

# Transparencias de Redes de Ordenadores

## Tema 3

### Ethernet 3<sup>a</sup> Parte

Uploaded by

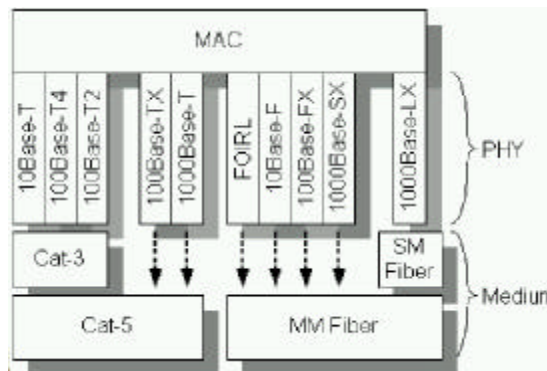
# IngTeleco

<http://ingteleco.iespana.es>  
[ingtelecoweb@hotmail.com](mailto:ingtelecoweb@hotmail.com)

La dirección URL puede sufrir modificaciones en el futuro. Si  
no funciona contacta por email

## NI VEL PHY

- Objetivos:
  - Bajo coste.
  - Larga distancia.
  - Gran capacidad de transmisión de datos.
  - Baja tasa de error.
  - Soporte de todos los medios físicos actualmente instalados.



1

## Evolución PHY

- 1985 – IEEE 802.3 – 10Base-5 & 10Base-2
- 1987 – IEEE 802.3d – FOIRL
- 1990 – IEEE 802.3i – 10Base-T
- 1993 – IEEE 802.3j – 10Base-F
- 1995 – IEEE 802.3u – 100Base-T4 / TX / FX
- 1997 – IEEE 802.3y – 100Base-T2
- 1998 – IEEE 802.3z – 1000Base-SX / LX / CX
- 1999 – IEEE 802.3ab – 1000Base-T

ETHERNET

2

## Evolución de estándares sobre Cobre

- 1989 – 10Base-T:
  - Cable dominante Cat-3 (pre Cat-5)
- 1995 – 100Base-T4:
  - soporta Cat-3, utilizando 4 pares, solo capacidad half-dúplex
- 1995 – 100Base-TX:
  - Capitalización del trabajo sobre FDDI
  - Precisa Cat-5 capacidad full-dúplex
- 1997 – 100Base-T2:
  - Cat-3 o superior, precisa sólo 2 pares, capacidad full-dúplex
- 1999 – 1000Base-T:
  - Cat-5, necesita los 4 pares, capacidad full-dúplex

ETHERNET

3

## Ethernet (10Base)

- 10 Mbps
- Cable de Categoría 3 o superior
- 2 pares para DATOS (1,2 & 3,6) dejando el par central (4,5) para TELEFONO
- Segmentos de 100 metros (limitado por la atenuación del cable)
- Topología de estrella/hub
- Inherentemente Full-Dúplex (el nivel superior MAC/Repetidor puede ser sin embargo half-dúplex)

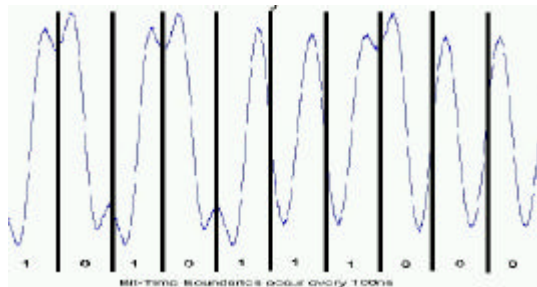
ETHERNET

4

## 10Base-T: Codificación

- **Manchester:**

- Dos voltajes (+0,85 y -0,85 voltios)
- 0 como una transición alto-bajo y el 1 como una transición bajo-alto.
- Duplica la frecuencia respecto de un código binario simple.
- 20 Mbaudios para enviar 10 Mb/s de información útil. *Overhead del 100%*.
  - En Ethernet oscila entre 5 MHz (010101...) y 10 MHz (1111... ó 0000...).
- La baja eficiencia no preocupó hasta emplear UTP.



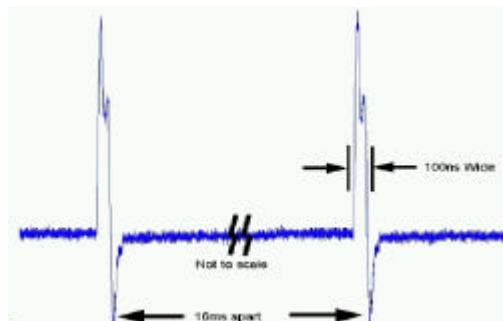
ETHERNET

5

## 10Base-T: hueco, preámbulo y SFD

- **Hueco entre tramas:**

- El tiempo entre tramas se rellena con Pulsos de Prueba de Enlace (LTPs)
- Señal periódica de presencia del interlocutor del enlace.



- **Preámbulo y SFD**

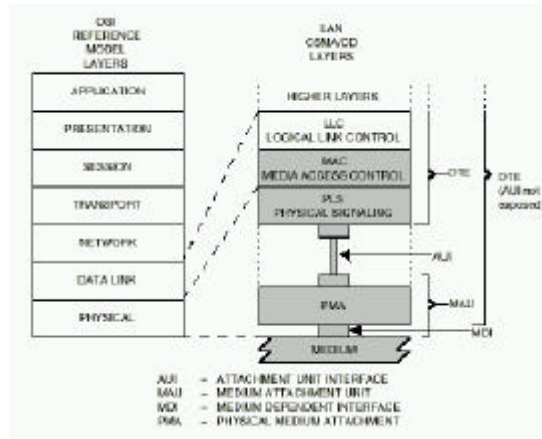
- Permite recuperar la señal de reloj del interlocutor.
- Dado que se perderán "x" bits hasta recuperar el reloj, el SFD marca el límite de bytes.

ETHERNET

6

# Ethernet (10BaseT): AUI y MAU

- AUI: Attachment Unit Interface
  - Permite que diferentes medios físicos sean unidos al MAC.
  - También se usa en repetidores.
- MAU: Medium Attachment Unit = PHY



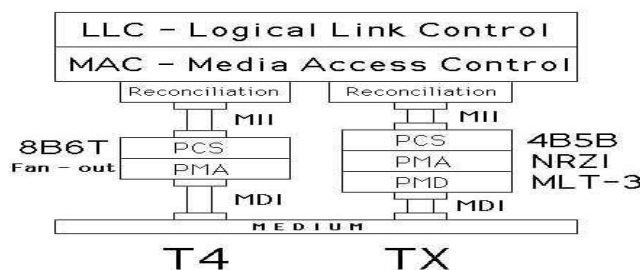
ETHERNET

7

# Fast Ethernet: Codificación

- Fast Ethernet: Manchester habría requerido transmitir 200 Mbaudios.
  - No habría permitido llegar con UTP-5 a los 100m que fijan las normativas de cableado estructurado.
  - Se eligieron otros códigos más ricos.

## 802.3 Layer Model

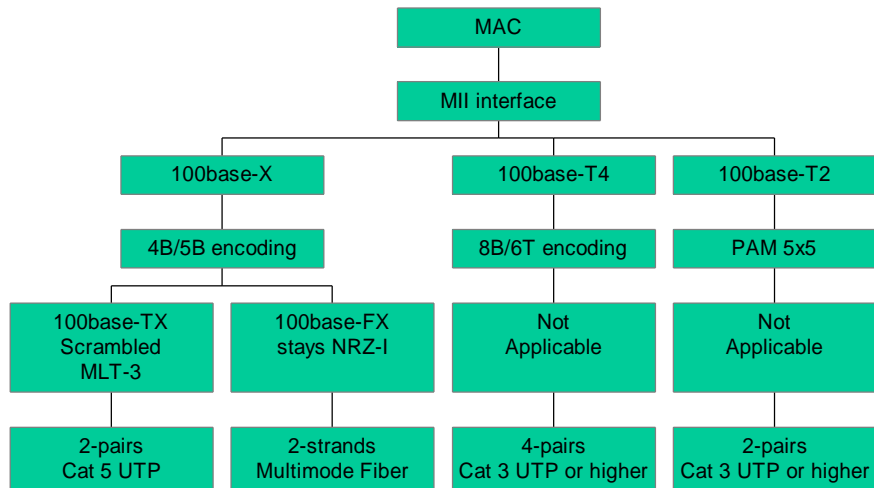


ETHERNET

8

# Fast Ethernet (100 Base - )

Chart Title



ETHERNET

9

# Fast Ethernet: Codificación

- 100BASE-FX y 100BASE-TX:

- Utilizan el código 4B/5B
- Emplea 5 símbolos para enviar 4 bits (4B/5B)

(Hex)	Datos(Bin)	4B5B Código
0	0000	11110
1	0001	01001
2	0010	10100
.....		
E	1110	11100
F	1111	11101

- 32 (2<sup>5</sup>) combinaciones posibles: 16 (datos) y 5 (códigos de control)
  - "I" (Idle) = 11111
    - Enviado continuamente para proporcionar un buen reloj al receptor de interlocutor.
  - "J" y "K" = 11000 & 10001
    - Patrón de inicio de trama único, no compuesto por combinación de símbolos válidos.
  - Se evitan combinaciones con todo 0s o todo 1s
  - Cierta capacidad de detección de errores.
- Señalización para 100 Mb/s de 125 Mbaudios.
- Frecuencia fundamental es de 62,5 MHz.

- Permite utilizar cable categoría 5

ETHERNET

10

## Fast Ethernet: Codificación (ii)

Table 13.8 4B/5B Code Groups (page 1 of 2)

Data Input (4 bits)	Code Group (5 bits)	NRZI pattern	Interpretation
0000	11110		Data 0
0001	01001		Data 1
0010	10100		Data 2
0011	10101		Data 3
0100	01010		Data 4
0101	01011		Data 5
0110	01110		Data 6
0111	01111		Data 7
1000	10010		Data 8
1001	10011		Data 9
1010	10110		Data A
1011	10111		Data B
1100	11010		Data C

Table 13.8 4B/5B Code Groups (page 2 of 2)

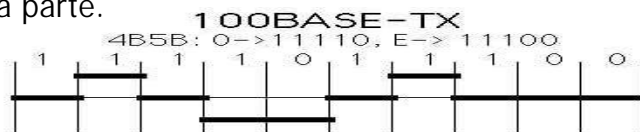
1101	11011		Data D
1110	11100		Data E
1111	11101		Data F
	11111		Idle
	11000		Start of stream delimiter, part 1
	10001		Start of stream delimiter, part 2
	01101		End of stream delimiter, part 1
	00111		End of stream delimiter, part 2
	00100		Transition error
	other		invalid codes

ETHERNET

11

## Fast Ethernet: Codificación(iii)

- MLT-3 ( Multilevel Transition with 3 levels )
  - Reduce la frecuencia de los datos codificados mediante 4B/5B a la cuarta parte.



- Similar a NRZI con 3-estados.
  - Representa un 1 alternando de -1 a 0 a +1, de nuevo a 0 v así sucesivamente

bit	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0
NRZ												
NRZI												
MLT-3												

ETHERNET

12

## Fast Ethernet: Codificación(iv)

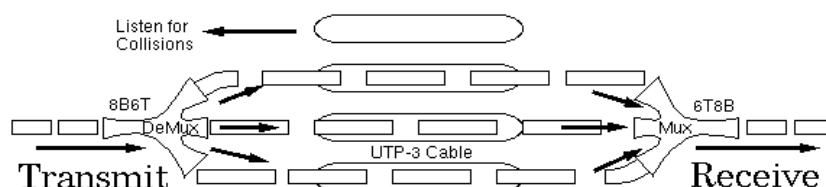
- MLT-3 reduce la frecuencia de los datos codificados mediante 4B/5B
- Se transmite continuamente la cadena Idle entre tramas
  - Esta cadena codificada con MLT-3 supone un tono de 31,25 Mhz ( en lugar de los 125 (4B/5B)
  - La mayor parte de la energía transmitida es a esta frecuencia y por tanto irradia de manera importante: a la FCC no le “gusta” ...
  - Se precisa hacer un “scrambling” de los datos codificados en 5B.
- Antes de la codificación MLT-3, los datos 5B se desordenan pseudoaleatoriamente evitando la repetición de unos y distribuyendo la energía entre varias frecuencias de modo que una de ellas no tenga demasiada preponderancia

ETHERNET

13

## Fast Ethernet: Codificación (v)

- 100BASE-T4 (utiliza UTP-3)
  - Para rebajar la frecuencia se reparte el tráfico entre varios pares.
    - Pares 1 y 2 se reservan para la comunicación ida y vuelta (poder comunicar colisiones).
    - Pares 3 y 4 usados en uno u otro sentido según lo requiera la transmisión.
  - Se dispone de tres pares, cada uno de los cuales ha de transmitir 33,33 Mb/s.
  - Sistema de codificación ternario: 8B6T
    - Cada baudio contiene tres símbolos ternarios.



ETHERNET

14



## Fast Ethernet: Codificación (vi)

- **100 BASE-T4: 8B6T**

- Cada baudio contiene tres símbolos ternarios.
- Cada octeto tiene una codificación 6T única.
- No necesita codificación posterior.

Datos (Hex)	Datos (Bin)	8B6T Code
00	0000 0000	+-00+-
01	0000 0001	0+--+0
...	.... ....	.....
0E	0000 1110	-+0-0+
...	.... ....	.....
FE	1111 1110	-+0+00
FF	1111 1111	+0--+00

- $3^6 = 729$  posibles estados para 8 bits ( $2^8$ )
  - Redundancia: sincronismo, detección de errores
- 100 Mb/s con 25 Mbaudios (12,5 MHz de frecuencia fundamental).
- Mayor complejidad de 100BASE-T4: mayor costo de las tarjetas de red.

## Fast Ethernet: Codificación (VI)

- **100BASE-T2**

- Comunicación full dúplex y dos pares UTP-3.
- Codificación quinario PAM 5x5 (5 voltajes)
  - Grupos de dos señales representan 4 bits
  - $5^2 = 25$  posibles valores para representar 4 bits.
    - 25 Mbaudios por dos pares permite transmitir los 100 Mb/s.
    - Relación señal/ruido mas alta de lo habitual.
- Desapareció poco después de nacer porque tenía menos potencial que 100Base-TX que apareció casi a la vez.

## Ethernet: Limitaciones en los medios de transmisión

- Nyquist
  - $n$  baudios necesitan  $n/2$  Hertzios.
  - En señales digitales esa frecuencia mínima es la frecuencia fundamental máxima de la señal.
  - Para recibir con fiabilidad suficiente la señal digital hay que transmitir no solo la frecuencia fundamental sino también componentes de frecuencia superior.
    - Para conseguir tasas de error de  $10^{-10}$  se necesita un rango de frecuencias doble que la frecuencia de Nyquist.
    - 100BASE-TX requiere enviar señales un 25% superiores al valor máximo permitido en cable categoría 5.
    - Utilizarlo en frecuencias para las cuales no ha sido certificado, con lo que sus prestaciones son desconocidas.

ETHERNET

17

## Gigabit Ethernet: 1000Base-T

- 1000 Mbps
- Cable de categoría 5 o superior
- Utiliza los 4 pares
  - Usa señalización de 5 niveles
  - Transmite y recibe simultáneamente por ambos pares
  - Capacidad full-dúplex

ETHERNET

18

## Gigabit Ethernet: Codificación

- 1000BASE-TX
  - Codificación PAM 5x5
    - 625 símbolos posibles
    - Para codificar 8 bits cada 8 ns ( 125 Mhz ) se necesitan sólo 256 símbolos
    - El resto sirven para control ( Idle, SOP, EOP, ... )
    - Los datos se transmiten utilizando códigos convolucionales (Trellis)
  - Se reparte la señal en cuatro pares
    - Cada par envía 250 Mb/s y 125 Mbaudios.
    - Se usa cada par simultáneamente en ambos sentidos.
- 1 Gb/s full-dúplex sobre UTP-5 con frecuencia de 125 Mbaudios (la misma de 100BASE-TX)
  - Aprovechar circuitería común para la sincronización de la señal y para la supresión de interferencia electromagnética.

## Evolución de Fibra Optica

- 1987 – Fiber Optic Inter-Repeater Link (FOIRL):
  - 10Mbps entre repetidores mediante fibra multimodo (2km max)
- 1993 – 10Base-F:
  - 10Mbps entre estaciones vía Fibra multimodo (2km max)
- 1995 – 100Base-FX:
  - Capitalizando el trabajo de FDDI
  - 100Mbps entre repetidores o estaciones finales mediante fibra multimodo (2km max)
- 1998 1000Base-SX / LX:
  - Capitalizando el trabajo de FibreChannel, acelerándolo a 1000Mbps

## Fibra Optica a 10 Mbps

- Todas usan fibra multimodo, utilizando LEDs
- FOIRL: muy común
  - FOIRL = Fiber Optic Inter-Repeater Link
  - Uso típico : MAUs FOIRL unidos a AUIs de repetidores
- 10BASE-F
  - Recoge 10Base-FP, 10Base-FB, 10Base-FL
- Distancias:
  - 10Base-FP: 500m max
  - Todas las demás: 2000m max (limitado atenuación del cable)
- Misma velocidad pero diferentes técnicas
  - Tipos idénticos de MAU necesarios en ambos lados de la fibra.

## Fibra Optica a 100 Mbps

- 100 Mbps y Fibra multimodo
- Inherentemente Full-dúplex
  - Distancia full-dúplex: 2000 m (Limitado por la atenuación del cable)
  - Distancia Half-dúplex: 412 m (Enlaces punto a punto sin no repetidores, limitado por el dominio de colisión)
- 100BASE-FX: Similar a -TX
  - Como todos los los interfaces Fast Ethernet soporta MII
  - Como 100BASE-TX, utiliza codificación 4B/5B en datos e "idle".
  - No necesita:
    - Ni Scrambling ni Codificación MLT3
  - ¿Por qué?
    - MLT3 es innecesario gracias al elevado ancho de banda
    - El Scrambling es innecesario porque la fibras no radian y no hay posibilidad de interferencias.

## Fibra Optica a 1000 Mbps

- 1000 Mbps
- Fibra multimodo para SX o LX
- Fibra monomodo sólo para LX
- Inherentemente full-dúplex
  - (Una fibra para Tx, una para Rx)
  - Los niveles superiores MAC pueden se half-dúplex, aunque es desaconsejable

Fiber type	Modal bandwidth @ 850 nm (min. overfilled launch) (MHz · km)	Minimum range (meters)
62.5 µm MMF	160	2 to 220
62.5 µm MMF <sup>2</sup>	200	2 to 275
50 µm MMF	400	2 to 500
50 µm MMF <sup>2</sup>	500	2 to 550
10 µm SMF	N/A	Not supported

Fiber type	Modal bandwidth @ 1300 nm (min. overfilled launch) (MHz · km)	Minimum range (meters)
62.5 µm MMF	500	2 to 550
50 µm MMF	400	2 to 550
50 µm MMF <sup>2</sup>	500	2 to 550
10 µm SMF	N/A	2 to 5000

ETHERNET

23

## 1000 Mbps - SX-LX: Codificación

- 8B/10B Block Code
- Código desarrollado por IBM en los 80 y utilizado por FibreChannel.
- Como 4B/5B, tiene un 20% de sobrecarga, utilizado para caracteres de control (idle, start of packet, end of packet) y redundancia de datos
- Disparidad en ejecución:
  - Cada código de datos tiene una versión + y otra –
  - La forma de cada código de datos determina si el SIGUIENTE código de datos será + o –
  - Si el dato recibido no sigue las reglas de disparidad se ha producido un error.

ETHERNET

24

## Ethernet: Codificación

Tipo de red	Velocidad (Mb/s)	Esquema de codificación	Número de pares	Frecuencia Señalizac. (Mbaud.)	Categoría mínima de cable UTP
1BASE-5	1	Manchester	1	2	2
Token Ring	4	Manchester Diferencial	1	8	3
10BASE-T	10	Manchester	1	20	3
100BASE-T4	100	8B/6T	3	25	3
100BASE-T2	100	PAM 5x5	2	25	3
100VG-AnyLAN	100	5B/6B	4	30	3
Token Ring	16	Manchester Diferencial	1	32	3
ATM	25,6	4B/5B	1	32	3
FDDI, 100BASE-X	100	4B/5B	1	125	5
1000BASE-TX	1000	PAM 5x5	4	125	5
ATM	155,52	NRZ	1	155,52	5
1000BASE-X	1000	8B/10B	1	1250	5E

ETHERNET

25

## Ethernet: Autonegociación

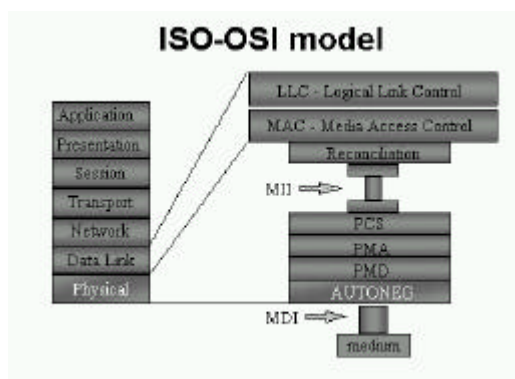
- Al conectarse dos equipos intercambian señales anunciando sus posibilidades:
  - Se envían constantemente Pulsos Link Test 10base-T Pulses
  - Los pulsos se agrupan en “palabras” definidas con un significado
  - Los antiguos dispositivos 10base-T los consideran LTPs
  - Los dispositivos con capacidad de autonegociación los entienden e intercambian información “handshake” para probar el mejor enlace posible
  - Si el dispositivo con capacidad de autonegociación recibe regularmente LTPs entrantes (no palabras de autonegociación), se enlaza a 10 half-duplex
  - Si el dispositivo con capacidad de autonegociación recibe una secuencia Fast Ethernet IDLE, se enlaza a 100 half duplex.
- Desafortunadamente sólo funciona en cobre a 10/100
  - NO se soporta en fibra o cobre a gigabit

ETHERNET

26

## Ethernet: Autonegociación (ii)

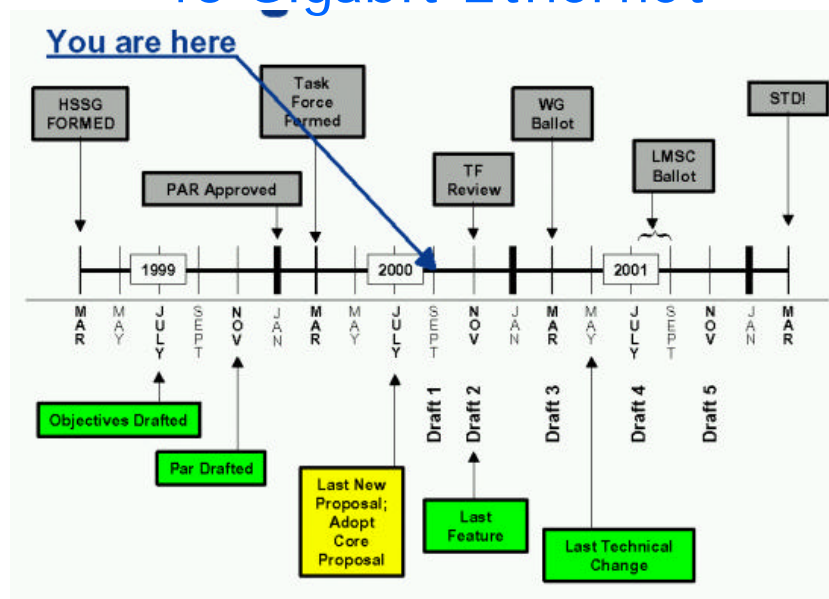
- Buscar el modo compatible mas eficiente.
  - 100BASE-TX full dúplex
  - 100BASE-T2 full dúplex
  - 100BASE-T2 half dúplex
  - 100BASE-TX full dúplex
  - 100BASE-TX half dúplex
  - 100BASE-T4 full dúplex
  - 100BASE-T4 half dúplex
  - 10BASE-T full dúplex
  - 10BASE-T half dúplex



ETHERNET

27

## 10 Gigabit Ethernet



ETHERNET

28

## 10 Gigabit Ethernet: PMD (ii)

- Establece 4 PMDs (Physical Media Dependent) para optimizar el balance entre los objetivos de distancia y coste

Application	Optimal Solution
Longest Distance (40+ km)	1550 Serial
Med. reach, lower cost, transponder compat.	1310 Serial
Max reuse of installed MM / SM (Building LAN)	1310 WWDM
Low cost on MM (Equipment Room)	850 Serial

Fiber Type per 11801 (Bandwidth @ 850nm/1310nm)	850 Serial	1310 WWDM	1310 Serial	1550 Serial
Legacy 62.5 MMF (160-200//500)	1-25 m	*1-300 m	NA	NA
Legacy 50 MMF (400-500//500)	1-75 m	*1-300 m	NA	NA
SMF	NA	1-10 km	1-10km	1-40km+

ETHERNET

29

## 10 Gigabit Ethernet: PMD (iii)

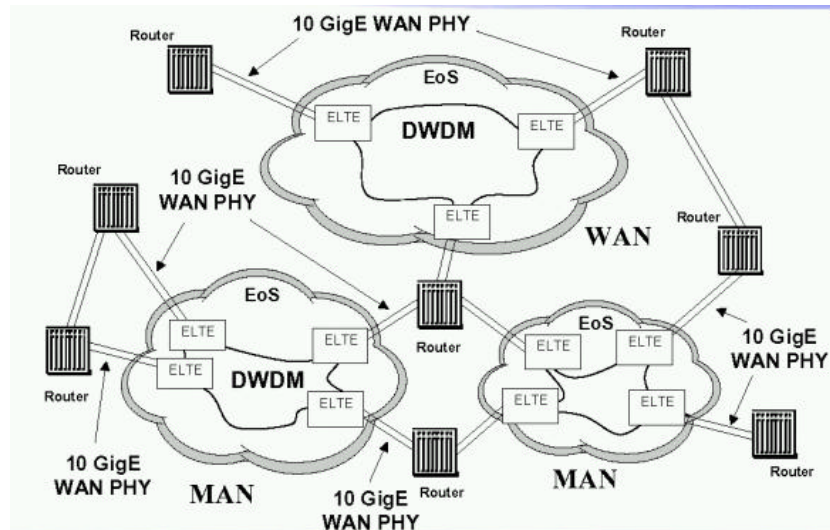
- Longitud de onda : S=850nm L=1310nm E=1550nm
- Tipo PMD:
  - X=WDM LAN(Wave Division Multiplexing - 4 wavelengths on 1 fiber)
  - R=Serial LAN using 64B/66B coding (LAN Application)
  - W=Serial WAN – SONET OC-192c compatible speed/framing
- 10GBASE-LX
- 10GBASE-SR / -LR / -ER
- 10GBASE-LW / -EW
  - Es la vieja Ethernet transmitiendo/recibiendo tramas MAC a 10.000Gbps
  - Permite la agregación/escalado de velocidad de 10 enlaces de 1Gbps

ETHERNET

30



## 10 Gigabit Ethernet: PMD (iv)



ETHERNET

31

## Ethernet: Topología

- CSMA/CD requiere que  $a \leq Xp$ 
  - Velocidad de la red, tamaño de trama mínimo, tiempo de ida y vuelta y distancia máxima están relacionados

Velocidad (Mb/s)	Tamaño de trama mínimo (bits)	Tiempo de ida y vuelta (µs)	Distancia máxima (m)
10	512	51,2	4000
100	512	5,12	412
1000	4096	4,096	330

- Distancias óptimas; en la práctica dependen de factores como n° de repetidores o tipo de cable utilizado.
- IEEE 802.3: dos formas de verificar validez de una topología.
  - Modelo 1: conjunto de reglas 'enlatadas' sobre la distancia máxima y el número máximo de repetidores
    - La red no excede los valores máximos en el tiempo de ida y vuelta.
    - Actitud conservadora y presupone longitudes máximas.
  - Modelo 2: Realizar cálculos detallados del retardo para cada componente y para cada tramo de cable en cada trayecto.

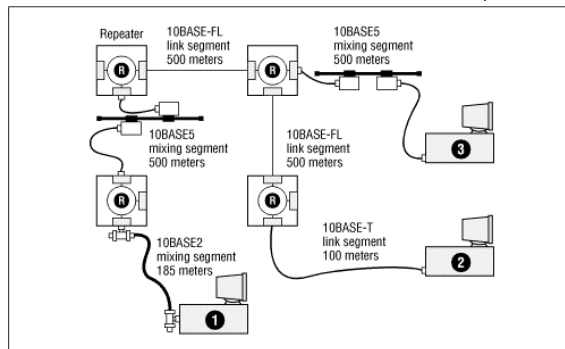
ETHERNET

32

# Ethernet 10Mbps: Topología

- Modelo 1

- El camino entre dos dispositivos puede consistir en 5 segmentos como máximo de los que 2 serán de interconexión: **Regla 4-5-3**.
- Con 5 segmentos cada enlace de Fibra (FOIRL, 10Base-FB o 10Base-FL) no excederá de 500 m.
- Cuando sean 4 segmentos, no habrá limitación en cuanto a tipo y la longitud máxima de los enlaces de fibra será de 1000m.
- Los cables de interconexión no deben exceder de 0,5m



ETHERNET

33

# Ethernet: Topología (ii)

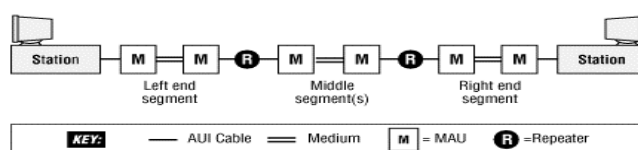
- Modelo 2:

- Buscar el peor caso y realizar los cálculos del tiempo de retardo

TABLE 0.1 Round-trip delay values in bit times<sup>a</sup>

Segment Type	Max Length	Left End Base	Left End Max	Mid-Segment Base	Mid-Segment Max	Right End Base	Right End Max	R/T Delay/meter
10BASE5	500	11.75	55.05	46.5	89.8	169.5	212.8	0.0866
10BASE2	185	11.75	30.731	46.5	65.48	169.5	188.48	0.1026
FOIRL	1000	7.75	107.75	29	129	152	252	0.1
10BASE-T	100 <sup>b</sup>	15.25	26.55	42	53.3	165	176.3	0.113
10BASE-FP	1000	11.25	111.25	61	161	183.5	284	0.1
10BASE-FB	2000	N/A <sup>c</sup>	N/A	24	224	N/A	N/A	0.1
10BASE-FL	2000	12.25	212.25	33.5	233.5	156.5	356.5	0.1
Excess AUI	48	0	4.88	0	4.88	0	4.88	0.1026

a. A bit time is the amount of time required to send one data bit on the network.  
 b. Actual maximum segment length depends on cable characteristics.  
 c. N/A = Not Applicable: 10BASE-FB does not support end connections.



ETHERNET

34

## Ethernet: Topología (iii)

- Velocidad nominal de propagación (NVP) proporcionada por el fabricante.
  - Calcular el retraso en los segmentos de cable

TABLE 8.1 Conversion table for cable propagation times

Speed Relative to C	Nanoseconds/Meter	Bit Time/Meter
0.4	8.34	0.834
0.5	6.67	0.667
0.51	6.54	0.654
0.52	6.41	0.641
0.53	6.29	0.629
0.54	6.18	0.618
0.55	6.06	0.606
0.56	5.96	0.596
0.57	5.85	0.585
0.58	5.75	0.575
0.5852	5.70	0.570
0.59	5.65	0.565
0.6	5.56	0.556
0.61	5.47	0.547
0.62	5.38	0.538
0.63	5.29	0.529
0.64	5.21	0.521
0.65	5.13	0.513
0.654	5.10	0.510
0.66	5.05	0.505
0.666	5.01	0.501
0.67	4.98	0.498
0.68	4.91	0.491
0.69	4.83	0.483
0.7	4.77	0.477
0.8	4.17	0.417
0.9	3.71	0.371

a. Copyright © 1995, IEEE, Std 802.3u-1995 p. 29-8, 29-9.

ETHERNET

35

## Fast Ethernet: Topología

- Modelo 1
  - Todos los segmentos de cobre deben tener una longitud igual o menor de 100m.
  - Los segmentos de Fibra deben tener una longitud igual o menor de 412m.
  - Los cables de interconexión no deben exceder de 0,5m

TABLE 0.1 Model 1: Maximum collision domain in meters<sup>3</sup>

Repeater Type	Copper	Fiber	Copper and Fiber (T4 and FX)	Copper and Fiber (TX and FX)
DTE-DTE Single Segment	100	412	N/A	N/A
One Class I Repeater	200	272	231 <sup>b</sup>	260.8 <sup>b</sup>
One Class II Repeater	200	320	N/A <sup>c</sup>	308.8 <sup>b</sup>
Two Class II Repeaters	205	228	N/A <sup>c</sup>	216.2 <sup>d</sup>

a. Segment lengths in meters, no timing margin.  
 b. Note: Assumes 100 meter copper link and one fiber link.  
 c. Not Applicable: T4 and FX can not be linked with typical Class II repeater.  
 d. Note: Assumes 105 meters of copper link and one fiber link.

ETHERNET

36

## Fast Ethernet: Topología (ii)

- Modelo 2:
  - Buscar el peor caso y realizar los cálculos del tiempo de retardo

TABLE 0.1 100BASE-T component delays

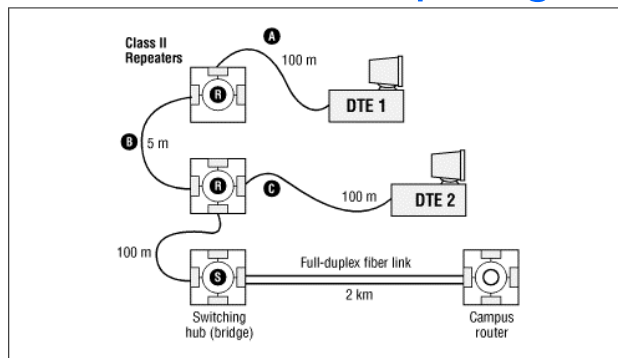
Component	Delay per Meter <sup>a</sup>	Max Delay <sup>b</sup>
Two TX/FX DTEs		100
Two T4 DTEs		138
One T4 and one TX/FX DTE		127
Category 3 Cable Segment	1.14	114 (100 meters)
Category 4 Cable	1.14	114 (100 meters)
Category 5 Cable	1.112	111.2 (100 meters)
Shielded Twisted-Pair Cable	1.112	111.2 (100 meters)
Fiber Optic Cable	1.0	412 (412 meters)
Class I Repeater		140
Class II Repeater with all ports TX/FX		92
Class II Repeater with any T4 port		67

a. Round trip delay in bit times per meter  
b. Maximum round trip delay in bit times.

ETHERNET

37

## Fast Ethernet: Topología (iii)



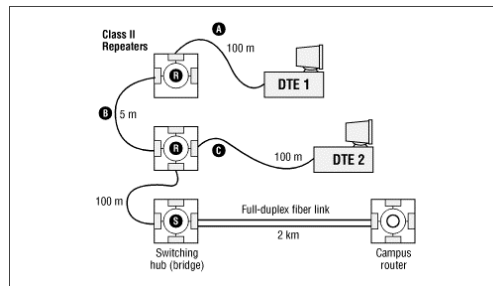
Two TX DTEs	100
100 m Cat 5 segment	111.2
100 m Cat 5 segment	111.2
5 m Cat 5 segment	5.56
Class II repeater <sup>a</sup>	92
Class II repeater <sup>a</sup>	92
<b>Total Delay =</b>	<b>511.96</b>

a. All ports TX/FX.

ETHERNET

38

## Ethernet: Topología (iv)



- Utilizamos NVP de AT&T 1061 (70%)

Two TX DTEs	100
100 m Cat 5 segment	95.4
100 m Cat 5 segment	95.4
5 m Cat 5 segment	4.77
Class II repeater <sup>a</sup>	92
Class II repeater <sup>a</sup>	92
Margin	4
Total Delay = 483.57	

a. All ports TX/FX.

ETHERNET

39

## Ethernet: Agregación de enlaces

- Agregación de enlaces, multiplexado inverso o etherchannel (Cisco)
  - Varios enlaces entre dos conmutadores.
    - Se reparte el tráfico entre ellos aumentando la capacidad.
  - Spanning Tree desactivaría todos menos uno:
    - Requiere deshabilitar Spanning Tree entre los enlaces que se agregan
- No es todavía un estándar.
  - El grupo 802.3ad está trabajando en su elaboración.
  - Productos que agregan hasta 32 enlaces full dúplex.
    - Cuatro es un límite razonable
    - Al aumentar el n° de enlaces disminuye la eficiencia y aumenta el costo.
    - Los enlaces agregados pueden ser de 10, 100 o 1000 Mb/s, pero todos de la misma velocidad
- En FO monomodo se utiliza WDM:
  - Multiplexar cuatro señales Gigabit Ethernet en una misma fibra.

ETHERNET

40

## Ethernet I sónica

- CSMA/CD no asegura un reparto equitativo del ancho de banda
  - Un ordenador con suficiente capacidad de generación de tramas puede monopolizar la red.
  - No existe un límite máximo al tiempo que un ordenador ha de esperar para enviar una trama en una situación de congestión.
  - Ethernet no es apropiada para transmisión de tráfico isócrono (voz o vídeo en tiempo real).
- IEEE 802.9:
  - Iso-Ethernet o ISLAN
- Utiliza codificación 4B/5B
  - Se reservan 6,208 Mb/s para una trama síncrona de 97 bytes generada cada 125  $\mu$ s.
  - Se estructura como 97 canales de 64 Kb/s compatibles con RDSI
    - 96 canales B (Bearer)
    - 1 como canal D de señalización
    - El tráfico asíncrono no se ve afectado ya que utiliza la capacidad restante (9,792 Mb/s) con el protocolo CSMA/CD.