

TEMA 4. REDES DE ÁREA LOCAL: Índice

1. Introducción.

- a. Topologías.
- b. Asignación del Canal.
- c. Normas 802.

2. Ethernet 802.3

- a. Topologías.
- b. Formato de trama.
- c. Rendimiento.
- d. Redes deterministas.
- e. Fast Ethernet.
- f. Gigabit Ethernet.

3. Bus con testigo 802.4.

4. Token Ring 802.5.

- a. Tramas.
- b. Paso de Testigo.
- c. Análisis Rendimiento.

5. Redes inalámbricas 802.11.

6. Comparación de normas.

REDES DE ÁREA LOCAL: Introducción

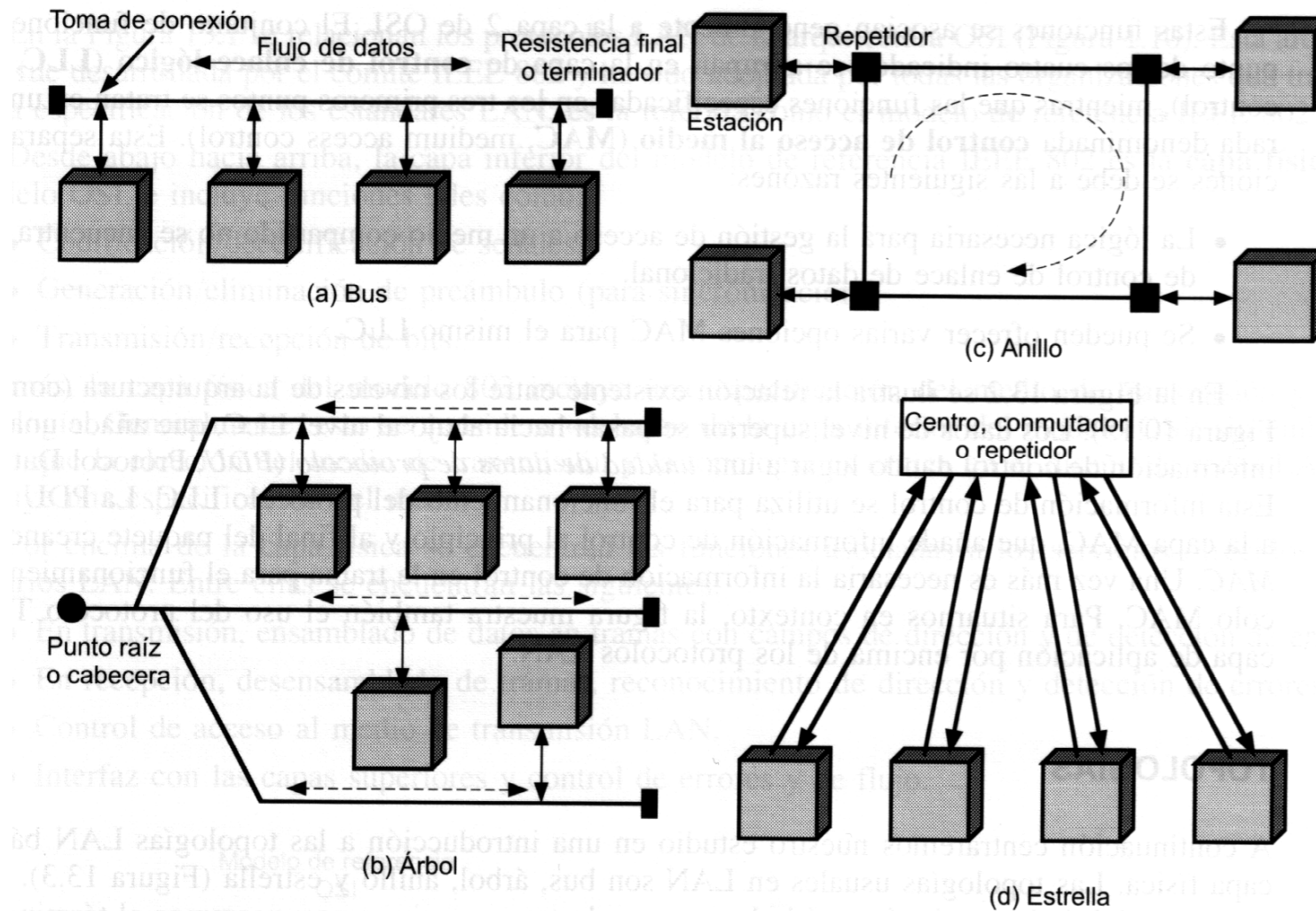
⌘ Interconexión de computadores.

- Sistemas distribuidos.
- Redes de computadores

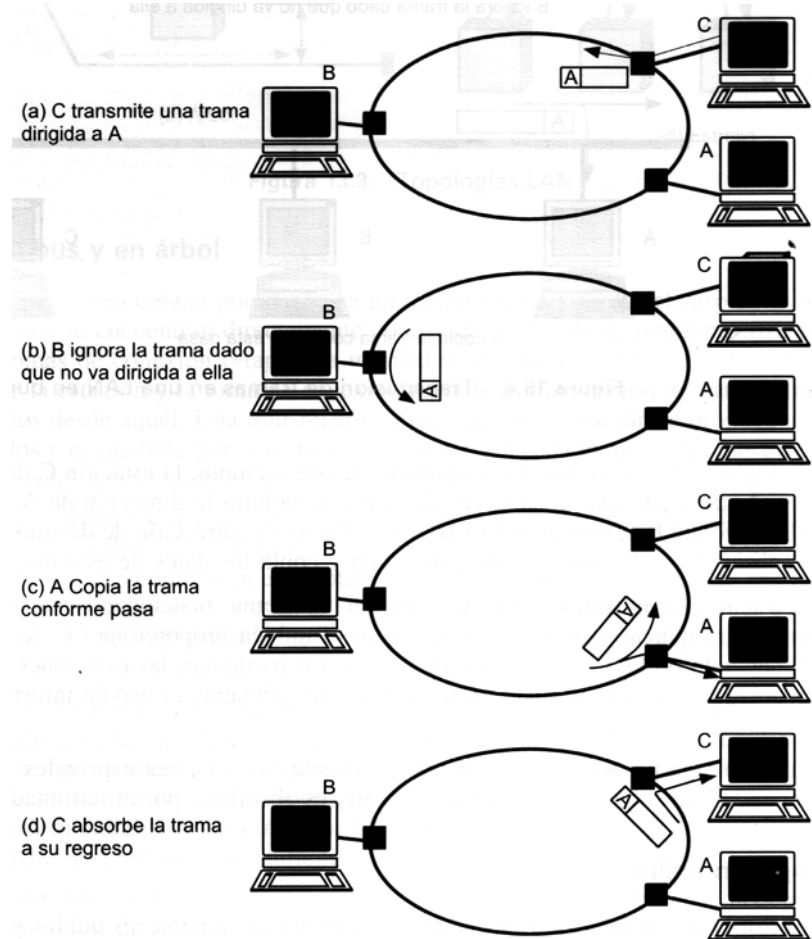
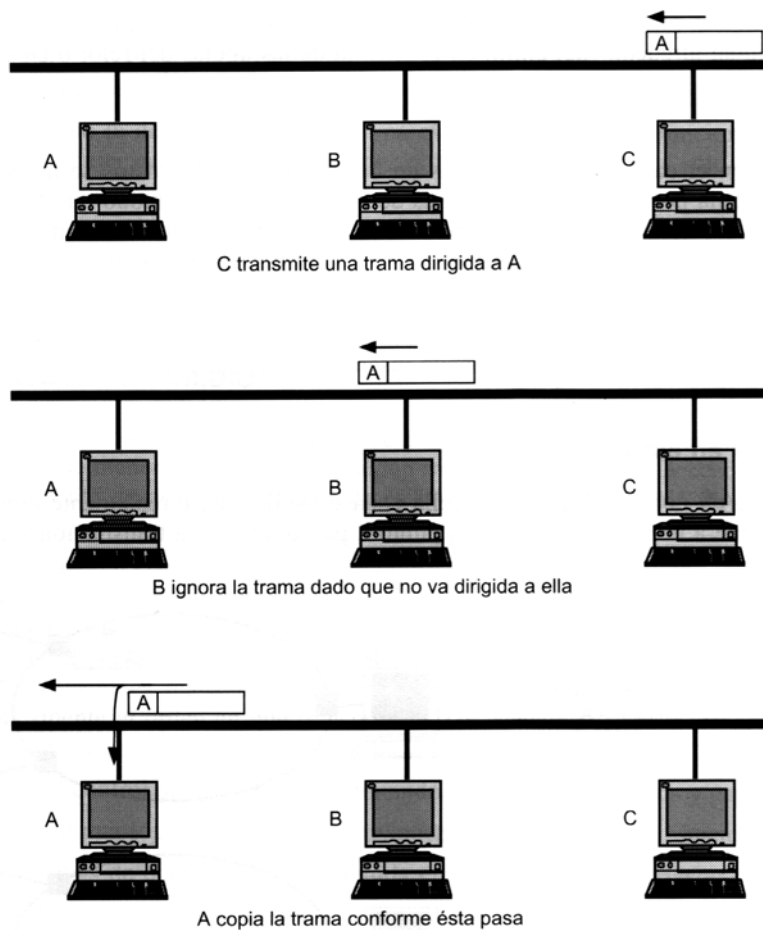
⌘ Escala

- Multicomputadores: 1m.
- LAN (local area network): 10 m a 1 km.
- MAN (metropolitan area network): 10 km.
- WAN (wide area network): 100 km a 1000 km.
- Internet: 10.000 km.

Topología de redes



Redes en Bus y en Anillo



Redes en estrella

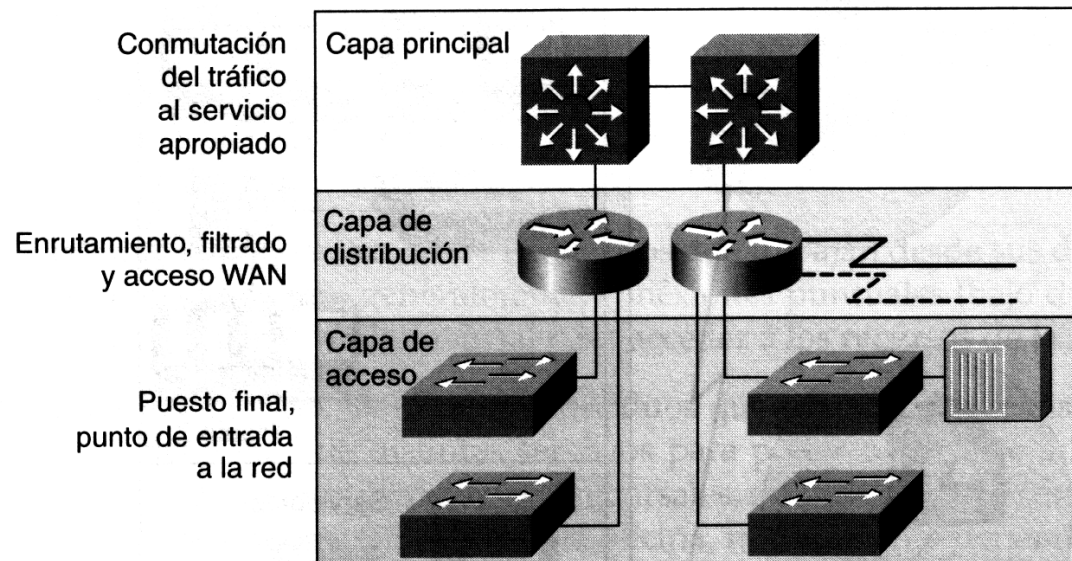
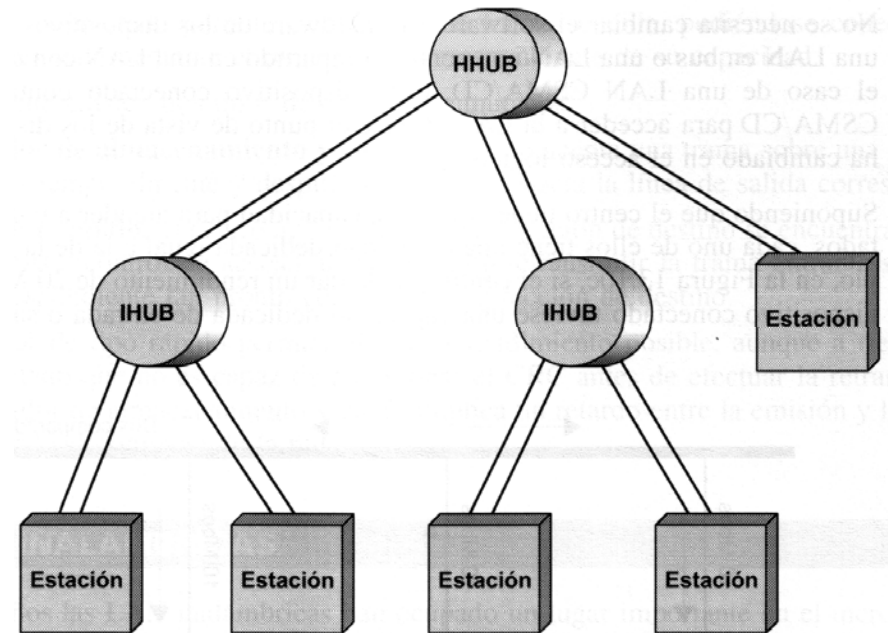


Figura 1.3. Modelo jerárquico de red basado en tres capas.



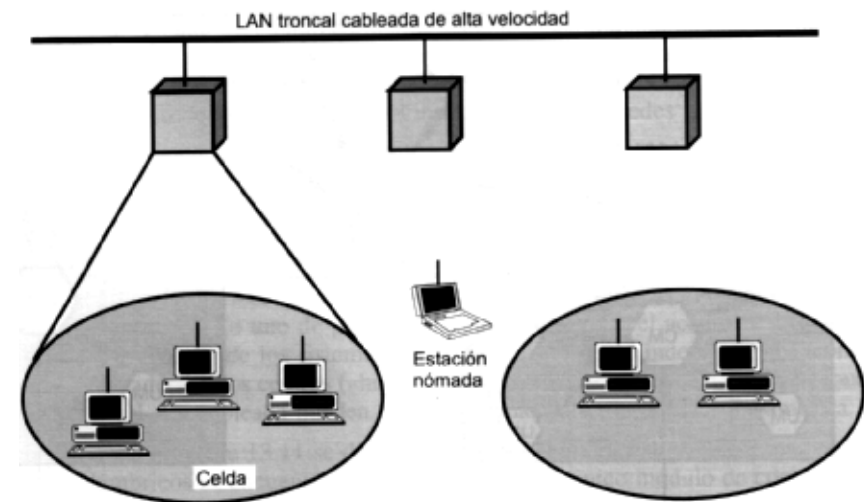
Redes inalámbricas

⌘ Aplicaciones

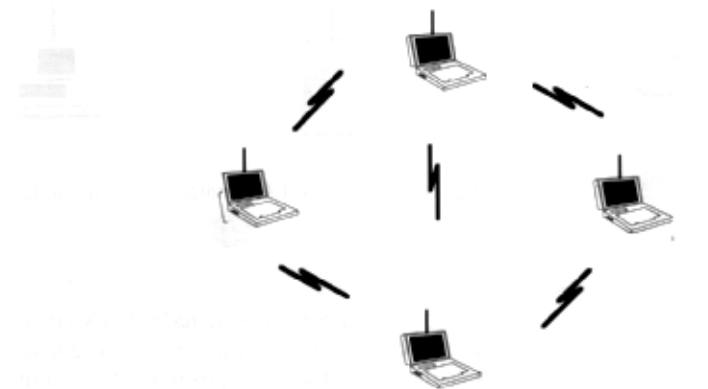
- ☑ Interconexión de edificios
- ☑ Acceso nómada.
- ☑ Trabajo en red ad hoc.

⌘ Tecnologías

- ☑ Infrarrojos.
- ☑ Espectro expandido.
- ☑ Banda Estrecha.




(a) LAN inalámbrica con infraestructura



(b) LAN ad hoc

Topología en estrella



VENTAJAS:

- ❖ Fácil inserción de nuevos elementos.
- ❖ Alta seguridad ante intentos de entradas de intrusos.
- ❖ Fácil detección de nodos con fallos.
- ❖ Se pueden conectar elementos con distintos protocolos de comunicación y distintas velocidades de transmisión si el nodo central es activo.
- ❖ El direccionamiento nodo a nodo es muy sencillo.
- ❖ Un nodo central activo puede establecer prioridades entre las tramas.

INCONVENIENTES:

- ❖ El fallo del concentrador bloquea el funcionamiento de las comunicaciones.
- ❖ El nodo central si es activo está dedicado casi exclusivamente a las comunicaciones.
- ❖ La actividad de un nodo central activo retrasa el tráfico.
- ❖ Si se han de añadir nuevos puertos de E/S al concentrador, la ampliación suele ser cara.

Topología en anillo



VENTAJAS:

- ❖ El acceso a la red esta asegurado en un período de tiempo máximo limitado.
- ❖ Simplifican los mecanismos de acuse de recibo, por ejemplo haciendo que la estación que transmite una trama sea la encargada de retirarla.
- ❖ Proporcionan velocidades de transmisión altas con tasas de errores muy bajas.
- ❖ Este tipo de redes se comporta bastante bien en condiciones de tráfico intenso en la red.
- ❖ Todos los nodos tienen acceso a la información que circula por el anillo, lo que permite la priorización de las tramas.

INCONVENIENTES:

- ❖ El fallo de una de las estaciones puede suponer el bloqueo de las comunicaciones del resto. Hay que buscar la forma de puentear estaciones averiadas o inactivas.
- ❖ La incorporación de nuevas estaciones a la red o la ampliación del alcance de la red es complicada si no existe un diseño de conexión adecuado.

Topología en bus



VENTAJAS:

- ❖ El fallo de la interfaz de una estación no afecta, por lo general, al funcionamiento del resto de la red.
- ❖ La inserción de nuevas estaciones es sencilla.
- ❖ Se consiguen altas velocidades de transmisión con tasas de errores muy bajas.

INCONVENIENTES:

- ❖ El mecanismo de control de acceso al medio (MAC) ha de ser más elaborado si se desea asegurar un límite para el tiempo de acceso al canal de transmisión.
- ❖ Al añadir un nuevo nodo al bus puede que se interrumpa el tráfico.
- ❖ La rotura del bus puede bloquear el tráfico de todas las estaciones.

Redes inalámbricas



VENTAJAS:

- ❖ Sencillez de instalación.
- ❖ La puesta en marcha de nuevas estaciones o estaciones portables es muy sencilla.
- ❖ Se puede controlar la zona de cobertura.

INCONVENIENTES:

- ❖ Es un canal radio compartido entre todas las estaciones.
- ❖ El canal no es totalmente seguro, aunque es posible emplear encriptación al enviar las tramas.
- ❖ Es un medio sensible a las interferencias electromagnéticas.
- ❖ Su radio de cobertura suele ser bastante limitado (del orden de 100 a 300 metros en zonas abiertas).

Asignación del canal

- ☒ **Asignación estática:** se asigna un ancho de banda determinado del canal a cada estación.
- ☒ **Asignación dinámica:** Se utilizan mecanismos de asignación de uso del canal.

Estación: N estaciones en igualdad de condiciones generan tramas.

Un solo canal: compartido por las N estaciones.

Colisión: si dos estaciones transmiten a la vez se produce una señal no válida. No se considera ningún otro tipo de error en el análisis.

Tiempo: puede ser *continúo* o bien *ranurado*.

Detección de portadora: El receptor puede saber o no si hay una transmisión en curso.

Acceso al medio CSMA/CD

Acceso al medio compartido por multiples estaciones:

ALOHA: Una estación transmite y escucha el medio a la espera de una confirmación, si no la recibe retransmite. Rendimiento: 18%.

ALOHA Ranurado: Tiempo discreto multiple de tiempo de transmisión de trama. Transmisión en ranuras. Las tramas se solapan completamente. Rendimiento: 37%

CSMA: Se el medio esta libre transmite, si esta ocupado espera a que quede libre para transmitir.

CSMA/CD: Añade detección de colisión, esperando un tiempo para la retransmisión.

Protocolos con detección de portadora

Mecanismos CSMA/CD de detección de portadora. Hay tres algoritmos para determinar cuando vuelve a transmitir la estación si el canal está ocupado:

No persistente: Espera un tiempo aleatorio de forma que sea diferente para cada estación.

1-Persistente: Comunica en cuanto el medio queda desocupado.

p-Persistente: Escucha y cuando queda libre transmite con una probabilidad S . Si no espera tiempo fijo y vuelve a repetir el algoritmo.

Otros algoritmos de acceso

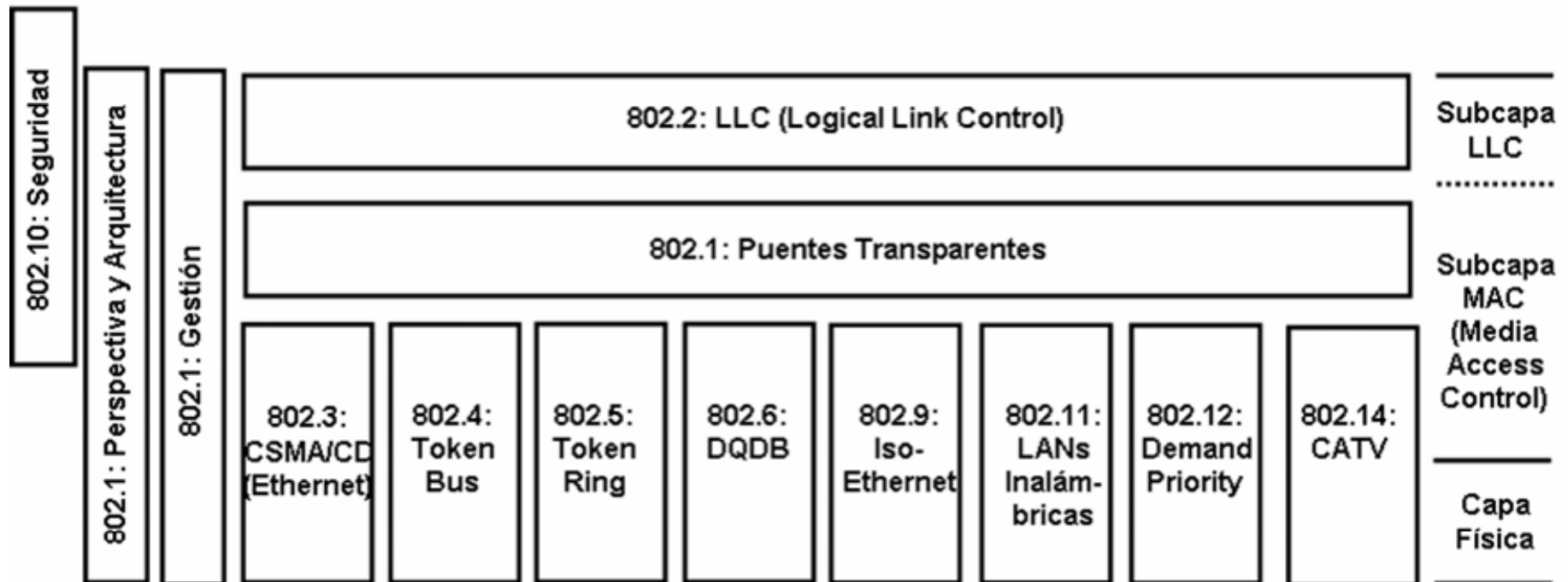
Existen otras técnicas que intentan mejorar el aprovechamiento del canal:

Protocolos sin colisión: Evitan totalmente la existencia de colisiones.

- ❖ Método del **mapa de Bits**: usan ranuras preasignadas.
- ❖ Método de **prioridades alternas**: emplean prioridades en caso de colisión.

Protocolos de contienda limitada: Los protocolos sin colisión funcionan bien con cargas altas y los de contienda a cargas bajas. Fusionando las dos técnicas podemos optimizar el uso del canal en función de la carga.

Norma 802 de IEEE



Grupos de Trabajo en 802

Grupo de Trabajo	Descripción	Estado
802.1	Arquitectura, aspectos generales, VLANs...	Activo
802.2	Logical Link Control	Hibernación e Inactivo
802.3	CSMA/CD (Ethernet)	Activo
802.4	Token Bus	Hibernación e Inactivo
802.5	Token Ring	Activo
802.6	Distributed Queued Dual Bus (DQDB)	Hibernación e Inactivo
802.7	Grupo asesor en banda ancha	Activo
802.8	Grupo asesor en fibras ópticas	Activo
802.9	Servicios Integrados (Iso-Ethernet)	Hibernación e Inactivo
802.10	Seguridad en estándares IEEE	Hibernación e Inactivo
802.11	Wireless LANs	Activo
802.12	Demand Priority (100VG-AnyLAN)	Hibernación e Inactivo
802.14	Redes CATV	Disuelto
802.15	Wireless Personal Area Networks (WPAN)	Activo
802.16	Broadband Wireless Access (BWA)	Activo

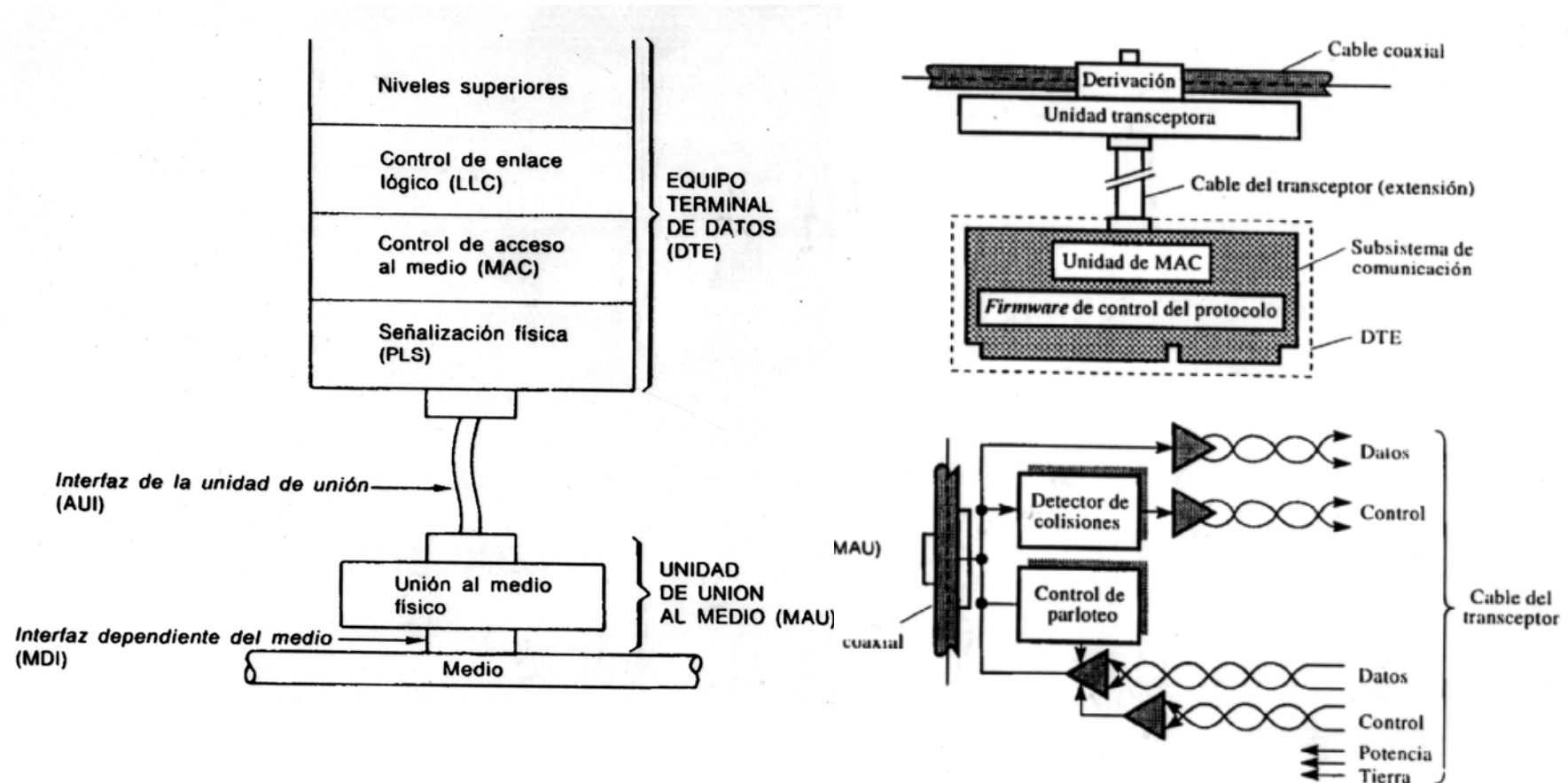
Entornos de redes locales

OSI	NetWare		UNIX				AppleTalk				LANManager	
Aplicación	Protocolo principal de Netware		Sistema de clasificación de red (NFS)				AppleShare				Bloques de mensaje del servidor	
Presentación							Protocolo de clasificación					
Sesión	Conductores nominados	NetBIOS	SNMP	FTP	SMTP	Telnet	ASP	ADSP	ZIP	PAP	Conductores nominados	NetBIOS
Transporte	SPX		TCP				ATP	NBP	AEP	RTMP	NetBEUI	
Red	IPX		IP				Protocolo de distribución de datagrama (DDP)					
Enlace de datos	Enlace Físico											
Físico												

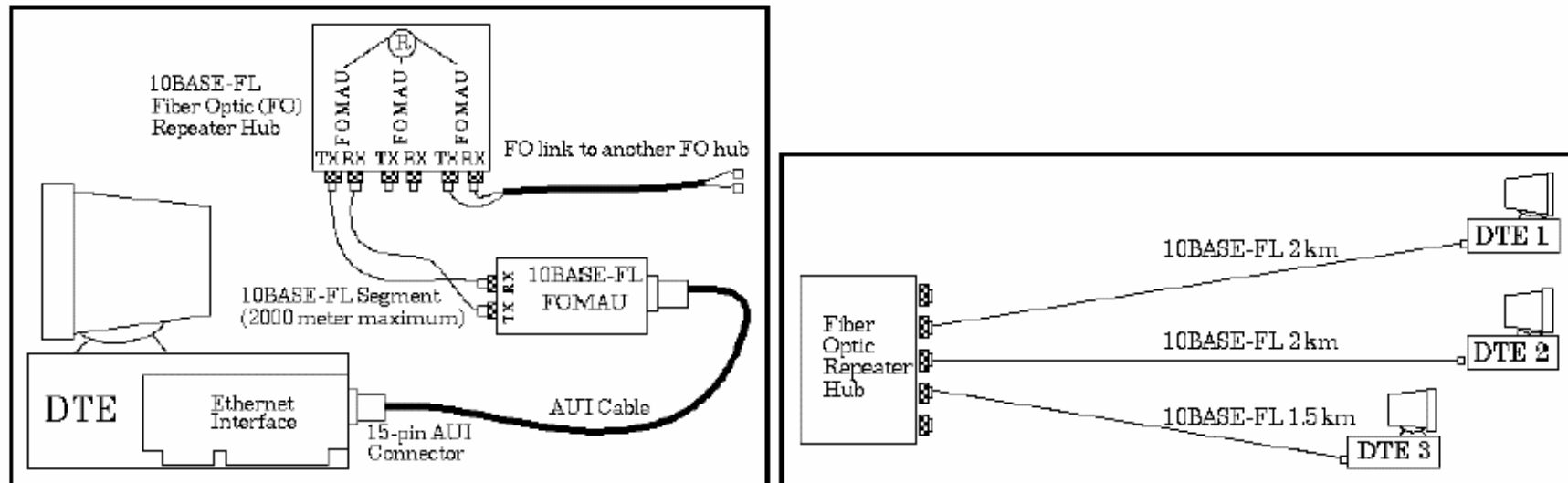
Ethernet IEEE 802.3

PARAMETRO	10-BASE-5	10-BASE-2	10-BASE-T	10-BASE-F
Velocidad	10 Mbps.	10 Mbps.	10 Mbps.	10 Mbps.
Longitud del Segmento	500 m. máximo	185 m. máximo	100 m. máximo	1 km. máximo
Longitud de la Red	2.500 m. máx.	925 m. máximo	500 m. máximo	5 km. máximo
Nodos por Segmento	100 máximo	30 máximo	1 máximo	1 máximo
Longitud entre Nodos	2.5 m. mínimo	0.5 m. mínimo	-	-
Capacidad por Nodo	4 pF. máximo	8 pF. máximo	-	-
Cable	Coaxial ϕ 0.4 in. 50 Ω Malla doble Rígido	Coaxial ϕ 0.2 in. 50 Ω Malla simple Flexible	Par trenzado Sin o con malla Flexible	Fibra óptica Flexible

Topología en bus



Topología en estrella



IEEE 802.3 Formato de Trama

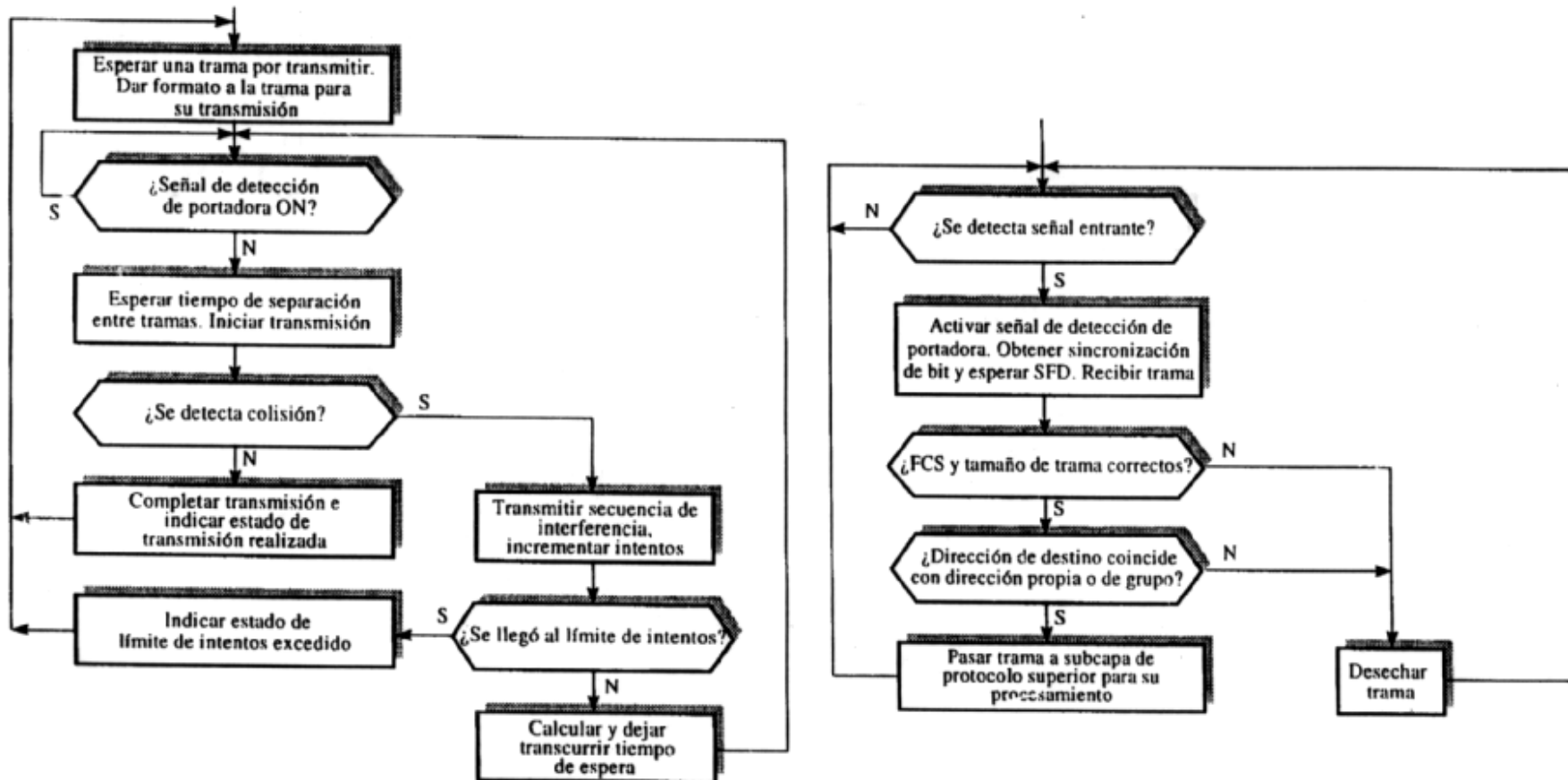
⌘ Características.

- Desarrollado por Xerox Corp.
- Acceso al medio CSMA/CD
- Banda Base (Manchester, 4B 5B, NRZ).

Preambulo	Dir. destino	Dir. origen	Tipo	Datos	CRC
8	6	6	2	46-1500	4

- Preámbulo: sincronización de trama
- Dirección destino y origen.
- Tipo: protocolo de nivel superior. Tamaño para formato antiguo de trama.
- Datos: de 46 a 1500 bytes.
- CRC

Algoritmo recepción/envío

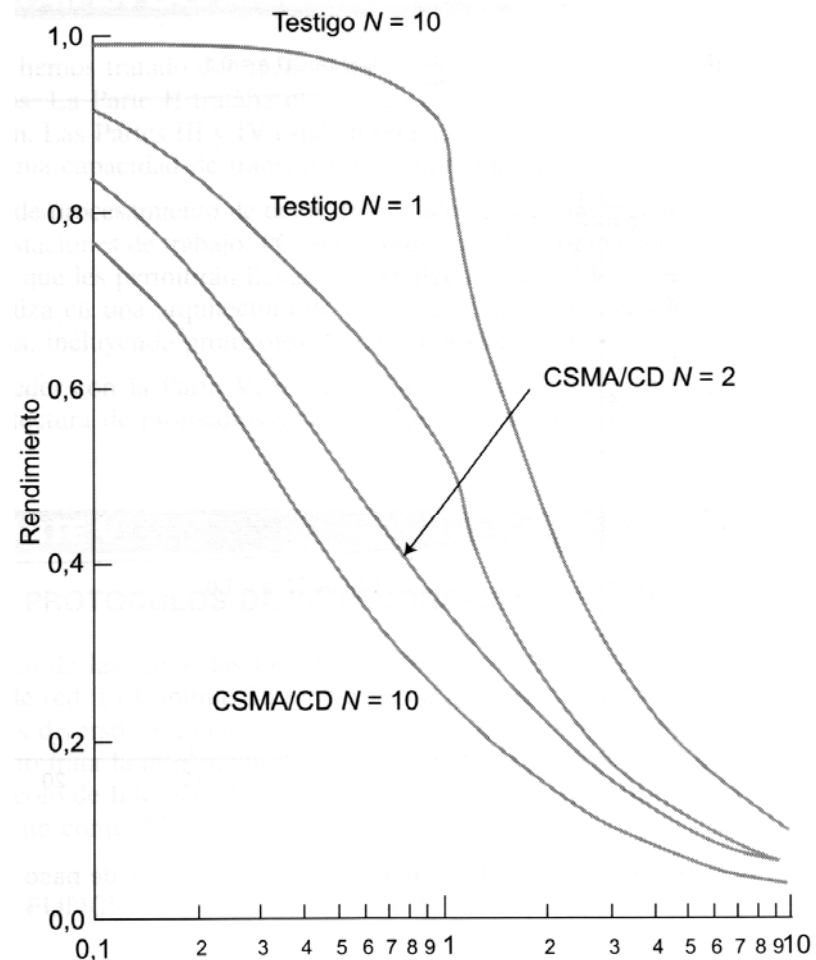


CSMA/CD. Rendimiento

A = probabilidad de que exactamente una estación intente transmitir y lo consiga.
 N = número de estaciones.

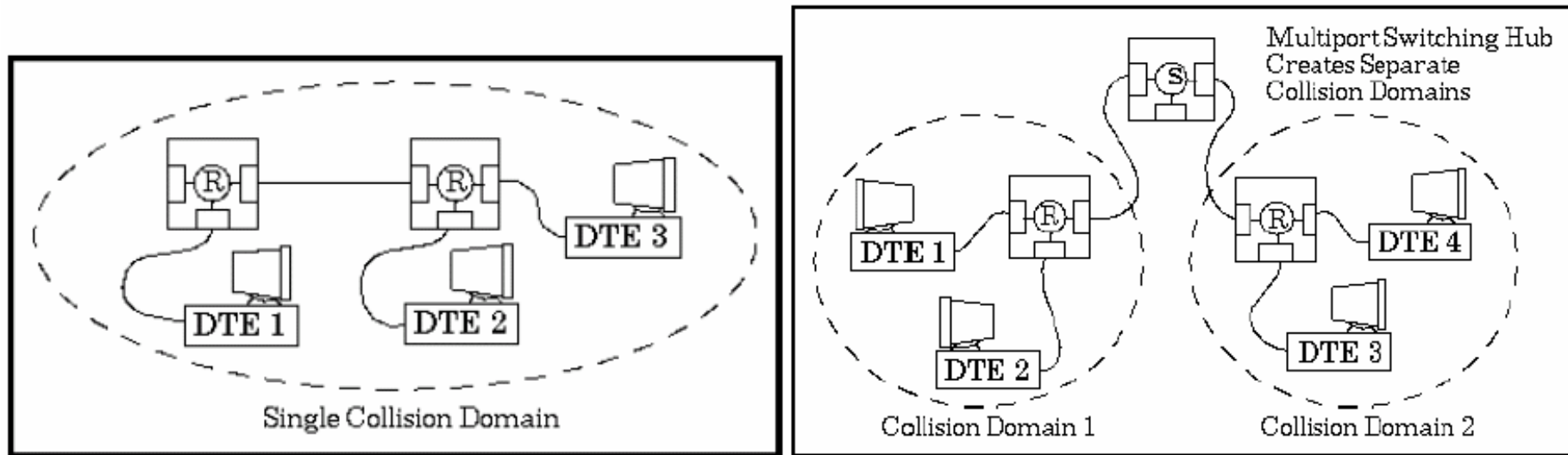
$$A = \left(1 - \frac{1}{N}\right)^{N-1}$$

$$v = \frac{1/2a}{1/2a + (1-A)/A} = \frac{1}{1 + 2a(1-A)/A}$$



Rendimiento en función de a para las técnicas de paso de testigo y CSMA/CD.

Ethernet Conmutada



- Ampliación del **dominio de colisión**.
- Implantación de conmutadores o **switch**.

Fast Ethernet

- Para aumentar la velocidad de Ethernet se creó el comité 802.3u que sacó el estándar en 1995.
- El diseño de la red se basa en cable de par trenzado y se emplean siempre hubs.
- Se emplean métodos especiales de codificación para aprovechar cables de categoría 3.

Denominación	Tipo de Cable	Longitud Max.	Transmisión
100-BASE-T4	4 pares UTP-3 o sup.	100 m.	8B6T, NRZ Semi-duplex
100-BASE-TX	2 pares UTP-5 o STP	100 m.	4B5B, NRZI Full-duplex
100-BASE-FX	2 fibras ópticas	2000 m.	4B5B, NRZI Full-duplex

Codificación: Ethernet Rápida X

- Aumento de eficiencia mediante el código 4B/5B: 80%.

- NRZI codificación diferencial.

- Grupos de código no empleados se usan para:
 - Libre: canal libre.
 - Comienzo delimitador.
 - Final delimitador.
 - Error de transmisión: propagación de errores.

Símbolos de datos

Grupo de datos de 4 bits Símbolo de 5 bits

0000	-----	11110
0001	-----	01001
0010	-----	10100
0011	-----	10101
0100	-----	01010
0101	-----	01011
0110	-----	01110
0111	-----	01111
1000	-----	10010
1001	-----	10011
1010	-----	10110
1011	-----	10111
1100	-----	11010
1101	-----	11011
1110	-----	11100
1111	-----	11101

Símbolos de control

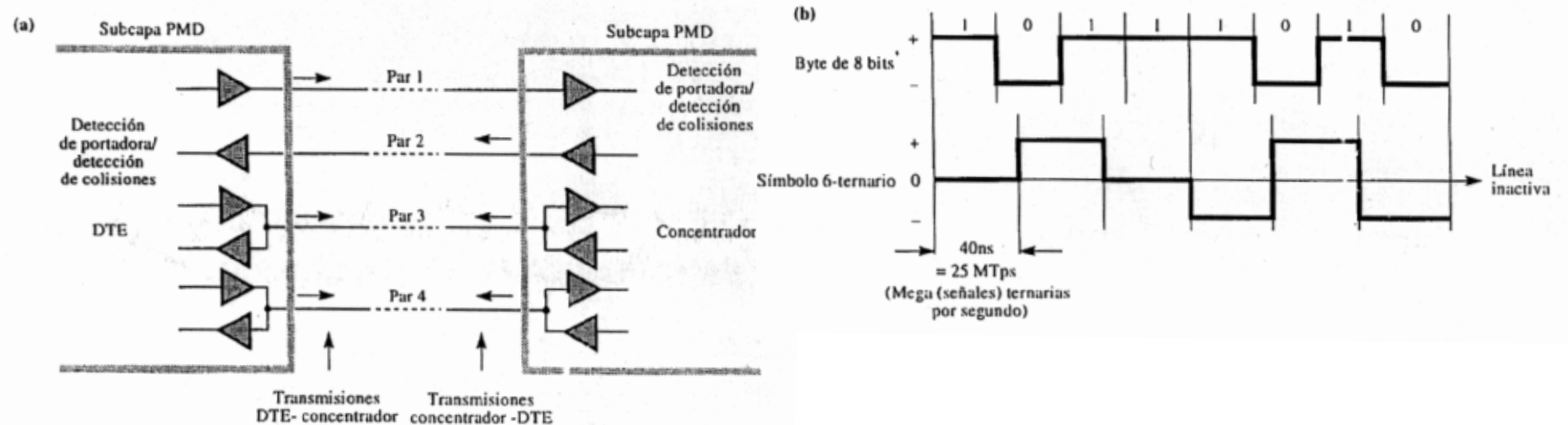
IDLE	-----	11111
J	-----	11000
K	-----	10001
T	-----	01101
R	-----	00111
S	-----	11001
QUIET	-----	00000
HALT	-----	00100

Ethernet Rápida 4T (II)

Byte de datos	Palabra de código	Byte de datos	Palabra de código	Byte de datos	Palabra de código	Byte de datos	Palabra de código
00	- + 0 0 - +	20	- + + - 0 0	40	- 0 0 + 0 +	60	0 + + 0 - 0
01	0 - + - + 0	21	+ 0 0 + - -	41	0 - 0 0 + +	61	+ 0 + - 0 0
02	0 - + 0 - +	22	- + 0 - + +	42	0 - 0 + 0 +	62	+ 0 + 0 - 0
03	0 - + + 0 -	23	+ - 0 - + +	43	0 - 0 + + 0	63	+ 0 + 0 0 -
04	- + 0 + 0 -	24	+ - 0 + 0 0	44	- 0 0 + + 0	64	0 + + 0 0 -
05	+ 0 - - + 0	25	- + 0 + 0 0	45	0 0 - 0 + +	65	+ + 0 - 0 0
06	+ 0 - 0 - +	26	+ 0 0 - 0 0	46	0 0 - + 0 +	66	+ + 0 0 - 0
07	+ 0 - + 0 -	27	- + + + - -	47	0 0 - + + 0	67	+ + 0 0 0 -
08	- + 0 0 + -	28	0 + + - 0 -	48	0 0 + 0 0 0	68	0 + + - + -
09	0 - + + - 0	29	+ 0 + 0 - -	49	+ + - 0 0 0	69	+ 0 + + - -
0A	0 - + 0 + -	2A	+ 0 + - 0 -	4A	+ - + 0 0 0	6A	+ 0 + - + -
0B	0 - + - 0 +	2B	+ 0 + - - 0	4B	- + + 0 0 0	6B	+ 0 + - - +
0C	- + 0 - 0 +	2C	0 + + - - 0	4C	0 + - 0 0 0	6C	0 + + - - +
0D	+ 0 - + - 0	2D	+ + 0 0 - -	4D	+ 0 - 0 0 0	6D	+ + 0 + - -
0E	+ 0 - 0 + -	2E	+ + 0 - 0 -	4E	0 - + 0 0 0	6E	+ + 0 - + -
0F	+ 0 - - 0 +	2F	+ + 0 - - 0	4F	- 0 + 0 0 0	6F	+ + 0 - - +
10	0 - - + 0 +	30	+ - 0 0 - +	50	+ - - + 0 +	70	0 0 0 + + -
11	- 0 - 0 - +	31	0 + - - + 0	51	- + - 0 + +	71	0 0 0 + - +
12	- 0 - + 0 +	32	0 + - 0 - +	52	- + - + 0 +	72	0 0 0 - + +
13	- 0 - + - 0	33	0 + - + 0 -	53	- + - + + 0	73	0 0 0 + 0 0
14	0 - - + - 0	34	+ - 0 + 0 -	54	+ - - + + 0	74	0 0 0 + 0 -
15	- - 0 0 - +	35	- 0 + - + 0	55	- - + 0 + +	75	0 0 0 + - 0
16	- - 0 + 0 +	36	- 0 + 0 - +	56	- - + + 0 +	76	0 0 0 - 0 +
17	- - 0 + + 0	37	- 0 + + 0 -	57	- - + + + 0	77	0 0 0 - + 0
18	- + 0 - + 0	38	+ - 0 0 + -	58	- - 0 + + +	78	+ + + - - 0
19	+ - 0 - + 0	39	0 + - + - 0	59	- 0 - + + +	79	+ + + - 0 -
1A	- + + - + 0	3A	0 + - 0 + -	5A	0 - - + + +	7A	+ + + 0 - -
1B	+ 0 0 - + 0	3B	0 + - - 0 +	5B	0 - - 0 + +	7B	0 + + 0 - -
1C	+ 0 0 + - 0	3C	+ - 0 - 0 +	5C	+ - - 0 + +	7C	- 0 0 - + +
1D	- + + + - 0	3D	- 0 + + - 0	5D	- 0 0 0 + +	7D	- 0 0 + 0 0
1E	+ - 0 + - 0	3E	- 0 + 0 + -	5E	0 + + + - -	7E	+ - - - + +
1F	- + 0 + - 0	3F	- 0 + - 0 +	5F	0 + + - 0 0	7F	+ - - + 0 0

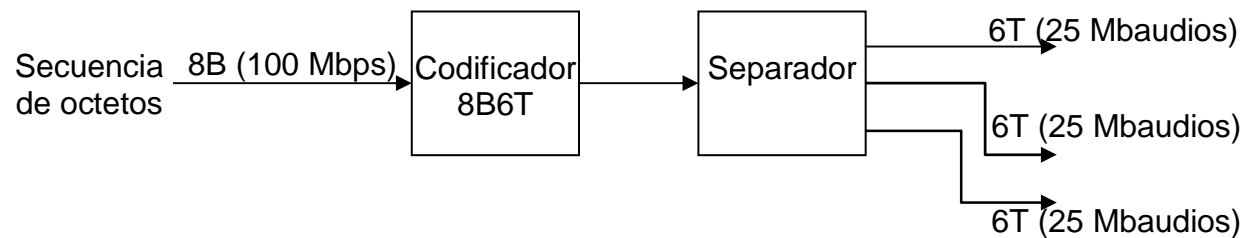
- Se usa 8B6T como algoritmo de codificación.
- El código trinario es menos sensible a ruidos y tiene mayor rendimiento.
- Se transmite la codificación resultante secuencialmente en tres circuitos de 25 Mbaudios, adaptado a cable categoría 3.

Codificación: Ethernet Rápida 4T (I)



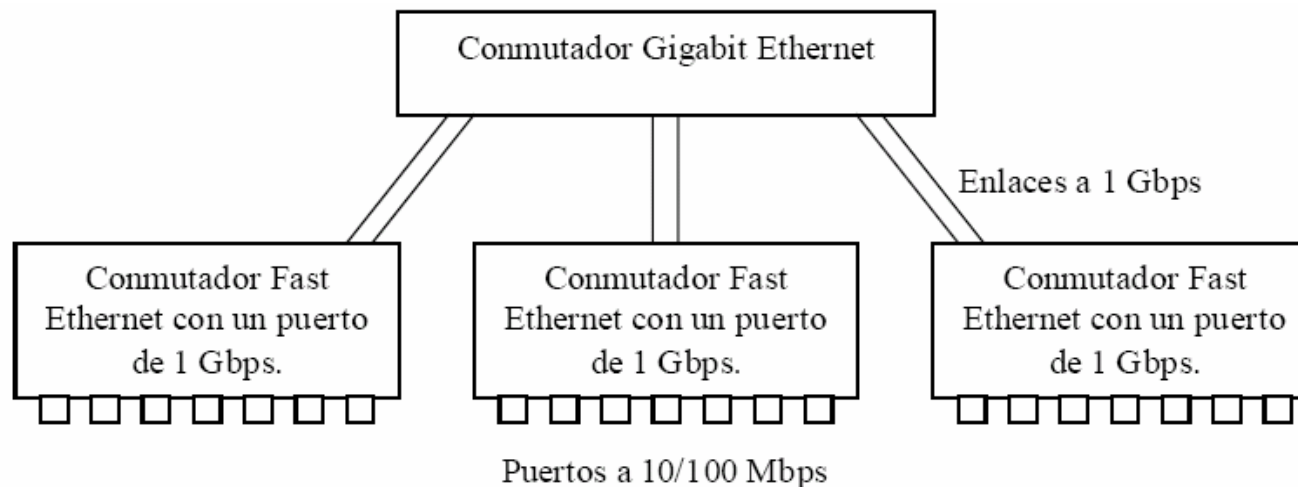
$$\text{Velocidad a la salida del codificador} = 100 \text{ Mbits} \cdot \frac{6}{8} = 75 \text{ Mbits}$$

$$\text{Velocidad en cada circuito} = 75 \text{ Mbaudios} \cdot \frac{1}{3} = 25 \text{ Mbaudios}$$

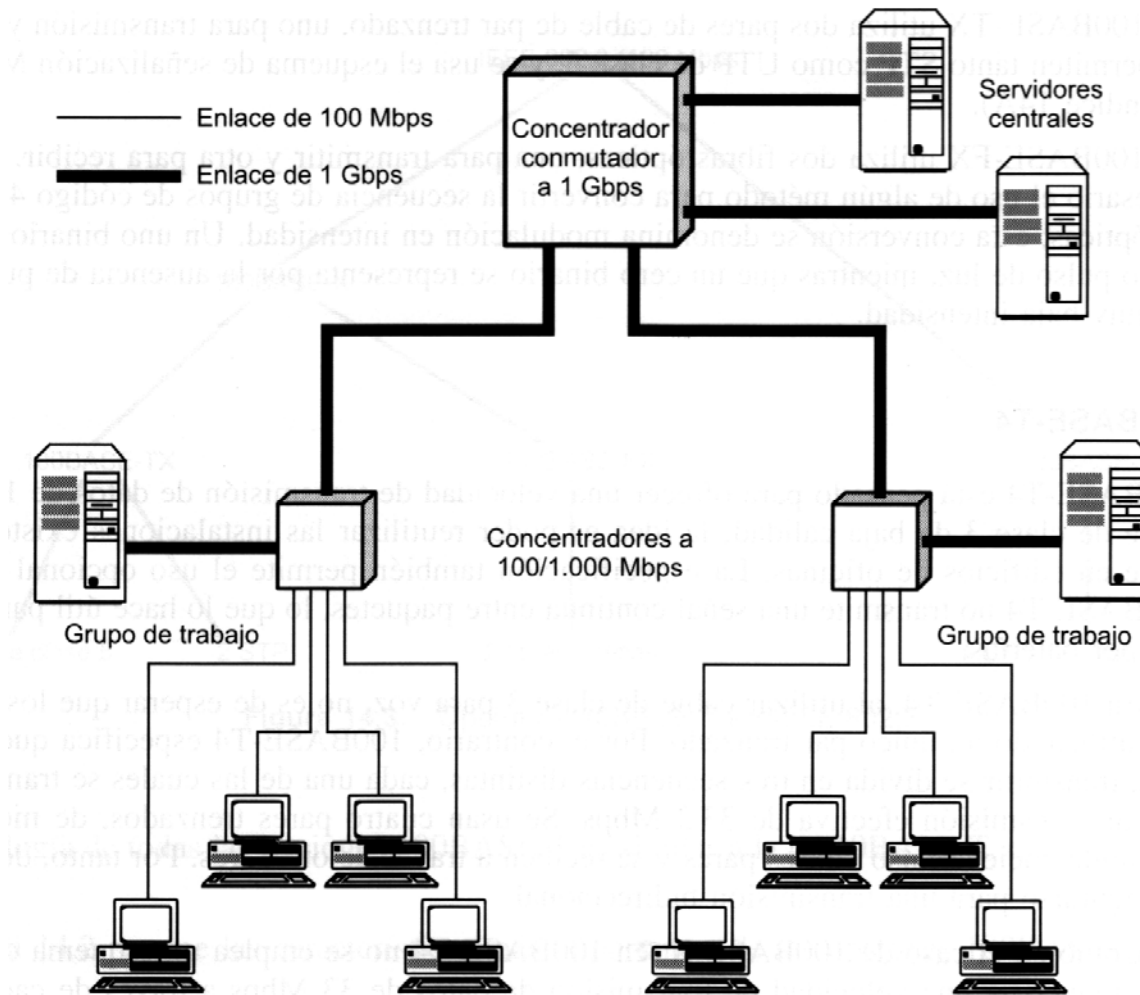


Gigabit Ethernet (I)

- Simplemente aumentando la velocidad de transmisión se pueden aumentar las prestaciones.
- Se suelen emplear como enlaces troncales entre otros conmutadores que tienen salidas a 100 Mbits.
- Se emplean métodos especiales de codificación para aprovechar cables de categoría 5.



Gigabit Ethernet (II)



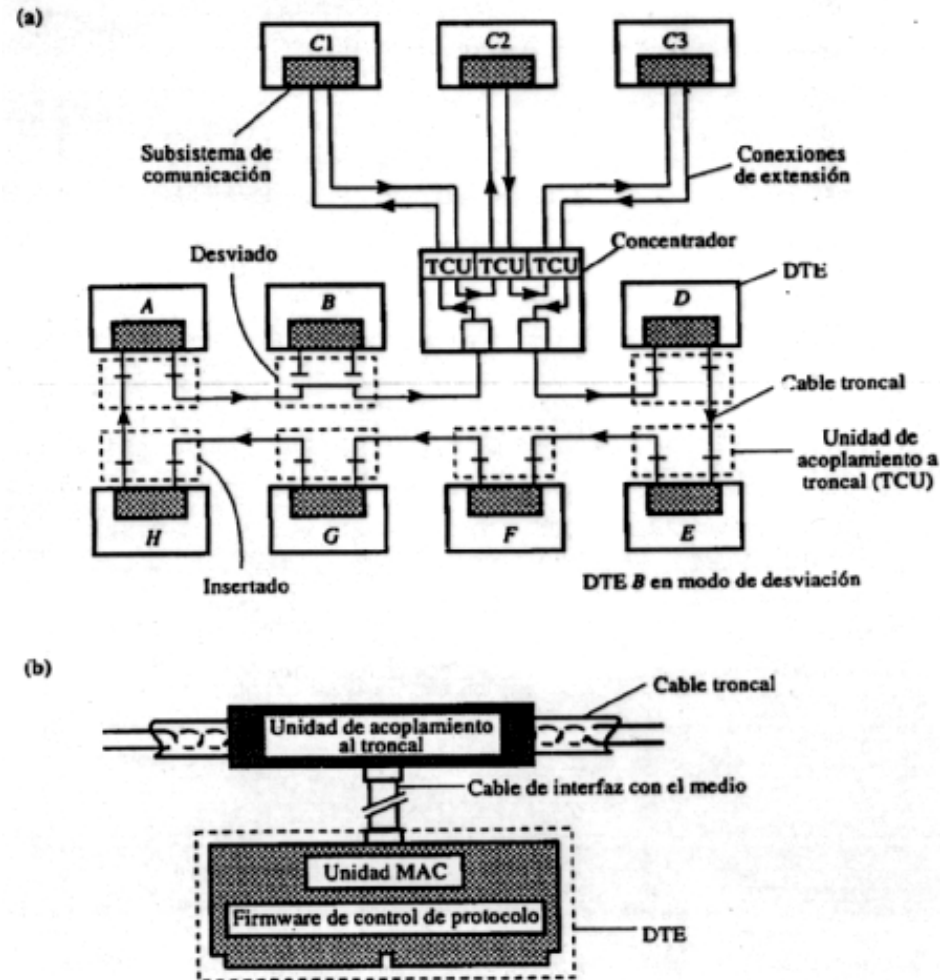
Comparación entre formatos IEEE 802.3

Denominación	Cable	Pares	Full	Conectores	Distancia	Medio	Ventana	Luz	Fibra	Conector	Distancia
10BASE5	Coaxial grueso	1	No	'N'	500 m	10BASE-FL	1ª	Normal	62,5/125	ST	2 Km
10BASE2	RG 58 (Coaxial fino)	1	No	BNC	185 m	100BASE-FX	2ª	Normal	62,5/125	SC	2 Km
10BASE-T	UTP cat. 3	2	Sí	RJ-45	100 m	100BASE-SX (propuesto)	1ª	Láser	62,5/125 50/125	SC o ST	500 m 500 m
10BASE-T	UTP cat. 5	2	Sí	RJ-45	150 m*	1000BASE-SX	1ª	Láser	62,5/125 50/125	SC	275 m 550 m
100BASE-TX	UTP cat. 5	2	Sí	RJ-45	100 m	1000BASE-LX	2ª	Láser	62,5/125 50/125 9/125	SC	550 m 550 m 5 Km
100BASE-TX	STP	2	Sí	9 pin D sub.	100 m						
100BASE-T4	UTP cat. 3	4	No	RJ-45	100 m						
100BASE-T2	UTP cat. 3	2	Sí	RJ-45	100 m						
1000BASE-CX	STP	2	Sí	8 pin HSSDC o 9 pin D sub.	25 m						
1000BASE-T (prev. mar.99)	UTP cat. 5	4	Sí	RJ-45	100 m						

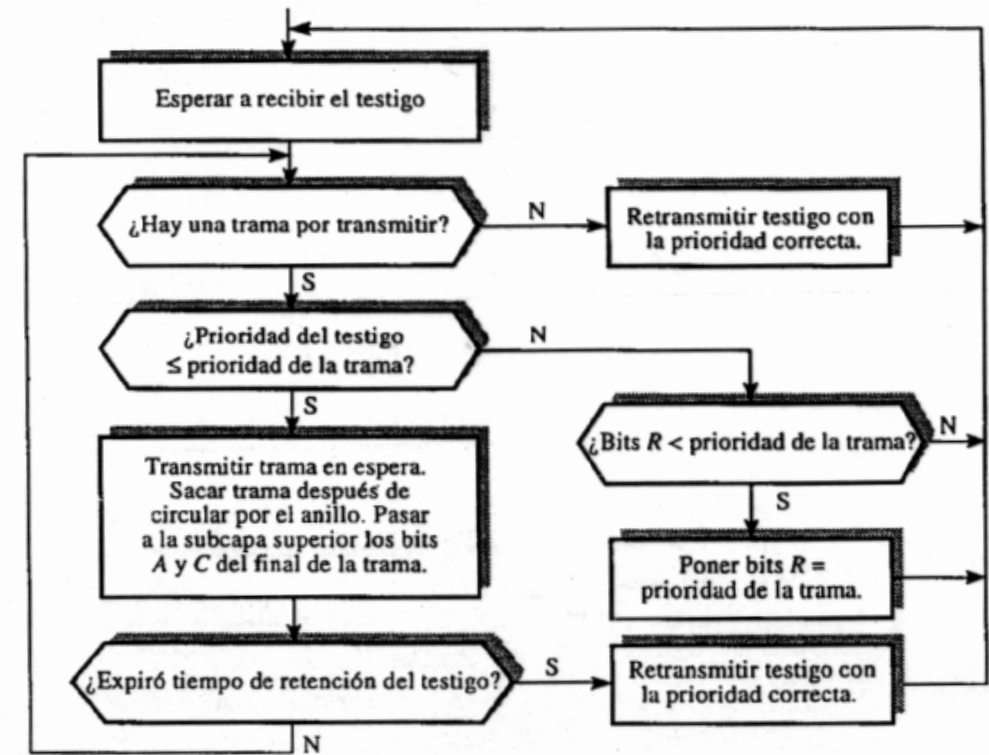
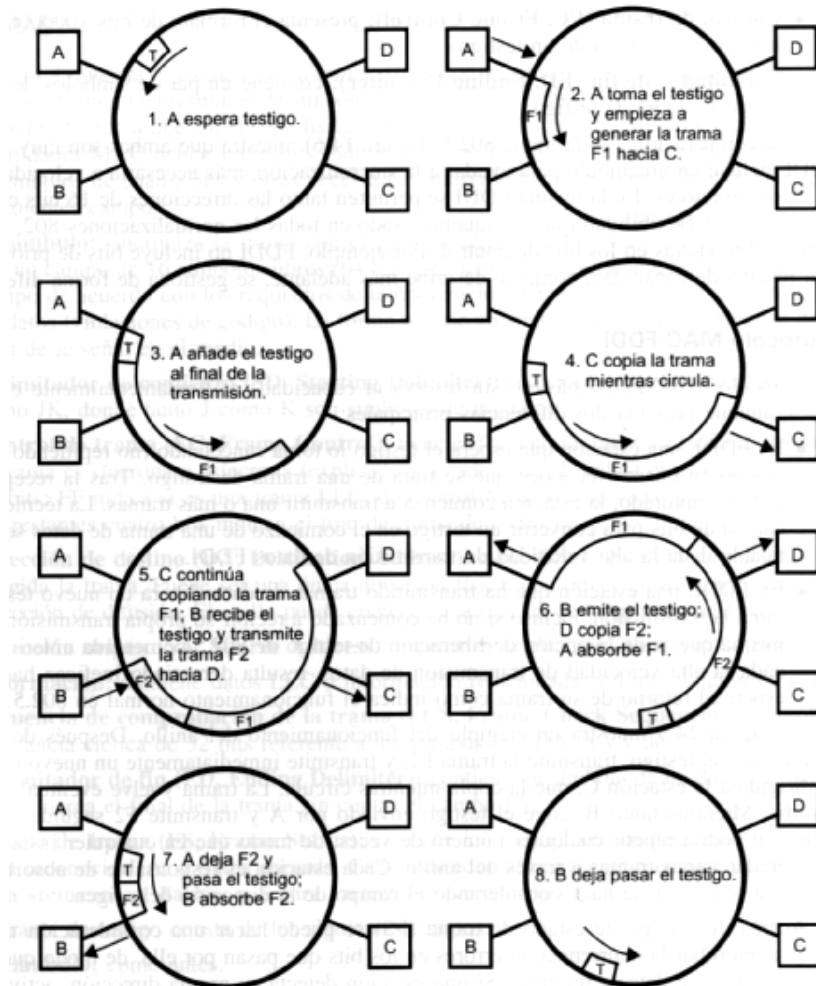
Comparación entre LAN

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	-

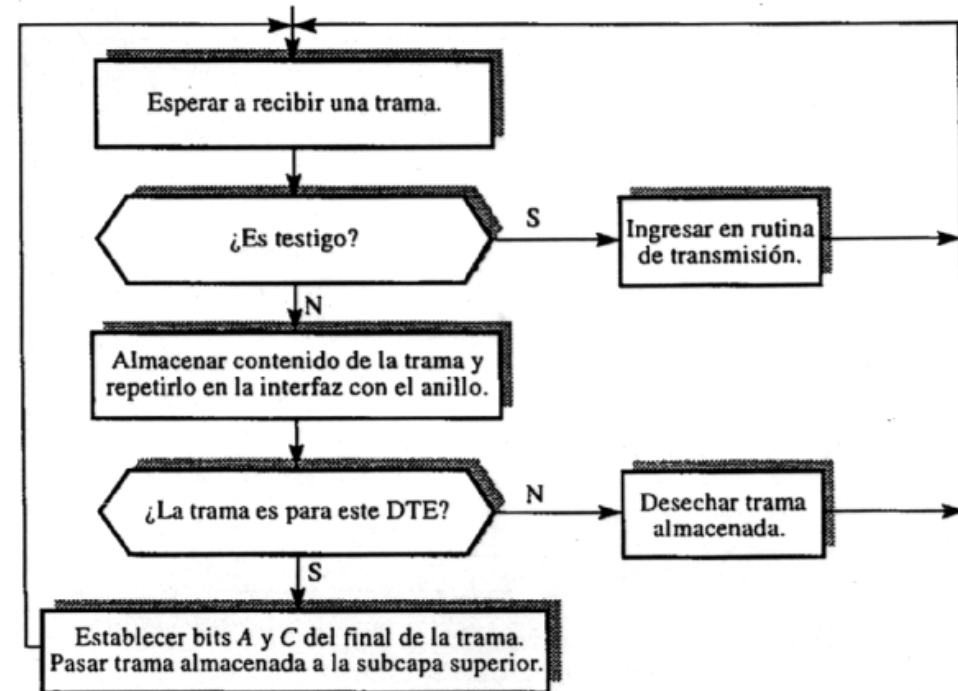
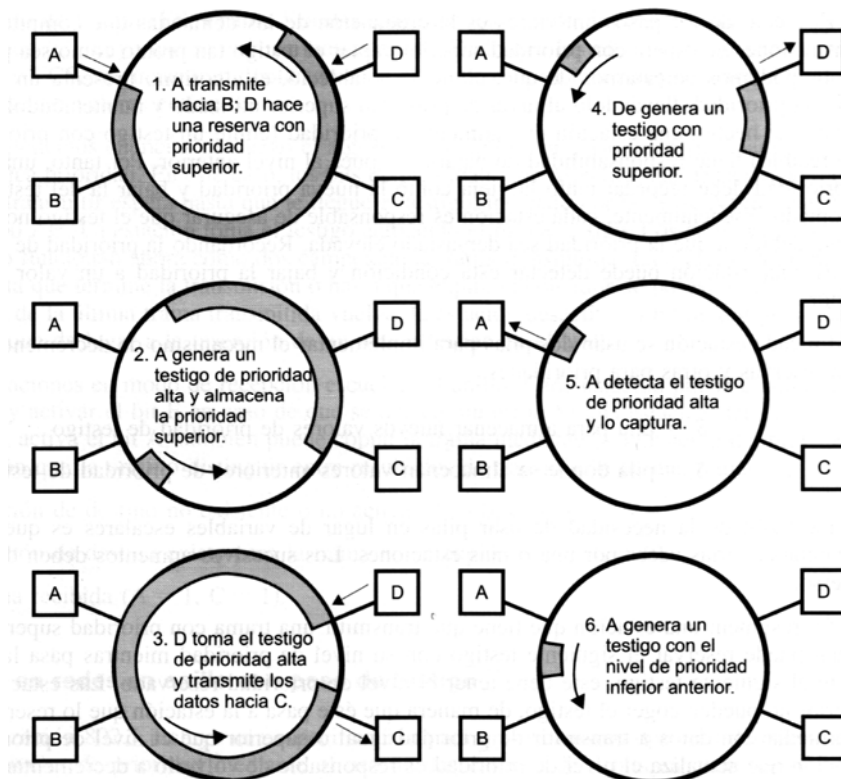
Token ring. Conexión física



Token Ring. Gestión básica



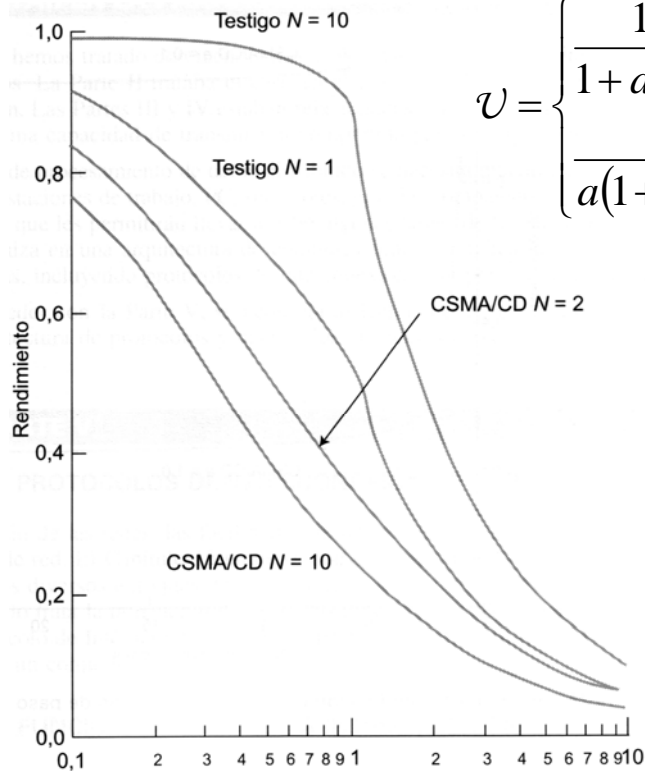
Token ring. Gestión prioridades



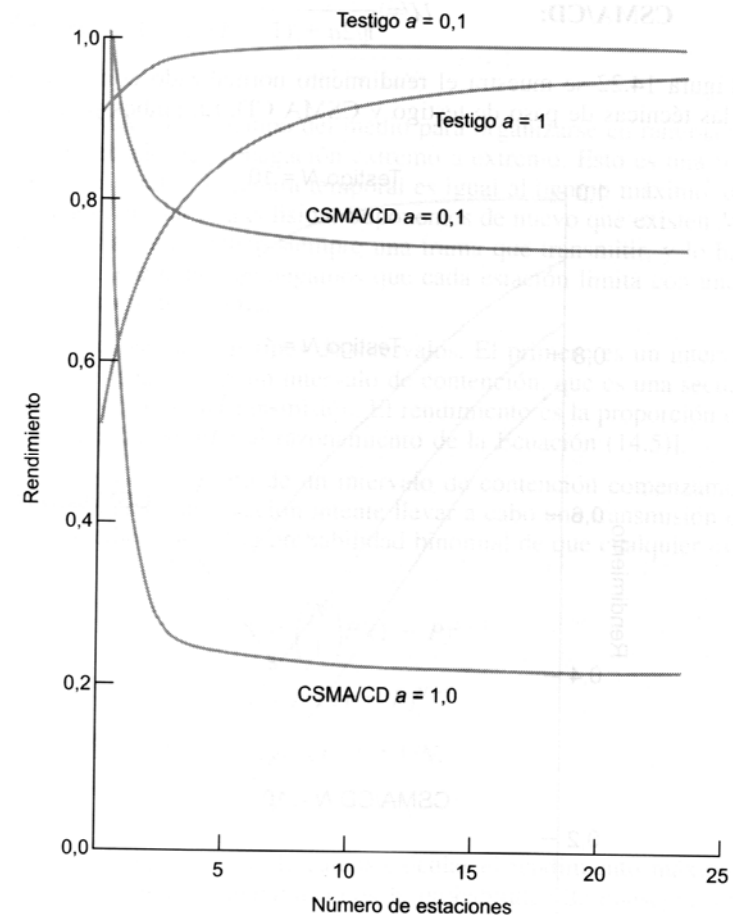
Token Ring. Rendimiento

$$v = \frac{T_{trama}}{T_{trama} + T_{testigo}}$$

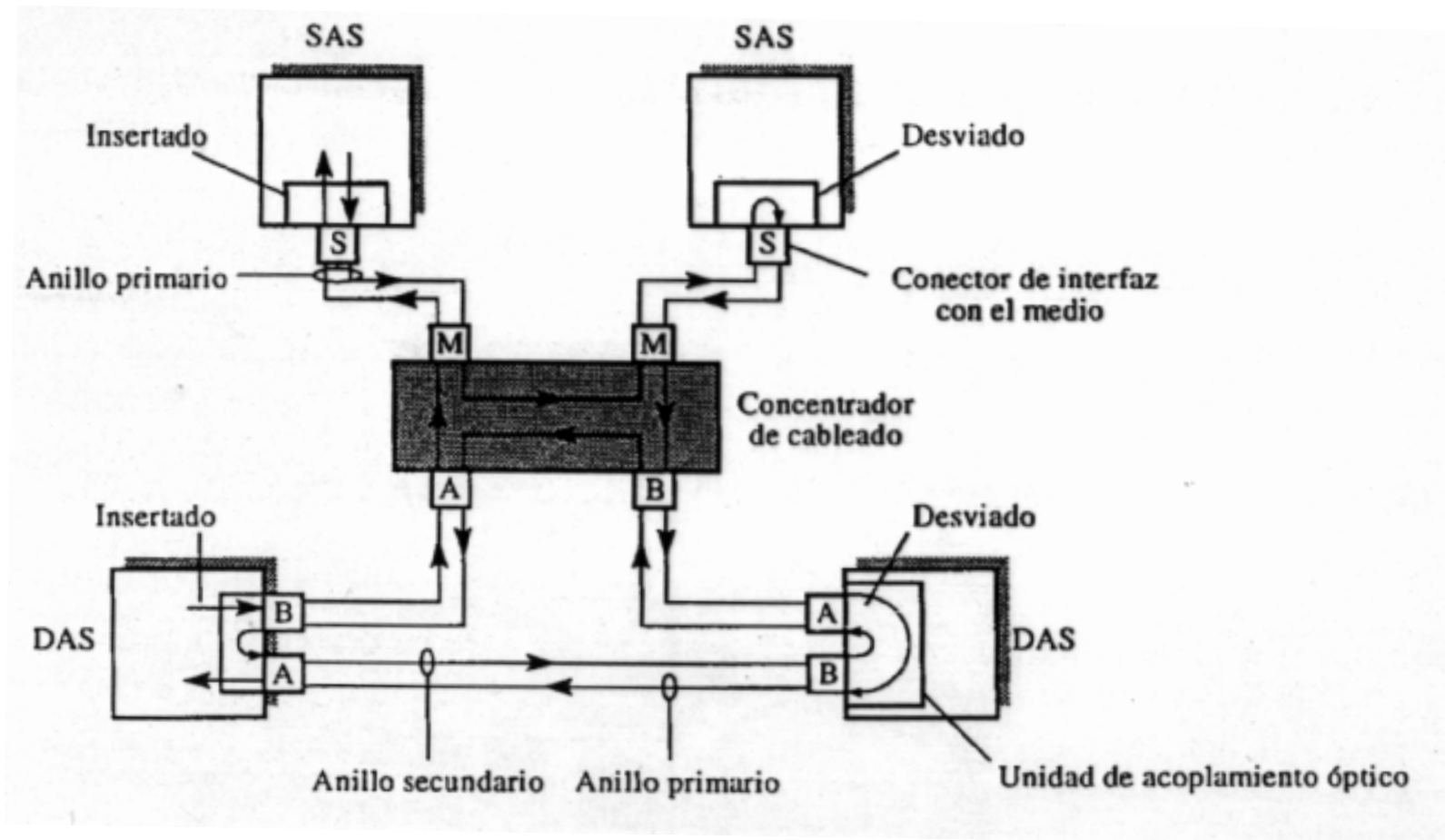
$$v = \begin{cases} \frac{1}{1+a/N} & a < 1 \\ \frac{1}{a(1+1/N)} & a > 1 \end{cases}$$



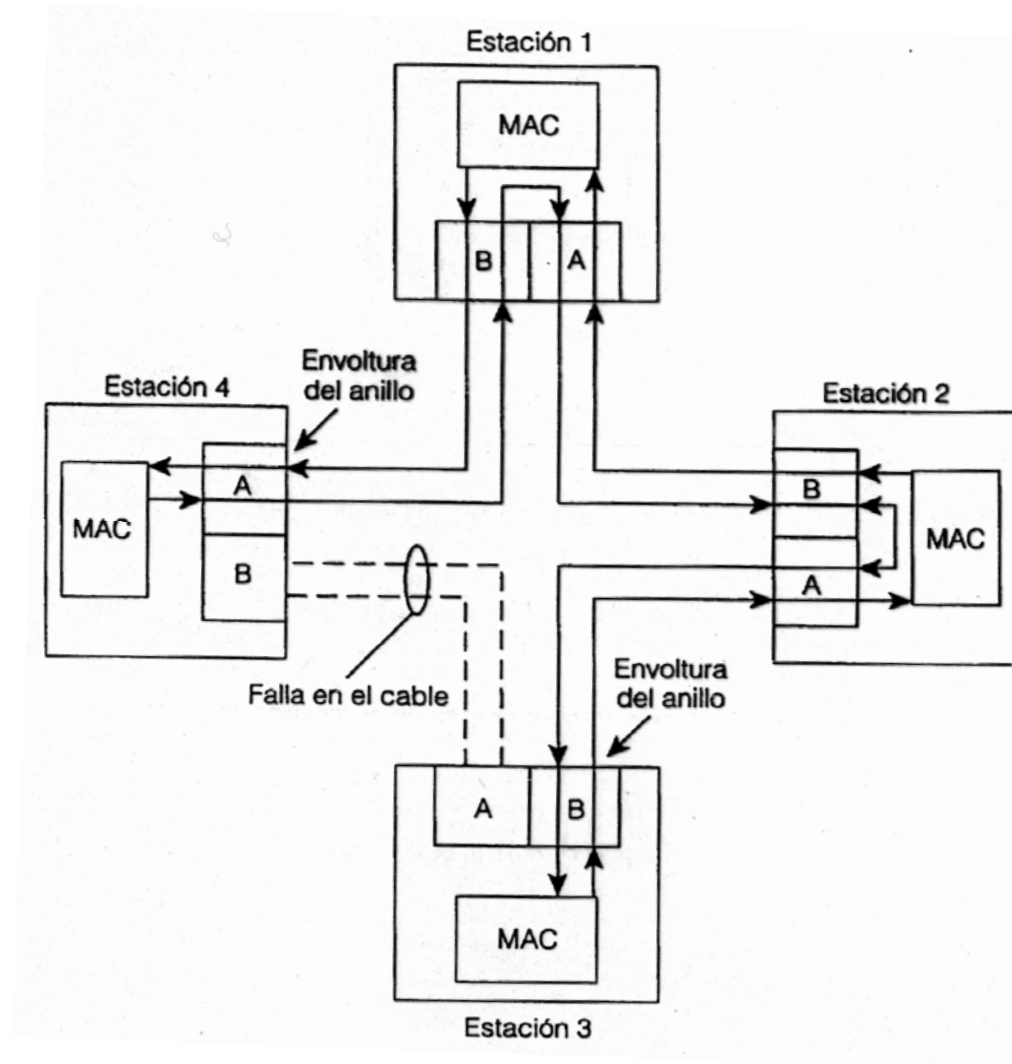
Rendimiento en función de a para las técnicas de paso de testigo y CSMA/CD.



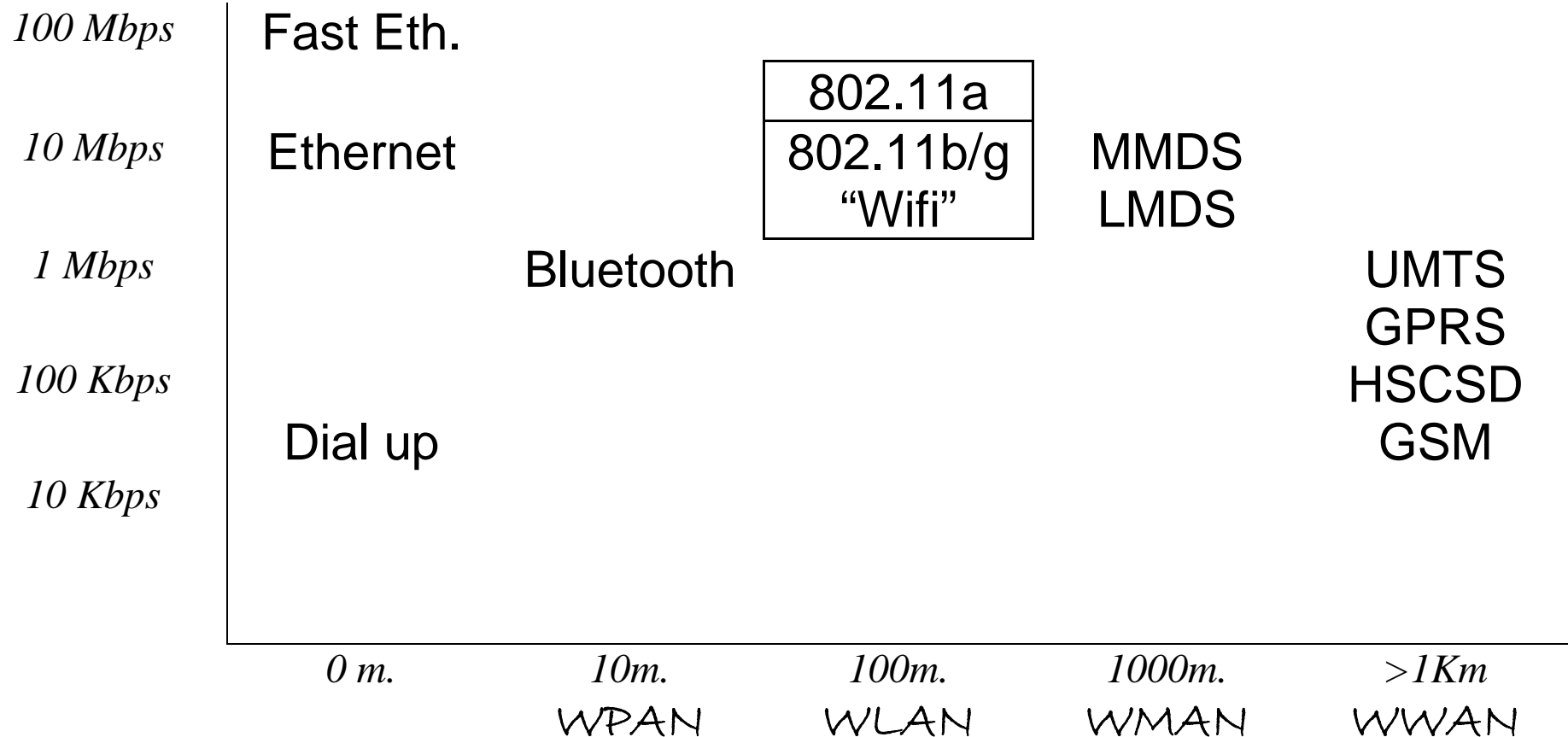
FDDI. Conexión física



FDDI. Conexión lógica



Redes Inalámbricas (I)



Redes Inalámbricas (II)

802.11a:

- Hasta 54 Mbps. (hasta 108 Mbps con tecnologías no estándar). Opera en los 5 Ghz. Hasta 64 usuarios por punto de acceso.
- Rápida, sin interferencias, con mercado, “sin licencia”.
- Incompatible con 802.11b y g. Sin QoS. Reservada a Hyperlan2 en Europa.

802.11b:

- 11Mbps (22 fuera de estándares). Banda 2,4 Ghz. 32 usuarios por PA.
- Sí es estándar. Bajos precios. Banda gratuita en todo el mundo.
- Sin QoS. Masificación de éstas frecuencias (teléfonos, teclados, ratones, hornos, Bluetooth,...).

802.11g:

- 54Mbps. Banda 2,4 Ghz. 32 usuarios por PA.
- Igual que “b” pero más rápida.

Redes Inalámbricas (III)

- ❖ Constituidas por **TR** (terminales de red) y **PA** (Puntos de acceso), cuya comunicación dependerá de:
 - **Velocidad máxima.**
 - **Distancia.**
 - **Elementos intermedios.**
 - **Saturación del espectro de frecuencias.**
- ❖ Las antenas pueden ser:
 - **Omnidireccionales.** Menor alcance, independencia de la orientación.
 - **Direccionales.** Más alcance, orientación para cubrir una zona concreta.
- ❖ Las topologías:
 - **Ad Hoc.** (modo *Master*)
 - **Infraestructura.** (modos *Managed* en TR y *Master* en PA).
 - **Redes acopladas.** (redes “Mesh”)
- ❖ La seguridad: Existen diferentes sistemas (WEP, OSA/SKA, ACL, CNAC(SSID), IPSec, VPNs,...). En desarrollo en el IEEE 802.11i.

Interconexión: Introducción

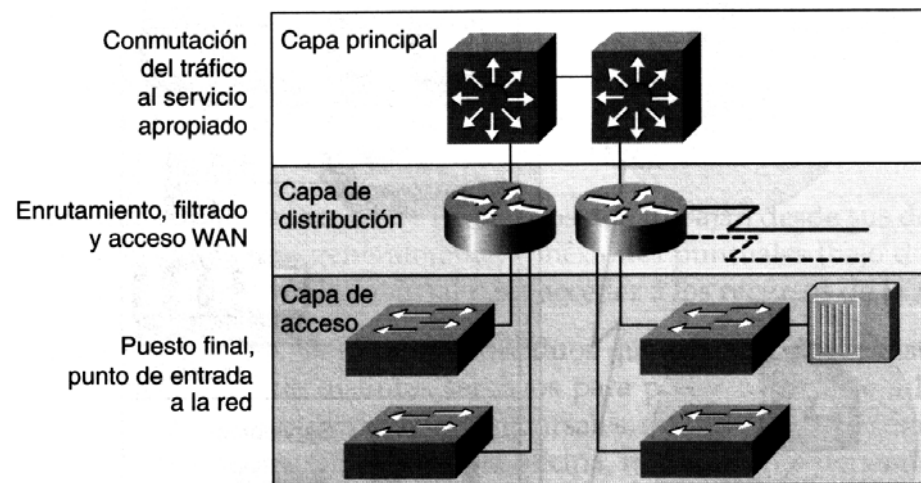


Figura 1.3. Modelo jerárquico de red basado en tres capas.

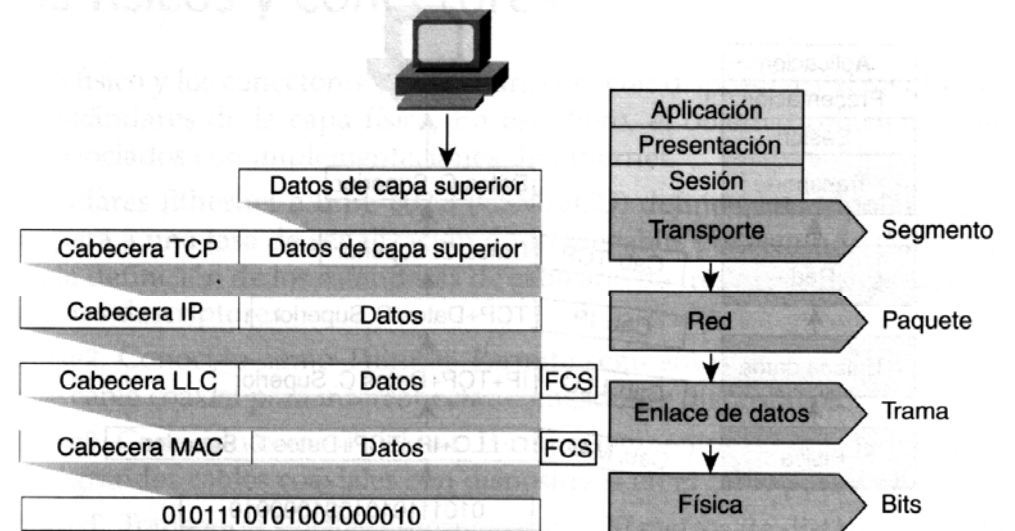


Figura 1.7. Encapsulado de datos.

Dominio de Colisiones

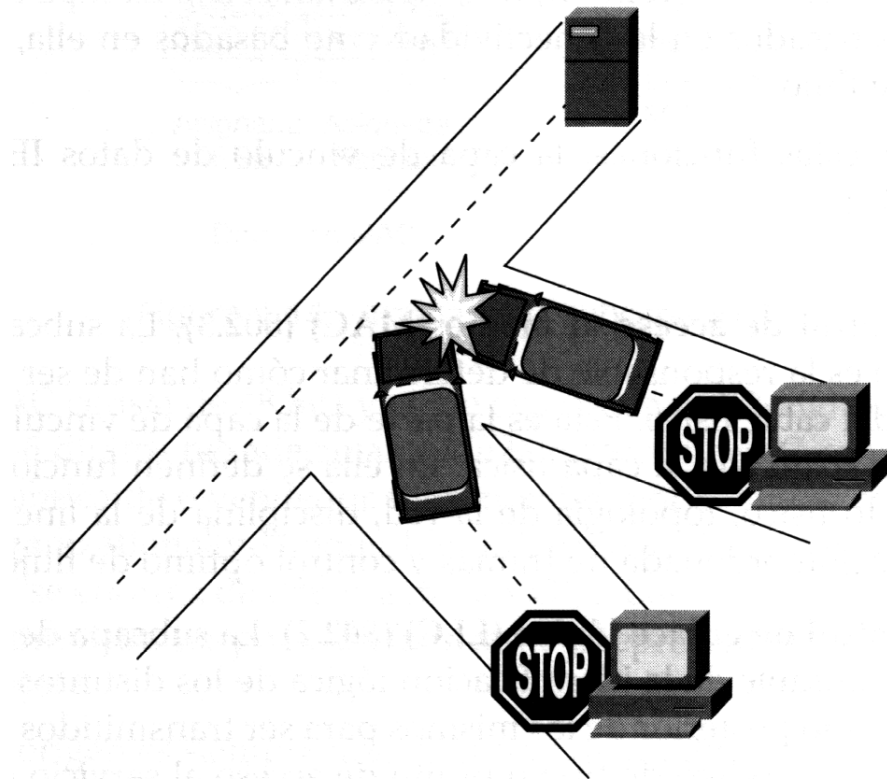


Figura 1.12. Colisiones en Ethernet.

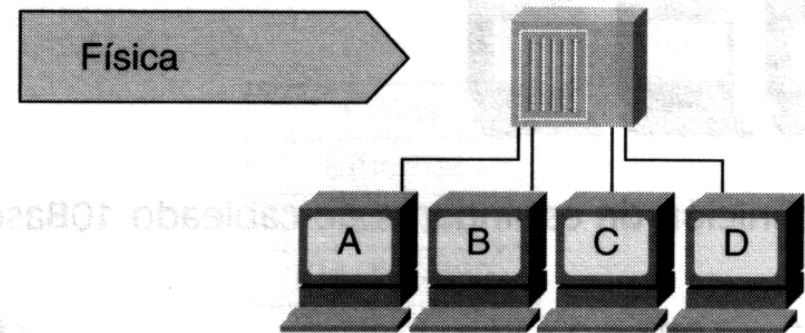
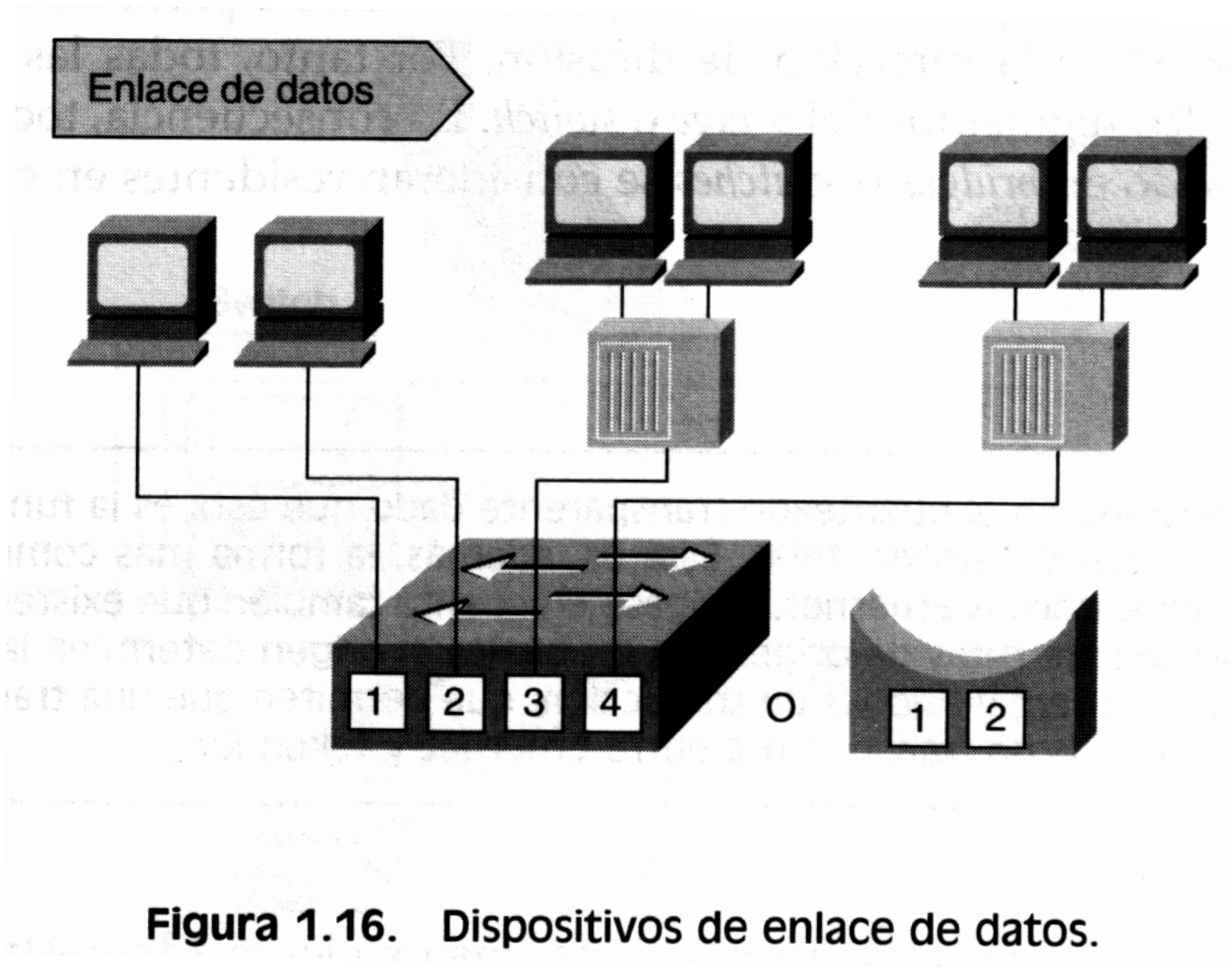


Figura 1.11. Hub Ethernet.

Puente Switch



Limitación del dominio de colisiones

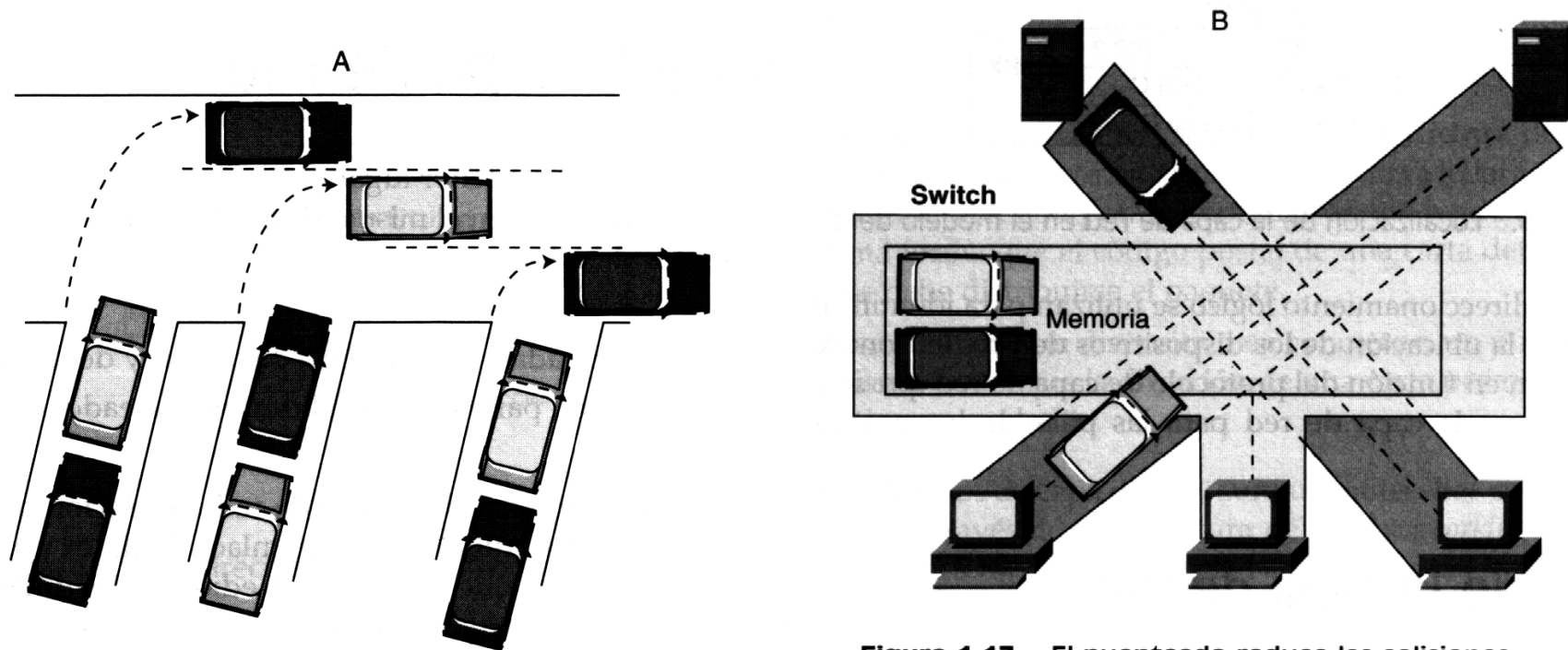
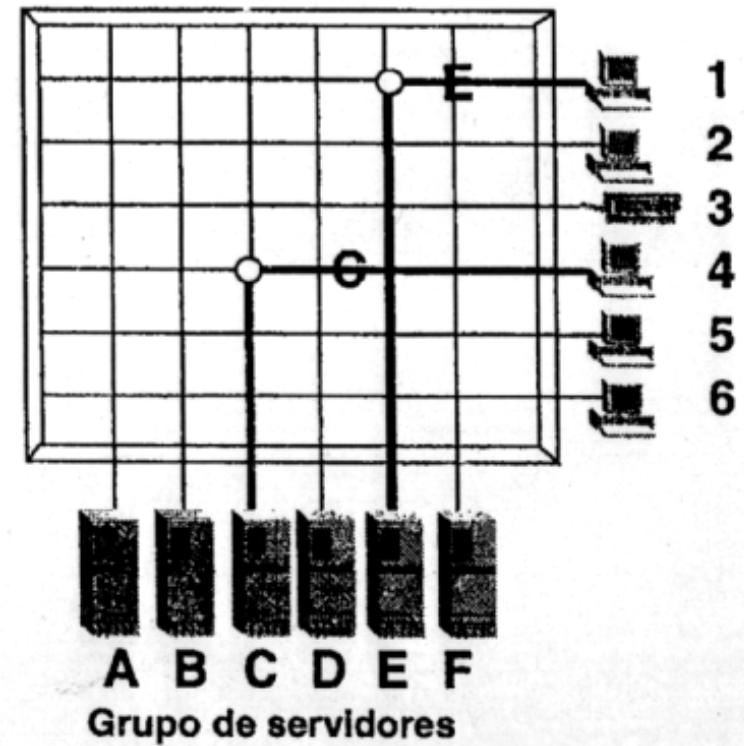
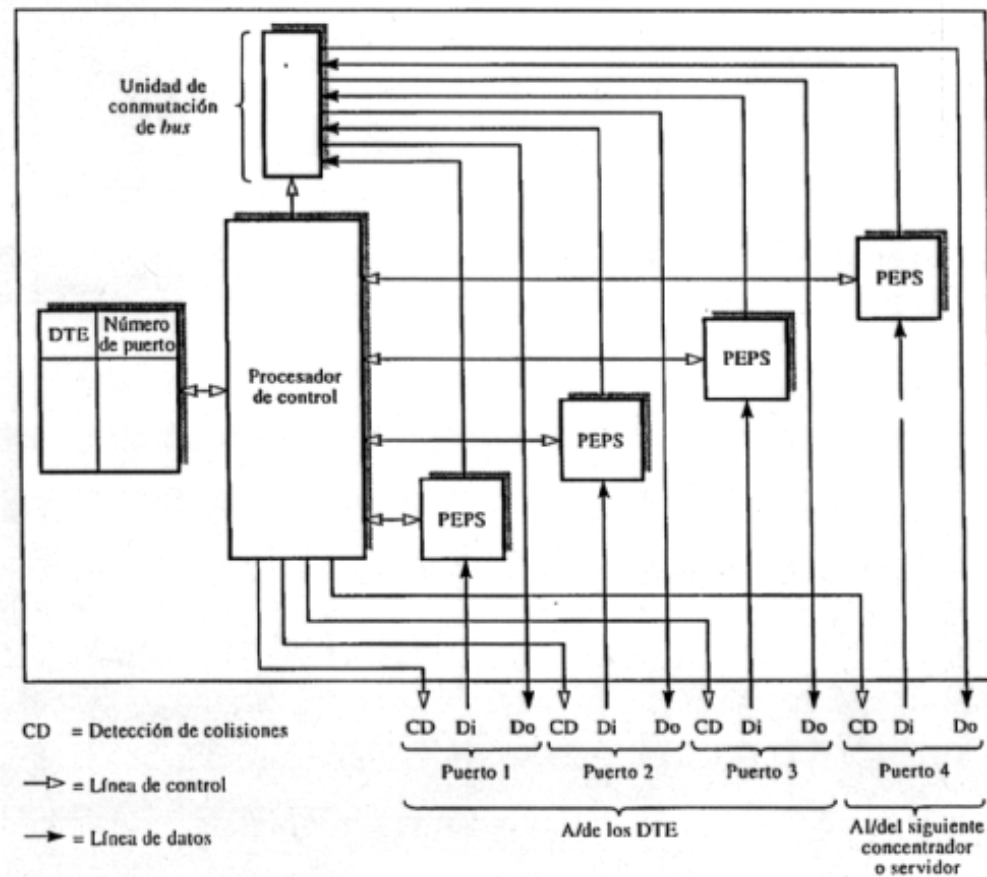
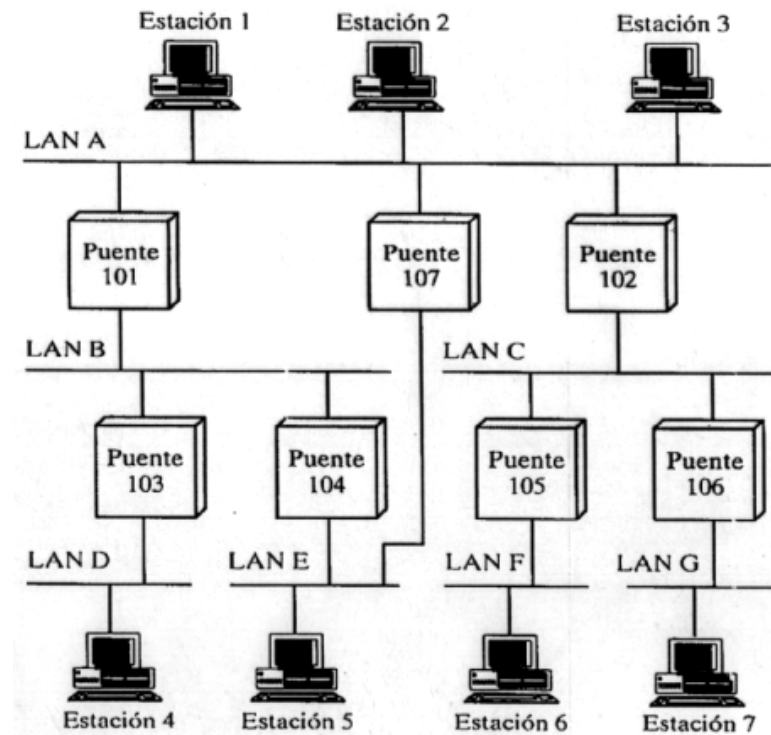
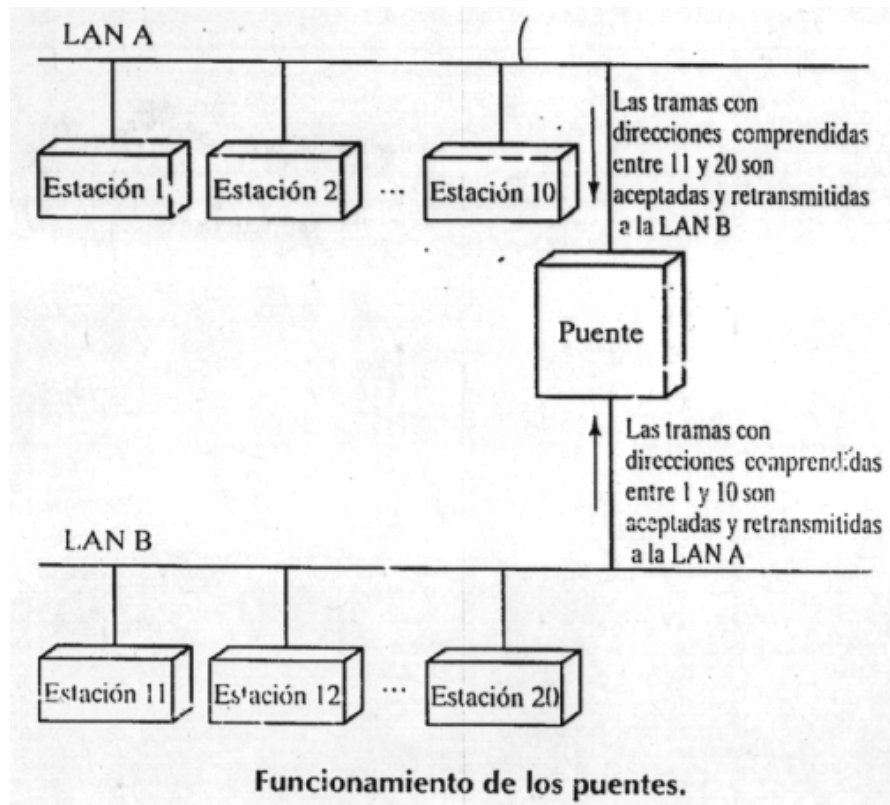


Figura 1.17. El punteado reduce las colisiones.

HUB Conmutados

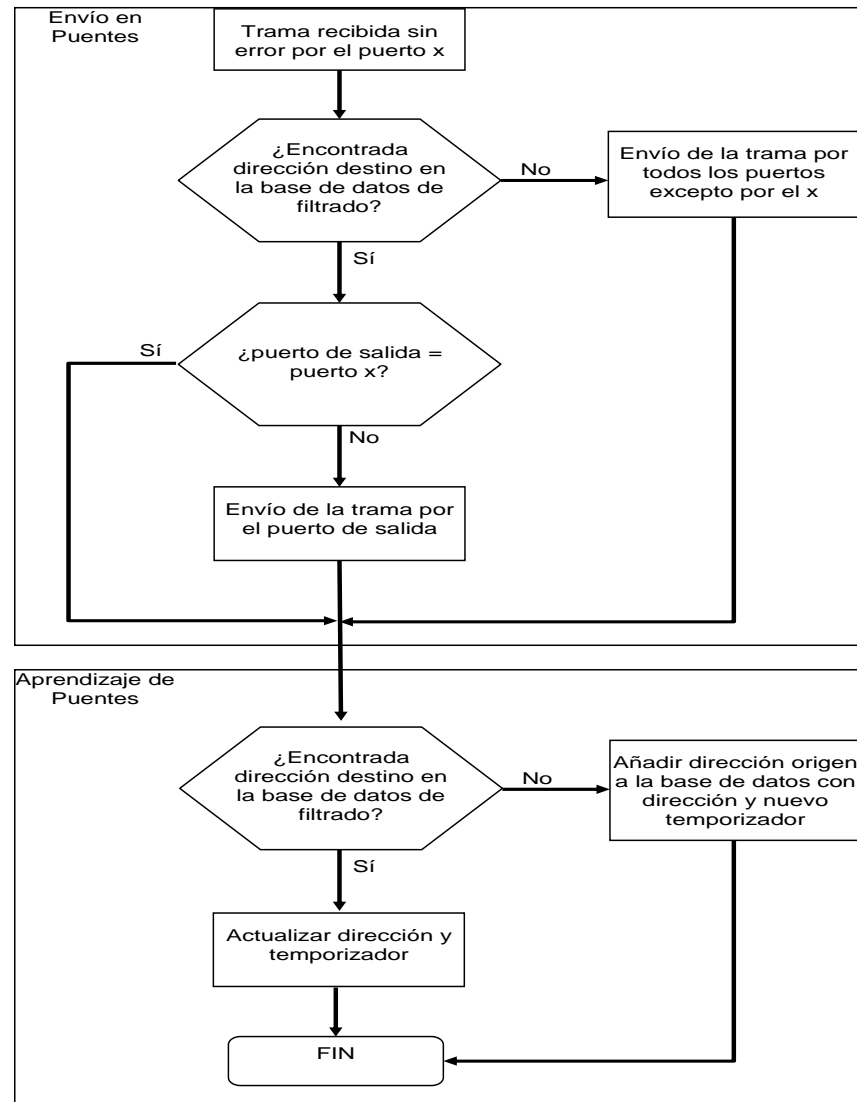


Puentes y Encaminamiento



Configuración de puentes y redes LAN con rutas alternativas.

Algoritmo de Encaminamiento



Aprendizaje de direcciones

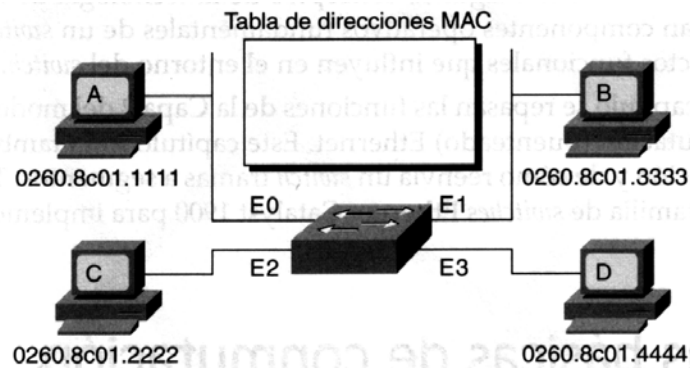


Figura 5.1. Aprendizaje de direcciones: tabla de direcciones MAC inicial.

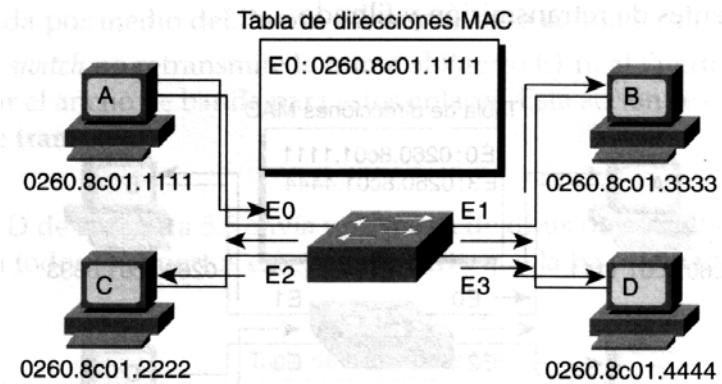


Figura 5.2. Aprendizaje de direcciones: paquete inundado.

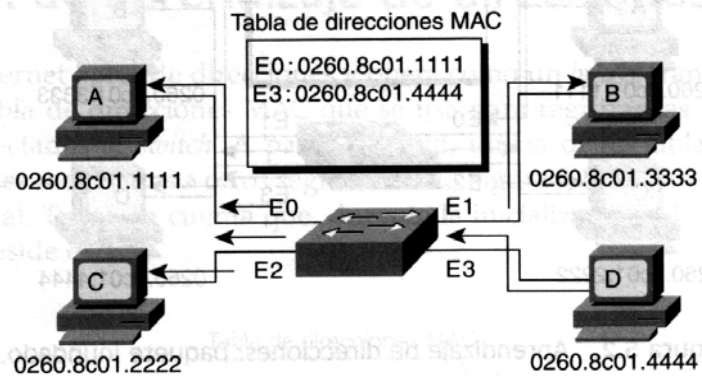


Figura 5.3. Aprendizaje de direcciones: respuesta del puerto.

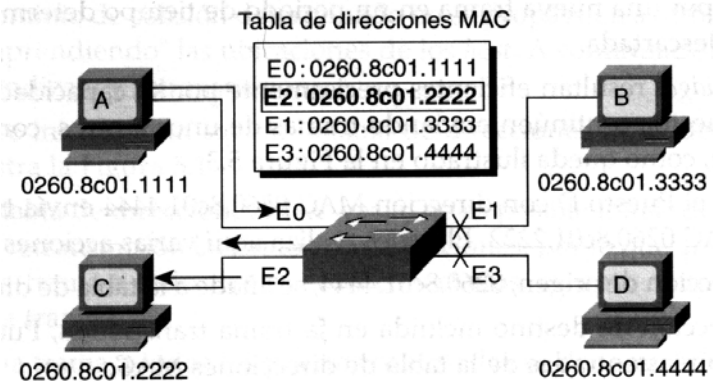


Figura 5.4. Decisión de filtrado del switch.

Difusión

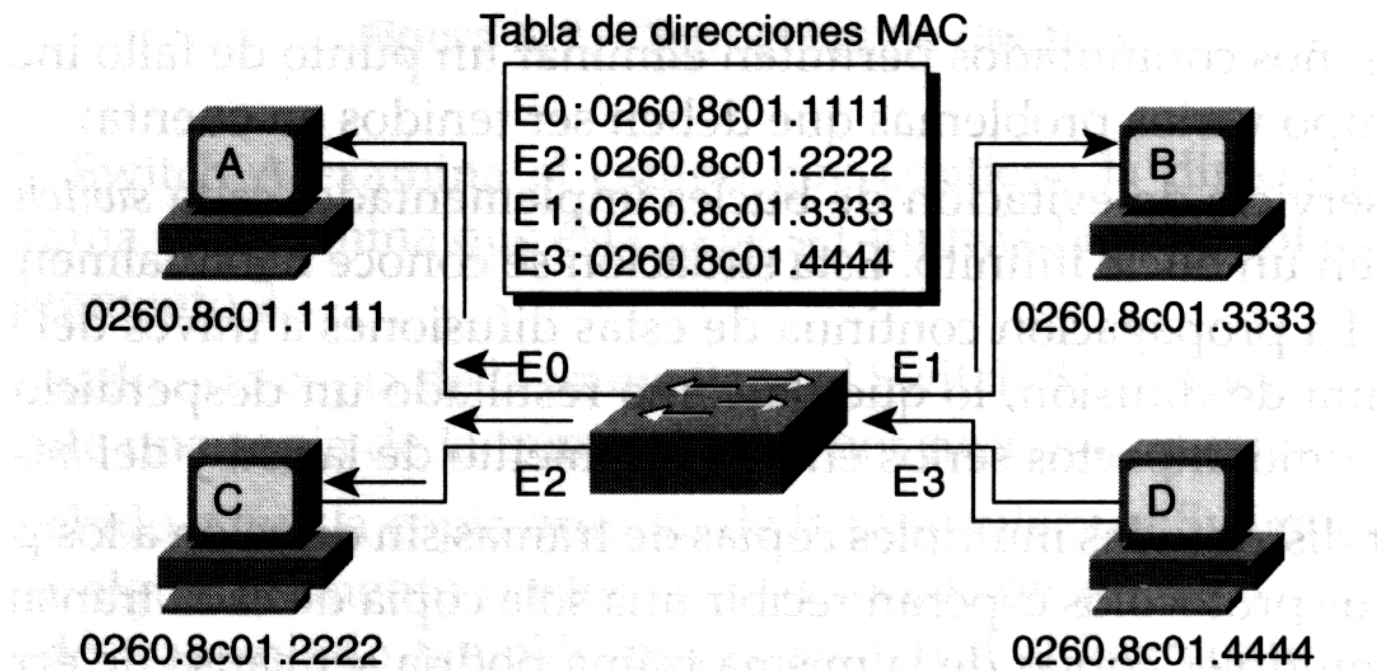
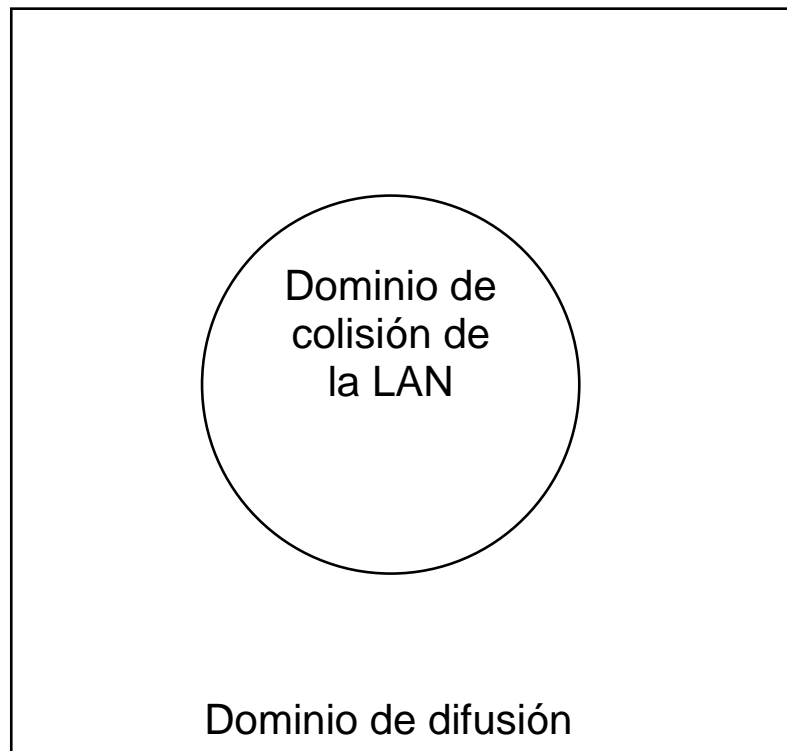


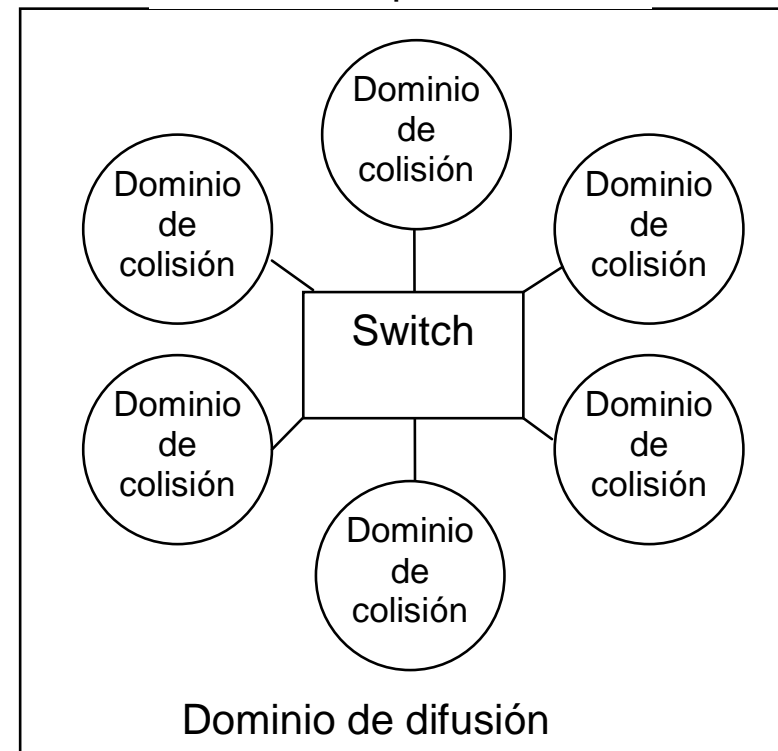
Figura 5.5. Trama de difusión.

Dominio de colisión/difusión

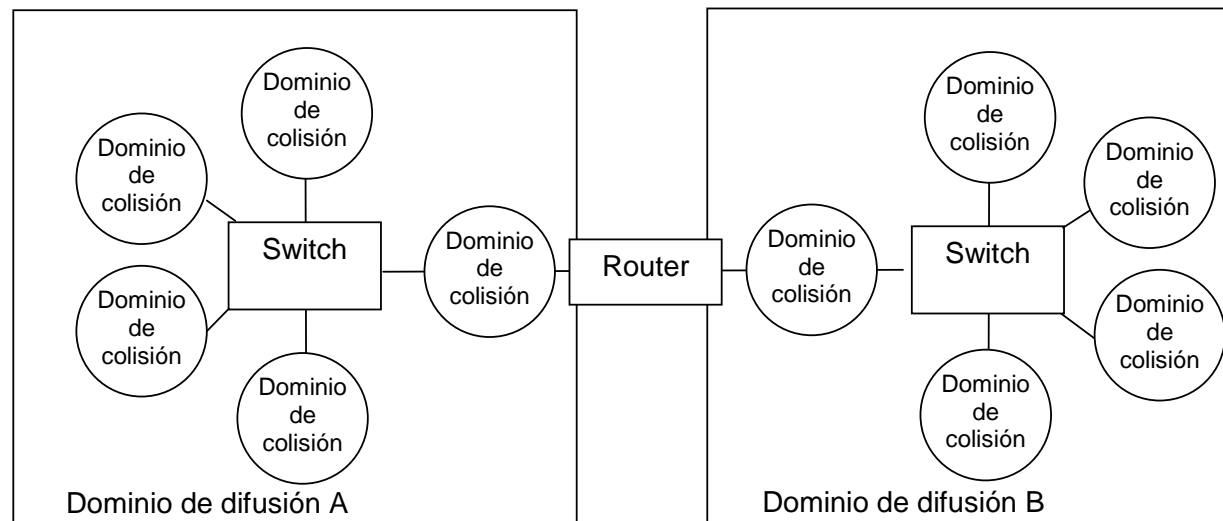
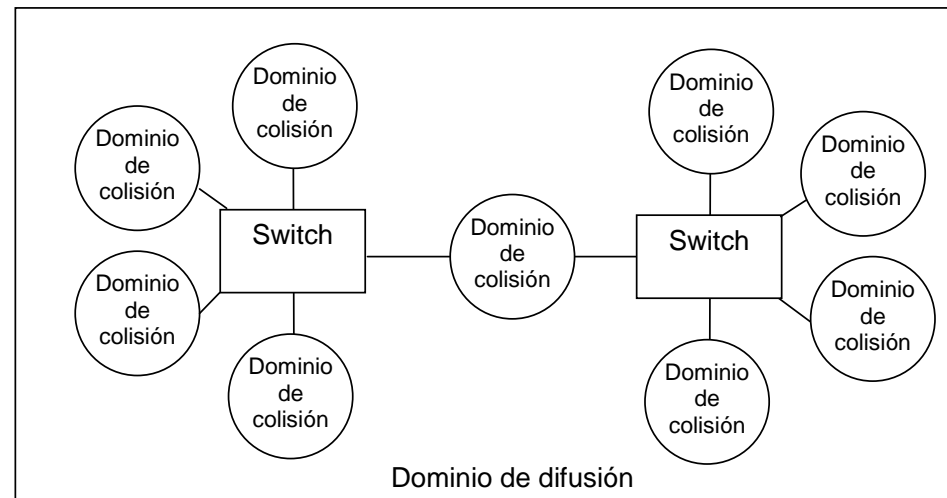
Antes



Después



Dominio de colisión/difusión



Dominio colisión/difusión

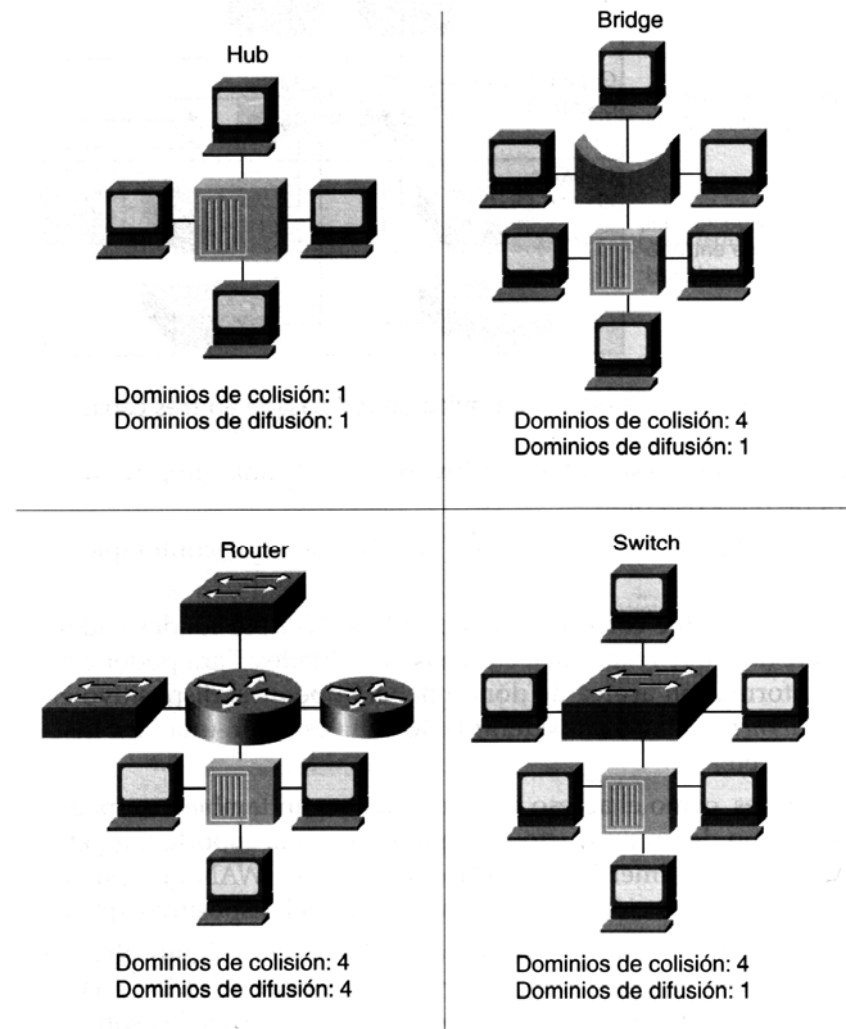
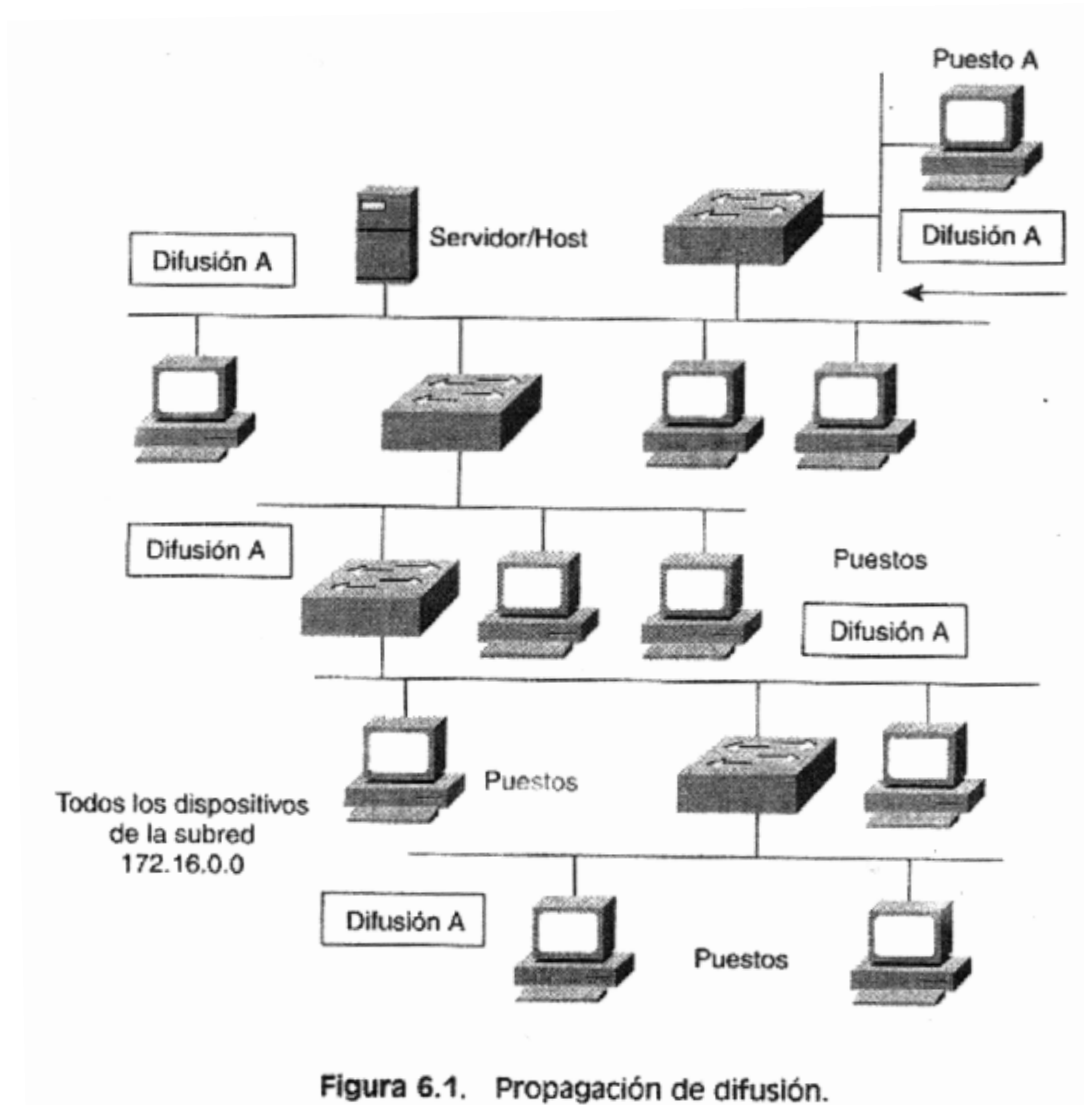


Figura 1.25. Funciones de los dispositivos de red.

Difusión



Segmentación

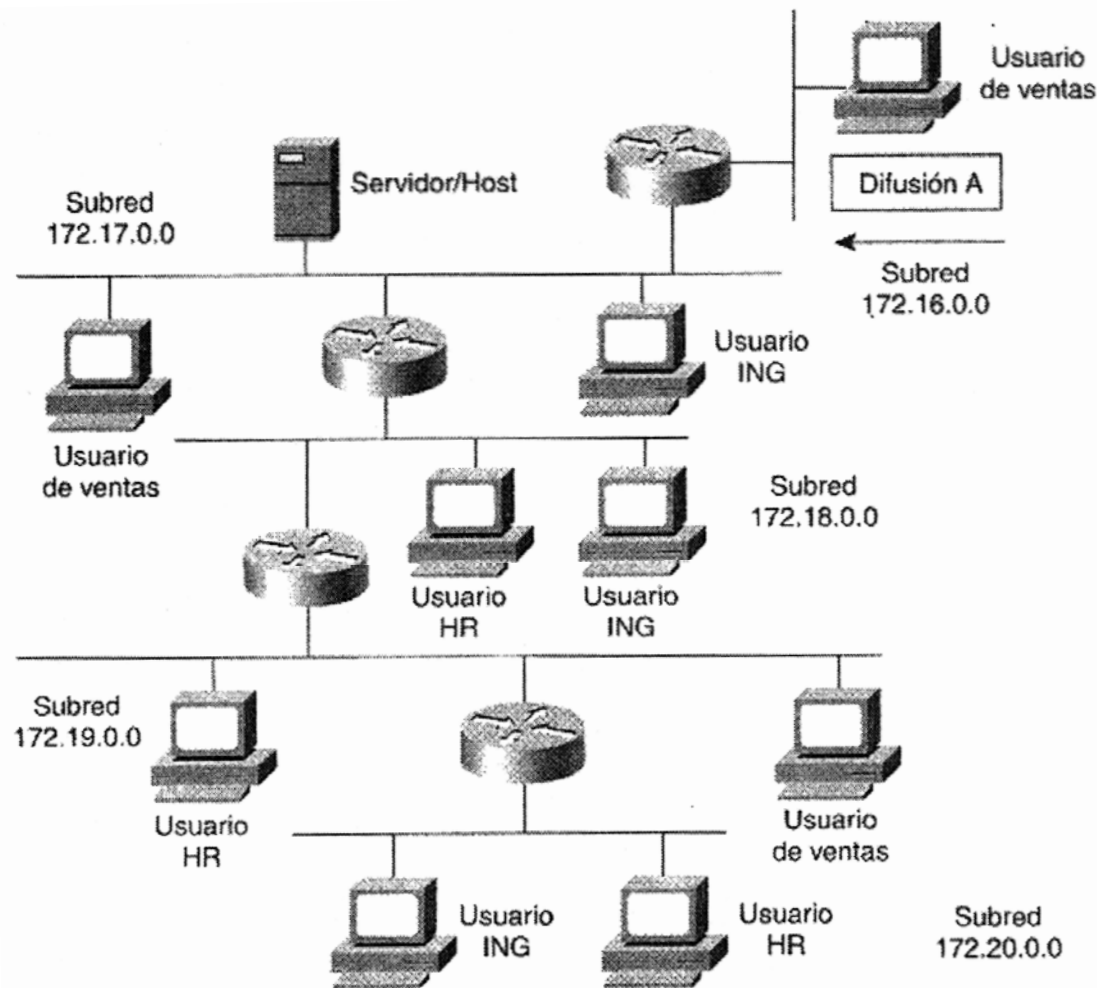


Figura 6.2. Múltiples dominios de difusión utilizando routers.