

DEPARTAMENTO INGENIERIA EN SISTEMAS DE INFORMACION

COMUNICACIONES

GUIA DE TRABAJOS PRACTICOS

AÑO 2021

TRABAJO PRACTICO N° 2

Características de las señales de telecomunicaciones

1. Graficar una señal analógica y una señal digital, indicar sus principales características y el modo por el cual transportan la información.
2. Indicar las cinco ventajas más notables de la transmisión digital frente a la analógica. ¿Cuál es la principal desventaja de la primera respecto de la segunda?
3. Que funciones cumple un repetidor regenerativo?
4. Dada una función periódica definir ciclo, período, frecuencia, pulsación angular, longitud de onda, valor instantáneo, medio y eficaz. Considerar las función $f(t) = A \operatorname{sen}(\omega \cdot t + \phi)$. Si se tiene la función $f(t) = V(t) = 300 \operatorname{sen}(100\pi \cdot t + \pi/2) [V]$. Hallar los valores de amplitud máxima, frecuencia, pulsación angular, fase inicial, valor medio y valor eficaz.
5. Calcular el rango de variación de la longitud de onda para las señales electromagnéticas portadoras de las emisoras de radio comerciales ubicadas en la banda de FM de 88 a 108 Mhz.
6. Graficar un tren de pulsos y definir: FRP, ancho de pulso, período y amplitud del pulso.
7. Si por una línea de comunicaciones de longitud L y resistencia total R circula una corriente periódica $i(t)$, y como resultado de la misma se disipa una potencia P, hallar la expresión de la corriente continua equivalente que al circular por la resistencia R disipa la misma potencia P que la generada por la corriente $i(t)$.
8. Dada una señal rectangular periódica, en base a la serie de Fourier, calcular los coeficientes si la señal rectangular tiene los siguientes valores:

$$f(t) = 1 \quad 0 < t < T/2$$

$$f(t) = -1 \quad -T/2 < t < 0$$
9. Hallar el espectro de amplitud de la Serie Compleja de Fourier teniendo en cuenta que la FRP es de 4 pps (pulsos por segundo) y la velocidad de modulación es de 20 Baudios. Calcular el ancho de banda que debería tener el canal de comunicaciones.
10. Dado los siguientes datos, FRP = 100 pps (pulsos por segundos), velocidad de modulación = 2000 Baudios y la amplitud del pulso ($A = 1 V$). Se solicita realizar el gráfico de amplitud del espectro de Fourier. Calcular el ancho de banda, cantidad de armónicas y el valor máximo de C_n .
11. Dado los siguientes datos, FRP = 300 pps (pulsos por segundos), velocidad de modulación = 1200 baudios y la amplitud del pulso ($A = 1 V$). Se solicita realizar el gráfico de amplitud del espectro de Fourier. Calcular el ancho de banda, cantidad de armónicas y el valor máximo de C_n .
12. Dado un tren de pulsos de FRP = 10 pps (pulsos por segundos), velocidad de modulación igual a 50 baudios y amplitud del pulso ($A = 1 V$). Se solicita realizar el gráfico de amplitud del espectro de Fourier. Calcular el ancho de banda necesario para transmitir dicha señal, cantidad de armónicas y el valor máximo de C_n .



UTN - FRBA

Departamento de Sistemas

MATERIA: Comunicaciones

NIVEL: Cuarto

13. Si se utiliza un MODEM que transmite a 1200 baudios cuánto tardaría en transmitir los 1000 caracteres.
14. Indicar bajo qué condiciones la velocidad de modulación es igual a la velocidad de transmisión.
15. Calcular el tiempo total de transmisión de 1500 caracteres enviados uno a continuación de otro en un sistema de transmisión asincrónica de 75 Baudios. El código utilizado es el Seudo Baudot, los caracteres son ASCII de 8 bits con un bit de paridad.
16. Para un sistema que transmite a 1200 Baudios se quiere aumentar la velocidad a 4800 bps. Indicar cómo se logra y cuál es el ancho de pulso resultante.
17. Calcular el rendimiento de una transmisión sincrónica cuando se envían bloques de datos de 1500 bytes y se utilizan 14 bytes de cabecera y 4 bytes de terminación.
18. Calcular el rendimiento de transmisión asincrónica que utiliza un código que tiene 1 bit de arranque, 1 de parada y 7 de datos. Efectuar el cálculo con y sin bit de paridad.
19. Dada una transmisión sincrónica de 1024 bytes, y si no consideramos la cabeza y la cola de dicha transmisión, determinar la disminución del rendimiento si se utiliza una transmisión asincrónica mediante un código que emplea 8 bits de datos, 1 de paridad, 2 de parada y 1 de arranque. Para ambos casos se emplea una velocidad de modulación de 2400 Baudios. Indicar también el tiempo total de transmisión en ambos casos.
20. Indicar las causas por las cuales no se puede aumentar, en determinados canales de comunicación, la velocidad de modulación.
21. Definir la velocidad "ACCESS RATE" en un canal de comunicaciones.
22. Indicar los factores que condicionan o limitan la velocidad efectiva de transmisión de datos en una línea digital de comunicaciones.
23. Calcular el tiempo total de transmisión de 1800 caracteres de datos enviados en un sistema de transmisión sincrónico de 3600 Baudios. El rendimiento de la transmisión es del 90%.

UNIDAD TEMATICA NRO 2- RESPUESTAS

5. $\lambda = c/f_{(\text{Hz})}$

FM rango de 88 a 108 Mhz.

$$\lambda = 3 \cdot 10^8 \text{ m/seg} / 88 \cdot 10^6 \text{ Hz}; \quad \lambda = 3,4 \text{ m}$$

$$\lambda = 3 \cdot 10^8 \text{ m/seg} / 108 \cdot 10^6 \text{ Hz}; \quad \lambda = 2,77 \text{ m}$$

13.

$$Vm = 1 / \tau$$



$$\tau = 1 / Vm$$

$Vm = 1200$ baudios

1 carácter= 8 bits

$\tau = 8,33 \cdot 10^{-4}$ seg

Tiempo transmisión= $8 \cdot 1000 \cdot 8,33 \cdot 10^{-4}$ seg = 6,66 seg

RTA: 6,66 Seg

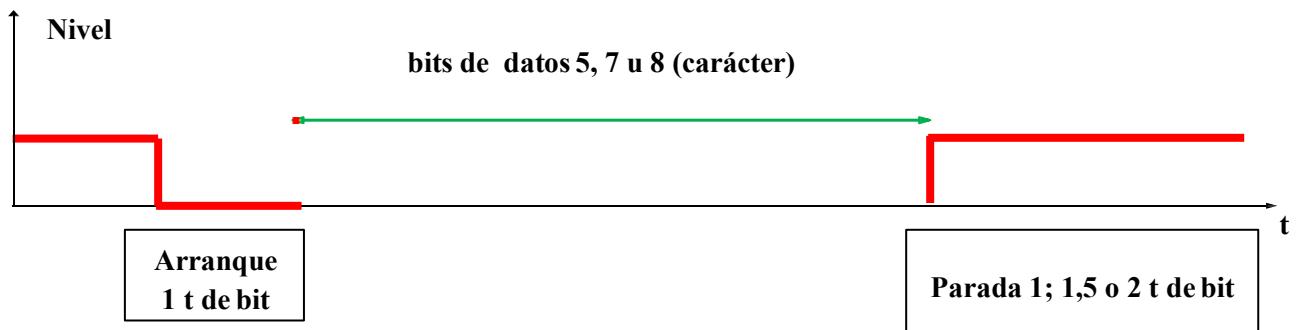
14.

Analizar esta expresión

$$Vtx = Vm * \log_2 n$$

Rta: $n = 2 \rightarrow$ Se transmite bit a bit (Velocidad Binaria)

15.



1 carácter Seudo Baudot = 1bit arranque+8 bits info+1,5 bit parada+1 paridad,
Total= 11,5 bits

$Vm = 75$ baudios
1500 caracteres

$$\tau = 1 / Vm$$

$$\tau = 1,33 \cdot 10^{-2} \text{ seg}$$

$$\text{Tiempo total} = 1,33 \cdot 10^{-2} \text{ seg} \cdot 11,5 \text{ bits} \cdot 1500 = 230 \text{ seg}$$

Rta: 230 Seg

16. $V_{tx} = V_m * \log_2 n$

Aplicar Tx multinivel $n=2^N$ (dibit, tribit,cuatribit)

$V_m = 1200$ baudios \rightarrow

$V_t = 4800$ bps

$$2 \cdot 4800 / 1200 = n \rightarrow 16 \text{ son los estados signif.} \rightarrow N=4$$

Rta: Aplicando Tx multinivel enviando de a cuatribits.

Ancho pulso: $\tau = 1 / V_m$

$$\tau = 1 / 1200 \text{ baudios} = 833,3 \mu\text{seg.}$$

Rta: 833,3 μ seg.

PROPIEDADES DE LOS LOGARITMOS:

$$\log(a \cdot b) = \log a + \log b$$

$$\log\left(\frac{a}{b}\right) = \log a - \log b$$

$$\log a^b = b \cdot \log a$$

$$\log^b \sqrt{a} = \frac{\log a}{b}$$

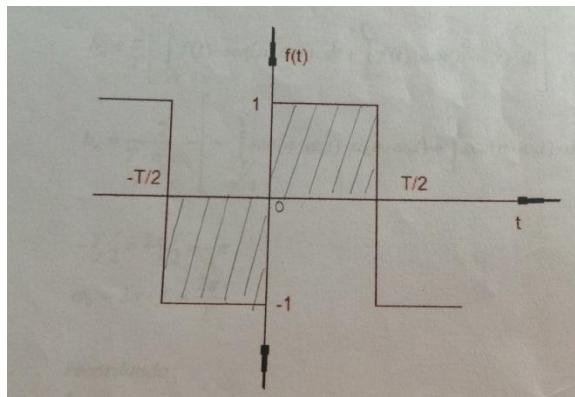
20. **Rta:** Relacionar que pasa entre la V_m y el AB .

22. **Rta:** Cuales serán: AB, V_m , relación S/N, BER, la duración del pulso, la modulación, etc

UNIDAD TEMATICA NRO 2 BIS- RESPUESTAS

8.

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(n\omega t) + b_n \sin(n\omega t)$$



$$a_0 = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} f(t) dt$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} f(t) \cos(n\omega t) dt ; \text{ para } n = 1, 2, 3, \dots, n, \dots$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} f(t) \sin(n\omega t) dt ; \text{ para } n = 1, 2, 3, \dots, n, \dots$$

$a_0 = 0$

Integral bajo la curva

$a_n = 0$

*Por producto de funciones. $f(t) * \cos(n\omega t)$*

$b_n \neq 0$

*Por producto de funciones. $f(t) * \sin(n\omega t)$*

Paridad de Funciones:

$$P * P = P$$

$$I * I = P$$

$$I * P = I$$

(se anulan los coeficientes).

$$b_n = \frac{2}{T} \left[\int_{-T/2}^0 f(t) \cdot \sin(n\omega_0 t) \cdot dt + \int_0^{T/2} f(t) \cdot \sin(n\omega_0 t) \cdot dt \right]$$

$$b_n = \frac{2}{T \cdot n \cdot \omega_0} \left[- \int_{-T/2}^0 \sin(n\omega_0 t) \cdot d(n\omega_0 t) + \int_0^{T/2} \sin(n\omega_0 t) \cdot d(n\omega_0 t) \right]$$

$$-\frac{T}{2} = \frac{2\pi}{2} = -\pi$$

$$\omega_0 = 2\pi \cdot f = \frac{2\pi}{T}$$

recordando :

$$\int \sin = -\cos$$

$$\cos 0 = 1$$

$$\cos \pi = -1$$

$$\cos(-\pi) = -1$$

$$\cos 2\pi = 1$$

$$b_n = \frac{2}{T \cdot n \cdot \omega_0} [-(-1-1) - (-1-1)] = \frac{2}{T \cdot n \cdot \omega_0} \cdot 2 = \frac{4}{T \cdot n \cdot \frac{2\pi}{T}} = \frac{2}{n \cdot \pi}$$

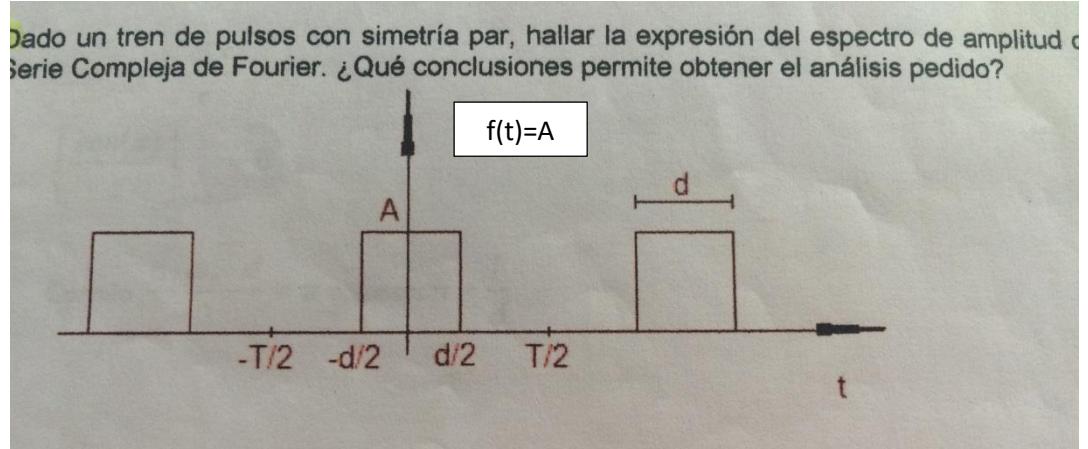
Para $n = \text{par}$, entonces $b_n = 0$

Para $n = \text{impar}$

$$f(t) = \frac{4}{\pi} \left(\sin \omega_0 t + \frac{1}{3} \sin 3\omega_0 t + \frac{1}{5} \sin 5\omega_0 t + \dots + \frac{1}{n} \sin n\omega_0 t \right)$$

$$f(t) = \frac{4}{\pi} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m} \sin(m\omega_0 t)$$

Resolución General:



$$f(t) = \sum_{-\infty}^{\infty} C_n \cdot e^{-i \cdot n \cdot \omega_0 \cdot t}$$

$$C_n = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \cdot e^{-i \cdot n \cdot \omega_0 \cdot t} \cdot dt$$

$$f(t) = \sum_{-\infty}^{\infty} C_n \cdot e^{-i \cdot n \cdot \omega_0 \cdot t}$$

$$C_n = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \cdot e^{-i \cdot n \cdot \omega_0 \cdot t} \cdot dt$$

$$C_n = \frac{A}{T} \int_{-d/2}^{d/2} e^{-i \cdot n \cdot \omega_0 \cdot t} \cdot dt = \left[\frac{A}{T} \cdot \frac{1}{-i \cdot n \cdot \omega_0} e^{-i \cdot n \cdot \omega_0 \cdot t} \right]_{-d/2}^{d/2}$$

$$C_n = \frac{A \cdot d}{T} \cdot \frac{1}{n \cdot \omega_0 \cdot d} \cdot \frac{1}{2i} \left(e^{i \cdot n \cdot \omega_0 \cdot d/2} - e^{-i \cdot n \cdot \omega_0 \cdot d/2} \right)$$

$$C_n = \frac{A \cdot d}{T} \cdot \frac{\sin\left(\frac{n \cdot \omega_0 \cdot d}{2}\right)}{\frac{n \cdot \omega_0 \cdot d}{2}}$$

$$f(t)=A$$

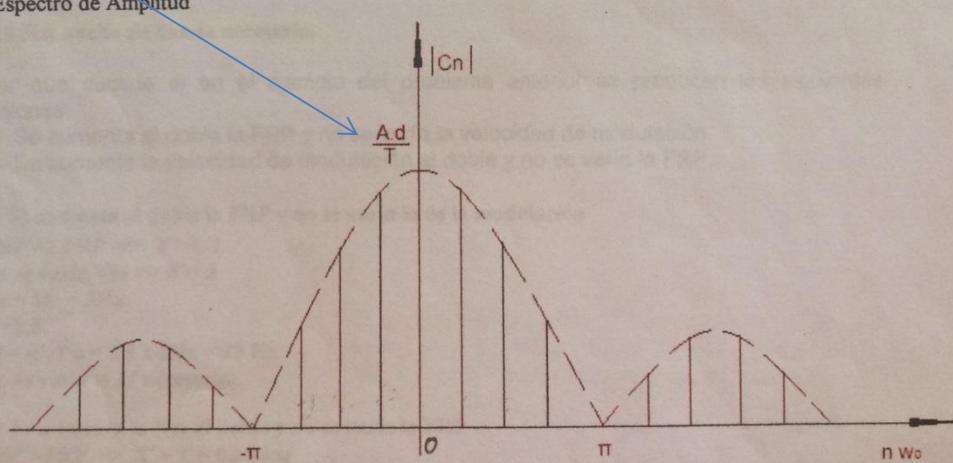
$$\int_{-d/2}^{d/2} e^{-i \cdot n \cdot \omega_0 \cdot t} \cdot dt = \frac{1}{-i \cdot n \cdot \omega_0} \cdot e^{-i \cdot n \cdot \omega_0 \cdot t} \Big|_{-d/2}^{d/2} =$$

$$\text{Sync} = \sin X / X$$

Espectro de Amplitud

$$|C_n|$$

$$\frac{Ad}{T}$$



Cálculo del número de armónicos:

Cuando $(n \cdot \omega_0 \cdot d / 2) = \pi$

$$n = T/d$$

Conclusiones: A COMPLETAR POR EL ALUMNO.

9. $F_{RP} = 1 / \tau = 4 \text{ pps}$

$T = 1/4 = 0,25 \text{ seg}$

$$C_n = A \cdot d / T$$

$$Vm = 1 / \tau$$

$d = \tau = 1/Vm = 0,05 \text{ seg}$

$$n = T/d$$

$$n = 0,25 / 0,05 = 5 \text{ A}$$

Calculo del Ancho de Banda:

$$AB = n * f_0$$

$$AB = 1 / \tau$$

$$AB = 5 * 4 \text{ Hz}$$

$$AB = 20 \text{ Hz}$$

Calculo del Espectro de Amplitud:

$$C_n = A \cdot d / T$$

$$C_n = A * 0,05 / 0,25$$

$$C_n = 0,2 \text{ A}$$

11. $F_{RP} = 1 / \tau = 300 \text{ pps}$

$T = 1/300 = 0,0033 \text{ seg.}$

$$C_n = A \cdot d / T$$

$Vm = 1200 \text{ baudios}$

$A = 1 \text{ Volt}$

$d = \tau = 1/Vm = 0,000833 \text{ seg.}$

$$n = T/d$$

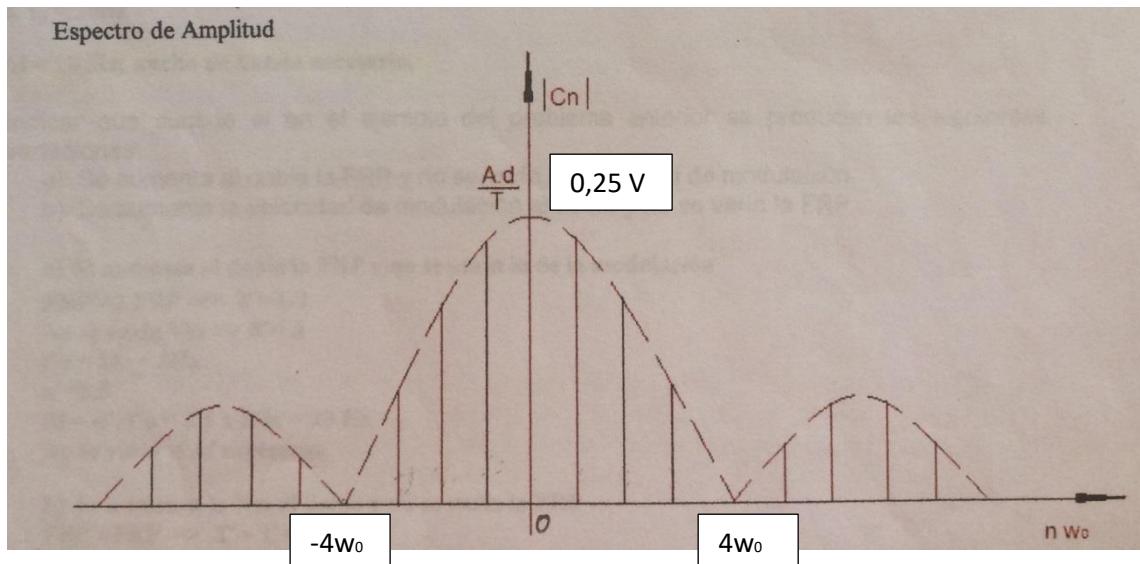
$$n = 0,0033 / 0,000833 = 4 \text{ Armónicos}$$

$$AB = n * f_0$$

$$AB = 4 * 300 = 1200 \text{ Hz}$$

$$C_n = A \cdot d / T$$

$$C_n = 1V * 0,000833 / 0,0033 = 0,25 V$$



17.

$$\eta = (\text{Cantidad de bits de datos} / \text{Cantidad de bits totales}) * 100$$

$$\eta = (1500 / 14+1500+4) * 100 ; \quad \eta = 98,8\%$$

18.

$$\eta = (\text{Cantidad de bits de datos} / \text{Cantidad de bits totales}) * 100$$

$$\eta = (7 / 1+7+1) * 100 = \eta = 77,7\%$$

Conclusiones: A COMPLETAR POR EL ALUMNO el rendimiento en la transmisión entre el ejercicio 17 y 18. FUNDAMENTAR

19.

$$\eta = (\text{Cantidad de bits de datos} / \text{Cantidad de bits totales}) * 100$$

$$\eta_{\text{sinc}} = (1024 / 1024) * 100 = 100\%$$

$$\eta_{\text{asinc}} = (8 / (1+8+1+2)) * 100 = 66,6\%$$

$$Vm = 1 / \tau$$

$$d = \tau = 1/Vm = 1/2400 = 4,16 \cdot 10^{-4} \text{ seg}$$

$$T_{\text{sinc}} = 1024 * 8 \text{ bits} * 4,16 \cdot 10^{-4} \text{ seg} = 3,41 \text{ seg.}$$

$$T_{\text{asinc}} = 1024 * 12 \text{ bits} * 4,16 \cdot 10^{-4} \text{ seg} = 5,12 \text{ seg.}$$

Disminuye un 33,33 %

23. $Vm = 3600$ Baudios

$$C = 1800 \text{ caracteres} \quad (1C = 8 \text{ bits})$$

$$\eta_{\text{sinc}} = 90\%$$

T total de transmisión = Que consideración debo tener en cuenta????

$$d = \tau = 1/Vm = 1/3600 = 2,77 \cdot 10^{-4} \text{ seg}$$

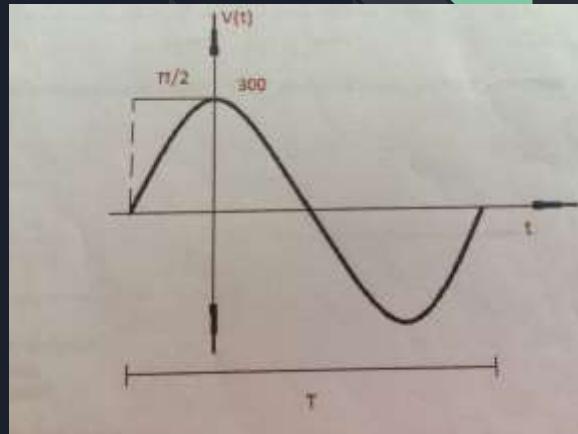
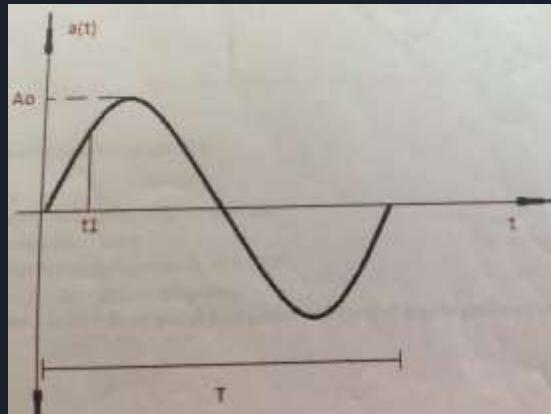
$$T_{\text{total}} = 1800 * 8 \text{ bits} * 2,77 \cdot 10^{-4} \text{ seg} = 4 \text{ seg. (al 100%)}$$

Pero el η es del 90% implica entonces un incremento de 0,4 seg

T total= 4,4 seg

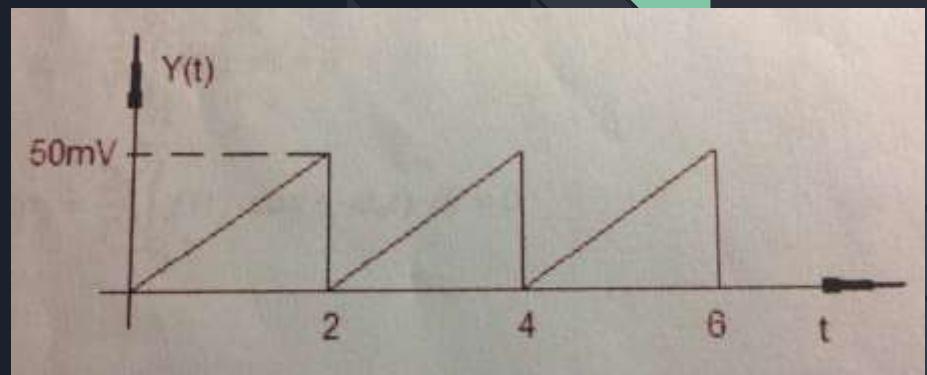
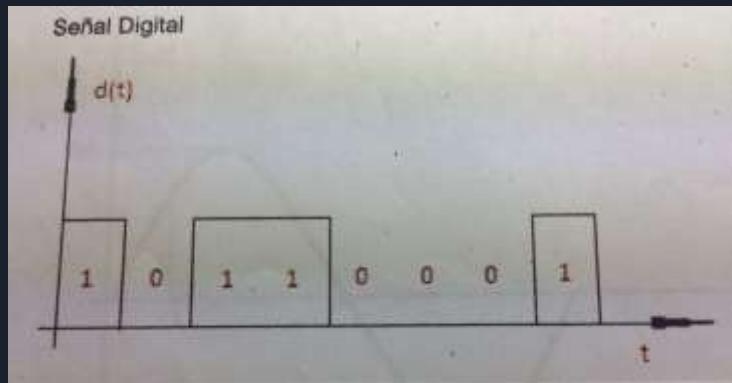
Señales analógicas y digitales

Analógicas : Son aquellas señales representadas por funciones que partiendo de un intervalo de tiempo determinado, adoptan infinitos valores de continuo.

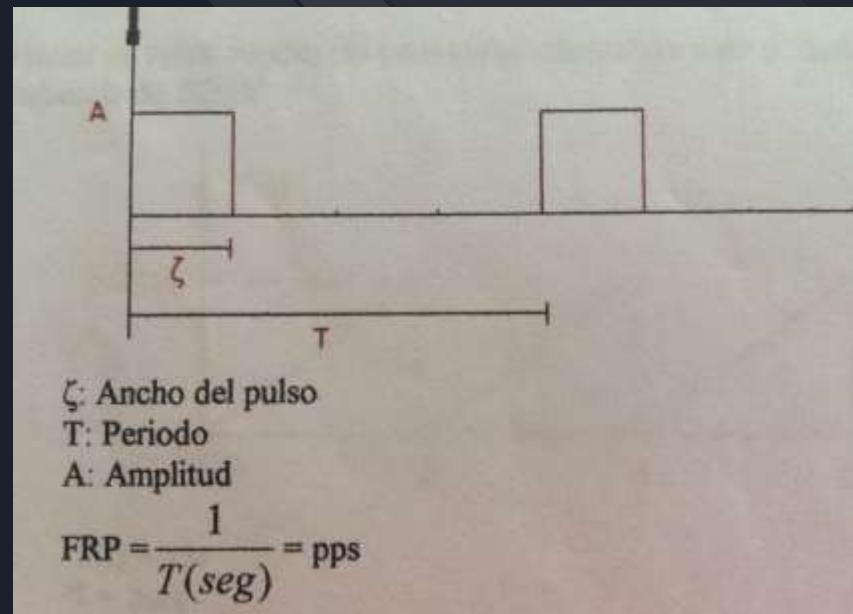
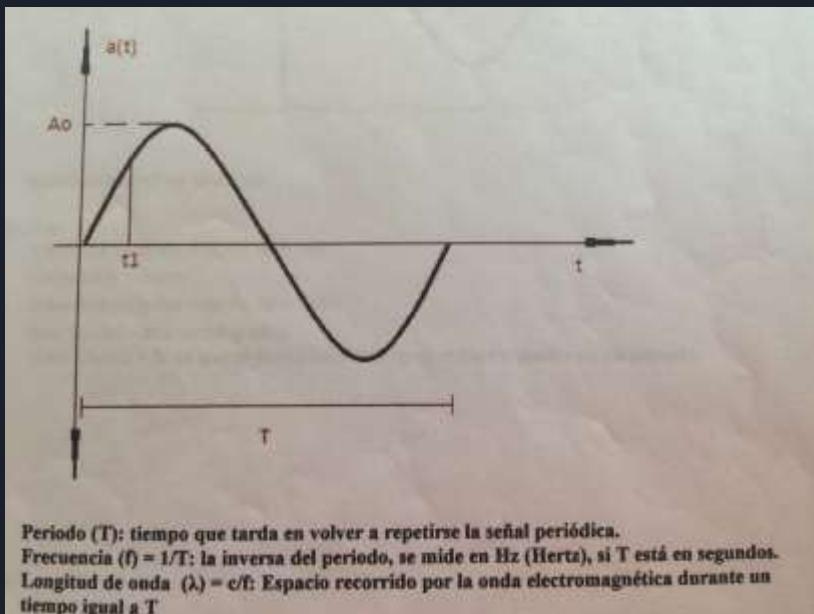


Señales analógicas y digitales

Digitales : Son aquellas señales representadas por funciones que partiendo de un intervalo de tiempo determinado, adoptan finitos valores de continuo. (concretamente dos).



Parametros de Señales analógicas y digitales





CLASIFICACION DE SEÑALES DIGITALES

Según la polaridad: Unipolar

+ 1 1 -

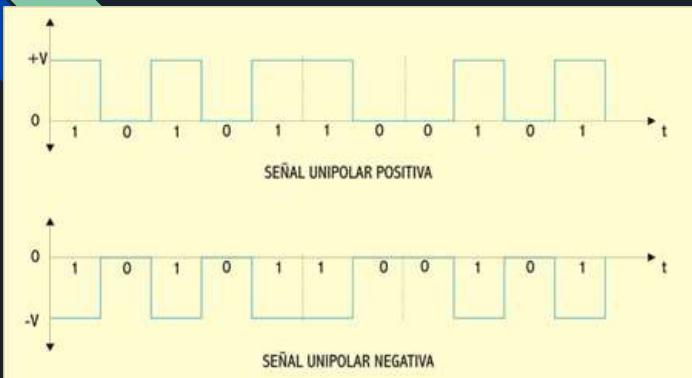
Polar

+ 1 - 0

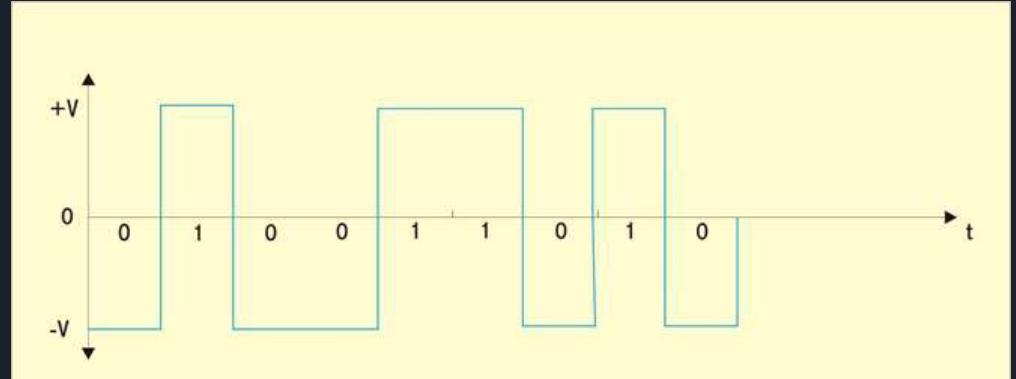
Bipolar (seudoternario)

+1 -1

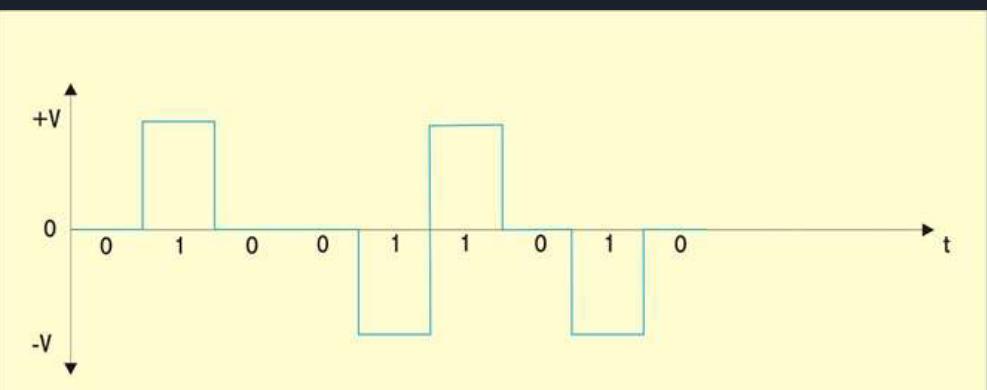
CLASIFICACION DE SEÑALES DIGITALES



Unipolar



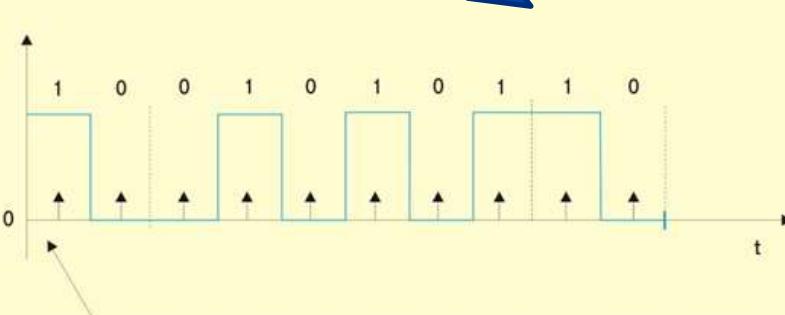
Polar



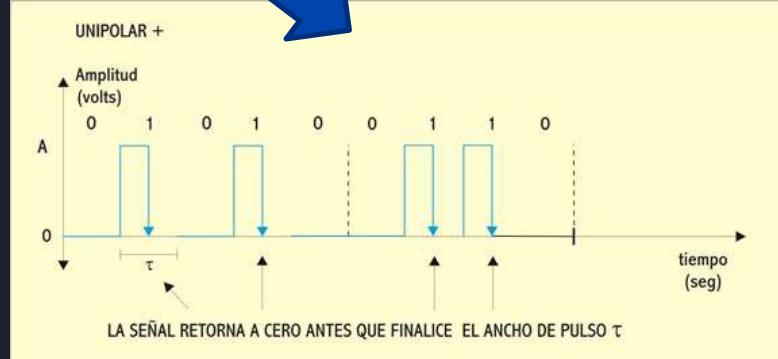
Bipolar

CLASIFICACION DE SEÑALES DIGITALES

Según ancho del pulso: No Retorno a Zero (NRZ)
Retorno a Zero (RZ)



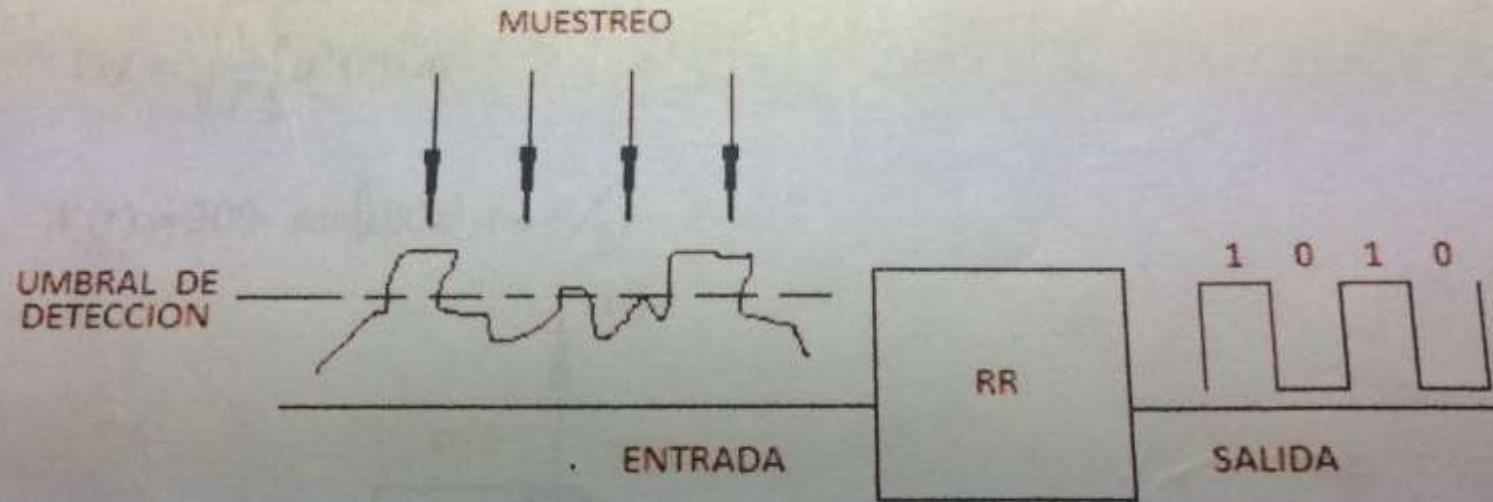
TREN DE PULSOS DE MUESTREO PARA DETERMINAR EL VALOR DE CADA BIT DE INFORMACIÓN



LA SEÑAL RETORNA A CERO ANTES QUE FINALICE EL ANCHO DE PULSO τ

Repetidor Regenerativo

Regenerar la señal digital



SINCRONISMO

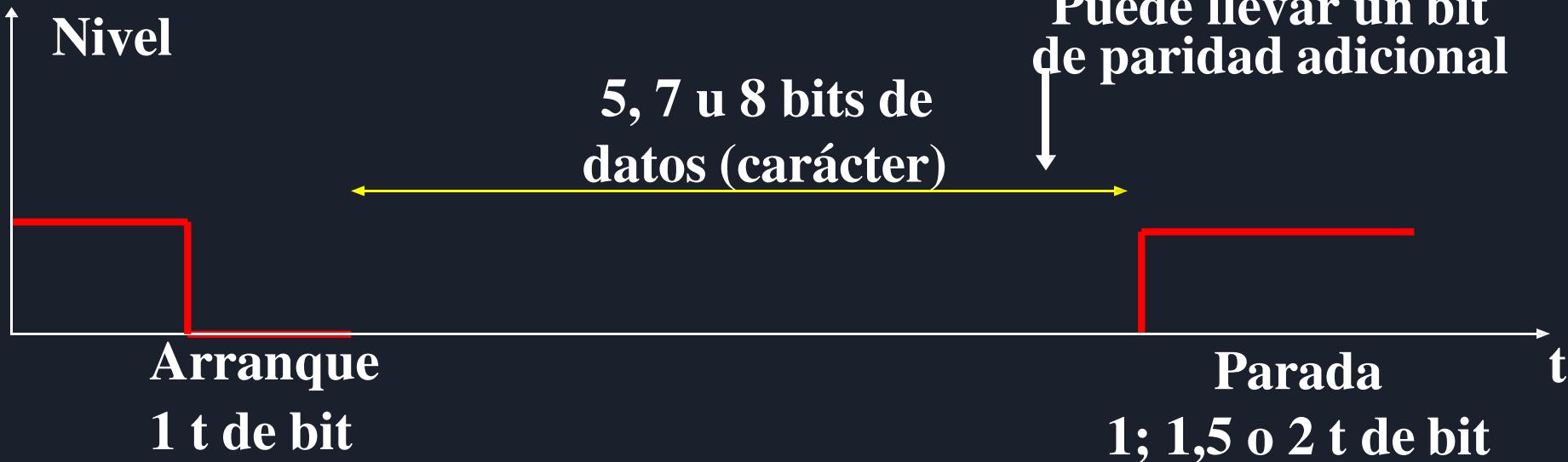
Definición : Procedimiento donde tanto la fuente como el colector, adoptan una base de tiempo común, de forma tal de no equivocarse en la Tx de un 1 o 0.

LA TRANSMISION ENTONCES PUEDE SER:

ASINCRÓNICA

SINCRÓNICA

PROTOCOLO ASINCRÓNICO



- Vel bin bajas
- Bajo rendimiento de transmisión
- Menor complejidad de equipos, relojes menos precisos
- Transmisión carácter por carácter, en forma irregular

PROTOCOLO SINCRÓNICO

Encabezamiento
o Header

- Vel bin alta
- Alto rendimiento de transmisión
- Mayor complejidad de equipos, relojes más precisos
- Transmisión de conjunto de caracteres (bloques), en forma regular
- Tamaño de bloque es un compromiso de diseño
- Orientado al carácter o al bit

Datos de
Usuario

Final o End

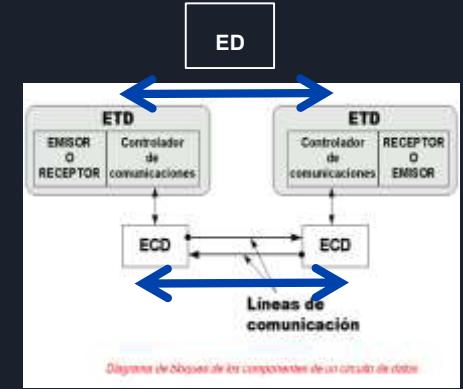
MEDIDAS DE LA VELOCIDAD

VELOCIDAD DE MODULACIÓN O SEÑALIZACION Línea de Tx

$$V_m = 1 / \tau \quad \tau \text{ (menor duración del pulso)}$$

Se mide en **BAUDIO** (1/seg)

$$AB = 1 / \tau$$



VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN

$$V_{tx} = \text{cantidad bits} / \text{unidad de tiempo}$$

Se mide en **bps** (bits/seg)

Circuito de datos CD

$$V_{tx} = \sum_{i=1}^m 1/\tau_i * \log_2 n_i$$

MEDIDAS DE LA VELOCIDAD

RELACIÓN ENTRE VELOCIDADES

$$V_{tx} = V_m * \log_2 n$$

n: es el número de estados $n = 2^N$

Ej: Transmisión Multinivel

VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA DE DATOS

$$V_{td} = \text{cant bits con info c/s E / tiempo empleado}$$

Se mide en **bps** (bits/seg o byte/seg)

VELOCIDAD REAL DE TRANSFERENCIA DE DATOS

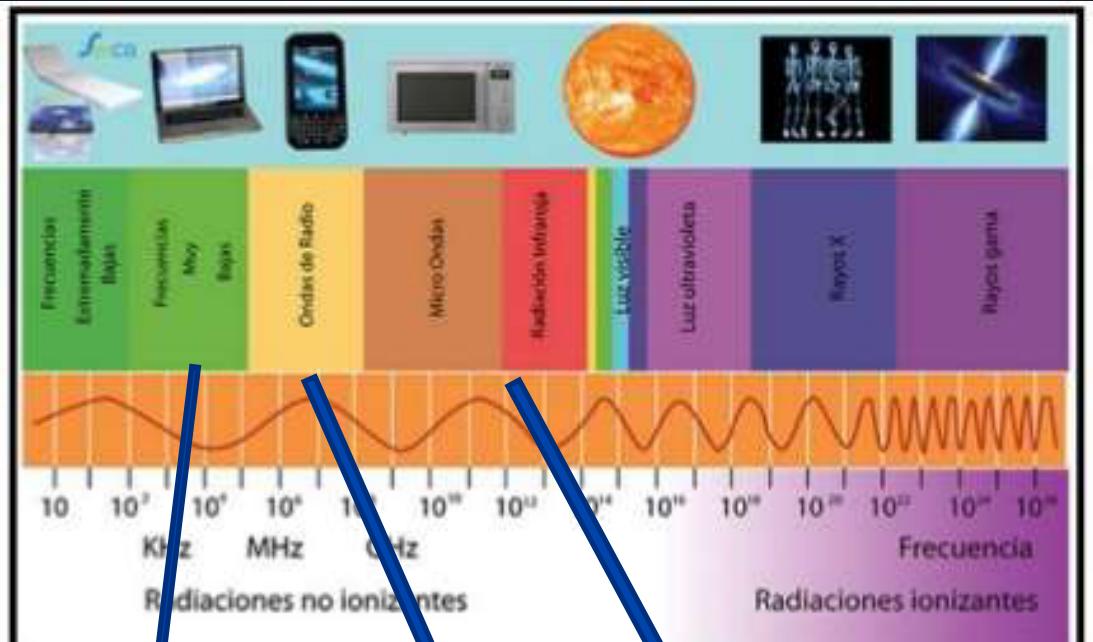
$$V_{rtd} = \text{cant bits con info sin Errores / tiempo empleado}$$

Se mide en **bps** (bits/seg o Byte/seg)

$$AB \Rightarrow V_m ; V_{tx} = V_m \log_2 n$$

$V_{tx} > V_{td} > V_{rtd}$

Espectro Electromagnético



Hertz = c/seg

Khz = 10³ hz

Mhz = 10⁶ hz

Ghz = 10⁹ hz

Thz = 10¹² hz

BANDA DE FRECUENCIAS

1000 km	Miriamétricas	Kilométricas	Hectométricas	Decimétricas	Métricas	Decimétricas	Centimétricas	Milimétricas	
ELF	VLF	LF	MF	HF	VHF	UHF	SHF	EHF	
300Hz	3000Hz	30KHz	300KHz	3MHz	30MHz	300MHz	3GHz	30GHz	300GHz

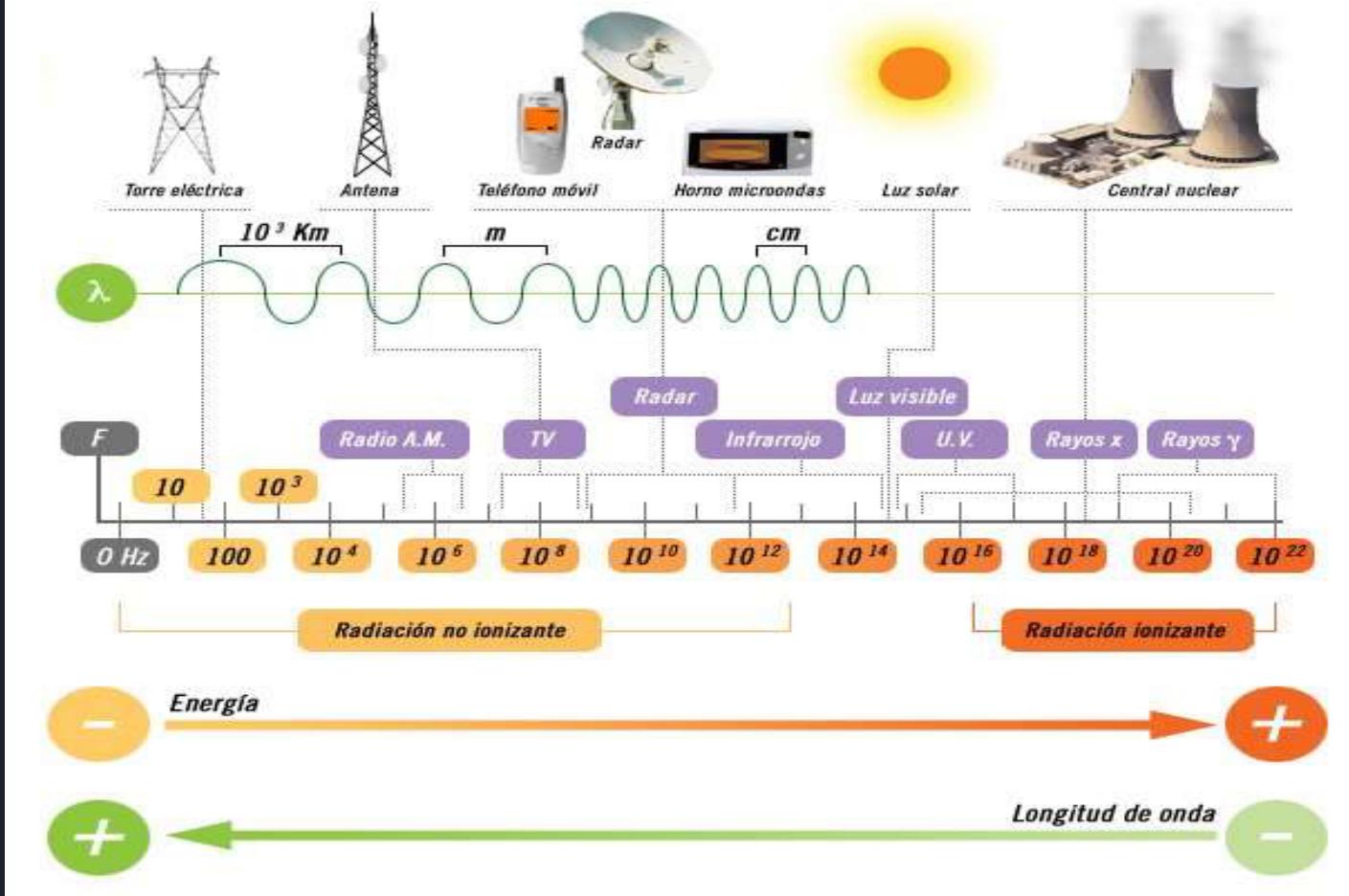
$$\lambda = c/f$$

λ = Long onda (m)

C = 3×10^8 m/seg

f = frecuencia (Hz)

El espectro de frecuencias.



Comunicaciones

Castro-Fusario

Capítulo 1:

Las comunicaciones Conceptos básicos

1

Temas:

- 1.1 Reseña histórica del telégrafo
- 1.2 Reseña histórica de la telefonía
- 1.3 Los sistemas de comunicaciones. Las ondas electromagnéticas y el nacimiento de la radio.
- 1.4 Las invenciones del siglo xx que revolucionaron las comunicaciones y la informática
- 1.5 La computación y las comunicaciones, C&C
- 1.6 La Sociedad del conocimiento
- 1.7 Convergencia
- 1.8 La red Internet
- 1.9 Los procesos de estandarización y los organismos de normalización

2

1.1 Reseña histórica del telégrafo

Telégrafo: *tele* (lejano o a distancia)

graphein (escritura, o escribir)

Concepto: poder enviar mensajes escritos a distancia.

1800: Volta inventó la pila eléctrica

1820: Oersted investiga inducción generada por corrientes eléctricas

3

1833: Gauss desarrolló un aparato para enviar mensajes usando un código de 25 letras basado en una matriz de cinco tres cinco. Con una aguja que giraba a izquierda y derecha, se podían enviar mensajes. Estos se interpretaban según los movimientos de la aguja para saber el contenido de cada texto transmitido.

1837: Wheatstone y Cooke desarrollan el primer telégrafo para uso comercial en el Reino Unido

1832: Morse concibe la idea del telégrafo sobre hilos, aplicando a las telecomunicaciones los estudios de Oersted .

4

Telecomunicaciones: *tele* (lejano o a distancia)
communicatio (comunicación)

Concepto: poder comunicarnos a una distancia que exceda la simple presencia de dos personas o más.

Telefonía: transmitir los sonidos a distancia
“*tele*” y “*phono*”.

5

1.2 Reseña histórica de la telefonía

1876: Bell patenta el primer teléfono inventado casualmente. Transmisor y receptor unidos por un conductor metálico.

1879: la patente de Bell reconocida como la única válida. Bell Telephone Company quedó como la empresa autorizada a explotarla

1877: primeras experiencias en La Habana, Cuba.

1878: primera comunicación telefónica en Buenos Aires

6

1878: paneles de conmutación.

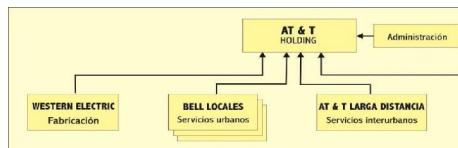
1879: competencia entre la Bell y la Western Union

1881: primer cable interurbano de 50 millas

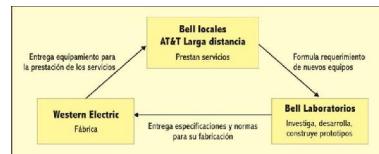
Mejorado como cable de par trenzado.

7

1899: todos los activos de Bell se transfieren a la AT&T
Ya había unos 850.000 teléfonos instalados.



1925: AT&T vende negocios internacionales a la IT&T

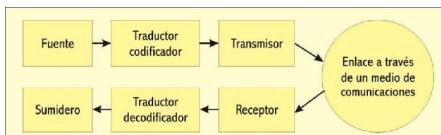


8

1.3 Los sistemas de comunicaciones. Las ondas electromagnéticas y el nacimiento de la radio

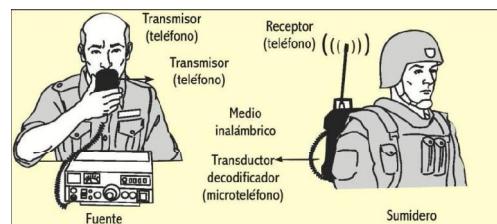
Los sistemas de comunicaciones transmiten la inteligencia generada por el hombre entre dos puntos geográficos distintos.

Debe codificarse en señales que puedan propagarse por los medios de comunicación en forma de ondas electromagnéticas.



9

Enlace telefónico inalámbrico:



10

Maxwell y Herz realizan investigaciones

Marconi funda una empresa de telegrafía inalámbrica

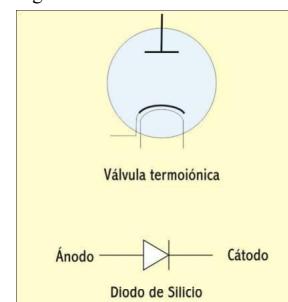
1897: primera estación de radio del mundo

1899: comunicación telegráfica entre Francia e Inglaterra.

11

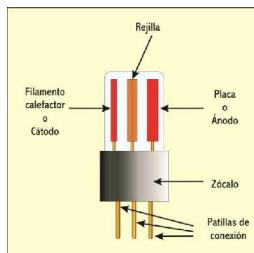
1.4 Las invenciones del siglo xx que revolucionaron las comunicaciones y la informática

1904: Fleming patenta la primera válvula de vacío: el diodo.
Comienza la ingeniería electrónica.



12

1906: De Forest inventó la válvula triodo
 Esta nueva válvula termoiónica presentaba una grilla además de cátodo y al ánodo.
 Permite la construcción de los primeros amplificadores de señales.



13

1907: Carty había producido repetidores mecánicos para las líneas de larga distancia.

1914: servicio telefónico de costa a costa.

1910: Marconi llega a Argentina
 Comunicación entre Argentina, Canadá e Irlanda.

1920 /1930: televisión, teletipo, cable coaxial, radios de frecuencia modulada, radar.

1950/2000: televisión en colores, teléfonos celulares o móviles, computadoras, micro y nanoelectrónica, discos compactos, sistemas de posicionamiento global

14

1.5 La computación y las comunicaciones, C&C.

1.5.1 Breve historia de la computadora

El desarrollo de la computadora y las ciencias de la computación produjeron la Revolución Informática.

1944: primer computadora electrónica digital en Londres
 Utilizada para hacer criptoanálisis sobre los mensajes cifrados.

Von Neumann propuso un diseño conocido como EDVAC,
Electronic Discrete Variable Automatic Computer (*computadora automática electrónica de variable discreta*).

15

1.5.2 La revolución informática y la sociedad del conocimiento

1945: primeros equipos electrónicos digitales para el tratamiento de la información (Computadoras u ordenadores).

- La Revolución agrícola fue un proceso de crecimiento lineal
- La Revolución industrial tuvo crecimiento geométrico
- La Revolución de Nuevas Tecnologías es un proceso de crecimiento exponencial.

16

1.5.3 La incorporación de las comunicaciones al fenómeno informático

La informática y las comunicaciones se encuentran altamente integradas con fronteras difusas.

Las tecnologías usadas son las mismas.

No habría necesidad de comunicaciones si no hubiera información que transmitir.

Kobayashi indicó los factores clave para el progreso:

- factor humano (H)
- factor computadora (C)
- factor comunicaciones (C).

17

1.5.4 La teleinformática y las tecnologías de la información

Teleinformática: telecomunicaciones e informática

El puesto de trabajo individual desplazó al criterio de centro de cómputos.

18

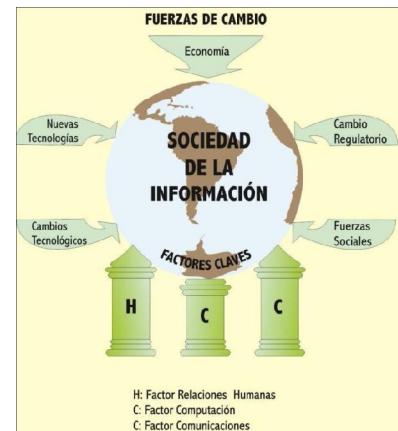
1.6 La Sociedad del conocimiento

1.6.1 Las fuerzas de cambio

Los cambios tecnológicos llevaron a importantes cambios en todos los frentes que hacen al mundo de la computación y las telecomunicaciones.

1962: Machlup introduce concepto de Sociedad de la Información

19



20

1.6.2 Análisis de las fuerzas de cambio

1.6.2.1 Los cambios tecnológicos y las nuevas tecnologías

El desarrollo y el avance constante de nuevas tecnologías han producido en forma paralela un profundo cambio tecnológico.

La investigación logra avances teóricos que se trasladan a la fabricación de componentes y partes de mayor *performance*.

La industria desarrolla productos que generan cambios en la forma de prestar los servicios de telecomunicaciones.

21

Nanotecnología

Microminiaturización del hardware de comunicaciones y computación.

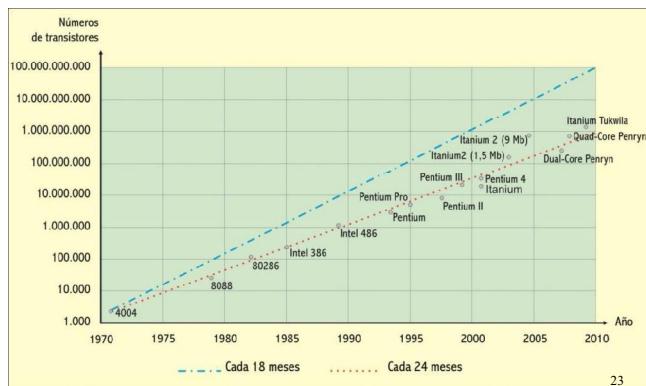
La cantidad de transistores en un circuito integrado ha ido creciendo, en forma exponencial, según la llamada Ley de Moore.

Ley de Moore es empírica y prevé un crecimiento exponencial.

Cada dos años se duplica la cantidad de transistores por unidad de superficie.

Esto deja de cumplirse al llegar al nivel de átomos.

22



23

La fibra óptica y la transmisión de señales por dicho medio

Cambian los paradigmas del diseño de los sistemas de transmisión.

Se deja de transmitir electrones (teoría corpuscular) para transmitir fotones (teoría ondulatoria).

Introducción de la computación en los equipos de telecomunicaciones

Muchos equipos de comunicaciones son computadores para propósitos especiales (centrales telefónicas, router).

24

Tecnologías ópticas

Cambia los paradigmas para el diseño de los sistemas de transmisión.

Se instala esta tecnología en las redes de área local.

Sistemas de microondas reemplazados por tendidos de fibra óptica monomodo.

Con técnicas WDM divide el ancho de banda de la fibra.

Transmite varias portadoras ópticas de diferente longitud de onda sobre una sola fibra.

25

Nuevos servicios de telecomunicaciones

Telefonía IP: transmisión de la voz usando la tecnología de conmutación de paquetes.

VoIP: las señales de voz estándar se convierten en paquetes de datos comprimidos

Son transportados a través de redes de datos en lugar de líneas telefónicas tradicionales.

26

1.6.2.2 Las nuevas ideas en la economía

Algunos de los principios de estas ideas fueron los siguientes:

- Adelantos producidos por el conocimiento.
- Cambio tecnológico.
- Globalización de la economía y de los mercados financieros.
- Auge de las empresas denominadas .com.

27

Stiftung analiza cinco dimensiones:

- Macroeconómica: son posibles índices más altos de crecimiento sin inflación gracias a mayores índices en el crecimiento de la productividad.
- Tecnológica: el desarrollo tecnológico convierte a la industria informática en la rama clave.
- Microeconómica y de mercado de capital: nuevos tipos de empresa y nuevos criterios de valoración para empresas en los mercados de capital.
- Metaeconómica:
 - a) la información como insumo producto y principio estructural de la economía
 - b) vínculo entre explosión tecnológica y la intensificación de las relaciones de economía de mercado
 - c) vínculo entre explosión tecnológica y tercerización de la economía.
- Social: nueva economía desmejora la situación de los trabajadores no calificados

28

1.6.2.3 El marco regulatorio de las telecomunicaciones. El proceso de globalización

1974: comienza globalización de las comunicaciones y convergencia de servicios cuando el Departamento de Justicia de los Estados Unidos comienza a deshacer el monopolio de AT&T.

1982: las empresas operadoras de servicios de telefonía se separan. El holding AT&T mantiene la empresa Western, los Bell Laboratories y la empresa de comunicaciones interurbanas (Long Lines Divisions.)

- Prestadores de servicio no pueden fabricar equipos.
- Tráfico interurbano en libre competencia con igualdad de oportunidades.

29

1984: el monopolio AT&T quedó disuelto.

Comienza un proceso a nivel mundial:

- Servicios de telecomunicaciones se prestan en competencia para una misma zona.
- En muchos países las empresas estatales pasan a manos privadas.
- Aparecen nuevos servicios.
- Las redes se digitalizan salvo en la llegada a los usuarios individuales.
- La computadora es elemento catalizador del continuo cambio tecnológico.
- *Tecnologías de la información y la comunicación (TIC)* estudia la interacción que genera la convergencia de la informática y las comunicaciones.

30

1.7 Convergencia

1.7.1 Conceptos generales

Permite al usuario acceder a amplia variedad de servicios de comunicaciones:

- con calidad consistente
- independiente de su ubicación geográfica
- independiente del equipo terminal
- sobre una sola red integrada de comunicaciones.

31

1.7.2 Análisis del concepto de convergencia

La convergencia comercial: ofrecer varios productos (voz, móvil, Internet, mensajes) como un paquete a un precio único.

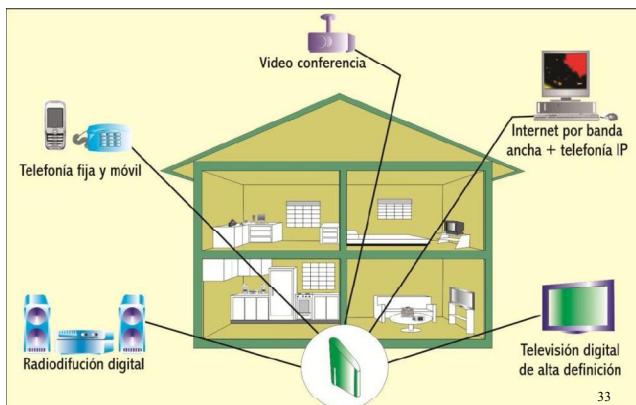
Independiente de tecnología y equipos.

Convergencia de servicios: un solo proveedor ofrece varios servicios que se acceden desde diferentes clases de terminales

Hay dos variantes:

- Triple Play: incluye en un solo acceso local los servicios de Voz, Internet por banda ancha y Video
- Cuádruple Play: además incluye servicios inalámbricos.

32



33

Convergencia de la red: se pasa de una red a la otra sin que el usuario perciba los cambios y se mantenga la calidad de servicio.

NGN: red basada en la tecnología de conmutación de paquetes capaz de proveer servicios integrados incluyendo los tradicionales telefónicos; utilizando la banda ancha y muy ancha

- explota al máximo los medios de comunicaciones actuales
- emplea tecnologías con QoS (transporte independiente de la infraestructura)
- acceso libre para usuarios de diferentes compañías
- permite movilidad (acceso multipunto a cada usuario).

34

Particularidades:

- Transferencia de datos basadas en conmutación paquetes o de tramas (802.x).
- Separación entre provisión de servicios y el uso de las interfaces de acceso.
- Soporte de amplia gama de servicios.
- Capacidad de proporcionar banda ancha con Calidad de Servicio QoS y transparencia entre extremos de un enlace.
- Convergencia entre servicios fijos y móviles.
- Independencia entre las funciones relacionadas con el servicio y las tecnologías de transporte de la información.
- Adaptación a distintos marcos regulatorios
- Interfuncionamiento con redes de tecnologías anteriores.
- Amplia variedad de servicios sin que el usuario perciba diferencias entre unos y otros.
- Acceso a distintos proveedores de servicio diferentes.
- Identificación resuelta a base a direcciones de IP.

35

1.7.3 Convergencia y la globalización de la economía

Naisbitt analiza las dos paradojas de la Era de las Nuevas Tecnologías:

- Primera paradoja: "Mientras mayor es la economía del mundo, más poderosos son sus actores más pequeños".
- Segunda paradoja: "Mientras más universales nos hacemos, actuamos en forma más tribal".

Problemas éticos básicos de la globalización:

- Corrupción generalizada en todo el planeta.
- Los negocios, la economía y los derechos humanos.
- Los problemas del medio ambiente.
- La discriminación en los procesos de contratación.

36

1.8 La red Internet

1.8.1 Consideraciones generales

A partir de 1995 todas las disciplinas que se estudian en el mundo están influenciadas por la red Internet.

37

1.8.2 Antecedentes históricos

- 1958: Estados Unidos crea la Agencia de Proyectos Avanzados de Investigación (ARPA).
- 1969: se crea la red ARPANET, que utiliza la commutación de paquetes.
- 1961: Kleinrock presentó su tesis de doctorado en el MIT *Information Flow In Large Communications Nets* (flujos de información en redes extensas de comunicaciones).

38

- 1971: los IMP se interconectaron usando este primer protocolo
- 1972: se organiza la International Computer Communication Conference (ICCC) con demostración pública de ARPANET.
- 1984: el Ministerio de Defensa de los Estados Unidos dividió la red en dos diferentes:
 - una que mantuvo el nombre de ARPANET
 - otra nueva, restringida, de carácter y uso militares que se llamó MILNET.
 - Ambas con la misma tecnología y conectadas entre sí, pero con el tráfico controlado entre ellas
 - MILNET se extiende a Europa con el nombre de MINET.
- Se fueron conectando instituciones académicas y comerciales, que utilizaban los mismos protocolos abiertos TCP/IP.
- ARPANET comenzó a llamarse World Wide Internet o simplemente por su última palabra, *Internet*.

39

1.8.3 Funcionamiento de la red

1.8.3.1 Definición de la red Internet

Red internacional formada por un conjunto de varias redes independientes

- operadas en forma autónoma
- interconectadas por medio de protocolos y procedimientos normalizados como estándares de Internet
- permiten comunicaciones entre dos equipos terminales de cualquier red.

40

1.8.3.2 Equipos que integran Internet y esquema de su topología

- Tres tipos de elementos constituyentes:
- **Equipos terminales de datos** (host) dispositivos con dirección IP
- **Routers o gateways** (enrutadores)
- **Redes**: conjuntos de equipos terminales de datos conectados por vínculos de comunicaciones (cables de cobre, cables coaxiales, enlaces de microondas, fibras ópticas)

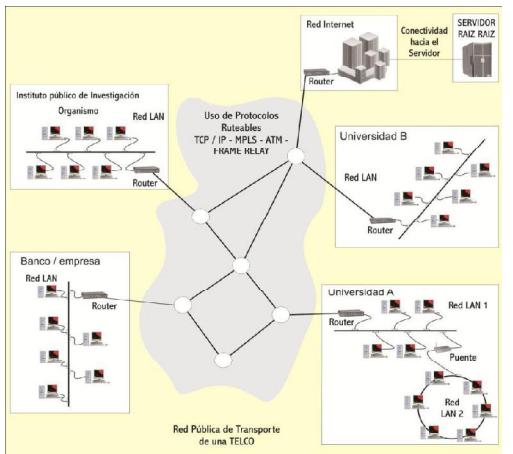
41

1.8.3.3 Identificación de los equipos en la red

Internet identificar todos los equipos terminales en forma única. El protocolo IP-Internet Protocol permite la commutación.

Cada host tiene asignado un número que lo identifica dentro de ella, que se denomina dirección IP, compuesto por 32 bits (versión IPv4).

42



Pese manejar las direcciones IP de manera más simple y práctica, se utilizan nombres para individualizar los host.

Los nombres se traducen en direcciones numéricas en el momento de utilizarse en la red, mediante un *servidor de resolución de nombres de dominio*.

Hay un procedimiento jerárquico que se denomina *sistema de nombres de dominio (Domain Name System/DNS)*, que utiliza nombres separados por puntos.

44

2001: se fueron autorizando otros dominios con el concepto de contar con sponsors.

gTLD	Asignado a	Autoridad de asignación de dominios
biz:	Exclusivamente a organizaciones de negocios	NeuLevel Inc,
info:	Utilizado para servicios de información	Afilias Limited
name:	Reservado para nombres de personas	Global Name Registry.
pro:	Organizaciones militares de los Estados Unidos	DoD Network Information Center.
aero:	Con Sponsor. Reservado a organizaciones del transporte aéreo	Société Internationale de Télécommunications Aéronautiques - SITA
coop:	Con Sponsor. Reservado para asociaciones cooperativas	Dot Cooperation LLC
cat:	Con Sponsor. Reservado para la comunidad lingüística catalana	Fundación puntCat
jobs:	Con Sponsor. Reservado a gerentes de recursos humanos	Employ Media LLC
mobi:	Con Sponsor. Reservado a consumidores, proveedores de móviles	mTLD Top Level Domain Ltd.
travel:	Con Sponsor. Organizaciones gubernamentales de los Estados Unidos	VerSign Global Registry Services
pro:	Reservado a profesionales y entidades relacionadas	Public Interest Registry.
museum:	con Sponsor. Reservado para actividades con la industria del turismo	Tralliance Corporation.

45

Dominios de alto nivel geográficos (TLD) country code Top Level Domain: dos letras asignadas a cada país por ISÓ-3166.

ccTLD	País	Ubicación	ccTLD	País	Ubicación
.ca	Canadá		.cu	Cuba	
.us	Estados Unidos	América del Norte	.do	República Dominicana	
.mx	México		.ht	Haití	
.ar	Argentina		.pr	Puerto Rico	
.bo	Bolivia		.ag	Antigua y Barbuda	
.br	Brasil		.ai	Anguila	
.cl	Chile		.aw	Aruba	
.co	Colombia		.bb	Barbados	
.ec	Ecuador		.bs	Bahamas	
.gy	Guyana		.dm	Dominica	
.pe	Perú		.gd	Granada	
.py	Paraguay		.jm	Jamaica	
.sr	Surinam		.kn	Saint Kitts and Nevis	
.uy	Uruguay		.ky	Islas Caimán	
.ve	Venezuela		.lc	Santa Lucía	
.gf	Guyana Francesa		.ms	Monserrat	
.es	España	Europa	.tt	Trinidad y Tobago	
.pt	Portugal		.vc	San Vicente y las Granadinas	
.bz	Belice		.ni	Nicaragua	
.cr	Costa Rica	América Central	.pa	Panamá	América Central
.gt	Guatemala		.sv	El Salvador	
.hn	Honduras		.gp	Guinea Ecuatorial	Africa

46

Responsabilidad del funcionamiento: ICANN asesorado por el *DNS Root Server System Advisory Committee*.

Hay 13 servicios de raíz distribuidos en Internet

- cada uno a cargo de un operador perfectamente identificado
- con una única dirección IP.

47

Servidor	Operado por	Ubicación	Direcciones IP
A	VeriSign Naming and Directory Services	Dulles, Virginia, EE.UU.	IP v 4: 198.41.0.4
B	Information Sciences Institute	Marina Del Rey, California, EE.UU.	IP v 4: 192.228.79.201 IP v 6: 2001:478:65:5:3
C	Cogent Communications	Hershey, Virginia, Los Angeles:	IP v 4: 192.33.4.12
D	University of Maryland	New York y Chicago	
E	NASA Ames Research Center	College Park, Maryland, EE.UU.	IP v 4: 128.8.10.90 IP v 6: 2001:203.230.10
F	Internet Systems Consortium, Inc.	Mountain View, California, EE.UU.	
		Opatija, San Petersburgo, Oporto, Macidzi, Hong Kong, Los Angeles, Roma; Auckland; San Pablo; Beijing; Sydney; Tokio; Paris; Singapur; Bruselas; Toronto; Monterrey; Lisboa; Johannesburg; Doha; Doha; Praga; Amsterdam; Barcelona; Nairobi; Chennai; Londres; Santiago de Chile; Dhaka; Karachi y Túnez.	IP v 4: 192.5.5.24 IP v 6: 2001:500:1035
G	U.S.DOD Network Information Center	Vivian, Virginia, EE.UU.	IP v 4: 128.3.26.1
H	U.S. Army Research Lab	Anchorage, Maryhill, Washington, EE.UU.	IP v 4: 128.3.2.53 IP v 6: 2001:500:1:803:235
		Opava, 29 de Septiembre, Dublín, Milán, Londres, Génova, Amsterdam; Oedo; Bangkok; Hong Kong; Bruselas; Frankfurt; Ankara; Doha; Manila; Jakarta; Singapore; Tokio; Singapur; Miami; Ashburn (EE.UU.)	
		Mumbai y Beijing	
		Dulles, Virginia (2 ubicaciones); Sterling Virginia (2 ubicaciones); Mountain View, California; Los Angeles; California; Sunnyvale; California, Amsterdam; Estocolmo; Nueva York; Tokio; Singapur; Tokio; Brisbana; Miami; >Beijing; Novosibirsk	
J	VeriSign Naming and Directory Services		IP v 4: 192.58.128.30
K	Ressoux IP Europeons Coordination Centre	Londres; Amsterdam; Frankfurt; Atenas; Doha; Milán; Reyyaván; Génova; Porto; Belgrado; Abu Dhabi; Tokio; Brisbana; Miami; >Beijing; Novosibirsk	IP v 4: 193.0.14.129 IP v 6: 2001:7B:1
L	Internet Corporation for Assigned Names and Numbers	Los Angeles, California, EE.UU.	IP v 4: 193.32.64.12
M	WIDE Project	Tokio; Seúl; París y San Francisco.	IP v 4: 2002.12.27.53 IP v 6: 2001:4d1-35

48

1.8.4 Organizaciones que trabajan para Internet

1.8.4.1 La Internet Society

Internet no tiene una autoridad única

ISOC: organización no gubernamental, sin fines de lucro

Fundada en 1991 y registrada en 1992.

49

1.8.4.2 Internet Architecture Board (IAB)

En 1992 se actualiza el comité técnico consultor ICCB de 1979, con Vinton Cerf en el DARPA denominado ICCB.

50

1.8.4.3 Internet Engineering Task Force (IETF)

Grupo conformado por técnicos, administradores de red, investigadores, usuarios y otros voluntarios.

Forman grupos de trabajo sobre aspectos técnicos de la red

51

Tareas específicas :

- Identificar y proponer soluciones relacionadas a problemas operacionales y técnicos.
- Especificar, desarrollar protocolos, solucionar problemas.
- Hacer recomendaciones al IESG respecto de la normalización y el uso de protocolos.
- Facilitar la transferencia de tecnología al Internet Research Task Force (IRTF).
- Foro de intercambios de información dentro de la Comunidad Internet

52

1.8.4.4 Internet Engineering Steering Group (IESG)

Grupo Director de Tareas de Ingeniería de la Red internet es la parte de la ISOC responsable de las actividades técnicas que desarrolla el Grupo de Tareas de Ingeniería de Internet (IETF).

53

1.8.4.5 Internet Research Task Force (IRTF)

Se ocupa de las tareas y las necesidades de la red en el corto plazo. Las actividades de investigación y decisiones orientadas al largo plazo están a cargo de la IRTF.

54

1.8.4.6 Internet Research Steering Group (IRSG)

Consultor de las tareas que desarrolla el Grupo de Tareas para las Investigaciones de la Red Internet (IRTF).
Desarrollar talleres para investigar cuáles deben ser las prioridades de los temas a investigar para mejorar el funcionamiento de la red.

55

1.8.4.7 RFC Editor

Los documentos producidos y vinculados a Internet se denominan Request for Comments (RFC).
Son editados por una autoridad que se denomina RFC Editor.

56

1.8.4.8 Proceso utilizado en Internet para la aprobación de normas y recomendaciones

El proceso de generación de estándares para la normalización y el uso en Internet es una actividad que está bajo la responsabilidad primaria de la Internet Society.
Delega la administración y la organización de estas actividades en:
- Internet Architecture Board (IAB)
- Internet Engineering Task Group (IETG).

57

Proceso de confección de estándares:

- STATE. Nivel de avance que tiene el desarrollo de un estándar.
- STATUS. Nivel de aceptación que tiene para las autoridades de la red.

58

Estándar de Internet.

Una especificación será llevada a estándar de Internet cuando:
- haya obtenido una implementación significativa
- experiencia operacional exitosa.
- alto nivel de madurez técnica
- provee un beneficio significativo a la comunidad de Internet.
Este *state* le asigna al estándar un número de serie STD, y este a su vez retiene su número RFC.

59

Niveles de requerimiento de una especificación técnica:

- *Requerido (required).*
- *Recomendado (recommended).*
- *Electivo (elective).*
- *De uso limitado (limited use).*
- *No recomendado su uso (not recommended)*

60

1.8.4.9 Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)

- Organización civil internacional sin fines de lucro
- Asignar direcciones numéricas para uso del protocolo de Internet
- Administra el sistema de Nombres de Dominio de Primer Nivel Genéricos (gTLD), y de Códigos de Dominios de Países de Primer Nivel (ccTLD), como también el sistema de servidores raíz

61

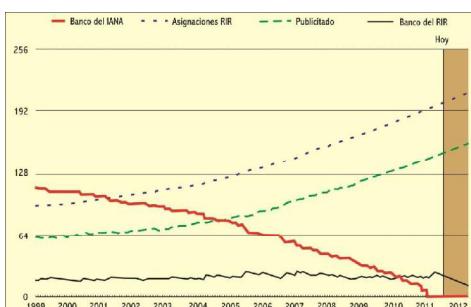
1.8.4.10 Internet Assigned Numbers Authority (IANA)

IANA como Departamento de la ICANN es la encargada de coordinar algunos de los aspectos clave que permiten mantener la Red Internet funcionando sin problemas.

Las variadas actividades del IANA pueden ser agrupadas en tres categorías:

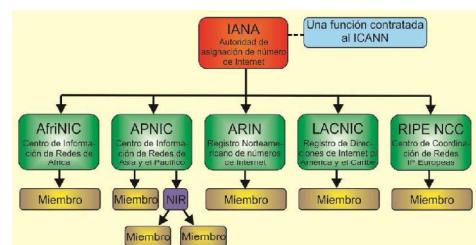
- Nombres de dominio
- Recursos de numeración
- Registros de protocolos

62

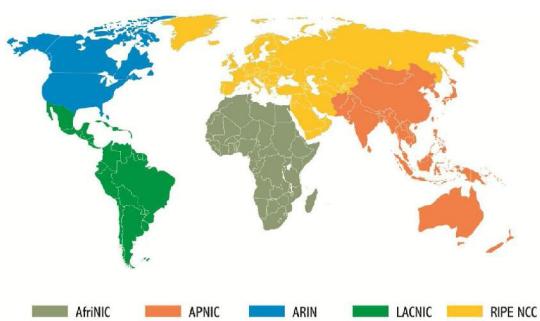


63

Los Registros Regionales de Internet distribuyen las direcciones IP en cinco agencias según la zona geográfica que corresponda por delegación del IANA.



64



65

1.9 Los procesos de estandarización y los organismos de normalización

1.9.1 Consideraciones generales

- Estandarización: proceso de elaboración de normas sobre una actividad, un producto o un proceso específico
- ordena su especificidad
- simplifica los modelos de partes o sistemas
- permite la interoperabilidad o la capacidad de intercambio de las partes
- mejora las actividades científicas, industriales o económicas
- facilita el comercio y el manejo y la transferencia de la tecnología.

66

1.9.2 Los organismos de estandarización

Hay cuatro organismos principales de estandarización para las comunicaciones y la computación que se describen a continuación.

1.9.2.1 Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)

Organización internacional del sistema de las Naciones Unidas en la que los gobiernos y el sector privado coordinan los servicios y las redes mundiales de telecomunicaciones.

Fundada en 1865 durante la Primera Convención Internacional Telegráfica por 20 miembros iniciales.

67

1.9.2.2 Organización Internacional de Estándares (ISO)

Organización vinculada a las Naciones Unidas

Produce normas internacionales industriales y comerciales
Facilita el intercambio de bienes y servicios, información y contribuye a la transferencia de tecnologías.

68

1.9.2.3 Sociedad Internet (ISOC)

Confecciona las normas vinculadas con el funcionamiento de Internet

69

1.9.2.4 Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE)

Organización técnico-profesional sin fines de lucro de alcance mundial dedicada a promover la creatividad, el desarrollo, la integración, compartir y aplicar los avances en las tecnologías de la información, la electrónica y las ciencias en general, para beneficio de la humanidad y de los mismos profesionales de estas disciplinas. Como tal es la más grande del mundo, y sirve a los intereses de más de 382.000 miembros en cerca de 150 países.

70

1.9.3 Otros organismos vinculados a estas actividades

1.9.3.1 American National Standards Institute (ANSI)

Desde 1918 coordina el desarrollo y el uso de patrones, para aumentar la competitividad de las empresas

71

1.9.3.2 Electronic Industries Alliance (EIA)

Involucra a más de 1300 fabricantes de equipamiento electrónico de EUA.
Genera normas RSxxx

1.9.3.3 ADSL Forum

Consorcio para perfeccionar estándares para los servicios ADSL.

72

1.9.3.4 MFA Forum

Foros específicos para tecnologías nuevas: ATM, Frame Relay,etc.

2005: se unen en MFA Forum

- Multiprotocol Label Switching (MPLS),
- Frame Relay
- Asynchronous Transference Mode (ATM).

Comunicaciones

Castro-Fusario

Capítulo 2:

Transmisión de señales

1

Temas:

- 2.1 Señales analógicas y señales digitales
- 2.2 Transmisión de señales analógicas y digitales
- 2.3 Características de la transmisión de señales
- 2.4 Características de las señales utilizadas para la transmisión de señales
- 2.5 Unidades de medida usadas en las telecomunicaciones
- 2.6 La transmisión de señales
- 2.7 Ancho de banda
- 2.8 Señales en banda base
- 2.9 Filtros

2

2.1 Señales analógicas y señales digitales

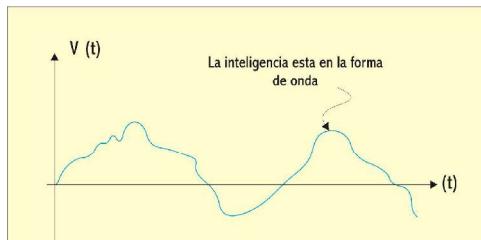
2.1.1 Introducción

- Las redes de telecomunicaciones deben transmitir todo tipo de informaciones inteligentes, como voz, audio, datos, textos, imágenes y video.
- Las informaciones se codifican en la fuente y se transforman en señales analógicas o digitales que puedan ser transmitidas por las redes.
- Según el codificador que se utilice, las señales pueden ser de tipo eléctrico, óptico o electromagnético.

3

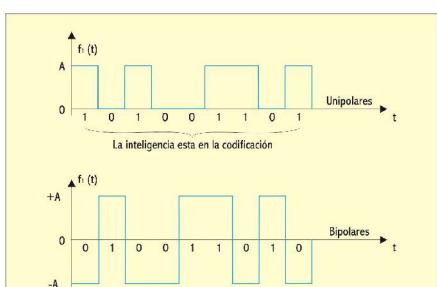
2.1.2 Definiciones

Señales analógicas: pueden ser representadas por funciones que toman un número infinito de valores en cualquier intervalo de la variable considerada



4

Señales digitales: pueden ser representadas por funciones que toman un número finito de valores en cualquier intervalo de la variable considerada



5

2.2 Transmisión de señales analógicas y digitales

Las señales analógicas se transmiten por redes analógicas.

Si la red es digital, las señales típicamente analógicas, como la voz, deben ser previamente digitalizadas para su transmisión.

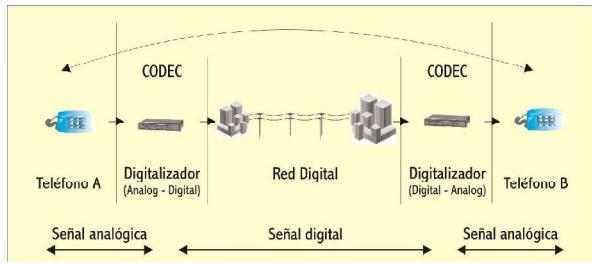
El equipo para efectuar esta transformación se denomina en forma genérica digitalizador o también equipo codec (codificador y decodificador).

Las señales digitales se transmiten por redes digitales.

En una red digital que se utiliza para la transmisión de la voz, el equipo terminal telefónico debe estar conectado a un digitalizador antes de que las señales pasen a la red digital.

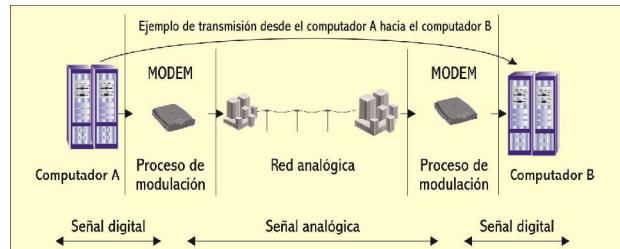
6

Esquema de conexión de un equipo terminal analógico a una red digital.



7

Para trasmisir señales digitales por redes analógicas se usan módems (moduladores/demoduladores) de diferentes tipos. Los módem ADSL –*Asynchronous Digital Subscriber Line*– permite el acceso a la red telefónica analógica con velocidades típicas de banda ancha para conectarse a Internet.



8

2.3 Características de la transmisión de señales

Las telecomunicaciones, o simplemente comunicaciones están constituidas por el conjunto de tecnologías que permiten la transmisión a distancia de señales de información.

El medio de comunicaciones, o canal de comunicaciones, es el que permite que las señales generadas en el transductor de la fuente lleguen al transductor del sumidero.

En resumen, un sistema de comunicaciones está compuesto por los elementos siguientes:

- Una fuente y un sumidero o colector.
- Un transductor en la fuente y otro en el sumidero.
- Un medio o un canal de comunicaciones.

9

El medio de comunicación debe transmitir la información con la mayor fidelidad posible.

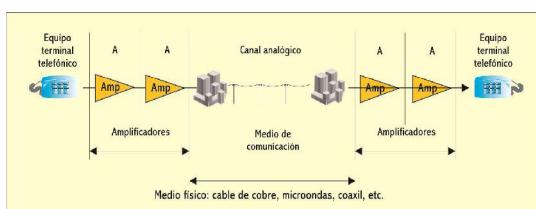
Hay fenómenos indeseables tales como:

- Atenuación.
- Distorsión.
- Ruido.
- Retardos de transmisión –*delay*–.

10

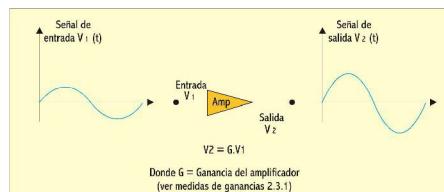
Hay canales analógicos y digitales.

En los analógicos el transductor de la fuente es el micrófono del teléfono, mientras que el del sumidero es el altavoz.



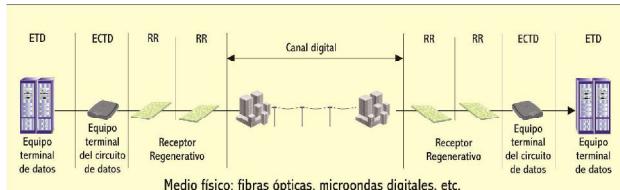
11

Amplificadores: Las señales que llegan al amplificador están atenuadas respecto de su amplitud original, y las que salen de él tienen un nivel conveniente para que puedan ser detectadas e interpretadas correctamente en el extremo receptor.



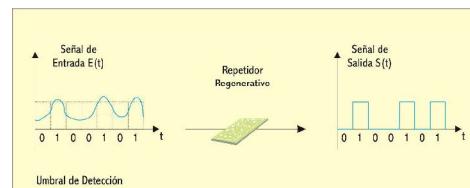
12

Repetidores regenerativos: para aumentar el alcance cuando se utilicen cables de cobre se deben situar en distancias intermedias. En el caso de las fibras ópticas monomodo se colocan a distancias importantes, del orden de varios kilómetros.



13

Las señales que arriban al repetidor se observan distorsionadas y las que salen tienen su forma original, y ninguna señal de ruido.



14

2.4 Características de las señales utilizadas para la transmisión de señales

2.4.1 Aspectos generales

Las señales inteligentes tiene forma variable, pero sus características pueden estudiarse tomando como referencia:

- la función senoidal armónica simple como ejemplo de una señal típica analógica
- la onda cuadrada como ejemplo de una señal digital.

En ambos casos estas funciones son periódicas.

15

2.4.1 Aspectos generales

Se dice que una función $f(t)$ es periódica cuando se verifica que,

$$f(t) = f(t + T)$$

$$\frac{\partial^y f(t)}{\partial t^y} = \frac{\partial^y f(t+T)}{\partial t^y}$$

Donde:

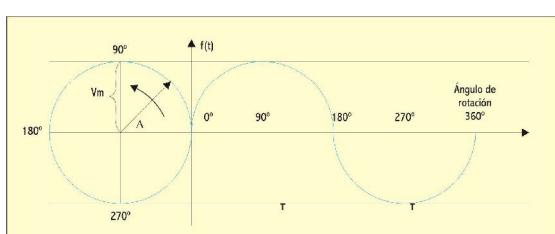
T = período de la función.

16

2.4.2 Función senoidal armónica simple

Expresión general de la forma:

$$f(t) = A \operatorname{sen}(\omega t + \Phi)$$



17

La velocidad angular del vector ω , se puede definir como:

$$\omega = \frac{\text{ángulo recorrido}}{\text{tiempo}}$$

Para un ángulo recorrido de 2π radianes, se habrá tardado en recorrerlo un tiempo igual al período T .

$$\text{Entonces: } \omega = \frac{2\pi}{T}$$

Luego:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

18

Frecuencia: es el número de ciclos completos por segundo.
Es la inversa del período T .

$$T = \frac{1}{f} \text{ (seg)}$$

Resultará, operando convenientemente;

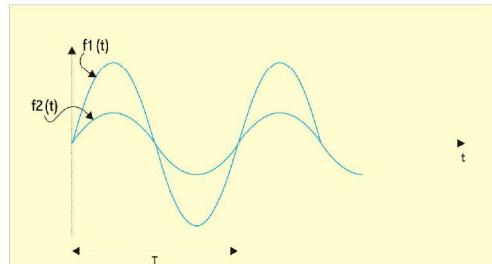
$$\omega = 2\pi f$$

El tiempo T se mide en segundos y la frecuencia en Hertz.

$$[\text{Hertz}] = \frac{1}{\text{seg}}$$

19

Representamos dos funciones de igual frecuencia y fase, pero distintos valores de amplitud, $A1$ y $A2$;



20

Veamos dos señales sinusoidales de distintas frecuencias pero de igual amplitud y ángulo de fase inicial.

$f_1 = 4 \text{ Hz}$ y una segunda $f_2 = 8 \text{ Hz}$.

Calculemos el período de ambas funciones T_1 y T_2 .

$$T_1 [\text{seg}] = \frac{1}{4 \text{Hz}} = 0,25 \text{ seg}$$

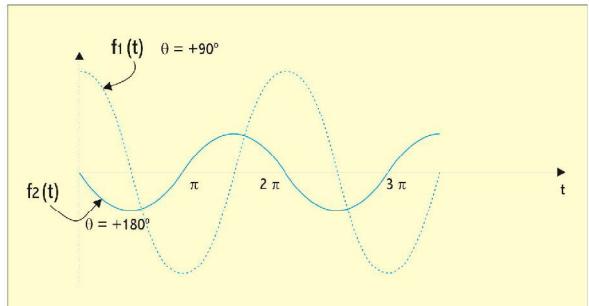
$$T_2 [\text{seg}] = \frac{1}{8 \text{Hz}} = 0,125 \text{ seg}$$

Observemos el ángulo de la fase inicial en una función senoidal.

En la representación de la función armónica:

$$f(t) = A \sen(\omega t + \Phi)$$

21



22

Dicha función para el instante $t = 0$, resultará $\omega t = 0$,

El valor de la función en el instante $t = 0$ dependerá del valor del seno del ángulo ϕ .

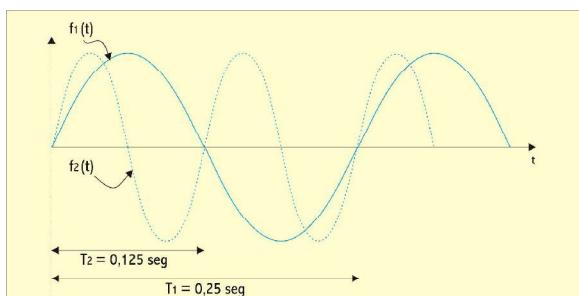
si $\phi = 0$ resultará $\sen \phi = 0$, y por lo tanto $f(0) = 0$; y

$$f(0) = A \sen \phi$$

Si $\phi = \frac{\pi}{2}$ resultará $\sen \frac{\pi}{2} = 1$, y por lo tanto $f \left(\frac{\pi}{2} \right) = A \sen \frac{\pi}{2} = A$

23

Funciones senoidales de distinta frecuencia con ángulo de fase igual a cero.



24

Se representan dos funciones de igual amplitud y frecuencia, pero una con $\phi = 0$, y otra con $\phi = \frac{\pi}{2}$

Las expresiones de una y otra serán por lo tanto;

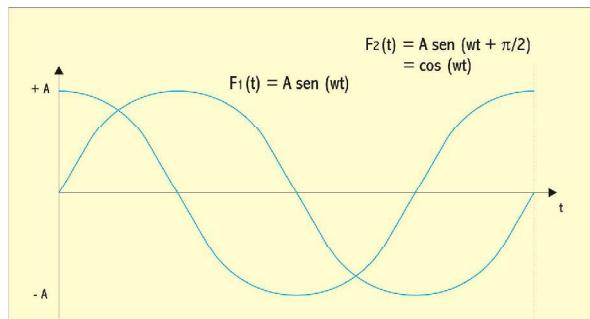
$$\begin{aligned}f(t) &= A \operatorname{sen}(\omega t) \\f(t) &= 1, \text{ para } 0 < t < T/2 \\f(t) &= A \operatorname{sen} \omega t + \frac{\pi}{2}\end{aligned}$$

Podría también expresarse de la siguiente manera;

$$f(t) = A \cos(\omega t)$$

25

Funciones senoidales de ángulos de fase igual a cero e igual a $\pi/2$



26

2.4.3 Función onda cuadrada

Generada por equipos generadores de pulsos, que se basan en las técnicas de la electrónica digital.

Se representa gráficamente una señal periódica onda cuadrada o rectangular.

Se define matemáticamente a través de las siguientes expresiones

$$\begin{aligned}f(t) &= A, \text{ para } 0 < t < \frac{T}{2} \\y, \\f(t) &= -A, \text{ para } \frac{T}{2} < t < T \\y, \\f(t) &= 0, \text{ para } t = n\frac{T}{2}; \text{ donde } n = 1, 2, \dots, n\end{aligned}$$

27

Los conceptos de amplitud, frecuencia y período tienen el mismo significado que en la función senoidal armónica simple.

La frecuencia también se denomina frecuencia de repetición de pulsos (FRP):

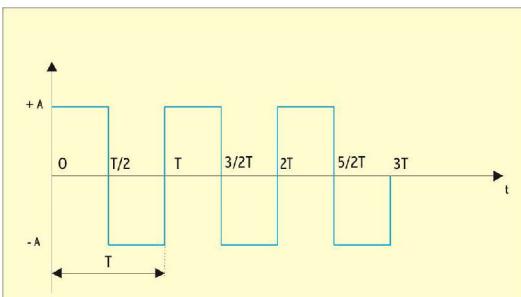
$$FRP = \frac{1}{T} (\text{PPS})$$

donde: PPS es pulsos por segundo.

En el estudio de las señales digitales aparece un parámetro, muy importante, denominado ancho de pulso (τ).

28

Función onda cuadrada de amplitud A.



29

2.4.4 Valor eficaz y valor medio de una señal senoidal: factor de forma

Para analizar la tensión o corriente en un circuito eléctrico es importante conocer el valor eficaz de las mismas, a efectos de poder calcular, por ejemplo, la potencia eléctrica y otros parámetros del circuito.

Se define como valor eficaz de la función f(t): $Y_e = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T f(t)^2 dt}$

30

Se define como valor medio de la función $f(t)$:

$$Y_m = \frac{1}{T} \int f(t) dt$$

El factor de forma es la relación entre valores eficaz y medio:

$$FF = Y_e/Y_m$$

31

2.4.5 Representación de señales armónicas mediante la serie de Fourier

2.4.5.1 Conceptos generales

La relación entre las distintas funciones periódicas es mucho más amplia que la que existe con el factor de forma de la función onda cuadrada.

La serie de Fourier permite llevar a cabo este análisis.

Toda función periódica que cumpla con las denominadas condiciones de **Dirichlet** admite su desarrollo en **serie de Fourier**.

32

2.4.5.2 Condiciones de Dirichlet

Son necesarias y suficientes para que una función $f(t)$ pueda ser desarrollada en serie de Fourier:

- La función $f(t)$ debe ser periódica, de período T .
- La función $f(t)$ debe ser definida y univalente, salvo un número finito de puntos, en el intervalo de integración.
- La función $f(t)$ y su derivada $f'(t)$ deben ser seccionalmente continuas en el intervalo de integración (o continuas por secciones).

33

2.4.5.3 Desarrollo de la serie y cálculo de los coeficientes.

Toda función que cumpla con las condiciones de Dirichlet admite ser representada por una serie de la forma:

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(n\omega t) + b_n \sin(n\omega t)$$

Donde: $\omega = \frac{2\pi}{T}$ siendo T el período de la función $f(t)$.

34

Los coeficientes de la serie se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$a_0 = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} f(t) dt$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} f(t) \cos(n\omega t) dt ; \text{ para } n = 1, 2, 3, \dots, n, \dots$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} f(t) \sin(n\omega t) dt ; \text{ para } n = 1, 2, 3, \dots, n, \dots$$

35

2.4.5.4 Expresión compleja de la serie de Fourier

Para analizar una señal en el dominio de la frecuencia es conveniente recurrir a la llamada expresión compleja del desarrollo en serie de Fourier.

En efecto, es posible desarrollar una función que cumple las condiciones de Dirichlet mediante una expresión del siguiente tipo:

$$f(t) = \frac{1}{T} \sum_{n=-\infty}^{\infty} C_n e^{jn\omega t}$$

$$C_n = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} f(t) e^{-jn\omega t} dt$$

36

2.4.5.5 Espectro de amplitud y de fase de una función periódica

En los sistemas de comunicaciones es necesario conocer el comportamiento de las funciones periódicas, no como funciones del tiempo sino de la frecuencia.

Para ello definiremos como amplitud del espectro a la expresión

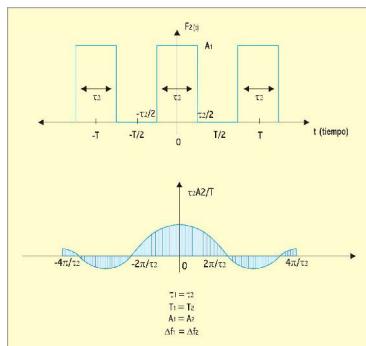
$$|C_n| = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$$

y fase del espectro a la expresión

$$\Phi_n = \arctg -\frac{b_n}{a_n}$$

37

Relación entre el período de pulso y el espectro de amplitud.



39

El primer valor para el cual C_n se anula puede considerarse como una medida aproximada del ancho de banda

- es necesario para contener la mayor parte de la energía de la señal
- servirá para diseñar el sistema de comunicaciones.

Este valor resulta igual a

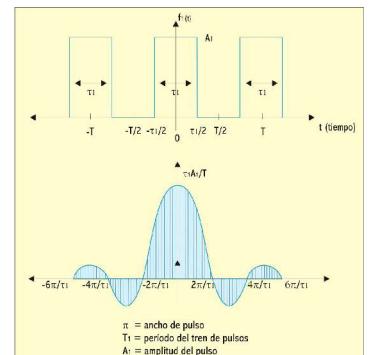
$$\omega = \frac{2\pi}{\tau}$$

41

2.4.5.6 Análisis del espectro de amplitud de la señal

Separación entre componentes discretas del espectro: $2\pi/T$

Envolvente de máximos es del tipo $\sin(x)/x$, donde $x=n\omega\tau/2$



38

2.4.5.7 Concepto inicial de ancho de banda

Es el intervalo de frecuencias $\Delta f = f_2 - f_1$, en el cual se concentra la mayor parte de su energía.

Existe una relación inversa entre el ancho de un pulso τ y el ancho de banda Δf cubierto por el espectro de frecuencia.

La mayor parte de la energía estará concentrada entre las frecuencias tal que,

$$0 < f < \frac{1}{\tau}$$

40

2.5 Unidades de medida usadas en las telecomunicaciones

2.5.1 Introducción

La transmisión de señales a través de medios de comunicaciones:

- sufre atenuaciones o pérdidas
- se amplifican a través de elementos pasivos o activos
- deben llegar a los receptores con valores que permitan su interpretación y decodificación.

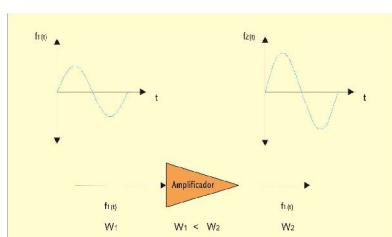
La potencia de la señal útil debe mantenerse en valores:

- lo suficientemente altos para estar separados del nivel del ruido
- lo suficientemente bajos como para que la señal no sufra distorsiones que la tornen inutilizable.

42

2.5.2 Ganancia de un amplificador

Es la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada.



$$G = \frac{P_S}{P_E}$$

43

2.5.3 Pérdida

A medida que la señal se va propagando, sea por un conductor o por un medio dieléctrico, la señal se va atenuando y por lo tanto la señal va perdiendo potencia.

Los medios se comportan como si fueran atenuadores.

Pérdida es la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada

$$P_{\text{eff}} = \frac{P_S}{P_E}$$

Como $P_S < P_E$, resulta $\frac{P_S}{P_E} < 1$

44

2.5.4 Amplificadores o atenuadores en cascada

Dos amplificadores (o atenuadores) conectados en cascada están uno a continuación del otro.

La potencia de entrada del amplificador A_2 será la potencia de salida del amplificador A_1 .

La ganancia (o pérdida) de ambos será el producto de la ganancia de cada uno.

La ganancia de A_1 , será $G_{A1} = \frac{P_{S1}}{P_{E1}}$

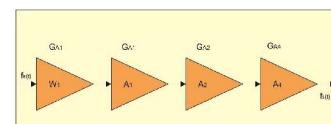
45

Luego, la ganancia total será

$$G_{A2} = \frac{P_{S2}}{P_{S1}}$$

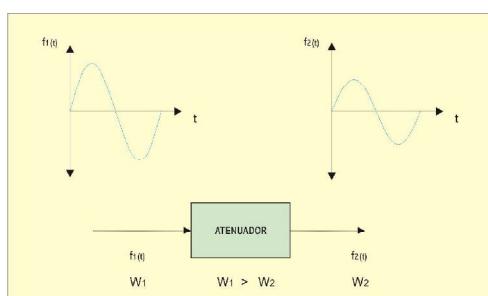
$$G_{\text{TOTAL}} = \frac{P_{S1}}{P_{E1}} \cdot \frac{P_{S2}}{P_{S1}}$$

$$G_{\text{TOTAL}} = \frac{P_{S2}}{P_{E1}}$$



46

Considerando atenuadores el razonamiento es igual



47

2.5.5 El decibel

La ganancia expresada en veces da valores poco prácticos, sin relación con el comportamiento del oído humano.

Se prefiere usar el decibel, que es una unidad logarítmica.

Ganancia en decibeles:

$$G(\text{dB}) = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

Pérdida en decibeles:

$$\text{Perd}(\text{dB}) = -10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2}$$

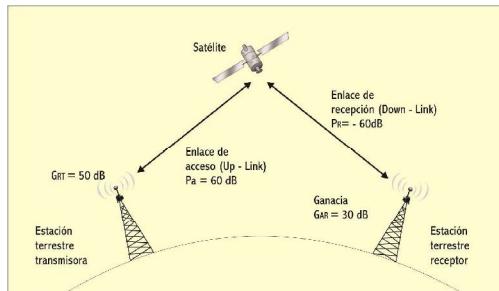
48

Para una señal de entrada de 1 Watt vemos los valores de la ganancia en dB, conociendo la potencia de salida del amplificador.

P salida (Watt)	10	100	1.000	10.000	100.000	1.000.000	10.000.000	100.000.000
Ganancia en dB	10	20	30	40	50	60	70	80

49

En un enlace a la potencia de salida se le suman las ganancias de antenas y se le restan las pérdidas para calcular la potencia recibida.



50

Ley de **Ohm** compleja para un circuito de corriente alterna.

$$V [\text{Volt}] = I [\text{Ampere}] \cdot Z [\text{Ohm}]$$

V [Volt] = tensión

I [Ampere] = corriente

Z [Ohm] = impedancia

Donde:

R = resistencia óhmica.
 j = unidad imaginaria.
 XL = reactancia inductiva.
 XC = reactancia capacitiva.

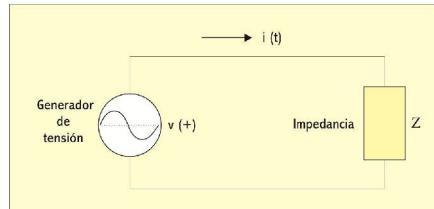
La impedancia se puede expresar mediante un número complejo Z :

$$Z = R + j(X_L - X_C)$$

51

En el concepto de impedancia se deben considerarse dos términos:

- uno real que es la resistencia óhmica, que no depende de la frecuencia,
- otro imaginario, compuesto por las reactancias inductiva y capacitativa.



52

2.5.6 El dBm

A diferencia del dB , que es una unidad de medida relativa, el dBm es una unidad de nivel absoluto-

Mide la potencia respecto de un valor fijo de 1 mW:

$$dBm = 10 \log \frac{P_s [\text{mW}]}{1 \text{ mW}}$$

Cuando la potencia es menor a 1 mW, el resultado es negativo.

Para potencias mayores se toma como referencia 1 W y en ese caso la unidad se denomina dBW.

53

2.5.7 El dBu

El dBu es una unidad de nivel absoluto usada para comparar la tensión de salida respecto de un valor fijo de 0,775 V.

$$dBu = 20 \log \frac{V_s [\text{Volt}]}{0,775 \text{ Volt}}$$

Esta unidad es muy usada en telefonía.

El valor de 0,775 V es un valor que resulta de aplicar una señal de una potencia de 1 mW sobre una impedancia de 600 Ω [Ohm].

Relación entre el dBm y el dBu :

$$dBm = 10 \log \frac{P_s [\text{mW}]}{1 \text{ mW}}$$

54

Pero como $W = \frac{V^2}{Z}$, si a una impedancia de 600Ω le aplicamos una potencia de 1 mW , tendremos:

$$1 \text{ mW} = \frac{0,775V^2}{600}$$

Reemplazando 1 mW por su valor, y la $P_s [\text{W}]$ por su expresión:

$$dBm = 10 \log \frac{V^2 / Z}{(0,775V)^2 / 600}$$

Y operando convenientemente,

$$dBm = 10 \log \frac{V^2}{(0,775V)^2} + 10 \log \frac{600}{Z}$$

$$dBm = 20 \log \frac{V}{0,775V} + 10 \log \frac{600}{Z}$$

55

Y como $dBu = 20 \log \frac{V}{0,775V}$, resultará, $dBm = dBu + 10 \log \frac{600}{Z}$
 $dBm = dBu + \text{Factor de Corrección}$

El factor de corrección es distinto de cero, cuando la impedancia Z es distinta del valor patrón de 600Ω .

2.5.8 El dBmV

El dBmV es una unidad de nivel absoluto que se utiliza para comparar la tensión de salida respecto de un valor fijo de 1 mV .

$$dBmV = 20 \log \frac{V_s [\text{mV}]}{1 \text{ mV}}$$

56

2.5.9 El Neper

El neper es una unidad relativa usada como alternativa al dB .

La base de los logaritmos usados es el número e, en lugar de 10.

$$\text{Neper}(n) = \frac{1}{2} \ln \frac{P_s}{P_g}$$

Relaciones entre el dB y el Neper :

$$1 \text{ Neper} = 8,686 \text{ dB}$$

$$1 \text{ dB} = 0,115 \text{ Neper}$$

57

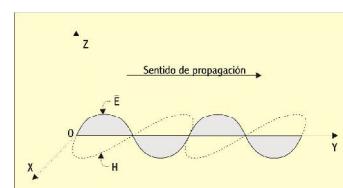
2.6 La transmisión de señales

2.6.1 La transmisión en medios dieléctricos

Una antena puntual transmite en todas direcciones.

En las antenas reales su geometría condiciona la forma de la onda irradiada.

La propagación de una onda plana tiene dos vectores:



58

Las ecuaciones de los vectores \vec{E} y \vec{H} para una onda plana con ángulos de fase inicial iguales a 0 , para $t = 0$:

$$E = E_0 \cos \omega t$$

$$H = H_0 \cos \omega t$$

Donde:

E_0 = amplitud de la intensidad del campo eléctrico.

H_0 = amplitud de la intensidad del campo magnético.

ω = pulsación de la señal. Valor igual a $\omega = 2\pi f$ (frecuencia).

59

La solución a la ecuación de onda es la siguiente

$$E(t; y) = E_0 \cos \omega t - \frac{y}{v}$$

$$H(t; x) = H_0 \cos \omega t - \frac{x}{v}$$

Donde:

E_0 = amplitud de la intensidad del campo eléctrico.

H_0 = amplitud de la intensidad del campo magnético.

v = velocidad de la luz en el vacío.

ω = pulsación de la señal. Valor igual a $\omega = 2\pi f$ (frecuencia).

Por estar propagándose son funciones simultáneas del espacio y del tiempo.

60

2.6.2 El espectro de frecuencias electromagnéticas

2.6.2.1 Longitud de onda

Es importante considerar un parámetro que se denomina longitud de onda, y se representa con la letra λ .

Se denomina longitud de onda a la distancia en que la onda recorre un tiempo igual a un período: $\lambda = v T$

Donde:

λ = longitud de onda.

v = velocidad de propagación.

T = período de la señal.

Reordenando, esta expresión podrá escribirse como sigue:

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

61

2.6.2.2 Espectro de frecuencia

La finalidad de todo sistema de comunicaciones es el de transmitir información para comunicar dos o más puntos, con la menor tasa de errores posible.

Tipos de comunicaciones:

-punto a punto: se establece un vínculo entre dos equipos geográficamente distantes

-punto a multipunto: desde un equipo se efectúan vínculos hacia varios puntos.

2.6.2.3 Bandas y gráfica del espectro de frecuencia

Espectro de frecuencias es la clasificación de las frecuencias en segmentos, según sus características.

Cada segmento tiene distintas aplicaciones.

La UIT lo ha dividido en bandas que reciben distintas denominaciones.

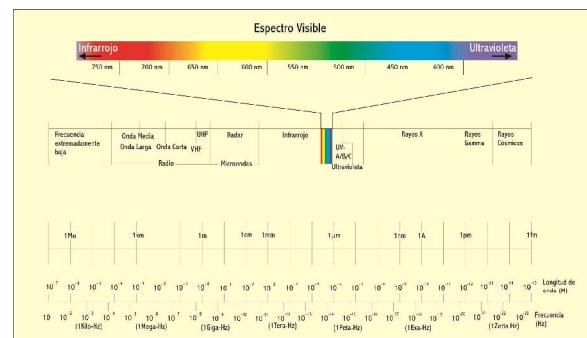
63

Nº	Intervalo	Longitud	Sigla	Nombre	Sigla
Banda	En Hertz o múltiplos	de onda hasta		de la banda	
1	0 a 30 Hz	10.000 Km	-----	Frecuencias extremadamente bajas	Hz = Hertz
2	30 a 300 Hz	1.000 Km	ELF		
3	0,3 a 3 kHz	100 Km	VF	Frecuencias de voz	
4	3 a 30 kHz	10 Km	VLF	Frecuencias muy bajas	kHz = 10^3 Hertz
5	30 a 300 kHz	1 Km	LF	Frecuencias bajas	kHz = kilohertz
6	0,3 a 3 Mhz	100 M	MF	Frecuencias medias	
7	3 a 30 MHZ	10 M	HF	Frecuencias altas	MH = 10^6 Hertz
8	30 a 300 Mhz	1 M	VHF	Frecuencias muy altas	MH = megahertz
9	0,3 a 3 Ghz	100 cm	UHF	Frecuencias ultra altas	GH = 10^9 Hertz
10	3 a 30 Ghz	10 cm	SHF	Frecuencias super altas	GH = gigahertz
11	30 a 300 Ghz	1 cm	EHF	Frecuencias extremadamente altas	
12	0,3 a 3 THz	100 nm	-----	Luz infrarroja	TH = 10^{12} Hertz
13	3 a 30 Thz	10 nm	-----	Luz infrarroja	TH = terahertz
14	30 a 300 Thz	1 nm	-----	Luz infrarroja	
15	0,3 a 3 Phz	100 μm	-----	Luz visible	
16	3 a 30 Phz	10 μm	-----	Luz ultravioleta	PH = 10^{15} Hertz
17	30 a 300 Phz	1 μm	-----	Raios x	PH = petahertz
18	0,3 a 3 Ehz	100 Pm	-----	Raios gamma	
19	3 a 30 Ehz	10 Pm	-----	Raios cósmicos	EH = 10^{18} Hertz
20	30 a 300 Ehz	1 Pm	-----	Raios cósmicos	EH = exahertz

64

Bandas según usos más frecuentes	Algunas Aplicaciones	Longitud de Onda metros	Frecuencia Hertz
Muy Baja Frecuencia	Audio - Medicina - Ultrasonidos	>10 km	<30 kHz
Onda larga	Comunicaciones submarinas	<10 km	>30 kHz
Onda Media	Radio AM	<650 m	>650 kHz
Onda Corta	Radio Onda Corta	<180 m	>1.7 Mhz
Muy Alta Frecuencia	Radio FM	<10 m	>30 Mhz
Ultra Alta Frecuencia	Radar - Televisión	<1 m	>300 Mhz
Microondas	Radar	<30 cm	>1.0 GHz
Infrarrojo Cercano	Telefonía Celular - Microondas - Satélites	< 1mm	>300 Ghz
Infrarrojo	Visores Nocturnos	<2.5 μm	>120 Thz
Luz Visible	Visión del ser humano	<780 nm	>384 Thz
Ultravioleta	Ciencias Forenses - Control de plagas	<200 nm	>1.5 Phz
Raios X	Medicina	<10 nm	>30.0 Phz
Raios Gamma	Energía Nuclear	<10 pm	>30.0 Ehz

65



66

2.6.3 La transmisión en medios conductores

2.6.3.1 Características de la propagación en medios conductores

Además transmitirse por medio de ondas electromagnéticas, las señales se pueden transmitir a través de medios conductores.

Se usan cables de cobre con distintas geometrías y estructuras de construcción:cables de cobre trenzados, coaxiales, UTP, etc.

La magnitud relacionada con la capacidad que tiene de conducir la corriente eléctrica se denomina conductancia (G)

En un medio conductor es distinta de cero: $G \neq 0$

67

En casos ideales límites podríamos decir que si un material no conduce la corriente eléctrica tendrá un valor $G = 0$, y si fuera superconductor su valor sería $G \rightarrow \infty$.

La conductancia es la inversa de la resistencia eléctrica y se mide en Siemens [S].

$$G.R=I$$

Dimensionalmente: $[S]=1/\Omega$

68

Para los cables de cobre la atenuación es función de las características de cada cable y de la frecuencia de la señal transmitida:

$$V = I \cdot Z$$

$$Z = R + j(X_L - X_C)$$

$$R = \rho \cdot l/S$$

donde R: resistencia óhmica [Ω]

ρ : resistividad del metal [$\Omega \cdot m$]

l: longitud del cable [m]

S: sección del conductor [m^2]

69

2.6.3.2 Efecto pelicular

Otro factor que aumenta la atenuación es la frecuencia.

Además de estar incluida en la expresión de la impedancia también actúa a causa del denominado efecto pelicular (la corriente circula sólo por la periferia del conductor).

Estas corrientes se denominan corrientes de **Foucault**.

Los valores de estas dependen de la rapidez con que varía el campo magnético respecto del tiempo (frecuencia de variación).

70

Profundidad de penetración es la distancia d , medida desde el borde de un conductor cilíndrico en dirección a su eje longitudinal, hasta la cual penetrará la corriente de una frecuencia f .

Donde:

δ = profundidad de penetración [metro].

σ = conductividad eléctrica del metal [$S \cdot m^{-1}$]

μ = permeabilidad magnética [$Henry \cdot m^{-1}$]

f = frecuencia [Hertz]

71

A la frecuencia de 1 MHz la sección útil del conductor se reduce fuertemente.

Conclusiones:

- La atenuación será función de la resistencia del conductor.
- A enlaces más largos, mayor atenuación.
- Una forma de disminuir la atenuación es aumentar el diámetro del conductor.
- A mayor frecuencia de la señal que será transmitida a través de conductor, mayor será la atenuación.
- Los fenómenos de atenuación requieren un tratamiento en las redes de comunicaciones que consiste en la instalación de amplificadores.

72

En las transmisiones de banda ancha utilizando el par telefónico, si el conductor no tiene el diámetro adecuado, el efecto de penetración o pelicular afecta la transmisión.

La atenuación (pérdida) en dB de un cable de cobre se calcula:

$$Perd\ (dB) = \alpha \sqrt{f} \ dB$$

Donde
 f = frecuencia.
 α = constante específica para cada cable (geometría y características).

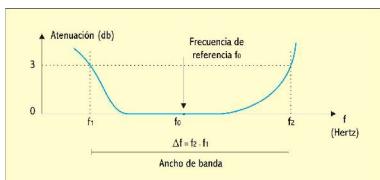
73

$$\Delta f = f_2 - f_1$$

Los límites pueden ser arbitrarios, generalmente se definen para una atenuación de 3 dB con respecto al valor de la señal a la frecuencia de referencia.

74

Atenuación de una señal en función de su frecuencia.



Los valores de f_1 y f_2 se denominan límites inferior y superior del ancho de banda de una señal.

Para ellos la atenuación de la señal es de -3 dB respecto al valor f_0 de referencia, que se encuentra a 0 dB.

75

2.7.2 Concepto de ancho de banda

La limitación más importante para el funcionamiento de un sistema de comunicaciones es el ancho de banda del canal.

El ancho de banda está directamente relacionado con la cantidad de información que puede pasar a través del intervalo de frecuencias que él define.

Como $T=1/f$, para dos valores de T tales que: $T_1 \gg T_1'$

resulta: $f_1 \ll f_1'$

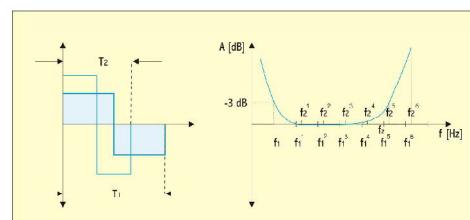
76

Representemos en un gráfico las frecuencias de las armónicas de un caso y del otro.

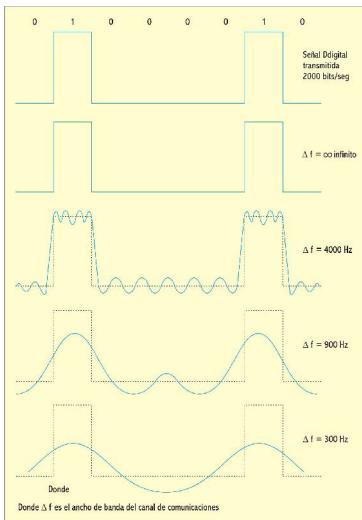
Vemos que algunas armónicas antes entraban dentro del ancho de banda, pero cuando se aumentar la cantidad de información quedan fuera, estarán atenuadas por el canal de comunicaciones y su aporte a reconstituir la señal será despreciable.

77

Distribución de las armónicas de una señal dentro del ancho de banda del canal



78



79

Los filtros dejan pasar las frecuencias comprendidas dentro de una banda.

Si el ancho de banda fuese teóricamente infinito:

$$f_1 = 0 \text{ y } f_2 = \infty$$

entonces:

- todas las armónicas de la señal pasarían sin atenuación
- la señal no sufriría deformación alguna.

En la práctica a medida que el ancho de banda se reduce, mayor es la deformación de la señal.

80

2.7.3 Capacidad de un canal de comunicaciones

La capacidad de un canal está vinculado con la cantidad de información generada en la fuente que puede atravesar el ancho de banda disponible.

El ancho de banda un intervalo de frecuencias se mide en *1/seg*.

Los canales analógicos se miden en hertz o sus múltiplos (kHz, MHz)

Los canales digitales se miden en bps o sus múltiplos (kbps, Mbps).

81

Ancho de banda requerido por distintos servicios de comunicaciones

Nº	Formas de información	Ancho de Banda [KHz]
1	Canal telefónico de voz (par de abonado)	3,1
2	Canal de voz analógico por onda portadora	4
3	Música de alta fidelidad (HI FI)	16
4	Disco compacto (CD)	22
5	Canal de voz digital	64 / 65
6	Canal de radio FM	200
7	Canal de televisión (CATV)	6
8	Teleconferencia (a través de redes digitales ISDN)	128 / 256

82

2.7.4 Curva de ganancia de un amplificador

La ganancia de un amplificador en función de la frecuencia nunca es absolutamente constante.

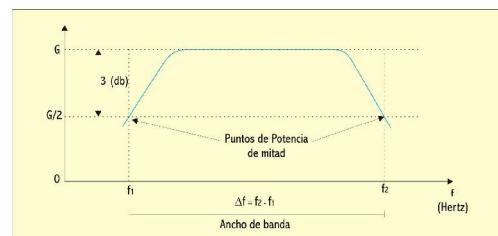
Esto se debe corregir.

Menor ganancia en un rango de frecuencias restará calidad a la señal porque la forma de onda en la salida será diferente de la que tenía cuando fue generada.

83

Un amplificador es de mayor calidad que otro cuando, a igual ancho de banda, la curva de respuesta en frecuencia tiene características más planas.

La curva típica de ganancia de un amplificador en función de la frecuencia recibe el nombre de respuesta en frecuencia.



84

2.8 Señales en banda base

2.8.1 Definición

Son las que, generadas por una fuente de información, no sufren ningún proceso de modulación o tratamiento a su salida.

Se pueden codificar de distintas formas:

- códigos en banda base o códigos de línea
- dependen de las características de la transmisión

85

2.8.2 Señales unipolares, polares y bipolares

2.8.2.1 Señal unipolar

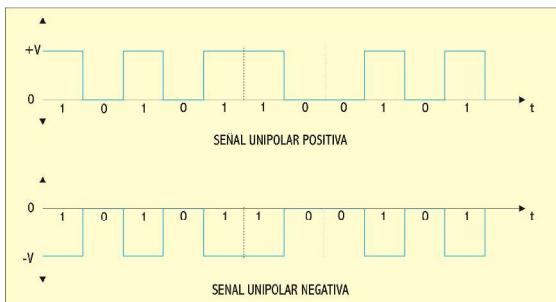
El valor que representa a un determinado dígito binario, sea éste un cero o un uno, toma siempre la misma polaridad, positiva o negativa, mientras que el otro dígito toma el valor cero.

Dependiendo de la polaridad, se tendrán señales unipolares positivas o negativas.

Se puede representar un 1 o un 0 por encendido o el apagado de una luz.

86

Señales unipolares positiva y negativa.



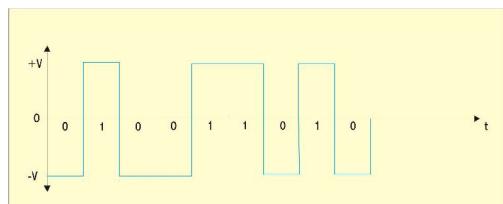
87

2.8.2.2 Señal polar

Los valores que representan a los dígitos binarios 1 y 0 se originan por la conmutación de la línea entre un valor positivo de tensión V_+ y el valor negativo de tensión $-V_-$.

Un valor binario cualquiera tendrá siempre una polaridad determinada, mientras que el otro binario presentará polaridad inversa.

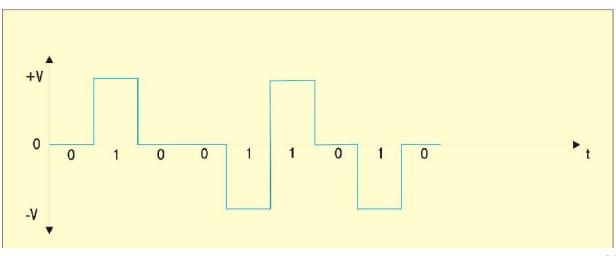
La señal en la línea nunca toma el valor cero.



88

2.8.2.3 Señal bipolar

Un determinado dígito va tomando valores alternados de polaridad, y el otro dígito adopta siempre el valor cero.



89

2.8.3 Transmisión en banda base

2.8.3.1 Características generales de las transmisiones en banda base

El uso de transmisiones en banda base es frecuente:

- bajo costo de los equipos usados
 - permite extender el alcance de las interfaces digitales.
- La utilización de códigos de línea permite solucionar los siguientes aspectos técnicos:
- Eliminar o disminuir la componente continua de la señal.
 - Transmitir una señal de sincronismo desde el transmisor hacia el receptor.
 - Detectar la presencia de señal en la línea.

90

2.8.3.2 Características particulares de las transmisiones en banda base

La señal en banda base más simple para la transmisión de la información del usuario es la unipolar NRZ (*non return to zero*).

- la señal no retorna a cero cuando durante todo el ancho de pulso la tensión permanece constante y no toma el valor cero.
- la transmisión de un (uno) 1 corresponde a la emisión de un pulso
- la transmisión de un (cero) 0 corresponde a la no emisión de un pulso.

Es unipolar (ver 2.8.1.1) porque:

- el 1 toma siempre la misma polaridad (positiva o negativa)
- el 0 no tiene polaridad.

A este tipo de señal se la conoce también como señal ON/OFF.

91

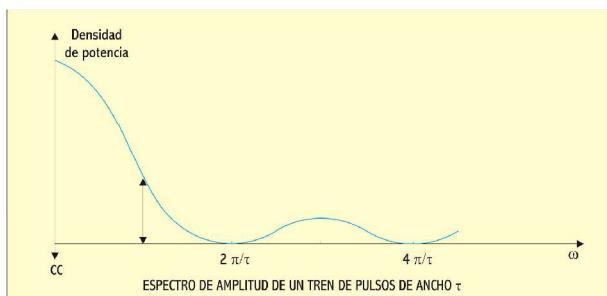
La señal ON/OFF en el dominio del tiempo no tiene suficientes transiciones para excitar un circuito recuperador de la señal de reloj.

Los métodos de codificación en banda base adaptan la señal ON/OFF para las condiciones de la línea de transmisión.

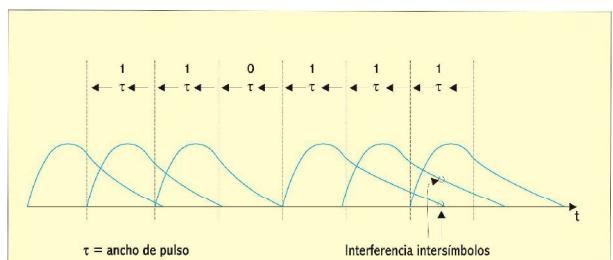
Actuando sobre la forma de la señal eléctrica que representa los bits, se consigue alterar convenientemente el espectro de potencia de la señal transmitida.

92

Espectro de amplitud de un tren de pulsos.



93



94

2.8.4. Clasificación de las señales en banda base

2.8.4.1 De acuerdo con el ancho de pulso

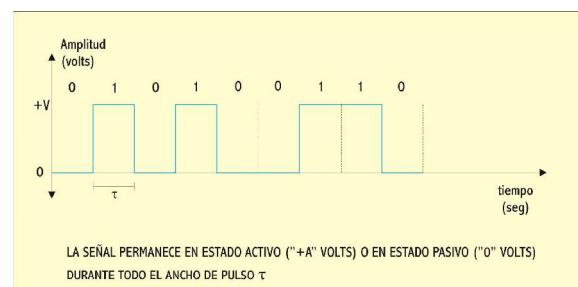
- Señales NRZ (no retorno a cero): los bits están representados por pulsos ocupan la totalidad del intervalo significativo ancho de pulso.

Intervalo significativo de una señal es el tiempo existente entre dos instantes significativos de ella en la línea.

- Señales RZ (retorno a cero): los bits se representan por pulsos ocupan una parte (la mitad) del intervalo significativo.

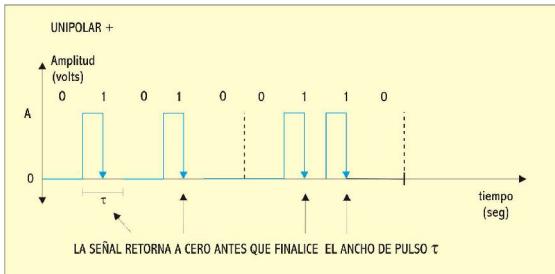
95

Señal NRZ



96

Señal RZ



97

2.8.4.2 Según la polaridad

Unipolares

Las señales tienen dos niveles, uno de los cuales es cero.

Combinaciones:

0 y nivel +: unipolar positiva

0 y nivel -: unipolar negativa

98

Polar

Son códigos cuyas señales tienen dos niveles de diferente polaridad:
 $[+]$ y $[-]$.

Codificación polar utiliza el nivel cero para representar el cero [0] lógico y polaridad alternativa $[+]$ y $[-]$, al uno [1] lógico.

Bipolar

Los códigos tienen para las señales tres niveles de amplitud:

$[+]$, $[0]$ y $[-]$.

99

2.8.5 Códigos usados para señales en banda base

2.8.5.1 Conceptos generales

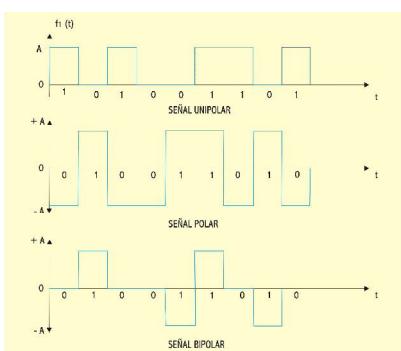
Las señales en banda base se codifican mediante la representación de los símbolos digitales, ceros o unos, en señales eléctricas equivalentes.

Los códigos más usuales son serializados e:

- ⇒ Unipolar sin retorno a cero (NRZ).
- ⇒ Unipolar con retorno a cero (RZ).
- ⇒ Polar sin retorno a cero (NRZ).
- ⇒ Polar con retorno a cero (RZ).
- ⇒ Bipolar con retorno a cero (RZ).
- ⇒ Bipolar sin retorno a cero (NRZ).
- ⇒ Codificación diferencial.
- ⇒ Manchester.
- ⇒ Manchester Diferencial.
- ⇒ MILLER.
- ⇒ HDB - 3.
- ⇒ Código 4B3T (4 binario - 3 ternario).

100

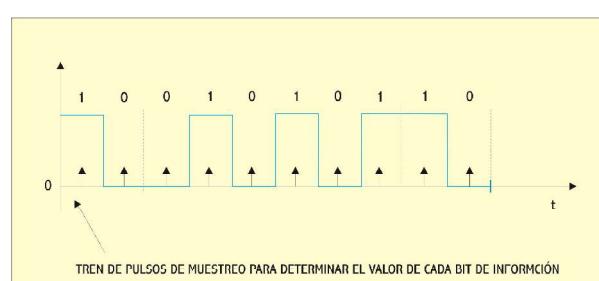
2.8.5.2 Sin retorno a cero (NRZ)



101

2.8.5.3 Polar sin retorno a cero (NRZ)

Se asigna polaridad positiva a los unos y negativa a los ceros.



102

Una corriente continua positiva y otra negativa determinan el estado de cada bit, durante todo el intervalo significativo.

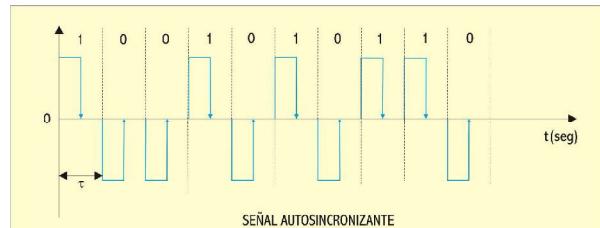
Si bien se pierde el sincronismo, se requiere menor ancho de banda, (los pulsos son más anchos que en señales polares con retorno a cero).



103

2.8.5.4 Polar con retorno a cero (RZ)

Existirá una corriente positiva breve para los bits que lleven un 1 de información y posteriormente la corriente retornará a cero, durante el tiempo que corresponde a ese bit.

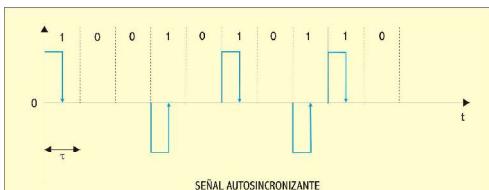


104

2.8.5.5 Bipolar con retorno a cero

Se utiliza la bipolaridad solamente en forma alternada y para cuando se transmiten unos.

Se disminuye el ancho de los pulsos debido al retorno a cero de la señal antes de finalizado el intervalo significativo.

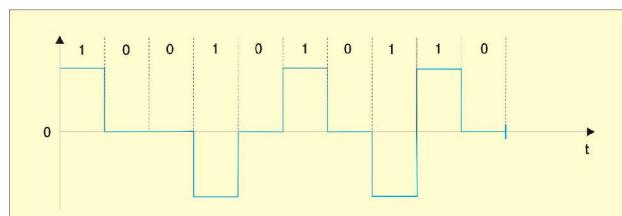


105

2.8.5.6 Bipolar sin retorno a cero

Código AMI: utiliza pulsos de mayor duración que los bipolares con retorno a cero

Requiere menor ancho de banda.



106

2.8.5.7 Codificación diferencial

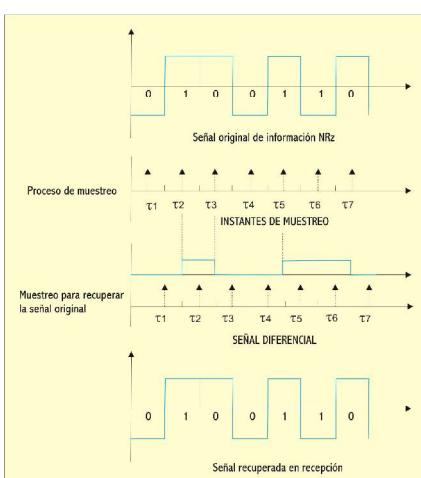
Dos etapas:

- La primera forma una señal diferencial a ser transmitida.
- La segunda ocurre en el receptor para volver a armar la señal.

Procedimiento:

- Una señal original polar, del tipo NRZ, debe ser muestreada.
- En el instante del muestreo en que se detecta un 1, se produce un cambio de estado o transición.
- Cuando lo que se detecta es un 0, significa una no transición.
- Para recuperar la señal original se debe efectuar un nuevo muestreo de la onda recibida, comparándose la polaridad de muestras adyacentes.
- Si ha habido una transición, se está en presencia de un 1; caso contrario es un 0.
- Ejemplo: entre los estados t_3 y t_4 no existe transición alguna, es un 0.

107



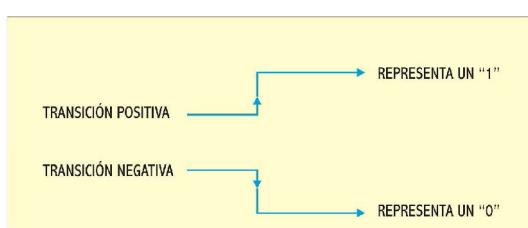
108

2.8.5.8 Código Manchester

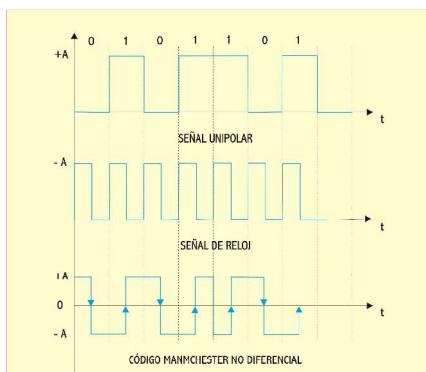
- un bit uno es una transición positiva en la mitad del intervalo significativo
 - un bit cero es una transición negativa en la misma ubicación.
- No se utiliza la diferencia de valor de los niveles para representar los bits.
- Se emplean las fases positivas y negativas de los pulsos, denominadas transiciones.
- Posibilita una transición de por lo menos una por bit, simplificando el problema de la recuperación de la señal de reloj.

109

Código Manchester: Representación de unos y ceros



110

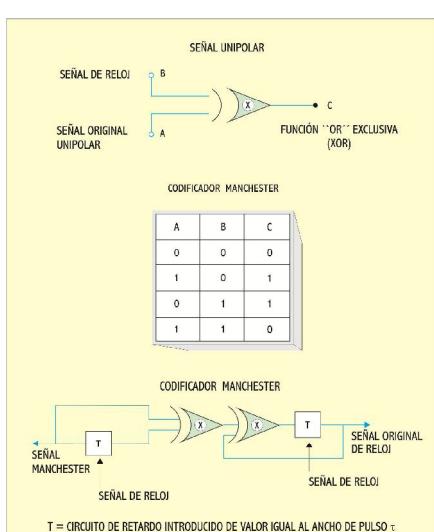


111

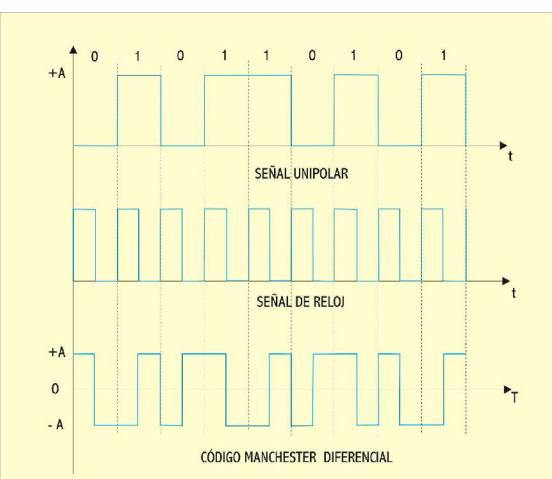
2.8.5.9 Código Manchester diferencial BIFASE

- para la transmisión de un cero se efectúa una transición negativa en la mitad del intervalo significativo
- para el envío de un uno, no se efectúa ninguna transición en la mitad del intervalo; pero si al comienzo de él.
- si el siguiente bit es un cero no se altera la polaridad con la que se lo representa.

112



113



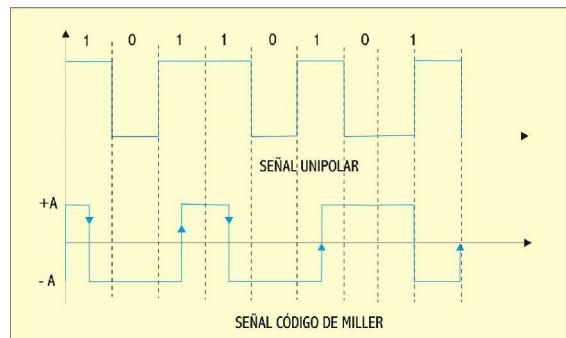
114

2.8.5.10 Código MILLER

Para un uno emplea una transición en la mitad del intervalo significativo.

La implementación del codificador y decodificador de Miller (modulador por retardo de fase) es más sencillo que el de Manchester.

115



116

2.8.5.11 Código HDB-3

El HDB-3 se basa en el denominado código AMI.

Es un código bipolar sin retorno a cero con tres niveles $[+]$, $[-]$ y $[0]$ para representar la información binaria.

El cero se representa siempre con polaridad cero, y el uno, con polaridad alternada $[+]$ y $[-]$.

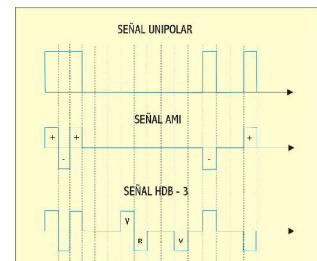
No posee componente de continua, ni bajas frecuencias.

Cuando aparece una larga secuencia de ceros se pierde la posibilidad de recuperar la señal de reloj.

117

Cuando hay cuatro ceros se reemplaza la secuencia por otra ($000V$ ó $R00V$) que depende de la historia

$V = 1$ se denomina violación
R (relleno) siempre tiene igual polaridad que V



118

2.8.5.12 Regla de formación del código

- Para decidir qué secuencia emplear, $[000V]$ o $[R00V]$, se debe contar la cantidad de unos que hay entre la última violación y la actual.
 - si ese número es par, la secuencia de reemplazo será $[R00V]$
 - si es impar, se deberá usar $[000V]$.
- El primer pulso de violación de la serie siempre lleva la misma polaridad que el último bit uno transmitido.
- Esto sirve para que en la recepción pueda detectarse, dado que si fuera de datos debería tener polaridad inversa.
- Los pulsos de violación se transmiten con polaridad alternada entre sí.

119

Señal binaria	Señal binaria
0000	0 -1 +1
0001	-1 +1 0
0010	-1 0 +1
0011	0 +1 -1
0100	+1 -1 0
0101	+1 0 -1
0110	+1 -1 +1
0111	0 +1 +1
1000	0 +1 0
1001	0 0 +1
1010	-1 +1 +1
1011	+1 0 0
1100	+1 0 +1
1101	+1 +1 0
1110	+1 +1 -1
1111	+1 +1 +1

120

2.8.5.13 Código 4B - 3T - 4 binario - 3 ternario

El código HDB-3 se emplea hasta *34 Mbps* sobre cables de cobre.

Para *140 Mbps* sobre cable coaxial, se emplean otros códigos como el 4B - 3T - 4 binario a 3 ternario.

Se reduce la transmisión de 4 bits a 3 niveles, lo que reduce el ancho de banda necesario en un 25%.

Es un código ternario, dado que reduce 4 bits a 3 bits, mediante el empleo de tres niveles.

121

2.8.6 Códigos normalizados por el UIT-T

En los sistemas multiplex digitales se usan los códigos de la tabla

Velocidad de transmisión	Código
2 Mbps	HDB - 3
8 Mbps	HDB - 3
34 Mbps	HDB - 3 o 4B3T
140 Mbps	4B3T o CMI

NOTA: estos códigos se emplean para esas velocidades y utilizando como medio de transmisión el cable coaxial

CMI: código de inversión de marcas

122

2.9 Filtros

2.9.1 Introducción

En los sistemas de comunicaciones surge la necesidad de transmitir señales que contengan un determinado intervalo de frecuencias, mientras que otras deben eliminarse.

Esta función es ejecutada por los filtros.

Muchos medios de transmisión presentan para las señales que por ellos se transmiten características similares a los filtros.

123

2.9.2 Definición

Son circuitos, sistemas o parte de redes de comunicaciones que presentan características selectivas respecto de las frecuencias.

-la atenuación es variable con la frecuencia

-permite discriminar las señales que pasarán libremente y las que quedarán suprimidas.

124

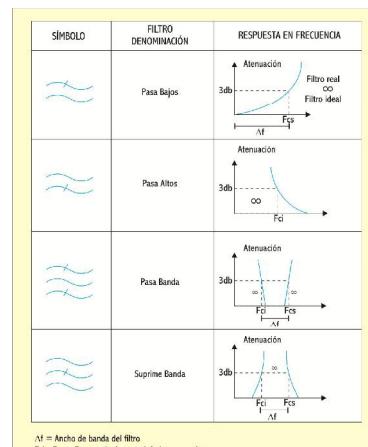
2.9.3 Clasificación de los filtros

2.9.3.1 Generalidades

Estos dispositivos se clasifican en:

- pasa bajos
- pasa altos
- pasa banda
- suprime banda

125



126

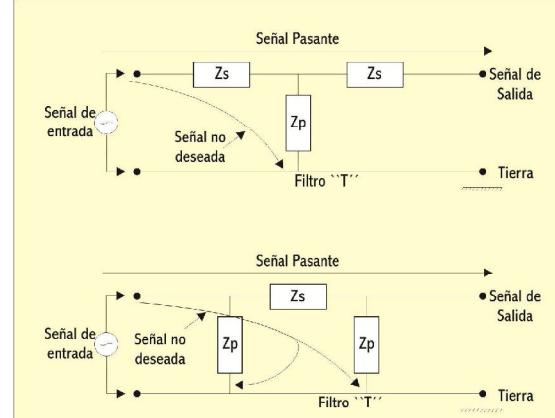
2.9.4 Diseño de filtros

2.9.4.1 Filtros de bobina y condensador

La transmisión de una frecuencia no deseada a través de una red puede evitarse:

- conectando en serie una impedancia de valor alto
- instalando en paralelo una impedancia de bajo valor que derive esa frecuencia a tierra.

127

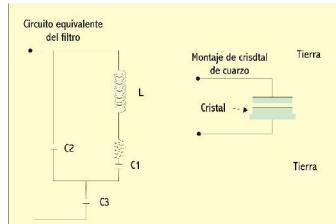


128

2.9.4.2 Filtros de cristal

Las impedancias necesarias, en serie y paralelo, para construir el filtro se obtienen mediante el empleo de cristales piezoelectrinos.

Los cristales piezoelectrinos, como el cuarzo, tienen la particularidad de desarrollar una diferencia de potencial cuando están sometidos a esfuerzos mecánicos.

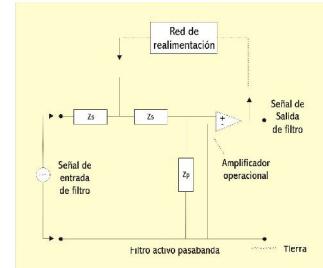


129

2.9.4.3 Filtros activos

Están construidos por amplificadores y una red de realimentación formada por capacitores y resistencias.

La denominación activos se debe a que utilizan fundamentalmente amplificadores operacionales (las resistencias, bobinas y capacitores son elementos pasivos).



130