

## Unidad III: Modulación

### 3.1 Técnicas de modulación analógica: Modulación en amplitud (AM) y modulación en frecuencia (FM).

Técnicas de modulación analógica

Modulación

Es el proceso de modificar una señal de alta frecuencia de acuerdo a una señal de señal de frecuencia baja., Con el objeto de transmitir datos (texto, voz, audio, video). Estas dos señales pasan a través de un dispositivo modulador, resultando en una señal combinada.

La señal de frecuencia baja (7khz-30 kHz) recibe el nombre de señal pasa banda o señal moduladora, la señal de alta frecuencia (3- 30 GHZ), recibe el nombre de frecuencia portadora o simplemente portadora. La señal resultante, después de pasar por el modulador recibe el nombre de señal modulada.

#### FRECUENCIA PORTADORA

Una señal portadora es una onda eléctrica modificada en alguno de sus parámetros por la señal de información (sonido, imagen o datos) y que se transporta por el canal de comunicaciones.<sup>1</sup>

El uso de una onda portadora también soluciona muchos otros problemas de circuito, antena, propagación y ruido. Por ello, una antena práctica debe tener un tamaño aproximado al de la longitud de onda de la onda electromagnética de la señal que se va a transmitir. Si las ondas de sonido se difundieran directamente en forma de señales electromagnéticas, la antena tendría que tener más de un kilómetro de altura. Usando frecuencias mucho más altas para la portadora, el tamaño de la antena se reduce significativamente porque las frecuencias más altas tienen longitudes de ondas más cortas.<sup>1</sup>

Una emisora de radio AM normalmente tiene una serie de letras asociadas: por ejemplo, KPBS. Sin embargo, una forma más práctica de referirse a una emisora de radio es por su frecuencia portadora, como 101.1 MHZ, que es la frecuencia con la que se debe sintonizar la radio. En el caso de las **FM**, la frecuencia portadora es de 2,4 ó 5 GHZ. El uso de frecuencias portadoras en las FM ha añadido complejidad en cuanto que la frecuencia portadora cambia con el **salto de frecuencia** o la secuencia de *chipping* directa para que la señal sea más inmune a la interferencia y el ruido. El *chipping* es el proceso consistente en convertir cada bit de datos en una cadena de chips expandida denominada secuencia de

chipping. Es el mecanismo que permite a los dispositivos inalámbricos leer datos cuando se pierden porciones de señal.<sup>1</sup>

El proceso de recuperar la información de las ondas portadoras se denomina desmodulación. En esencia, es invertir los pasos utilizados para modular los datos. En general, a medida que los esquemas de transmisión o modulación (compresión) se hacen más complejos y la velocidad de transmisión de datos aumenta, la inmunidad al ruido se reduce y la cobertura disminuye.

## **TÉCNICAS DE MODULACIÓN BÁSICA**

Uno de los objetivos de las comunicaciones es utilizar una frecuencia portadora como frecuencia básica de una comunicación, pero modificándola siguiendo un proceso denominado modulación para codificar la información en la onda portadora.<sup>1</sup>

Tres aspectos de la onda portadora básica que se pueden modular son:

Amplitud

Frecuencia

Fase o ángulo

### **MODULACION ANALOGICA**

Las tres técnicas de modulación básica son:

- Modulación de la amplitud (AM o amplitud modulada).
- Modulación de la frecuencia (FM o frecuencia modulada).
- Modulación de la fase (PM o fase modulada).

La mayoría de los sistemas de comunicación utilizan alguna de estas tres técnicas de modulación básicas, o una combinación de ellas.

### **MODULACIÓN DE LA AMPLITUD (AM O AMPLITUD MODULADA).**

La **modulación de altitud** (AM) es una técnica utilizada en la comunicación electrónica, más comúnmente para la transmisión de información a través de una onda transversal de televisión. La modulación en altitud (AM) funciona mediante la variación de la amplitud de la señal transmitida en relación con la información que se envía. Contrastando esta con la modulación de frecuencia, en la que se varía la frecuencia, y la modulación de fase, en la que se varía la fase. A mediados de la década de 1970, una forma de modulación de amplitud, inicialmente llamada "corrientes ondulatorias"-fue el primer método para enviar con éxito audio a través de líneas telefónicas con una calidad deprimente.

### **MODULACIÓN DE LA FRECUENCIA (FM O FRECUENCIA MODULADA).**

La **frecuencia modulada (FM)** o modulación de frecuencia es una modulación angular que transmite a través de una portadora variando su frecuencia. En aplicaciones analógicas, la frecuencia instantánea de la señal modulada es proporcional al valor instantáneo de la señal moduladora. Datos digitales pueden ser enviados por el desplazamiento de la onda de frecuencia entre un conjunto de valores discretos, una modulación conocida como FSK.

La frecuencia modulada es usada comúnmente en las radiofrecuencias de muy alta frecuencia por la alta fidelidad de la radiodifusión de la música y el habla (véase Radio FM). El sonido de la televisión analógica también es difundido por medio de FM. Un formulario de banda estrecha se utiliza para comunicaciones de voz en la radio comercial y en las configuraciones de aficionados. El tipo usado en la radiodifusión FM es generalmente llamado amplia-FM o W-FM (de la siglas en inglés "Wide-FM"). En la radio de dos vías, la banda estrecha o N-FM (de la siglas en inglés "Narrow-FM") es utilizada para ahorrar banda estrecha. Además, se utiliza para enviar señales al espacio.

La frecuencia modulada también se utiliza en las frecuencias intermedias de la mayoría de los sistemas de vídeo analógico, incluyendo VHS, para registrar la luminancia (blanco y negro) de la señal de video. La frecuencia modulada es el único método factible para la grabación de video y para recuperar de la cinta magnética sin la distorsión extrema, como las señales de vídeo con una gran variedad de componentes de frecuencia - de unos pocos hercios a varios megahercios, siendo también demasiado amplia para trabajar con equalisers con la deuda al ruido electrónico debajo de -60 dB. La FM también mantiene la cinta en el nivel de saturación, y, por tanto, actúa como una forma de reducción de ruido del audio, y un simple corrector puede enmascarar variaciones en la salida de la reproducción, y que la captura del efecto de FM elimina a través de impresión y pre-eco. Un piloto de tono continuo, si se añade a la señal - que se hizo en V2000 o video 2000 y muchos formatos de alta banda - puede mantener el temblor mecánico bajo control y ayudar al tiempo de corrección.

Dentro de los avances más importantes que se presentan en las comunicaciones, la mejora de un sistema de transmisión y recepción en características como la relación señal – ruido, sin duda es uno de los más importantes, pues permite una mayor seguridad en las mismas. Es así como el paso de Modulación en Amplitud (A.M.), a la Modulación en Frecuencia (F.M.), establece un importante avance no solo en el mejoramiento que presenta la relación señal ruido, sino también en la mayor resistencia al efecto del desvanecimiento y a la interferencia, tan comunes en A.M.

La frecuencia modulada también se utiliza en las frecuencias de audio para sintetizar sonido. Esta técnica, conocida como síntesis FM, fue popularizada a principios de los sintetizadores digitales y se convirtió en una característica

estándar para varias generaciones de tarjetas de sonido de computadoras personales.

### **MODULACIÓN DE LA FASE (PM O FASE MODULADA).**

Es una modulación que se caracteriza porque la fase de la onda portadora varía en forma directamente proporcional de acuerdo con la señal modulante. La modulación de fase no suele ser muy utilizada porque se requieren equipos de recepción más complejos que los de frecuencia modulada. Además puede presentar problemas de ambigüedad para determinar si una señal tiene una fase de  $0^\circ$  o  $180^\circ$ .

### **3.2 Técnicas de modulación digital: Modulación por desplazamiento de amplitud (ASK), modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK), modulación por desplazamiento de fase (PSK) y modulación de amplitud en cuadratura (QAM)**

Uno de los objetivos de las comunicaciones es utilizar una frecuencia portadora como frecuencia básica de una comunicación, pero modificándola siguiendo un proceso denominado modulación para codificar la información en la onda portadora.

Las formas básicas de Modulación Analógica son:

- Amplitud

Modulación en Amplitud - Doble banda lateral con portadora - AM

Doble banda lateral sin portadora - DBL-SP

Banda lateral única - BLU

- Angular

Modulación en Frecuencia - FM

Modulación en Fase - PF

- Modulación Analógica

Las tres técnicas de modulación básica son:

Modulación de la amplitud (AM o amplitud modulada).

Modulación de la frecuencia (FM o frecuencia modulada).

Modulación de la fase (PM o fase modulada).

La mayoría de los sistemas de comunicación utilizan alguna de estas tres técnicas de modulación básicas, o una combinación de ellas.

Modulación Digital

Los siguientes son algunos de casos extremos de estas técnicas:

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

Desactiva la amplitud durante toda la trayectoria

Modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK, Frequency Shift Keying)

Salta a una frecuencia extrema.

Modulación por desplazamiento de fase (PSK, Phase Shift Keying)

Desplaza la fase 180 grados.

### **3.3 Conversión analógico – digital: Muestreo, cuantización y codificación.**

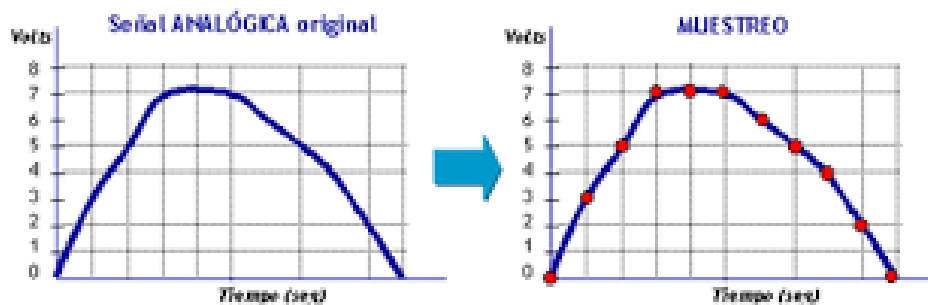
Qué es ANALÓGICO y que es DIGITAL?

El término ANALÓGICO en la industria de las telecomunicaciones y el cómputo significa todo aquel proceso entrada/salida cuyos valores son continuos. Algo continuo es todo aquello se puede tomar una infinidad de valores dentro de un cierto límite, superior e inferior.

El término DIGITAL de la misma manera involucra valores de entrada/salida discretos. Algo discreto es algo que puede tomar valores fijos. El caso de las comunicaciones digitales y el cómputo, esos valores son el CERO (0) o el UNO (1) o Bits (Binary DigiTs).

La conversión Analógico-Digital consta de varios procesos:

- **Muestreo**
- **Cuantización**
- **Codificación**



### 3.4 Códigos de línea: RZ, NRZ, NRZ-L, AMI, pseudo-ternaria, Manchester, Manchester diferencial, B8ZS, HDB3, entre otros

#### NRZ

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

#### 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 parte del tiempo y el resto del tiempo del pulso la tensión es cero.

#### RZ Polar

Este código si es autosincronizante debido a que en 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.

### RZ Bipolar

A la ventaja de ser autosincronizante se le contrapone 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.

### Código 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 tomada 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.

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.

### Código 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.

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.

## Código HDB3

Este es un sistema de codificación utilizado en Europa, Asia y Sudamérica. La denominación HDB3 proviene del nombre en inglés 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.

## 3.7 Modem, estándares y protocolos

### ESTÁNDARES

- Son recomendaciones estándares para la operación de los módems, han sido establecidas por varias organizaciones y corporaciones.
- Los estándares cubren la modulación y técnica de transmisión, usados por los módems así como otros elementos de su operación.
- Hasta la mitad de los 80's todos los módems en Estados Unidos usaban técnicas de modulación basados en estándares de los laboratorios Bell con velocidades de 300 hasta 1200 bps. Estos son conocidos como Bell103 y Bell 212A, respectivamente.
- Estos módems trabajan bien dentro de Estados Unidos. Otros países como Europa por instancia, usan diferentes estándares. El estándar internacional es llamado ITU-T, International Telecommunications Unión-Telecommunications Sector (antes conocido como CCITT Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía).
- Sumado a los estándares de velocidad, existen también estándares para verificación, errores y compresión de datos.
- A continuación se muestra una lista de los estándares de facto e internacionales con sus características operacional



- V.22. Proporciona 1200 bits por segundo a 600 baudios (cambios de estado por segundo).
- V.22bis. El primer estándar mundial verdadero, permite 2400 bits por segundo a 600 baudios.
- V.32. Proporciona 4800 y 9600 bits por segundo a 2400 baudios.
- V.32bis. Proporciona 14,400 bits por segundo o baja a 12,000, 9600, 7200, y 4800 bits por segundo.
- V.32terbo.. Proporciona 19,200 bits por segundo o baja a 12,000, 9600, 7200, y 4800 bits por segundo; puede operar a mayores tasas de transmisión de datos con compresión, no fue estándar de CCITT/ITU.
- V.34. Proporciona 28,800 bits por segundo o baja a 24,000 y 19,200 bits por segundo y compatibilidad hacia atrás con V.32 y V.32bis.
- V.34bis. Proporciona hasta 33,600 bits por segundo o baja a tasas de transferencia de 31,200 o V.34.
- V.35. Interfaz troncal de paquetes entre un dispositivo de acceso a una red y una red a tasas de transmisión de datos mayores a 19.2 Kbps. El V.35 puede usar los anchos de banda de varios circuitos telefónicos como grupo. Existen Transformadores de Género y Adaptadores V.35.
- V.42. La misma tasa de transferencia que V.32, V.32bis y otros estándares pero con mejor corrección de errores y por tanto más fidedigno.
- V.90. Proporciona hasta 56,000 bits por segundo corriente abajo (pero algo menos en la práctica). Derivado de la tecnología x2 de 3Com (US Robotics) y la tecnología K56flex de Rockwell.

## PROTOSCOLOS

Los Protocolos en un ambiente de comunicación de datos sirve para dirigir la transferencia de información entre dos entidades de comunicación. Para ambiente MAINFRAME, redes locales o servicios públicos son las redes de paquetes, se usan los módem protocolos , para dirigir el flujo de mensajes entre las maquinas

en conversación. Para dirigir el intercambio de mensajes entre PCs independientemente, usando circuitos telefónicos. Estos protocolos garantizan la transmisión y recepción de estos mensajes de forma segura y ordenada.

Protocolos más Utilizados:

1. XMODEM : Referenciado con CHECKSUN . Envía bloques de 128 bytes , uno es de CHECK (verifica).
- 2.
3. XMODEM \_ CRC : Envía bloques de 128 bytes , con dos bytes de CRC (Cyclic Redundancy Checking - Rutina de verificación de Errores) .
4. XMODEM 1K : Envía bloques de 1K con dos bytes de verificación CRC.
5. YMODEM batch : Envía bloques de 1024b bytes con dos bytes CRC. Hace la verificación de cada bloque transmitido y envía fin de transmisión y repite el proceso en el próximo archivo .
6. YMODEM G : Protocolo "Streaming " donde los módem tienen su propio protocolo de corrección. Si un archivo es enviado y errores son detectados , la transferencia es interrumpida.
7. ZMODEM : Protocolo " Full Streaming" que permite detección y corrección de errores . Rápido y confiable , indicado para líneas deficientes.
8. SEALINK : Protocolo " Full Duplex" derivado del padrón XMODEM.
9. KERMIT : Posee la excepcional características de integrar varios tipos de computadores (PCs y Mainframe). Gobierna la trasferencia de informaciones de sistemas con caracteres de 7 bits. No es recomendable para transferencias entre PCs.
10. COMUSERVE : Su módem protocolo privado es : B Y QUICKB.

11. WINDOWED Y XMODEM : Usado a través de redes de conmutación de paquetes como TYMNET y TELENET .
12. TELINK : Usado para transferencia "multi-file " con servicio de correo electrónico FIDONET.
13. MODEM7 : Comunicación con sistemas CP/M .