

## **Modulación Digital:**

Un módem comparte interfaz con la red telefónica y el DTE. La comunicación con el DTE se hace en forma binaria, pero para poder transmitir ésta información a través de un medio como una línea telefónica, se debe hacer una *modulación*, ya que las señales en la línea telefónica son de tipo analógicas.

Una señal modulada es la que, viajando a través de una línea de transmisión transporta de forma analógica la información que originalmente se encontraba en forma digital.

### **Tipos de Modulación.**

Las formas básicas de modulación son: *Modulación de Amplitud* (ASK), *Modulación de Frecuencia* (FSK), *Modulación de Fase* (PSK).

**Modulación de Amplitud ASK:** Esta modulación consiste en establecer una variación de la amplitud de la frecuencia portadora según los estados significativos de la señal de datos.

Sin embargo este método no se emplea en las técnicas de construcción de los módems puesto que no permiten implementar técnicas que permitan elevar la velocidad de transmisión.

**Modulación de Frecuencia FSK :** Este tipo de modulación consiste en asignar una frecuencia diferente a cada estado significativo de la señal de datos. Para ello existen dos tipos de modulación FSK: **FSK Coherente** y **FSK No Coherente**.

**FSK Coherente:** Esta se refiere a cuando en el instante de asignar la frecuencia se mantiene la fase de la señal.

**FSK No Coherente:** Aquí la fase no se mantiene al momento de asignar la frecuencia.

La razón de una modulación FSK no coherente ocurre cuando se emplean osciladores independientes para la generación de las distintas frecuencias. La modulación FSK se emplea en los módem en forma general hasta velocidades de 2400 baudios. Sobre velocidades mayores se emplea la modulación PSK.

**Modulación de Fase PSK:** Consiste en asignar variaciones de fase de una portadora según los estados significativos de la señal de datos.

### **Velocidad de señalización**

Velocidad [bps] = Vel[Baudios]\*Log<sub>2</sub> n .

Donde : n= # corresponde al número de niveles de la señal digital.

Dentro del contexto PSK se distinguen dos tipos de modulación de fase :

- a) Modulación PSK.
- b) Modulación DPSK. ( Diferencial PSK ).

La modulación PSK consiste en cada estado de modulación está dado por la fase que lleva la señal respecto de la original.

Mientras tanto la modulación **DPSK** cada estado de modulación es codificado por un salto respecto a la fase que tenía la señal anterior. Empleando este sistema se garantizan las transiciones o cambios de fase en cada bit, lo que facilita la sincronización del reloj en recepción. Técnicamente utilizando el concepto de modulación PSK, es posible aumentar la velocidad de transmisión a pesar de los límites impuestos por el canal telefónico. De aquí entonces existen dos tipos de modulación derivadas del DPSK, que son:

a) QPSK ( Quadrature PSK ).

b) MPSK ( multiple PSK ).

**Modulación QPSK:** Consiste en que el tren de datos a transmitir se divide en pares de bits consecutivos llamados *Dibits*, codificando cada bit como un cambio de fase con respecto al elemento de señal anterior, Eje

Ejemplo:

En consecuencia a cada una de las primeras 4 alternativas se hace corresponder un determinado desplazamiento de fase de la señal portadora .

Ejemplo: Solución A

Solución B:

$$V_t \text{ [ bps]} = V \text{ [ Baudios ] } \text{Log}_2 n.$$

Con  $n = 4$  en este caso  $V_t \text{ [bps]} = 2 V \text{ [baudios]}$ .

**Modulación MPSK:** En este caso el tren de datos se divide en grupos de tres bits, llamados *tribits*, codificando cada salto de fase con relación a la fase del tribit que lo precede.

$$V_t \text{ [ bps]} = 3V \text{ [baudios]}.$$

### **Modulación compleja.**

La necesidad de transmisión de datos a velocidades cada vez más altas a hecho necesario implementar otro tipo de moduladores más avanzados como es la *modulación en cuadratura*. Este tipo de modulación presenta 3 posibilidades que son:

a)QAM "Quadrature Amplitud Modulation".

b)QPM "Quadrature Phase modulation".

C)QAPM"Quadrature Amplitud Phase Modulation".

**1) Modulación QAM:** En este caso ambas portadoras están moduladas en amplitud y el flujo de datos se divide en grupos de 4 bits, y a su vez en subgrupos de 2 bits, codificando cada dibit 4 estados de amplitud en cada una de las portadoras.

Como ejemplo ilustrativo se consideran dos portadoras en cuadratura Q e I y las amplitudes diferentes como A1, A2, A3, y A4.

**2) Modulación QPM:** En este tipo de modulación en cuadratura las portadoras tienen 2 valores de amplitud.

El flujo de datos se divide igual que en el caso anterior en grupos de 4 bits a su vez en subgrupos de 2 bits, modulando cada dicit 4 estados de fase diferencial en cada una de las portadoras.

**3) Modulación QAPM:** Esta modulación también conocida como AMPSK o QAMPSK debido a que es una combinación de los dos sistemas de amplitud y fase. El esquema típico en este caso consiste en agrupar la señal en grupos de 4 bits considerando 2 dicitos, el primer dicitito modula la portadora I en amplitud y fase mientras que el otro realiza lo mismo con la portadora Q. El esquema ilustrativo de esta modulación es:

El esquema se obtiene con una sola portadora codificando 8 saltos de fase diferentes y los niveles de amplitud. Para facilitar la discriminación, los niveles empleados en una fase o la siguiente son diferentes.

Este tipo de recomendación los utiliza la recomendación V.29 de la ex CCITT.

En este tipo de modulación tenemos que a la fase se le han asignado 8 fases diferentes con lo cual la velocidad en bps será:

$$V[\text{bps}] = V[\text{baudios}] \log_2 8.$$

$$V[\text{bps}] = 3 V[\text{baudios}].$$

1