

Capítulo IV

Transmisión de datos por RF

*“Fui un instrumento de Dios. Él me sostuvo
mientras realicé sus designios, después me
rompió como un vaso.”*

Beatriz Rivas. Viento amargo

4. *Transmisión de datos por RF.*

Introducción

La especie humana es de carácter social, es decir, necesita de la comunicación; pues de otra manera viviríamos completamente aislados. Así, desde los inicios de la especie, la comunicación fue evolucionando hasta llegar a la más sofisticada tecnología, para lograr acercar espacios y tener mayor velocidad en el proceso.

Las primeras manifestaciones en la comunicación de la especie humana fue la voz, las señales de humo y sus dibujos pictóricos; posteriormente al evolucionar, fue la escritura, el elemento que permitió desarrollar las culturas que hoy se conocen.

Con el desarrollo de las civilizaciones y de las lenguas escritas surgió también la necesidad de comunicarse a distancia de forma regular, con el fin de facilitar el comercio entre las diferentes naciones e imperios.

Las antiguas civilizaciones utilizaban a mensajeros, mas adelante, se utilizó al caballo y las palomas mensajeras.

A partir de que Benjamin Franklin demostró, en 1752, que los rayos son chispas eléctricas gigantescas, descubrimiento de la electricidad; grandes inventos fueron revolucionando este concepto, pues *las grandes distancias cada vez se fueron acercando*. 1836 año en que Samuel F. B. Morse creo lo que hoy conocemos Telégrafo. Tomas Edison, en 1874, desarrolló la telegrafía cuádruple, la cual permitía transmitir dos mensajes simultáneamente en ambos sentidos.

A pesar de este gran avance, no era suficiente lo que lograba comunicar, es decir, esto era insuficiente pues se requería de algún medio para la comunicación de la voz. Ante esto, surge el teléfono, inventado por Alexander Graham Bell, que logra la primera transmisión de la voz en 1876.

Así los primeros sistemas telegráficos y telefónicos utilizaban cable para lograr la transmisión de mensajes. Con los avances en el estudio de la electricidad, el físico alemán Heinrich Hertz, en 1887 descubre las ondas electromagnéticas, estableciendo las bases para la telegrafía sin hilos.

Pero no fue hasta el siglo XX, cuando se inventan los tubos al vacío y el surgimiento de la electrónica, que se logran grandes avances, se inventa el radio, la primera emisión fue en 1906 en los Estados Unidos. En 1925 existían ya 600 emisoras de radio en todo el mundo.

Hoy en día la mayoría de las comunicaciones se realizan sin emplear cables, es decir, son comunicaciones inalámbricas, es por este fenómeno de comunicación que se tuvo la necesidad de desarrollar elementos electrónicos capaces de enviar y recibir información proveniente de sitios lejanos sin estar interconectado uno con el otro a través de cables, estos elementos electrónicos son el transmisor y el receptor, instrumentos hoy en día necesarios para la mayoría de la gente en el mundo aun y cuando no se tenga conciencia de su existencia ni de su funcionamiento.

Todo este desarrollo de las comunicaciones dio lugar a un nuevo concepto; *Comunicaciones electrónicas*, en esencia las comunicaciones electrónicas son la transmisión, recepción y procesamiento de información utilizando circuitos electrónicos. Para este proceso, toda la información debe convertirse en energía electromagnética para poder propagarse por un sistema de comunicaciones electrónicas.

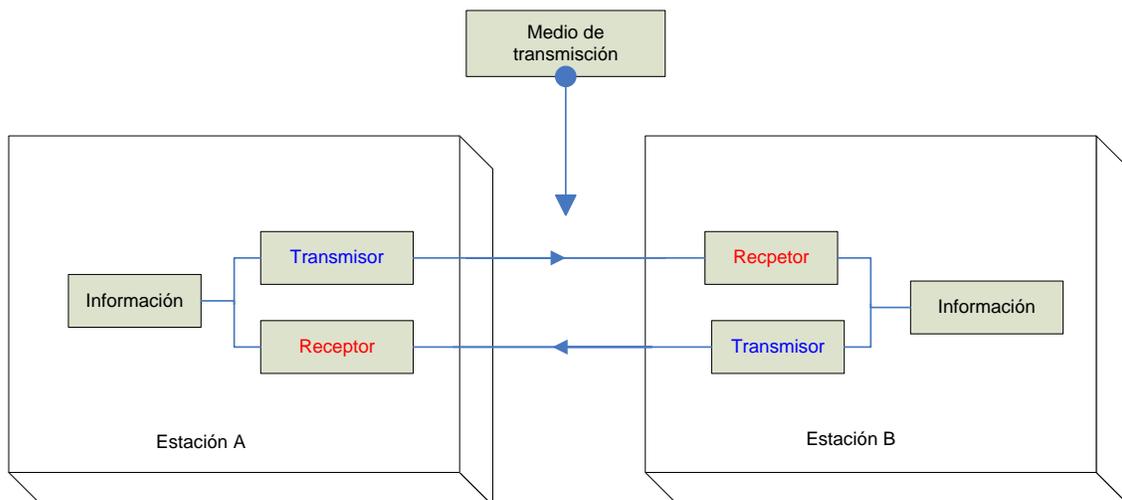


Figura 4.1. Diagrama de bloques de un sistema de comunicación bidireccional.

Como se aprecia en la figura 4.1. Diagrama de bloques de un sistema de comunicación bidireccional. Para un sistema de comunicación es necesario un transmisor un medio de transmisión y un receptor. El transmisor y receptor son dispositivos electrónicos que se interconectan gracias a los gases que componen la atmosfera, estos gases funcionan como medio de transmisión para las ondas de RF que son emitidas por él transmisor.

De esta manera los sistemas de comunicaciones electrónicos han entrado en la vida diaria y se han vuelto cada vez más necesarios para la gente hoy en día, es por eso que en lo siguiente se describirá el diseño y funcionamiento de estos dos elementos indispensables para la comunicación electrónica, el transmisor y el receptor.

4.1. El transmisor.

El transmisor como su nombre lo indica es el dispositivo que se encarga de transmitir la información que se desea transmitir.

El transmisor electrónico de RF es un dispositivo que transmite información en forma de ondas electromagnéticas a grandes distancias a través de la atmósfera, estas ondas son electromagnéticas y son transmitidas en el nivel de la radiofrecuencia es decir sólo se transmiten ondas electromagnéticas cuyas frecuencias entran en este rango, (3Hz,300GHz).

Por encima de los 300GHz y antes de la zona de frecuencia del infrarrojo, la atmósfera se comporta como un elemento opaco para estas ondas, es por eso que no existe transmisión en esa banda de frecuencias.

4.1.1. Tipos de transmisores.

El transmisor en el sistema de comunicaciones electrónicas es el dispositivo que se encarga de generar la señal de información y transmitir este mensaje al receptor.

El transmisor en los sistemas de comunicaciones electrónicas tiene como principales misiones:

- ⊗ Generar la señal portadora.
- ⊗ Modular la señal portadora con el mensaje.
- ⊗ Amplificar la señal modulada con el mensaje hasta el nivel deseado para lograr el alcance deseado con el receptor.
- ⊗ Efectuar el filtrado de la señal modulada para después ser radiada por la antena.

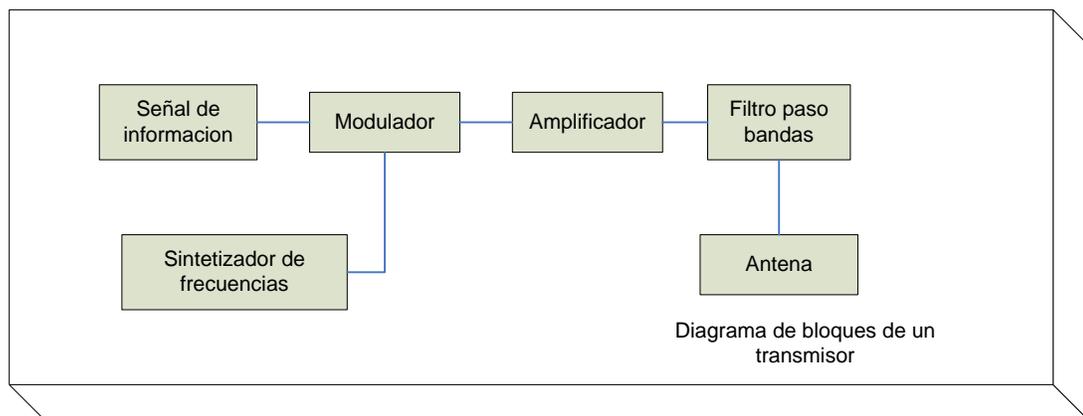


Figura 4.2. Diagrama de bloques de un transmisor.

Existen dos tipos de transmisores, y sea cual sea el tipo de señal a transmitir ambos transmisores pueden encajar con el esquema mostrado en la figura 4.2. Diagrama de bloques de un transistor.

Los tipos de transmisores son:

- ⊗ Transmisor Homodino o de modulación directa.
- ⊗ Transmisor Heterodino.

Los transmisores Homodinos son aquellos que:

- a) Realizan la modulación sobre la frecuencia portadora. Tras la modulación realizan el proceso de filtrado.
- b) Es típico de los transmisores que operan con portadora de baja frecuencia y específicamente para modulaciones de amplitud AM.
- c) Tienen un inconveniente, ya que si la frecuencia de la portadora es variable entonces el filtro paso banda debe tener una frecuencia central variable, haciéndolo más complejo y caro.

Los transmisores Heterodinos son aquellos que:

- a) La modulación se efectúa sobre una frecuencia diferente a la que se va a radiar por la antena.
 - b) Tiene ventajas sobre los transmisores homodinos.
- ⊗ Aun y cuando la frecuencia de salida cambie la modulación se efectúa siempre sobre una misma frecuencia, esto facilita el filtrado.
 - ⊗ La frecuencia de salida se cambia modificando la señal generada por oscilador.
 - ⊗ Como las amplificaciones se realizan sobre frecuencias diferentes esto impide que se tenga realimentaciones indeseadas.

Por lo mencionado anteriormente es que el transmisor heterodino es mucho mejor que el homodino y esto ha hecho que la tecnología en la actualidad se centre en la construcción de transmisores heterodinos o de modulación en frecuencia (FM), dejando de lado los transmisores de modulación en amplitud (AM).

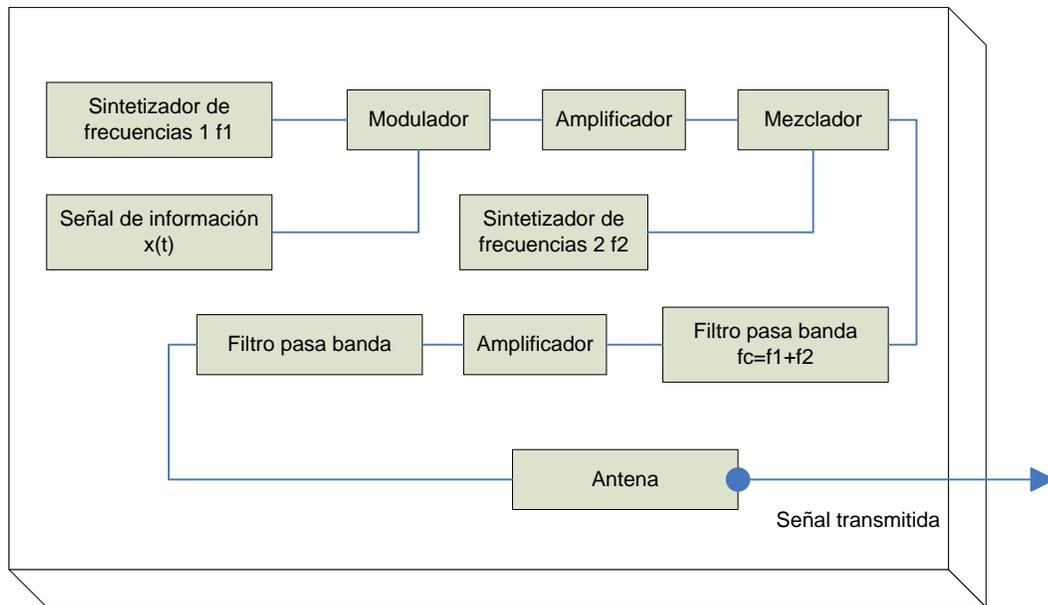


Figura 4.3. Diagrama de bloques de un transmisor Heterodino

4.2. El receptor.

A pesar de los avances de la televisión y la Internet, las comunicaciones por la radio siguen siendo el principal medio de divulgación de noticias y entretenimiento a través de la música y de todo tipo de programas. Los receptores de radio siguen siendo el aparato electrodoméstico más difundido en todo el planeta. Mire a su alrededor y se dará cuenta que en su hogar u oficina hay por lo menos unos cinco o seis aparatos de este tipo en diferentes modelos y presentaciones.

Los receptores o aparatos de radio interceptan una señal de radio mediante la antena, la amplifican, la demodulan y luego reproducen con la misma modulación (audio) con que fue enviado desde una estación remota. Los distintos modelos difieren en la forma como procesan internamente la señal original y en los circuitos empleados para tales efectos.

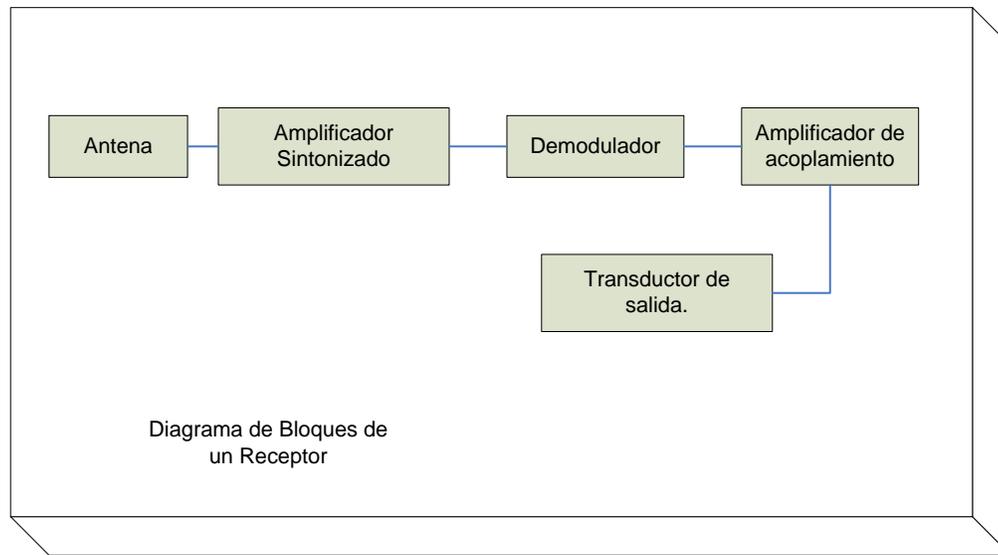


Figura 4.4. Diagrama de bloques de un Receptor.

4.2.1. Tipos de receptores.

Como pasaba en el caso del transmisor, también en el receptor existen dos tipos, y sea cual sea el tipo de señal a recibir ambos tipos de receptores pueden encajar con el esquema mostrado en la figura anterior.

- ⊗ Receptores Homodinos
- ⊗ Receptores Heterodinos.

Dentro de los receptores homodinos tenemos varios modelos de receptores:

Receptor de Galena

Uno de los receptores más sencillos y tradicionales es el receptor de Galena ("*la radio a Galena*") que sirve para recibir señales de amplitud modulada. Consiste de un detector simple realizado con una "*pedra de Galena*", conectada a la antena por medio de un circuito sintonizado que encarga de seleccionar una pequeña banda de frecuencias del espectro.

Una notable característica de estos receptores es que no utilizan amplificadores, ¡la energía para activar los teléfonos proviene directamente del transmisor.

La "*pedra Galena*" es un mineral cristalino que existe en forma natural que también puede fabricarse artesanalmente mezclando Plomo fundido con Azufre. Químicamente es Sulfuro de Plomo. A partir de los años 50 con la aparición de los diodos de cristal de Germanio, Construir estos receptores se volvió muy fácil y sencillo.

El receptor de radiofrecuencia sintonizada

Emplea una o más etapas amplificadoras de radiofrecuencia para aumentar el nivel de las señales recibidas a valores convenientes. En ellos todas las etapas amplificadoras se sintonizan simultáneamente a la frecuencia de recepción para conseguir sensibilidad y selectividad, ello dificulta la realización práctica del circuito pues cuesta mantener la sintonía de todas las etapas a medida que se cambia la frecuencia y tiene tendencia a autooscilar.

Este receptor fue superado por el llamado receptor "*neutrodino*", inventado por *Louis Alan Hazeltine*, que aplicó neutralización a las distintas etapas para facilitar su sintonía y evitar oscilaciones. Su selectividad disminuye rápidamente a medida que aumenta la frecuencia de trabajo y fueron desplazados rápidamente por el receptor *Superheterodino*.

El receptor regenerativo

Algo más complejo físicamente que el receptor de Galena (ya utiliza por lo menos un amplificador), el receptor regenerativo fue desarrollado en 1912 por el ingeniero norteamericano *Edwing H. Armstrong*. A pesar de sus pocos componentes el invento de Armstrong representó un formidable avance pues lograba una enorme sensibilidad y gran selectividad respecto de la técnica alcanzada de su época fue toda una revolución posible gracias a la primer válvula amplificadora, el "Audion" creado por Lee de Forest.

Su principio de funcionamiento es muy ingenioso: consiste en reinyectar la señal obtenida en la salida de un amplificador de radiofrecuencia (de válvula o transistor), nuevamente en su entrada para volverla a amplificar una y otra vez.

Ajustando cuidadosamente los parámetros de funcionamiento se logra amplificar la señal miles de veces, llegando casi al borde de la oscilación. Este proceso, simultáneamente aumenta mucho la selectividad del aparato.

Además de amplificar puede detectar o demodular señales, por ello también se llama "*detector regenerativo*". Fue empleado durante mucho tiempo por los radioaficionados y los radioescuchas de onda corta y actualmente continúa siendo un verdadero favorito de los aficionados experimentadores.

El receptor superregenerativo

En el *receptor superregenerativo* llega un punto en que el amplificador realmente comienza a oscilar, pero en ese preciso instante se hace extinguir o "*apagar*" la autooscilación, recurriendo a características propias del circuito o mediante algún elemento circuital externo; el ciclo se repite indefinidamente.

Los receptores regenerativos se emplean principalmente en frecuencias medias o elevadas, mientras que el superregenerativo, en frecuencias muy elevadas.

Por su excelente desempeño se continúa utilizando en simples receptores de alarmas para automóviles y domiciliarias. No es extraño ver actualmente estos receptores en aplicaciones que alcanzan frecuencias del orden del Gigahertz. Permiten detectar señales de forma tanto en AM como en BLU y telegrafía. Son receptores muy sensibles con buena selectividad, inherentemente limitan los ruidos, no poseen respuestas espurias y muy difícilmente se sobrecarguen, su comportamiento también los dota de un inherente control automático de ganancia.

El receptor superheterodino.

El receptor *superheterodino* también fue inventado por *Armstrong* durante la primera guerra mundial, por ello se lo conoce como "*receptor Armstrong*". Otros receptores antiguos (neutrodinos, autodinos, etc.) prácticamente no se emplean hoy en día, mas el superheterodino mantiene absoluta vigencia. Se popularizaron sobre principios de la década del '30. "*Heterodino*" proviene del griego *hetero* = diferente, *dyna* = fuerza-ser capaz, en referencia a las señales que se mezclan para dar lugar a la frecuencia intermedia (FI)

En él se combina (heterodina, mezcla o multiplica) la señal entrante, con otra proveniente de un oscilador que puede ser fijo o variable, para dar como resultado una banda de frecuencias, fija, llamada "*frecuencia intermedia (FI)*". En esta banda es más fácil realizar procesos de amplificación, control y selección de la señal.

Frecuentemente la FI se elige de un valor convenientemente bajo donde es más fácil tener buena amplificación, estabilidad y selectividad, pero por diversas razones pueden elegirse valores de FI mayores que los de la señal recibida, esta práctica es muy común hoy en día, pues se consigue gran selectividad en frecuencias muy altas mediante filtros especiales.

En los receptores de radio comunes de AM, la frecuencia intermedia empleada suele rondar los 455 kHz, mientras que en los de FM, 10,7 MHz. Los receptores modernos utilizan distintos valores de FI según las conveniencias de diseño.

Un receptor superheterodino para fonía, básico, típico, consiste de un filtro de entrada que solo permite pasar una banda de frecuencias del espectro, esta etapa se denomina "*preselectora*" y puede o no proveer al mismo tiempo amplificación

Cuando posee amplificación se la indica en los diagramas en bloques clásicos como la "*etapa amplificadora de RF*", a continuación le sigue el mezclador que es la etapa clave que distingue a este tipo de receptor. El mezclador es el encargado de *trasladar* una banda de frecuencias que interesa recibir a otro lugar del espectro donde, como se explicó, es más fácil procesarla. Ello se realiza mediante un oscilador que puede ser fijo o variable que, en los más sencillos, suele ser el control de sintonía principal del receptor.

La señal de salida del mezclador es la *banda de "frecuencia intermedia"* o *FI* que se aplica a una o más etapas amplificadoras.

En uno o más puntos del conjunto de etapas de FI se intercalan los dispositivos encargados de proveer selectividad.; puede tratarse de circuitos sintonizados de bobina y capacitor o filtros de cristal, de cerámica o resonadores mecánicos.

Luego se encuentra el detector, encargado de recuperar o "*demodular*" la señal. Es común que un receptor de aficionados posea más de un detector conmutable para recuperar diferentes tipos de señales (CW, AM, FM, BLU, etc.).

Finalmente está el amplificador que lleva la señal demodulada a valores útiles para su aprovechamiento, normalmente será un amplificador de audiofrecuencia que excita al parlante, pero no se limita a esto, pues puede consistir en un amplificador de videofrecuencias, como en los televisores TV o circuitos digitales en los sistemas de control o transporte de datos. Otros circuitos asociados se encargan de controlar la ganancia de las etapas amplificadoras de acuerdo al nivel de la señal recibida, aumentando o disminuyendo la amplificación para que las etapas amplificadores y los detectores operen en sus valores óptimos; se conocen como "*Control Automático de Ganancia (CAG /AGC)*" o "*Control automático de Volumen*", porque su función básica es asegurar un nivel de salida parejo a pesar de las variaciones que sufre el nivel de la señal debidas a las diferencias potencias y distancias de las emisoras y a las variaciones debidas a los desvanecimientos que se producen por diversas causas en su tránsito hasta la antena receptora. Suelen existir otros circuitos auxiliares tales como: indicadores de nivel de señal, reductores de ruidos, etc. Los siguientes ejemplos son justamente receptores superheterodinos

4.3. Transmisión de datos.

El desarrollo de los dispositivos de comunicación, así como el de la forma de comunicación van de la mano, este también es el caso de los dispositivos de comunicación electrónica, que basados en las dos ramas de la electrónica, es decir, la electrónica analógica y la electrónica digital, muestran diferentes formas de comunicación basadas en los dos campos, con esto entendemos, que existe la comunicación en forma analógica y la comunicación en modo digital.

Estas formas de comunicación no son opuestas, es decir no se contraponen una a la otra, simplemente son formas diferentes de comunicación electrónica. Estas formas de comunicación, así como la electrónica en general tiene sus ventajas y desventajas entre el mundo analógico y el digital, estas diferencias serán tratadas a continuación.

4.3.1. Tipos de transmisión de datos.

Existen diferentes formas de transmitir datos via radiofrecuencia, cada una presentando ventajas y desventajas que son aprovechadas para cada aplicación, estas formas de transmisión son modo analógico y modo digital.

4.3.1.1. Modo analógico.

La transmisión analógica de datos consiste en el envío de información en forma de ondas electromagnéticas continuas, a través de un medio de transmisión físico. Los datos se transmiten a través de una *onda portadora*: una onda simple cuyo único objetivo es transportar datos modificando en una de sus características (amplitud, frecuencia o fase). Por este motivo, la transmisión analógica es generalmente denominada transmisión de modulación de la onda portadora. Se definen tres tipos de transmisión analógica, según cuál sea el parámetro de la onda portadora que varía:

- ⊗ Transmisión por modulación de la amplitud de la onda portadora (AM).
- ⊗ Transmisión a través de la modulación de frecuencia de la onda portadora (FM)
- ⊗ Transmisión por modulación de la fase de la onda portadora (PM)

La transmisión de datos en forma analógica aparte de tener diferentes tipos de modulación también cuenta con dos formas de transmisión:

- ⊗ Transmisión de datos Analógicos en forma analógica.
- ⊗ Transmisión de datos Digitales en forma Analógica.

Transmisión de datos Analógicos en forma Analógica.

Este tipo de transmisión se refiere a un esquema en el que los datos que serán transmitidos ya están en formato analógico. Por eso, para transmitir esta señal, el modulador debe combinar continuamente la señal que será transmitida y la onda portadora, de manera que la onda que transmitirá será una combinación de la onda portadora y la señal transmitida. En el caso de la transmisión por modulación de la amplitud, por ejemplo, la transmisión se llevará a cabo de la siguiente forma:

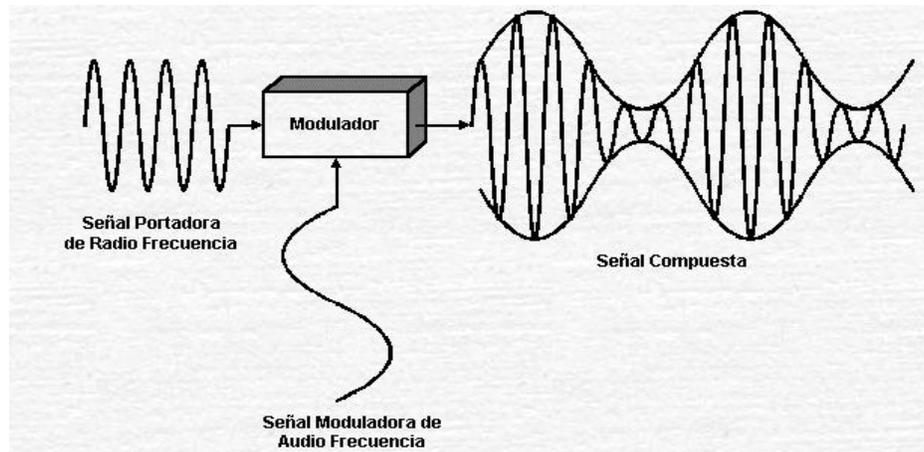


Figura 4.5. Ejemplo de modulación de datos analógicos de forma analógica en modo AM

Modulación AM

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.

Consideremos que la expresión matemática de la señal portadora está dada por $V_p(t) = V_p \sin 2\pi f_p t$

Donde V_p es el valor pico de la señal portadora y f_p es la frecuencia de la señal portadora.

De manera similar podemos expresar matemáticamente a la señal moduladora $V_M(t) = V_M \sin 2\pi f_M t$

Siendo V_M el valor pico de la señal moduladora y f_M su frecuencia.

La señal modulada tendrá una amplitud que será igual al valor pico de la señal portadora más el valor instantáneo de la señal modulada.

$$V(t) = (V_p + V_M \sin 2\pi f_M t)(\sin 2\pi f_p t)$$

Factorizando la ecuación anterior

$$V(t) = V_p \left[1 + \frac{V_M}{V_p} (\sin 2\pi f_M t) \right] \sin 2\pi f_p t$$

$\frac{V_M}{V_p}$ Se denomina índice de modulación y es una constante que llamaremos m

$$V(t) = V_p [1 + m(\sin 2\pi f_M t)] \sin 2\pi f_p t$$

Operando la ecuación anterior tenemos:

$$V(t) = V_p \sin 2\pi f_p t + V_p m (\sin 2\pi f_M t) (\sin 2\pi f_p t)$$

Utilizando identidades trigonométricas se tendría la siguiente ecuación:

$$V(t) = V_p \sin 2\pi f_p t + \frac{V_p m}{2} \cos 2\pi (f_p - f_M) t - \frac{V_p m}{2} \cos 2\pi (f_p + f_M) t$$

La expresión anterior corresponde a la señal modulada en amplitud. El porcentaje de modulación “m” puede variar de 0% a 100% sin que exista distorsión, si se permite que el porcentaje de modulación se incremente más allá del 100% se producirá distorsión por sobre-modulación, lo cual da lugar a la presencia de señales de frecuencias no deseadas.

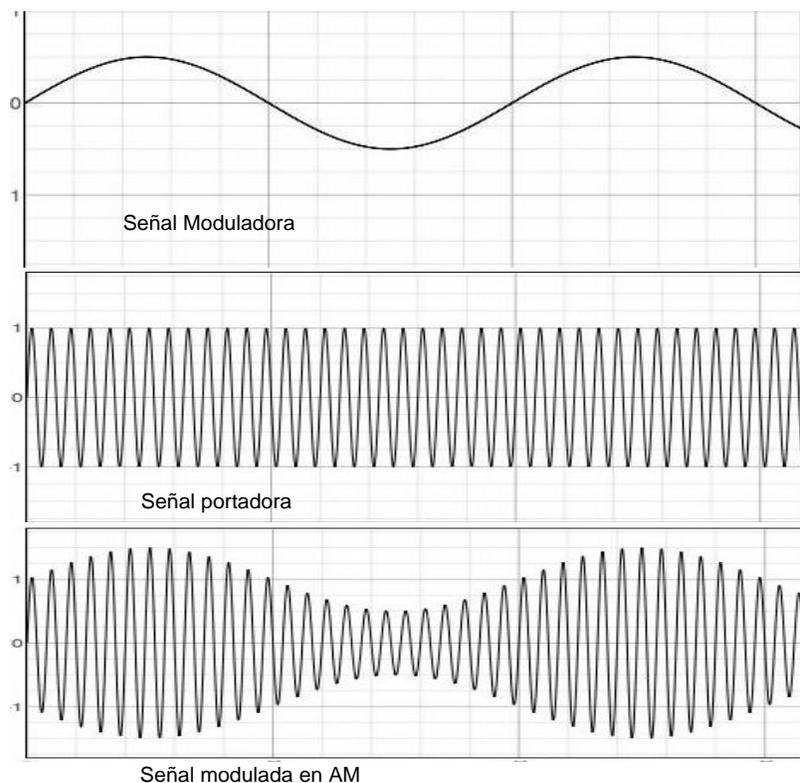


Figura 4.6. Ejemplo señal modulada en AM

Modulación FM

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.

Consideremos que la expresión matemática de la señal portadora está dada por $V_p(t) = V_p \sin 2\pi f_p t$

Donde V_p es el valor pico de la señal portadora y f_p es la frecuencia de la señal portadora.

De manera similar podemos expresar matemáticamente a la señal moduladora
 $V_M(t) = V_M \sin 2\pi f_M t$

Siendo V_M el valor pico de la señal moduladora y f_M su frecuencia.
 De acuerdo a lo dicho anteriormente, la frecuencia f de la señal modulada
 variará alrededor de la frecuencia de la señal portadora de acuerdo a la
 siguiente expresión
 $f = f_p \Delta f \sin(2\pi f_M t)$

Por lo tanto la expresión matemática de la señal modulada resulta
 $V(t) = V_p \sin[2\pi(f_p + \Delta f \sin(2\pi f_M t))t]$

Δf se denomina desviación de frecuencia y es el máximo cambio de frecuencia
 que puede experimentar la frecuencia de la señal portadora. A la variación total
 de frecuencia desde la más baja hasta la más alta, se la conoce como
 oscilación de portadora.

De esta forma, una señal moduladora que tiene picos positivos y negativos, tal
 como una señal senoidal pura, provocara una oscilación de portadora igual a 2
 veces la desviación de frecuencia.

Una señal modulada en frecuencia puede expresarse mediante la siguiente
 expresión

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

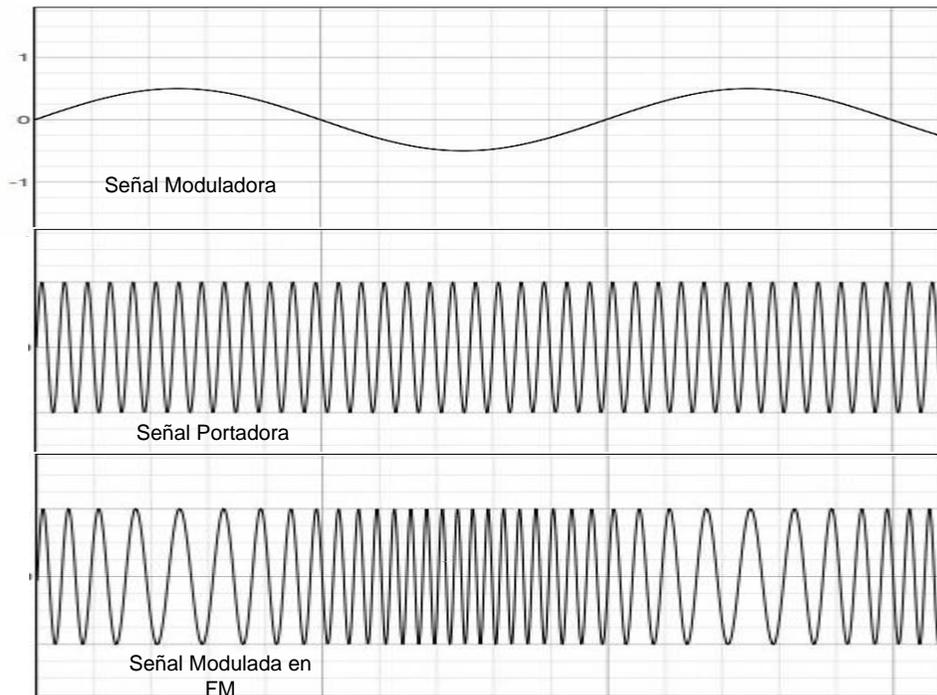


Figura 4.7. Ejemplo de modulación en FM

Modulación PM

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° .

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.

Consideremos tener una señal portadora dada por la siguiente expresión:

$$V_p(t) = V_p \sin 2\pi f_p t$$

Donde V_p es el valor pico de la señal portadora y f_p es la frecuencia de la señal portadora, y que la expresión matemática de la señal moduladora está dada por:

$$V_M(t) = V_M \sin 2\pi f_M t$$

Siendo V_M el valor pico de la señal portadora y f_M su frecuencia.

Si consideramos que la fase de la señal portadora varia proporcionalmente a la amplitud de la señal moduladora, o sea que

$$\Phi(t) = \Delta\Phi V_M(t) = \Delta\Phi V_M \sin(2\pi f_M t)$$

Donde $\Delta\Phi$ es la constante de desviación de fase.

Como el valor máximo que puede tomar $v_M(t)$ es V_M , resulta que la máxima variación de $\Delta\Phi$ será

$$-V_M \Delta\Phi \leq \Phi(t) \leq V_M \Delta\Phi$$

Por lo tanto la señal modulada resulta

$$V(t) = V_p \cos[2\pi f_p t + \Phi(t)]$$

Donde $\Phi(t)$ será la variación de la fase debida a la modulación, reemplazando tenemos

$$V(t) = V_p \cos[2\pi f_p t + \Delta\Phi V_M \sin(2\pi f_M t)]$$

Llamando $B = \Delta\Phi V_M$, el índice de modulación resulta

$$V(t) = V_p \cos[2\pi f_p t + B \sin(2\pi f_M t)]$$

Esta última expresión tiene la misma forma matemática que la expresión modulada en frecuencia, con la salvedad que B es independiente de la frecuencia.

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

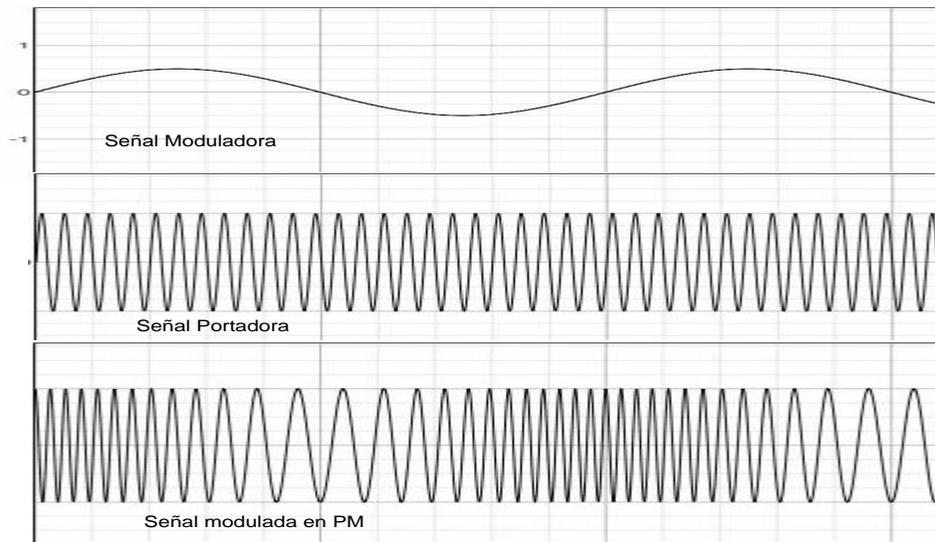


Figura 4.8. Ejemplo de modulación en PM

Transmisión de datos Digitales en forma Analógica

Cuando aparecieron los datos digitales, los sistemas de transmisión todavía eran analógicos. Por eso fue necesario encontrar la forma de transmitir datos digitales en forma analógica.

La solución a este problema fue el módem. Su función es:

- ⊗ En el momento de la transmisión: debe convertir los datos digitales (una secuencia de 0 y 1) en señales analógicas (variación continua de un fenómeno físico). Este proceso se denomina modulación.
- ⊗ Cuando recibe la transmisión: debe convertir la señal analógica en datos digitales. Este proceso se denomina demodulación.

De hecho, la palabra módem es un acrónimo para *MO*dulador/*DEMO*dulador.

Dentro de las transmisiones analógicas y datos digitales tenemos los siguientes casos de técnicas de modulación o codificación dependiendo del parámetro de la señal portadora que es afectado.

- ⊗ Desplazamiento de amplitud – ASK (Amplitudes-shift keying)
- ⊗ Desplazamiento de frecuencia – FSK (Frequency-shift keying)
- ⊗ Desplazamiento de fase – PSK (Phase-shift keying)

Modulación ASK

ASK (Amplitudes-shift keying), es una modulación de amplitud donde la señal moduladora (datos) es digital. Los dos valores binarios se representan con dos amplitudes diferentes y es usual que una de las dos amplitudes sea cero; es decir uno de los dígitos binarios se representa mediante la presencia de la portadora a amplitud constante, y el otro dígito se representa mediante la ausencia de la señal portadora. En este caso la señal moduladora vale

$$V_M(t) = \begin{cases} 1 & \text{para un "1" binario} \\ 0 & \text{para un "0" binario} \end{cases}$$

Mientras que el valor de la señal de transmisión (señal portadora) es dado por

$$V_p(t) = V_p \sin 2\pi f_p t$$

Como es una modulación de amplitud, la señal modulada tiene la siguiente expresión

$$V(t) = V_p V_M(t) \sin 2\pi f_p t$$

Entonces la señal moduladora $V(t)$ al ser una señal digital toma únicamente los valores 0 y 1, con lo cual la señal modulada resulta:

$$V(t) = \begin{cases} V_p \sin 2\pi f_p t & \text{para un "1" binario} \\ 0 & \text{para un "0" binario} \end{cases}$$

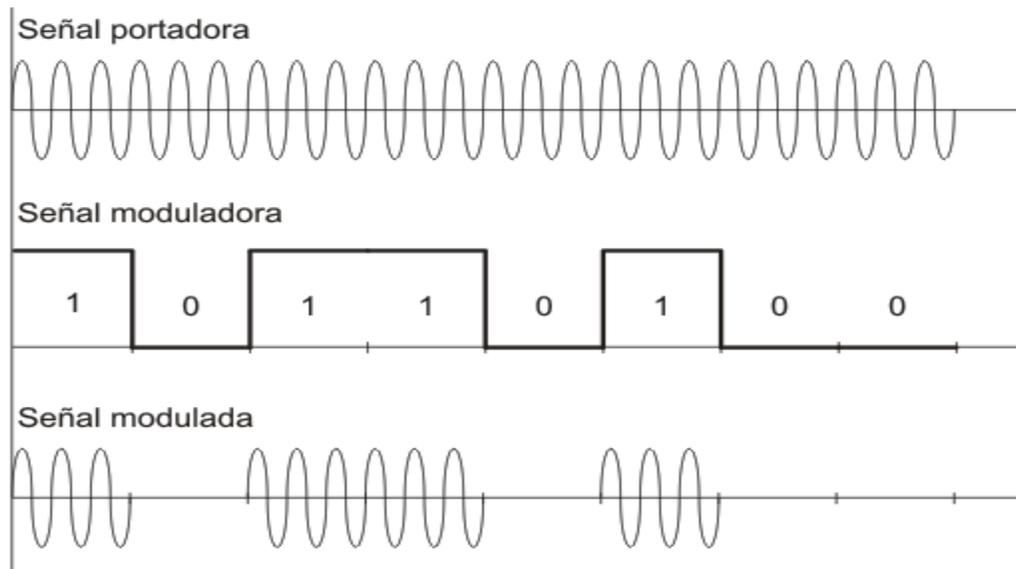


Figura 4.9. Ejemplo de Modulación ASK

Modulación FSK

FSK (Frequency-shift keying), es una modulación de frecuencia donde la señal moduladora (datos) es digital. Los dos valores binarios se representan con dos frecuencias diferentes (f_1 y f_2) próximas a la frecuencia de la señal portadora f_p .

$$V_M(t) = \begin{cases} V_M \sin 2\pi f_1 t & \text{para un "1" binario} \\ V_M \sin 2\pi f_2 t & \text{para un "0" binario} \end{cases}$$

Mientras que el valor de la señal de transmisión (señal portadora) es dado por $V_p(t) = V_p \sin 2\pi f_p t$

Como es una modulación de frecuencia, la señal modulada tiene la siguiente expresión

$$V(t) = V_p V_M \left(\frac{\cos(2\pi t(f_p - f_M)) - \cos(2\pi t(f_p + f_M))}{2} \right)$$

Donde f_M es la frecuencia de la portadora según sea el caso.

Entonces la señal moduladora $V(t)$ al ser una señal digital toma únicamente los valores 0 y 1, con lo cual la señal modulada resulta tener diferentes frecuencias:

$$V(t) = \begin{cases} V_p V_M \left(\frac{\cos(2\pi t(f_p - f_1)) - \cos(2\pi t(f_p + f_1))}{2} \right) & \text{para un "1" binario} \\ V_p V_M \left(\frac{\cos(2\pi t(f_p - f_2)) - \cos(2\pi t(f_p + f_2))}{2} \right) & \text{para un "0" binario} \end{cases}$$

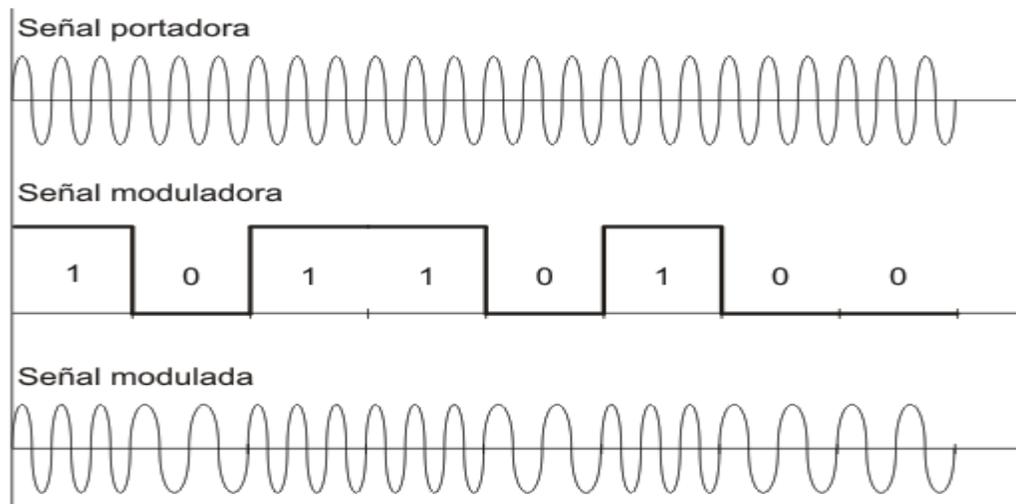


Figura 4.10. Ejemplo de Modulación FSK

Modulación FSK

PSK (Phase-shift keying), es una modulación de 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.

En PSK el valor de la señal moduladora está dado por

$$V_M(t) = \begin{cases} 1 & \text{para un "1" binario} \\ -1 & \text{para un "0" binario} \end{cases}$$

Mientras que el valor de la señal de transmisión (señal portadora) es dado por $V_p(t) = V_p \cos 2\pi f_p t$

La modulación PSK está caracterizada por $V(t) = V_M V_p$

Entonces la señal moduladora $V(t)$ al ser una señal digital toma únicamente los valores 0 y 1, con lo cual la señal modulada resulta tener diferentes fases:

$$V(t) = \begin{cases} V_p \cos 2\pi f_p t & \text{para un "1" binario} \\ -V_p \cos 2\pi f_p t & \text{para un "0" binario} \end{cases}$$

En el caso para cuando la portadora toma el valor de -1 podemos ver que:

$$V(t) = -V_p \cos(2\pi f_p t) = V_p \cos(2\pi f_p t + \pi)$$

Entre las dos últimas expresiones de $V(t)$, existe una diferencia de fase de 180° , y la señal varía entre dos fases, es por ello que se denomina 2PSK.

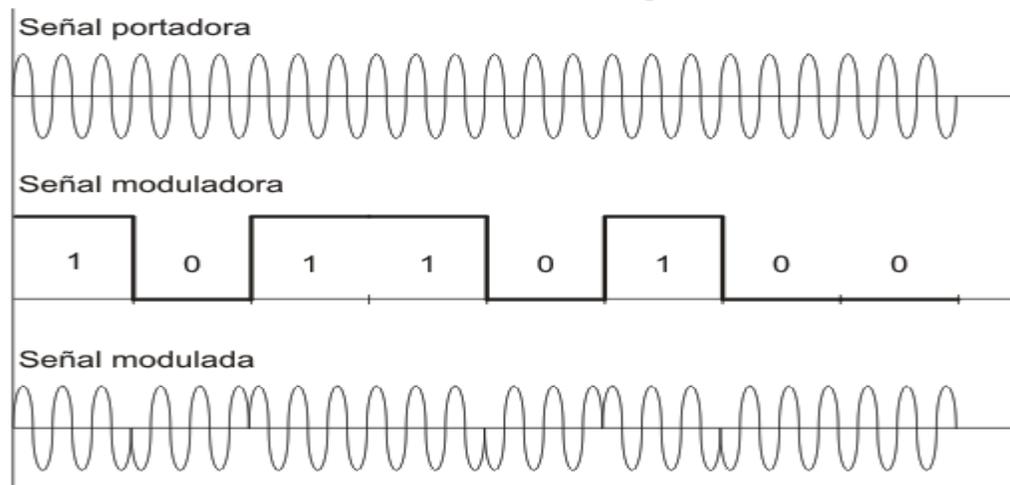


Figura 4.11. Ejemplo de modulación PSK

4.3.1.2. Modo digital.

La transmisión digital consiste en el envío de información a través de medios de comunicaciones físicos en forma de señales digitales. Por lo tanto, las señales analógicas deben ser digitalizadas antes de ser transmitidas.

Sin embargo, como la información digital no puede ser enviada en forma de 0 y 1, debe ser codificada en la forma de una señal con dos estados, por ejemplo:

- ⊗ Dos niveles de voltaje con respecto a la conexión a tierra
- ⊗ La diferencia de voltaje entre dos cables
- ⊗ La presencia/ausencia de corriente en un cable
- ⊗ La presencia/ausencia de luz

Esta transformación de información binaria en una señal con dos estados se realiza a través de un DCE, también conocido como *decodificador de la banda base*: es el origen del nombre *transmisión de la banda base* que designa a la transmisión digital...

La forma más sencilla de transmisión digital es la binaria, en la cual a cada elemento de información se le asigna uno de dos posibles estados. Para identificar una gran cantidad de información se codifica un número específico de bits, el cual se conoce como carácter. Esta codificación se usa para la transmisión escrita.

En la transmisión digital existen dos notables ventajas lo cual hace que tenga gran aceptación cuando se compara con la analógica. Estas son:

- ⊗ El ruido no se acumula en los repetidores.
- ⊗ El formato digital se adapta por sí mismo de manera ideal a la tecnología de estado sólido, particularmente en los circuitos integrados.

La mayor parte de la información que se transmite en una red portadora es de naturaleza analógica, voz y video.

Al convertir estas señales al formato digital se pueden aprovechar las dos características anteriormente citadas.

Para transmitir información digital (binaria 0 ó 1) por la red telefónica, la señal digital se convierte a una señal analógica compatible con la el equipo de la red y esta función se realiza en el Módem.

Como paso con las transmisiones analógicas, las digitales también tienen dos modos de transmitir la información.

- ⊗ Transmisión por modulación de pulsos.
- ⊗ Transmisión por codificación.

La transmisión de datos en forma digital aparte de tener diferentes tipos de transmisión también cuenta con dos formas de transmisión:

- ⊗ Transmisión de datos Digitales en forma Analógica.
- ⊗ Transmisión de datos Digitales en forma Digital.

Es ventajoso transmitir datos en forma binaria en vez de convertirlos a analógico. Sin embargo, la transmisión digital está restringida a canales con un ancho de banda mucho mayor que el de la banda de la voz. Por eso en la transmisión digital de datos analógicos tenemos 4 formas de enviar la información estas son:

Transmisión Asíncrona.

Esta se desarrolló para solucionar el problema de la sincronía y la incomodidad de los equipos.

En este caso la temporización empieza al comienzo de un caracter y termina al final, se añaden dos elementos de señal a cada caracter para indicar al dispositivo receptor el comienzo de este y su terminación.

Al inicio del caracter se añade un elemento que se conoce como "Start Space"(espacio de arranque),y al final una marca de terminación.

Para enviar un dato se inicia la secuencia de temporización en el dispositivo receptor con el elemento de señal y al final se marca su terminación.

Transmisión Sincronía

Este tipo de transmisión se caracteriza porque antes de la transmisión de propia de datos, se envían señales para la identificación de lo que va a venir por la línea, es mucho más eficiente que la Asíncrona pero su uso se limita a líneas especiales para la comunicación de ordenadores, porque en líneas telefónicas deficientes pueden aparecer problemas.

Por ejemplo una transmisión serie es síncrona si antes de transmitir cada bit se envía la señal de reloj y en paralelo es síncrona cada vez que transmitimos un grupo de bits.

Transmisión de datos en serie

En este tipo de transmisión los bits se trasladan uno detrás del otro sobre una misma línea, también se transmite por la misma línea.

Este tipo de transmisión se utiliza a medida que la distancia entre los equipos aumenta a pesar que es más lenta que la transmisión paralelo y además menos costosa.

Los transmisores y receptores de datos serie son más complejos debido a la dificultad en transmitir y recibir señales a través de cables largos.

La conversión de paralelo a serie y viceversa la llevamos a cabo con ayuda de registro de desplazamiento.

La transmisión serie es síncrona si en el momento exacto de transmisión y recepción de cada bit está determinada antes de que se transmita y reciba y asíncrona cuando la temporización de los bits de un caracter no depende de la temporización de un caracter previo.

Transmisión en paralelo.

La transmisión de datos entre ordenadores y terminales mediante cambios de corriente o tensión por medio de cables o canales; la transferencia de datos es en paralelo si transmitimos un grupo de bits sobre varias líneas o cables.

En la transmisión de datos en paralelo cada bit de un carácter se transmite sobre su propio cable. En la transmisión de datos en paralelo hay un cable adicional en el cual enviamos una señal llamada strobe ó reloj; esta señal le indica al receptor cuando están presentes todos los bits para que se puedan tomar muestras de los bits o datos que se transmiten y además sirve para la temporización que es decisiva para la correcta transmisión y recepción de los datos.

La transmisión de datos en paralelo se utiliza en sistemas digitales que se encuentran colocados unos cerca del otro, además es mucho más rápida que la serie, pero es mucho más costosa.

Transmisión de datos Analógicos en forma Digital

Para transmitir digitalmente señales de datos que están en forma analógica, utilizamos un método de modulación llamado modulación por pulsos o PM, aquí también tenemos varios métodos de modulación como en el caso de los sistemas de comunicación analógicos.

- ⊗ PWM Modulación de longitud de pulso.
- ⊗ PPM Modulación por pulso de ancho constante.
- ⊗ PAM Modulación por amplitud de pulso.
- ⊗ PCM Modulación por codificación de pulso.
- ⊗ Modulación delta.

La modulación por pulso sea cual sea su tipo consiste en tomar muestras de la señal moduladora de datos a intervalos regulares, de modo que el receptor a través de dichas muestras pueda reconstruir la señal de datos original.

En modulación de pulsos la información no está contenida en toda la señal moduladora, sino que la información está codificada en forma digital mediante un muestreo adecuado. En la demodulación, en general es suficiente con detectar la existencia o no de un pulso.

En la modulación de pulsos algún parámetro de pulso varía de acuerdo a un valor muestra de la información.

Los pulsos representativos de la señal moduladora son de muy corta duración en comparación al tiempo entre ellos. Debido a esta circunstancia, la potencia transmitida se puede concentrar en ráfagas cortas, en lugar de ser enviada en forma continuada.

La modulación de pulsos es más una técnica de procesamiento de información que una modulación, puesto que no hay traslación de fase.

Modulación PWM

La señal de muestreo es en general una sucesión de pulsos unipolares, cuyas amplitudes son proporcionales a los valores muestra instantáneos del mensaje de datos.

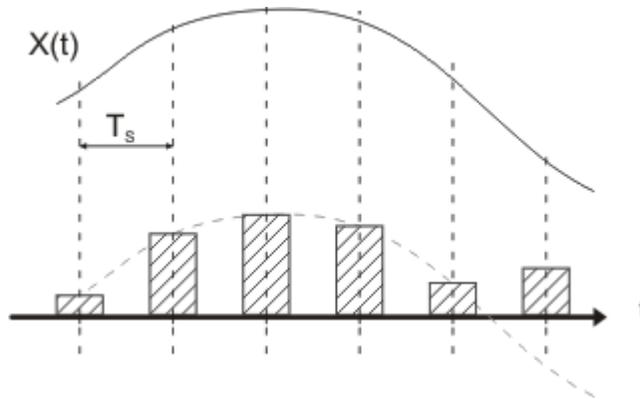


Figura 4.12. Ejemplo de Modulación PWM.

Puesto que en este caso tiene las mismas características que modulación de amplitud, se desprende que el espectro de frecuencias tendrá las mismas características, repitiéndose a f_s , $2f_s$, etc.

Modulación PPM y PAM

La modulación en posición y la modulación en duración están íntimamente ligadas, ya que PPM se obtiene a partir de PAM.

El proceso es el siguiente:

Tengamos una secuencia de pulsos modulados en duración, diferenciamos a los mismos y se los invierte, como se ve en la figura 4.13. Ejemplo de modulación PPM y PAM.

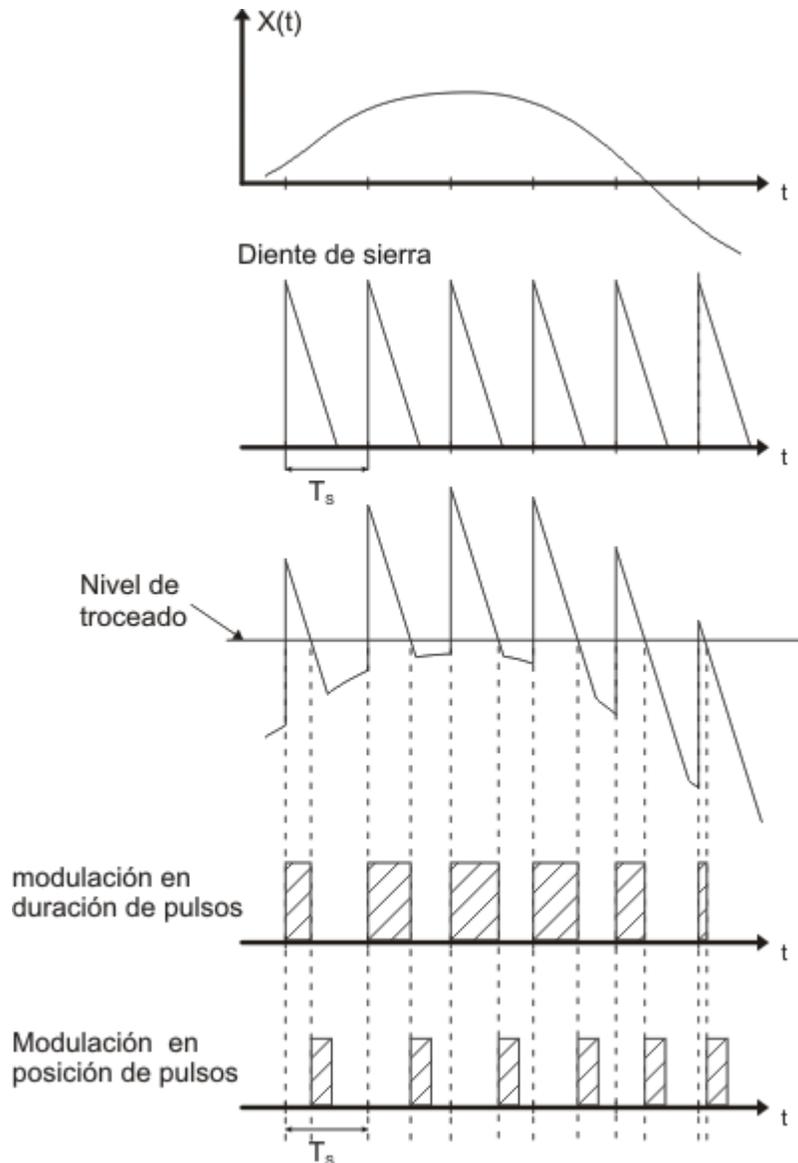


Figura 4.13. Ejemplo de Modulación PPM y PAM.

El principal uso de PPM es debido a que es más eficiente la generación y detección de los pulsos modulados en comparación en PAM. Esto es debido a que la información reside en la ubicación en el tiempo de los flancos de los pulsos y no en los pulsos en sí mismos. Por ello se generan pulsos de corta duración en los cuales sólo es importante la posición de los mismos.

Modulación PCM

Esta modulación es un esquema para transmitir una señal de datos analógica en una señal digital.

Cuando una señal modulada se altera con el ruido, no existe en el receptor formar alguna de distinguir el valor transmitido exacto. Sin embargo, si sólo se permiten unos pocos valores discretos del parámetro modulado y si la

separación entre dichos valores es grande en comparación con la perturbación producida por el ruido, será más sencillo decidir con precisión en el receptor, los valores específicos transmitidos.

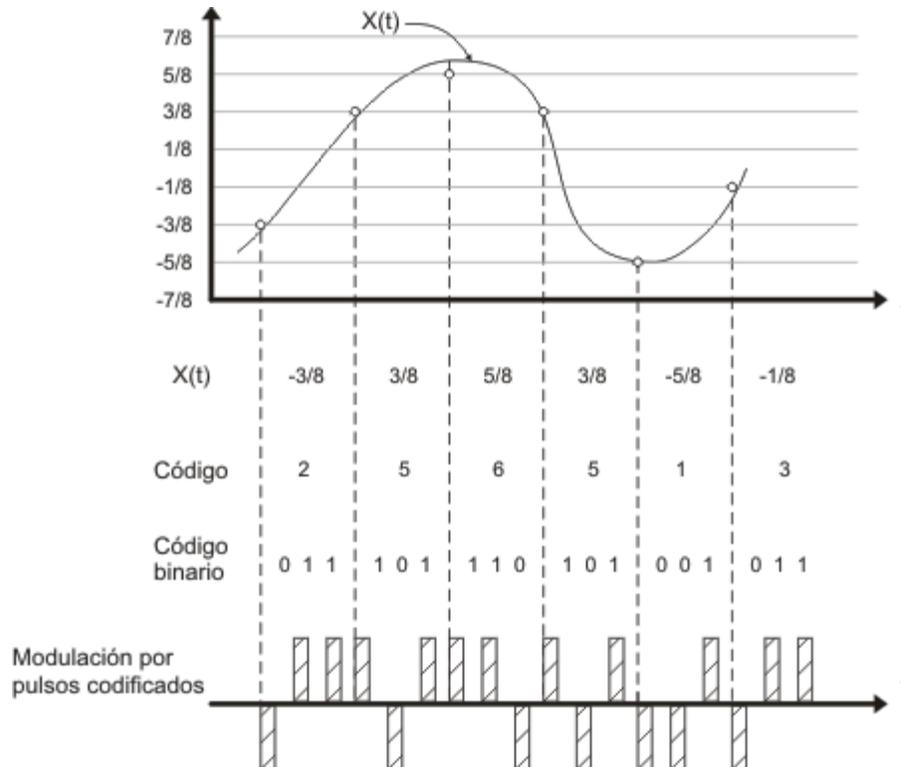


Figura 4.14. Ejemplo de Modulación PCM

En la modulación de pulsos codificados (PCM = Pulse Code Modulation), para concretar lo antedicho, se debe realizar un muestreo de la señal, cuantificar la misma y codificarla.

La señal se muestrea a intervalos regulares, luego dichos valores se cuantifican a un valor discreto predeterminado más próximo; por último la señal muestreada y cuantificada en amplitud, es codificada.

El codificador convierte las muestras digitales en un código adecuado y de esta forma se genera la correspondiente señal modulada.

La cantidad de niveles de cuantificación depende de la cantidad de bits que se empleen en la codificación, puesto que con n bits tendremos 2^n combinaciones posibles.

Como se requieren varios dígitos para cada muestra del mensaje, el ancho de banda en este caso es mucho mayor que el ancho de banda del mensaje.

Posteriormente, la señal obtenida se puede transmitir en ASK, FSK, o PSK.

Los sistemas PCM se están haciendo cada vez más importantes, debido a ciertas ventajas inherentes sobre otros tipos de sistemas de modulación.

- a) En comunicación a larga distancia, las señales PCM pueden regenerarse completamente en estaciones repetidoras intermedias porque toda la información está contenida en el código. En cada repetidora se transmite una señal esencialmente libre de ruido. Los efectos del ruido no se acumulan y sólo hay que preocuparse por el ruido de la transmisión entre repetidoras adyacentes.
- b) Los circuitos de modulación y demodulación son todos digitales, alcanzando por ello gran confiabilidad y estabilidad, adaptándose rápidamente al diseño lógico de circuito integrado.
- c) Las señales pueden almacenarse y escalarse en el tiempo eficientemente. Por ejemplo, los datos de PCM pueden generarse en un satélite orbital una vez por minuto durante una órbita de 90 minutos y después retransmitirse a una estación terrestre en cuestión de pocos segundos. Las memorias digitales realizan el almacenaje muy eficientemente.
- d) Puede usarse un código eficiente para reducir la repetición innecesaria (la redundancia) en los mensajes. Por ejemplo, si se desea enviar "Una Feliz Navidad y un Próspero Año Nuevo" a un amigo distante por telegrama, es mucho más eficaz asignar un código (un número) a este mensaje redundante y enviar el código (el número). En la estación receptora, el decodificador reconoce el código y escribe el mensaje.
- e) Una codificación adecuada puede reducir los efectos del ruido y la interferencia. El ancho de banda puede intercambiarse por potencia de la señal; como el PCM puede escalarse en el tiempo, este también puede intercambiarse por potencia de la señal. El diseñador de sistemas de comunicación tiene, pues, mayor flexibilidad en el diseño de un sistema PCM para satisfacer determinados criterios de funcionamiento.

Modulación Delta.

Es una modulación donde se convierte una señal analógica en una señal digital.

La modulación delta consiste en comparar la señal dada con una sucesión de pulsos de amplitud los cuales son crecientes mientras la amplitud de esta sucesión se encuentra por debajo de la amplitud de la señal dada y es decreciente cuando la amplitud de los pulsos de muestreo supera la amplitud de la señal.

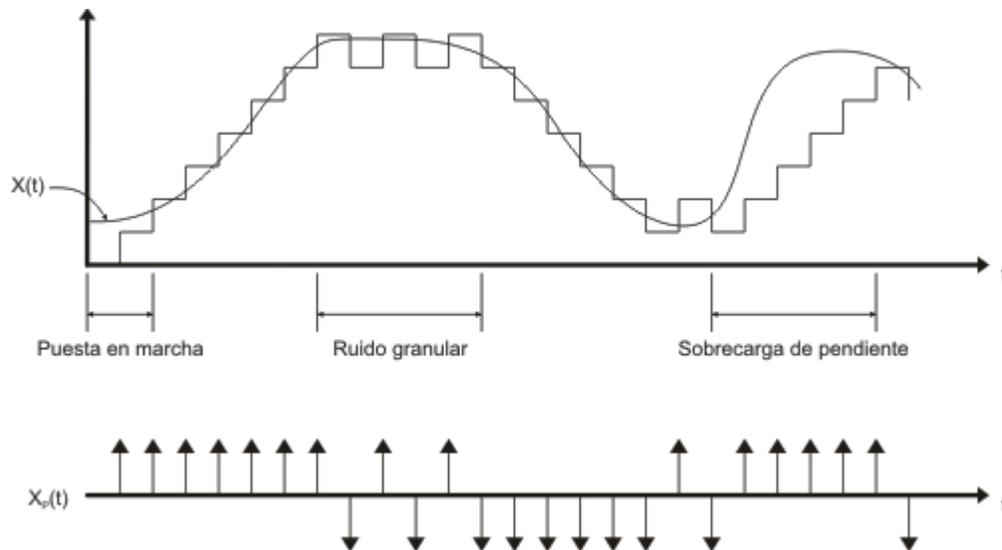


Figura 4.15. Ejemplo de Modulación delta.

Como la modulación delta aproxima la señal $X(t)$ mediante una función escalonada lineal, el cambio de la señal debe ser relativamente lento en comparación con la tasa de muestreo. Este requerimiento implica que la señal debe ser sobre muestreada, es decir muestreada al menos cinco veces mayor que Nyquist.

Esto tiene sus inconvenientes.

Sobrecarga de pendiente: Cuando la velocidad de cambio es muy grande se tiene lo que se denomina sobrecarga de pendiente, puede reducirse aumentando la altura de los escalones.

Ruido granular: este es el resultado de la utilización de un escalón de altura muy grande en tramos donde la señal tiene poca variación. El ruido granular puede reducirse disminuyendo la altura de los escalones.

La señal obtenida no será la señal transmitida, sino que en su lugar se transmite una sucesión de dígitos binarios los cuales sólo indican la polaridad de los escalones.

La secuencia binaria se puede usar en el receptor para reconstruir la función escalera obtenida durante el muestreo de la señal original. La señal reconstruida puede suavizarse mediante un procedimiento de integración o mediante un filtro pasa bajos que genere una aproximación analógica a la señal analógica de entrada.

La principal ventaja de la modulación delta con respecto a la modulación de pulsos codificados es que es sencilla de implementar. No obstante en general con la modulación de pulsos codificados se consigue una mejor relación señal ruido que con una modulación delta.

Transmisión de datos Digitales en forma Digital.

La transmisión digital de datos digitales surge como respuesta a las desventajas que existen entre la comunicación en forma analógica.

Estas ventajas son:

- a) La ventaja principal de la transmisión digital es la inmunidad al ruido. Las señales analógicas son más susceptibles que los pulsos digitales a la amplitud no deseada, frecuencia y variaciones de fases.
- b) Se prefieren a los pulsos digitales por su mejor procesamiento y multicanalizaciones que las señales analógicas. Los pulsos digitales pueden guardarse fácilmente, mientras que las señales analógicas no pueden.
- c) Los sistemas digitales utilizan la regeneración de señales, en vez de la amplificación de señales, por lo tanto producen un sistema más resistente al ruido que su contraparte analógica.
- d) Las señales digitales son más sencillas de medir y evaluar.
- e) Los sistemas digitales están mejores equipados para evaluar un rendimiento de error (por ejemplo, detección y corrección de errores), que los sistemas analógicos.

Para este modo de comunicación (Digital de datos digitales), se utiliza una codificación a las señales que serán transmitidas. A esta codificación se le denomina codificación en banda base.

La codificación en banda base debe ser considerada como una disposición diferente de los bits de la señal on/off a fin de adaptar la misma al sistema de transmisión utilizado.

Los códigos que se utilizan son:

- ⊗ NZR
- ⊗ RZ
- ⊗ Codificación diferencial.
- ⊗ Código Manchester
- ⊗ Código Manchester Diferencia.
- ⊗ Código HDB3

Codificación NZR

Se pueden utilizar los códigos NonReturn to Zero Level (NRZ-L), de los cuales los más empleados son el unipolar y el bipolar.

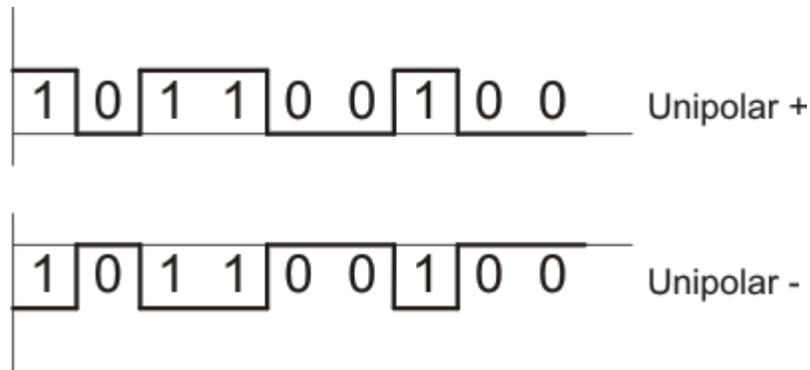


Figura 4.15. Ejemplo de NZR unipolar

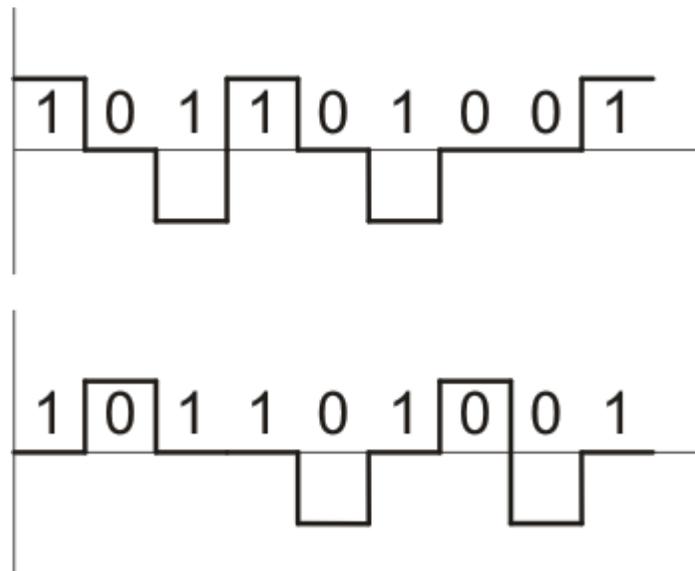


Figura 4.16. Ejemplo de NZR bipolar

En el receptor y el transmisor se debe efectuar un muestreo de igual frecuencia.

Este código no es autosincronizante, y su principal ventaja es que al emplear pulsos de larga duración requiere menor ancho de banda que otros sistemas de codificación que emplean pulsos más cortos.

Codificación RZ

Se emplea el RZ (Return to Zero) polar. En este caso se tiene tensión positiva en una parte de la duración de un 1 lógico, y cero tensión durante el resto del tiempo. Para un 0 lógico se tiene tensión negativa una parte del tiempo y el resto del tiempo del pulso la tensión es cero.

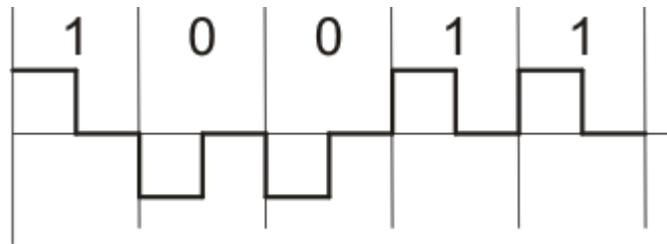


Figura 4.17. Ejemplo de RZ Polar.

Este código si es autosincronizante debido a que el reloj (clock) del receptor queda sincronizado por la cadencia de los pulsos que llegan del transmisor puesto que todos los bits tienen una transición, esto permite identificar a cada bit en una larga cadena de unos o ceros.

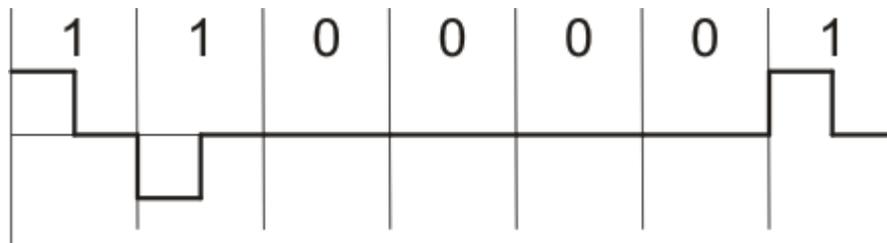


Figura 4.18. Ejemplo de RZ Bipolar.

A la ventaja de ser autosincronizante se le contraponen el hecho de requerir mayor ancho de banda, pues los pulsos son de menor duración que en otros códigos, por ejemplo NRZ, lo cual es una gran desventaja.

Codificación Diferencial.

En una codificación diferencial en lugar de determinar el valor absoluto, la señal se decodifica comparando la polaridad de los bits con la de los bits adyacentes.

Tiene dos etapas.

- a) Formar la señal diferencial en el transmisor, siendo la misma la que va a ser transmitida.
- b) En el receptor se debe recuperar la señal original.

El procedimiento es el siguiente:

En el transmisor se debe muestrear una señal NRZ. En el instante del muestreo en que se detecta un 1 se produce una transición mientras que si es detectado un 0 no se produce ninguna transición.

En el receptor se realiza también un muestreo de la señal recibida pero desfasado en un 50% del tiempo con respecto al muestreo realizado por el transmisor. A la señal recibida muestreada se la compara con las muestras adyacentes. Si hay transición se decodifica un 1 si no hay transición se decodifica un 0.

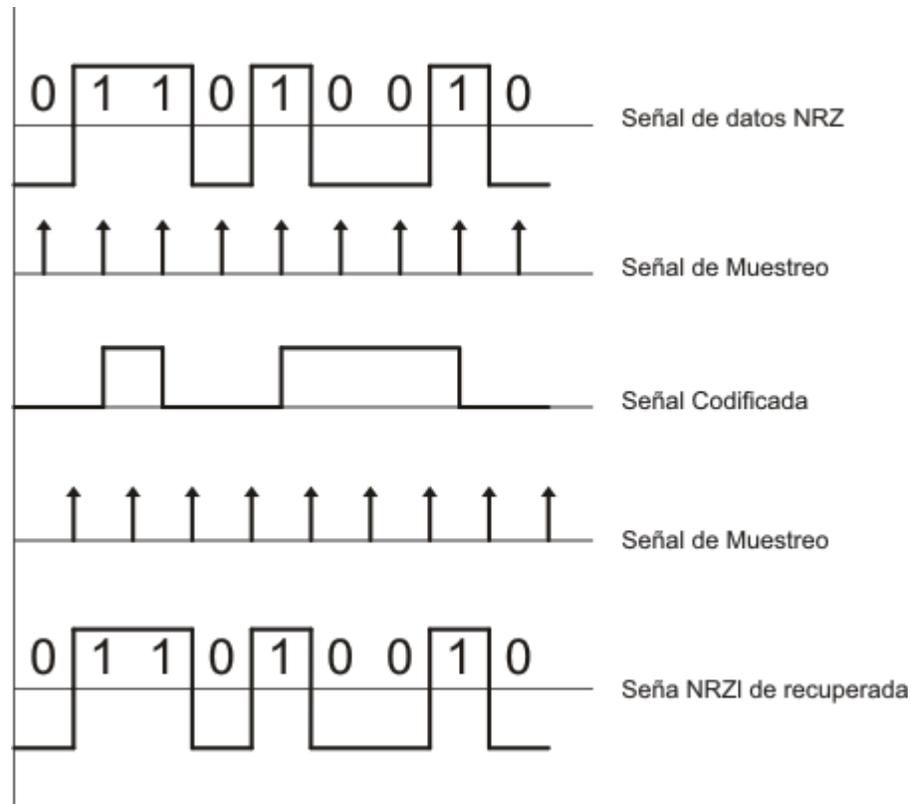


Figura 4.19. Ejemplo de Codificación Diferencial.

Una ventaja de la codificación diferencial es que en presencia de ruido puede ser más seguro detectar una transición en lugar de comparar un valor con un umbral. Otra ventaja es que aún si se pierde la polaridad de la señal, por ejemplo invirtiendo los cables de un par trenzado, los 0 y 1 no se invertirán; a diferencia de lo que ocurre en códigos no diferenciales como NRZ.

Codificación Manchester.

En este código siempre hay una transición en la mitad del intervalo de duración de los bits. Cada transición positiva representa un 1 y cada transición negativa representa un 0.

Cuando se tienen bits iguales y consecutivos se produce una transición en el inicio del segundo bit la cual no es tenida en cuenta en el receptor al momento de decodificar, solo las transiciones separadas uniformemente en el tiempo son las que son consideradas por el receptor.

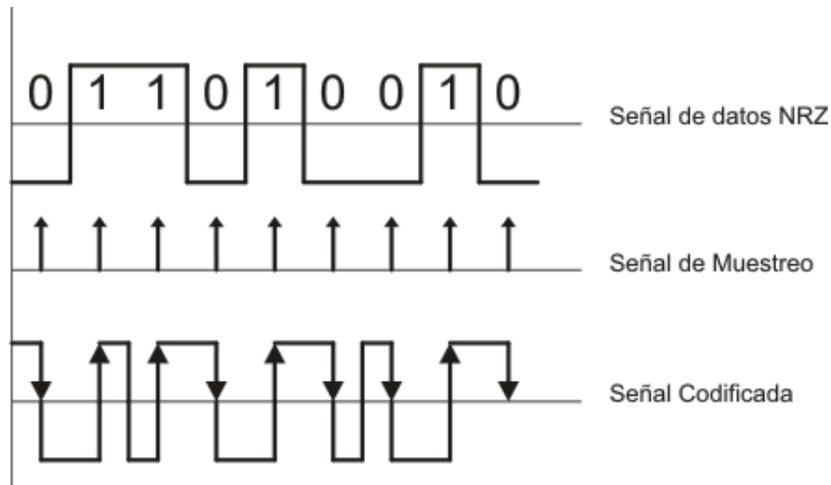


Figura 4.20. Ejemplo de Codificación Manchester.

En esta codificación no se tienen en cuenta los niveles de tensión sino que solo se consideran las transiciones positivas y negativas.

Esta técnica posibilita una transición por bit, lo cual permite autosincronismo.

Se puede eliminar la componente continua si se emplean valores positivos y negativos para representar los niveles de la señal.

Codificación Manchester diferencial

Durante la codificación todos los bits tienen una transición en la mitad del intervalo de duración de los mismos, pero solo los ceros tienen además una transición en el inicio del intervalo.

En la decodificación se detecta el estado de cada intervalo y se lo compara con el estado del intervalo anterior. Si ocurrió un cambio de la señal se decodifica un 1 en caso contrario se decodifica un 0.

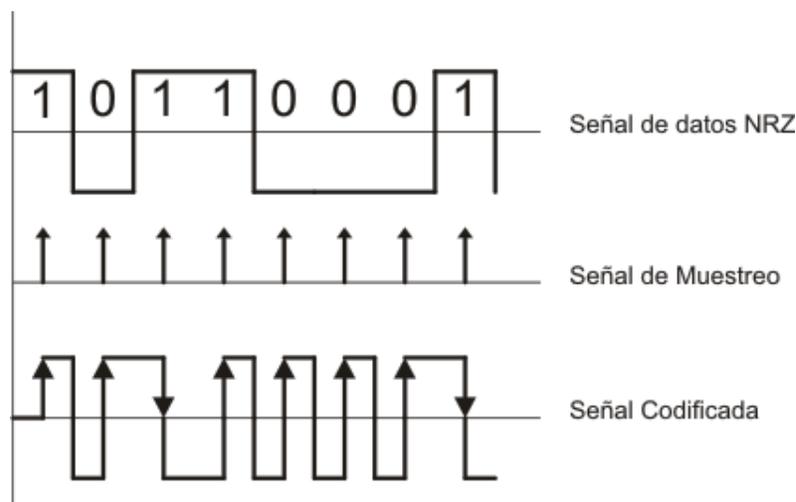


Figura 4.21. Ejemplo de Codificación Manchester Diferencial.

El código Manchester diferencial tiene las mismas ventajas de los códigos Manchester con la adición de las ventajas derivadas de la utilización de una aproximación diferencial.

Codificación HDB3

Este es un sistema de codificación utilizado en Europa, Asia y Sudamérica. La denominación HDB3 proviene del nombre en ingles *High Density Bipolar-3 Zeros* que puede traducirse como código de alta densidad bipolar de 3 ceros.

En el mismo un 1 se representa con polaridad alternada mientras que un 0 toma el valor 0. Este tipo de señal no tiene componente continua ni de bajas frecuencias pero presenta el inconveniente que cuando aparece una larga cadena de ceros se puede perder el sincronismo al no poder distinguir un bit de los adyacentes.

Para evitar esta situación este código establece que en las cadenas de 4 bits se reemplace el cuarto 0 por un bit denominado bit de violación el cual tiene el valor de un 1 lógico.

En las siguientes violaciones, cadenas de cuatro ceros, se reemplaza por una nueva secuencia en la cual hay dos posibilidades

000V
R00V

Donde V es el bit de violación y R es un bit denominado bit de relleno.

Para decidir cual de las dos secuencias se debe utilizar se deben contar la cantidad de unos existentes entre la última violación y la actual. Si la cantidad es par se emplea la secuencia R00V y si es impar la secuencia 000V.

El primer pulso de violación lleva la misma polaridad del último 1 transmitido de forma de poder detectar que se trata de un bit de violación.

En la combinación R00V el bit de violación y el de relleno poseen la misma polaridad.

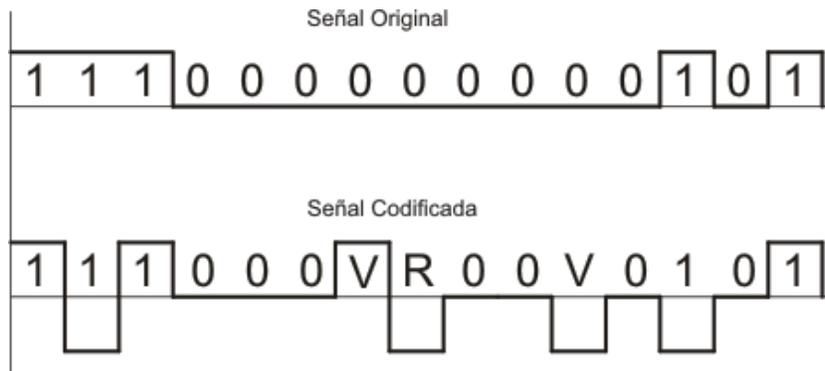


Figura 4.22. Ejemplo de Codificación EDB3.

Aparte de estas formas de transmisión ya sea Digital o Analógica, y los datos sean digitales o analógicos, no importando la modulación y/o la codificación según sea la especie existen maneras para transmitir los datos estas se verán en el siguiente tema..

4.4. Métodos de transmisión.

Según el sentido de la transmisión podemos encontrarnos con tres tipos diferentes de métodos para transmitir datos.

4.4.1. Simplex.

Este modo de transmisión permite que la información discurra en un solo sentido y de forma permanente, con esta forma es difícil la corrección de errores causados por deficiencias de línea. Como ejemplos de la vida diaria tenemos, la televisión y la radio.

4.4.2. Half dúplex.

En este modo, la transmisión fluye como en el anterior, o sea, en un único sentido de la transmisión de dato, pero no de una manera permanente, pues el sentido puede cambiar. Como ejemplo tenemos los Walkis Talkis.

4.4.3. Full Duplex.

Es el método de comunicación más aconsejable, puesto que en todo momento la comunicación puede ser en dos sentidos posibles y así pueden corregir los errores de manera instantánea y permanente. El ejemplo típico sería el teléfono.

4.4.4. RS-232-C.

RS-232-C estándar, es un estándar en informática, estándar aceptado por la industria para las conexiones de comunicaciones en serie. Adoptado por la Asociación de Industrias Eléctricas, el estándar RS-232-C recomendado (RS es acrónimo de Recommended Standard) define las líneas específicas y las características de señales que utilizan las controladoras de comunicaciones en serie. Con el fin de estandarizar la transmisión de datos en serie entre dispositivos. La letra C indica que la versión actual de esta norma es la tercera de una serie.

Casi siempre el conector DB-25 va asociado con el RS-232C, y se muestran las disposiciones de los contactos en las figuras siguientes. Sin embargo, no está definido en el estándar y algunos fabricantes utilizan otro conector en gran parte de sus equipos.

Con este tipo de estándar podemos transmitir y recibir al mismo tiempo, puesto que hay una patilla para cada una de las actividades.

Este tipo de estándar tiene sus limitaciones en la transmisión y recepción como lo es la limitante de distancia, que es de 15 metros. Puede funcionar bien en recorridos de cable mucho más largos con todas las velocidades pero siempre habrá riesgo de pérdida de datos.