

Arquitectura de Redes de Acceso y Medio Compartido
Grado en Ingeniería de Sistemas de Comunicaciones



Universidad
Carlos III de Madrid



Tema 5: Redes de Área Local

Dr. Jose Ignacio Moreno Novella
<joseignacio.moreno@uc3m.es>

Definiciones

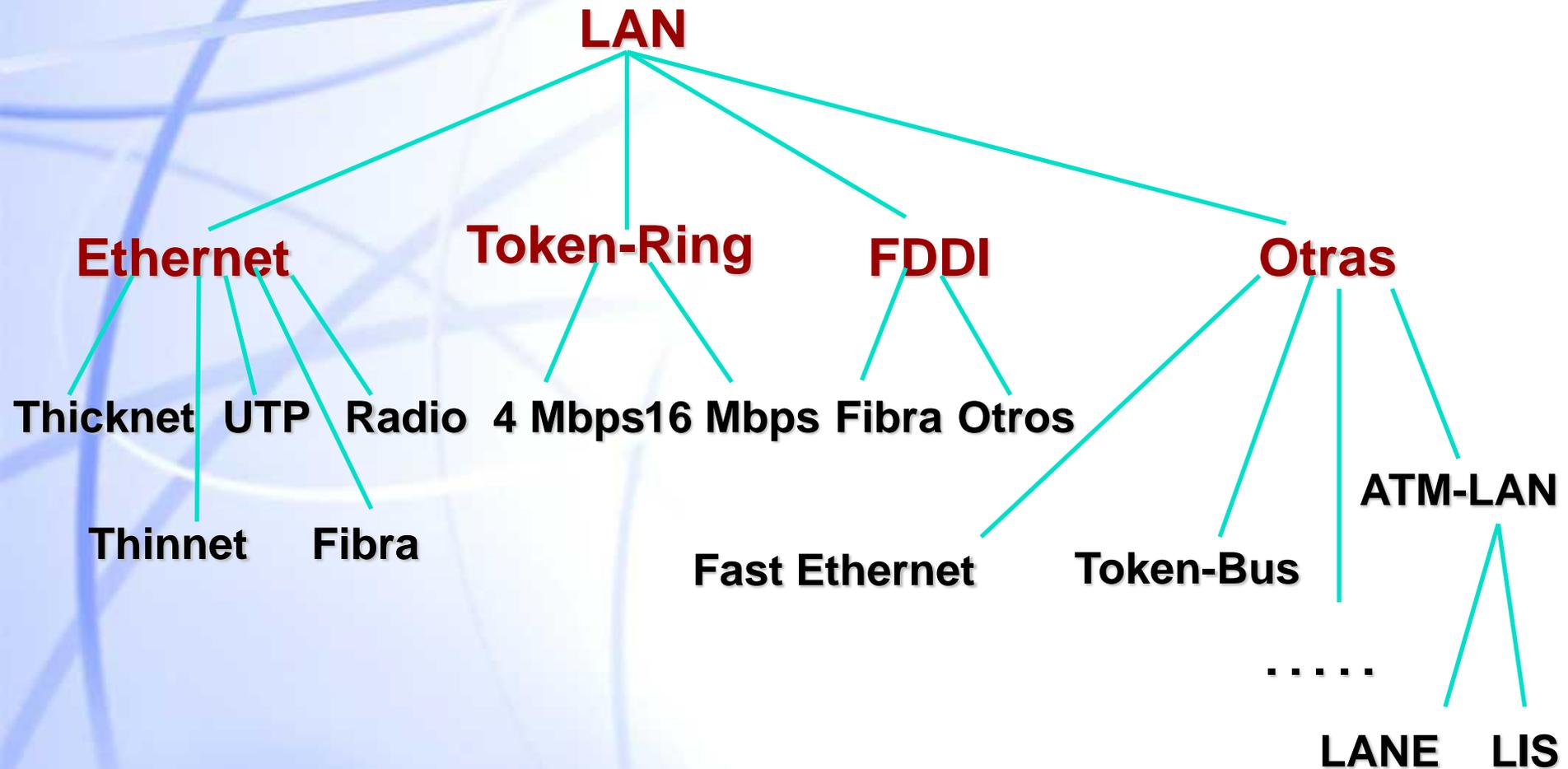
◆ IEEE. Red Área Local

“sistema de comunicación de datos que permite a un cierto número de dispositivos independientes comunicarse directamente entre sí, dentro de un área geográfica reducida y empleando canales físicos de comunicación de velocidad moderada o alta”

◆ IEEE. Red Área Metropolitana.

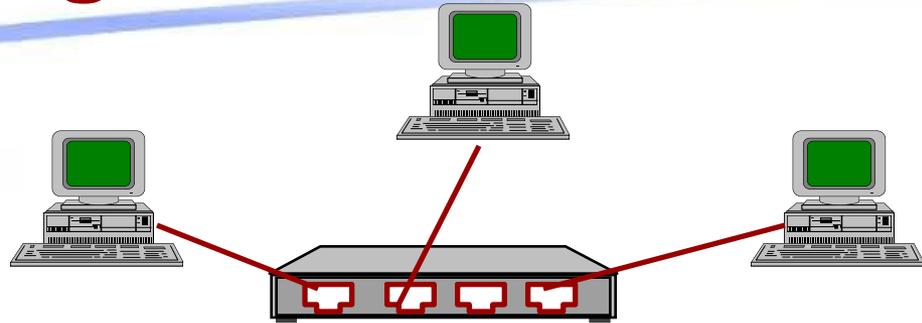
- ❖ **Área geográfica mas amplia.**
- ❖ **Interconexión de R.A.L.s**
- ❖ **Tasas de error y retardo superiores.**

Redes de Area Local/Metropolitana

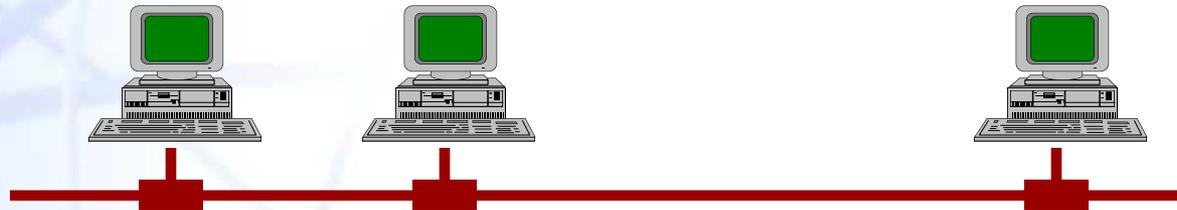


Topologías Básicas

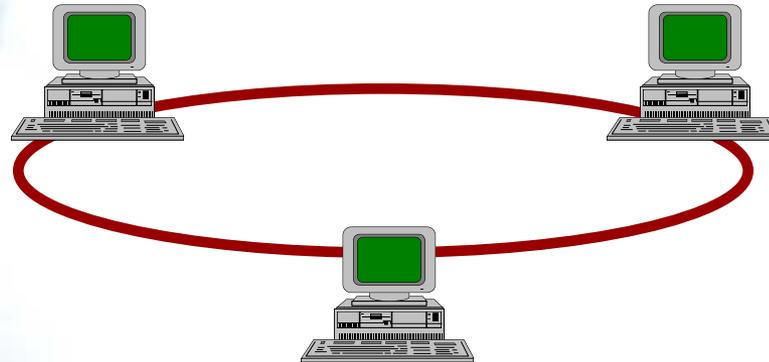
◆ Estrella



◆ Bus



◆ Anillo

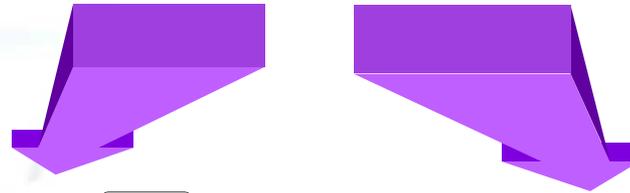
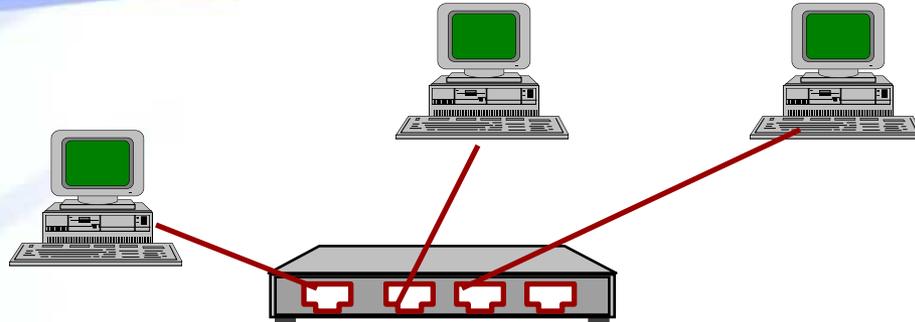


◆ Otras:

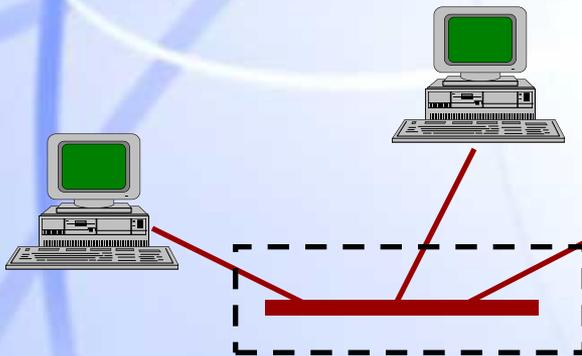
- ✓ Arbol,
- ✓ Doble Anillo,
- ✓ Malla

Topología Lógica y Física

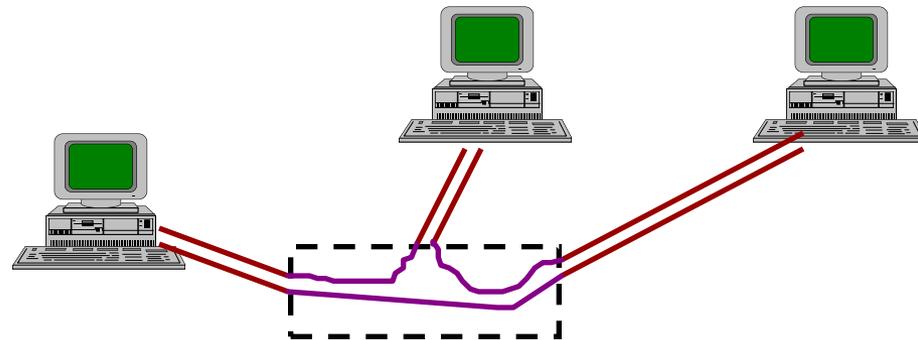
- T.Física: Estrella



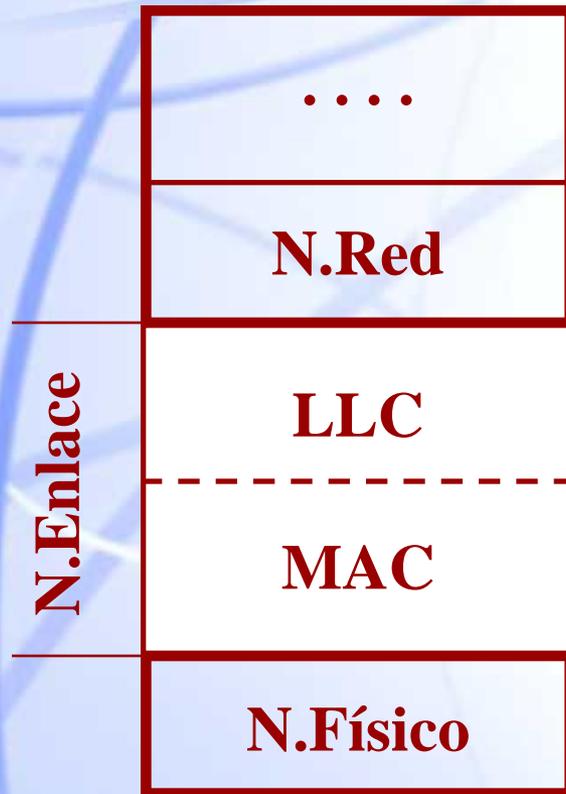
- T.Lógica: BUS



- T.Lógica: Anillo

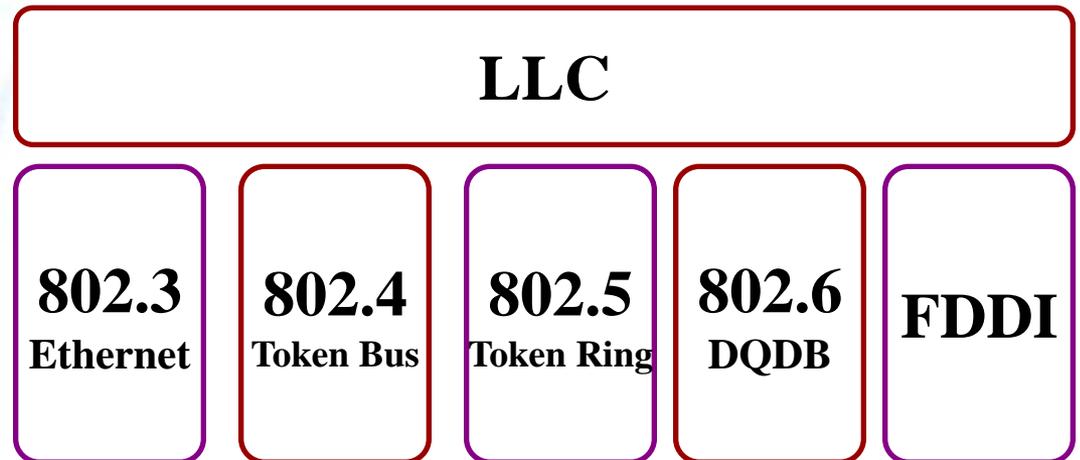


Arquitectura



Subnivel LLC: Control del enlace de datos: ensamblado y desensamblado, multiplexado y comprobación de direcciones

Subnivel MAC: Control de acceso al medio físico de modo que múltiples estaciones puedan compartir el mismo

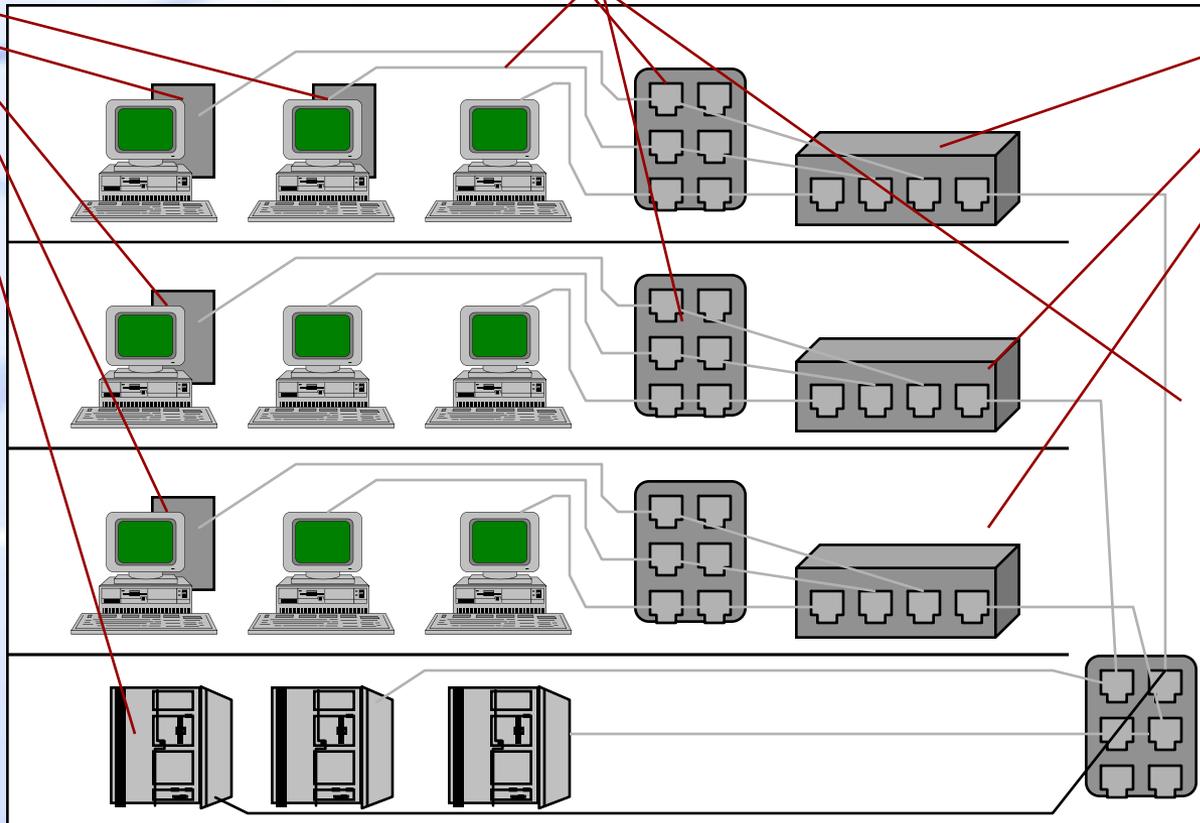


Elementos de una LAN

Cableado

Equipamiento de conectividad

Tarjetas



Nivel Físico

◆ Medio Físico

❖ Pares:

- ✓ UTP (“Unshielded Twisted Pair”)
- ✓ STP (“Shielded Twisted Pair”)
- ✓ FTP (“Foiled Twisted Pair”)

❖ Coaxial: thick, thin

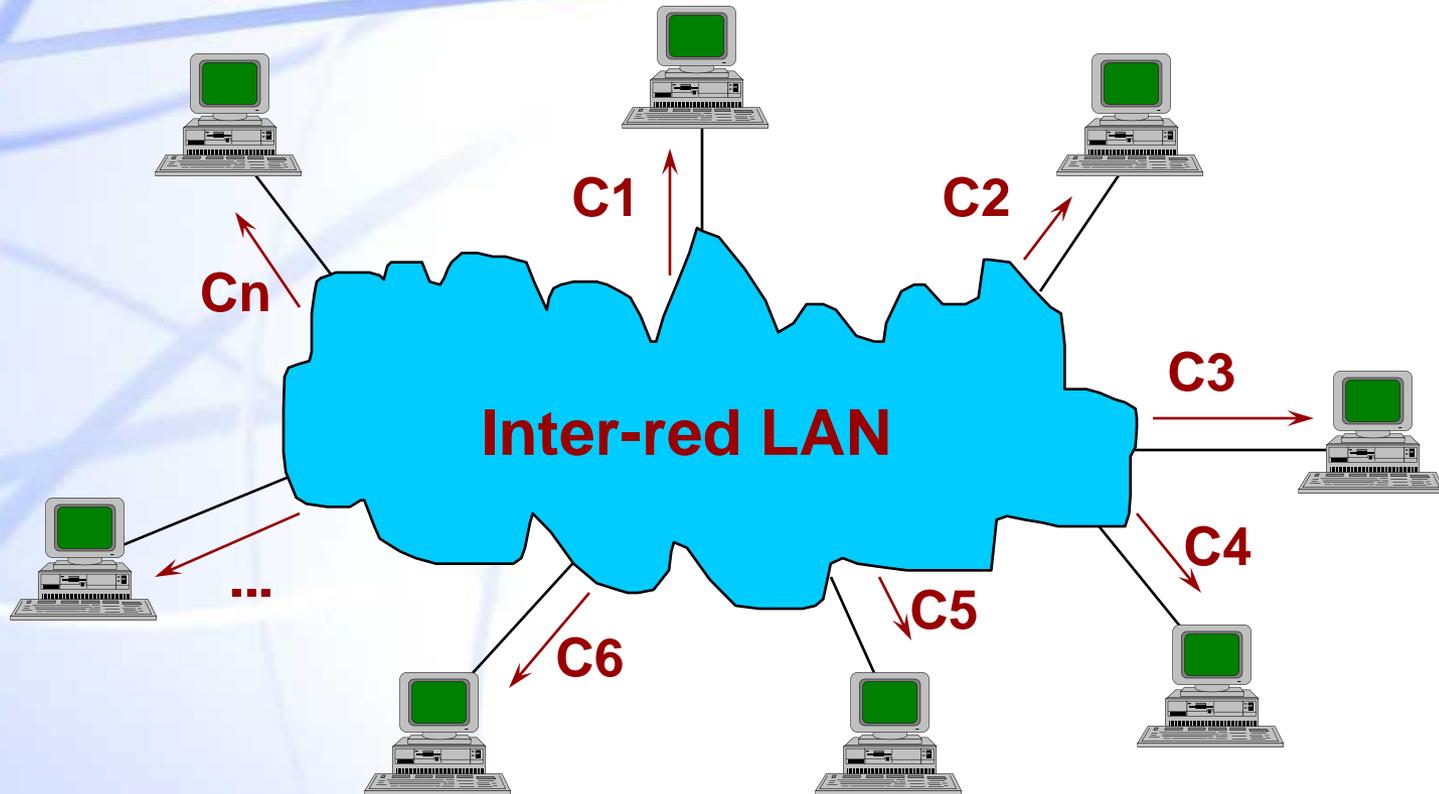
❖ Fibra Optica: monomodo, multimodo, gradual

◆ Distancia

Comparación Medios de Transmisión

	COAXIAL		PARES		FIBRA
	Grueso	Fino	UTP	STP	OPTICA
Velocidad transmisión	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	>100 Mbps. < 2,2 Gbps
Longitud enlace	500 m	200 m	100 m	100 m	(Km)
Inmunidad interferencias	Excelente	Excelente	Pobre	Buena	Inmune a eléctricas
Tamaño conectores	Medio	Medio	Pequeño	Grande	Diminuto
Flexibilidad cable	Media-alta	Alta	Alta	Alta	Media-alta
Facilidad instalación	Media-Alta (conectores)	Fácil	Fácil	"A medida"	Media-alta (conexiones)
Coste	Medio	Medio-bajo	Bajo	Medio-Bajo	Alto

Caudal Agregado



$$\text{Caudal Agregado} = \sum C_i$$

Control de Acceso al Medio

- ◆ “Mecanismo de arbitraje necesario para hacer un uso eficiente de la capacidad de transmisión de la red por los dispositivos conectados a la misma”
- ◆ **Parámetros:**
 - ❖ **Control centralizado o distribuido.**
 - ❖ **Cómo realizar el control: en función del coste, prestaciones, complejidad...**

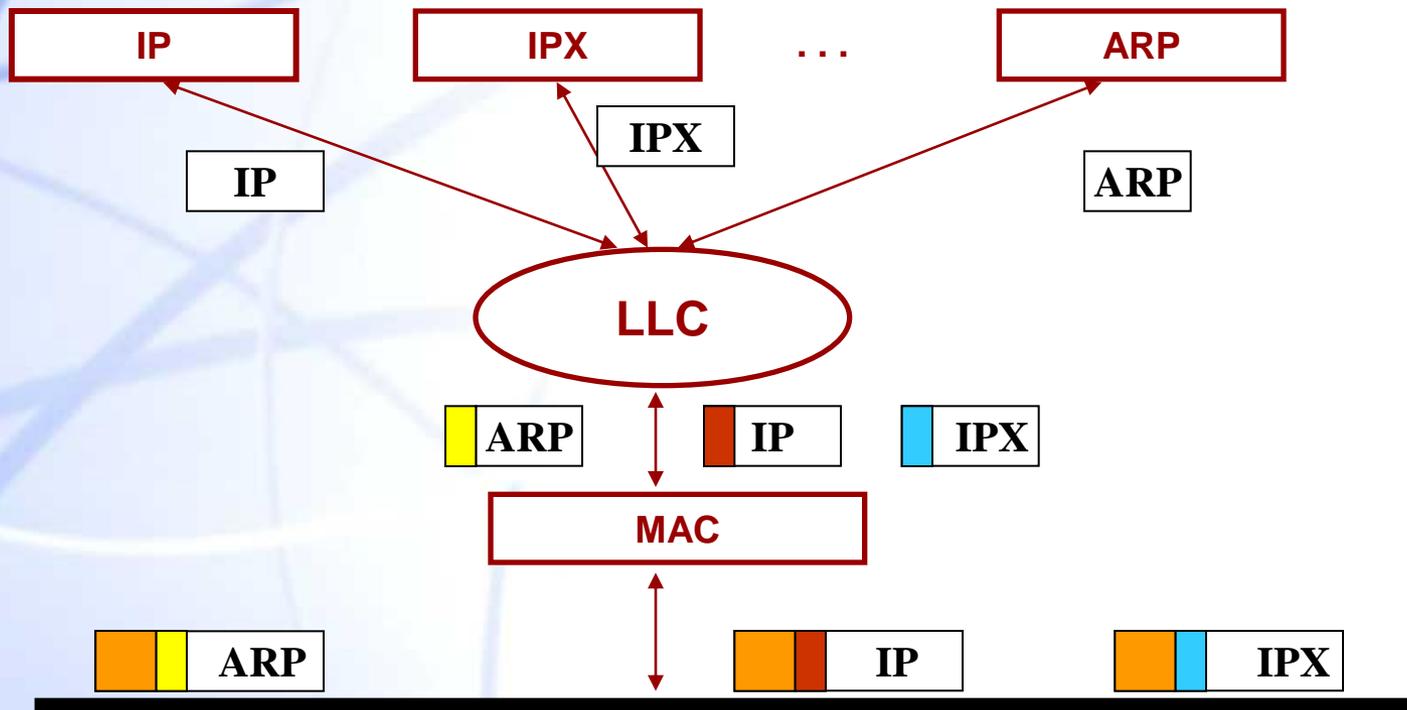
Tipos de Control de Acceso al Medio

- ◆ **Reserva: MDF, MDT, conmutación de circuitos.**
- ◆ **Sondeo.**
- ◆ **Contienda.**
 - ❖ **Simple: Aloha simple y ranurado.**
 - ❖ **Contienda con escucha:CSMA.**
 - ❖ **Contienda con escucha y detección de colisión: CSMA/CD.**
- ◆ **Paso de testigo en anillo y en bus.**

CSMA/CD vs Paso de testigo

criterio	CSMA/CD	Token Passing
Tipo de Acceso	Descentralizado aleatorio Homogéneo para cada estación de la red.	Descentralizado determinístico Homogéneo para cada estación de la red
Topología	Bus, estrella/árbol	Anillo, Bus, estrella/árbol
Tipo de Tráfico adecuado	Tráfico bajo y/o mensajes esporádicos (aunque sean largos): tipo PC	Tráfico uniforme y/o elevado
Rendimiento de la red	+ Alto con tráfico bajo -Medio/bajo con tráfico alto: una mayor carga de la red puede provocar colisiones más frecuentes y una reducción del rendimiento de la red - Riesgo de monopolización de la red por una estación	- Medio/alto con tráfico bajo. +Alto con tráfico alto: inexistencia de colisiones en el medio, por lo que una mayor carga de la red no afecta negativamente a su rendimiento (relativamente constante) - Dependencia de testigo: riesgo de pérdida.
Retardo introducido	+ Es posible transmisión inmediata + Retardo pequeño con tráfico bajo + Momento de acceso y tiempo de espera para transmitir impredecible. - Retardo muy grande con tráfico alto.	- Se requiere espera por testigo: retardo elevado en grandes anillos. - Retardo medio con tráfico bajo + Momento de acceso y tiempo de espera para transmitir predecible. + Retardo limitado con tráfico alto.

LLC: Multiplexación del MAC



Control del Enlace Lógico (802.2)

- ◆ **Usuarios LLC:**
 - ❖ protocolos de capas superiores
 - ❖ funciones de gestión de red.
- ◆ **Usuarios origen y destino: direcciones DSAP y SSAP.**
- ◆ **Formato de PDU de LLC:**



- ◆ **LLC está basado en HDLC.**

Ethernet vs. IEEE 802.3

- ◆ **Ethernet fue el origen. Diseñado por Xerox para conectar 100 ordenadores mediante un cable de 1 Km.**
- ◆ **802.3, norma de IEEE promovida por DEC, Xerox e Intel.**
- ◆ **Diferencias:**
 - ❖ **Velocidad:**
 - ✓ Ethernet 10 Mbps
 - ✓ 802.3: 1-10 Gbps
 - ❖ **Trama MAC:**
 - ✓ Campo de Tipo (Ether.) o Longitud (802.3)

IEEE 802.3: Nivel Físico

- ◆ **Medios Físicos y distancia**
 - ❖ Pares: UTP (Cat ≥ 3) y STP. 100 m
 - ❖ Coax: Thinnet 200 m, Thicknet 500 m
 - ❖ Fibra multimodo: 2500 m (\$\$\$).
- ◆ **Topología física en bus (coax.) o estrella**
- ◆ **Evolución hacia topología en estrella por facilidad de gestión.**
- ◆ **Topología Lógica en bus**
- ◆ **Repetidores ≤ 4**
- ◆ **Diámetro máximo: 2500 metros**
- ◆ **Codificación Manchester**

CSMA/CD sobre bus lógico

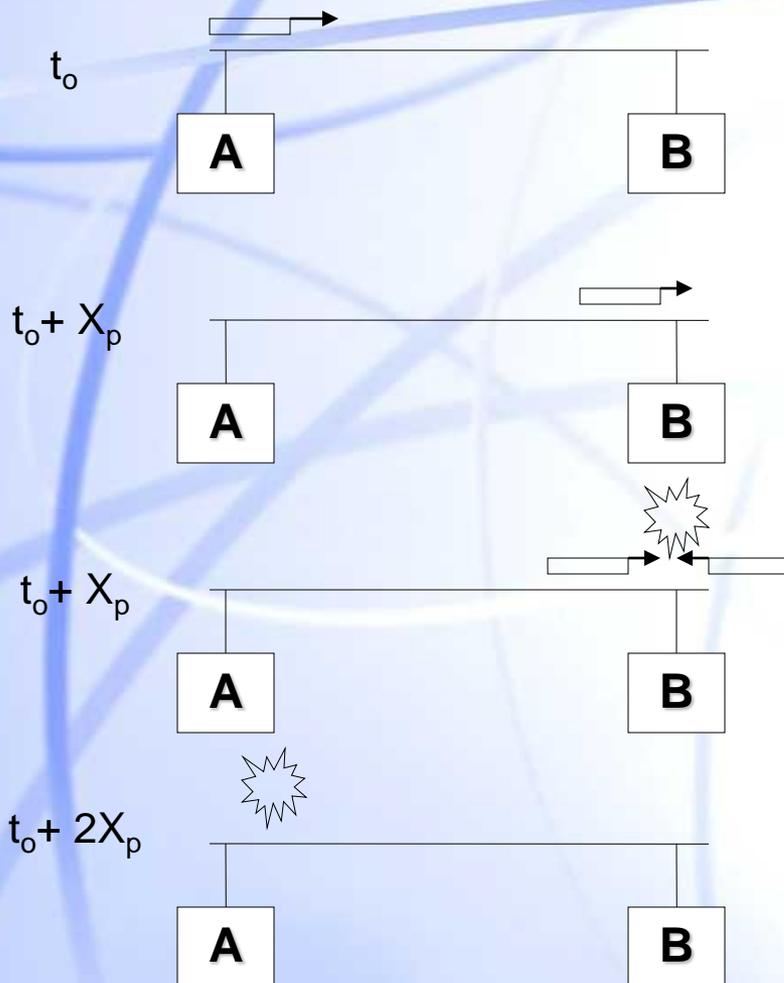
Norma	Medio físico	V. Transmisión	Distancia Max.	Otras caract.
10 BASE 5	Coax Thick	10 Mbps Banda Base	500 m.	Topología multipunto en bus. Hasta 4 repetidores (max 5, 2500)
10 BASE 2	Coax thin	10 Mbps Banda Base	180 m	Hasta 4 repetidores (max 5, 1000)
10 BROAD 36	Coax BA	10 Mbps Banda Ancha	3.600 m	Mas cara, poco utilizada
1 BASE 5	UTP	1 Mbps Banda Base	2.000 m	Topología en estrella o árbol Max. 5 segmentos (4 nodos) entre usuario y hub raíz, 200 m entre nodos
10 BASE T	UTP	10 Mbps Banda Base	100 m	topología en estrella o árbol. Max. Dist. Entre repetidores 200 m.
10 BASE F	F.O.	10 Mbps Banda Base	500 m	Topología en estrella o árbol. Max. Distancia entre repetidores 2,5 Km. Uso en entornos de alto nivel de ruido.

IEEE 802.3: Formato de trama

Bytes: 7+1	2 o 6	2 o 6	2	0-1500	0-46	4
Preámbulo y 1 de SFD	D.Destino	D.Origen	Longitud	Datos	PAD	CRC

- ◆ **Preambulo: Sincronización** 10101010.....
- ◆ **Direcciones:**
 - ❖ Individual: 0
 - ❖ Grupo: 1
- ◆ **Pad: relleno para conseguir trama mínima y poder realizar CD.**
 - ❖ Trama mínima correcta 64 Octetos.
- ◆ **CRC de todos los campos menos: preámbulo, SFD y CRC.**

802.3: Long. Trama Mínima



◆ Fijados

- ❖ Velocidad Txt 10 Mbps
- ❖ Long Máxima 2500 m
- ❖ 4 Repetidores

◆ Mínima trama $51,2 \mu\text{seg} = 2 * X_p$

◆ 64 octetos

◆ Regla de Diseño 5-4-3-2-1

5 Segmentos

4 Repetidores

3 Segmentos con nodos

2 segmentos deinterconexión

1 dominio de colisión de hasta 1024 estaciones con diametro de 2500 m.

IEEE 802.3: Direcciones

1 bit	1 bit	22 bits	24 bits
Grupo	Global	Código fabricante	Número de serie

- ◆ Grupo=0 => dirección individual
- ◆ Global=0 => dirección local
- ◆ Código de fabricante obtenido del IEEE
- ◆ Ej: a2-41-42-59-31-51

Resumen 802.3

◆ Características

- ❖ Tecnología con mayor penetración en el mercado
- ❖ Simplicidad de instalación
- ❖ Retardo de acceso en baja carga despreciable.
- ❖ No soporta prioridades
- ❖ No apropiada para tráfico de tiempo real.
- ❖ Tamaño mínimo de trama 64 bytes
- ❖ Longitud máxima 2,5 Km.

Fast Ethernet: Características

- ◆ Intento de “acelerar” la red ethernet: 802.3u (1995)
- ◆ Se modifica el nivel físico, reduciendo el tiempo de bit en un factor de 10 (10 ns), permitiendo un ancho de banda de 100 Mbps.
- ◆ Los demás elementos de la norma 802.3 se mantienen sin cambios:
 - ❖ interfaces, estructura y longitud de tramas, detección de errores, método de acceso, etc.
- ◆ Es compatible y puede coexistir con redes ethernet tradicionales: Autoconfiguración.
- ◆ Basada en 10BaseT. (solo admite topología física en estrella). Requiere equipos de interconexión (Hubs, Switches)



Ethernet vs. Fast Ethernet

	Ethernet	Fast Ethernet
Velocidad	10 Mbps	100 Mbps
Standard	802.3	802.3 (u)
Método Acceso	CSMA/CD	CSMA/CD
Topología	Bus, Estrella	Estrella
Cableado	Coax, UTP, Fibra	UTP, STP, Fibra
Distancia	100 m	100 m
Diámetro	2500 m	210 m

Arquitectura



MII: Media Independent Interface

MDI: Media Dependent Interface



Opciones 100 Base T

IEEE 802.3 (100Mbps)

100BASE-X

100BASE-TX

2 UTP clase 5

2 STP

100BASE-FX

2 fibras ópticas

100BASE-T4

4 UTP clase 3 ó 5

100 Base T4

- ◆ UTP categoría 3
- ◆ Frecuencia de transmisión: 25 MHz
- ◆ Utiliza 4 pares
- ◆ Uso de señales ternarias (0,1,2) en línea.
- ◆ 3 pares para transmisión: 100 Mbps
- ◆ 3 pares para recepción: 100 Mbps
- ◆ 2 pares configurados para transmisión bidireccional.
- ◆ 1 para detección de colisiones
- ◆ Codificación 8B6T
- ◆ Longitud máx. 100 m

100 Base TX

- ◆ UTP categoría 5 y STP
- ◆ 125 MHz
- ◆ Utiliza 2 pares.
- ◆ 1 para forwarding: 100 Mbps
- ◆ 1 para recepción: 100 Mbps
- ◆ Codificación 4B5B-NRZI, compatible FDDI
- ◆ Longitud máxima: 100 m.
- ◆ SemiDuplex vs Full Duplex

100 Base FX

- ◆ FO
- ◆ Utiliza dos: una para transmitir y otra para recibir.
- ◆ Necesario convertidor de secuencia de grupos de código 4B/5B-NRZI en señales ópticas:
 - ❖ Modulación de intensidad: 1 -> ráfaga o pulso de luz, 0 -> ausencia de pulso o pulso de muy baja intensidad.
- ◆ 100 Mbps full duplex
- ◆ Longitud máxima: 2000 m.

Configuración de Hubs

◆ Compartido: Hubs

- ❖ **100BaseT: 100BaseTX y 100BaseT4**
- ❖ **Todas las líneas comparten el mismo dominio de colisión**

◆ Conmutado: Switch

- ❖ **Se utiliza buffering por línea**
- ❖ **Cada línea tiene su propio dominio de colisión**
- ❖ **Tramas conmutadas mediante el hub (backplane)**
- ❖ **100BaseFX y 100BaseT**

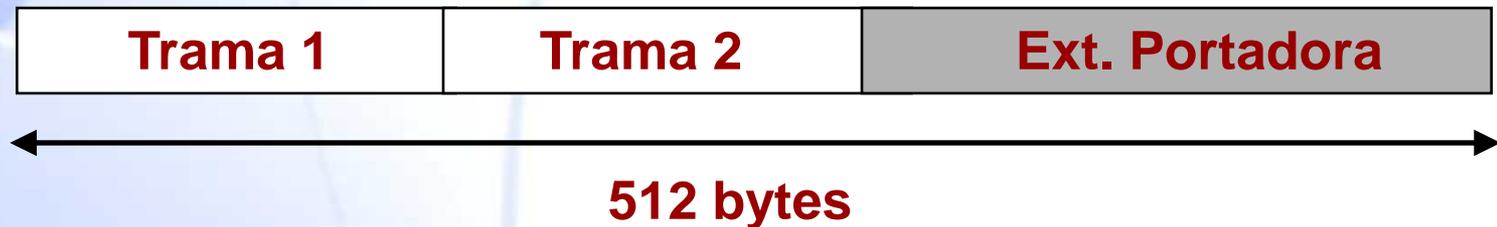
Gigabit Ethernet (802.3z) (1)

- ◆ **Aprobado en Junio de 1998**
- ◆ **Utiliza Formato** trama estándar de Ethernet
- ◆ **802.3z incluye especificaciones de:**
 - ❖ **MAC:** full duplex (punto a punto) y semiduplex (canales difusión compartidos)
 - ❖ **CSMA/CD en Canales compartidos**
 - ❖ **Full-duplex en Punto a punto**
 - ❖ **3 interfaces de nivel físico:**
 - ✓ **1000Base-SX:** FO Multimodo, cableado horizontal de edificios (220-550 m). Modo Full Duplex
 - ✓ **1000Base-LX:** FO Monomodo, backbone e interconexiones de campus (hasta 5000m). Modo Full Duplex
 - ✓ **1000Base-CX:** SBC (Shielded Balanced Copper, mejora de STP), sala de equipos, clusters, etc... (25 m)
- ◆ **802.3ab: incluye nuevo nivel físico 1000Base-T para soporte de cables UTP 5 (100 metros).**



Gigabit Ethernet (802.3z) (2)

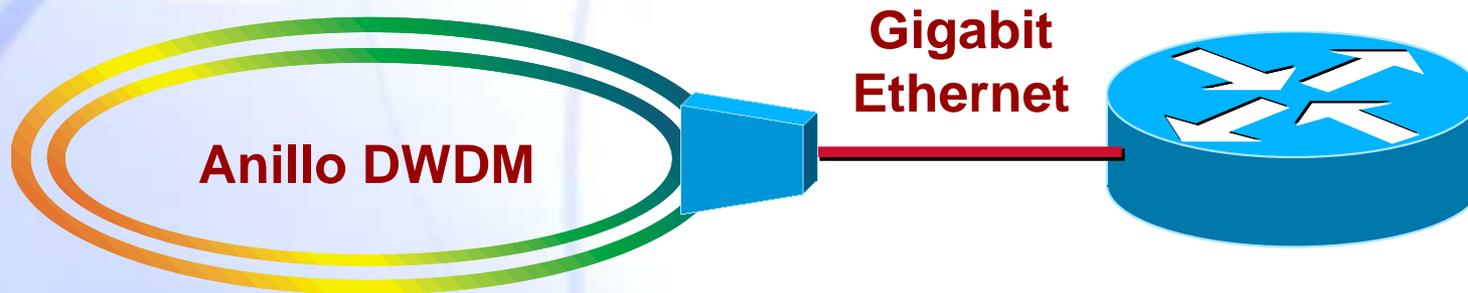
- ◆ **Mejoras sobre Ethernet 10/100 (Medio compartido):**
 - ❖ **Extensión de Portadora: hasta 512 bytes**
 - ❖ **Ráfagas de Tramas**



Gigabit Ethernet (802.3z) (3)

◆ Uso de Gigabit Ethernet

- ❖ Servidores de alta capacidad: BBDD
- ❖ Interfaz para tecnologías de alta velocidad: DWDM



10 Gigabit Ethernet (802.3ae)

- ◆ **Aprobada Junio 2002**
- ◆ **Aumento de la velocidad en x10**
- ◆ **Utilización en entorno LAN/WAN sobre fibra oscura o SONET/SDH**
- ◆ **Compatibilidad con 802.3.**
 - ❖ **64 – 1518 Byte frames**
 - ❖ **No soporta Half-Duplex → No existe CSMA/CD**
 - ❖ **Soporte Full-Duplex**
- ◆ **Utilización de F.O.**
 - ❖ **LAN PHY – 10Gb/s**
 - ❖ **WAN PHY – 9.29Gb/s (SONET framing overhead)**

10GbE: Interfaces Definidos (PMD)

- ◆ 10GBase-SR: < 300m sobre fibra oscura (F.O.)
- ◆ 10GBase-SW: < 300m sobre SONET
 - ❖ **Fibra multimodo 850nm**
- ◆ 10GBase-LR: 2m-10km sobre F.O.
- ◆ 10GBase-LW: 2m-10km over SONET
 - ❖ **Fibra Monomodo 1310nm**
- ◆ 10GBase-ER: 2m – 40km sobre dark fiber
- ◆ 10GBase-EW: 2m – 40km sobre SONET
 - ❖ **Fibra Monomodo 1550nm**
- ◆ 10GBase-LX4 – 4 λ sobre fibra monomodo/multimodo 1310nm
- ◆ 10GBase-CX4: Soporta cobre hasta 15 m (Aprobada Febrero 2004).