



EL ESTANDAR 802.3 (ETHERNET)

Historia

Bob Metcalfe describió por primera vez un sistema al que denominó Ethernet, en 1973, basado en un sistema llamado red ALOHA, una red basada en transmisión radial, inventada a fines de los '60s en la Universidad de Hawaii

Hacia 1972, el desarrollo de Metcalfe y sus colegas en los laboratorios de Xerox, en Palo Alto, unía computadoras personales ALTOS, en una red que compartía un único canal, a 2.94Mbps: Había nacido lo que Metcalfe denominó Alto Aloha Network, posteriormente cambiado a Ethernet para manifestar la transmisión por propagación de la señal en un único canal.

En Julio de 1976, Metcalfe y Boggs publicaron el estándar "Ethernet: Conmutación de paquetes distribuida, para redes locales"

Hacia fines de 1977, la patente fue publicada como "Sistema de comunicación de datos multipunto con detección de colisión", propiedad de Xerox Corp.

En 1980, el consorcio formado por DEC-Intel-Xerox, publicó el estándar conocido como DIX Ethernet, luego, en su versión 2.0 llevado ante la IEEE en un esfuerzo por estandarizarlo.

El estándar de la IEEE fue creado bajo la dirección del Comité de estándares de redes Locales y Metropolitanas, que identifica a todos los estándares bajo su tutela como 802.

En 1985, la IEEE publicó el estándar definitivo bajo el título: "IEEE 802.3 Método de Acceso al Medio de sentido de portadora y detección de colisión y sus especificaciones físicas" ("IEEE 802.3: Carrier Sense Multiple Access with Colisión Detection and Physical Layer Specifications.")

El estándar americano, fue luego mundialmente refrendado por la ISO, como ISO 8802.3

Suplementos de la IEEE

Año	Suplemento	Descripción
1985	802.3a	10BASE2 Thin Ethernet
1985	802.3c	Especificaciones del repetidor de 10 Mbps, cláusula 9
1987	802.3d	FOIRL Fiber Link
1990	802.3i	10BASE-T, twister pair
1993	802.3j	10BASE-F, fiber optic
1995	802.3u	100BASE-T Fast Ethernet y Auto-Negociación
1997	802.3x	Estándar Full-Duplex
1998	802.3z	1000BASE-X Gigabit Ethernet sobre fibra óptica
1998	802.3ac	Extensión del Frame a 1522 bytes para soportar el tag de VLANS
1999	802.3ab	1000BASE-T, Gigabit Ethernet sobre par trenzado
2000	802.3ad	Agregación de links paralelos

Presencia dentro de OSI

2 – DATA LINK	Logical Link Control Sublayer (LLC)
	Media Access Control (MAC)
1 - PHYSICAL	Physical signaling sublayers
	Media Specifications



802.3 – CUADRO COMPARATIVO DE CARACTERISTICAS

Especificación	Encoding	Velocidad	Medio	Máximo diámetro de la red/longitud	Máxima longitud de segmento (mt)	Mínima longitud de segmento (mt)	Máxima cantidad de segmentos separados	Máxima cantidad de repetidores	Máxima cantidad de nodos por segmento	Observaciones
10BASE5	Manchester	10Mbps	Coaxial RG213	2800	500	0.5	5	4	100	100 Conector: Transeiver externo AUI
10BASE2	Manchester	10Mbps	Coaxial RG58	925	185	0.5	5	4	30	30 Conector: BNC
FOIRL		10Mbps	FOMM 62.5/125um	-	1000	-	-	--	0	0 Conector: ST Cantidad máxima de transeivers por segmento: 2
10BASE-T	Manchester	10Mbps	UTP level 3 o sup.	200	100	No hay (0.3 típica)	5	4	1024	Señal: +/- 2.5v Atenuación máxima en el segmento: 11.5dB Perdida por conector RJ45: 1.5dB Impedancia característica: 100 Ohm Conector: RJ45, pinout TIA/EIA 568 Cantidad máxima de transeivers por segmento: 2
10BASE-FL Fiber Link	Manchester	10Mbps	FOMM 62.5/125um	4000	2000	-	5	4	1024	Reemplaza al FOIRL Conexión WS-WS, WS-HUB o HUB-HUB Conector: AUI/ST Cantidad máxima de transeivers por segmento: 2 Se pueden lograr distancias superiores a 2000 m. Utilizando transeivers de FO monomodo (8 o 9/62.5um) full-duplex, llegando a 40 km.
10BASE-FB Fiber Backbone	Manchester	10Mbps	FOMM 62.5/125um		2000					Conexión HUB-HUB No fue adoptado
10BASE-FP Fiber Passive	Manchester	10Mbps	FOMM 62.5/125um		500					No fue adoptado Para acople pasivo de hasta 33 computadoras
100BASE-TX	4B/5B	100Mbps (200Mbps en full-duplex)	UTP level 5, 2 pares STP 150 Ohm	200	100	No hay	5	4	1024	Con UTP, se requiere conectores RJ45, con pinout TIA/EIA 568 Con STP, se requiere un adaptador de impedancia con conector de 9 pines (MDI D-Type) Cantidad máxima de transeivers por segmento: 2
100BASE-FX	4B/5B	100Mbps (200Mbps en full-duplex)	FOMM 62.5/125um	824	412 (2000 en full-duplex)	No hay	5	4	1024	Conector: Duplex SC o conector MII de 40 pines (para transeiver externo) Portadora de onda: 1350 nm Se pueden lograr distancias superiores a 2000 mts. Utilizando transeivers de FO monomodo (8 o 9/62.5um) full-duplex, llegando a 20 km. Cantidad máxima de transeivers por segmento: 2
1000BASE-CX	8B/10B	1000/2000Mbps	High-quality shielded twisted pair		25 mts					No muy adoptado en el mercado Requiere alguno de dos tipos de conectores, en los extremos:

SWITCHES Y RUTEADORES

- . Tecnología de SWITCH
- . Tecnología de RUTEADOR
- . Donde usar Switch?
- . Donde usar un ruteador?
- . Segmentando con Switches y Ruteadores
 - o Segmentando LANs con Switch
 - o Segmentando Subredes con Ruteadores
 - o Seleccionando un Switch o un Ruteador para Segmentar
- . Diseñando Redes con Switches y Ruteadores
- . Diseñando Redes para Grupos de Trabajo
 - o Pequeños Grupos de Trabajo
 - § Opción #1: Solución con Ruteador
 - § Opción #2: Solución con Switch
 - o Grupos de Trabajo Departamentales
 - § Respecto al tráfico de Datos
 - o Ruteo como Política Segura
 - § Segmentación Física
 - § Segmentación Lógica
- . Diseñando para Ambientes de Backbone
 - o Baja Densidad, Alta Velocidad en el Enlace Dentro de la Central de Datos
 - o Alta Densidad, Enlace de Alta Velocidad a la Central de Datos
 - o ATM para el Campus o el Backbone del Edificio
 - o Backbone Redundantes, Garantizan Disponibilidad de la Red
- . Diseñando para Acceso a WAN
- . El Futuro de los Switches
 - o Soporte Multimedia
- . Futuro del Ruteo
 - o Interfaces LAN y WAN
- . Sumario



DIFERENTES TIPOS DE FRAMES ETHERNET

FRAME ETHERNET II (DIX)

IEEE 802.3 Header 14 bytes	Destination MAC address	6 bytes
	Source MAC address	6 bytes
	Type	2 bytes
IP V4 Header 20 bytes	Versión	4 bits
	Header Length	4 bits
	Type of Service	1 byte

FRAMES ETHERNET 802.3

IEEE 802.3 Header 14 bytes	Destination MAC address	6 bytes
	Source MAC address	6 bytes
	Length (Type si >= 0x0600)	2 bytes
IP V4 Header 20 bytes	Versión	4 bits
	Header Length	4 bits
	Type of Service	1 byte

FRAME ETHERNET 802.2 (LLC)

IEEE 802.3 Header 14 bytes	Destination MAC address	6 bytes
	Source MAC address	6 bytes
	Length	2 bytes
802.2 LLC 3 o 4 bytes	DSAP (Destination Service Access Point)	1 byte
	SSAP (Source Service Access Point)	1 byte
	Control	1 o 2 bytes
IP V4 Header 20 bytes	Versión	4 bits
	Header Length	4 bits
	Type of Service	1 byte

FRAME ETHERNET SNAP (SubNetwork Access Protocol)

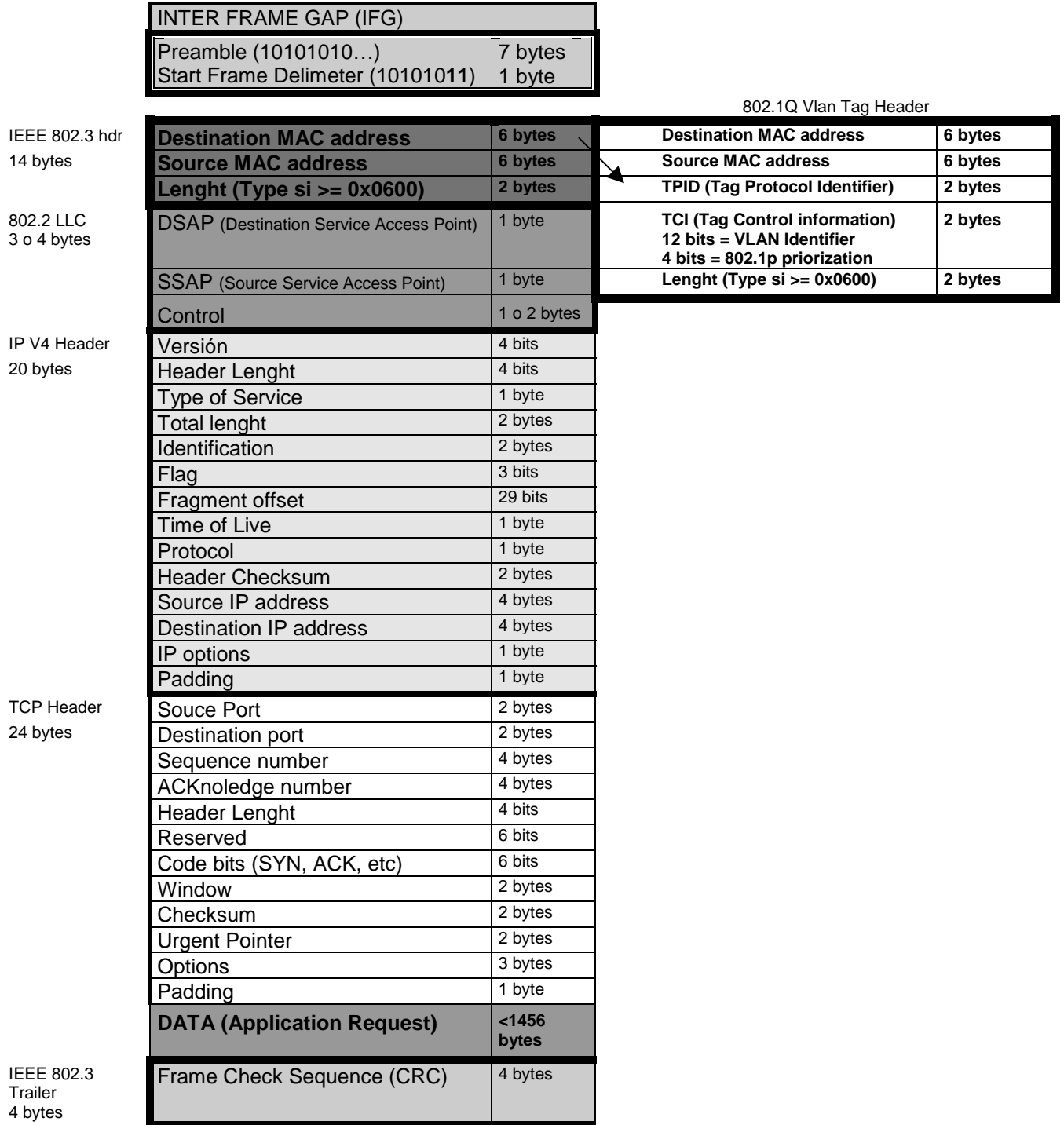
IEEE 802.3 Header 14 bytes	Destination MAC address	6 bytes
	Source MAC address	6 bytes
	Length (Type si >= 0x0600)	2 bytes
802.2 LLC 3 o 4 bytes	DSAP (Destination Service Access Point)	1 byte
	SSAP (Source Service Access Point)	1 byte
	Control	1 o 2 bytes
IP V4 Header 20 bytes	Versión	4 bits
	Header Length	4 bits
	Type of Service	1 byte

FORMATO DE LA DIRECCION FISICA DE ETHERNET (MAC ADDRESS)

1	2	3	4	5	6
F0	2E	15	6C	77	9B
0000 1111	0111 0100	1010 1000	0011 0110	1110 1110	1101 1001
Organizationally Unique Identifier (OUI)			Interface Address		
1er bit = 0 => Dirección de Unicast					
1er. Bit = 1 => Dirección de Multicast					
Todos los bits = 1 => Dirección de Broadcast					



ESTRUCTURA DE UNA TRAMA IEEE 802.3, CON UN DATAGRAMA IP (V.4) Y UN SEGMENTO TCP



802.3/LLC	IP Header	TCP Header	Application Request + data	802.3 Trailer
18 bytes	20 bytes	24 bytes	1456 bytes	4 bytes

802.3/LLC	User Data / Pad	802.3 Trailer
18 bytes	46 a 1500 bytes	4 bytes

Mininum frame lenght = 64 bytes

Maximum Frame Lenght = 1518 bytes



PRINCIPIOS DE OPERACIÓN DEL PROTOCOLO CSMA/CD

- ◆ Una señal transmitida en un canal genera una condición denominada portadora
- ◆ Cuando una interfaz tiene en el buffer una trama, espera a que el canal este libre de señal, condición denominada ausencia de portadora
- ◆ Cuando el canal esta libre, la estación espera un intervalo de tiempo denominado IFG (Inter Frame Gap) y luego transmite el frame
- ◆ Si dos estaciones transmiten, la señalización colisiona, y reprograman su transmisión mediante un algoritmo de backoff, ocurrencia denominada detección de colisión.

La reglas son:

- ◆ Si no hay portadora, igual se espera el IFG (9.6 microsegundos para 10Mbps, 960 nanosegundos para 100Mbps y 96 nanosegundos para 1GbE)
- ◆ Si hay portadora, la estación espera un tiempo hasta que se libera (deferring time)
- ◆ Si ocurre una colisión durante la transmisión, la estación continua transmitiendo 32 bits de datos (collision enforcement jam signal). Si esto ocurre, la estación espera un tiempo random definido por un algoritmo de backoff). Si la estación, en un nuevo intento colisiona nuevamente, se incrementa el tiempo del algoritmo.
- ◆ Una vez que la estación (en 10 o 100Mbps) ha transmitido 512 bits de un frame (sin incluir el preámbulo) sin colisionar, se dice que la estación ha tomado posesión del canal y no debiera existir colisión (este tiempo se denomina slot time). Entonces la estación limpia su contador de colisiones.

OPERACIÓN FULL-DUPLEX

Es la operación del canal Ethernet en ambos sentidos simultáneamente. Esta especificado en el estándar 802.3x (Marzo de 1997), donde se establecen consideraciones de control de flujo mediante mecanismos denominados MAC control y PAUSE

Ventajas:

- ◆ Duplicación de la capacidad de transmisión del canal
- ◆ La longitud del segmento no esta limitada a los requerimientos de timing de un canal compartido, útil especialmente en segmentos de fibra

Consideraciones de operación:

- ◆ El sistema debe tener canales físicos separados para transmisión y recepción
- ◆ Solo pueden existir dos interfaces en un segmento full-duplex (conexión punto a punto)
- ◆ Ambas interfaces deben tener capacidad de operación full-duplex
- ◆ No se utiliza el algoritmo CSMA/CD

Efectos

- ◆ No genera gran incremento de eficiencia en conexiones de usuario, ya que los protocolos de red deben esperar el ACK de su request.
- ◆ Genera mas eficiencia en troncales y conexiones con servidores

AUTONEGOCIACION

La configuración automática de las interfaces Ethernet es provista por el protocolo denominado Auto-Negotiation protocol, definido en 1995, como parte del estándar 802.3u (FastEthernet), basado en un protocolo denominado Nway, desarrollado por National Semiconductors específicamente para enlaces de par trenzado. Por ello no se aplica a enlaces de fibra.

Conceptos básicos:

- ◆ Opera sobre segmentos de enlace (segmentos que tienen un solo dispositivo conectado en cada extremo)
- ◆ La Auto-Negociacion ocurre en momentos de inicialización del enlace, ya sea al encenderse uno de los extremos, como en el momento en que el cable se conecta, y ocurre solo una vez, previa al envío de datos sobre el enlace



- ◆ Utiliza su propio sistema de señalización (denominado Fast Link Pulse – FLP -) , enviadas una sola vez, en el instante de inicialización del link.
- ◆ El dispositivo en el otro extremo del enlace, se denomina link partner
- ◆ Con excepción de Gigabit Ethernet, no hay Auto-Negociación en fibra ni tampoco para 100Base-Tx basado en conectores de par trenzado blindado de 9 pines.

ERRORES DENTRO DEL ESTANDAR ETHERNET Y SU SIGNIFICADO

A continuación podrán encontrar una tabla que resume algunos de los errores más habituales expresados por analizadores de tráfico y/o interfaz de management de repetidores (hubs) o switches.

Error	Significado	Interpretación
CRC errors (FCS errors)	Errores de inconsistencia por cambio de bits entre la emisión y recepción	Son normales mientras no excedan de una tasa fijada como base tanto para una interfaz como para una población de interfaces. Si superan la media respecto de una determinada interfaz, con atribuibles a inducción en el link físico, disturbio eléctrico en el port o falla física en la interfaz. Se descubren mediante el análisis de "Errors by station" con una interfaz promiscua
Fragments	Errores de inconsistencia por ruptura de frame resultante de una colisión	Son normales, excepto que sean originados en una misma dirección física, lo que delata falla en el componente electrónico que no respeta el time slot de liberación de frame al canal
Alignments errors	Errores de inconsistencia debidos a un frame que no tiene un número de bytes completos (Ej. 64 bytes y 4 bits), y cuenta con CRC no válido	Son normales a una tasa baja. Caso contrario determinan error en la electrónica de la interfaz de red que los genera, ya que no separa en forma válida el preámbulo del frame en sí mismo. Se descubren mediante el analizador de tráfico, función "Errores" o "Errores por estación"
Collisions	Evento de colisión entre dos tramas liberadas al canal	Son normales e incrementales a medida que se incrementa la tasa de uso del canal 802.3 Si todas las colisiones son generadas por una sola interfaz, delata una falla en el clock de la misma de la que se deriva error en respetar el slot time de acceso al canal
Runts	Paquetes de menos de 512 bytes, abortado por la interfaz por detección de colisión	Normales en un canal, pero si son excesivos y atribuibles a una sola placa, delatan fallas en el hardware
Short Event	Detección de actividad en el canal, menor al tiempo máximo para este tipo, que es de 74 a 81 bit times	Indica generación de ruido externo inducido dentro del canal
Late Events	Número de veces que una colisión es detectada luego del umbral (más allá de los 512 bits)	Delata redes con violaciones a las normativas de diseño, especialmente en lo referido a las longitudes y causan pérdida de rendimiento. También derivan de una estación que ha sido forzada a operar en full duplex y se la conecta a un concentrador, sin obedecer a la mecánica CSMA/CD
Frames too long	Frames que tienen un conteo de octetos mayor a 1518 bytes, con FCS válido	Usualmente generados por reset o inicialización de la interfaz, mediante llenado del buffer con 1s o 0s. En un conteo bajo, son normales. Caso contrario delatan una falla en la interfaz de red
Frames too short	Frames que tienen un conteo de octetos menores a 64 bytes con FCS válido	Usualmente generados por fallas en la interfaz y el clock que tiene, que completa un slot de tiempo inválido. Posiblemente sea atribuible al driver que controla la electrónica.
Very long events (JABBERS)	Transmisor activo más de lo que permite el conteo de jabbering de 802.3 (de 40000 a 75000 bit times)	Falla en la interfaz o interfaces que conectan al canal.
Auto partitioning	El circuito de un concentrador ha detectado una falla (exceso de transmisiones, exceso de colisiones, etc.) y a aislado el segmento	Es un mecanismo de protección que delata fallas en la lógica de las interfaces o bien loops que generan exceso de utilización continua del canal.
Data rate mismatches	Contador que expresa el número de veces que la frecuencia de la señal entrante es diferente de la usada por el concentrador	Delata una falla en la interfaz (timing clock) o en el mecanismo de negociación de velocidad. Específico en concentradores autosense.



GIGABIT ETHERNET

ITEM	1000BASE-T (UTP Categoría 5 / 5e)	1000BASE-SX (Fibra Multimodo)	1000BASE-LX (Fibra Monomodo)
Estándar	802.3ab	802.3z (Short Wavelength)	802.3z (Long Wavelength)
Codificación de la señal	Derivada del estándar 100BASE-T2, -T4 y -TX 4D-PAM5. Los símbolos codificados circulan por el cable utilizando una modulación basada en la amplitud del pulso (0+1v / 0 -1v)	Basada en el estándar ANSI X3T11 (Fibre Channel) Utiliza codificación de señal 8B/10B (8 bits de datos traducidos en 10bits de codificación). Estos últimos utilizan código de señal NRZ	
Señalización y velocidad de transferencia	Los links de UTP transmiten y reciben por los cuatro pares simultáneamente. Por lo tanto, 8 bits de transmisión son enviados por cada cable, simultáneamente, por cada transición de señal. Esto produce que el sistema deba lidiar con la supresión de echo, NEXT y FEXT	Como los LEDs comunes operan en frecuencias de hasta 622Mhz, las interfaces se ven obligadas a utilizar diodos láser para manejar las señales de frecuencias mas altas.	
Requerimientos de cableado	Opera sobre el mismo tipo de cable que el estándar 100BASE-T, aunque requiere que cumpla o exceda las especificaciones de señal de la categoría 5, preferentemente que cumpla con la categoría 5 extendida (5e)	Si bien el estándar define que la operación del segmento LX puede llegar hasta los 5000 metros, hay fabricantes que utilizan fibra monomodo para llegar a los 10Kms y otros de 70 a 100Kms	
Componentes del medio	Cable UTP Categoría 5, hasta una distancia máxima por segmento de 100 mt, con impedancia característica de 100Ohm Conector RJ45, categoría 5 Típicamente los sistemas 1000BASE-T detectan la polaridad incorrecta con un circuito denominado polarity reversal	Cable de fibra óptica monomodo, operando en 850nm de portadora de onda (770-860 es el rango valido) El core puede ser de 62.5 o 50 micrones Conector SC duplex	Cable de fibra óptica multimodo (o también multimodo), operando en 1300 nm de portadora de onda (1270-1355nm es el rango valido) El core puede ser de 62.5, 50 y 10 micrones Conector SC duplex (aunque algunos fabricantes utilizan el conector MT-RJ)
Interfaz	Las conexiones de switch a switch o de PC a PC, sin concentrador de por medio, requieren un cable UTP cruzado, de diseño particular Las interfaces cuentan con un mecanismo de autonegociación de velocidad para operar en 10, 100 o 1000Mbps	Las conexiones de PC soportan solo enlaces full-duplex	Las conexiones de PC soportan solo enlaces full-duplex
Guía de configuración	Pueden existir solamente 2 transeivers por segmento de enlace (Ej.: PC-Switch o Switch-Switch) y este segmento no puede exceder los 100 mts No hay múltiples switching/hubs	Pueden existir solamente 2 transeivers por segmento de enlace (Ej.: PC-Switch o Switch-Switch) y este segmento no puede exceder los 220 mts, para una conexión típica multimodo, aunque pueden admitirse mayores distancias dependiendo del cable utilizado. La distancia mínima del segmento es de 2 metros No hay múltiples switching/hubs	Pueden existir solamente 2 transeivers por segmento de enlace (Ej.: PC-Switch o Switch-Switch) y este segmento no puede exceder los 5000 mts, para una conexión típica monomodo, aunque pueden admitirse mayores distancias dependiendo del cable utilizado La distancia mínima del segmento es de 2 metros No hay múltiples switching/hubs
Observaciones	No hay transeiver externo No existen repetidores en Gigabit Ethernet	Múltiples segmentos HALF duplex pueden ser conectados utilizando un repetidor, para llegar a un máximo de 200 mts entre estaciones.	Múltiples segmentos HALF duplex pueden ser conectados utilizando un repetidor, para llegar a un máximo de 200 mts entre estaciones.

Mas informacion de Ethernet en : www.ketlonline.com y www.aquilarysociados.com.ar