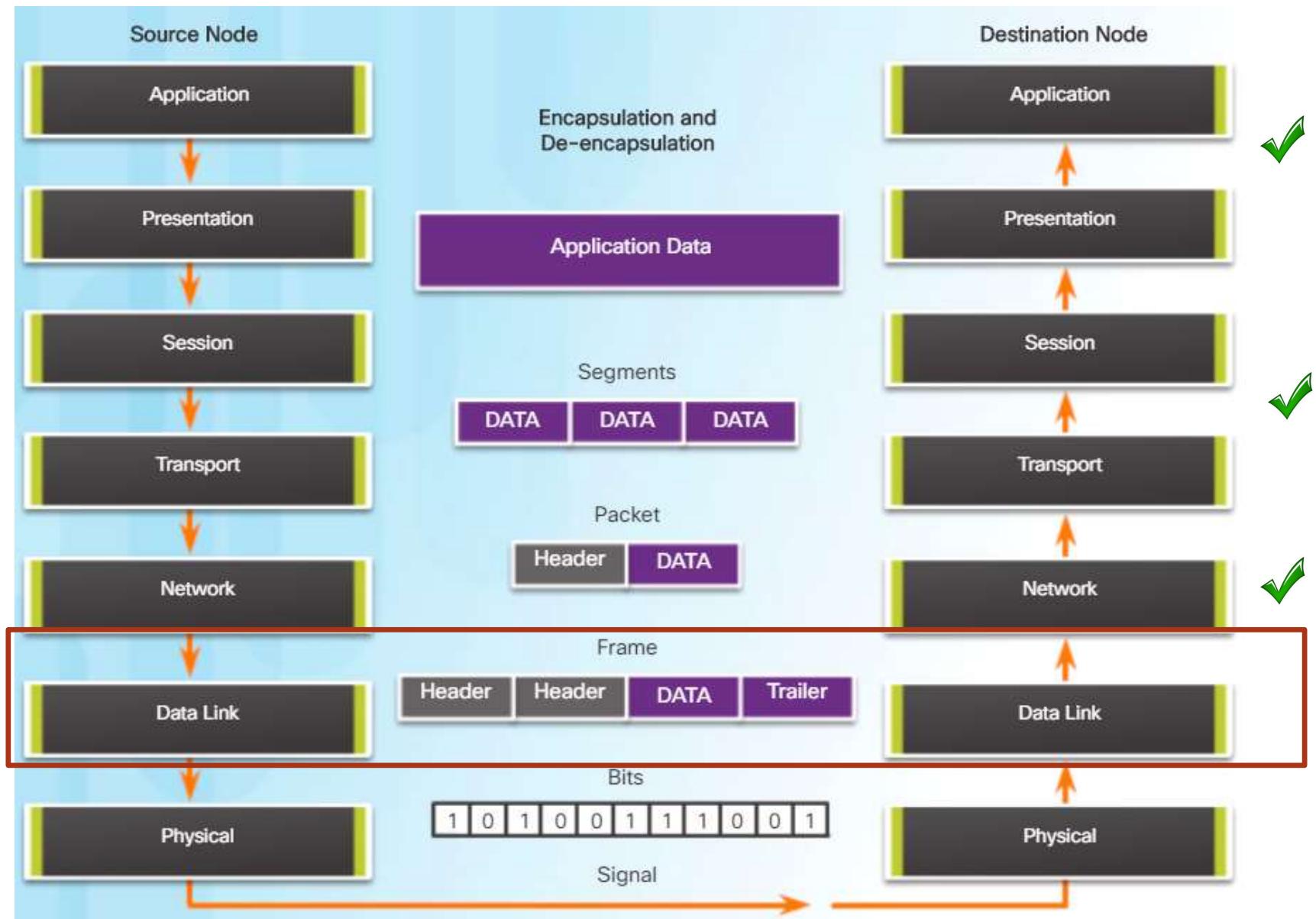


Redes de Computadores – RECO

Capa de Enlace

Ing. Claudia Patricia Santiago Cely

EL MODELO ...



FUNCIÓN PRINCIPAL

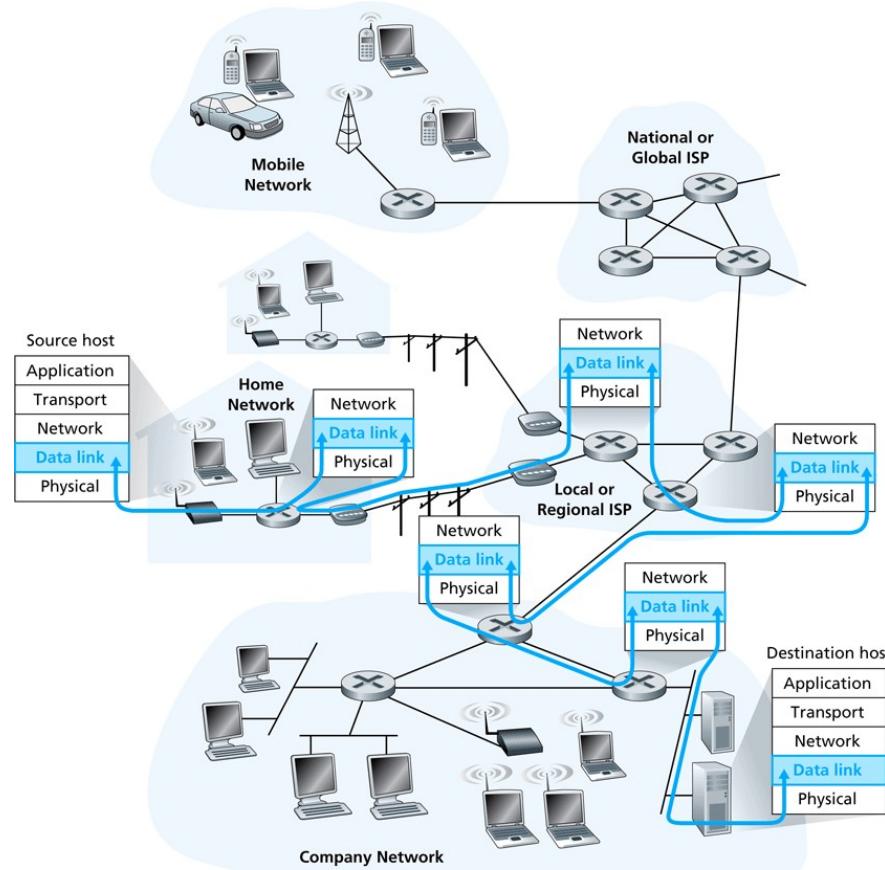


Figure 5.1 ♦ The link layer

Algoritmos para lograr una comunicación confiable y eficiente entre dos máquinas adyacentes en la capa de enlace de datos (no hay intermediarios entre los dos). Los bits van uno detrás de otro.



FUNCIONES

Framing: Determinar la manera en que los paquetes se encapsulan en frames para luego pasarlos a la capa física (bits).

Reliable delivery y error detection/correction: Manejar los errores de transmisión

Flow control: Administrar el flujo de frames para que receptores lentos no sean ahogados por transmisores rápidos

Simplex, Half-duplex y full-duplex: Junto con la capa física, se encarga de los modos de transmisión

Link access: Especifica las reglas sobre cuáles frames son transmitidos sobre la red.

NETWORK INTERFACE CARD - NIC



NETWORK INTERFACE CARD - NIC

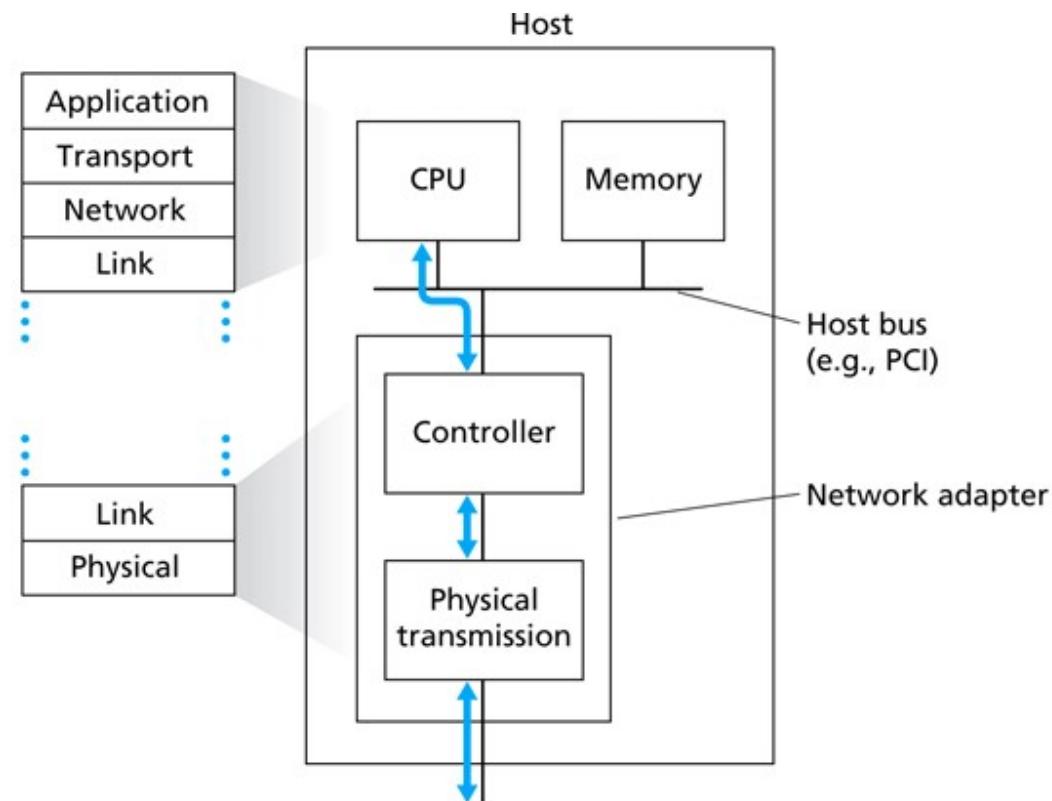


Figure 5.2 ♦ Network adapter: its relationship to other host components, and to protocol stack functionality

ENCAPSULAMIENTO - FRAMMING

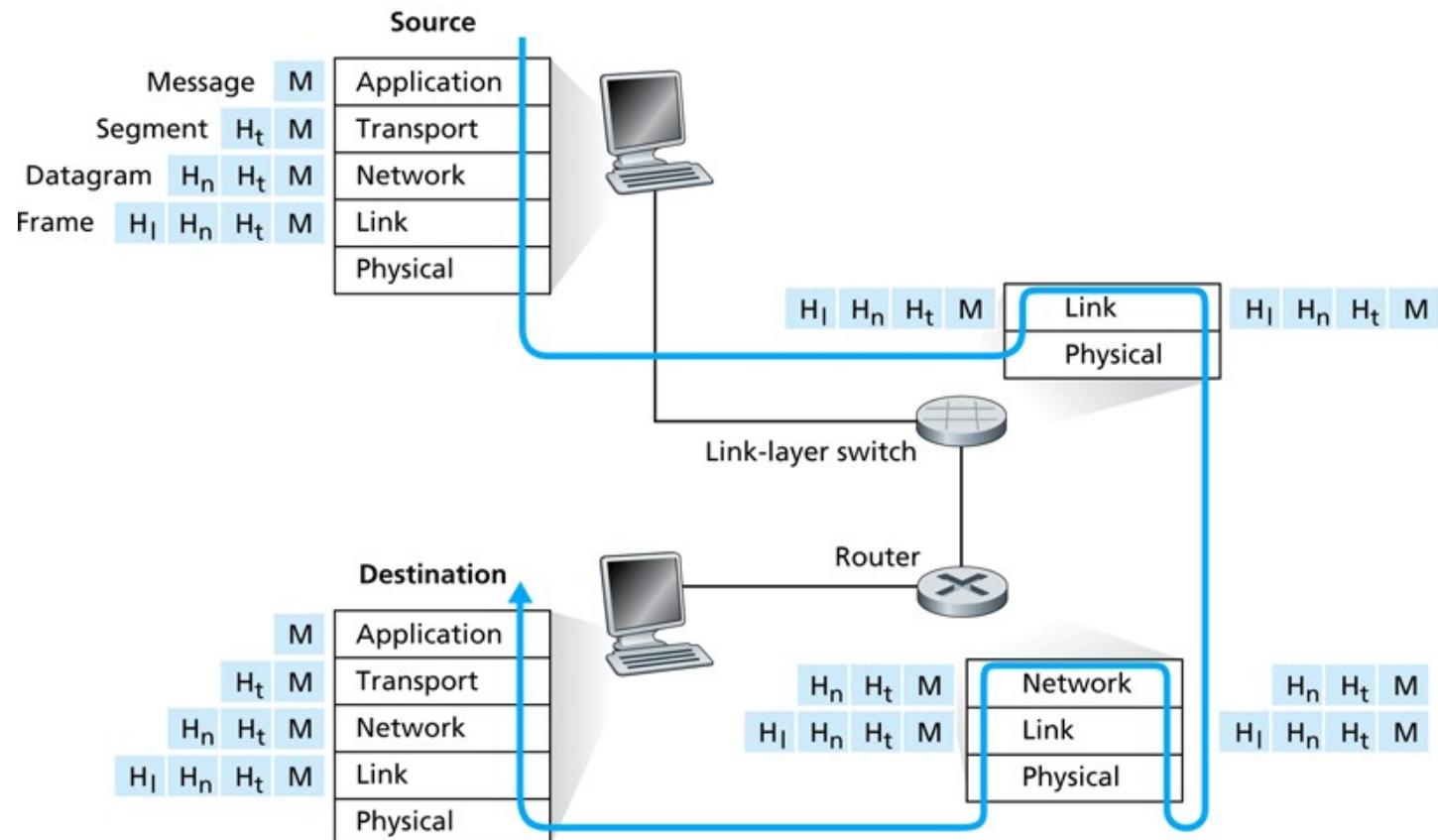


Figure 1.20 ♦ Hosts, routers, and link-layer switches; each contains a different set of layers, reflecting their differences in functionality.

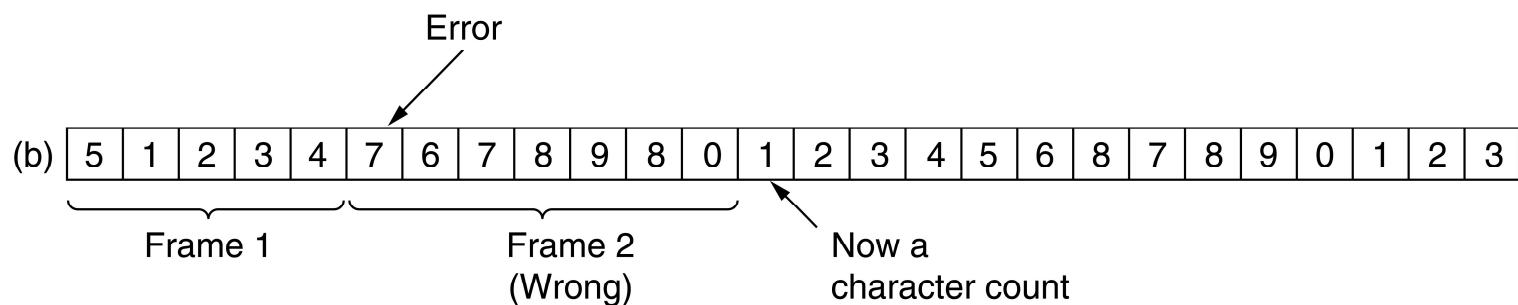
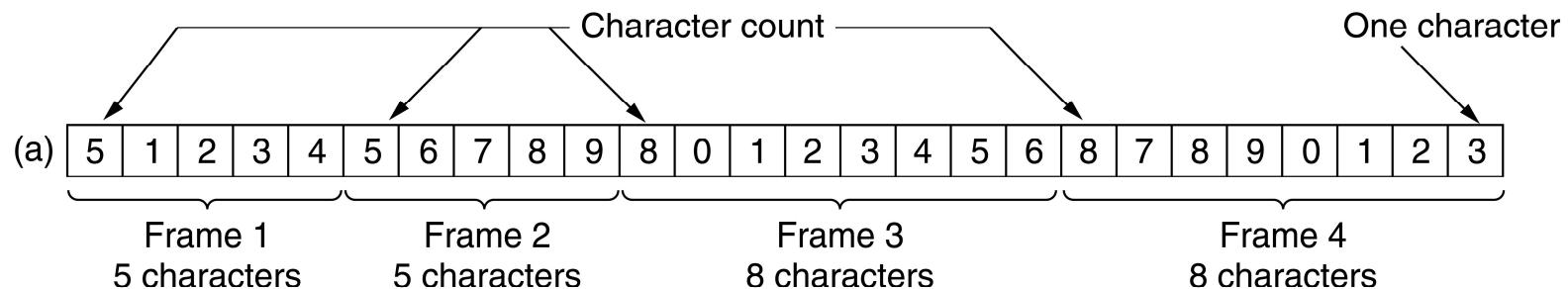


ENCAPSULAMIENTO - FRAMMING

- Colocar información de control de la capa y marcar el comienzo y el fin de cada frame
- Marcado de comienzo y fin
 - Character count (Conteo de caracteres)
 - Physical layer coding violations (Violaciones de codificación de la capa física)
- Starting and ending characters, with character stuffing (caracteres de inicio y fin, con relleno de caracteres)
- Starting and ending flags, with bit stuffing (Indicadores de inicio y fin con relleno de bits)

ENCAPSULAMIENTO - FRAMMING

Character count (Conteo de caracteres)

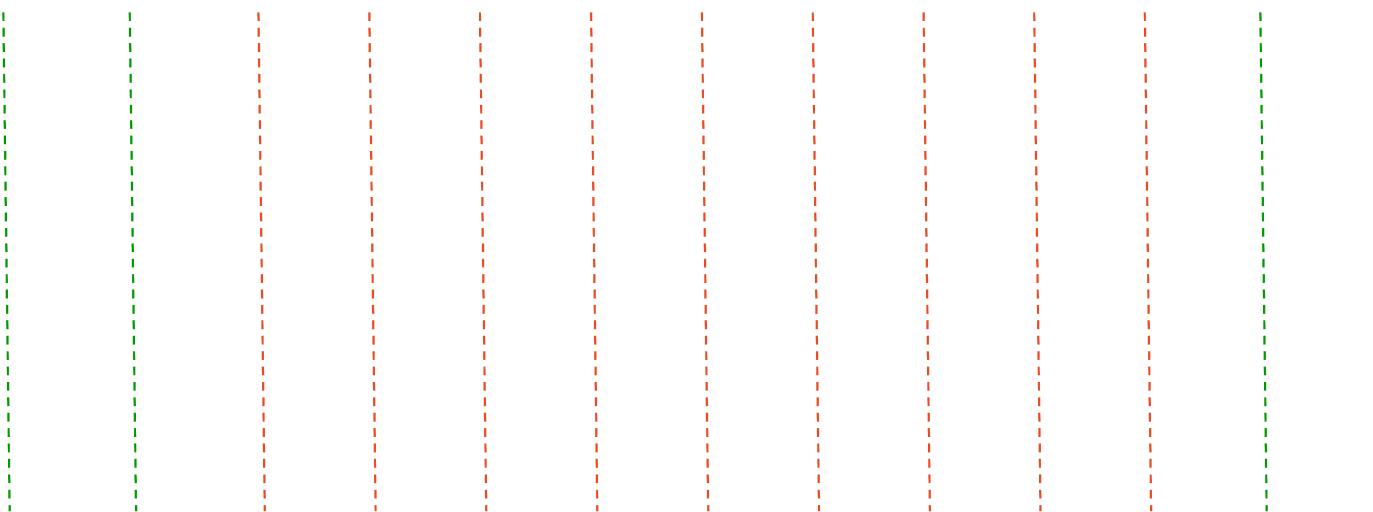




ENCAPSULAMIENTO - FRAMMING

- Physical layer coding violations (Violaciones de codificación de la capa física)

Envíe la letra A por el medio. ASCII = 65





ENCAPSULAMIENTO - FRAMMING



Starting and ending characters, with character stuffing (caracteres de inicio y fin, con relleno de caracteres)



Dec Char	Dec Char	Dec Char	Dec Char
0 NUL (null)	32 Space	64 @	96 `
1 SOH (Start of heading)	33 !	65 A	97 a
2 STX (Start of text)	34 "	66 B	98 b
3 ETX (End of text)	35 #	67 C	99 c
4 EOT (End of transmission)	36 \$	68 D	100 d
5 ENQ (Enquiry)	37 %	69 E	101 e
6 ACK (Acknowledge)	38 &	70 F	102 f
7 BEL (Bell)	39 '	71 G	103 g
8 BS (Backspace)	40 (72 H	104 h
9 TAB (Horizontal tab)	41)	73 I	105 i
10 LF (NL line fd, new line)	42 *	74 J	106 j
11 VT (Vertical tab)	43 +	75 K	107 k
12 FF (NP form fd, new page)	44 ,	76 L	108 l
13 CR (Carriage return)	45 -	77 M	109 m
14 SO (Shift out)	46 .	78 N	110 n
15 SI (Shift in)	47 /	79 O	111 o
16 DLE (Data link escape)	48 0	80 P	112 p
17 DC1 (Device control 1)	49 1	81 Q	113 q
18 DC2 (Device control 2)	50 2	82 R	114 r
19 DC3 (Device control 3)	51 3	83 S	115 s
20 DC4 (Device control 4)	52 4	84 T	116 t
21 NAK (Negative acknowledge)	53 5	85 U	117 u
22 SYN (Synchronous idle)	54 6	86 V	118 v
23 ETB (End of trans. block)	55 7	87 W	119 w
24 CAN (Cancel)	56 8	88 X	120 x
25 EM (End of medium)	57 9	89 Y	121 y
26 SUB (Substitute)	58 :	90 Z	122 z
27 ESC (Escape)	59 :	91 [123 {
28 FS (File separator)	60 <	92 \	124
29 GS (Group separator)	61 =	93]	125 }
30 RS (Record separator)	62 >	94 ^	126 ~
31 US (Unit separator)	63 ?	95 _	127 DEL

www.bibase.com

000100000000100100001010011000100001000100000000011



ENCAPSULAMIENTO - FRAMMING

Starting and ending flags, with bit stuffing

- Starting and ending flags: 01111110
- Bit stuffing: Cada vez que enlace ve en los datos 5 1's seguidos después de un 0 inserta un 0 (relleno de bit). En destino se hace el proceso contrario

A = 64
a = 97
< = 60
> = 62
? = 63

Sol

010100110110111101101100

Ya??

01011001011000010011111100111111

<p>

001111000111000000111110



ENCAPSULAMIENTO - FRAMMING

Starting and ending flags, with bit stuffing

Ejemplo 4

Si se desea transmitir el siguiente conjunto de bits:

0101111001010111111010110011111010

Lo que se envía realmente es:

0111110010111100101011110101011001111100100111110

Ejemplo 5

Se desea enviar:

0111111111111111010101

Lo que se envía es:

011111001111101111111111110101010111110



ENCAPSULAMIENTO - FRAMMING

Coloque encabezado y fin a las siguientes cadenas de datos basado en la técnica starting and ending flag with bit stuffing.

111 111 111 111 111 111 111 111 111 111 111

011 111 011 111 011 111 011 111 101 111 111 111 111 11

101 110 100 000 111 111 111 111 101 111 1



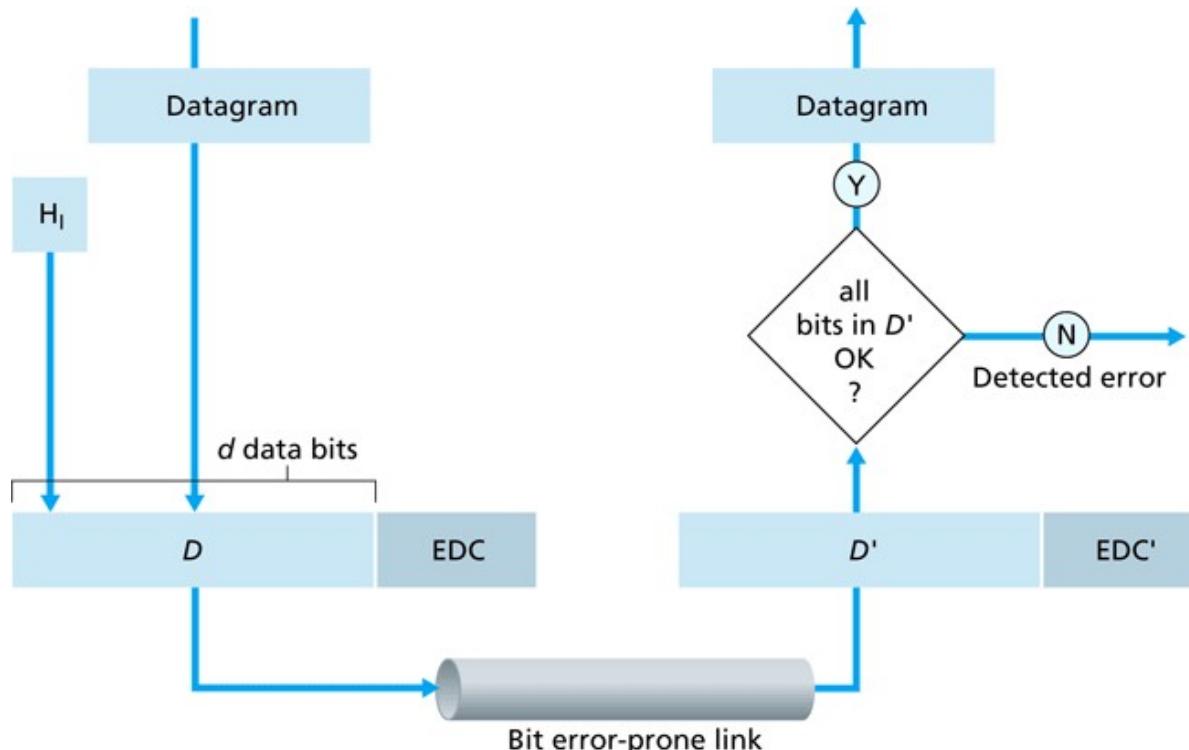
ENCAPSULAMIENTO - FRAMMING

Si a destino llegan las siguientes cadenas que incluyen el framing usando la misma técnica del punto anterior, cuáles serán los datos de la capa de red? (suponga que no se incluyó control de errores).

011 111 100 111 110 011 111 010 101 001 111 110

011 111 101 111 101 111 100 111 111 0

CONTROL DE ERRORES



Dos opciones:

Detección de errores: Incluir sólo la información que permita determinar si hubo un error.

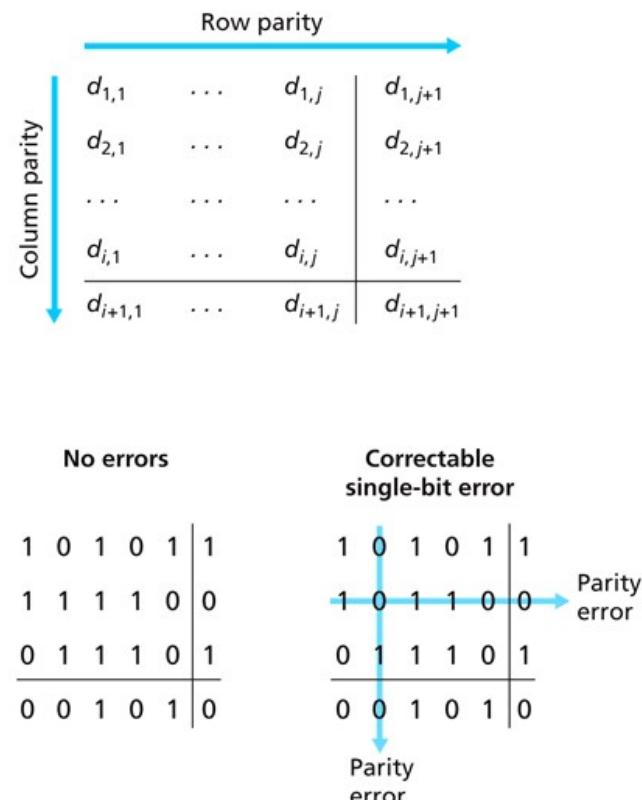
Corrección de errores: Incluir tanta información que sea capaz de detectar y corregir el error.

Figure 5.4 ♦ Error-detection and -correction scenario

Computer Networking: A Top-Down Approach, 4/E. James F. Kurose, Keith W. Ross.

CONTROL DE ERRORES - CORRECCIÓN

FEC – Forward error correction



Si sólo se daña
un bit

Figure 5.6 ♦ Two-dimensional even parity

CONTROL DE ERRORES - DETECCIÓN

Paridad de un bit

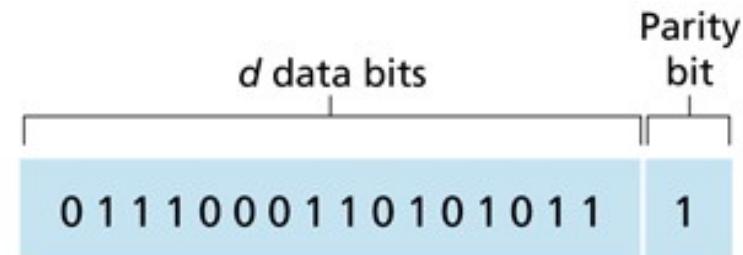


Figure 5.5 ♦ One-bit even parity

CONTROL DE ERRORES - DETECCIÓN

Cyclic Redundancy Check – CRC

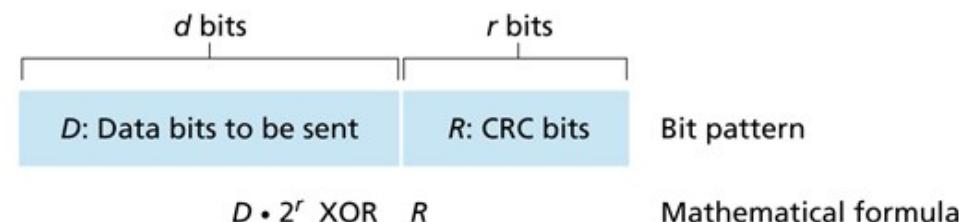


Figure 5.7 ♦ CRC codes

Computer Networking: A Top-Down Approach, 4/E. James F. Kurose, Keith W. Ross,c

1. Álgebra polinomial módulo 2 sin carries
2. Se tiene un Polinomio generador
 - Mas pequeño que los datos
 - Comienzo y fin en 1
3. Se adicionan 0s según el grado del polinomio generador a los datos
4. Se realizan divisiones siguiendo las reglas de 1.



CONTROL DE ERRORES - DETECCIÓN

CRC

- Ejemplo en origen

- Enviar la cadena

1010001101

- Polinomio generador :

$$X^5 + X^4 + X^2 + 1$$

110101



CONTROL DE ERRORES - DETECCIÓN

CRC

$$\begin{array}{r} 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0 \\ \underline{1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1} \\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1 \\ \underline{1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1} \\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1 \\ \underline{0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0} \\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0 \\ \underline{1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1} \\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 \\ \underline{0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0} \\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0 \\ \underline{1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1} \\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0 \\ \underline{0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0} \\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0 \\ \underline{1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1} \\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0 \\ \underline{1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1} \\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0 \\ \underline{0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0} \\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0 \end{array} \quad \boxed{\begin{array}{r} 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \\ \hline 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0 \end{array}}$$



CONTROL DE ERRORES - DETECCIÓN

CRC

Ejemplo en origen

- Enviar la cadena

101101001101010

- Polinomio generador :

10011

$X^4 + X + 1$



CONTROL DE ERRORES - DETECCIÓN

$$\begin{array}{r} 10110100111010100000 \\ \hline 10011 \\ \hline 001011 \\ \hline 000000 \\ \hline 010110 \\ \hline 10011 \\ \hline 001010 \\ \hline 000000 \\ \hline 010101 \\ \hline 10011 \\ \hline 001101 \\ \hline 000000 \\ \hline 011010 \\ \hline 10011 \\ \hline 010011 \\ \hline 10011 \\ \hline 000000 \\ \hline 00000 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10011 \\ \hline 101010110000010 \end{array}$$



CONTROL DE ERRORES - DETECCIÓN

CRC

Ejemplo en destino

- Se recibe la cadena

101000110101110

- Polinomio generador :

110101

$X^5 + X^4 + X^2 + 1$



CONTROL DE ERRORES - DETECCIÓN

$$\begin{array}{r} 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \\ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ \downarrow \\ \hline 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ \dots \\ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ \downarrow \\ \hline 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \\ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ \downarrow \\ \hline 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \\ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ \downarrow \\ \hline 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \\ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ \downarrow \\ \hline 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \\ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ \downarrow \\ \hline 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \\ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ \downarrow \\ \hline 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \\ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ \downarrow \\ \hline 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \\ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ \downarrow \\ \hline 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ \downarrow \\ \hline 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \end{array}$$

1	1	0	1	0	1									
1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0				



CONTROL DE ERRORES - DETECCIÓN



Ejemplo en destino

- Se recibe la cadena

101000110101100

- Polinomio generador :

110101

$$X^5 + X^4 + X^2 + 1$$



CONTROL DE ERRORES - DETECCIÓN

$$\begin{array}{r} 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \\ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \\ \hline 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \\ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \\ \hline 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \\ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\ \hline 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \\ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \\ \hline 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \\ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\ \hline 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \\ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \\ \hline 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \\ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\ \hline 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \\ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \\ \hline 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \\ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \\ \hline 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \\ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\ \hline 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \\ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\ \hline \end{array}$$

1 1 0 1 0 1
1 1 0 1 0 1 0



CONTROL DE ERRORES - DETECCIÓN

CRC

- ## ▪ CRC-16-CCITT

$$x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$$

1000100000010001

- **CRC-32** (*IEEE-802.3*)

$$x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$$

100000100110000010001110110110111

- **CRC-64-ISSO**

$$x^{64} + x^4 + x^3 + x + 1$$

CONTROL DE FLUJO

- Se usa para que transmisores rápidos no ahoguen a receptores lentos
- Generalmente los protocolos tiene implementadas una de las siguientes maneras para hacer este control de flujo
 - Un momento en el que negocian la velocidad
 - El receptor va indicando al transmisor cuando puede enviar mas mensajes.
- Mecanismos:
 - Simplex
 - Unrestricted (Canal perfecto)
 - For a noisy channel - Stop and wait
 - Pueden dañarse datos
 - Pueden perderse datos
 - Sliding Window
 - Go back n
 - Selective repeat

CONTROL DE FLUJO SIMPLEX

Sobre un canal perfecto

- Mas sencillo
- Transmisión de datos en una sola dirección
- No hay problema en el receptor para recibir datos. Buffers ilimitados.
- Nunca se pierden ni dañan datos

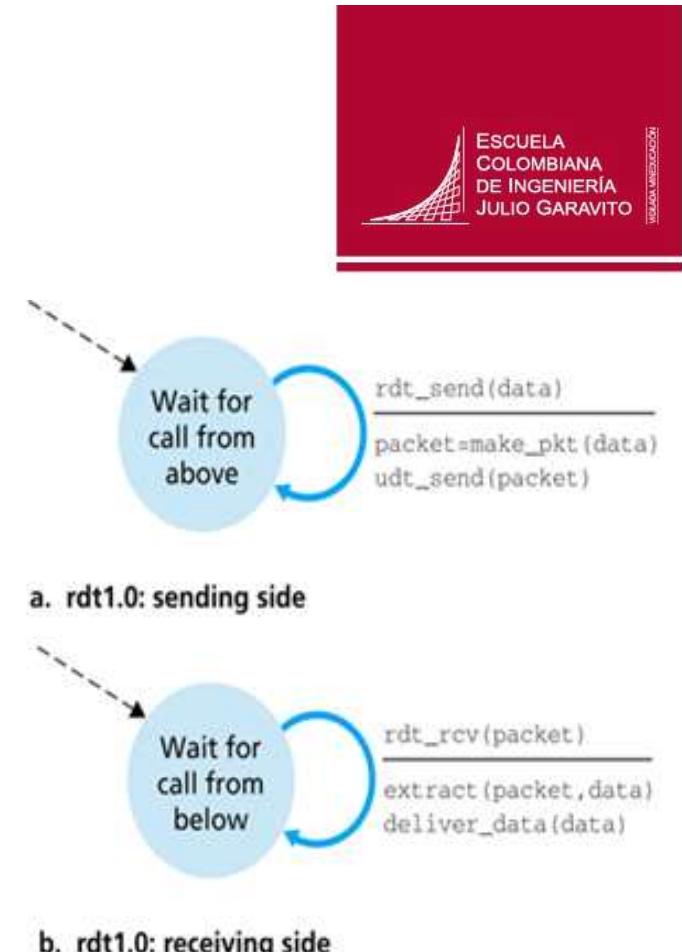


Figure 3.9 ♦ rdt1.0 – A protocol for a completely reliable channel

Computer Networking: A Top-Down Approach. J. F. Kurose, K. W. Ross,

CONTROL DE FLUJO SIMPLEX

Sobre un canal ruidoso – Stop and wait
(pueden dañarse datos)

- Parada y espera



- Se pueden presentar errores durante la transmisión
- El receptor
 - Detección de errores: verifica que los datos que recibe se encuentren sin errores antes de pasarlos a la capa superior
 - Feedback: Envía mensaje a origen indicando el estado de los datos (ACK o NAK)
- El origen retransmite si se requiere

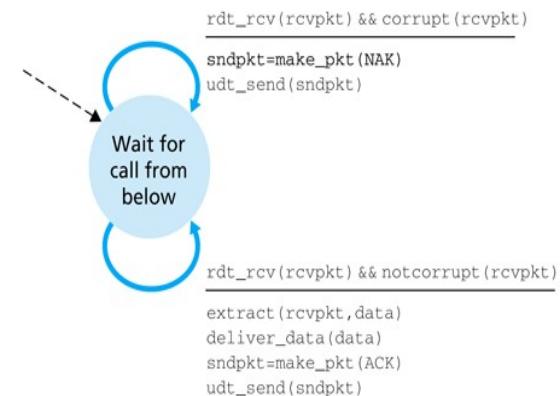
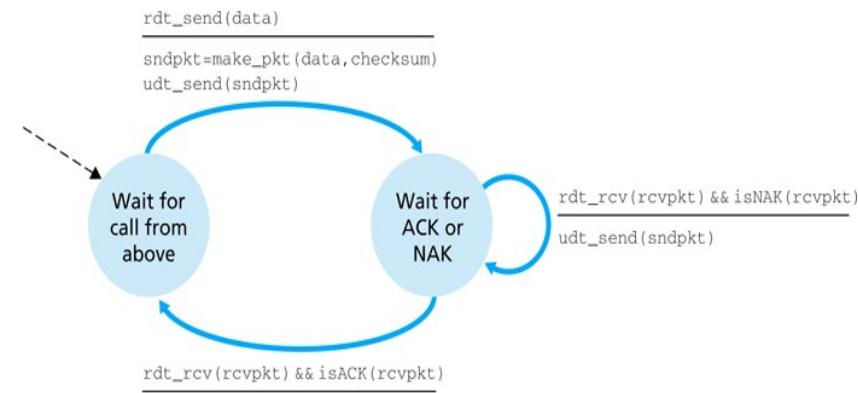


Figure 3.10 ♦ rdt2.0–A protocol for a channel with bit errors

CONTROL DE FLUJO SIMPLEX

Sobre un canal ruidoso (pueden dañarse datos)

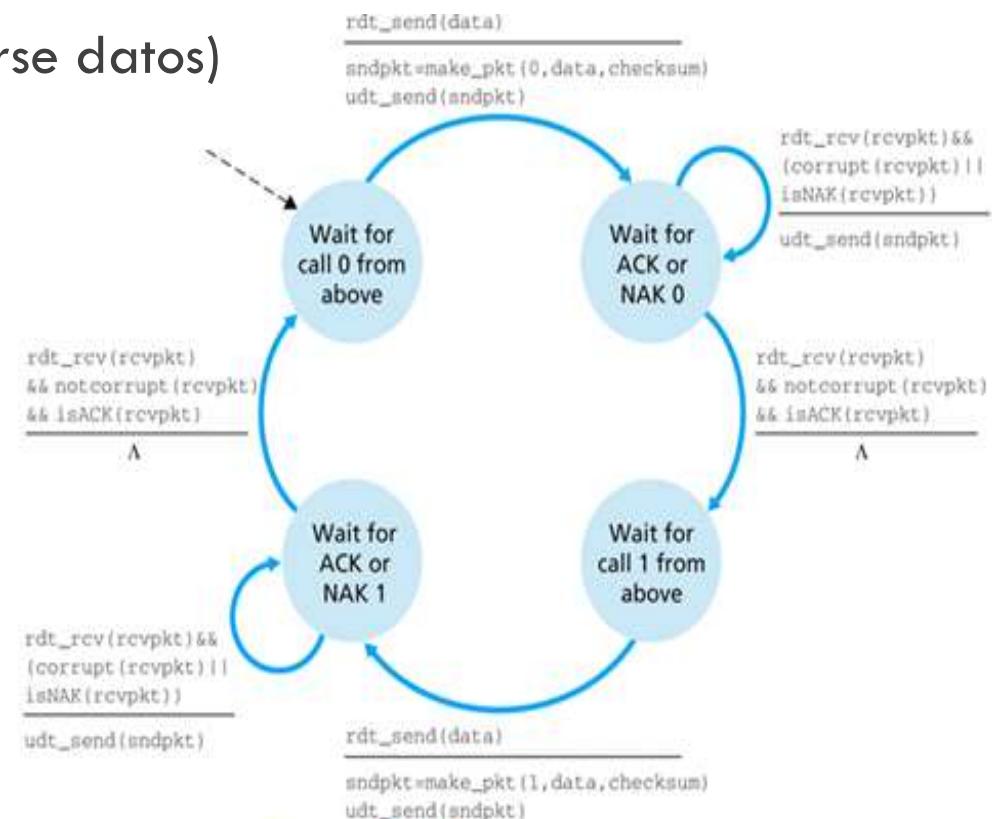


Figure 3.11 • rdt2.1 sender

CONTROL DE FLUJO SIMPLEX

Sobre un canal ruidoso (pueden dañarse datos)

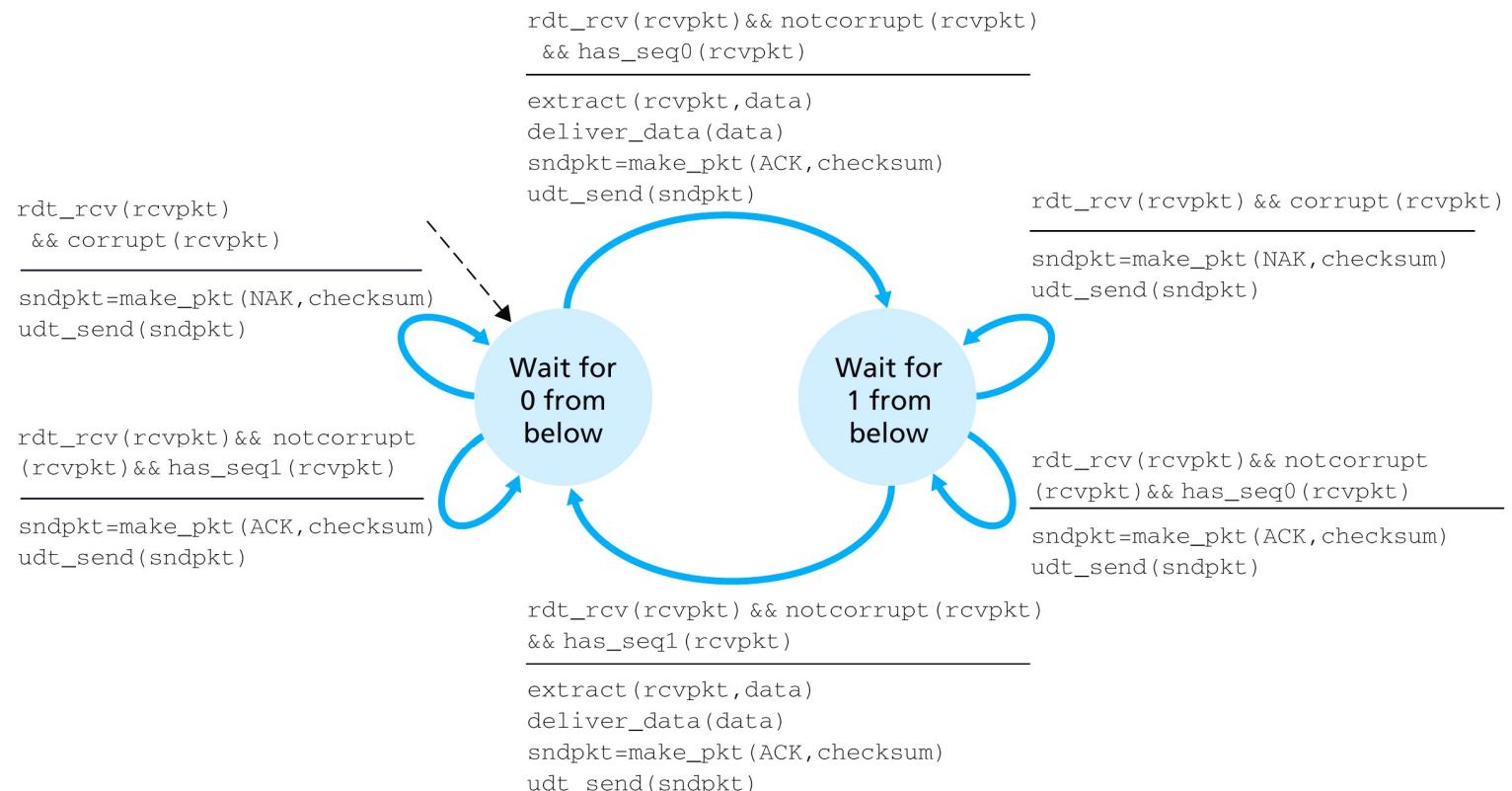


Figure 3.12 ♦ rdt2.1 receiver

CONTROL DE FLUJO SIMPLEX

SOBRE UN CANAL RUIDOSO (PUEDEN PERDERSE DATOS)



★ Problemas:

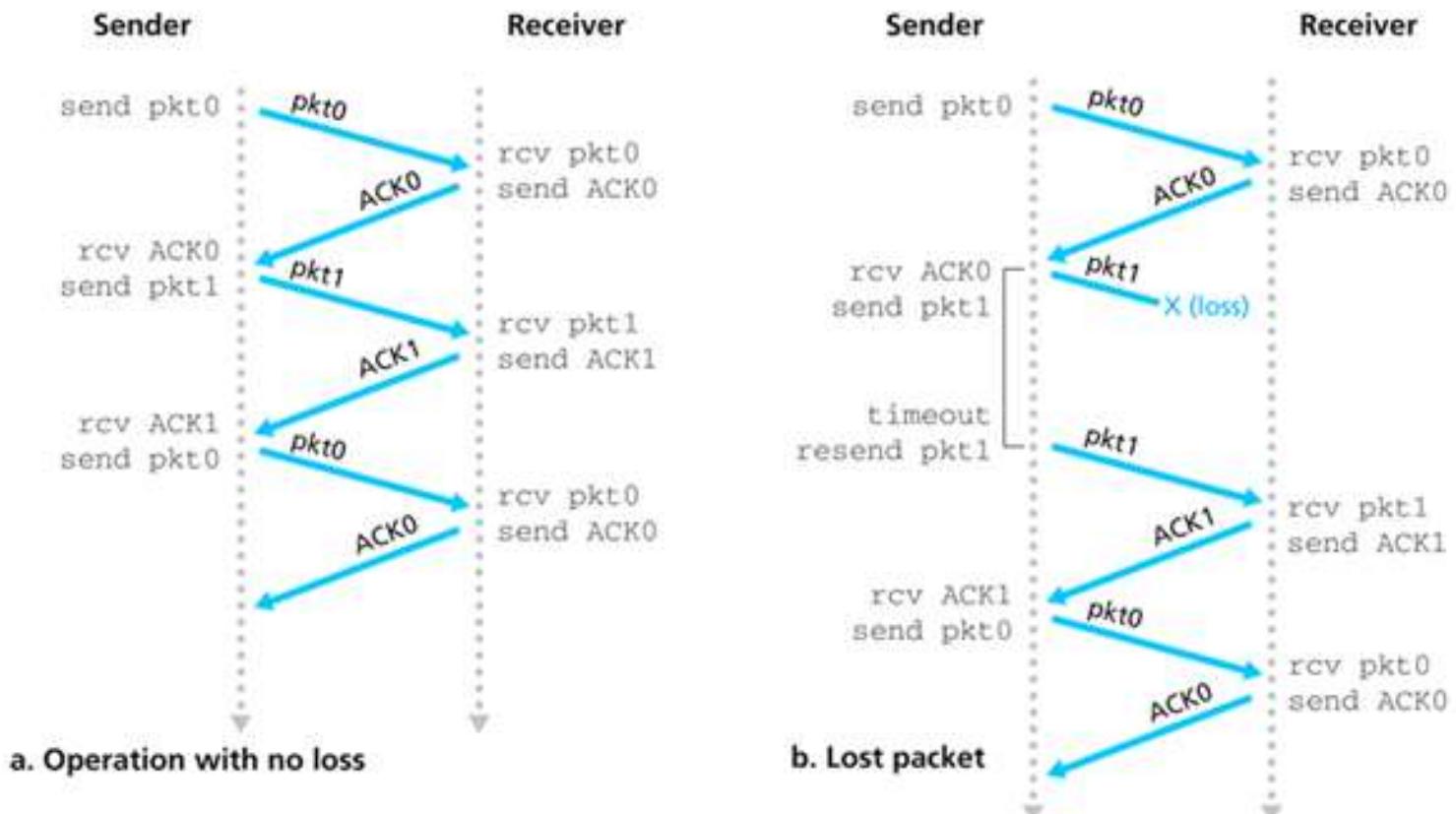
- ★ ¿Qué pasa si se pierde un mensaje?
- ★ ¿Qué pasa si lo que se daña un mensaje de confirmación de recibo (ACK o NAK)?
- ★ ¿Qué pasa si se pierde una confirmación de recibo?

★ Soluciones

- ★ Números de secuencia(1/0)
- ★ Timeouts

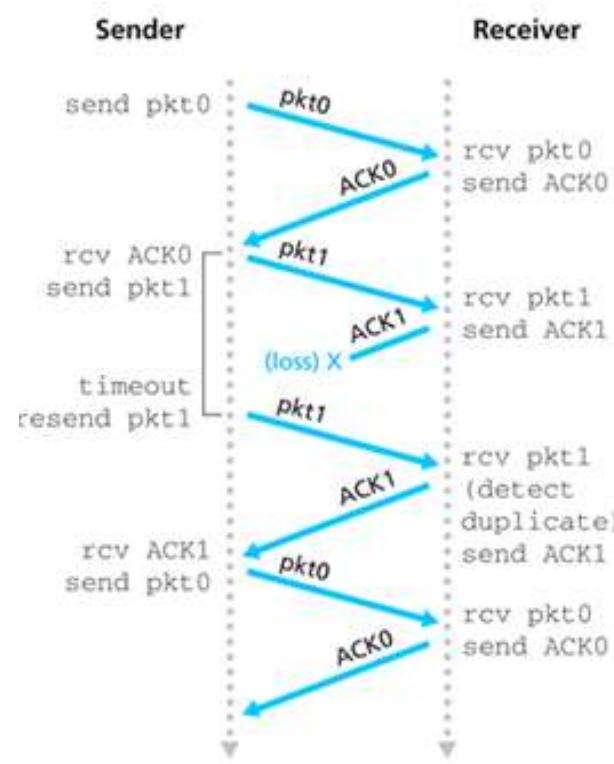
CONTROL DE FLUJO SIMPLEX

Sobre un canal ruidoso (pueden perderse datos)

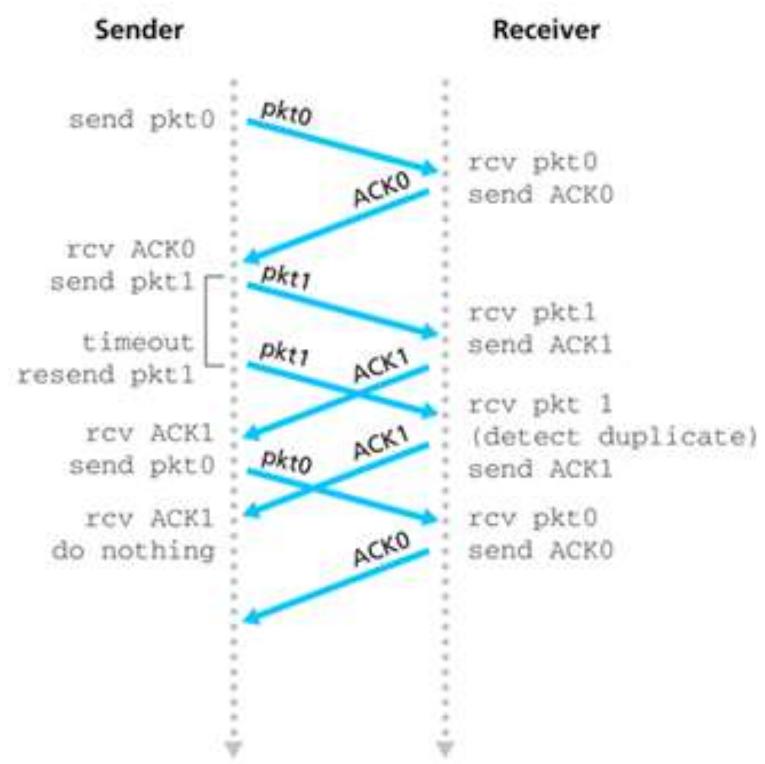


CONTROL DE FLUJO SIMPLEX

Sobre un canal ruidoso (pueden perderse datos)



c. Lost ACK



d. Premature timeout

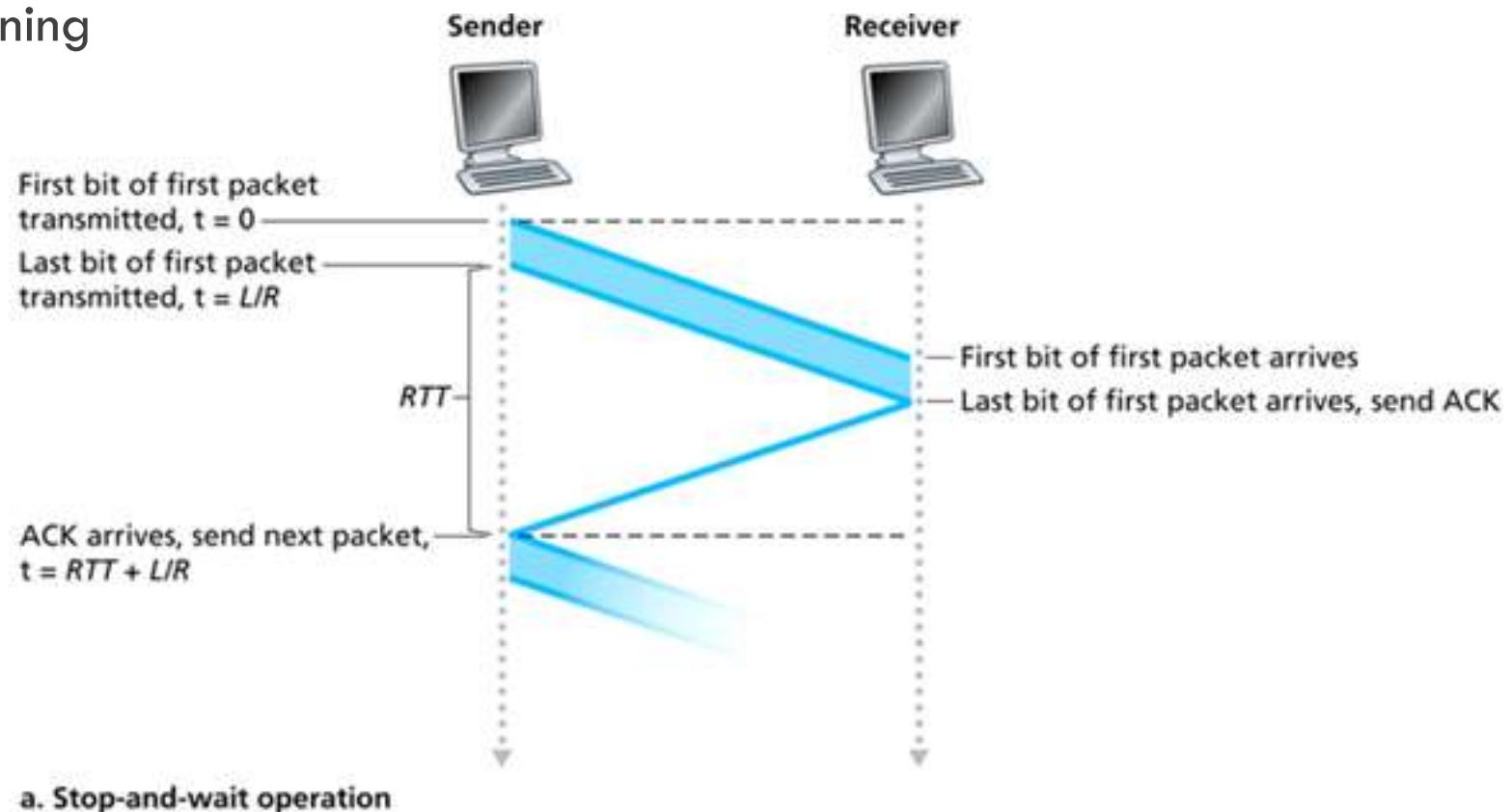
CONTROL DE FLUJO SLIDING WINDOW

- HALF DUPLEX / FULL DUPLEX
- PIPELINING
- PIGGY BACKING
- USO MÁS EFICIENTE DEL CANAL



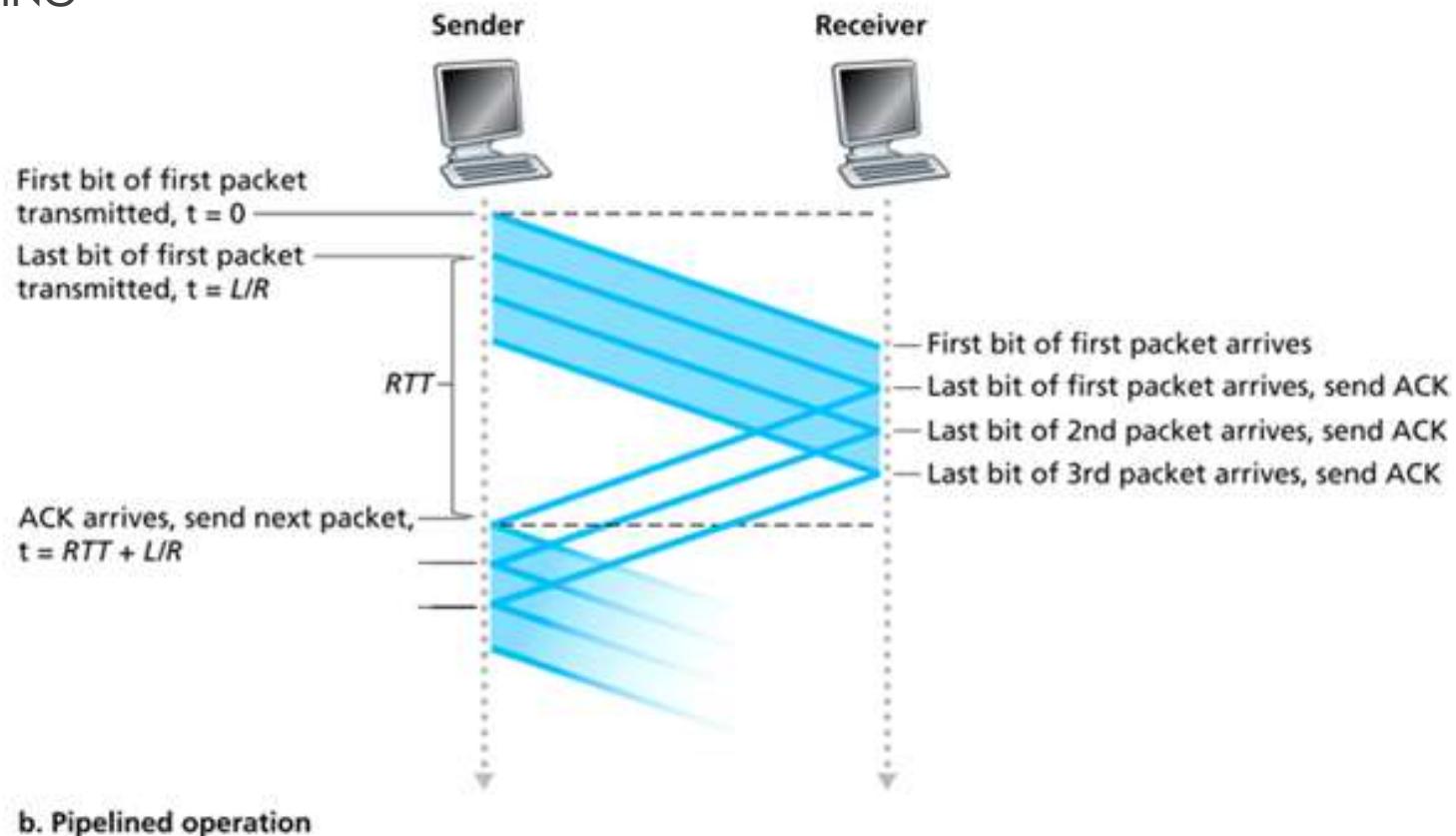
CONTROL DE FLUJO SLIDING WINDOWS

Pipelining



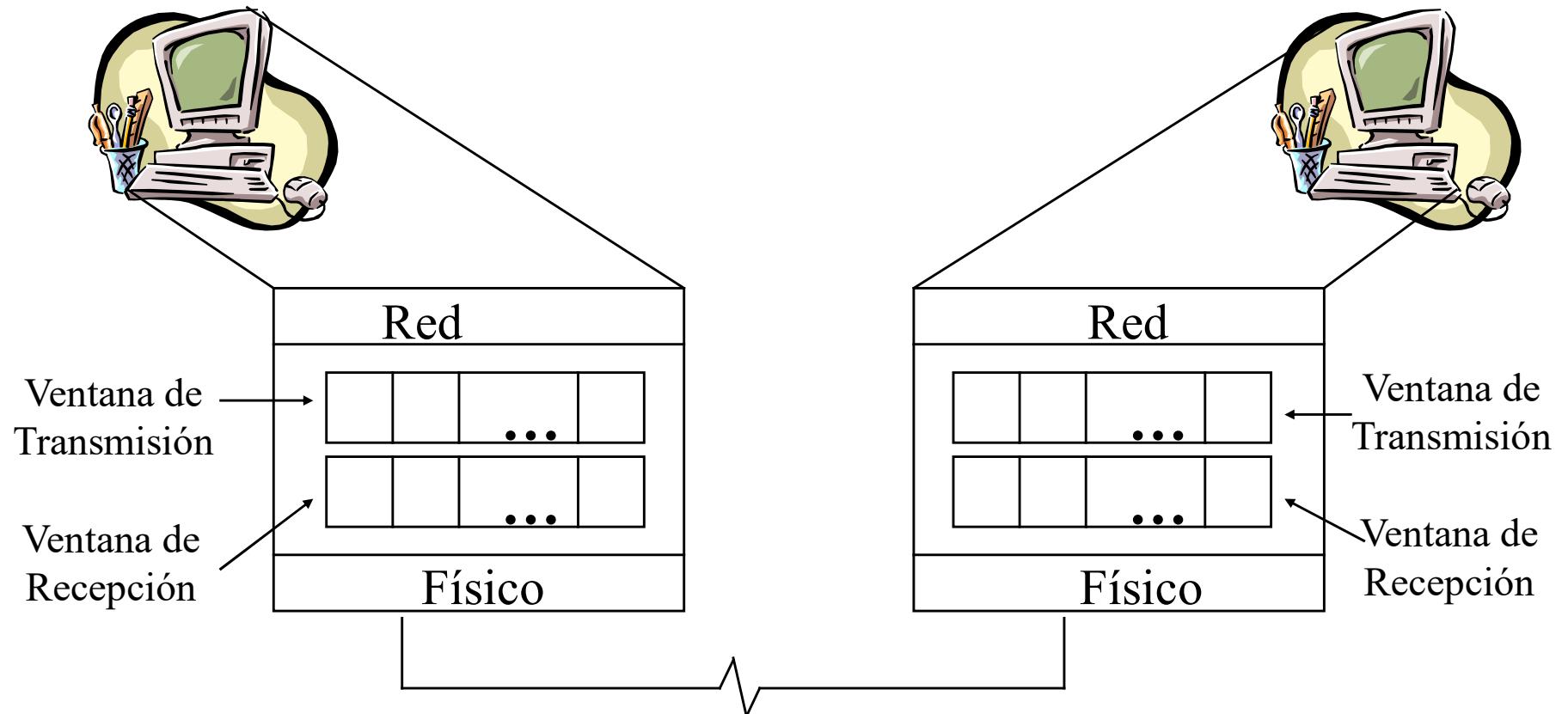
CONTROL DE FLUJO SLIDING WINDOW

● PIPELINING

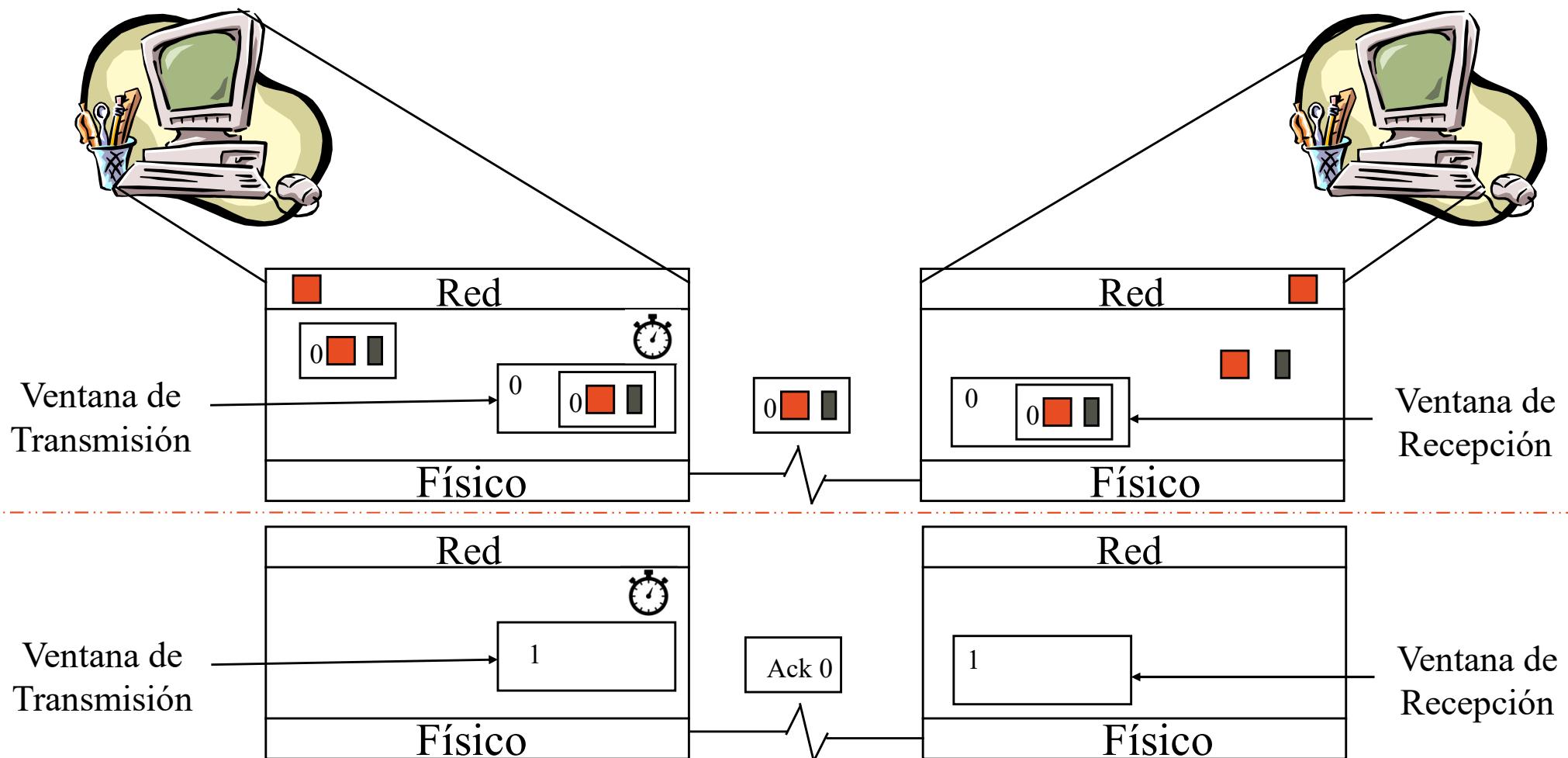


CONTROL DE FLUJO SLIDING WINDOW

- PIPELINING



CONTROL DE FLUJO SLIDING WINDOW



CONTROL DE FLUJO SLIDING WINDOWS



Go back n

- Ventana de recepción de tamaño 1.
- Si se daña un mensaje, descarta los demás de ese punto en adelante
- Números de secuencia =
 $0 - (\text{tamaño de la ventana de transmisión} - 1)$
- Se puede enviar Ack por cada mensaje, pero si se pierde uno de ellos no hay problema porque si llega otro con número de secuencia mayor se supone bien todo de ahí para atrás.

CONTROL DE FLUJO SLIDING WINDOWS

- GO BACK N

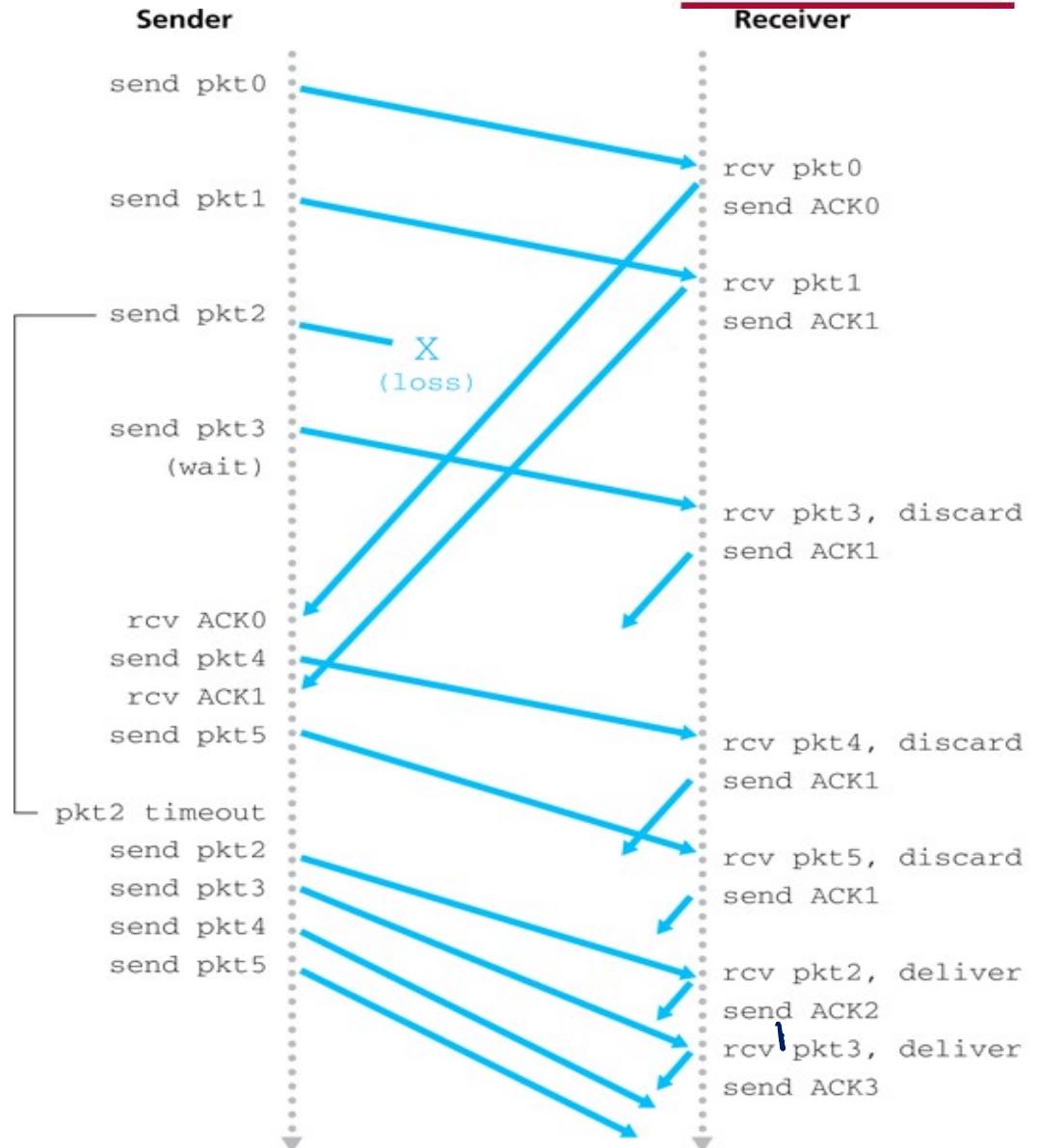


Figure 3.22 ♦ Go-Back-N in operation

CONTROL DE FLUJO SLIDING WINDOW

Go back n

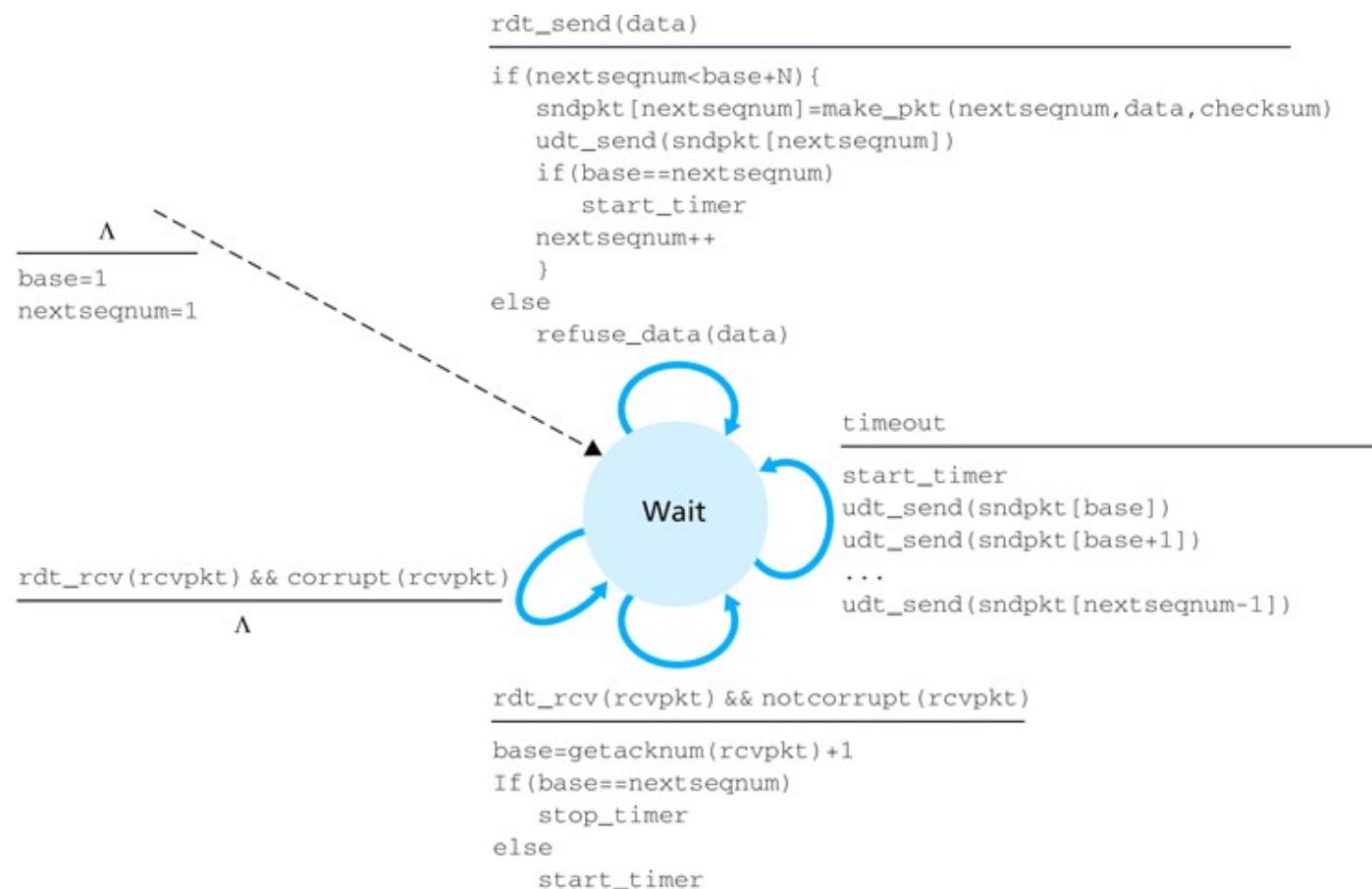


Figure 3.20 ♦ Extended FSM description of GBN sender

CONTROL DE FLUJO SLIDING WINDOW

- GO BACK N

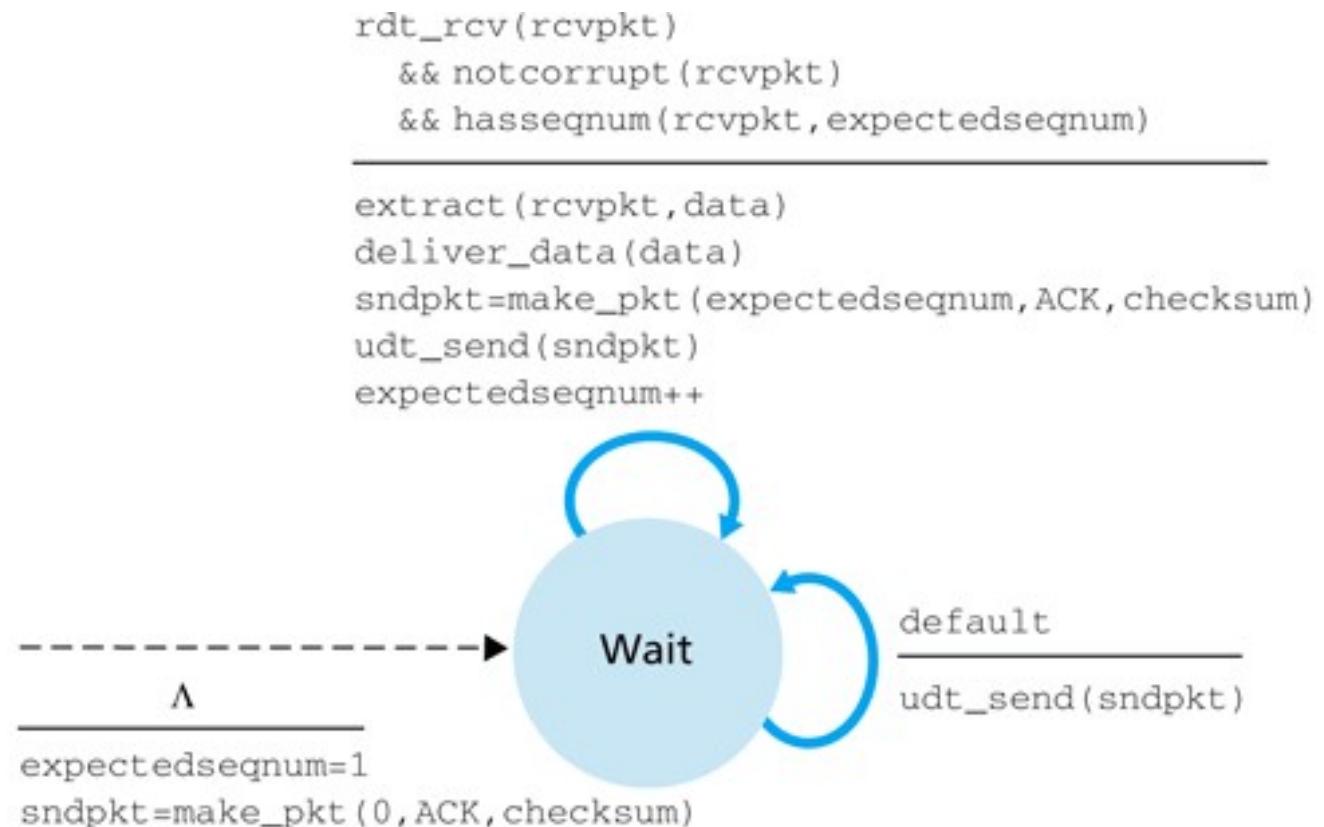


Figure 3.21 ◆ Extended FSM description of GBN receiver

CONTROL DE FLUJO SLIDING WINDOW

Repetición selectiva – selective repeat

- Ventana de recepción de tamaño n.
- Si se daña un mensaje, descarta solo el frame dañado y mantiene en la ventana los paquetes buenos recibidos después del dañado
- Espera recibir retransmisión del dañado y confirma todos los recibidos
- Números de secuencia entre 0 y $(\text{tamaño de la ventana} * 2) - 1$



CONTROL DE FLUJO SLIDING WINDOW

■ REPETICIÓN
SELECTIVA

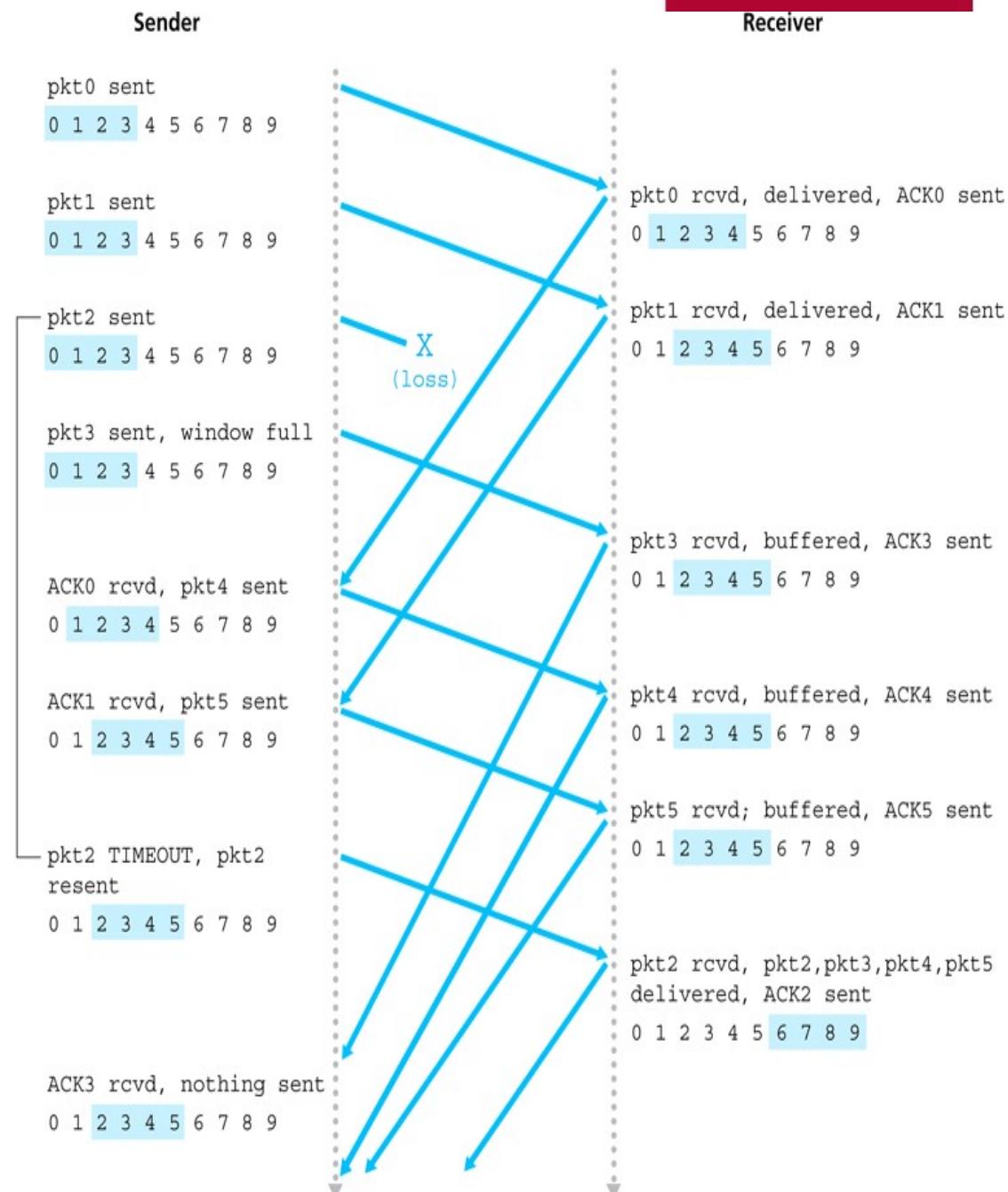


Figure 3.26 ♦ SR operation



CONTROL DE FLUJO SLIDING WINDOW

- REPETICIÓN SELECTIVA – SELECTIVE REPEAT

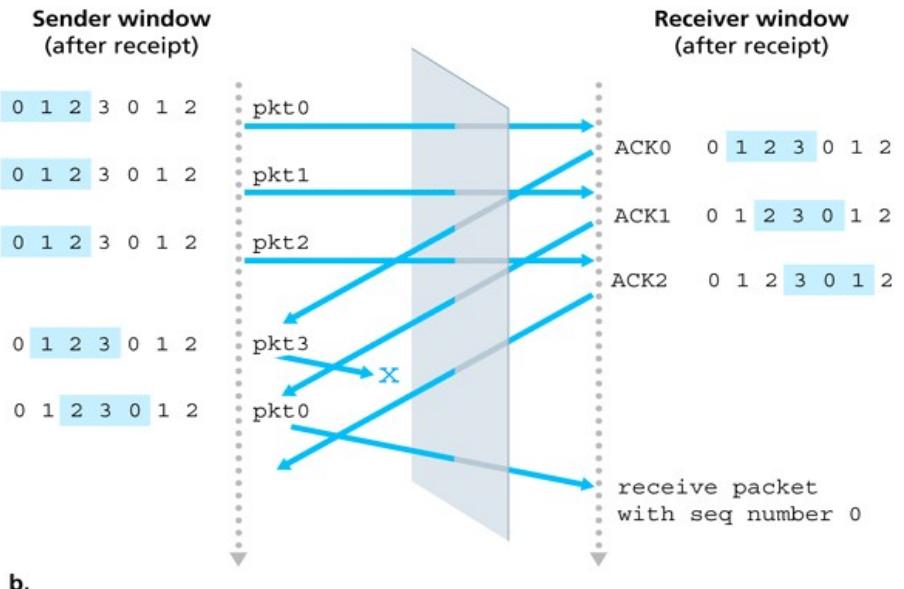
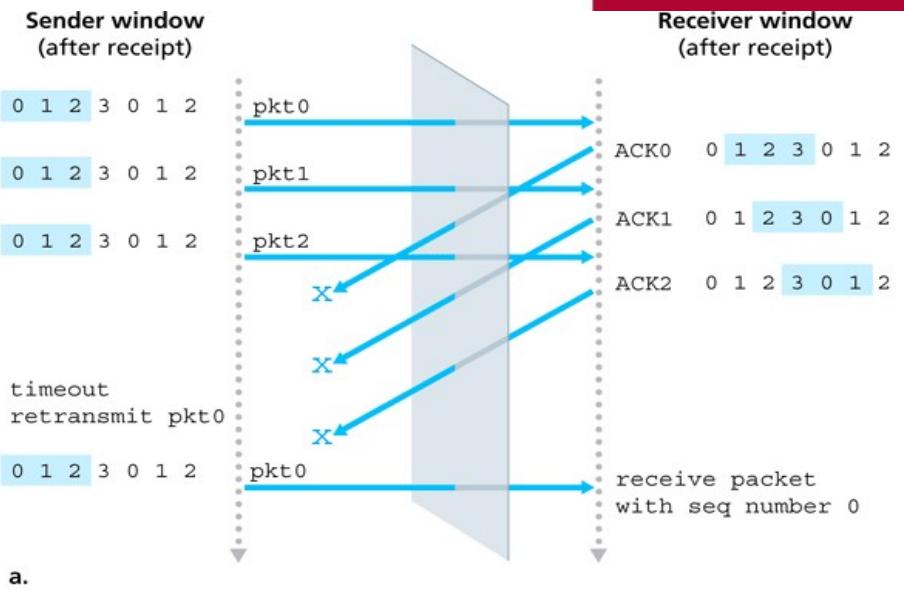


Figure 3.27 ♦ SR receiver dilemma with too-large windows: A new packet or a retransmission?

CONTROL DE FLUJO SLIDING WINDOW

- REPETICIÓN SELECTIVA –
SELECTIVE REPEAT

Mechanism	Use, Comments
Checksum	Used to detect bit errors in a transmitted packet.
Timer	Used to timeout/retransmit a packet, possibly because the packet (or its ACK) was lost within the channel. Because timeouts can occur when a packet is delayed but not lost (premature timeout), or when a packet has been received by the receiver but the receiver-to-sender ACK has been lost, duplicate copies of a packet may be received by a receiver.
Sequence number	Used for sequential numbering of packets of data flowing from sender to receiver. Gaps in the sequence numbers of received packets allow the receiver to detect a lost packet. Packets with duplicate sequence numbers allow the receiver to detect duplicate copies of a packet.
Acknowledgment	Used by the receiver to tell the sender that a packet or set of packets has been received correctly. Acknowledgments will typically carry the sequence number of the packet or packets being acknowledged. Acknowledgments may be individual or cumulative, depending on the protocol.
Negative acknowledgment	Used by the receiver to tell the sender that a packet has not been received correctly. Negative acknowledgments will typically carry the sequence number of the packet that was not received correctly.
Window, pipelining	The sender may be restricted to sending only packets with sequence numbers that fall within a given range. By allowing multiple packets to be transmitted but not yet acknowledged, sender utilization can be increased over a stop-and-wait mode of operation. We'll see shortly that the window size may be set on the basis of the receiver's ability to receive and buffer messages, or the level of congestion in the network, or both.

Table 3.1 ♦ Summary of reliable data transfer mechanisms and their use



ACCESO AL MEDIO

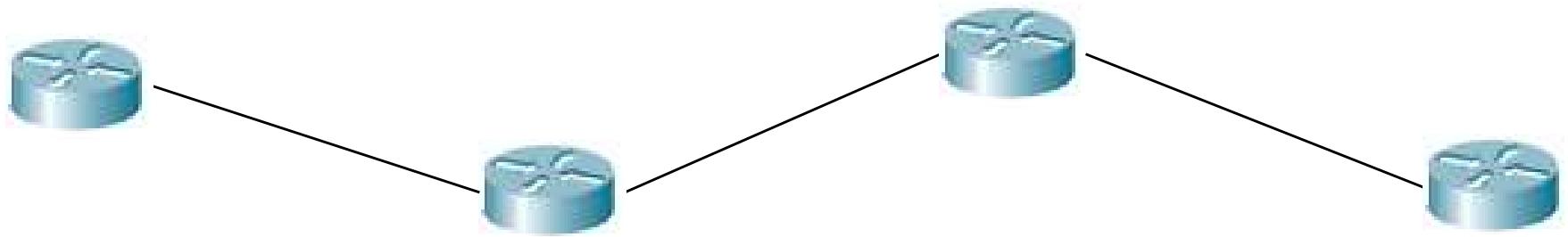
¿Quién usa el medio?

- Conexión punto a punto
- Conexiones multipunto



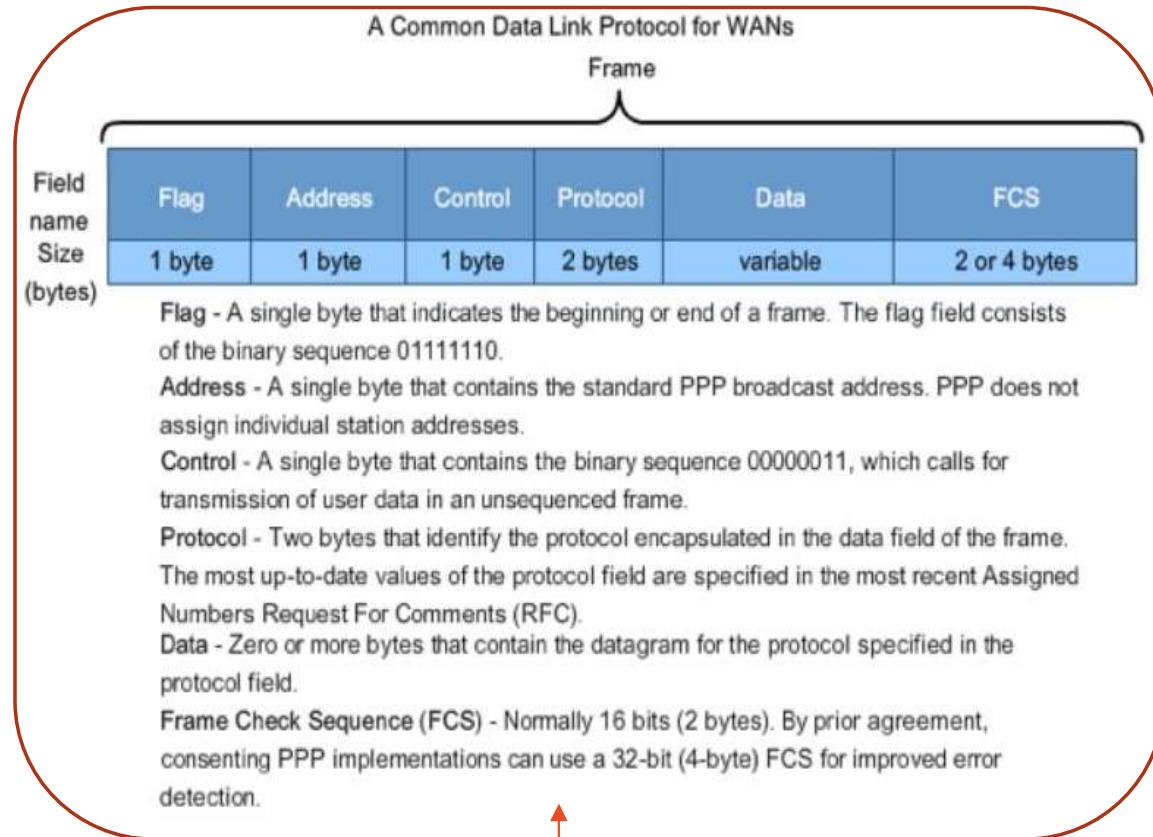
ACCESO AL MEDIO

- Conexión punto a punto:



HDLC: High-level Data Link Control
PPP: Point to Point Protocol
SLIP: Serial Line Internet Protocol

REDES PUNTO A PUNTO

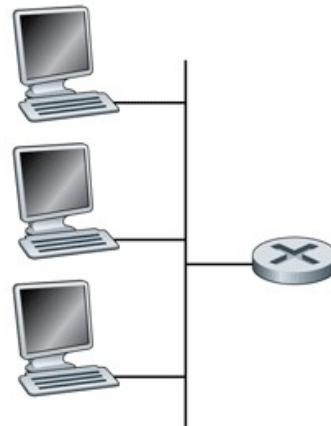


HDLC
PPP
Frame Relay
ATM
FDDI
SLIP

ACCESO AL MEDIO

- Canal compartido:

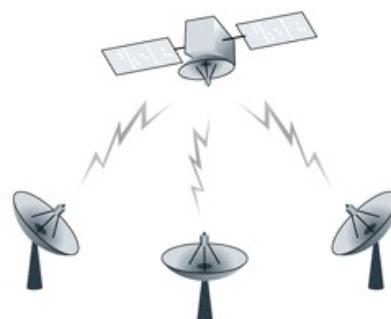
Shared wire
(for example, Ethernet)



Shared wireless
(for example, WiFi)



Satellite

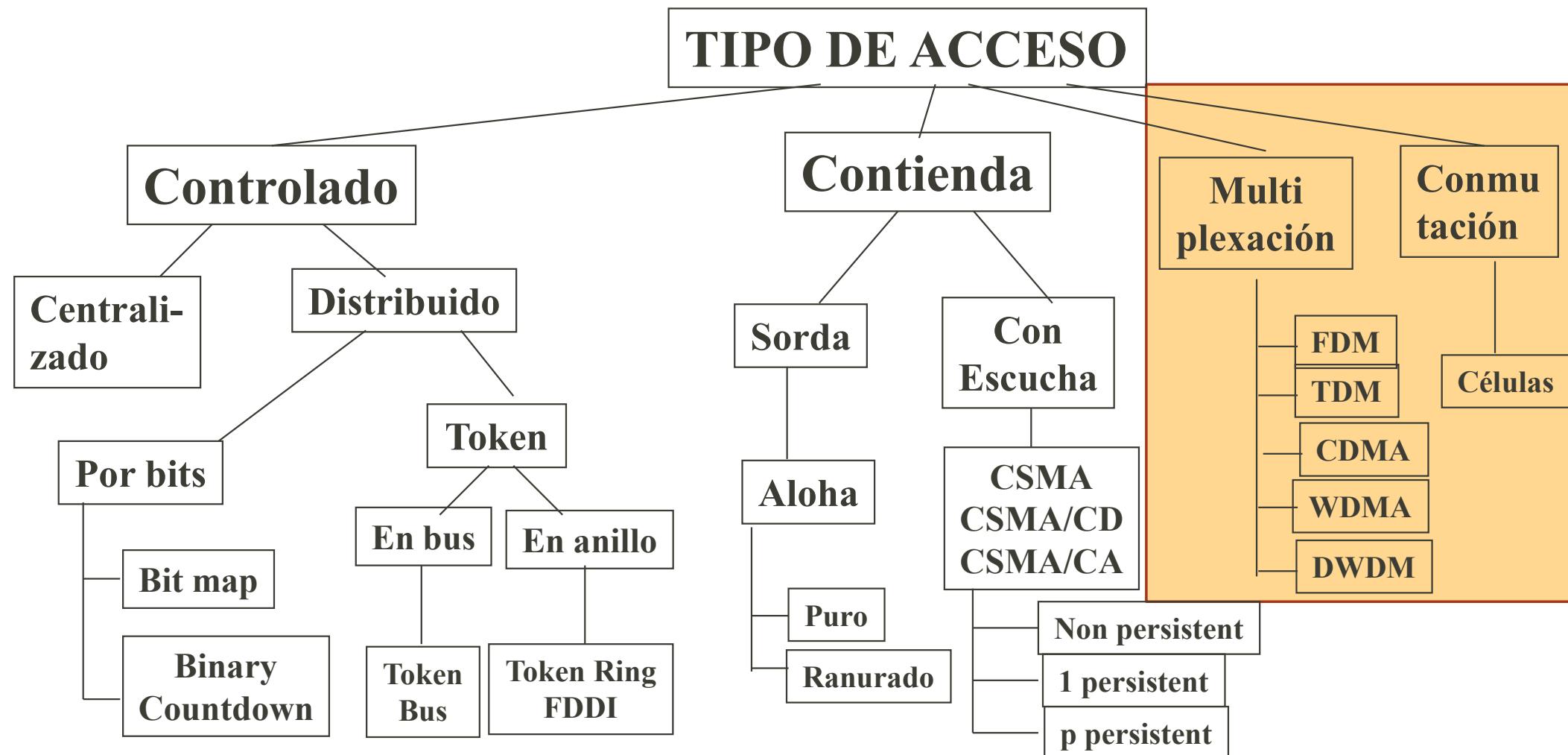


Cocktail party

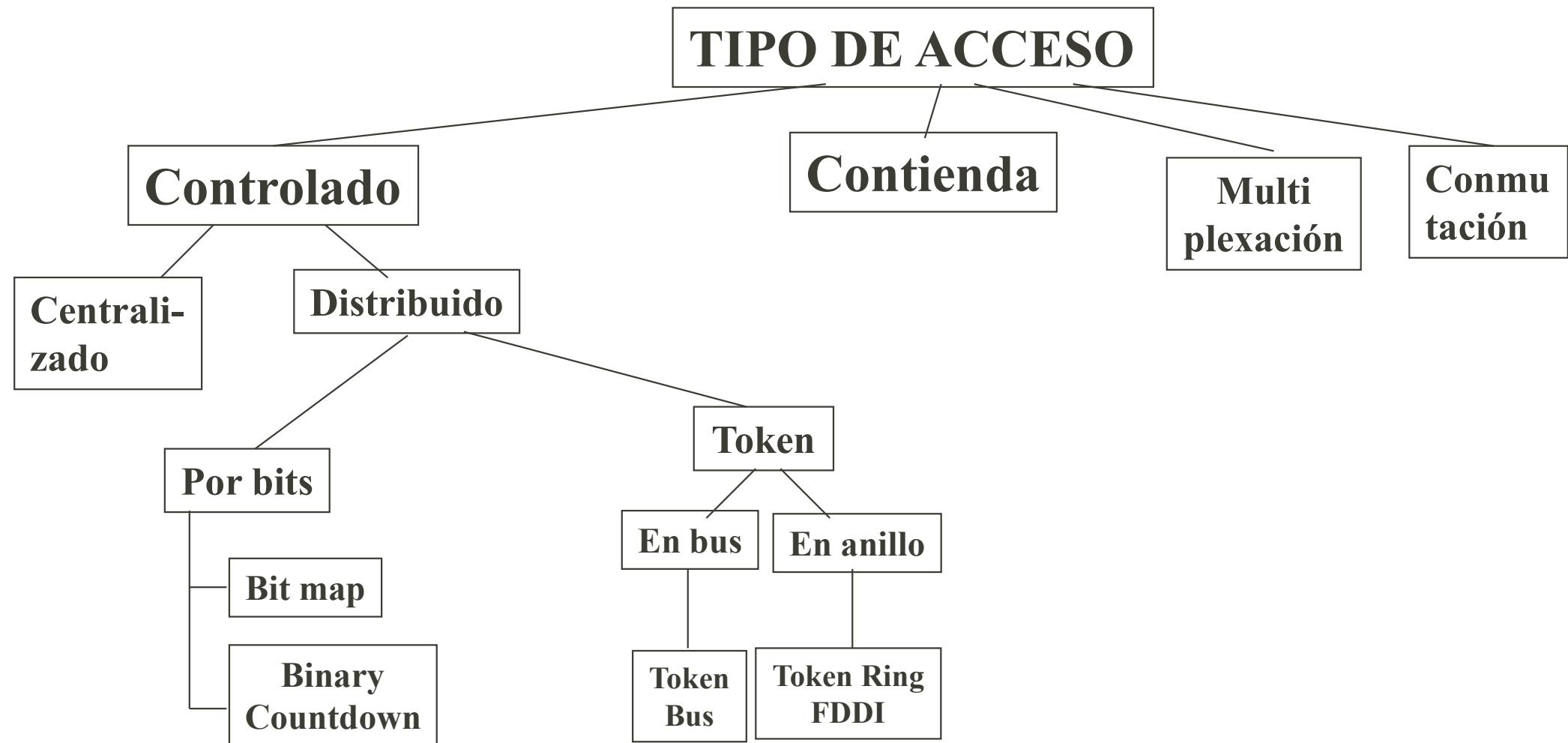


Figure 5.9 ◆ Various multiple access channels

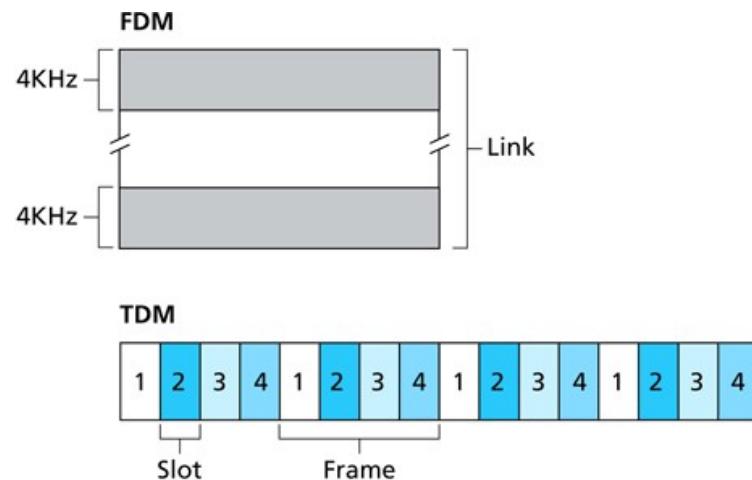
CONTROL DE ACCESO AL MEDIO



CONTROL DE ACCESO AL MEDIO



CONTROL DE ACCESO AL MEDIO



Key:

- 2** All slots labeled "2" are dedicated to a specific sender-receiver pair.

Figure 5.10 ♦ A four-node TDM and FDM example

Computer Networking: A Top-Down Approach, 4/E. James F. Kurose, Keith W. Ross,

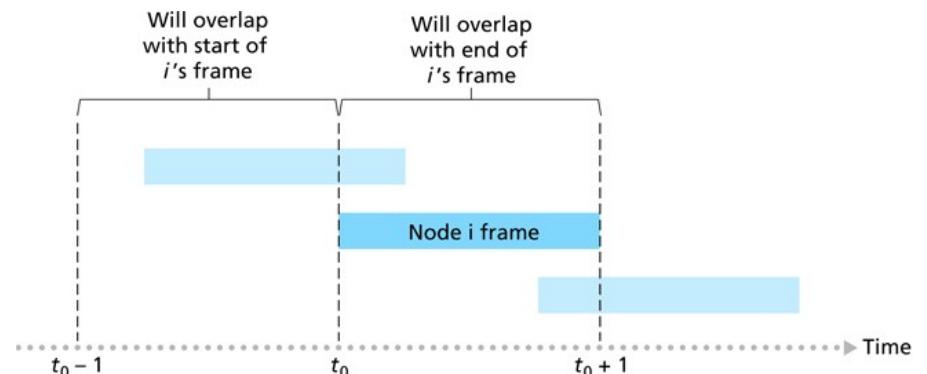
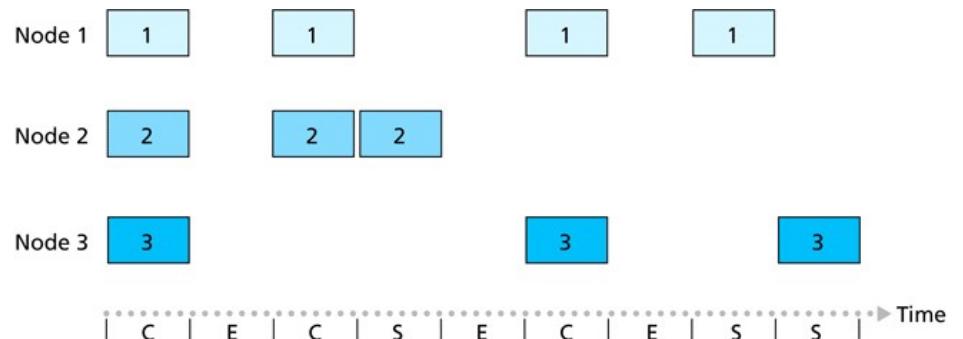


Figure 5.12 ♦ Interfering transmissions in pure ALOHA

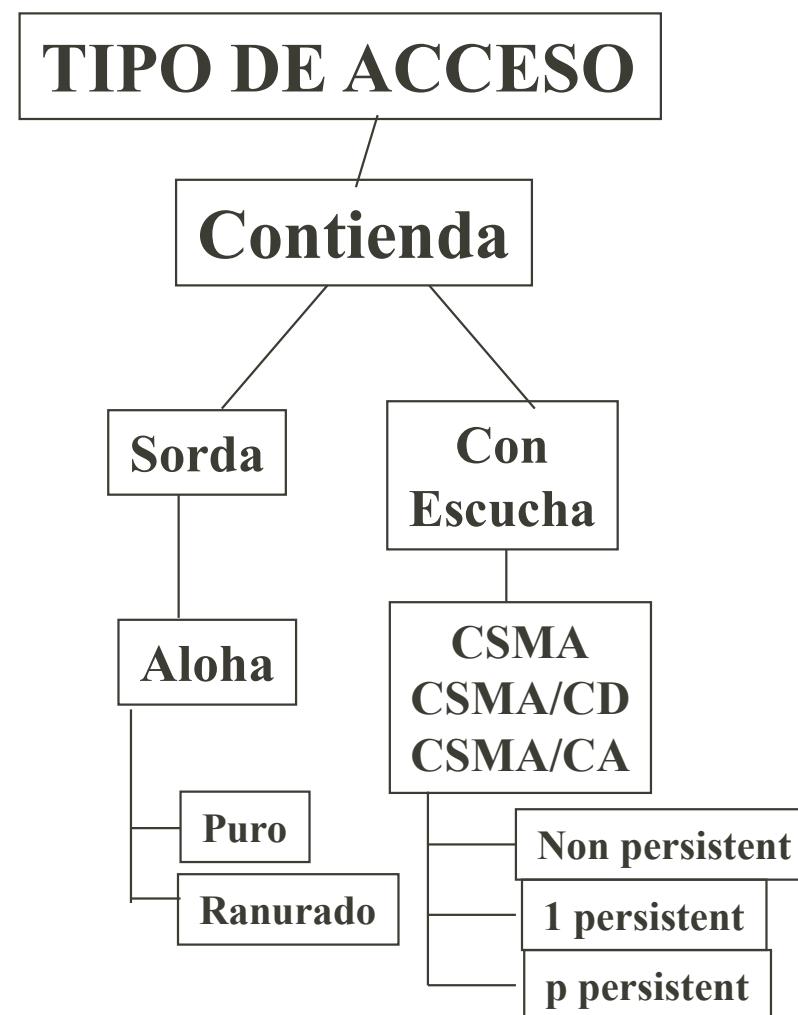


Key:

- C = Collision slot
E = Empty slot
S = Successful slot

Figure 5.11 ♦ Nodes 1, 2, and 3 collide in the first slot. Node 2 finally succeeds in the fourth slot, node 1 in the eighth slot, and node 3 in the ninth slot.

CONTROL DE ACCESO AL MEDIO



CONTROL DE ACCESO AL MEDIO

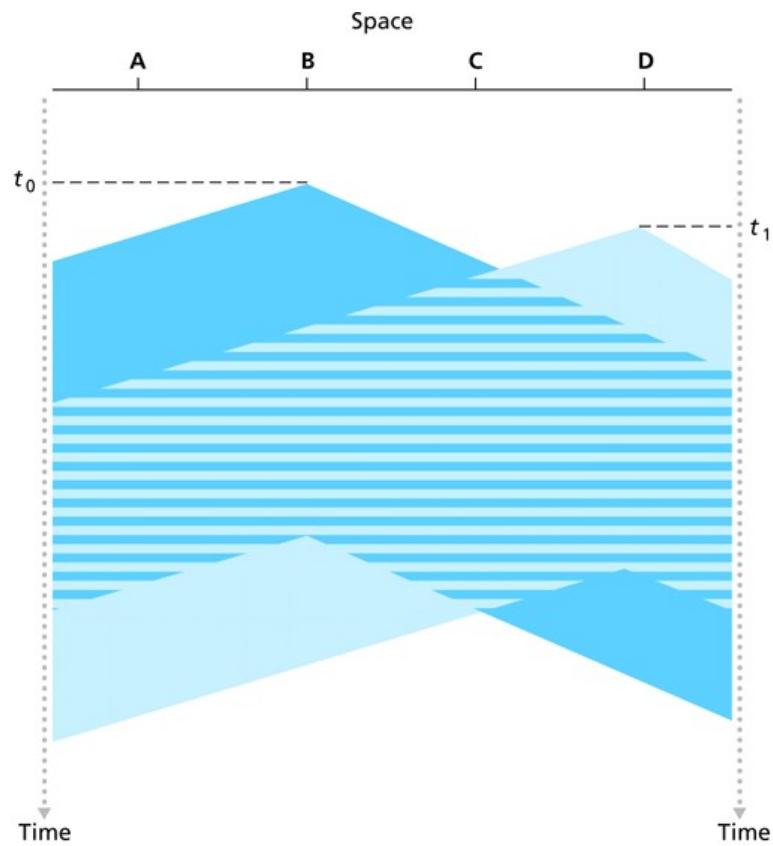


Figure 5.13 ♦ Space-time diagram of two CSMA nodes with colliding transmissions

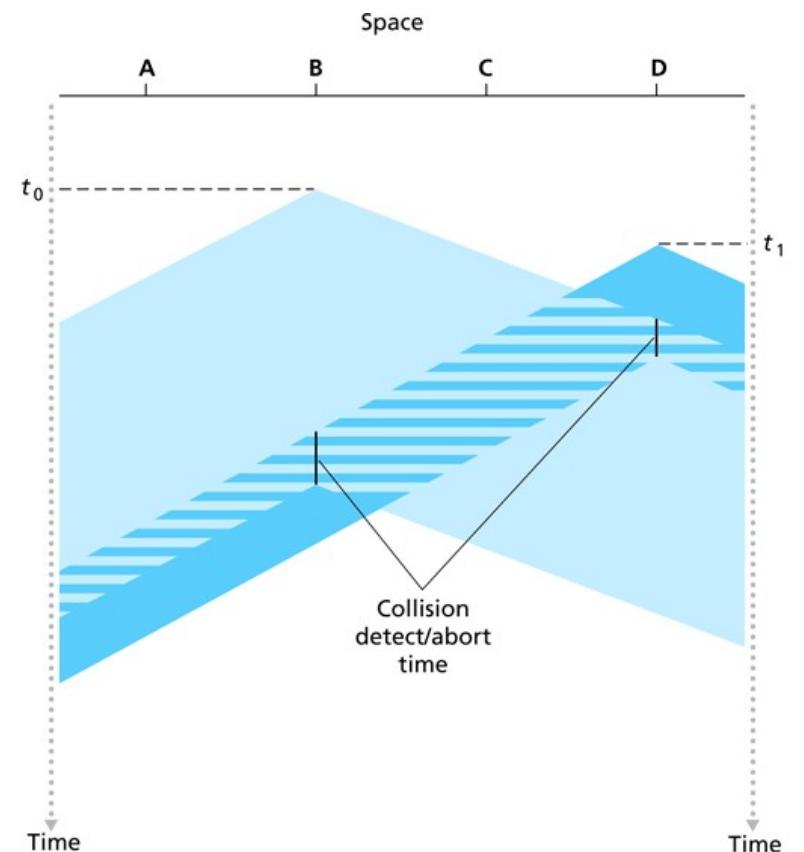
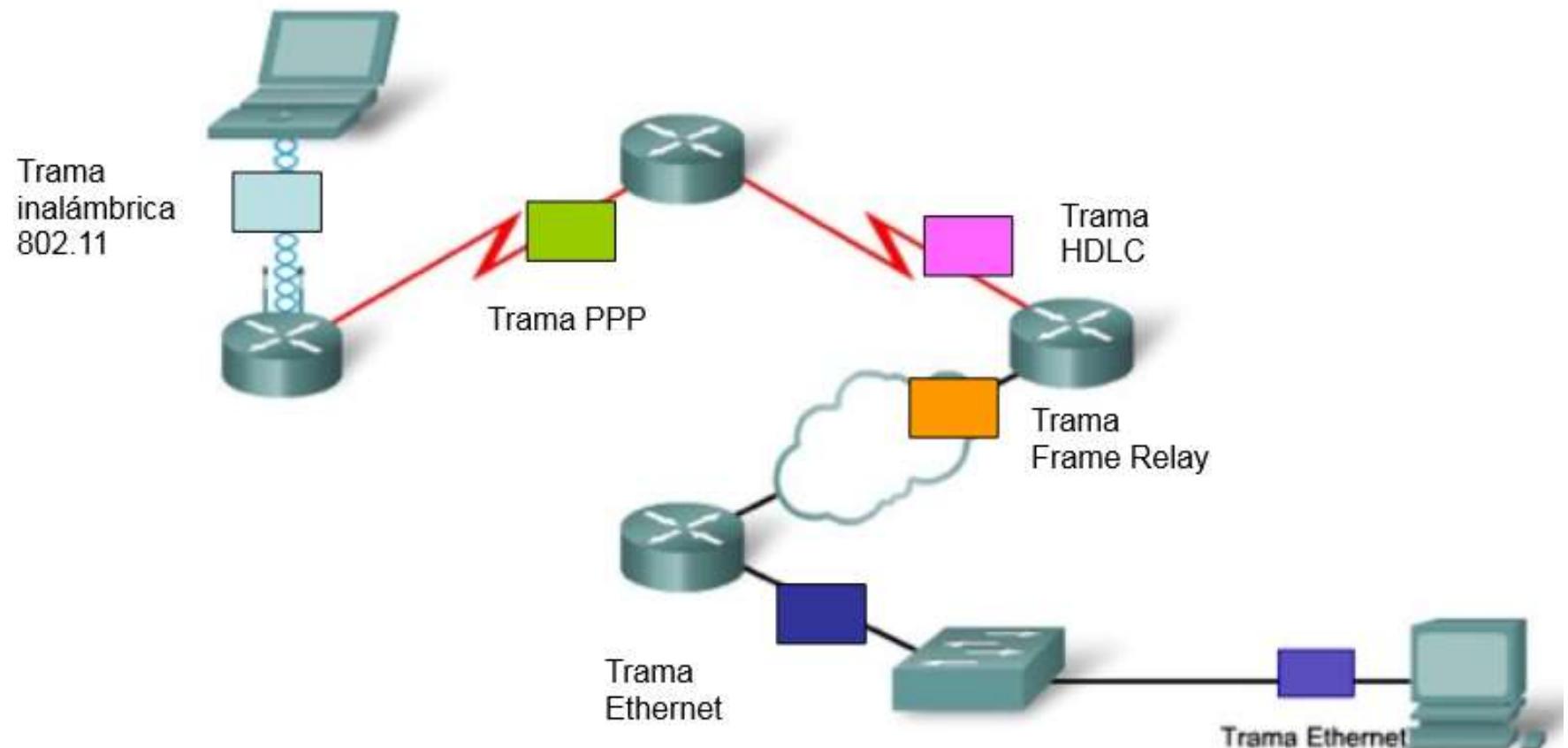


Figure 5.14 ♦ CSMA with collision detection

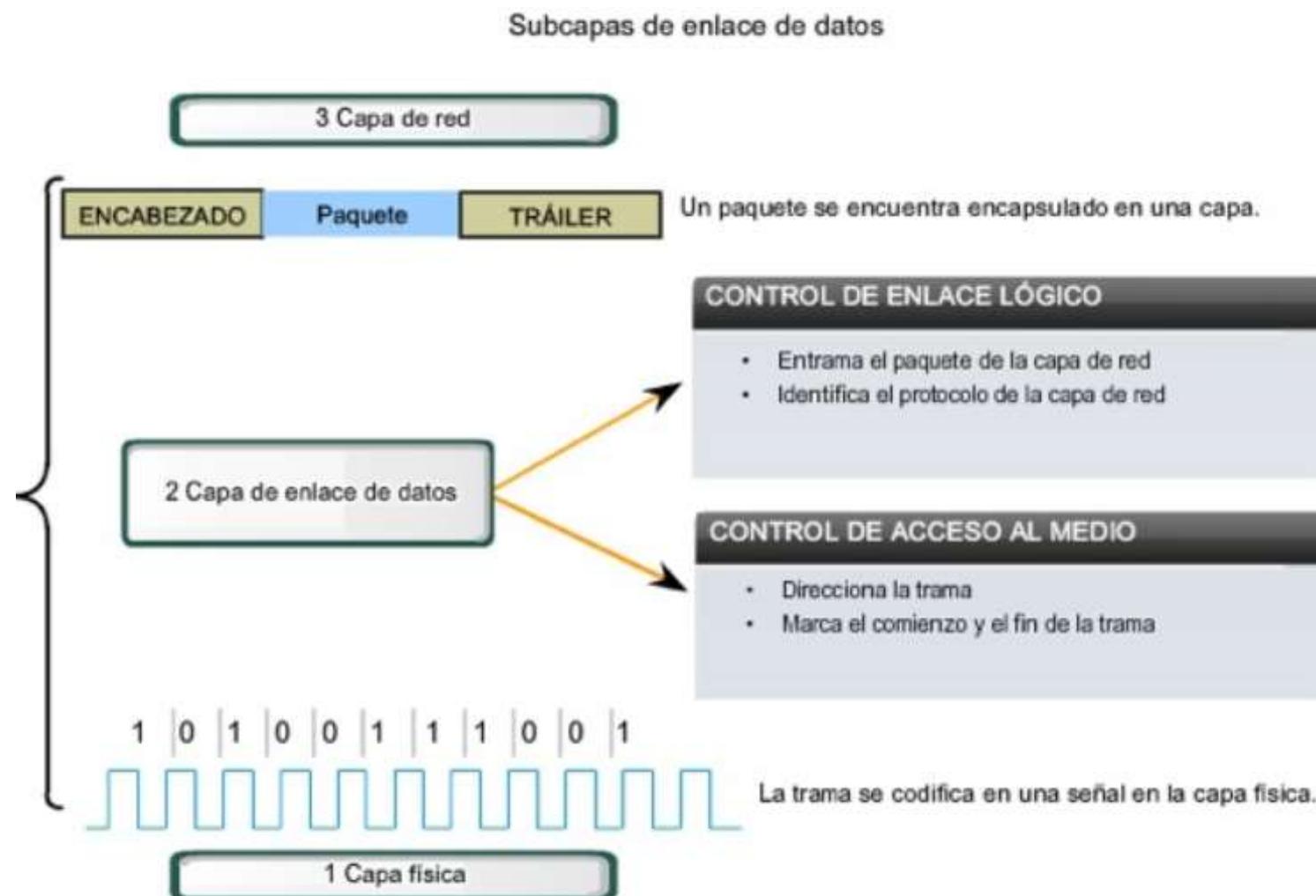
Computer Networking: A Top-Down Approach, 4/E. James F. Kurose, Keith W. Ross,

PROTOCOLOS DE ENLACE

Cada enlace entre dos dispositivos está utilizando protocolo diferente.

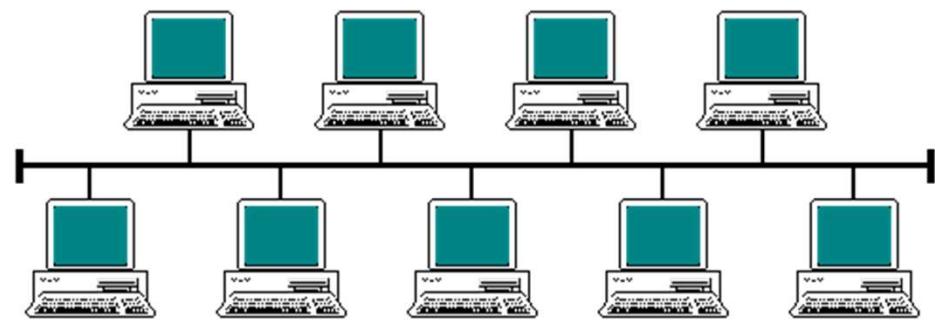


REDES CON ACCESO AL MEDIO COMPARTIDO



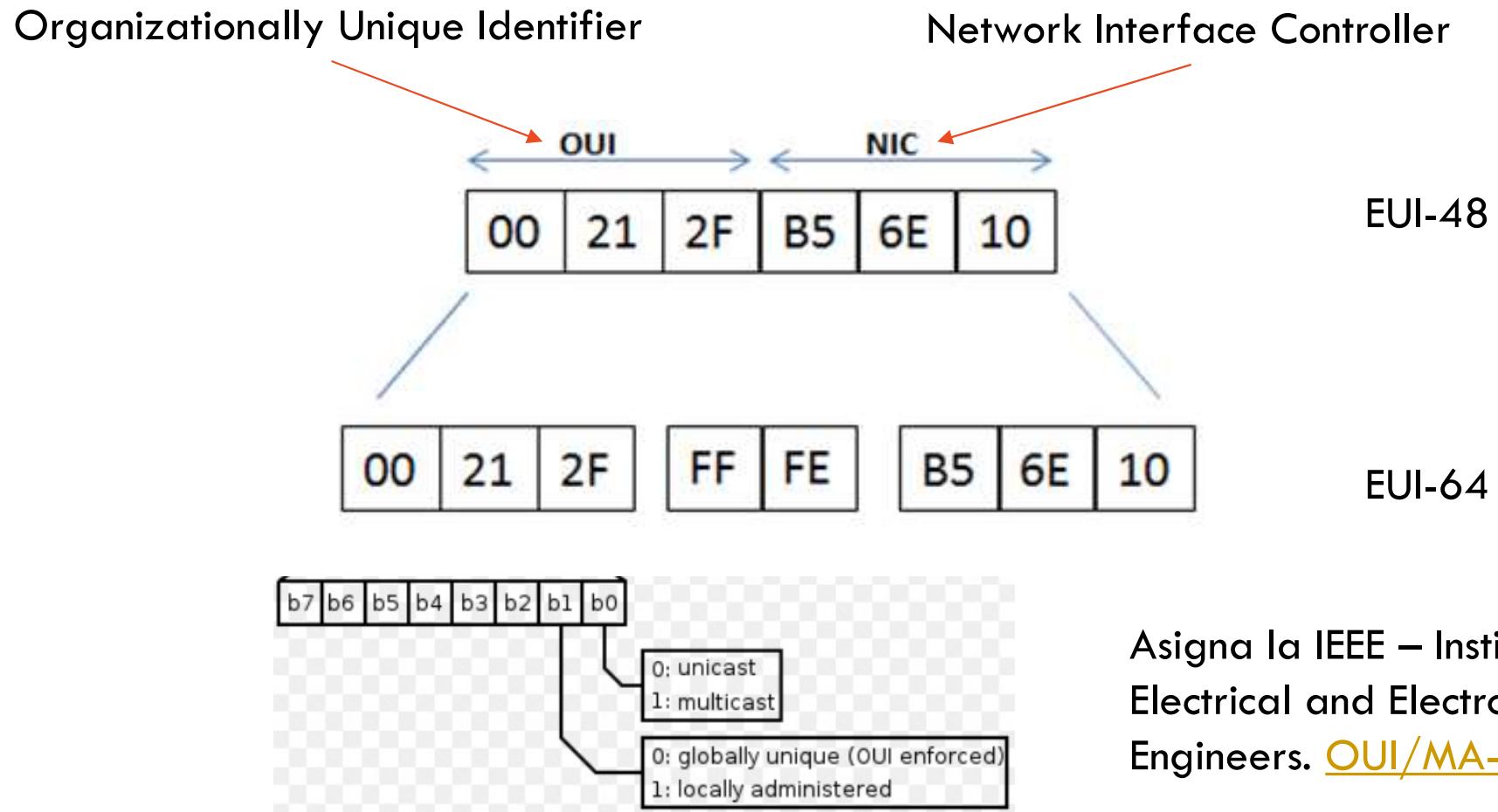
DIRECCIONAMIENTO A NIVEL DE ENLACE

Direcciones MAC



DIRECCIONAMIENTO A NIVEL DE ENLACE

Estructura direcciones MAC



DIRECCIONAMIENTO A NIVEL DE ENLACE

Direcciones MAC

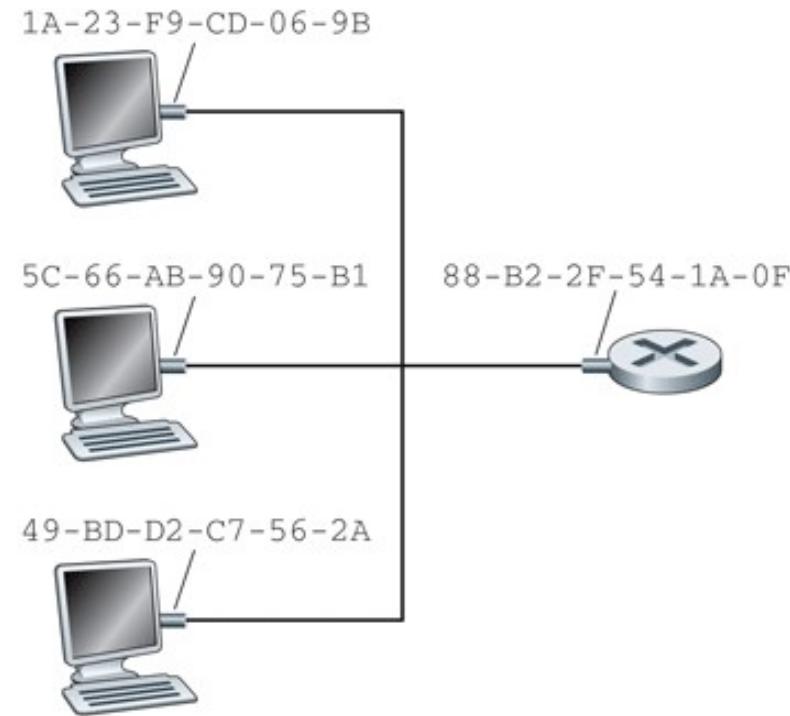
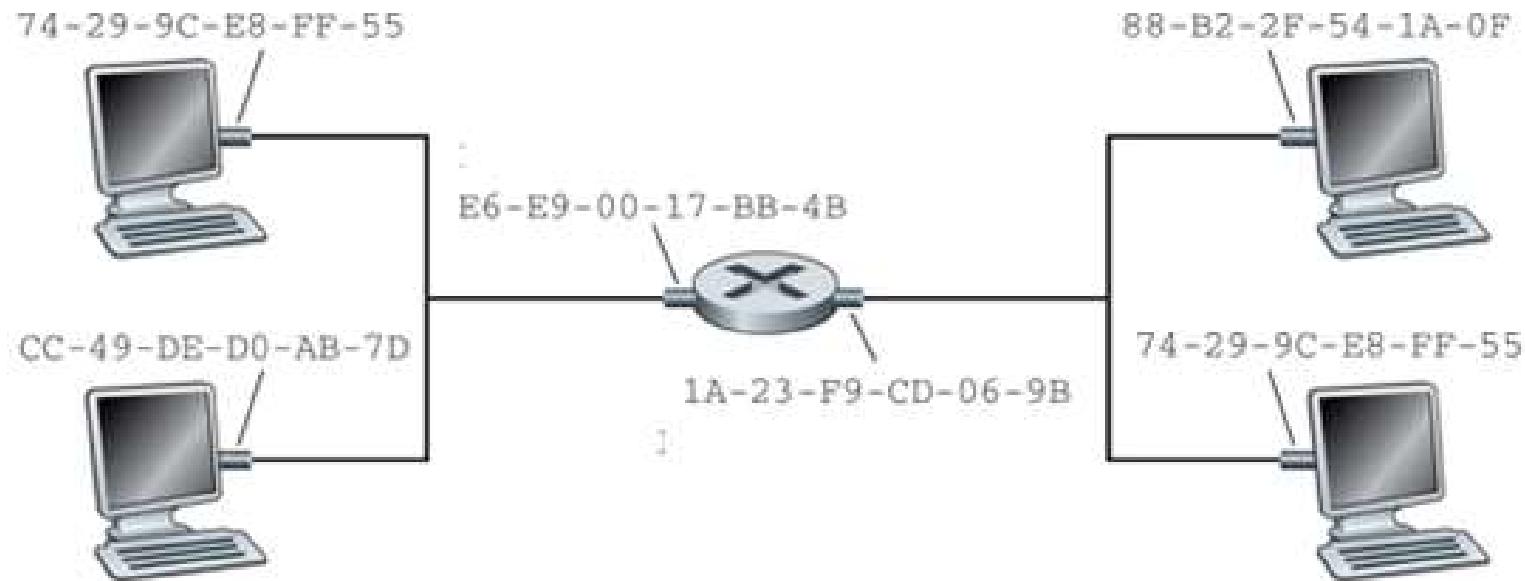


Figure 5.16 ♦ Each adapter connected to a LAN has a unique MAC address.

DIRECCIONAMIENTO A NIVEL DE ENLACE

Direcciones MAC

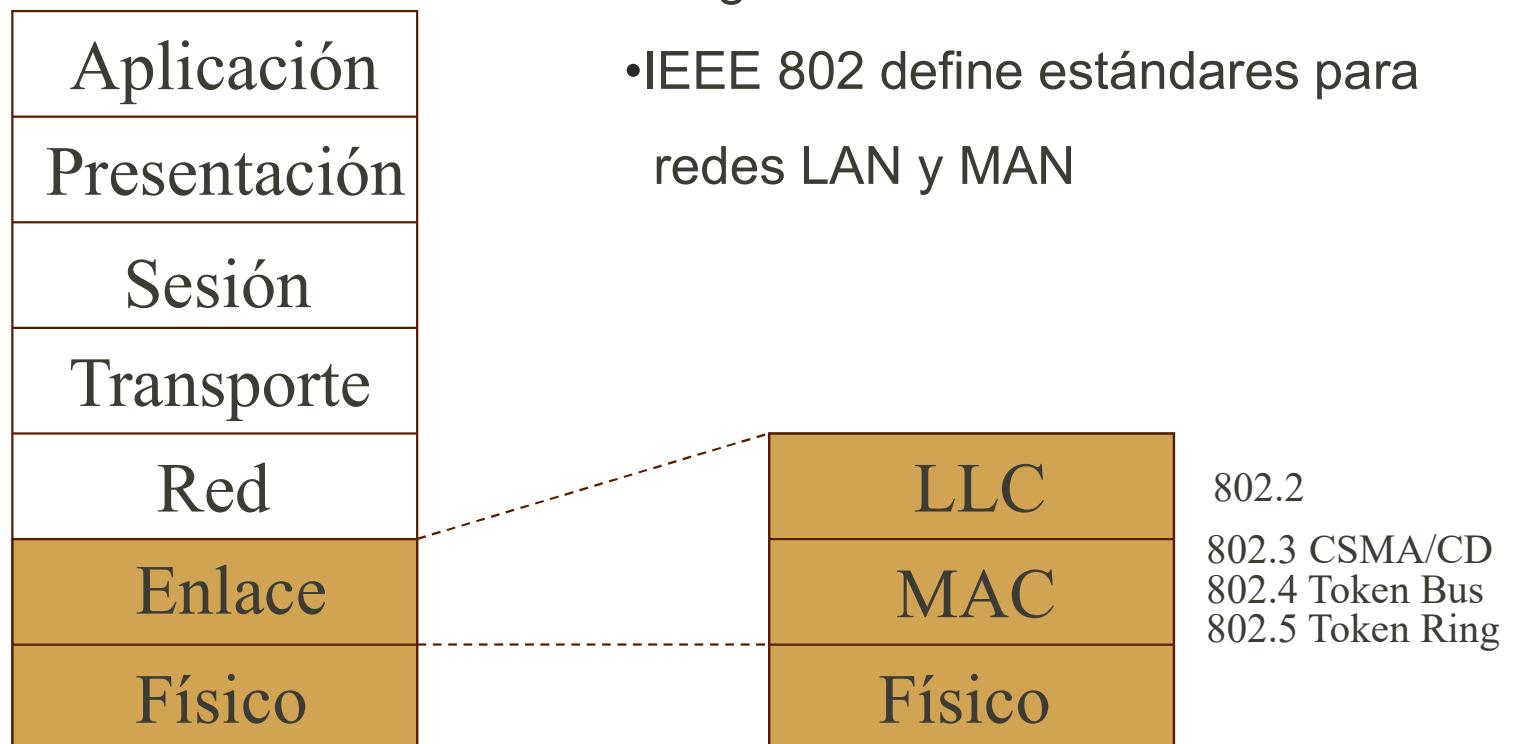


Dirección de broadcast FF-FF-FF-FF-FF-FF

REDES CON ACCESO AL MEDIO COMPARTIDO

Modelo IEEE 802

- Institute Of Electrical and Electronic Engineers
- IEEE 802 define estándares para redes LAN y MAN





CONTROL DE ACCESO AL MEDIO EN LAN

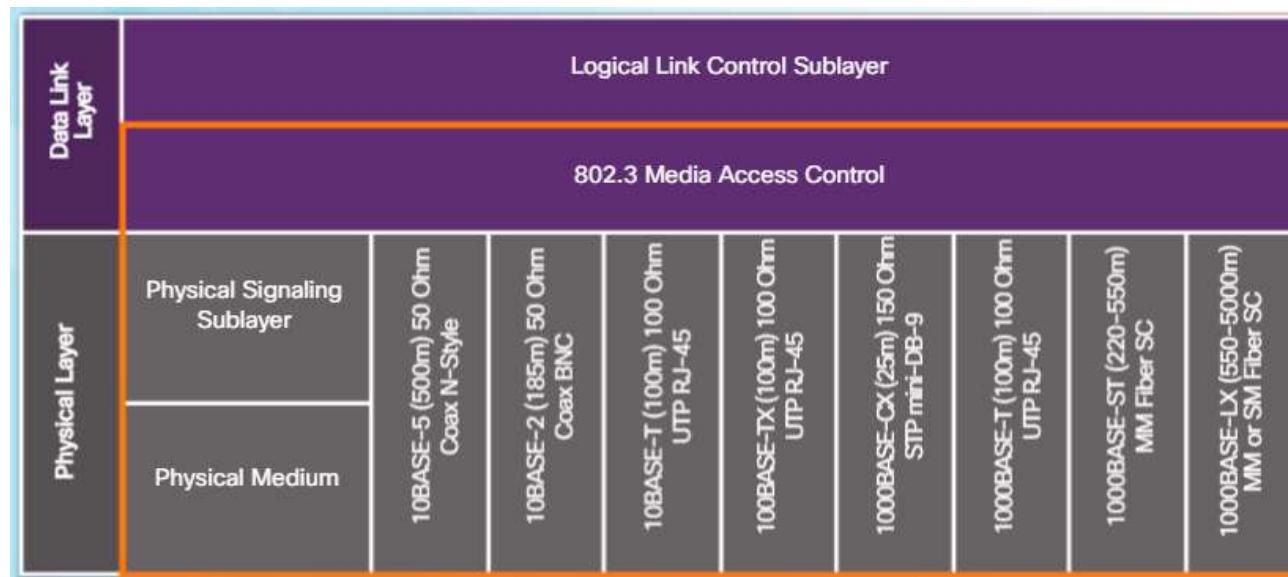
Las normas del comité 802 son

- 802.1: Interfaz de las capas mas altas
- 802.2: LLC Logical Link Control
- 802.3: Ethernet CSMA/CD
- 802.4: Token Bus
- 802.5: Token Ring
- 802.6: Redes de Area Metropolitana MAN
- 802.7: Redes Broadband
- 802.8: Redes de Fibra Óptica
- 802.9: Integrate Voice & Data Lan Interface
- 802.10: Estándar para Seguridad de redes
- 802.11: LAN Inalámbrica
- 802.15: Bluetooth
- 802.16: Wireless MAN

CONTROL DE ACCESO AL MEDIO EN LAN

Logical Link Control (LLC)

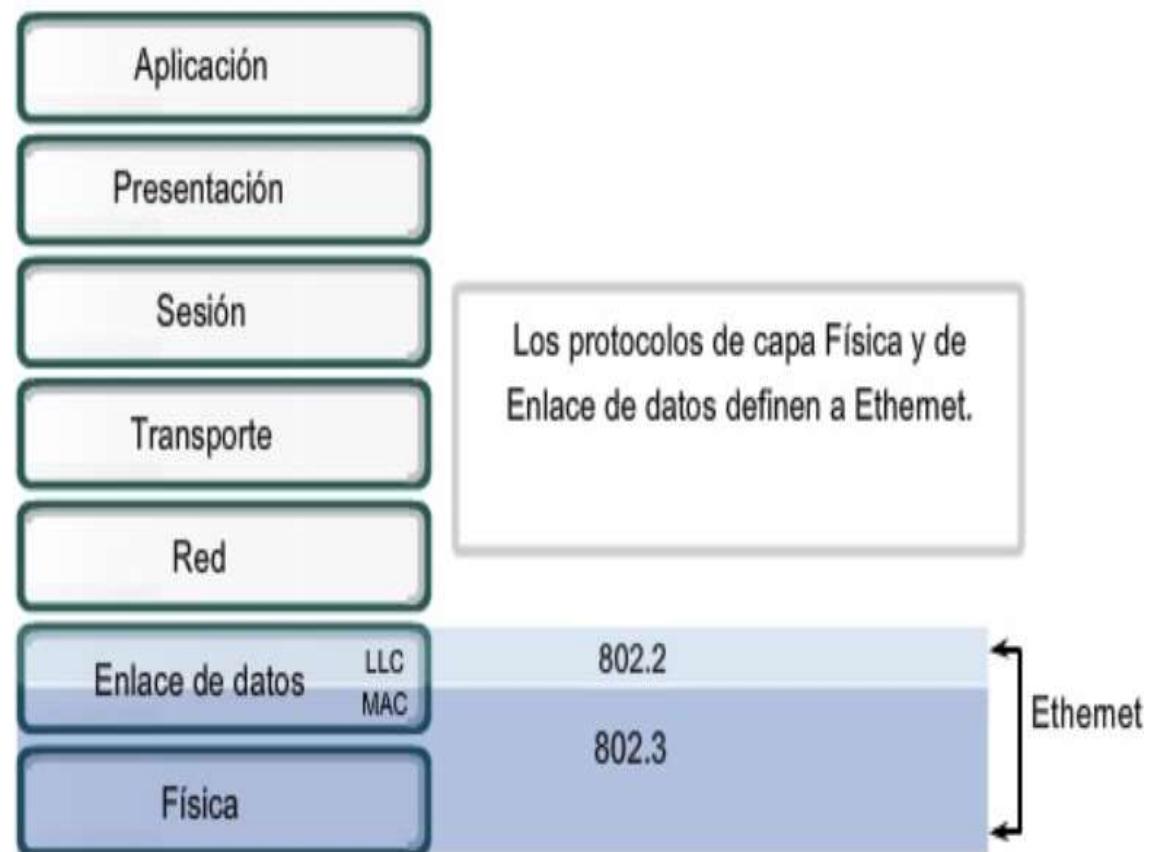
- Makes the connection with the upper layers
- Frames the Network layer packet
- Identifies the Network layer protocol
- Remains relatively independent of the physical equipment



ETHERNET

Definición

Red de transmisión basada en bus o estrella (broadcast) con control de operación descentralizado a 10, 100, 1000 Mbps, ...





ETHERNET

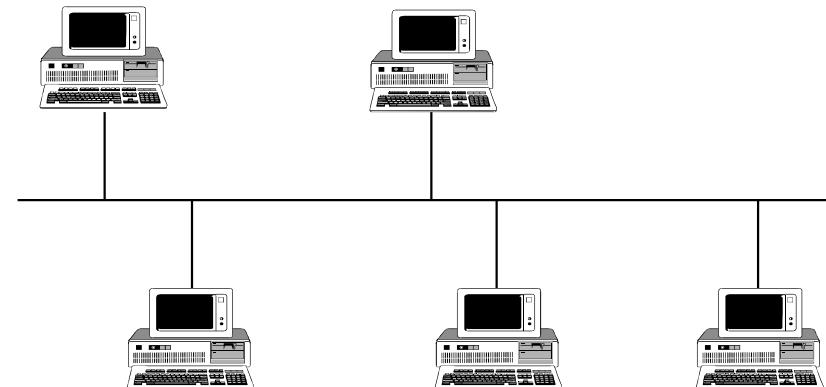


HISTORIA

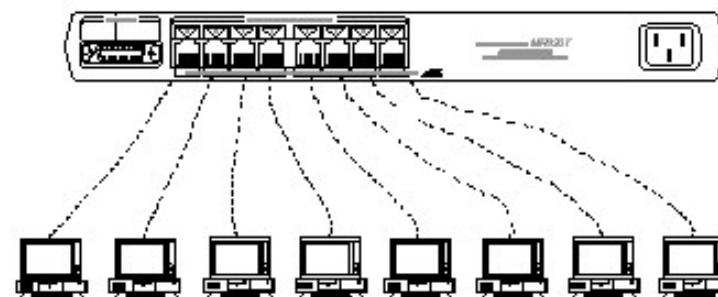
- 1970's Universidad de Hawái - ALOHA
- 1972 Ethernet 2.94 Mbps
- 1976. "Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computer Network"
- 1980 Digital Equipment Corporation (DEC) Intel y Xerox
- IEEE 802.3 adoptó ethernet versión 2.0

ETHERNET

Bus



Estrella





ETHERNET



El sistema Ethernet está compuesto por

- Frame
- Protocolo de Acceso al medio
- Componentes de Señalización
- Medio Físico



ETHERNET



VISIÓN GENERAL DEL ESTANDAR

las normas comprenden:

1. Subnivel MAC

- a. Especificaciones de Servicio MAC.
- b. Protocolos y unidades de datos
 - 1) Estructura del frame
 - 2) Control de acceso al Medio
 - a) Funciones Principales
 - b) Funciones para transmisión de paquetes
 - c) Funciones para Recepción de paquetes

2. Nivel Físico

- a. Especificaciones de servicio
- b. Especificaciones del nivel físico



ETHERNET



1. Subnivel MAC

a. Especificaciones de Servicio MAC.

MA_DATA.request

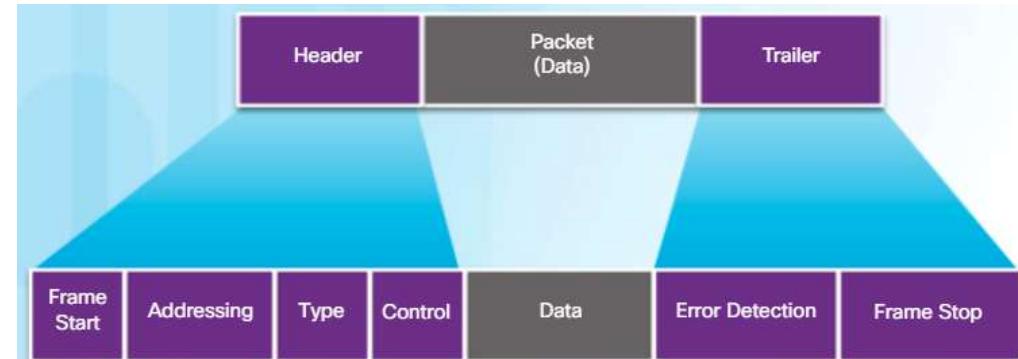
MA_DATA.indication

MA_DATA.confirm

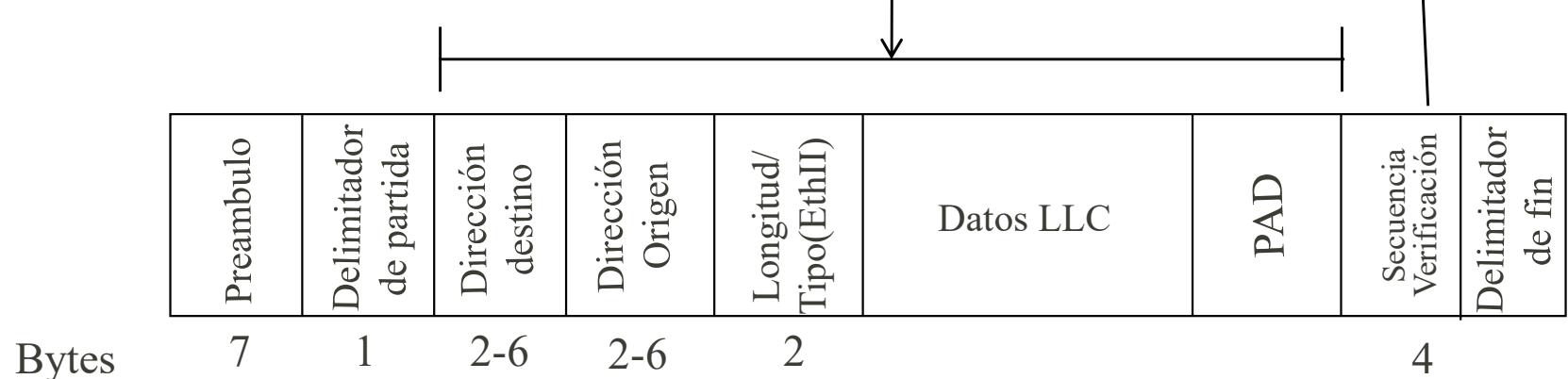
ETHERNET

1. Subnivel MAC

- b. Protocolos y Unidades de datos MAC:
 - 1) Estructura del frame
 - Frame

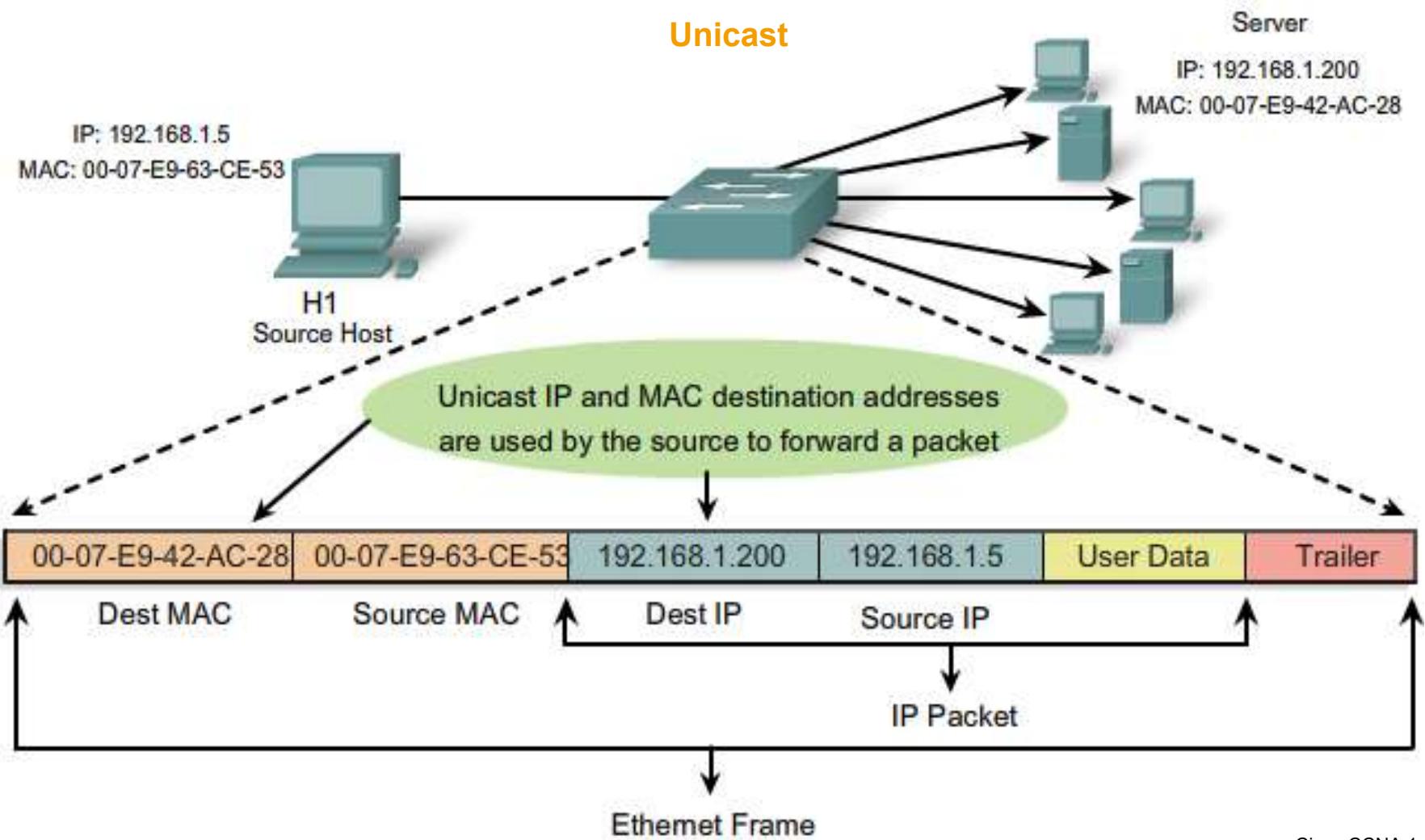


CCNA1 – R&S

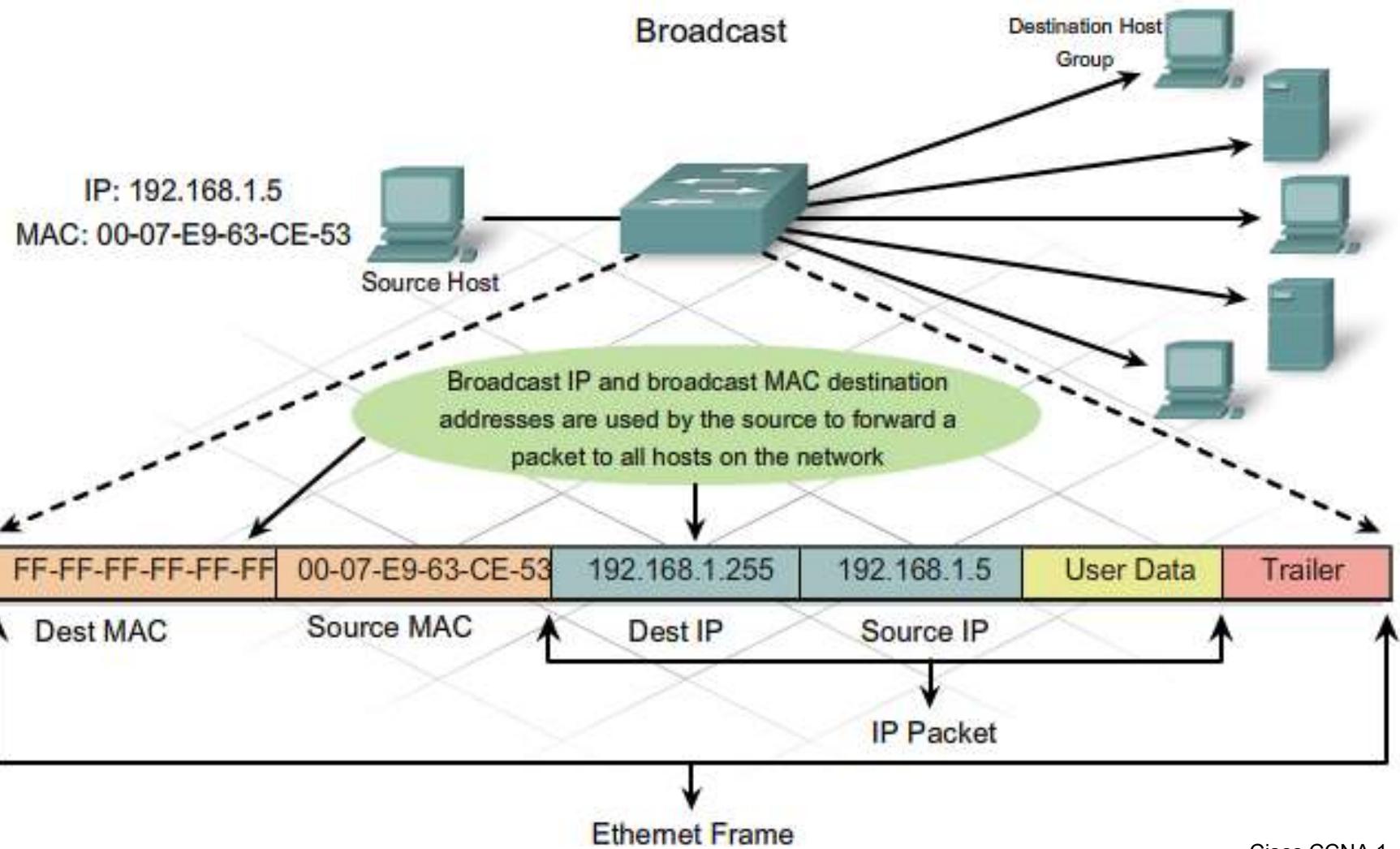


- Tipo: 0x800 → IPv4 o 0x806 → IPv6
- Secuencia de Verificación: CRC – 32
- Tamaño mínimo frame 64 bytes - máximo 1518 bytes (IEEE802.3ac: 1522 bytes para vlans)
- Cuando los frames no cumplen con la estructura establecida o los tamaños mínimos y máximos, son descartados

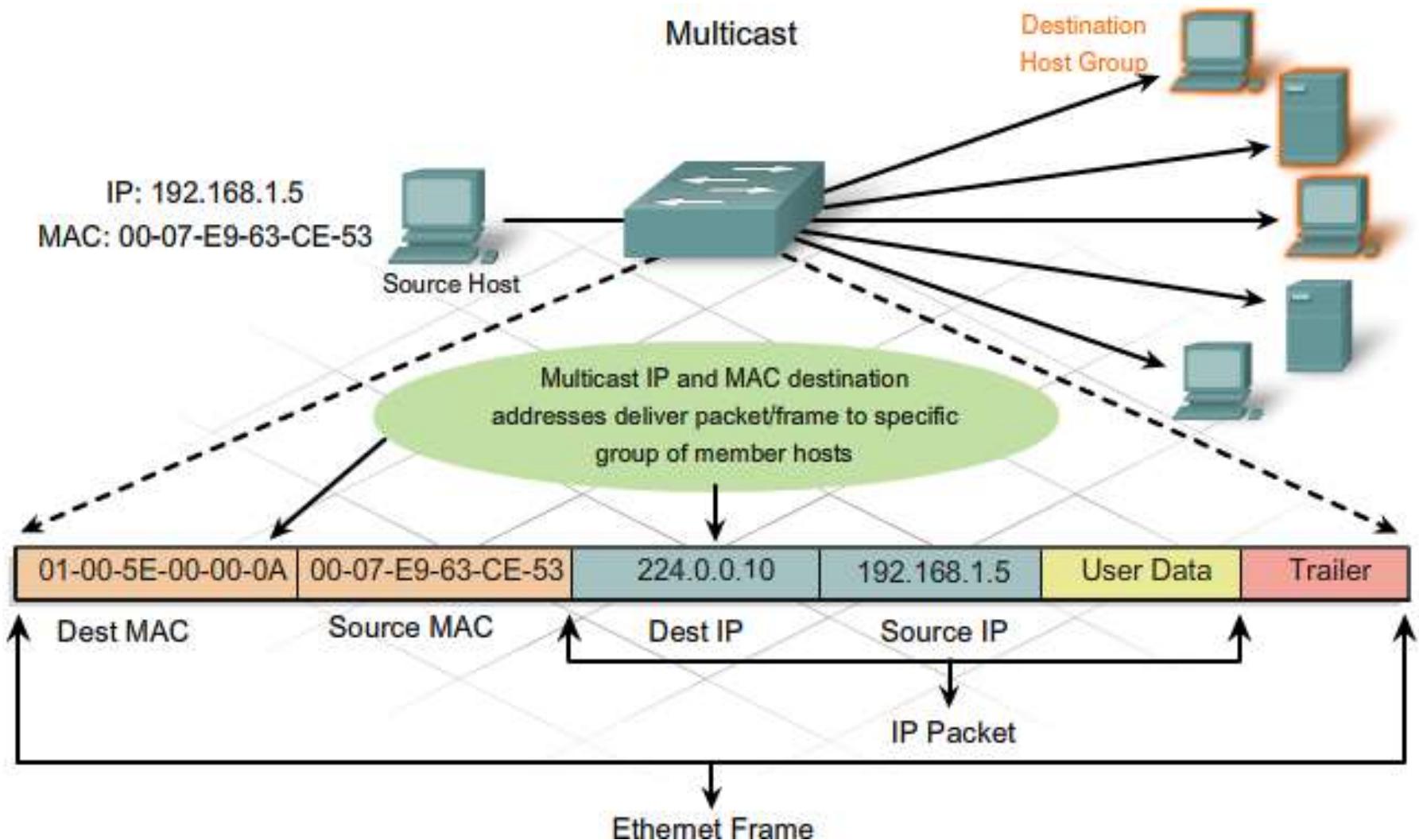
ETHERNET



ETHERNET



ETHERNET





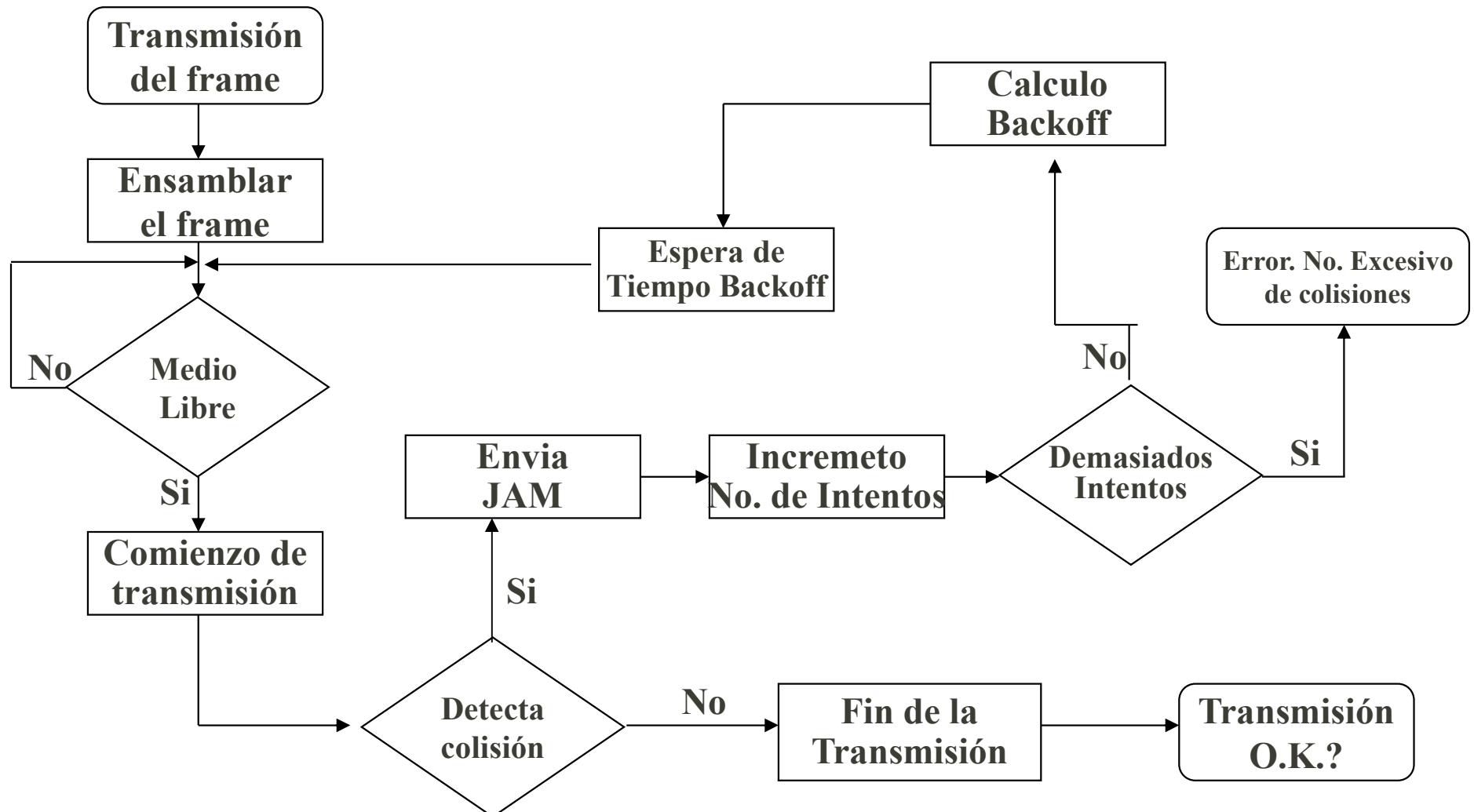
ETHERNET



MÉTODO DE OPERACIÓN

- CSMA/CD
 - No hay estación arbitro
 - Simple electrónica
 - Broadcast - Dominio de Colisión
 - Todas las estaciones escuchan y miran si el frame va para ellas
 - Se manejan tres diferentes tiempos
 - Round Trip Time
 - IFG (InterFrame Gap)
 - Backoff Time

ETHERNET





ETHERNET

Backoff en Ethernet 10 Mbps

No. de Colisiones	Rango de Números Aleatorio	Rango de tiempos backoff
1	0 .. 1	0 .. 51,2 µseg
2	0 .. 3	0 .. 153,6 µseg
3	0 .. 7	0 .. 358,4 µseg
4	0 .. 15	0 .. 768 µseg
5	0 .. 31	0 .. 1,59 mseg
6	0 .. 63	0 .. 3,23 mseg
7	0 .. 127	0 .. 6,50 mseg
8	0 .. 255	0 .. 13,1 mseg
9	0 .. 511	0 – 26,2 mseg
10	0 .. 1023	0 – 52,4 mseg
16	N/A	Frame descartado

ETHERNET

2. Nivel Físico

Especificaciones del nivel físico

- Codificación Manchester (10Mbps)

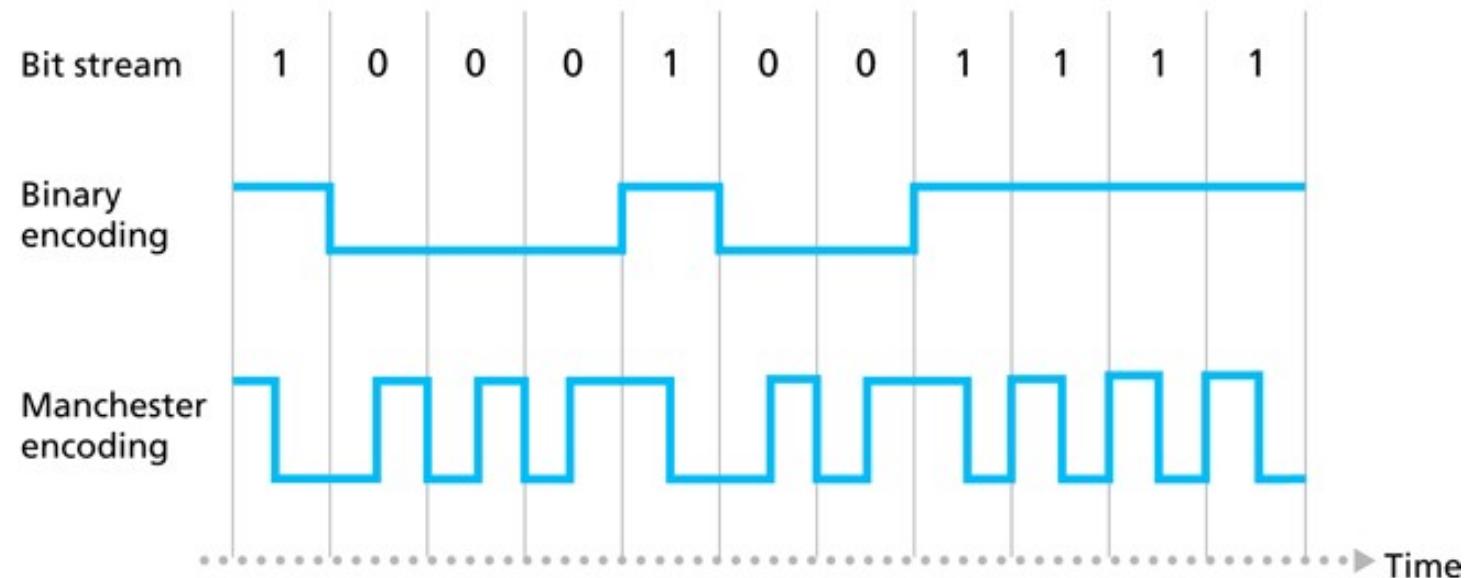


Figure 5.23 ♦ Manchester encoding



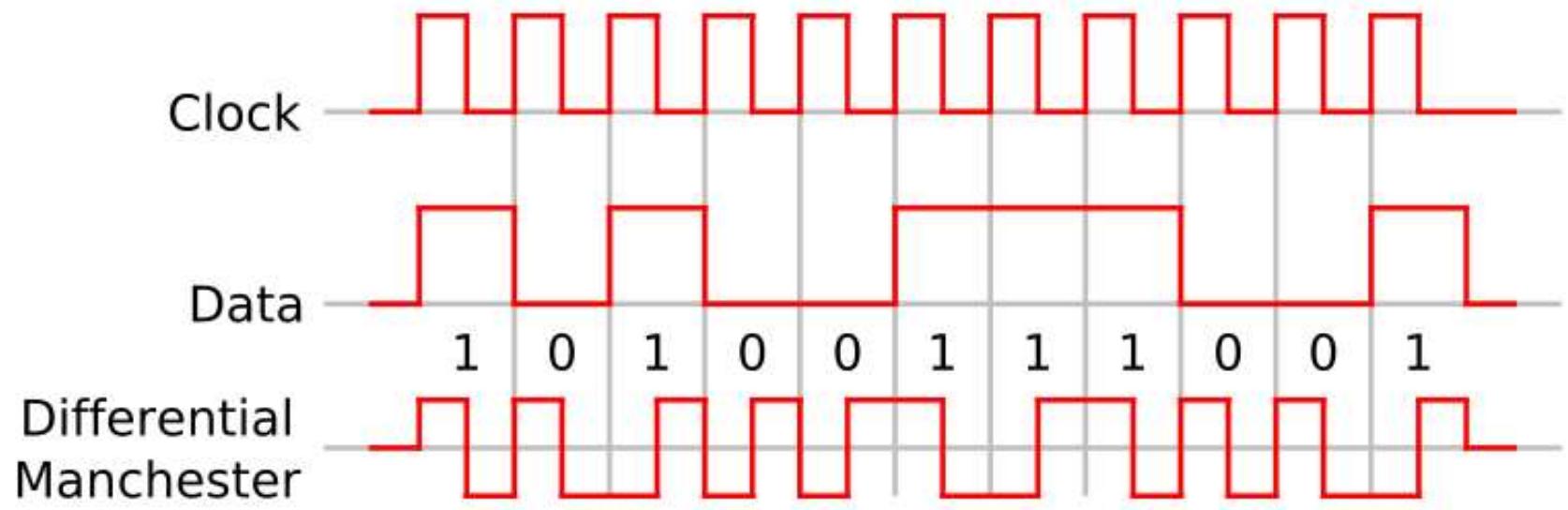
ETHERNET

- <velocidad><tipo de transmisión><max. long segmento>

Parámetro	10Base5	10Base2	1Base5	10BaseT	10Broad36
Medio de Transmisión	Cable Coaxial 75 Ohm	Cable Coaxial 50 Ohm	UTP	UTP	Cable Coaxial 75 Ohm
Técnica de Señalización	Banda Base Manchester	Banda Base Manchester	Banda Base Manchester	Banda Base Manchester	broadband DPSK
Velocidad Mbps.	10	10	1	10	10
Long Max Segmento Mts.	500	185	500	100	1800
Long Total Red. Mts.	2500	925	2500	500	3600
Estaciones por Segmento	100	30	-	-	-

ETHERNET

Codificación Manchester diferencial



http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Differential_manchester_encoding.svg

ETHERNET

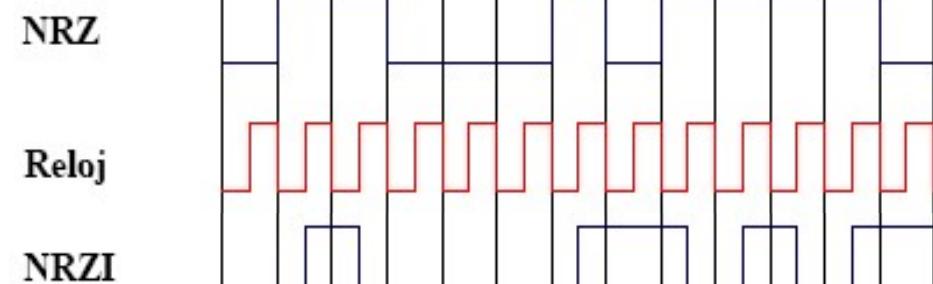
Codificación 4B/5B

4-Bit	5-Bit
0000	11110
0001	01001
0010	10100
0011	10101
0100	01010
0101	01011
0110	01110
0111	01111

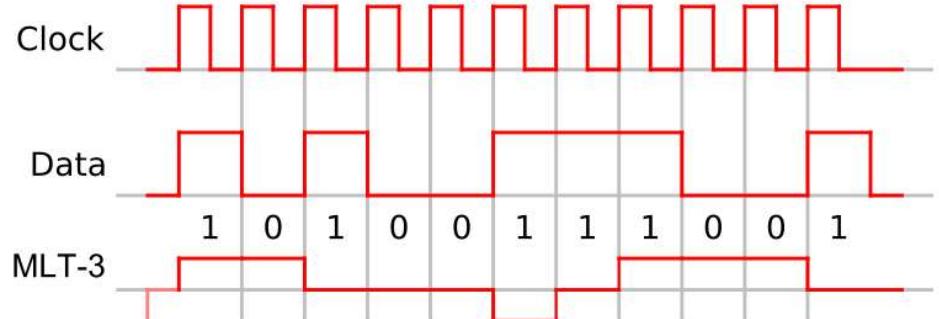
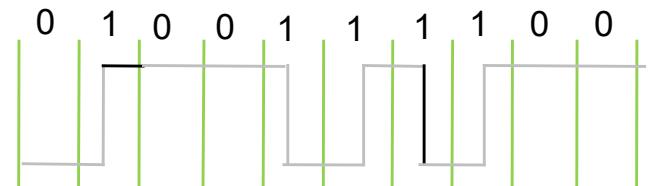
4-Bit	5-Bit
1000	10010
1001	10011
1010	10110
1011	10111
1100	11010
1101	11011
1110	11100
1111	11101

Cadena original: 000111110 → 0100111100

Codificación STL-3



<http://www.inf.utfsm.cl/~rmonge/uv/com/capitulo2x6.pdf>



<http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:MLT3encoding.svg>



ETHERNET

Parámetro	10baseFB	10BaseFP	10BaseFL	100BaseTX	100BaseFX
Medio de Transmisión	Fibra Óptica	Fibra Óptica	Fibra Optica	Par Trenzado	Fibra Optica
Técnica de Señalización	Manchester Diferencial	Manchester Diferencial	Manchester Diferencial	MLT-3	4B/5B
Velocidad Mbps.	10	10	10	100	100
Long Max Segmento Mts.	2000	1000	2000	100	2000



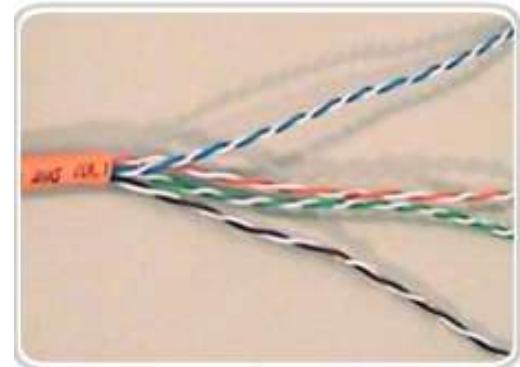
ETHERNET

Parámetro	100baseT2	1000baseSX	1000baseLX	1000baseCX	1000baseT (802.3ab)
Medio de Transmisión	Par Trenzado	Fibra optica	Fibra Optica	Fibra Optica	Par Trenzado
Técnica de Señalización	4B/5B	8B/10B	8B/10B	8B/10B	4D-PAM5
Velocidad Mbps.	100	1000	1000	1000	1000
Long Max Segmento Mts.	100	220	5000 (100000)	25	100

ETHERNET

Tipos de Cables

- Pares Trenzados



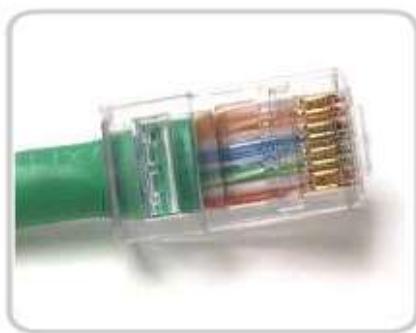
- Coaxial



- Fibra óptica



ETHERNET



Tipos de conectores

- AUI = Attachment Unit Interface. 15 pins
- RJ-45 Registered Jack. 8 pins
- BNC = Bayonet Navy Connector. Bayonet Neil-Concelman
- ST = Straight tip A photograph of an ST connector, featuring a blue plastic ferrule and a metal sleeve.
- SC = Subscriber Connector A photograph of an SC connector, featuring a red plastic ferrule and a silver metal sleeve.
- LC = Lucent Connector A photograph of an LC connector, featuring a grey plastic ferrule and a silver metal sleeve.





ETHERNET



FAST ETHERNET

- Ethernet mejorado (no reinventado)
 - Compatible con 10baseT
 - Temor a protocolo nuevo con problemas imprevistos
 - Mas rápido de hacer
- Usa especificaciones del medio definidas para FDDI (Fiber Distributed Data Interface)
- Los medios físicos usados son UTP, STP o Fibra óptica



ETHERNET



Fast Ethernet Twisted-Pair - 100baseTX

- Opera sobre dos pares
- 1 para Rx y otro para Tx
- codificación MLT-3
- UTP categoría 5
- 100 mts
- Autonegociación habilitada
- Half y full duplex (dependiendo de la distancia)

Fast Ethernet Fiber Optic - 100baseFX

- Estándar 412m. Hasta 2 Km. de distancia máxima
- 4B/5B - NRZI
- Fibra Óptica Multimodo.
- Autonegociación habilitada



ETHERNET



Gigabit Ethernet Twisted Pair - 1000baseT

- Julio - 1999 (1995)
- Compatible con las otras versiones de Ethernet
- UTP categoría 5 (5e)
- Cuatro pares
- Señalización 4D-PAM5
- Autonegociación habilitada
- Necesario una muy alta calidad de cables y terminales
- 100 mts de longitud
- Extensión de la portadora
- Ráfagas de frames
- Full duplex



ETHERNET



Gigabit Ethernet Fiber Optic - 1000baseX

- Señalización 8B/10B. NRZ
- Habilitada Autonegociación
- Tres tipos
 - 1000baseLX: 5Km. Fibra Multimodo y monomodo. Hasta 100km
 - 1000baseSX: 220 mts. Conectores MT-RJ. Longitudes de onda pequeñas.
 - 1000baseCX: 25 Mts. UTP. 2 pares. No implementado



ETHERNET



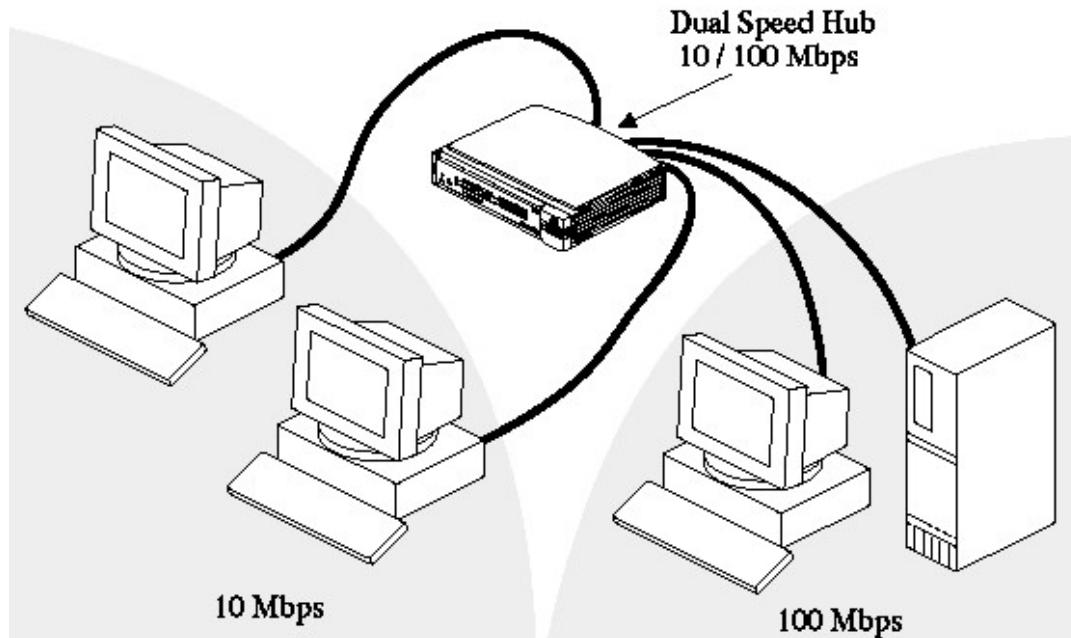
10 GigaEthernet (802.3an. 2006)

- 10Gbps
- UTP cat 6 y 7 (100 mts), Coax delgado (100 mts), F.O multimodo (300 m) y F.O. monomodo (10 Km)
- Full duplex
- LAN, MAN y WAN
- Hasta 40 Km (en F.O.)

40 y 100 GigaEthernet

- Fibra óptica
- Cable de cobre

ETHERNET



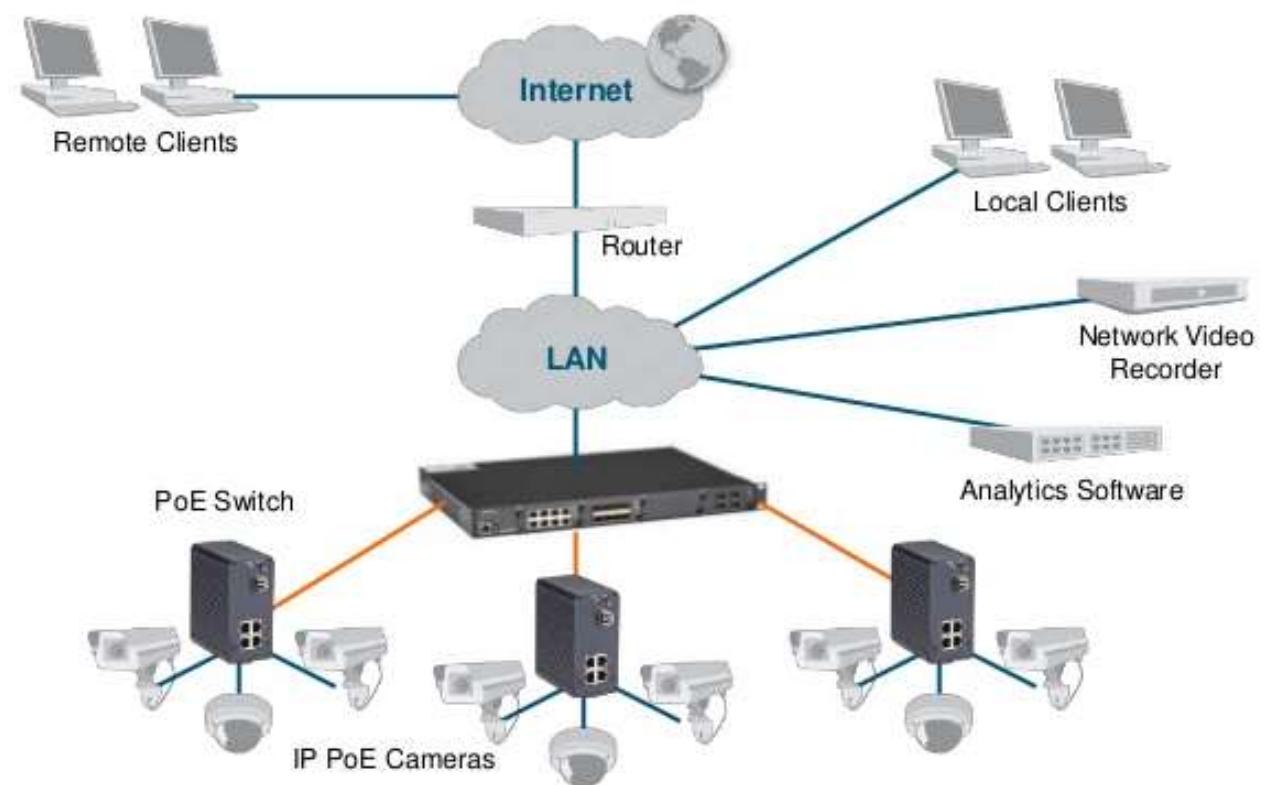
AUTONEGOCIACIÓN

- Se usa para poner de acuerdo a todos los equipos en una red Ethernet
- Desarrollo en 1985
- Para redes Ethernet basados en par trenzado
- Negociación de velocidades
- Se usa para enlaces “punto a punto”
- Usa señales FLP (Fast Link Pulse)

POWER OVER ETHERNET

802.3af, 802.3at, 802.3bt

2003





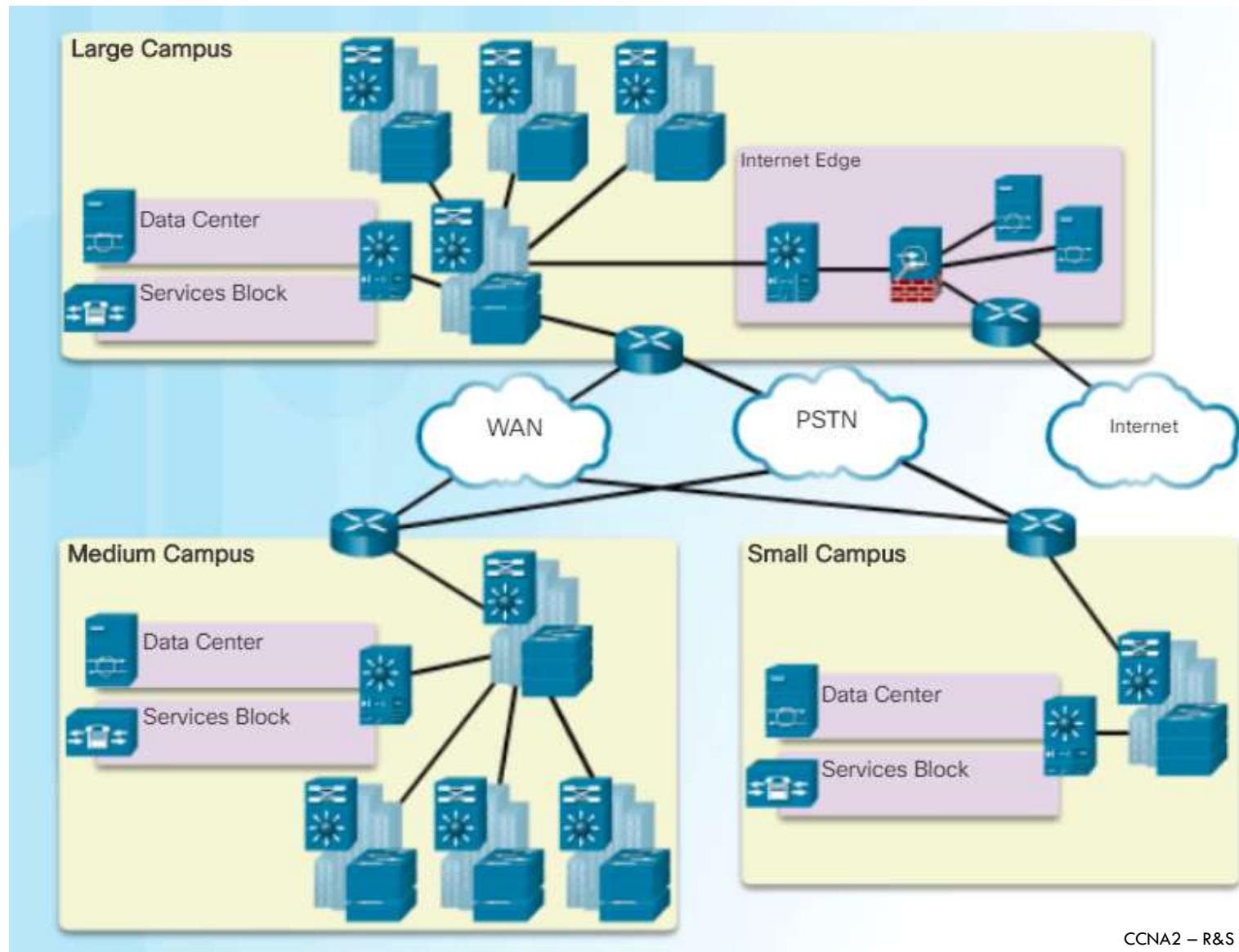
ETHERNET

Dominio del mercado.

Razones

- Alta Confiabilidad
- Administrable
- Escalable
- Bajo costo
- Fácil de instalar





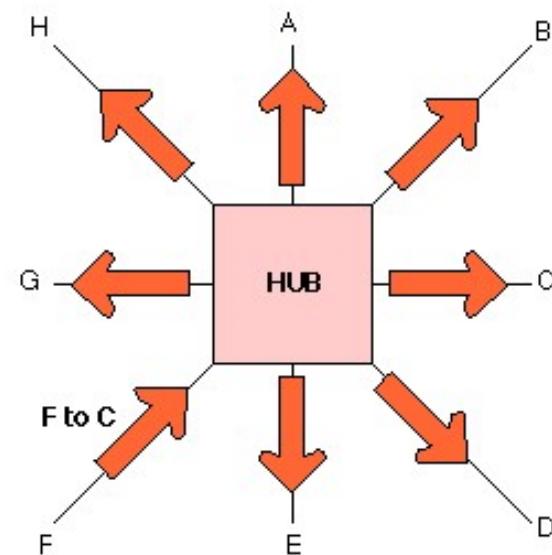
ETHERNET

LAN Switching

- Hubs
- Bridges
- Switch de Nivel 2

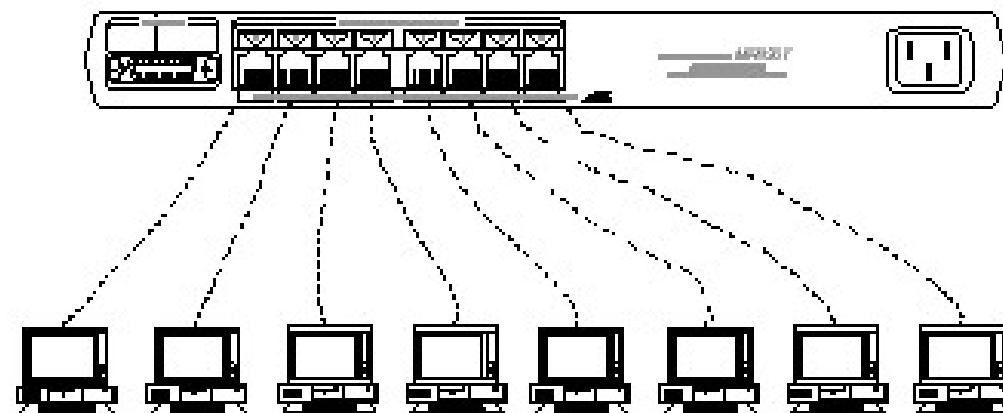


Concentradores - hubs



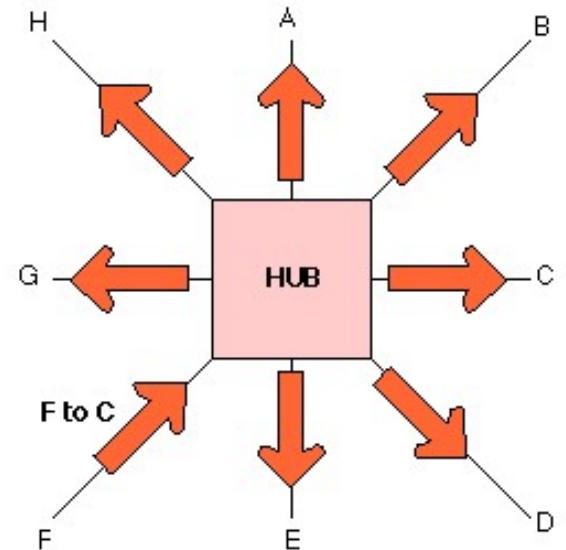
DEFINICIÓN

Equipos de Interconexión de redes que permiten simular el funcionamiento de un bus.



CARACTERÍSTICAS

- Regeneran la señal
- Actúan en nivel 1
- Toman la señal y la propagan
- El tiempo de retardo es mínimo
- Forman un solo dominio de colisión
- Detecta colisión e informan
- Ignorar equipos o segmentos con problemas





INFORMACIÓN QUE SE PUEDE OBTENER:

Número total de frames válidos recibidos

Número total de bytes recibidos por un puerto

Número de frames errados recibidos

Número de frames muy grandes

Número de eventos muy cortos

Número de colisiones

Número de colisiones tardías

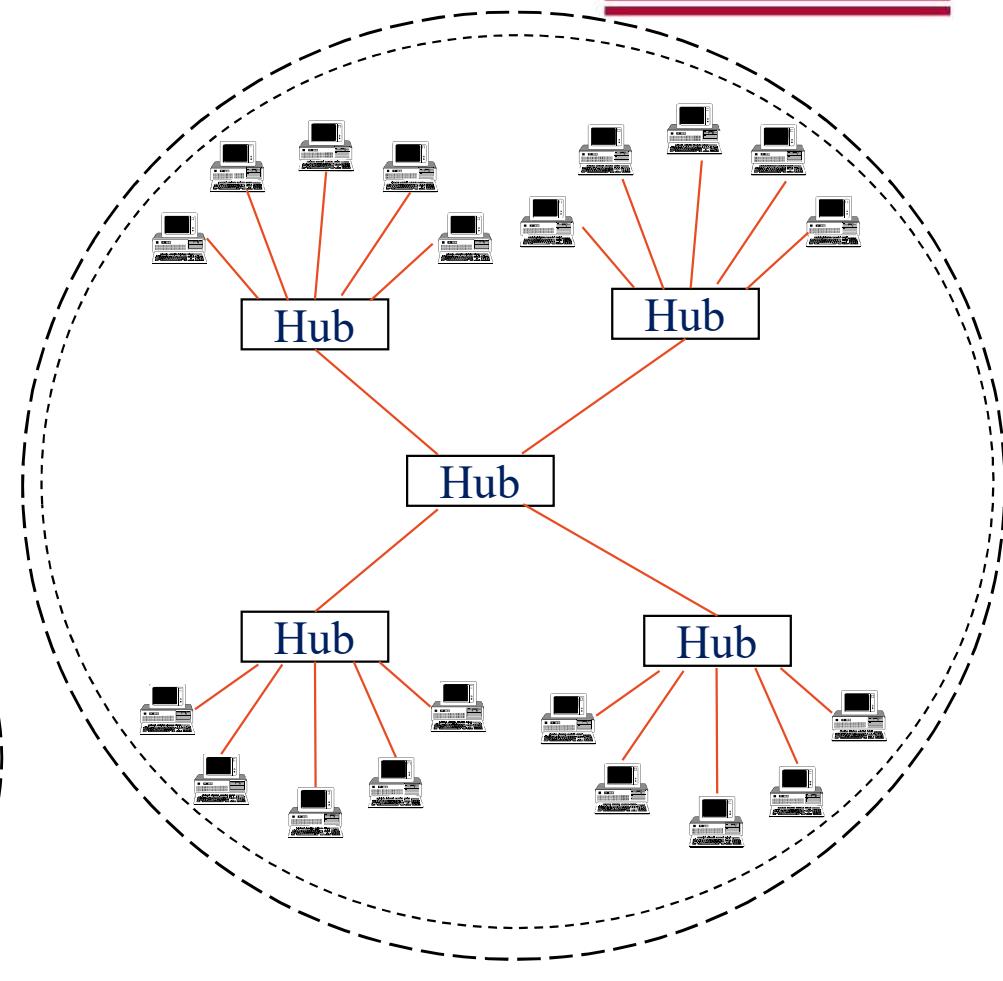
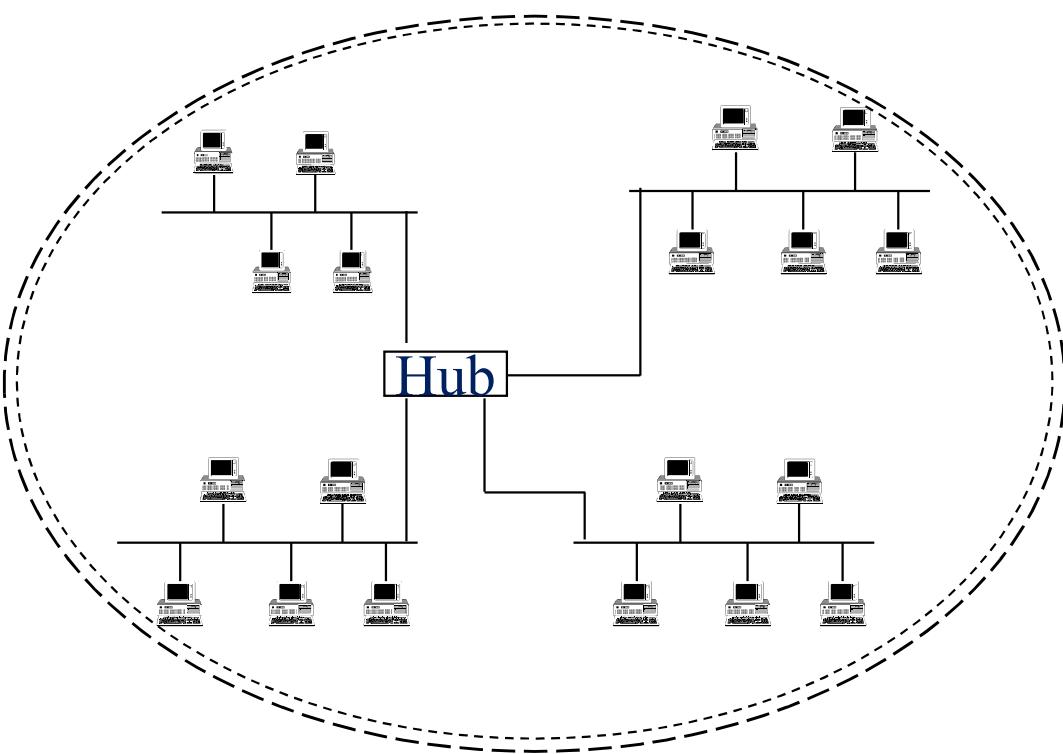


Switches



ESQUEMA HUB

Dominio de colisión es el conjunto de todas aquellas estaciones que en un momento dado pugnan o compiten por el uso del canal¹

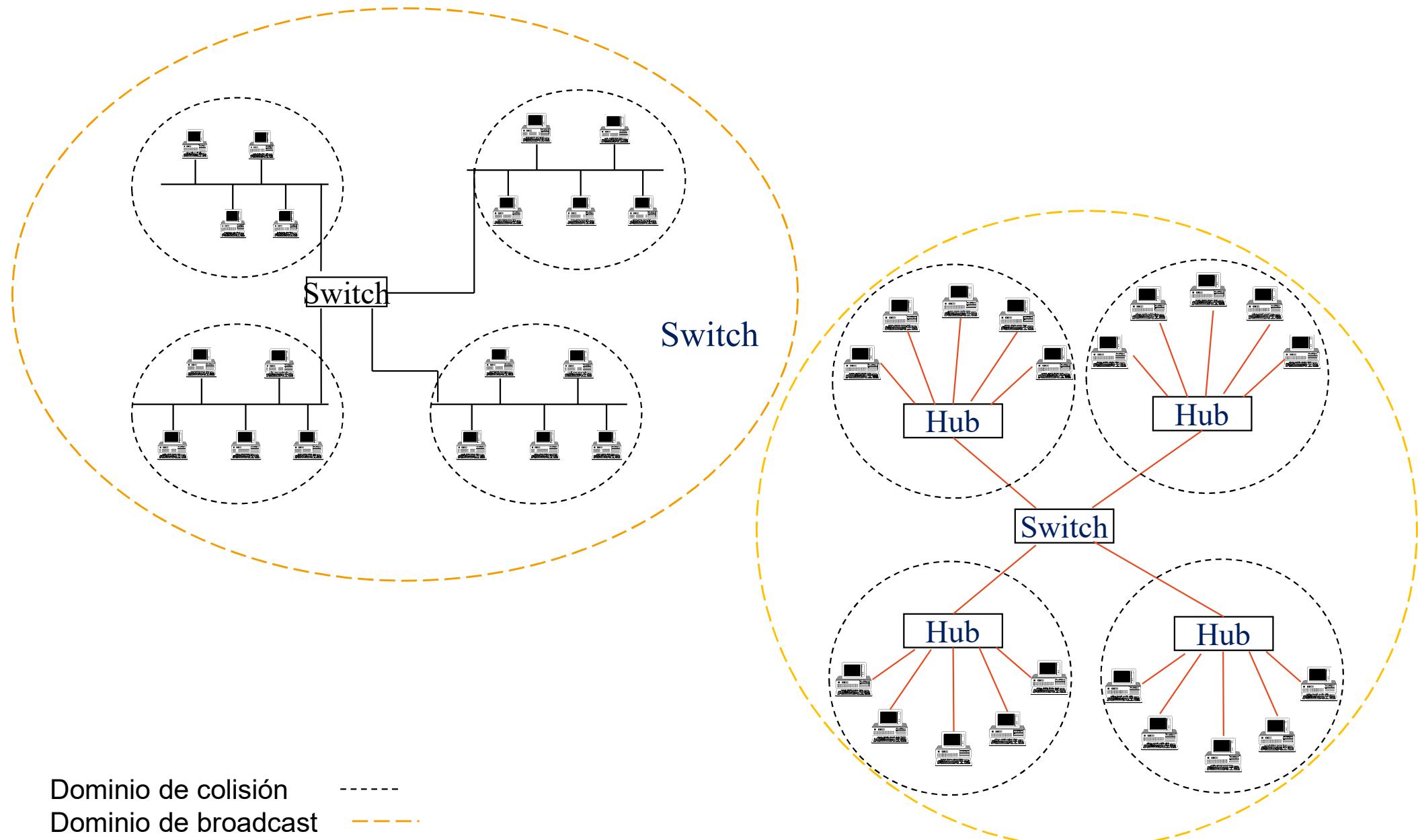


Dominio de broadcast es el conjunto de aquellas estaciones que “escuchan” un mensaje de broadcast (un mensaje generado por una estación en particular para todas las estaciones que componen la red)¹

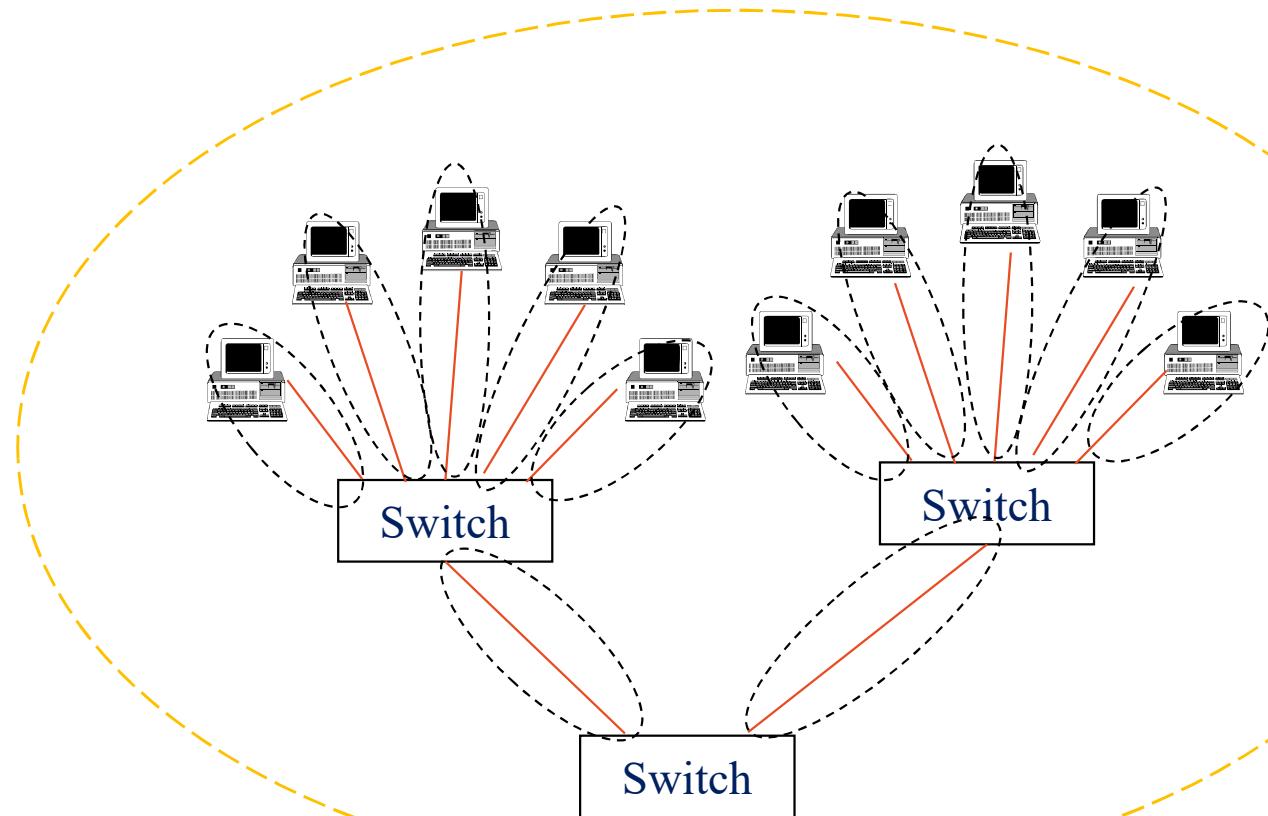
¹ La evolución en la arquitectura de las redes

Ing. Álvaro Pachón D., Departamento de Redes y Comunicaciones. Universidad Icesi-I2T.
http://www.icesi.edu.co/es/publicaciones/publicaciones/contenidos/sistemas_tematica/1/apachon_evolucion_redes.pdf

ESQUEMA SWITCH



ESQUEMA SWITCH

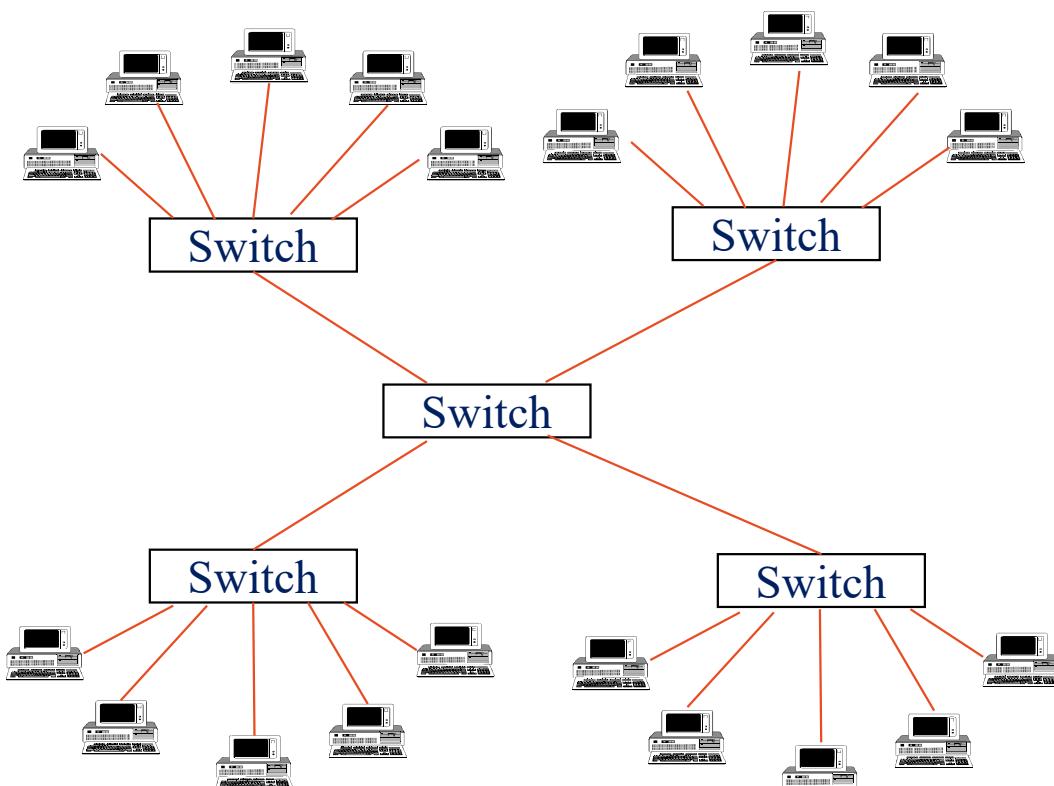


Dominio de colisión
Dominio de broadcast



¿Cuáles son los dominios de colisión y de broadcast?

INTERCONEXIÓN SWITCH

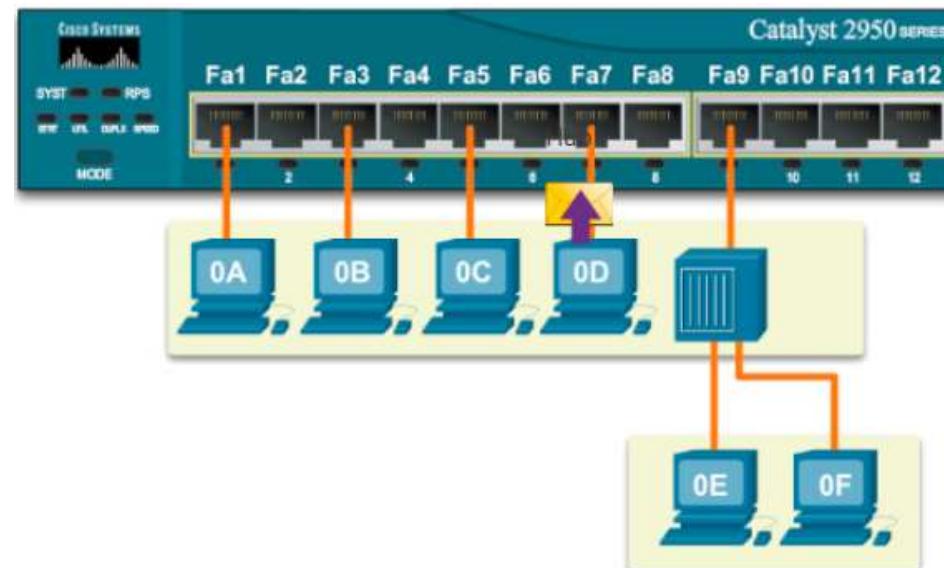


INTELIGENTES

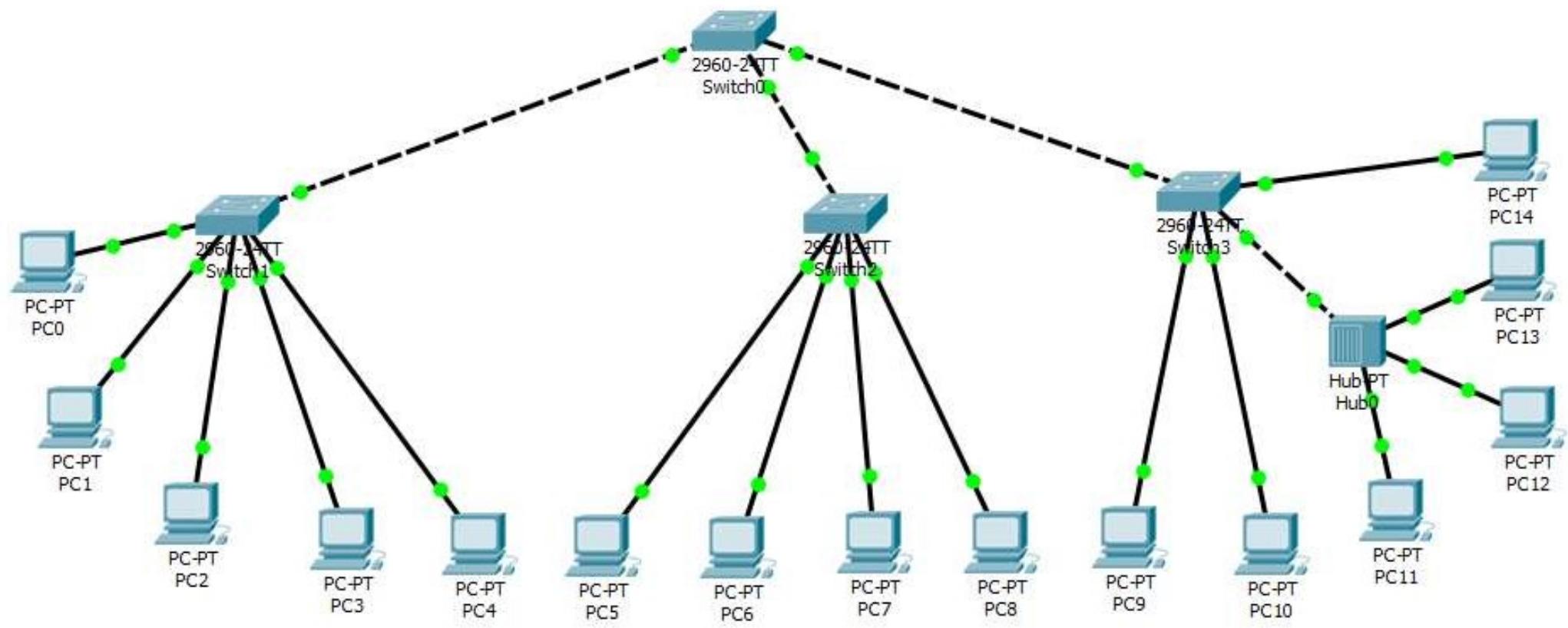
Trabajan en modo promiscuo

Tablas de dispersión

- Primero vacías
 - Paquetes enviado por inundación (árbol de expansión)
 - Manejo de ciclos
- Aprenden por la dirección de origen
- Las entradas en la tabla tienen un tiempo de expiración
- Actualización permanente



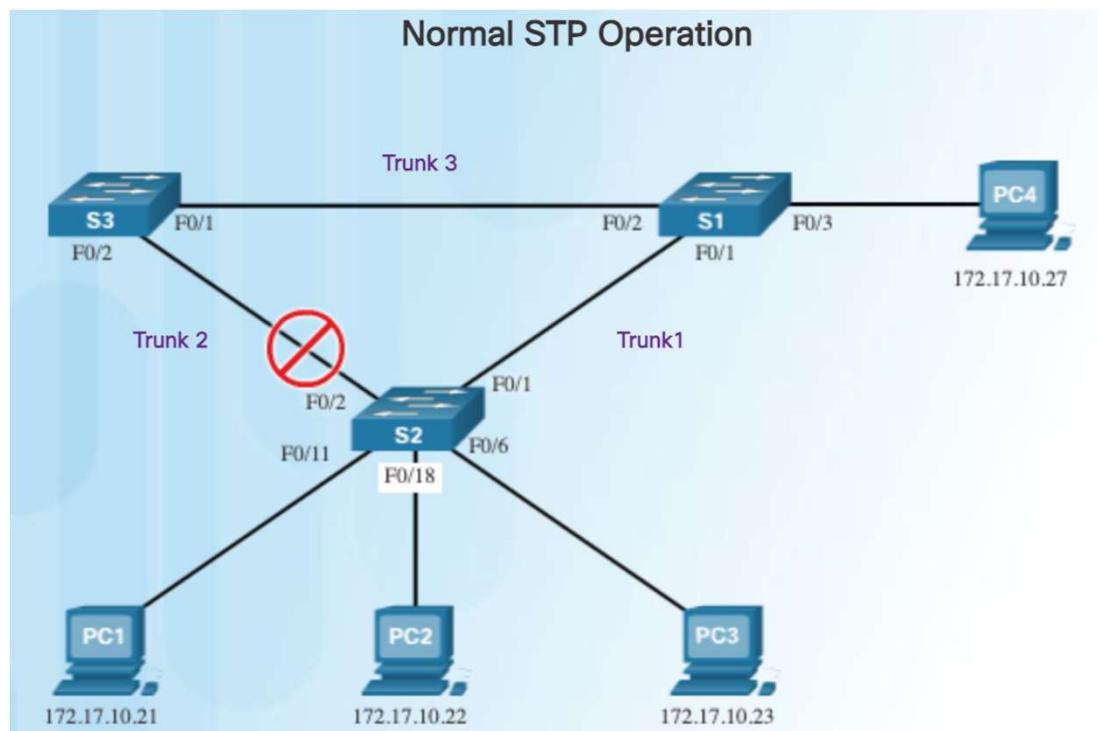
INTELIGENTES



SPANNING TREE

Mecanismo que permite a los switches mantener varios caminos hacia un mismo destino.

El mecanismo mantiene bloqueado uno de los caminos mientras el otro funciona y si hay fallo en el enlace principal, se activa y desactiva el otro.





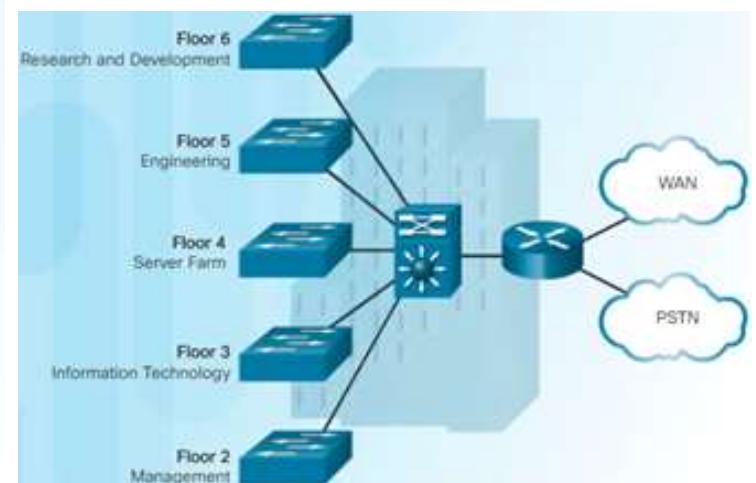
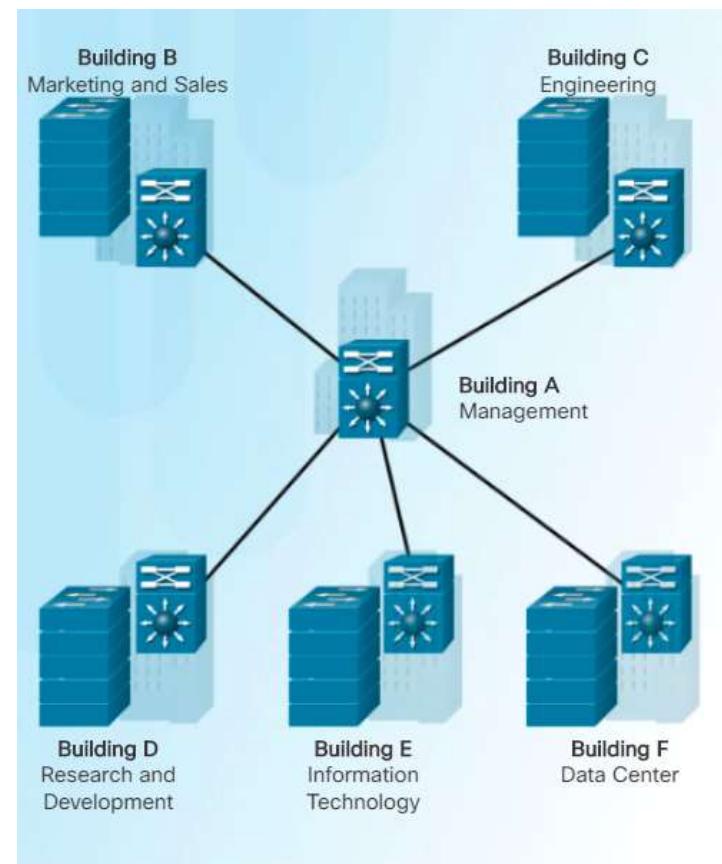
CARACTERÍSTICAS



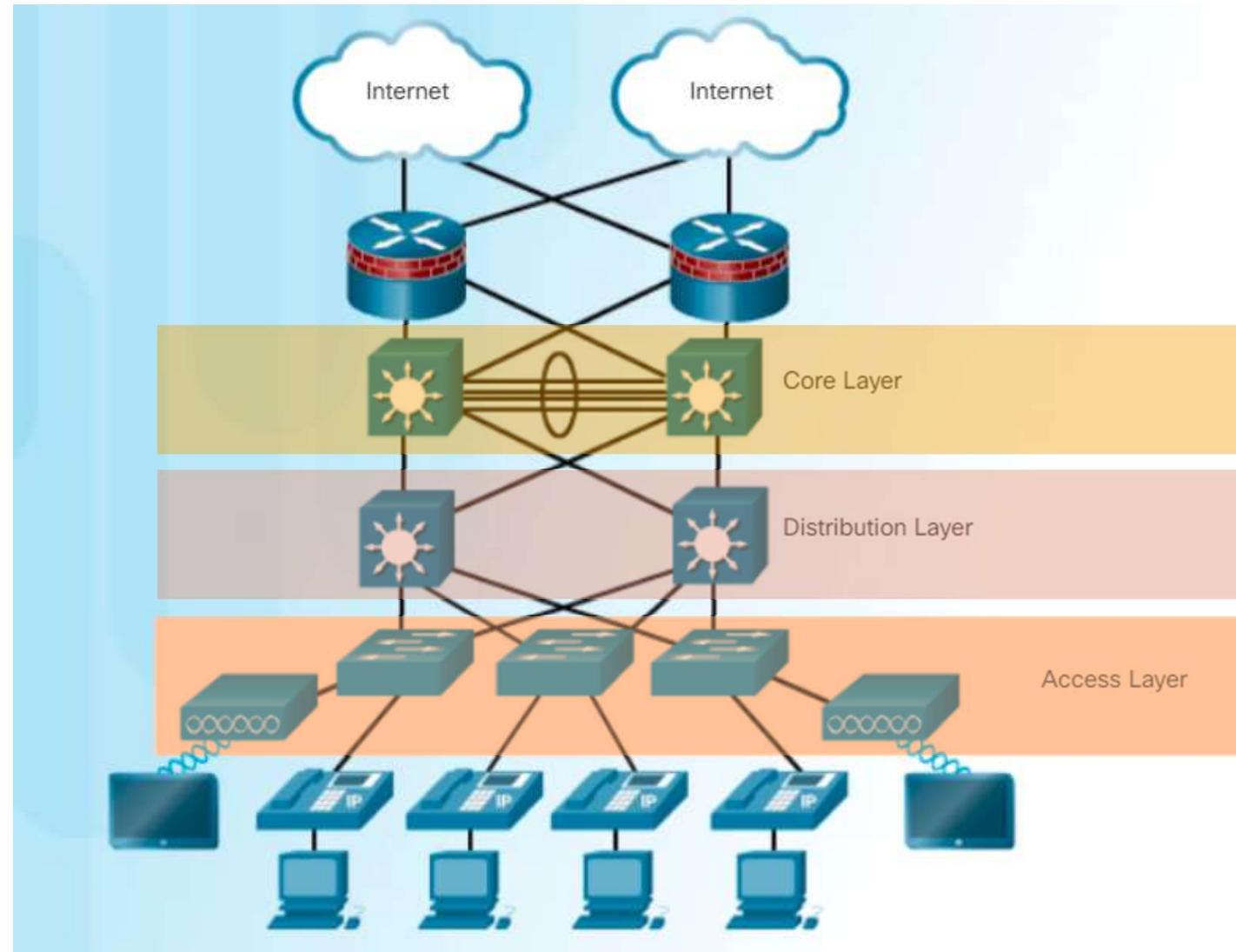
- Separan dominios de colisión
- No manejan tráfico broadcast ni multicast
- Autonegociación
- Administrable
- Manejo de filtros
- Manejo de congestión
- Virtual LANs
- Manejo de protocolos no enrutables
- Máximo 7 switches entre dos estaciones
- No hay colisiones (en full dúplex)

TOPOLOGÍA

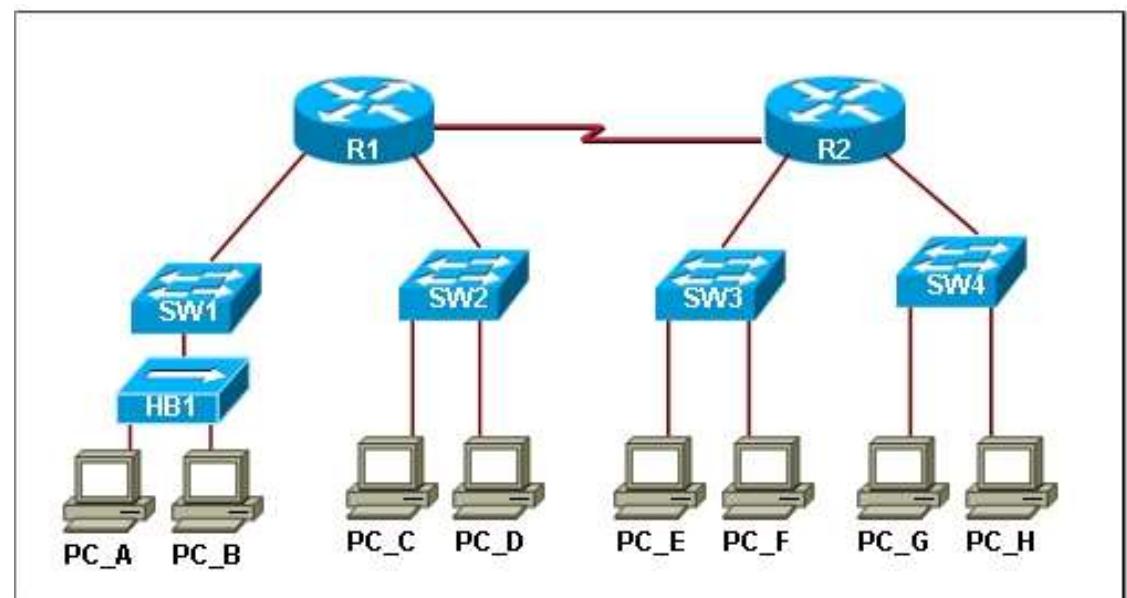
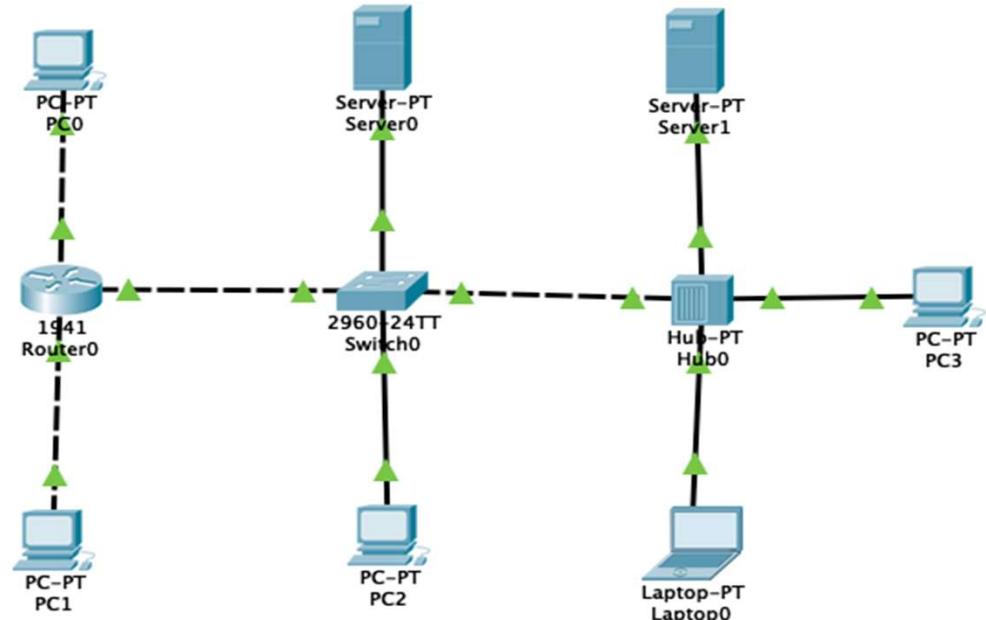
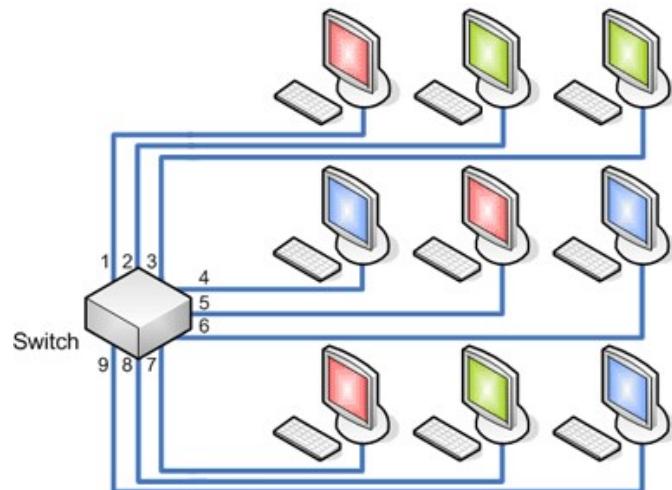
- Jerárquica
- Modular
- Resiliente
- Flexible



DISEÑO



PRECISIONES

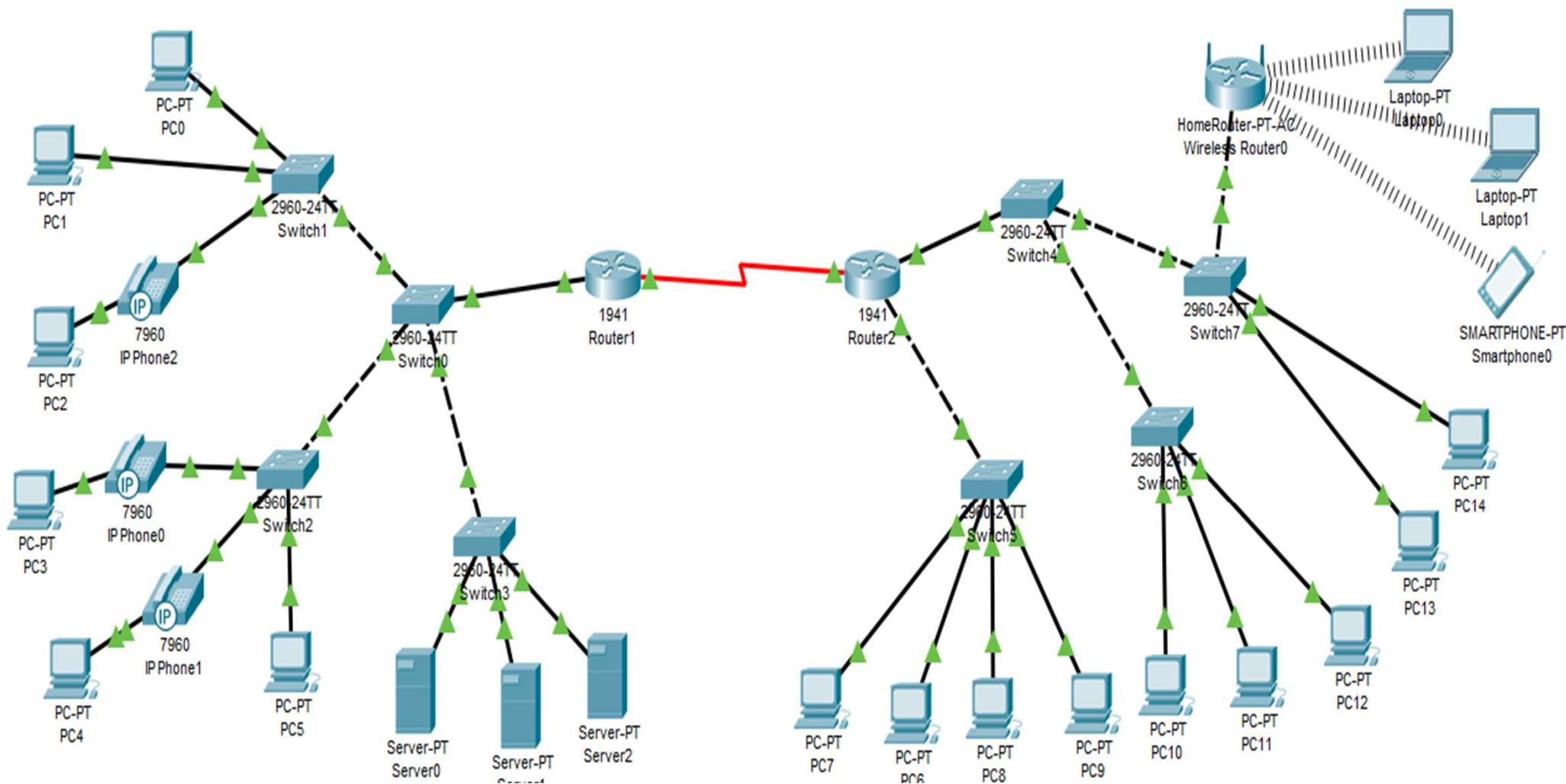


Tráfico broadcast.
Tablas de dispersión
Dominio de colisión
Dominio de broadcast
Cálculo CRC

RESUMEN

Redes y direcciones

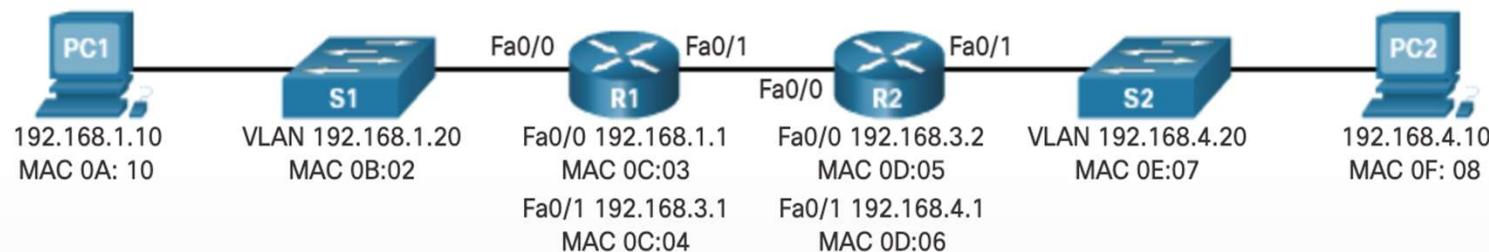
- ¿Cuántos dominios de colisión?
- ¿Cuántos dominios de broadcast?
- ¿Cuántas redes diferentes?
- ¿Cuántas direcciones MAC?
- ¿Cuántas direcciones IP?
- ¿Se pueden repetir las direcciones MAC?
- ¿Se pueden repetir las direcciones IP?



Instructions

In this activity, you are given a blank frame to build according to the scenario. Determine the destination and source MAC addresses, and the source IP and destination IP addresses that would correctly build the frame as specified. Enter your answers by dragging the MAC and IP addresses to the appropriate fields.

Scenario 1 - PC1 is sending data to PC2 - all devices are ARP complete. In this frame, indicate the start of the data traffic for PC1's frame building. All answers will not be used.



0B:02	0C:03	0A:10	0F:08
192.168.4.10	192.168.1.10	192.168.1.20	192.168.1.1

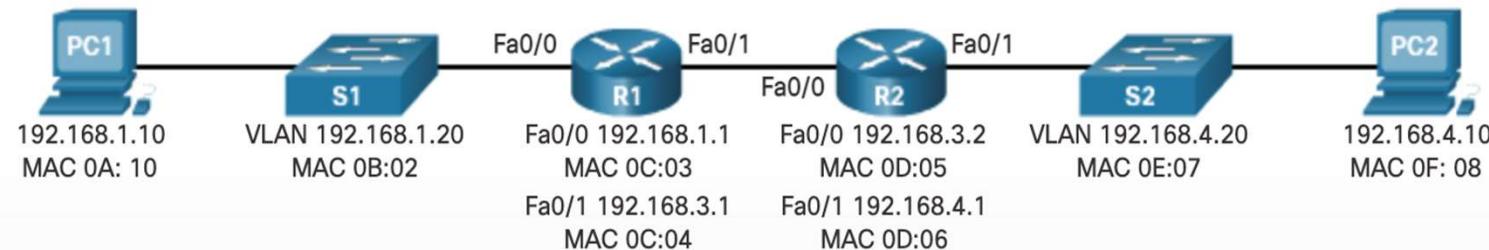
Check

Reset

Instructions

In this activity, you are given a blank frame to build according to the scenario. Determine the destination and source MAC addresses, and the source IP and destination IP addresses that would correctly build the frame as specified. Enter your answers by dragging the MAC and IP addresses to the appropriate fields.

Scenario 1 - PC1 is sending data to PC2 - all devices are ARP complete. In this frame, indicate the start of the data traffic for PC1's frame building. All answers will not be used.

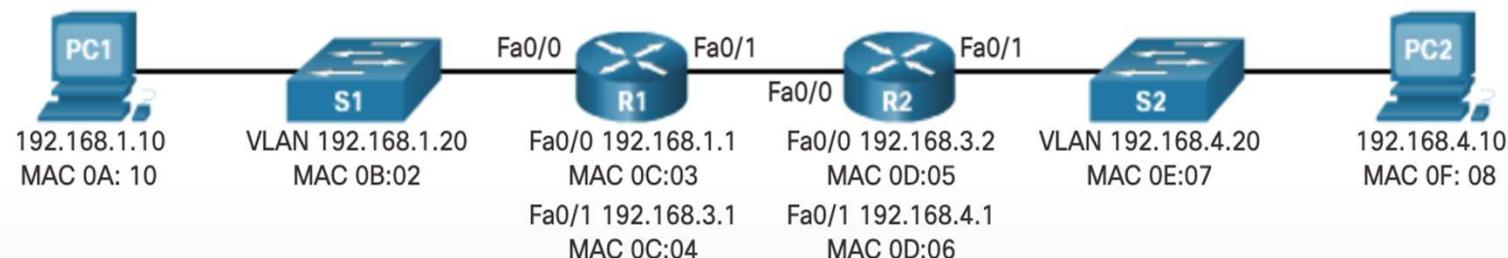


Layer 2 Data Link Frame				Layer 3 Data Packet					
Destination MAC	Source MAC	Type 0x800	Source IP	Destination IP	IP Fields	Data	Trailer		
0C:03	0A:10		192.168.1.10	192.168.4.10					
✓	✓		✓	✓					
				0B:02	0F:08				
				192.168.1.20	192.168.1.1				
Check		Reset							

Instructions

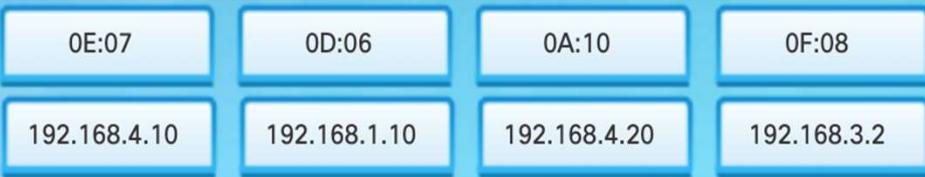
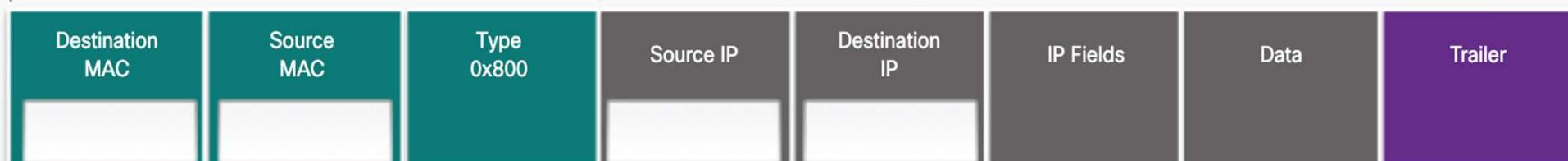
In this activity, you are given a blank frame to build according to the scenario. Determine the destination and source MAC addresses, and the source IP and destination IP addresses that would correctly build the frame as specified. Enter your answers by dragging the MAC and IP addresses to the appropriate fields.

Scenario 2 - R2 has received the frame from PC1 and now needs to send it to PC2. All devices are still ARP complete. In this frame, build the frame to transfer the data from R2 to PC2. All answers will not be used.



Layer 2 Data Link Frame

Layer 3 Data Packet



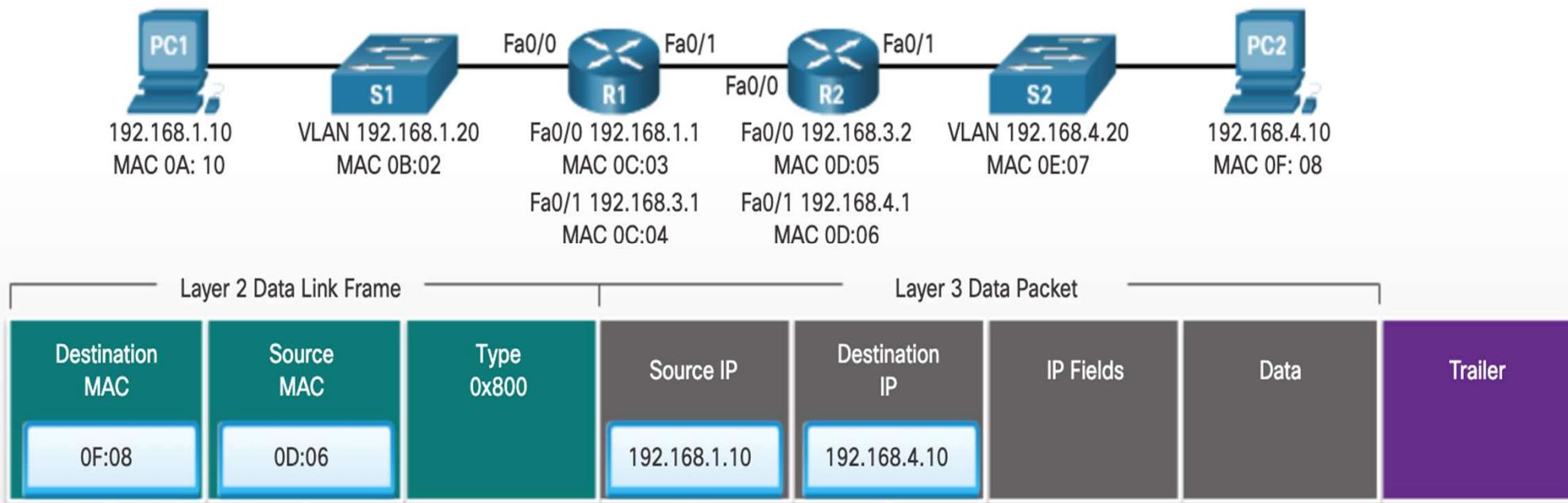
Check

Reset

Instructions

In this activity, you are given a blank frame to build according to the scenario. Determine the destination and source MAC addresses, and the source IP and destination IP addresses that would correctly build the frame as specified. Enter your answers by dragging the MAC and IP addresses to the appropriate fields.

Scenario 2 - R2 has received the frame from PC1 and now needs to send it to PC2. All devices are still ARP complete. In this frame, build the frame to transfer the data from R2 to PC2. All answers will not be used.





Computer engineers be like



VLAN

- Redes LAN Virtuales
- IEEE 802.1q

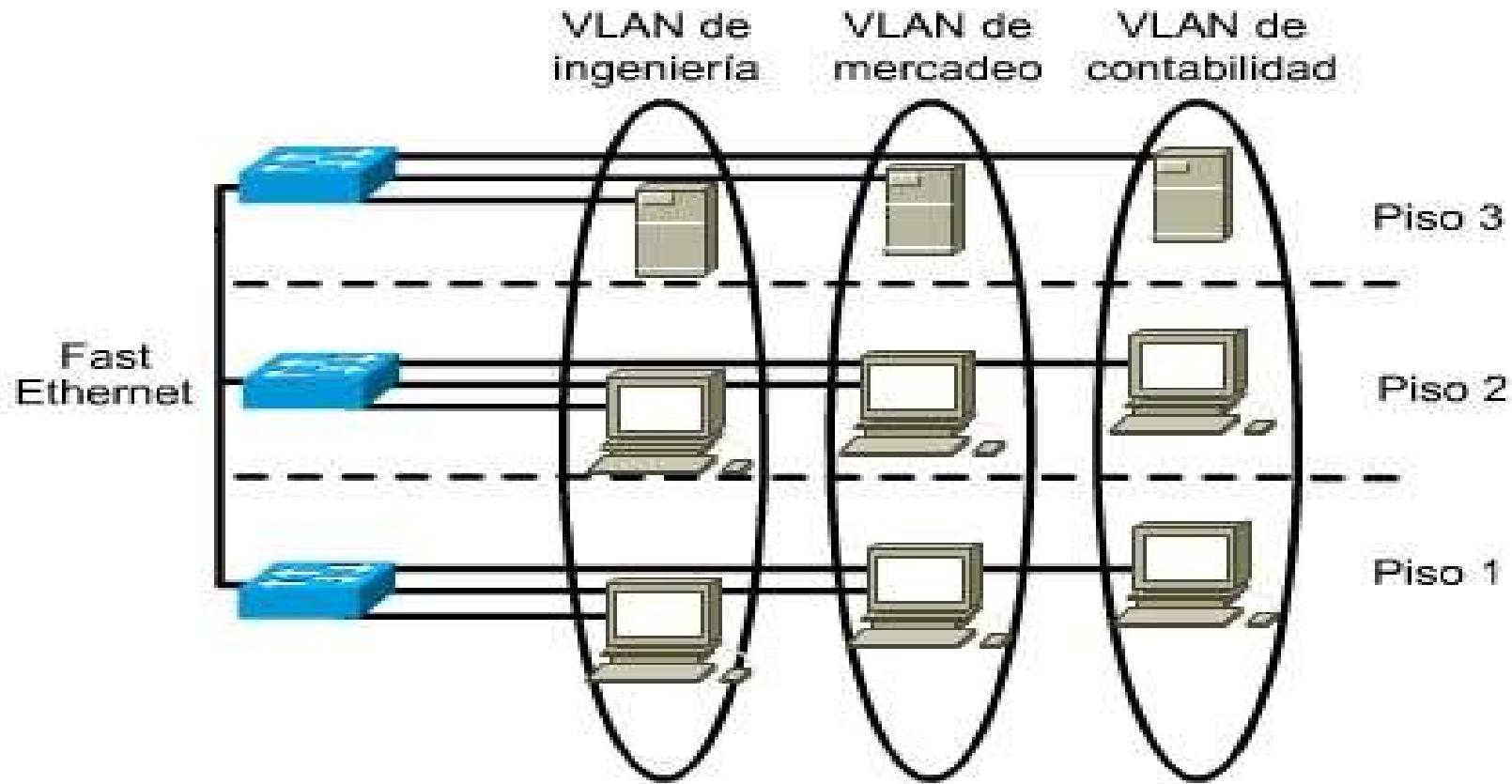


VLAN

(Virtual Local Area Network)

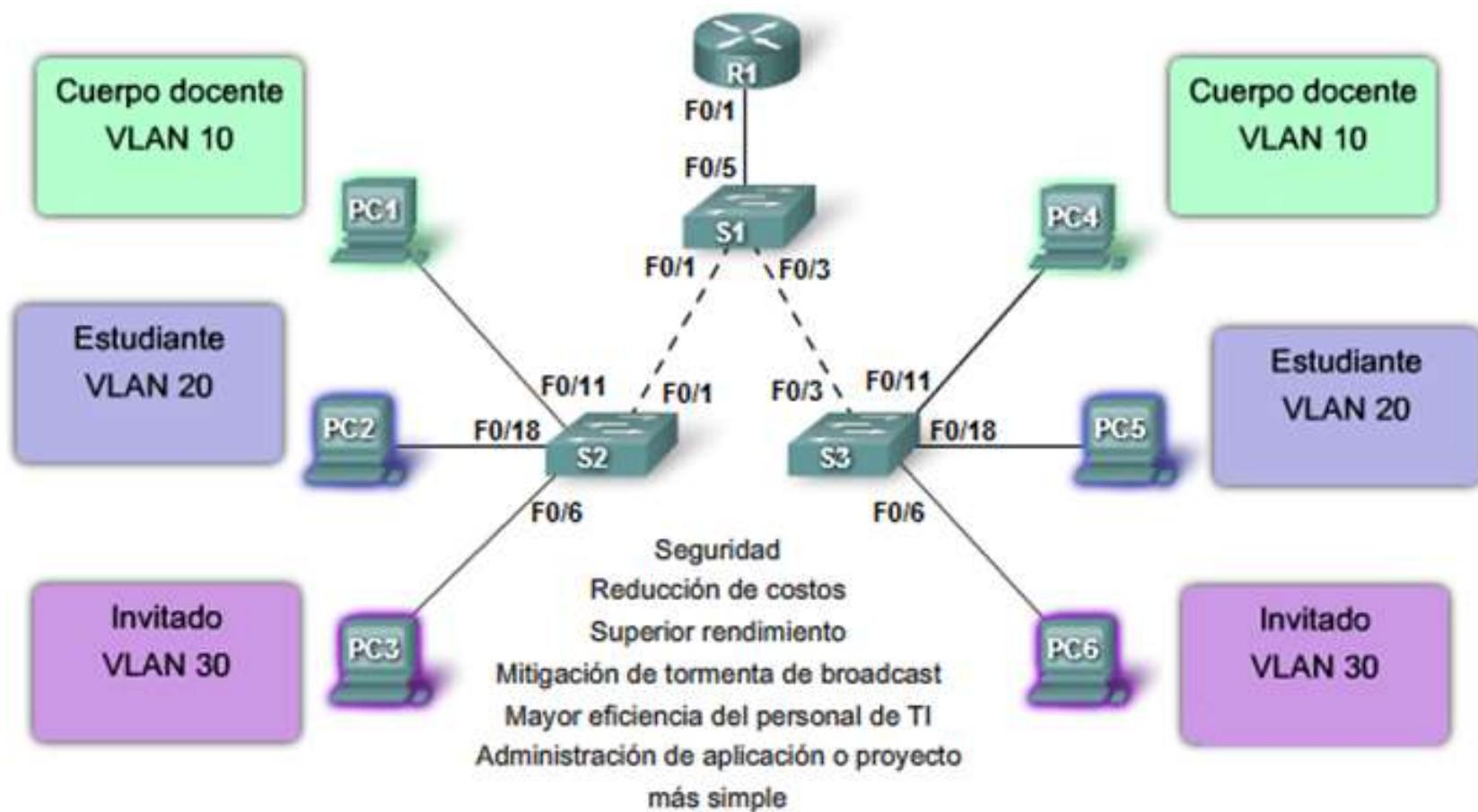
Agrupación lógica de dispositivos o usuarios que se reúnen por función, departamento o aplicación, sin importar la ubicación física del segmento.

VLAN



Agrupar usuarios por departamento, equipo o aplicación.

VLAN



CARACTERÍSTICAS

- Las VLAN se pueden establecer por diferentes criterios:
 - Compañeros de trabajo en el mismo departamento
 - Un equipo de producción interfuncional
 - Diferentes grupos de usuarios que comparten la misma aplicación de red o software.
- Para definirlas se configuran los switches
- El administrador de la red asigna usuarios a una VLAN.
- Se pueden agrupar los puertos y usuarios en grupos de trabajo con un solo switch o switches conectados.

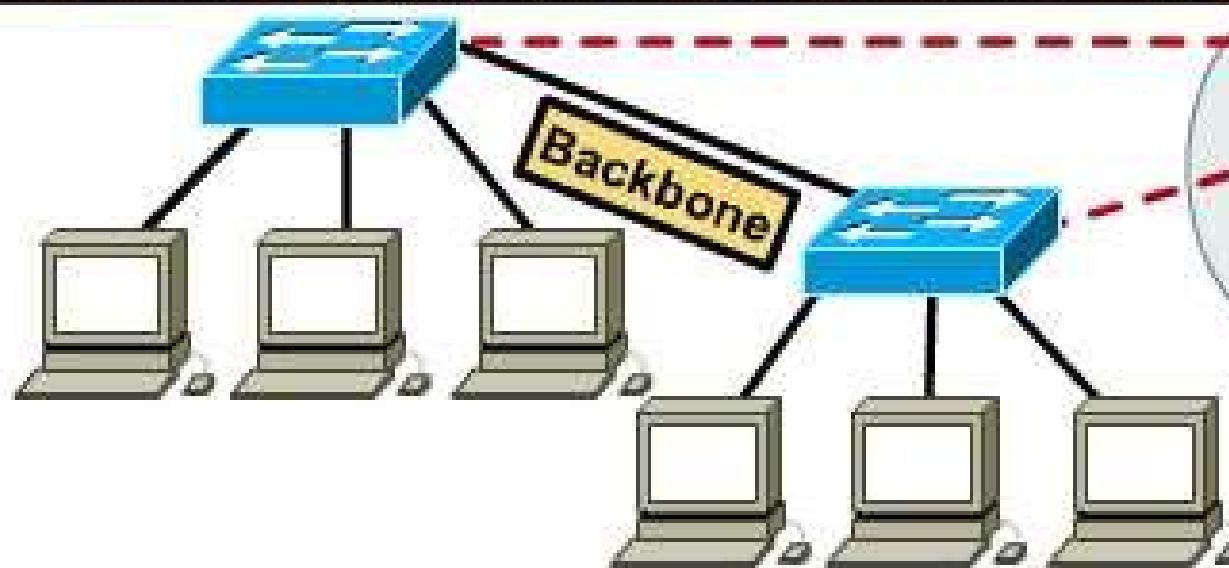


CARACTERÍSTICAS

- Pueden abarcar infraestructuras
 - En un solo edificio
 - En edificios conectados entre sí
 - En redes de área amplia (WAN).
- Las VLAN funcionan en la Capa 2 y tiene una relación estrecha con la Capa 3 del modelo de referencia OSI
- Pueden ser
 - Estáticas (por puerto)
 - Dinámicas (por MAC)

FUNCIONAMIENTO

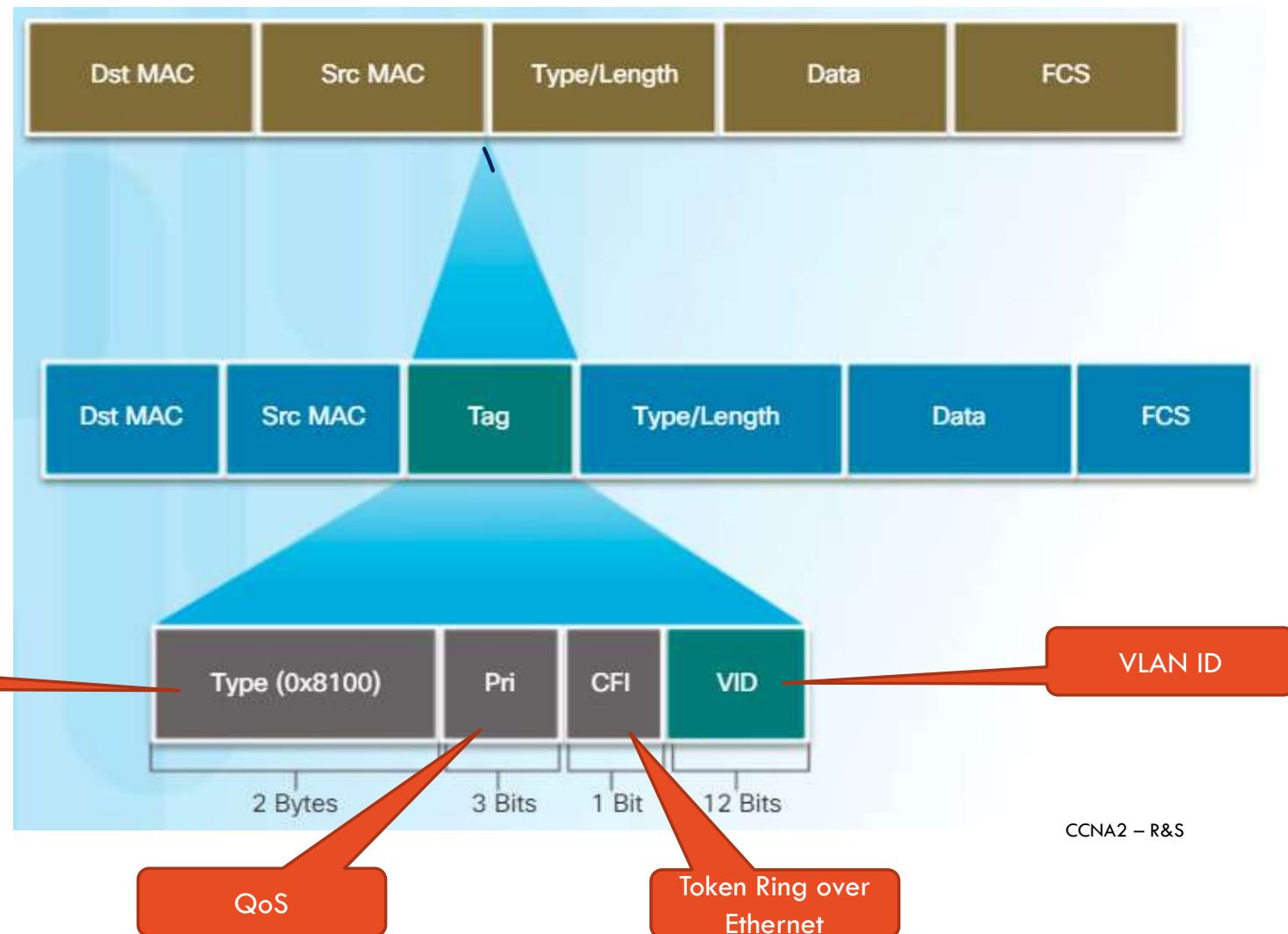
Los switches comparten la tabla de direcciones



Dirección	VLAN
...47d2	1
...0405	1
...0602	2
...8181	2
...7717	3
..1280	3

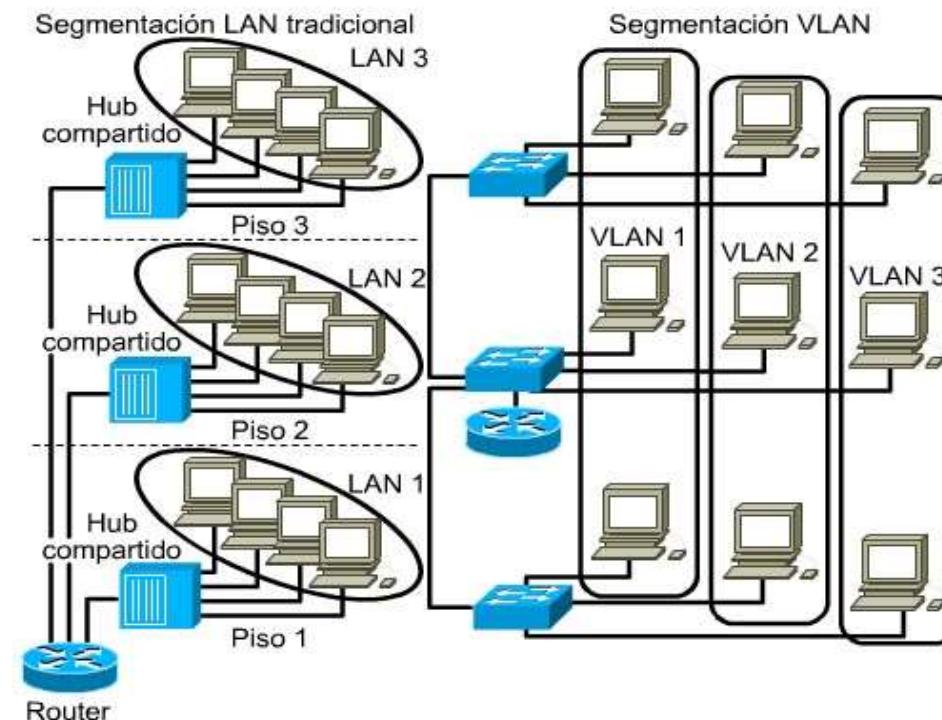
Similar al esquema utilizado por los routers

ENCAPSULAMIENTO



VENTAJAS

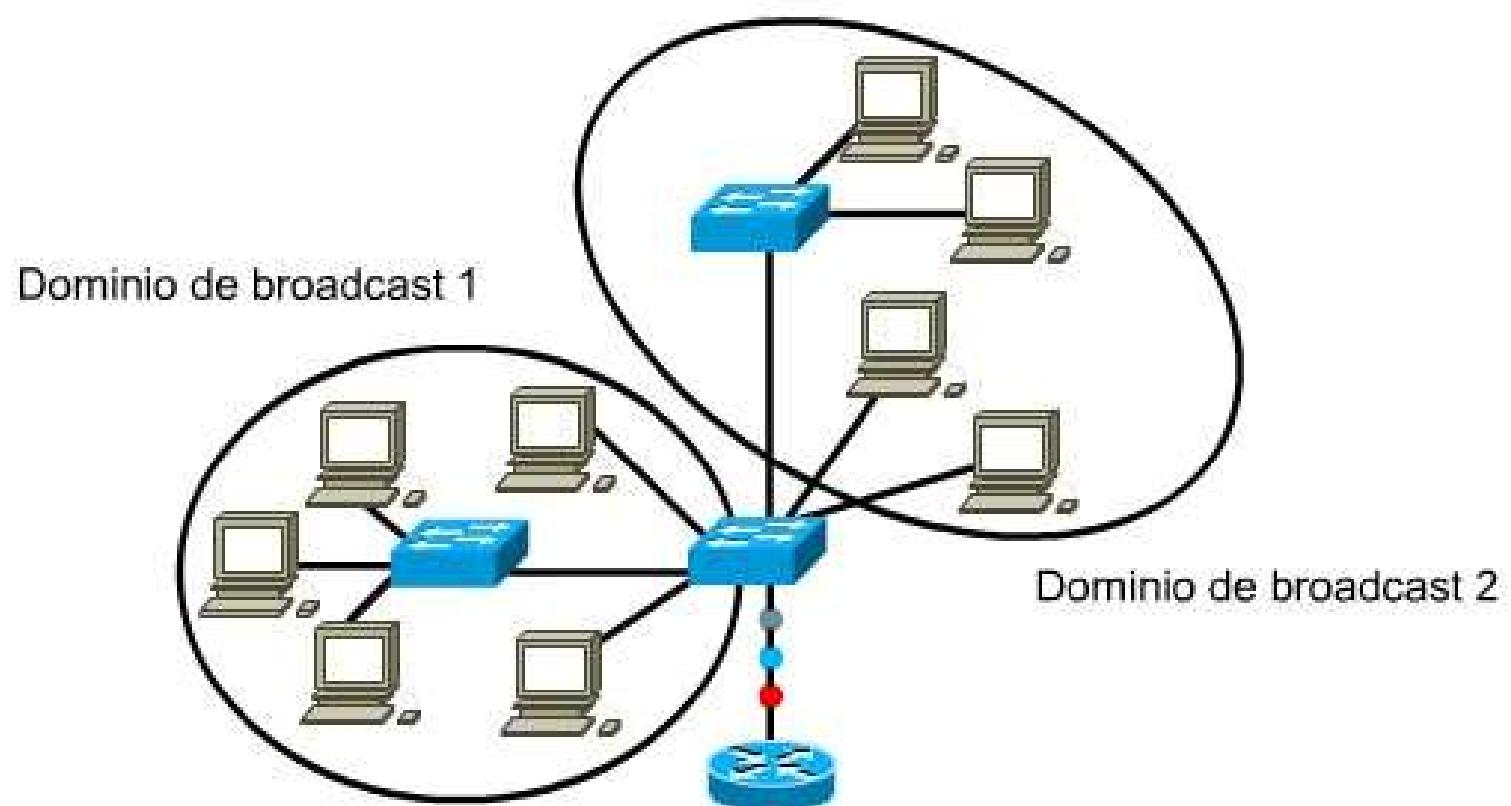
- Manera eficiente de agrupar usuarios de la red en grupos de trabajo virtuales, más allá de su ubicación física en la red. (fronteras físicas, flexibilidad de la configuración)



- Pueden ahorrar dinero

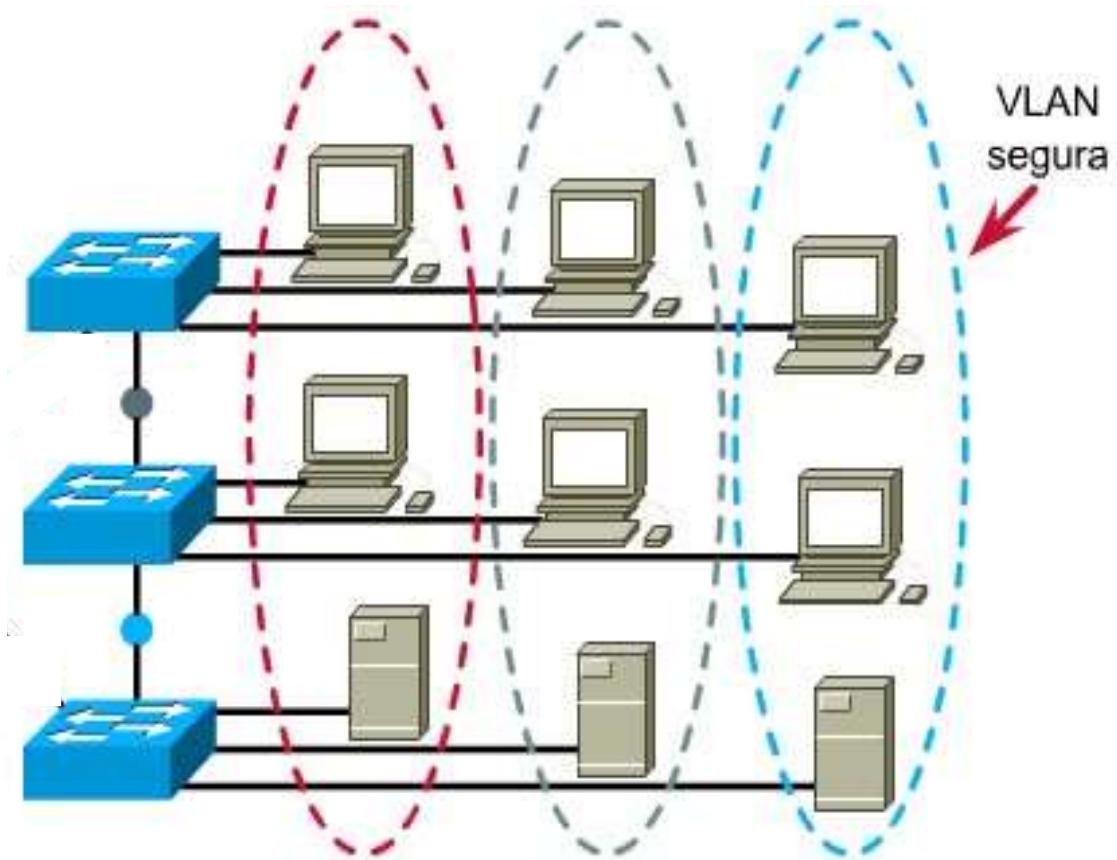
VENTAJAS

- VLAN ayudan a controlar la actividad de broadcast



VENTAJAS

- VLAN pueden mejorar la seguridad de red



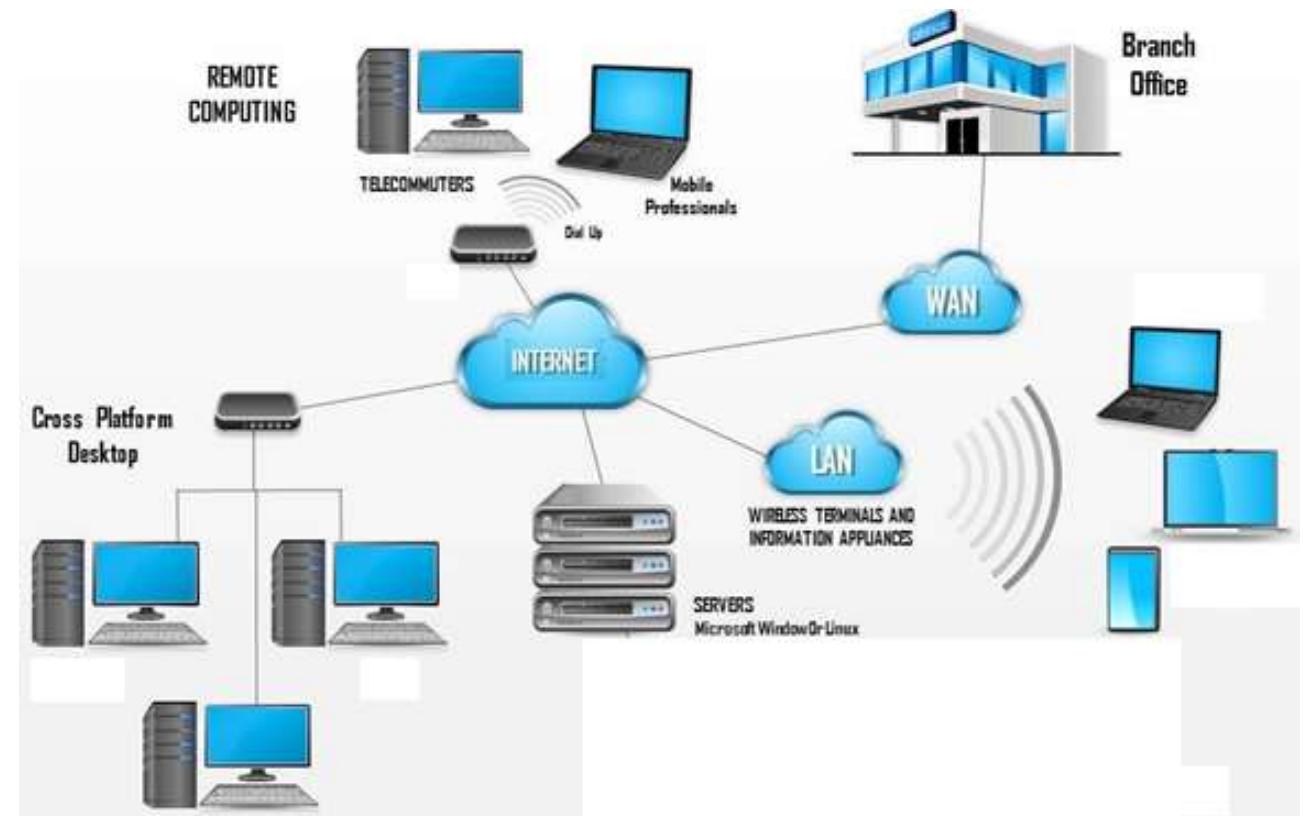
REDES INALÁMBRICAS

LAN

- WiFi
- BlueTooth
- Zigbee

WAN - MAN

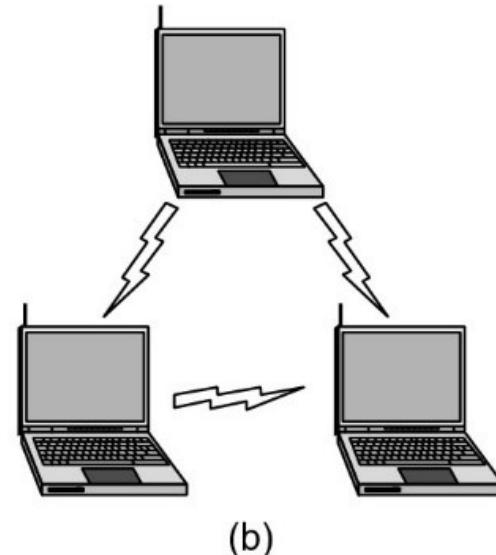
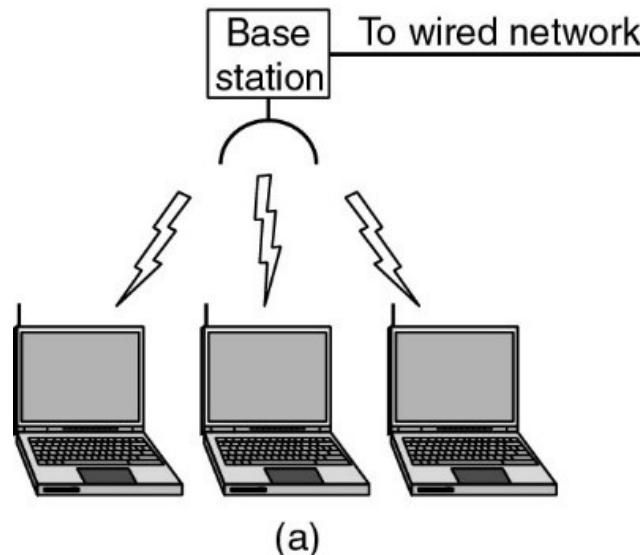
- Wimax
- Celulares



IEEE802.11

Puede trabajar en dos modos:

- Infraestructura: En presencia de un Access Point
- AD-HOC: Con comunicación directa

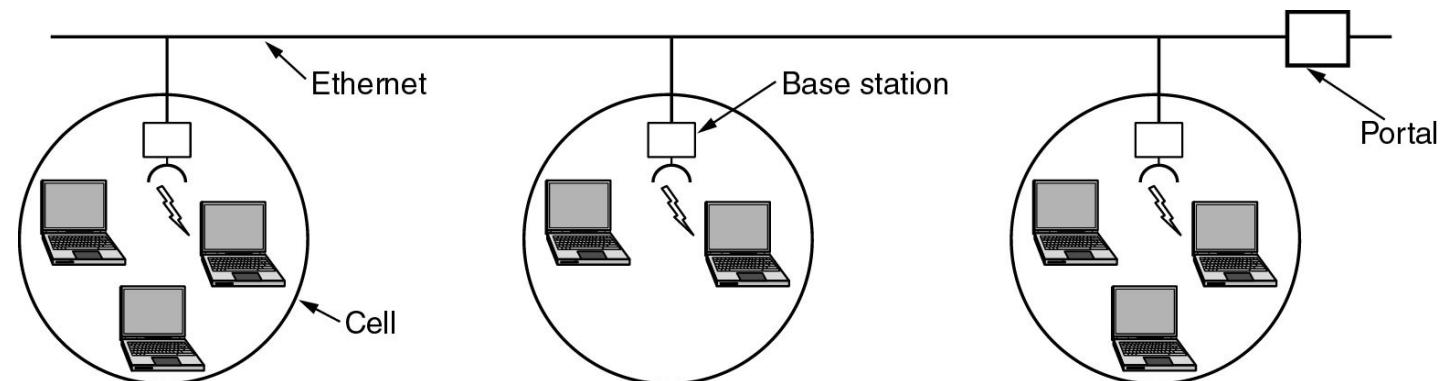


IEEE 802.11

Retos

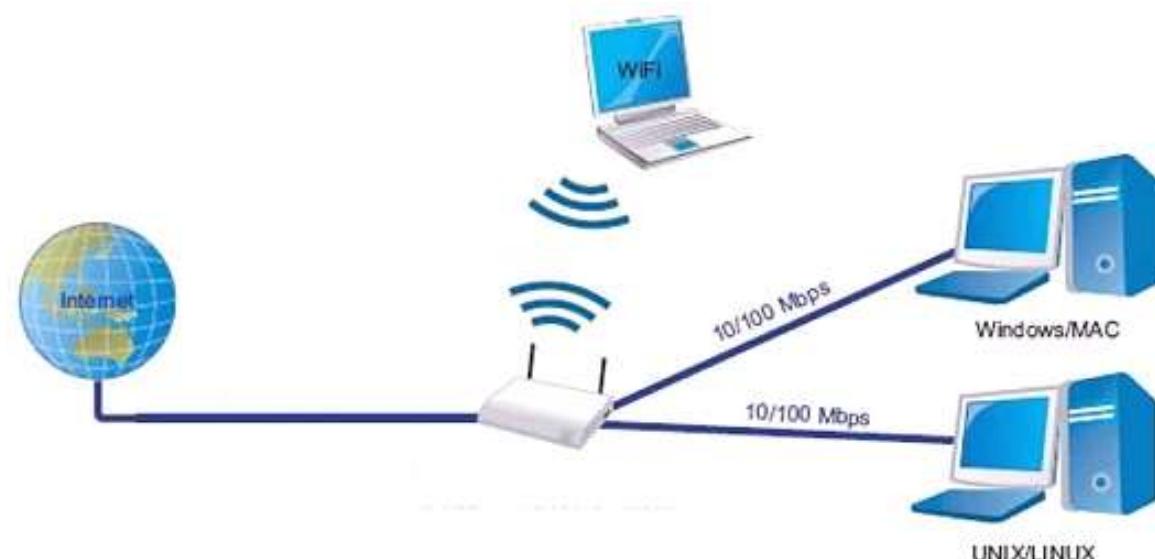
- Frecuencia disponible internacionalmente
- Privacidad
- Duración de baterías
- Salud humana
- Relación AB/Costo

Funcionamiento como Ethernet



PROTOCOLO MAC 802.11

- Distinto y más complejo que Ethernet por características del medio
- CSMA/CA
- Conexión a través de Access Points o Routers inalámbricos



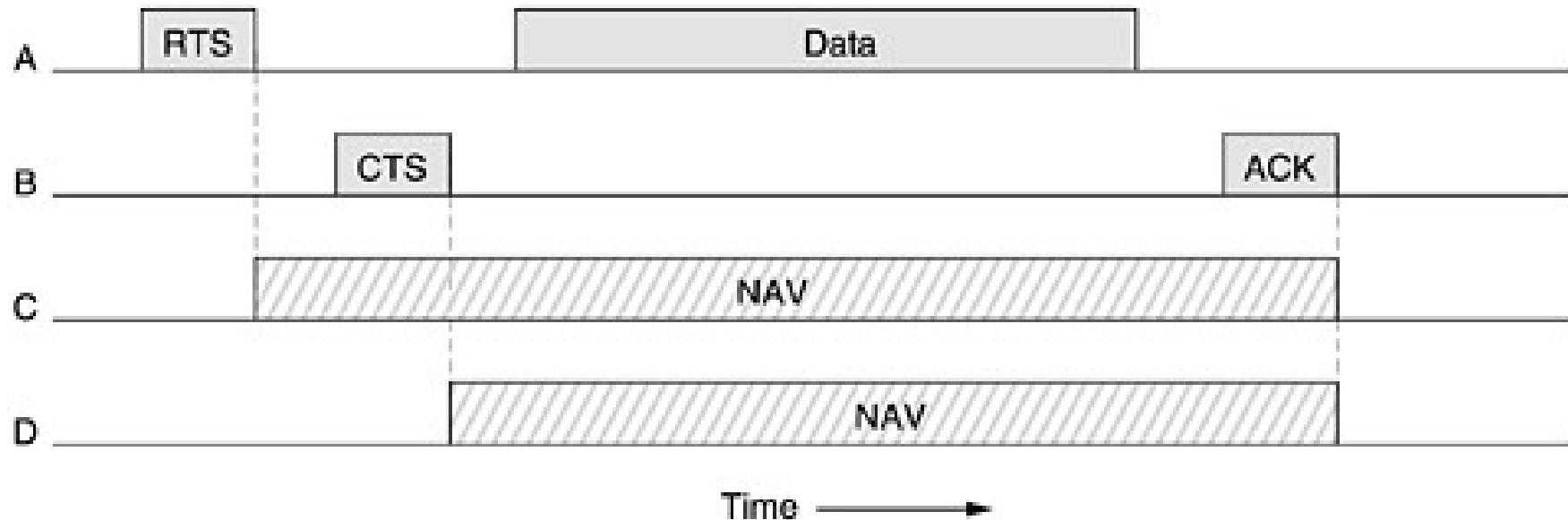


PROTOCOLO MAC 802.11

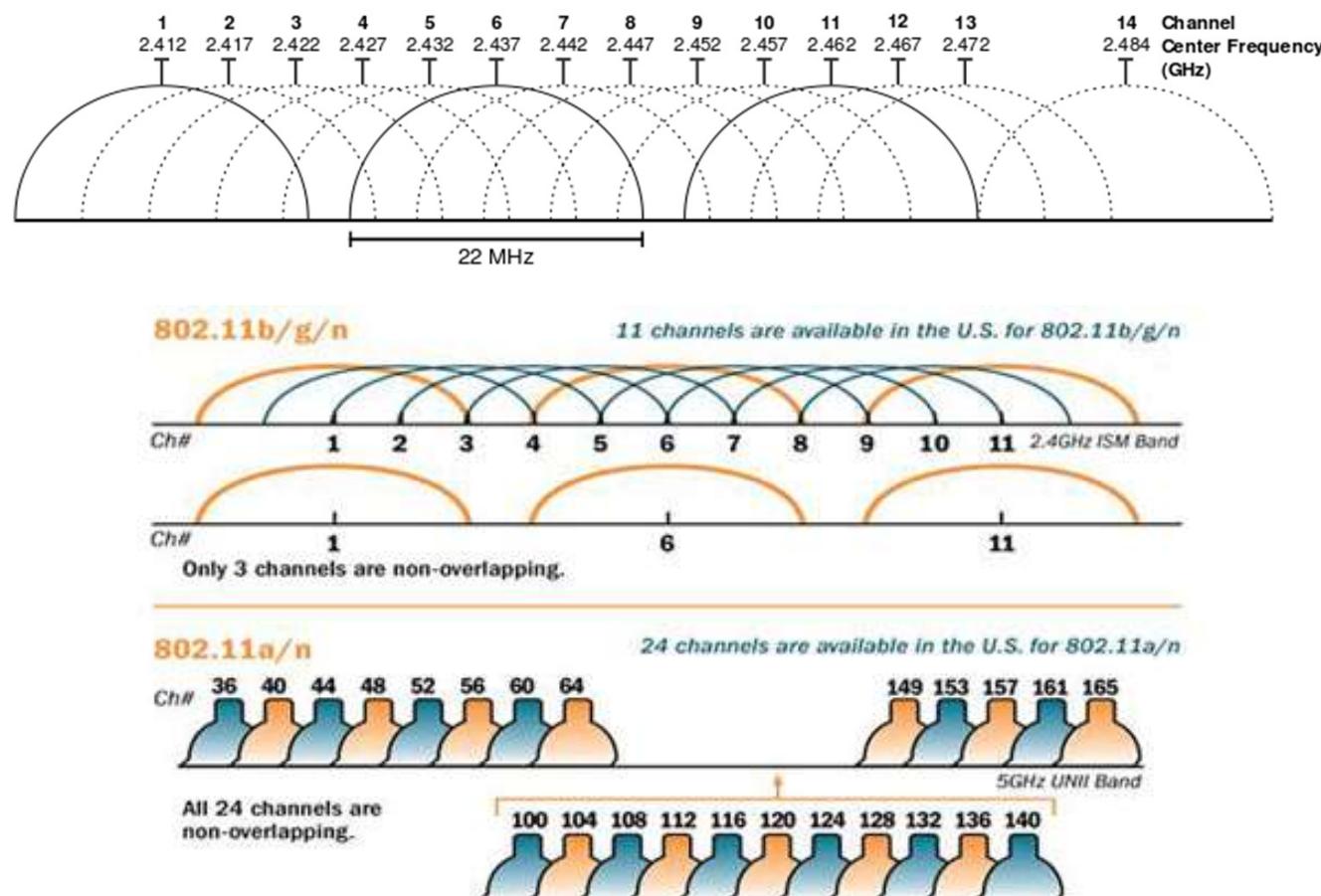
Mensajes importantes

- Solicitud de conexión. SSID
- Autenticación con la base. Se emite un reto que el cliente debe resolver
- Beacon frame. Emitido por el AP para informar de su presencia
- Request To Send (RTS)
- Clear To Send (CTS)
- receptor ocupado (RxBUSY)
- ACK (ACKnowledged) / NAK (NAKnowledged)

PROTOCOLO MAC 802.11

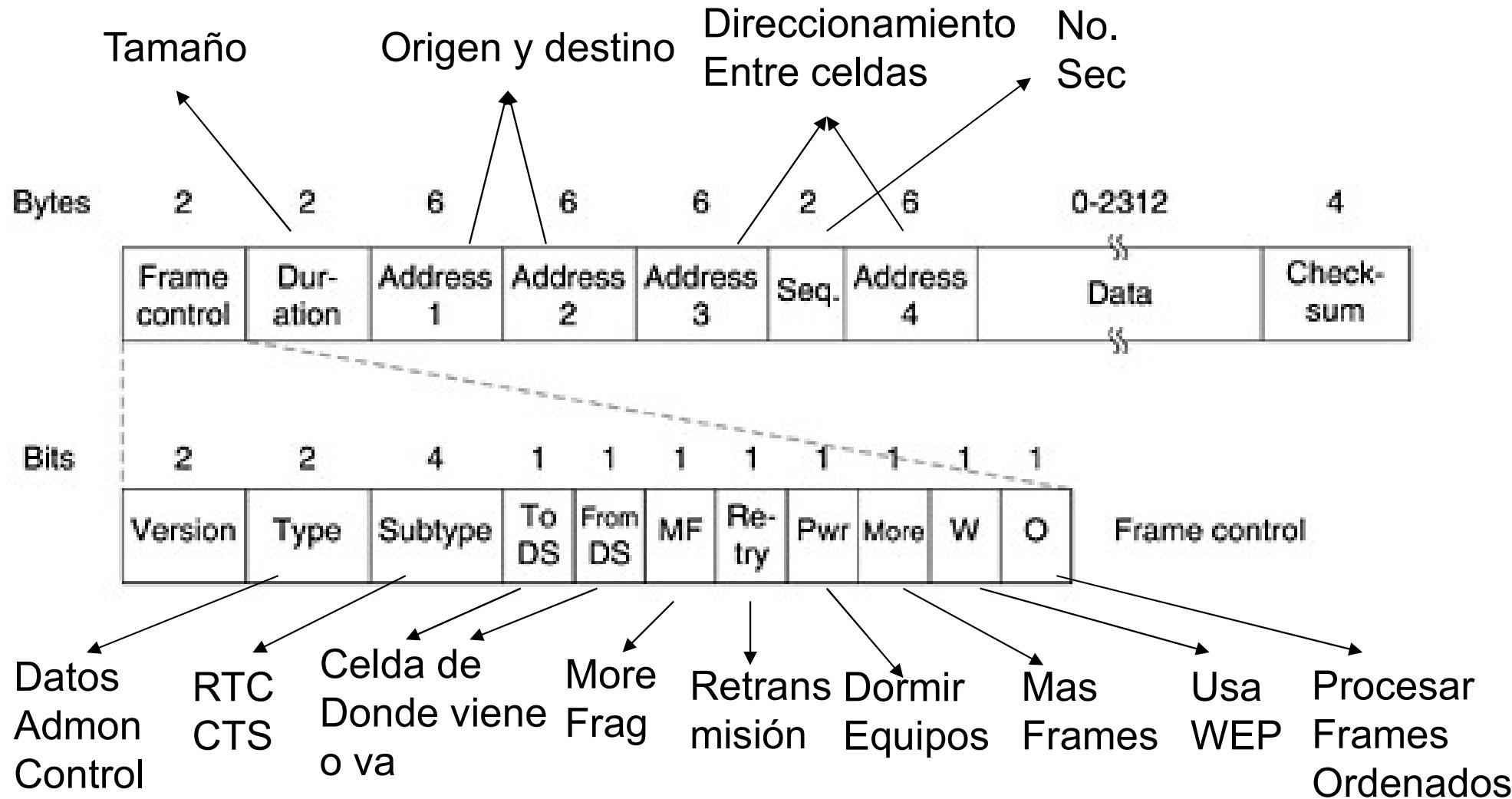


PROTOCOLO MAC 802.11 CANALES

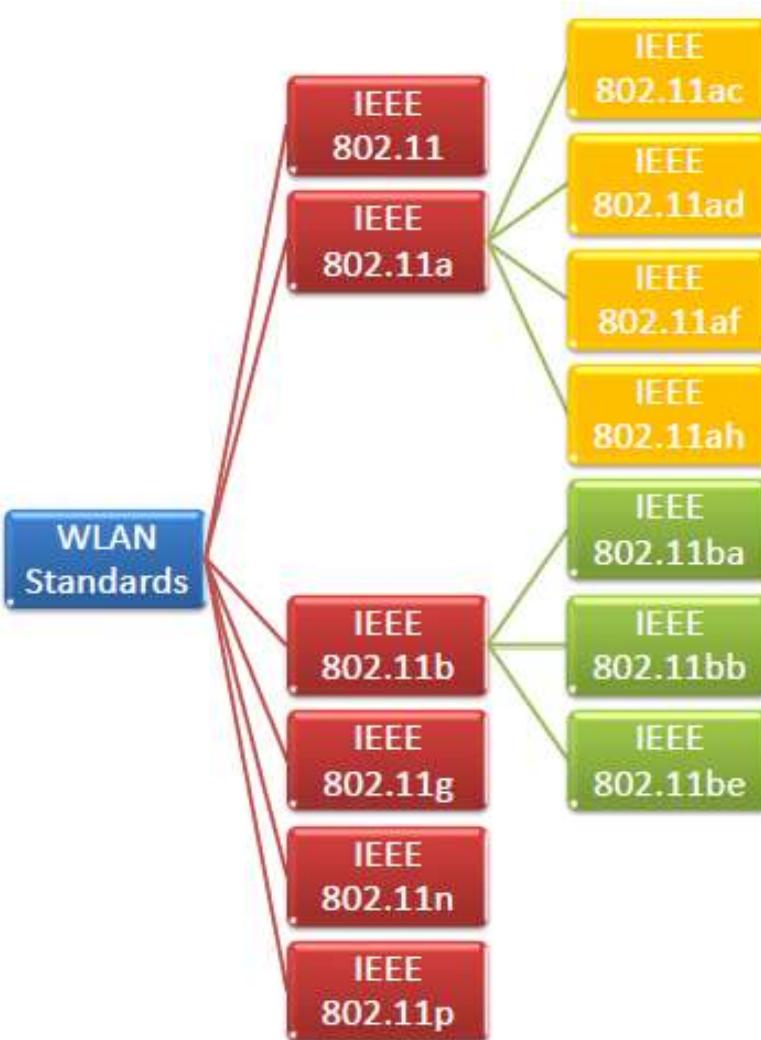


PROTOCOLO MAC 802.11

FRAME



IEEE802.11



Primera versión en 1997

- 1 o 2 Mbps
- Quejas por lentitud
- IR
- IEEE 802.11 Legacy

Otras Versiones

- 802.11a
 - OFDM
 - Banda de 5.7 GHz (menor distancia)
 - 54 Mbps
 - 1999
- 802.11 b – Wi-Fi
 - DSSS
 - Banda de 2.4 GHz (Banda ISM - Industrial, Scientific, Medical)
 - 11 Mbps
 - 1999

Otras versiones (cont.)

- 802.11 g
 - OFDM, DSSS
 - Banda de 2.4 GHz
 - 54 Mbps
 - 2003
- 802.11 n
 - OFDM
 - Banda de 2.4 GHz y 5.7 GHz
 - Entre 15 y 150 Mbps
 - 2009
- 802.11 ac
 - OFDM
 - Banda de 60 GHz
 - Entre 87.6 a 866.7 Mbps
 - 2007 – 2008
- 802.11 ap
 - 27 Mbps
 - Banda 5.9 GHz
 - Para vehículos en movimiento
 - 2010
- 802.11 af, ah, aj, ax, ay

Wireless-N
Broadband Router

Firmware Version: v0.93.3

Wireless-N Broadband Router WRT300N

Wireless Setup Security Access Restrictions Applications & Gaming Administration Status

Basic Wireless Settings Wireless Security Wireless MAC Filter Advanced Wireless Settings

Basic Wireless Settings

Help...

Network Mode: Mixed

Network Name (SSID): Home-Net

Radio Band: Auto

Wide Channel: Auto

Standard Channel: 6 - 2.437GHz

SSID Broadcast: Enabled Disabled



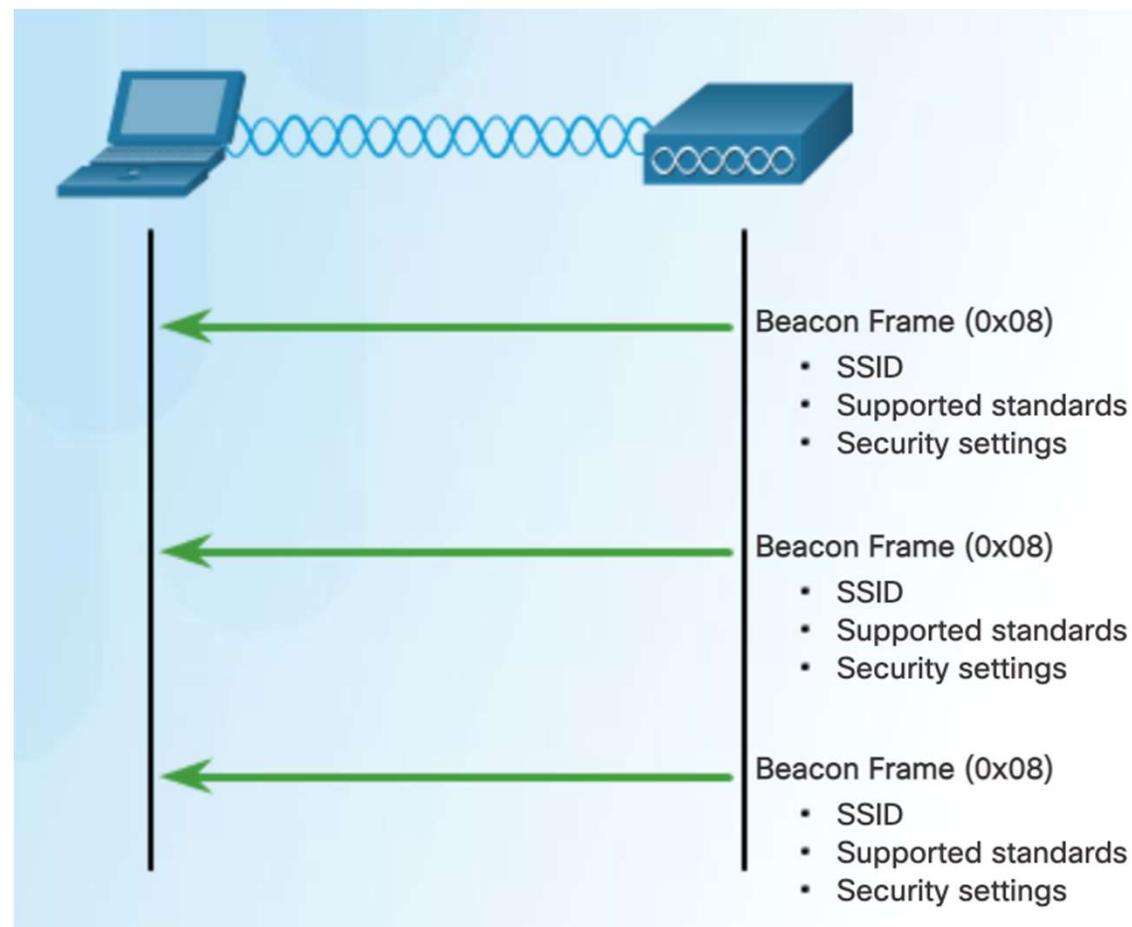
CLIENT TO AP CONNECTION PROCESS



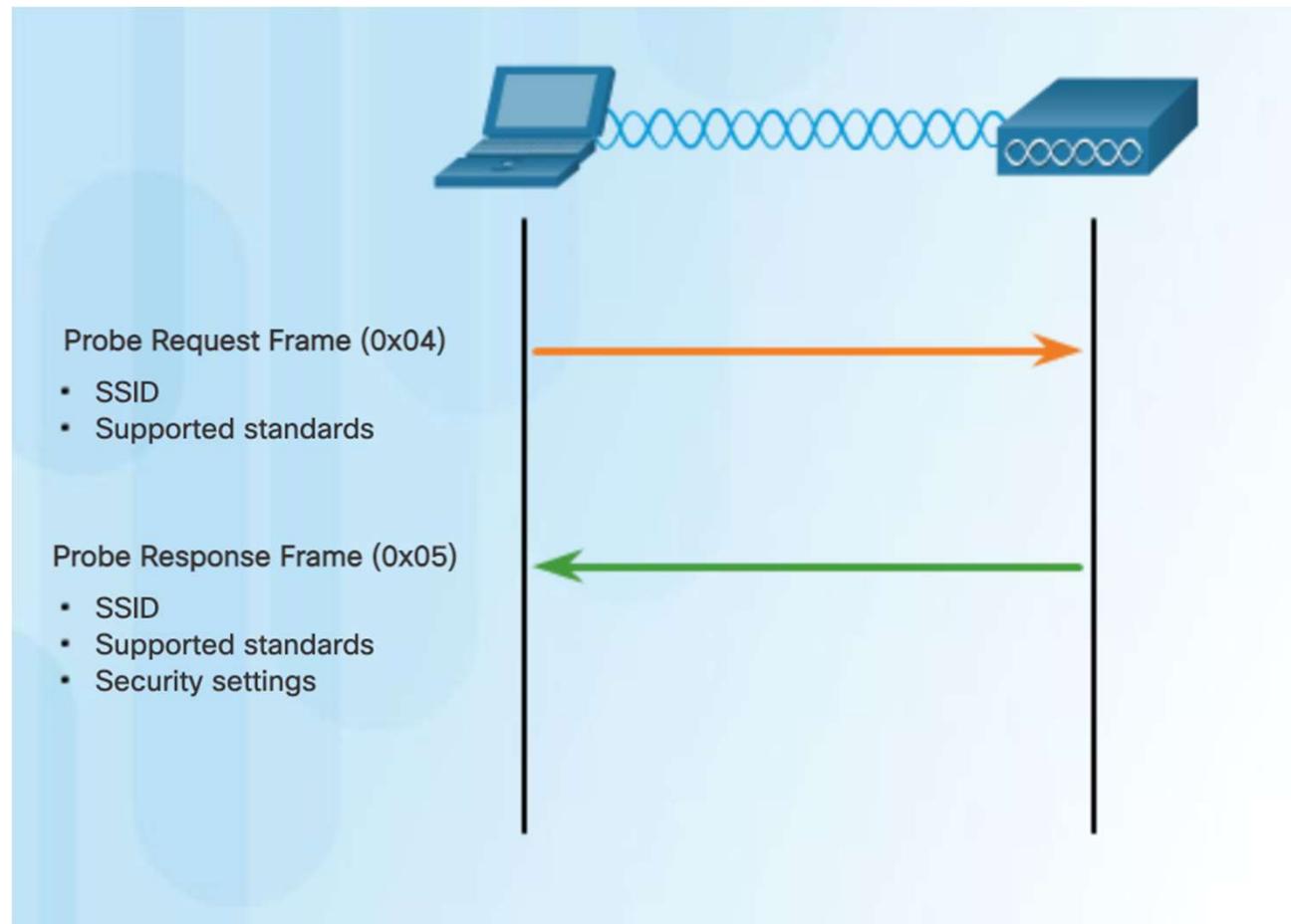
3 pasos (stage)

- Discovery
- Authentication
- Association

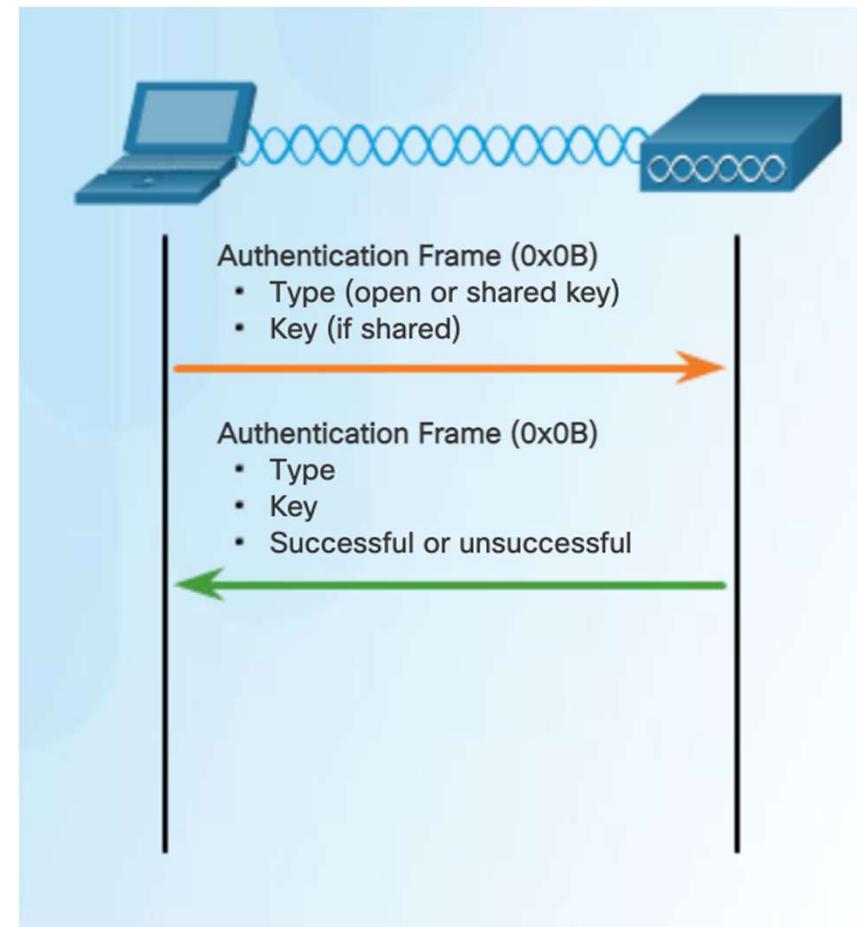
STAGE 1. PASSIVE MODE – CLIENT CONNECTION



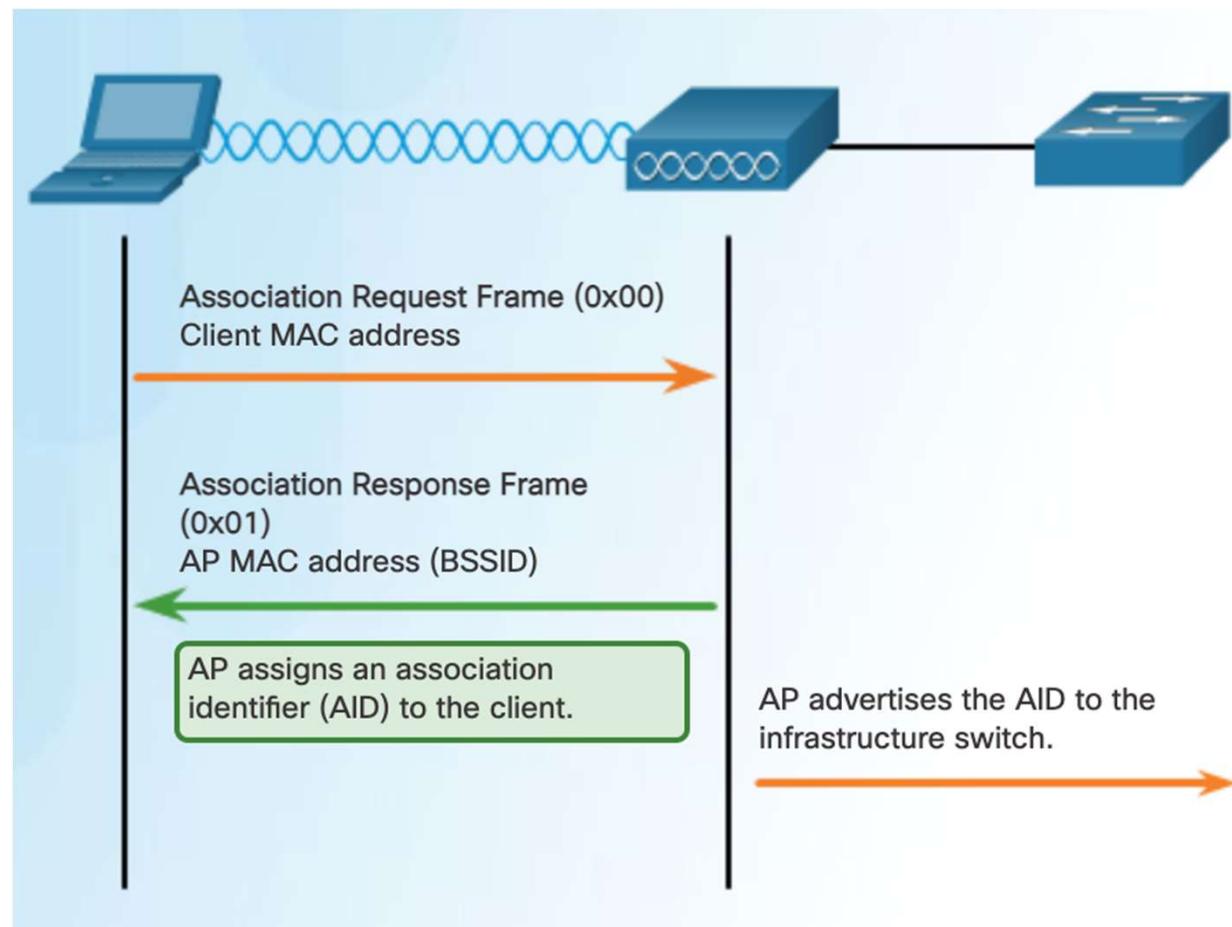
STAGE 1. ACTIVE MODE – CLIENT CONNECTION



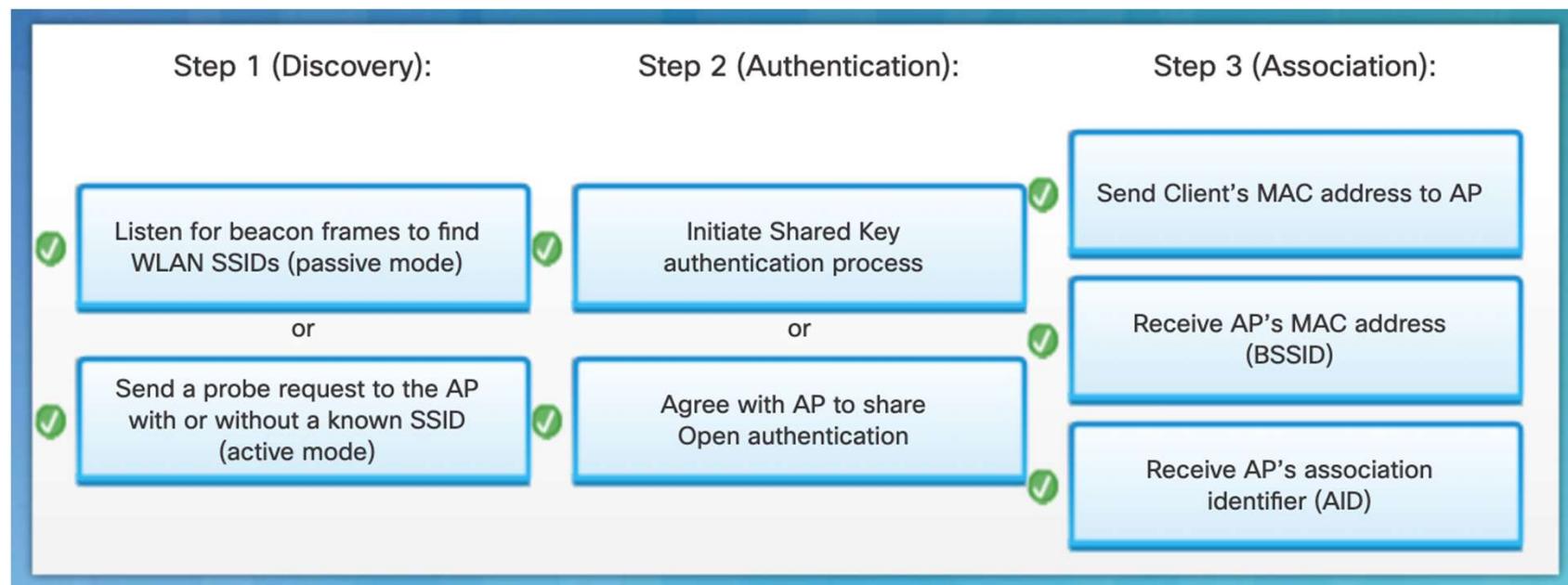
STAGE 2. CLIENT TO AP AUTHENTICATION



STAGE 3. CLIENT TO AP ASSOCIATION



RESUMEN





BLUETOOTH

En 1994 Ericsson, IBM, Intel, Nokia y Toshiba conformaron SIG

- Special Interest Group

Objetivo:

- Estándar de conexión inalámbrica de dispositivos de computación y TC
- Radios de rango corto, baja potencia y baratos

Su nombre proviene Harald Blaatand II

- Rey Vikingo 940-981
- Unificó Dinamarca y Noruega
- Sin cables!!



BLUETOOTH

- IEEE 802.15.1
- Banda ISM
- Bajo consumo de batería
- Bajo costo
- Seguridad
- Maestro/esclavo



ARQUITECTURA



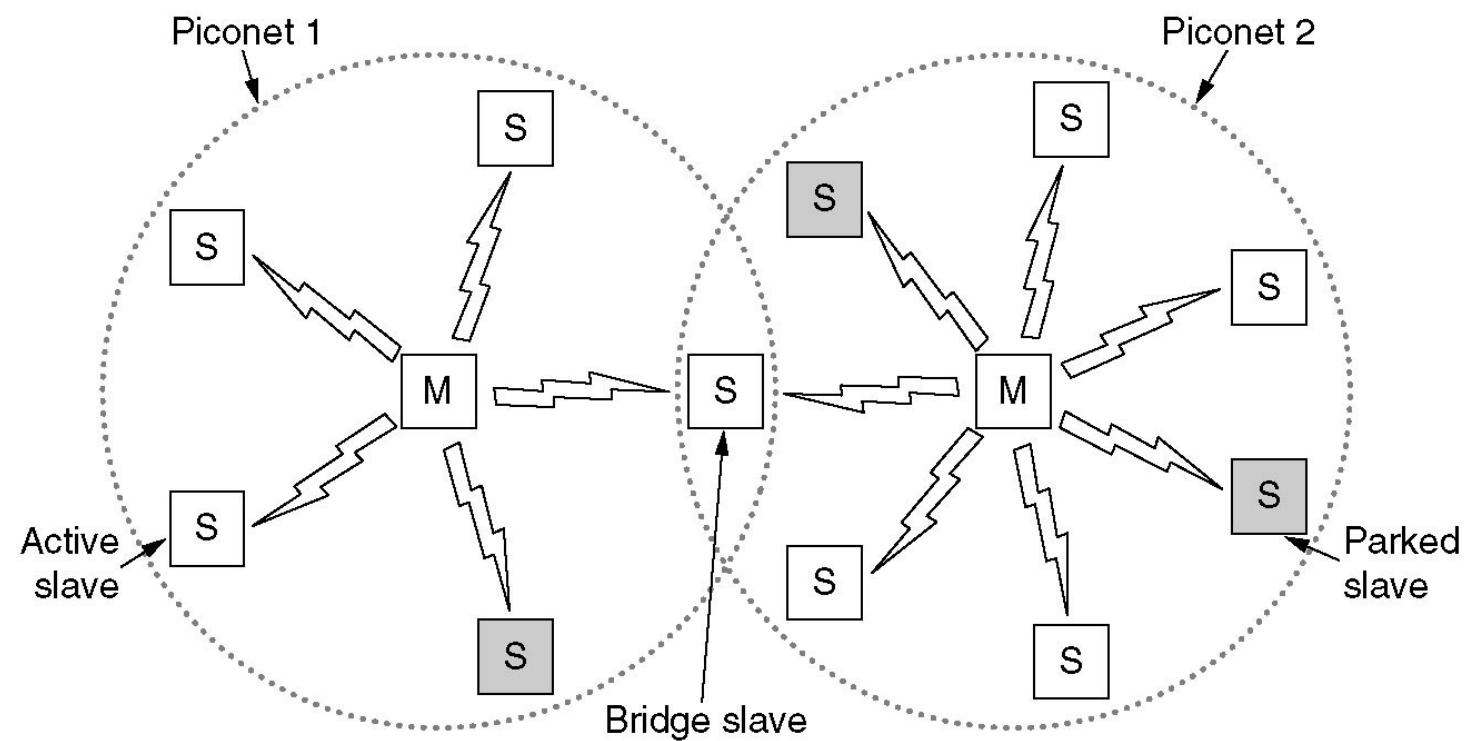
Unidad básica: piconet

- Nodo maestro
- Máximo 7 nodos esclavos activos, 255 parqueados
- Distancia máx. de 10 m. (100 m)
- Varias piconets pueden estar en el mismo cuarto
- No hay comunicación entre esclavos

Scatternet

- Conjunto de piconets interconectadas

CONEXIÓN DE PICONETS



BLUETOOTH





ZIGBEE



Origen

- Del nombre
 - Está relacionado con las colmenas de abejas (reina, abejones y obreras)
 - La manera como se comunican cada una de ellas con el resto de abejas de la colmena
- De la tecnología
 - Septiembre del 2002 comienza la investigación
 - Noviembre 2004 lanzamiento oficial
 - Zigbee alliance
 - Empresas:
 - Ember, Freescale, Honeywell, Invensys, Mitsubishi, Motorola, Philips y Samsung
 - Otras empresas: De semiconductores, proveedores IP-inalámbricos, OEMs y usuarios finales



ZIGBEE



- Estándar para comunicación de datos a corto alcance
- IEEE 802.15.4
- Bajo consumo de baterías (2 años a ∞)
- Bajo costo
- Distancia de hasta 75 mts
- Velocidad: 20 Kbps a 250 Kbps
- Seguridad: encripción
- Estructura
 - Maestro/esclavo
 - Hasta 65.536 nodos
 - Control de acceso al medio CSMA/CA
 - Utiliza DSSS

Para redes PAN y HAN

Low-power, low-cost, low-complexity networking for the Internet of Things

Zigbee alliance

ZIGBEE

Aplicaciones

Seguridad
Control de temperatura
Control de luces
Control de acceso

Monitoreo de pacientes
Control de estado físico

Manejo de carga
Control de procesos
Control de ambiente
Control de energía

Automatización De edificios



Salud

?



Control Industrial

ZigBee

Control de clima
Predicción de terremotos
Control de incendios
Controles en automóviles
Control de cultivos



Otros



Electrodomésticos



PC & periféricos

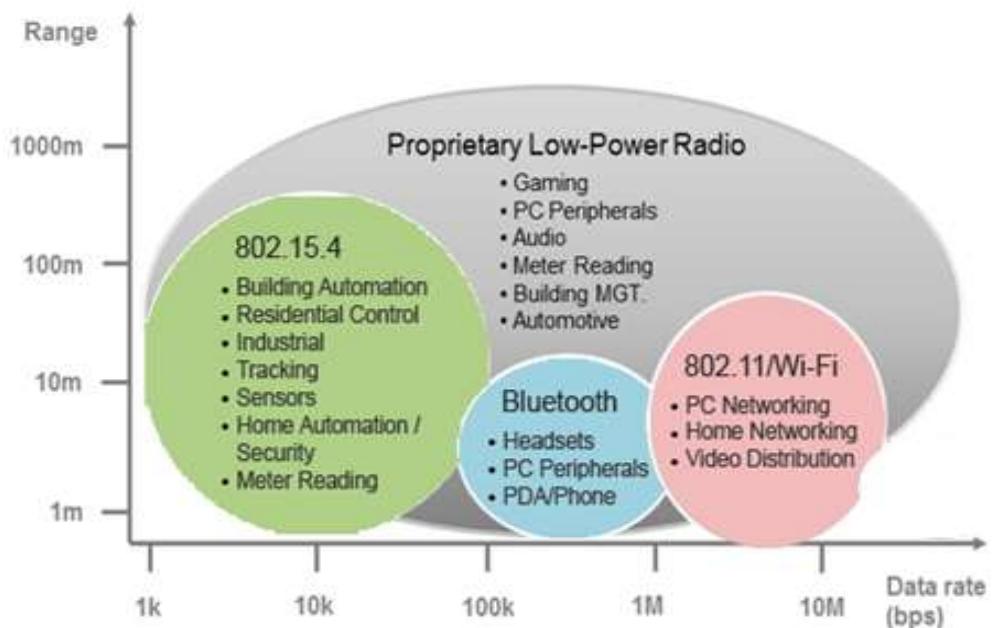
seguridad
Control de temperatura
Control de luces
Control de acceso
Irrigación de jardines

TV
VCR
DVD/CD
Controles remotos

mouse
teclados
joystick

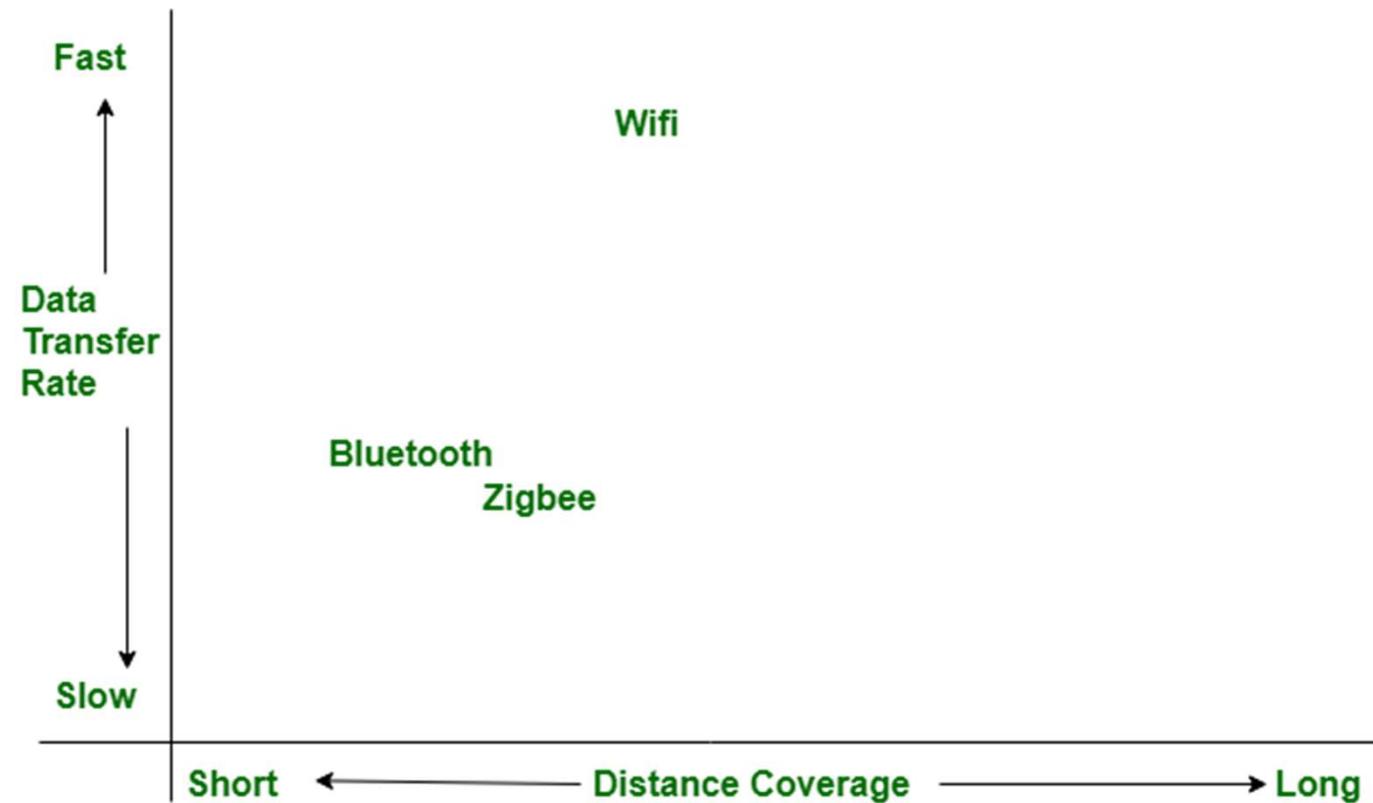
ZIGBEE

	ZigBee	802.11 (Wi-Fi)	Bluetooth
Data Rate	20, 40, and 250 Kbits/s	11 & 54 Mbits/sec	1 Mbits/s
Range	10-100 meters	50-100 meters	10 meters
Networking Topology	Ad-hoc, peer to peer, star, or mesh	Point to hub	Ad-hoc, very small networks
Operating Frequency	868 MHz (Europe) 900-928 MHz (NA), 2.4 GHz (worldwide)	2.4 and 5 GHz	2.4 GHz
Complexity (Device and application impact)	Low	High	High
Power Consumption (Battery option and life)	Very low (low power is a design goal)	High	Medium
Security	128 AES plus application layer security		64 and 128 bit encryption



ZIGBEE

Comparación con otras tecnología inalámbricas





WIMAX



- Wireless Interoperability for Microwave Access
- MAN
- IEEE 802.16, IEEE 802.16a, IEEE 802.16e
- 100 Mbps
- 40 a 70 km
- Requiere licencia (normalmente)
- QPSK y OFDM
- Bandas
 - 2 a 11 GHz
 - 10 a 66 GHz (requiere línea de vista)



VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS INALÁMBRICOS



Ventajas:

- Facilidad de
 - Instalación
 - Modificaciones
 - Movilidad
 - Crecimiento
- Bandas no licenciadas

Desventajas

- Seguridad
- Bandas no licenciadas



REFERENCIAS

- CCNA Routing and switching: Introduction to Network and Routing and Switching Essentials modules. Cisco System. 2018.
- Wu, Chwan-Hwa, Introduction to computer networks and cybersecurity. CRC Press. 1336 páginas. 2013.
- Douglas E. Comer. Internetworking with TCP/IP Volume One (6th Edition). Pearson. 744 páginas. 2013.
- James Kurose and Keith Ross. Computer Networking: A Top-Down Approach (7th Edition). Pearson. 864 páginas. 2016.
- Stallings, William. Comunicaciones y redes de computadores. Prentice Hall, 7ma edición. 896 páginas. 2008.
- Computer Networks. 4/E. Andrew Tanenbaum.
- Telecomunicaciones y Telemática: De las señales de humo a Internet. 2da edición. Álvaro Torres Nieto.



PREGUNTAS





gracias