

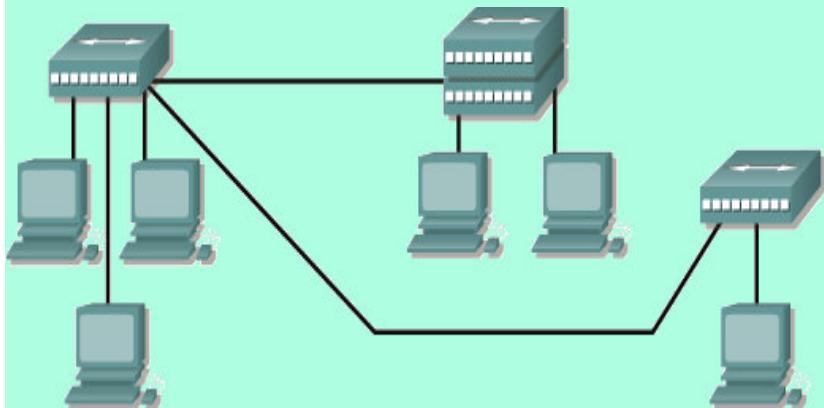


Universidad  
San Francisco  
de Quito



## Módulo 7

CCNA 1: Networking Basics v3.0



10BASE5 (500m) 50-Ohm Coax N-Style
10BASE2 (185m) 50-Ohm Coax BNC
10BASE-T (100m) 100-Ohm UTP RJ-45
10BASE-TX (100m) 100-Ohm UTP RJ-45
100BASE-FX (228-412m) MM Fiber SC
1000BASE-T (100m) 100-Ohm UTP RJ-45
1000BASE-SX (220-550m) MM Fiber SC
1000BASE-LX (550-5000m) MM Fiber SC
10GBASE-(various) MM or SM Fiber SC

# Ethernet Technologies

Galo Valencia P.



# Objetivos

- Describir las diferencias y similitudes entre 10BASE5, 10BASE2, y 10BASE-T
- Definir la codificación Manchester
- Listar los factores que afectan a los límites de tiempo en Ethernet
- Listar los parámetros del cableado en 10BASE-T
- Describir las características principales y las variedades de Ethernet en 100-Mbps
- Describir la evolución del Ethernet.
- Explicar los métodos de acceso al medio MAC, formatos de trama y procesos de transmisión de Gigabit Ethernet
- Describir los usos de medios específicos y codificación con Gigabit Ethernet.
- Identificar los “pinouts” y el cableado típico de varias implementaciones de Gigabit Ethernet
- Describir las similitudes y diferencias entre Gigabit y 10 Gigabit Ethernet.
- Describir las consideraciones de la arquitectura básica de Gigabit y 10 Gigabit

# Tipos de Ethernet

- 10Mbps Ethernet & 100 Mbps Ethernet
  - ✓ 10BASE5
  - ✓ 10BASE2
  - ✓ 10BASE-T
  - ✓ 100BASE-TX
  - ✓ 100BASE-FX
- Gigabit and 10-Gigabit Ethernet
  - ✓ 1000-Mbps Ethernet
  - ✓ 1000BASE-T
  - ✓ 1000BASE-SX and LX
  - ✓ 10-Gigabit Ethernet

# 10-Mbps Ethernet

- “Legacy Ethernet”
  - 10BASE5, 10BASE2, y 10BASE-T
- 4 características comunes de “Legacy Ethernet”
  - Parámetros de Tiempo – “Timing parameters”
  - Formato de Trama – “Frame format”
  - Procesos de Transmisión – “Transmission process”
  - Reglas Básicas de Diseño – “Basic design rule”

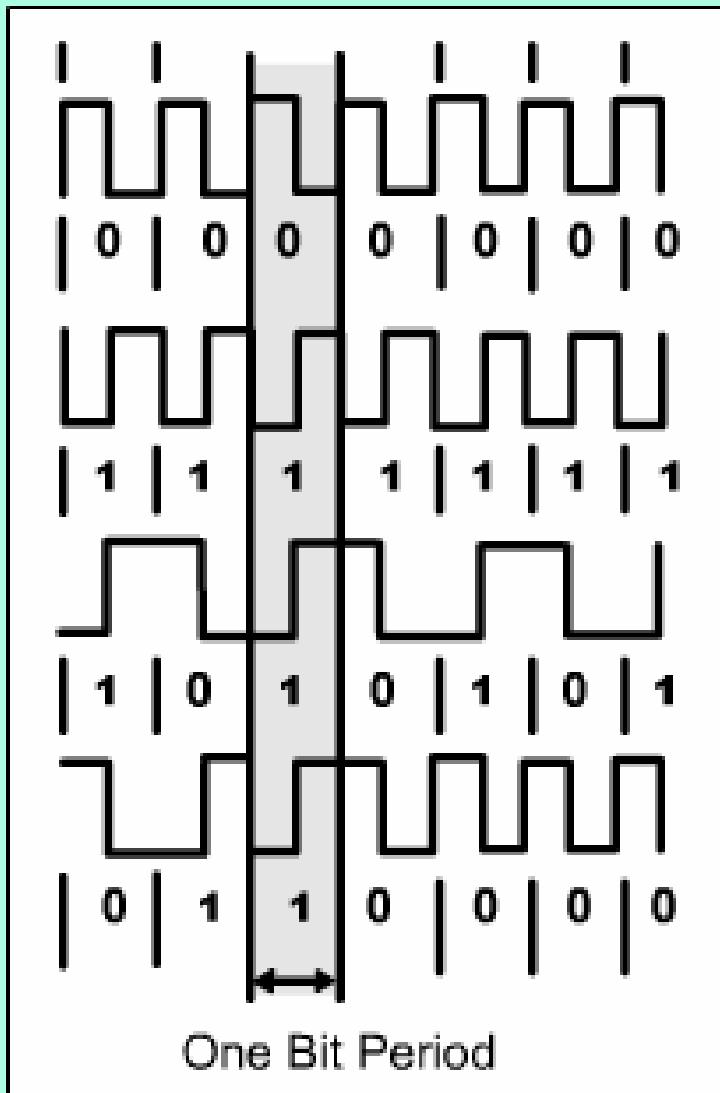
# 10-Mbps Ethernet

- Antes que los bits sean transmitidos al medio, una señal de calidad de error (SQE- "Signal Quality Error"), es enviada en una transmisión "Half-Duplex"
- SQE se activa:
  - Dentro de 4 a 8 microsegundos siguientes a una transmisión normal para indicar que la trama saliente fue exitosamente transmitida
  - Cuando hay una colisión en el medio
  - Cuando hay una señal indebida en el medio. Señales impropias pueden incluir "jabber", o reflexiones que resultan de un cable cortocircuitado
  - Cuando una transmisión ha sido interrumpida



# 10-Mbps Ethernet

## Ejemplos de Codificación Manchester



## Parámetros de Operación para Ethernet 10M bps

Parameter	Value
Bit Time	100 nsec
Slot Time	512 bit times
Interframe Spacing	96 bits *
Collision Attempt Limit	16
Collision Backoff Limit	10
Collision Jam Size	32 bits
Maximum Untagged Frame Size	1518 octets
Minimum Frame Size	512 bits (64 octets)

## Ethernet Frame

Ethernet Frame							
Preamble	SFD	Destination	Source	Length Type	Data Pad	FCS	
7	1	6	6	2	46 to 1500	4	

# 10-Mbps Ethernet

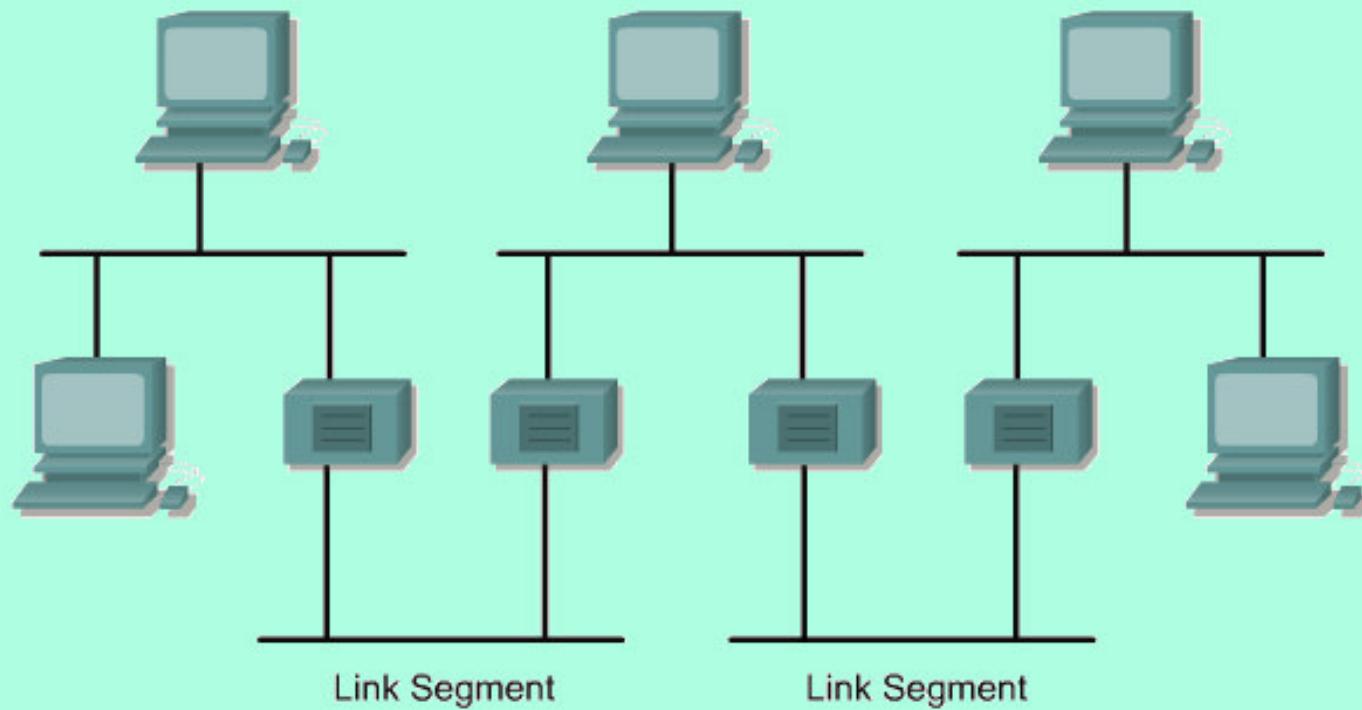
- Puede ser fácil violar los máximos límites de retardos permitidos mientras la red crece.
- Los límites de tiempo son basados en parámetros como:
  - Longitud del cable y su retardo de propagación
  - Retardo en los repetidores
  - Retardo en los “transceivers”
  - “Interframe gap shrinkage”
  - Retardos dentro de la estación (NIC)
- 10-Mbps Ethernet opera dentro los límites de tiempo ofrecidos por una serie de no mas de **5** segmentos separados por no mas de **4** repetidores. Esto es conocida con la **regla 5-4-3**. No mas que **4** repetidores pueden estar conectados en serie entre dos “hosts”. No pueden existir tampoco mas de **3** segmentos con “hosts” entre dos estaciones distintas

# 10BASE5

Un solo bus de cable coaxial grueso – Thick Net	El cable es grande y pesado
El beneficio primario fue su longitud máxima (500m)	Solo opera en modo “half-duplex”
Barato	Sensible a reflexiones en la señal
No se requiere ninguna configuración Utiliza codificación Manchester	Implementado por primera vez en 1980 No recomendado para nuevas instalaciones
Componentes son difíciles de encontrar actualmente	Difícil de Instalar

# 10BASE5

- Laboratorio 7.1.2: Homework
  - Waveform Decoding
- Medio Interactivo 7.1.2: 5 minutos
  - 10BASE5



# 10BASE2

Cable coaxial delgado – Thin Net  
185 metros de longitud  
Usa conectores BNC tipo “T”

Componentes son difíciles de encontrar actualmente

No se necesitan Hubs  
Mínima distancia entre estaciones  
50cm

No recomendado para nuevas instalaciones  
Pueden conectarse hasta 30 estaciones en un segmento individual

Solo opera en modo “half-duplex”

## Comparado a 10Base5

Bajo Costo

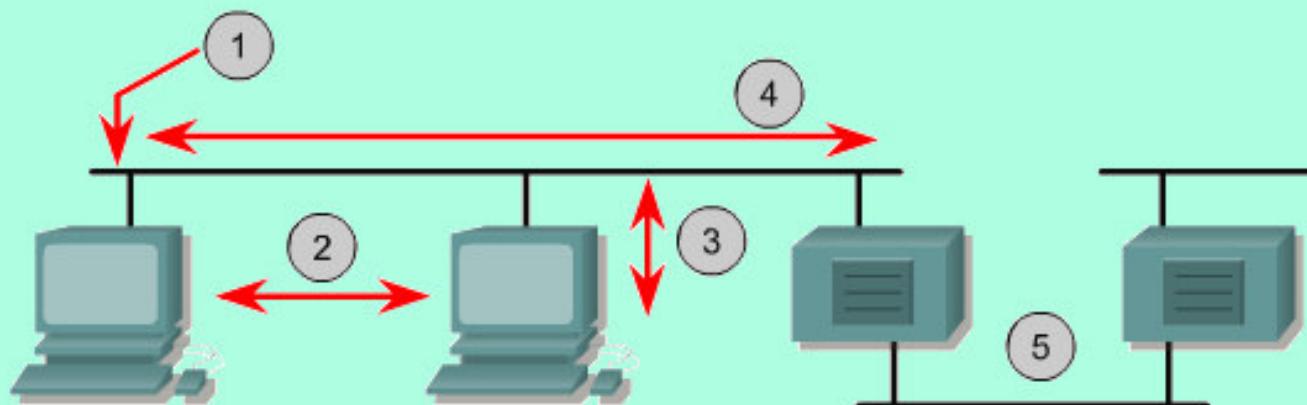
Mas pequeño y mas ligero

Mayor flexibilidad

Instalación mas fácil

# 10BASE2

- **Medio Interactivo 7.1.3: 5 minutos**
  - **10BASE2**



1. Termination of each end of the coax should be 50 Ohms.
2. Minimum distance between taps is 0.5 meters.
3. Each station must connect within four centimeters of the thin coax.
4. Maximum segment length is 185 meters.
5. Link segments between repeaters should have a total of only two attachments, the repeaters themselves.

# 10BASE-T

Barato y fácil de instalar	10 Mbps en modo half-duplex
Utiliza cables Categoría 3, 5, 5e Utiliza conectores RJ-45	20 Mbps en modo full-duplex
Utiliza Hubs	Para nuevas instalaciones se recomienda utilizar cable Cat5e o mejor
Topología Estrella y/o Estrella Extendida	El cableado horizontal no debe exceder los 90 metros
Originalmente operaba en modo “half-duplex”	Todos los 4 pares de cables deben ser conectados según la norma T568A o T568B
“Full-duplex” se añadió en 1997	10BASE-T se introdujo en 1990

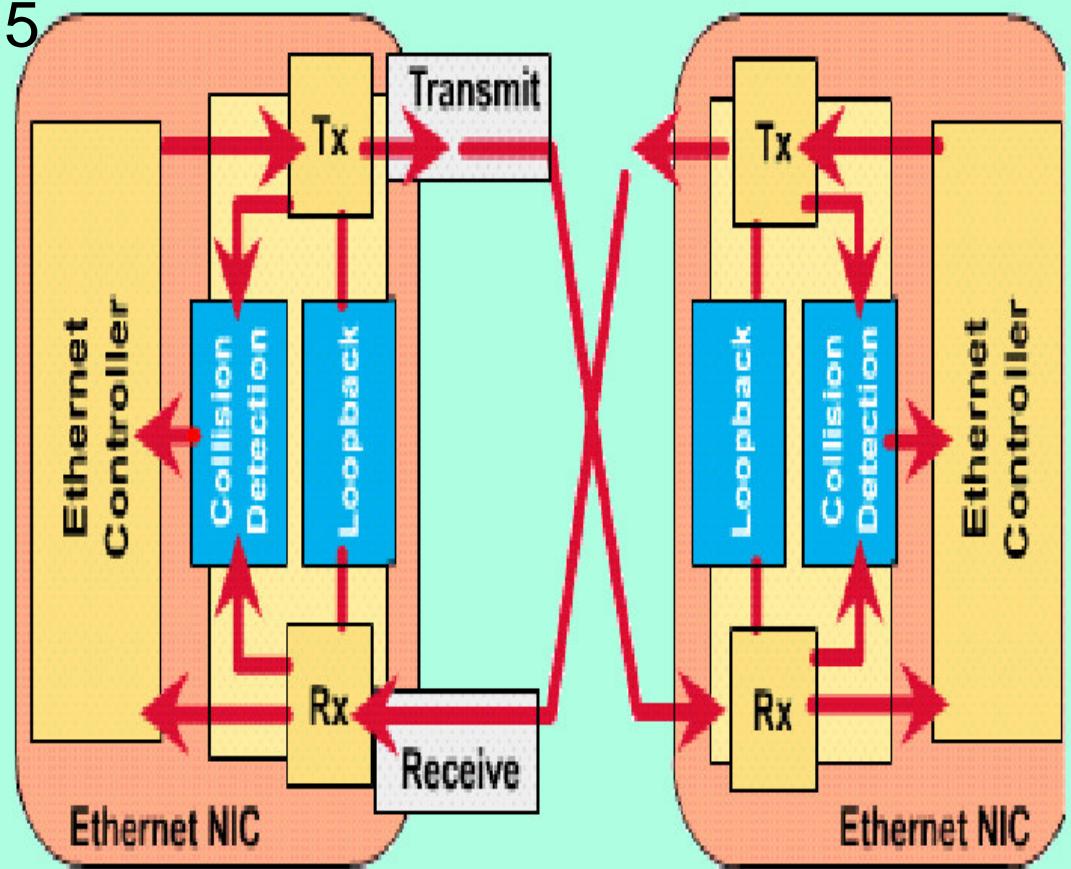
# 10BASE-T

- Conector RJ-45 & Cable Cat 5

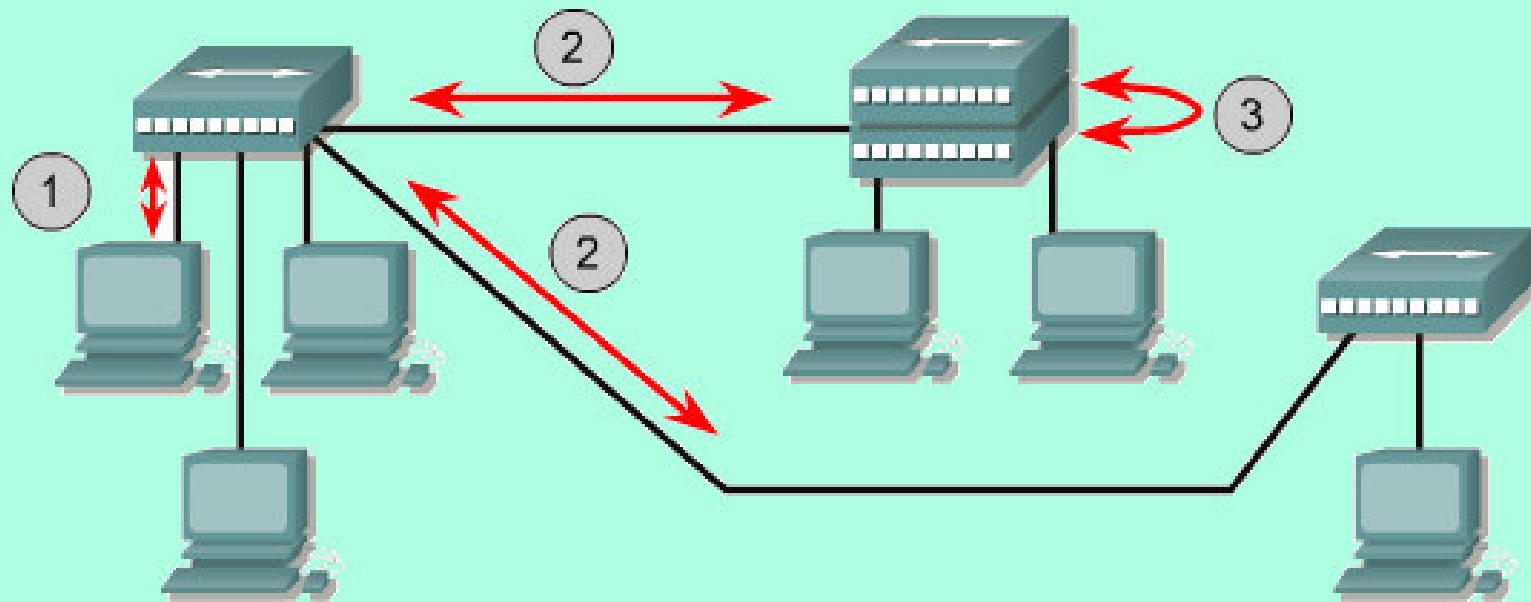
- Pin 1
  - ✓ TD+ (transmit data +)
- Pin 2
  - ✓ TD- (transmit data -)
- Pin 3
  - ✓ RD+ (receive data +)
- PIN 6
  - ✓ RD-(receive data -)
- Pin 4,5,7, & 8
  - ✓ SIN USO

- **Medio Interactivo 7.1.4:**

- 10BASE-T – 5 minutos



# Arquitectura y Cableado en 10BASE-T



1. UTP Link Segment cable length is 1 to 100 meters normal between the section and the hub, and between the hubs.
2. Each hub is a multi-port repeater, so links between hubs count toward the repeater limit.
3. These two "stackable" hubs with interconnected backplanes count as only one hub [repeater].

# Arquitectura y Cableado en 10BASE-T

- Se mantiene la regla 5-4-3
  - No mas de 5 segmentos separados por no mas de 4 repetidores con nos mas de tres segmentos con “hosts”
  - Los Hubs o Repetidores solamente extienden la longitud de una red dentro de un solo dominio de colisión
  - Los Bridges y Switches segmentan la red en dominios de colisión independientes
- La codificación Manchester es utilizada en los sistemas de 10 Mbps
  - La dirección de la transición en la mitad de ciclo (“middle of the timing window”) determina el valor binario

# 100 M bps Ethernet - Fast Ethernet

- Dos tecnologías
  - 100BASE-TX sobre cobre UTP
  - 100BASE-FX en fibra óptica multimodo
- Tres características en común
  - Parámetros de Operación (“timing parameters”)
  - Formato de la trama (“frame format”)
  - Partes del proceso de transmisión
    - ✓ La primera parte de la codificación utiliza la técnica llamada 4B/5B
    - ✓ La segunda parte es la actual codificación de línea (“line encoding”) especificada para cobre o fibra

Parámetros de Operación para Ethernet 100M bps

Parameter	Value
Bit Time	10 nsec
Slot Time	512 bit times
Interframe Spacing	96 bits
Collision Attempt Limit	16
Collision Backoff Limit	10
Collision Jam Size	32 bits
Maximum Untagged Frame Size	1518 octets
Minimum Frame Size	512 bits (64 octets)

Ethernet Frame

Ethernet Frame							
Preamble	SFD	Destination	Source	Length Type	Data : Pad	FCS	
7	1	6	6	2	46 to 1500	4	

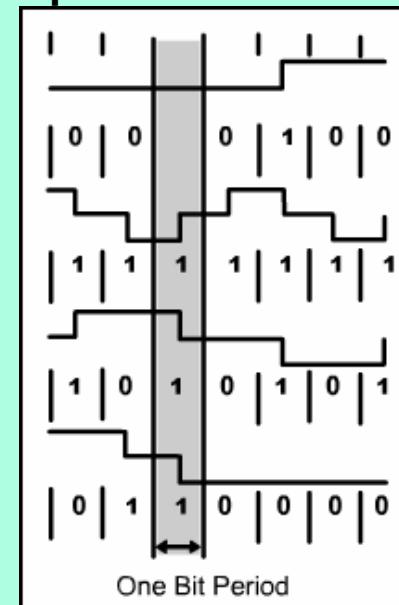
# 100 BASE-TX

- 100BASE-TX fue estandarizado en 1995 utilizando cable Cat 5 UTP. En 1997, Ethernet se expandió para permitir comunicaciones
  - 100BASE-TX usa la codificación 4B/5B, la cual es luego convertida (“scrambled and converted”) a una transmisión multi-nivel de 3 niveles conocida como MLT-3
  - 100BASE-TX lleva 100 Mbps de tráfico en modo half-duplex. En modo full-duplex puede intercambiar tráfico de 200 Mbps

## 100 BASE-TX Modular Jack Pinouts

Pin Number	Signal
1	TD+ (Transmit Data, positive-going differential signal)
2	TD- (Transmit Data, negative-going differential signal)
3	RD+ (Receive Data, positive-going differential signal)
4	Unused
5	Unused
6	RD- (Receive Data, negative-going differential signal)
7	Unused
8	Unused

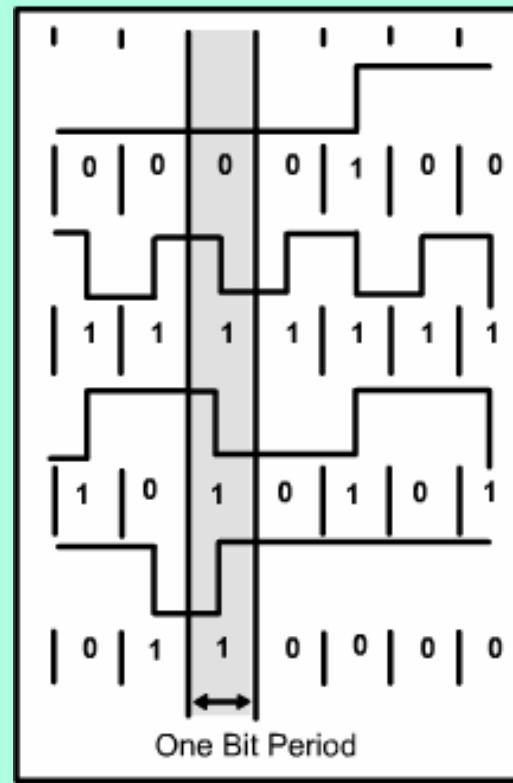
## Ejemplo Codificación M LT-3



# 100BASE-FX

- La versión en fibra de Fast Ethernet
- Utilizada para conectar “backbone”, conexiones entre pisos y entre edificios; o en ambientes con alto ruido donde el cobre es menos deseable
- No se termino de adoptar totalmente debido a la introducción de Gigabit Ethernet sobre cobre y fibra
- 100BASE-FX también utiliza codificación 4B/5B en la primera etapa. En la segunda etapa utiliza la codificación NRZI
- Conectores tipo ST o SC son comúnmente utilizados
- 200 Mbps de transmisión es posible debido a que se disponen de dos fibras independientes para Transmisión y Recepción

## Ejemplo de Codificación NRZI



100 Base-FX Pinout

Fiber	Signal
1	Tx (LED and laser transmitters)
2	Rx (high-speed photodiode detectors)

# Arquitectura de Fast Ethernet

Architecture	100BASE-TX	100BASE-FX	100BASE-TX and FX
Station to Station, Station to Switch, Switch to Switch (half or full duplex)	100 m	412 m	N/A
One Class I Repeater (half duplex)	200 m	272 m	100 m (TX) 160.8 m (FX)
One Class II Repeater (half duplex)	200 m	320 m	100 m (TX) 208 m (FX)
Two Class II Repeaters (half duplex)	205 m	228 m	105 m (TX) 211.2 m (FX)

# Arquitectura de Fast Ethernet

- Los enlaces en Fast Ethernet consisten de una conexión entre una estación y un Hub o Switch
  - ✓ Los Hubs son considerados repetidores multipuerto
  - ✓ Los Switches son considerados Bridges multipuerto
  - ✓ Están sujetos a la limitación en distancia de 100m bajo UTP desde el Switch
- Repetidor Clase I
  - Cualquier repetidor que cambia entre una implementación de Ethernet y otra
  - 140 bit-times de “latency”
- Repetidor Clase II
  - 92 bit-times de “latency”
  - El cable entre repetidores Clase II no puede exceder los 5 metros
- Half duplex no es deseable debido a que el esquema de señalización es inherentemente full duplex

# Arquitectura de Fast Ethernet

- El esquema de señalización es inherente full duplex
  - Half duplex no es común
  - Half duplex no es deseable
- El uso de Switches ha hecho la limitación de 100m menos importante
  - Las estaciones deben ser localizadas dentro del rango de 100 metros desde el Switch
  - Esta distancia de 100 metros comienza nuevamente si se conecta a otro Switch
- **Laboratorio 7.1.9a: 10 minutos**
  - Introduction to Fluke Network Inspector
- **Laboratorio 7.1.9b: 10 minutos**
  - Introduction to Fluke Protocol Inspector
- **Medio Interactivo 7.1.3: 5 minutos**
  - Fast Ethernet Architecture

# Gigabit Ethernet

- Gigabit Ethernet es la tecnología dominante para:
  - Instalaciones de “Backbone”
  - Interconexiones entre Switches
    - ✓ “High-speed cross-connects”
  - Infraestructura General

# 1000-Mbps Ethernet

- 1000-Mbps Ethernet o Gigabit Ethernet
  - Medios
    - ✓ Fibra Óptica
    - ✓ Cable de Cobre UTP
- 1000BASE-X IEEE 802.3z
  - Especifica 1 Gbps full duplex sobre cable de fibra óptica
- 1000BASE-TX, 1000BASE-SX, y 1000BASE-LX
  - Parámetros de Tiempo
    - ✓ 1 nanosegundo o 1 billonésimo de segundo el tiempo de un bit
  - Formato de la Trama
    - ✓ La misma utilizada para Ethernet de 10 Mbps y 100 Mbps
  - Transmisión
    - ✓ Dependiente de la implementación

# 1000-Mbps Ethernet

- Las diferencias entre Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet ocurren a nivel de la capa física
- Gigabit Ethernet usa dos pasos separados de codificación. Esta codificación provee sincronización, utilización eficiente del ancho de banda y mejoramiento de la relación Señal a Ruido
- “Fiber-based” Gigabit Ethernet (1000BASE-X) utiliza la codificación 8B/10B, que es similar al concepto 4B/5B. Esta es seguida por una codificación de linea simple “Non-Return to Zero” (NRZ) en la fibra optica

## Parámetros de Operación para Gigabit Ethernet

Parameter	Value
Bit Time	1 nsec
Slot Time	4096 bit times
Interframe Spacing	96 bits *
Collision Attempt Limit	16
Collision Backoff Limit	10
Collision Jam Size	32 bits
Maximum Untagged Frame Size	1518 octets
Minimum Frame Size	512 bits (64 octets)
Burst Limit	65,536 bits

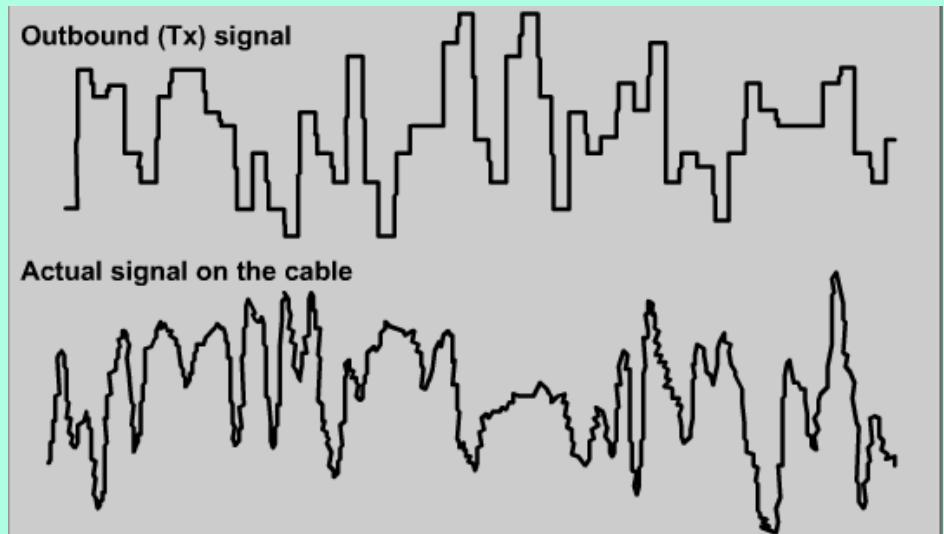
## Ethernet Frame

Ethernet Frame							
Preamble 7	SFD 1	Destination 6	Source 6	Length Type 2	Data 46 to 1500	Pad	FCS 4

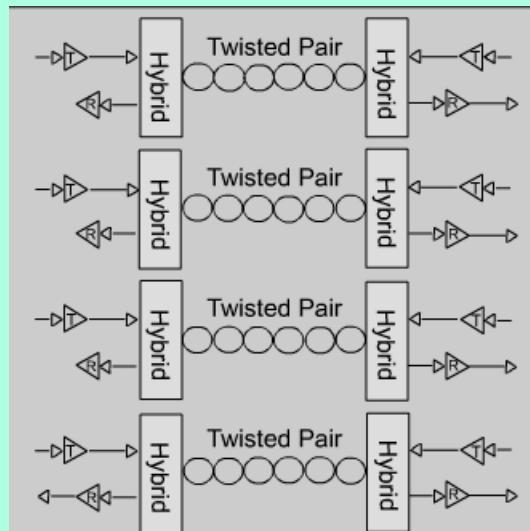
# 1000-Mbps Ethernet

- 1000BASE-T (IEEE 802.3ab) fue desarrollado para proveer ancho de banda adicional para:
  - Backbones Internos
  - Links entre Switches
  - Granja de servidores
  - Conexiones de alto rendimiento para estaciones
  - Soporta tanto half-duplex como full-duplex

Transmisión de una señal 1000BASE-T



Transmisión Full-Duplex en 4 pares de cables



## **1000BASE-T(IEEE 802.3ab)-Cat5e**

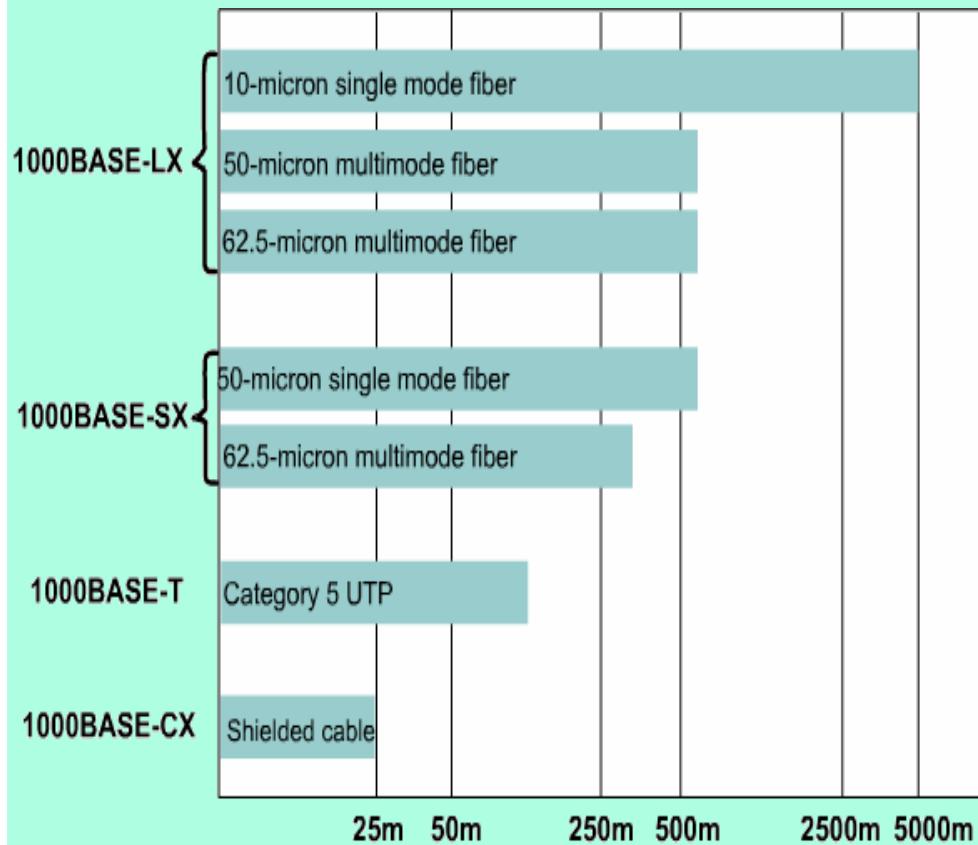
- Es estándar 1000BASE-T es ínter operable con 10BASE-T y 100BASE-TX
- 1000BASE-T utiliza todos los cuatro pares de cables, proveyendo 250 Mbps por par
- La codificación utilizada es 8B/10B en el primer paso y 4D-PAM5—Pulse Amplitud Modulation 5 en el segundo
- La transmisión y recepción de datos sucede en ambas direcciones en el mismo cable al mismo tiempo. Esto resulta en una colisión permanente en los 4 pares de cables. Estas colisiones resultan en patrones de voltaje complejos. En periodos de silencio hay 9 niveles de voltaje presentes y en periodos de actividad hasta 17 niveles
- Técnicas tales como “echo cancellation”, “Layer 1 Forward Error Correction” (FEC), y selección adecuada de voltajes han hecho posible alcanzar el rendimiento de 1Gigabit sobre UTP

# 1000Base-LX/SX

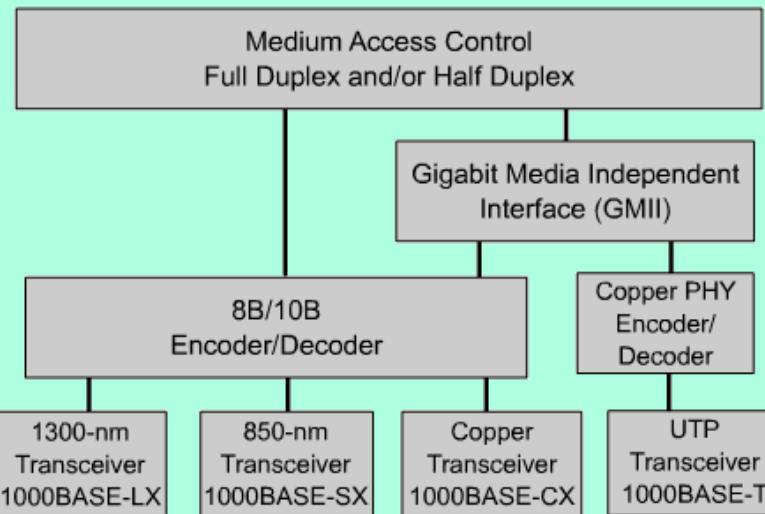
- Común a todas las versiones de 1000 Mbps
  - Timing
  - Frame format
  - Transmission
- Pulsos NRZ son enviados en la fibra
  - “Short-wavelength” (1000BASE-SX) - 850 nm láser o LED source en fibra óptica multimode
  - “Long-wavelength” (1000BASE-LX) - 1310 nm láser usa tanto fibra óptica monomodo o multimodo
- Control de Acceso al Medio
  - Enlace punto a punto - Link point-to-point
- 2 Fibras Independientes
  - Transmisión (Tx)
  - Recepción (Rx)
  - Inherente full duplex
- 1000BASE-X usa codificación 8B/10B convertida a codificación de línea “non-return to zero” - NRZ
- Gigabit Ethernet permite un solo repetidor entre 2 estaciones

# 1000BASE-SX and LX

## Comparación de los medios en Gigabit Ethernet



## Gigabit Ethernet Layers



## Beneficios de Gigabit Ethernet sobre Fibra

### Benefits of Gigabit Ethernet on Fiber

- Noise immunity
- No grounding potential problems
- Excellent distance characteristics
- Many 1000BASE-X device options
- Can be used to connect widely dispersed Fast Ethernet segments

# Arquitectura de Gigabit Ethernet

- El cable UTP para 1000BASE-T es el mismo que cable para 10BASE-T y 100BASE-TX, excepto que el rendimiento del mismo de satisfacer una calidad superior o igual a la norma Cat. 5e o la norma ISO Class D (2000)
- Es recomendable que todos los enlaces entre estaciones, Hubs y Switches estén configurados para Auto-Negociación, para permitir el mayor rendimiento posible que se pueda mantener en común

Máximas distancias para 1000BASE-SX

Medium	Modal Bandwidth	Maximum Distance
62.5µm Multimode Fiber	160	220 m
62.5µm Multimode Fiber	200	275 m
50µm Multimode Fiber	400	500 m
50µm Multimode Fiber	500	500 m

Máximas distancias para 1000BASE-LX

Medium	Modal Bandwidth	Maximum Distance
62.5µm Multimode Fiber	500	550 m
50µm Multimode Fiber	400	550 m
50µm Multimode Fiber	500	550 m
10µm Multimode Fiber	N/A	5000 m

# 10 Gigabit Ethernet

- IEEE 802.3ae, gobierna a la familia 10Gbit
- Provee un mayor ancho de banda
- Es inter operable con la infraestructura existente
- Las implementaciones que están siendo consideradas son:
  - 10GBASE-SR
  - 10GBASE-LX4
  - 10GBASE-LR y 10GBASE-ER
  - 10GBASE-SW, 10GBASE-LW, y 10GBASE-EW

## Parámetros de Operación para 10 Gigabit Ethernet

Parameter	Value
Bit Time	0.1 nsec
Slot Time	not applicable *
Interframe Spacing	96 bits *8
Collision Attempt Limit	not applicable *
Collision Backoff Limit	not applicable *
Collision Jam Size	not applicable *
Maximum Untagged Frame Size	1518 octets
Minimum Frame Size	512 bits (64 octets)
Burst Limit	not applicable *
Interframe Spacing Stretch Ratio	104 bits ***

\* 10-Gbps Ethernet does not permit half duplex operation, so parameters related to slot timing and collision handling do not apply.

\*\* The value listed is the official interframe spacing.

\*\*\* The Interframe Spacing Stretch Ratio applies exclusively to 10GBASE-W definitions.

# 10 Gigabit Ethernet - IEEE 802.3ae

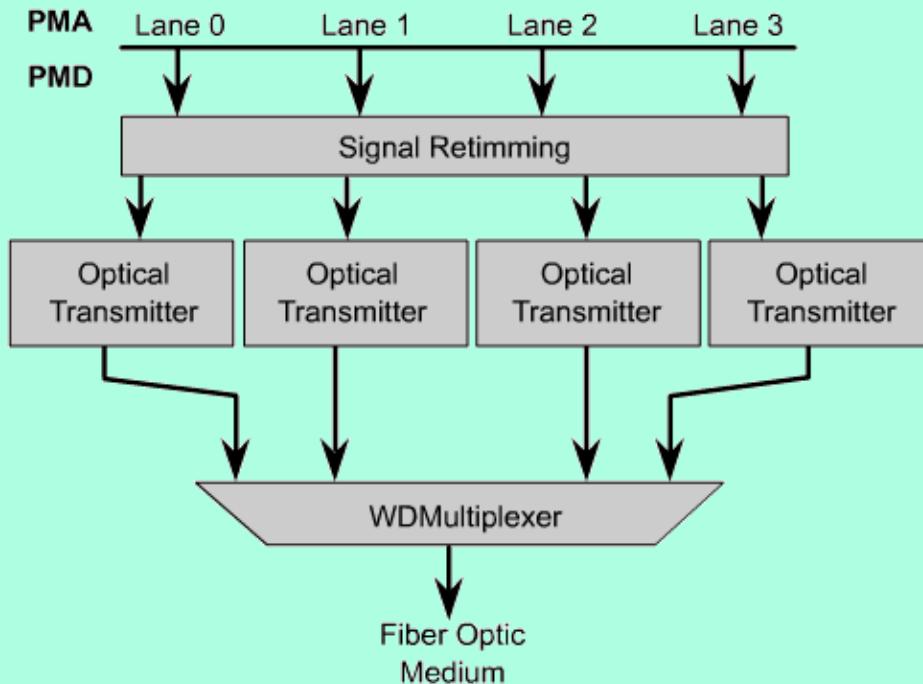
- Ethernet fue tradicionalmente pensado en tecnologías Lan, pero el estándar de la capa física de 10GbE permite tanto extensiones de hasta 40 Km. sobre fibra óptica mono-modo como la compatibilidad con redes ópticas sincrónicas (“synchronous optical network” - SONET) y redes jerárquicas sincrónicas (“synchronous digital hierarchy” - SDH)
- 10GBASE-SR
  - Distancias cortas sobre fibra óptica multimodo ya instalada en un rango de 26 m a 82 m
- 10GBASE-LX4
  - Utiliza “wide wavelength division multiplexing” - WWDM
  - 240 m a 300 m sobre fibra óptica multimodo ya instalada
  - 10 Km. sobre fibra óptica mono-modo
- 10GBASE-LR y 10GBASE-ER
  - Soporta 10 Km. y 40 Km. sobre fibra óptica mono-modo
- 10GBASE-SW, 10GBASE-LW, y 10GBASE-EW
  - Conocidas colectivamente como 10GBASE-W
  - Trabaja con equipo SONET/SDH WAN con módulos de transporte sincrónico OC-192

# Arquitectura de 10-Gigabit Ethernet

- En las transmisiones en 10 GbE, cada bit tiene una duración de 0.1 nanosegundos
- Todas las variedades de 10 GbE usan cables de fibra óptica. Tipos de Fibra incluyen:
  - ✓ 10 $\mu$  single-mode
  - ✓ 50 $\mu$  y 62.5 $\mu$  multimode
- Actualmente la mayoría de los productos de 10 GbE están en forma de módulos (Modules) o tarjetas de línea (Line Cards)
- Para adicionar los Routers y Switches de alto rendimiento. Al ir evolucionando la tecnología 10 GbE, un incremento en la diversidad de componentes se puede esperar

# Arquitectura de 10-Gigabit Ethernet

## 10GBASE-LX4 Signal Multiplexing



## Implementaciones de 10 Gigabit Ethernet

Implementation	Wavelength	Medium	Minimum Modal Bandwidth	Operating Distance
10GBASE-LX4	1310 nm	62.5µm MMF	500 MHz/km	2 - 300 m
10GBASE-LX4	1310 nm	50µm MMF	400 MHz/km	2 - 240 m
10GBASE-LX4	1310 nm	50µm MMF	500 MHz/km	2 - 300 m
10GBASE-LX4	1310 nm	10µm MMF	N/A	2 - 10 km
10GBASE-S	850 nm	62.5µm MMF	160 MHz/km	2 - 26 m
10GBASE-S	850 nm	62.5µm MMF	200 MHz/km	2 - 33 m
10GBASE-S	850 nm	50µm MMF	400 MHz/km	2 - 66 m
10GBASE-S	850 nm	50µm MMF	500 MHz/km	2 - 82 m
10GBASE-S	850 nm	50µm MMF	2000 MHz/km	2 - 300 m
10GBASE-L	1310 nm	10µm SMF	N/A	2 - 10 km
10GBASE-E	1550 nm	10µm SMF	N/A	2 - 30 km*

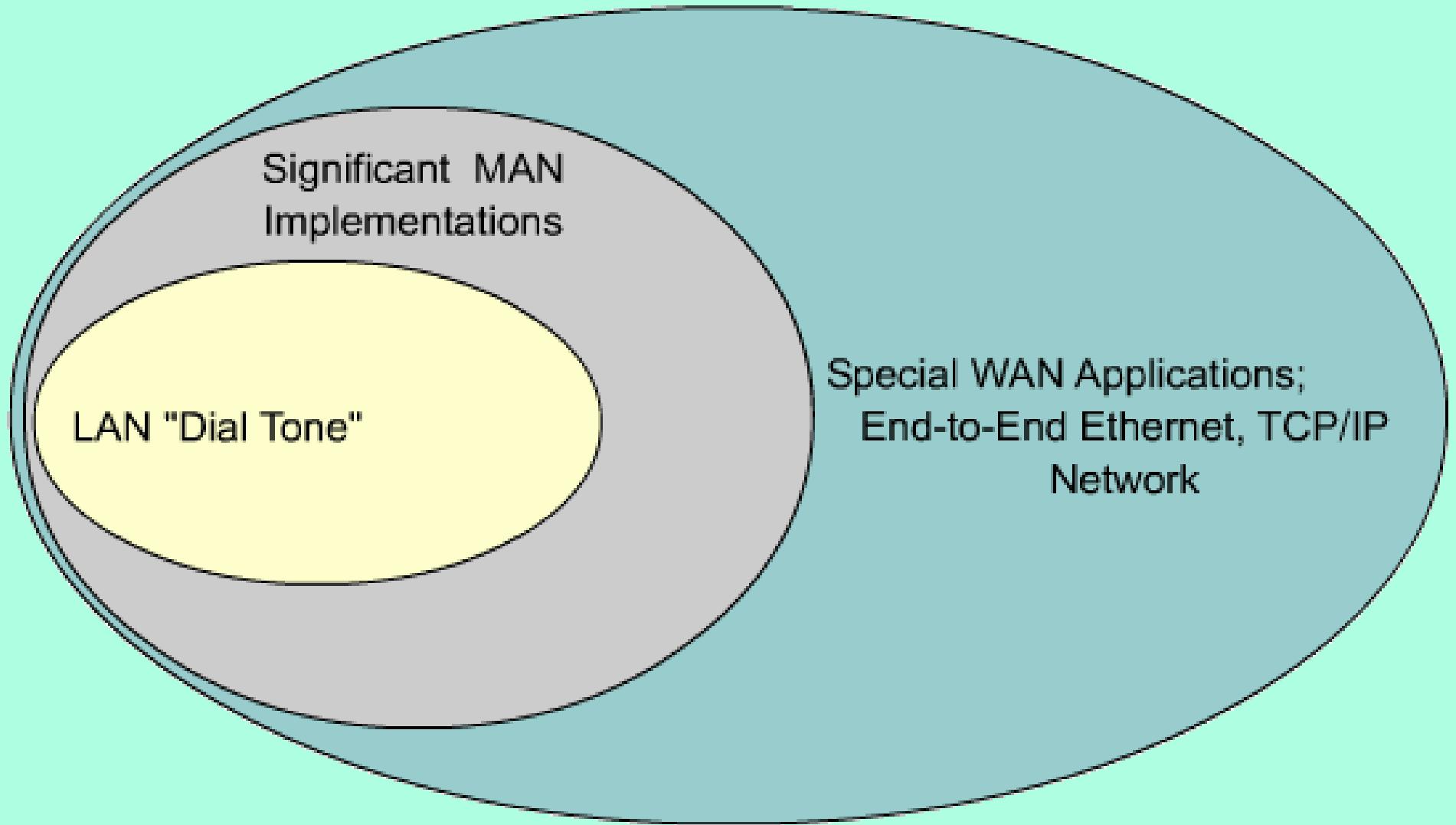
# El Futuro de Ethernet

- El futuro del medio en redes esta en tres campos:
  - “Copper” (hasta 1000 Mbps, talvez mas)
  - “Wireless” (acercandose a 100 Mbps, talvez mas)
  - “Optical fiber” (actualmente a 10,000 Mbps y pronto se incrementara)
- Las redes en medios de Cobre e Inalámbricas tienen ciertas limitaciones físicas y de carácter práctico
- Las limitaciones en medios de fibra óptica son:
  - Tecnología Electrónica
    - ✓ Emisores y Detectores
  - Proceso de fabricación de la Fibra
- Desarrollo en Ethernet
  - Con gran peso hacia fuentes de luz Láser
  - Fibras Ópticas en Mono-Modo (“Single-mode optical fiber” )
- Las tecnologías “full-duplex” y de alta velocidad en Ethernet que dominan actualmente el mercado, esta porveyendo suficiente soporte aun para aplicaciones intensivas como QoS

# El Futuro de Ethernet

- Ethernet ha pasado un proceso de evolución
  - Legacy → Fast → Gigabit → Multi-Gigabit
- Ethernet es ahora el estándar para conexiones horizontales, verticales, y entre edificios
- Mientras 1-Gigabit Ethernet es ahora ampliamente disponible y productos en 10-Gigabit están saliendo al mercado, la IEEE y la Alianza de 10-Gigabit (“10-Gigabit Ethernet Alliance”) están trabajando en estándares para 40 Gbps, 100 Gbps, y aun en 160 Gbps
- El problema de las colisiones con las topologías bus 10BASE5, 10BASE2 y los hubs en 10BASE-T y 100BASE-TX no es ya común. Utilizando UTP y cables de Fibra Óptica con caminos separados para Tx y Rx, y el constante decremento en los precios de los switches hacen a conexiones en los medios compartidos “half-duplex” mucho menos importante

# El Futuro de Ethernet



# Módulo 7: Resumen

- Descripción de las diferencias y similitudes entre 10BASE5, 10BASE2, y 10BASE-T
- Términos, Parámetros, Factores y Características en la diferentes variedades de Ethernet como:
  - Codificación Manchester, 4B/5B, 8B/10B, MLT-3, NRZI
  - Factores que afectan a los límites de tiempo
  - Parámetros del cableado en 10BASE-T
  - Variiedades de Ethernet en 100-Mbps (Fast Ethernet)
  - Acceso al medio MAC, formatos de trama, codificación y proceso de transmisión en Gigabit Ethernet
  - Similitudes y diferencias entre Gigabit y 10 Gigabit Ethernet
  - Identificar los “pinouts”, el cableado típico y arquitectura de varias implementaciones de Ethernet