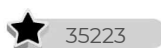


WUOLAH



TEAM_GETPPID__
www.wuolah.com/student/TEAM_GETPPID__



Resumen NIVEL FISICO.pdf

Resúmenes del temario de AR



2º Arquitectura de Redes



Grado en Ingeniería Informática



**Escuela Politécnica Superior de Córdoba
UCO - Universidad de Córdoba**

 **escuela
de negocios**
CÁMARA DE SEVILLA

MÁSTER EN DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS

www.mastersevilla.com

Inscríbete



BECAS

ARQUITECTURA DE REDES.TEMA 1: NIVEL FISICO

Carlos de la Barrera Perez

TEAM GETPPID [https://www.wuolah.com/perfil/TEAM-GETPPID\(\)](https://www.wuolah.com/perfil/TEAM-GETPPID())

Algunos festivales de interés para este verano 2019.

Algunos de los eventos más llamativos para el público joven son los festivales veraniegos.

El verano se acerca y muchos estaréis pensando en el final de los exámenes. En busca de animaros en vuestra recta final y de cara a las vacaciones, hemos pensado que os gustaría conocer algunos festivales aptos para todos.

Los festivales son el viaje casi perfecto para los jóvenes. Una combinación de camping, playa y música al gusto de cada uno. Un momento ideal para pasar algunos días de diversión con amigos, tu pareja o con quien prefieras.

Como hemos mencionado, hemos escogido algunos festivales interesantes para todos, es decir, festivales con diferente tipología de música, precios, lugar donde se celebran, etc. Sin más, aquí va nuestra selección:

1. Rock fest Barcelona. Si lo tuyo es el rock y el heavy este es tu festival. Celebrado en Barcelona, el Rock fest dará comienzo a su cinco aniversario este 2019, concretamente los días 4,5,6 y 7 de julio. Aunque el precio de su entrada es algo elevado, merece la pena por el elenco de grupos y bandas asistentes.

En la zona del Parc de Can Zam, en Santa Coloma de Gramenet, los asistentes al evento disfrutarán de conciertos de la mano de Def Leppard, Testament, Thunder, Kiss o Mago de Oz entre muchos otros artista de este calibre.

2. Cabo de Plata. Si estás abierto a todo tipo de estilos musicales Cabo de Plata es para ti. De lo más económico, este festival celebrado en el municipio costero de Barbate, en Cádiz, cuenta con numerosos estilos musicales: desde pop, flamenco pop, hip hop, rock o reagege. El festival dará comienzo a su sexta edición los días 24, 25, 26 y 27 de julio. Algunos de los



grupos asistentes al evento son Juanito Makandé, Natos y Waor, Orishas, Lola Indigo, Pendulum o Locoplaya.

3. Millo Verde. Paz, tranquilidad, brisa marina y mucho más encontrarás en Millo Verde. Este pequeño festival se celebra en Redondela (un municipio de Vigo) a orillas de la playa de Cesantes, donde se respira armonía en cada esquina.

Los estilos musicales que incluye este festival son el blues, rock y música folk. Pero esto no es todo, el festival organiza una variedad de actividades durante el día como torneos de baloncesto, danzas africanas, espectáculos, etc.

Un festival para toda la familia y, lo más importante, es totalmente gratuito. Otros festivales similares son el Festival de Pardiñas o el Festival Internacional Del Mundo Celta De Ortigueira.

4. Tomorrowland. Saltamos de escenario y nos vamos a Bélgica, concretamente a la localidad de Boom. Se trata de uno de los mayores festivales a nivel internacional y el estilo musical que prima es la electrónica.

Su elevado precio no es nada para las 400.000 personas que pisan el festival cada año y de 200 diferentes nacionalidades.

Para esta ocasión el festival se celebra los días 19, 20, 21, 26, 27 y 28 de julio. Este año el festival aún no ha anunciado el cartel de asistencia, pero podemos hacernos una idea con los participantes de otros años: Alan Walker, Hardwell, Steve Aoki, Don Diablo, Lil Pump y muchos más.

Un evento también de electrónica celebrado en España es el **Dreambeach**, mucho más económico y que cuenta también con grandes artistas.

5. Reggaeton Beach Festival. Si eres partidario del baile este festival es ideal. El evento se celebra cada año en cuatro ciudades diferentes: Benidorm (13 de julio), Mallorca (20 de julio), Barcelona (27 de julio) y Santander (28 de julio).

Los artistas más influyentes del reggaeton los vas a encontrar en este festival. Don Omar, Karol G, Farruko, Natti Natasha, Manuel Turizo, Bryant Myers, etc. Una fiesta a lo grande, baile, música, risas, amigos y el mejor ambiente festivalero.

Wuolah Giveaway

Proyector portátil Full HD. Llévate el cine a casa o a donde quieras con este proyector. Disfruta de películas y series.



Wuolah Giveaway

Batería externa Xiaomi. Consigue esta batería externa que te sacará de un apuro en los próximos festivales. ¡Participa!

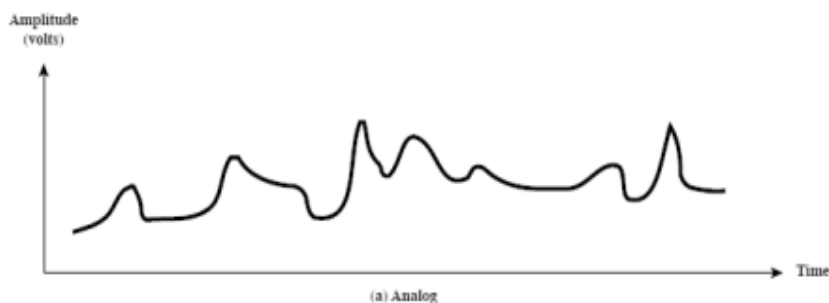
Conceptos y definiciones previos al tema del nivel físico

- **Armónico:** Frecuencia que define a una señal, una señal puede poseer varios armónicos.
- **Espectro:** Conjunto de armónicos que constituyen una señal, el espectro define la periodicidad de la señal.
- **Modulación:** Proceso que implica variar las características de una onda de acuerdo con una señal que transmite información. Lo que hacemos en este caso es sumar varias señales analógicas de forma que se asemeje a una digital que tiene la información que queremos transmitir, eso se llama modulación por frecuencia.
- **Onda portadora:** Onda que transmite la información.
- **Ecualización de señal:** Aplicar más armónicos a una señal y establecer valores para los mismos lo que nos da una señal más limpia y menos susceptible al ruido y la atenuación.
- **Dato:** Información que se transporta que puede ser analógica o digital.
- **Señal:** Representación eléctrica o electromagnética de los datos.
- **Transmisión:** Comunicación de datos mediante la propagación de señales, puede ser analógica o digital. Esta última permite ventajas como la seguridad, integridad de los datos o la integración de un mayor número de datos (voz, video, etc...).
- **Ancho de Banda:** Conjunto de frecuencias que se van a utilizar en la transmisión. Cuanto más ancho de banda exista, más armónicos hay disponibles. Por tanto, el ancho de banda establece una limitación física a la velocidad de transmisión. El ancho de banda establece una frecuencia máxima y mínima, entre las cuales se puede enviar la señal, en dicho rango de frecuencia han de encontrarse los picos máximos de energía de la señal para que la transmisión se óptima.
- **Ecualización:** Proceso en el que se ajustan los armónicos de una señal de forma que esta sea mas limpia, esto hace posible que sea menos susceptible a armónicos y atenuación.
- **Canal:** Medio de transmisión.
- **Nivel:** Conjunto de distintos voltajes de señal que circulan por el canal, lo que permite tener “varios canales” dentro de un canal.

1. Señal en el dominio del tiempo

Una señal considerada en el dominio del tiempo se puede clasificar en dos grupos, según sea digital o analógica y según sea o no periódica.

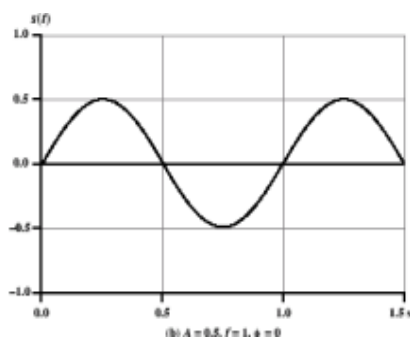
- **Analógica:** La intensidad de la señal presenta variaciones a lo largo del tiempo.



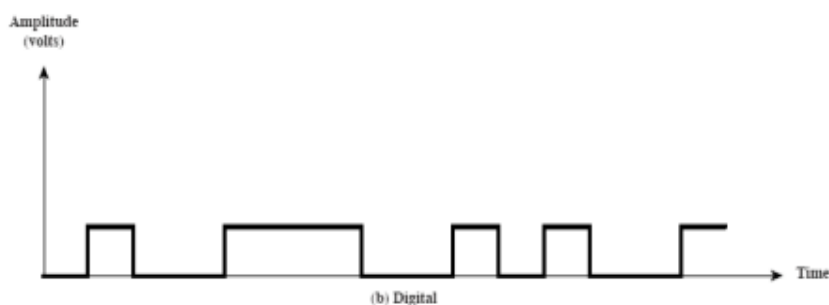
- Continua: La variación de intensidad de produce suavemente, sin presentar saltos ni discontinuidad, por ejemplo, una onda senoidal.

$$\lim_{t \rightarrow a} s(t) = s(a), \forall a$$

Para que sea continua se cumple que:



- **Digital:** Se dice que esta señal es discreta, esto significa que la intensidad se mantiene constante en un intervalo de tiempo, tras dicho intervalo, la señal cambia a otro valor constante.

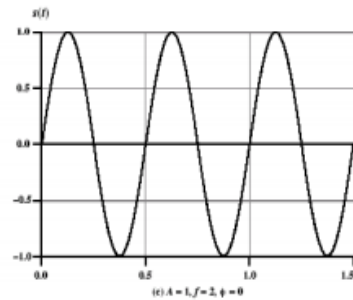




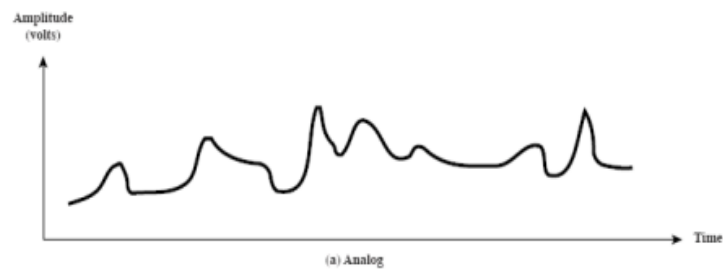
TEMA 1: NIVEL FISICO

TEAM GETPPID()

- **Periódica:** El patrón que describe la señal se repite a lo largo del tiempo. Para que una señal sea periódica ha de cumplirse que : $s(t + T) = s(t)$, $-\infty < t < +\infty$



- **No periódica:** No obedece a ningún patrón que se repita a lo largo del tiempo.



Una onda característica en el dominio del tiempo, es la onda senoidal, esta viene definida por:

$$s(t) = A \sin(2\pi f t + \varphi)$$

Existen una serie de parámetros a tener en cuenta para este tipo de ondas:

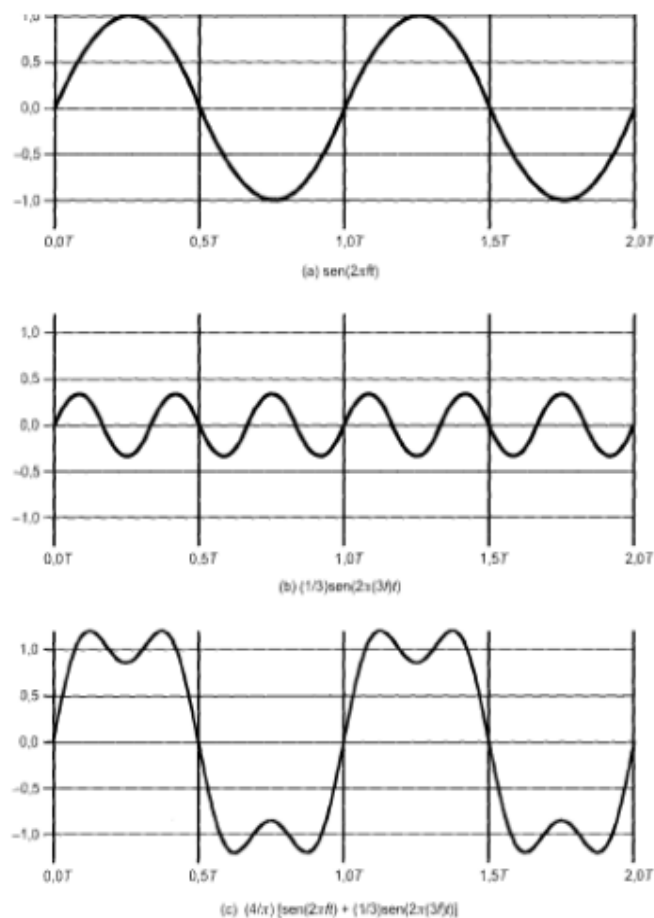
- **Amplitud (A):** Valor máximo y mínimo de la señal en el tiempo.
- **Frecuencia (f):** Cuantas veces la onda realiza un ciclo completo, se mide en Hz
- **Fase (φ):** Medida de la posición de la señal dentro de un periodo de la misma, una onda desfasada empieza fuera del 0.

2. Señal en el dominio de la frecuencia

El dominio de la frecuencia habla de las frecuencias que constituyen una señal, esto se explica con una serie de Fourier que suma una serie de señales cada una con su amplitud, frecuencia y fase. Mediante dicha suma, se consigue una señal nueva.

$$s(t) = \frac{1}{2}c + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin(2\pi n f t) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \cos(2\pi n f t)$$

A continuación, se muestra un ejemplo de una señal nueva creada a partir de la suma de otras señales.



La nueva señal constará de un espectro formado por las frecuencias de las señales que dará lugar a un ancho de banda que será mayor cuanto mayor sea el espectro (Ancho de banda absoluto) y otra parte del espectro concentrará la mayor parte de la energía de la señal (Ancho de banda efectivo)

En el dominio de la frecuencia existe algo llamada componente continua, si una señal contiene un componente de frecuencia 0, tendrá una amplitud promedio distinta de 0.

3. Posibles perturbaciones en la transmisión.

Las perturbaciones son una serie de condiciones que pueden darse en momentos y condiciones determinadas y afectan a la transmisión de la información ya sea en medio guiado o no guiado, y puede suponer la ralentización de la transmisión o la pérdida total o parcial de los datos. Existen varios tipos de perturbaciones:

- **Atenuación:** Es una pérdida de la energía de la señal que se produce debido a la distancia. Además en el caso de los medios no guiados entran en juego otros factores como las condiciones atmosféricas u obstáculos de cualquier tipo. Es posible solucionarla utilizando amplificadores de señal y/o repetidores.
- **Distorsión de Retardo:** Se produce debido a que la velocidad de propagación de una señal a través de un medio guiado varía con la frecuencia. Puede producir solapamiento entre las señales que circulan por un canal provocando interferencias y alterando por tanto la información que se transmite.
- **Ruido:** Se trata de señales no deseadas que se insertan en la transmisión. Existen varios tipos:
 - **Ruido térmico:** Se produce por la agitación térmica de los electrones, afecta a todo el espectro de la señal, a esto lo conocemos como ruido blanco.

$$N_0 = kT$$

- Para un ancho de banda de 1Hz

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

- Donde K es la constante de Boltzman:

- **Ruido de intermodulación:** La suma de armónicos que se realiza cuando realizamos una modulación por frecuencia introduce pequeñas variaciones. Cuanto más armónicos utilizamos para modular puede haber más ruido. Para solucionar este problema se utilizan filtros de ajustes de amplitud.
- **Diafonía:** Ocurre cuando trabajamos con dos o más canales de comunicación, puede ocurrir que las señales que circulan por ellos se sumen.
- **Ruido impulsivo:** Pulso de energía que se inserta de manera repentina en la señal provocando una gran variación de la amplitud en un instante muy pequeño.

4. Capacidad del canal

Existen dos definiciones para calcular la capacidad del canal.

- **Nyquist:** Define la capacidad del canal según niveles y considerando el canal exento de ruido. Para un nivel con ancho de banda B, la mayor velocidad es 2B. Para un numero M

$$C = 2 B \log_2 M$$

de niveles:

- **Shannon:** Tiene en cuenta el ruido para definir la capacidad del canal:

$$C = B \log_2 (1 + SNR)$$

Donde SNR es la señal de ruido.

- **Eb/No:** Cociente entre la energia de la señal por bit y la densidad de potencia de ruido por hercio:

○ **Donde:**

- **S:** Potencia de la señal.
- **R:** Velocidad de transmision.
- **K:** Constante de Boltzman.
- **T:** Temperatura.
- **Eb:** Energia de la señal.
- **No:** Potencia de ruido por hercio.

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{S / R}{N_0} = \frac{S}{kTR}$$

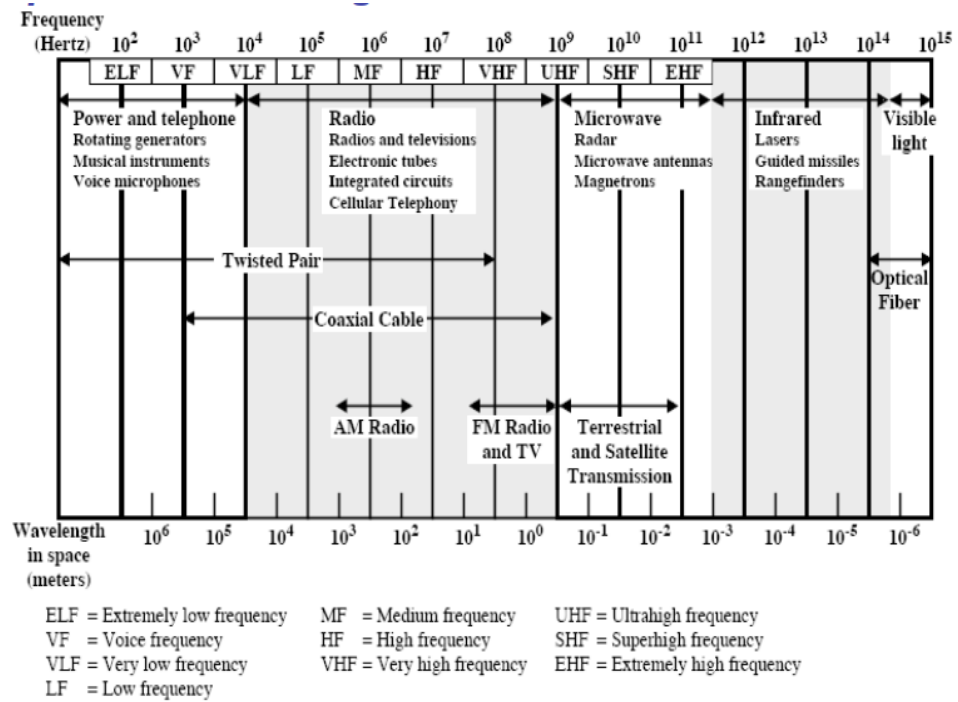
$$\left(\frac{E_b}{N_0} \right)_{dB} = S_{dBW} - 10 \log R + 228,6 dBW - 10 \log T$$



TEMA 1: NIVEL FISICO

TEAM GETPPID()

5. Espectro electromagnético



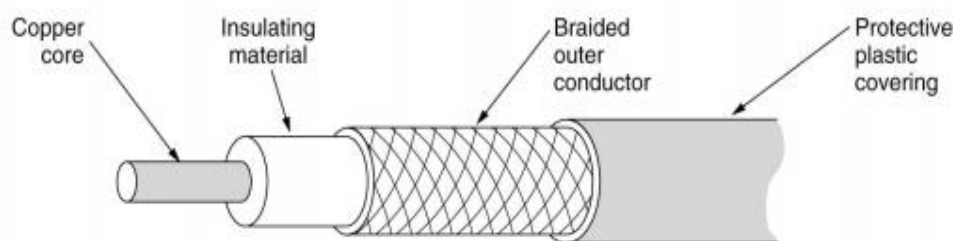
$$V = \lambda * f \quad f = v / \lambda \quad \lambda = V * T = V / f$$

- Donde
 - V: Velocidad
 - f: Frecuencia
 - λ : Espectro.
 - T: Periodo

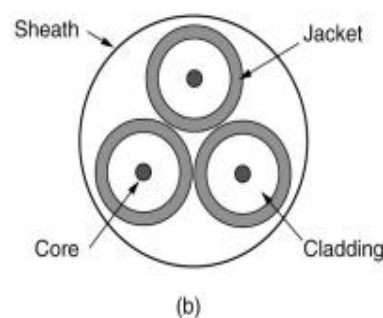
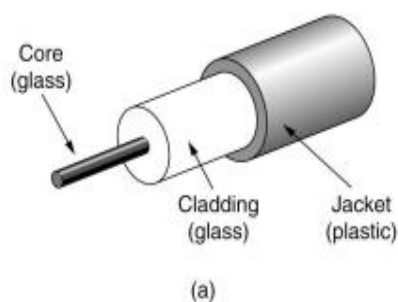
6. Medios de transmisión

Es el camino físico entre el emisor y el receptor. Lo que se busca es que el canal permita la mayor velocidad de transmisión posible a la mayor distancia posible, a lo cual le influyen factores como el ancho de banda o las perturbaciones.

- **Medios guiados:** Son los que van por cable. Hay diferentes tipos:
 - **Cable de par trenzado:** Cable que en su interior contiene varios pares de cables de cobre que van trenzados para reducir la diafonía. Puede ir recubierto por una malla metálica para proteger la señal (Apantallado) o no (No apantallado). Este cable es muy susceptible a atenuación, interferencias y ruido. Necesita de un repetidor cada 100m.
 - **Cable coaxial:** Cable de cobre que transmite y va protegido por varias capas de otros materiales. Soporta mayores frecuencias y velocidades que el de par trenzado además de ser menos susceptible a diafonía e interferencias.



- **Fibra óptica:** Fibra de 2 a 125 μm por la que circula un haz de luz que transmite información. Es muy caro pero garantiza gran velocidad de transferencia a muy larga distancia.



La fibra de vidrio va recubierta por un material gracias al cual la luz se refleja y de esta forma circula por la fibra. El ángulo en el que la luz se refleja, va en función de dicho revestimiento así como el grosor de la fibra, de este ángulo depende la velocidad de transmisión.

La fibra óptica permite trabajar en un rango de frecuencia sin atenuación, además de que apenas es afectada por el ruido.

Existen dos tipos de fibra óptica:

- **Monomodo:** El haz de luz circula sin rebotar por las paredes del revestimiento lo que permite velocidades de transferencias altas, el haz de luz ha de ser por tanto muy potente. Solo un haz de luz puede viajar por el cable. Se usa para cubrir grandes distancias.
 - **Indice Gradual:** El numero de haces de luz es menor que en el indice discreto y por lo tanto su distancia de propagacion es mayor.
- **Multimodo:** Los haces de luz rebotan en las paredes del revestimiento, lo que permite una mayor cantidad de haces de luz circulando por la fibra. Se usa en redes domesticas.

El haz de luz puede ser producido por un diodo LED o por ILD (Impulso de diodo LED)

- **Medios no guiados:** En la transmision no guiada, tambien conocida como inalambrica, la transmision la realiza una antena, esta consiste en un conductor electrico capaz de radiar o captar energia electromagnetica. Si la antena radia igual potencia en todas direcciones, se le llama isotrópica o antena ideal.

Ganancia de la antena: Es una medida de direccionalidad que, dada una dirección, se define su ganancia como la potencia de salida en dicha dirección comparada con la potencia transmitida por una antena.

Tipos de medios no guiados:

- **Microondas terrestres:** Su banda de frecuencias está entre los 1 y 40Ghz y utiliza la típica antena parabólica con forma de plato. Es utilizada en servicio de telecomunicación de larga distancia siendo una buena alternativa al cable coaxial y fibra óptica.

- **Atenuación:** Siendo d la distancia y lambda la longitud de

$$L = 10 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 \text{ dB}$$

onda.

- **Microondas por satélite:** Utiliza las mismas antenas parabólicas de plato que el método anterior añadiendo además unos satélites que son estaciones dedicadas a retransmitir microondas, estos satélites son de orbita geoestacionaria y el canal que establecen se llama "canal transpondedor". Suele utilizarse en televisión y telefonía.

A consecuencia de la distancia con el satélite, pueden haber retrasos de aproximadamente 250ms.

El rango óptimo de transmisión está entre 1 y 10 GHz

- **Ondas de radio:** Esta transmisión utiliza antenas isotrópicas/omnidireccionales/ideales. Se utilizan en televisión y radio FM.

- **Atenuación:** Siendo d la distancia y λ la longitud de

$$L = 10 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 \text{ dB}$$

onda.

Tiene un rango de frecuencias entre los 30 MHz y 1 GHz.

- **Infrarrojos:** Se llevan acabo mediante transceptores (dispositivos que transmiten y reciben), estos modulan la luz infrarroja, para ello deben estar alineados directamente o accesibles a través de la reflexión de una superficie.

Tienen el inconveniente de que transmiten a distancias muy cortas y además no pueden atravesar obstáculos. Sin embargo no tienen problemas de seguridad o asignación de frecuencias.

7. Codificación y modulación

Tanto la información analógica como la digital puede ser codificada mediante señales analógicas o digitales, elección que dependerá de los requisitos exigidos:

- **Datos digitales, señal digital:** Es la forma más sencilla de codificar, se asigna un nivel de tensión al 1 binario y otro distinto para el 0.
- **Datos digitales, señal analógica:** Utiliza técnicas como modulación por desplazamiento de amplitud (ASK), modulación por desplazamiento de frecuencias (FSK) y modulación por desplazamiento de fase (PSK). Utilizada por los modems.
- **Datos analógicos, señal digital:** Utiliza la técnica por impulsos codificados (PCM) que implica muestreo constante de los datos analógicos. Utilizada para transmitir datos como voz y video a través de sistemas digitales.
- **Datos analógicos señales analógicas:** Los datos analógicos se modulan mediante una portadora, lo que genera una señal analógica en una banda de frecuencias diferente. Se utiliza modulación en amplitud (AM), modulación en frecuencia (FM) y modulación de fase (PM).

Existe una velocidad de transmisión y de modulación que deben ajustarse para prevenir cuellos de botella. La velocidad de modulación la define el sistema encargado de realizar dicha tarea, y se mide en baudios. La velocidad de modulación dependerá del método elegido.

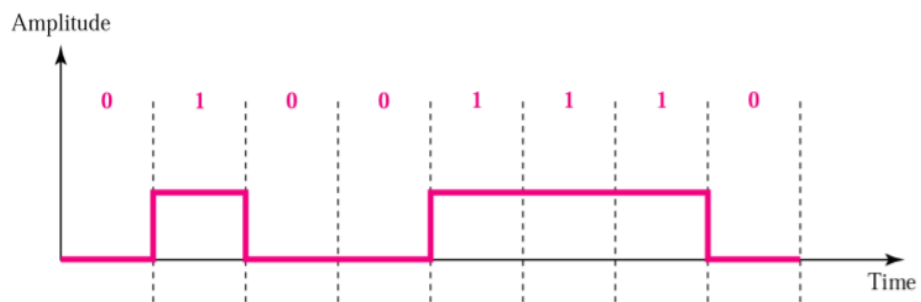


TEMA 1: NIVEL FISICO

TEAM GETPPID()

7.1 Clasificación de codificación-modulación en Datos digitales, señales digitales

Unipolar: Viene definida por el 1 lógico y este se asigna a un voltaje, el 0 en cambio no se asigna a ningún voltaje. En una señal unipolar todos los elementos tienen el mismo signo: o todos positivos o todos negativos. Presenta inconvenientes de sincronización y además está en desuso.

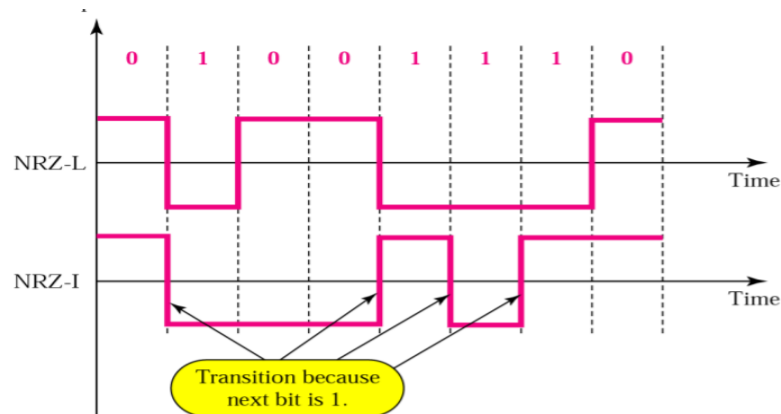


Bipolar: Asigna un voltaje al 0 y otro voltaje al 1.

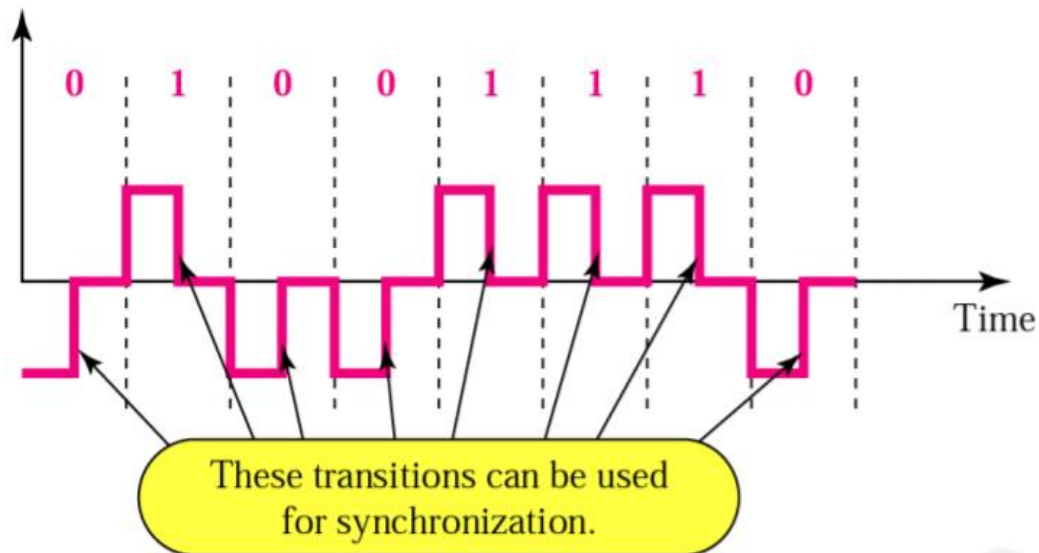
Polar: Representa un estado lógico mediante un nivel positivo de tensión y el otro estado mediante un nivel negativo.

No retorno a 0: Esta técnica se basa en no volver al 0 en el gráfico. Su implementación es fácil y además hace un buen uso del ancho de banda, pero flaquea en la capacidad de sincronización.

- **NRZ:** La ausencia de tensión representa un 0 y la presencia de tensión con un nivel constante y positivo.
- **NRZL:** Utiliza un valor positivo para una tensión y un negativo para otra.
- **NRZI:** Codifica los datos mediante la ausencia de una transición de la señal al principio del intervalo de duración del bit, el 1 se codifica con la transición y el 0 con la ausencia de transición.

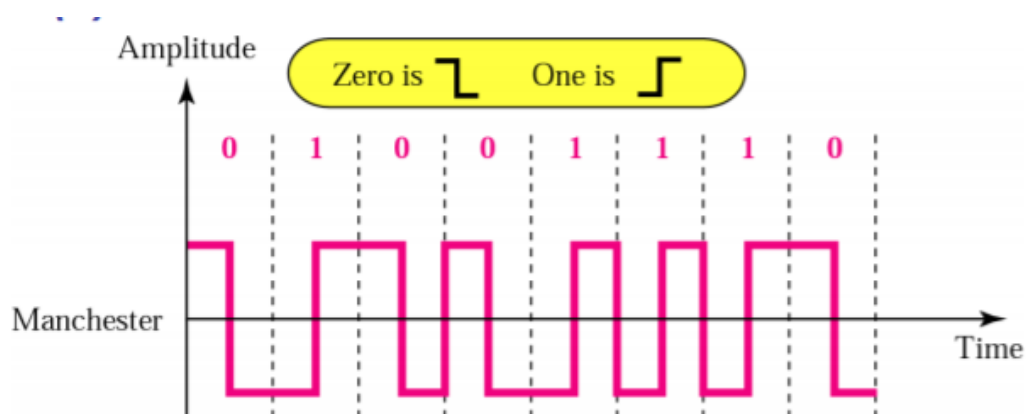


Retorno a 0: Esta técnica hace una parada obligatoria por el 0 tras la transmisión de cada bit en el gráfico para dar un pequeño intervalo de tiempo que posibilita la sincronización. Además facilita la detección de errores.

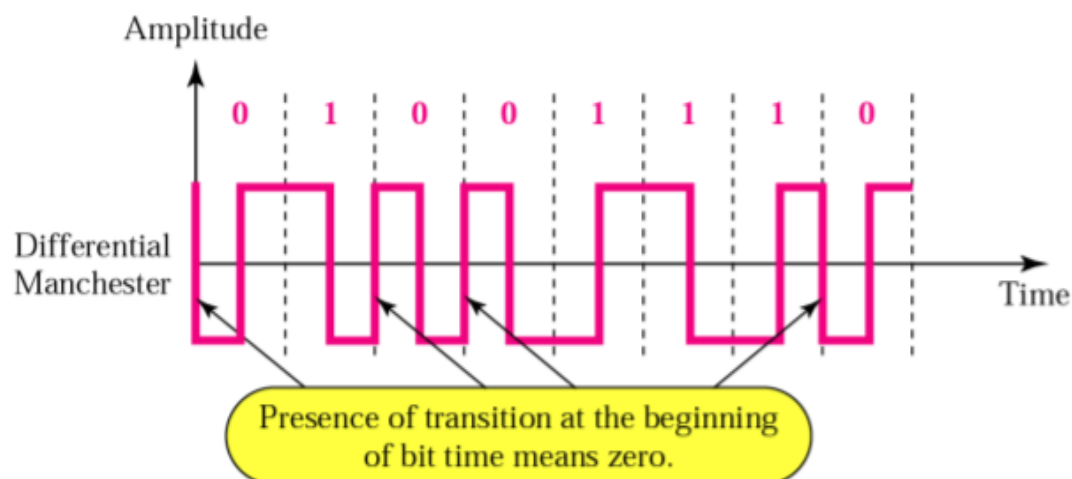


Bifase: Se utilizan dos frecuencias distintas que están desfasadas, se diseñaron para superar las dificultades de las anteriores. Existen dos tipos:

- **Manchester:** A mitad del intervalo de duración del bit, ocurre una transición la cual sirve para sincronizar y para transmitir otros datos de paso.



- **Manchester diferencial:** La transición a mitad del intervalo se utiliza solo para sincronizar. El 0 es la presencia de una transición al principio de un bit y el 1 es la ausencia de la transición al principio del intervalo.

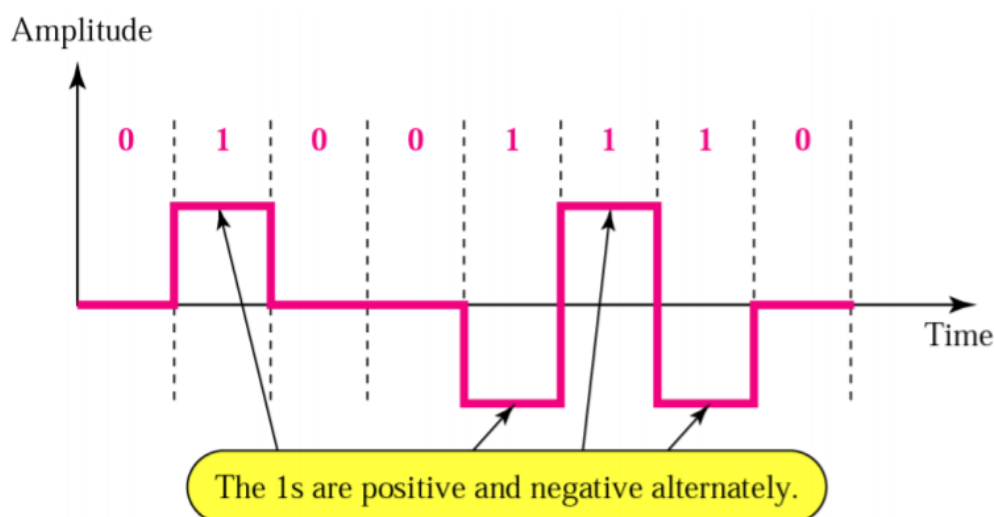


Las técnicas bifase fuerzan al menos una transición por cada bit pudiendo haber incluso dos, esto provoca que la velocidad de modulación máxima sea el doble que en los códigos NRZ.

Los códigos bifase se llaman “auto sincronizados” porque el receptor se sincroniza utilizando las transiciones vistas anteriormente.

Estos códigos tampoco tienen componente continua, y facilitan la detección de errores al notificar la ausencia de una transición a mitad del intervalo.

Binario Multinivel: Usan más de un nivel de señal, por ejemplo el 1 puede ser representado tanto por un valor negativo como positivo y el 0 con la ausencia de señal o viceversa. Mejora la sincronización con respecto los códigos NRZ, pero presenta algunos problemas en velocidades de transmisión grandes. Proporciona una buena detección de errores al observar largas cadenas de ceros donde, además, aprovecha para efectuar la sincronización.



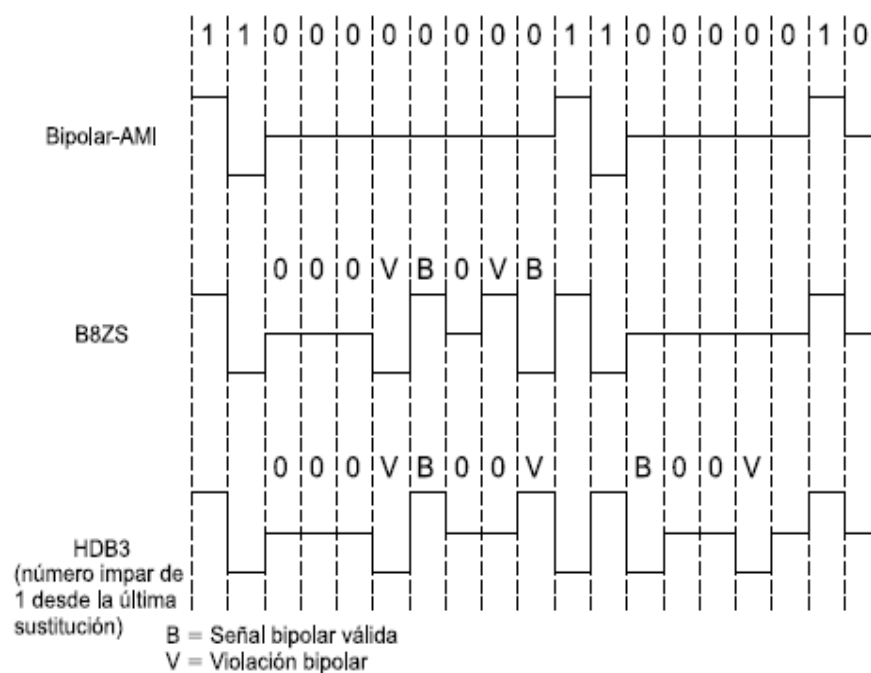
Técnicas de aleatorización: Estas técnicas se idearon para sustituir a la Bifase en comunicaciones a larga distancia debido a que la bifase requiere alta velocidad de modulación comparada con la velocidad de transmisión.

La aleatorización consiste en utilizar algún método para desordenar la información, de esta forma conseguimos reemplazar las secuencias de bits que den lugar a niveles de tensión constante por otras secuencias que proporcionan el suficiente número de transiciones mediante las cuales el receptor aprovecha para mantener una sincronización.

El receptor por tanto debe identificar la secuencia desordenada y sustituirla por la original, esto no implicara que la velocidad de transmisión empeore.

En resumen, las técnicas de aleatorización permiten evitar la componente continua, evitar secuencias largas de tensión nula, mejorar la velocidad de transmisión y capacidad para detectar errores.

Uno de los tipos de aleatorización más utilizados es el Bipolar con Sustitución de Ocho Ceros (B8ZS), que se aplica sobre un código AMI donde una secuencia larga de ceros puede provocar desincronización.



- Si encontramos un octeto a full de ceros y el ultimo valor anterior a dicho octeto fue positivo el octeto se codifica como 000+-0+-
- Si aparece un octeto a full de ceros y el ultimo valor anterior a dicho octeto fue negativo entonces se codifica como 000--0+-



TEMA 1: NIVEL FISICO

TEAM GETPPID()

Esta codificación, provoca una violación en el código que tiene poca probabilidad de ser producida por perturbaciones externas, con lo que el receptor interpreta que es un octeto de ceros.

Otra técnica de aleatorización es la Bipolar de Alta Densidad de Tres Ceros (HDB3Z) que también se aplica sobre el código AMI, solo que ahora se utilizan cadenas de cuatro ceros y se reemplazan por cadenas que tienen uno o dos pulsos:

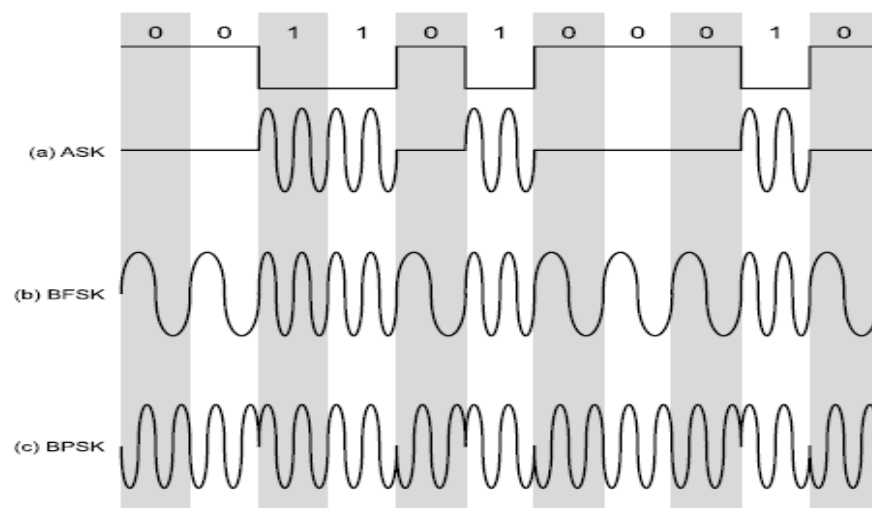
Polaridad del pulso anterior	Número de pulsos bipolares (unos) desde la última sustitución	
	Impar	Par
-	000 -	+00 +
+	000 +	-00 -

7.2. Clasificación de la codificación y modulación para datos digitales y señales analógicas.

Modulación por desplazamiento de amplitud (ASK): Los dos valores binarios se representan mediante dos amplitudes diferentes de la portadora, una de estas amplitudes, tendrá el valor cero, es decir que un valor se representara como la presencia de señal y el otro como la ausencia de ella.

Es normal representar el 1 con más de un periodo por si hubiera un error.

$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t) & 1 \text{ binario} \\ 0 & 0 \text{ binario} \end{cases}$$



Modulación por desplazamiento de frecuencia (BFSK): Los dos valores binarios se representan mediante frecuencias diferentes pero próximas a la frecuencia de la portadora.

$$\text{BFSK} \quad s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_1 t) & 1 \text{ binario} \\ A \cos(2\pi f_2 t) & 0 \text{ binario} \end{cases}$$

A mas ancho de banda disponible, más espectro se tiene para definir el 0 y el 1, por tanto, cada par de frecuencias para definir 0 y 1 crean un canal distinto.

$F_2 - F_1 = F_{\text{Umbral}}$, por debajo de F_{Umbral} no se puede asegurar una transmisión efectiva.

$$B_T = 2\Delta F + (1 + r)R$$

Ancho de banda:

Modulación por desplazamiento de fase (PSK): La fase de la señal portadora se desplaza para representar los datos digitales.

- **PSK de dos niveles :** Utiliza dos fases para representar los dos dígitos binarios:

$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t) & 1 \text{ binario} \\ A \cos(2\pi f_c t + \pi) & 0 \text{ binario} \end{cases} = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t) & 1 \text{ binario} \\ -A \cos(2\pi f_c t) & 0 \text{ binario} \end{cases}$$

Como se puede ver en la ecuación lo que se hace es invertir la onda sinusoidal.

La señal transmitida se puede definir como: **BPSK** $s_d(t) = A d(t) \cos(2\pi f_c t)$

Una alternativa es la PSK diferencial (DPSK) en la que un 0 se representa enviando un elemento de señal con la misma fase que el anterior y el 1 se representa enviando un elemento con fase invertida respecto al anterior.

- **PSK de cuatro niveles (QPSK):** Consiste en que cada elemento de la señal represente más de un bit. Para ello usamos más de una señal con distinto desfase.

Considera desplazamientos en múltiplos de pi medios (90°)

$$\text{QPSK} \quad s(t) = \begin{cases} A \cos\left(2\pi f_c t + \frac{\pi}{4}\right) & 11 \\ A \cos\left(2\pi f_c t + \frac{3\pi}{4}\right) & 01 \\ A \cos\left(2\pi f_c t - \frac{3\pi}{4}\right) & 00 \\ A \cos\left(2\pi f_c t - \frac{\pi}{4}\right) & 10 \end{cases}$$

Por tanto, cada elemento de señalización representa dos bits en lugar de uno.

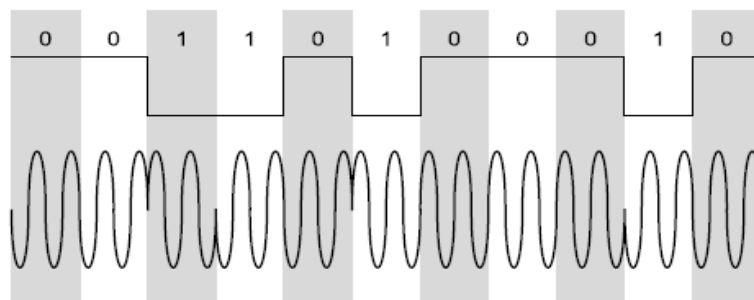


Figura 5.10. Modulación por desplazamiento de fase diferencial (DPSK).

❖ **Ancho de banda** $B_T = (1 + r)R$

$$B_T = \left(\frac{1+r}{L}\right)R = \left(\frac{1+r}{\log_2 M}\right)R$$

OJO CUIDAO: Sustituir la L por "b" que viene de $D=R/b$, donde D es la velocidad de modulación y R la velocidad de transmisión siendo b el número de bits que se transmiten, b se calcula de $b=\log_2 L$, donde L son los canales de señalización.

Modulación en amplitud de cuadratura (QAM): Se trata de una combinación de ASK y PSK que aprovecha la posibilidad de enviar simultáneamente dos señales diferentes sobre la misma frecuencia portadora desplazadas 90°, las señales se modulan según ASK y el receptor demodula las dos señales para construir una señal binaria de entrada.

La entrada al sistema es una cadena de bits con velocidad igual a R bps. Esta cadena se separa en dos secuencias a R/2 bps cada una, tomando los bits de forma alternante. En el diagrama, la secuencia de arriba se modula mediante ASK sobre una portadora de frecuencia f_c ; este procedimiento se lleva a cabo sin más que multiplicar la secuencia por la portadora. Por tanto, un cero binario será representado mediante la ausencia de portadora, mientras que un uno binario se representará mediante la presencia de una señal portadora de amplitud constante. Esta misma portadora se desplaza 90° y, a su vez, se usa para la modulación ASK de la secuencia binaria de abajo. Las dos señales moduladas

se suman y, posteriormente, se transmiten. La señal transmitida, por tanto, se puede expresar como

$$\text{QAM} \quad s(t) = d_1(t) \cos 2\pi f_c t + d_2(t) \sin 2\pi f_c t$$

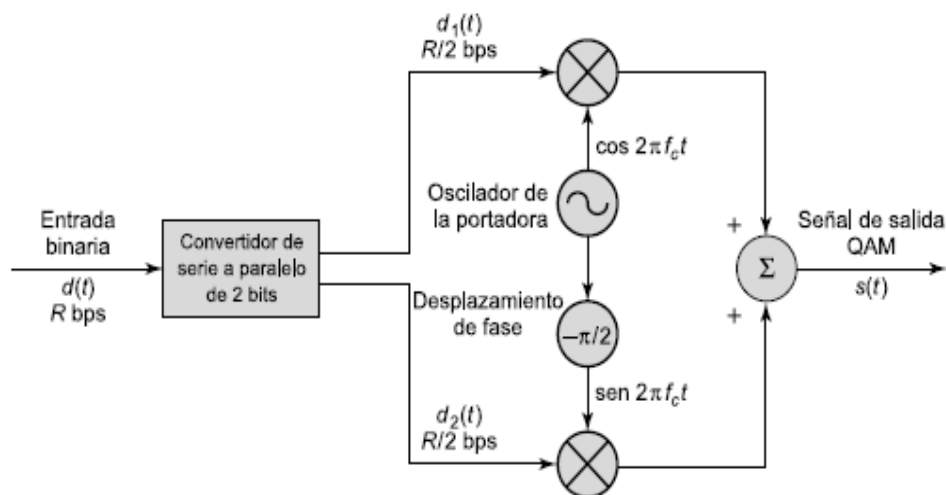


Figura 5.14. Modulador QAM.

7.3. Clasificación de la codificación y modulación para datos analógicos y señales digitales.

Los datos se transforman de analógicos a digitales en un proceso conocido como digitalización, una vez convertidos a digital pueden pasar varias cosas:

- Los datos digitales se transmiten usando NRZ-L, luego sería una conversión directa de analógico a digital.
- Los datos digitales se codifican usando un código diferente al NRZ-L, no sería una conversión directa.
- Los datos digitales se convierten a señales analógicas.

Modulación por impulsos codificados (PCM): Se basa en el teorema del muestreo, este nos dice que si una señal $F(t)$ se muestrea a intervalos regulares de tiempo con una frecuencia mayor que el doble de la frecuencia más alta de la señal, las muestras obtenidas contienen toda la información de la señal original. $F(t)$ se puede reconstruir a partir de dichas muestras con un filtro de paso bajo.

Para realizar esta modulación se toman muestras PAM de la señal analógica (Muestras de modulación por impulsos de amplitud). Cada una de estas muestras será convertida a digital mediante la asignación de un código binario a cada una.



TEMA 1: NIVEL FISICO

TEAM GETPPID()

Cada muestra PAM se aproxima mediante su cuantización en uno de los 16 posibles niveles (en caso de utilizar 4 bits), por tanto cada muestra se representa con 4 bits, si utilizamos más bits, por ejemplo 8, obtenemos 256 niveles de cuantificación, tenemos que tener en cuenta que cuanto más bits utilizemos, mayor será la calidad de la señal.

De esta forma, la técnica PCM genera una señal digital tomando como entrada la señal analógica continua en el tiempo y en amplitud, y la señal digital obtenida consiste en bloques de n bits donde cada número de n bits corresponde con la amplitud de un impulso PCM, procedimiento que se invierte en el receptor para obtener la señal analógica.

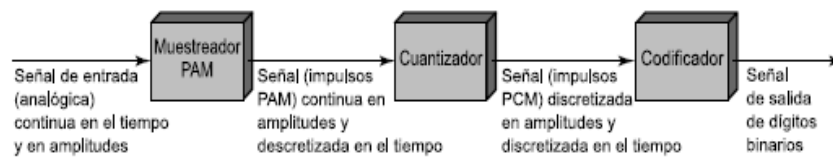


Figura 5.17. Diagrama de bloques del esquema PCM.

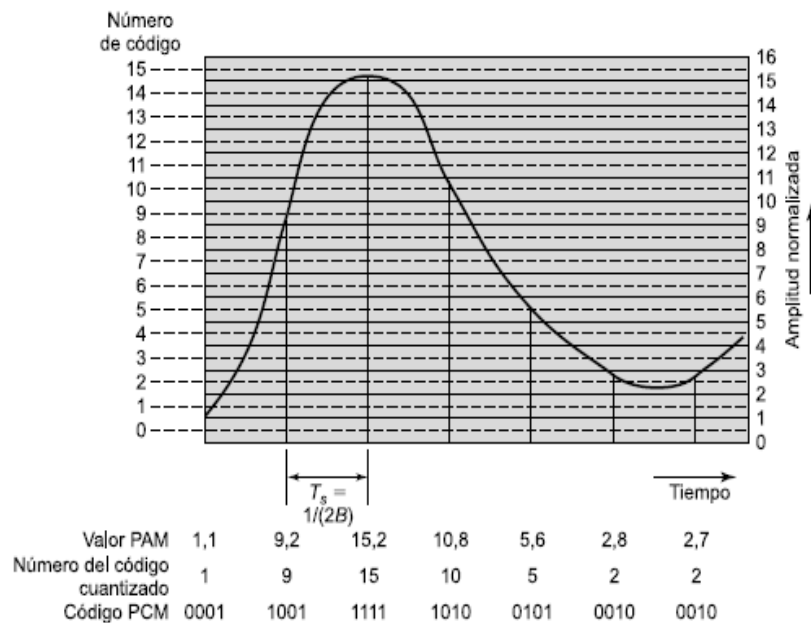
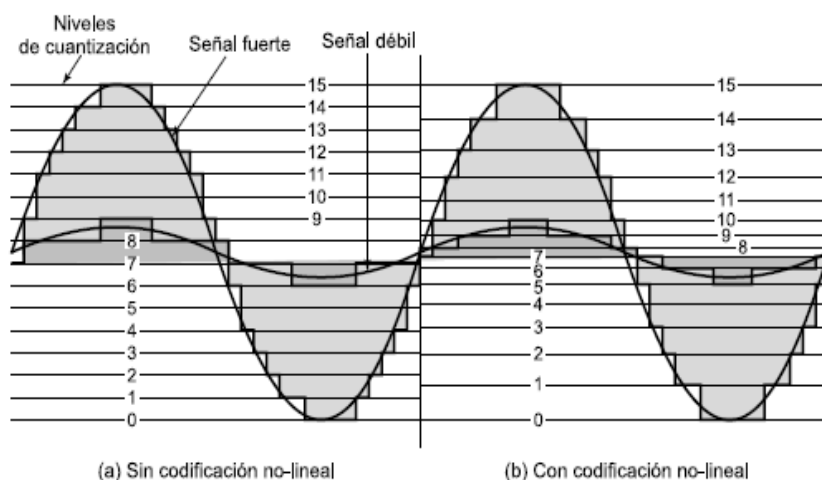


Figura 5.16. Ejemplo de modulación por impulsos codificados.

Al cuantizar los impulsos PAM, la señal original solo se aproxima con lo que no se puede recuperar con exactitud, a esto le llamamos ruido de cuantificación:

$$SNR_{dB} = 20 \log 2^n + 1,76 \text{ dB} = 6,02n + 1,76 \text{ dB}$$

Las técnicas de PCM se refinan con otras técnicas llamadas “codificación no lineal” donde los niveles de cuantificación se separan de distinta forma, aunque como el valor medio del valor absoluto del error para cada muestra es el mismo independientemente del nivel de la señal, los niveles de señal más pequeños estarán más distorsionados. Esto se puede solucionar usando más niveles de cuantificación para señales de poca amplitud y un número menor de niveles para señales de mayor amplitud.



Modulación delta: Se utiliza para mejorar la anterior o para reducir su complejidad. Modula la información mediante una “escalera” definida por los valores binarios que toma una variable Delta. La cual suma a la señal si delta vale 1 y resta a la señal si delta vale 0.

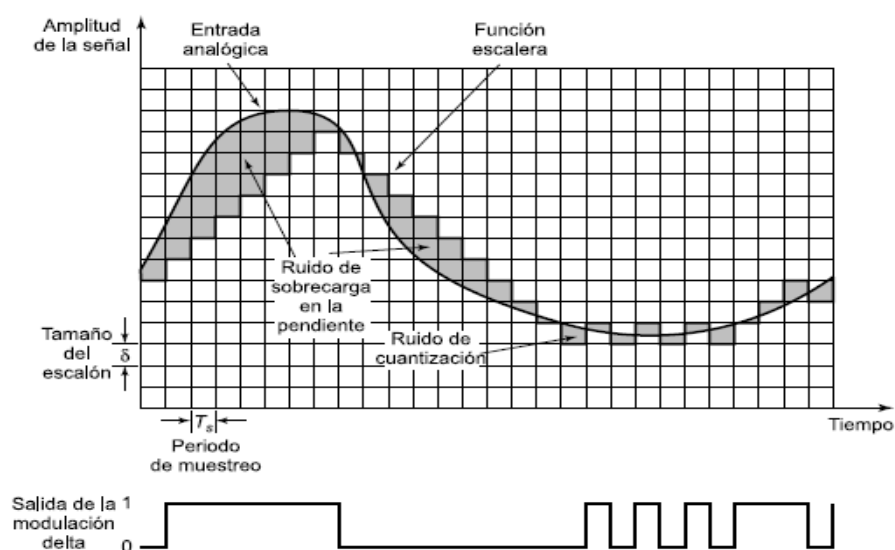
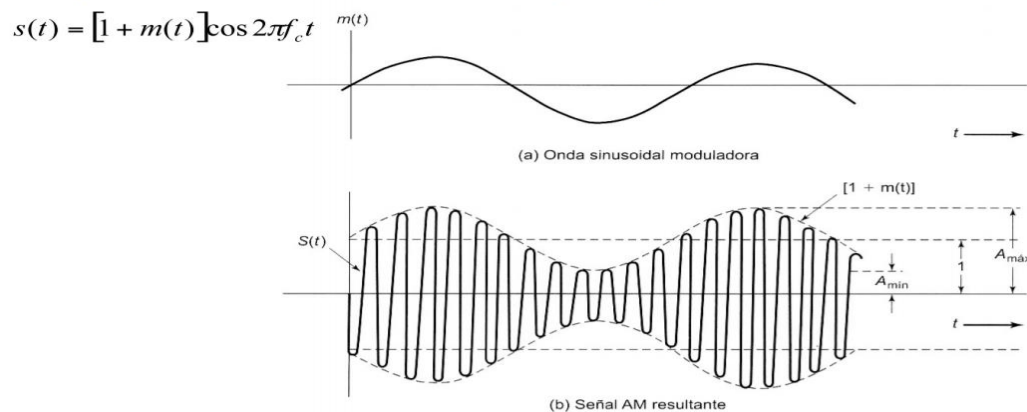


Figura 5.20. Ejemplo de modulación delta.

Es importante elegir el paso asignado a cada dígito binario (δ) y la frecuencia de muestreo para minimizar los efectos producidos por el ruido.

7.4. Clasificación de la codificación y modulación para datos analógicos y señales analógicas.

La modulación se definió como el concepto de multiplicar una señal de entrada $m(t)$ con una portadora F_c para producir una señal $s(t)$.



Cuando los datos son analógicos, la justificación de la modulación no es tan evidente como en casos anteriores, existen dos razones para transmitir señales analógicas con modulación analógica.

- Para que la transmisión sea mas eficiente puede requerirse una frecuencia mayor.
- La modulación permite la multiplexación de frecuencias

Modulación de amplitud (AM): Es la técnica de modulación mas simple. Matemáticamente se expresa como:

$$AM \quad s(t) = [1 + n_a x(t)] \cos 2\pi f_c t$$

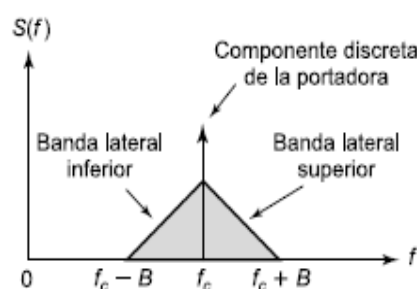
Donde $2\pi f_c t$ es la señal portadora y $x(t)$ es la señal de entrada (datos). El parámetro n_a es el índice de modulación, que corresponde al cociente entre la amplitud de entrada y la amplitud de la portadora.

Existen varios tipos de modulación por amplitud.

- **Doble banda lateral con portadora (DSBTC):** Utiliza la banda que esta por encima de la frecuencia de corte, y la que está por debajo de ella además de sumarle la portadora.



(a) Espectro de la señal moduladora



(b) Espectro de una señal AM con portadora a f_c

Es importante saber que tanto la banda superior como la inferior son replicas exactas del espectro original, estando la banda inferior invertida en frecuencias. Están relacionados mediante la siguiente expresión:

$$P_t = P_c \left(1 + \frac{n_a^2}{2} \right)$$

Donde P_t es la potencia total transmitida y P_c es la potencia transmitida en la portadora

- **Banda lateral única (SSB):** Utiliza solo las frecuencias que están por encima o por debajo de la frecuencia de corte, por si sola no se utiliza, sino que se combina con otras técnicas.
- **Doble banda lateral con portadora suprimida (DSBSC):** Es lo mismo que la banda lateral con portadora solo que no se le suma la señal portadora. Vendría a tener la misma expresión, pero sin sumarle el 1.

$$s(t) = [1 + m(t)] \cos 2\pi f_c t$$

Al no sumar la portadora perdemos calidad en la transmisión.



TEMA 1: NIVEL FISICO

TEAM GETPPID()

- **Banda lateral residual (VSB):** Aplicamos una banda lateral única y luego nos quedamos con el rango de frecuencias que esta nos da, además de añadir una señal adicional de sincronización cuya frecuencia es distinta a la frecuencia de corte:

$$s(t) = \cos(2\pi f_c t) + m(t) \cos(2\pi F_c t)$$

Modulación angular: Dentro de esta está la modulación de frecuencia (FM) y la modulación de fase (PM).

Modulación angular $s(t) = A_c \cos [2\pi f_c t + \phi(t)]$

PM $\phi(t) = n_p m(t)$

FM $\phi'(t) = n_f m(t)$

Donde $n_{p/f}$ es el índice de modulación de fase o frecuencia respectivamente.

8. Técnicas de comunicación de datos digitales

Transmisión asíncrona: Transmite los datos enviándolos carácter a carácter, cada uno de ellos con una longitud de 5 a 8 bits los cuales llevan bits de comienzo y parada al principio y al final de la cadena. Solo se mantiene cierta sincronización durante la duración del carácter ya que el receptor se re sincroniza cuando comienza un nuevo carácter. Esta transmisión es muy simple y de bajo coste, pero acarrea muchos errores y por ello apenas se utiliza a día de hoy.

Transmisión síncrona: Transmite cada bloque de bits como una cadena estacionaria sin utilizar códigos de comienzo y parada, además el bloque puede tener cualquier longitud de bits.

La pérdida de sincronía se realiza mediante la sincronización de los relojes del emisor y el receptor.

- A cortas distancias, el emisor puede enviar un pulso de reloj que el receptor utilizara para la sincronía, aunque esto a grandes distancias puede sufrir errores.
- Otra alternativa consiste en incluir la información de la sincronización en la señal de datos, usando códigos Manchester, usando la fase de la portadora, etc..

9. Multiplexación

Es imprescindible la multiplexación para hacer buen uso de las líneas de alta velocidad, esto permite que varias fuentes compartan el mismo canal.

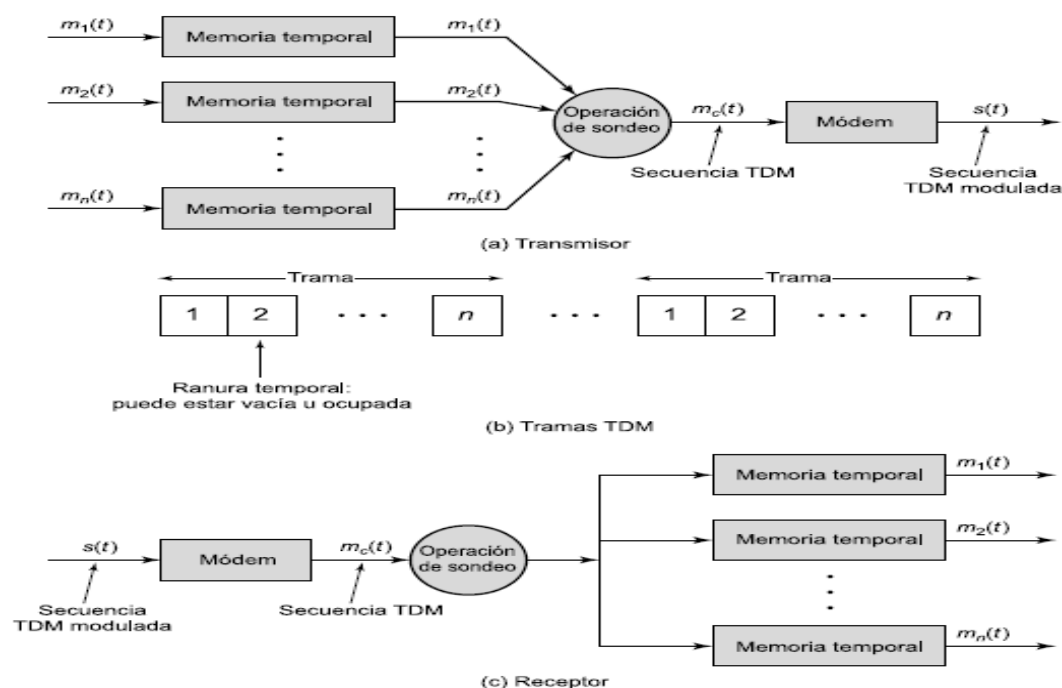
Multiplexación por división en frecuencias: Se utiliza si el ancho de banda útil del medio supera el ancho de banda exigido por las señales a transmitir. Se pueden transmitir varias señales diferentes si cada una se modula con una frecuencia portadora diferente, las cuales tienen su propio ancho de banda, se tiene que cumplir que dichas frecuencias estén lo suficientemente separadas.

Multiplexación por división en la longitud de onda: Se utiliza en fibra óptica para explotar todo su potencial. El haz de luz a través de la fibra consta de varias longitudes de onda cada uno de los cuales transporta un canal de datos distinto,

Multiplexación por división en el tiempo síncrona: Se puede utilizar si la velocidad de transmisión alcanzable o ancho de banda excede la velocidad de las señales digitales a transmitir. Se pueden multiplexar varias señales mediante la mezcla temporal de partes de cada una de esas señales (se mezclan a nivel de bit, a nivel de bloque de octetos, etc..).

Los datos procedentes de cada fuente se almacenan en un buffer temporal, que se sondean secuencialmente para componer una secuencia de datos $m_c(t)$. Dicho sondeo es muy rápido para que cada buffer se vacíe antes de la llegada de nuevos datos con lo que la velocidad de $m_c(t)$ tiene que ser igual o menor que la suma de las señales $m_i(t)$. La señal digital $m_c(t)$ puede transmitirse directamente o convertirse en analógica.

Los datos transmitidos se organizan en tramas con ranuras temporales, cada trama puede haber mas de una ranura temporal dedicada a las fuentes de datos, por tanto el canal es la secuencia de ranuras, de trama en trama dedicadas a una fuente.



Una vez en el receptor las partes mezcladas se demultiplexan y se encaminan hacia la memoria temporal de destino apropiada.

Multiplexación por división en el tiempo asíncrona/estadística: Es una multiplexación mas eficiente ya que consume menos tiempo.

Lo que hace básicamente es enviar datos cuando uno de los nodos no está transmitiendo.

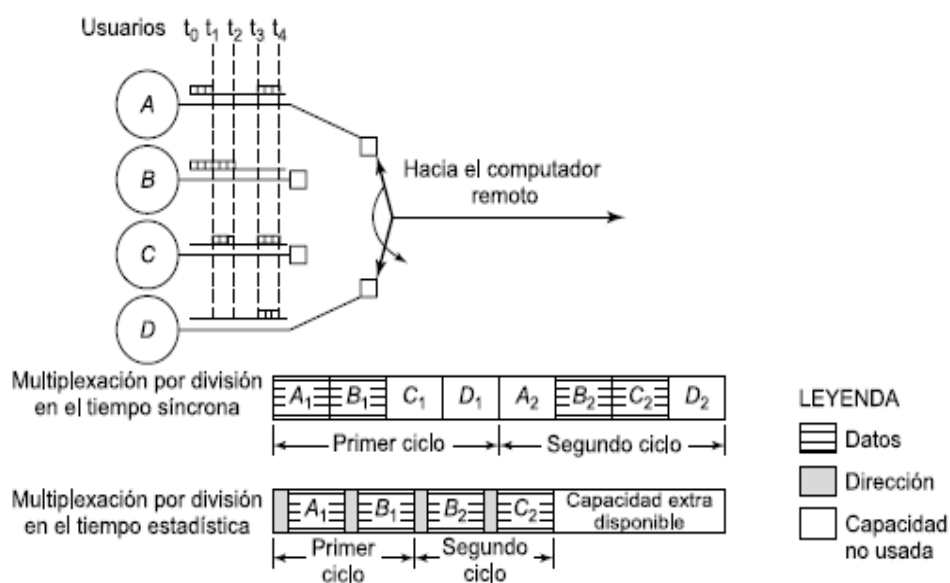
En el método anterior puede ser normal que se desaprovechen muchas ranuras temporales. En la multiplexación por división en el tiempo asíncrona o estadística, se explota esta característica de las ranuras temporales.

De la misma forma que el método anterior, tenemos varias líneas de entrada/salida por un lado, con una memoria temporal asociada, y una línea multiplexada de velocidad superior por otro.

En este caso tenemos n líneas de entrada/salida, pero solo $k < n$ ranuras temporales en cada trama.

La función de entrada del multiplexor consiste en sondear las memorias de almacenamiento de entrada para la captura de datos hasta que se complete una trama enviando esta posteriormente.

Los dispositivos conectados obviamente no transmiten durante todo el tiempo con lo que la velocidad de la línea multiplexada es menor que la suma de las velocidades de los dispositivos conectados, de esta forma utilizamos una velocidad inferior para dar servicio a un numero de dispositivos conectados igual al del multiplexor síncrono, dicho de otra forma, el multiplexor asíncrono puede dar servicio a más dispositivos.



10. ADSL

El ADSL utiliza la modulación por división de frecuencias con la que saca partido al cable de par trenzado que dispone de 1 MHz.

La modulación antes mencionada se utiliza en las bandas ascendentes y descendentes para dividir una secuencia de bits en secuencias paralelas transmitiendo cada una en una banda de frecuencias distinta.

El ADSL permite además transmitir señales digitales en ambos sentidos de forma simultánea en la misma línea de transmisión.