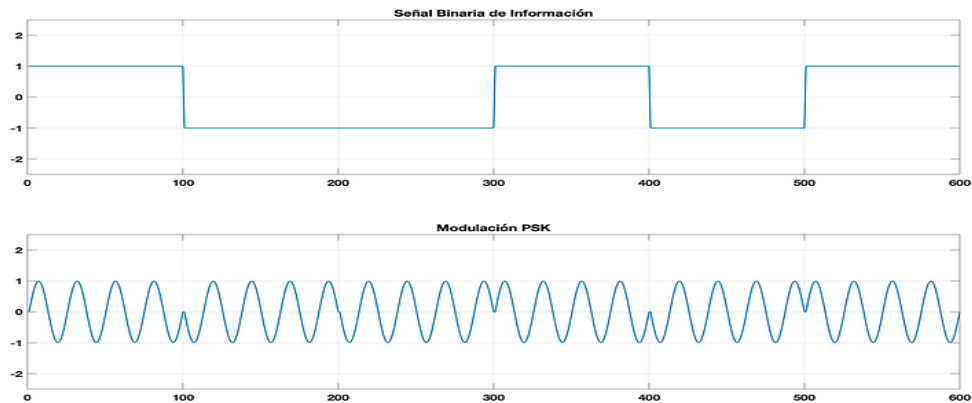
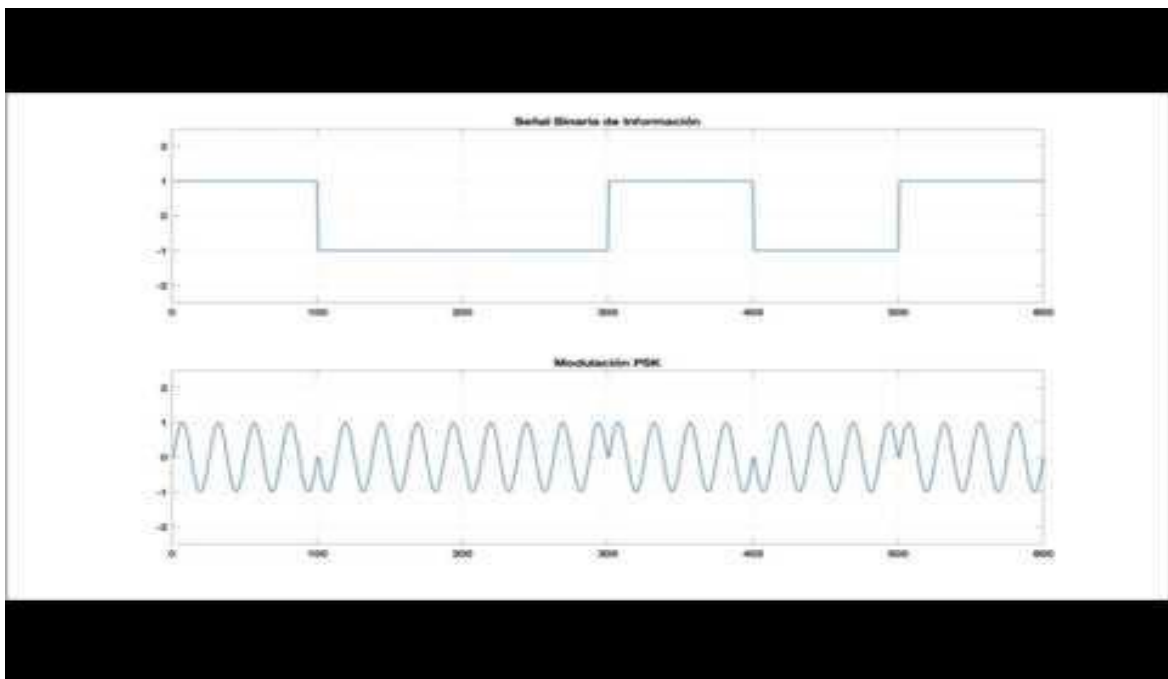


Figura 1. Señales de la modulación PSK.

### PSK



- **La técnica PSK se utiliza para la transmisión de datos digitales** Este método se utiliza ampliamente para LAN inalámbrica biométrica junto con [comunicaciones inalámbricas](#) como Bluetooth y RFID.
- Oscilador local
- [Comunicaciones ópticas](#)
- WDM multicanal
- Retrasar y agregar demodulador
- Efectos no lineales para la transmisión WDM

- Las técnicas de modulación digital más complejas utilizadas hoy en día son BPSK, QPSK y QAM, ampliamente empleadas en las comunicaciones de radio y microondas para la comunicación celular y por satélite.

## Modulación digital: TRANSMISIÓN POR DESPLAZAMIENTO DE FRECUENCIA

### FSK (Frequency Shift Keying)

Es una modulación de frecuencia donde la señal moduladora (datos) es digital. En esta técnica la información es modulada en frecuencia. Es un caso particular de **modulación FM**. Para lograr esta modulación se parte de una señal binaria de información  $f(t)$  con niveles de 0 y 1 V y ancho de bit  $T_b$  y se utilizarán dos señales portadoras de alta frecuencia ( $f_0$  y  $f_1$ ) con amplitud  $A$ [3]. Así, la función de la señal FSK resultante se presenta en la siguiente ecuación:

$$s(t) = \begin{cases} A \cos(\omega_0 t) & \text{Si } f(t) = 0V \text{ (0 lógico)} \end{cases}$$

En la figura 1 se muestra la señal de información  $f(t)$  y la señal modulada en FSK respectivamente.

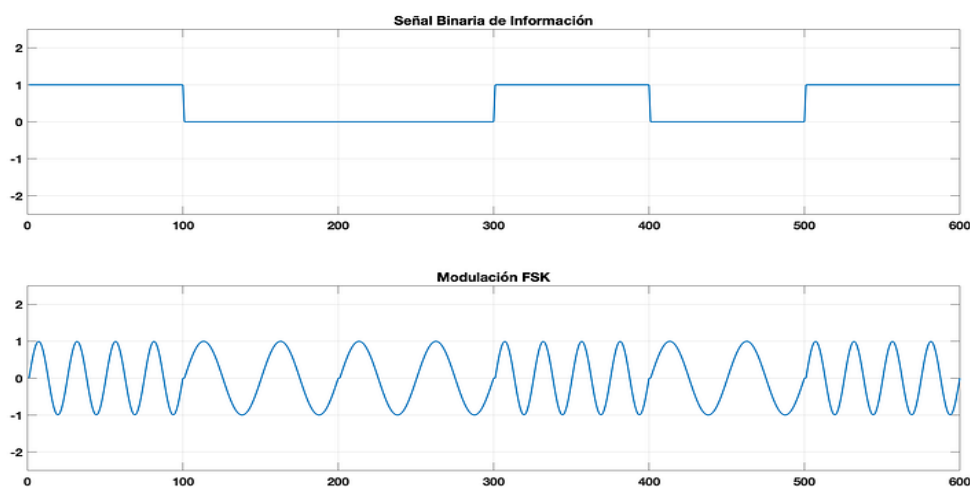
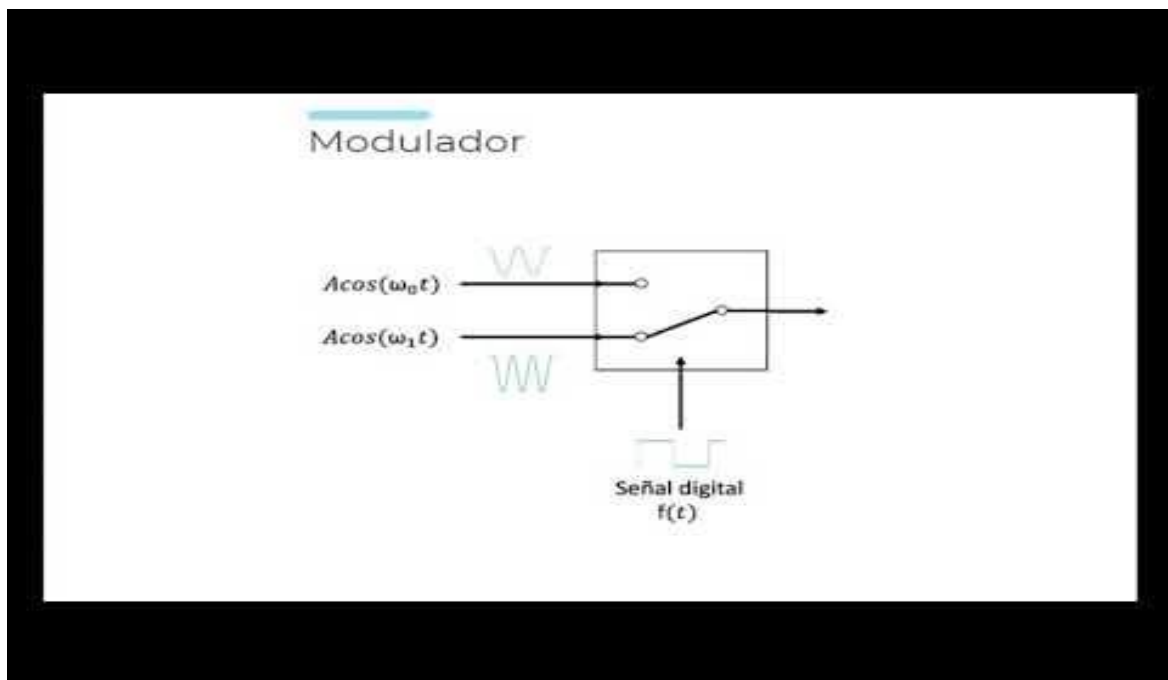


Figura 1. Señales de la modulación FSK.

[\(131\) FSK - YouTube](#)



### FSK de banda reducida o banda angosta

Si el índice de modulación es pequeño,  $m_f \ll \frac{\pi}{2}$  (esto significa que la variación de frecuencia de la señal modulada produce una diferencia de fase menor que  $\frac{\pi}{2}$ ), se tiene modulación de frecuencia en banda angosta y su espectro de frecuencias es similar al de ASK. La única diferencia es que en este caso, la amplitud de las armónicas se ve afectada por la frecuencia o sea, se tiene una pequeña modulación de amplitud, superpuesta a la FSK.

### FSK de banda ancha

Las ventajas de FSK  $m_f > \frac{\pi}{2}$  se hacen notables cuando el índice de modulación es grande es decir  $m_f > \frac{\pi}{2}$ . Con esta condición 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. La desventaja es que es necesario un mayor ancho de banda, debido a la mayor



El ancho de banda necesario para FSK de banda angosta es igual al necesario para ASK.

### Ventajas FSK

- Proceso simple para construir el circuito.
- Variaciones de amplitud cero
- Soporta alta velocidad de datos.
- Baja probabilidad de error.
- Alta SNR (relación señal/ruido).
- Más inmunidad al ruido que ASK
- La recepción sin errores es posible con FSK
- Útil en transmisiones de radio de alta frecuencia
- Preferible en comunicaciones de alta frecuencia
- Aplicaciones digitales de baja tasa de bits

### Desventajas FSK

- Requiere más ancho de banda que ASK y PSK (modulación por cambio de fase)
- Debido al alto requerimiento de ancho de banda, este FSK tiene limitaciones para usarse solo en módems de baja velocidad cuya tasa de bits es de 1200 bits/seg.
- La tasa de bits erróneos es menor en el canal AEGN que en la modulación por desplazamiento de fase.

Entonces el FSK frecuencia de modulación de desplazamiento **es una de las mejores técnicas de modulación digital para aumentar las características de frecuencia de la señal binaria de entrada**. Gracias a la técnica de modulación FSK podemos conseguir una comunicación sin errores en unas pocas aplicaciones digitales. Pero este FSK tiene una tasa de datos finita y **consume más ancho de banda** que puede ser superado por QAM, que se conoce como modulación de amplitud en cuadratura. Es la combinación de modulación de amplitud y modulación de fase.

### La técnica FSK se utiliza para la transmisión de datos digitales

- FSK se usa comúnmente para aplicaciones de identificación de llamadas y medición remota.



- FSK también se conoce como modulación de frecuencia (FM). se usan en radiocomunicaciones.
- Aplicaciones de medición remotas
- Sistema telefónico celular
- Aplicaciones en los módems para transmisión de datos



**Figure 1 Aparatos donde se aplica la modulación FSK**

- 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 & T Corporation en 1958.



- la modulación FSK se emplea normalmente en enlaces asíncronos.
- Es el sistema ideal para operar a baja velocidad.
- Requiere circuitos de media complejidad.
- Probabilidad de error elevada, pero inferior a la de ASK

