

Conversor Analógico Digital (CAD)

La salida de los sensores, que permiten al equipo electrónico interaccionar con el entorno, es normalmente una señal analógica, continua en el tiempo. En consecuencia, esta información debe convertirse a binaria (cada dato analógico decimal codificado a una palabra formada por unos y ceros) con el fin de adaptarla a los circuitos procesadores y de presentación. Un convertidor analógico-digital (CAD) es un circuito electrónico integrado cuya salida es la palabra digital resultado de convertir la señal analógica de entrada.

La conversión a digital se realiza en dos fases: cuantificación y codificación. Durante la primera se muestrea la entrada y a cada valor analógico obtenido se asigna un valor o estado, que depende del número de bits del CAD. El valor cuantificado se codifica en binario en una palabra digital, cuyo número de bits depende de las líneas de salida del CAD. Estos dos procesos determinan el diseño del circuito integrado.

En la práctica, el proceso de conversión está sujeto a numerosas limitaciones resultado de los procesos de fabricación. Las más relevantes son el tiempo de conversión y la finitud del número de estados de salida. La conversión involucra un tiempo y, en consecuencia, supone una incertidumbre que limita la velocidad máxima de la entrada. Los valores discretos del proceso de cuantificación llevan consigo un error y una limitación de resolución del circuito. La elección del CAD en un diseño electrónico dependerá de la adaptación de sus rasgos a los requerimientos de la aplicación.

El capítulo se estructura como sigue. En el primer apartado se exponen los principios operativos mediante ejemplos de operación de CADs. El segundo apartado tiene por fin exponer los tipos más comunes de CADs, el de doble rampa y el de aproximaciones sucesivas. En el tercer apartado se analizan los parámetros o características de un circuito integrado genérico. Finalmente, en el apartado 4 se selecciona un CAD en un diseño electrónico.

PAM:

Modulación por amplitud de pulsos o Pulse Amplitude - Modulation, es la más sencilla de las modulaciones digitales. Consiste en cambiar la amplitud de una señal, de frecuencia fija, en función del símbolo a transmitir.

PCM :

Solo modula. Para que sea útil (la señal sea realmente digital) hace falta codificar. Esto lo hace PCM

PCM (Modulación por Pulsos Codificados)

Se Realiza Por Tres Pasos

1. Muestreo : Nyquist concluyo que muestras tomadas en intervalos regulares de tiempo pueden ser usadas para transmitir una señal. Una señal continua que no contenga componentes espectrales mayores que la frecuencia B esta determinada en forma única por sus valores en

intervalos uniformes menores a $1/2B$. Expresado en términos de frecuencia, establece que la "frecuencia de muestreo debe ser mayor o igual al doble de la frecuencia máxima de la señal muestreada.

Tomando la voz humana como ejemplo, se tiene :

$$f_s = 2f_{\max}$$

Donde:

$$f_{\max} = 4\text{kHz Banda de la voz humana}$$

Por lo tanto, las muestras se tomarían a un intervalo de tiempo de 125us.

$$T_s = 1/[2(f_{\max})]$$

2. Cuantización : Representa la amplitud de una muestra por la amplitud del nivel discreto más cercano. Cada valor de muestra tendrá que ser representado por un código. El número de niveles de cuantización "M" está estrechamente relacionado con el número de bits "n" que son necesarios para codificar una señal. En casos prácticos se usan 8 bits para codificar cada muestra, por lo tanto se tiene:

$$M = 2^n = 256 \text{ niveles}$$

3. Codificación : Después de ser cuantizada, la muestra de entrada, está limitada a 256 valores discretos. La mitad de estas son muestras codificadas positivas, la otra mitad son muestras codificadas negativas.

Ventajas:

- No introduce ruidos en la transmisión.
- Se guarda y procesa mucho más fácilmente que la analógica.
- Posibilita almacenar grandes cantidades de datos en diferentes soportes
- Permite detectar y corregir errores con más facilidad.
- Las grabaciones no se deterioran con el paso del tiempo como sucede con las cintas analógicas.
- Permite realizar grabaciones sucesivas sin que se pierda ninguna generación y, por tanto, calidad.
- Permite la compresión para reducir la capacidad de almacenamiento.
- Facilita la edición visual de las imágenes y del sonido en un ordenador o computadora personal, utilizando programas apropiados.
- El rayo láser que graba y reproduce la información en CDs y DVDs nunca llega a tocar físicamente su superficie.
- No la afecta las interferencias atmosféricas (estática) ni de otro tipo cuando se transmite por vía inalámbrica, como ocurre con las transmisiones analógicas.

Desventajas:

- Para su transmisión requiere un mayor ancho de banda en comparación con la analógica.
- La sincronización entre los relojes de un transmisor inalámbrico digital y el receptor requiere que sea precisa, como ocurre con el GPS (Global Positioning System - Sistema de Posicionamiento Global).
- Las transmisiones de las señales digitales son incompatibles con las instalaciones existentes para transmisiones analógicas.

SEÑALES PORTADORAS Y MODULADORAS.

- Señales portadoras: es una forma de onda, que es modulada por una señal que se quiere transmitir. Esta onda portadora es de una frecuencia mucho más alta que la de la señal moduladora.

Al modular una señal desplazamos su contenido en frecuencia, ocupando un cierto ancho de banda alrededor de la frecuencia de la onda portadora, permitiéndonos multiplexar en frecuencia varias señales simplemente utilizando diferentes ondas portadoras y conseguir así un uso más eficiente.

Otra ventaja es la mayor facilidad en la transmisión de la información. Resulta más barato transmitir una señal de frecuencia alta (como es la modulada) y el alcance es mayor.

En comunicaciones de radio, la longitud de onda (λ), expresada en metros, de la señal se relaciona con la frecuencia (f), en MHz de acuerdo con la expresión:

$$\lambda = \frac{300}{f}$$

Así, por ejemplo, para transmitir una señal de 30 MHz necesitaríamos una antena de varios kilómetros.

Las ondas portadoras son usadas cuando se transmiten señales de radio a un radioreceptor. Tanto las señales de modulación de amplitud (AM) como las de frecuencia modulada (FM) son transmitidas con la ayuda de frecuencias portadoras.

- Señal moduladora: es la señal que contiene la información a transmitir.

La modulación es la adición de información a una señal electrónica u óptica de transmisión principal pudiendo ser aplicada desde una corriente directa como onda principal (apagándola y encendiéndola), a una corriente alterna y a señales ópticas como las usadas en fibra óptica.

Tipos de Modulación

Existen básicamente dos tipos de modulación: la modulación ANALÓGICA, que se realiza a partir de señales analógicas de información, por ejemplo la voz humana, audio y video en su forma eléctrica y la modulación DIGITAL, que se lleva a cabo a partir de señales generadas por fuentes digitales, por ejemplo una computadora.

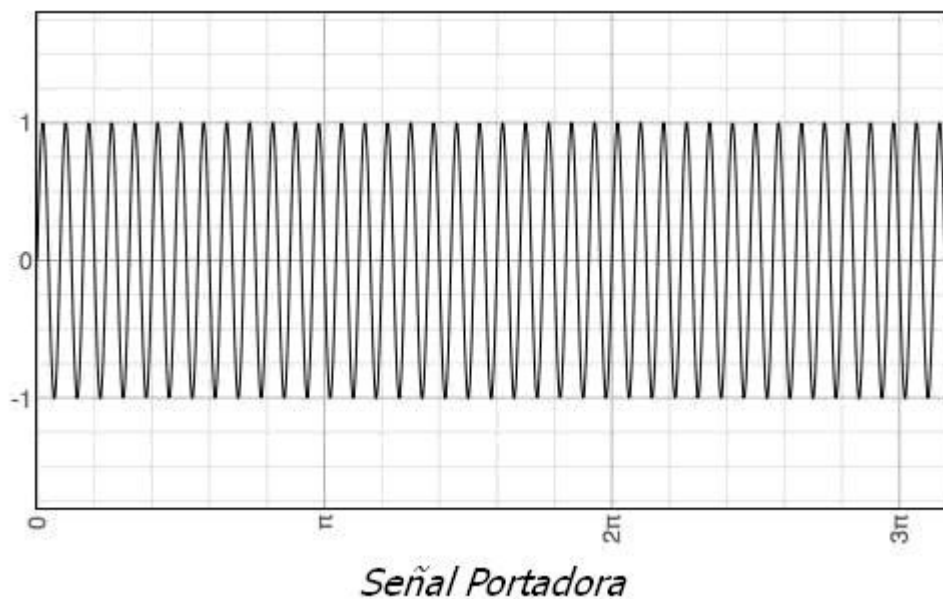
- Modulación Analógica: AM, FM, PM
- Modulación Digital: ASK, FSK, PSK, QAM

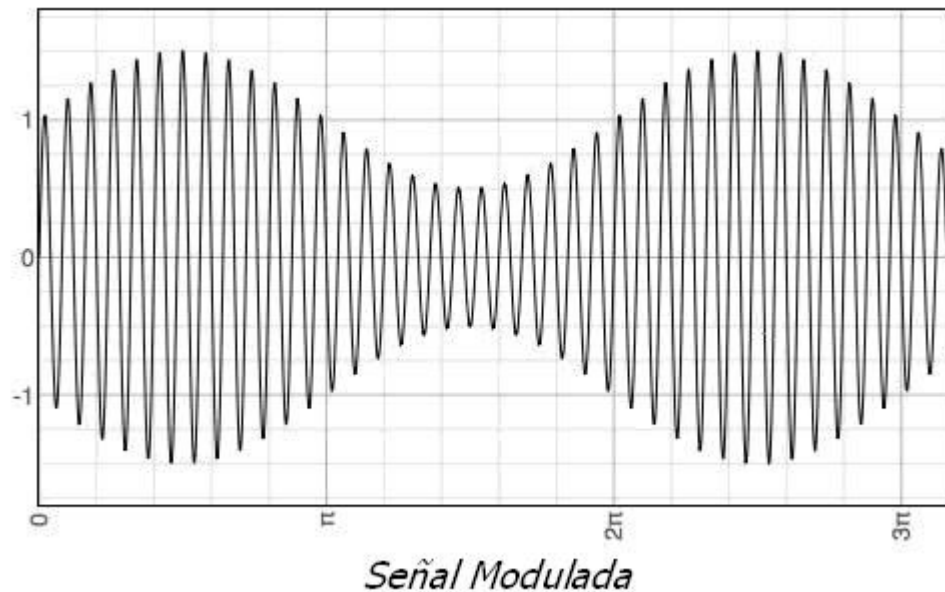
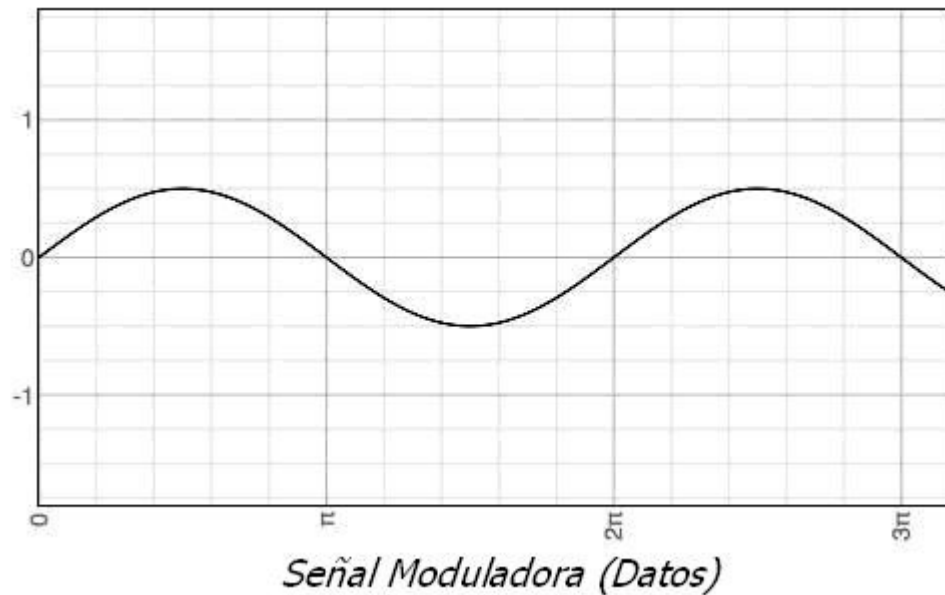
MODULACIÓN POR AMPLITUD (AM).

Este es un caso de modulación donde tanto las señales de transmisión como las señales de datos son analógicas.

Un modulador AM es un dispositivo con dos señales de entrada, una señal portadora de amplitud y frecuencia constante, y la señal de información o moduladora. El parámetro de la señal portadora que es modificado por la señal moduladora es la amplitud.

En otras palabras, la modulación de amplitud (AM) es un tipo de modulación lineal que consiste en hacer variar la amplitud de la onda portadora de forma que esta cambie de acuerdo con las variaciones de nivel de la señal moduladora, que es la información que se va a transmitir.





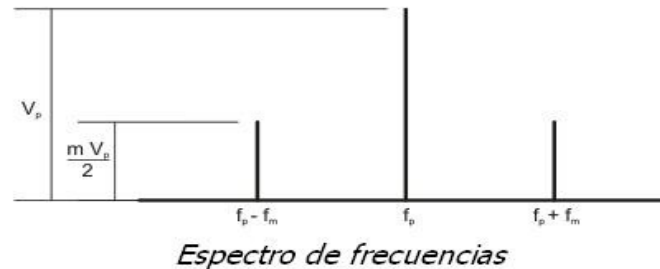
Consideremos que la expresión matemática de la señal modulada en amplitud está dada por:

$$v(t) = V_p \sin(2\pi f_p t) + \frac{mV_p}{2} \cos[2\pi(f_p - f_m)t] - \frac{mV_p}{2} \cos[2\pi(f_p + f_m)t]$$

Ecuación de la señal modulada en amplitud (AM)

De la ecuación anterior que describe a una señal modulada en amplitud, se observa que tiene tres términos. El primero de ellos corresponde a una señal cuya frecuencia es la de la portadora, mientras

que el segundo corresponde a una señal cuya frecuencia es diferencia entre portadora y moduladora y el tercero a una frecuencia suma de las frecuencias de la portadora y moduladora. Todo este conjunto da lugar a un espectro de frecuencias de las siguientes características.



f_p - Frecuencia de la portadora

$f_p - f_m$ - Frecuencia diferencia de la portadora y la moduladora

$f_p + f_m$ - Frecuencia suma de la portadora y la moduladora

Debido a que en general una señal analógica moduladora no es senoidal pura, sino que tiene una forma cualquiera, a la misma la podemos desarrollar en serie de Fourier y ello da lugar a que dicha señal esté compuesta por la suma de señales de diferentes frecuencias. De acuerdo a ello, al modular no tendremos dos frecuencias laterales, sino que tendremos dos conjuntos a los que se denomina banda lateral inferior ($f_p - f_m$) y banda lateral superior ($f_p + f_m$).

Como la información está contenida en la señal moduladora, se observa que en la transmisión dicha información se encontrará contenida en las bandas laterales, ello hace que sea necesario determinado ancho de banda para la transmisión de la información.

Veamos un ejemplo:

Si consideramos que la información requiere de 10KHz de ancho de banda, se necesitaran 10KHz para cada banda lateral, lo que hace que la transmisión en amplitud modulada de dicha señal requiera un ancho de banda de 20KHz.

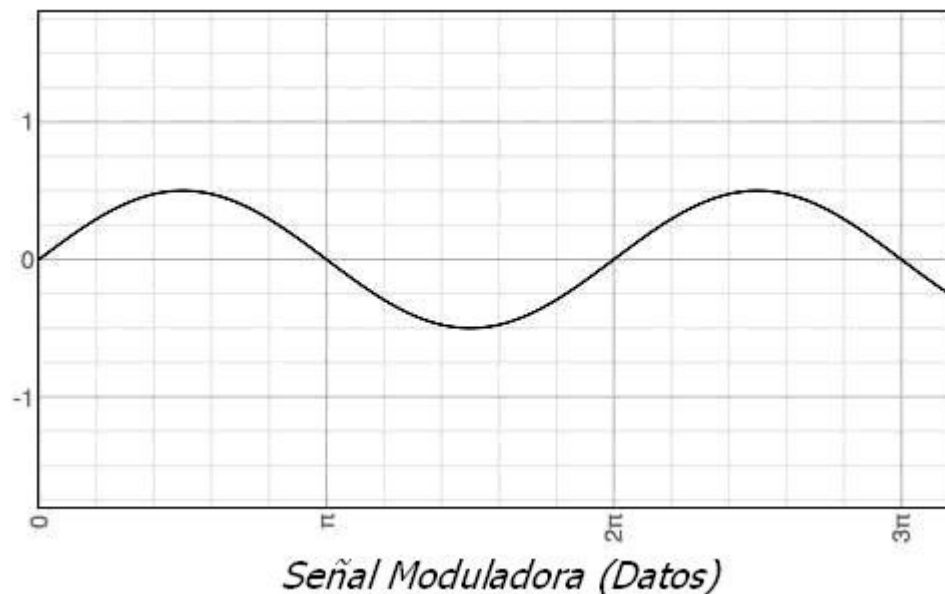
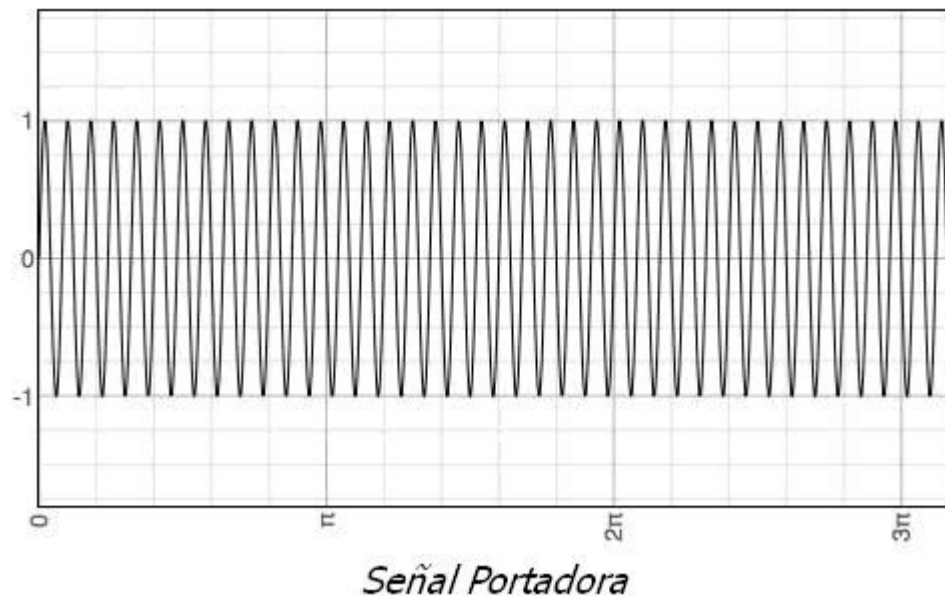
Como la información se repite en cada banda lateral, se han desarrollado equipos denominados de Banda Lateral Única (BLU) o Single Side Band (SSB), en los cuales se requiere la mitad del ancho de banda del necesario para la transmisión en amplitud modulada. En el ejemplo anterior una transmisión en banda lateral única requiere solo 10KHz de ancho de banda. Si consideramos la banda lateral superior.

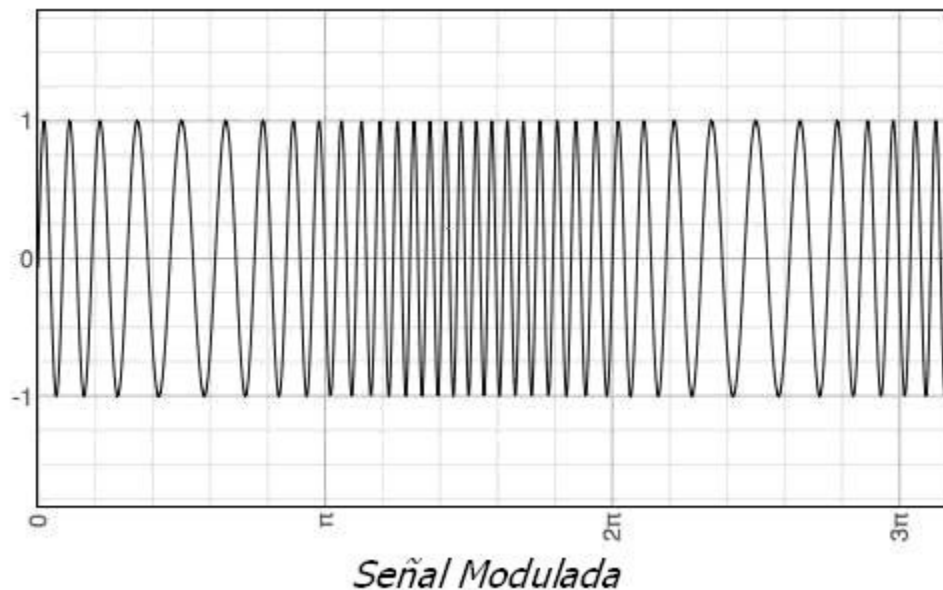
La principal característica de la modulación de amplitud es que, en su recepción, los desvanecimientos de señal no provocan demasiado ruido, por lo que es usado en algunos casos de comunicaciones móviles, como ocurre en buena parte de las comunicaciones entre un avión y la torre de control, debido que la posible lejanía y el movimiento del avión puede dar lugar a desvanecimientos. Sin embargo, la modulación en amplitud tiene un inconveniente, y es la vulnerabilidad a las interferencias.

MODULACIÓN POR FRECUENCIA (FM).

Este es un caso de modulación donde tanto las señales de transmisión como las señales de datos son analógicas y es un tipo de modulación exponencial. En este caso la señal modulada mantendrá fija su amplitud y el parámetro de la señal portadora que variará es la frecuencia, y lo hace de acuerdo a como varíe la amplitud de la señal moduladora.

En otras palabras, la modulación por frecuencia (FM) es el proceso de codificar información, la cual puede estar tanto en forma digital como analógica, en una onda portadora mediante la variación de su frecuencia instantánea de acuerdo con la señal de entrada.





La expresión matemática de la señal modulada en frecuencia, está dada por:

$$v(t) = V_p \sin \left(2\pi f_p t + \frac{\Delta f}{f_m} \cos(2\pi f_m t) \right)$$

Ecuación de la señal modulada en frecuencia (FM)

La frecuencia de la portadora oscila más o menos rápidamente, según la onda moduladora, esto es, si aplicamos una moduladora de 100 Hz, la onda modulada se desplaza arriba y abajo cien veces en un segundo respecto de su frecuencia central, que es la portadora; además el grado de esta variación dependerá del volumen con que modulemos la portadora, a lo que denominamos “índice de modulación”.

$$m_f = \frac{\Delta f}{f_m}$$

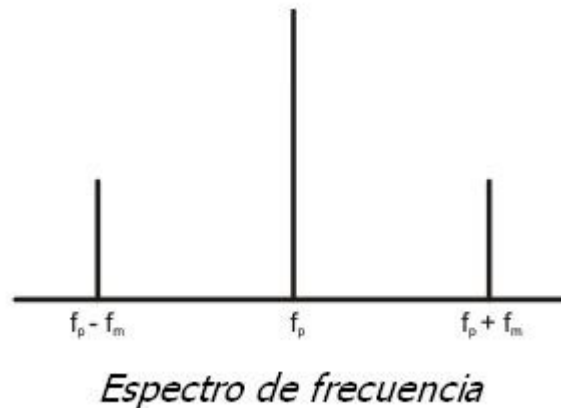
Donde:

m_f - *Índice de modulación*

Δf - *Variación de la frecuencia de la portadora*

f_m - *Frecuencia de la portadora*

Al analizar el espectro de frecuencias de una señal modulada en frecuencia, observamos que se tienen infinitas frecuencias laterales, espaciadas en f_m , alrededor de la frecuencia de la señal portadora f_p ; sin embargo la mayor parte de las frecuencias laterales tienen poca amplitud, lo que indica que no contienen cantidades significativas de potencia.



El análisis de Fourier indica que el número de frecuencias laterales que contienen cantidades significativas de potencia, depende del índice de modulación de la señal modulada, y por lo tanto el ancho de banda efectivo también dependerá de dicho índice.

De igual forma el contenido de potencia de la señal portadora disminuye conforme aumenta m_f , con lo que se logra poner la máxima potencia en donde está la información, es decir en las bandas laterales.

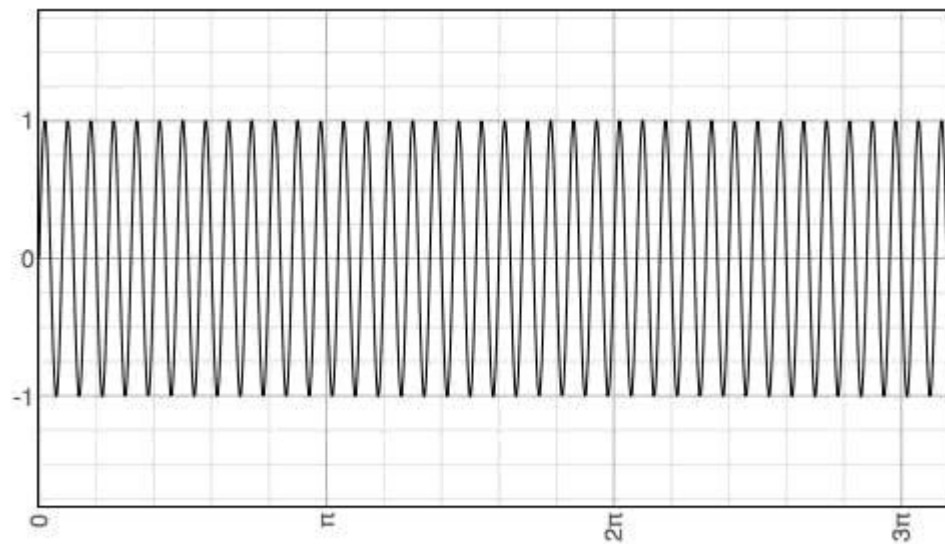
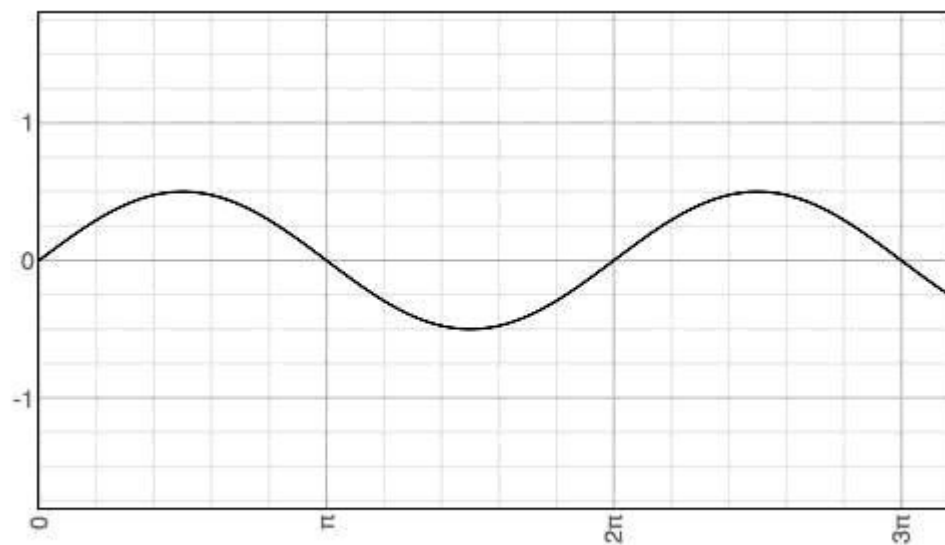
Como consecuencia de estas características de modulación podemos observar cómo la calidad de sonido o imagen es mayor cuando modulamos en frecuencia que cuando lo hacemos en amplitud. Además al no alterar la frecuencia de la portadora en la medida que aplicamos la información, podemos transmitir señales sonoras o información de otro tipo (datos o imágenes), que comprenden mayor abanico de frecuencias moduladoras, sin por ello abarcar mayor ancho de banda. Éste es el motivo por el que las llamadas “radiofórmulas” utilizan la frecuencia modulada, o dicho de otro modo, el nacimiento de las estaciones que a mediados de los sesenta eligieron este sistema para emitir sus programas con mayor calidad de sonido lo cual dio origen a la radiodifusión musical.

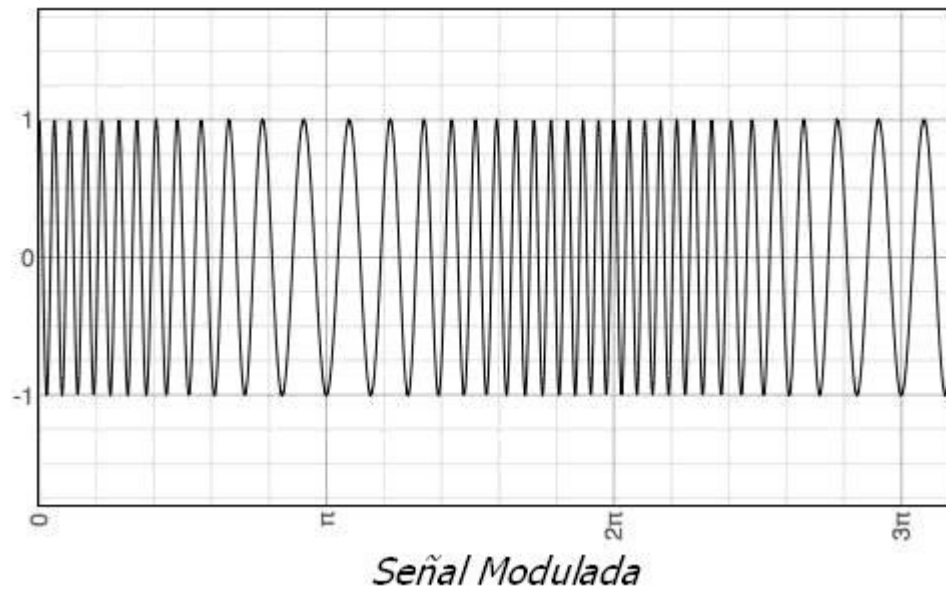
MODULACIÓN POR FASE (PM).

Este también es un caso de modulación donde las señales de transmisión como las señales de datos son analógicas y es un tipo de modulación exponencial al igual que la modulación de frecuencia.

En este caso el parámetro de la señal portadora que variará de acuerdo a señal moduladora es la fase.

La modulación de fase (PM) no es muy utilizada principalmente por que se requiere de equipos de recepción más complejos que en FM y puede presentar problemas de ambigüedad para determinar por ejemplo si una señal tiene una fase de 0° o 180° .

*Señal Portadora**Señal Moduladora (Datos)*



La forma de las señales de modulación de frecuencia y modulación de fase son muy parecidas. De hecho, es imposible diferenciarlas sin tener un conocimiento previo de la función de modulación.

Por lo tanto los espectros de frecuencias de la modulación de fase tienen las mismas características generales que los espectros de modulación de frecuencia.