

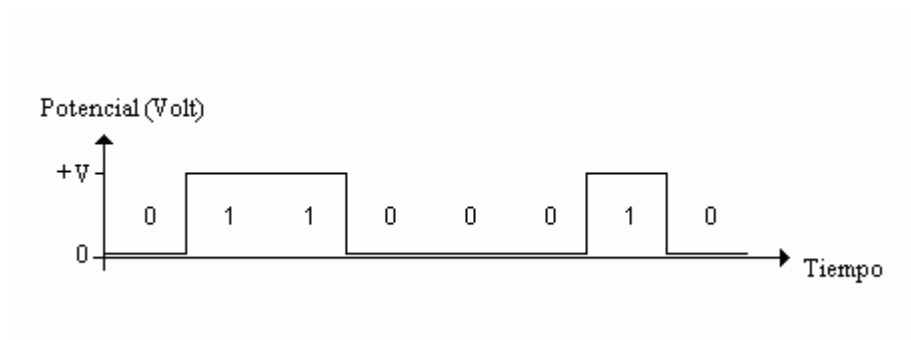
### 3.3 Señalización en banda base

Transmisión de la señal de información directamente al medio físico: transmisión de una señal de pulsos con información binaria.

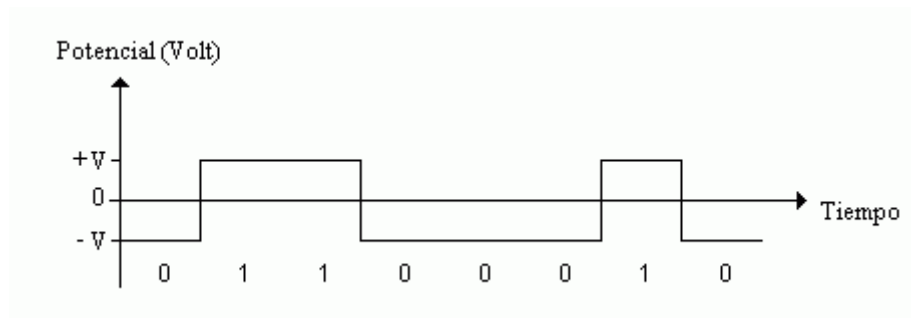
#### Codificación binaria

Cada valor lógico de la señal de información tiene asignado un nivel de tensión eléctrica (valor de la magnitud física).

#### CODIFICACIÓN BINARIA SIN RETORNO A CERO



UNIPOLAR

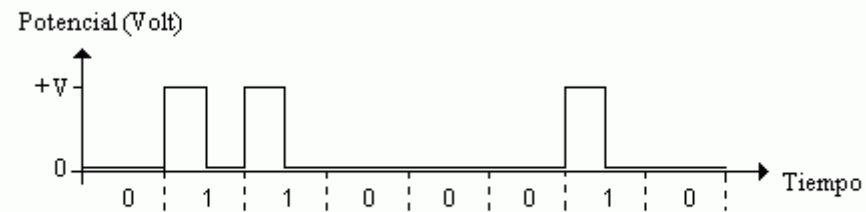


BIPOLAR

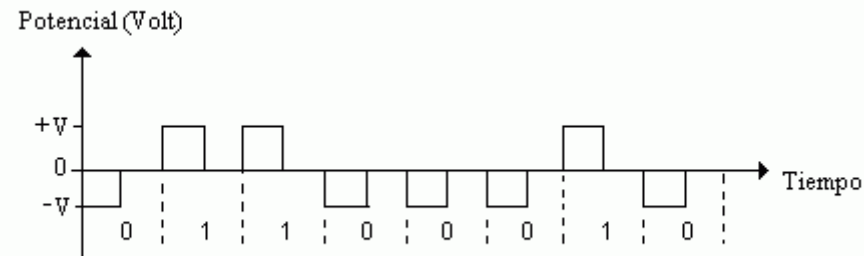
### 3.3 Señalización en banda base

#### Codificación binaria

#### CODIFICACIÓN BINARIA CON RETORNO A CERO



UNIPOLAR

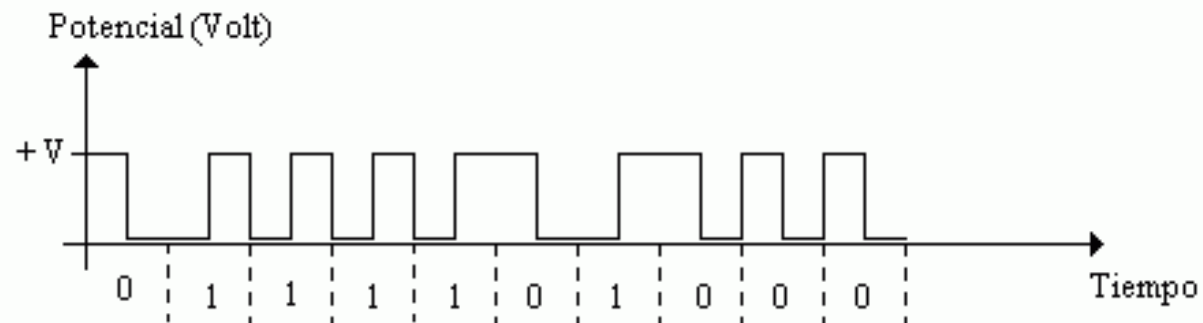


BIPOLAR

### 3.3 Señalización en banda base

#### Codificación Manchester

Cada valor lógico de la señal de información tiene asignado un tipo de transición en el cambio del valor de la tensión eléctrica (valor de la magnitud física).



### 3.4 Señalización en banda modulada

La señal de información a transmitir sufre un proceso de adaptación antes de su transmisión al medio físico.

Existen tres tipos de señales en la transmisión en banda modulada:

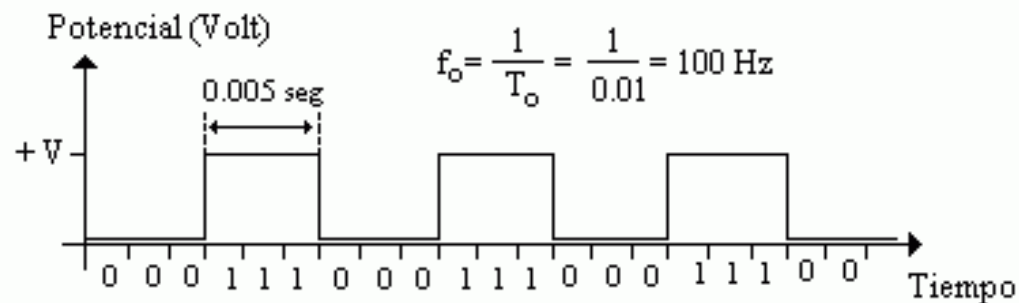
- Señal moduladora: señal de información a transmitir.
- Señal portadora: señal con unas características que permite su transmisión por el medio físico.
- Señal modulada: señal portadora transmitida en el medio modificada en función de las características de la señal moduladora.

### 3.4 Señalización en banda modulada

#### Modulación

Incorporación de la información de una señal **moduladora** en una señal **portadora** que puede ser transmitida de forma adecuada por un medio físico.

Ejemplo: Transmisión de una señal de pulsos por la red telefónica conmutada (RTC).



Componentes frecuenciales de la señal (armónicos): 100 Hz, 200 Hz, 300 Hz, 400 Hz...

Ancho de banda de RTC: 400 Hz - 4400 Hz → ¡¡¡ LA SEÑAL NO PUEDE SER TRANSMITIDA !!!

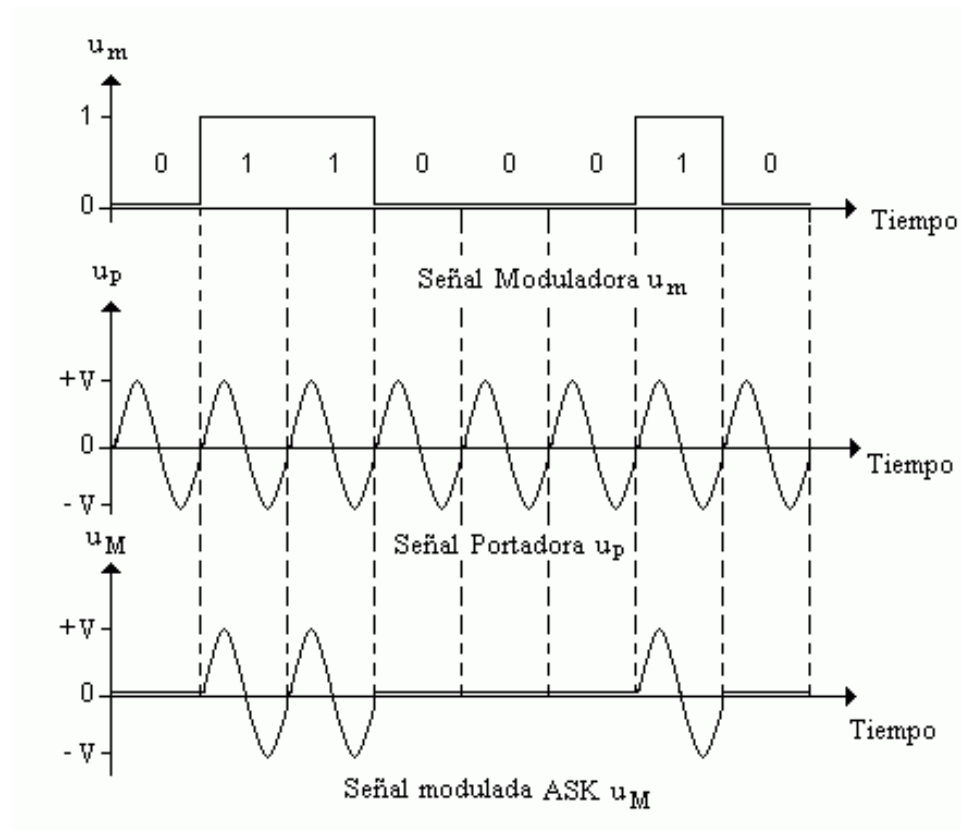
### 3.4 Señalización en banda modulada

#### Modulación analógica

**Señal moduladora:** DIGITAL (Señal de pulsos con información binaria)

**Señal portadora:** ANALÓGICA (Señales periódicas senoidales)

#### 1. Modulación por cambio en amplitud (ASK - Amplitude shift keying)

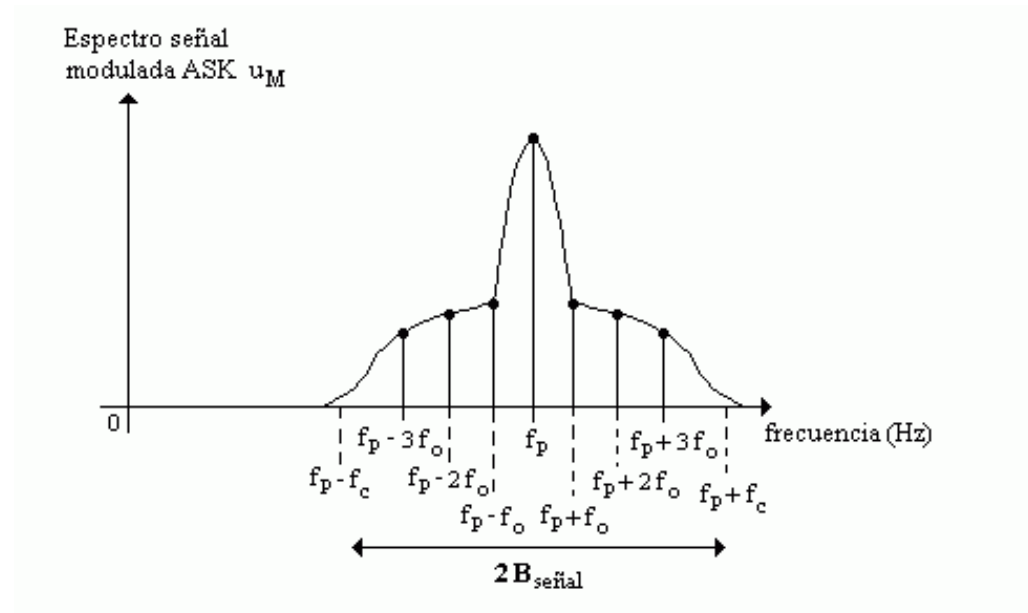
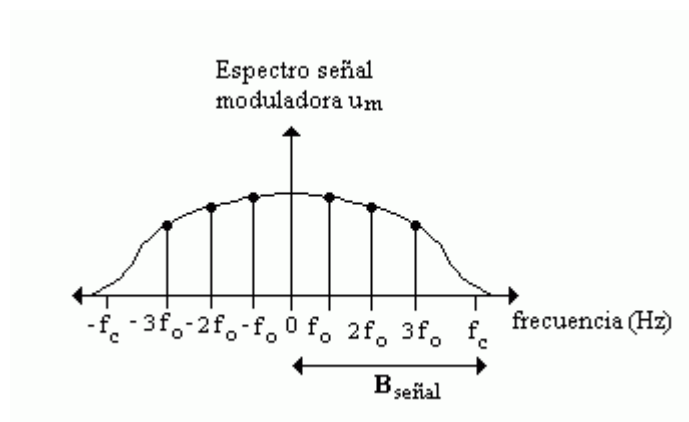


### 3.4 Señalización en banda modulada

#### Modulación analógica

#### 1. Modulación por cambio en amplitud (ASK - Amplitude shift keying)

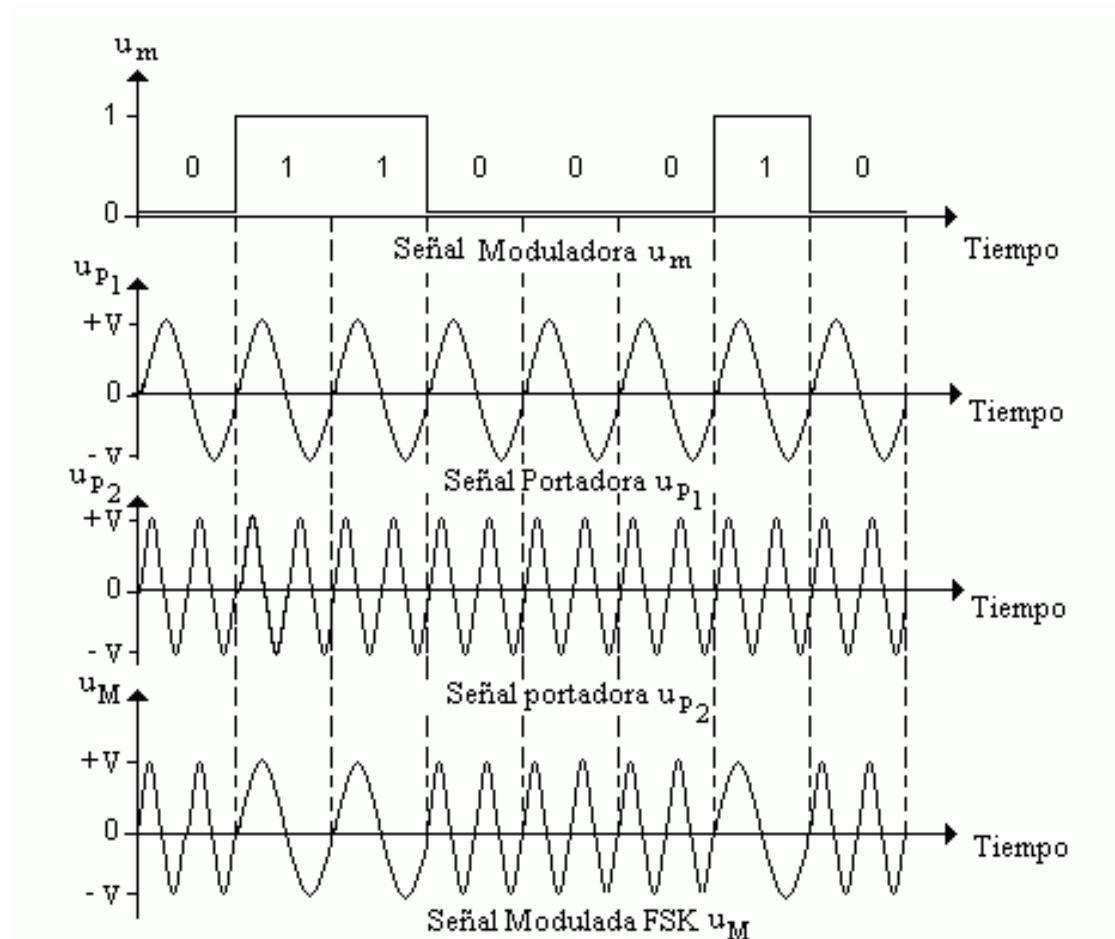
##### Espectro de potencia de la señal moduladora y modulada



### 3.4 Señalización en banda modulada

#### Modulación analógica

#### 2. Modulación por cambio en frecuencia (FSK - Frequency shift keying)



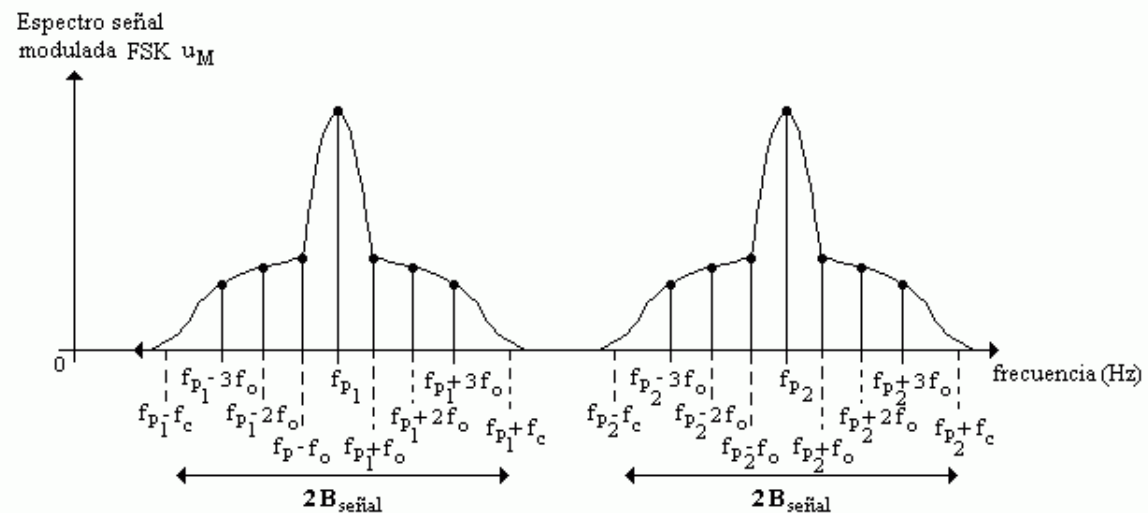
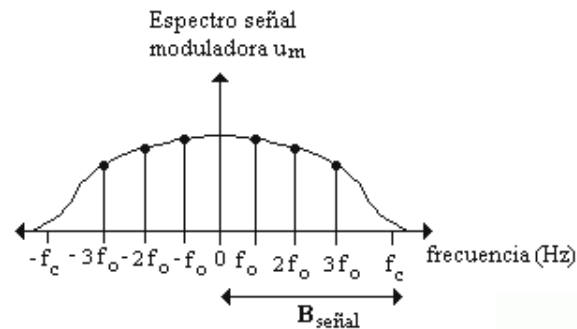


### 3.4 Señalización en banda modulada

#### Modulación analógica

#### 2. Modulación por cambio en frecuencia (FSK - Frequency shift keying)

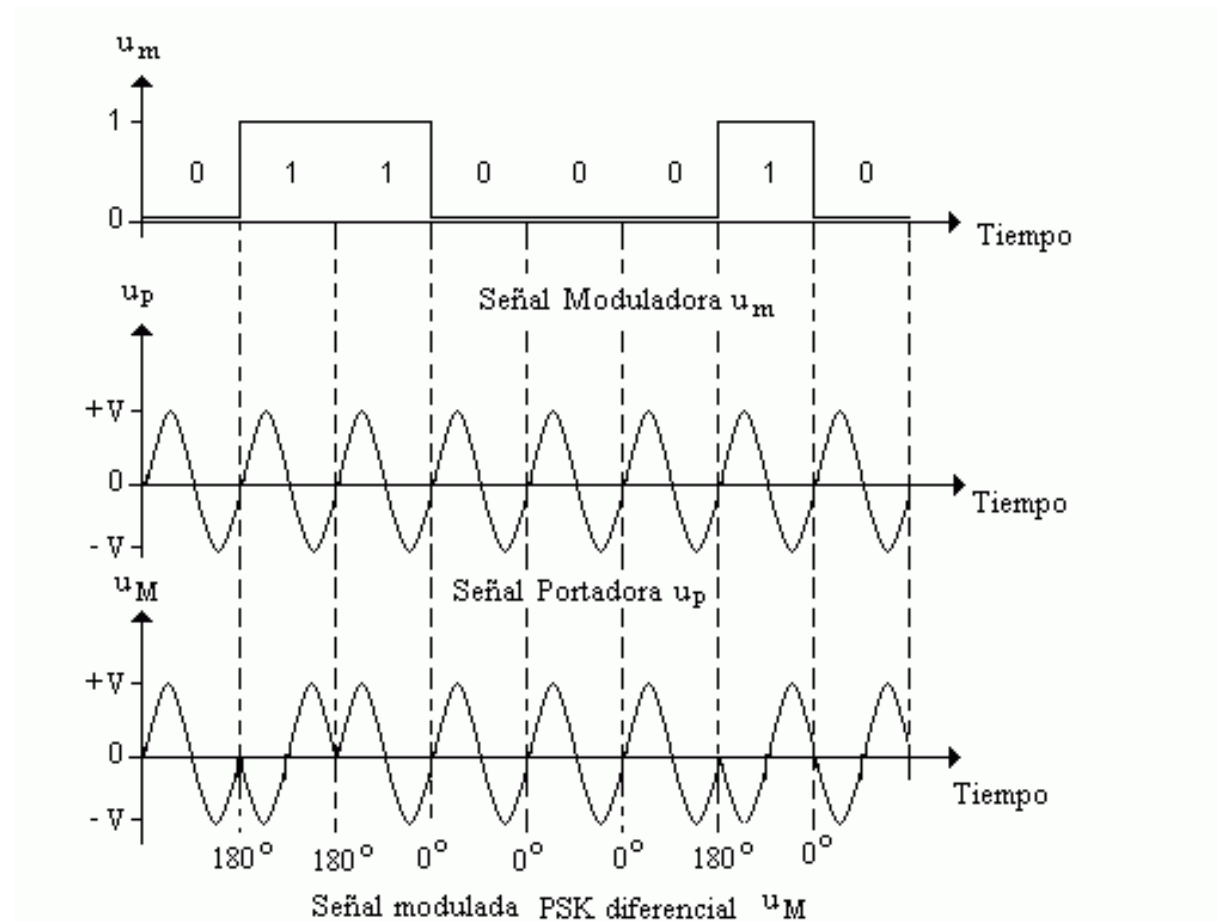
##### Espectro de potencia de la señal moduladora y modulada



### 3.4 Señalización en banda modulada

#### Modulación analógica

#### 3. Modulación por cambio en fase (PSK - Phase shift keying)

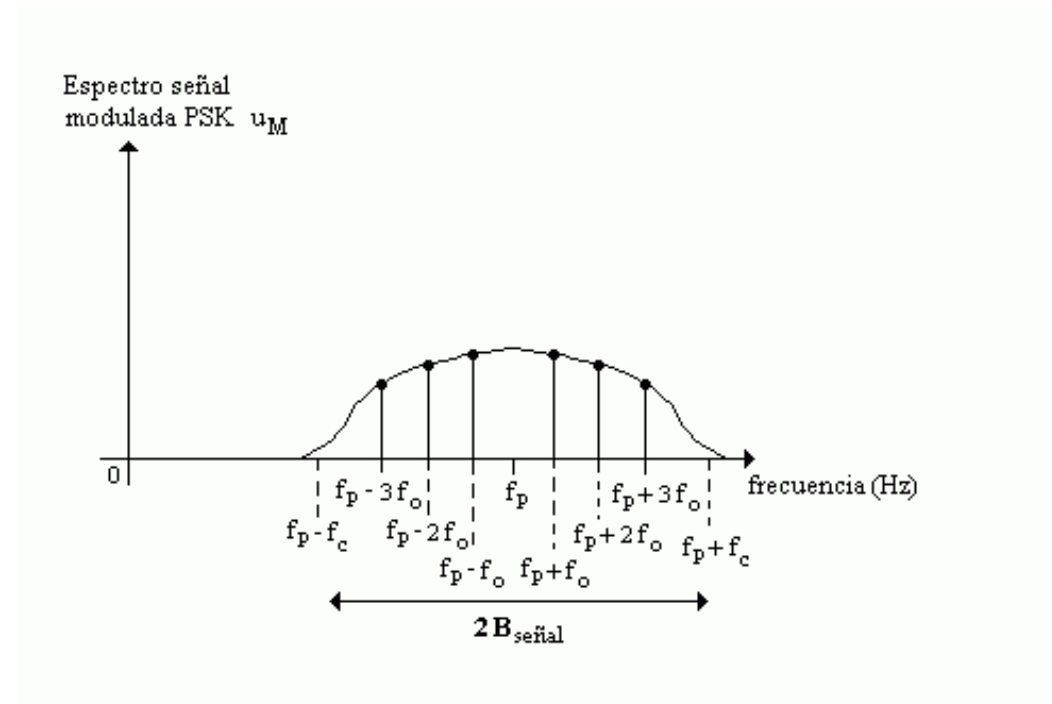
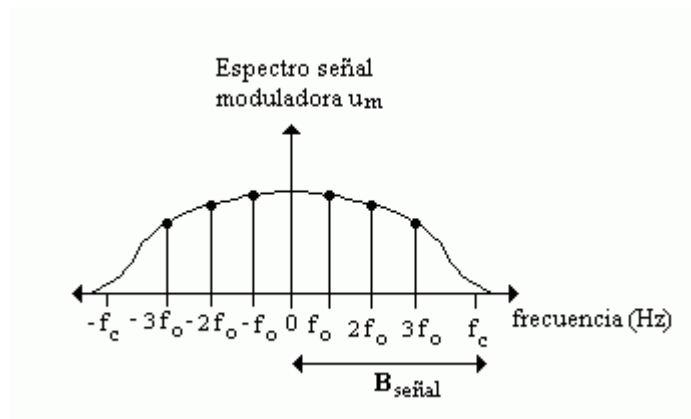


### 3.4 Señalización en banda modulada

#### Modulación analógica

### 3. Modulación por cambio en fase (PSK - Phase shift keying)

#### Espectro de potencia de la señal moduladora y modulada

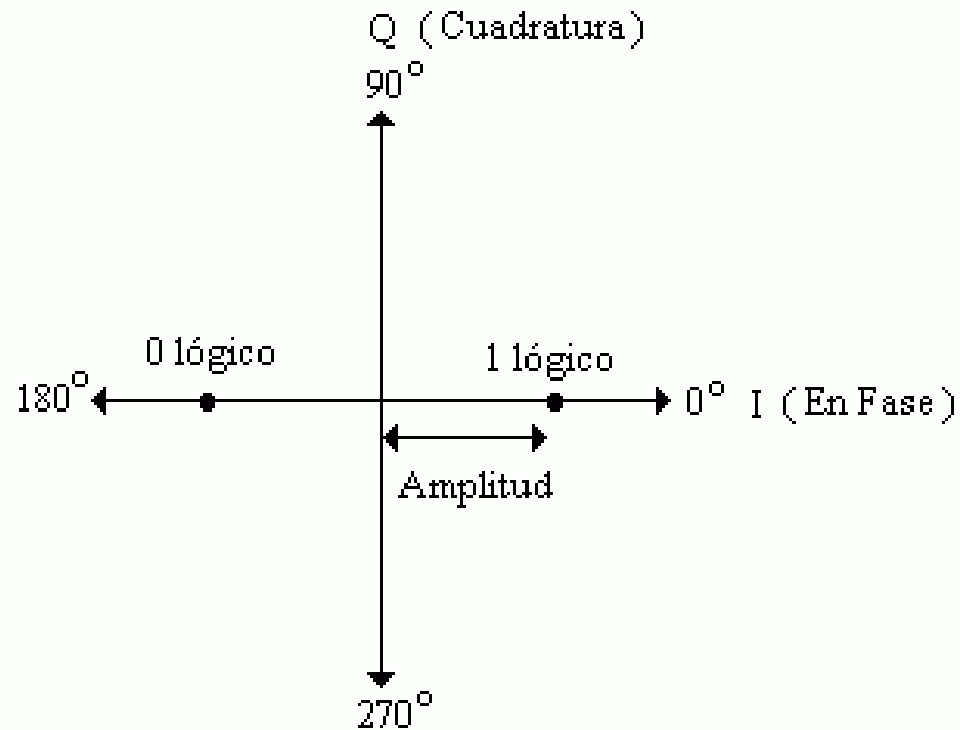


### 3.4 Señalización en banda modulada

#### Modulación analógica

#### 4. Métodos de modulación de múltiples niveles

##### Diagrama de fase

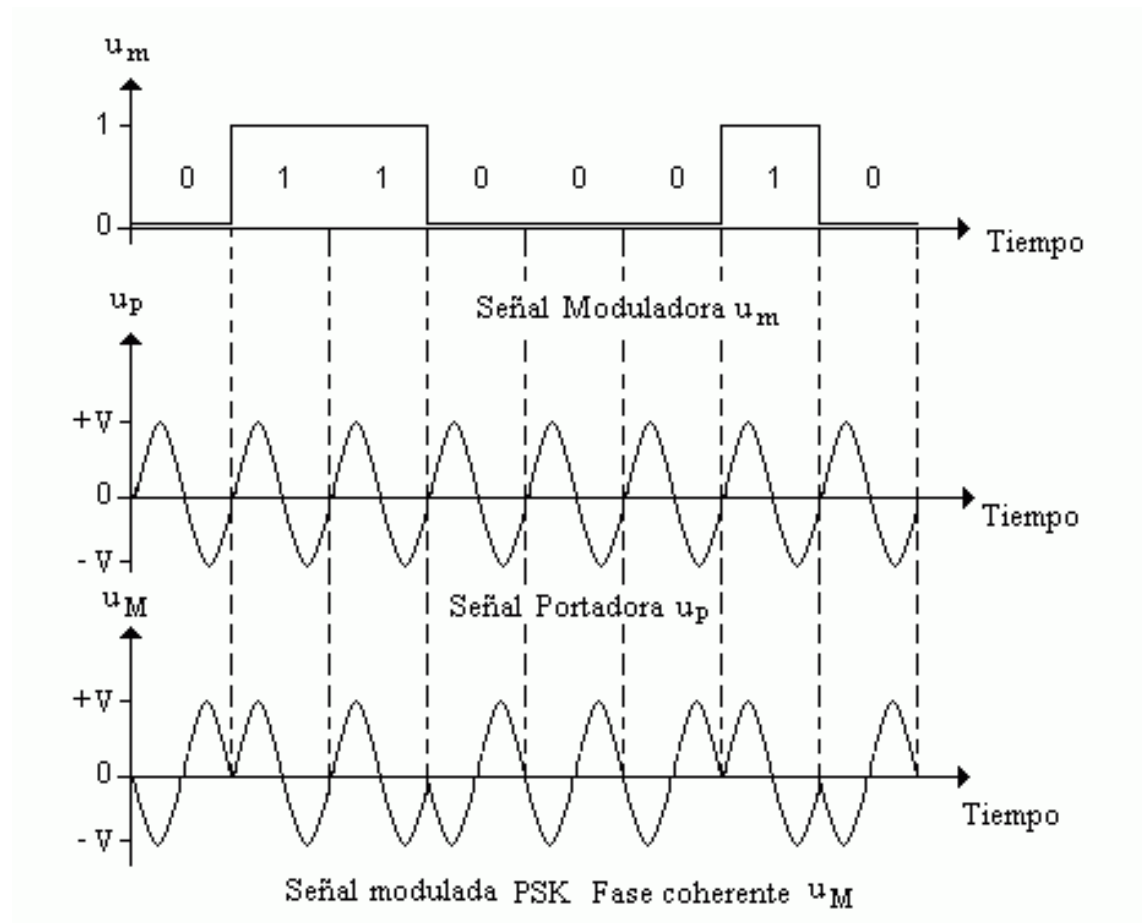


### 3.4 Señalización en banda modulada

#### Modulación analógica

#### 4. Métodos de modulación de múltiples niveles

##### Modulación PSK de fase coherente

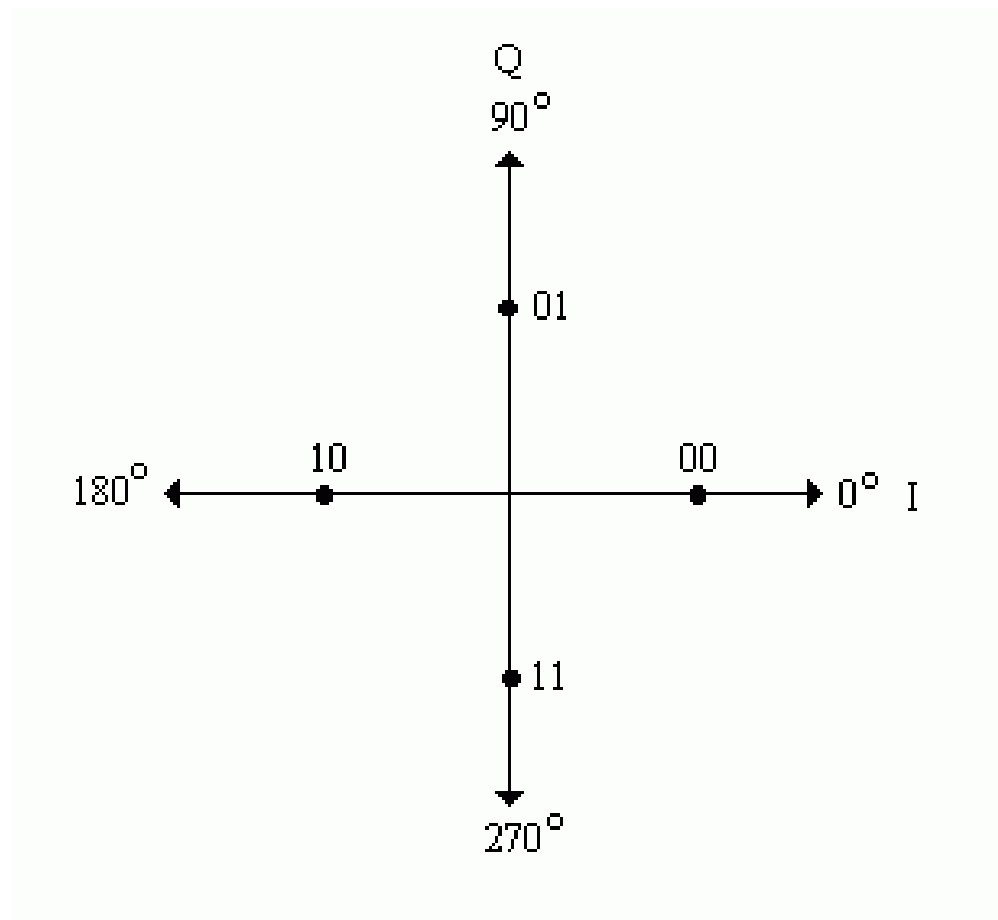


### 3.4 Señalización en banda modulada

#### Modulación analógica

#### 4. Métodos de modulación de múltiples niveles

Diagrama de fase de la modulación QPSK

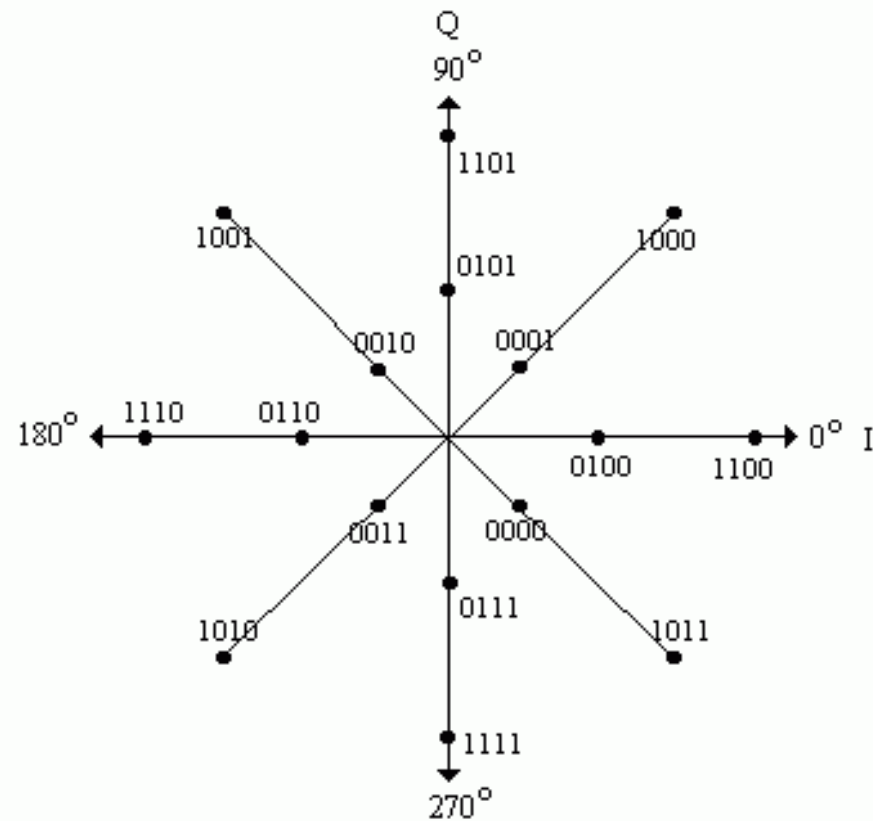


### 3.4 Señalización en banda modulada

#### Modulación analógica

#### 4. Métodos de modulación de múltiples niveles

Diagrama de fase de la modulación QAM



### 3.4 Señalización en banda modulada

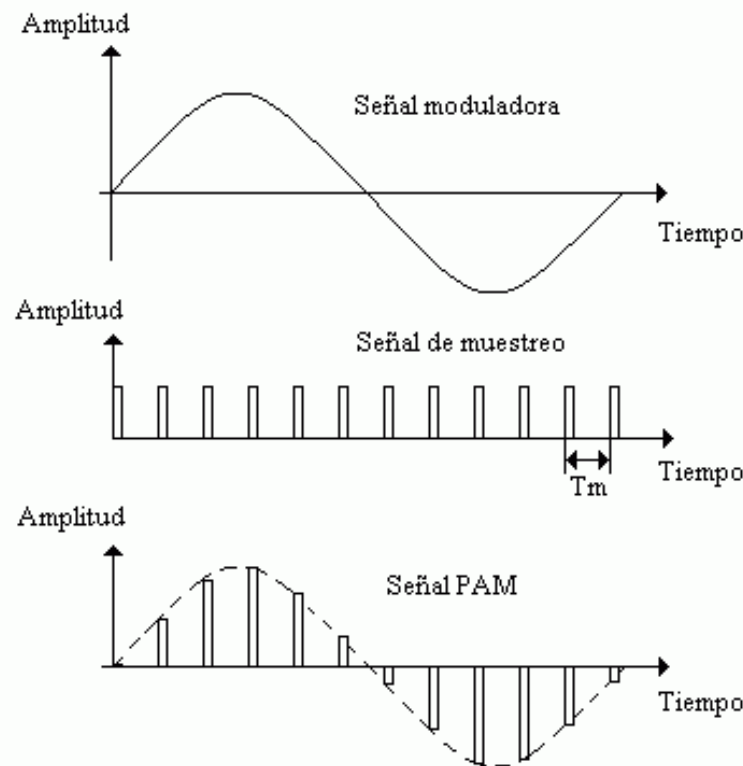
#### Modulación digital

**Señal moduladora:** ANALÓGICA (Señales periódicas senoidales)

**Señal portadora:** DIGITAL (Señal de pulsos)

Ejemplo: Transmisión de voz empleando señales de pulsos (RDSI)

#### Modulación por código de pulsos (PCM - Pulse code modulation)

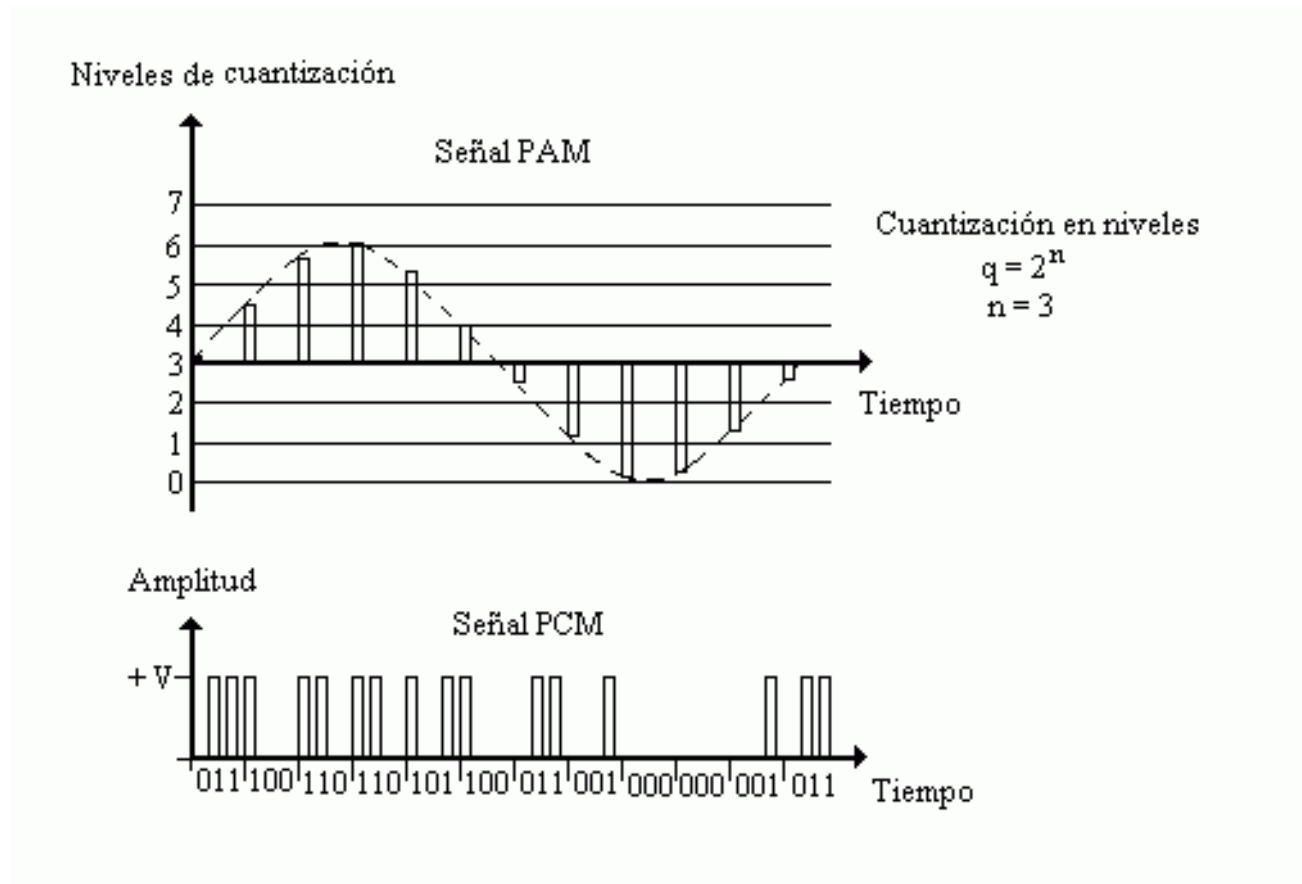


$$f_m = 2B_{señal}$$



### 3.4 Señalización en banda modulada

#### Modulación digital



$q$  = número de niveles de cuantización

$n$  = número de bits de codificación para los niveles  $q$

$$V_{t-digital} = \frac{n}{T_{m-señal}} = n \cdot f_{m-señal} = n \cdot 2B_{señal} \text{ bps}$$

### 3.4 Señalización en banda modulada

#### Modulación digital

¿ Es posible modular cualquier señal analógica con PCM ?

Dado un número de bits de codificación  $n$ :

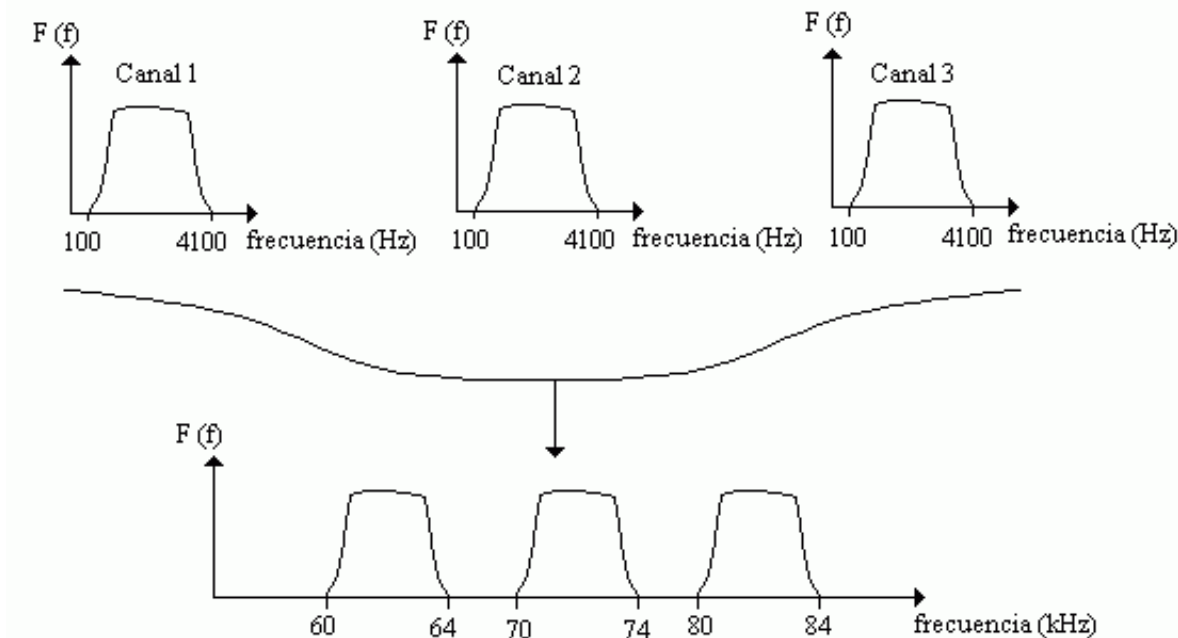
$$T_{m-digital} = \frac{T_{m-señal}}{n} \longrightarrow f_{m-digital} = \frac{1}{T_{m-digital}} = \frac{n}{T_{m-señal}} = \frac{n}{\frac{1}{2B_{señal}}} = n \cdot 2 \cdot B_{señal} \text{ Hz}$$

$$f_{m-digital} \leq 2B_{digital} \longrightarrow n \cdot 2 \cdot B_{señal} \leq 2B_{digital} \longrightarrow n \leq \frac{B_{digital}}{B_{señal}}$$

## 3.5 Multiplexión

### Multiplexión por división de frecuencias (FDM)

Reparto de un medio físico entre varias fuentes de información asignando una zona del ancho de banda a cada fuente.



$$B_{medio} = n \cdot (B_{canal} + \Delta B) \text{ Hz}$$

n = número de canales a multiplexar

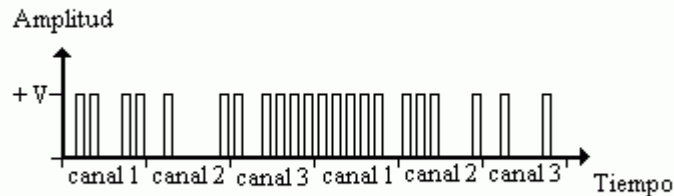
## 3.5 Multiplexión

### Multiplexión por división en el tiempo (TDM)

Reparto de un medio físico entre varias fuentes de información asignando un tiempo de uso del medio a cada fuente.

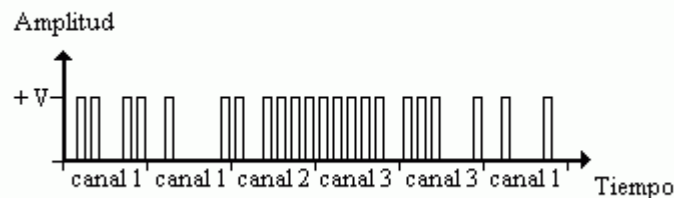
#### 1. TDM síncrona

Cada fuente tiene asignada una misma posición temporal periódica en el uso del medio de transmisión.



#### 2. TDM estadística

Cada fuente no tiene asignada una misma posición temporal periódica en el uso del medio de transmisión.



## 3.5 Multiplexión

### Multiplexión por división en el tiempo (TDM)

Ejemplo de TDM síncrona: multiplexión de canales digitales de voz en RDSI

Digitalización PCM de un canal de voz (4000 Hz)

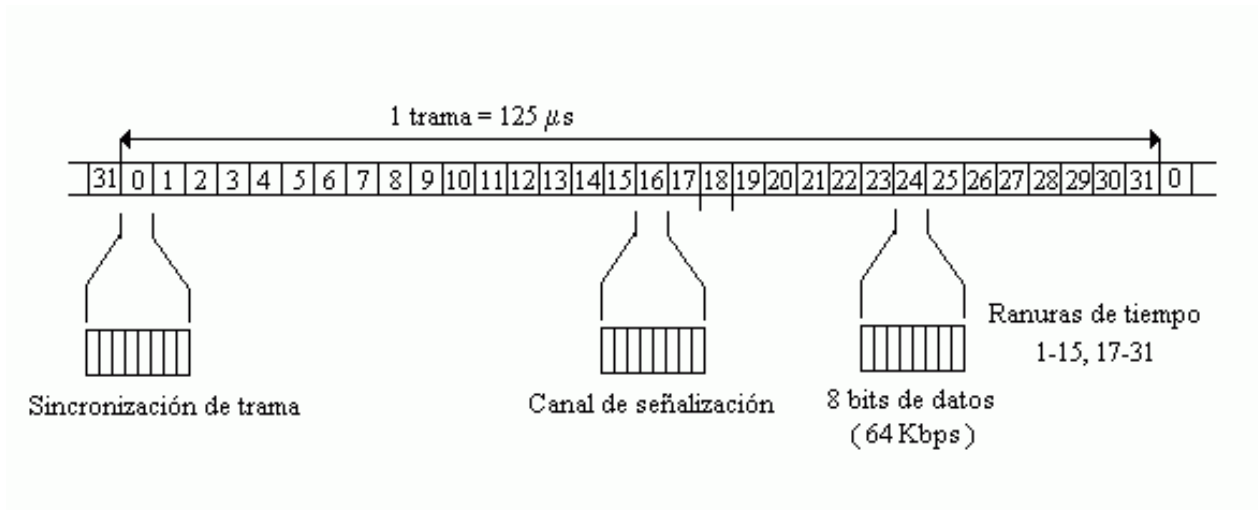
$$f_m = 2B_{voz} = 2 \cdot 4000 = 8000 \text{ Hz}$$

$$T_m = \frac{1}{f_m} = 125 \mu\text{seg}$$



$$V_{t \text{ canal de voz}} = \frac{8}{T_m} = \frac{8}{125 \mu\text{seg}} = 64000 \text{ bps}$$

#### Normativa Europa



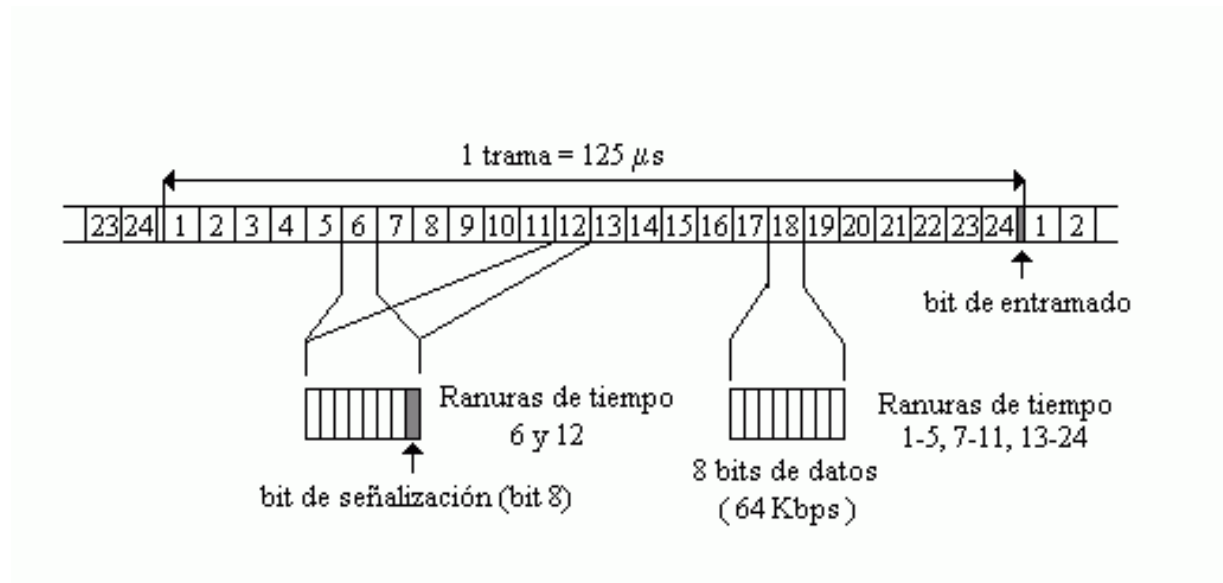
$$V_{t \text{ canal multiplexado}} = \frac{32 \cdot 8}{125 \mu\text{sec}} = 2.048 \text{ Mbps}$$

## 3.5 Multiplexión

### Multiplexión por división en el tiempo (TDM)

Ejemplo de TDM síncrona: multiplexión de canales digitales de voz en RDSI

#### Normativa EEUU-Japón



$$V_{t \text{ canal multiplexado}} = \frac{24 \cdot 8 + 1}{125 \mu \text{sec}} = 1.544 \text{ Mbps}$$