



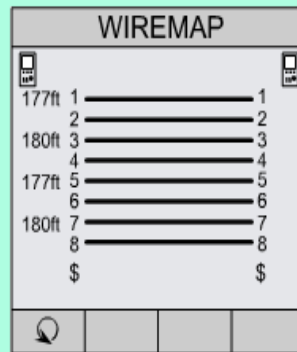
Universidad
San Francisco
de Quito



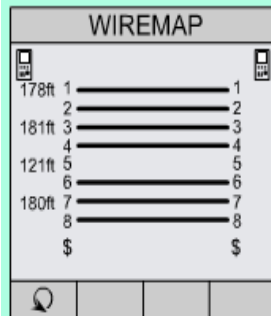
Módulo 4

CCNA 1: Networking Basics v3.0

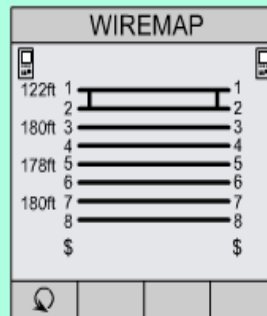
Cable Testing



Good Wiremap



Open



Short

Galo Valencia P.



Objetivos

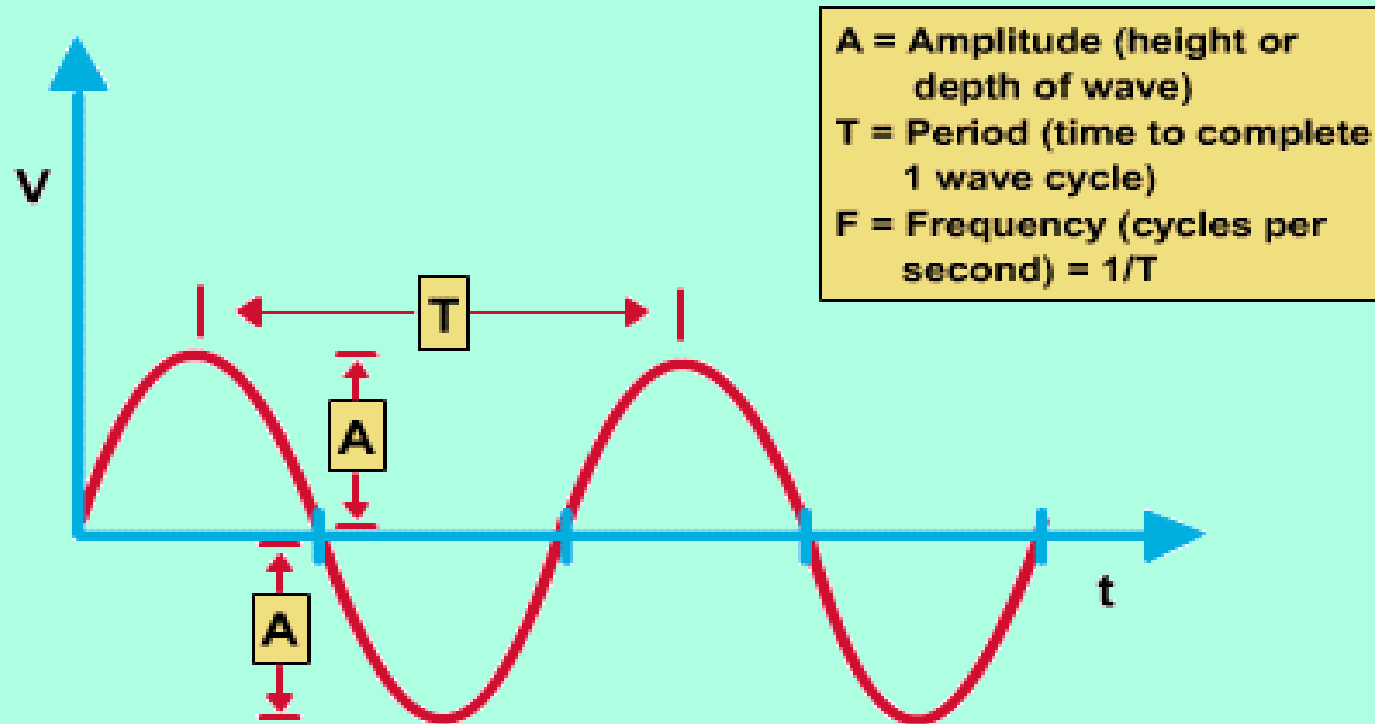
- Diferenciar entre ondas sinusoidales y ondas cuadradas
- Conocer a los exponentes, logaritmos y decibelios
- Definir la terminología básica relacionada a tiempo, frecuencia y ruido
- Diferenciar entre ancho de banda digital y análogo
- Comparar y contrastar los niveles de ruido en varios tipos de cableado
- Definir y describir los efectos de la atenuación y la desigualdad de impedancia
- Definir los siguientes tipos de ruido
 - crosstalk, near-end crosstalk, far-end crosstalk, and power sum near-end crosstalk
- Describir como los cables cruzados ayudan a reducir el ruido
- Conocer las 10 pruebas para los cables de cobre definidos en la norma TIA/EIA-568-B.
- Describir las diferencias entre los cables de Categoría 5 y Categoría 6

Ondas

- Una forma de energía viajando de un lugar a otro
- El periodo de una onda es la cantidad de tiempo entre cada onda, o cantidad de tiempo para completar un ciclo, medido en segundos
- La frecuencia es el numero de ondas que alcanzan en un segundo, o el numero de ciclos completos por segundo, medido en hertzios. Un “hertz” es igual a una ciclo por segundo
- Disturbios de duración fija y predecible son denominados pulsos, y en las señales digitales determinan el valor del dato que se transmite

Ondas Sinusoidales

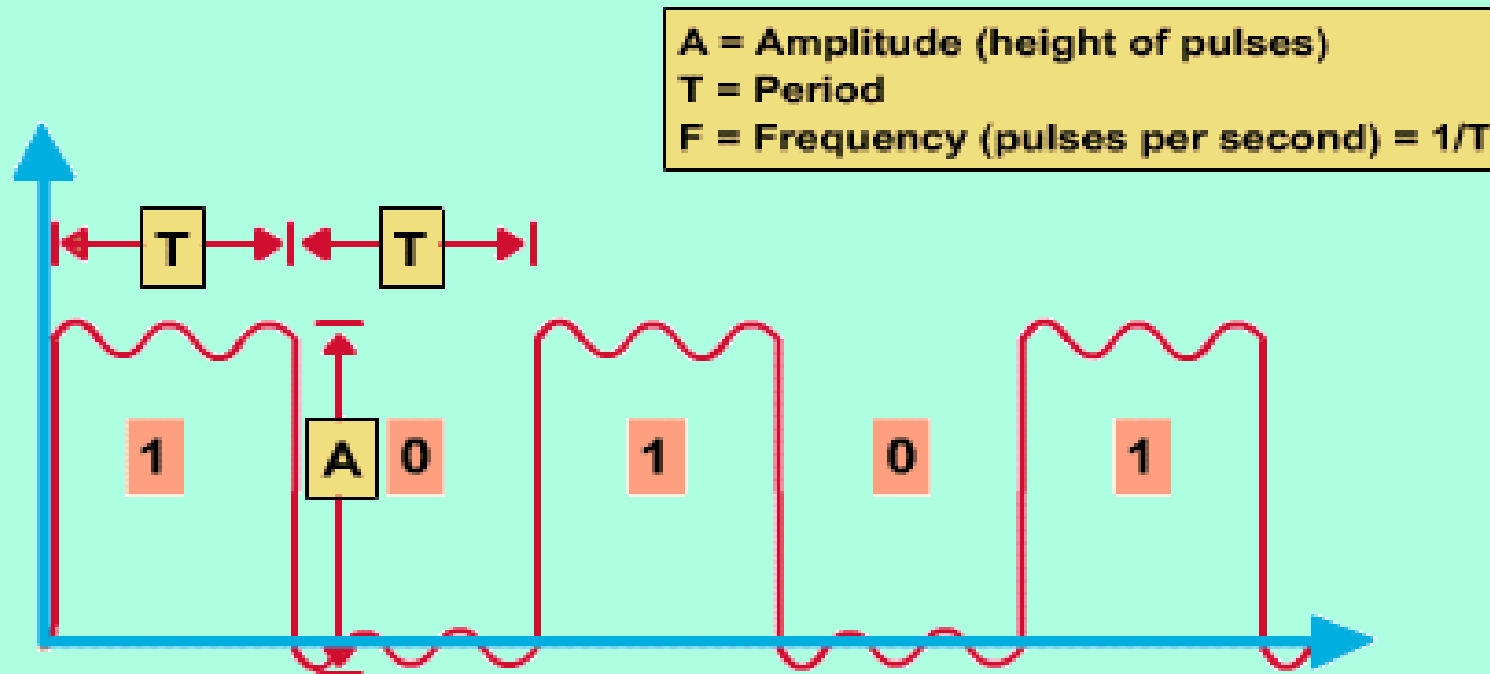
Analog Signals



- Señales análogas tienen una variación continua de voltaje en el tiempo

Ondas Cuadradas

Digital Signals



- Señales Digitales tiene una onda cuadrada con transiciones instantáneas de bajo a alto y viceversa (0 a 1 ó 1 a 0) en el tiempo (pulsos discretos – no continuos).

Exponentes y Logaritmos

- Tres sistemas de numeración importantes
 - ✓ Base 2 – Binario
 - ✓ Base 10 – Decimal
 - ✓ Base 16 – Hexadecimal
- Logaritmos son referenciados a la base del numero del sistema que se esta utilizando. Logaritmo en base 10 es abreviado como **log**
 - ✓ **log**(10⁹) = 9 **log**(10⁻³) = -3
- Exponentes
 - ✓ 10² = 100 10⁵ = 100000

Exponentes y Logaritmos

- **Medio Interactivo 4.1.3:**
 - **Logaritmos: 5 minutos**
 - **Potencias de 10: 5 minutos**

Decibeleles

- dB mide la ganancia o perdida de potencia de una onda
- Usualmente son números negativos representando la perdida en potencia como la onda viaja en un medio
- Ondas de luces en una fibra óptica y ondas de radio en el aire son medidas utilizando la formula de potencia
- Ondas electromagnéticas en cables de cobre son medidas utilizando la formula de voltaje

There are two formulas for calculating decibels:

- $\text{dB} = 10 \log_{10} (P_{\text{final}}/P_{\text{ref}})$
- $\text{dB} = 20 \log_{10} (V_{\text{final}}/V_{\text{references}})$

Practice Problems

$$P_{\text{final}} = P_{\text{ref}} \times 10^{(\text{dB}/10)} \text{ or } V_{\text{final}} = V_{\text{ref}} \times 10^{(\text{dB}/20)}$$

$$P_{\text{ref}} = P_{\text{final}} \times 10^{-(\text{dB}/10)} \text{ or } V_{\text{ref}} = V_{\text{final}} \times 10^{-(\text{dB}/20)}$$

- 1. 10 millivolts are measured at the end of a cable. The source voltage was 1 Volt. What is the gain or loss in decibels?
✓ $\text{dB} = 20 \times \log_{10}(.01 \div 1) = -40\text{dB}$
- 2. 60 microvolts are measured at the end of a cable. The source voltage was $\frac{1}{2}$ Volt. What is the gain or loss in decibels?
✓ $\text{dB} = 20 \times \log_{10}(.00006 \div .5) = -78.41\text{dB}$
- 3. 37 milliwatts of power remain at the end of a fiber optic cable. The original amount of power sent was 80 milliwatts. What is the gain or loss in decibels?
✓ $\text{dB} = 10 \times \log_{10}(.037 \div .080) = -3.34\text{dB}$

Practice Problems

$$P_{\text{final}} = P_{\text{ref}} \times 10^{(\text{dB}/10)} \text{ or } V_{\text{final}} = V_{\text{ref}} \times 10^{(\text{dB}/20)}$$

$$P_{\text{ref}} = P_{\text{final}} \times 10^{-(\text{dB}/10)} \text{ or } V_{\text{ref}} = V_{\text{final}} \times 10^{-(\text{dB}/20)}$$

- 4. 5 Volts are sent on a cable, but the voltage measured at the end is 10 Volts. What is the gain or loss in decibels?
✓ $\text{dB} = 20 \times \log_{10}(10 \div 5) = 6.02\text{dB}$
- 5. If 5 Volts are sent, and the maximum amount of loss can be no greater than 5 dB, what is the minimum allowable voltage at the end of the cable?
✓ $V_{\text{final}} = 5 \times 10^{(-5/20)} = 3.15 \text{ Volts}$
- 6. If the power of a signal sent by an LED is 5 milliwatts, and the maximum amount of power loss can be no greater than 10 dB, what is the minimum allowable amount of power at the end of a fiber optic cable?
✓ $P_{\text{final}} = .005 \times 10^{(-10/10)} = .5 \text{ milliwatts}$

Decibeles

- **Ejercicios**

- If P_{final} is one microWatt (1×10^{-6} Watts) and P_{ref} is one milliwatt (1×10^{-3} Watts), what is the gain or loss in decibels? Is this value positive or negative? Does the value represent a gain or a loss in power?
- If the total loss of a fiber link is -84 dB, and the source power of the original laser (P_{ref}) is one milliWatt (1×10^{-3} Watts), how much power is delivered?
- If two micro Volts (2×10^{-6} Volts) are measured at the end of a cable and the source voltage was one volt, what is the gain or loss in decibels? Is this value positive or negative? Does the value represent a gain or a loss in voltage?

- **Medio Interactivo 4.1.4:**

- **Calculando Ganancia: 5 minutos**
- **Usando Decibeles: 5 minutos**

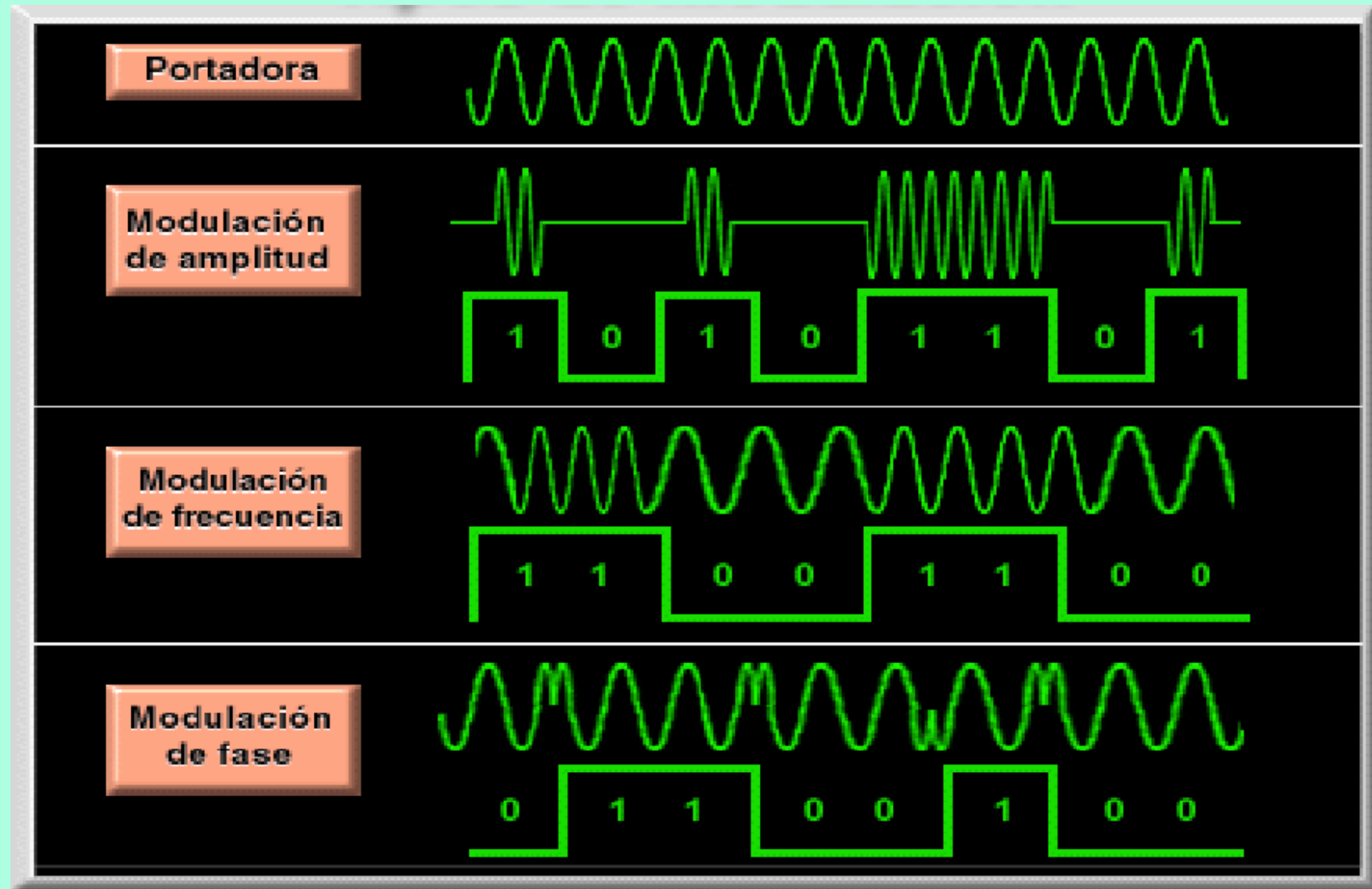
Observando las señales en tiempo y frecuencia

- Un osciloscopio es un equipo que permite observar las señales eléctricas como las de ondas de voltaje y pulsos
 - En el eje X se representa el tiempo y en el eje Y (usualmente dos canales) el voltaje o corriente
- Analizando señales utilizando un osciloscopio se denomina “time-domain analysis”
 - Cuando en el eje X se utiliza un frecuencia se denomina “frequency-domain analysis”

Modulación

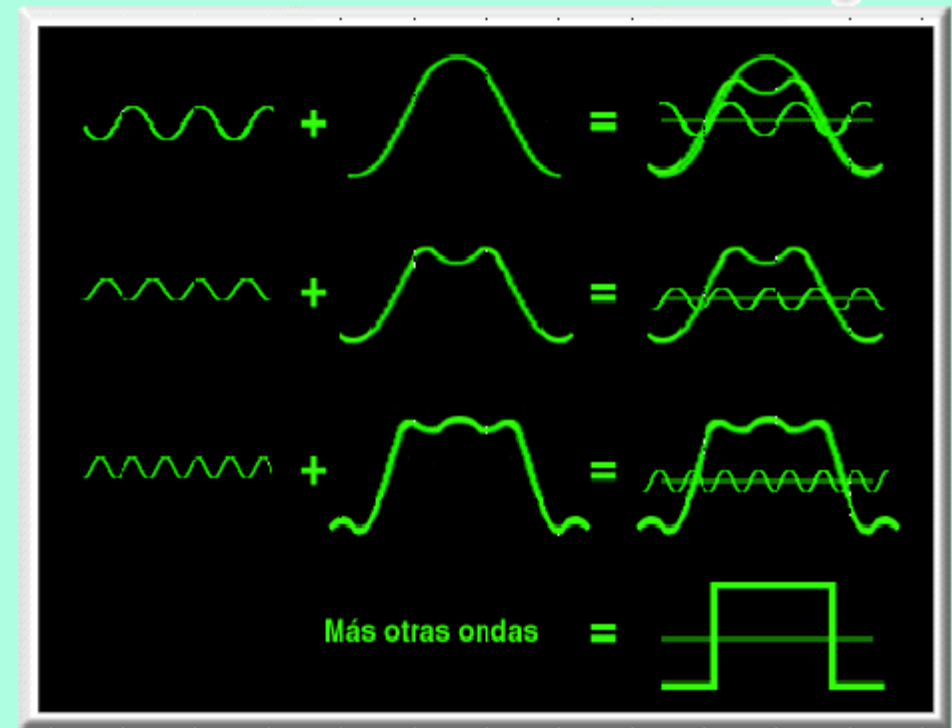
- Modulación.- Utilizar una señal para modificar otra.
 - de Amplitud, la onda de señal modifica la amplitud de la onda portadora
 - de Frecuencia, la onda de señal modifica la frecuencia de la onda portadora.
 - de Fase, la onda de señal modifica la fase relativa de la onda portadora.

Modulación



Fourier y las señales digitales

- Fourier es el responsable de uno de los descubrimientos más importantes de las matemáticas. Probó que una suma especial de ondas sinusoidales, de frecuencias relacionadas armónicamente, múltiplos de cierta frecuencia básica, se pueden sumar para crear cualquier patrón de onda
- **Medio Interactivo 4.1.6**
 - ✓ Síntesis de Fourier



Ruido

- Ruido en la comunicaciones se refiere a señales indeseables. Puede originarse de fuentes naturales o de otras señales, y se añaden a las señales de datos. Todos los sistemas de comunicaciones tiene alguna cantidad de ruido. Aun cuando el ruido no puede ser eliminado en su totalidad, sus efectos se pueden minimizar si se comprende el origen del mismo.
- Hay muchas fuentes posibles de ruido
 - Cables cercanos que lleven señales de datos
 - Interferencia de radio frecuencia de otras señales que están siendo transmitidas en un ambiente cercano
 - Interferencia Electromagnética de fuentes cercanas como motores y luces
 - Ruido Láser en el transmisor o receptor de una señal óptica

Ruido

- El ruido que afecta a todas las frecuencias de transmisión equitativamente se denomina ruido blanco (“white noise”)
- El ruido que afecta solo a un pequeño rango de frecuencias se denomina interferencia de banda angosta (“narrowband interference”)
 - Cuando es detectado en recepto de radio, el ruido blanco afectaría a todas las estaciones radio, mientras que la interferencia “Narrowband” afectaría solo a unas pocas estaciones
 - Cuando se detecta en una LAN, el “white noise” afectaría a todas las transmisiones, mientras que la “narrowband interference” podría interferir solo en ciertas senales
- **Medio Interactivo 4.1.7: Noise – White and Narrowband**

Ancho de Banda

- El ancho de banda digital mide cuanta cantidad de información puede fluir de un lugar a otro en una cantidad de tiempo dado
- Durante la verificación del cableado, el ancho de banda análogo se utiliza para determinar el ancho de banda digital
 - Frecuencias análogas son transmitidas desde el punto de origen hasta el destino. Las dos señales son comparadas y la cantidad de atenuación es calculada. En general, los medios que soporta grandes ancho de banda analógicos sin demasiada atenuación, también soportaran grandes anchos de banda digitales

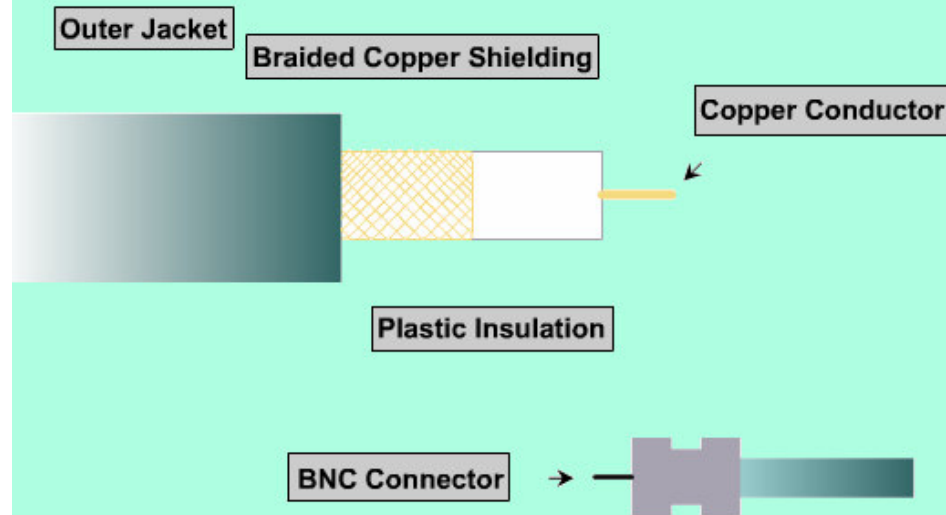
Unit of Digital Bandwidth	Abbrev.	Equivalence
Bits per second	bps	1 bps = fundamental unit of bandwidth
Kilobits per second	kbps	1 kbps = 1,000 bps
Megabits per second	Mbps	1 Mbps = 1,000,000 bps = 1,000 kbps
Gigabits per second	Gbps	1 Gbps = 1,000,000,000 bps = 1,000 Mbps

Señalización sobre cables de cobre y fibra óptica

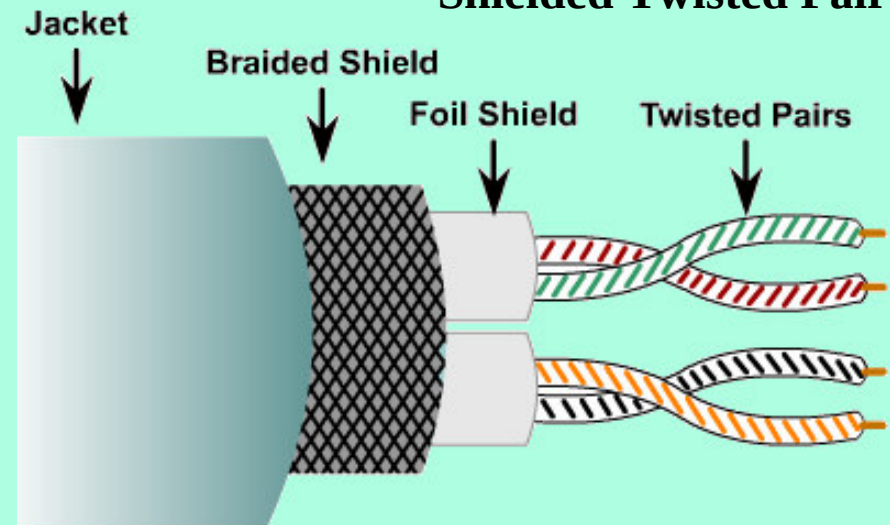
- En cables de cobre los datos son representados por niveles de voltaje que representa a los 0s y 1s
- El voltaje es medido con respecto a un voltaje de referencia de cero voltios en el transmisor y receptor, que es establecida a través de la conexión a tierra
 - 0= 0 V, 1= + 5 V
- En cables de fibra óptica, se representa por emisión o ausencia de luz:
 - 0= sin luz, 1= intensidad luminosa alta (brillo)
- En medios inalámbricos, por la frecuencia
 - 0= ráfaga breve de ondas; 1= ráfaga de ondas de mayor duración

Cables de cobre y fibra óptica

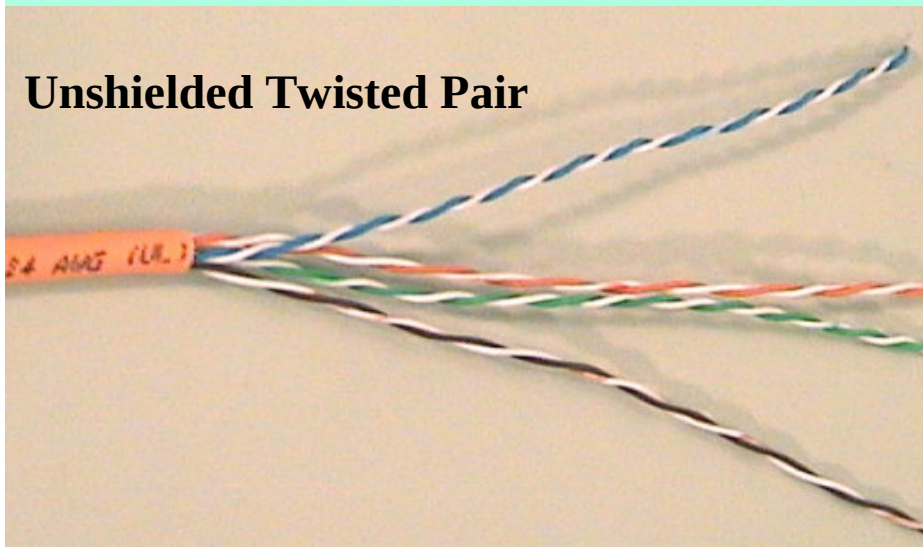
Cable Coaxial



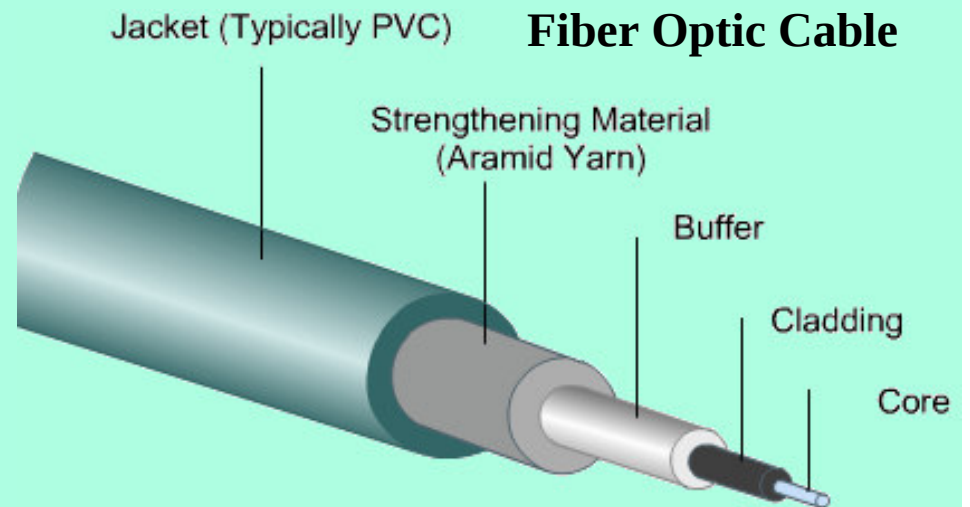
Shielded Twisted Pair



Unshielded Twisted Pair



Fiber Optic Cable

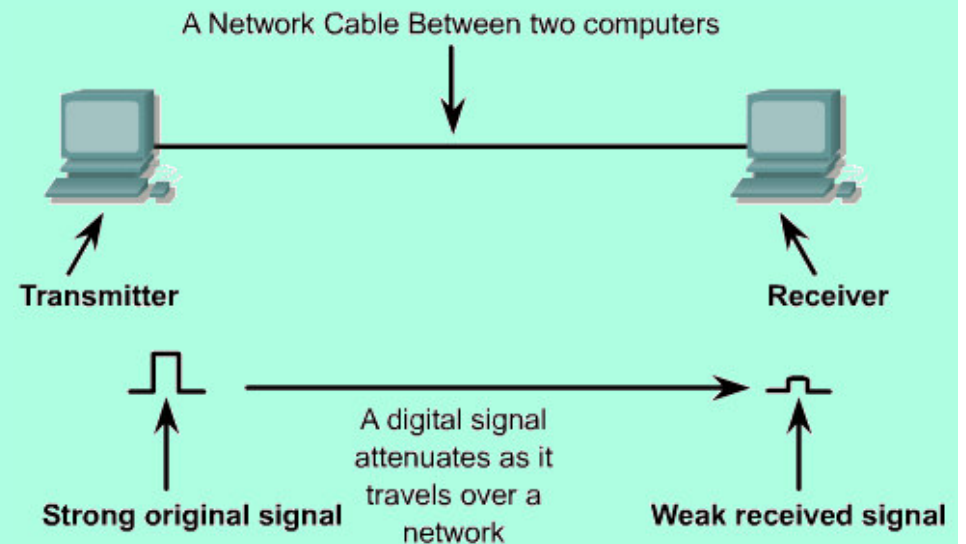


Attenuation-Insertion Loss

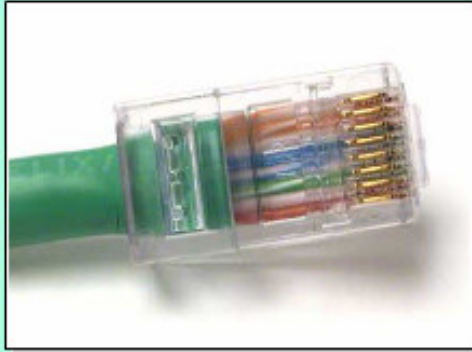
- Atenuación es la pérdida de energía de la señal.
- La señal se degrada o pierde en amplitud mientras viaja (se propaga) en el medio.
- Una pérdida de amplitud significativa, hará que el receptor no pueda distinguir entre 1 y 0.
- Se previene por:
 - ✓ Una correcta selección de los medios físicos y de su correcta instalación
 - ✓ No exceder la distancia permitida por el medio (100 metros para cable Cat 5)
 - ✓ Utilizando repetidores para “amplificar”

Attenuation-Insertion Loss

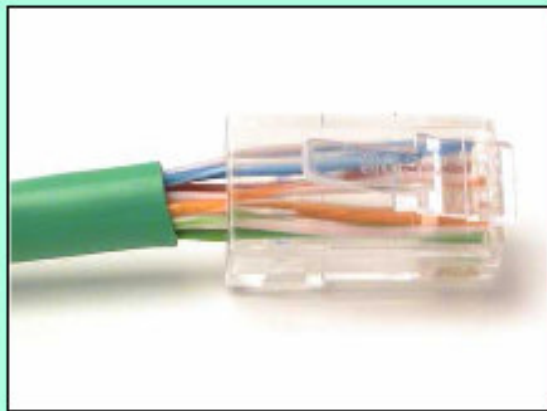
- La combinación de los efectos de la atenuación de la señal y discontinuidades en la impedancia en un enlace de comunicaciones se denomina pérdida por inserción (“insertion loss”)
- La operación correcta de una red depende de una impedancia característica constante en todos los cables y conectores, sin discontinuidades en la impedancia en todo el sistema



Fuentes de ruido en un medio de cobre



Good Connector - Wires are untwisted to the extent necessary to attach the connector.



Bad Connector - Wires are untwisted for too great a length.

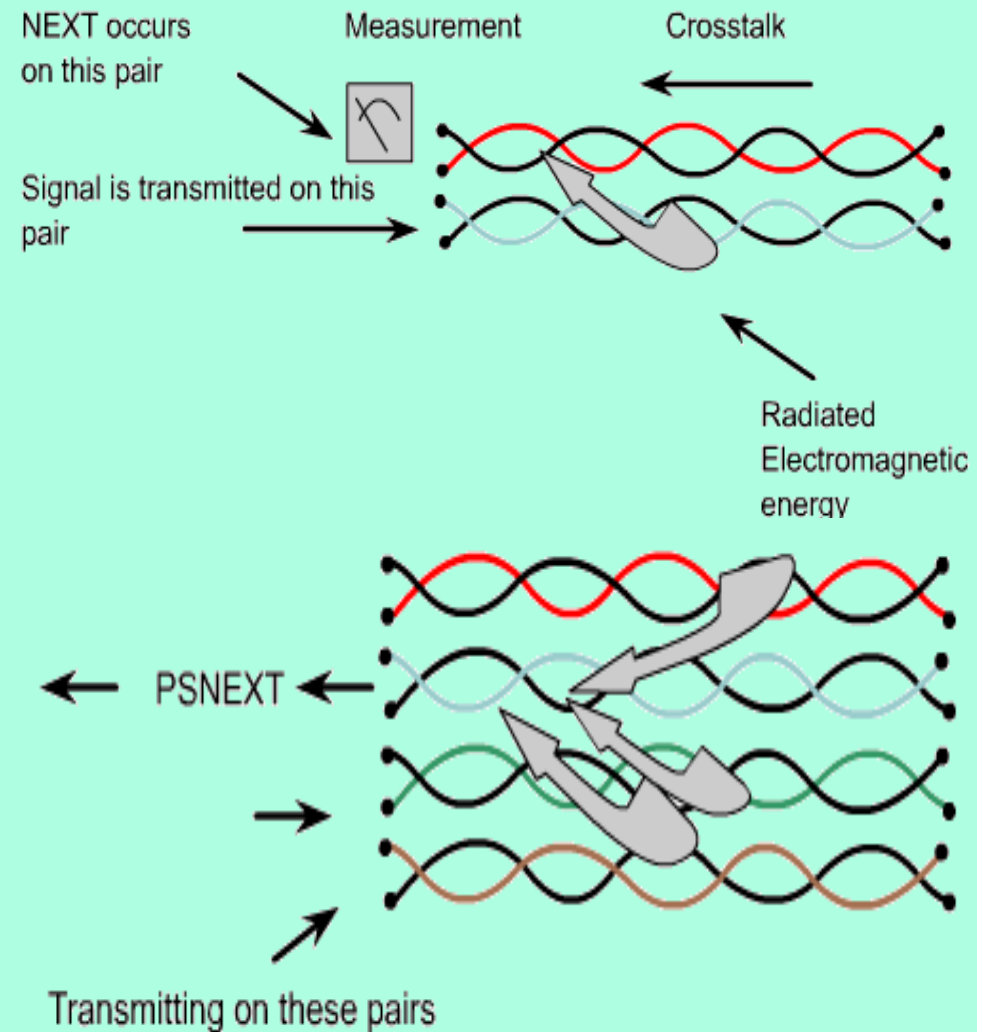
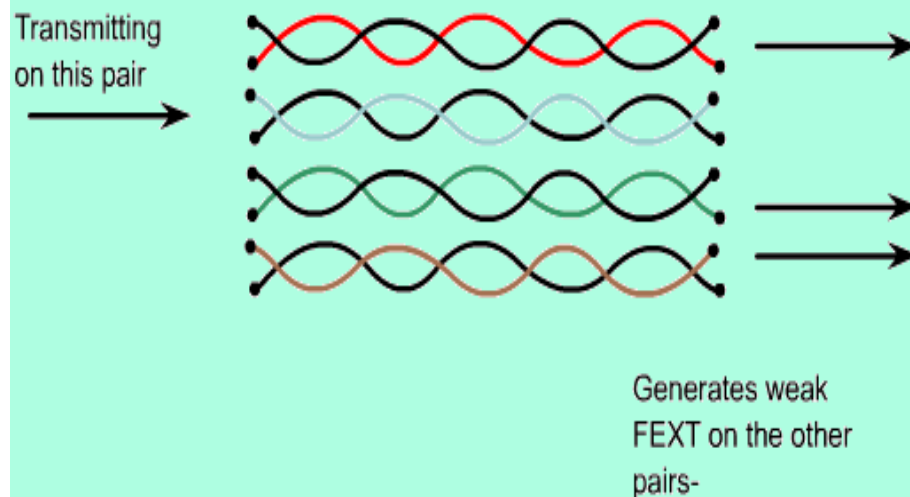
- La norma TIA/EIA-568-B de certificación de un cable requiere el pasar pruebas para varios tipos de ruido
 - ✓ Insertion loss
 - ✓ Near-end crosstalk (NEXT)
 - ✓ Power sum near-end crosstalk (PSNEXT)
 - ✓ Equal-level far-end crosstalk (ELFEXT)
 - ✓ Power sum equal-level far-end crosstalk (PSELFEXT)
 - ✓ Return loss
 - ✓ Propagation delay
 - ✓ Delay skew

Crosstalk - Paradiafonía

- El ruido “Crosstalk” se origina en las senales transmitidas por alambres vecinos del mismo cable.
- “Crosstalk” se evita por usar las normas y procedimientos de instalación de cableado
 - Correcta terminación del conectores RJ-45
 - Usar cable cruzado (“twisted pair cabling”) de alta calidad (Cat. 5 /Cat. 5e certificada)
- Cables UTP de mas alta categoría requieren mas entrecruzamientos en cada para de cables para minimizar el ruido de “crosstalk” para transmitir señales de alta frecuencia

Tipos de “Crosstalk”

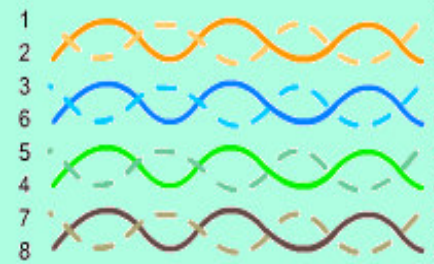
- Crosstalk
 - Near-end Crosstalk (NEXT)
 - Far-end Crosstalk (FEXT)
 - Power Sum Near-end Crosstalk (PSNEXT)



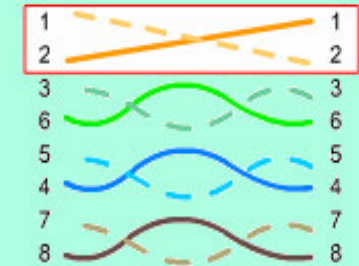
Estándares

- Los diez parámetros que un cable debe satisfacer según los estándares TIA/EIA son:

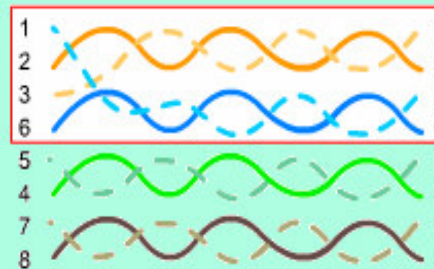
- Wire map
- Insertion loss
- Near-end crosstalk (NEXT)
- Power sum near-end crosstalk (PSNEXT)
- Equal-level far-end crosstalk (ELFEXT)
- Power sum equal-level far-end crosstalk (PSELFEXT)
- Return loss
- Propagation delay
- Cable length
- Delay skew



Correct T568B Wiring



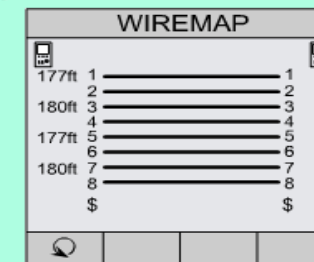
Reversed-pair wiring fault



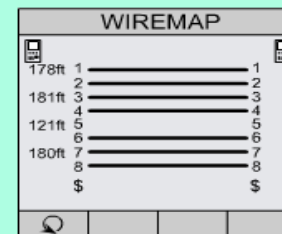
Split-pair Wiring Fault



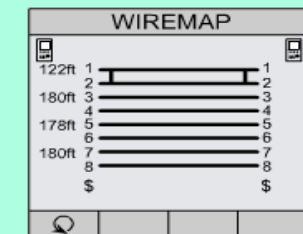
Transposed-pair Wiring Fault



Good Wiremap



Open



Short

Pruebas de “Crosstalk”

- Crosstalk is measured in four separate tests
 - A cable tester measures NEXT by applying a test signal to one cable pair
 - The equal-level far-end crosstalk (ELFEXT) test measures FEXT
 - Power sum equal-level far-end crosstalk (PSELFEXT) is the combined effect of ELFEXT from all wire pairs
-
- “Near-end crosstalk (NEXT)” es calculado como la razón de la amplitud de voltaje entre la señal de prueba y la señal de diafonía (“crosstalk”) medida en el mismo punto del enlace. La diferencia es expresada como un valor negativo de decibels (dB). Usualmente los equipos no presentan el signo negativo de dicha medida
 - “Return loss” es una medida en decibels de las reflexiones que son causadas por las discontinuidades de impedancia que existan a lo largo de un enlace

Parámetros basados en el tiempo

- El retardo de propagación es una medida simple de cuanto le toma llegar a una señal a través de medio que esta siendo verificado
- Los retardos son medidos en centésimas de segundos
- La norma TIA/EIA-568B impone ciertos limites para el retardo de propagación para las varias categorías de cable UTP
- La diferencia de retardos entre los distintos tipos de cables se denomina “delay skew”, medida critica en 1000BASE -T
- Los probadores de cable miden también la longitud del cable basados en la prueba TDR (“Time Domain Reflectometry ”)

Temporización-Timing Problems

- Dispersión—similar a la atenuación en cuanto a la expansión de la señal a través del medio.
- Jitter—cuasado por señales de reloj no sincronizadas entre el origen y destino. Esto significa que arribarán más temprano o tarde de lo esperado.
- Latency—es el retardo de la señal por:
 - El tiempo que toma un bit en llegar al destino
 - El tiempo que toma un bit en pasar los equipos de redes de la entrada a la salida

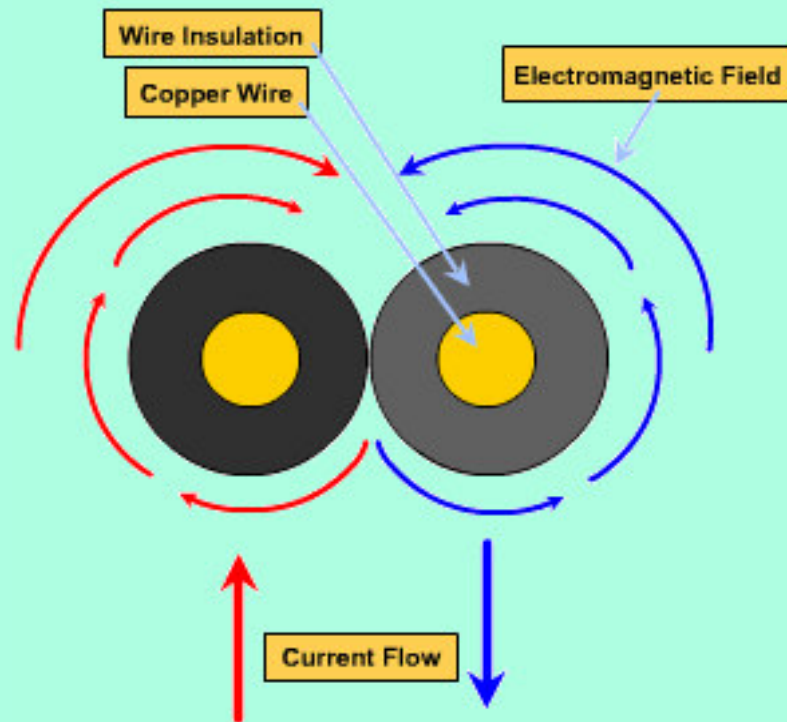
Reflexión-Reflection

- Reflexión se refiere a la energía reflejada resultante cuando la impedancia de la NIC y el medio no son idénticas.
- Cuando la impedancia no es idéntica, la señal se puede reflejar (“bounce back”) causando distorsiones en los bits subsiguientes.

Interferencia - EMI/RFI Noise

- EMI (Electromagnetic Interference) y RFI (Radio Frequency Interference) distorsionan la calidad de las señales eléctricas en un cable.
 - Fuentes de EMI/RFI incluyen:
 - ✓ Luz Fluorescente - Fluorescent lighting (EMI)
 - ✓ Motores Eléctricos - Electrical motors (EMI)
 - ✓ Sistemas de Comunicaciones - Radio systems (RFI)
 - Dos maneras de prevenir el ruido EMI/RFI:
 - ✓ A través del blindaje de los alambres en un cable con un recubrimiento o funda metálica. (Incrementa el costo y diámetro del cable)
 - ✓ Utilizando la cancelación de pares de alambres cruzados para proveer un protección “self-shielding” intrínstico al medio.

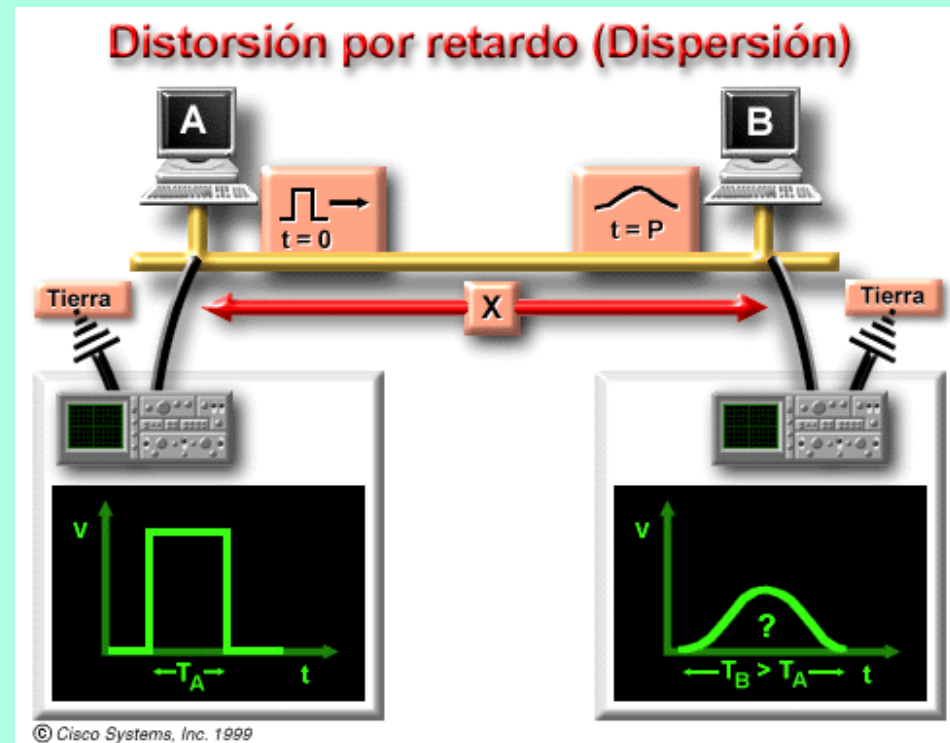
Canceling EMI/RFI Noise



- UTP Cat 5 tiene ocho alambres entrecruzados en 4 pares. En un par se envía la señal y en otro el retorno.
- Cuando los electrones fluyen en el cable, crean un pequeño campo magnético circular alrededor del cable.
- Puesto que los 2 alambres están juntos, sus campos magneticos opuestos se cancelan. Ellos también cancelan cualquier campo magnético proveniente del exterior (EMI/RFI).
- Entrecruzar los cables amplifica la cancelación

Dispersión, fluctuación de fase

- Dispersión es cuando la señal se ensancha con el tiempo. Depende del medio y afectan a la temporización de cada BIT.
- En los sistemas digitales los pulsos de reloj controlan todo. Si el reloj del Host origen no está sincronizado con el Host destino, se producirá una fluctuación de fase.



Colisiones-Collisions

- Colisiones ocurren en topologías de “broadcast”, donde los equipos comparten el acceso al medio.
- Una colisión sucede cuando dos equipos intentan transmitir en el medio compartido al mismo tiempo.
- Estas destruyen los datos, por lo cual el origen debe volver a transmitir los datos.
- Ethernet, por ejemplo, soporta un determinado nivel de colisiones, que son normales en el funcionamiento de una red. Sin embargo, un exceso de colisiones provoca lentitud en la red, o la detiene completamente

Ruido de las líneas de alimentación y térmico

- Los ruidos de la línea de alimentación y de conexión a tierra de referencia son problemas cruciales en las comunicaciones de red
- Los cables de alimentación circulan por el interior de paredes, pisos y techos; por lo cual los ruidos asociados a la energía de alimentación están en todo el entorno.
- Conexión erróneas o inexistentes a tierra pueden producir interferencia en el sistema de datos.
- El ruido térmico se debe al movimiento aleatorio de electrones, no se puede evitar pero por lo general es relativamente insignificante en comparación con las señales

Verificando cables de fibra óptica

- No existe “crosstalk” ni interferencia EMI/RFI en cables de fibra optica
- Si pueden existir discontinuidades en los cables y conectores que afectan a la señal y pueden causar reflexión y atenuación de la misma
- Puesto que es casi inmune a los ruidos, el principal problema tiene que ver con la cantidad de potencia perdida por la señal desde el origen hasta el receptor. La máxima perdida aceptada se conoce como “optical link loss budget”

Un nuevo estándar

- En Junio 20 del 2002, la Categoría 6 (CAT 6) se añadió a las especificaciones TIA-568
 - El título oficial es ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1.
- Los cables de Cat6 debe pasar todos las 10 pruebas especificadas para el cable de Cat5, aun cuando los requerimientos son mayores en cuando a calidad.
 - Un cable de Cat6 certificado debe ser capaz de transportar frecuencias de hasta 250 MHz y tener niveles mas bajos de “crosstalk” y de “return loss”
- Un probador como el de la serie DSP-4000 o el OMNISCANNER2 de Fluke pueden realizar todos las pruebas requeridas para certificar cables de Cat 5, Cat 5e, y Cat 6

Laboratorios

- **Lab. 4.2.9: 10 minutos**
 - Fluke 620 Cable Tester – Faults
 - Fluke 620 Cable Tester – Length
 - Fluke LinkRunner – LAN Tests
 - Fluke LinkRunner – Cable and NIC Tests

Módulo 4: Resumen

- Para la verificación del cableado de red se deben tener claros conceptos como: señal, onda, frecuencia, ruido.
- La atenuación (pérdida de potencia de la señal) y el ruido (interferencia de otras señales) causan problemas en las comunicaciones de datos al no poder interpretarse correctamente a los mismo en el receptor.
- El seguimiento de la normas y estándares, la utilización de medios certificados y la correcta conexión e instalación del cableado son importantes para un buen funcionamiento de la red.