

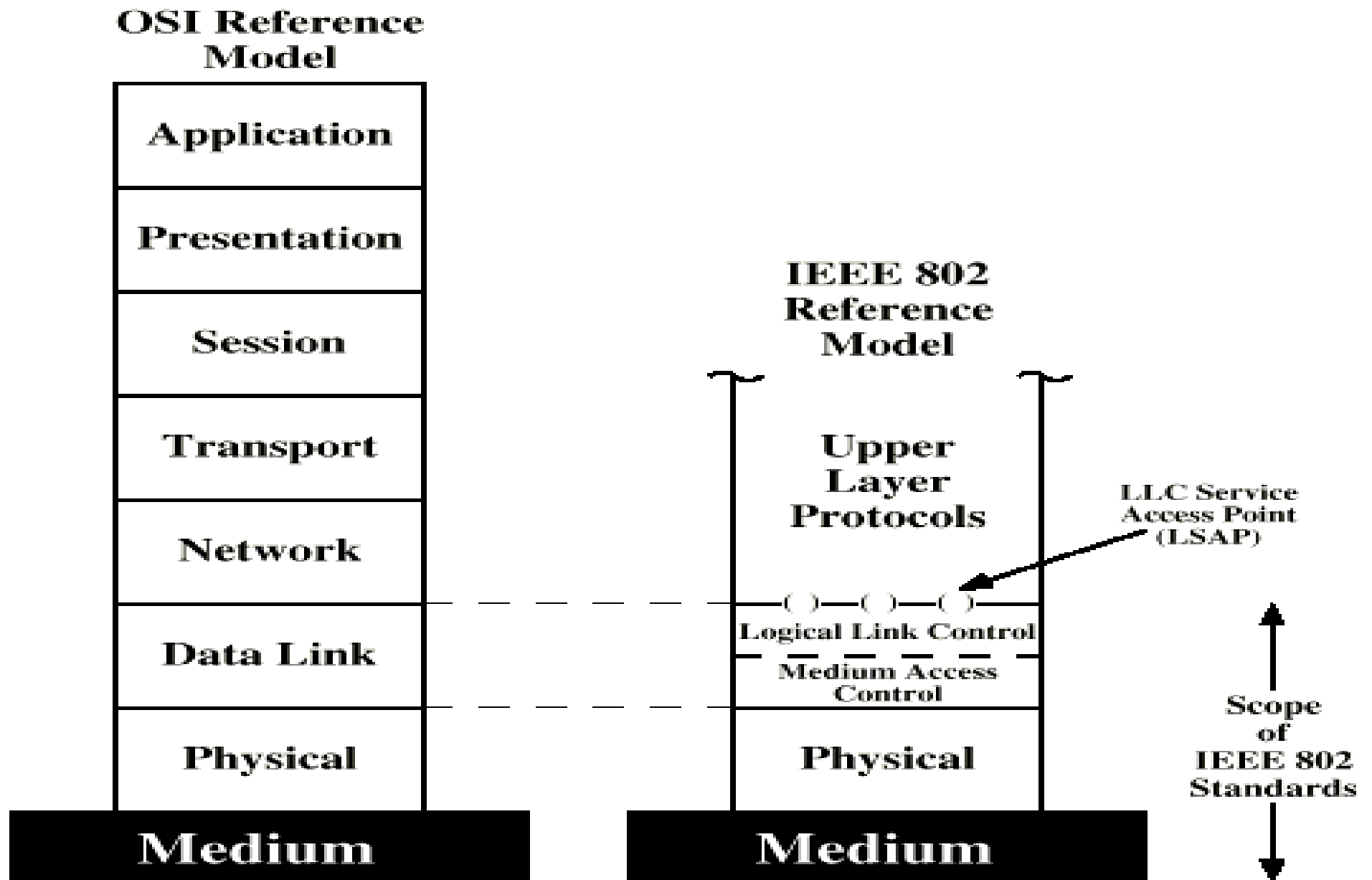
# REDES DE INFORMACIÓN



## UD N° 2

### REDES DE AREA LOCAL (LAN)

# OSI vs IEEE 802

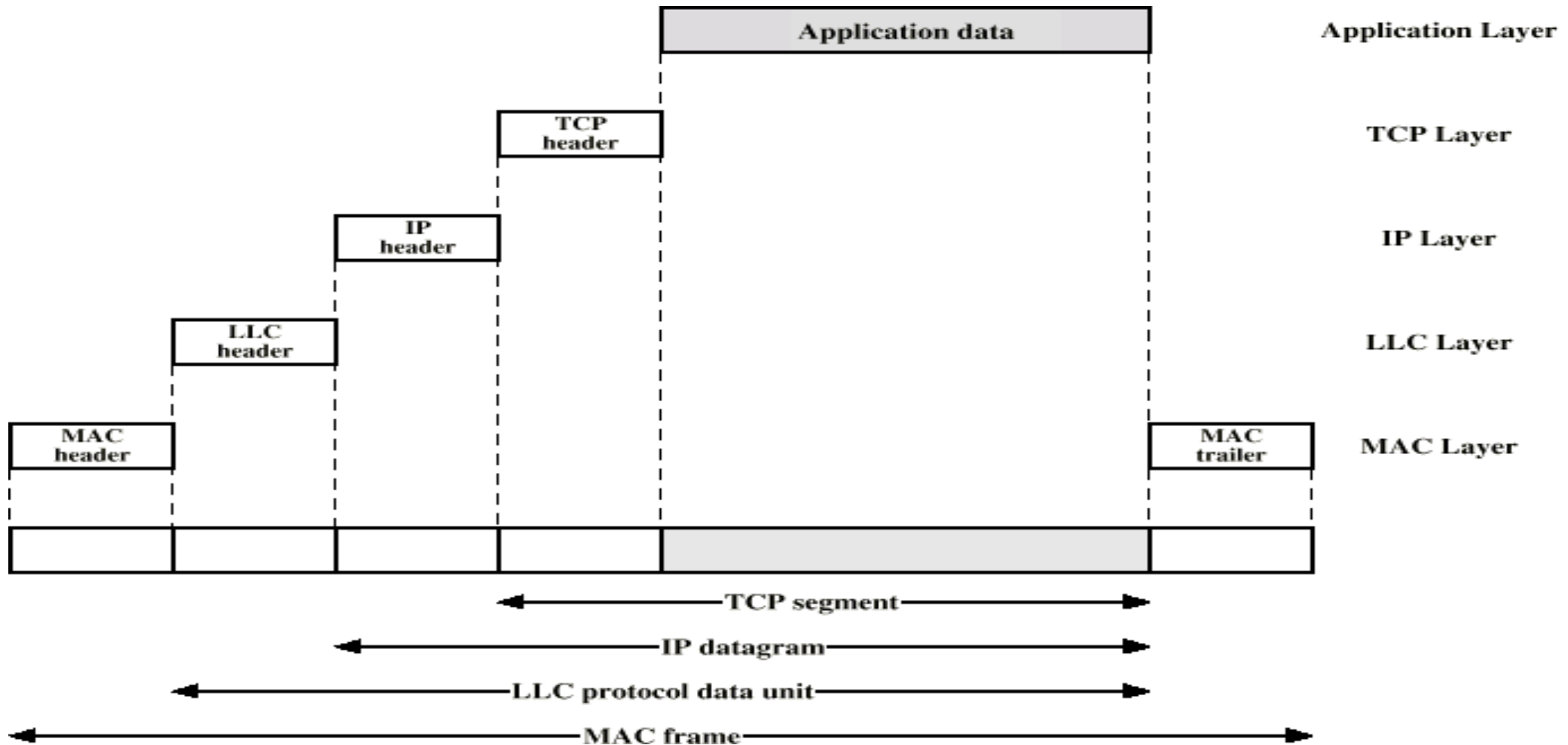


# PROTOCOLOS DE LAN

Según la capa que se trate (MAC, LLC)

Según el método de acceso al medio (contention/token passing o aleatorio/determinístico)

Según el medio de transmisión y el tipo de red

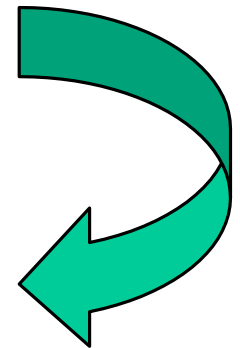


# MODELO OSI Y REDES LAN



MAC (MEDIUM ACCESS CONTROL)

LLC (LOGICAL LINK CONTROL)



IMPORTANCIA DE ESTA SUBCAPA EN LOS **CANALES DE DIFUSIÓN (BROADCAST)**

**CONCEPTO DE DIRECCIÓN MAC**

## **DIRECCIÓN MAC**

**Es una dirección de 48 bits asignada a cada tarjeta de red (NIC).**

**Es la dirección física o de hardware.**

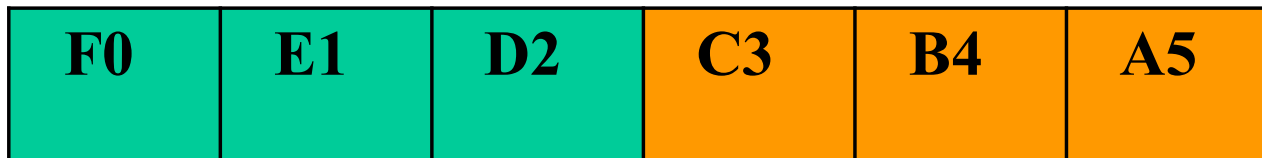
**Se representa con dígitos hexadecimales, en 6 grupos como sigue:**

**F0:E1:D2:C3:B4:A5**

**La coloca el fabricante en cada NIC.**

**Es exclusiva de cada placa, identificando unívocamente el dispositivo.**

**Los 24 primeros bits identifican al fabricante y son asignadas por el IEEE. Los restantes identifican las tarjetas de cada fabricante.**



**Para averiguar la dirección MAC de la tarjeta que tiene la PC ejecutar comandos ipconfig/all (windows).**

# Tipos de direcciones MAC

- **UNICAST:** este tipo de dirección identifica a un dispositivo único al cual se le envía una trama.
- **MULTICAST:** se utiliza este tipo de dirección de destino cuando se quiere hacer llegar la trama a un grupo específico de dispositivos.
- **BROADCAST:** se usa esta dirección de destino cuando se envía datos a todos los dispositivos de una subred o red. La dirección de broadcast MAC es **FF-FF-FF-FF-FF-FF**.

## PLACA DE RED



**Conectores dependerán del tipo de red que se trate (Vampiro, RJ 45, T-BNC, etc).**

### **Componentes genéricos**

**Controlador: formateo de trama, generación de FCS y de clock de tx, codificación, verificación FCS, etc.**

**Transceiver: mod/demod, sensado de portadora, detección de colisiones, etc.**

# **FUNCIONES CAPA FÍSICA**

- **Codificación/decodificación**
- **Generación/eliminación de preámbulo**
- **Tx/Rx de bits**
- **Especificación del medio de transmisión y de la topología.**

## **MEDIOS DE TRANSMISIÓN**

• **PAR TRENZADO**

**UTP**

**STP**

**CABLEADO  
ESTRUCTURADO**

• **COAXIL**

**FINO/GRUESO**

• **FIBRA OPTICA**

• **INALÁMBRICO**



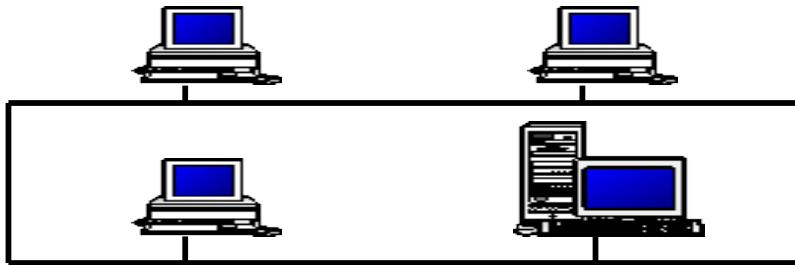
# TOPOLOGIA DE LAN

## TOPOLOGÍA FÍSICA Y LÓGICA

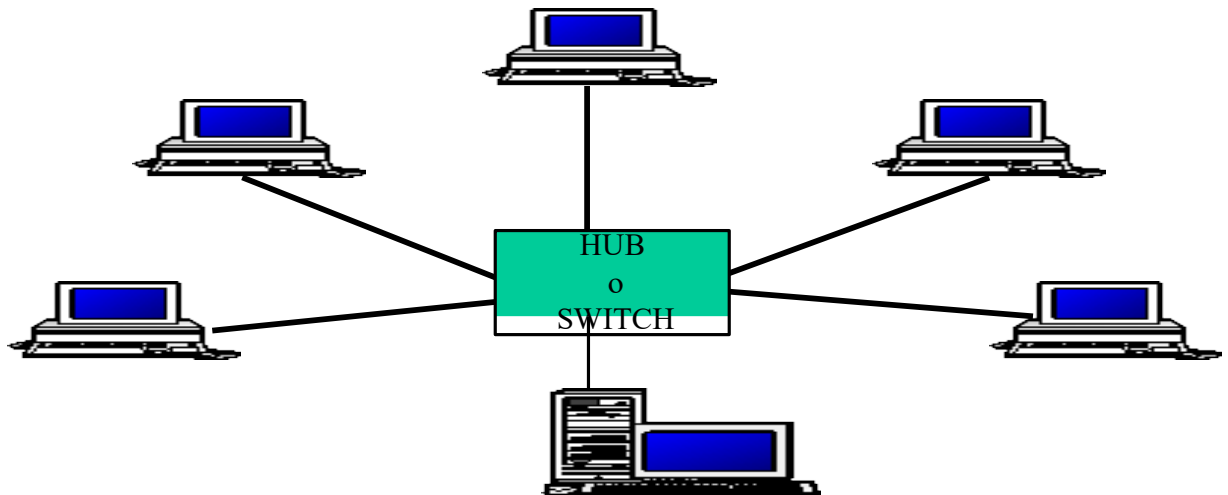
DOS MODOS: DIFUSIÓN Y CONMUTACIÓN



LINEAL O BUS

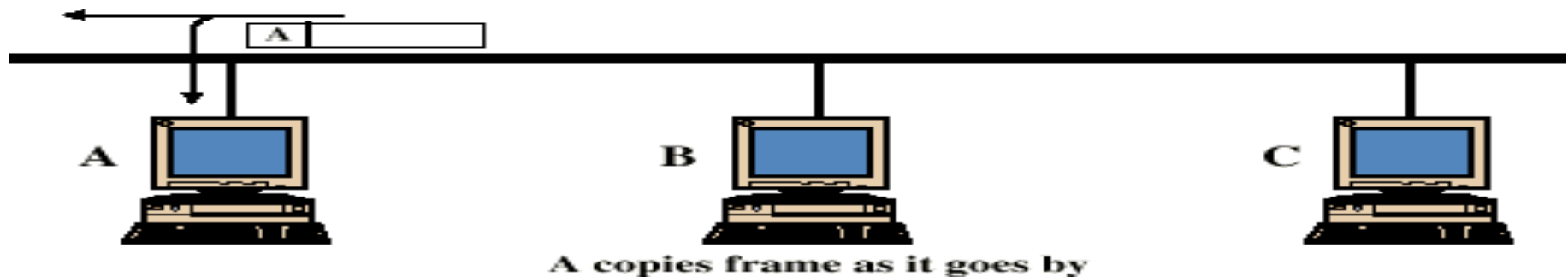
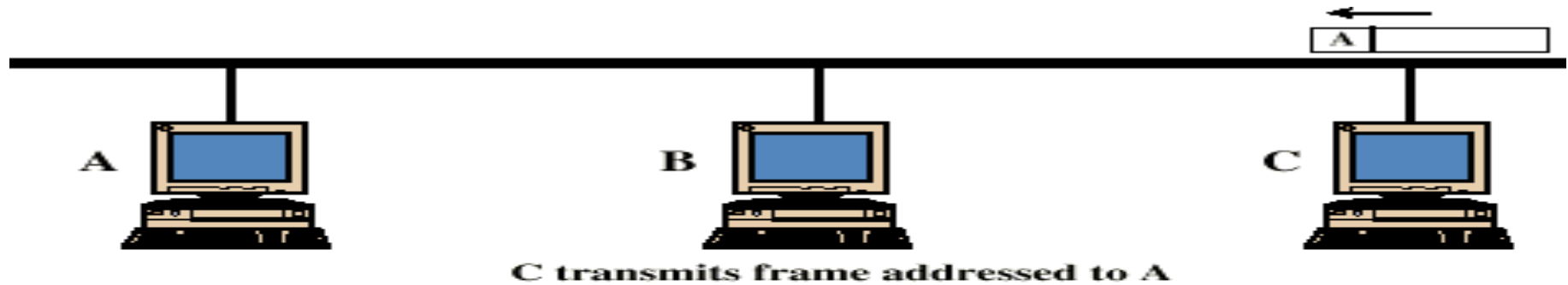


ANILLO O RING



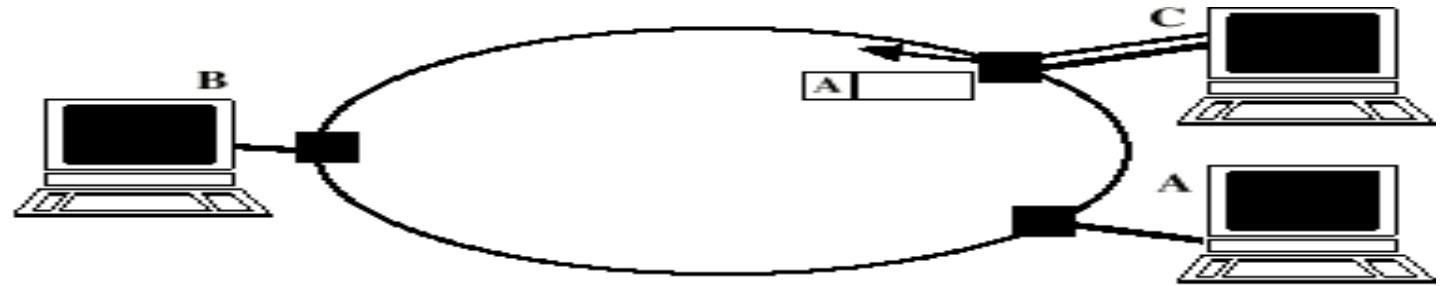
ESTRELLA  
O CON  
CONCENTRADOR

# TRANSMISIÓN DE TRAMA EN TOPOLOGÍA BUS O LINEAL

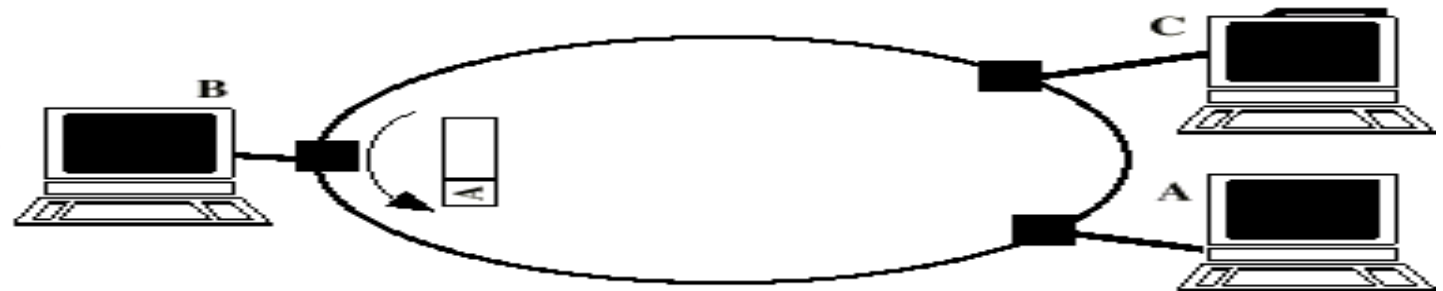


# TRANSMISIÓN DE TRAMA EN TOPOLOGÍA ANILLO O RING

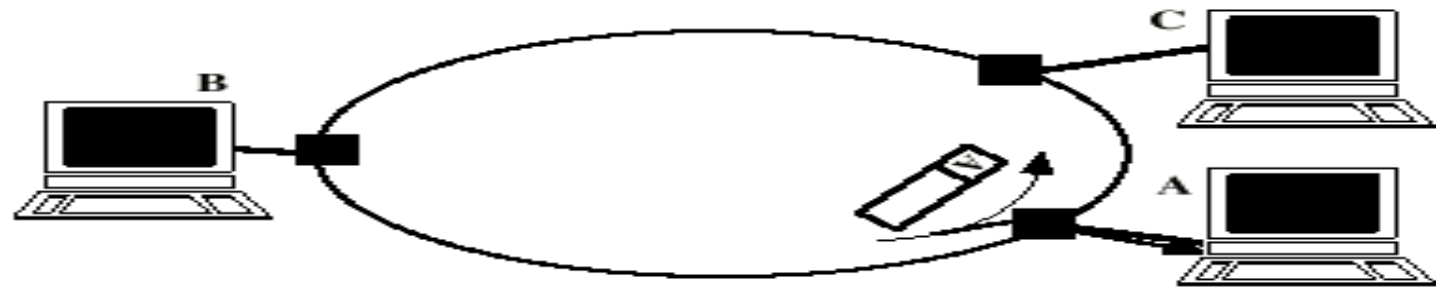
(a) C transmits frame addressed to A



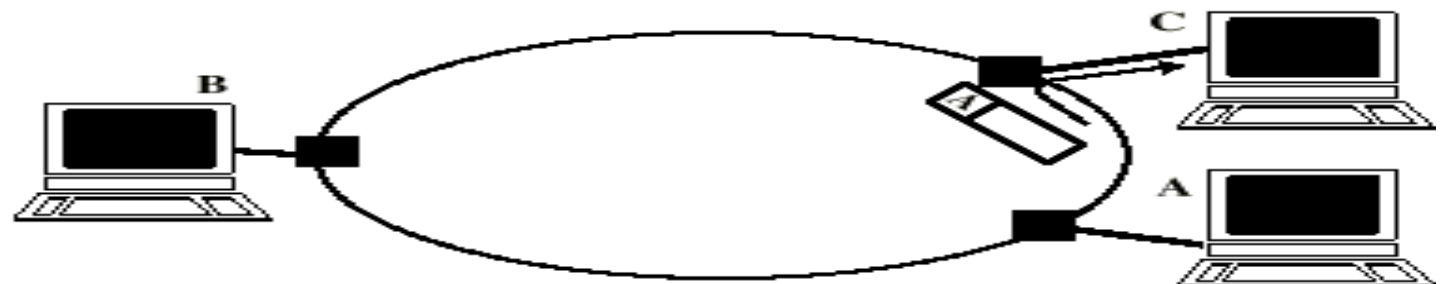
(b) Frame is not addressed to B; B ignores it



(c) A copies frame as it goes by

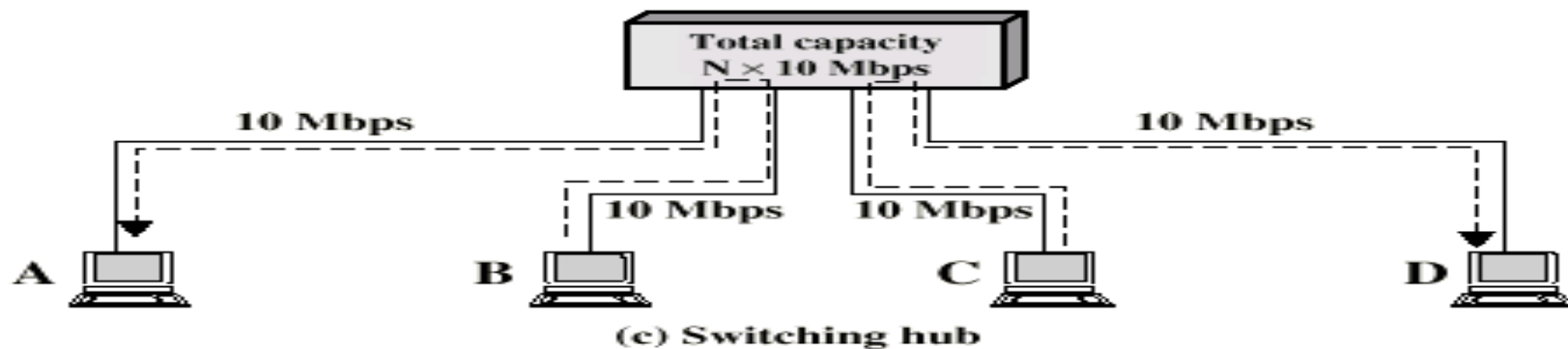
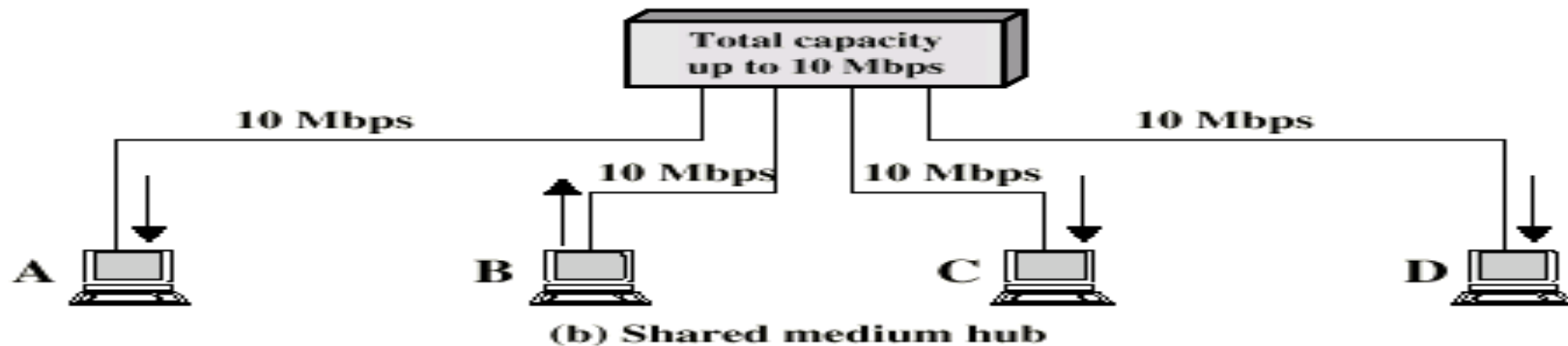
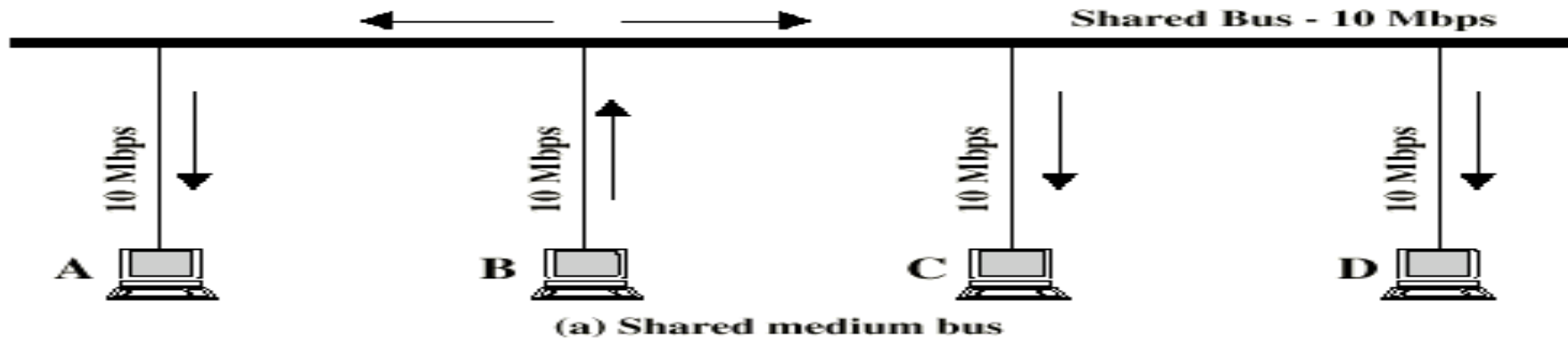


(d) C absorbs returning frame



# TRANSMISIÓN DE TRAMA EN TOPOLOGÍA ESTRELLA

comparación  
lineal – estrella con hub – estrella con switch



# **FUNCIONES DE CAPA MAC**

- 1. Ensamblado (tx) y desensamblado (rx) de tramas.**
- 2. Detección de errores (CRC).**
- 3. Control de acceso al medio de transmisión.**

## **PDU: Trama MAC**

**Procedimiento de control centralizado o distribuido.**

**Técnicas de control de acceso asíncronas (dinámicas) o síncronas (dedicadas en forma fija).**

**Las asíncronas pueden ser:**

**Rotación circular. Adecuada cuando muchas estaciones generan tráfico.**  
**Secuencial.**

**Reserva. De tiempos para transmitir (ranuras). Adecuada cuando el tráfico es continuo. Poco usada en LAN.**

**Competición. Adecuada cuando el tráfico es por ráfagas. Aleatorio.**

# **FUNCIONES DE CAPA LLC**

**Interfaz con capas superiores.**

**PDU: unidad de datos LLC**

**Opcionalmente corrección de errores mediante retransmisión y control de flujo.**

**Similares a los protocolos de enlace (HDLC).**

**Se diferencia de estos en:**

**Debe admitir un acceso múltiple**

**La capa MAC libera de algunas funciones de enlace**

**Direccionamiento en LLC. Especifica usuarios origen y destino que son protocolos de la capa superior.**

**Servicios que brinda:**

**No orientado a conexión sin confirmación (tipo datagrama) (1)**

**En modo conexión (conexión lógica, control de flujo y de errores) (2)**

**No orientado a conexión con confirmación (datagrama confirmado, sin conexión lógica) (3)**

# TRAMA ETHERNET IEEE 802.3 CON CABECERA 802.2 LLC



**DSAP Y SSAP se emplean para identificar el protocolo**

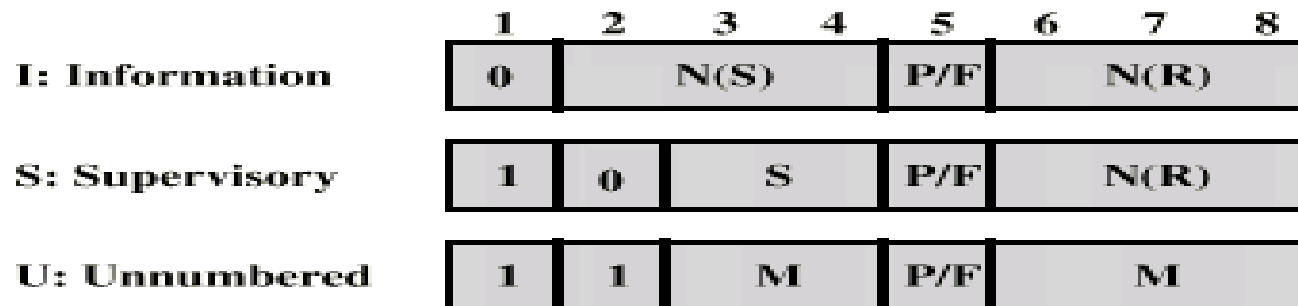
**Se observa la PDU LLC encapsulada en la trama MAC.**

# Campos de la Trama LLC

- **-DSAP** 1 Byte. (*Service Access Points*) Punto de acceso de servicio de destino de la capa superior.
- **.I/G** 1 bit. El primer bit indica si se trata de un destino individual o un grupo.
- **.SAP** 7 bits. Determinan la dirección de usuario SAP individual de destino. Ejemplo: hexadecimal AA para TCP/IP; otros servicios son ISO (10, 20 y 42), SNA, NetBIOS.
- **-SSAP** 1 Byte. Punto de acceso del servicio de origen (Acceso LLC).
- **.C/R** 1 bit. El primer bit indica si se trata de una trama de comando o respuesta.
- **.SAP** 7 bits. Dirección de origen SAP (ídem al destino).
- **-Control** 1/2 Bytes. Campo de control del tipo HDLC modo balanceado.



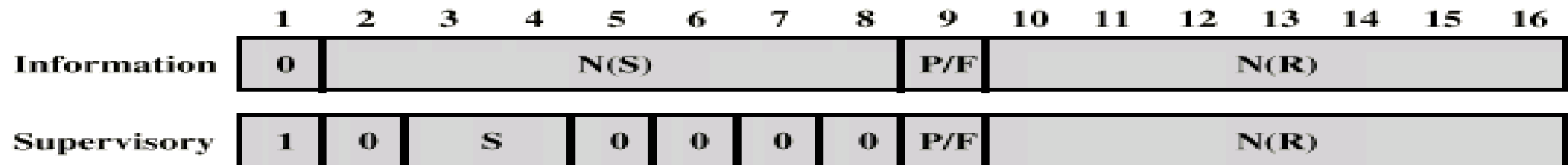
## CAMPO DE CONTROL LLC



N(S) = Send sequence number  
 N(R) = Receive sequence number  
 S = Supervisory function bits  
 M = Unnumbered function bits  
 P/F = Poll/final bit

(c) 8-bit control field format

No orientado a conexión sin confirmación



(d) 16-bit control field format

Con conexión y no orientado a conexión con confirmación

Es igual al del protocolo HDLC. Usa la versión de 8 o 16 bits según el servicio.

# NORMAS LAN IEEE

Sub-cap	CSMA/CD	TOKEN BUS	TOKEN RING	WLAN CSMA/CA	PRIORIDAD DE DEMANDA
N SUP	802.1				
N2 LLC	802.2				
N2 MAC	802.3	802.4	802.5	802.11	802.16
N1	COAXIL FINO, GRUESO Y UTP	COAXIL	STP	RADIO WI FI	WI MAX

CSMA Y ALOHA = ALEATORIO

TOKEN PASSING = DETERMINÍSTICO

**LLC: CONTROL DE FLUJO Y GESTIÓN DEL ENLACE**

**MAC: ENTRAMADO, DETECCIÓN DE ERRORES (CRC) Y ACCESO AL MEDIO**

# PROTOCOLOS DE ACCESO AL MEDIO

ARBITRA LA UTILIZACIÓN DEL CANAL DE DIFUSIÓN

## •CONTENTION (ALEATORIO)

### ALOHA PURO Y RANURADO

*NO SENSAS OCUPACIÓN DEL CANAL, DETECTA COLISIONES Y ESPERA PARA RETRANSMITIR. TRAMAS DE LONGITUD FIJA. EN EL RANURADO SE GENERA SEÑAL DE SINCRONISMO.*

### CSMA PERSISTENTE Y NO PERSISTENTE

*SENSA PRESENCIA DE PORTADORA EN EL CANAL. ROUND TRIP TIME (RTT) Y VENTANA DE COLISIÓN (RTT MAX). MAYOR RTT, MAYOR PROBABILIDAD DE COLISIÓN.*

*SI NO OCUPADO,* TOMA EFECTIVA DEL CANAL.

### *SI OCUPADO*

*P-PERSISTENTE ESPERA UN NUMERO ENTERO DE RTT MAX PARA SENSAR. TIPO RANURADO. P ES LA PROBABILIDAD DE TRANSMISIÓN ANTE EL SENSADO DE QUE EL CANAL ESTÁ LIBRE.*

*NO PERSISTENTE NO SENSAS CONTINUAMENTE EL CANAL. SI OCUPADO, ESPERA UN T ALEATORIO.*

# PROTOCOLOS DE ACCESO AL MEDIO

## •CONTENTION (ALEATORIO)

*COLISIÓN: SE PRODUCE CUANDO 2 ESTACIONES SENSAN CANAL DESOCUPADO Y TRANSMITEN SIMULTANEAMENTE SUS TRAMAS.*

### CSMA/CD (detección de colisiones) (IEEE 802.3)

*ESCUCHAR, ENVIAR Y RESOLVER COLISIONES.*

*SENSA PERMANENTEMENTE. ABORTA TRANSMISIÓN CUANDO DETECTA COLISIÓN Y TX SEÑAL DE INTERF. ESPERA UN T ALEATORIO.*

### CSMA/CA (evitando colisiones) (IEEE 802.11)

*ESCUCHAR, ENVIAR Y EVITAR COLISIONES.*

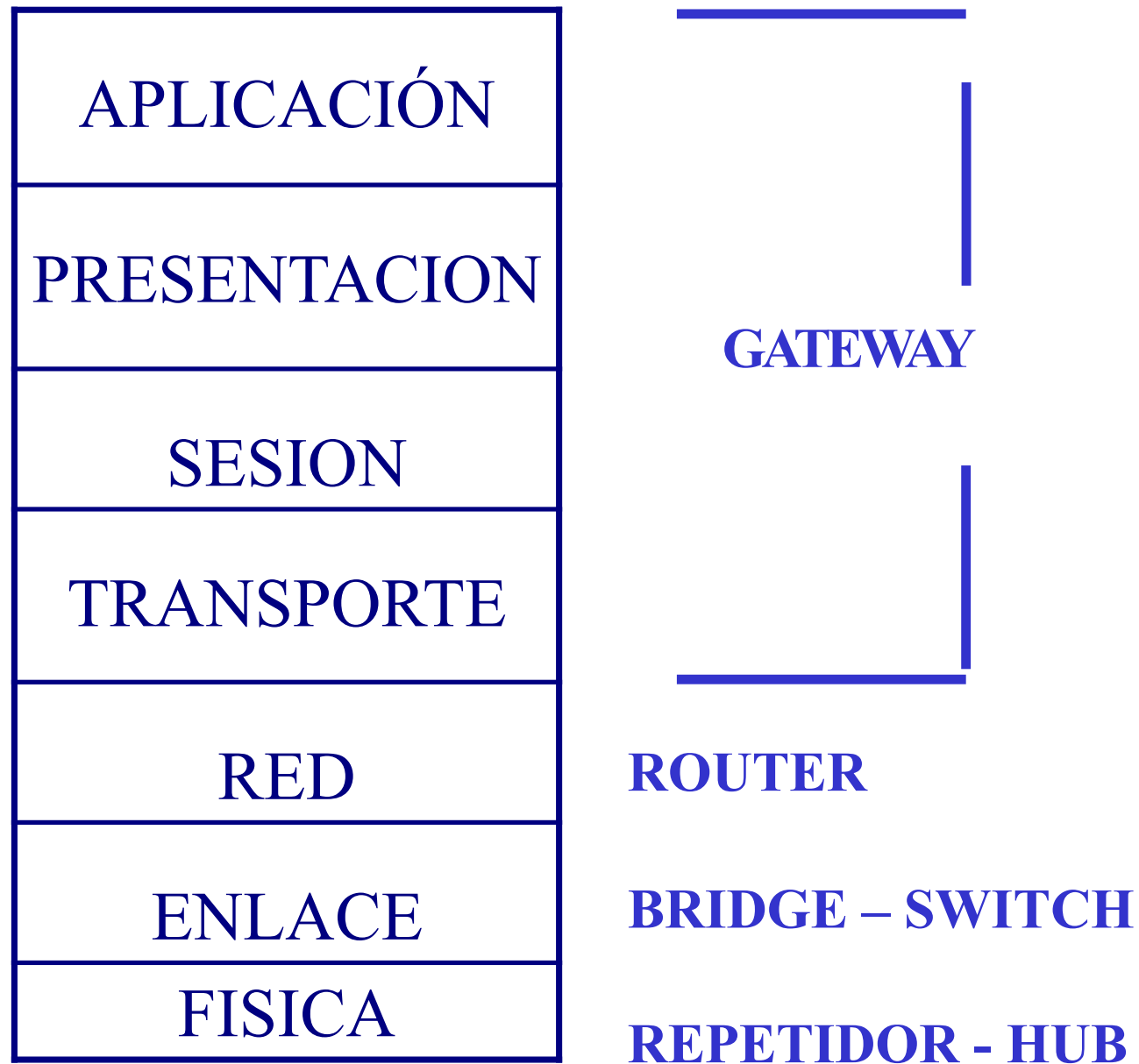
*SENSA PERMANENTEMENTE. EMPLEO DE DISTINTAS TÉCNICAS PARA EVITAR LAS COLISIONES. UNA DE ELLAS ES ESTABLECER PRIORIDADES SEGÚN LA POSICIÓN DE LAS ESTACIONES CONSIDERANDO LA PROPAGACIÓN.*

## •TOKEN PASSING (DETERMINISTICO)

*USO DE TESTIGO PARA MONOPOLIZAR EL CANAL*

### TOKEN RING (IEEE 802.5) y TOKEN BUS (IEEE 802.4)

# COMPARACION DE DIVERSOS DISPOSITIVOS DE RED CON LOS NIVELES DE PROTOCOLOS OSI



## **DOMINIO DE COLISIÓN**

**Es el área de red donde se propagan las colisiones producidas por ocupación del medio en forma simultanea por varios hosts.**

**Los repetidores y hubs propagan colisiones.**

**Los puentes, switches y routers, no.**

**Cada puerto de switch es un dominio de colisión.**

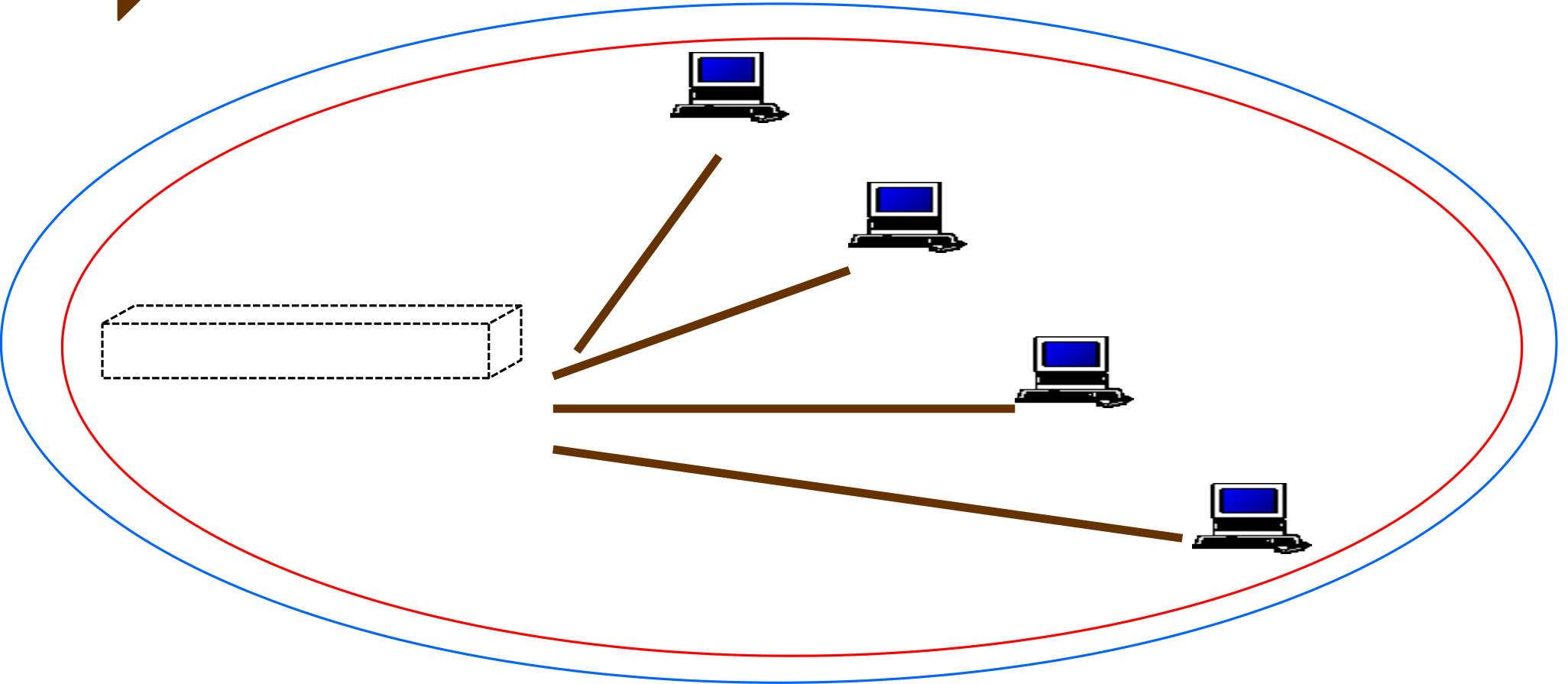
## **DOMINIO DE BROADCAST**

**Es el área de red donde se propagan las tramas de difusión o broadcast.**

**Está limitado por routers.**



## HUBS



**No es un conmutador. Actúa como repetidor. Capa física.**

**La velocidad de transmisión de la red se aplica al conjunto.**

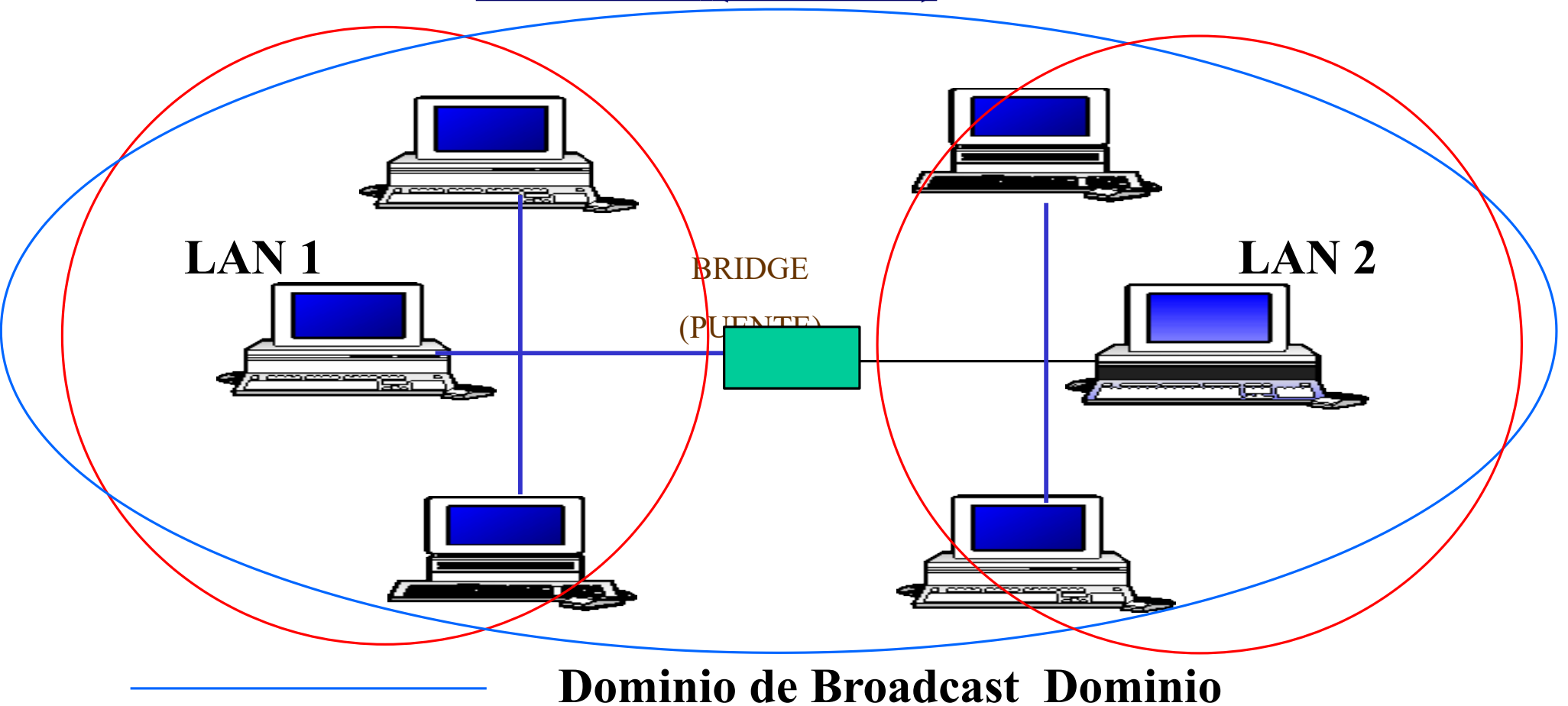


**Dominio de Broadcast Dominio**



**de Colisión**

# PUENTES (BRIDGE)



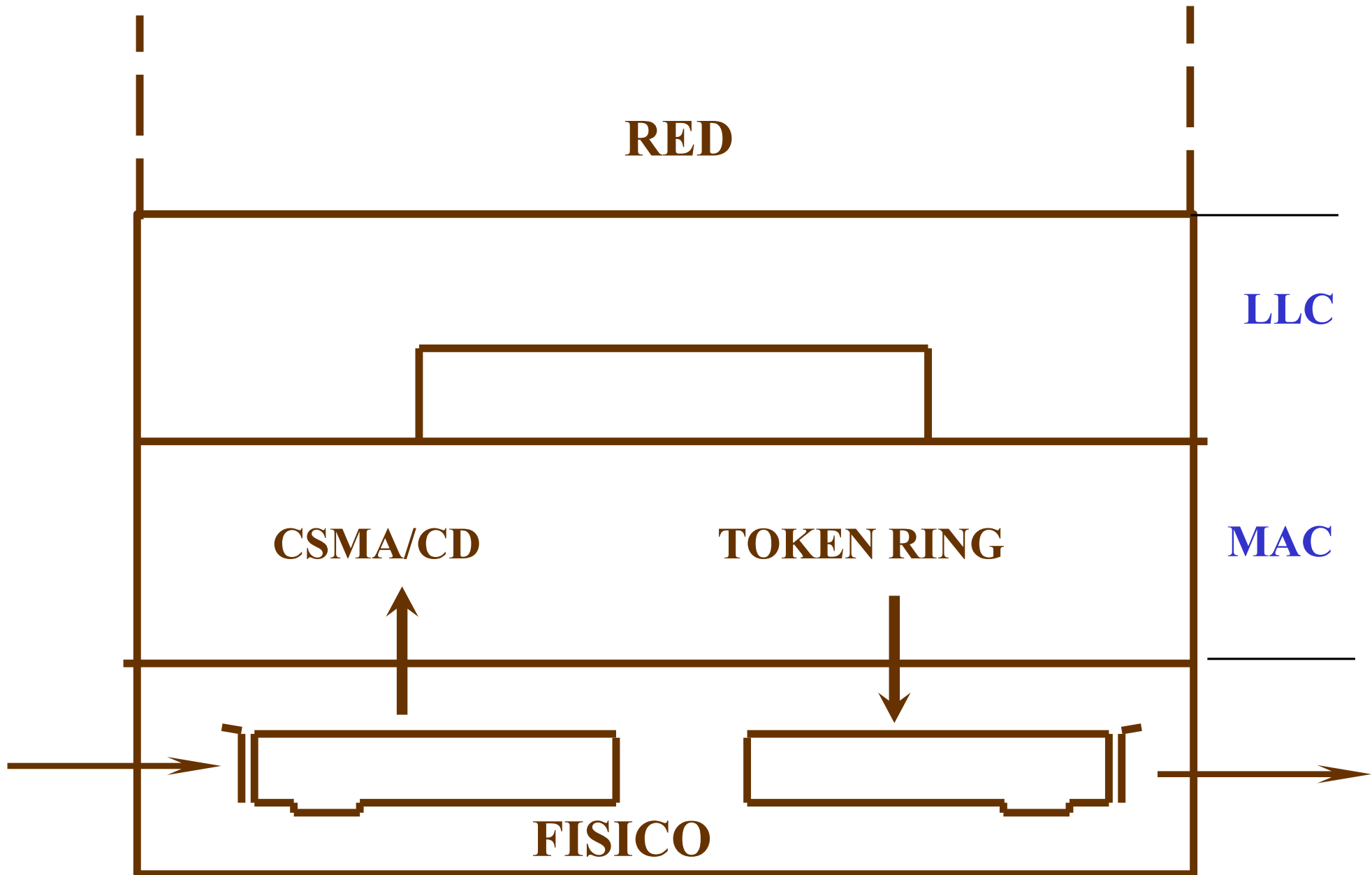
## de Colisión

- INTERCONECTA DOS LAN QUE USAN LA MISMA CAPA FÍSICA Y CAPA MAC. FUNCION SIMILAR AL REPETIDOR.
- ALMACENAY HACE CONTROL DE ERRORES ANTES DE RETRANSMITIR LAS TRAMAS MAC.
- REENVIA TRAMAS MAC QUE CORRESPONDEN ALSEGMENETO. NO CARGAA LA RED.
- DISPONE DE MEMORIA, CAPACIDAD DE DIRECCIONAMIENTO Y ENRUTAMIENTO.



# BRIDGE MÁS SOFISTICADOS

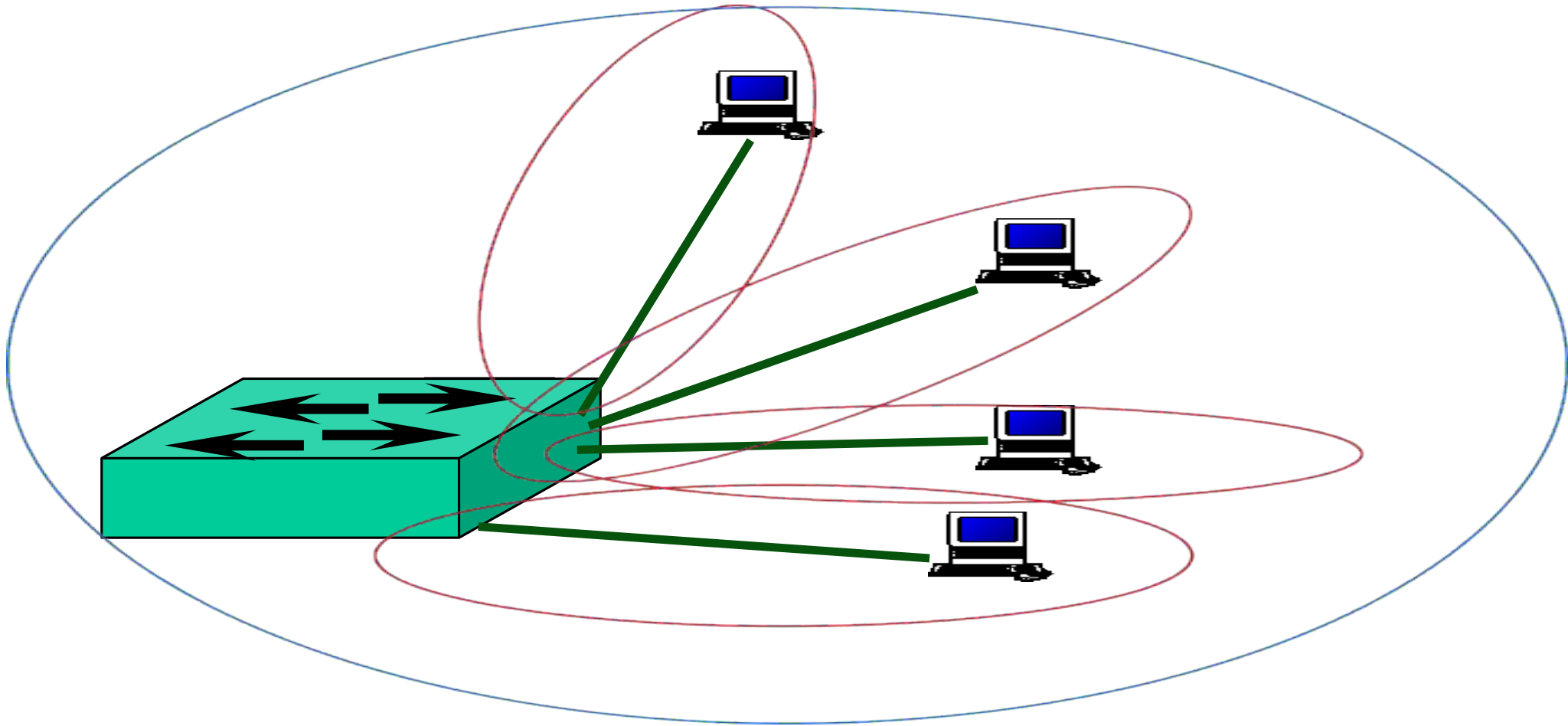
LOS DIAPOSITIVOS DEL NIVEL MAC SE CONECTAN  
VIA EL CONTROLDE ENLACE LOGICO



# SWITCH

- Aprenden y almacenan direcciones MAC de los dispositivos alcanzables a través de sus puertos.
- Mejora de rendimiento y seguridad.
- Pasan datos de un segmento a otro liberando la conexión al finalizar.
- Problema de bucles e inundación.
- Tipos:
  - **Store and forward (almacenamiento y reenvío).** Almacena en bufer, calcula CRC y tamaño de trama. Asegura sin errores y confiable. Demora. Uso en redes corporativas.
  - **Cut through.** Reduce latencia. Lee sólo los 6 bytes primeros y reenvían. No detecta tramas corruptas o con errores. Variante **fragment free.** Lee los primeros 64 bytes y reenvia. Evita corrupción de trama. Uso en pequeños grupos.
  - **Adaptive cut through.** Modo adaptativo compatible con ambos según convenga.

# ➡ SWITCH ETHERNET

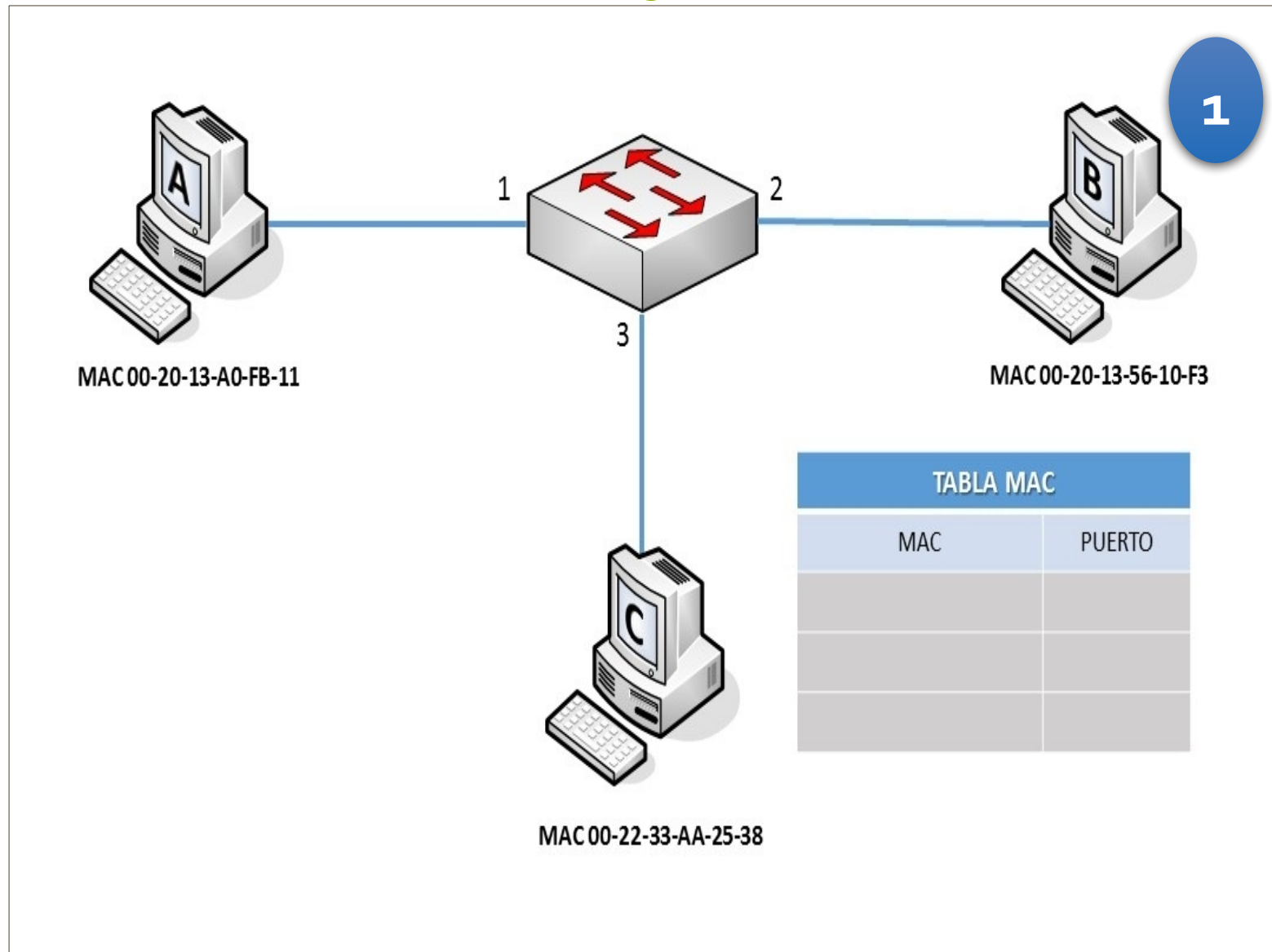


**La velocidad de transmisión de la red está aplicada a cada puerto independientemente.**

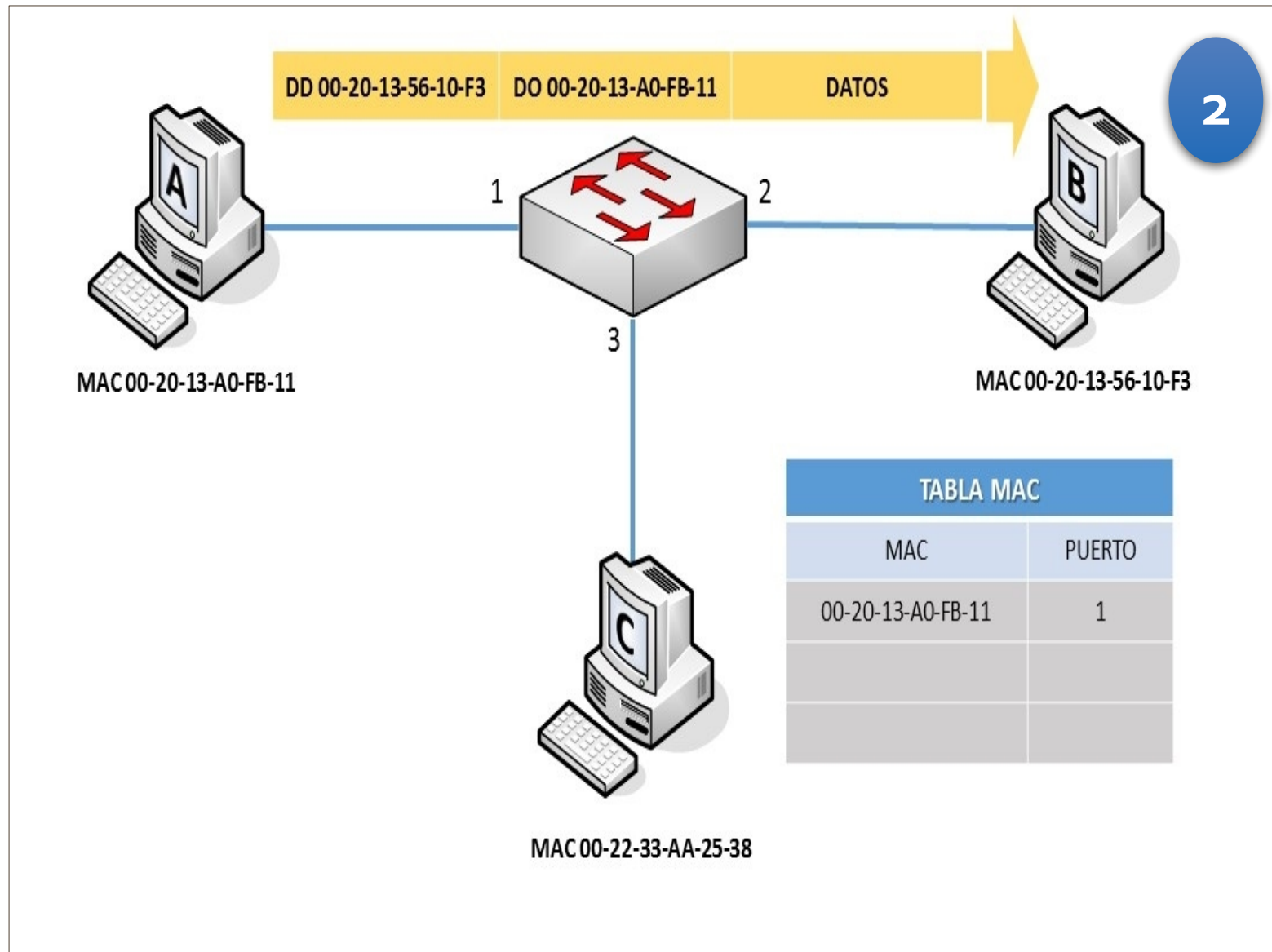
———— **Dominio de Broadcast**

———— **Dominio de Colisión**

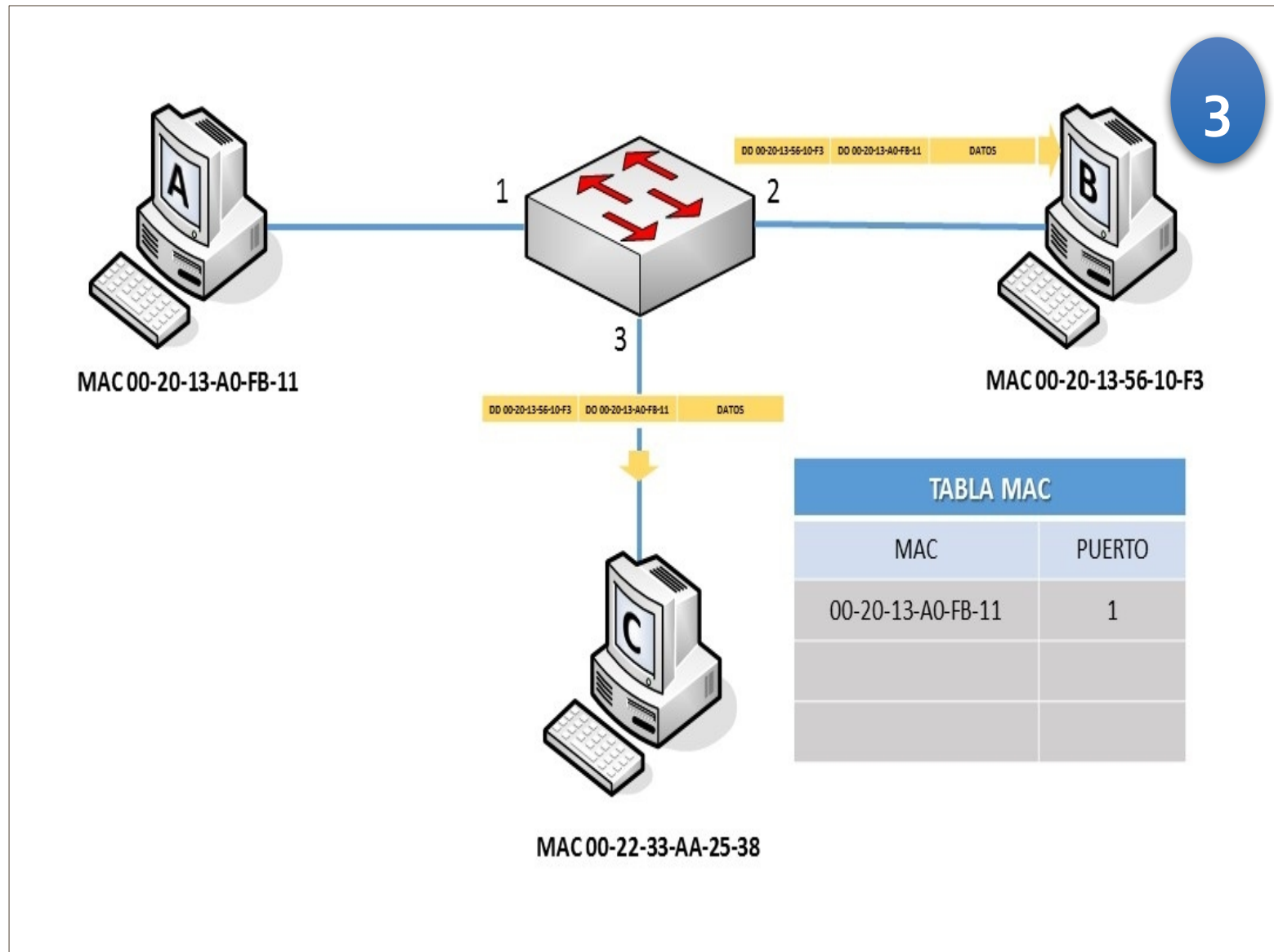
# Proceso de aprendizaje de un switch



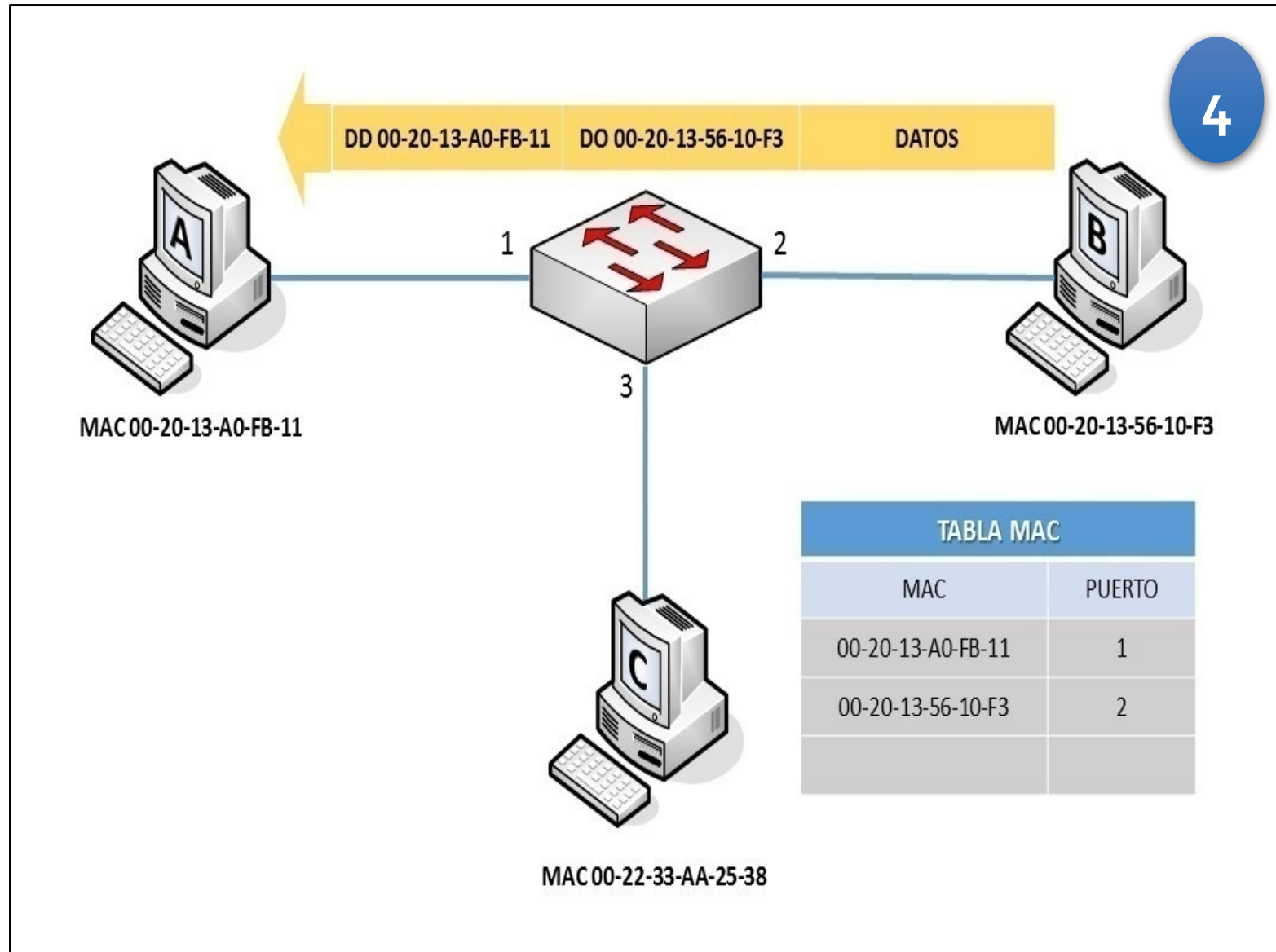
# Proceso de aprendizaje de un switch (cont.)



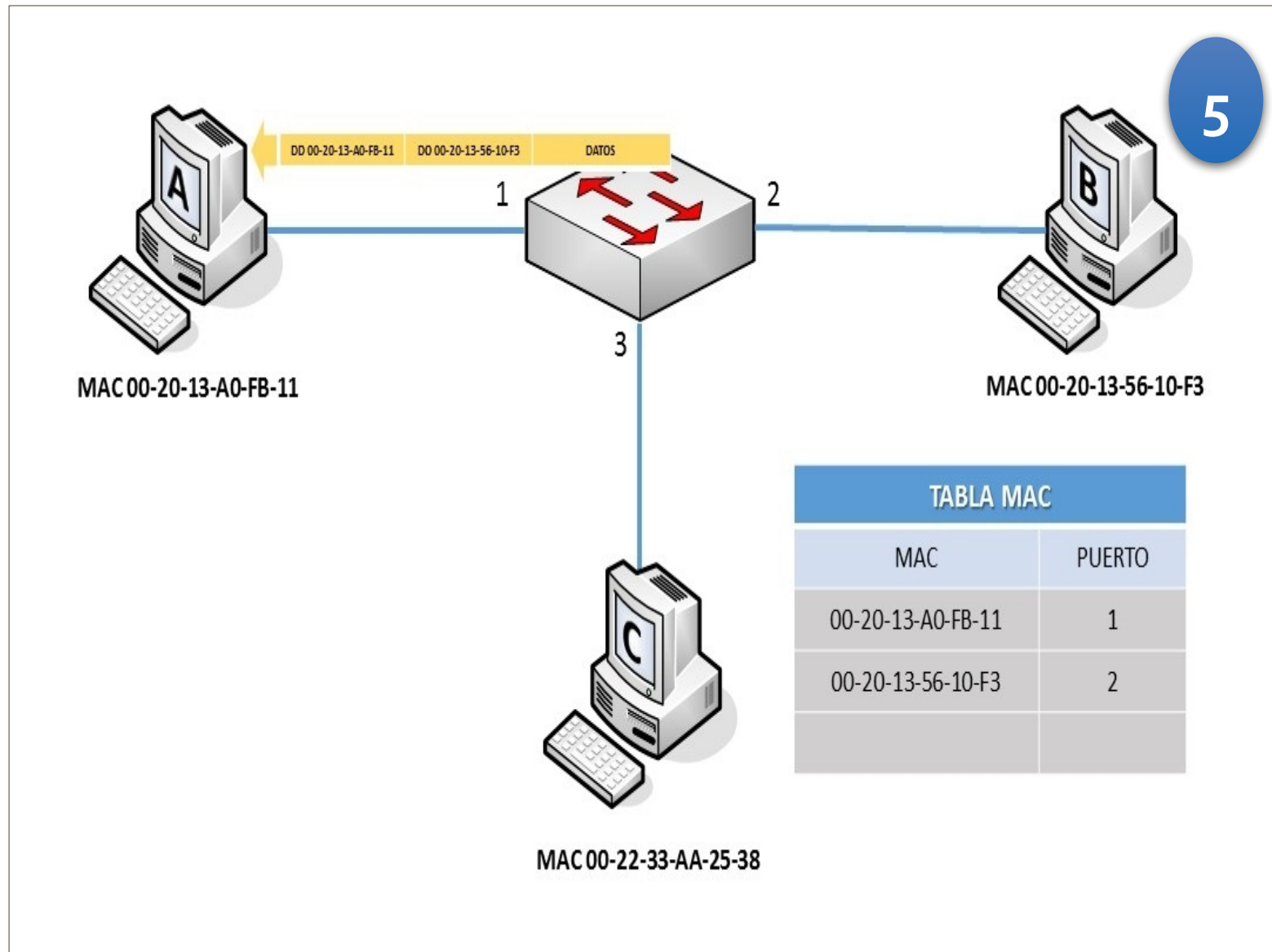
# Proceso de aprendizaje de un switch (cont.)



# Proceso de aprendizaje de un switch (cont.)

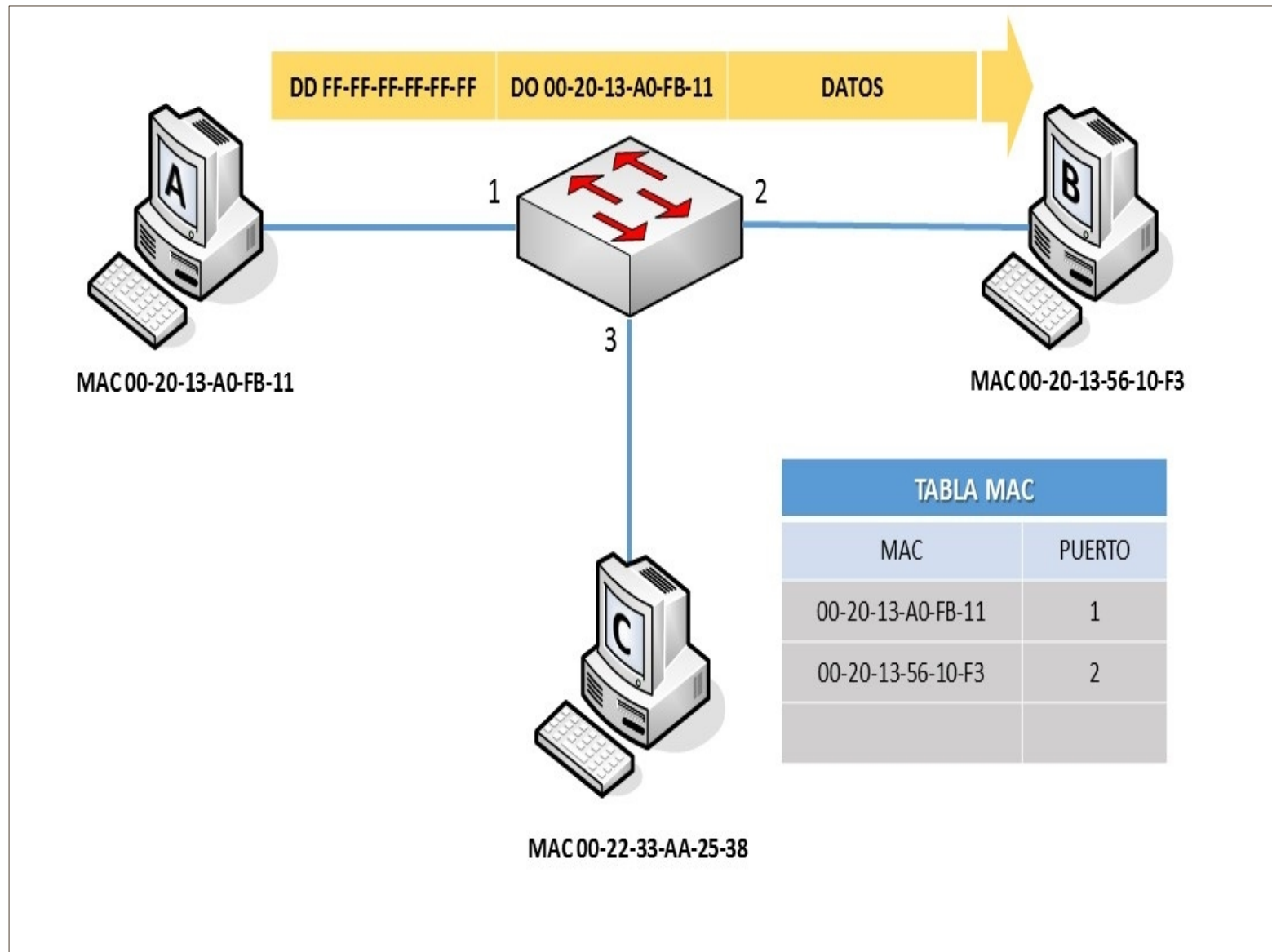


# Proceso de aprendizaje de un switch (cont.)

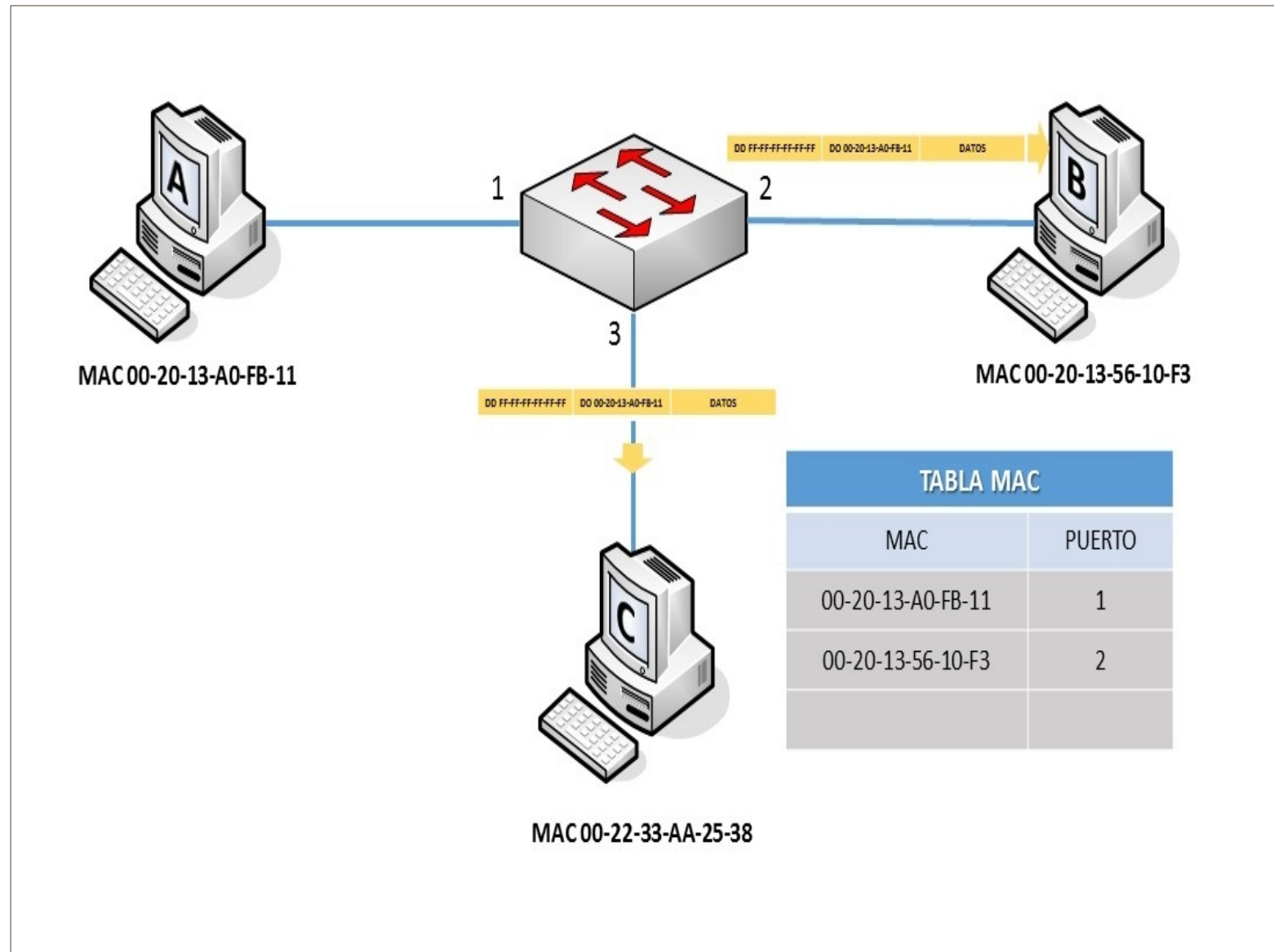




# Reenvío de una trama broadcast



## Reenvío de una trama broadcast (cont.)



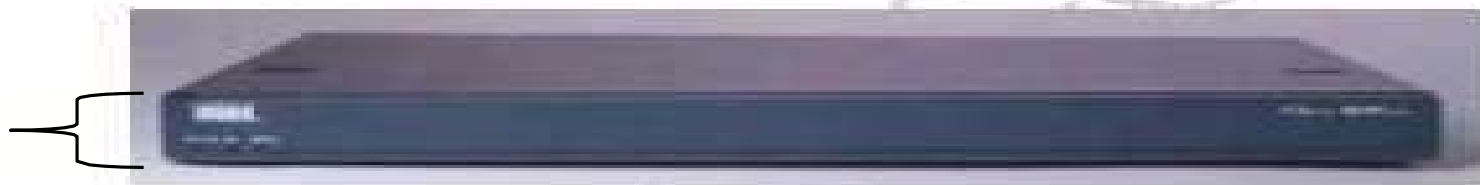
# SWITCH



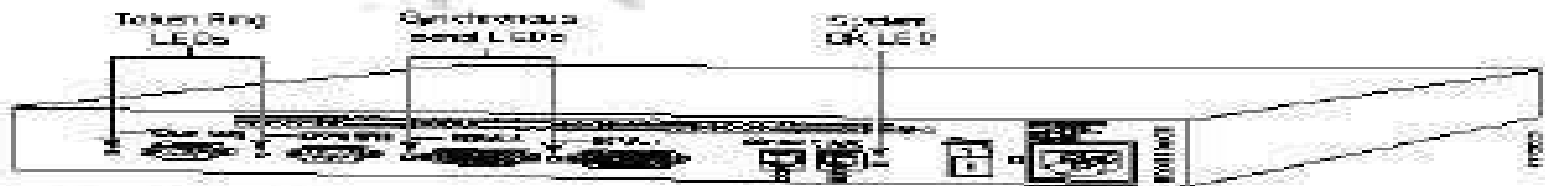
# ROUTER

Vista Frontal

U (\*)

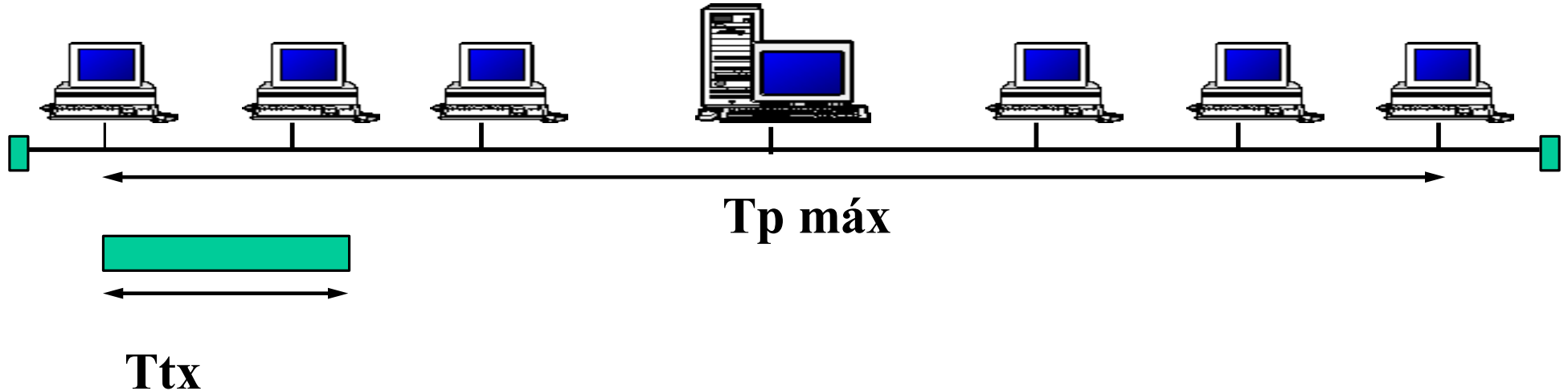


Vista Posterior



**U es unidad de rack (altura) equivalente a 1,75" o 44,45 mm**

# PROTOCOLOS DE ACCESO AL MEDIO



**TIEMPO DE PROPAGACIÓN ( $T_p$ ) entre estaciones**

**RTT (round trip time):  $2 T_p$  (ida y vuelta) entre estaciones**

**RTT máx: ventana de colisión**

**TIEMPO DE TRANSMISIÓN ( $T_{tx}$ ) de trama**

**$>T_p$  o  $<T_{tx}$  > Probabilidad de colisión  $T$  para detección de colisión  $<$  al RTT máx**

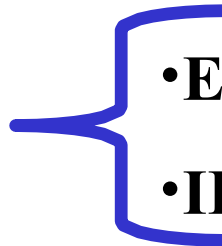
# •Tamaño de tramas

- Cantidad de datos mínimos son 46 bytes
- Si desde la capa superior se pasan menos bytes, hay relleno (pad) hasta llegar a 46
- Con 46 bytes de datos hay 64 bytes de trama
- Cantidad de datos máximos son 1500 bytes
- Con 1500 bytes de datos hay 1518 bytes de trama

# • Retardos admisibles

- Longitud de trama mínima: 64 bytes
- Velocidad de transmisión: 10 Mbps
- Duración de trama mínima: 51,2 useg
- Para evitar colisiones, la señal puede llegar desde un extremo al otro del cable y regresar dentro del tiempo de duración de una trama mínima
- Velocidad de propagación en el cable: 200 m/useg
- Longitud máxima de una red con coaxil grueso es de cinco segmentos de 500 m cada uno=2500m
- Este cable se recorre ida y vuelta en 25 useg
- Quedan  $51,2 - 25 = 26,2$  useg para repartir entre los repetidores (tiempo de procesamiento o latencia)

# REDES CON CSMA/CD

- 
- **ETHERNET DIX 1.0 / 2.0**
  - **IEEE 802.3**

• **AMBOS PUEDEN CONVIVIR PERO LA ESTACION QUE SOLO USE UNA NO PUEDE COMUNICARSE A TRAVÉS DE LA OTRA**

• **EMPLEAN LA MISMA TECNOLOGÍA DE CONECTIVIDAD FÍSICA**

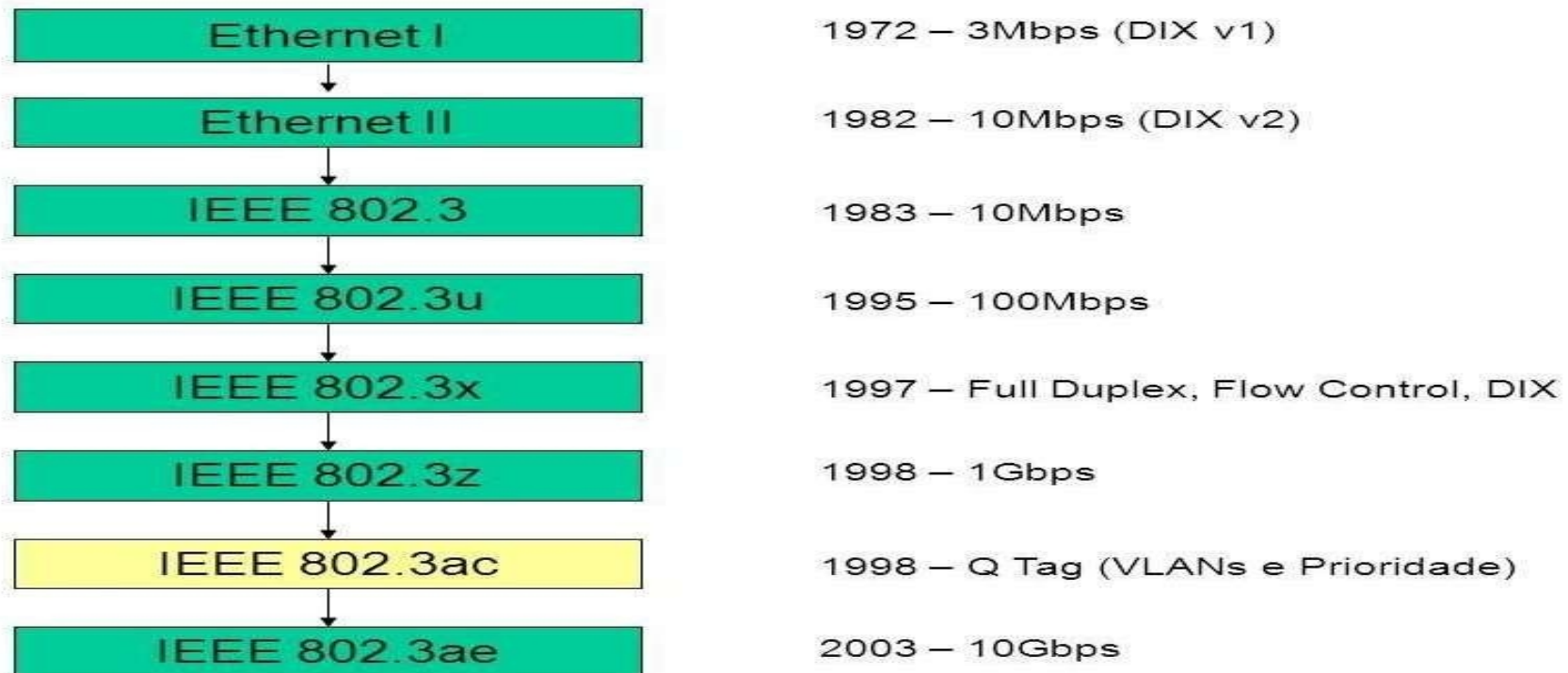
• **CONEXIÓN DTE – RED**

CONTROLADORA: **FORMATEO, GENERACIÓN DE FCS, CODIFICACIÓN MANCHESTER, ETC.**

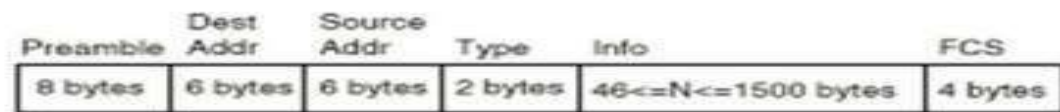
TRANSCEIVER: **MOD, DEMOD**

• **EL FORMATO DE TRAMA MAC SOLO DIFIERE EN UN CAMPO**

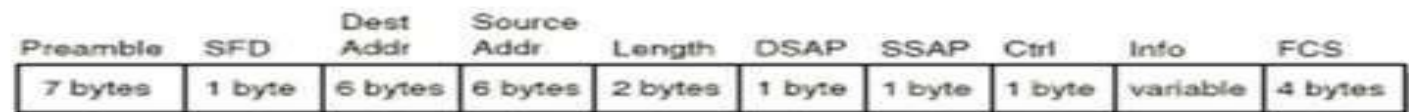
# EVOLUCIÓN DE ETHERNET



## TRAMAS



### Ethernet II



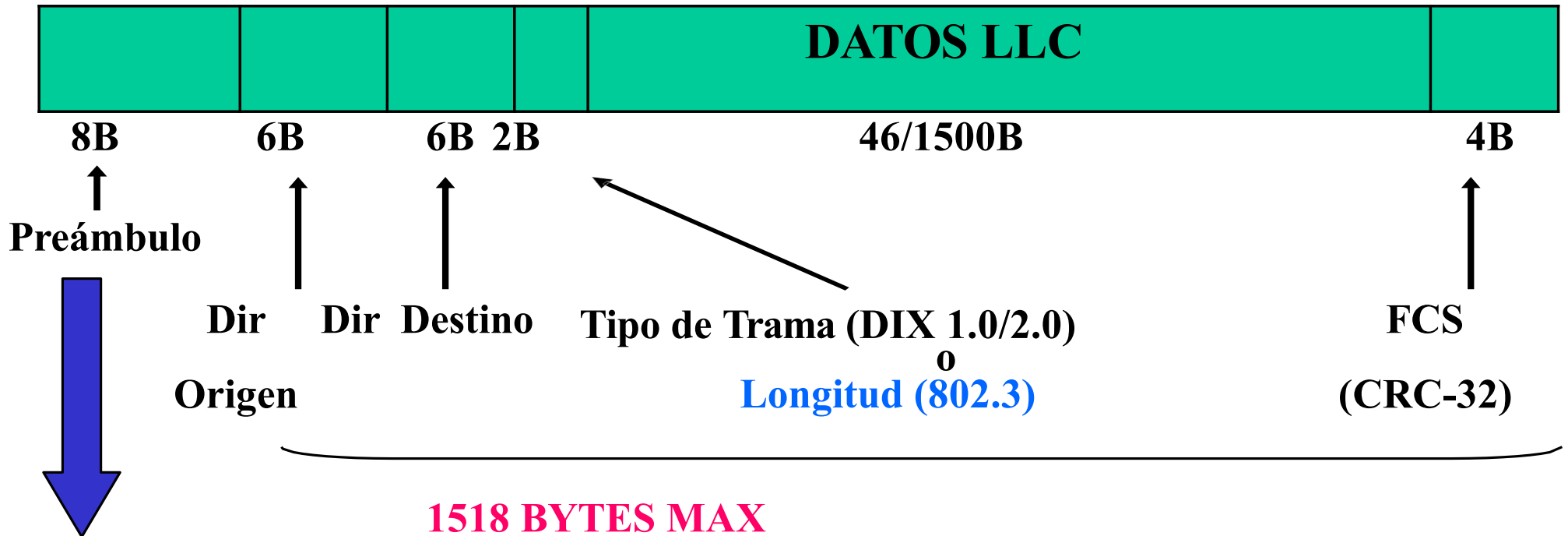
### Ethernet 802.3

— Header 802.2 —

**Preámbulo: 10101010**  
**SFD: 10101011**



# TRAMA ETHERNET / IEEE 802.3



**7 PRIMEROS BYTES = 10101010**

**ÚLTIMO BYTE = 10101011 (INDICA EL COMIENZO DE TRAMA) (802.3)**

En el campo de datos se puede agregar un campo de relleno para asegurar la longitud necesaria para la técnica de detección de colisiones.

La detección de errores con el CRC alcanza a todos los campos menos el preámbulo, que no se tiene en cuenta para su cálculo al igual que el propio FCS.

# **DETECCIÓN DE COLISIONES**

## **ALGORITMO EXPONENCIAL BINARIO PARA TRATAMIENTO DE COLISIONES**

**•SIRVE PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO DE ESPERA LUEGO DE UNA COLISIÓN.**

### **•FÓRMULA**

**Colisión i n° de ranuras entre 0 y  $(2^i - 1)$**

**Ranura de espera = 51,2  $\mu$ s (red a 10 Mbps).**

**Nro máx de ranuras = 1023**

### **•EJEMPLO:**

**si 1er colisión se elige aleatoriamente un n° de ranura entre 0 y 1 (1 ranura)**

**Si 2da colisión se elige aleatoriamente un n° de ranura  
entre 0 y 3 (3 ranuras)**

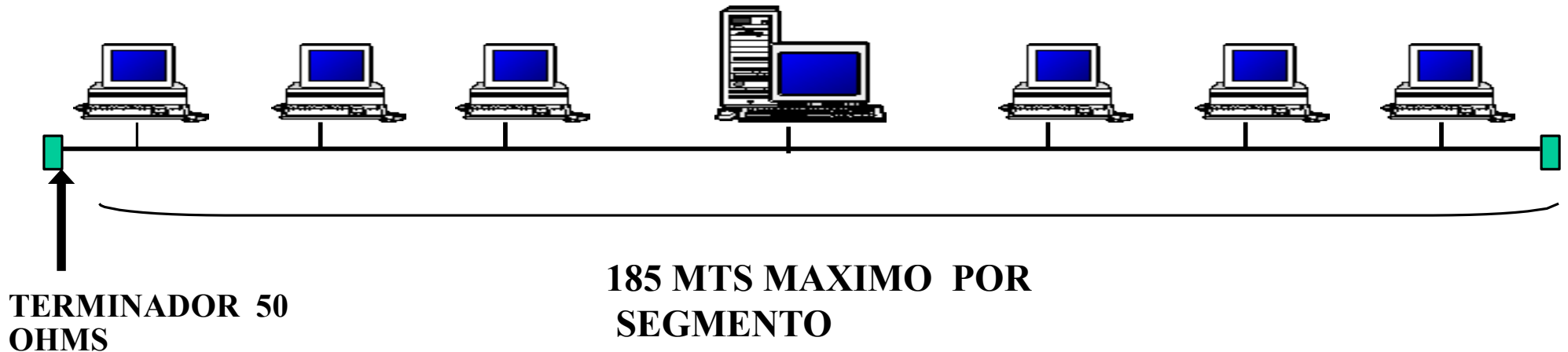
- Tras la décima colisión, el límite superior se fija en 1023**
  - Tras 16 colisiones consecutivas, la subcapa MAC aborta la transmisión**
- Cuando una estación consigue transmitir la trama, su contador de intentos (colisiones) se pone a cero**

# •Especificación Ethernet Básica

- Velocidad: 10 Mbps
- Modo: 10Base5 10Base2 10Base-T 10Base-F
- Medio: Coaxial Coaxial UTP Fibra 850nm
- Señal: Baseband Baseband Baseband On/Off
- Código: Manchester dif.
- Topología: Bus Bus Estrella Estrella
- Nodos: 100 30 - 33
- Distancia(m): 500 185 100 500

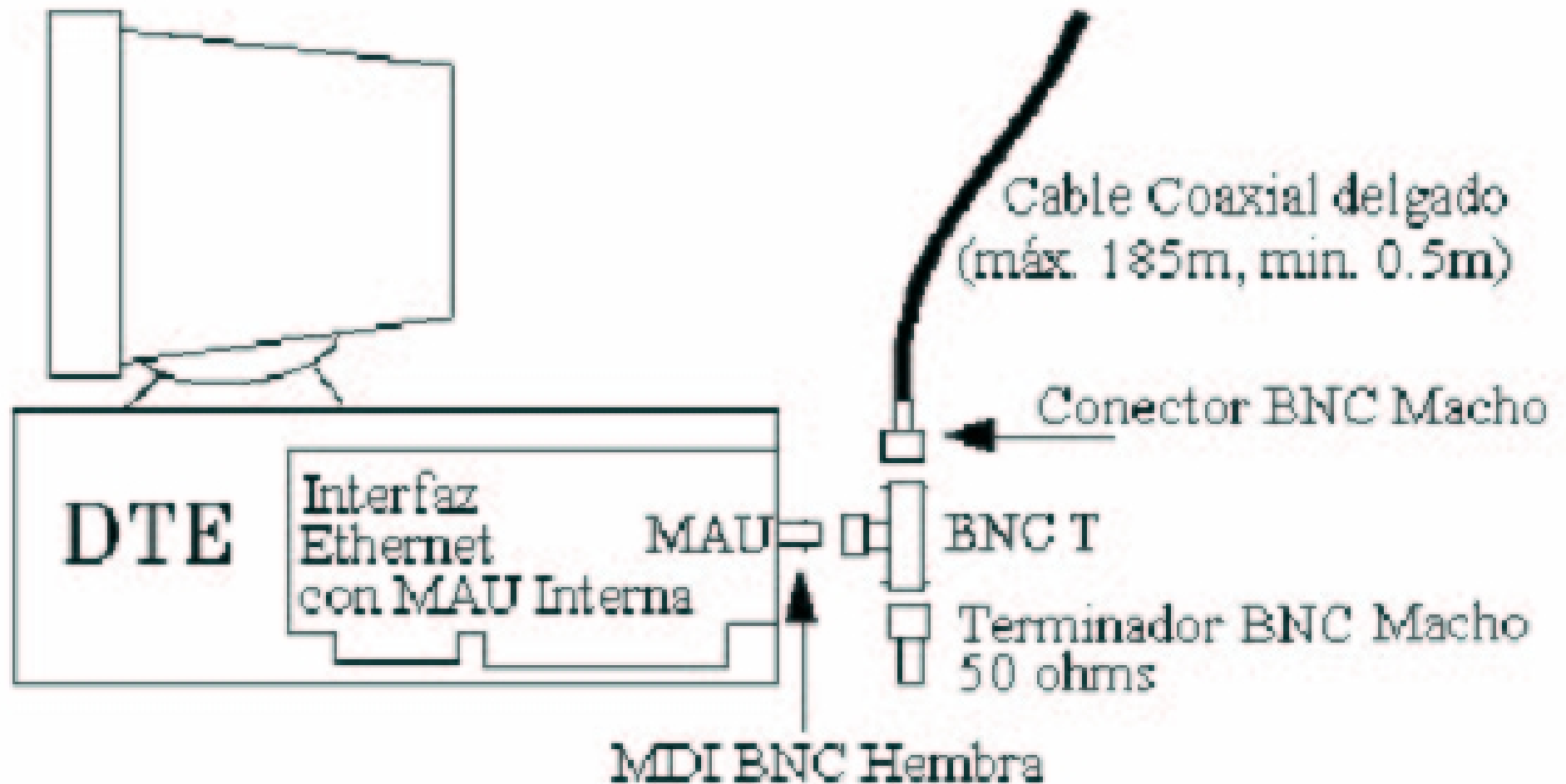
# TIPOS DE ETHERNET BÁSICA

## 10B2 (COAXILFINO)



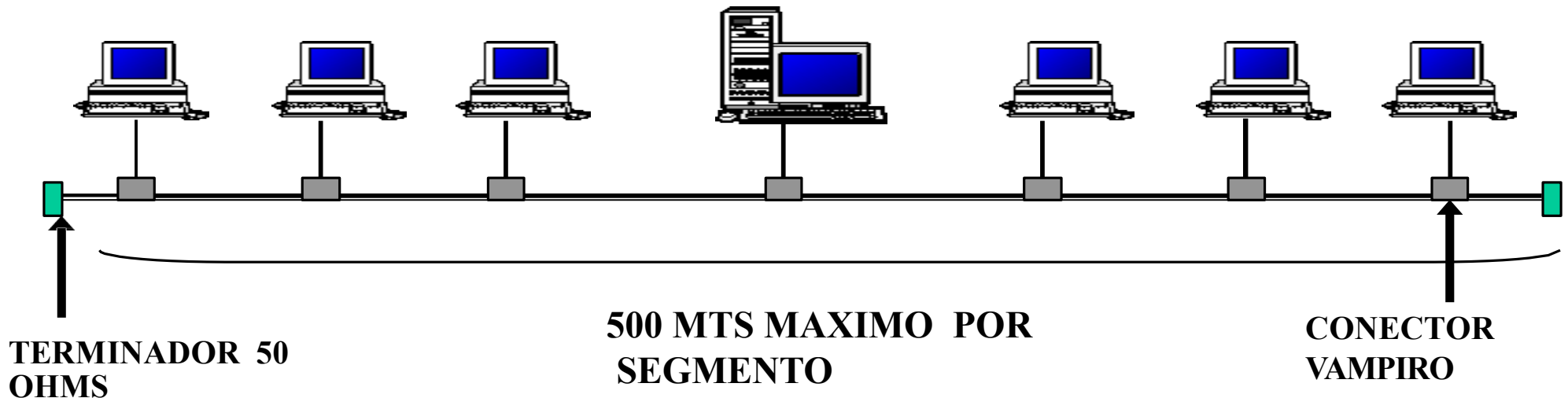
- CONECTOR T-BNC
- TARJETA DE RED (NIC) INCLUYE CONTROLADORA Y TRANSCEIVER
- COAXIL 50 OHMS RG-58
- NRO MAX DE NODOS POR SEGMENTO: 30
- NRO MAX DE REPEATERS: 3
- LONGITUD MÁXIMA DEL SEGMENTO: 740 MTS
- MÁS ECONÓMICA

- PC en red 10base2



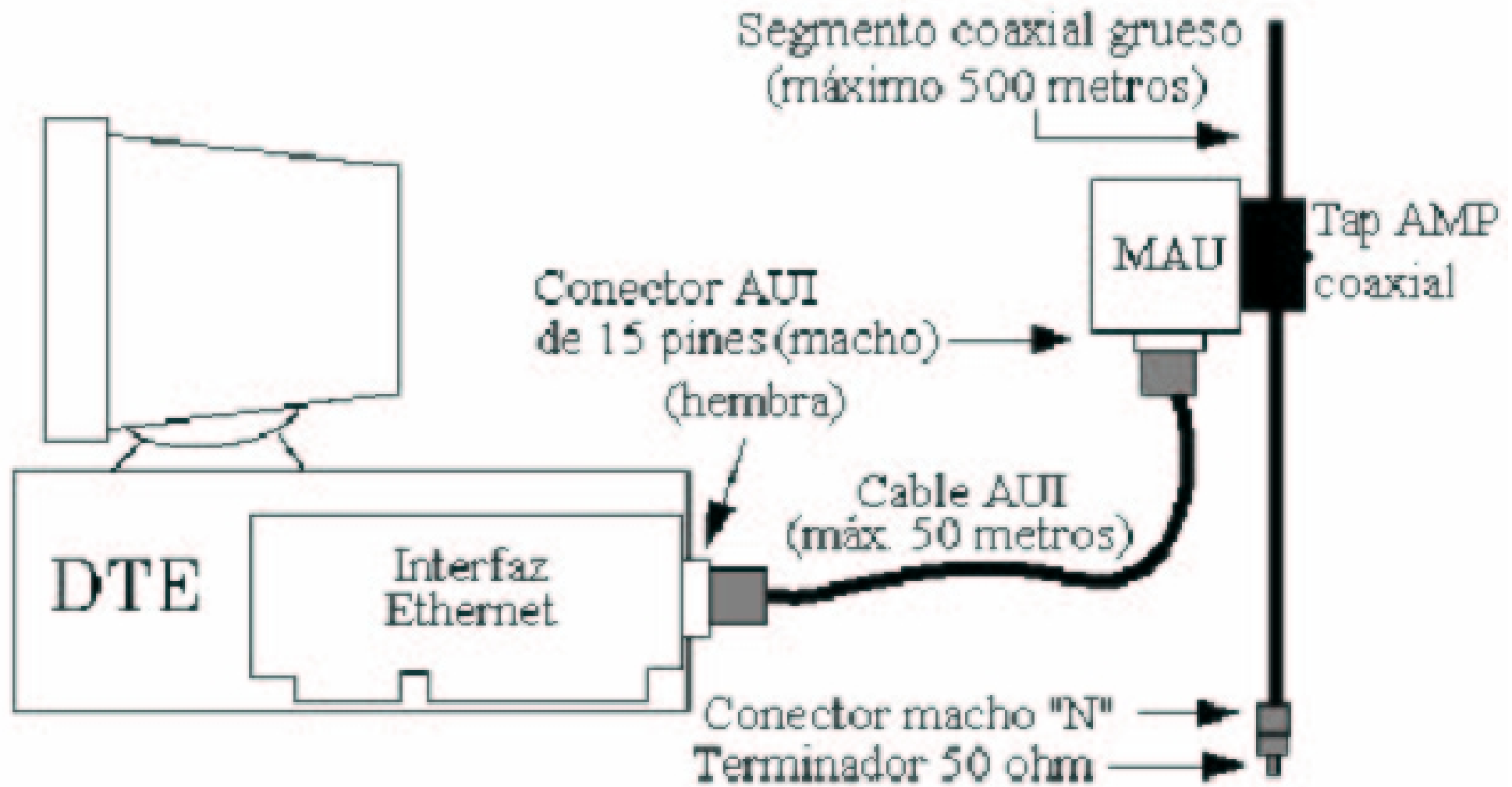
# TIPOS DE ETHERNET BÁSICA

## 10B5 (COAXILGRUESO)

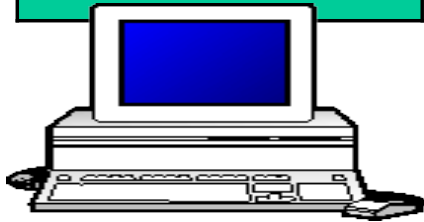


- **CONECTOR VAMPIRO INCLUYE TRANSCEIVER**
- **TARJETA DE RED (NIC) INCLUYE CONTROLADORA**
- **INTERFASE AUI (CABLE CON CONECTOR DB15) ENTRE CONTROLADORA Y TRANSCEIVER. 50 MTS DE LONGITUD MÁXIMA DEL CABLE.**
- **COAXIL 50 OHMS**
- **NRO MAX DE NODOS POR SEGMENTO: 100**
- **NRO MAX DE REPEATERS: 4**
- **LONGITUD MÁXIMA DEL SEGMENTO: 2500 MTS**

- PC en red 10base5



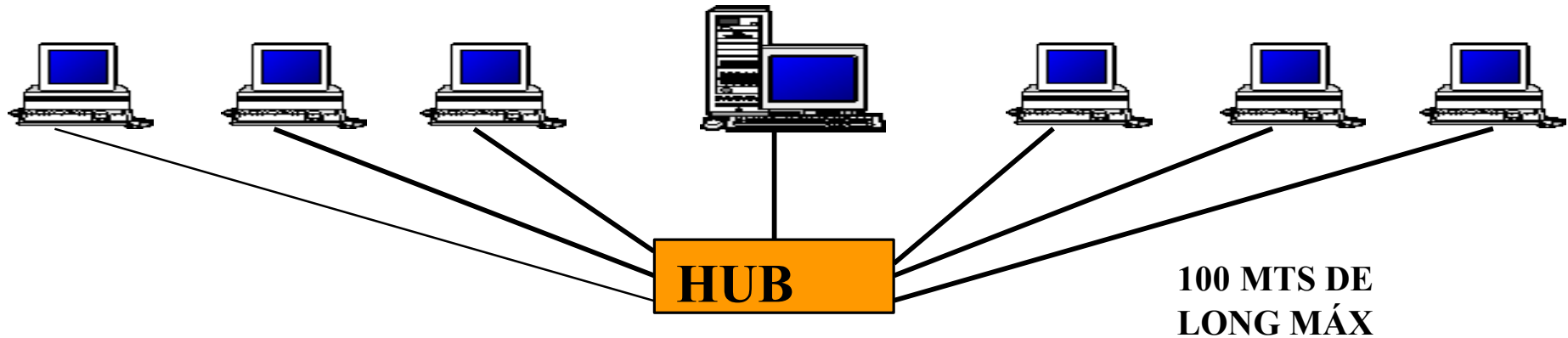
The diagram illustrates a 10Base2 network topology, which is a bus-based system. It features a central horizontal bus structure. On the left, a green box labeled "Controlador a ETHERNET" is connected to the bus. On the right, a green box labeled "Transceiver" is also connected. The bus is divided into sections: "DB-15" at the top, "AUI" (Attachment Unit Interface) on the left and right, and "SEÑALES" (Signals) in the center. The bus is connected to a "MEDIO COM" (Communication Medium) at the bottom. A computer icon is shown on the left, connected to the bus. The bus is labeled with "TX", "RX", "GND", "PWR", "CS", and "CD" lines. A double-headed arrow at the bottom indicates a maximum length of "50 MTS MÁX" (50 meters maximum).





# TIPOS DE ETHERNET BÁSICA

## 10BT (PAR TRENZADO NO BLINDADO UTP)



- CONECTOR RJ-45
- TARJETA DE RED (NIC) INCLUYE CONTROLADORA Y TRANSCEIVER
- NRO MAX DE REPEATERS: 4
- UTP 100 OHMS ACTUALMENTE

CATEGORÍA 5: AB HASTA 100 MHZ (EXTIENDE HASTA 100 MBPS)

CATEGORÍA 7: AB HASTA 600 MHZ (EXTIENDE HASTA 10 GBPS) FUTURO CATEGORÍA 8: AB HASTA 1200 MHZ (¿40 GBPS?)

- CONOCIDO COMO CABLEADO ESTRUCTURADO
- MÁS ECONÓMICO Y FLEXIBLE
- NORMAS EIA/TIA 568 Y 570
- PAR TRENZADO SE PUEDE COMPARTIR CON TELEFONÍA

# TIPOS DE ETHERNET BÁSICA

## 10B-F (FIBRAÓPTICA)

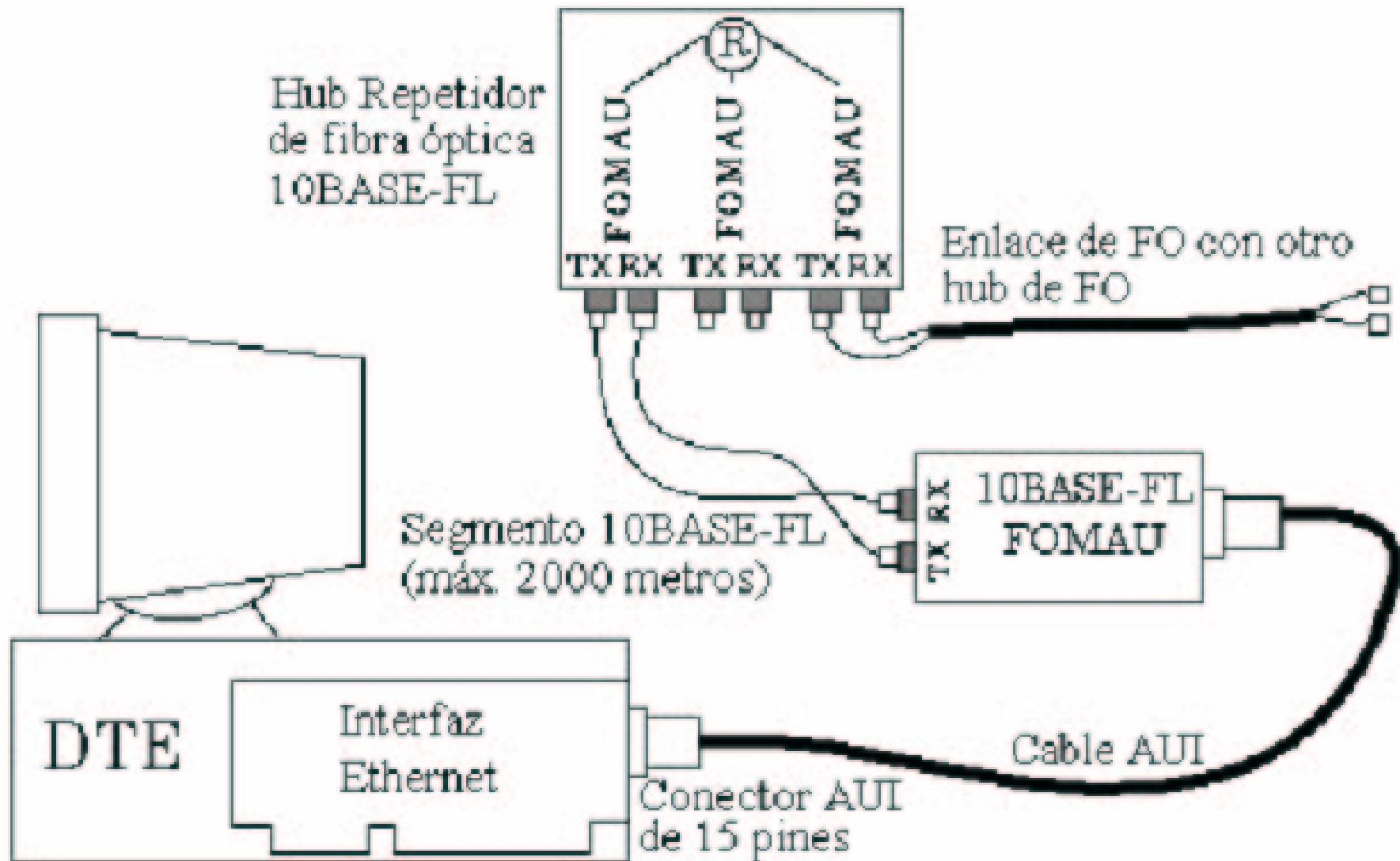
### ESPECIFICACIONES

- **10 B-FP(PASIVA):** ESTRELLA PASIVA CON 1 KM POR SEGMENTO.
- **10 B-FL(ENLACE):** ENLACE PUNTO APUNTO ENTRE ESTACIONES O REPETIDORES A 2 KM MÁXIMO.
- **10 B-FB (TRONCAL):** ENLACE PUNTO A PUNTO ENTRE REPETIDORES A 2 KM MÁXIMO.

### USO DE UN PAR DE FO POR CADA ENLACE (TX/RX)



- PC en red 10baseFL



# **LAN DE ALTA VELOCIDAD – Mayor a 10Mbps**

**OBJETIVO = AUMENTO DE VELOCIDAD MANTENIENDO LO EXISTENTE (CABLEADO, MAC Y FORMATOS)**

## **FUNCIONAMIENTO FULL DUPLEX**

**USO DE TARJETAS ADAPTADORAS EN REEMPLAZO DE LAS QUE OPERAN EN HALF DUPLEX.**

**DUPLICACIÓN TEÓRICA DE LA VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN.**

# **LAN DE ALTA VELOCIDAD**

## **ETHERNET CONMUTADA**

**BASE = NO DIFUSIÓN A TODOS LOS INTEGRANTES DEL SEGMENTO**

**INTELIGENCIA EN EL HUB = SWITCH.**

**CADA ESTACIÓN CONSTITUYE UN DOMINIO DE COLISIÓN SEPARADO. NO SE PRODUCEN COLISIONES Y NO ES NECESARIO EL ALGORITMO CSMA/CD.**

**APRENDIZAJE DE DIRECCIONES PARA CADA UNO DE SUS PUERTOS.**

**ARMA TABLA DE RUTEO.**

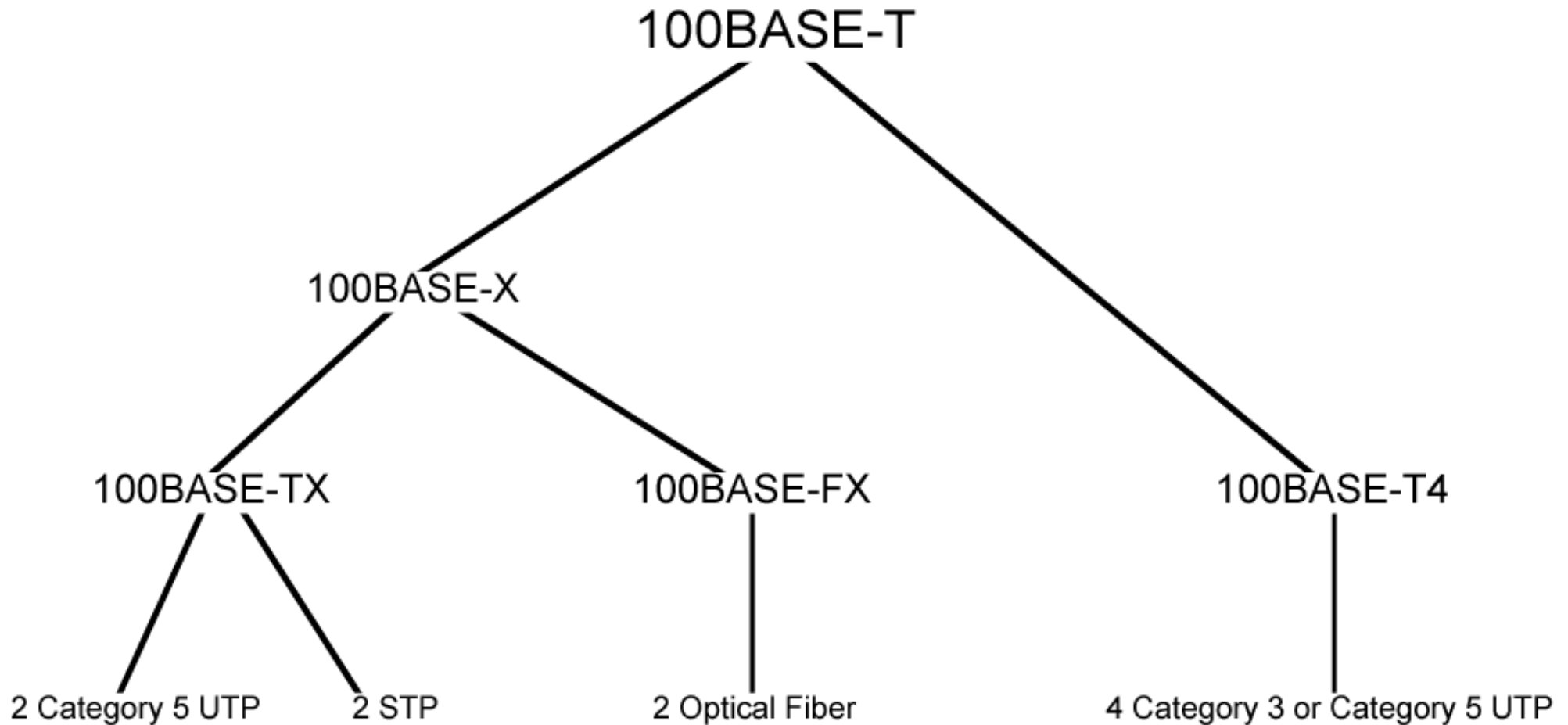
**VENTAJA: SE HACE MÁS DE 1 TRANSFERENCIA A DIFERENCIA DEL HUB**

**NO NECESIDAD DE COMPETIR PARA ACCEDER AL MEDIO COMPARTIDO.**

# • *Fast Ethernet*

- La velocidad es de 100 Mbps
- 100BASE-T usa
  - protocolo MAC
  - formato de trama IEEE 802.3
- 100BASE-X usa especificación para medio físico de FDDI
  - Dos cables entre nodos: Tx y Rx
  - 100BASE-TX usa STP o UTP Cat. 5
  - 100BASE-FX usa fibra óptica
  - 100BASE-T4 puede usa Cat. 3, UTP telefónico
    - Cuatro pares entre nodos
    - Datos transmitidos por tres pares en una dirección a la vez
    - No full duplex
- Topología estrella
  - Similar a 10BASE-T

- Opciones para 100Mbps



# •Especificaciones

• Tipo:	100Base-TX	100Base-FX	100Base-T4
• Medio:	2 pares	2 fibras	4 pares
• Señal:	MLT-3	4B5B,NRZI	8B6T,NRZ
• Velocidad:	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps
• Distancia:	100m	100m	100m



# •Medios para 100BASE-X

- 100BASE-TX
  - Dos pares de cables trenzados
  - Un par para transmisión y otro para recepción
  - Permiten STP y UTP Cat. 5
  - Usa señal MTL-3
- 100BASE-FX
  - Dos cables de fibra óptica
  - Uno para transmisión y otro para recepción
  - Modulación convierte 4B/5B-NRZI en señal óptica- (Invertido)

# •100BASE-T4

- 100-Mbps sobre UTP Cat 3 de baja calidad
  - Usa instalaciones existentes
  - Opcionalmente Cat 5
  - No transmite continuamente
  - Util en aplicaciones con baterías
- No se puede tener 100 Mbps en un par
  - Datos divididos en tres señales de 33.33 Mbps
  - Usa cuatro pares
  - Datos Tx y Rx en tres pares
  - Dos pares son bidireccionales
- No usa codificación NRZ
  - No permite sincronización
  - Codificación ternaria (8B6T)

# • Operación *Full Duplex*

- Ethernet tradicional es *half duplex*
  - Cada uno transmite o recibe pero no simultáneamente
- Con *full-duplex*, la estación puede transmitir y recibir simultáneamente
- Ethernet de 100 Mbps en modo full-duplex, podría transferir 200 Mbps
- Las estaciones deben tener placas *full-duplex*
- Se debe usar switch
  - Cada estación es un dominio separado de colisiones
  - De hecho, no hay colisiones
  - No se necesita el algoritmo CSMA/CD
  - Se usa el formato de la trama 802.3 MAC
  - Las estaciones pueden seguir con CSMA/CD

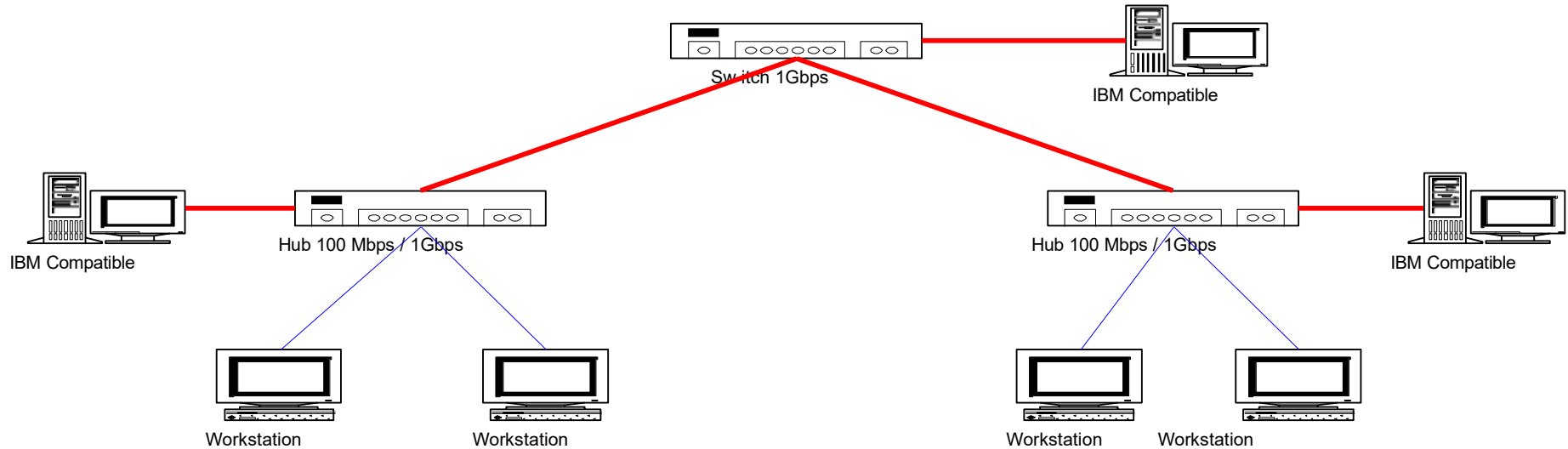
# •Configuraciones Mixtas

- Fast Ethernet soporta mezcla de 10 Mbps existentes y 100 Mbps nuevas
- Se usa troncal de 100 Mbps para soportar hubs 10 Mbps
  - Las estaciones se conectan a hubs 10 Mbps usando 10BASE-T
  - Los hubs se conectan a switch usando 100BASE-T
  - Estaciones de trabajo de alta capacidad y servidores se conectan directamente a switch 10/100
  - Los switch se conectan entre sí usando troncales de 100 Mbps
  - Se conectan a *router* para vincularse a la WAN

# LAN DE ALTA VELOCIDAD

## GIGABIT ETHERNET

### RECOMENDACIÓN IEEE 802.3Z DE 1GBPS

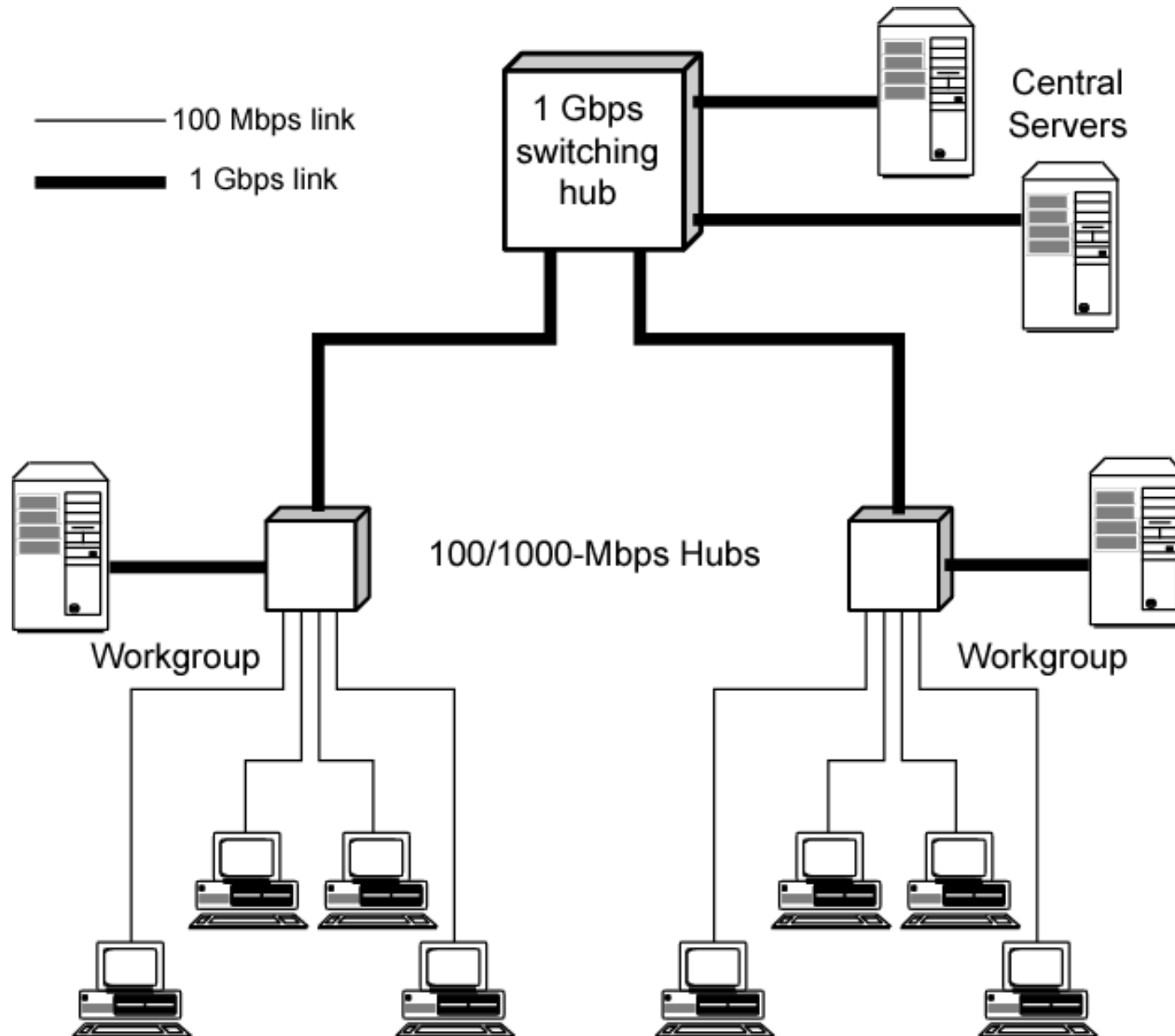


**ENLACE 1 GBPS**

**ENLACE 100 MBPS**

- **1000 B-SX: FO MULTIMODO, 275 o 550 M**
- **1000 B-LX: FO MULTIMODO, 550 M, o MONOMODO, 5 KM**
- **1000 B-CX: LATIGUILLOS CU, 25 M**
- **1000 B-T: 4 PARES NO APANTALLADOS TIPO 5, 1000 M USO DEL CÓDIGO 8B/10B**

# •Redes Gigabit Ethernet

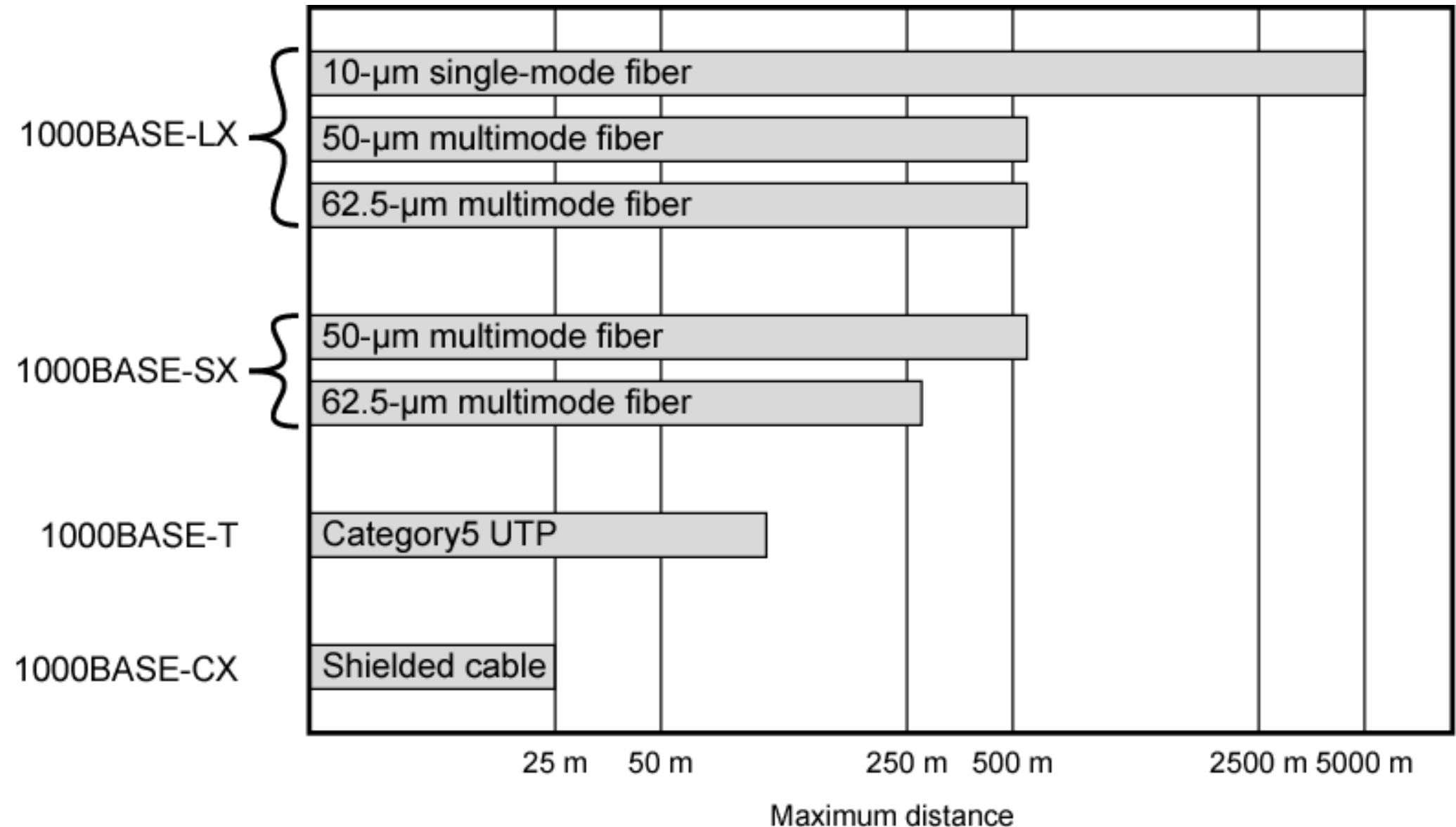


- Diferencias de Gigabit Ethernet
- Extensión de la portadora
  - Por lo menos hay 4096 bits, contra 512 de 10/100
- Ráfagas de tramas
  - Transmite sucesivamente varias tramas cortas

- Capa física de Gigabit Ethernet
  - 1000Base-SX
    - Corta longitud de onda, fibra multimodo
  - 1000Base-LX
    - Larga longitud de onda, fibra multi o monomodo
  - 1000Base-CX
    - Puentes de cobre <25m, STP
  - 1000Base-T
    - 4 pares, UTP cat 5
- Señal 8B/10B



# •Opciones de medio



## •Redes 10Gbps Ethernet

- Interconexión local rápida entre *switches*
- Los servidores deben operar en red 10 veces más rápido que los usuarios
- Ideal para la conectividad de un *campus*
- Permite a los proveedores de servicios de Internet (ISP) y a los proveedores de servicios de red (NSP) crear enlaces rápidos a bajo costo
- Permite construir (MANs) and WANs
  - Conectan geográficamente LAN dispersas
- Ethernet compite con ATM y otras tecnologías WAN
- 10-Gbps Ethernet provee valor agregado al transporte en ATM

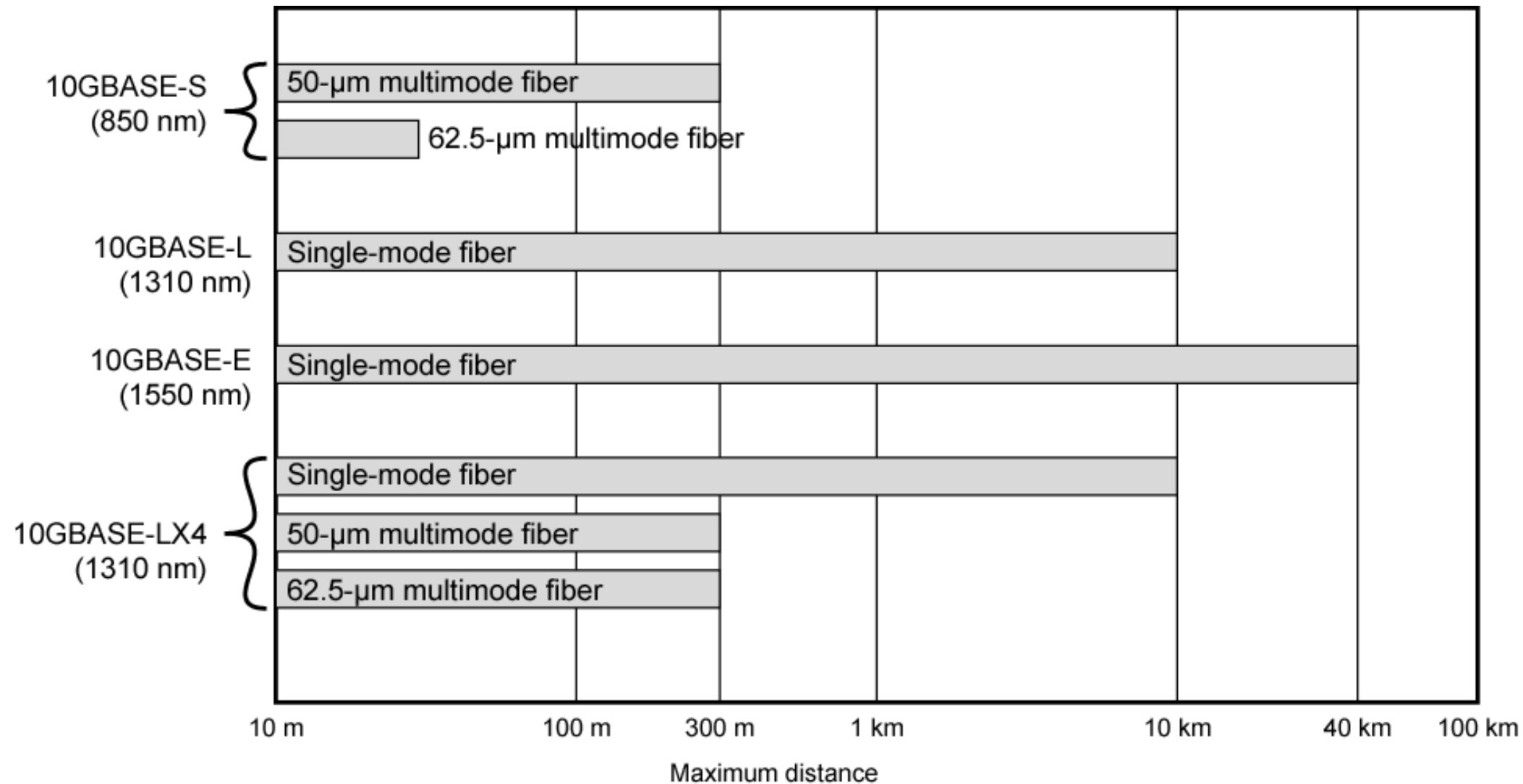
# •Ventajas

- No es caro ni exige ancho de banda
- La red es Ethernet entre extremos
- IP y Ethernet juntos ofrecen calidad de servicio y control de tráfico similar a ATM
- Hay avanzadas técnicas de control de tráfico
- Hay variedad de interfaces normalizadas para interfaces ópticas
- Optimiza la operación y costo de LAN, MAN, o WAN

# •Modos de 10Gbps Ethernet

- Distancias entre 300 m y 40 km
- Solamente Full-duplex
- 10GBASE-S (*short*):
  - 850 nm con fibra multimodo
  - Hasta 300 m
- 10GBASE-L (*long*)
  - 1310 nm con fibra monomodo
  - Hasta 10 km
- 10GBASE-E (*extended*)
  - 1550 nm con fibra monomodo
  - Hasta 40 km
- 10GBASE-LX4:
  - 1310 nm con fibra mono o multimodo
  - Hasta 10 km
  - *Wavelength-division multiplexing* (WDM) usando 4 ondas de luz

# • Distancia para 10Gbps Ethernet



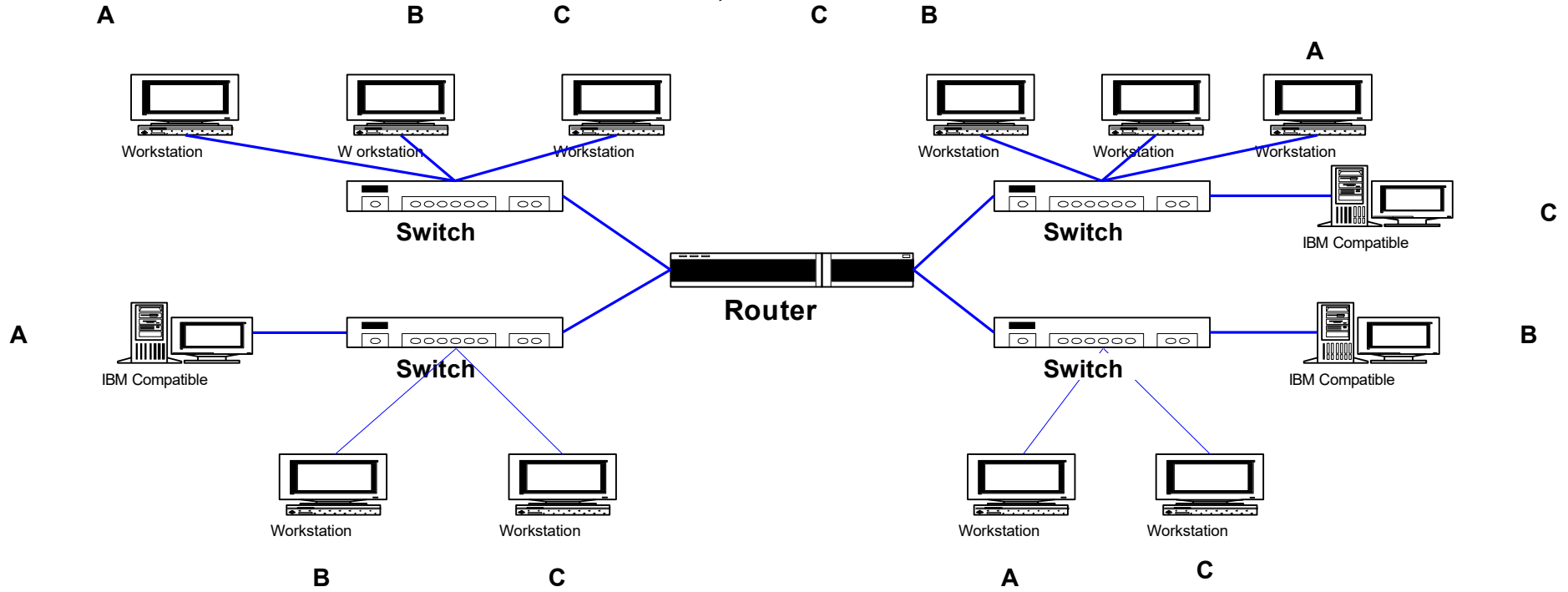
# VLAN (LAN VIRTUAL)

**ES LA ASOCIACIÓN LÓGICA DE ESTACIONES QUE CONSTITUYEN UNA VLAN.**

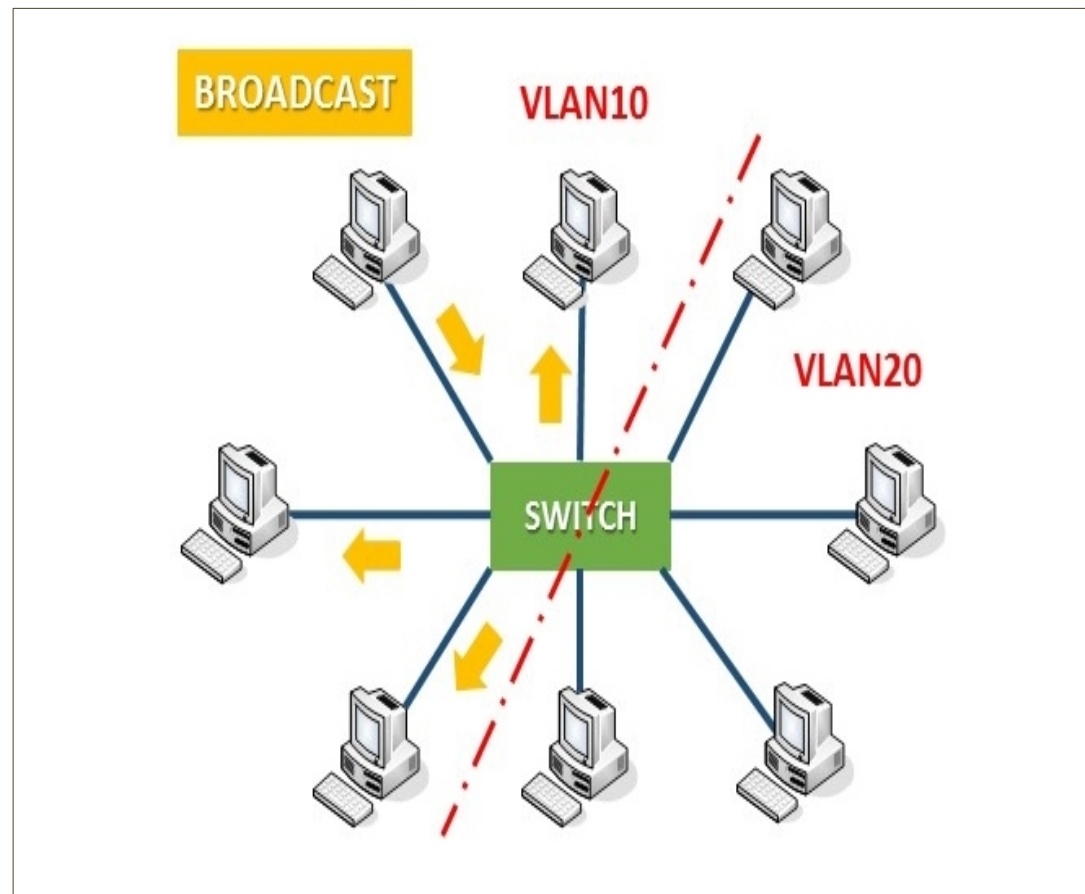
**DISTINTAS FORMAS DEFINIR LAS VLAN:**

- **POR PUERTOS (N1),**
- **POR DIR MAC (N2),**
- **POR TIPO DE PROTOCOLO (N2),**
- **POR DIR IP (N3)**
- **POR APLICACIONES (N SUPERIORES).**

**USADO PARA REDUCIR LA DIFUSIÓN EN LA RED AL AUMENTAR EL NÚMERO DE ESTACIONES. CADA VLAN ES UN DOMINIO DE BROADCAST. EN EL EJEMPLO SON 4 LAN FÍSICAS, 3 LAN VIRTUALES**



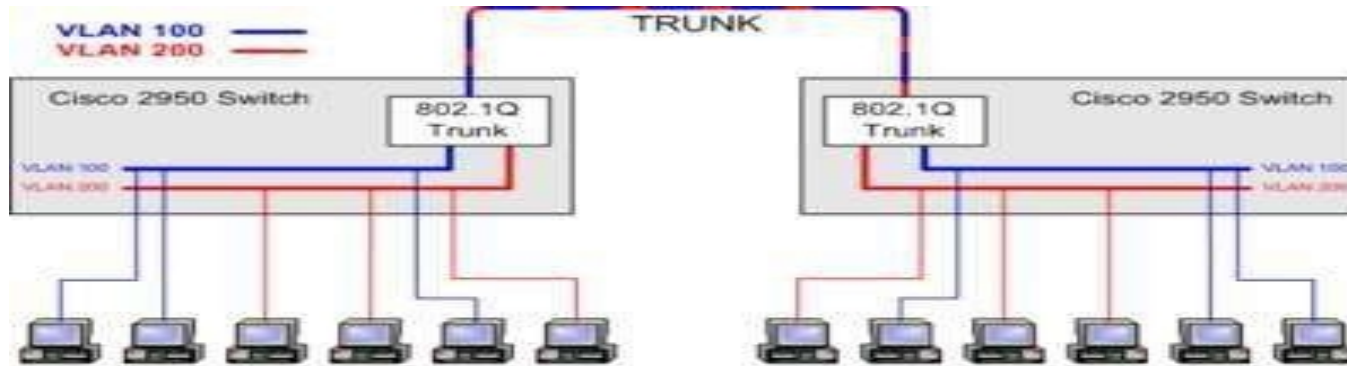
# Dividiendo el Dominio de Broadcast con las VLANs



# IEEE 802.1Q

Múltiples redes pueden compartir un enlace (trunk)

Uso por las VLAN



## Trunk IEEE 802.1Q

ETHERNET FRAME



802.1Q FRAME



16b

Tipo

3b

Prioridad

1b

Indicador

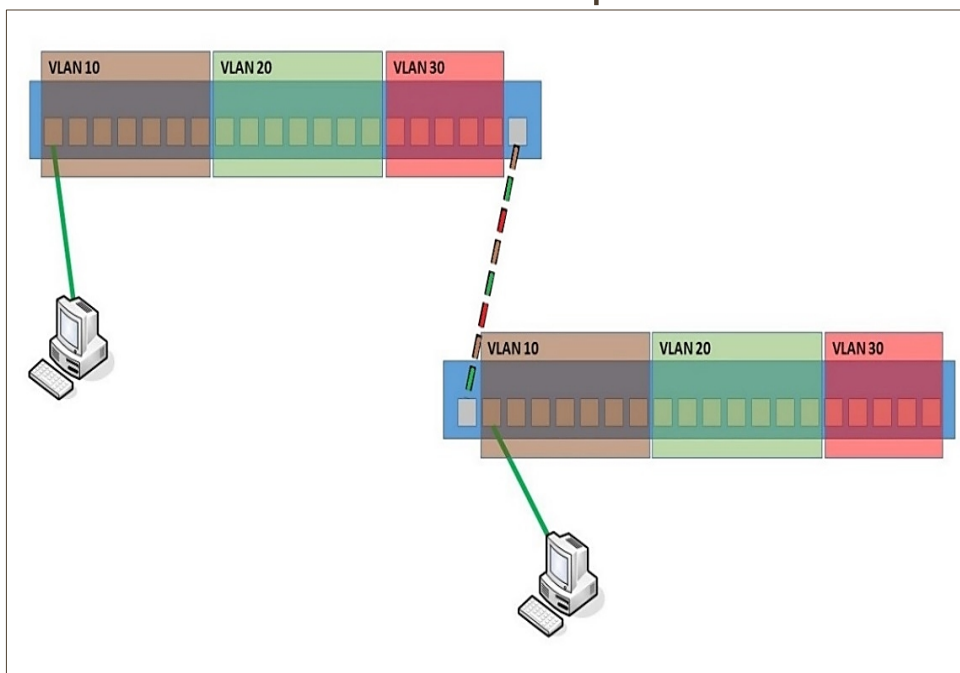
12b

Identificador



# Enlaces troncales

- Como hemos visto anteriormente podemos crear en un Switch diferentes VLANs y asociar puertos a ellas. Si en nuestra red tenemos más de un Switch, seguramente tendremos que propagar datos a esos Switches y a las VLANs que se encuentren configurados en ellos.
- Los **enlaces troncales** son aquellos por los que circulan tramas de una o más VLANs hacia otros dispositivos como switches y routers.



# Trama IEEE 802.1q

## TRAMA ETHERNET

7 bytes	1 byte	6 bytes	6 bytes	2 bytes	46 a 1500 bytes	4 bytes
Preámbulo	Delimitador de inicio de trama	Dirección de destino	Dirección de origen	Longitud/Tipo	Datos	Secuencia de verificación de trama (FCS)

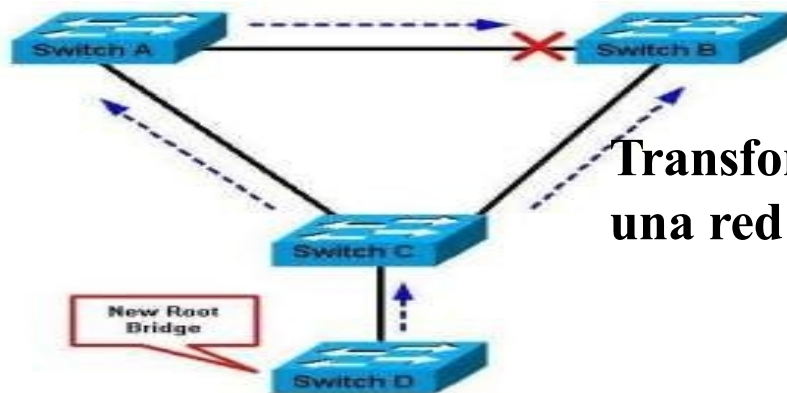
## TRAMA 802.1q

7 bytes	1 byte	6 bytes	6 bytes	4 bytes	2 bytes	46 a 1500 bytes	4 bytes
Preámbulo	Delimitador de inicio de trama	Dirección de destino	Dirección de origen	Etiqueta 802.1q	Longitud/Tipo	Datos	Secuencia de verificación de trama (FCS)

# IEEE 802.1D

**Estandar de puentes MAC que incluye el protocolo Spanning Tree (STP).**

**Impide la acción de bucles que se generan en los puentes/switches, cuando existen vínculos redundantes.**

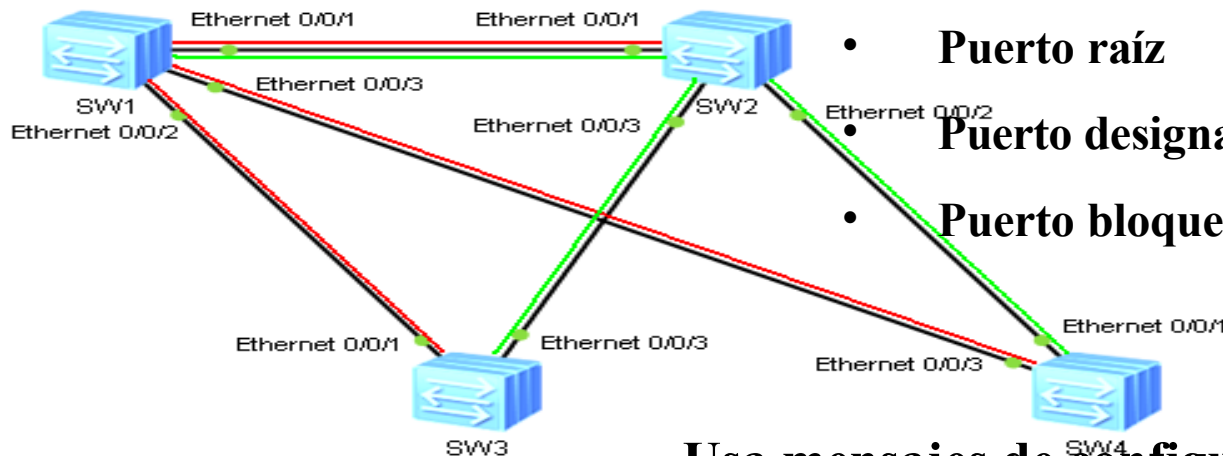


**Transforma una red física de tipo malla con bucles, en una red lógica tipo árbol libre de bucles.**

## Elección

**Root Bridge**

**Root Bridge**

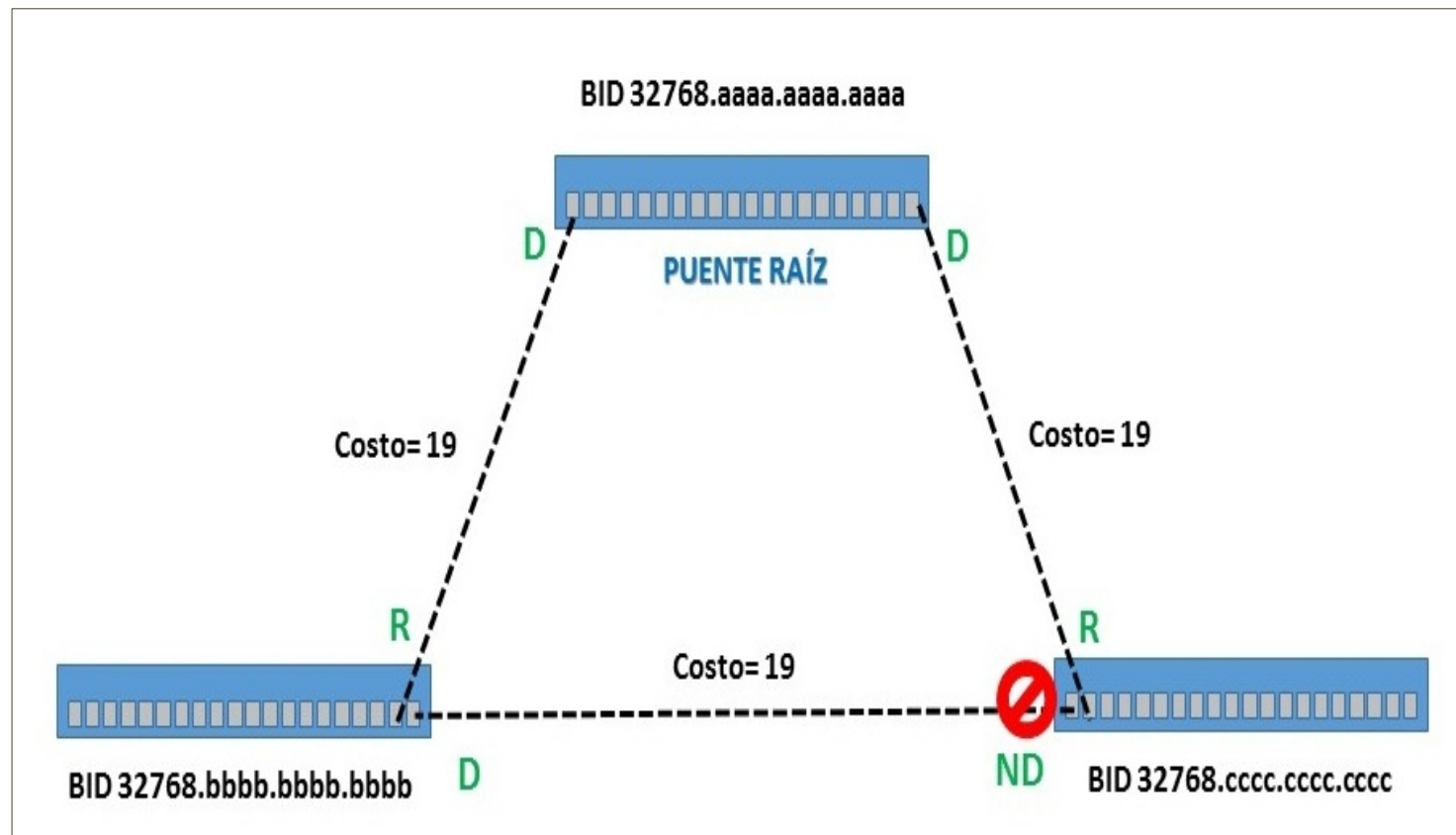


- Puente raíz
- Puerto raíz
- Puerto designado (segmento)
- Puerto bloqueado

**Usa mensajes de configuración (BPDU) Unidad de datos de protocolo de puente**

# Puertos Bloqueados

- Aquellos puertos que no sean elegidos como raíz ni como designados deben bloquearse (***Puerto No Designado - ND***).



# **TOKEN PASSING (PASO DE TESTIGO)**

**ALGUNAS REDES QUE USAN ESTE PROTOCOLO DE  
MAC:**

- TOKEN BUS (IEEE 802.4)**
- TOKEN RING (IEEE 802.5)**
- FDDI (IEEE 802.8)**

**NO SE PRODUCEN COLISIONES.**

**USO DEL TESTIGO DE CONTROL (TRAMAPEQUEÑA) QUE CIRCULA CUANDO  
TODAS LAS ESTACIONES ESTÁN LIBRES.**

**SE PASA DE UN DTE A OTRO DTE SEGÚN REGLAS. SOLO SE PUEDE TX TRAMASI SE  
TIENE EL TESTIGO.**

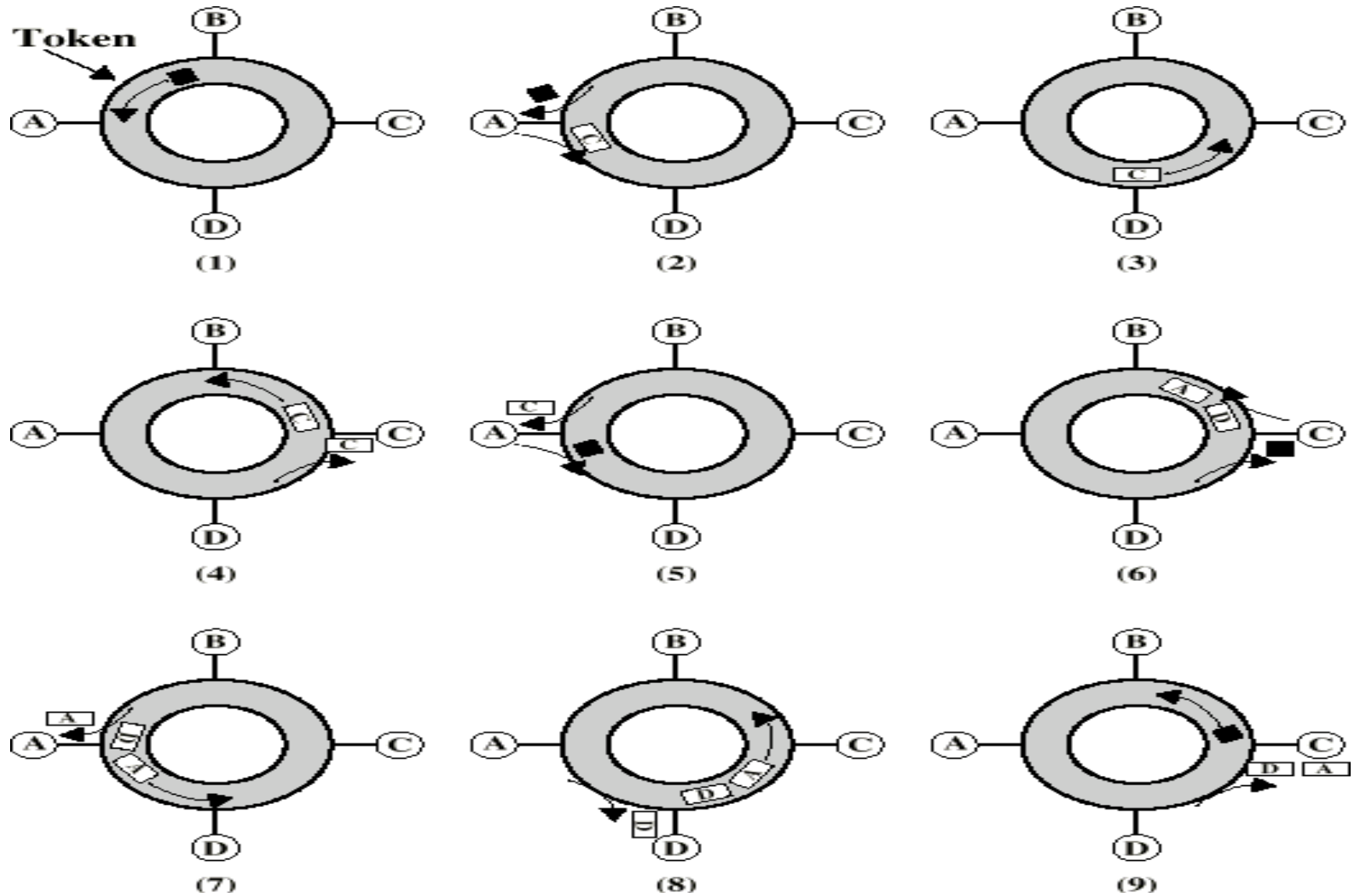
**LUEGO DE TX TRAMASE LIBERAELTESTIGO PARA QUE OTRO DTE  
TENGAACCESO.**

**SE LE PUEDE ASOCIAR UNA PRIORIDAD AL TESTIGO  
PARA TX PRIMERO DETERMINADAS TRAMAS.**

**ANILLO: ACCESO SECUENCIAL BUS: ACCESO POR DIFUSIÓN**

# TOKEN PASSING (PASO DE TESTIGO)

## FUNCIONAMIENTO DE ANILLO CON PASO DE TESTIGO



# •Redes Token Ring

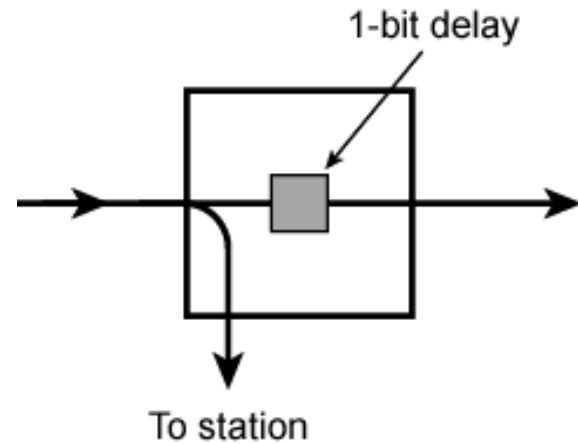
- Usan la técnica de “Anillo con paso de testigo” según la norma 802.5
- Desarrollado y difundido por IBM
- Nunca alcanzó la popularidad de Ethernet
- Hay instalaciones grandes en servicio
- Disminuye su importancia en el mercado
- Actualización: 1Gbit especificado en 2001

# •Operación del anillo

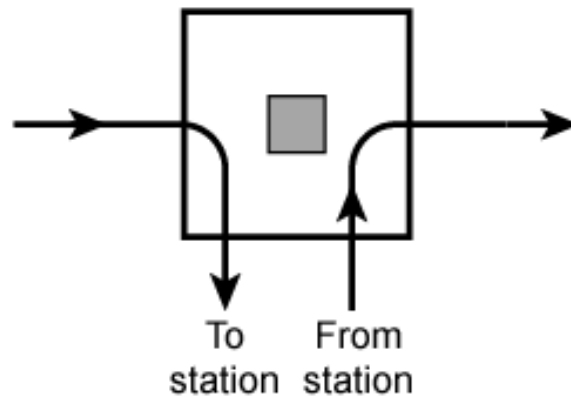
- Cada repetidor se conecta a otros dos por enlaces unidireccionales
- Es un único camino cerrado
- Los datos se transfieren bit a bit de un repetidor a otro
- El repetidor regenera y retransmite
- El repetidor hace recepción, quita de datos, inserción de datos, y transmisión
- El repetidor es un punto de conexión para las estaciones
- El paquete es removido por el transmisor después de un viaje completo alrededor del anillo



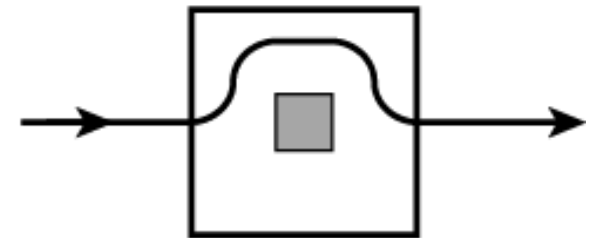
# • Estados de los repetidores



(a) Listen state



(b) Transmit state



(c) Bypass state

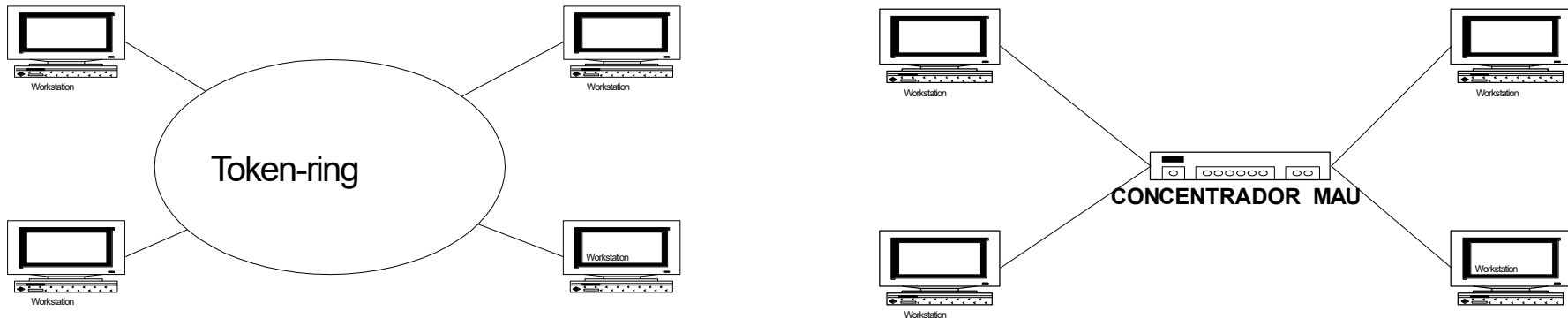
- Funciones del estado de escucha
- Analiza bits buscando estructuras
  - Dirección de la estación adjunta
  - Permiso de transmitir (ficha o testigo)
- Copia bits y los envía a la estación adjunta
  - Mientras espera otros bits
- Modifica bits cuando pasan
  - Indica que el paquete ha sido copiado (ACK)

- Funciones del estado de transmisión
- La estación tiene datos
- El repetidor tiene permiso
- Puede recibir bits de entrada
  - Si son del mismo paquete los pasa a la estación
  - Puede haber mas de un paquete en el anillo
    - Hay que tener Buffer para retransmitir después

# •Estado de Bypass

- La señal se propaga pasando el repetidor sin retardo adicional
- Solucion parcial al problema de confiabilidad
- Mejora el rendimiento

# TOKEN RING IEEE 802.5



**TP (PASO DE TESTIGO).**

**DTR (ANILLO CON PASO DE TESTIGO DEDICADO).** Nueva técnica haciendo uso de topología estrella-conmutador)

Velocidad de Tx Mbps	Medio de Tx	Control de acceso
4	UTP, STP, FO	TP, DTR
16	UTP, STP, FO	TP, DTR
100	UTP, STP	DTR
100	FO	DTR
1000	FO	DTR

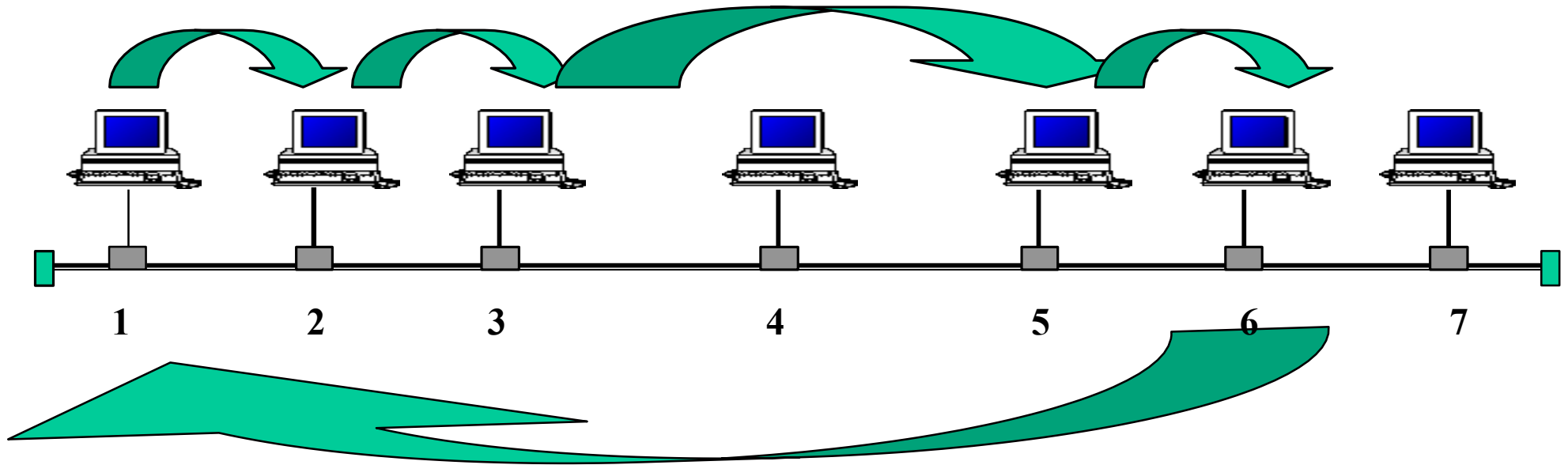
# •Protocolo MAC 802.5

- Pequeña trama testigo (*token*) circula cuando está libre
- La estación espera el testigo
- Cambia un bit en el testigo para que sea inicio de trama
- Agrega el resto de los datos a la trama
- La trama circula por el anillo y es absorbida por la estación que trasmite
- La estación inserta un nuevo testigo cuando termina la transmisión y llegan los bits iniciales de la trama enviada
- En bajo tráfico es ineficiente
- En tráfico alto el turno rotativo es eficiente y justo

# •Capa física 802.5

- |                   |                        |           |       |
|-------------------|------------------------|-----------|-------|
| • Velocidad:      | 4                      | 16        | 100   |
| • Medio           | UTP,                   | STP,      | Fiber |
| • Señal:          | Manchester diferencial |           |       |
| • Trama:          | 4550                   | 18200     | 18200 |
| • Control acceso: | TP or DTR              | TP or DTR | DTR   |

# TOKEN BUS IEEE 802.4



**SE ESTABLECE UN ANILLO LÓGICO ENTRE LOS DTE  
(por ejemplo: 1, 2, 3, 5 y 6)**

**EL TESTIGO SE PASAA TRAVÉS DEL BUS POR EL ANILLO  
LÓGICO.**

**TODOS RECIBEN LAS TRAMAS.**

**DTE ESPERA TESTIGO PARA TRANSMITIR UNA TRAMA.**

**EL DTE TX TODAS LAS TRAMAS Y PASA EL TESTIGO AL  
SUCESOR. SI RX UNA TRAMA SUPONE QUE TODO ESTÁ BIEN. CASO CONTRARIO  
TIENE QUE ADOPTAR ACCIONES CORRECTIVAS.**



# LAN DE ALTA VELOCIDAD

## FDDI (INTERFAZ DE DATOS DISTRIBUIDOS POR FO) 802.8

BASE = TOPOLOGÍA ANILLO

VELOCIDAD DE 100 MBPS

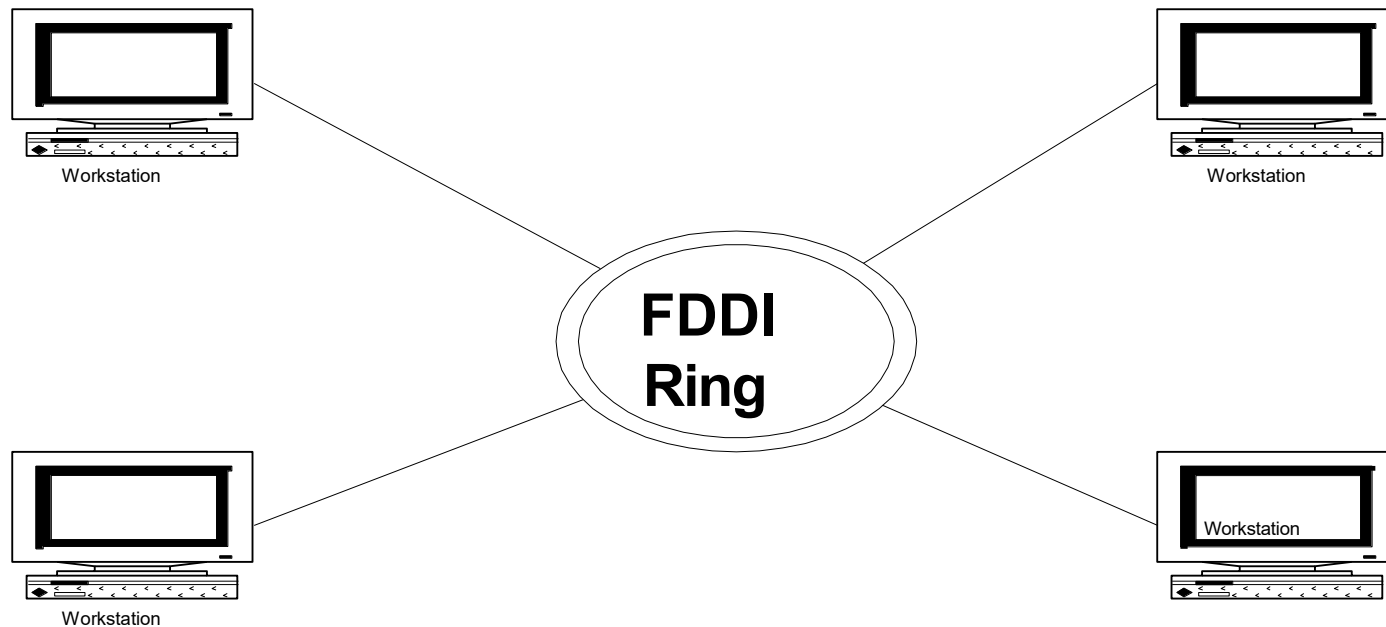
USO DE DOBLE ANILLO

LONG TOTAL = 100 KM

CANT ESTACIONES = 500

MAC = TESTIGO

PUEDE PASAR TRÁFICO SENSIBLE AL RETARDO (VOZ DIGITALIZADA)



- Anillo con paso de testigo dedicado
- Hay un hub central
- Actúa como un *switch*
- Enlaces punto a punto Full duplex
- Concentrador puede actuar como repetidor de tramas
  - En ese caso no hay paso de testigo

## •-Canal de fibra (FC)

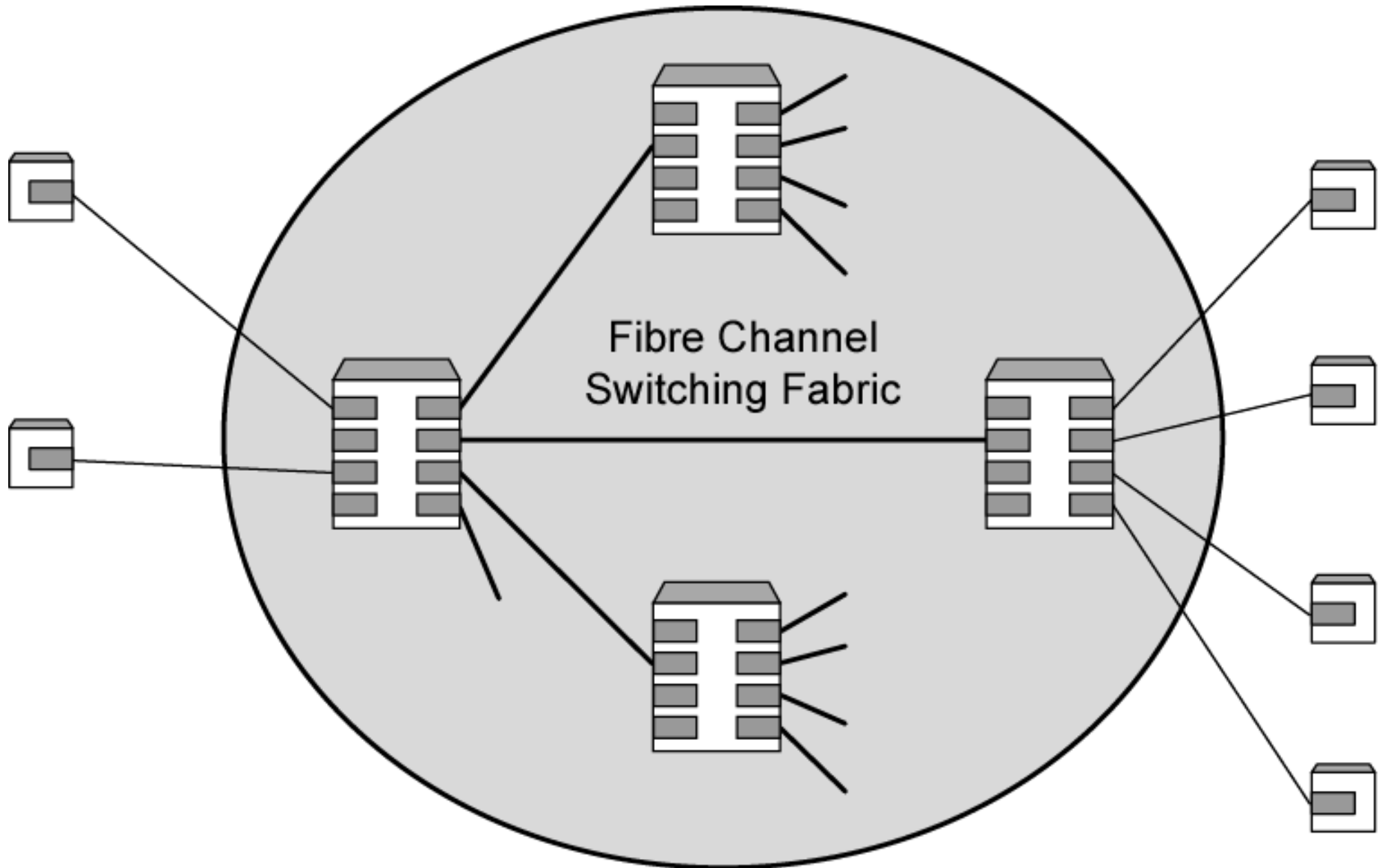
- Tecnología de alta velocidad usada para redes de servidores
- Canal de entrada/salida
  - Enlaces directos punto a punto o multipunto
  - Implementado en Hardware
  - Alta velocidad y corta distancia
- Conexión de red
  - Interconecta puntos de acceso
  - Protocolo basado en Software
  - Hay control de flujo, detección de error y recuperación

# •Requisitos del canal de fibra

- Enlaces *full duplex* con dos fibras
- 100 Mbps a 800 Mbps en cada fibra
- Hasta 10 km
- Pequeños conectores
- Alta capacidad de uso, no influye la distancia
- Mayor conectividad que otros canales
- Amplia disponibilidad de componentes (estandar)
- Sirve para sistemas pequeños o grandes
- Usa mecanismo de transporte basado en enlaces punto a punto y redes conmutadas
- Soporta codificación y tramas sencillas
- Soporta variedad de protocolos
- No existe control de acceso al medio- red conmutada

- Elementos del canal de fibra
- Sistemas terminales (Nodos)
- Red:
  - Elementos conmutados (la Red) - Estructura=> almacenamiento y encaminamiento
  - Comunicación por enlaces punto a punto

- Red de canal de fibra



# •Arquitectura del canal de Fibra

- FC-0 Medio físico
  - Fibra Optica para largas distancias
  - Cable coaxial para cortas distancias
  - STP para muy cortas distancias
- FC-1 Protocolo de transmisión
  - Señal con código 8B/10B
- FC-2 Protocolo de tramas
  - Topologías
  - Formatos
  - Control de flujo y de errores
  - Secuenciamiento y permutas o intercambio (agrupamiento lógico de tramas)

- FC-3 Servicios comunes
  - Incluye mensajes de multidifusión
- FC-4 Mapeo
  - Asigna servicios de canal y de la red en los canales de fibra => conversión de protocolos a CF
    - Por ejemplo: IEEE 802, ATM, IP, SCSI



- Medio físico del canal de fibra
- Varias opciones de medio, velocidad y topología
- STP, cable coaxial, y fibra óptica
- Velocidades de 100 Mbps a 3.2 Gbps
- Enlaces punto a punto desde 33 m to 10 km

# •Fibre Channel Fabric

- Se usa topología conmutada llamada *fabric*
- Incluye al menos un *switch* para interconectar varios sistemas terminales
- Red conmutada salvo punto a punto.
- Ruteo transparente a los nodos – encaminamiento entre puertos

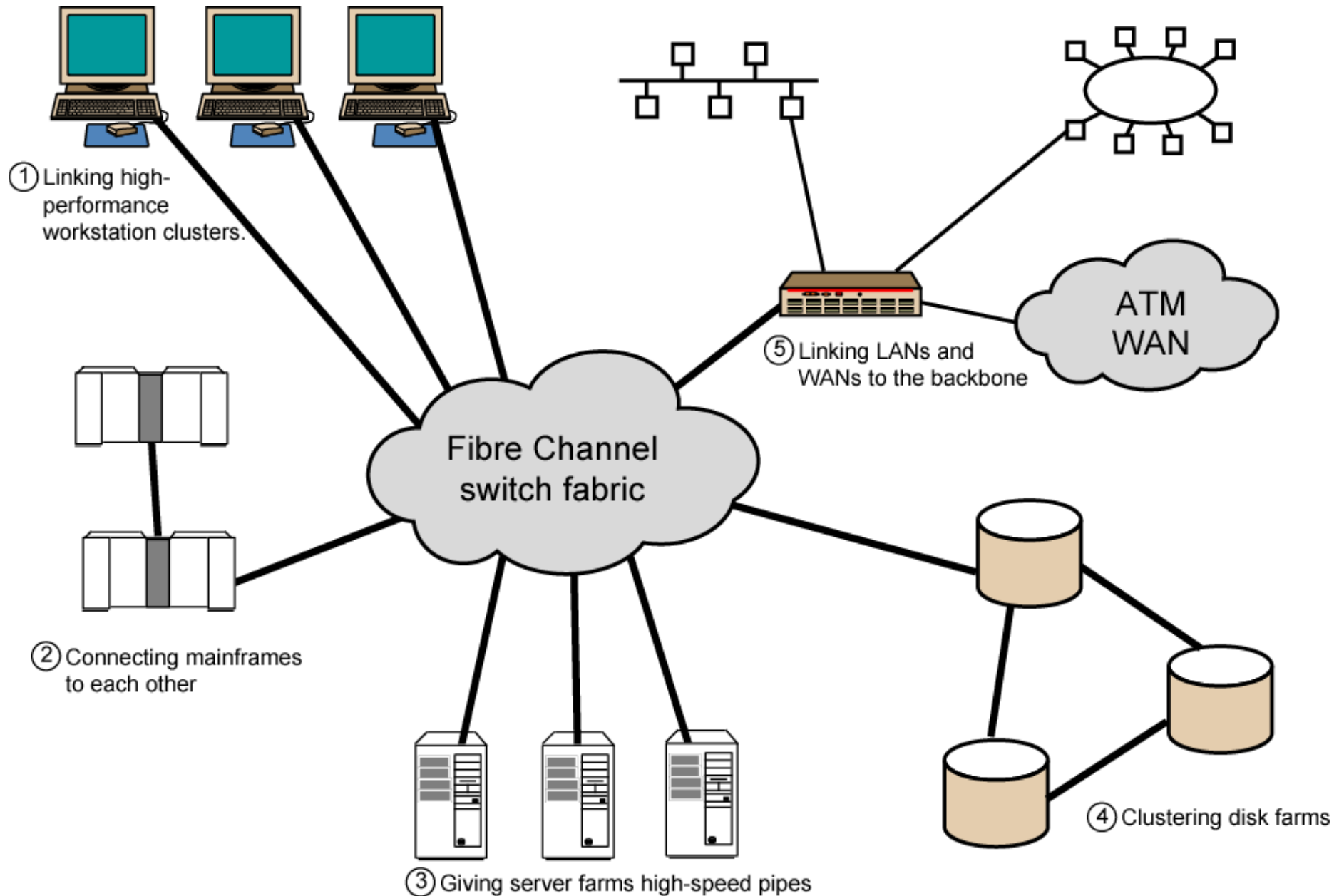
# •Ventajas de la topología

- Capacidad escalable
  - Minimiza congestión y colisiones
  - Mejora el rendimiento
- Independiente del protocolo
- No influye la distancia
- Puede cambiar tecnología de partes sin afectar el todo
- Minimiza carga de los nodos
  - Ruteo y detección de errores en la red

# • Topologías alternativas

- Punto a punto
  - Sólo dos puertos
  - Conectados directamente sin *switches*
  - No hay ruteo
- Lazo
  - Simple, bajo costo
  - Hasta 126 nodos en el lazo
  - Opera como en anillo con paso de testigo
- Se pueden combinar topologías, medios y velocidades

# •Aplicaciones de FC



# •Futuro de la FC

- Soportado por la *Fibre Channel Association*
- Hay disponibles placas para interfaz de distintas aplicaciones
- Ampliamente aceptada para interconectar dispositivos
  - Reemplazo de SCSI
- Atractivo para LAN de alta velocidad
- Puede competir con Ethernet y ATM
- El costo y el rendimiento definirá la competencia