

Arquitectura de comunicaciones Móviles

Modulación

Ing. Anibal Pose

Modulación

Proceso de variación de cierta característica de una señal, llamada portadora, de acuerdo con una señal mensaje, llamada moduladora

La señal moduladora es el mensaje, la información que queremos transportar y por tanto dicta la forma definitiva de la señal modulada. Por ejemplo una onda de sonido.

La señal portadora es la onda que modificamos para transportar la información, una vez modificada también se le denomina señal modulada. Por ejemplo una onda electromagnética

Tipos de Modulación

Tipos

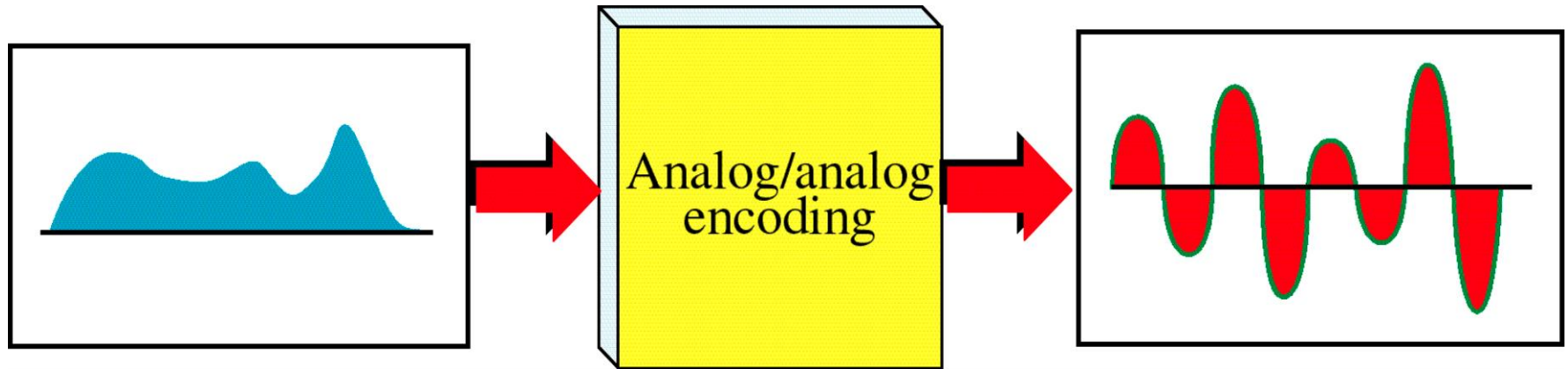
- Moduladora Analógica/Portadora Analógica
- Moduladora Analógica/Portadora Digital
- Moduladora Digital/Portadora Analógica
- Moduladora Digital/Portadora Digital

Conversión de analógico a analógico

- La modulación analógica permite cambiar las características de una señal analógica. Hay tres modos de modulación:
 - Modulación en amplitud (AM)
 - Modulación en frecuencia (FM)
 - Modulación en fase (PM)

MODULACION ANALOGICA- ANALOGICA

Es la representación de información analógica mediante una señal analógica.



Modulación en Amplitud

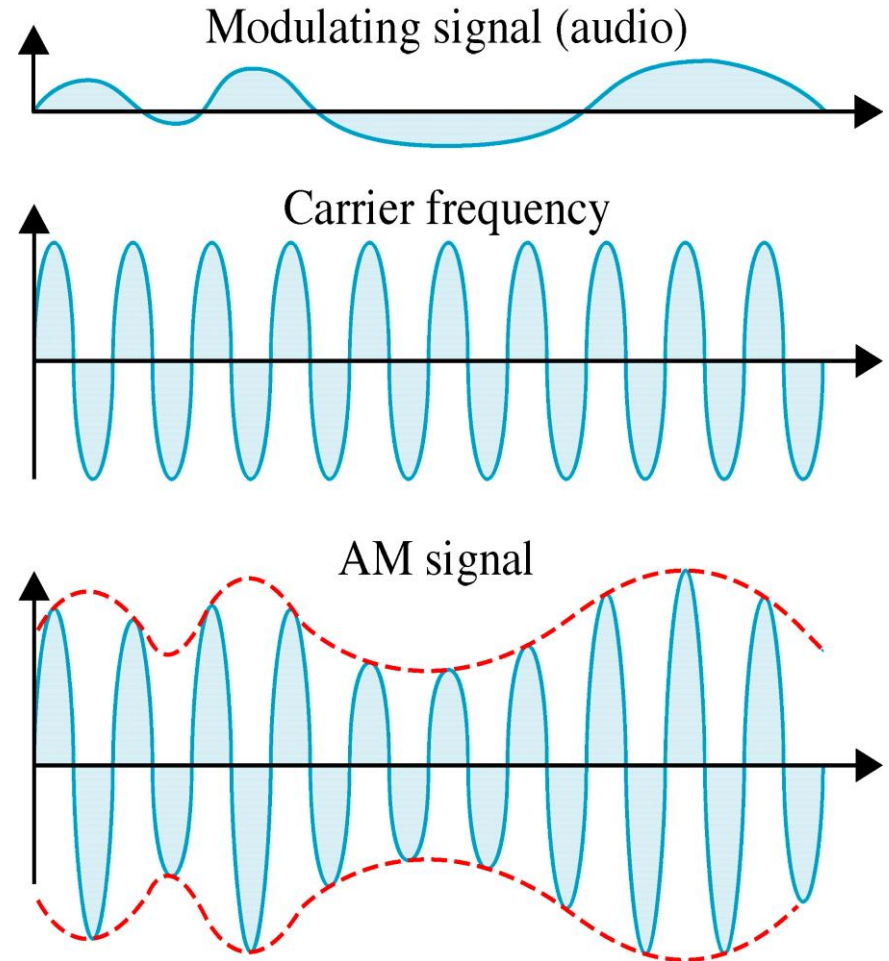
Modulación en Frecuencia

Modulación en Fase

●AM

- Fue el primer método de transmisión por radio.
- Se basa en variar la amplitud de la onda portadora en función de la amplitud de la onda moduladora, obteniendo como resultado una onda modulada que contiene a la moduladora.
- La modulación de amplitud equivale a la multiplicación de ambas señales.
- Si unimos los extremos de la onda modulada obtendremos la señal moduladora y su simétrica

Modulación en Amplitud





Modulación en Amplitud

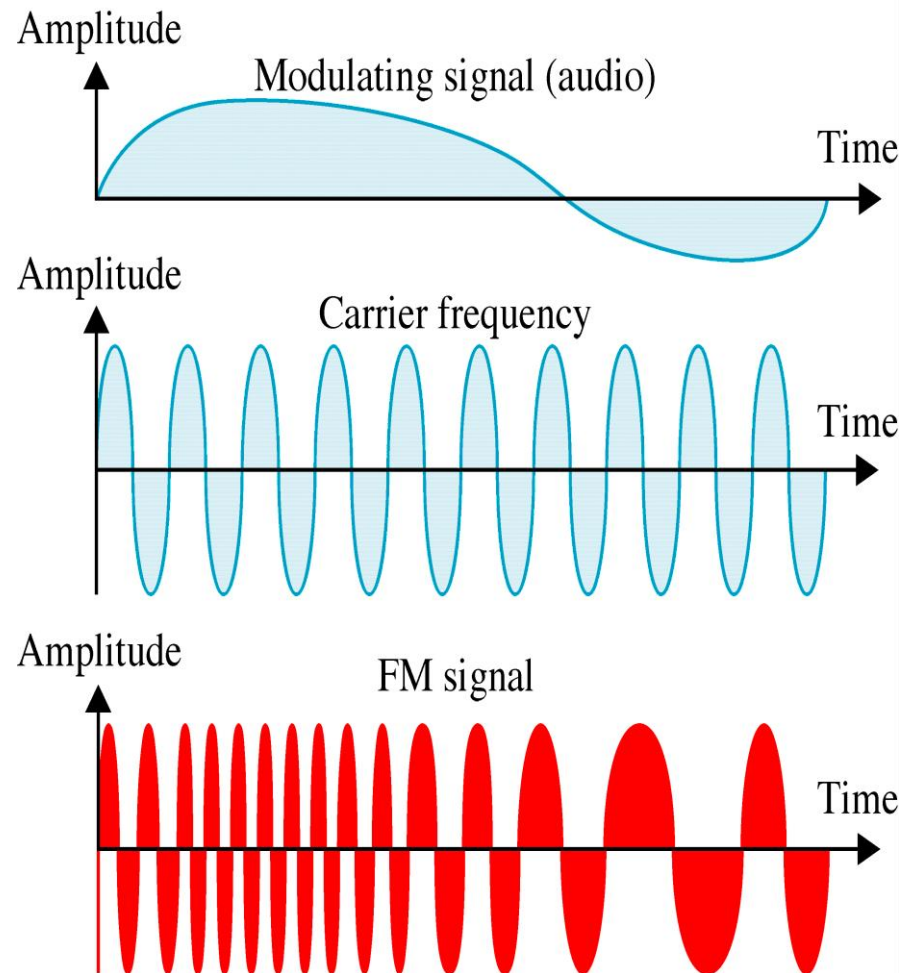
Ancho de Banda de una señal AM es igual al doble del ancho de banda de la señal modulada y cubre un rango centrado alrededor de la frecuencia de la portadora

El ancho de banda de una señal de audio (Voz y Música) es habitualmente 5 KHz. Por lo tanto una estación de radio AM necesita mínimo un ancho de banda de 10 KHz

● FM

- La modulación en Frecuencia es la técnica de transmisión por radio más popular actualmente
- La FM es tan popular porque es capaz de transmitir más información del sonido que queremos transmitir, ya que en AM si se transmiten sonidos que están a frecuencias muy altas se consume un gran ancho de banda.
- La modulación en frecuencia se basa en variar la frecuencia de la portadora con arreglo a la amplitud de la moduladora.

Modulación en frecuencia



El ancho de banda de una señal FM es igual a diez veces el ancho de banda de la señal modulada.

El ancho de banda de una señal de audio (voz y Música) en estereo es de casi 15 khz. Cada estación de radio FM necesita por tanto un ancho de banda mínimo de 150 Khz. La FCC (Comisión de comunicaciones federales) asigna 200 Khz (0,2 Mhz), para cada estación de forma que haya espacio para las bandas de guarda

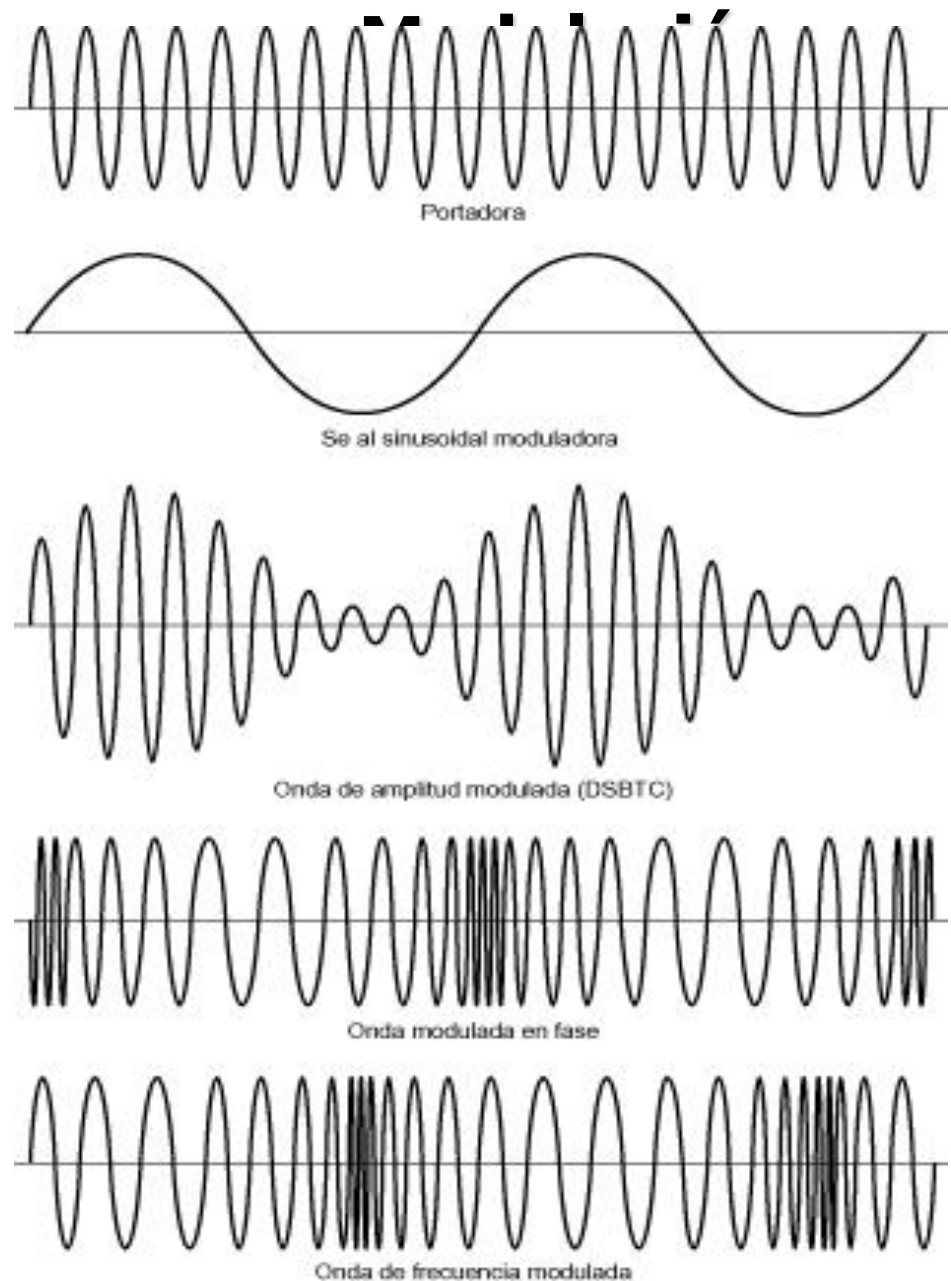
● PM

Se Usa en algunos sistemas como alternativa a la modulación en frecuencia.

La fase de la señal portadora se modula para seguir los cambios de Voltaje de la señal modulada.

La amplitud pico y la frecuencia permanecen constantes, pero a medida que la señal de información cambia, la fase cambia.

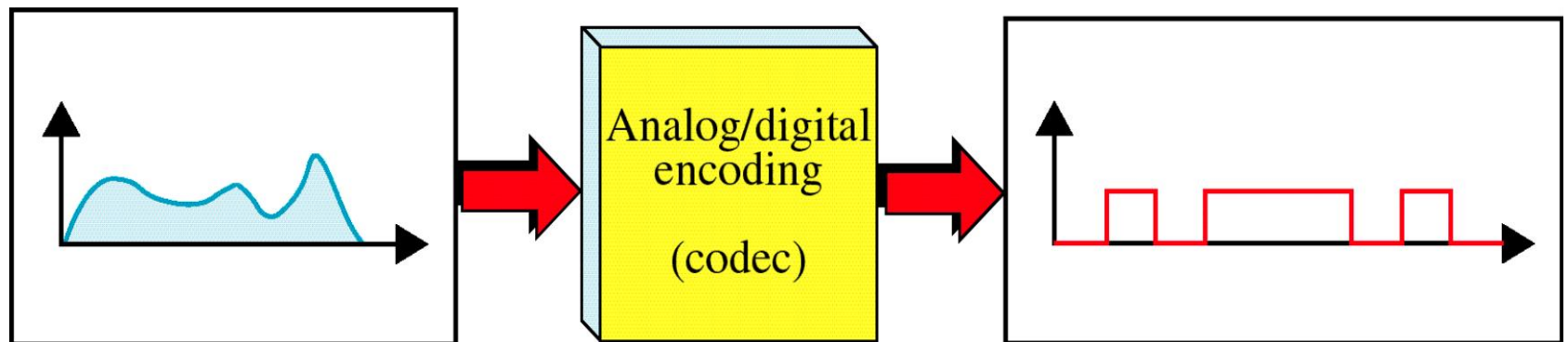
El Resultado final es similar a los de la modulación en frecuencia.



Conversión Analógico a Digital

A veces es necesario digitalizar una señal analógica.

Esto se denomina digitalización de una señal analógica

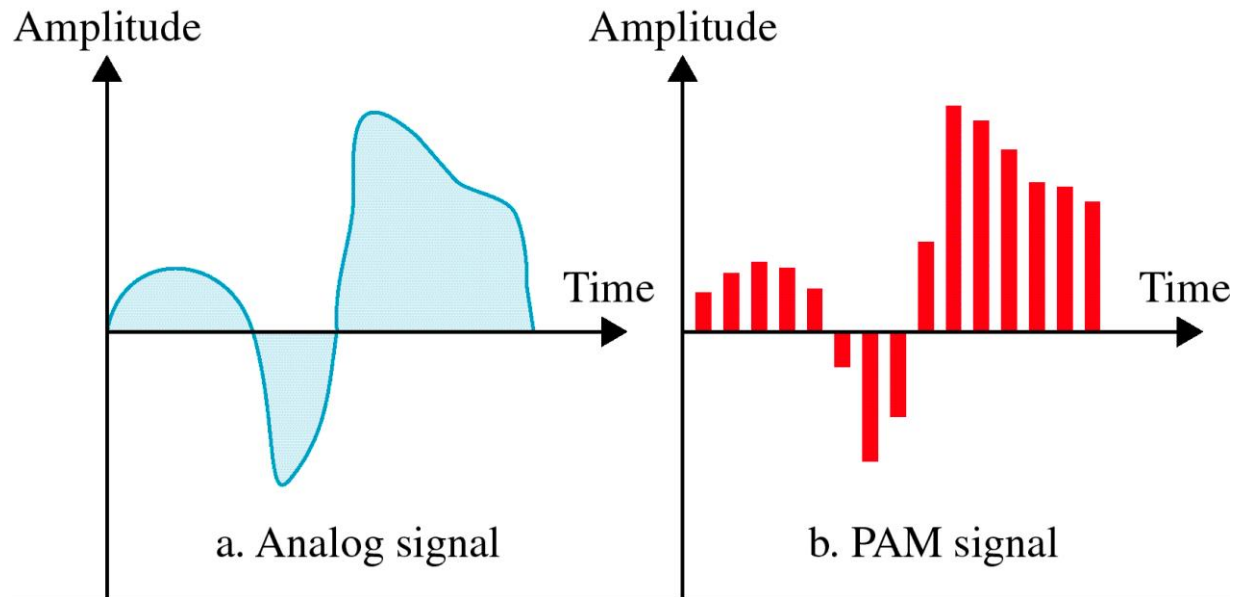


PAM: Modulación por Amplitud de Pulsos

PCM: Modulación por Codificación en Pulsos

MODULACION POR AMPLITUD DE PULSOS

Esta técnica toma una señal analógica, la muestrea y genera una serie de pulsos basados en el muestreo. El muestreo significa medir la amplitud de la señal en intervalos iguales.



La modulación por amplitud de pulsos PAM no se usa en si misma para la transmisión de datos. Sin Embargo, es el primer la

Conversion PCM

MODULACION POR CODIFICACION DE PULSO.

PCM modifica los pulsos creados por PAM para crear una señal completamente digital.

PCM cuantifica los pulsos PAM. Es decir asigna valores integrales dentro de un rango específico de instancias muestreadas.

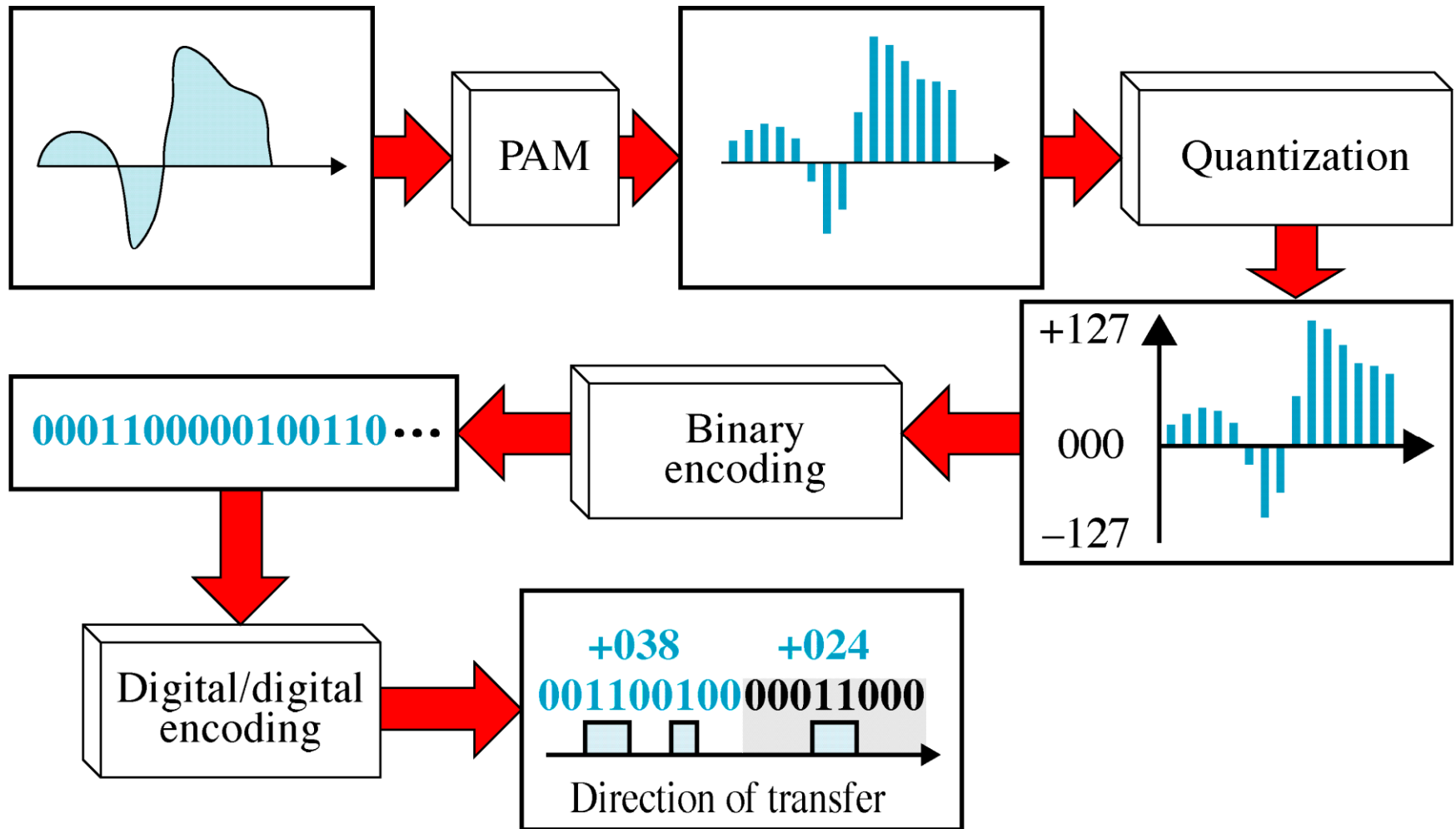
Luego Se le asigna valores de signo y magnitud a las muestras cuantificadas. Cada Valor se traslada a su equivalente binario de siete bits, y el bit 8 indica el signo

A Continuación se transforman los dígitos binarios en una señal digital usando alguna técnica digital-digital

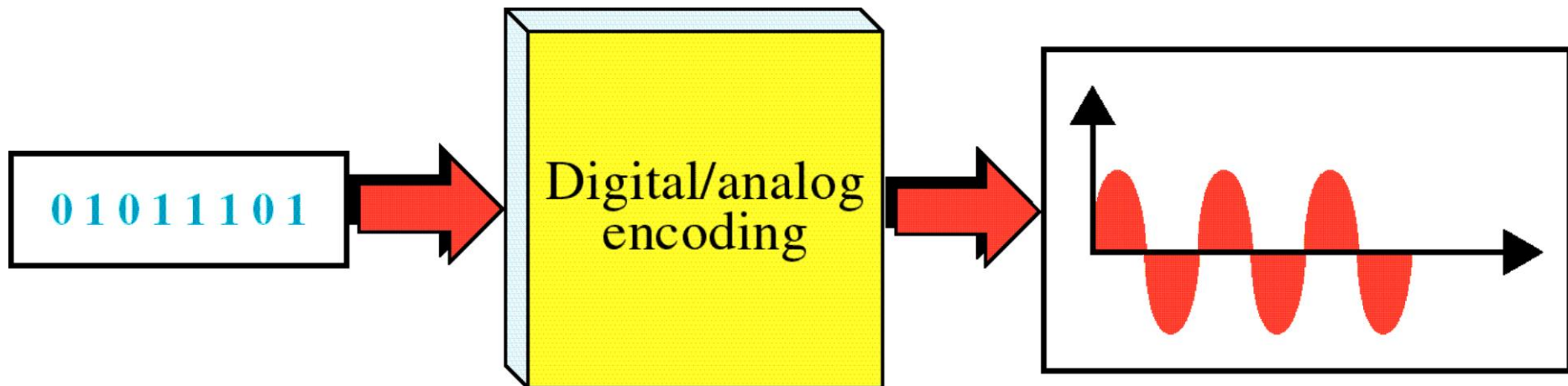
En resumen los Procesos de PCM son:

PAM Cuantificación Cuantificación Binaria y
Codificación Digital- Digital

MODULACION POR CODIFICACION DE PULSO.



Conversión Digital a Analógico



Cuando se transmiten datos de una computadora a otra a través de una red telefónica

Conversión Digital a Analógico

Modulación por desplazamiento de amplitud
(ASK, *Amplitude Shift Keying*).

Modulación por desplazamiento de frecuencia
(FSK, *Frequency shift keying*).

Modulación por desplazamiento de fase
(PSK, *Phase shift keying*).

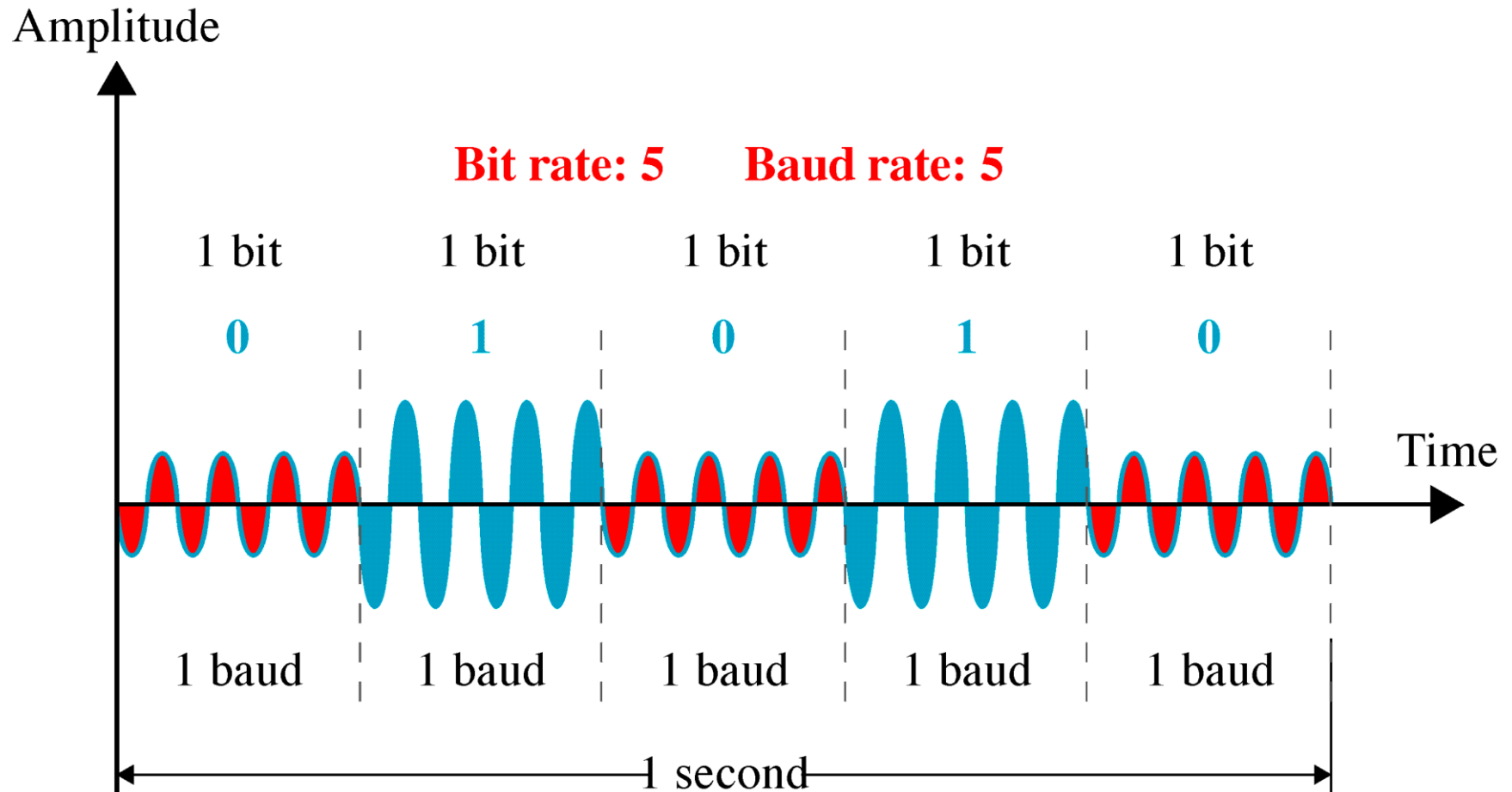
Modulación por desplazamiento de Amplitud

● Amplitude shift keying (ASK)

- Se modifica la amplitud de la señal, esto quiere decir que se asigna a cada estado de la señal digital un valor de amplitud. Por ejemplo al "1" se le representa por presencia de portadora y al "0" por ausencia.
- ASK es una forma de modulación de amplitud donde la portadora es modulada por el tren de impulsos.
- Sensible a cambios repentinos de la ganancia.
- En telefonía se usa a 1200 bps.
- Transmisión de datos digitales a través de fibra óptica.

Modulación por desplazamiento de Amplitud

● Amplitude shift keying (ASK)



Modulación Por desplazamiento de frecuencia

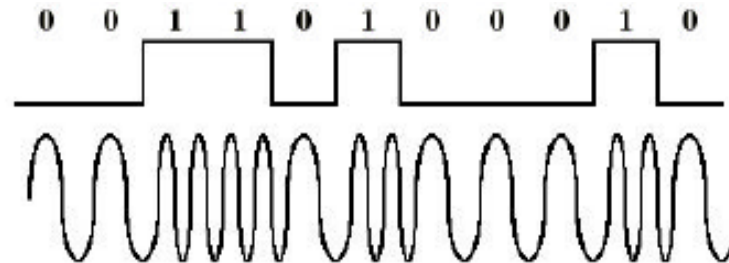
● Frequency shift keying (FSK)

● Consiste en un procedimiento de 2 osciladores con Frecuencias Diferentes para dígitos 0 y 1. Normalmente es usada para transmisión de datos en bajas velocidades y puede ser :

▪ **Coherente** : Donde no ocurre variación de fase de la portadora para dígitos del mismo valor.

▪ **No Coherente** : Donde puede ocurrir variación de fase de la portadora para dígitos

$$s(t) = \begin{matrix} A \cos 2\pi f_1 t & 1 \text{ binario} \\ A \cos 2\pi f_2 t & 0 \text{ binario} \end{matrix}$$



(b) Frequency-shift keying

Modulación Por desplazamiento de frecuencia

● Frequency shift keying (FSK)

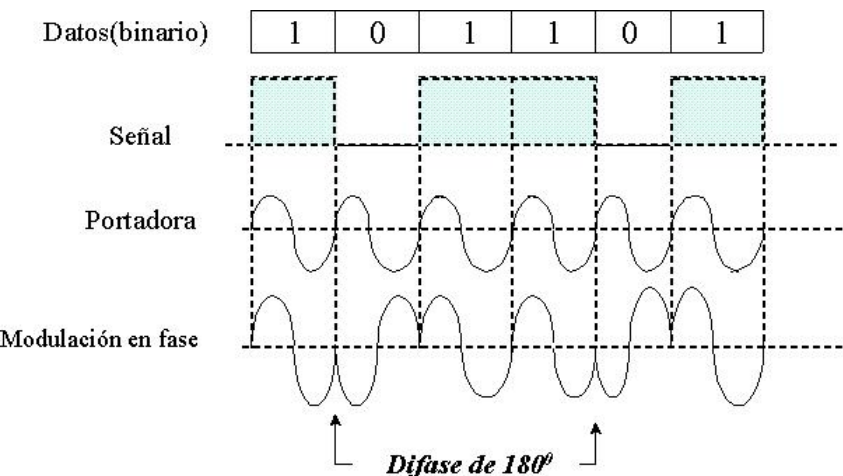
- Se modifica la frecuencia, esto es se utilizan distintos valores de frecuencia de la portadora para representas los bits de la señal.
- Este método se utiliza bastante en modems de baja velocidad (normalmente hasta 1200 BPS), dado que es sencillo y con una inmunidad al ruido relativamente buena.
- f_1 y f_2 son desplazamientos de igual magnitud pero de sentido opuestos de la frecuencia portadora.
- Posibilidad de transmisión full-duplex
- Menos sensible a errores que ASK.
- Transmisión de Radio desde 3 hasta 30Mhz.

Modulación por desplazamiento de Fase

● Phase shift keying (PSK)

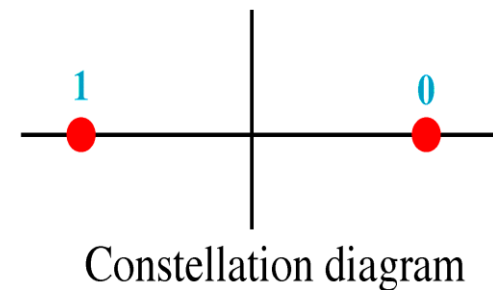
● Consiste en un procedimiento de la onda portadora en función de un bit de dato (0 , 1).

● Un bit 0 corresponde a la fase 0 ; en cuanto al bit 1, corresponde a la fase π . Por tanto , este ángulo está asociado con un dato al ser transmitido y con una técnica de codificación usada para representar un bit.



Bit	Phase
0	0
1	180

Bits

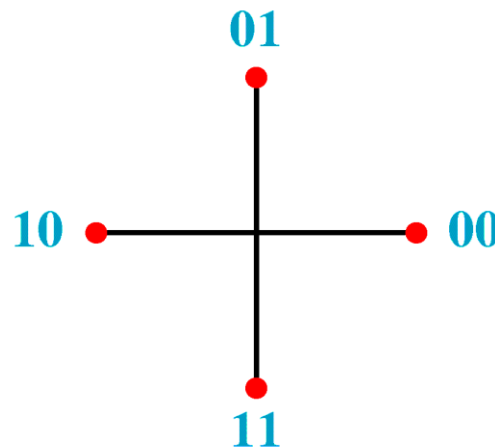


QPSK (Quaternary PSK)

- Codificación por cambio de fase en cuadratura. Cuatro fases equiespaciadas representan los dígitos 00, 01, 11, 10, Ejemplo: desplazamientos de $\pi/2$ (90°).
 - Cada elemento representa dos bits.
 - Usando QPSK se puede transmitir datos dos veces mas rapido que con PSK.

Dibit	Phase
00	0
01	90
10	180
11	270

Dibit
(2 bits)



Constellation diagram
Ing. Anibal Pose

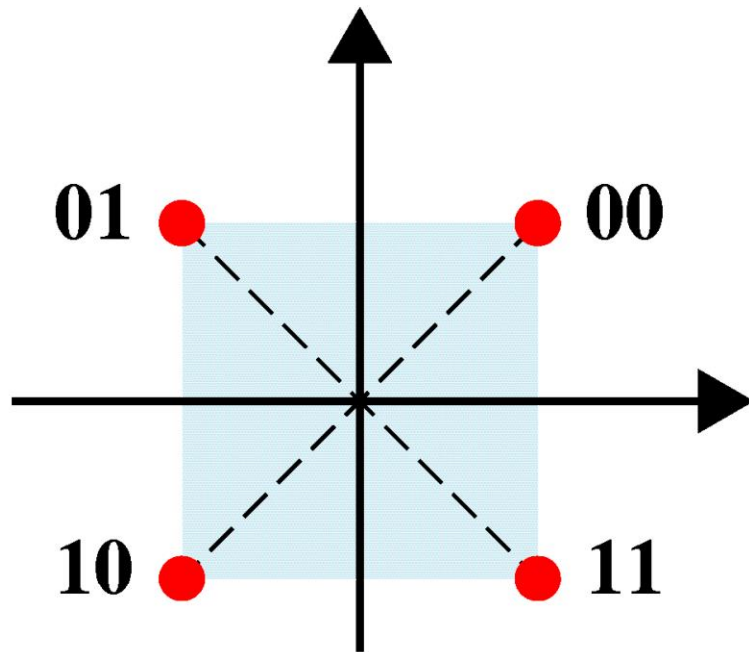
Modulación Amplitud de Cuadratura (QAM)

La Modulación de Amplitud en Cuadratura o QAM es una modulación digital en la que el mensaje está contenido tanto en la amplitud como en la fase de la señal transmitida. Se basa en la transmisión de dos mensajes independientes por un único camino. Esto se consigue modulando una misma portadora, desfasada 90° entre uno y otro mensaje. Esto supone la formación de dos canales ortogonales en el mismo ancho de banda, con lo cual se mejora en eficiencia de ancho de banda que se consigue con esta modulación.

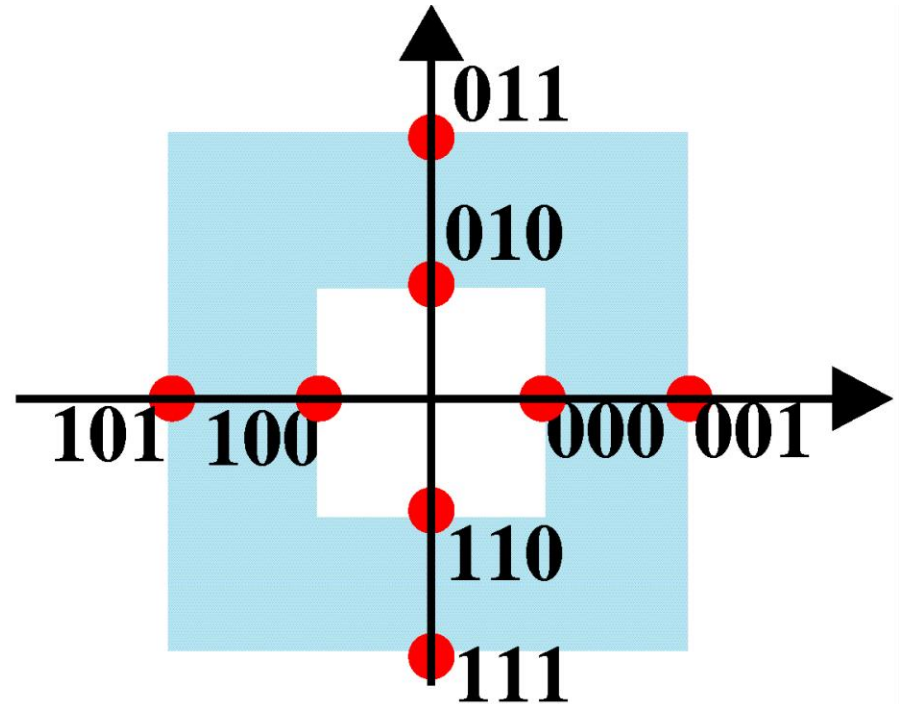
● QAM (Quadrature Amplitude Modulation, Modulación de Amplitud en Cuadratura):

- QAM se utiliza en algunas normas inalámbricas y en las líneas digitales.
- Es una combinación de ASK y PSK.
- Se puede considerar como una generalización de QPSK.
- Envía simultáneamente dos señales diferentes sobre la misma frecuencia portadora:
 - Utiliza dos réplicas de la portadora, desplazadas entre sí 90° .
 - Cada portadora se modula usando ASK.
 - Las dos señales independientes se transmiten sobre el mismo medio.
 - En el receptor, las dos señales se demodulan, combinándose para reproducir la señal binaria de entrada.

Constelaciones 4-QAM and 8-QAM



4-QAM

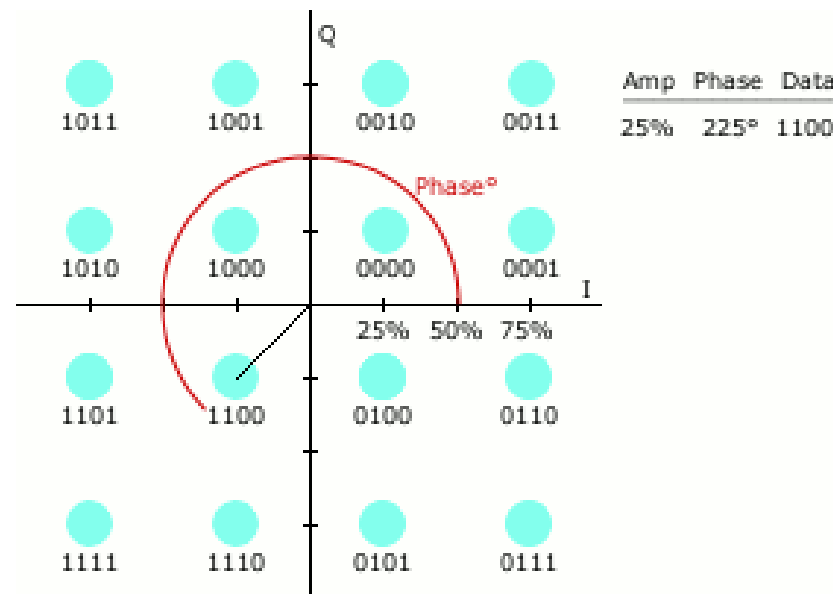


8-QAM

1 amplitude, 4 phases 2 amplitudes, 4 phases

Modulación Amplitud de Cuadratura (QAM)

- Proceso que conserva el ancho de banda
 - 16 QAM, la forma de onda de la salida varía entre 16 combinaciones de fase y amplitud.



Tipos de modulaciones QAM y velocidades de bits

MODULACIÓN	N.º DE BITS
64QAM	6
256QAM	8
1024QAM	10
2048QAM	11
4096QAM	12

Desventajas/limitaciones de QAM

- Por supuesto todas las tecnologías nuevas ofrecen ventajas, pero también limitaciones, conseguimos mejoras, por un lado, pero siempre a costa de restricciones por otro lado. Este caso no es diferente y hay varias desventajas importantes que si se toman en cuenta y se conocen no son un problema y se diseñan todas las instalaciones para trabajar con ellas.

Algunas limitaciones son:

- Distancia
- Nivel de señal recibido
- Complejidad de la electrónica

Variación de capacidad

MODULACIÓN	256QAM	1024QAM	2048QAM	4096QAM
Aumento de capacidad en comparación con la modulación anterior	33%	25%	10%	9%

Al aumentar cada peldaño de modulación, la complejidad aumenta exponencialmente, siendo cada vez más complicado lograr un pequeño aumento de velocidad.

Conversión Digital -Digital

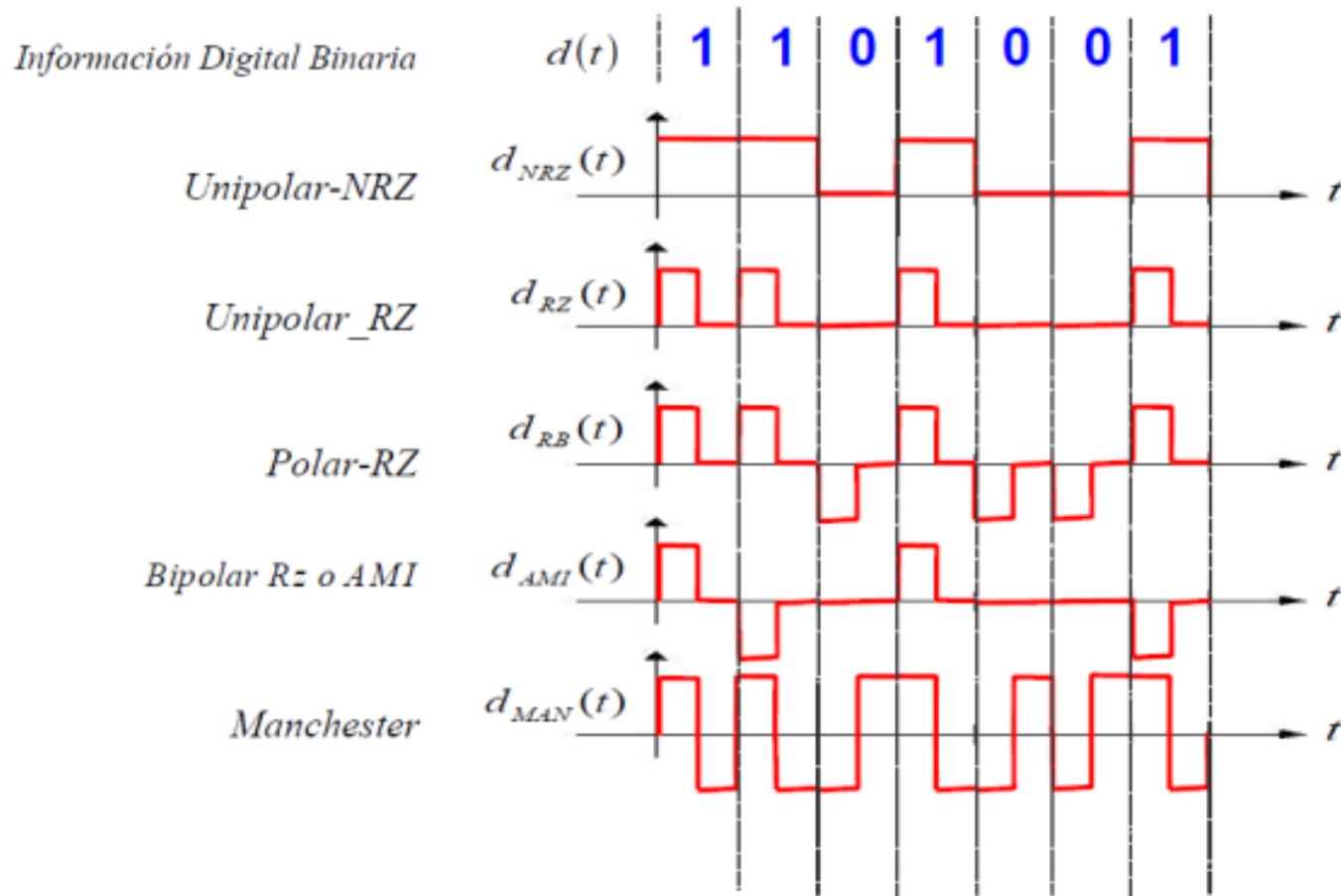
Es la representación de la información Digital mediante una señal digital.

Ejemplo cuando se transmiten datos desde su computadora a su impresora, tanto los datos originales como los transmitidos son digitales.

En este tipo de codificación los Unos y Ceros Binarios generados por una computadora se traducen a una secuencia de pulsos de voltaje que se pueden propagar por un cable.



Tipos de codificación



Conclusiones finales

- **Con las nuevas técnicas de modulación se logran soluciones como :**
 - Empleo de velocidades crecientes
 - Soluciones a interferencias indeseables
 - Mayor inmunidad ante el ruido y la interferencia
 - Empleo de los soportes al máximo de sus potencialidades.
 - Permitir la coexistencia de múltiples señales en el espectro radioeléctrico.
 - etc.**