

Bloque III

Redes de Computadores

Sistemas Telemáticos
2010-2011

Rafael Sebastian
Departamento de Informática
Escuela Técnica Superior de Ingenierías
Universitat de València
Adaptado de Rogelio Montañana





Índice de contenido

- Conceptos de redes
- **Redes de área local (LAN)**
- Redes de área amplia (WAN)
- Enrutamiento
- Protocolo de red: IP
- Protocolo de transporte: TCP
- Aplicaciones



Objetivos sección

- ✓ Describir los principios de funcionamiento de una red de área local
- ✓ Tecnologías y estándares a nivel físico e una LAN
- ✓ Colisiones y protocolos MAC en una LAN y WLAN
- ✓ Conmutación, segmentos y principios de diseño de una red LAN



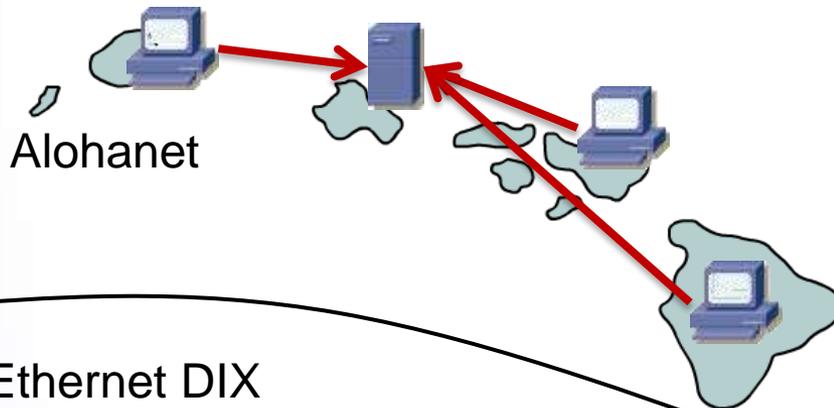
Antecedentes de Ethernet

- **1969:** Nace ARPANET
- **1970:** Norman Abramson crea red Alohonet en Hawaii utilizando emisoras de radio taxis viejos
 - Arquitectura maestro-esclavo (como los radio taxis)
 - Dos canales:
 - Descendente (Maestro→Esclavo): un solo emisor
 - Ascendente (Esclavo→Maestro): compartido por 3 'esclavos'



La red Alohanet

- Sencillez y facilidad de mantenimiento
- Capacidad para incorporar nuevas tecnologías
- Confiabilidad
- Bajo costo de instalación y de actualización

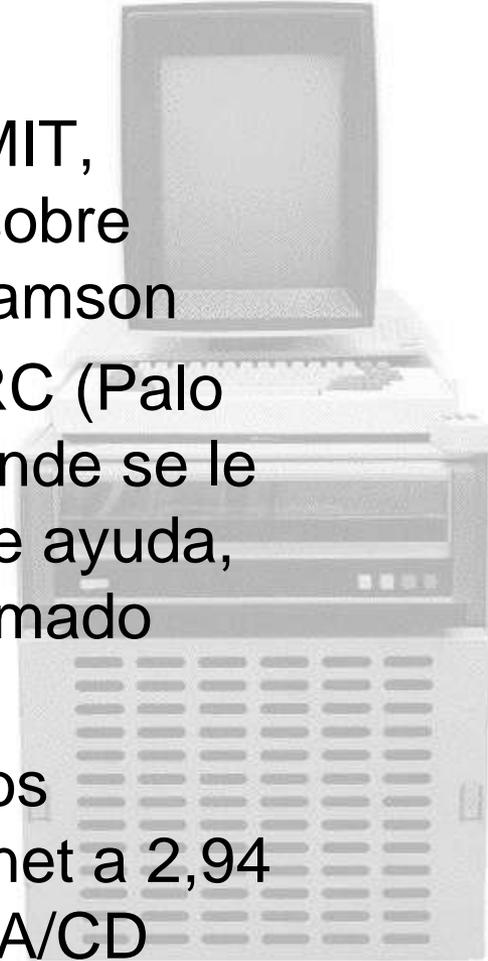


- Nació en los años 70
- Se diseñó para comunicación en medios compartidos
- Se desarrolló en Hawai y fue llamado Alohanet



Aparición de Ethernet

- **1970: Robert Metcalfe**, estudiante del MIT, empieza una tesis doctoral en Harvard sobre optimización del protocolo Aloha de Abramson
- **1972:** Metcalfe se traslada al Xerox PARC (Palo Alto Research Center, Silicon Valley) donde se le encarga diseñar la red del laboratorio. Le ayuda, un estudiante de la Univ. de Stanford llamado **David Boggs**
- **1973:** Metcalfe y Boggs interconectan dos ordenadores con una red llamada Ethernet a 2,94 Mb/s usando un protocolo llamado CSMA/CD



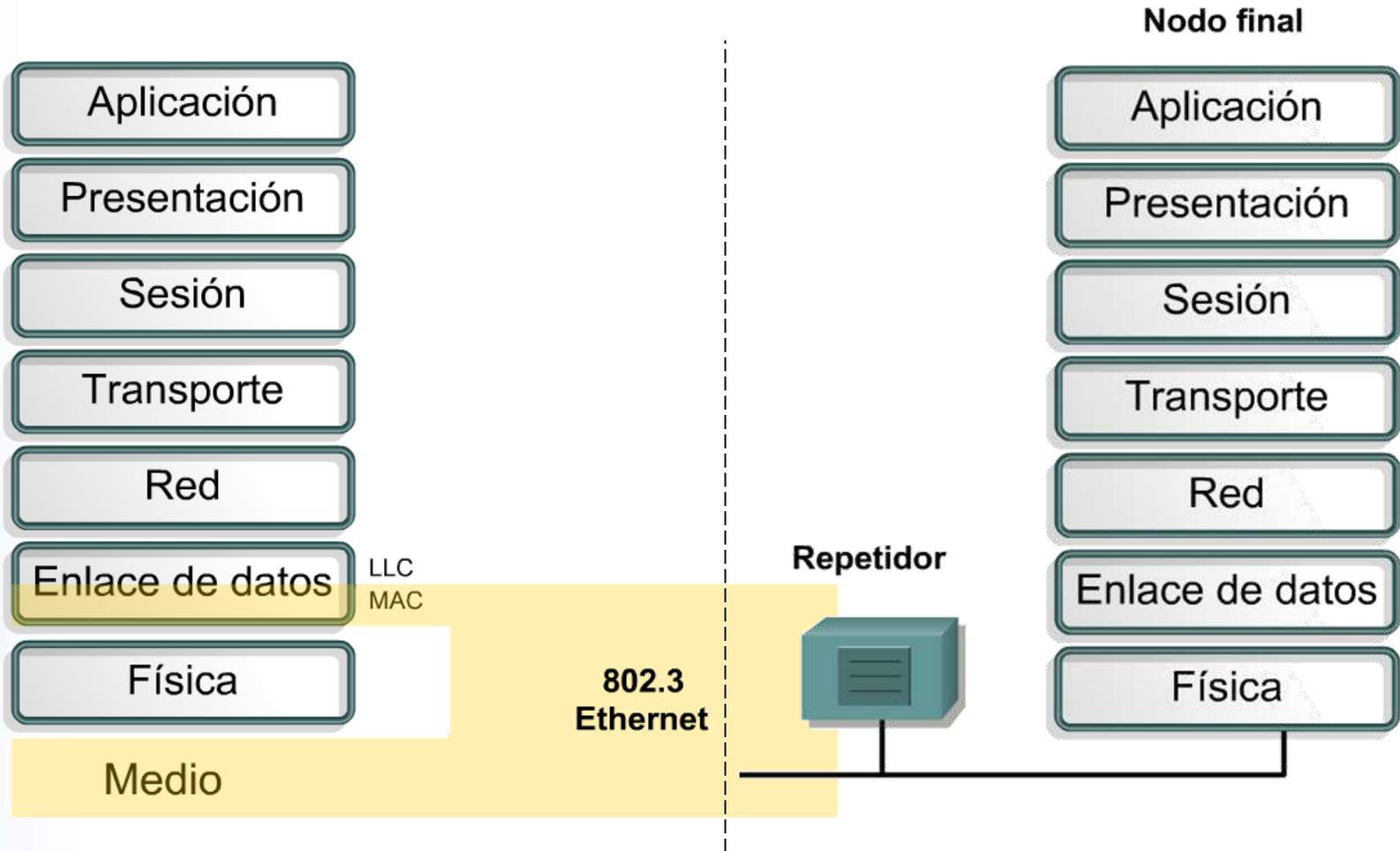


Aparición de Ethernet

- **1976**: Xerox crea una nueva división para el lanzamiento comercial de los PCs y de Ethernet, pero el intento fracasa
- **1979**: Metcalfe abandona Xerox y promueve la creación del consorcio DIX (Digital-Intel-Xerox) para potenciar el uso de Ethernet (ya entonces a 10 Mb/s). Metcalfe crea 3Com
- **1980**: DIX publica Ethernet v 1.0
- **Febrero de 1980**: el IEEE (Institute for Electric and Electronic Engineers) crea el proyecto 802 para aprobar el estándar de redes locales



Ethernet y el modelo OSI





Capa física y de enlace IEEE 802

- La capa 1
 - No diferencia entre computadoras
 - envía pulsos de corriente
- La capa 2
 - se comunica con las capas superiores mediante LLC
 - diferencia PCs mediante direcciones MAC
 - agrupa la información en tramas con campos

Subcapa de control de enlace lógico	
Control de acceso al medio 802.3	
Subcapa de señalización física	Medio físico
10BASE5 (500m) 50 Ohm Coax N-Style	10BASE-T (100m) 100 Ohm UTP RJ-45
10BASE2 (185m) 50 Ohm Coax BNC	100BASE-TX (100m) 100 Ohm UTP RJ-45
10BASE-T (100m) 100 Ohm UTP RJ-45	100BASE-CX (25m) 150 Ohm STP mini-DB-9
100BASE-T (100m) 100 Ohm UTP RJ-45	100BASE-SX (220-550m) MM Fiber SC
100BASE-TX (100m) 100 Ohm UTP RJ-45	100BASE-LX (550-5000m) m) MM or SM Fiber SC

Control lógico 802.2	
Puentes 802.1	
Descripción general y arquitectura de 802 (802.1a)	
Ethernet	802.3
Bus de transmisión de tokens	802.4
Token Ring	802.5
Método de acceso DQDB	802.6
Servicios integrados	802.9
LAN inalámbrica	802.11
Prioridad de demanda (VG)	802.12
TV por cable	802.14
Red de área personal inalámbrica	802.15

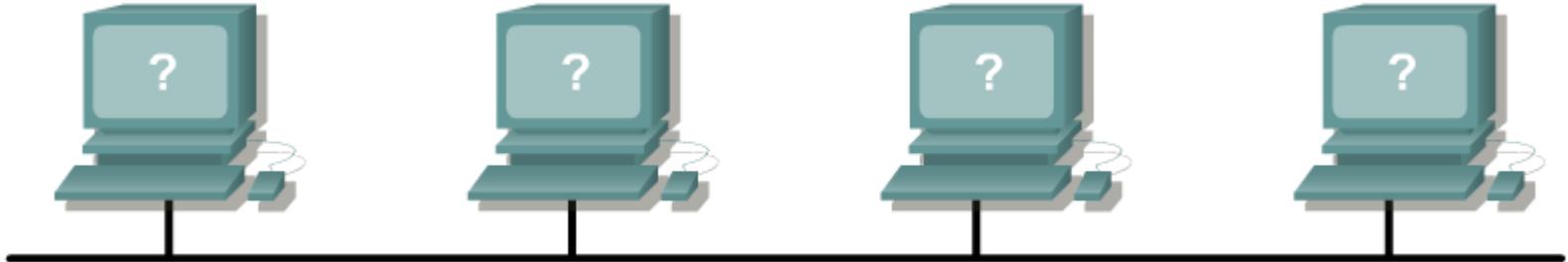


Proyectos del IEEE

- 802.1D: puentes transparentes
- 802.1Q: Redes locales virtuales (VLANs)
- 802.3u: Fast Ethernet
- 802.3x. Ethernet Full dúplex y control de flujo
- 802.3z: Gigabit Ethernet
- 802.3ab: Gigabit Ethernet en cable UTP-5
- 802.3ad: Agregación de enlaces
- 802.3ae: 10 Gigabit Ethernet



Direccionamiento Ethernet



Dirección MAC

Identificador Exclusivo de Organización (OUI)	Fabricante asignado (Tarjetas NIC, Interfaces)
24 bits	24 bits
6 dígitos hexadecimales	6 dígitos hexadecimales
00 60 2F	3A 07 BC
Cisco	dispositivo específico

Tamaño: **48 bits**
Especificadas en fábrica
Grabadas en la ROM



Entramado de capa 2

Trama de datos estándar de Ethernet

Nombres de campos				
A	B	C	D	E
Campo de inicio de trama	Campo de dirección	Campo de tipo/longitud	Campo de datos	Campo FCS

Los bits se agrupan en *tramas* definidas por *campos* de modo que los PCs que los reciben pueden interpretar el contenido de la información.



Estructura de la trama IEEE 802.3



Cálculo FCS							
Preámbulo	SFD	Destino	Origen	Longitud / Tipo	Datos	Relleno	FCS
7	1	6	6	2	46 a 1500		4

Campos de tramas Ethernet IEEE 802.3

Octetos Descripción

- 7 Preámbulo
- 1 Delimitador de inicio de trama (SFD)
- 6 Dirección MAC de destino
- 6 Dirección MAC de origen
- 2 Campo de longitud/Tipo (longitud si es menos que 0600 hexadecimal, de lo contrario tipo de protocolo)
- 46 a 1500 Datos* (si es menos de 46 octetos, se debe agregar un relleno al final)
- 4 Secuencia de verificación de trama (suma de comprobación CRC)



Estructura de la trama Ethernet II

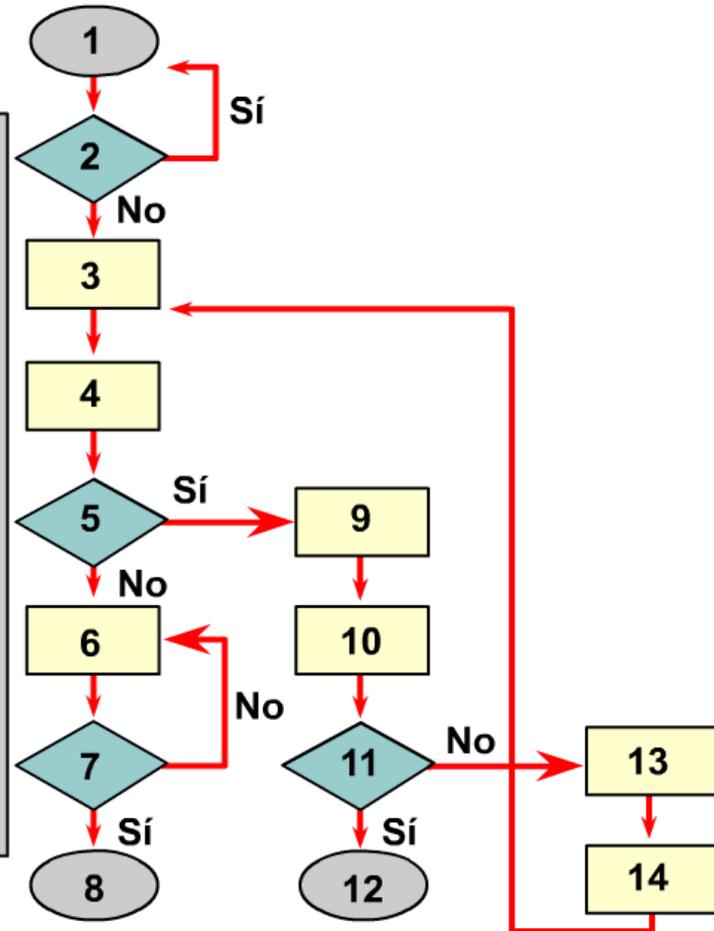
Preámbulo	Destino	Origen	Tipo	Datos	Relleno	FCS
8	6	6	2	46 a 1500		4

Octetos	Descripción
• 8	Preámbulo (termina en el patrón 10101011, el 802.3 SFD)
• 6	Dirección MAC de destino
• 6	Dirección MAC de origen
• 46 a 1500	Datos* (si es menos de 46 octetos, se debe agregar un relleno al final)
• 2	Campo de tipo
• 4	Secuencia de verificación de trama (suma de comprobación CRC)



Fases del protocolo CSMA/CD

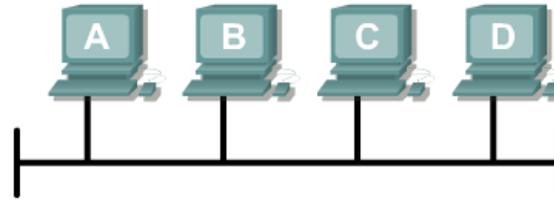
1. El host desea transmitir
2. ¿Se ha detectado la portadora?
3. Ensamblar trama
4. Inicio de la transmisión
5. ¿Se ha detectado una colisión?
6. Seguir transmitiendo
7. ¿Se realizó la transmisión?
8. Transmisión completa
9. Señal de atascamiento de broadcast
10. Intentos = Intentos + 1
11. Intentos > ¿Demasiados?
12. Demasiadas colisiones; interrumpir la transmisión
13. El algoritmo calcula la postergación
14. Esperar t microsegundos



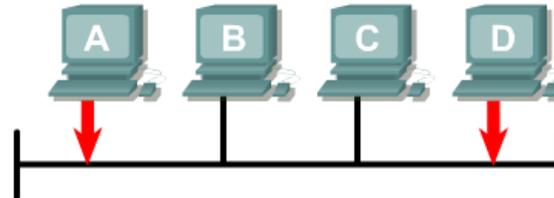


Capa MAC y protocolo CSMA/CD

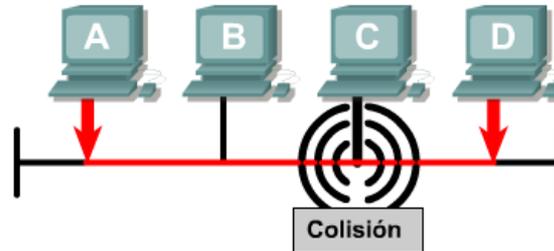
Detección de portadora



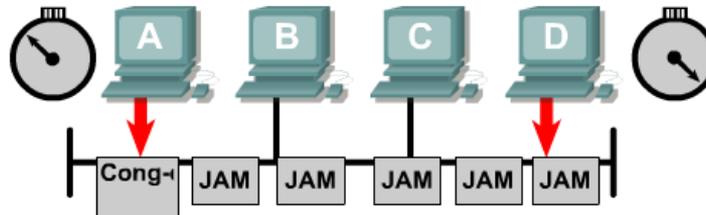
Acceso múltiple



Colisión



Detección de colisiones
(algoritmo de postergación)





Capa MAC y protocolo CSMA/CD

- El tiempo que la señal tarda en ir y volver debe ser siempre menor que el tiempo de emisión de la trama mínima:
 - Trama mínima: **64 bytes** (512 bits)
 - Tiempo de ida y vuelta máximo: **51,2 μs** a 10 Mb/s, **5,12 μs** a 100 Mb/s
- A 180.000 Km/s (velocidad aproximada de la luz en fibra y de la electricidad en cobre) la distancia máxima es:
 - A 10 Mb/s: $51,2 * 10^{-6} * 180 * 10^6 = 9.200 / 2 = 4.600 \text{ m}$
 - A 100 Mb/s: $5,12 * 10^{-6} * 180 * 10^6 = 920 / 2 = 460 \text{ m}$
- Si la distancia entre dos estaciones es mayor se producen 'colisiones tardías' y colisiones no detectadas. Esto es nefasto para el rendimiento.



Temporización de Ethernet

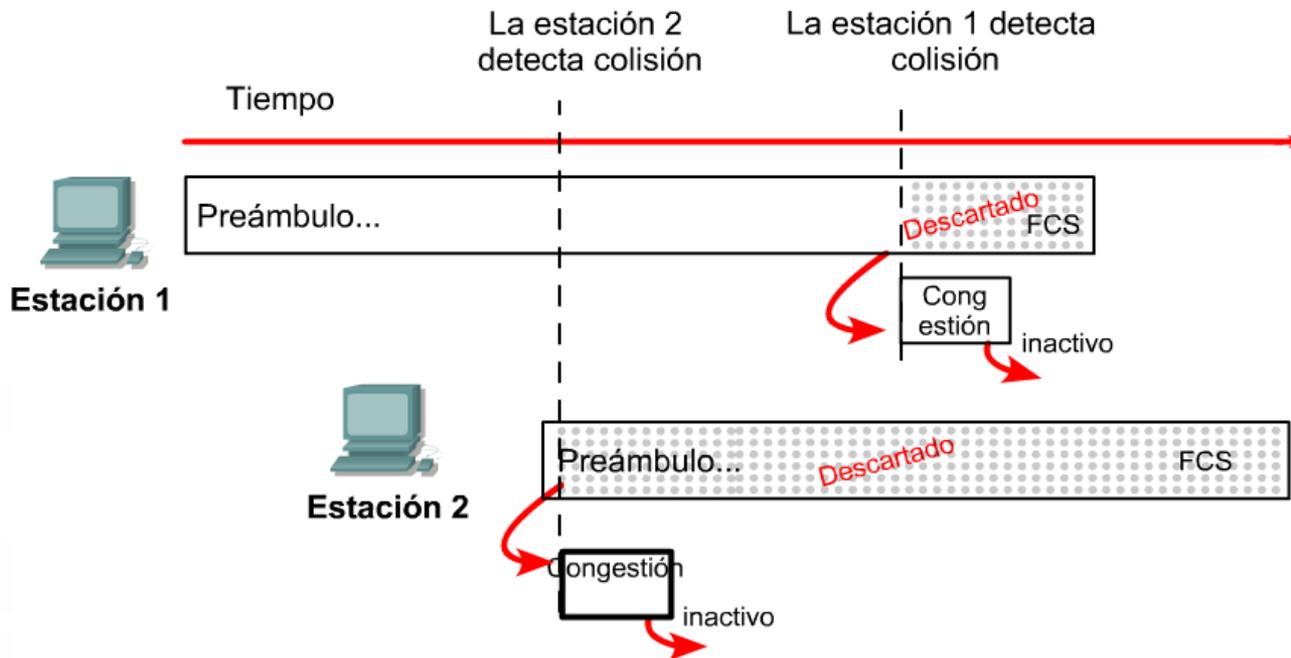
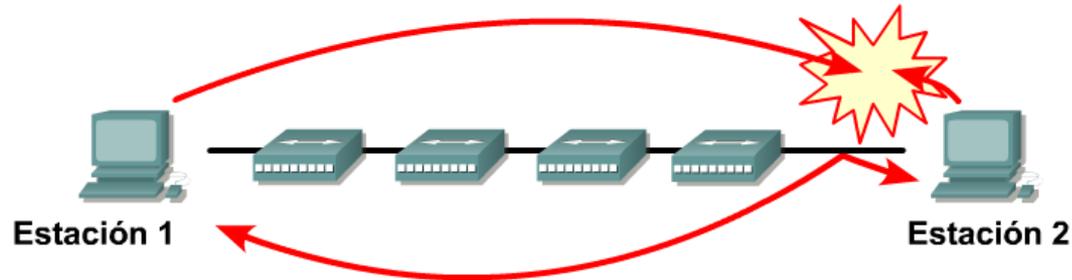
Velocidad de Ethernet	Período de bit
10 Mbps	100 ns
100 Mbps	10 ns
1000 Mbps = 1 Gbps	1 ns
10,000 Mbps = 10 Gbps	.1 ns

Velocidad	Espacio entre las tramas	Tiempo requerido
10 Mbps	96 tiempos de bit	9.6 μ s
100 Mbps	96 tiempos de bit	0.96 μ s
1 Gbps	96 tiempos de bit	0.096 μ s
10 Gbps	96 tiempos de bit	0.0096 μ s

Velocidad:	Ranura temporal	Intervalo de tiempo
10 Mbps	512 bit-times	51.2 μ s
100 Mbps	512 bit-times	5.12 μ s
1 Gbps	4096 bit-times	4.096 μ s
10 Gbps	no es aplicable	no es aplicable

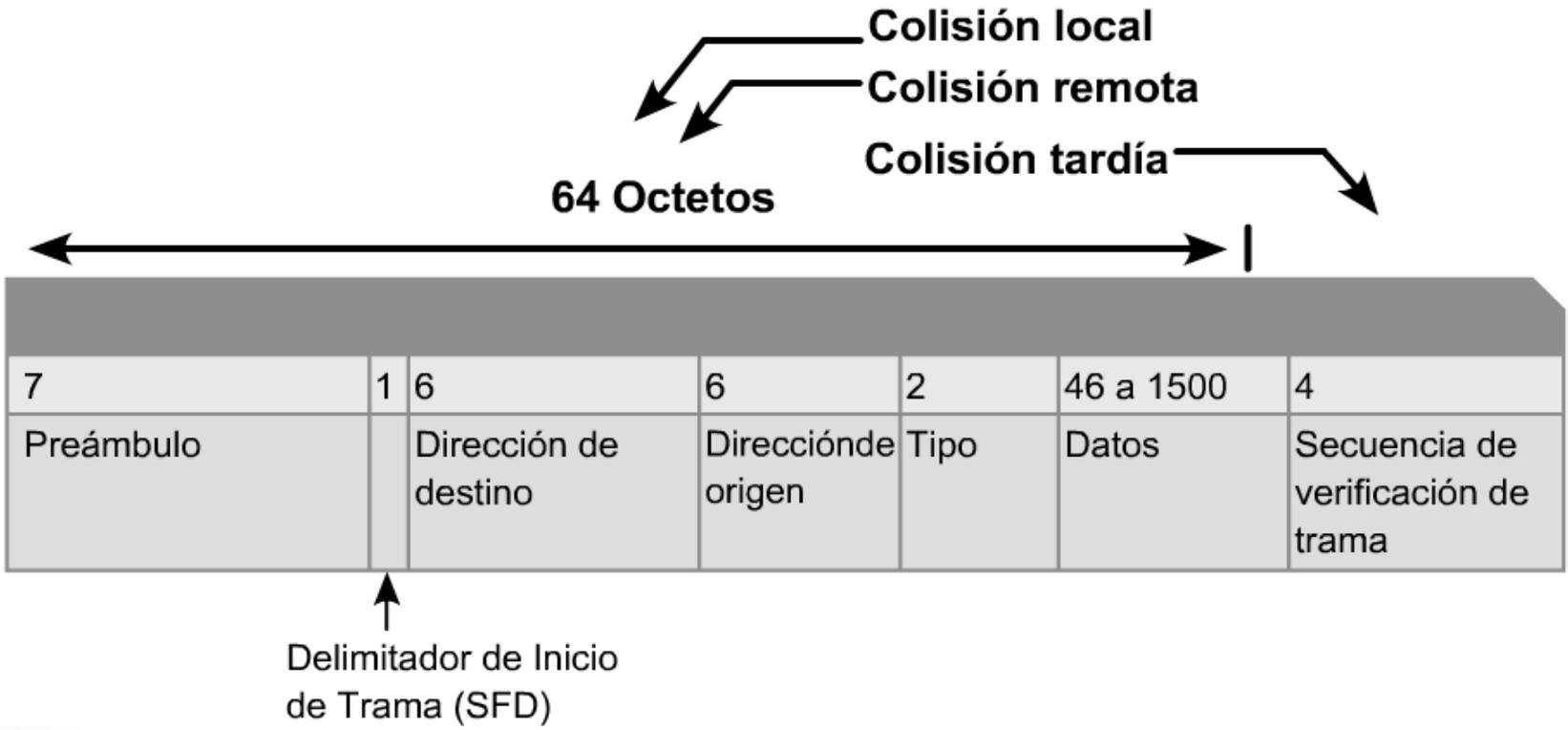


Manejo de errores





Tipos de colisiones





Riesgo de colisión

- Conviene minimizarlas ya que reducen rendimiento, pero son un evento normal en Ethernet.
- El riesgo de colisión solo se da en los **primeros 64 bytes**, a partir de ese momento la estación transmisora ya 'posee' el cable.
- Las tramas grandes tienen menos riesgo de colisión.
- En caso de colisión los reintentos se producen a intervalos aleatorios, cada vez mayores (retroceso exponencial binario truncado).



Retroceso Exponencial binario

- Si se produce una colisión la estación para de transmitir y pone en marcha un reloj que cuenta intervalos. A 10 Mb/s un intervalo son 51,2 μ s.
- De forma aleatoria elige entre transmitir en el intervalo 0 (inmediatamente) o en el 1 (esperar 51,2 μ s)
- Si vuelve a colisionar se para de nuevo y elige un intervalo entre cuatro (0, 1, 2 ó 3) al azar
- El número de intervalos se va duplicando hasta el undécimo intento. A partir de ahí se reintenta cinco veces más pero sin aumentar el número de intervalos.
- Si colisiona 16 veces seguidas la tarjeta «se rinde». Se descarta la trama y se incrementa el contador de 'colisiones excesivas'



Colisiones anormales

- Las **excesivas colisiones**: ocurren cuando la estación agota el máximo de iteraciones (16) previsto por el retroceso exponencial binario. Son un síntoma de excesiva saturación pero en principio pueden ocurrir en una red correctamente diseñada
- Las **colisiones tardías**: se producen cuando se supera la distancia máxima entre algún par de estaciones. También pueden ocurrir por defectos de cableado. Si se producen es que la red está mal diseñada, mal cableada o algún equipo está averiado



Especificidades WLAN

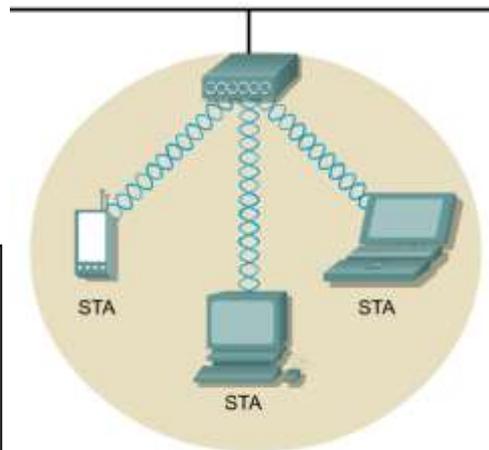
Las direcciones MAC no están sujetas a una localización física

Las señales generadas pueden escapar de nuestro entorno

La frontera del sistema no es observable físicamente

Las comunicaciones son menos fiables que en medios cableados

Las limitaciones inherentes en el ancho de banda obligan a la creación de bloques pequeños



Aparece un nuevo problema, la administración de energía (baterías)



La capa MAC en WLAN

- La capa MAC utiliza una variante de Ethernet llamada **CSMA/CA** (Carrier Sense Multiple Access/Colision Avoidance)
- No puede usarse CSMA/CD porque el emisor de radio una vez empieza a transmitir no puede detectar si hay otras emisiones en marcha (no puede distinguir otras emisiones de la suya propia)

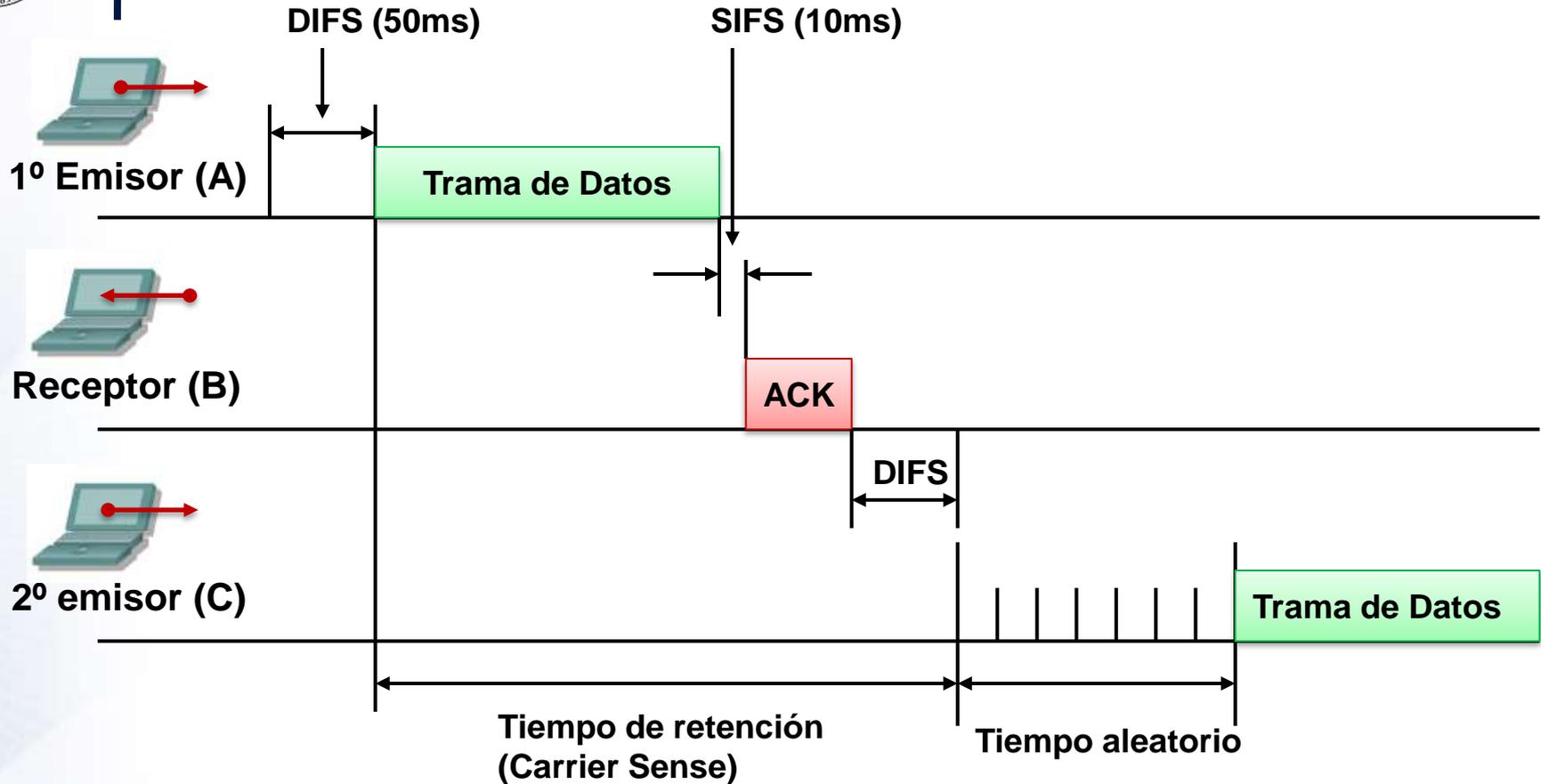


Protocolo CSMA/CA

- Cuando una estación quiere enviar una trama escucha primero para ver si alguien está transmitiendo
- Si el canal está libre la estación transmite
- Si está ocupado se espera a que el emisor termine y reciba su ACK, después se espera un tiempo aleatorio y transmite. El tiempo en espera se mide por intervalos de duración constante
- Al terminar espera a que el receptor le envíe una confirmación (ACK). Si esta no se produce dentro de un tiempo prefijado considera que se ha producido una colisión, en cuyo caso repite el proceso desde el principio



Protocolo CSMA/CA

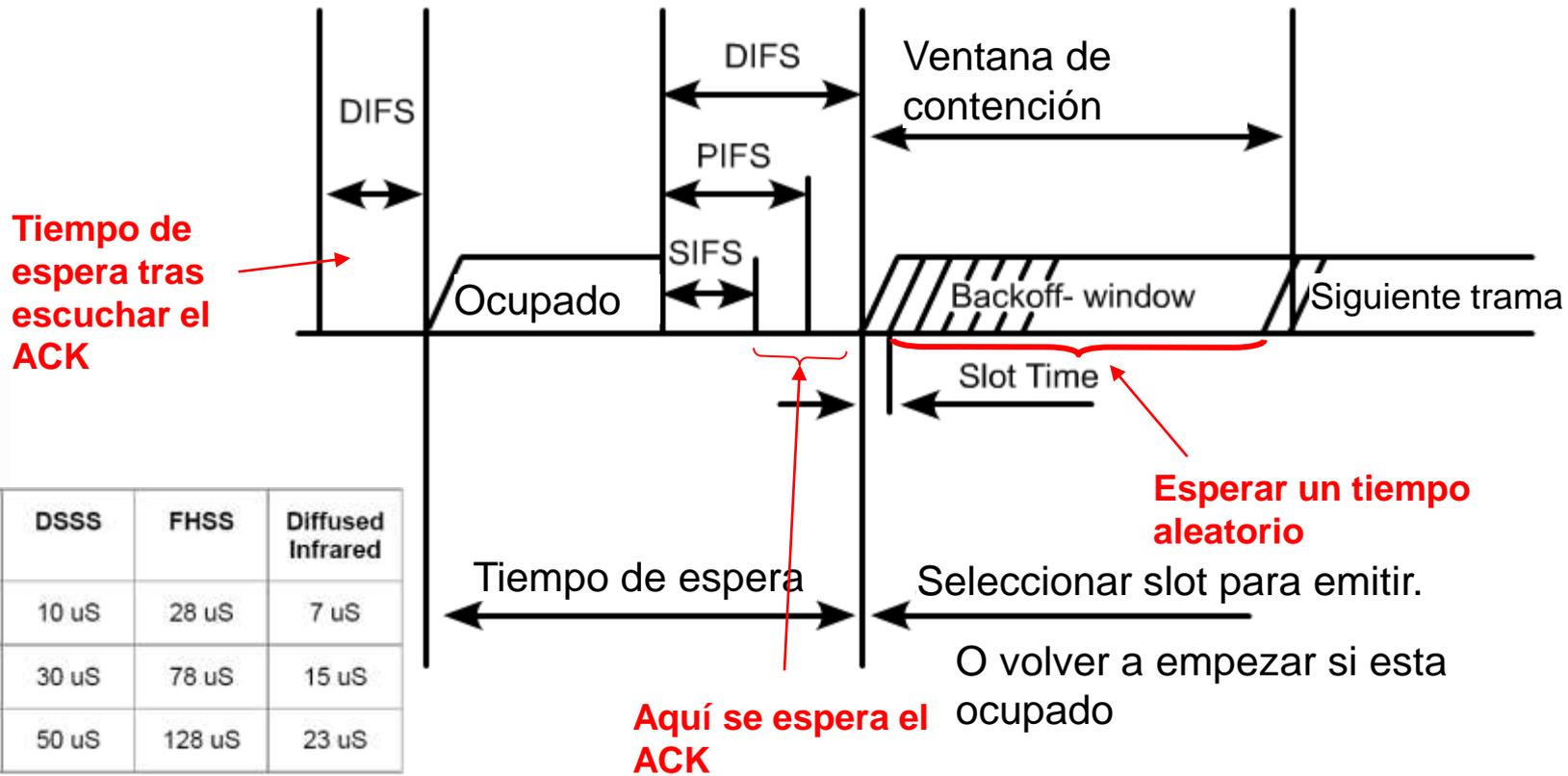


DIFS: DCF (Distributed Coordination Function) Inter Frame Space
SIFS: Short Inter Frame Space



Protocolo CSMA/CA

Se puede transmitir si el canal está libre



IFS	DSSS	FHSS	Diffused Infrared
SIFS	10 uS	28 uS	7 uS
PIFS	30 uS	78 uS	15 uS
DIFS	50 uS	128 uS	23 uS

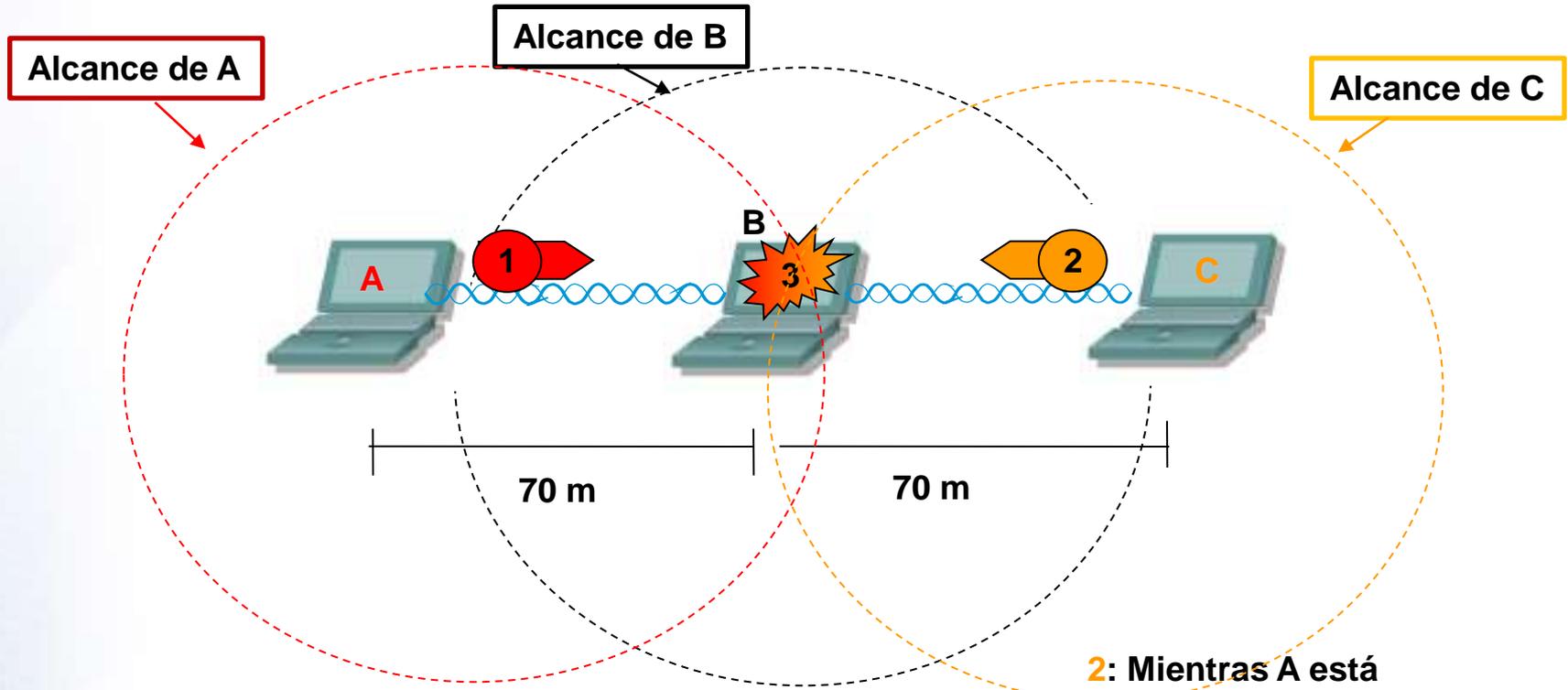


Problemas de CSMA/CA

- **Colisiones**: Pueden producirse porque dos estaciones en espera elijan el mismo número de intervalos (mismo tiempo aleatorio) para transmitir después de escuchar el ACK
- En ese caso reintentan ampliando exponencialmente el rango de intervalos y vuelven a elegir. Es similar a Ethernet salvo que las estaciones no detectan la colisión, infieren que se ha producido cuando no reciben el ACK esperado
- También se produce una colisión cuando dos estaciones deciden transmitir a la vez, o casi a la vez. Pero este riesgo es mínimo.



La estación oculta



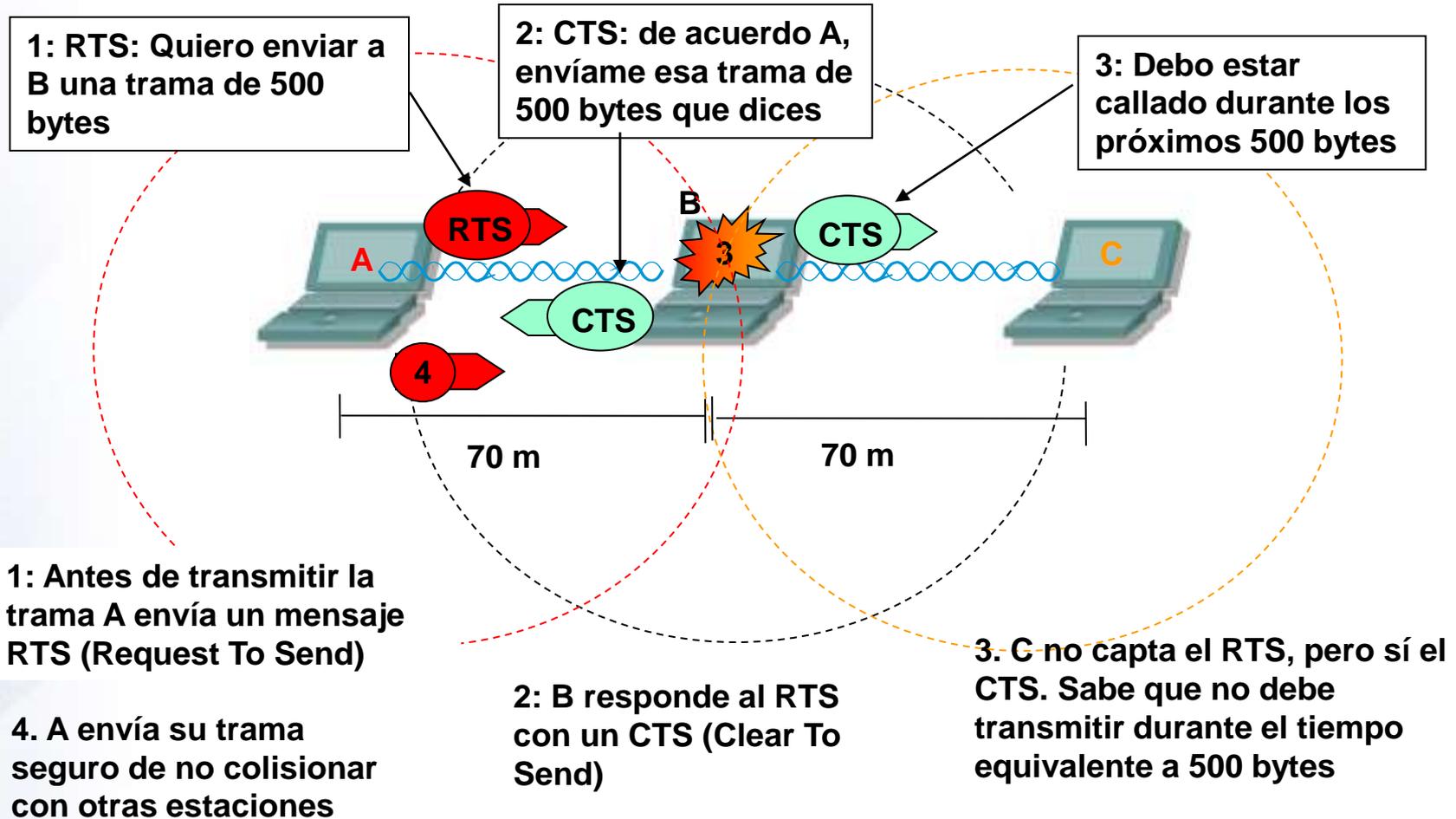
1: A quiere transmitir una trama a B. Detecta el medio libre y transmite

3. Se produce una colisión en la intersección por lo que B no recibe ninguna de las dos tramas

2: Mientras A está transmitiendo C quiere enviar una trama a B. Detecta el medio libre (pues no capta la emisión de A) y transmite

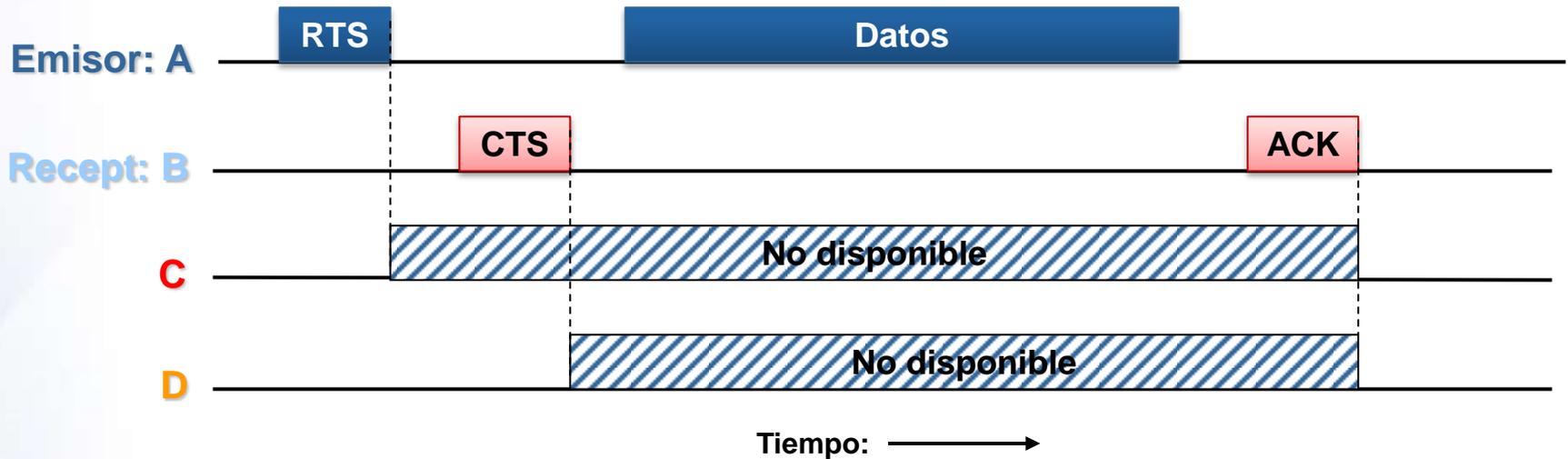


La estación oculta

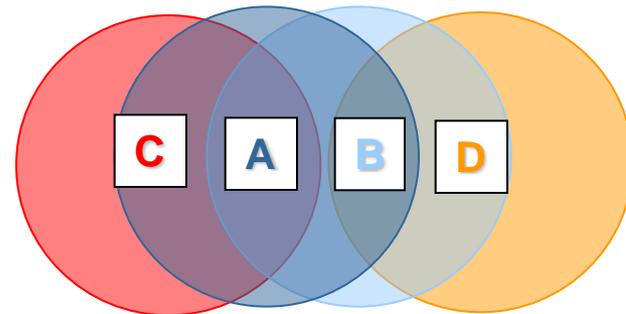




La estación oculta

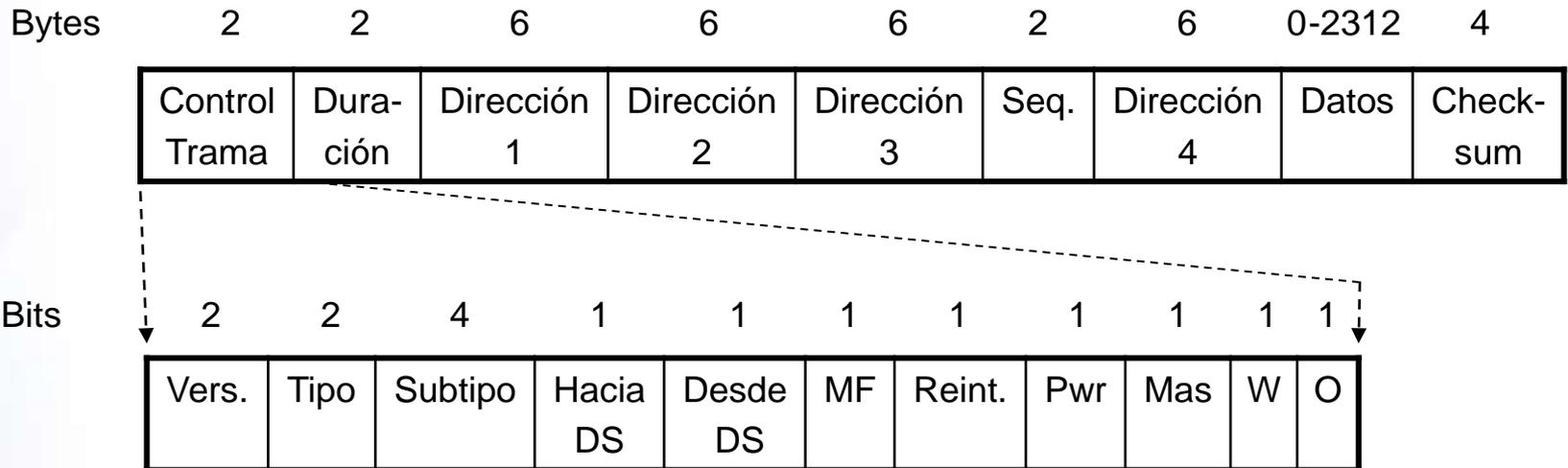


C y B están en el área de cobertura de A, pero D no. En cambio D está en el área de cobertura de B.





Estructura de trama



MF: Indica que siguen más fragmentos

Reint.: Indica que esta trama es un reenvío

Pwr: Para 'dormir' o 'despertar' a una estación

Mas: Advierte que el emisor tiene más tramas para enviar

W: La trama está encriptada con WEP (Wireless Equivalent Privacy)

Duración: Dice cuanto tiempo va a estar ocupado el canal por esta trama

Dirección #: Dirección de origen y destino. Dirección de est. base origen y destino.



Chequeo de tramas



Preámbulo 7	SFD1	Destino 6	Origen 6	Tipo de longitud 2	Datos 46 a 1500	FCS4
-------------	------	-----------	----------	--------------------	-----------------	------



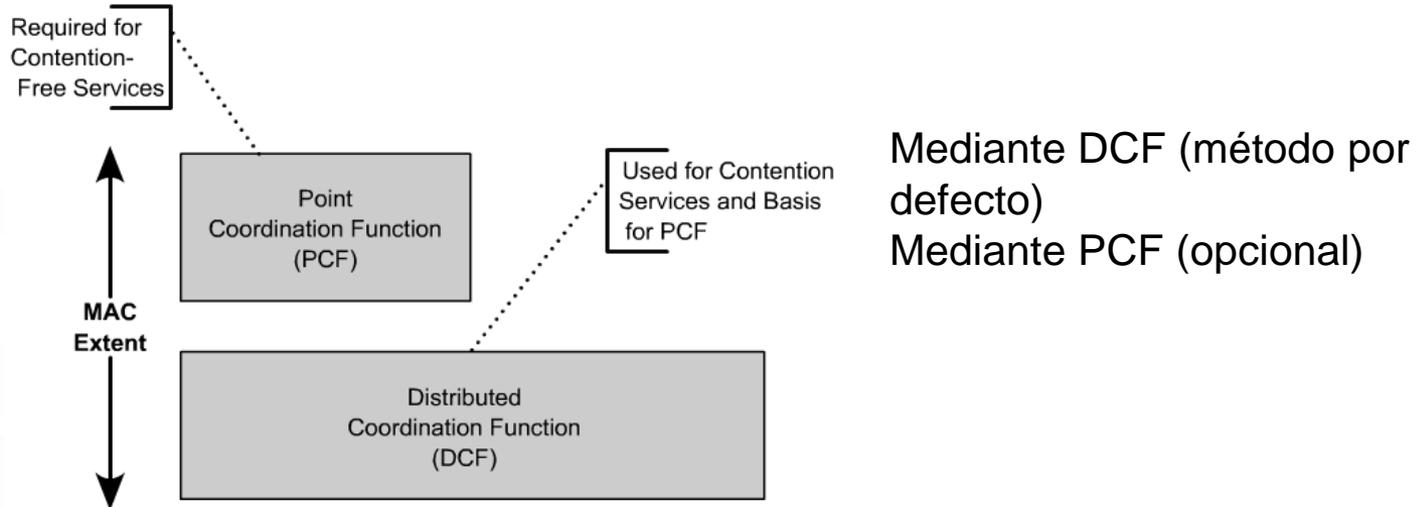


Estructura de subcapa MAC

Tipos de MPDUs

- Tramas de datos: Envío/Recepción de Datos
- Tramas de control: RTS,CTS,ACK, PowerSave.
- Tramas de administración: Asociación, re-asociación, Prueba, Beacon, Autenticación.

Arquitectura de capas





Funcionalidad específicas

Búsqueda de APs

La función de búsqueda (scanning) es necesaria para

- Encontrar una red
- Encontrar un nuevo AP (procedimiento de roaming)
- Inicializar una red ad-hoc (IBSS)
- Mecanismo de búsqueda común para todas las capas

La búsqueda puede ser

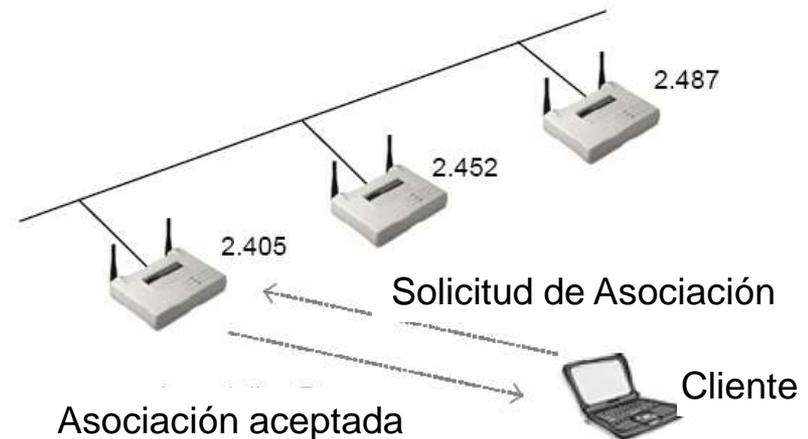
- **Pasiva:** Escucha de '*beacons*'
- **Activa:** En cada canal, enviar un mensaje de 'prueba' y esperar alguna respuesta
- Las dos opciones contienen información necesaria para acceder a la red en los paquetes de *beacon* o respuesta



Funcionalidades específicas

Asociación AP-Cliente

- Cuando una estación se enciende busca un AP en su celda. Si recibe respuesta de varios atiende al que le envía una señal más potente
- La estación se registra con el AP elegido. Como consecuencia de esto el AP le incluye en su tabla MAC
- El AP se comporta para las estaciones de su celda como un *hub* inalámbrico. En la conexión entre su celda y el sistema de distribución el AP actúa como un puente





Funcionalidades específicas

Roaming

- El terminal decide cuando el enlace hacia un punto de acceso no proporciona la calidad suficiente
- El terminal realiza una búsqueda para encontrar otro AP
- El terminal envía una petición de re-asociación al nuevo AP
- Si la petición no es aceptada el terminal busca otro AP
- Si el AP acepta la re-asociación, el AP notifica el proceso al sistema de distribución, siendo informado el antiguo AP (Protocolo IAPP)



Tramas en WLAN

Tramas específica de WLAN

Tramas de administración

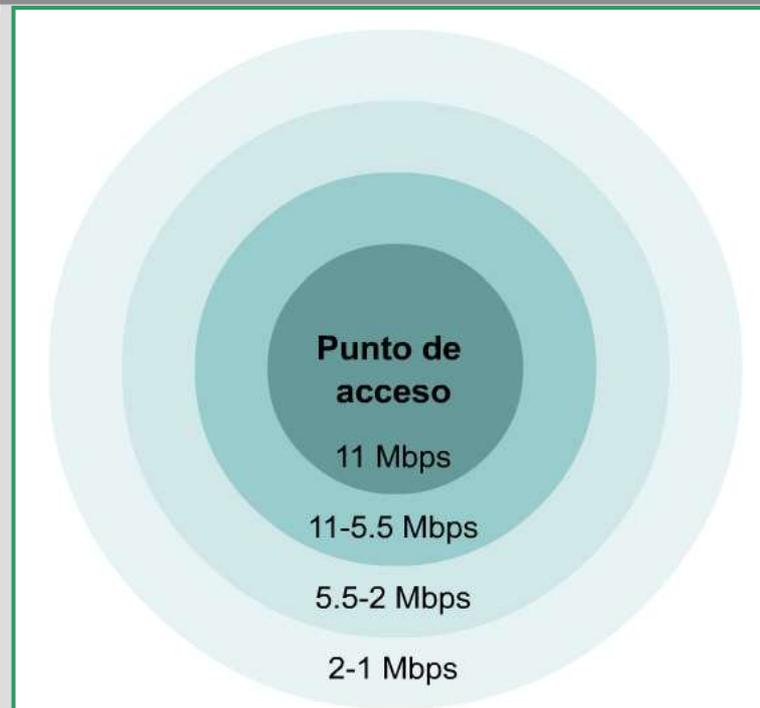
- Trama de pedido de asociación
- Trama de respuesta de asociación
- Trama de pedido de sonda
- Trama de respuesta de sonda
- Trama de beacon
- Trama de autenticación

Tramas de control

- Petición para enviar (RTS)
- Preparado para enviar (CTS)
- Acuse de recibo

Tramas de datos

Cobertura / Distancia





Autonegociación Ethernet

- Permite que puedan comunicarse equipos con tecnologías Ethernet diferentes, 10, 100 y 1000 Mbps, e incluso conectarse directamente
- Los enlaces negocian la velocidad máxima óptima para comunicar ambos extremos
- Ambos extremos transmiten una ráfaga de Pulsos de Enlace para conocer las capacidades del otro extremo



Negociación Full/Half duplex

Fases de negociación

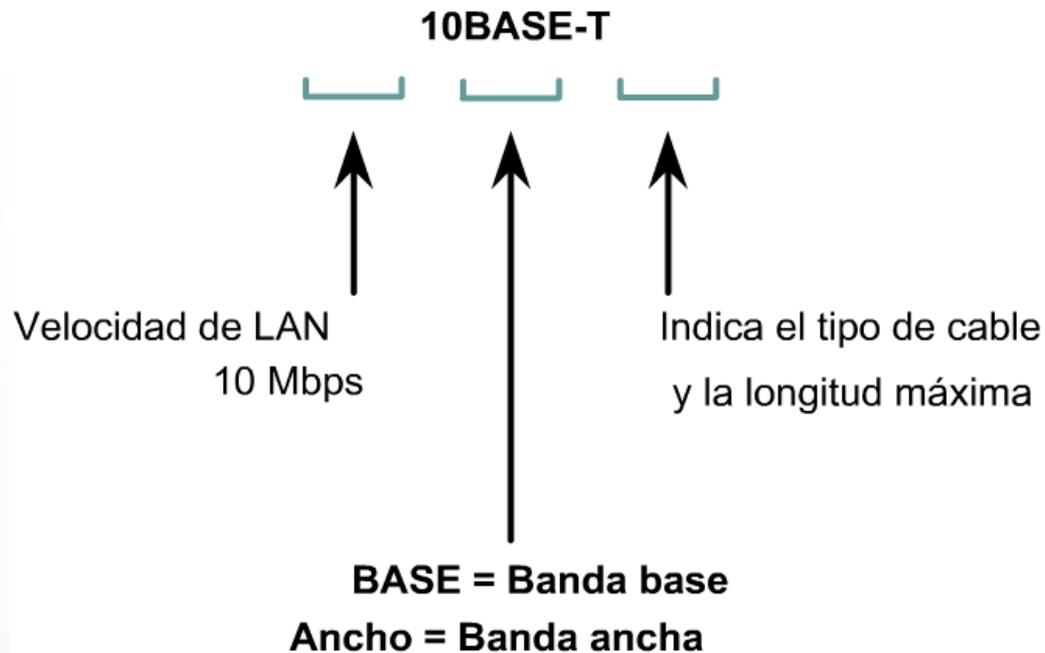
- 1000BASE-T full duplex
- 1000BASE-T half duplex
- 100BASE-TX full duplex
- 100BASE-TX half duplex
- 10BASE-T full duplex
- 10BASE-T half duplex

Orden de negociación





Ethernet y el medio físico





Cable coaxial

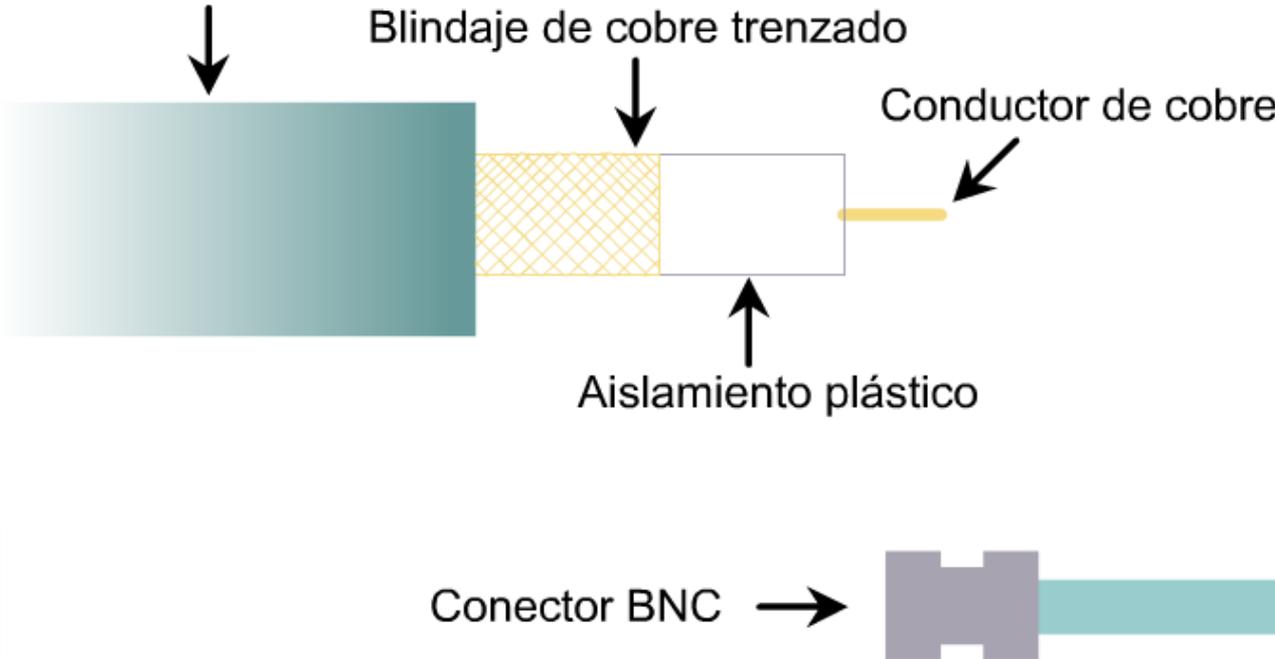
Revestimiento exterior

Blindaje de cobre trenzado

Conductor de cobre

Aislamiento plástico

Conector BNC



- Velocidad y tasa de transferencia: **10 – 100 Mbps**
- Coste: **Económico**
- Tamaño de medio y conector: **Medio**
- Long. Max. de cable: **500 m**



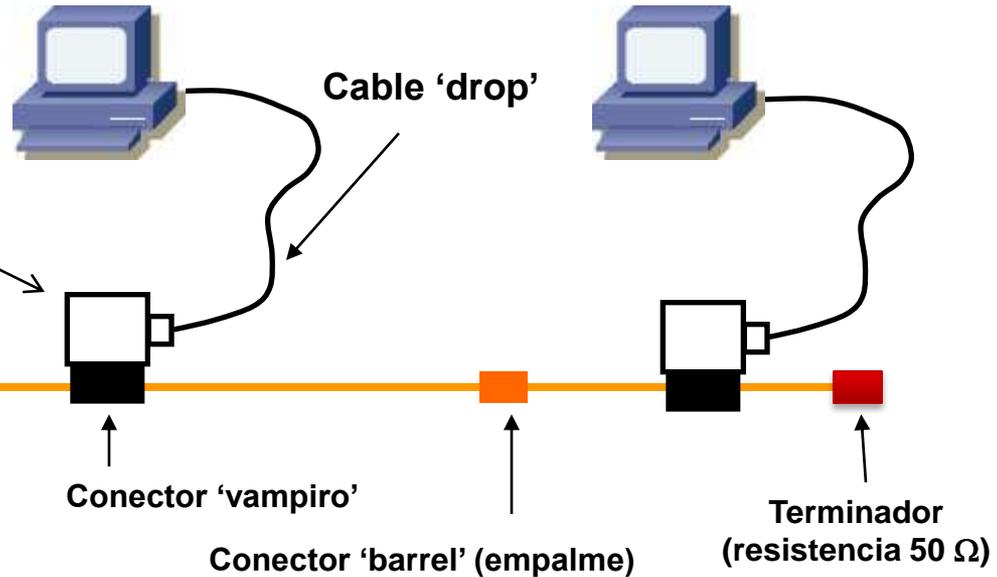
Cable coaxial



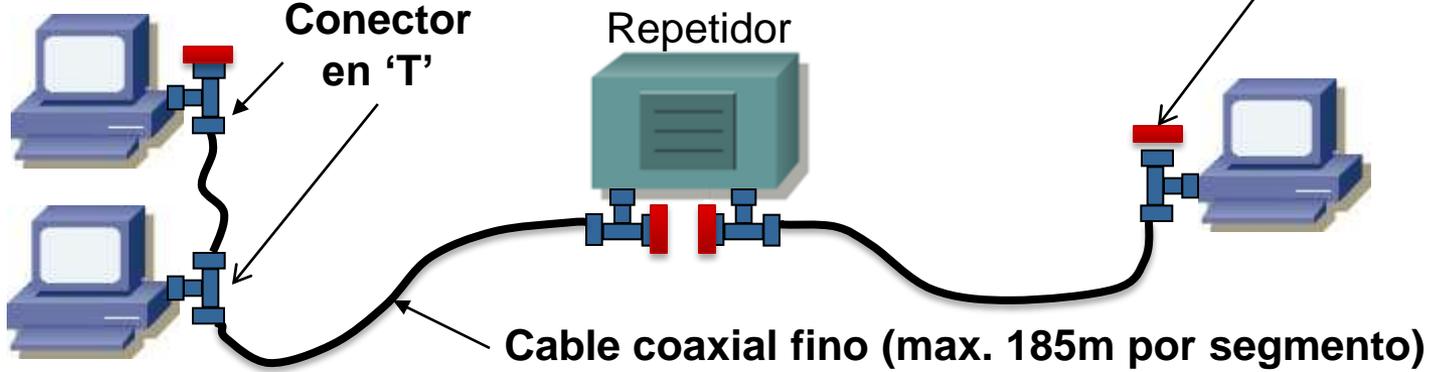
10BASE5

Transceiver (transmitter-receiver), realiza la detección de colisiones

Cable coaxial (grueso)
Medio broadcast
Longitud máxima 500 m

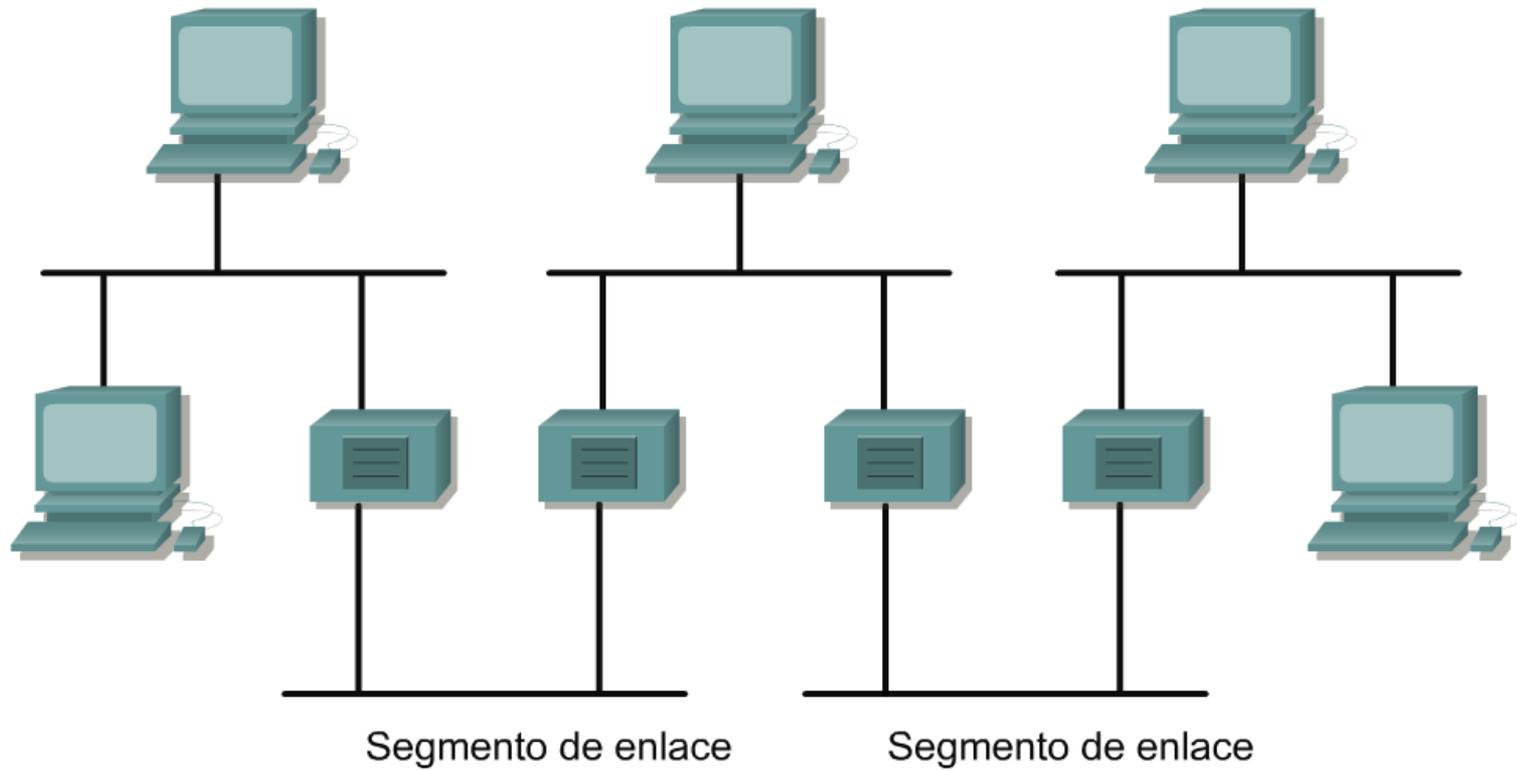


10BASE2



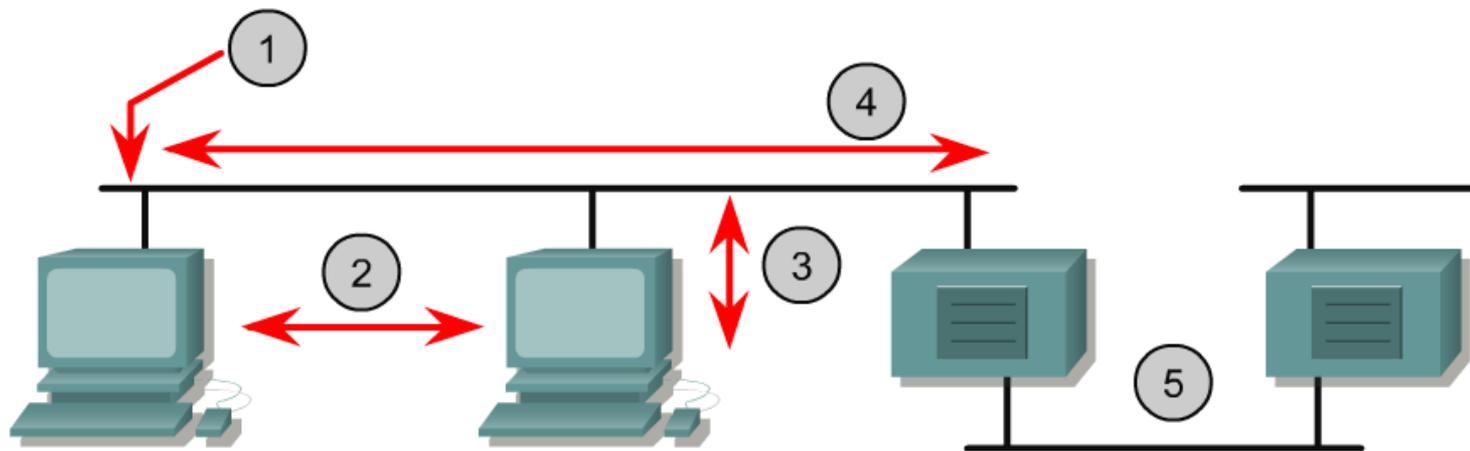


Red Ethernet 10BASE5





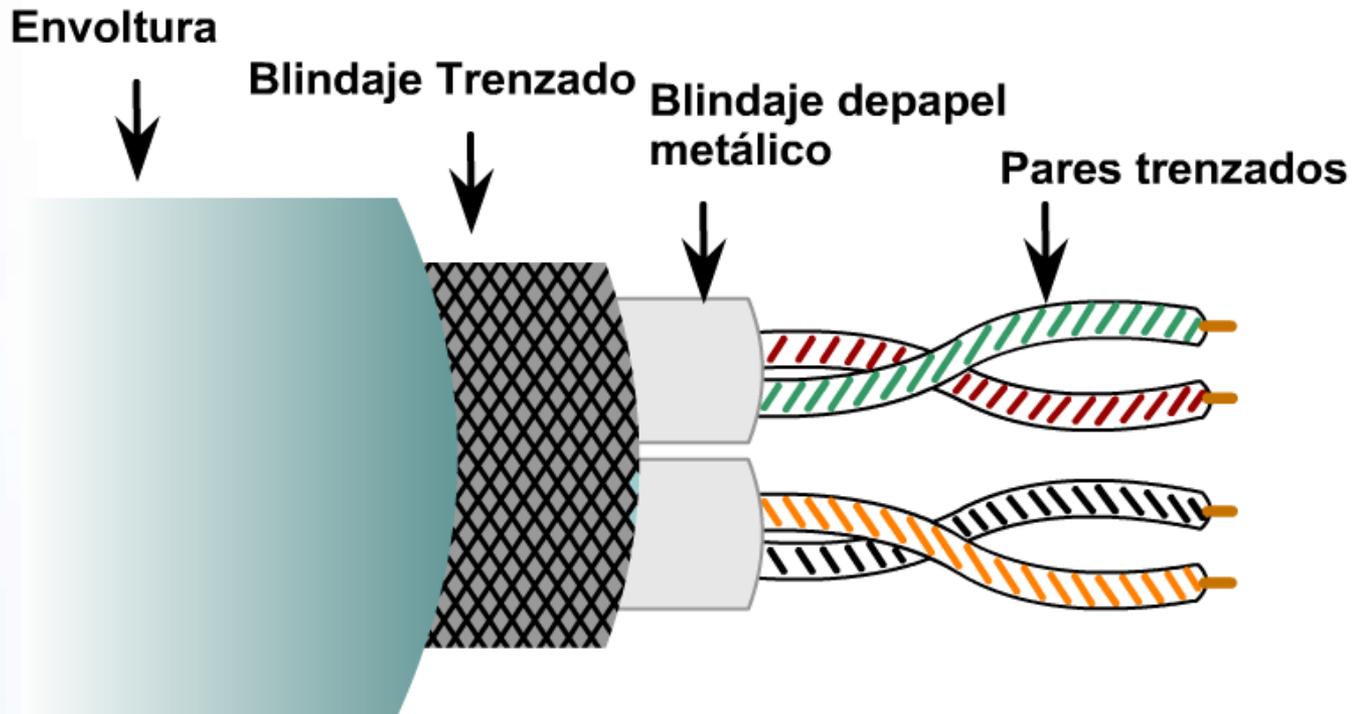
Ethernet 10BASE2



1. La terminación de cada extremo del cable coaxial debe ser de 50 Ohmios.
2. La distancia mínima entre conectores es de 0,5 metros.
3. Cada estación debe conectarse dentro de los cuatro centímetros del cable coaxial delgado.
4. Máxima longitud del segmento es 185 metros.
5. Los segmentos de enlaces entre repetidores deben tener en total sólo dos conexiones, los propios repetidores.



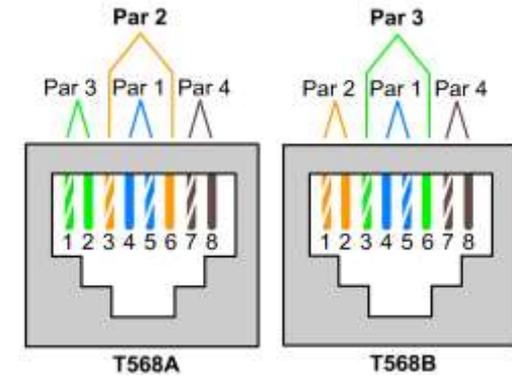
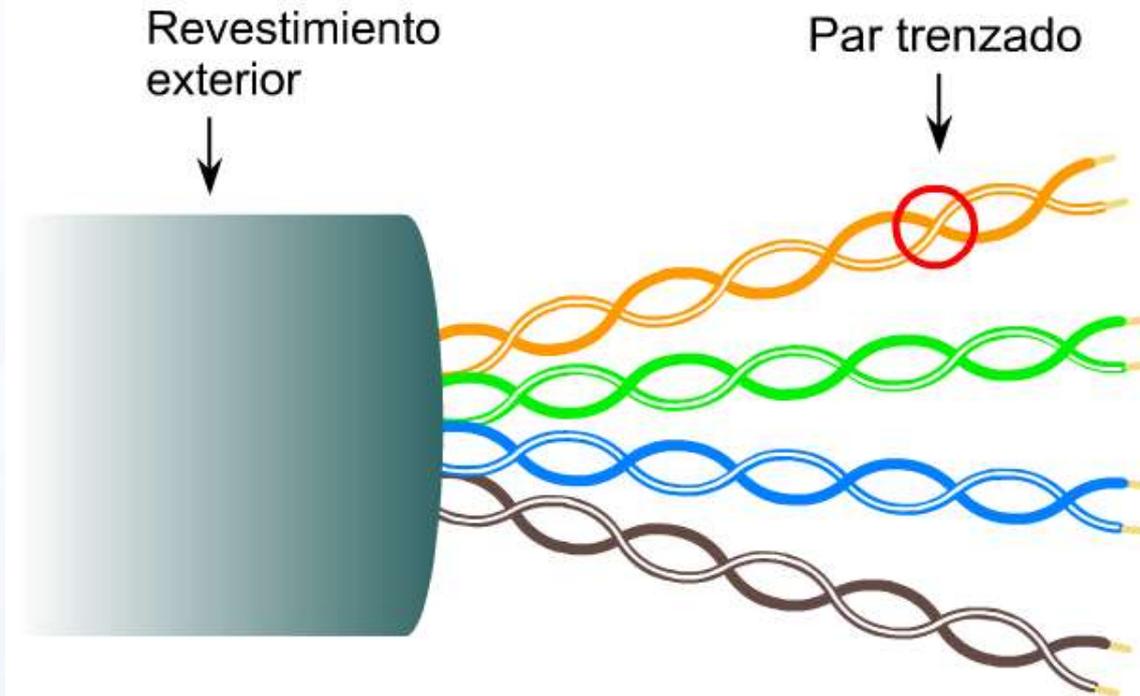
Cable STP



- Velocidad y tasa de transferencia: **10 – 100 Mbps**
- Coste: **Moderado**
- Tamaño de medio y conector: **Medio / Grande**
- Long. Max. de cable: **100 m**



Cable UTP

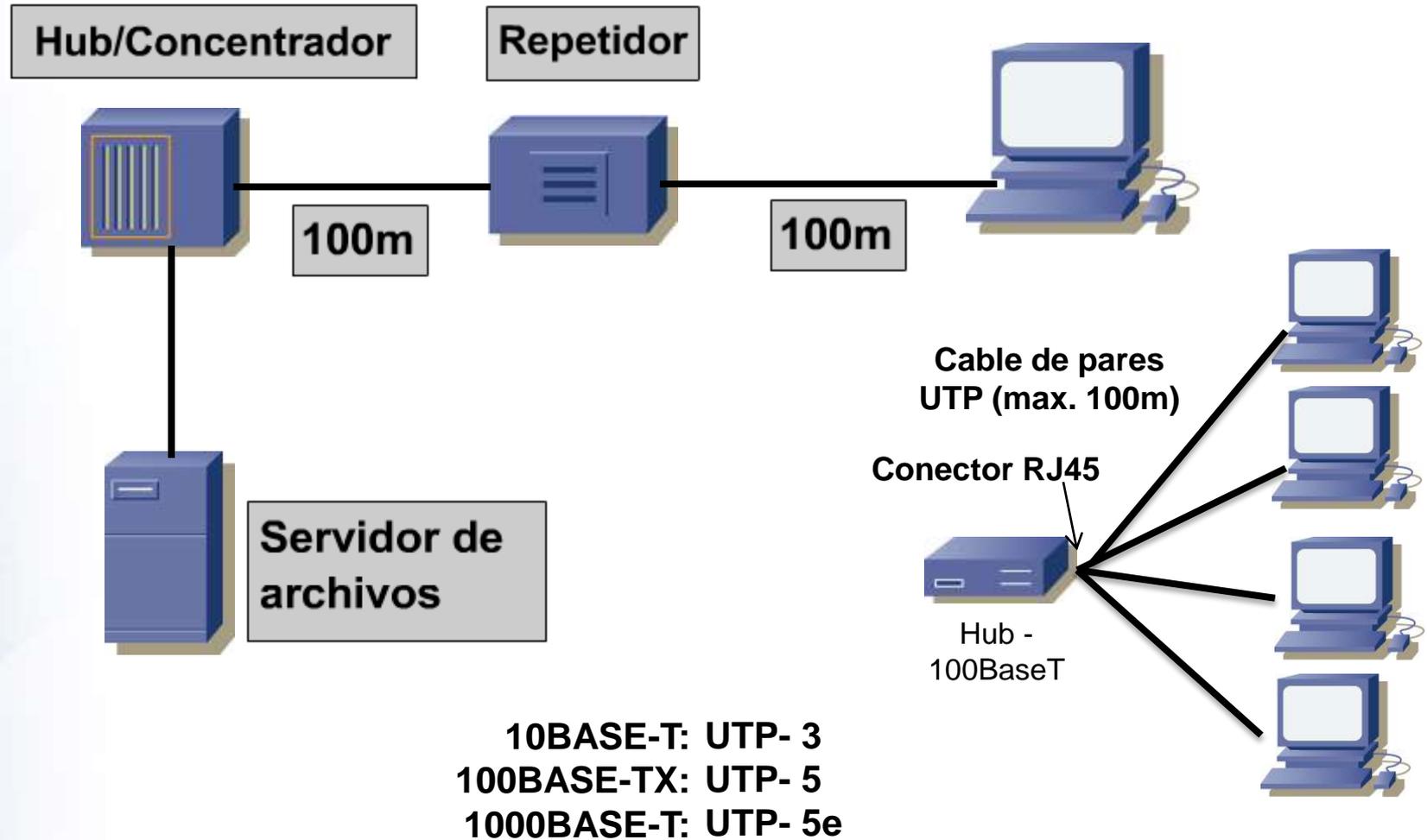


Aislamiento de plástico con codificación de color

- Velocidad y tasa de transferencia: **10 – 100 - 1000 Mbps**
- Coste: **El menos caro**
- Tamaño de medio y conector: **Pequeño**
- Long. Max. de cable: **100 m**

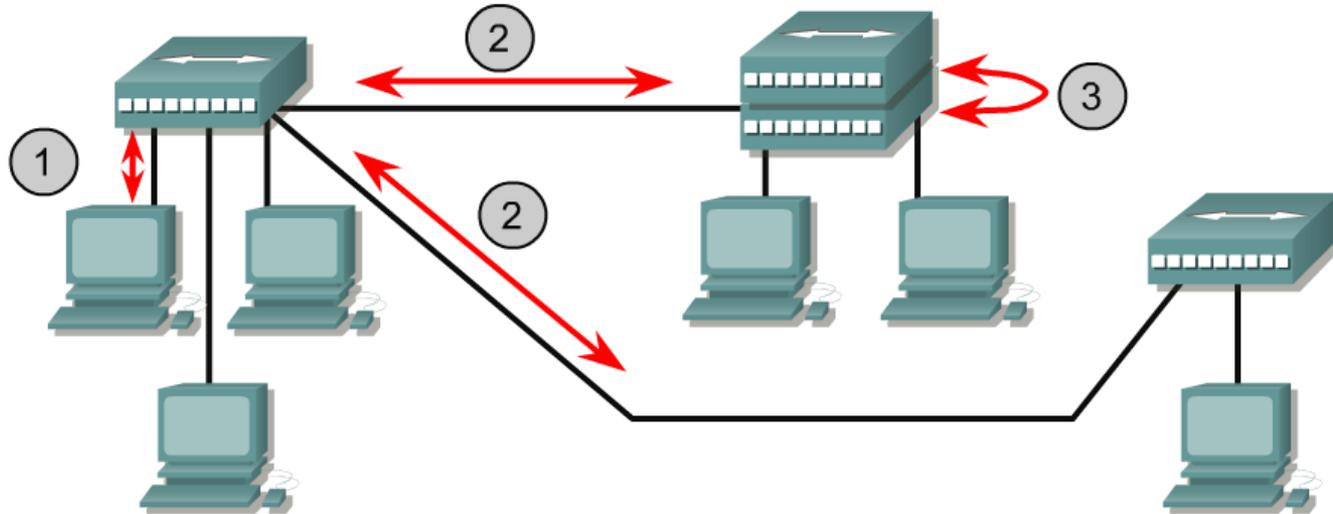


Conexión con UTP





10BASE-T, límites diseño



1. La longitud del cable de un segmento de enlace UTP es normalmente de 1 a 100 m entre la estación de trabajo y un hub, y entre los hubs.
2. Cada hub es un repetidor multipuerto, de manera que los enlaces entre hubs cuentan en el límite para los repetidores.
3. Estos dos hubs "apilables" con backplanes interconectados se cuentan como un solo hub [repetidor].



Ethernet a 10 y 100BASE-T

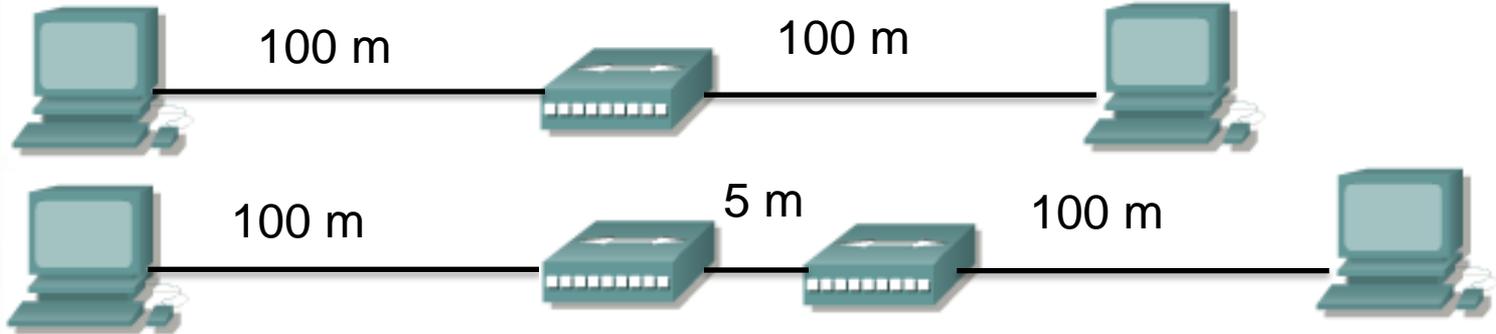
Características Ethernet a 10 Mbps y 100 Mbps

Parámetro	Valor
Período de bit	100 nanosegundos (ns)
Ranura temporal	512 veces un bit, (64 octetos)
Espacio entre las tramas	96 bits *
Límite de intento de colisión	16
Límite de postergación de colisión	10
Tamaño de atascamiento de colisiones	32 bits
Tamaño de trama máximo sin rotular	1518 octetos
Tamaño de trama mínimo	512 bits (64 octetos)

Parámetro	Valor
Período de bit	10 nanosegundos (ns)
Ranura temporal	512 veces un bit, (64 octetos)
Espacio entre las tramas	96 bits
Límite de intento de colisión	16
Límite de postergación de colisión	10
Tamaño de atascamiento de colisiones	32 bits
Tamaño de trama máximo sin rotular	1518 octetos
Tamaño de trama mínimo	512 bits (64 octetos)



Limitaciones físicas



Arquitectura	100BASE-TX	100BASE-FX
Estación a estación, Estación a Switch, Switch a Switch (half o full duplex)	100 m	412 m
Un Repetidor Clase I (half duplex)	200 m	272 m
Un Repetidor Clase II (half duplex)	200 m	320 m
Dos Repetidores Clase II (half duplex)	205 m	228 m

DISTANCIAS MÁXIMAS

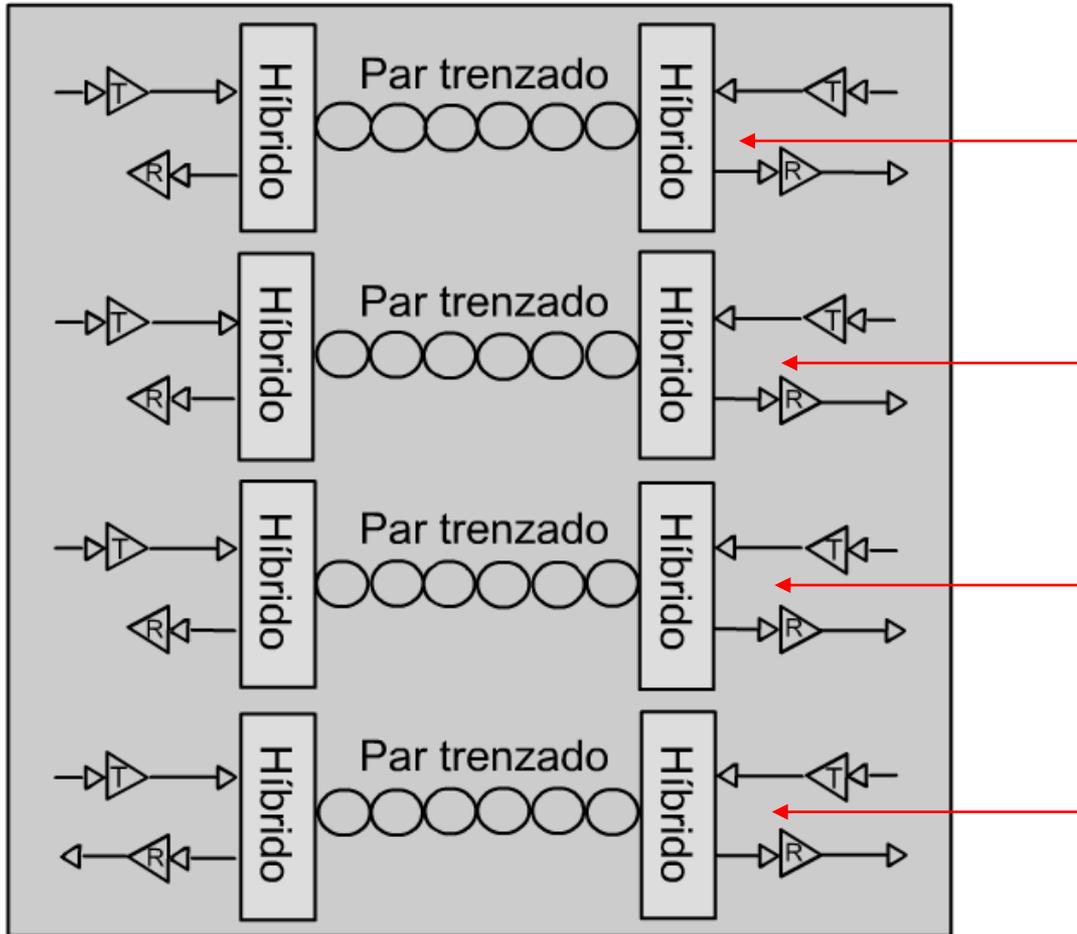


Gigabit Ethernet

- Velocidades de hasta 1000 Mbps sobre cobre y fibra
- Estándar **IEEE 802.3z**:
 - Usa fibra óptica como medio (1000Base-X)
 - Especifica conexión 1Gb full-duplex
- Estándar **IEEE 802.3ab**:
 - Uso de cobre Cat.5 o superior.
 - Límite del cobre
 - Sensible a ruido



Ethernet 1000BASE-T

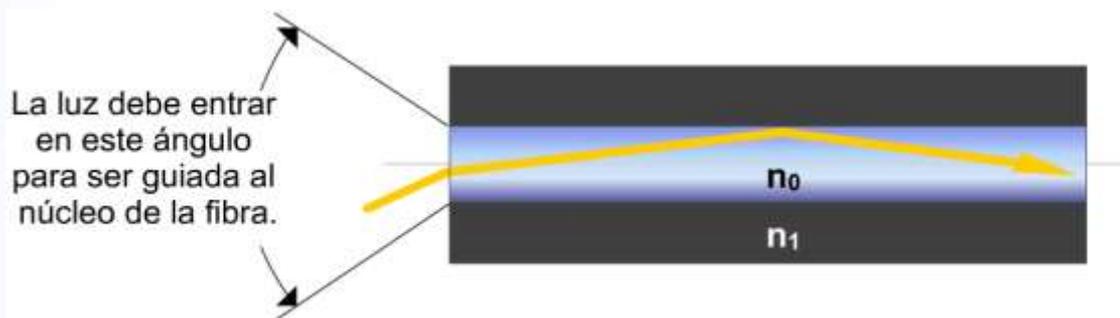
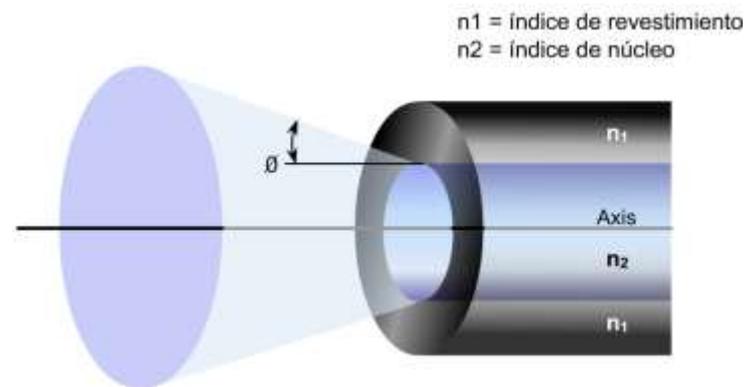
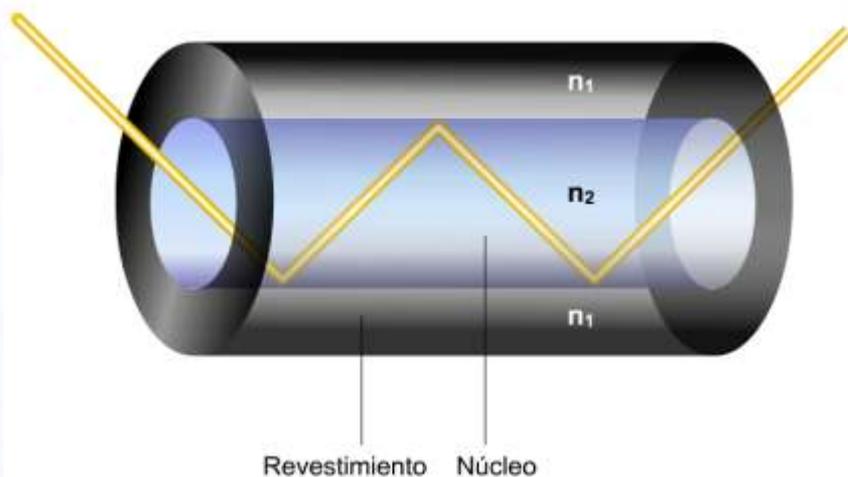


**250 Mbps
(Full-duplex)**



Fibra óptica

Reflexión Interna Total





Tipos de fibra

Comparación Fibra óptica Monomodo/Multimodo

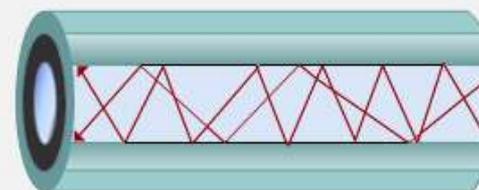
Monomodo



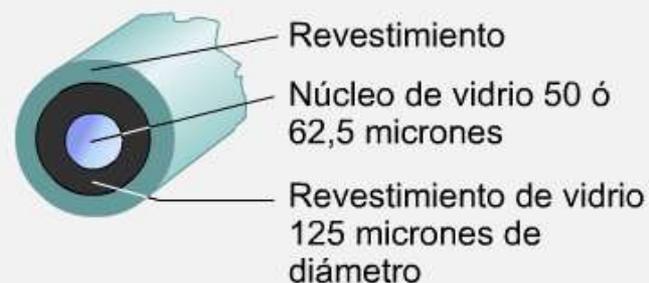
Requiere un recorrido muy directo



Multimodo



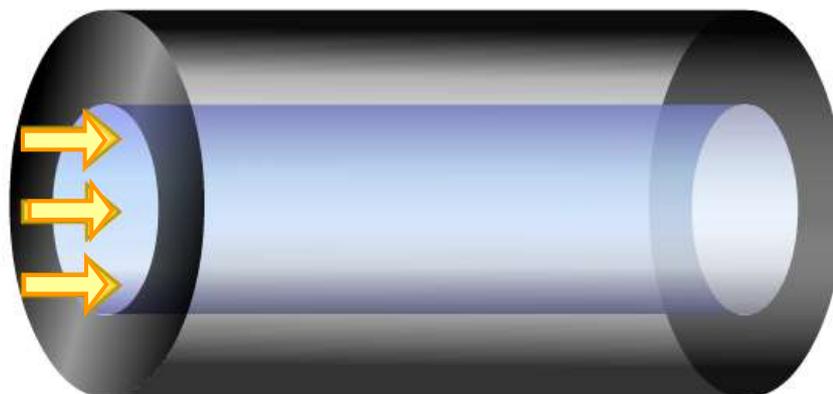
Varios recorridos - desprolijo



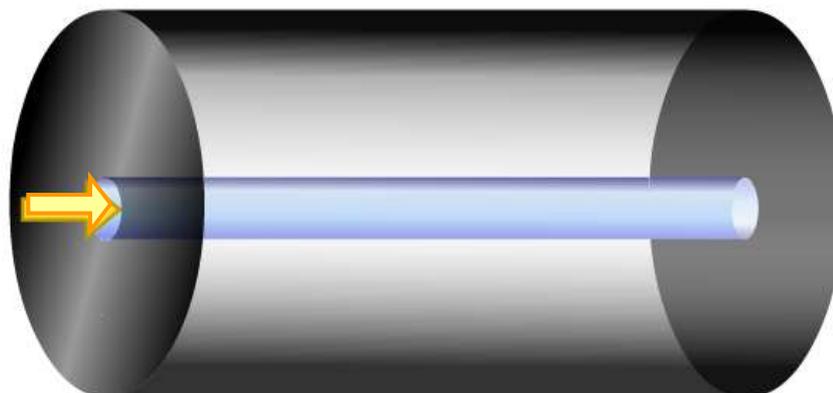


Comparación de fibras

Comparación Fibra óptica Monomodo/Multimodo



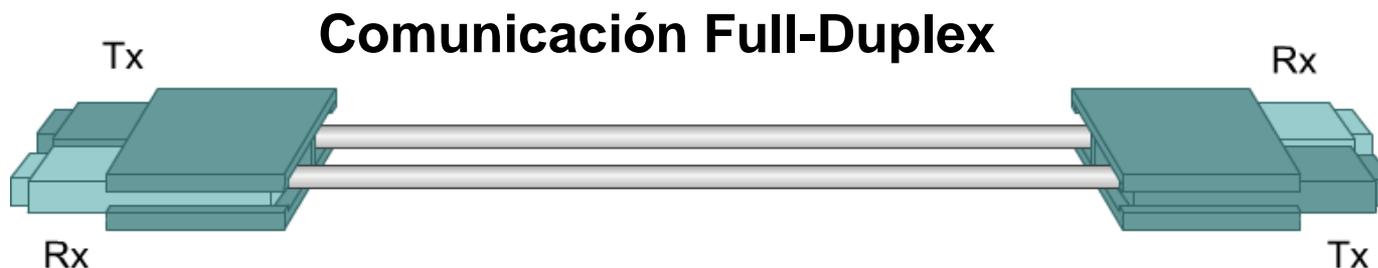
Multimodo



Monomodo

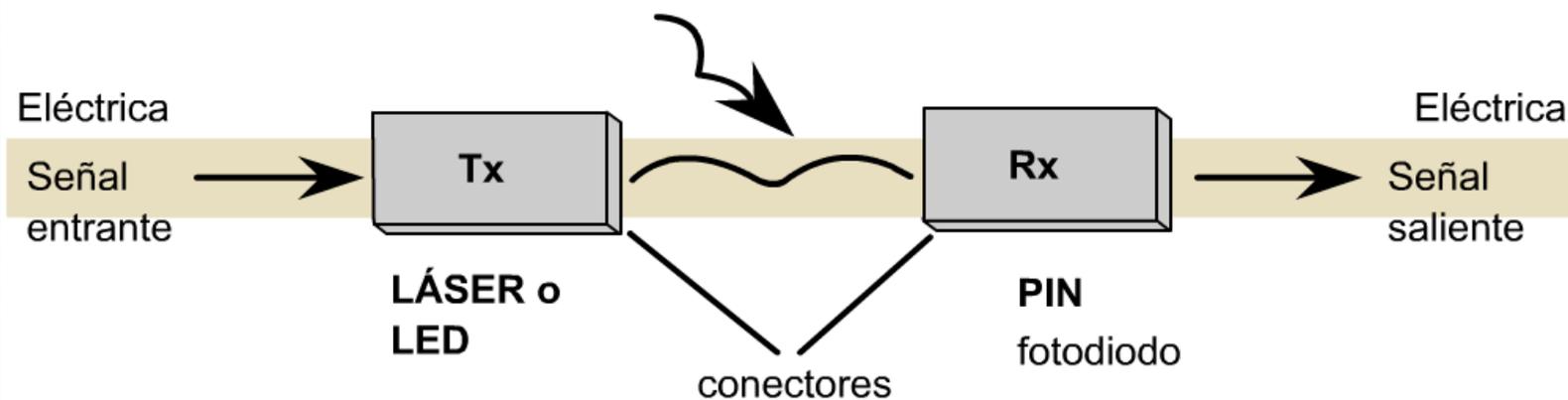


Transmisión por fibra



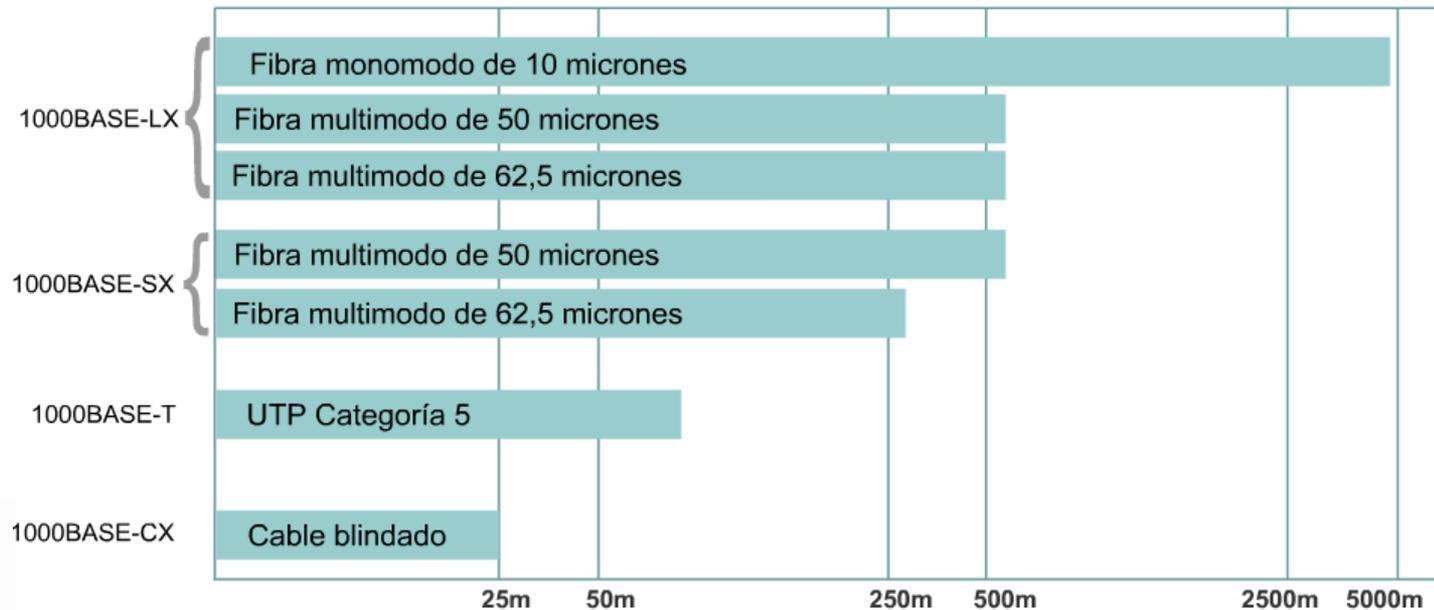
LUZ

Atrapada en una guía de ondas (fibra)





Ethernet 1000BASE-X



Ventajas de Gigabit Ethernet con fibra óptica

- Inmunidad al ruido
- Sin problemas potenciales de conexión a tierra
- Excelentes características de distancia
- Muchas opciones de dispositivos 1000BASE-X
- Se puede usar para conectar segmentos Fast Ethernet ampliamente dispersos



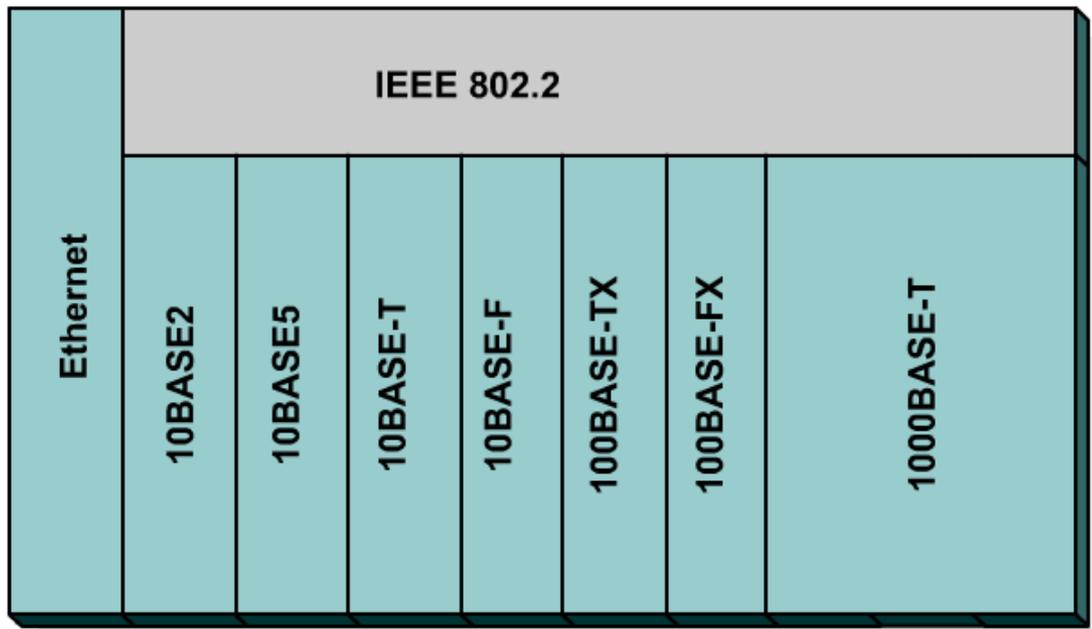
Ethernet 10 GB

Implementación	Longitud de onda	Medio	Ancho de banda modal mínimo	Distancia de operación
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



Resumen medios físicos de cable

REDES LAN – Capa física



Digital, Intel, Xerox, (DIX) Estándar	Especificaciones 802.3 para 10 Mbps Ethernet	802.3u Epecificaciones para 100 Mbps (Rápida) Ethernet	802.3z Epecificaciones para 1000 Mbps (Gigabit) Ethernet
---------------------------------------	--	--	--



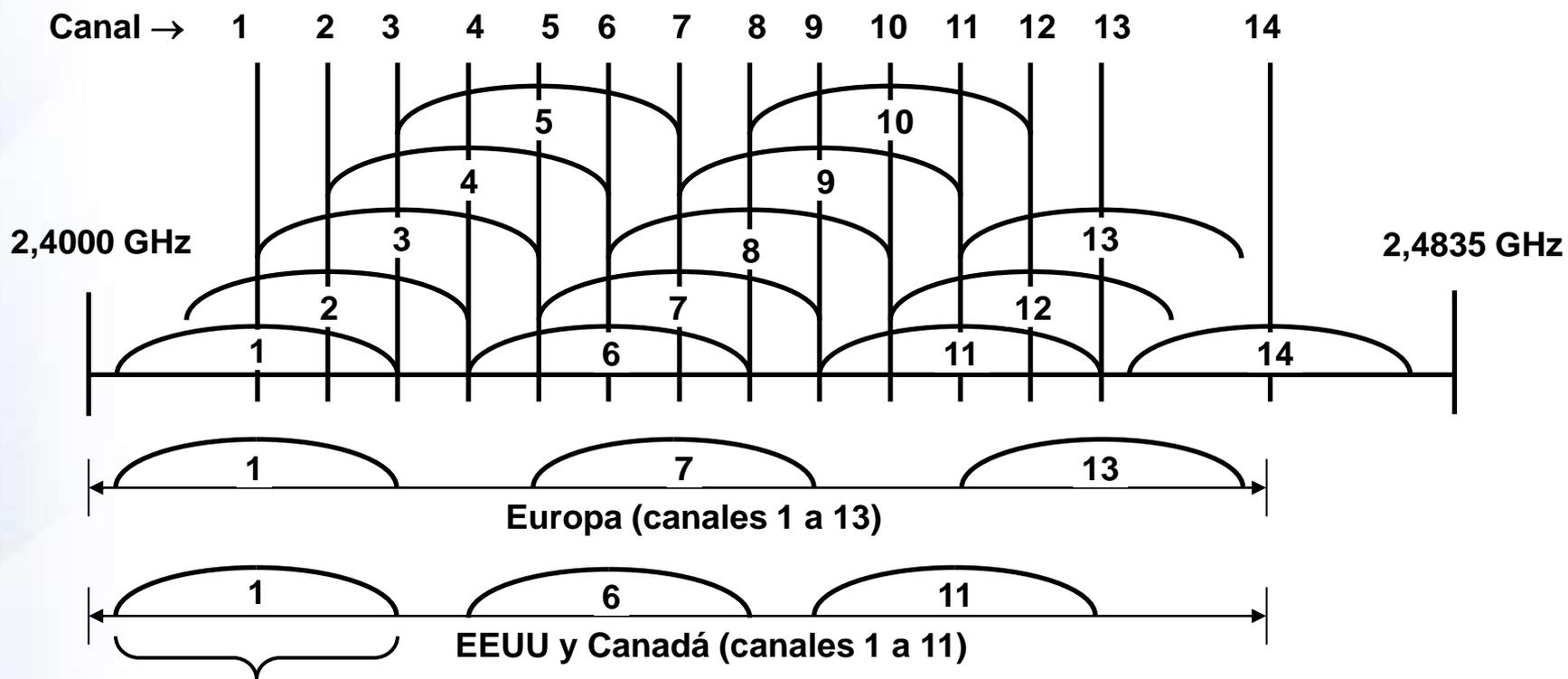
Transmisión por ondas

Medio físico	Infrarrojos	FHSS	DSSS	OFDM
Banda	850 – 950 nm	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 y 5 GHz
Velocidades*	1 y 2 Mb/s (802.11)	1 y 2 Mb/s (802.11)	1 y 2 Mb/s (802.11) 5,5 y 11 Mb/s (802.11b)	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mb/s (802.11a/h) Hasta 54 Mb/s (802.11g)
Alcance (a vel. Max.)	20 m	150 m	30 m	5 m
Utilización	Muy rara	Poca. A extinguir	Desuso	Mucha
Características	No atraviesa paredes	Interferencias Bluetooth y hornos microondas	Buen rendimiento y alcance	Máximo rendimiento



División de canales 802.11b

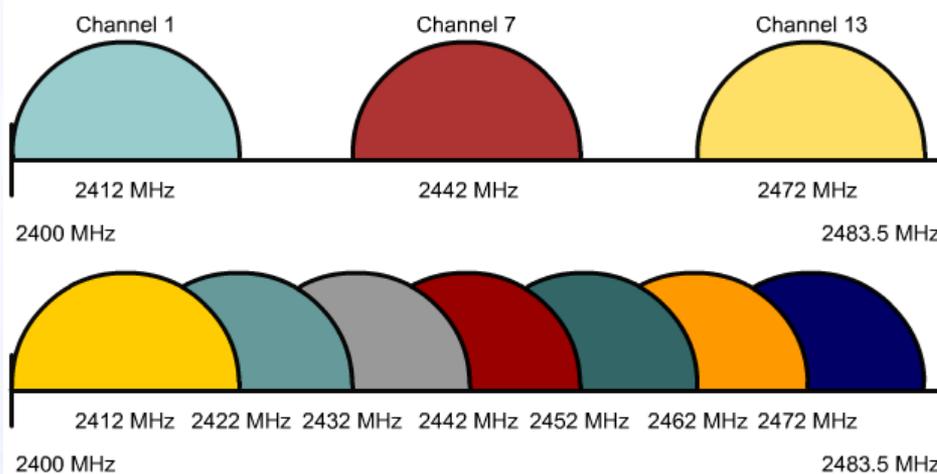
Canales con DSSS en 2.4 GHz (802.11b)





División de canales 802.11g

Canales en 2.4 GHz (802.11g)



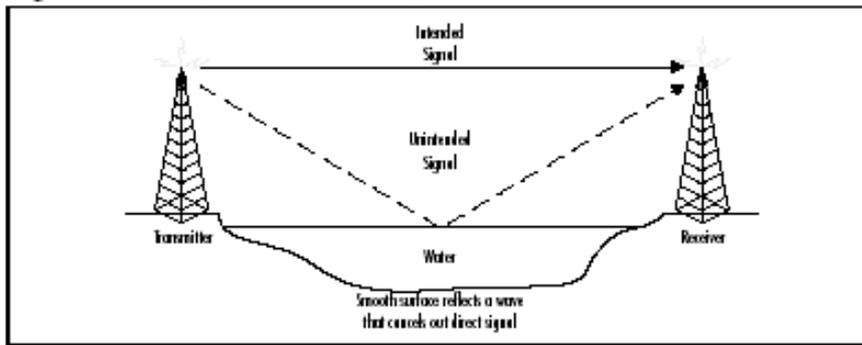
Set	Number of Channels	HR/ DSSS Channel Numbers
1	3	1, 7, 13
2	7	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13

- Aprobado en Junio 2003.
- Compatible con IEEE 802.11b.
- Hasta 54 Mb/s.
- Mecanismo híbrido de comunicación para mantener compatibilidad. (CCK y OFDM)
- Utiliza OFDM.
- En su sistema puro OFDM no puede comunicarse, pero si detectar tramas 802.11b y viceversa, por lo que RTC/CTS es necesario para evitar colisiones.



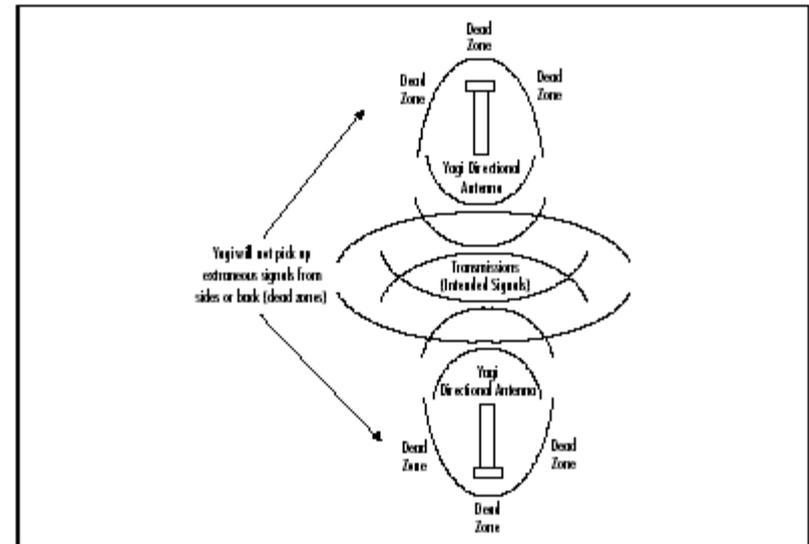
Multiples caminos

Problema relacionado con la llegada de una señal por diversos caminos



Al utilizar la misma frecuencia la señal llega al destinatario por duplicado y además con una ligera diferencia de tiempo

Uso de antenas direccionales





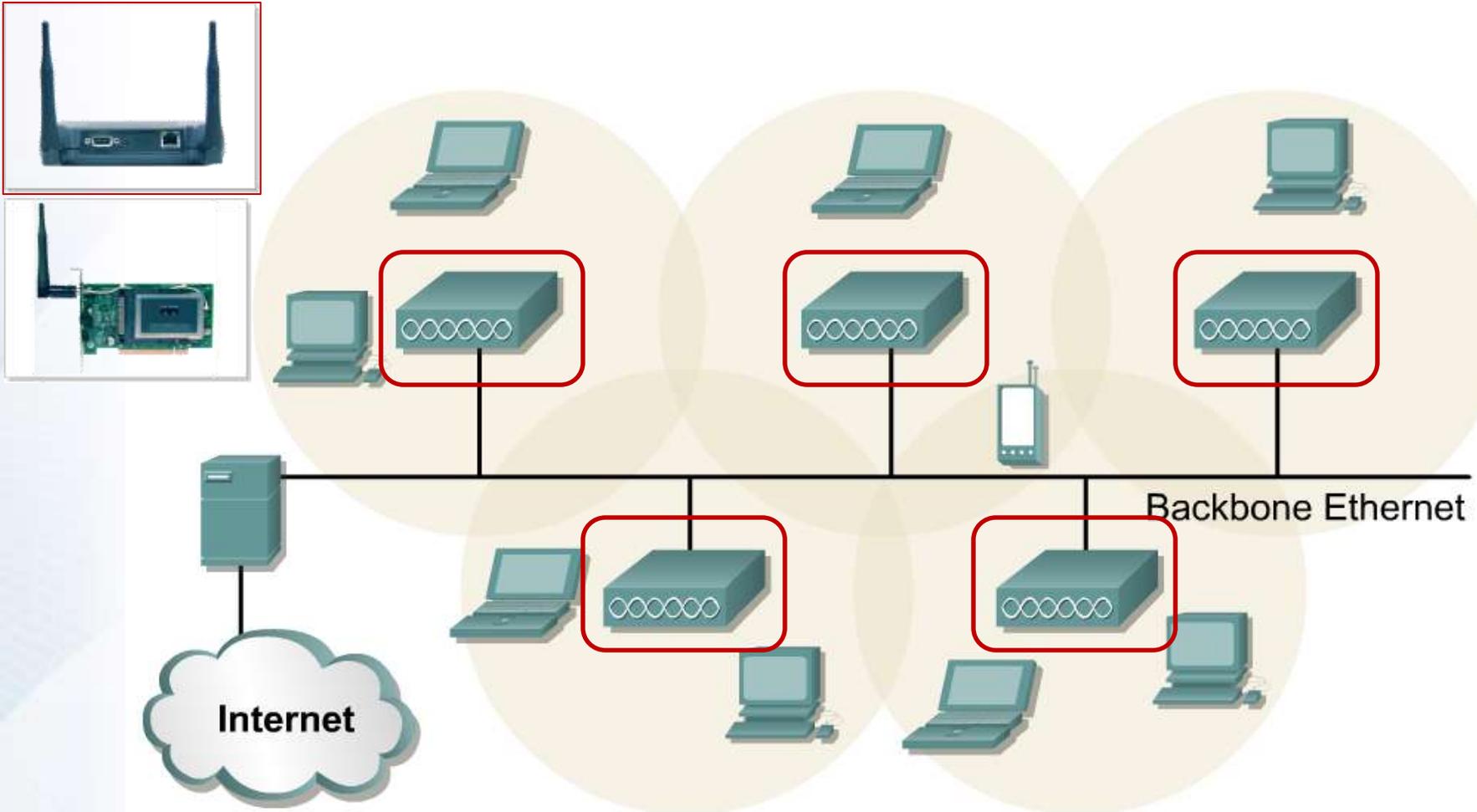
Antenas diversidad



- El punto de acceso tiene dos antenas
 - El equipo recibe la señal por las dos antenas y las compara, eligiendo la que le da mejor calidad de señal
 - Para emitir, una estación usa la antena que dio mejor señal en recepción la última vez
 - Si la emisión falla (no se recibe el ACK) cambia a la otra antena y reintentará
- Las dos antenas cubren la misma zona

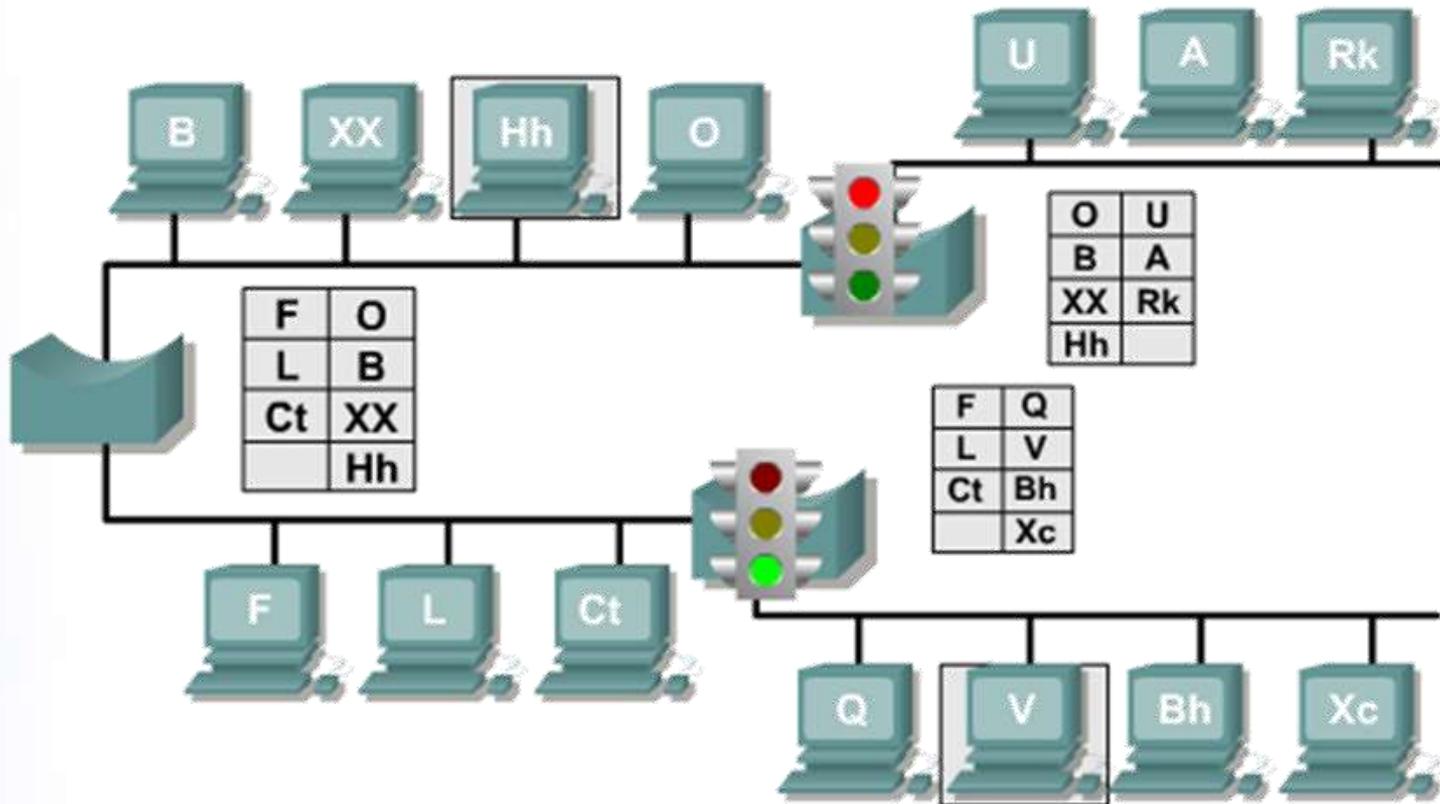


Medio físico, las ondas





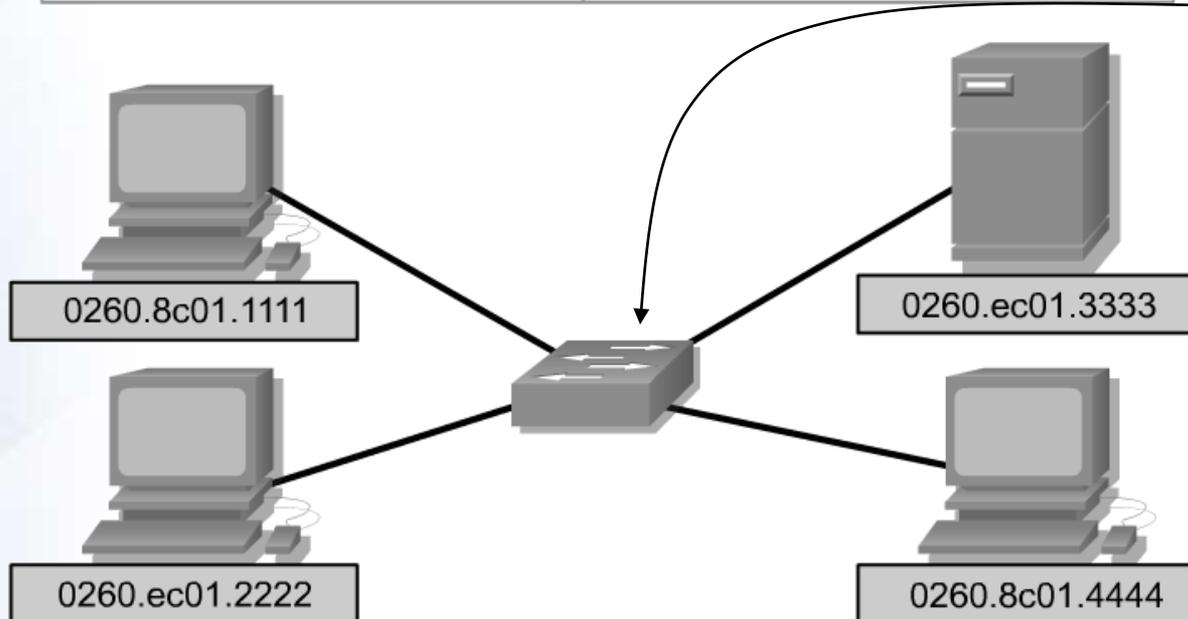
Bridge o puente





Switch o conmutador

Interfaz	Dirección MAC
E0	0260.8c01.1111
E1	0260.ec01.2222
E2	0260.ec01.3333
E3	0260.8c01.4444

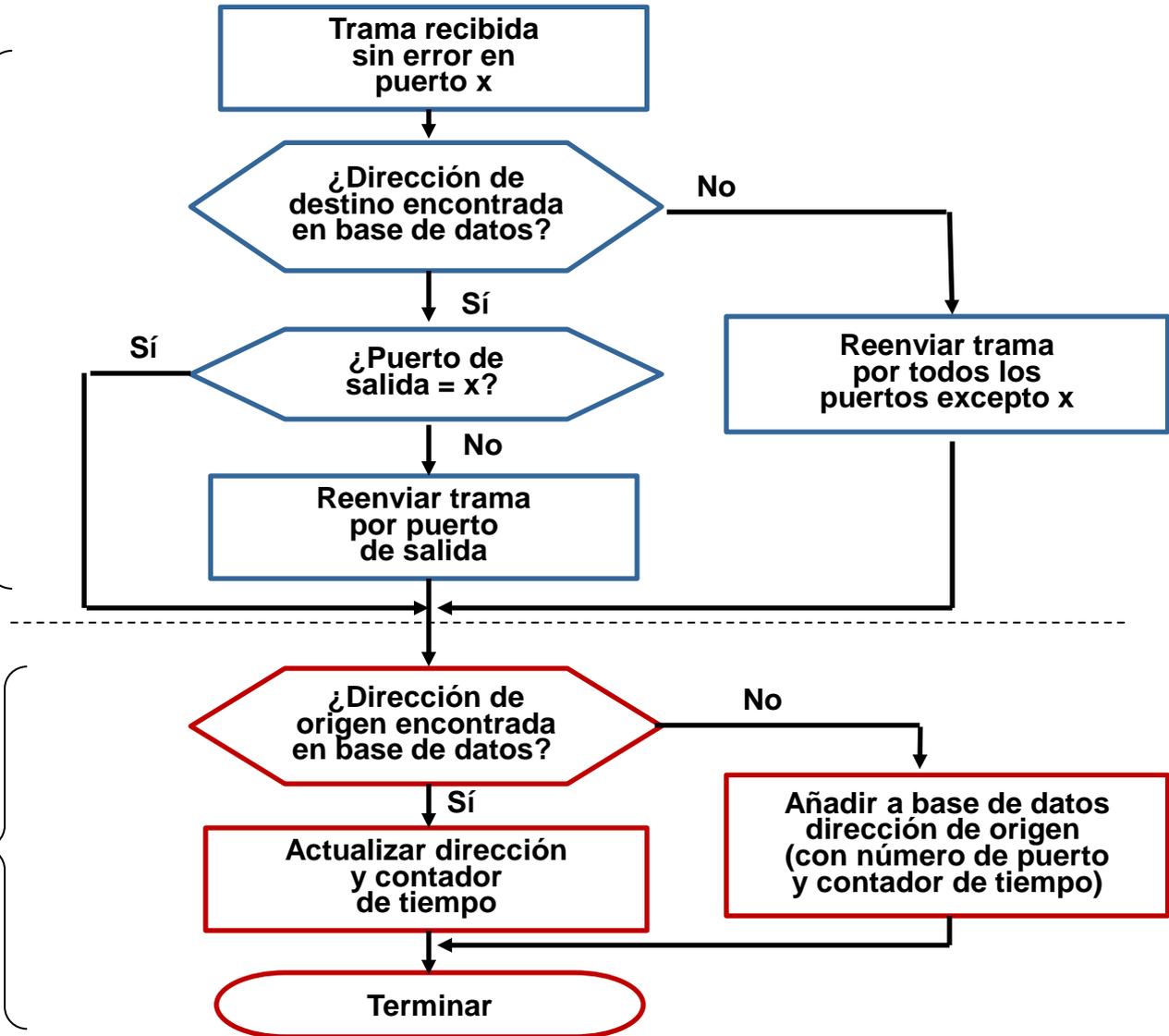




Funcionamiento puente

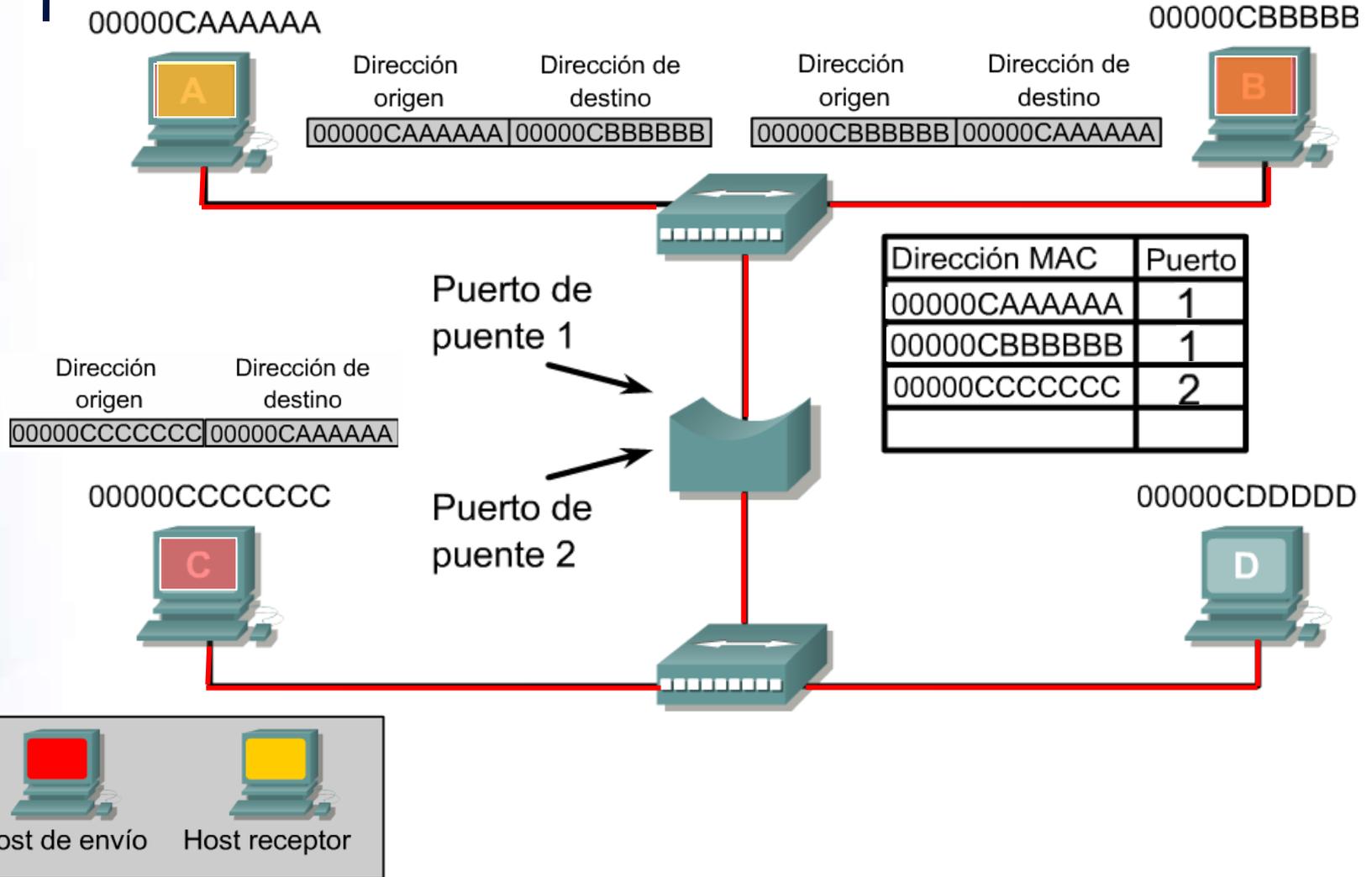
Reenvío

Aprendizaje



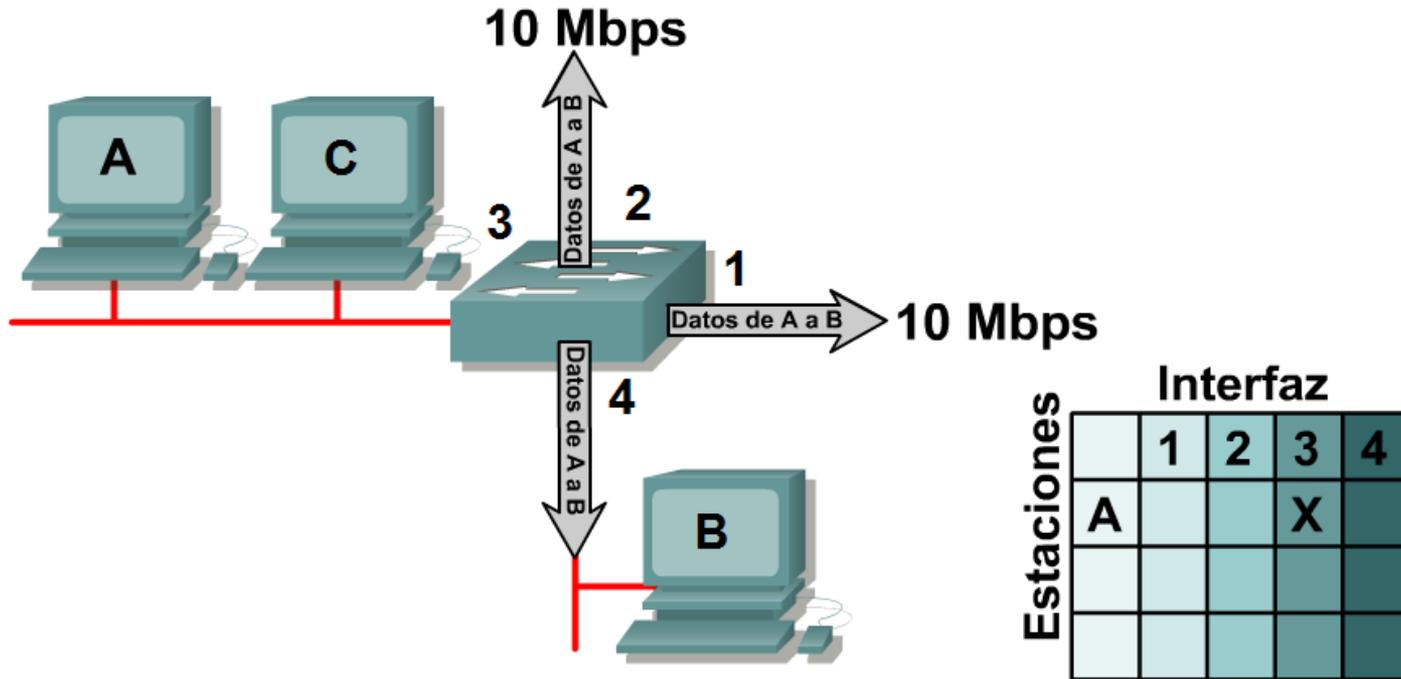


Funcionamiento puente





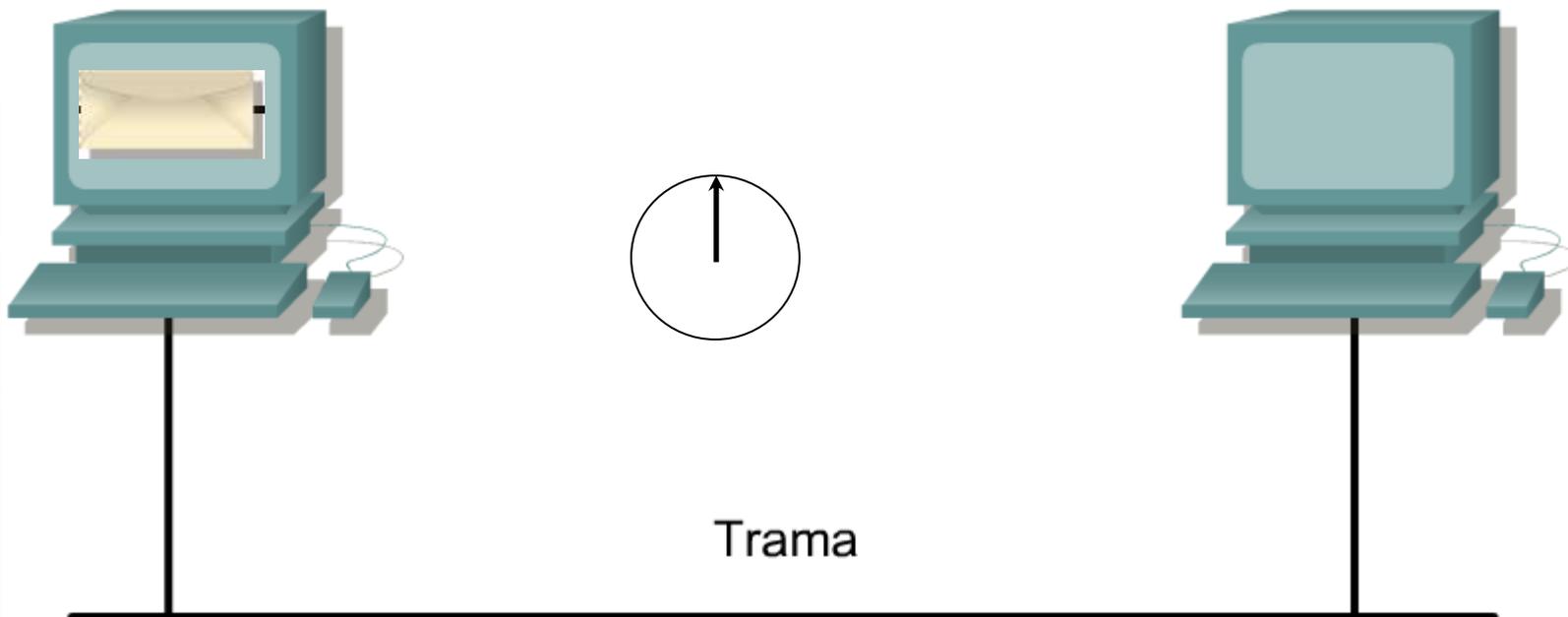
Funcionamiento switch



- Envía paquetes sobre la base de su dirección MAC en la tabla de envíos
- Opera en la Capa 2 de OSI
- Conoce la ubicación de una estación examinando la dirección origen

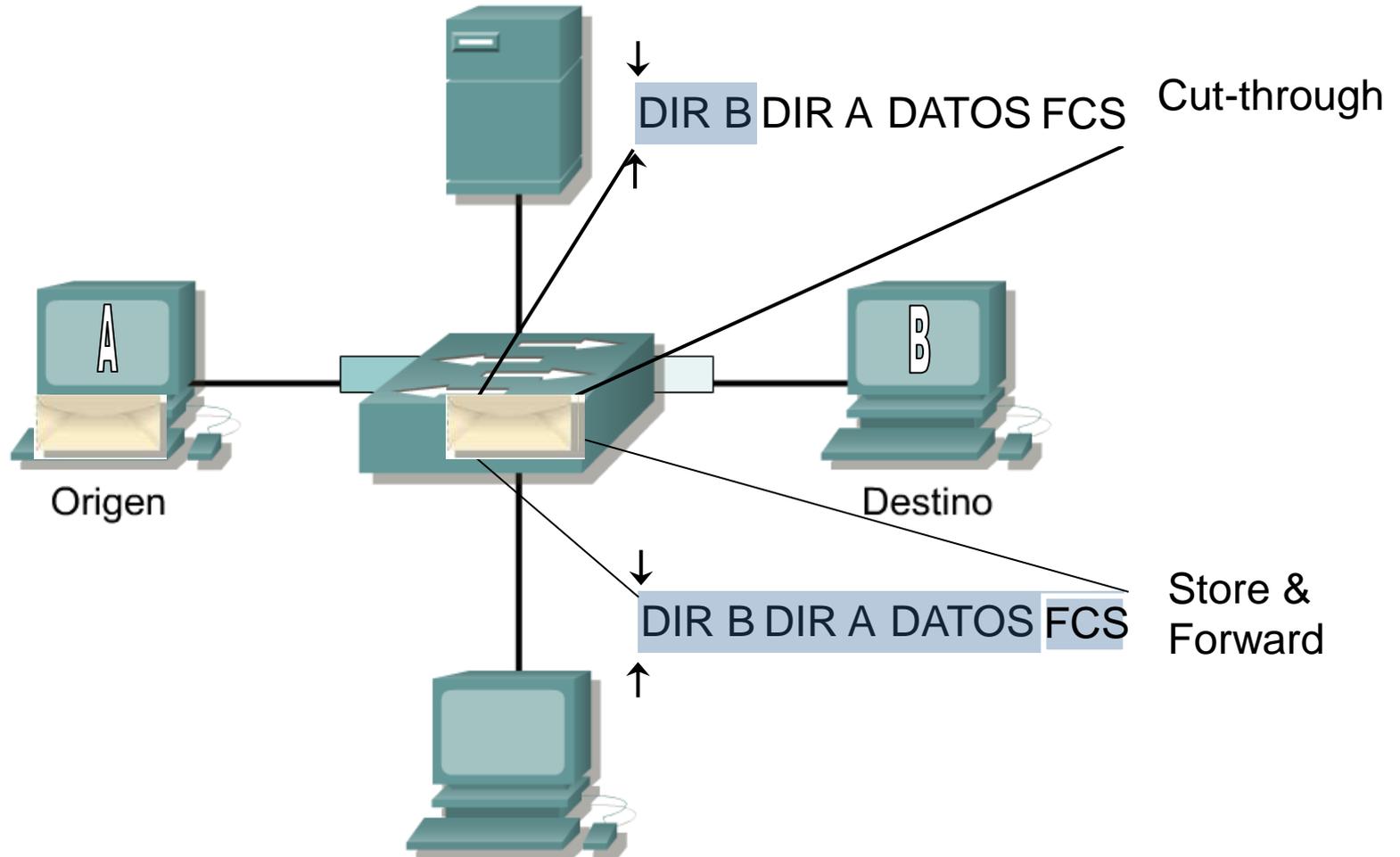


Latencia





Modos de conmutación





Modos de conmutación

7 bytes	1 byte	6 bytes	6 bytes	2 bytes	Máx 1500 bytes	4 bytes
Preámbulo	SFD	Dirección destino	Dirección origen	Longitud	Datos	FCS

Método de corte
Latencia más baja
Sin verificación de errores (Opción por defecto)

Libre de fragmentos
Baja latencia
Verificación de colisiones (Filtra la mayoría de los errores)

Almacenamiento y envío
Latencia más alta
Verificación de colisiones (filtra la mayoría de los errores)

Por método de corte (cut-through)



La trama se envía a través del switch antes de que éste la reciba completamente.

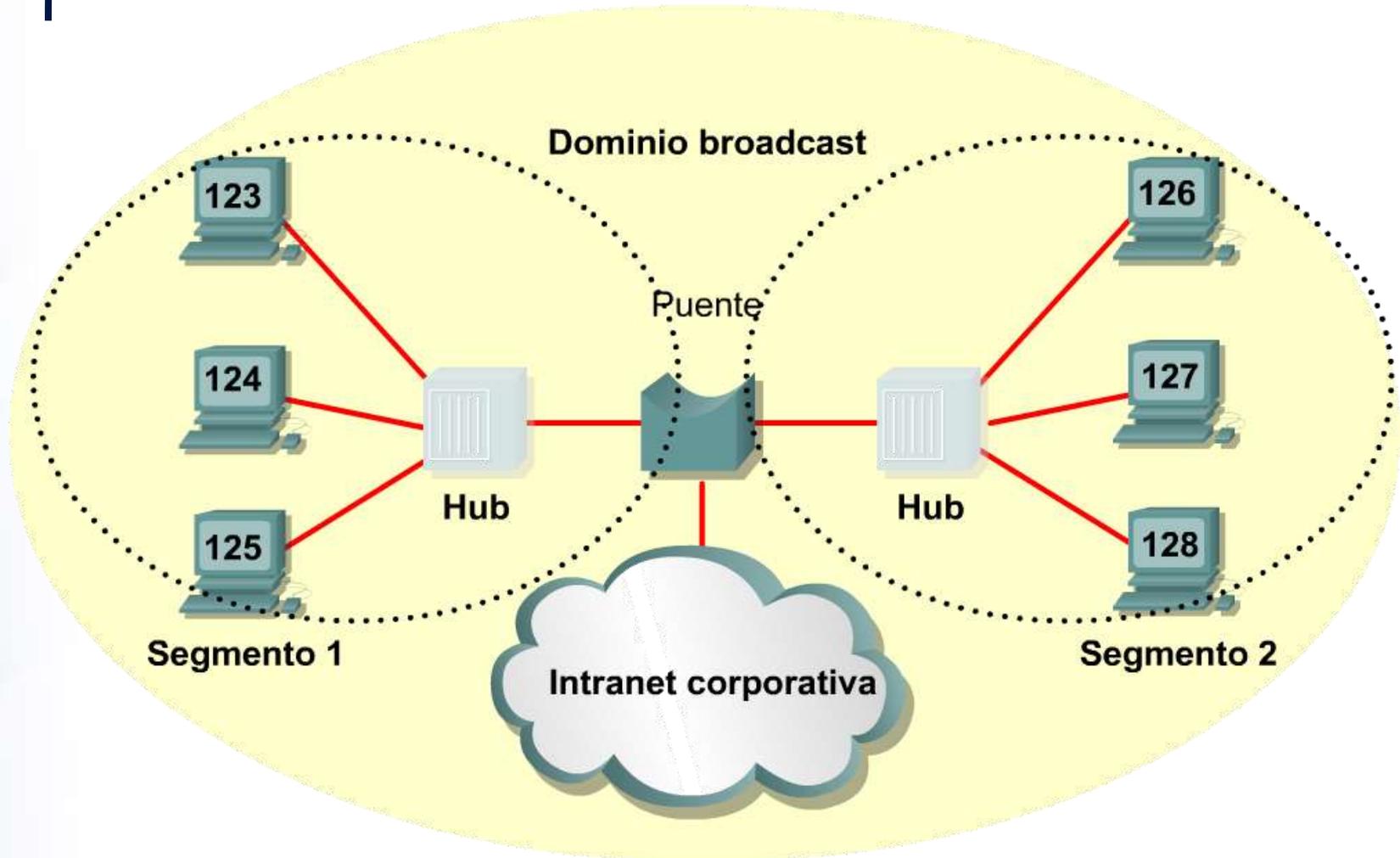
Almacenamiento y envío (store-and-forward)



La trama completa se recibe antes de enviarse.

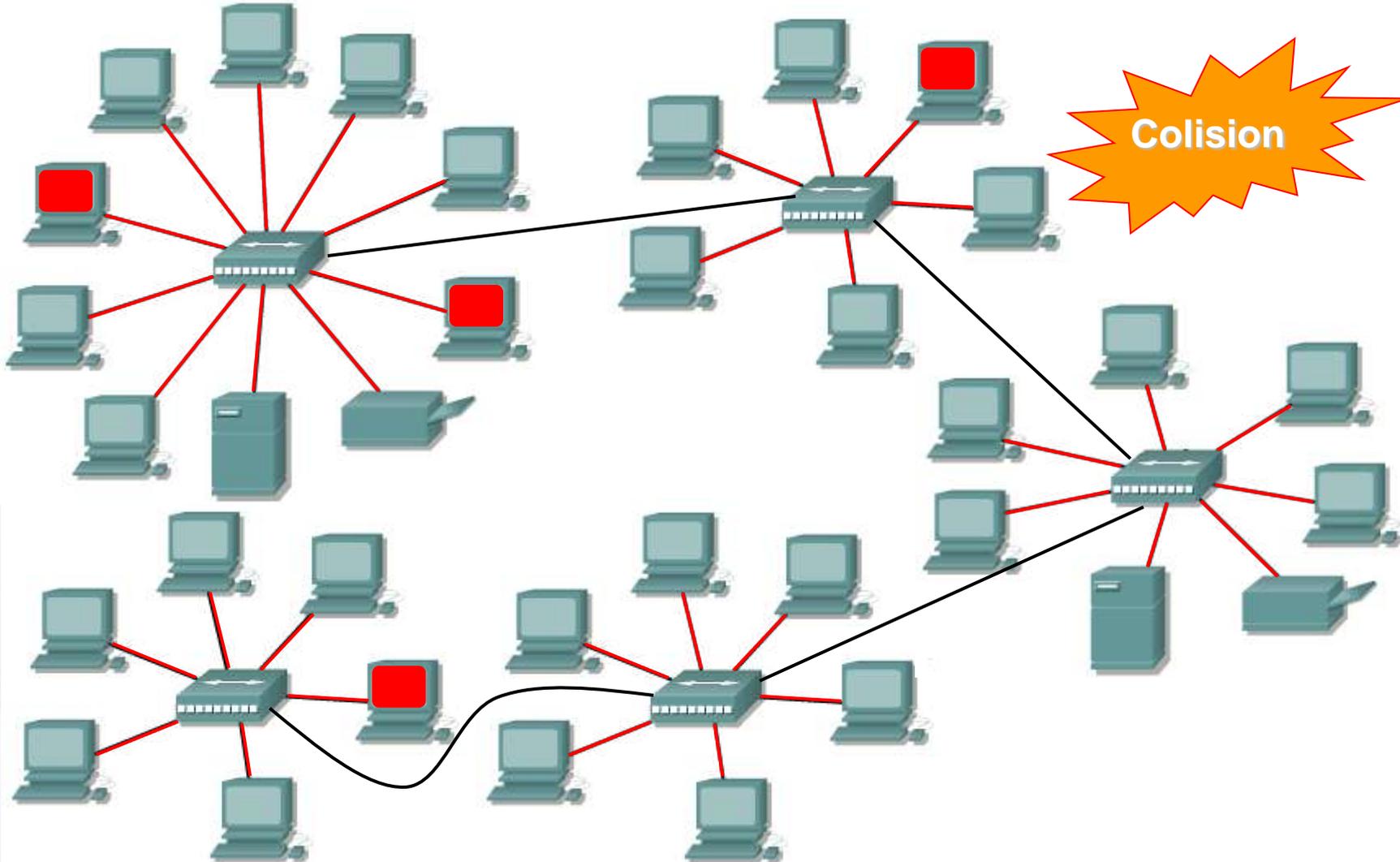


Dominios de colisión





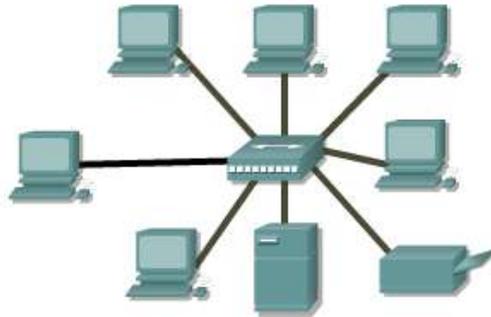
Dominio de colisión



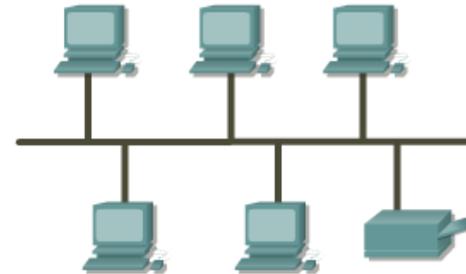


Extensión del dominio (capa 1)

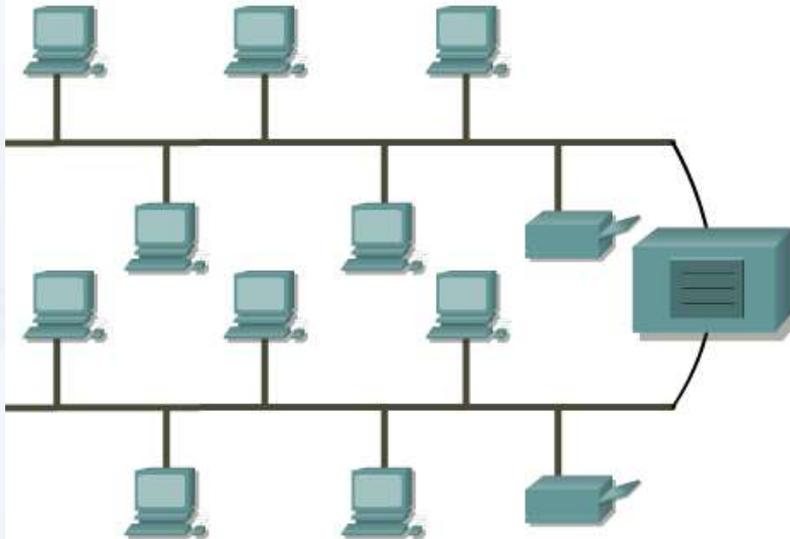
**Dominio de colisión-
Creado por hub**



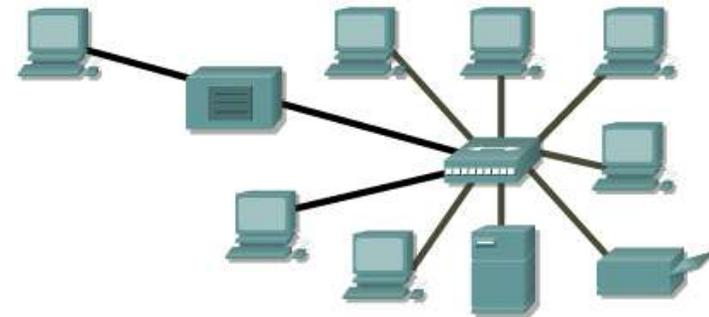
**El acceso compartido es un dominio
de colisión**



**Dominio de colisión- Extendido
por repetidor**

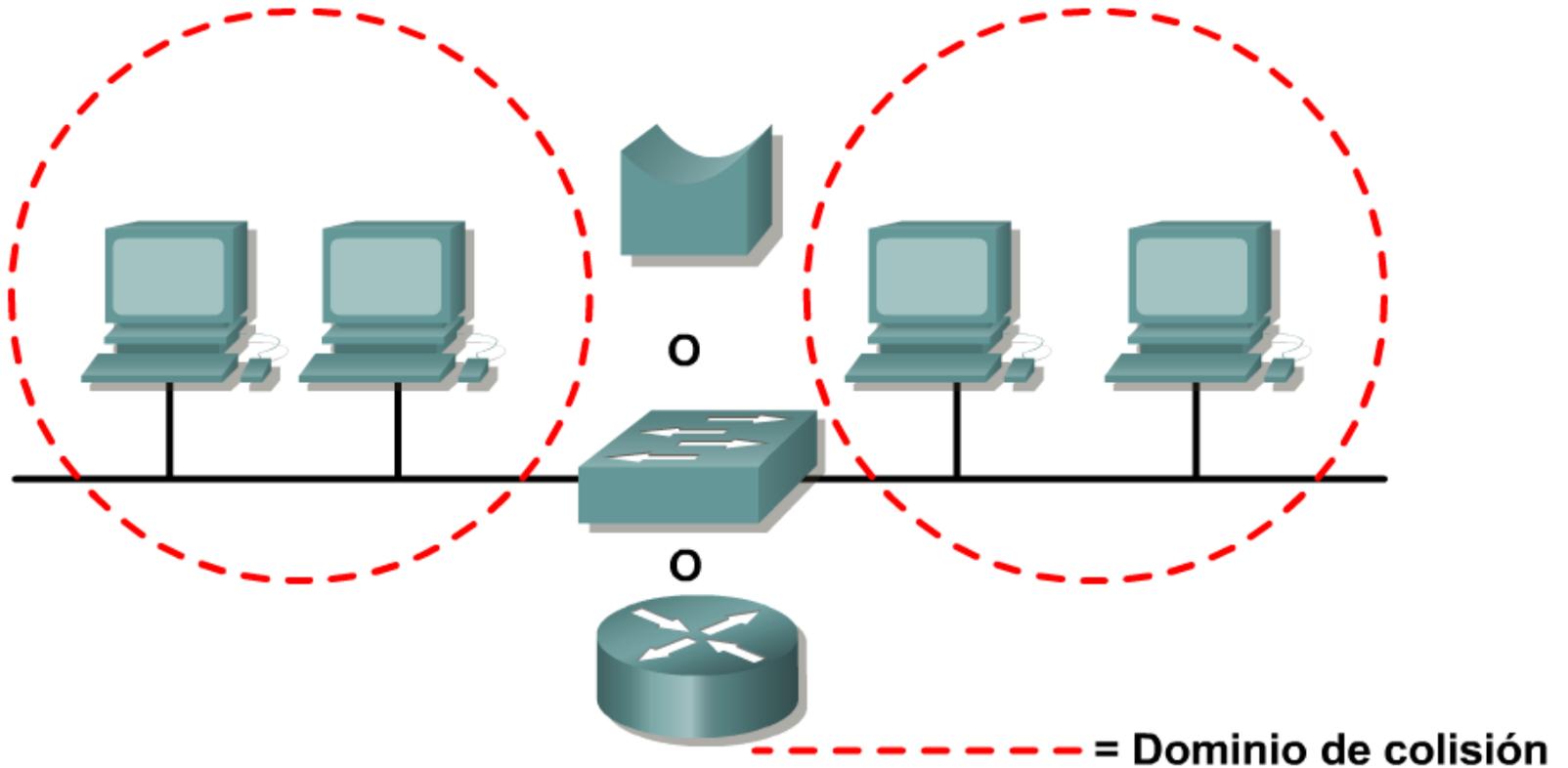


**Dominio de colisión- Extendido
por repetidor**



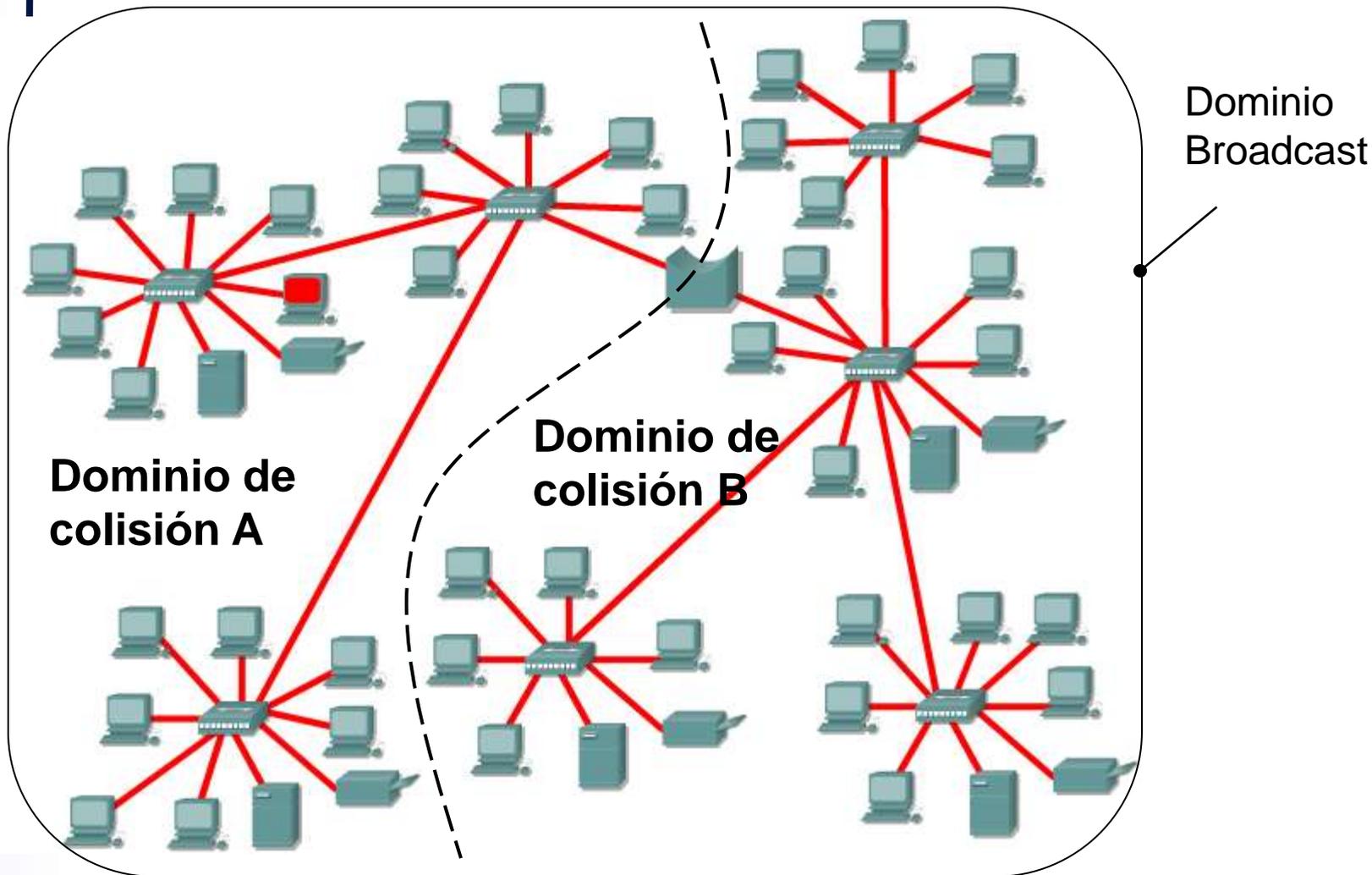


Segmentación del dominio



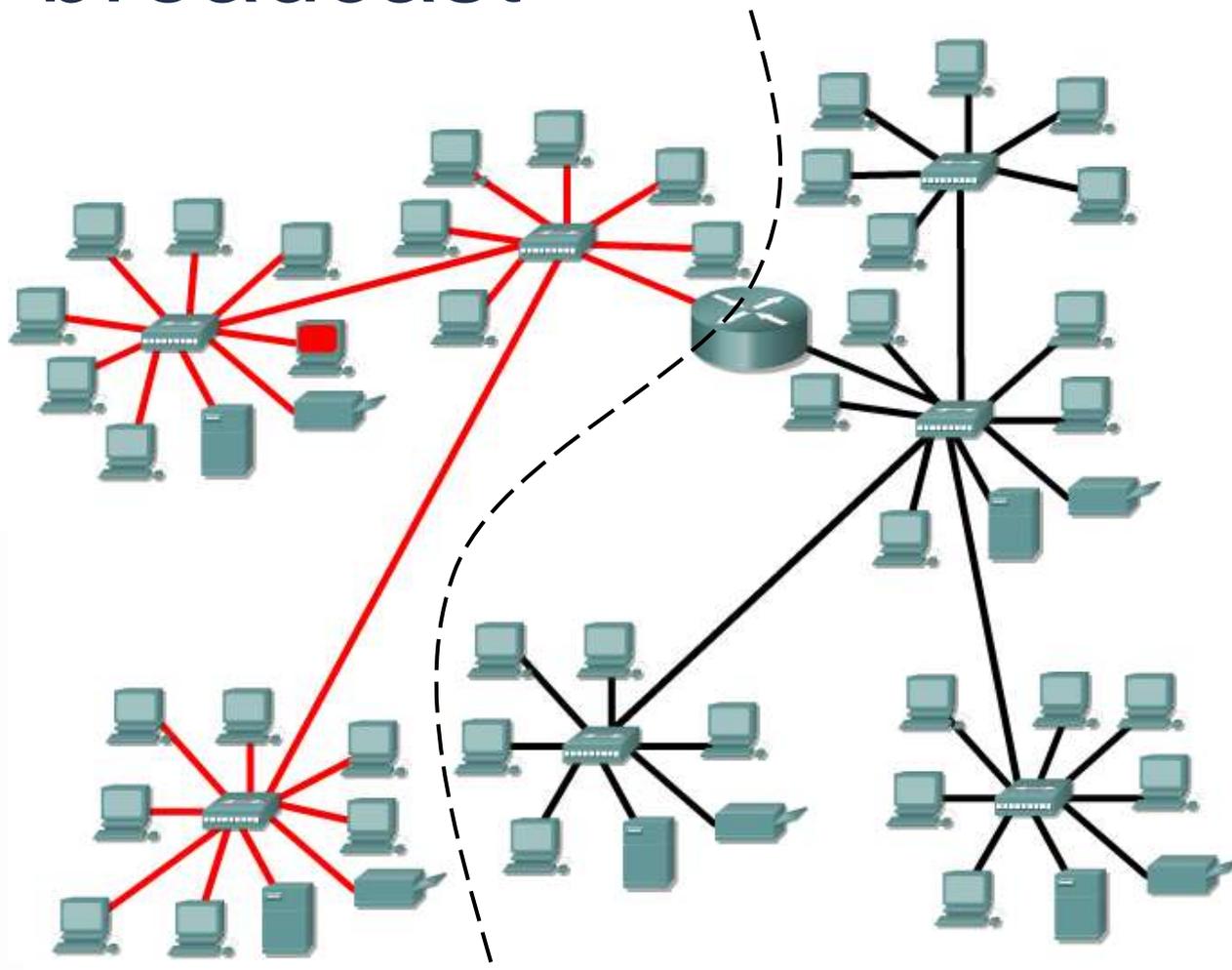


Segmentación en dominios



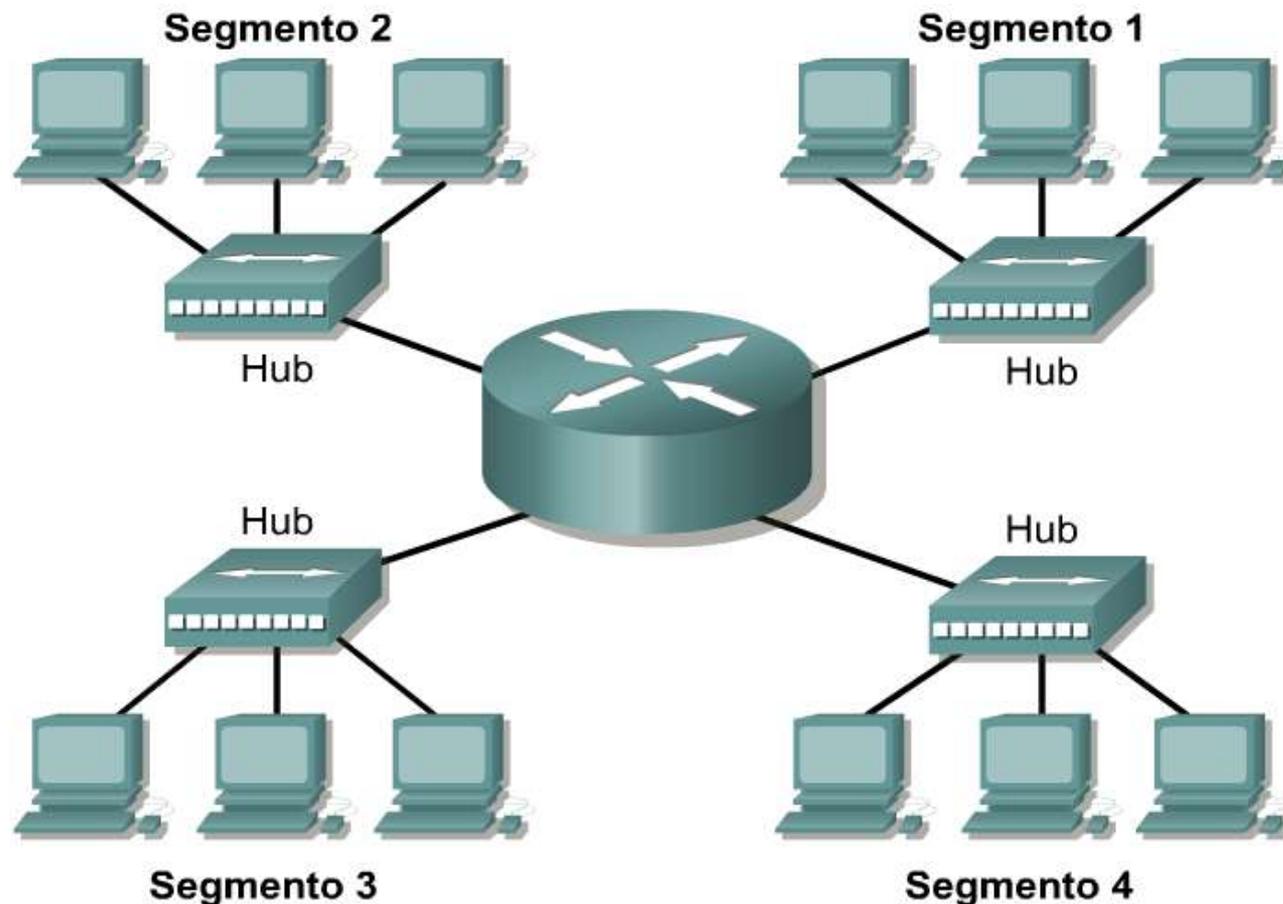


Segmentación de dominios broadcast





Segmentación de dominios broadcast

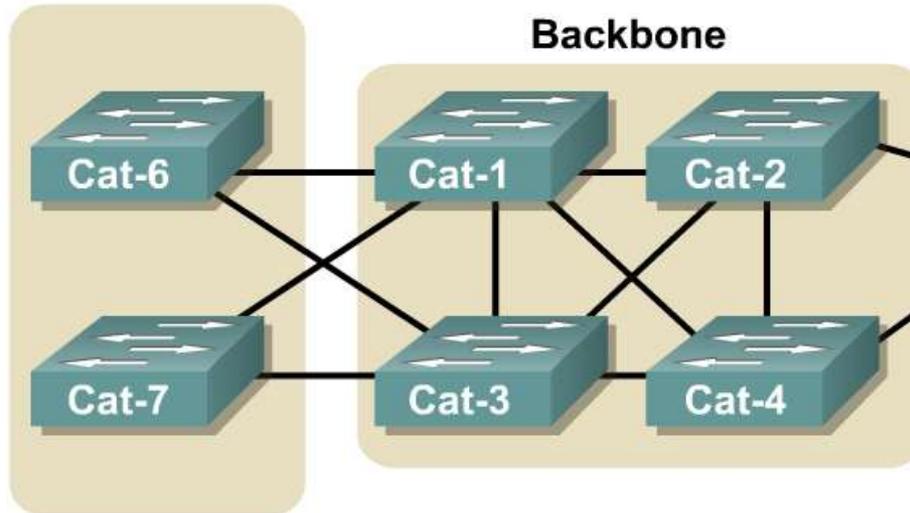




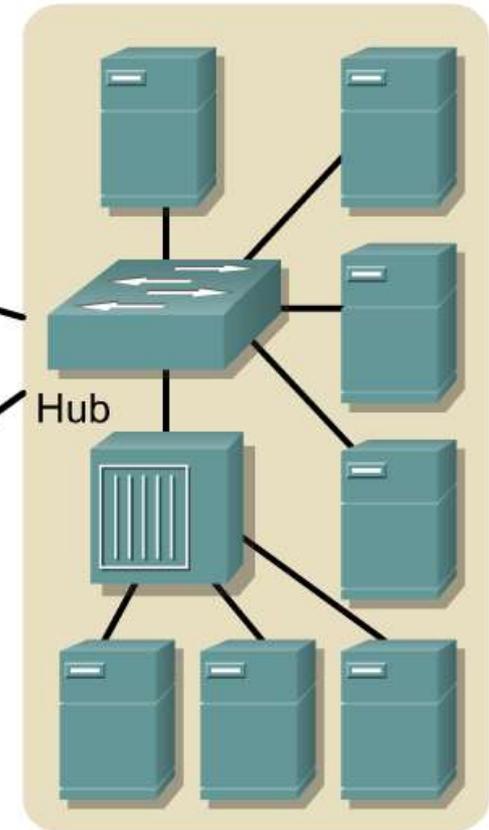
Spanning tree (STP)

Multiples caminos entre dos puntos

Armario de cableado

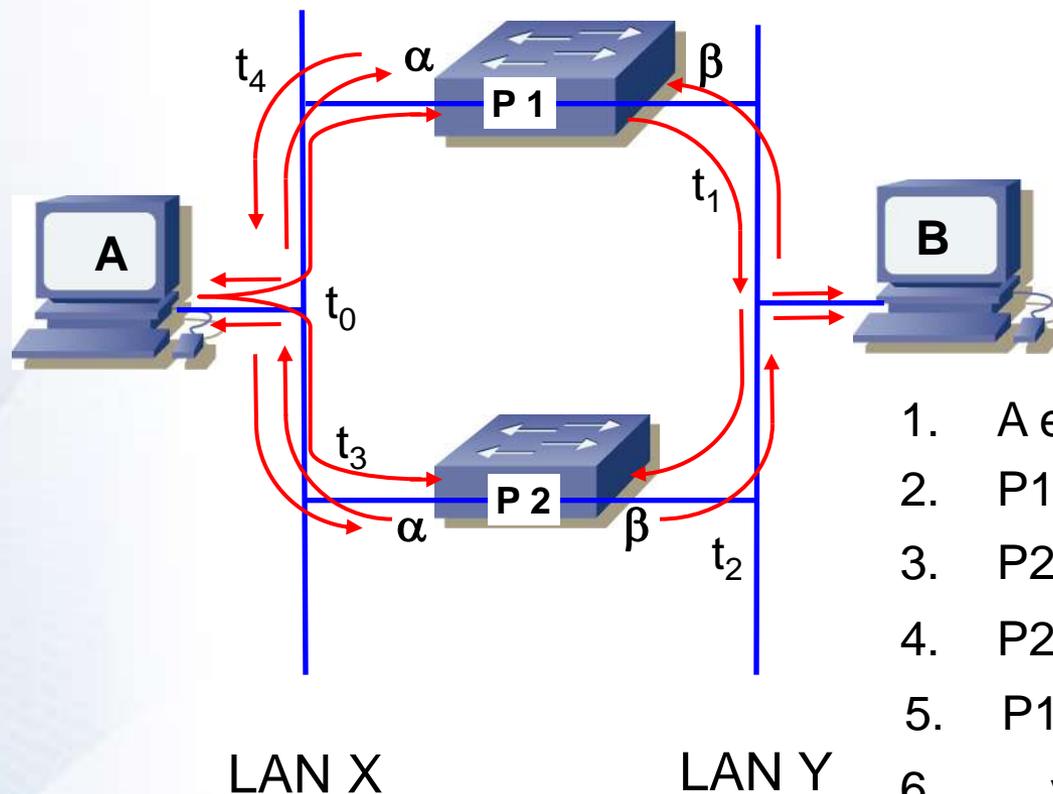


Granja de servidores





Bucle entre dos LANs: el problema



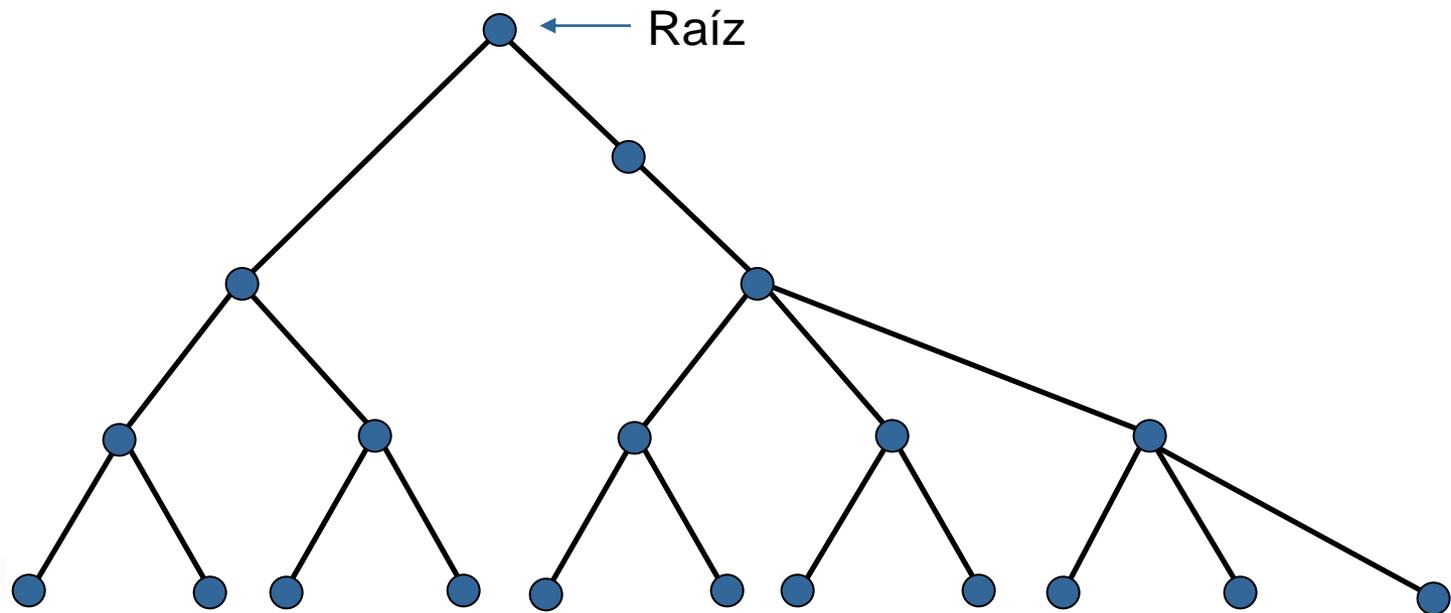
1. A envía trama t_0 a LAN X
2. P1 retransmite t_0 en LAN Y como t_1
3. P2 retransmite t_0 en LAN Y como t_2
4. P2 retransmite t_1 en LAN X como t_3
5. P1 retransmite t_2 en LAN X como t_4
6. ... y así sucesivamente.

Transmitiendo una sola trama la red se satura eternamente



Spanning tree (STP)

Un Spanning Tree, o árbol de expansión, es un grafo en el que solo hay un camino posible entre dos nodos (un árbol sin bucles).



Si podemos pintar una red de puentes transparentes como un spanning tree, entonces el problema del bucle no puede darse. El objetivo del protocolo Spanning Tree es evitar que la red tenga bucles



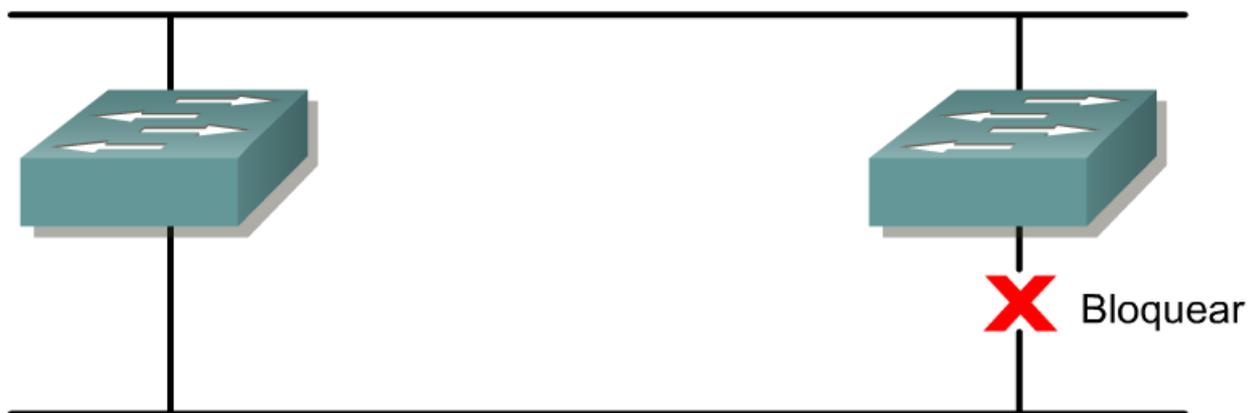
Protocolo spanning tree

- Los puentes/switches intercambian información sobre sus conexiones.
- La información se envía regularmente siguiendo un protocolo denominado Bridge Protocol. Los mensajes se denominan **BPDUs** (Bridge Protocol Data Units).
- Cada puente se identifica por su dirección MAC 'canónica'.
- Cada puerto recibe un identificador y tiene asociado un costo que por defecto es inversamente proporcional a su velocidad (ej.: 10 Mb/s costo 100, 100 Mb/s costo 10).
- Cada puente calcula el grafo de la red y observa si existe algún bucle; en ese caso se van desactivando interfaces hasta cortar todos los bucles y construir un árbol sin bucles o 'spanning tree'.



Estados del protocolo

Estados	Propósito
Bloquear	Recibe sólo las BPDU
Escuchar	Creación de una topología "activa"
Aprender	Envío y recepción de datos del usuario
Enviar	Creación de una tabla de puenteo
Desactivar	Administrativamente abajo





Ejemplo de Spanning Tree

