

# UD N° 8

## Modulación y Multiplexación

# MODULACION

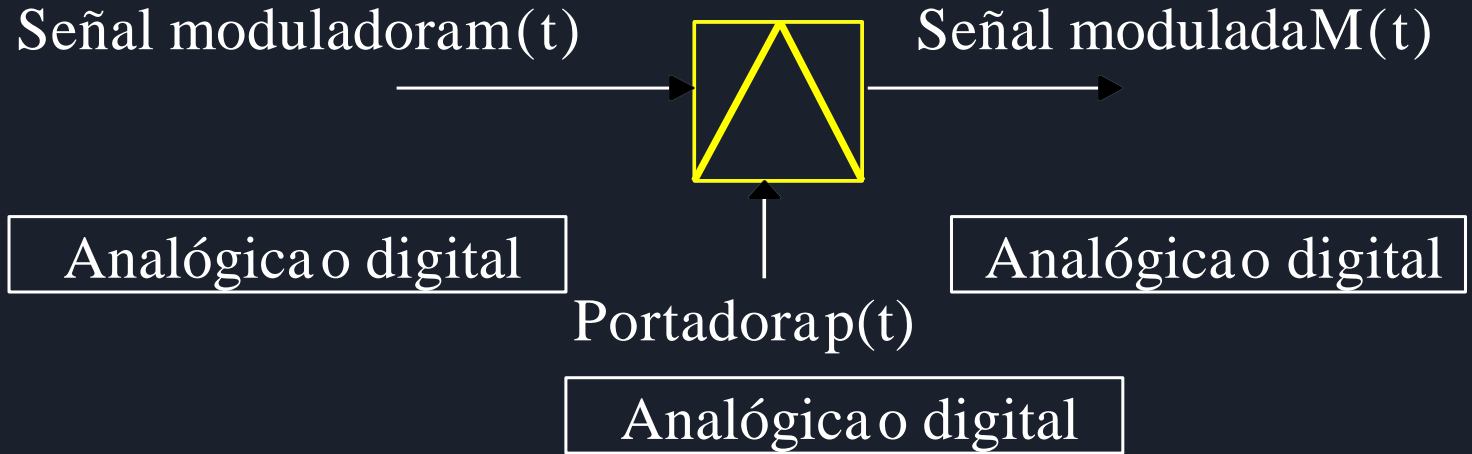
La modulación es un proceso que consiste en transformar una señal (que representa información) en otro tipo de señal adecuada para su transmisión por un medio de comunicación, sin modificar sustancialmente la información que ella representaba.

## SEÑALES INTERVINIENTES

Mediante un **modulador**, una señal llamada **portadora**  $p(t)$  (**oficia de transporte**) es transformada por una señal llamada **moduladora**  $m(t)$  (**la que contiene la información**), obteniéndose como producto una señal que se conoce como **modulada**  $M(t)$ .

La operación de recuperación de la señal original es llevada a cabo por un **demodulador**.

# ESQUEMA BÁSICO DE MODULACIÓN



# METODOS DE MODULACION



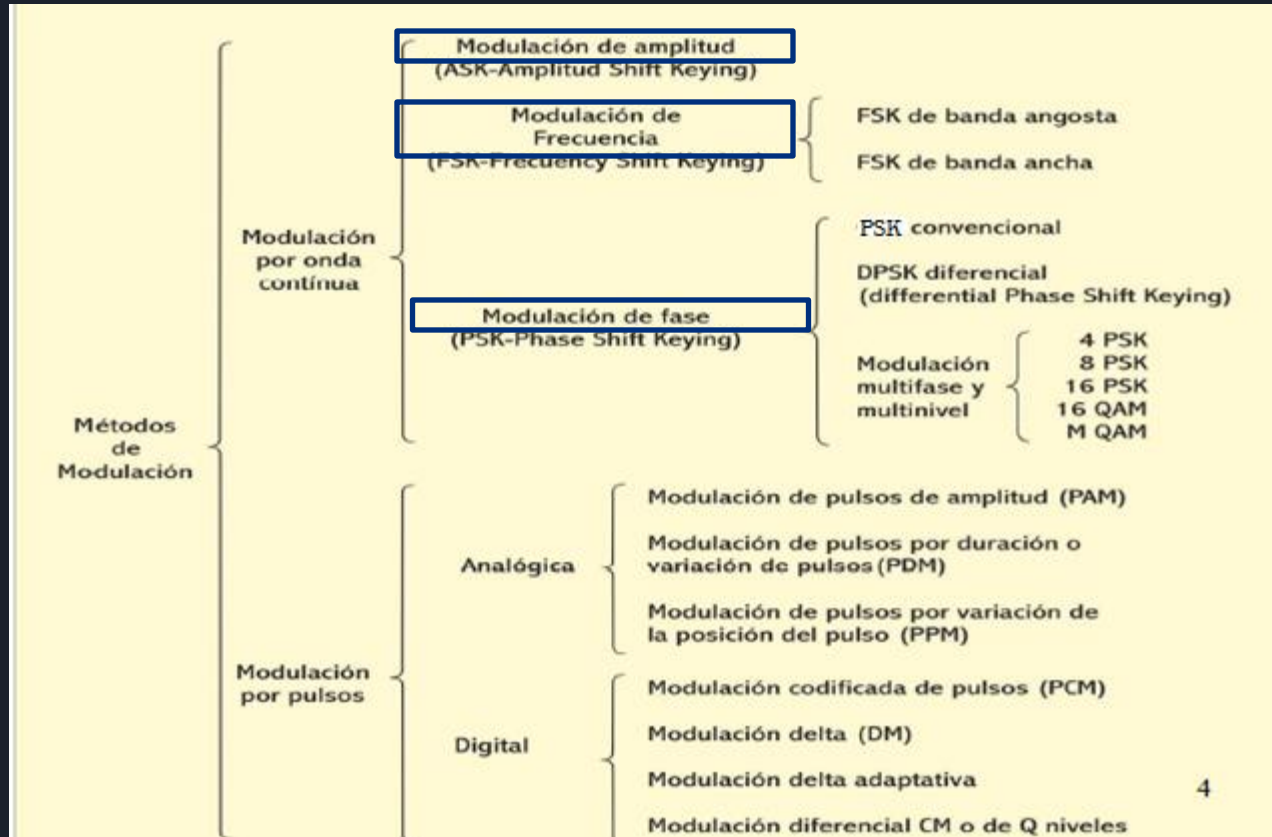
# MODULACION POR ONDA CONTINUA

*Es aquel proceso por el cual la señal portadora (se caracteriza por ser una señal sinusoidal), va a ser modificado alguno de sus parámetros característicos (A, fr, fase), por medio de la señal moduladora, siendo esta A o D. Según el parámetro a modificar, será el tipo de modulación.*

# MODULACION POR PULSOS

*Es aquel proceso por el cual la señal portadora (se caracteriza por ser un tren de pulsos), va a ser modificado alguno de sus parámetros característicos (A, Duración o Posición), por medio de la señal moduladora, siendo esta A o D. Según el parámetro a modificar, será el tipo de modulación.*

# Clasificación de las Técnicas de Modulación

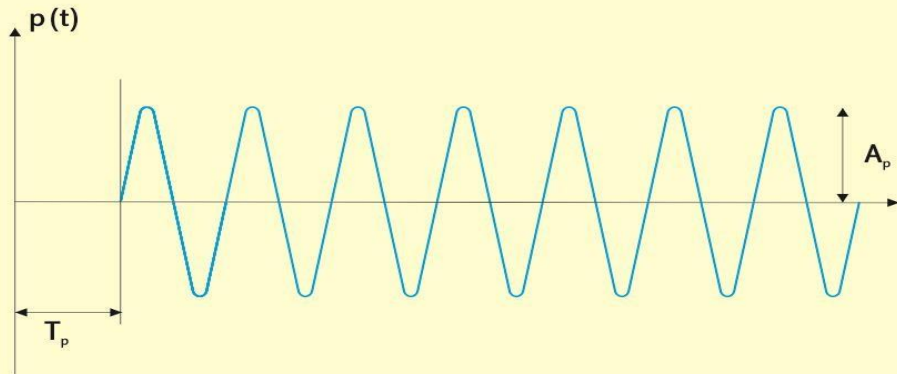


# TIPOS DE MODULACION

Tipo de modulación	Moduladora	Portadora	Modulada	Nombre de la modulación
Continua	Analógica	Analógica	Analógica	AM FM PM
Continua	Digital	Analógica	Analógica	ASK FSK PSK      DPSK M- PSK      M-QAM
Por pulsos	Analógica	Digital	Analógica	PAM PDM PPM
Por pulsos	Digital	Digital	Digital	PCM (MIC) DPCM DELTA DELTA ADAPTIVA

# MODULACIÓN POR ONDA CONTINUA

PORTADORA  $p(t) = A_p \sin(\omega_p t + \theta_p)$



$f_p = \frac{1}{T_p}$  = frecuencia de la portadora

$A_p$  = amplitud máxima de la portadora

$T_p$  = período de la portadora

$\omega_p = 2\pi f_p$  = pulsación de la portadora

$\theta_p$  = fase de la portadora

$p(t)$  = amplitud máxima de la portadora

CON LA MODULACIÓN SE MODIFICAN ALGUNO DE LOS SIGUIENTES PARÁMETROS DE LA MODULADORA:

- **AMPLITUD**
- **FRECUENCIA**
- **FASE**

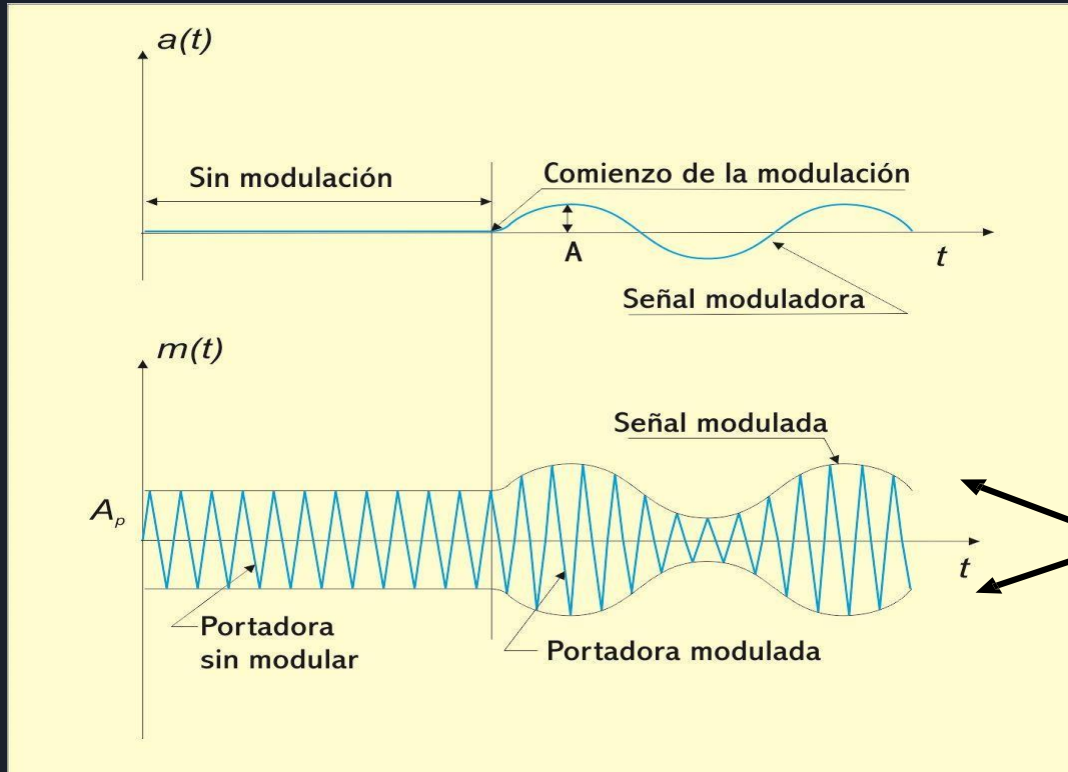


# MODULACION - AM

**MODULADORA:**  $a(t) = A \sin(\omega_a t + \theta_a)$

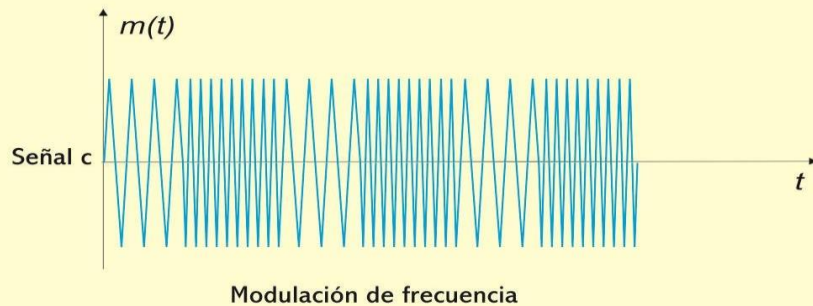
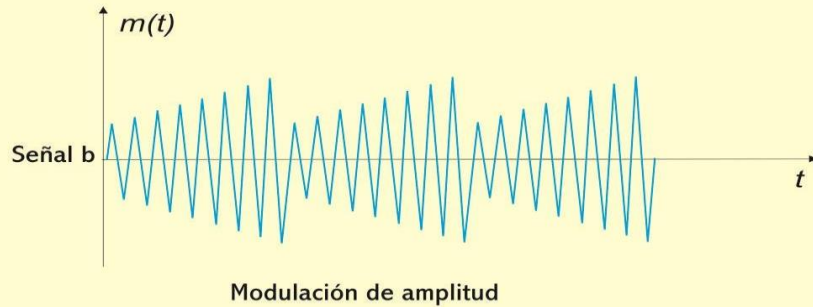
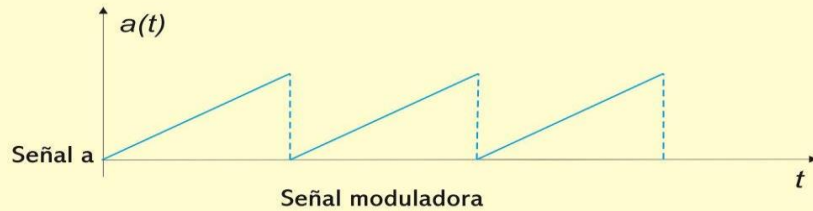
**PORTADORA:**  $p(t) = P \sin(\omega_p t + \theta_p)$

$$\omega_a \ll \omega_p$$



**Envolvente de modulación**

# MODULACION - FM



## SEÑAL MODULADA

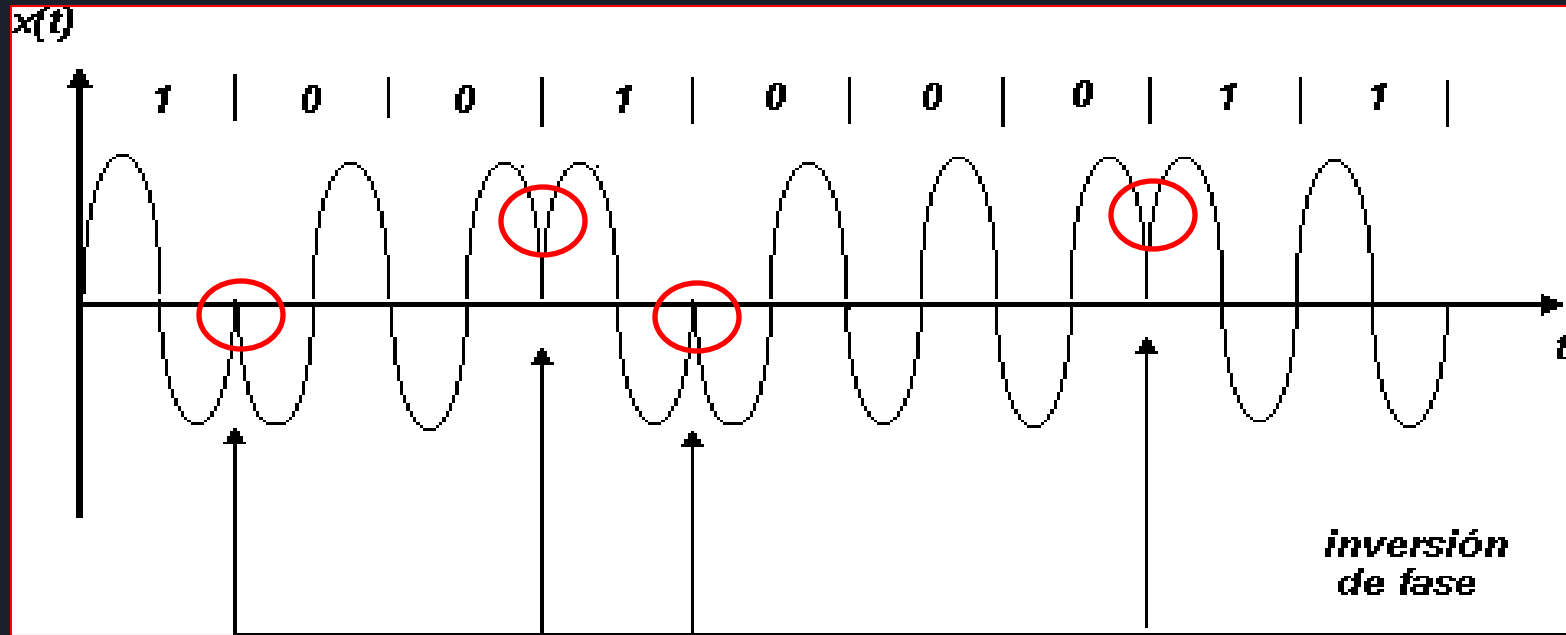
$$M(t) = A_p \sin(\omega_p t + \beta \sin \omega_a t + \theta_p)$$

$$\beta = \Delta\omega / \omega_a \text{ (índice de modulación)}$$

$$\Delta\omega = k A_a \text{ (desviación de frec)}$$

$$\beta = k A \text{ (circuito y amplitud de moduladora)}$$

# MODULACION DE FASE - SEÑAL 2-PSK / B-PSK



**DOS SALTOS DE FASE  
EN ESTE CASO (0°-180°)**

# ASIGNACION DE SECUENCIA DE BITS Y DE ESTADOS

## DIAGRAMA DE FASES MODULACION 4-PSK / Q-PSK

Cuadro de asignación

Nro Secuencia	Secuencia de Bits	Fase Asignada
1	00	0°
2	01	90°
3	11	180°
4	10	270°

$$\theta = \frac{2\pi}{M}$$

M-PSK

Se aplica Código  
Reflejo o de Gray

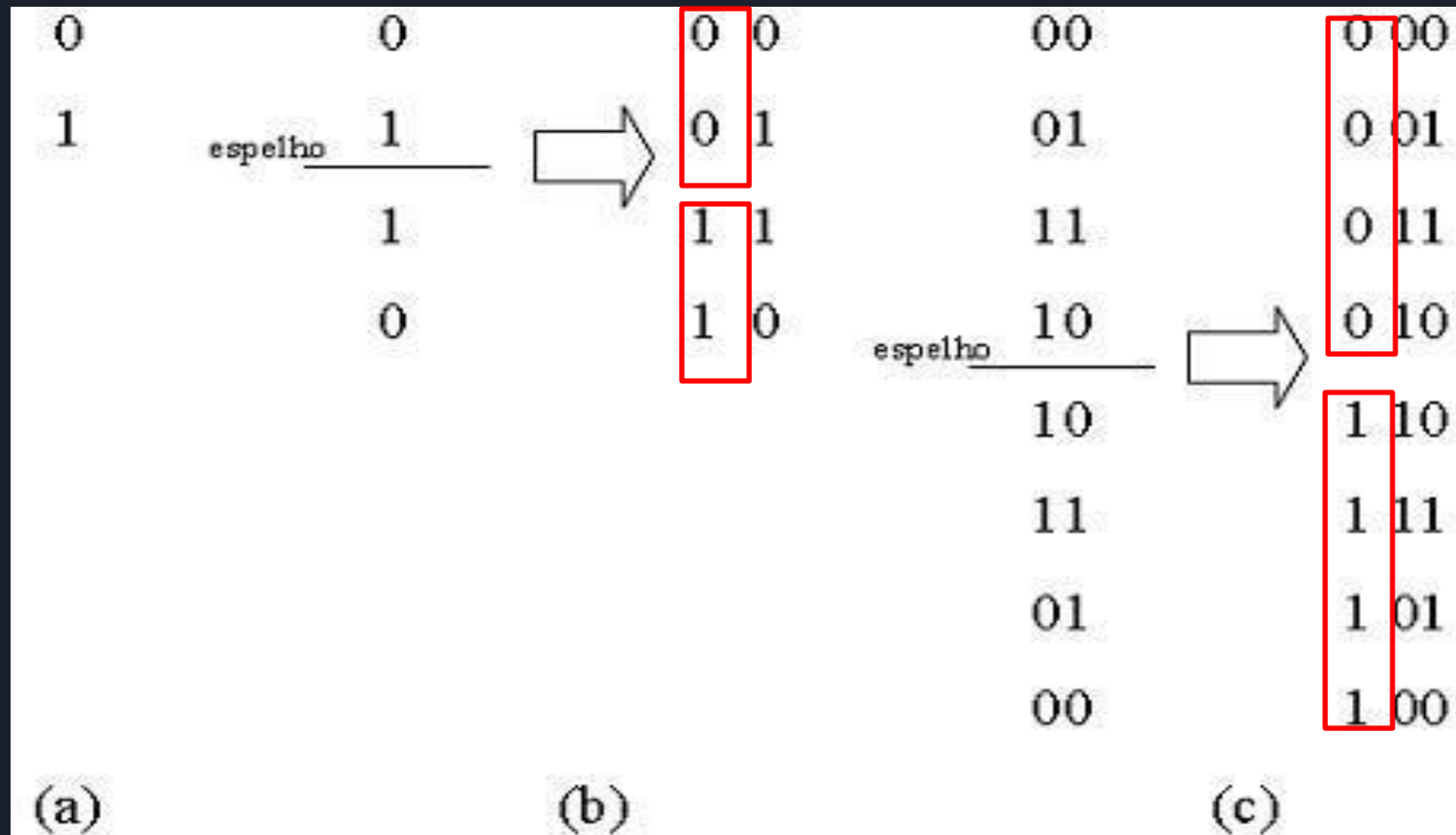
Diagrama de Estados,  
De Fases o Vectorial.



	Secuencia de Bits
0	00
0	01
	1er espejo
0	11
0	10
	2do espejo
1	10
1	11
1	01
1	00

# CONSTRUCCIÓN DEL CÓDIGO DE GRAY

## EJEMPLO CON 3 BITS



# MODULACION M-PSK

$$\theta = \frac{2\pi}{M}$$

M saltos de fase, con un ángulo  $\theta$  entre fase y fase

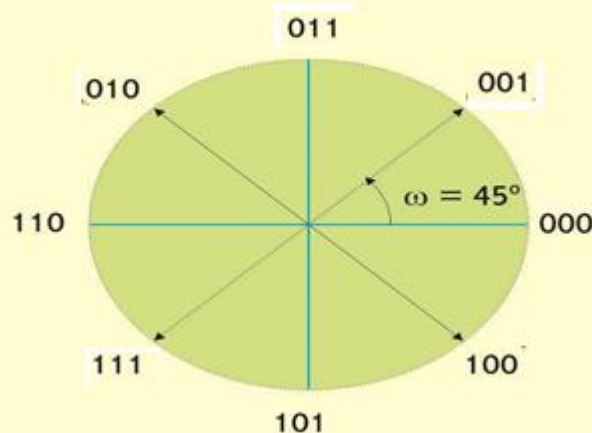
Cada salto lleva “n” bits

Relación entre ambas velocidades a través de “n”

$$n = \log_2 M$$

$$V_{tx} = V_{mod} \times n$$

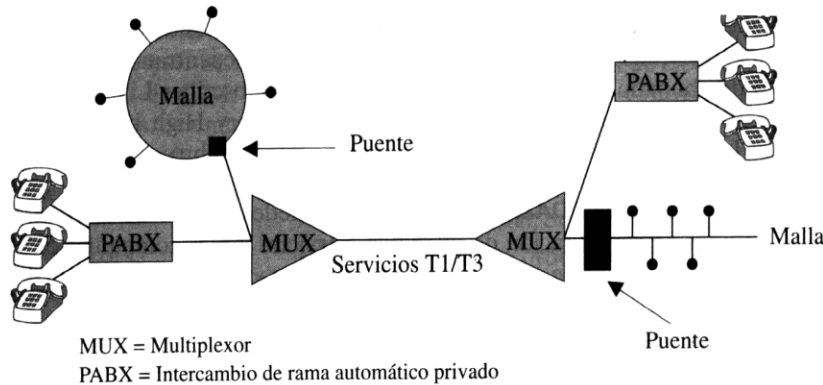
## 8-PSK



Nº de Secuencia	Dígitos binarios	Fase asignada
1	000	0°
2	001	45°
3	011	90°
4	010	135°
5	110	180°
6	111	225°
7	101	270°
8	100	315°

# MULTIPLEXACION

*Es una técnica que permite agrupar en un mismo medio de com (s) distintos canales de distintos servicios , a fin de aprovechar la totalidad del AB disponible y hacer más eficiente el uso del canal de comunicaciones.*



**Figura S.17.** Configuración T1 para voz y datos multiplexados.

**MULTIPLEXACION: VOZ / DATOS**

**MULTIPLEXOR  $\Rightarrow$  Conmutador Rotativo Electrónico.**

# MULTIPLEXACION - Distintas TÉCNICAS:

POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA (*FDM*)

POR DIVISIÓN DE TIEMPO (*TDM*)

POR DIVISIÓN DE TIEMPO ESTADÍSTICA (*STDM*)

POR DIVISIÓN DE LONGITUD DE ONDA (*WDM*)

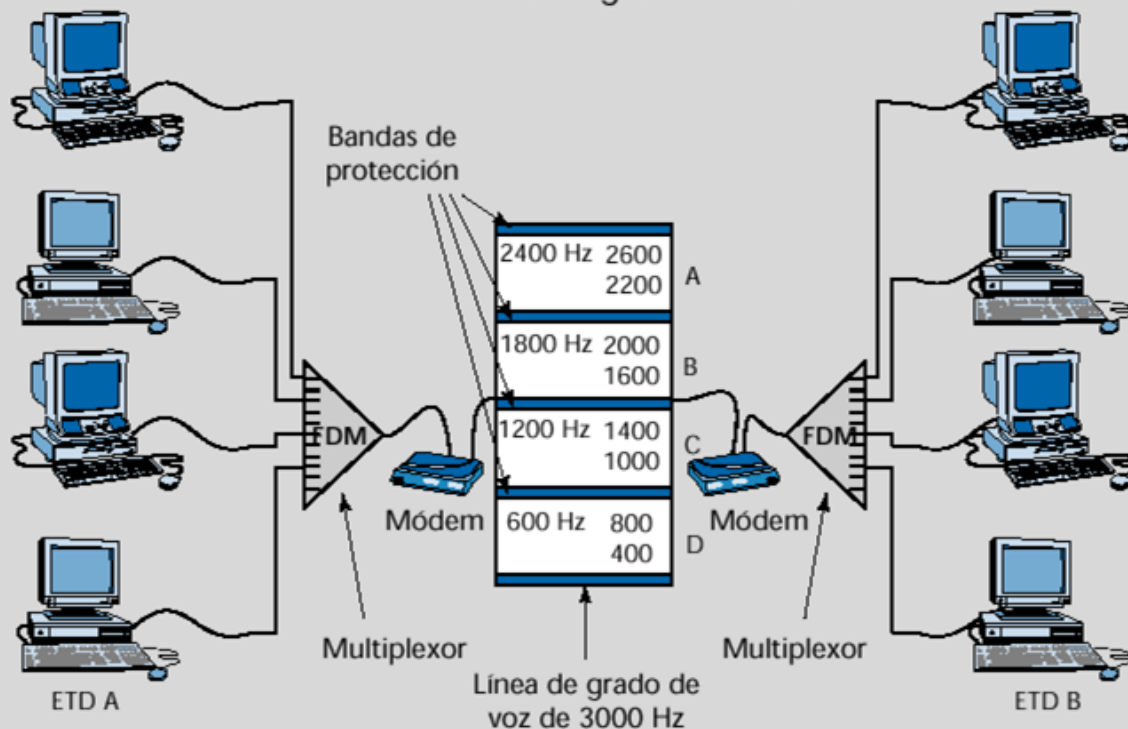
POR DIVISIÓN DE CÓDIGO (*CDM*)



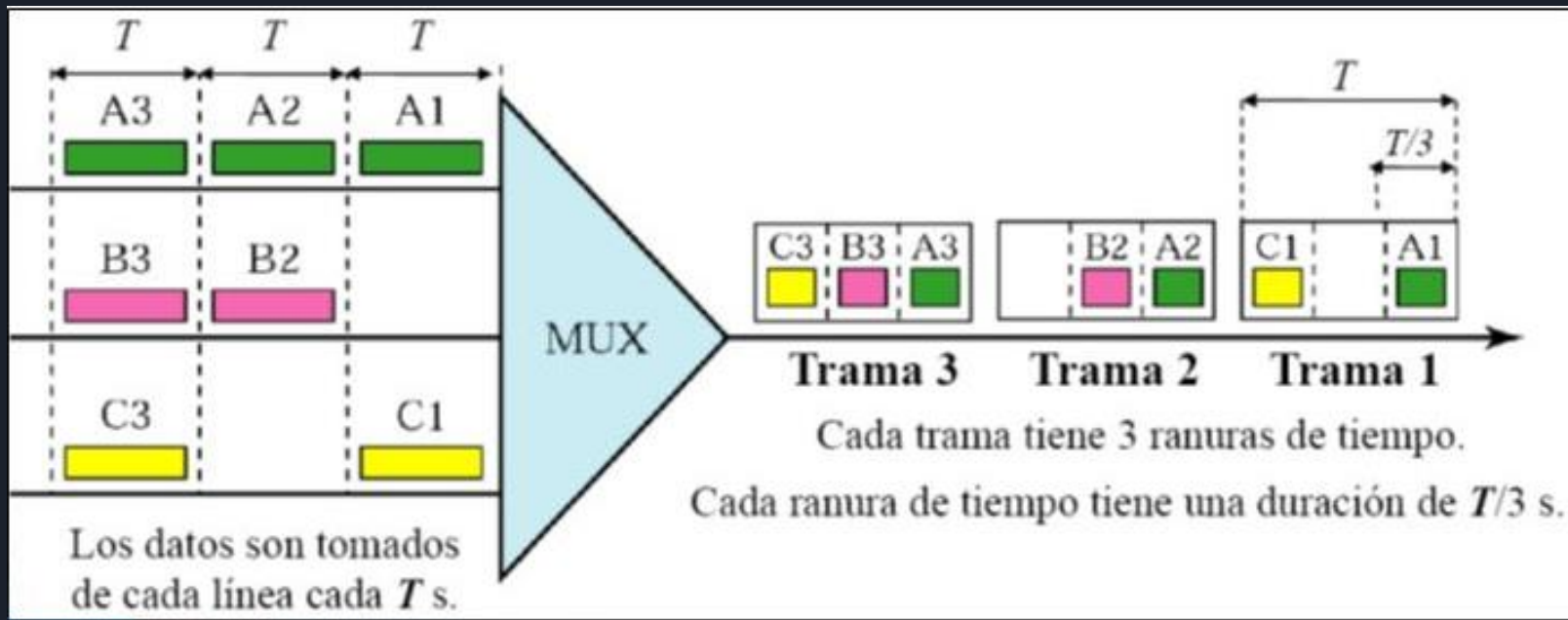


# MULTIPLEXACION: FDM

División en cuatro subcanales digitales  
de una línea de grado de voz

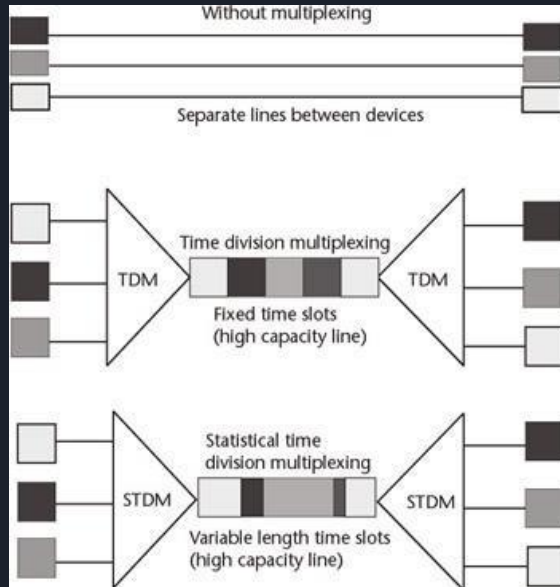


# MULTIPLEXACION: TDM



# MULTIPLEXACION: STDM

- *ASIGNACIÓN ESTADÍSTICA*
- *APROVECHA TODOS LOS TIEMPOS.*
- *ASIGNACIÓN POR DEMANDA DE RANURAS.*
- *TAMBIÉN SE DENOMINA MUX ASINCRÓNICA (ATDM).*



COMPARACIÓN TDM STDM

# MULTIPLEXACION: FDM-WDM-TDM

Existen tres técnicas básicas

(Forouzan, 2007)

## TIPOS DE MULTIPLEXACIÓN

### Descripción

- Existen **tres técnicas** básicas de multiplexación.

- **FDM**. Multiplexación por división de frecuencia. Es una técnica analógica que combina señales analógicas.

- **WDM**. Multiplexación por división de longitud de onda. Es una técnica analógica que combina señales ópticas.

- **TDM**. Multiplexación por división de tiempo. Es una técnica digital que combina varios canales de baja tasa en uno de alta tasa.

