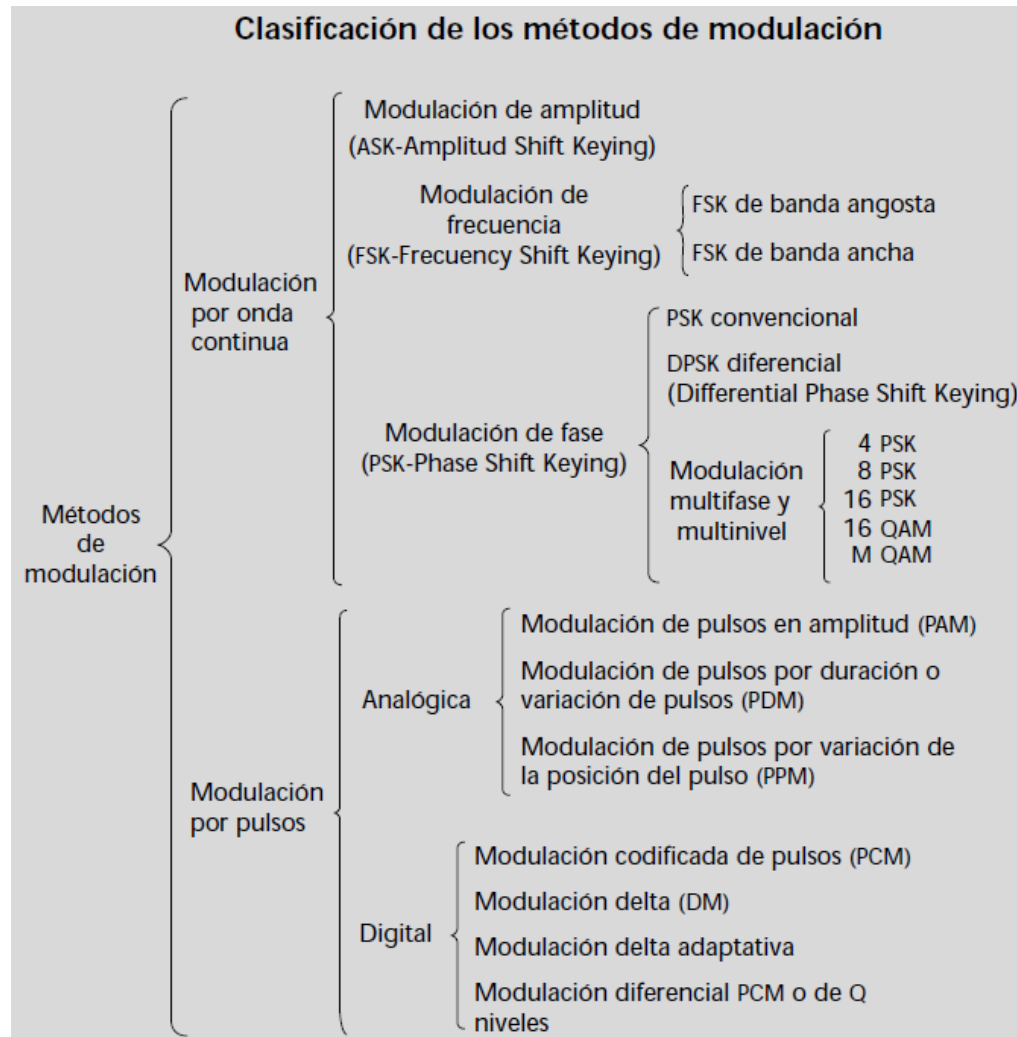
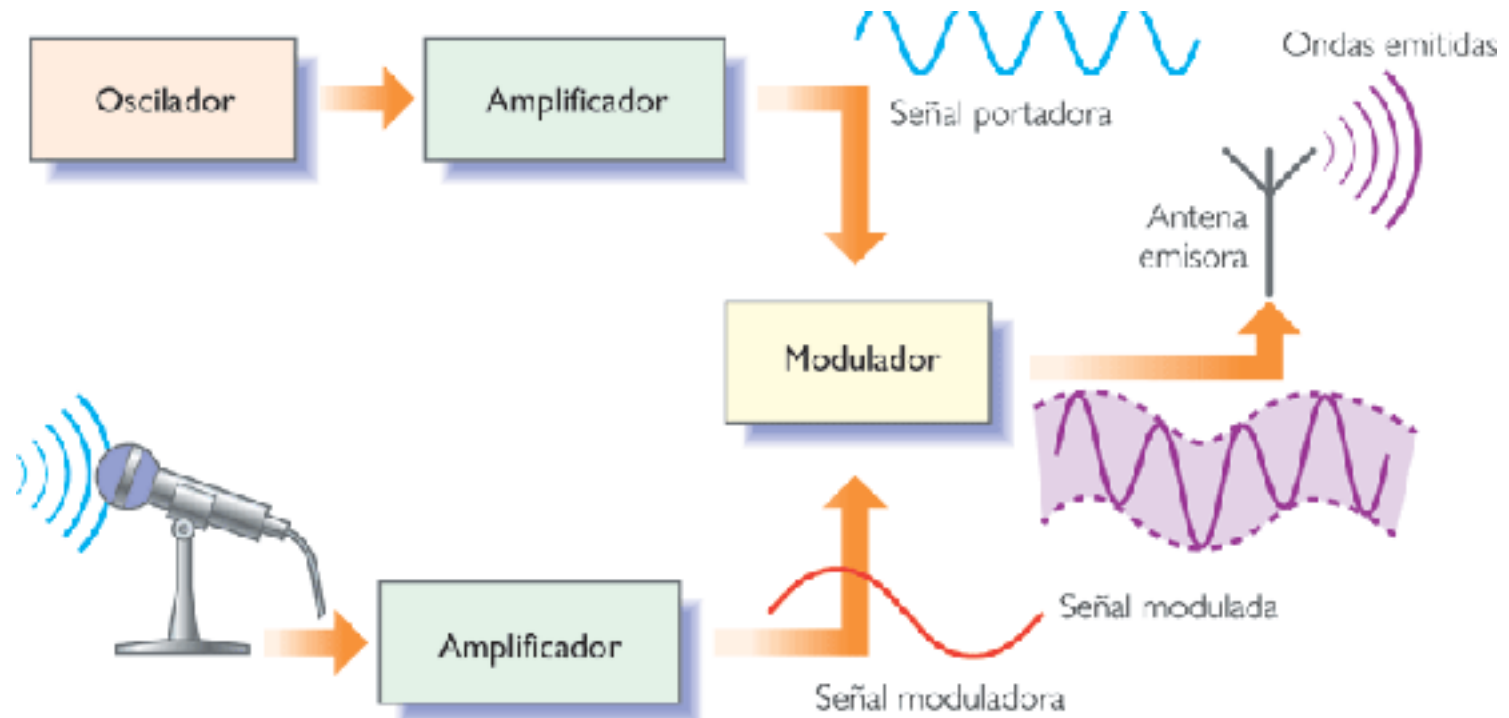


Modulación y Multiplexacion analógica y digital

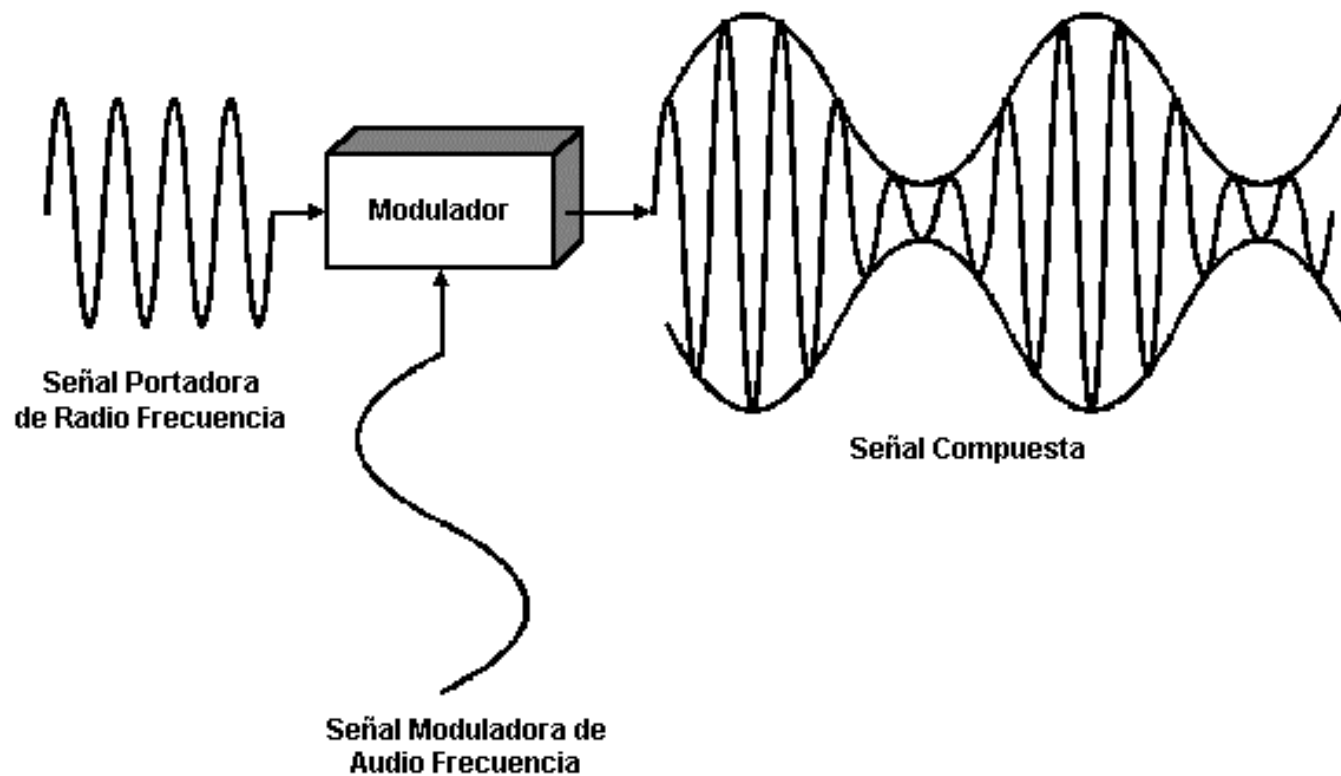
Modulación



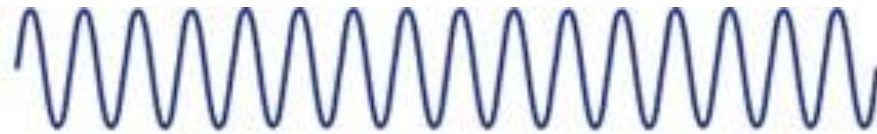
Esquema de un modulador



Señales que operan con el modulador



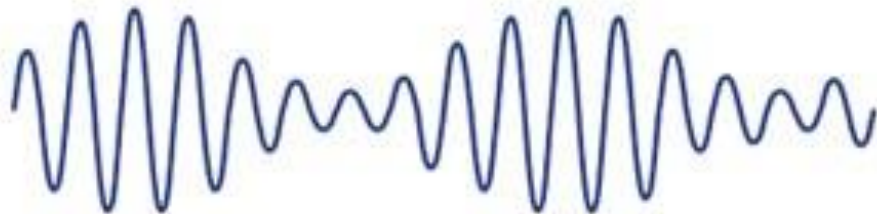
Modulación AM y FM



Señal Portadora (alta frecuencia)



Señal Moduladora (baja frecuencia)

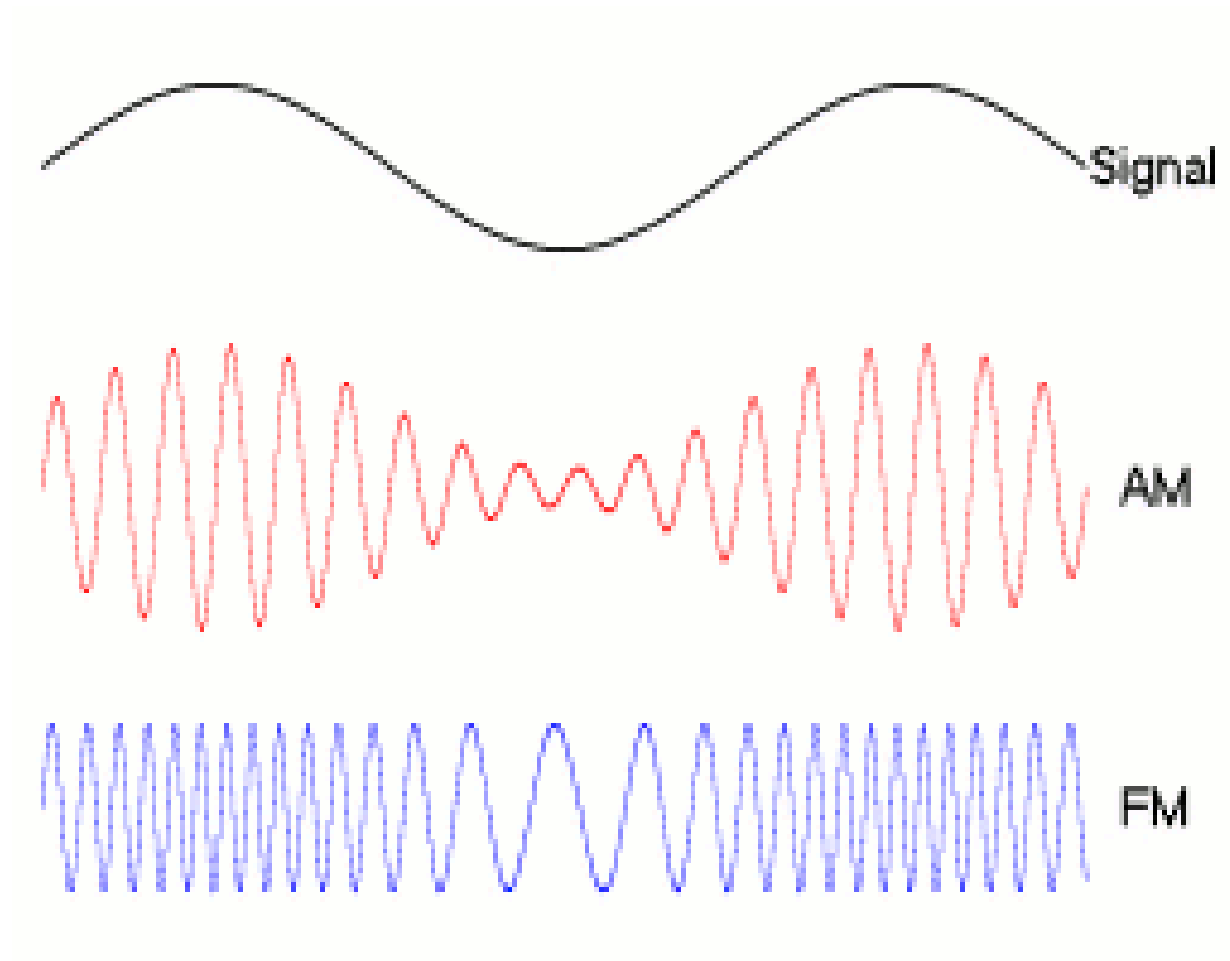


Onda Modulada en Amplitud (AM)



Onda Modulada en Frecuencia (FM)

Modulación analógica AM y FM



Modulación de fase con señal modulante digital

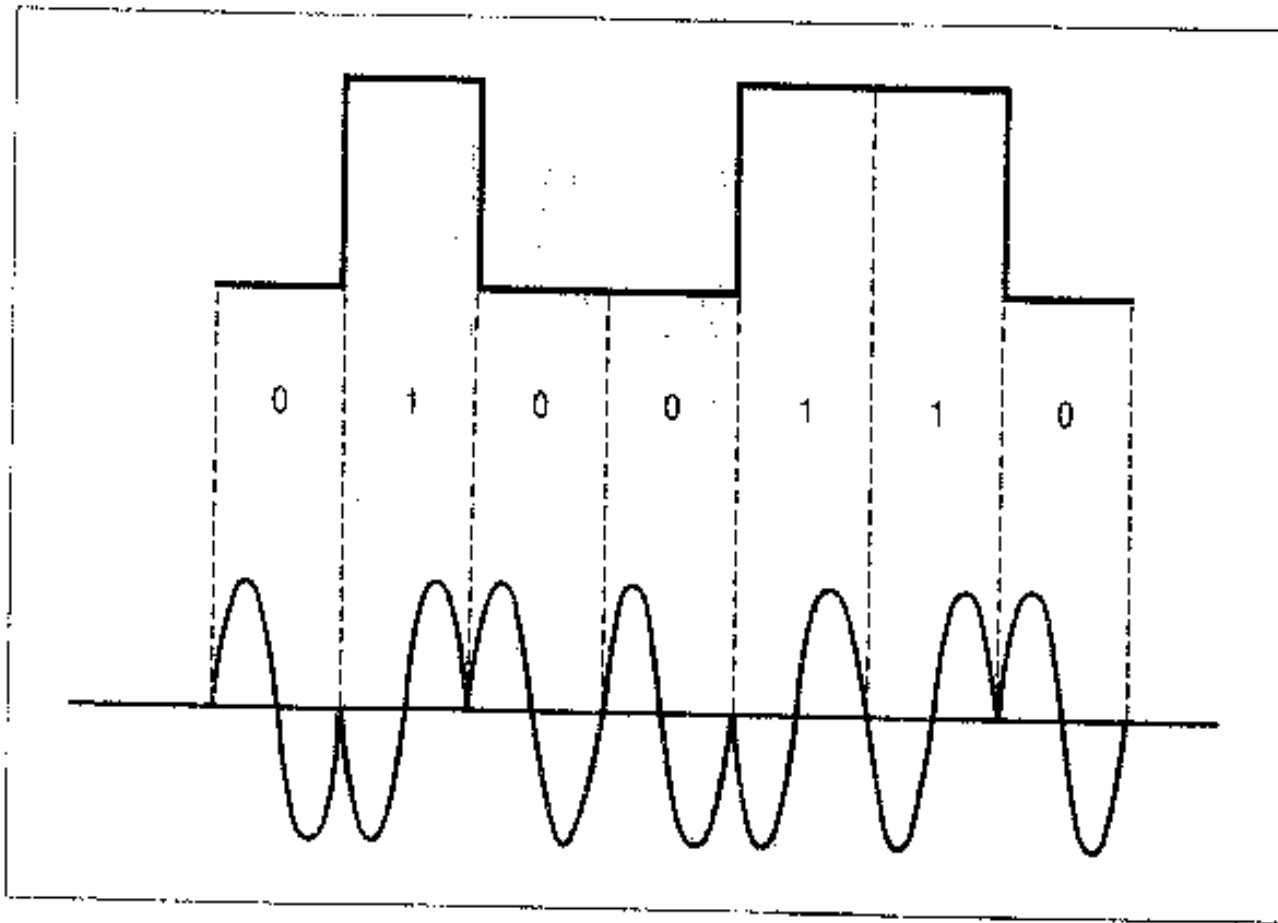
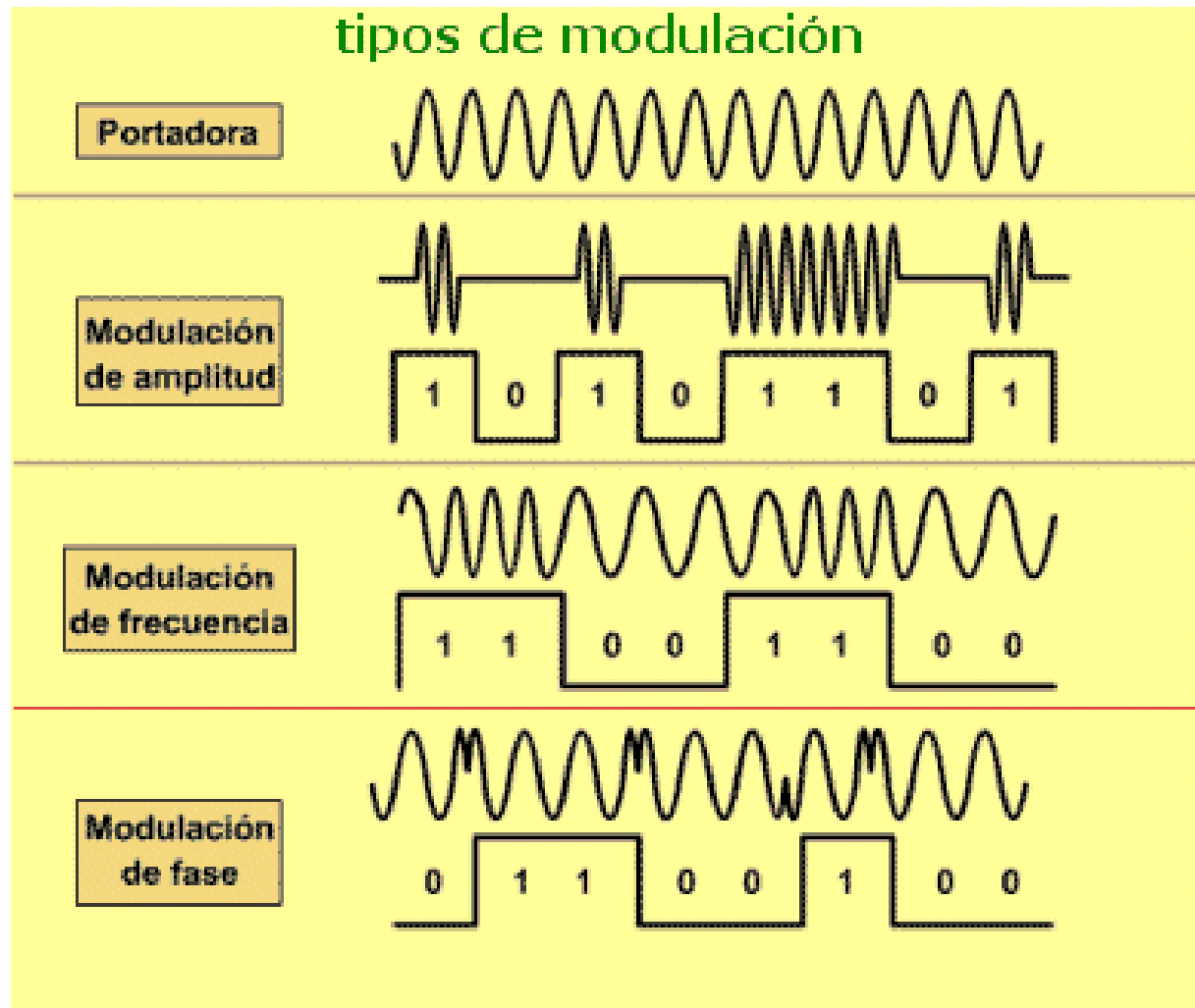


Figura 2.18. Modulación en fase.

Modulación digital ASK, FSK y PSK

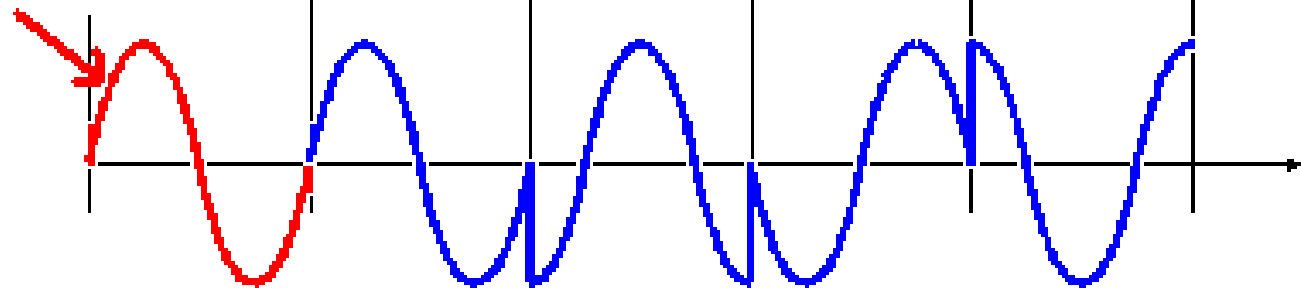


Modulacion 2 PSK

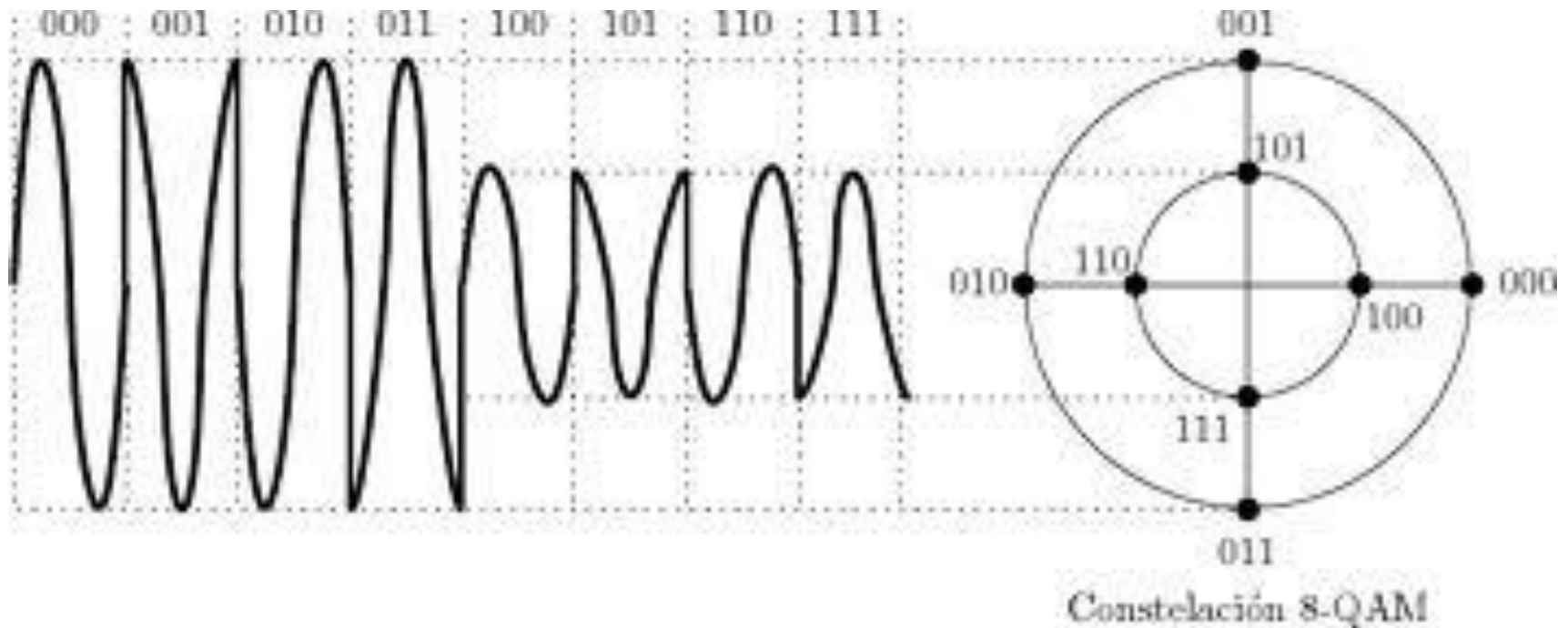
Modulación QPSK

Pares de bits	00	01	11	10
Fase	0°	-90°	180°	$+90^\circ$

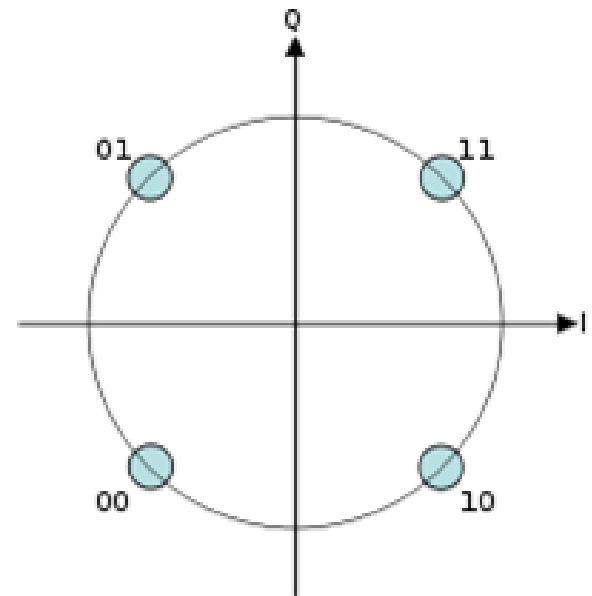
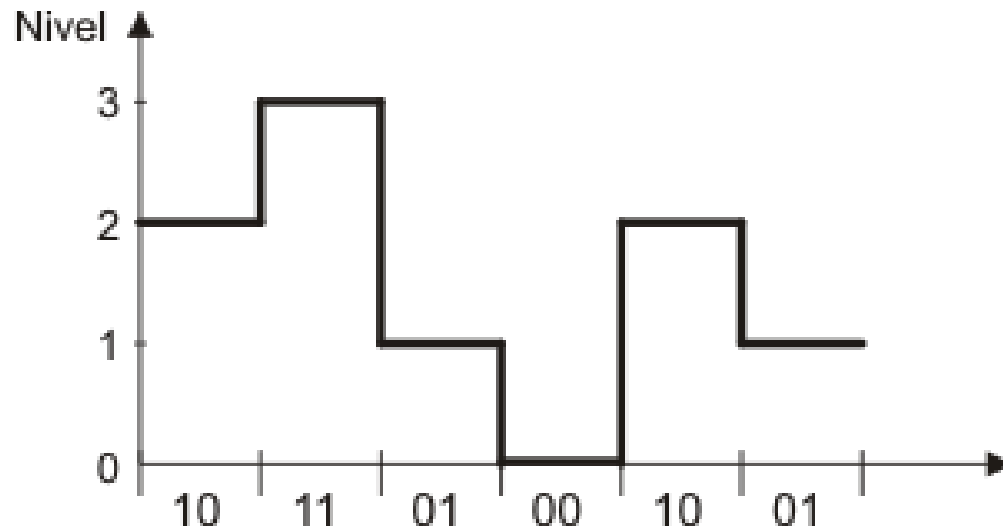
Señal sin modular



Modulación 8 QAM



Cuadribits

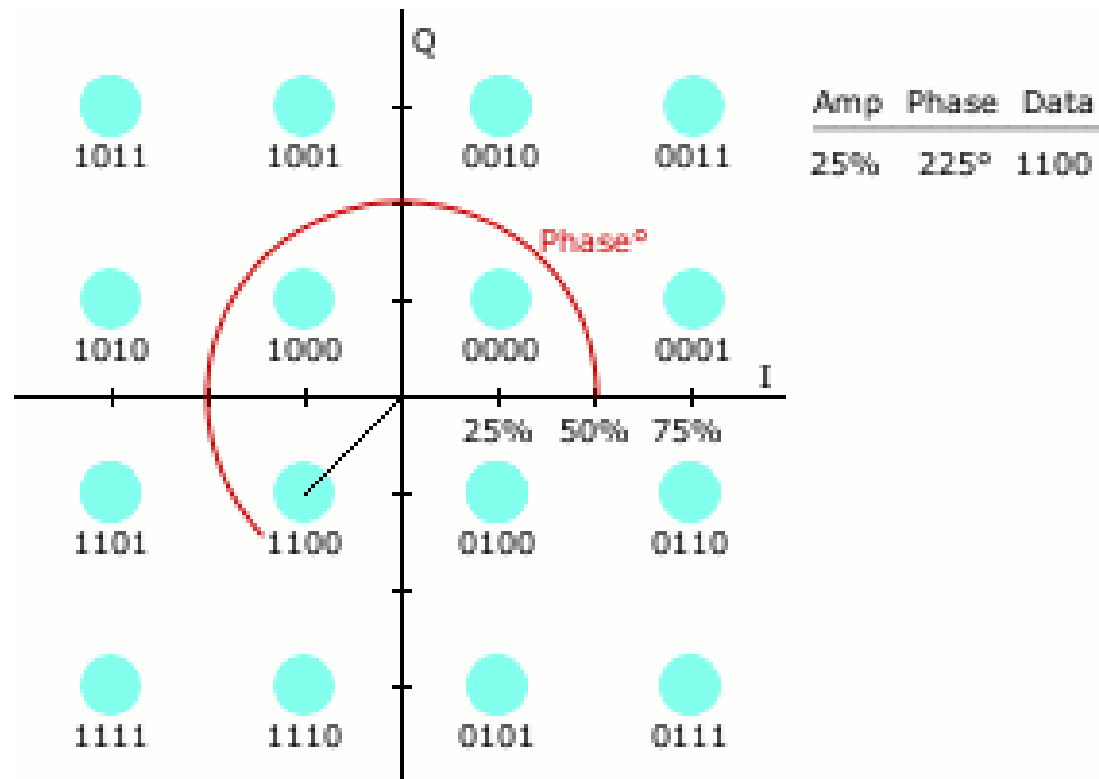


Bits 1 1 - 3 volts - vector a 45° en 4 PSK
Bits 0 0 - 0 volts – vector a 225° en 4 PSK
Bits 1 0 - 2 volts – vector a 315° en 4 PSK
Bits 0 1 – 1 volts – vector a 135° en 4 PSK

R. FUSARIO - P. CROTTI

Modulación 4 PSK

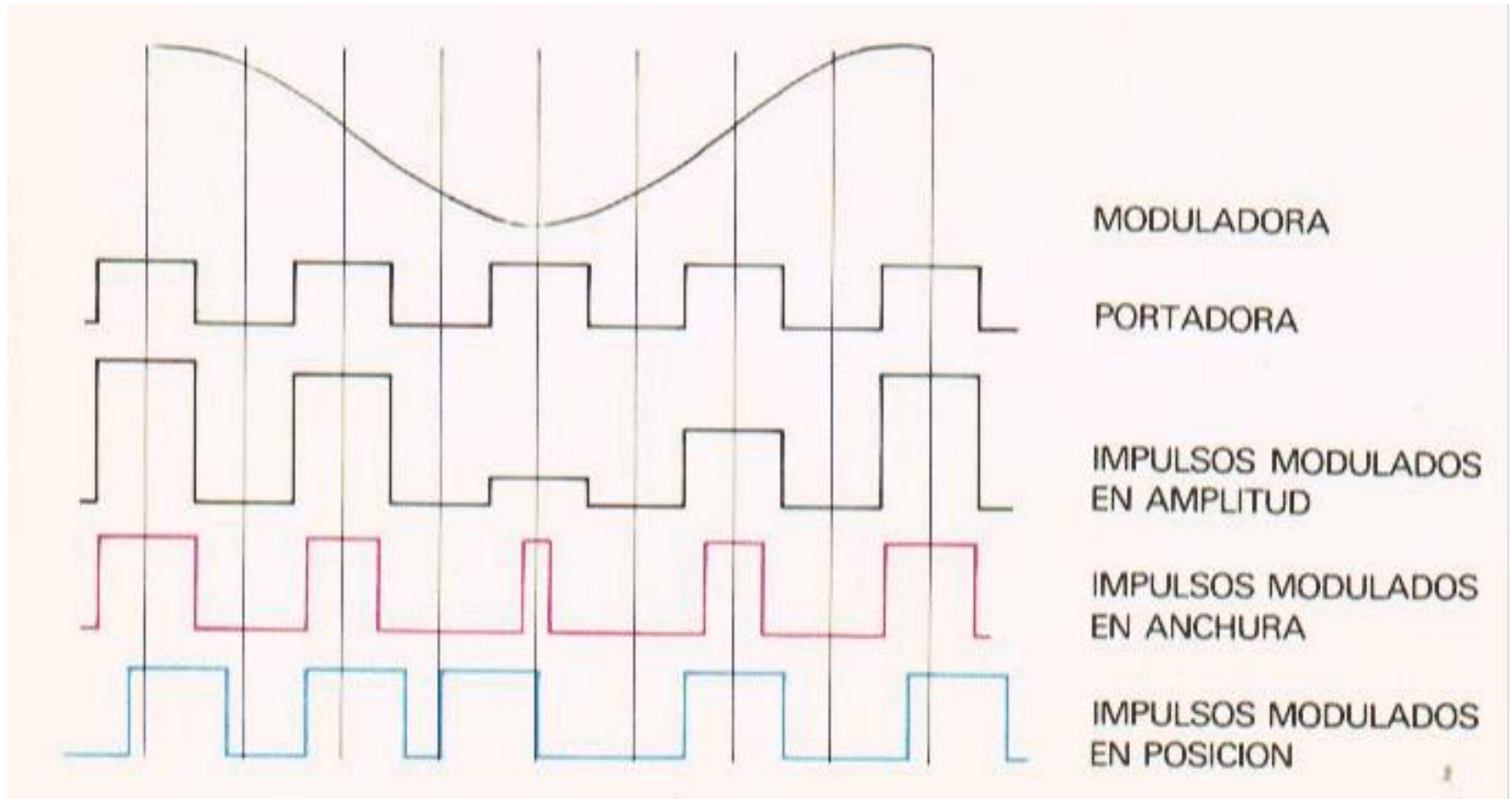
Modulación en amplitud y en cuadratura



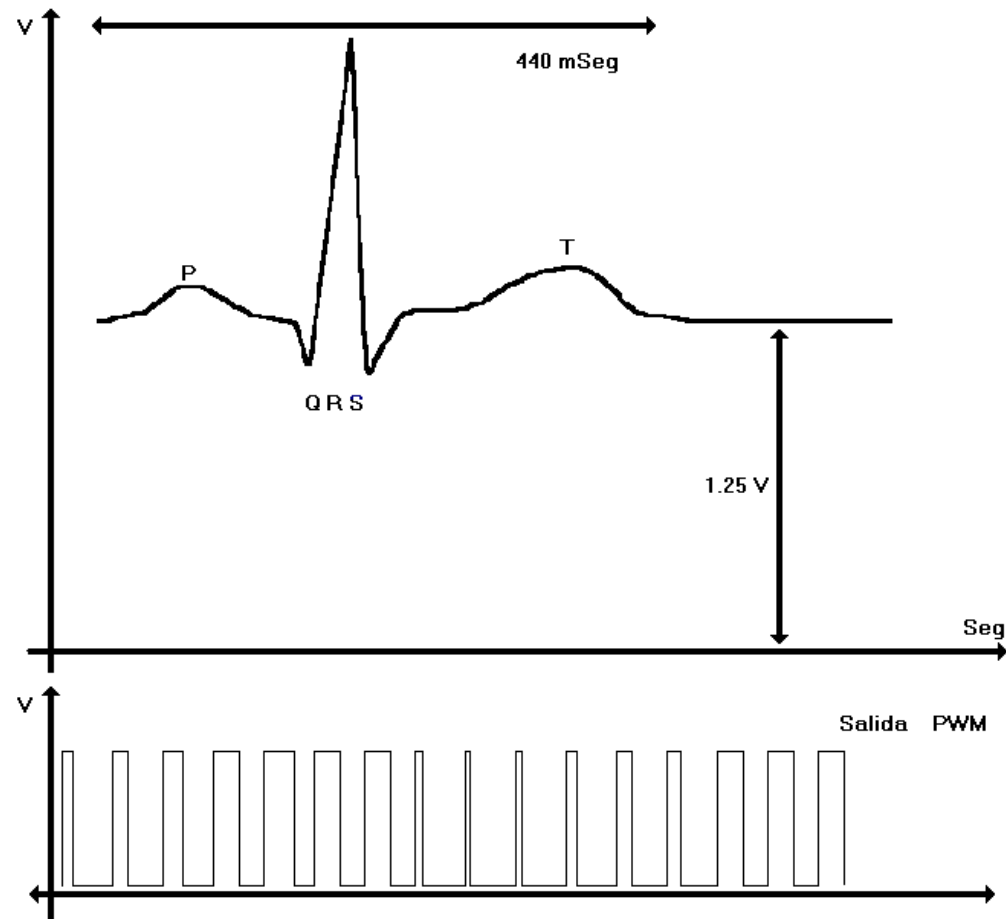
Constelación 16 QAM
16 Símbolos de 4 bits

Modulación por pulso analógica

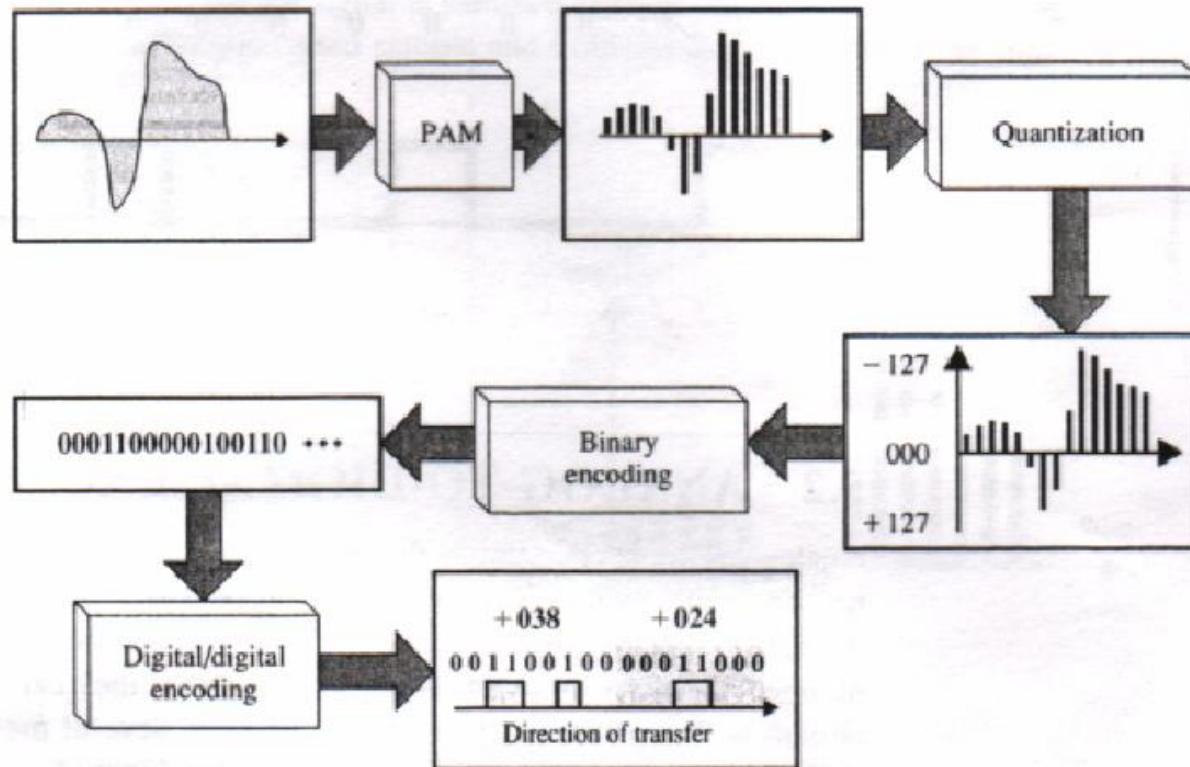
PAM, PDM, PPM



Monitor de pulsos cardiacos



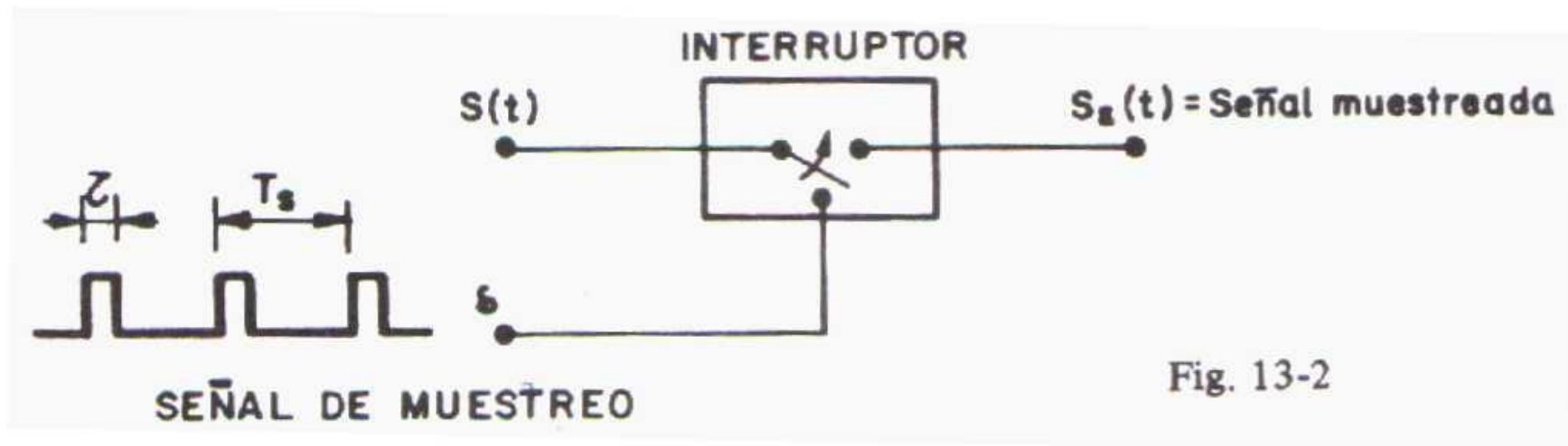
Modulación digital PCM



Teorema del muestreo

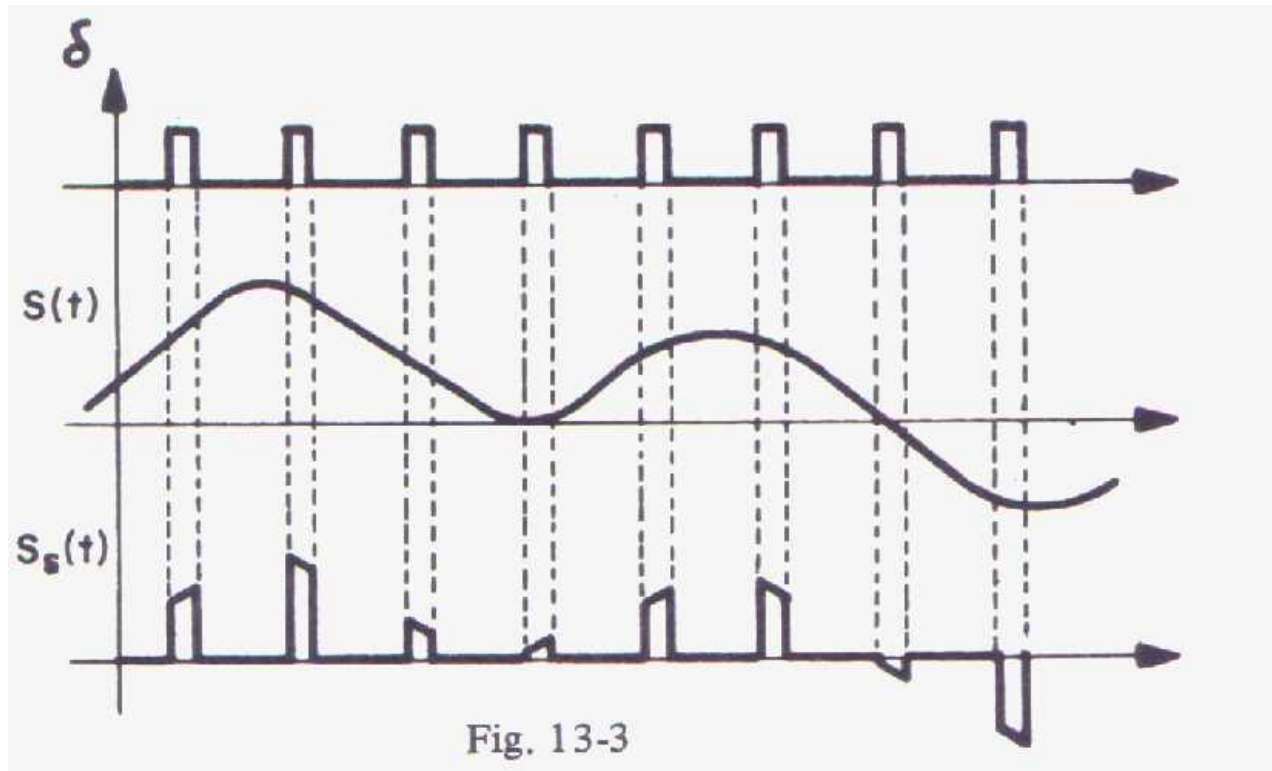
- Si una señal continua, $S(t)$, tiene una banda de frecuencia tal que f_m sea la mayor frecuencia comprendida dentro de dicha banda, dicha señal podrá reconstruirse sin distorsión a partir de muestras de la señal tomadas a una frecuencia f_s siendo $f_s > 2 f_m$.

Teorema del muestreo



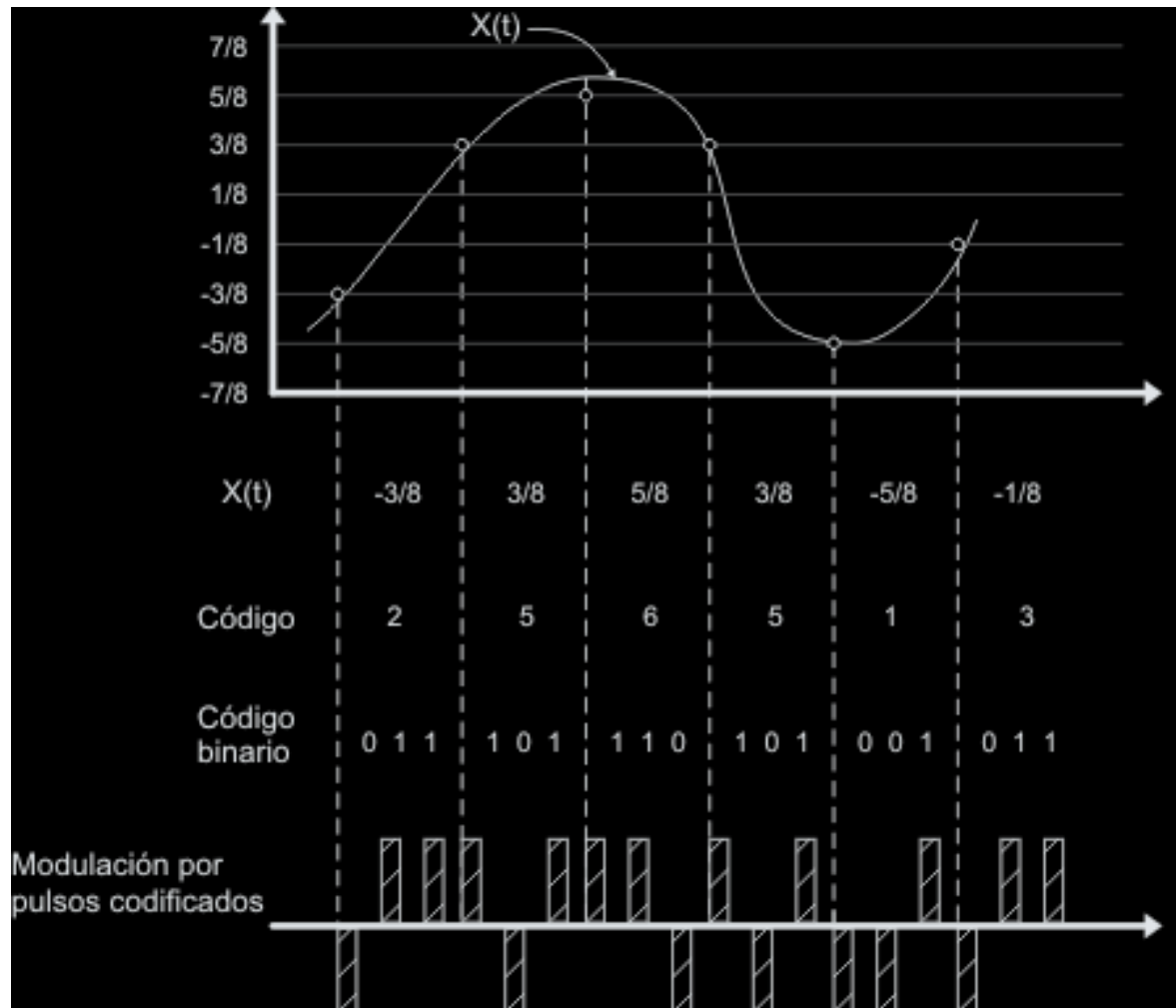
$$f_s > 2 f_m.$$

Teorema del muestreo



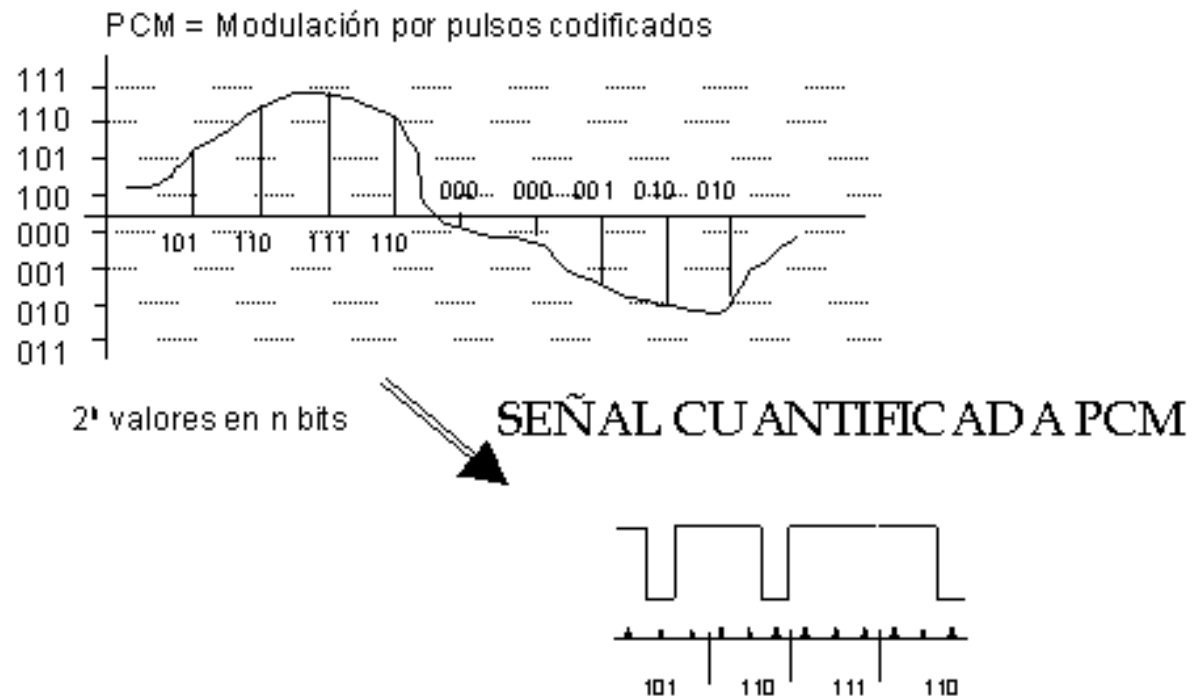
$$f_s > 2 f_m.$$

Proceso de cuantificación y codificación



Proceso de cuantificación y codificación

CUANTIFICACION

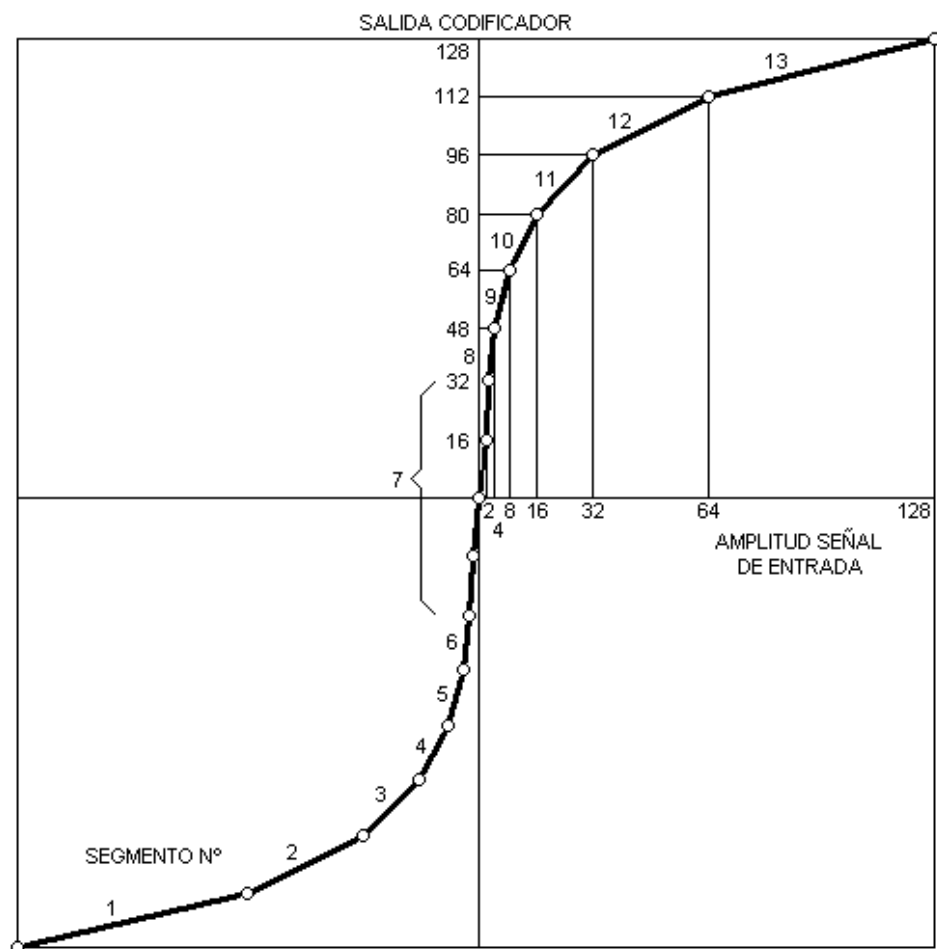


Canal PCM de 64 Kbps

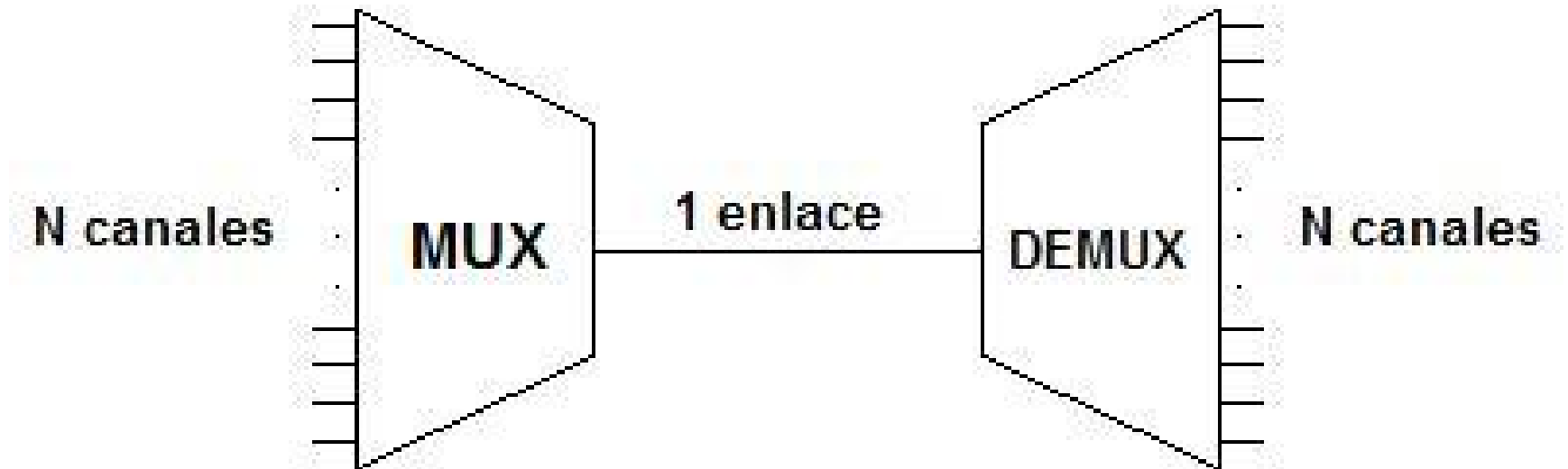
Modulación por codificación de implusos (PCM)

- Un sistema de 4 bits permite 16 niveles.
- Cuantización:
 - Error o ruido de cuantización.
 - Las aproximaciones significan que la señal original no podrá ser recuperada con exactitud.
- Una muestra de 8 bits permite 256 niveles.
- La calidad es comparable a la que se consigue mediante transmisión analógica.
- 8.000 muestras por segundo x 8 bits por muestra = 64 kbps.

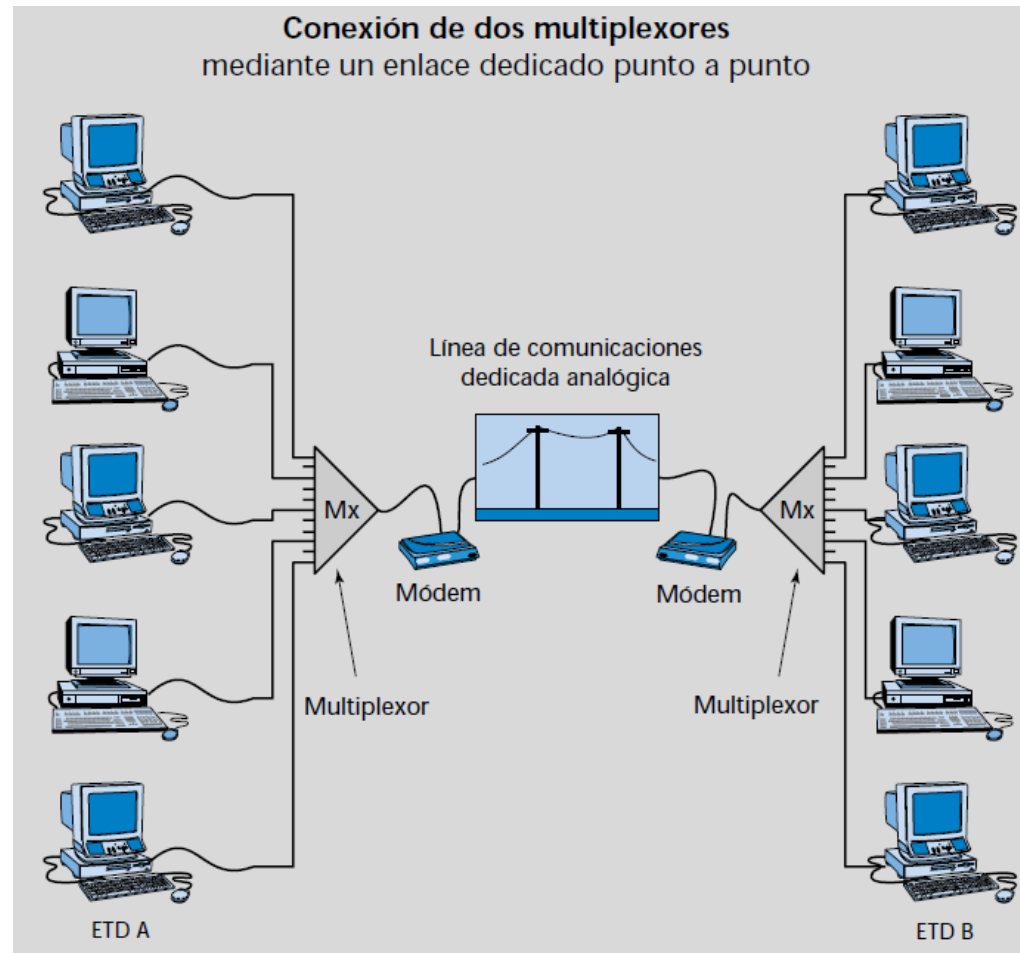
Codificador de 128 niveles



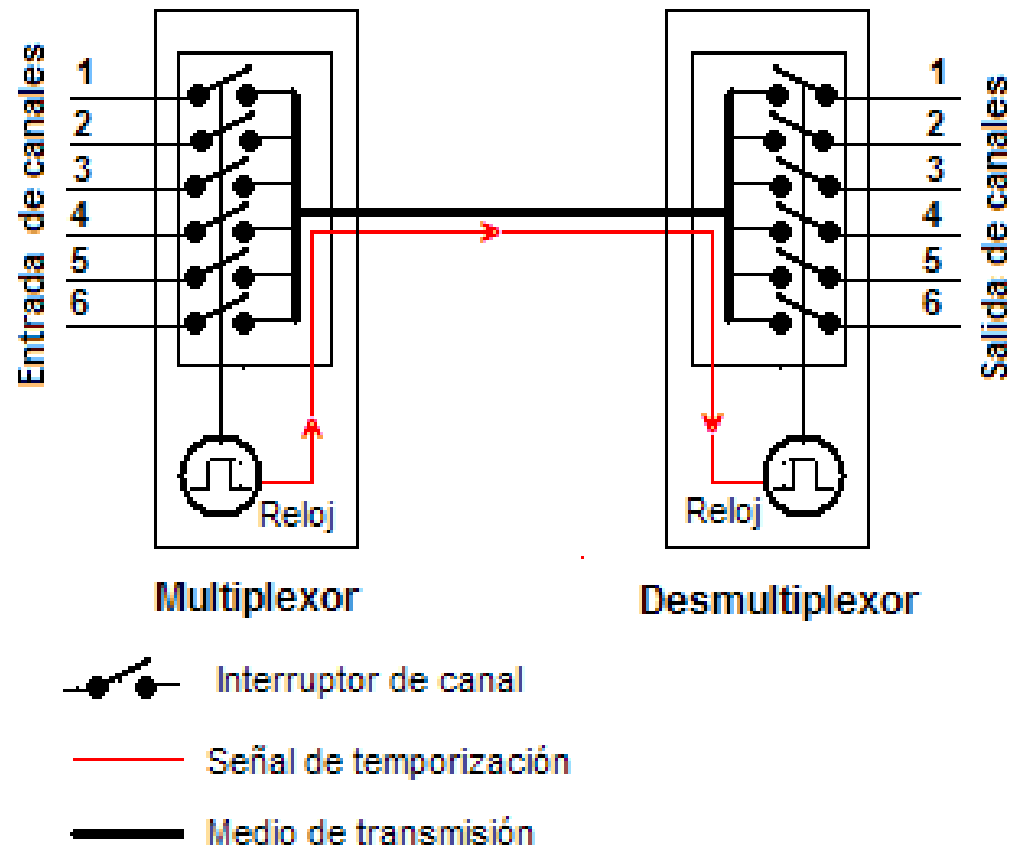
Multiplexacion y demultiplexacion



multiplexacion



multiplexacion



Multiplexores



MediaMUX 8E1



MediaMUX 4E1



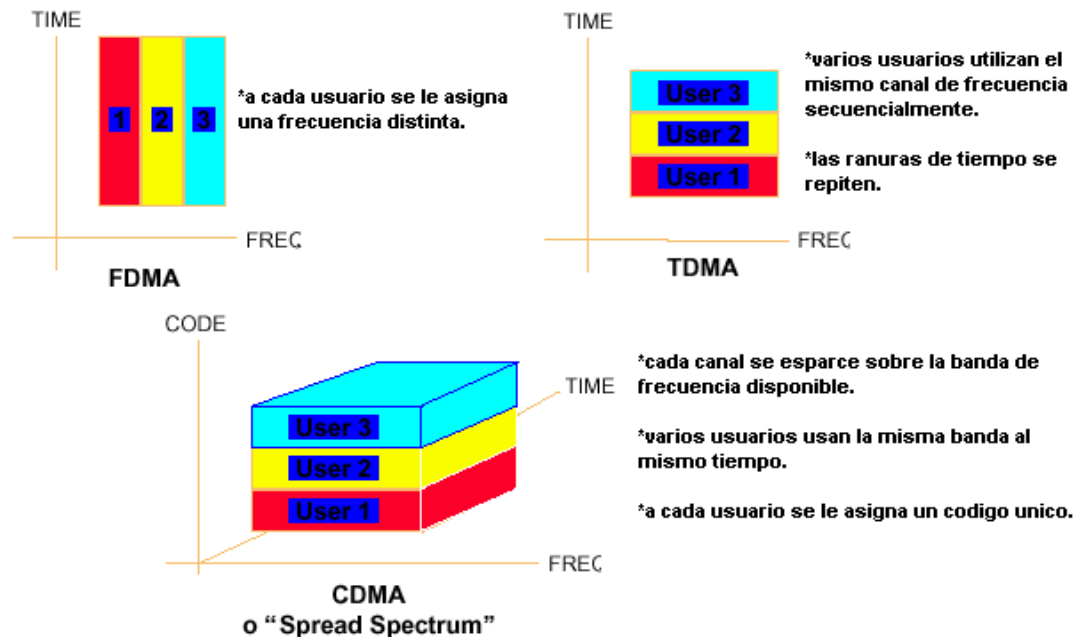
MediaMUX E3

multiplexacion

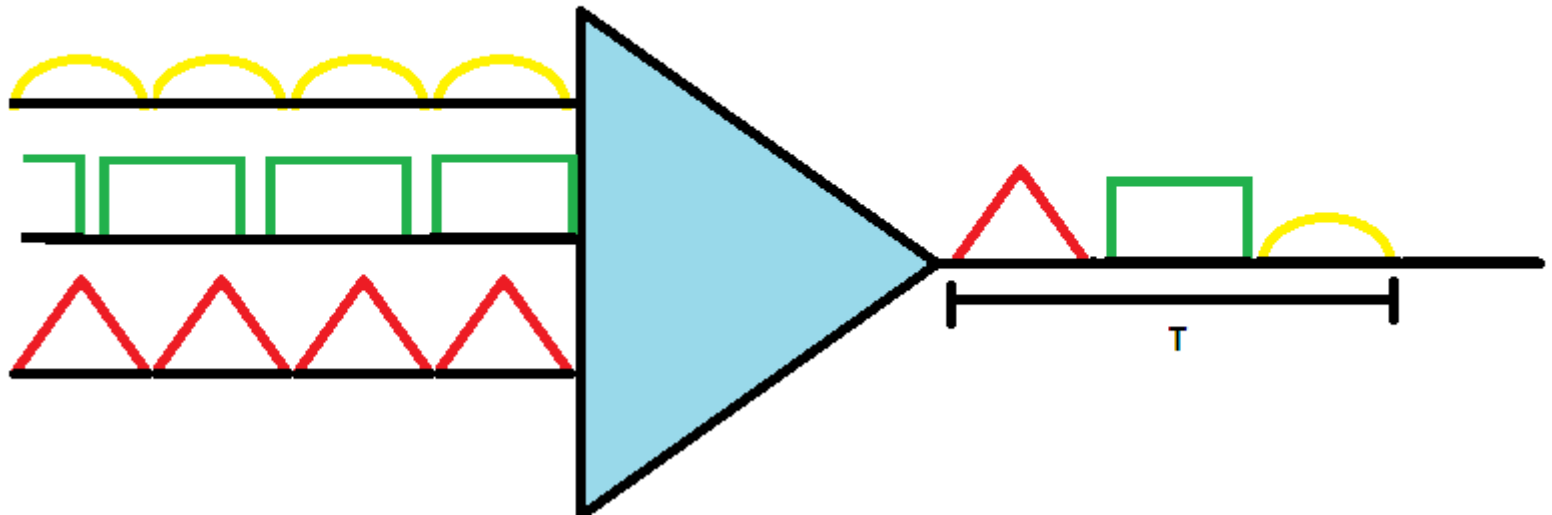
- FDM por division de la frecuencia
- TDM por division del tiempo
- CDM por division del codigo

FDMA TDMA CDMA

Comparación de Técnicas de Acceso



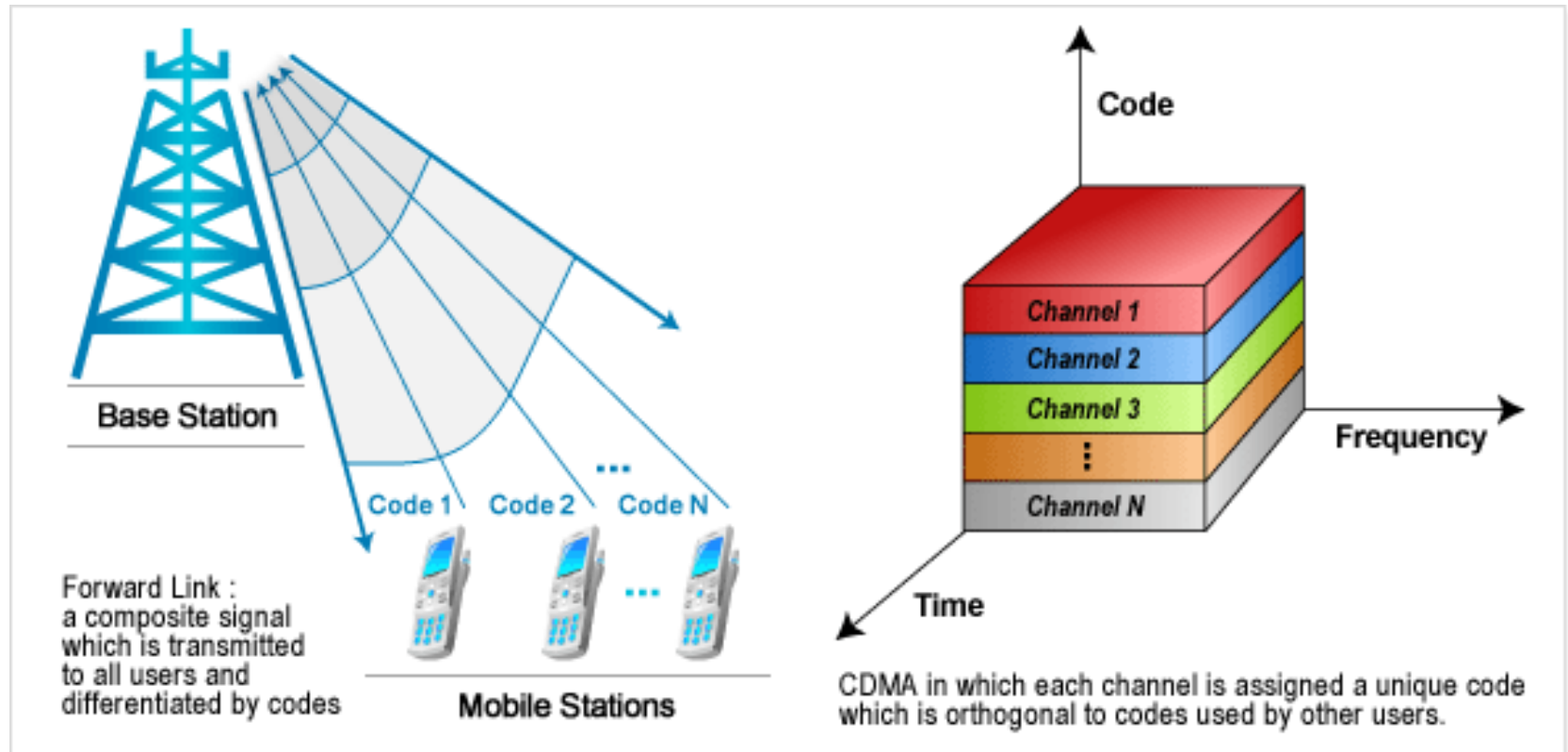
TDM



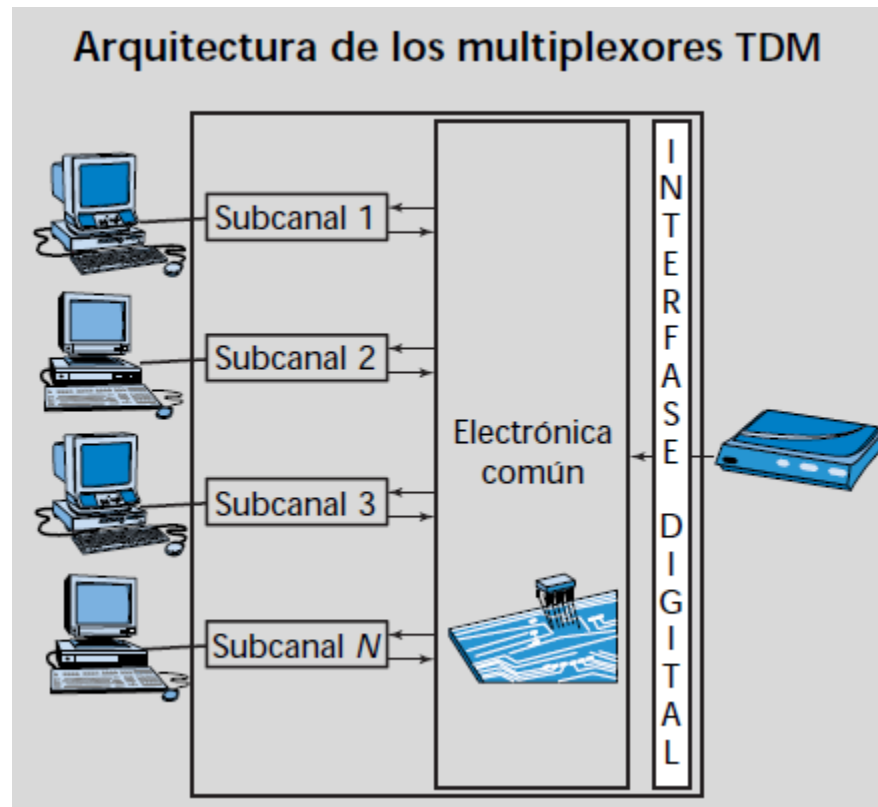
CDMA

- En CDMA, la señal se emite con un ancho de banda mucho mayor que el precisado por los datos a transmitir; por este motivo, la división por código es una técnica de acceso múltiple de espectro expandido.
- A los datos a transmitir simplemente se les aplica la función lógica XOR con el código de transmisión, que es único para ese usuario y se emite con un ancho de banda significativamente mayor que los datos.

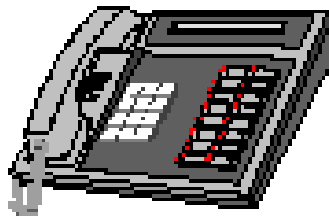
CDMA



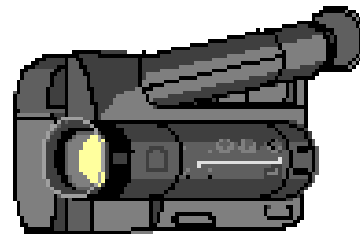
TDM



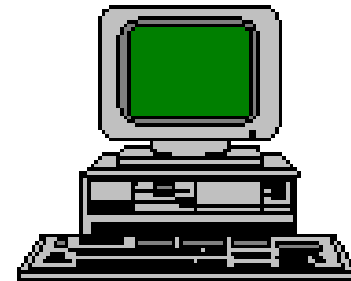
TDM



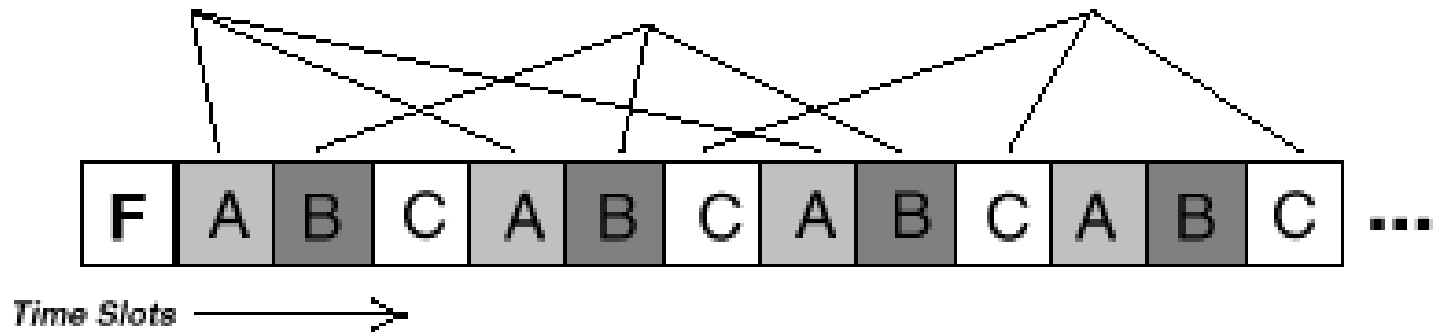
Voice into Slots A



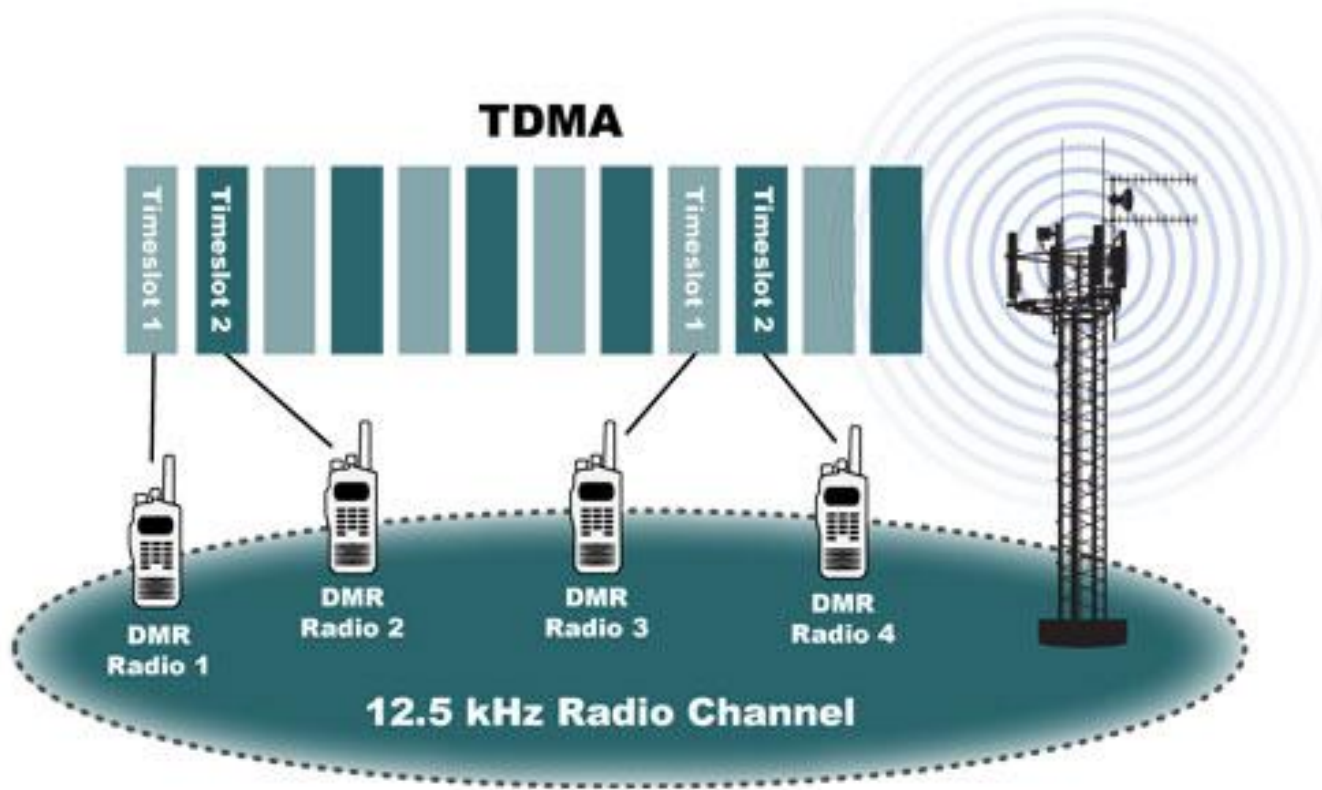
Video into Slots B



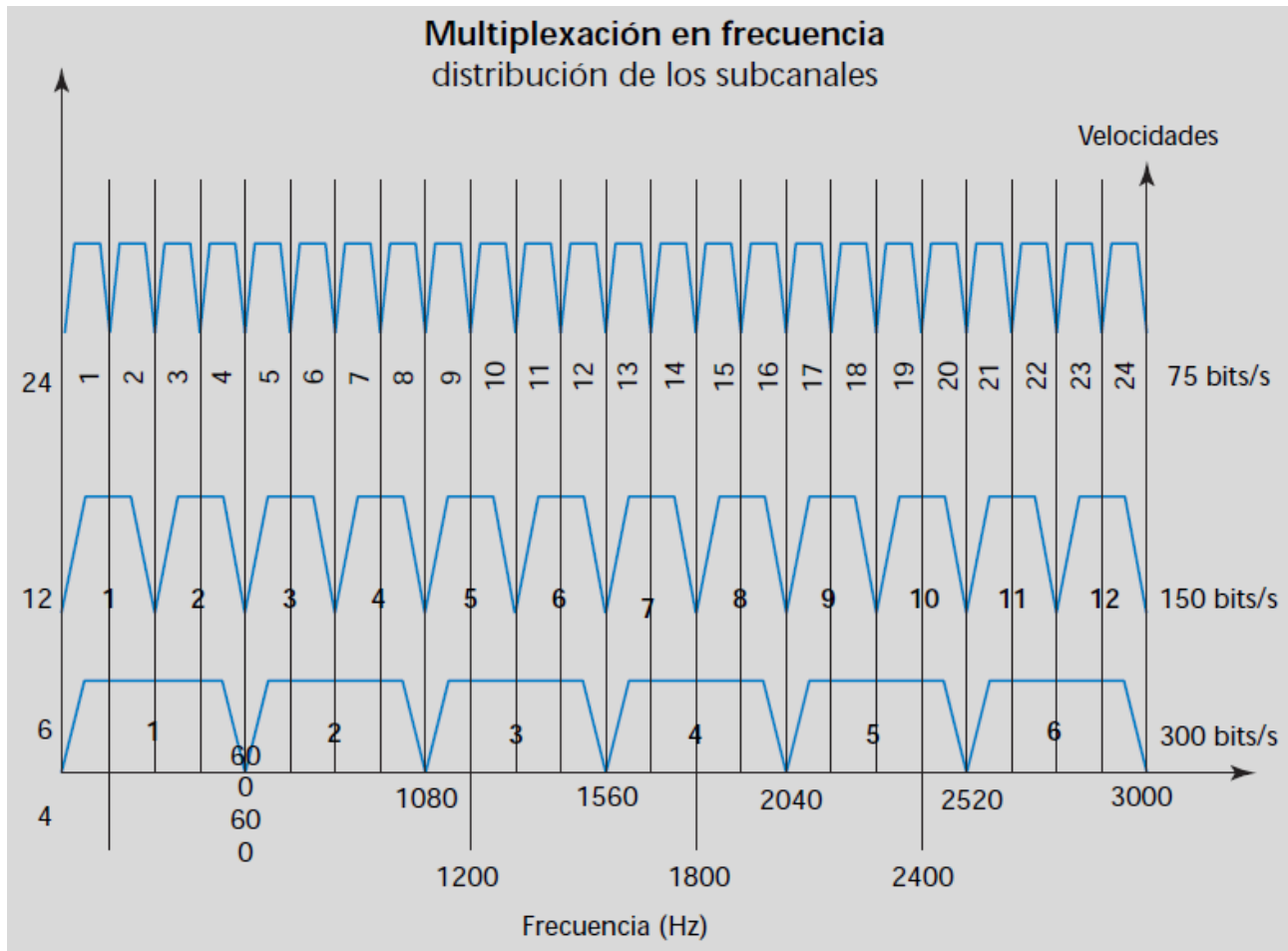
Data into Slots C



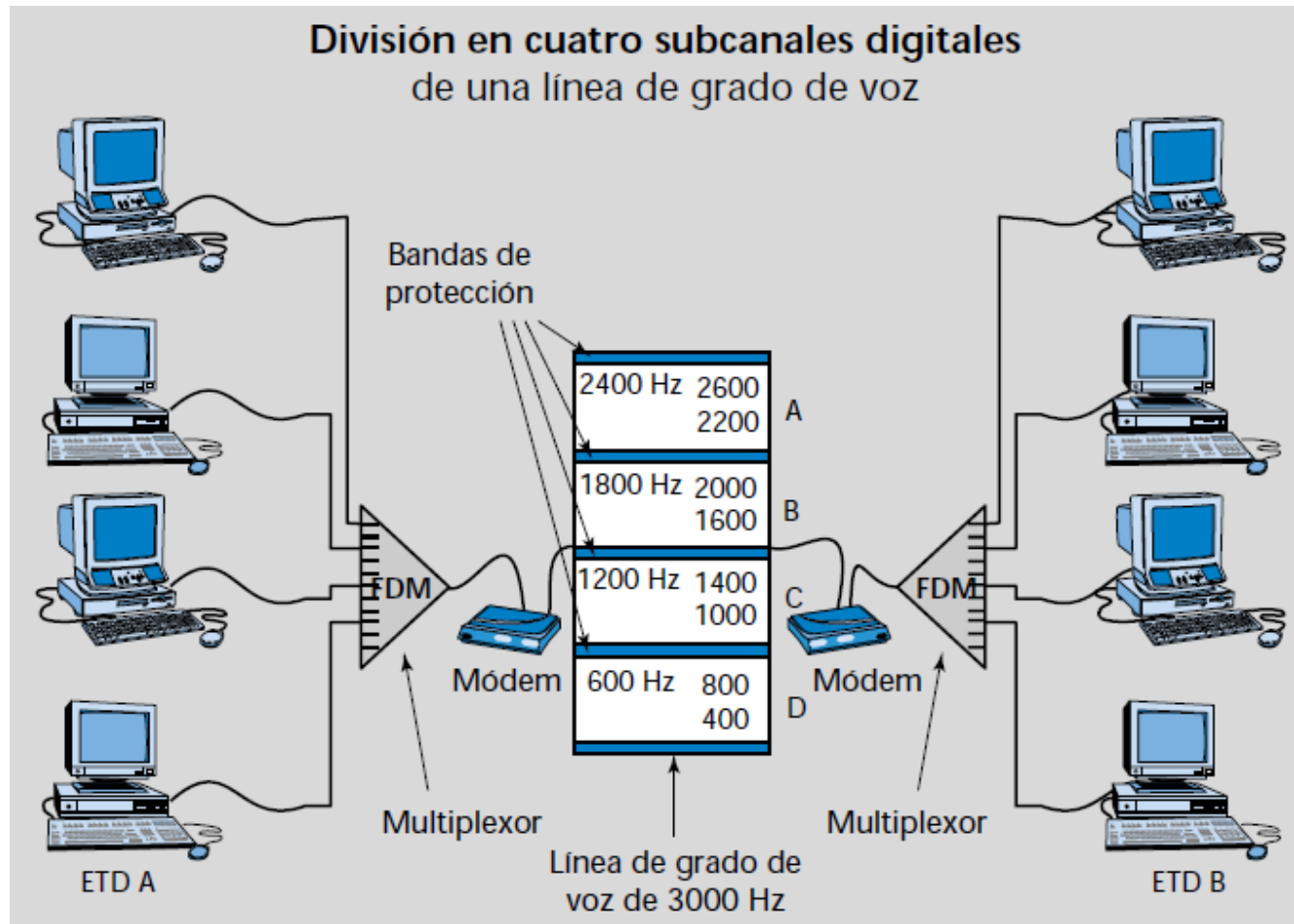
TDMA



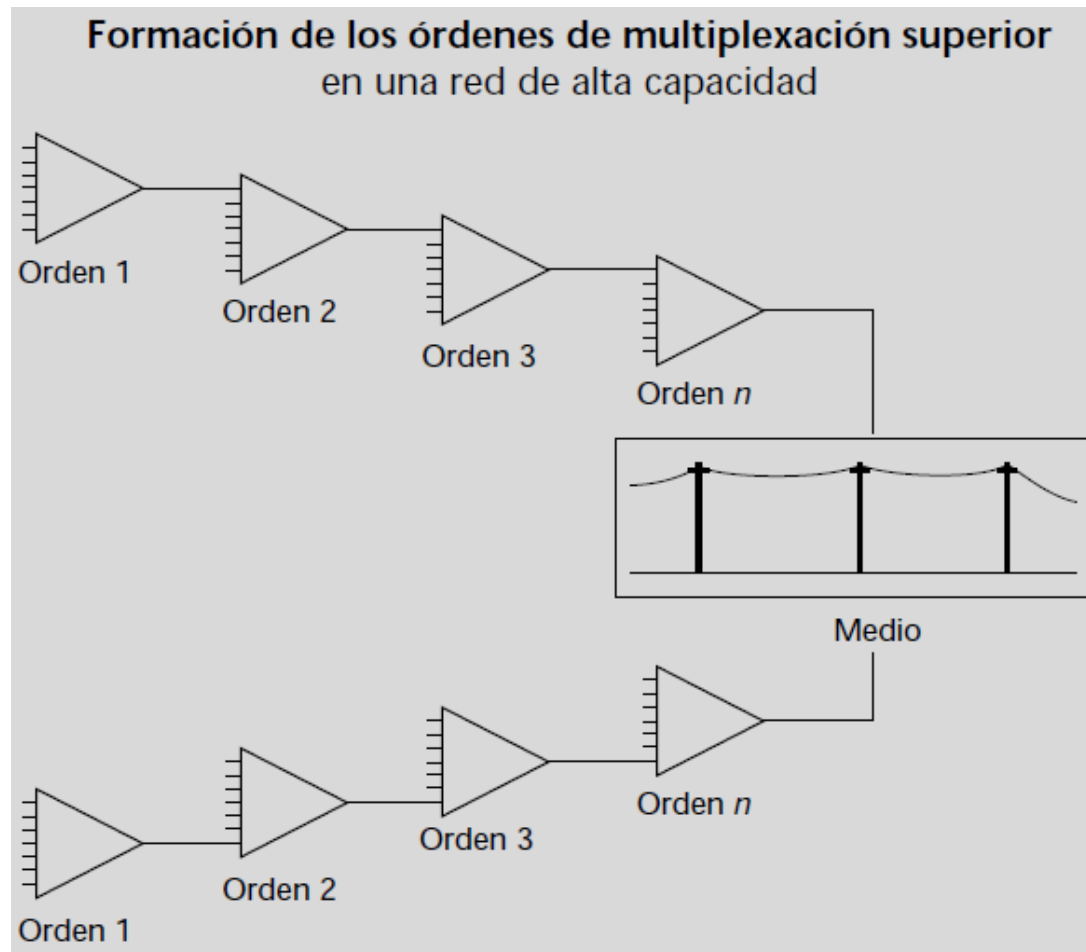
Ejemplo de FDM



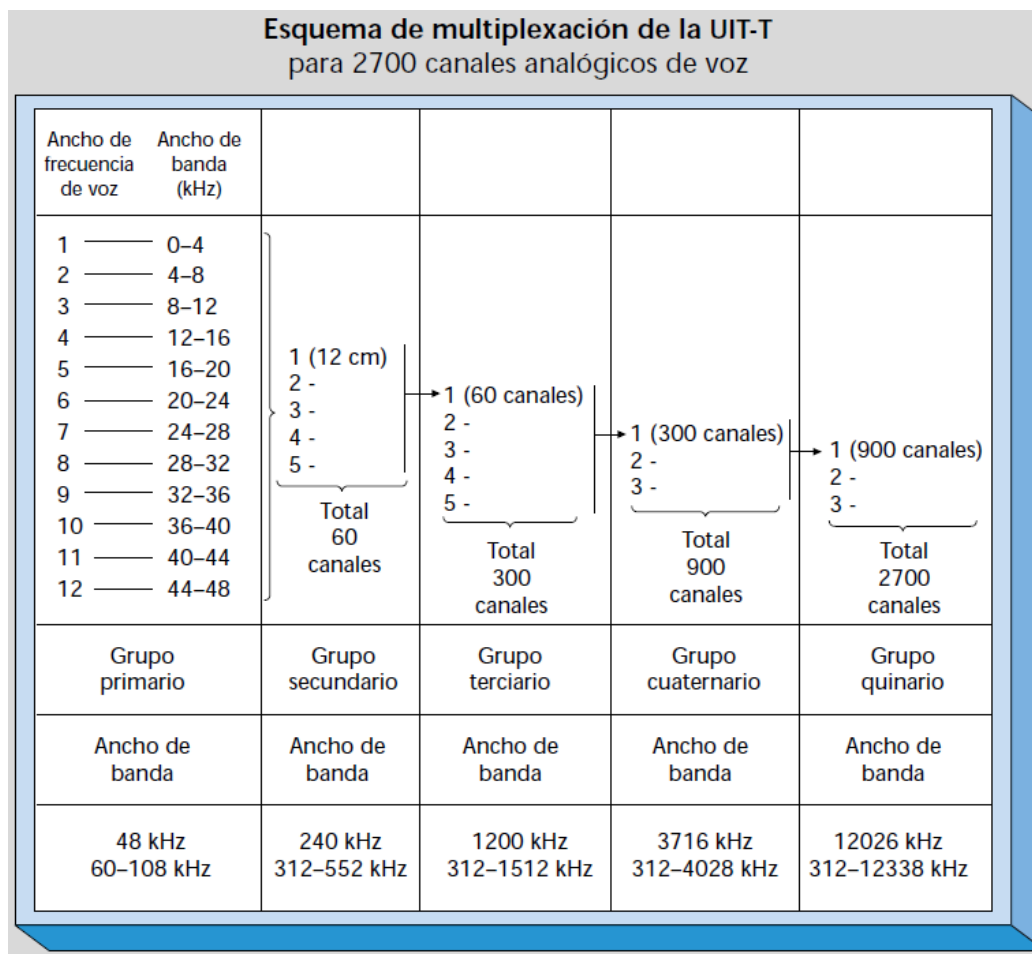
Ejemplo de FDM



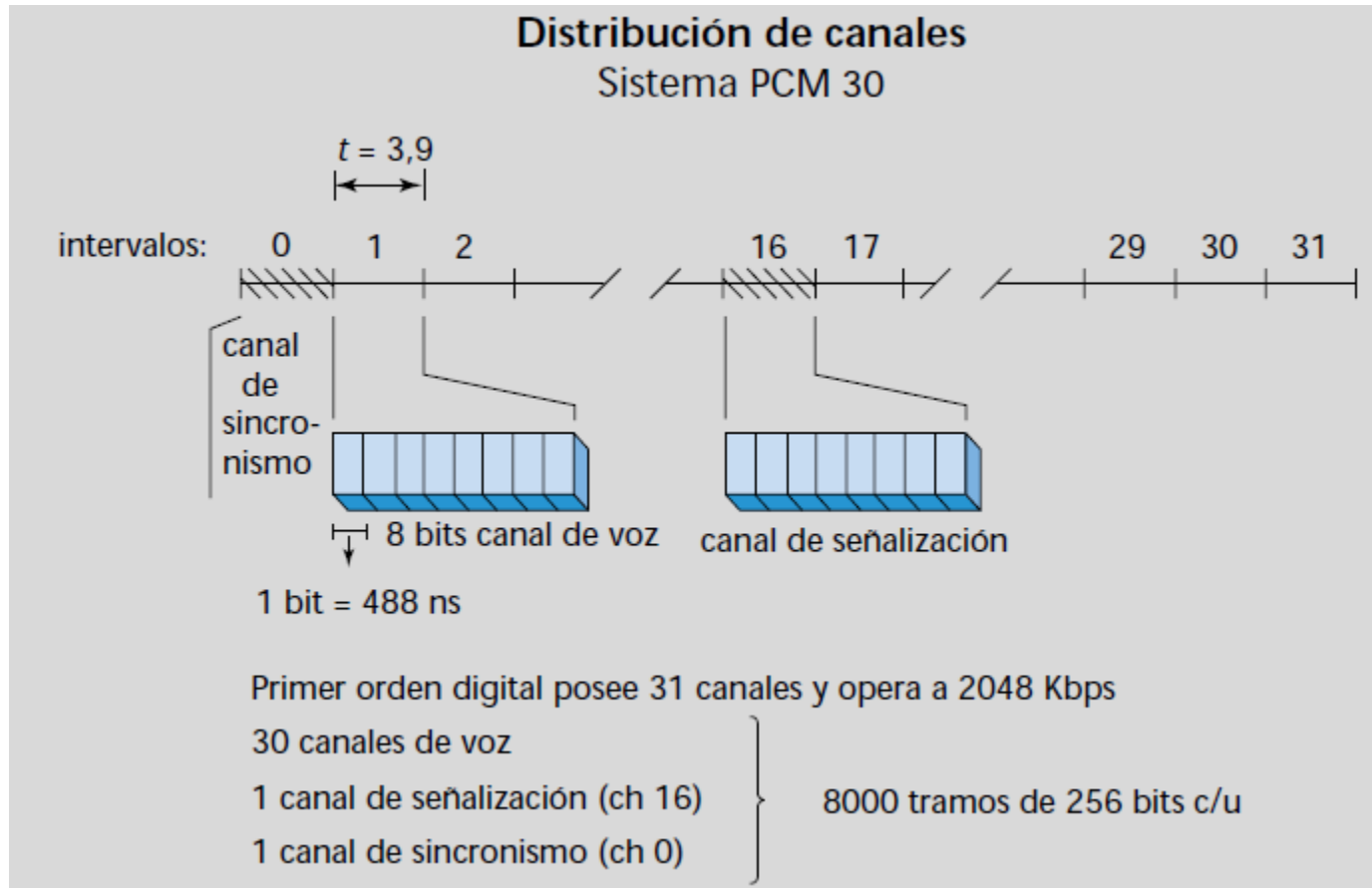
Esquema general de la multiplexación de canales



Multiplexacion analógica telefonica



Multiplexacion digital de 32 canales de 64 Kbps. (E1)

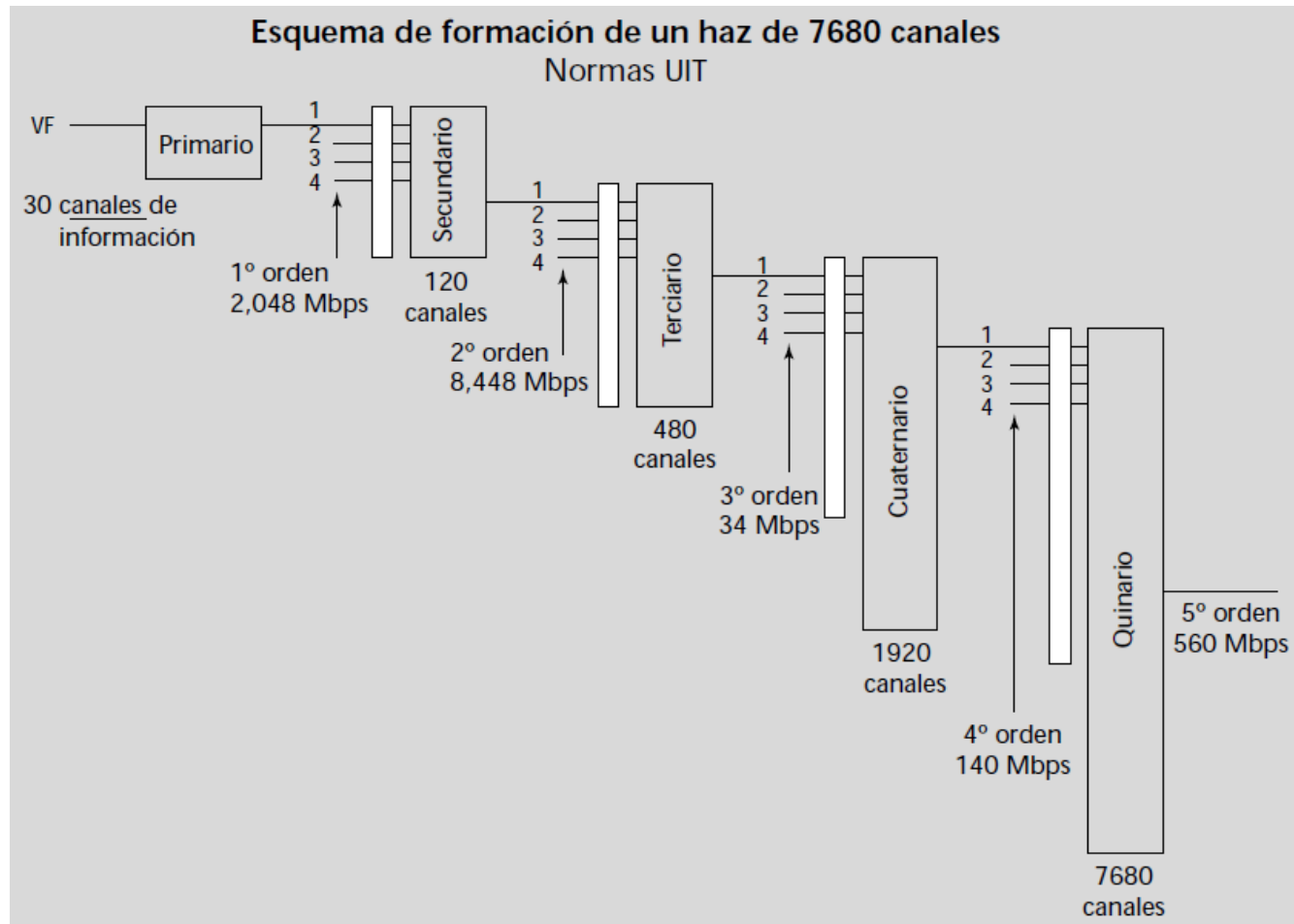


PDH- Jerarquía digital pleosincronica

E1 , E2 ,E3 , E4, E5

Jerarquía digital —Norma europea				
Orden ³	Velocidad de transmisión	Cantidad de bits por trama	Duración de la trama en μs	Nº de canales
1	2,048 Mbps	256	125,00	30
2	8,448 Mbps	848	100,38	120
3	34,368 Mbps	1536	44,69	480
4	139,264 Mbps	2904	20,85	1920
5	564,992 Mbps	2688	4,70	7680
FIGURA 4.63				

Ordenes digitales E1 , E2 , E3 , E4, E5



PDH Americana

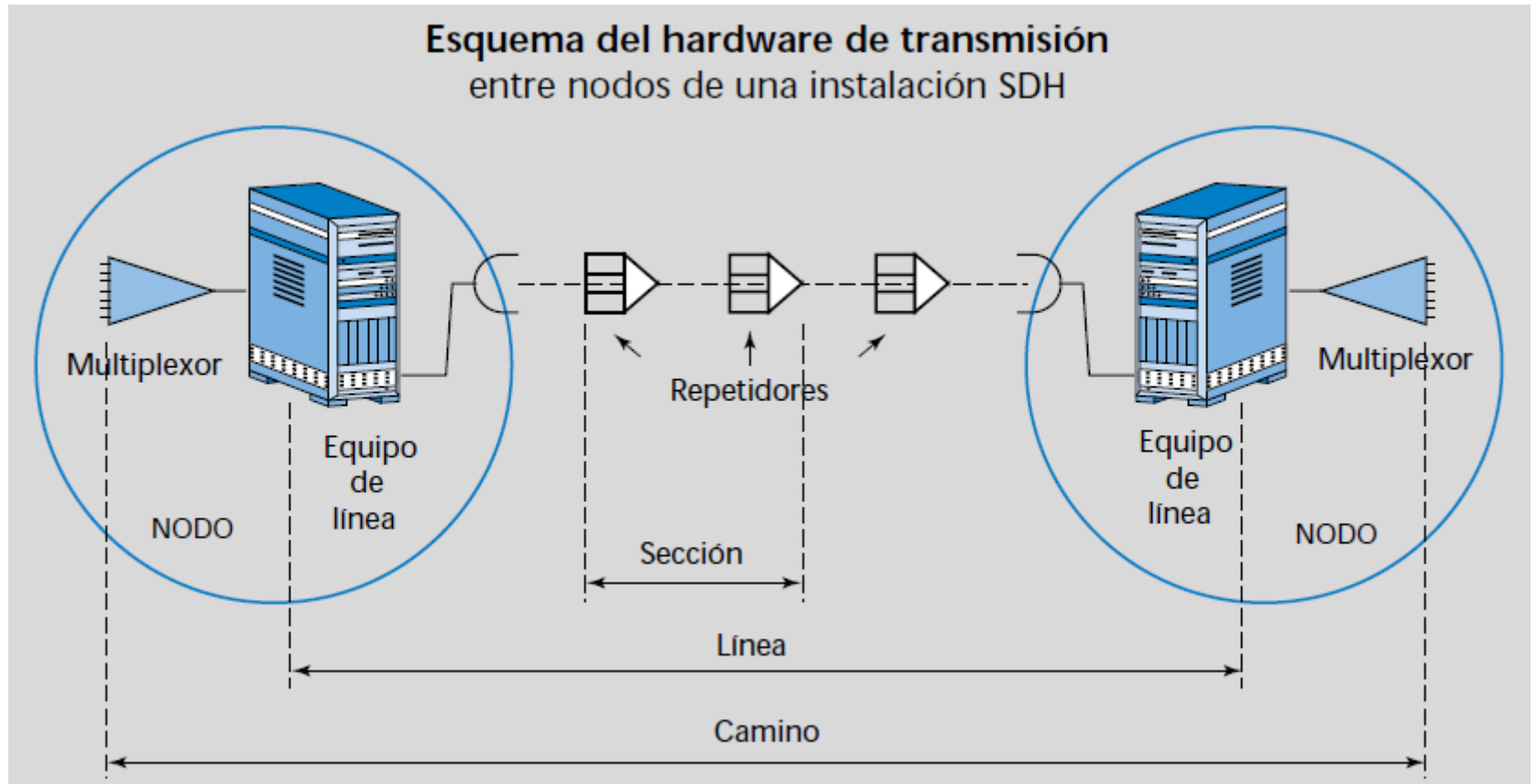
Ordenes digitales: T1 , T2 , T3 , T4

Jerarquía digital —Norma americana			
Orden ¹	Velocidad de transmisión	Grupos de orden inferior	Nº de canales
1	1,544 Mbps		24
2	6,312 Mbps	4	96
3	44,736 Mbps	7	672
4	139,264 Mbps	3	2016

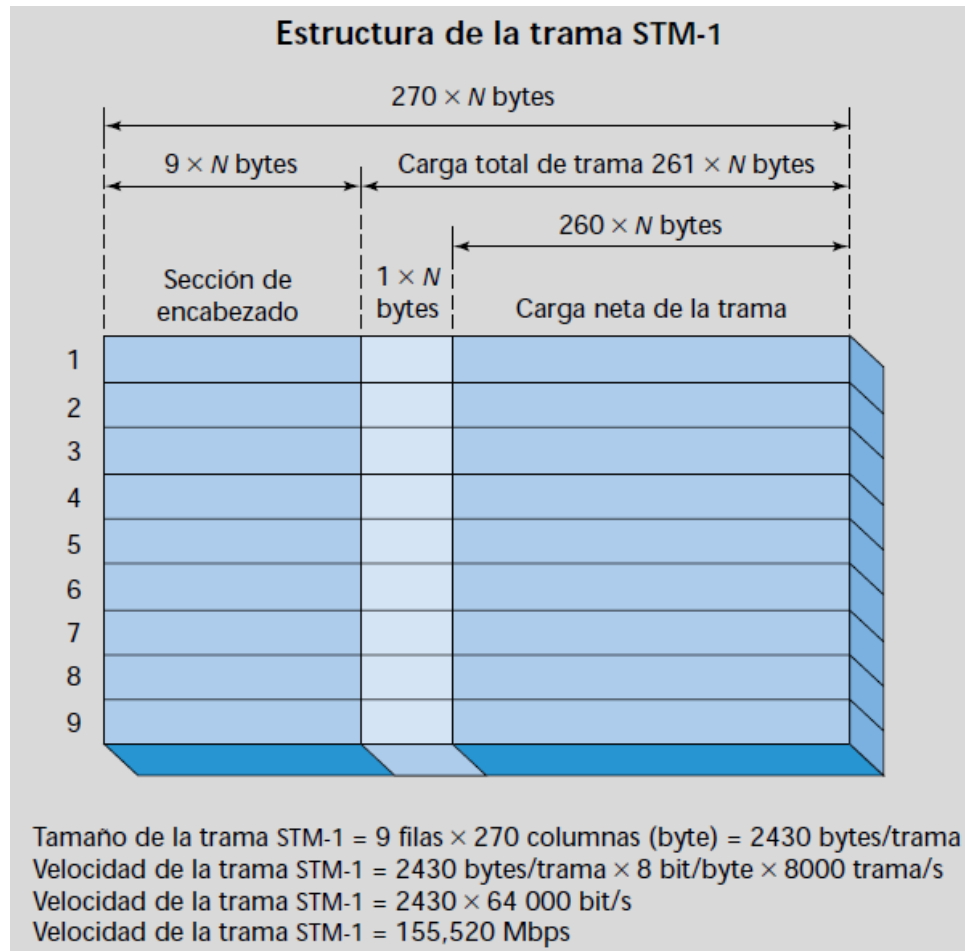
SDH – Jerarquía Digital Sincrónica

Jerarquía Digital Sincrónica (SDH)				
Denominación	Velocidad exacta	Valor de N	Nº de canales	Velocidad simplificada
STM-1	155,520 Mbps	1	1890	155 Mbps
STM-4	622,060 Mbps	4	7560	620 Mbps
STM-16	2488,320 Mbps	16	30 240	2,5 Gbps
STM-64	9953,280 Mbps	64	120 960	10 Gbps
STM-256	39 813,120 Mbps	256	483 840	40 Gbps

Instalación SDH



TRAMA STM 1



SDH – capacidad de transporte

Capacidad de transporte por niveles de multiplexación

Denominación	Velocidad exacta	<i>N</i>	Carga neta	SOH	Velocidad equivalente
STM-1	155,520 Mbps	1	2340 bytes	81 bytes	0,14976 Gbps
STM-4	622,060 Mbps	4	9360 bytes	324 bytes	0,59904 Gbps
STM-16	2488,320 Mbps	16	27 440 bytes	1296 bytes	2,39616 Gbps
STM-64	9953,280 Mbps	64	149 760 bytes	5104 bytes	9,58464 Gbps
STM-256	39 813,120 Mbps	256	599 040 bytes	20 736 bytes	38,33856 Gbps