

LANS Y ETHERNET

Redes de Datos I



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

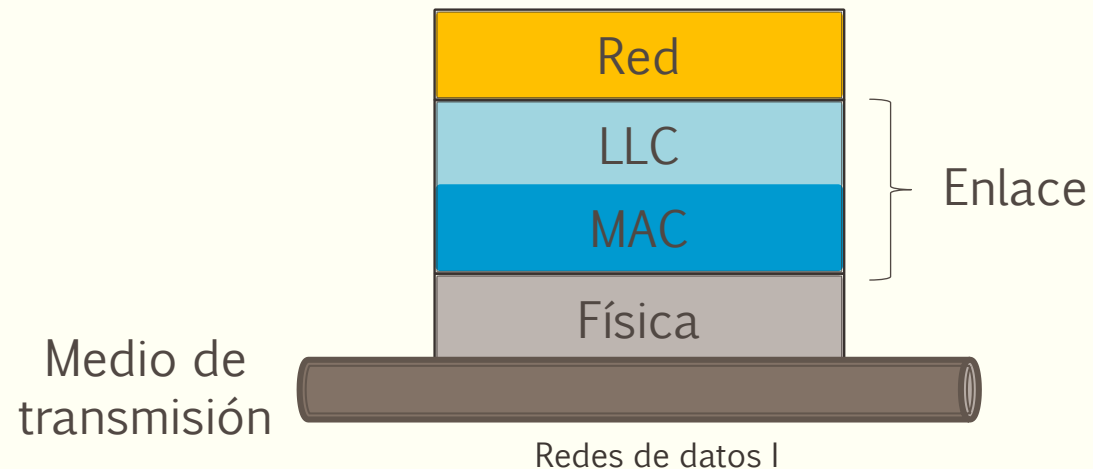
LANs y Ethernet

Cuando compartimos un medio de transmisión necesitamos un protocolo para coordinar el acceso al medio.

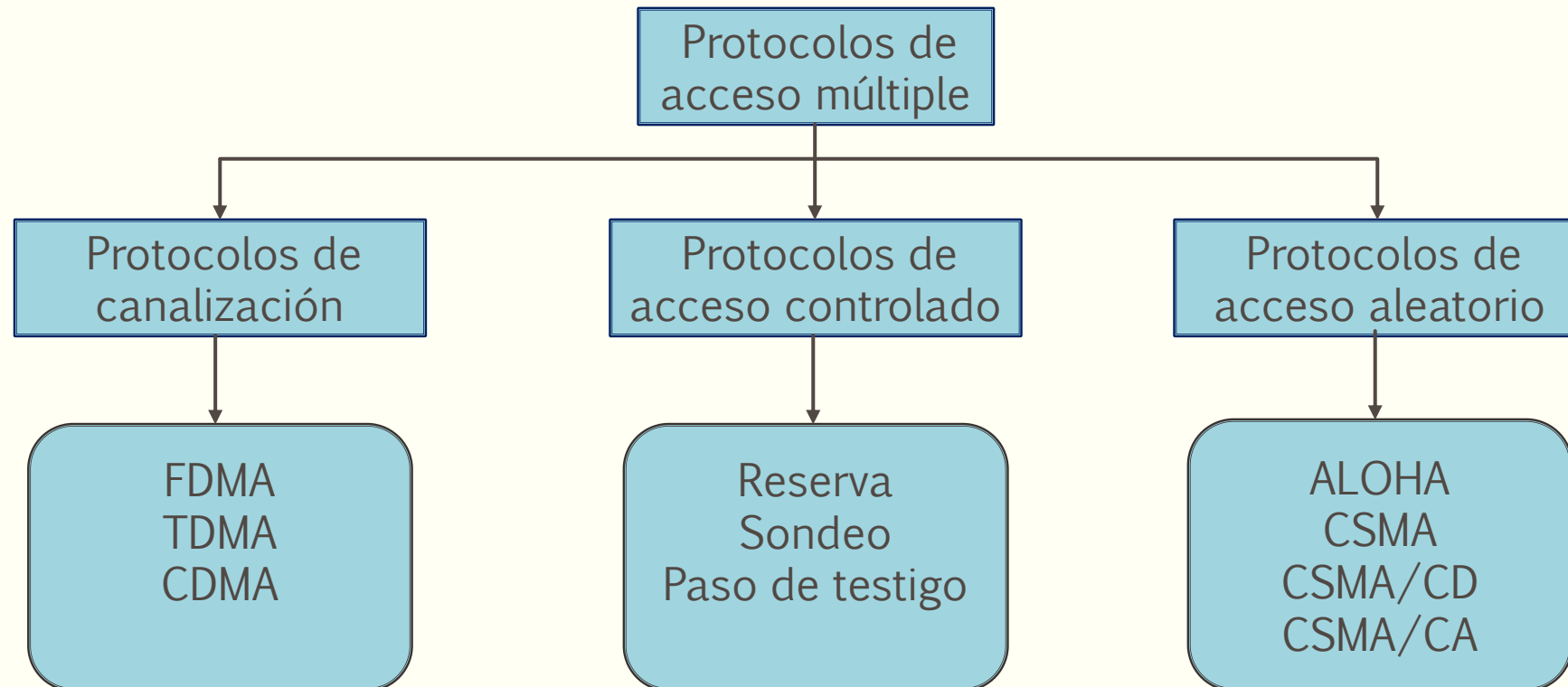
A la capa de enlace la podemos subdividir en dos capas:

La subcapa MAC (Media Access Control) se encarga de dicha coordinación

La subcapa LLC (Logical Link Control) se encarga del control de flujo, control de errores, y parte del entramado.

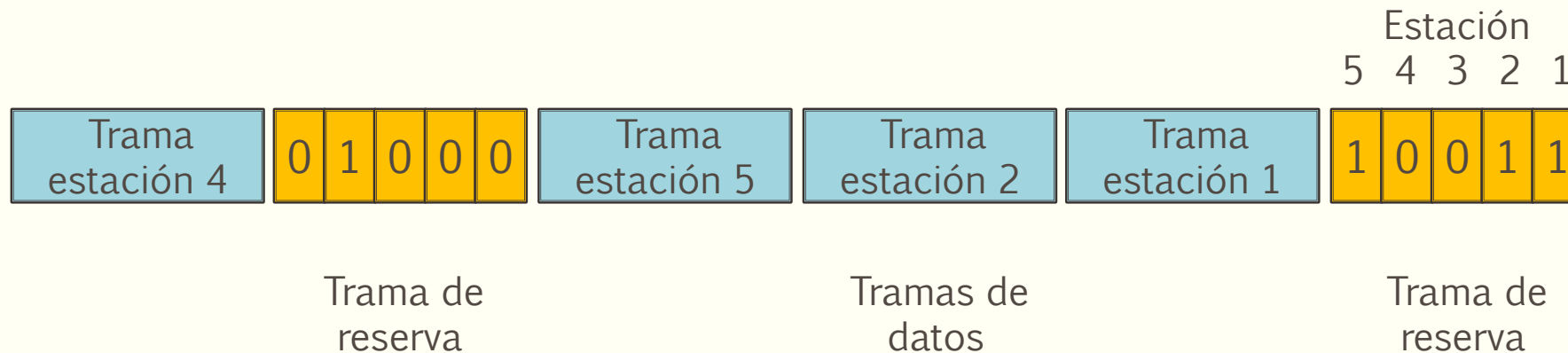


LANs y Ethernet



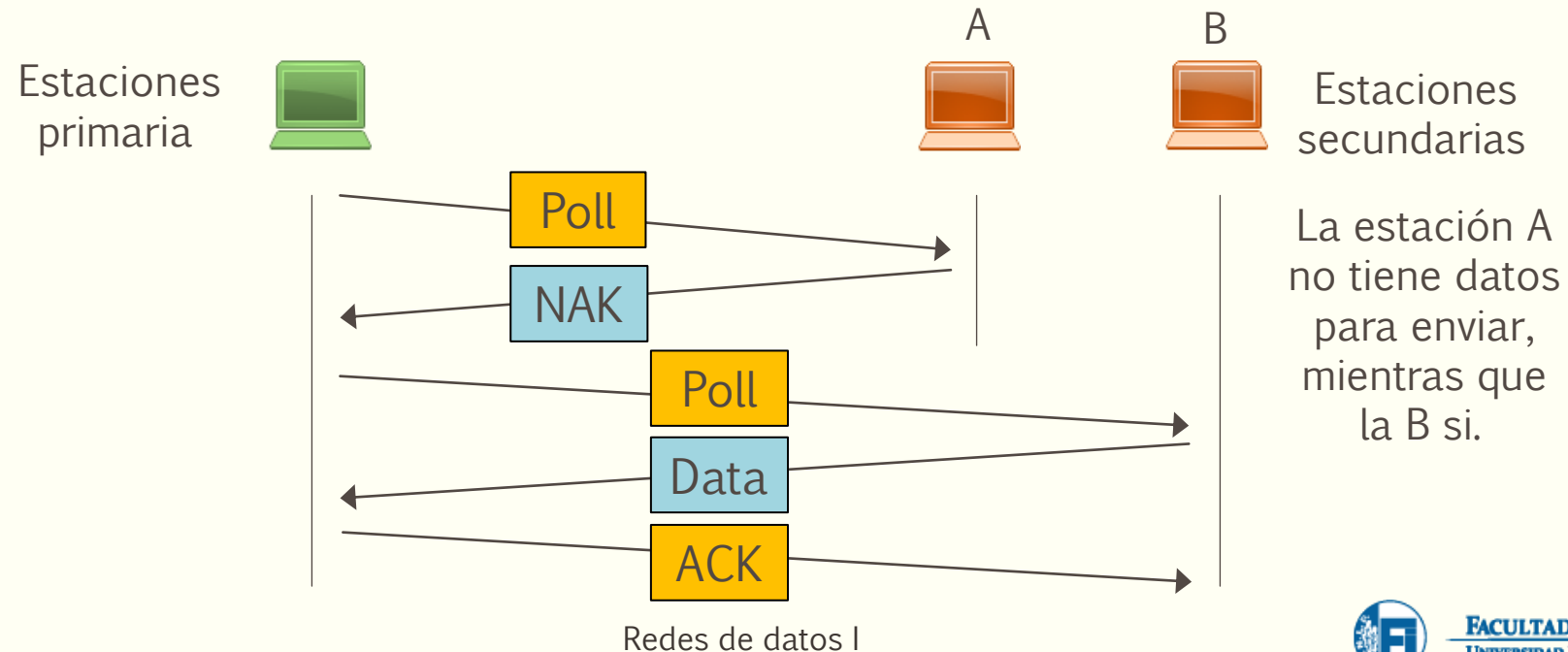
Protocolos de acceso controlado

- Reserva:
 - La transmisión se divide en intervalos de tiempos.
 - Cada intervalo contiene una trama de reserva y la/s trama/s de datos.
 - En la trama de reserva hay una mini ranura para cada estación. Cada estación hace uso de la mini ranura para hacer una reserva y procede a enviar la trama de datos dentro del intervalo.



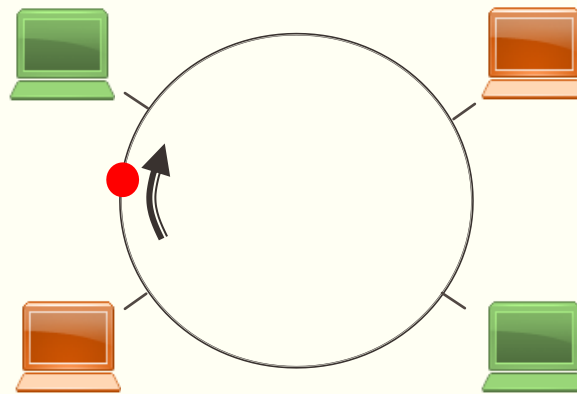
Protocolos de acceso controlado

- Sondeo:
 - Se designa una estación primaria (la que controla el enlace) y el resto como secundarias (acatan las instrucciones de la primaria).
 - La estación primaria es la que inicia la sesión. Utiliza las funciones de Select/Poll. Si la estación primaria es la que debe enviar datos, debe alertar a la secundaria



Protocolos de acceso controlado

- Paso de testigo:
 - Las estaciones se organizan en un anillo lógico.
 - Hay un paquete especial, el token (testigo) que habilita a una estación a transmitir.
 - El token se va pasando de una a otra por el anillo; debe ser gestionado para evitar que se destruya o se pierda, para gestionar prioridades por estación o tipo de tráfico, y para limitar el tiempo de posesión.



Algo de historia....

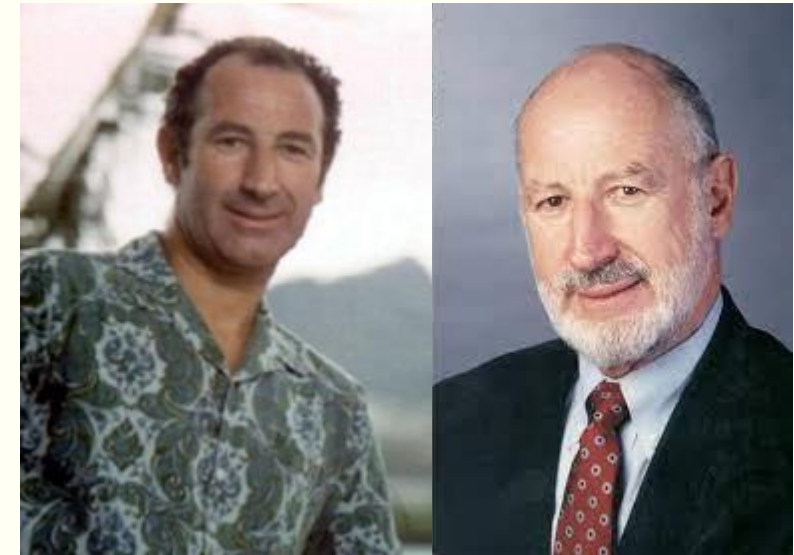
- 1969: Nace ARPANET



Algo de historia....

- 1970: Abramson crea la red ALOHAnet

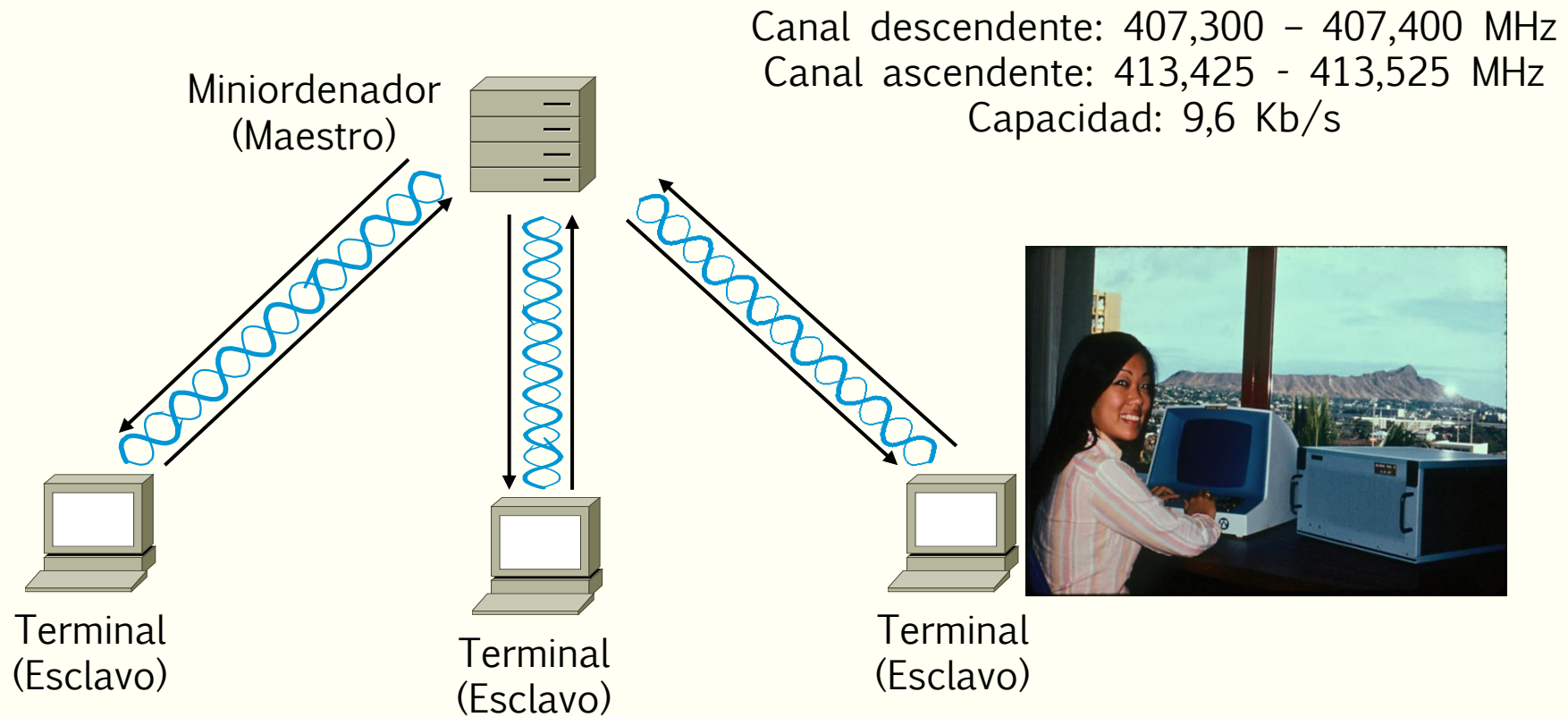
ALOHA: Additive Links On-Line on Hawaii Area



Norman Abramson
(1932-2020)

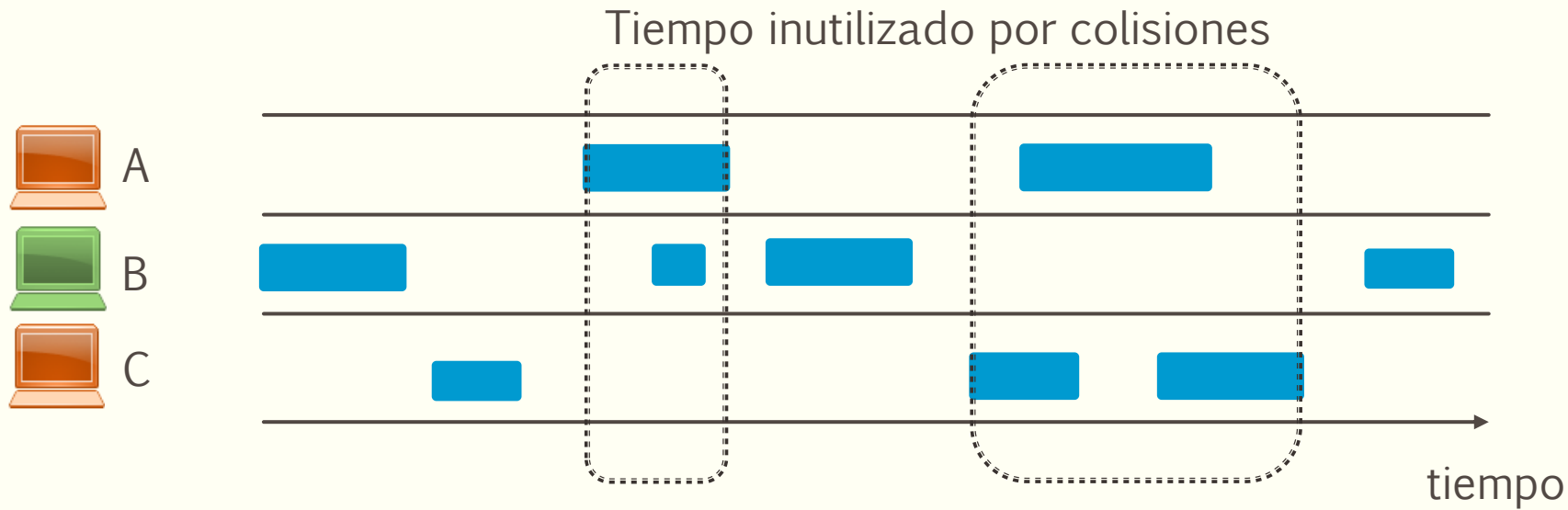
Algo de historia....

■ ALOHAnet



Algo de historia....

■ ALOHAnet



Considerando una distribución de Poisson para el tráfico de red, la utilización del canal es de $S = G \times e^{-2G}$ (utilización max. = 18%)

Algo de historia....

Ejemplos, ALOHA

- Una red basada en ALOHA transmite tramas de 200 bits en un canal compartido de 200 kbps. ¿Cuál es el rendimiento que produce el sistema si se generan 1000 tramas por segundo? ¿Y si fueran 500 tramas por segundo? ¿y 250?

El tiempo de transmisión de una trama es de $200 \text{ bits} / 200 \text{ kbps} = 1 \text{ ms}$

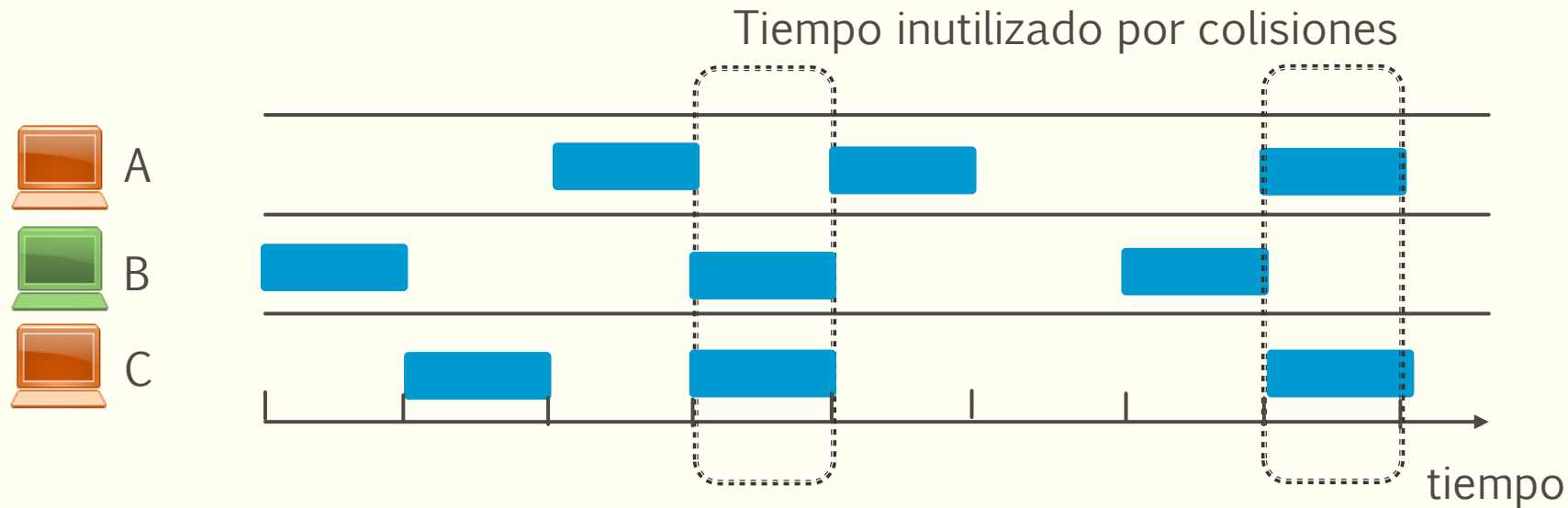
Si se generan 1000 tramas por segundo, equivale a 1 trama cada 1 ms. Por lo tanto, la carga del sistema es 1. Por lo tanto, $S = 1 \times e^{-2} = 0,135$ (13,5%)

Si se generan 500 tramas por segundo, equivale a 0,5 tramas cada 1 ms. Por lo tanto, la carga del sistema es 0,5. Por lo tanto, $S = 0,5 \times e^{-1} = 0,18$ (18%)

Si se generan 250 tramas por segundo, equivale a 0,25 tramas cada 1 ms. Por lo tanto, la carga del sistema es 0,25. Por lo tanto, $S = 0,25 \times e^{-0,5} = 0,151$ (15,1%)

Algo de historia....

- 1972: ALOHAnet ranurado



Cada trama puede transmitir en intervalos de tiempo prefijados. La longitud de las tramas debe ser fija.
La utilización del canal es de $S = G \times e^{-G}$
(utilización max. = 37%)



Larry Roberts

Algo de historia....

Ejemplos, ALOHA (continuación)

- Una red basada en ALOHA ranurado transmite tramas de 200 bits en un canal compartido de 200 kbps. ¿Cuál es el rendimiento que produce el sistema si se generan 1000 tramas por segundo? ¿Y si fueran 500 tramas por segundo? ¿y 250?

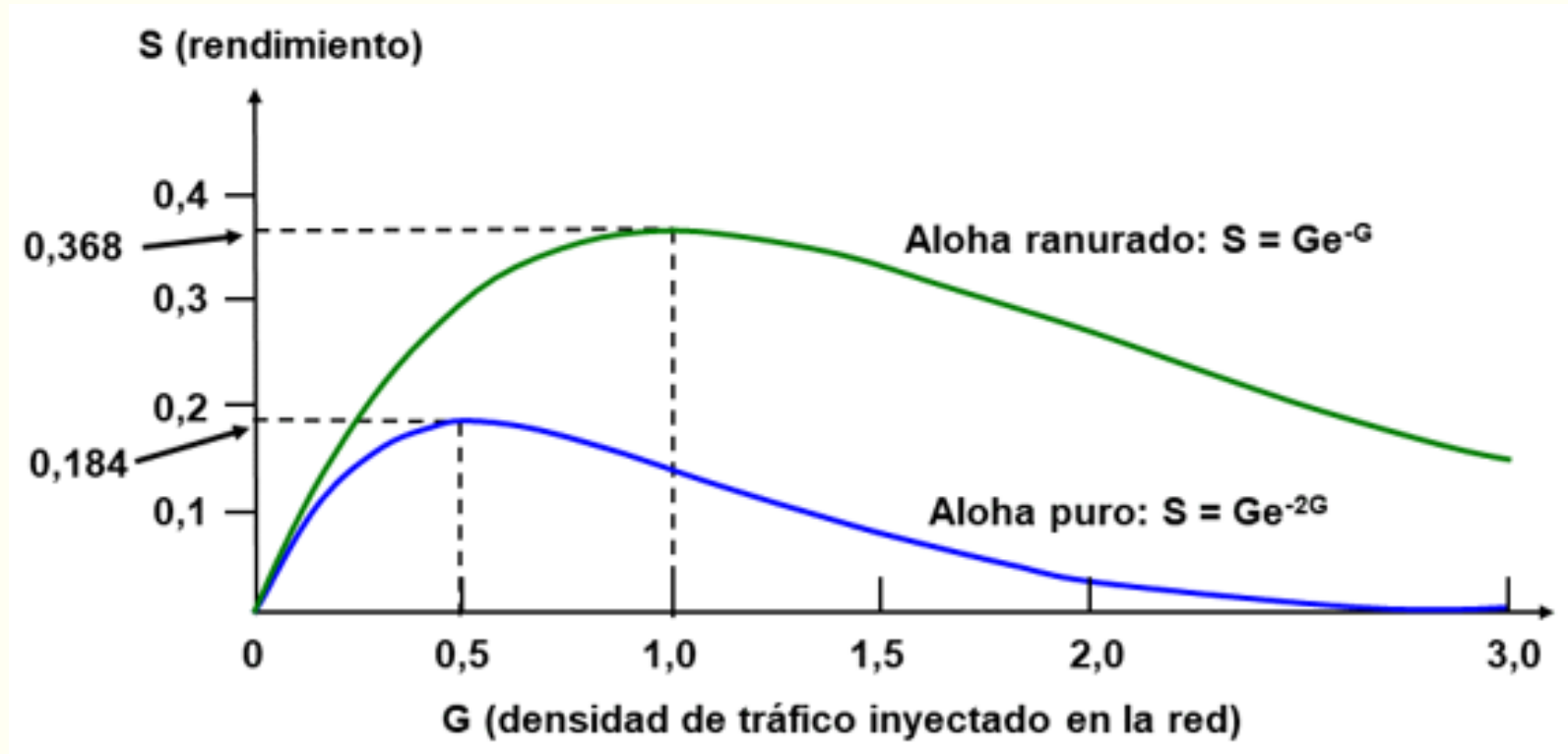
El tiempo de transmisión de una trama es de $200 \text{ bits} / 200 \text{ kbps} = 1 \text{ ms}$

Si se generan 1000 tramas por segundo, equivale a 1 trama cada 1 ms. Por lo tanto, la carga del sistema es 1. Por lo tanto, $S = 1 \times e^{-1} = 0,367$ (36,7%)

Si se generan 500 tramas por segundo, equivale a 0,5 tramas cada 1 ms. Por lo tanto, la carga del sistema es 0,5. Por lo tanto, $S = 0,5 \times e^{-0,5} = 0,303$ (30,3%)

Si se generan 250 tramas por segundo, equivale a 0,25 tramas cada 1 ms. Por lo tanto, la carga del sistema es 0,25. Por lo tanto, $S = 0,25 \times e^{-0,25} = 0,195$ (19,5%)

Algo de historia....



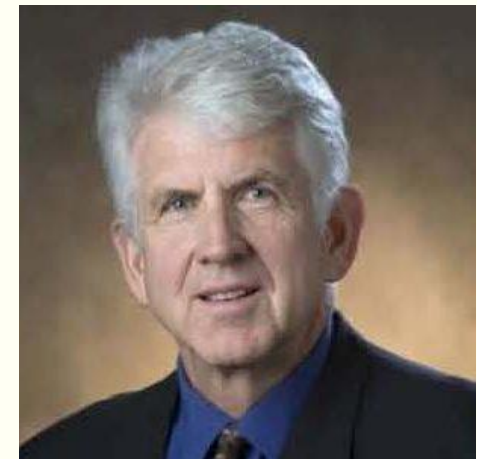
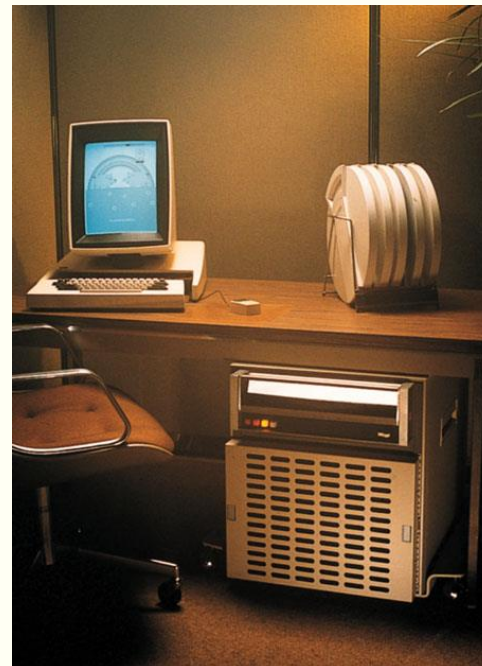
Rendimiento de Aloha suponiendo una distribución de Poisson

Algo de historia...Ethernet

- 1970: Robert Metcalfe (MIT) empieza tesis en Harvard (optimización Aloha)
- 1972: Metcalfe llega a Xerox PARC (Palo Alto Research Center); se le encarga diseñar la red del laboratorio

Xerox Corporation lanzó el desarrollo de su computadora personal “Alto”.

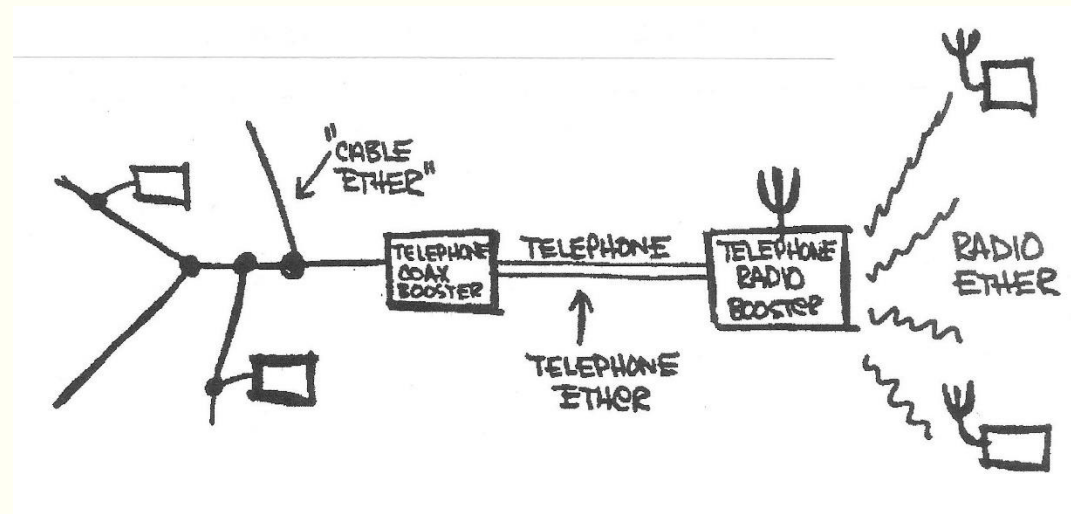
- Resolución gráfica: 800 x 600
- CPU: 5,88 MHz
 - Formada por tres tarjetas con 200 chips cada una
- Memoria: 128 KB
- Disco: 2,5 MB



Robert Metcalfe
1946 -

Algo de historia...Ethernet

- Metcalfe encontró errores en el diseño de ALOHAnet, le hizo correcciones, y lo utilizó para su tesis doctoral.
- 22/5/1973: Metcalfe publica un memorándum en Xerox



- 11/11/1973: Ethernet experimental (Metcalfe y David Boggs): 2,94 Mbps, direcciones de 8 bits, CRC-16, 1,6 Km

Algo de historia...Ethernet

XEROX

MEMO

MAY 22, 1973

TO: ALTO ALOHA DISTRIBUTION
FROM: BOB METCALFE
SUBJECT: ETHER ACQUISITION

HERE IS MORE ROUGH STUFF ON THE ALTO ALOHA NETWORK.

I PROPOSE WE STOP CALLING THIS THING "THE ALTO ALOHA NETWORK". FIRST, BECAUSE IT SHOULD SUPPORT ANY NUMBER OF DIFFERENT KINDS OF STATION -- SAY, NOVA, PDP-11, SECOND, BECAUSE THE ORGANIZATION IS BEGINNING TO LOOK VERY MUCH MORE BEAUTIFUL THAN THE ALOHA RADIO NETWORK -- TO USE CHARLES'S "BEAUTIFUL".

MAYBE: "THE ETHER NETWORK". SUGGESTIONS?

I HOPE TO BE SIMULATING SOON. HELP? INPUTS?

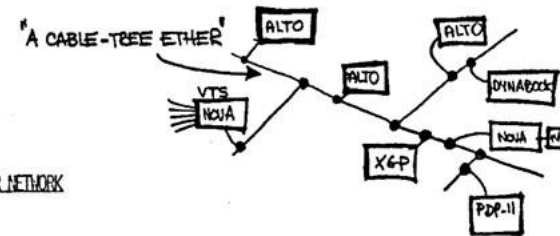
I HOPE YOU WILL NOT BE OFFENDED BY MY ATTEMPTS TO MAKE THIS THINKING AND DESIGN APPEAR THEORETICAL.

Bd

ETHER!



XEROX

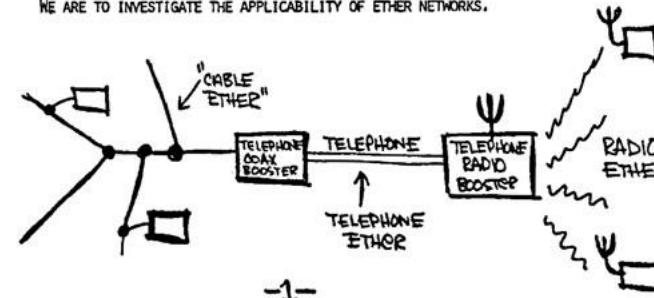


THE ETHER NETWORK

WE PLAN TO BUILD A SO-CALLED BROADCAST COMPUTER COMMUNICATION NETWORK, NOT UNLIKE THE ALOHA SYSTEM'S RADIO NETWORK, BUT SPECIFICALLY FOR IN-BUILDING MINICOMPUTER COMMUNICATION. WE THINK IN TERMS OF NOVA'S AND ALTO'S JOINED BY COAXIAL CABLES.

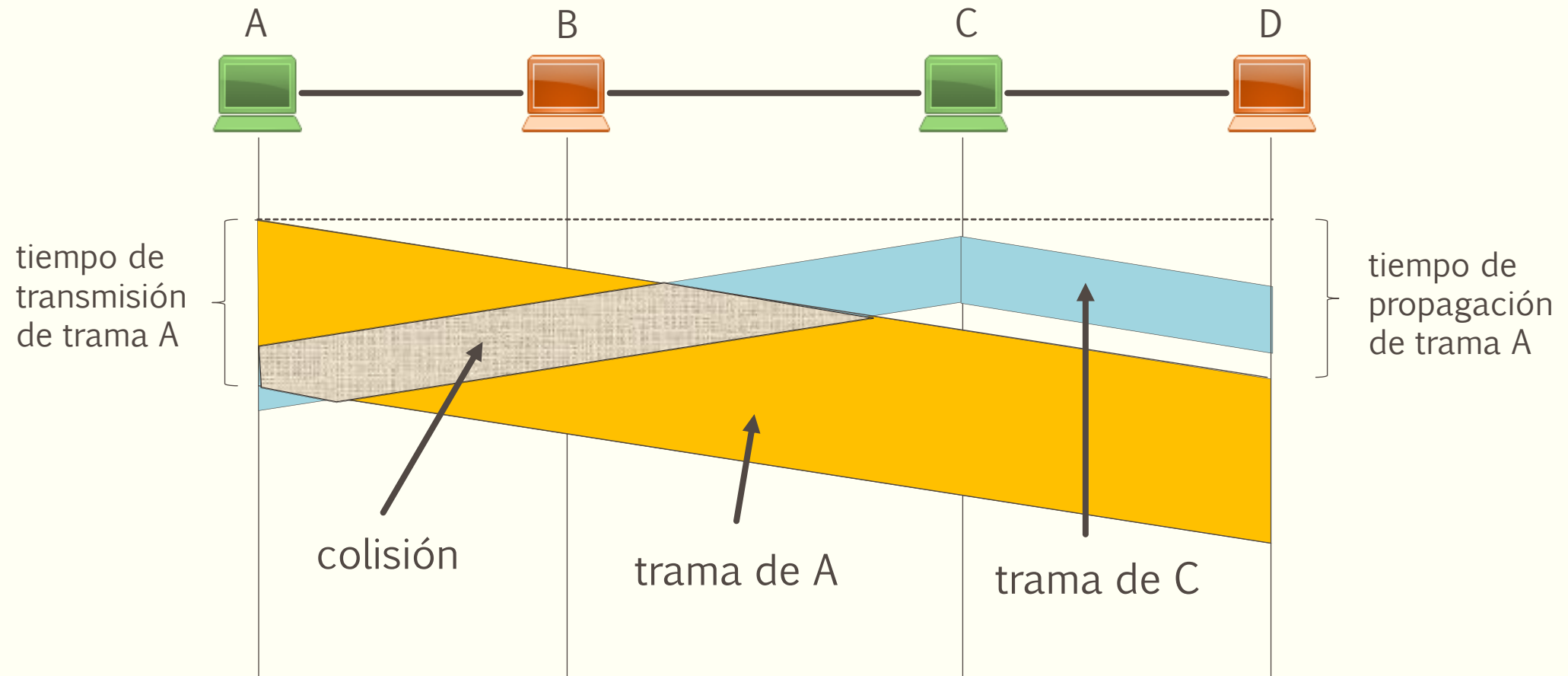
WHILE WE MAY END UP USING COAXIAL CABLE TREES TO CARRY OUR BROADCAST TRANSMISSIONS, IT SEEMS WISE TO TALK IN TERMS OF AN ETHER, RATHER THAN 'THE CABLE', FOR AS LONG AS POSSIBLE. THIS WILL KEEP THINGS GENERAL AND WHO KNOWS WHAT OTHER MEDIA WILL PROVE BETTER THAN CABLE FOR A BROADCAST NETWORK; MAYBE RADIO OR TELEPHONE CIRCUITS, OR POWER WIRING OR FREQUENCY-MULTI-PLEXED CATV, OR MICROWAVE ENVIRONMENTS, OR EVEN COMBINATIONS THEREOF.

THE ESSENTIAL FEATURE OF OUR MEDIUM -- THE ETHER -- IS THAT IT CARRIES TRANSMISSIONS, PROPAGATES BITS TO ALL STATIONS. WE ARE TO INVESTIGATE THE APPLICABILITY OF ETHER NETWORKS.



Algo de historia...Ethernet

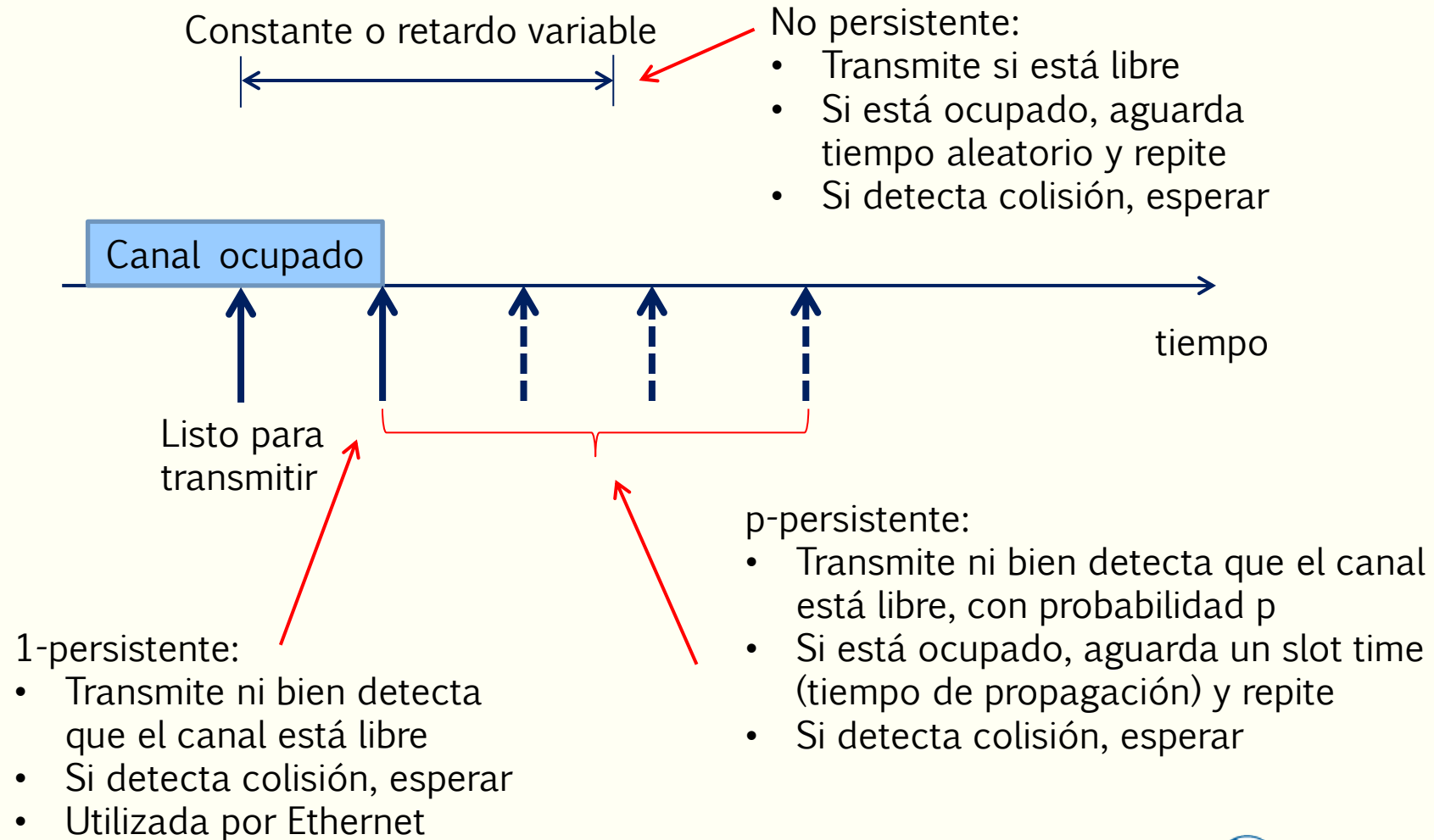
La red utilizada era un bus lineal, por lo que existían colisiones



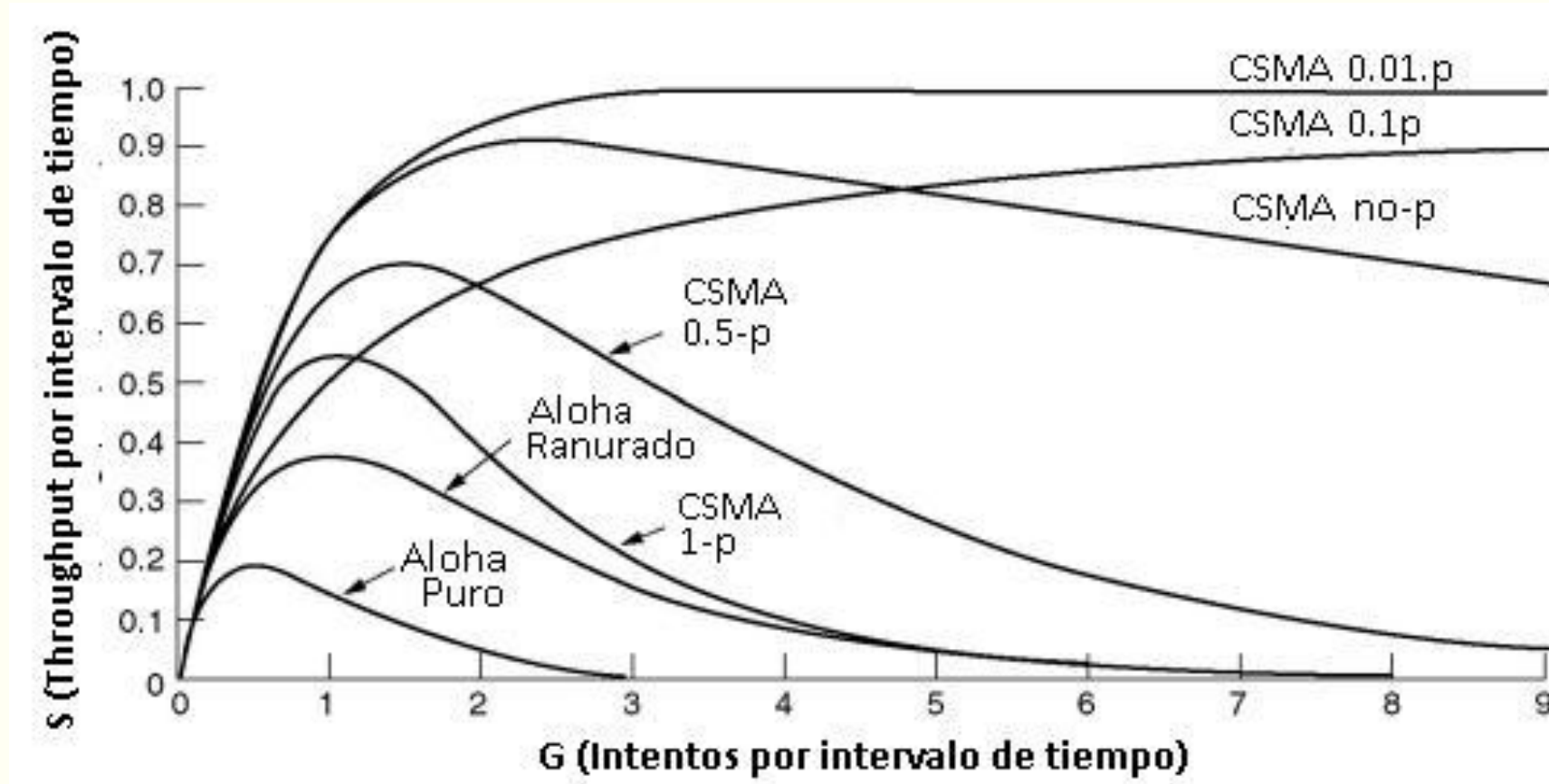
Ethernet...CSMA

- Para aumentar la eficiencia, diseña CSMA.
- Carrier Sense Multiple Access
 - La estación escucha si hay alguna transmisión
 - Si el canal está ocupado, espera
 - Si el canal está libre, transmite
 - Aguarda confirmación (acknowledge)
 - Si no recibe confirmación, asume que hubo colisión, y retransmite
 - Aumenta notablemente la utilización

Ethernet...CSMA

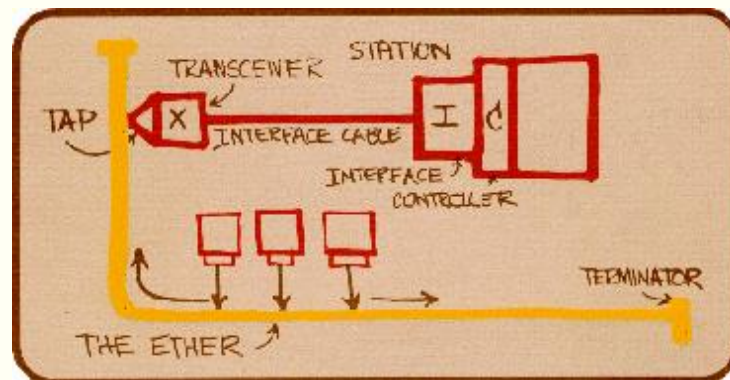


Ethernet...CSMA



La historia continua...Ethernet

- 1976: Metcalfe y Boggs publican artículo sobre Ethernet



Computer
Systems

G. Bell, S. Fuller and
D. Siewiorek, Editors

Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computer Networks

Robert M. Metcalfe and David R. Boggs
Xerox Palo Alto Research Center

Ethernet is a branching broadcast communication system for carrying digital data packets among locally distributed computing stations. The packet transport mechanism provided by Ethernet has been used to build systems which can be viewed as either local computer networks or loosely coupled multiprocessors. An Ethernet's shared communication facility, its Ether, is a passive broadcast medium with no central control. Coordination of access to the Ether for packet broadcasts is distributed among the contending transmitting stations using controlled statistical arbitration. Switching of packets to their destinations on the Ether is distributed among the receiving stations using packet address recognition. Design principles and implementation are

1. Background

One can characterize distributed computing as a spectrum of activities varying in their degree of decentralization, with one extreme being remote computer networking and the other extreme being multiprocessing. Remote computer networking is the loose interconnection of previously isolated, widely separated, and rather large computing systems. Multiprocessing is the construction of previously monolithic and serial computing systems from increasingly numerous and smaller pieces computing in parallel. Near the middle of this spectrum is local networking, the interconnection of computers to gain the resource sharing of computer networking and the parallelism of multiprocessing.

The separation between computers and the associated bit rate of their communication can be used to divide the distributed computing spectrum into broad activities. The product of separation and bit rate, now about 1 gigabit-meter per second (1 Gbps), is an indication of the limit of current communication technology and can be expected to increase with time:

Activity	Separation	Bit rate
Remote networks	> 10 km	< .1 Mbps
Local networks	10-.1 km	.1-10 Mbps
Multiprocessors	< .1 km	> 10 Mbps

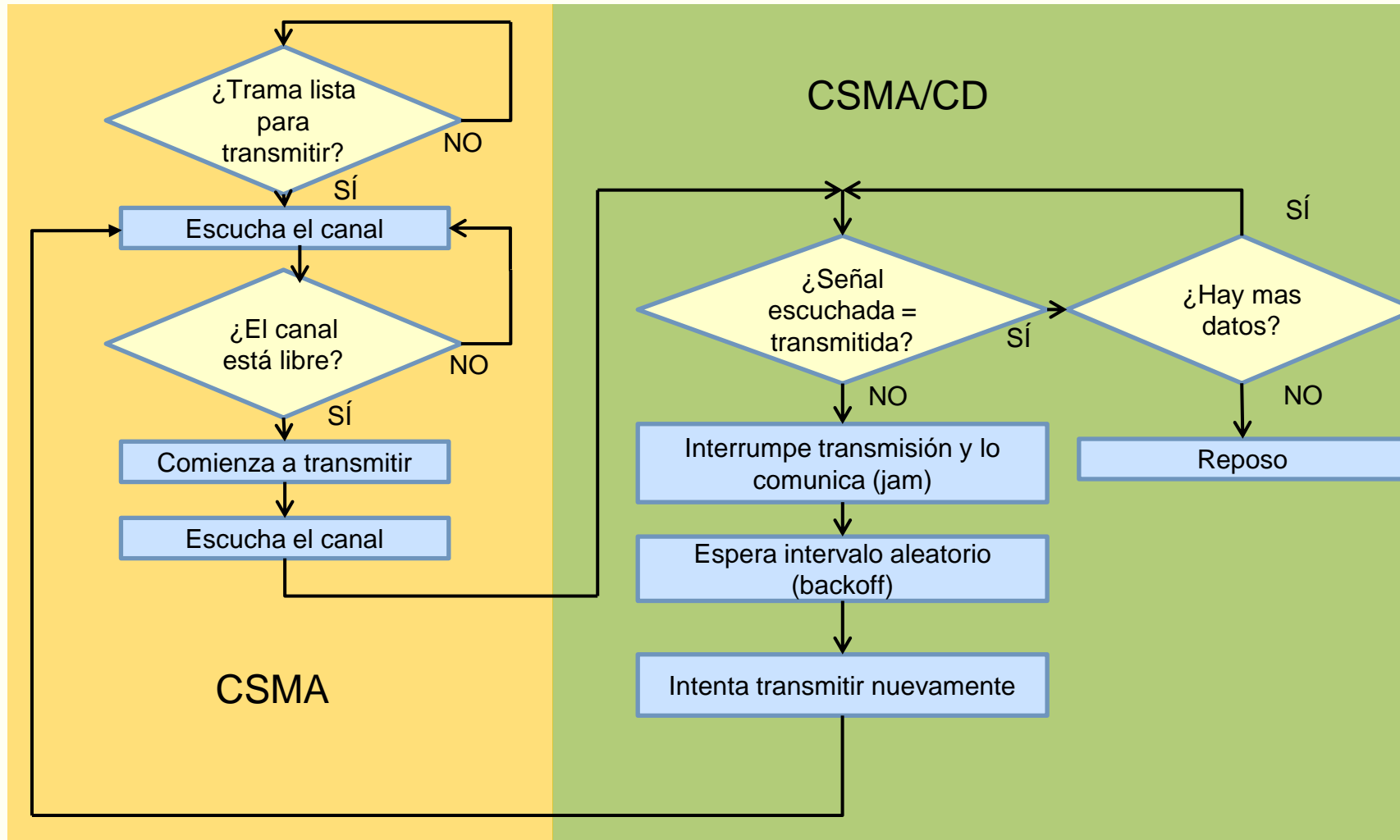
1.1 Remote Computer Networking

Computer networking evolved from telecommunications *terminal-computer* communication, where the object was to connect remote terminals to a central computing facility. As the need for *computer-computer* interconnection grew, computers themselves were used to provide communication [2, 4, 29]. Communication using computers as packet switches [15-21, 26] and

Ethernet...CSMA/CD

- Cuando dos tramas colisionan, el medio permanece inutilizable mientras dure la transmisión de ambas tramas dañadas.
- Esto puede reducirse si una estación continúa escuchando el medio mientras dure la transmisión -> CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection):
 1. Si el medio está libre durante un período de 12 bytes, transmite; en otro caso, paso 2.
 2. Si el medio está ocupado, escucha hasta que el canal se libere y luego de un período 12 bytes, transmite inmediatamente.
 3. La estación que transmite se queda escuchando si se produce una colisión durante la transmisión; en ese caso, se transmite una pequeña señal de interferencia (jam, 48 bits) para asegurarse de que todas las estaciones constaten la colisión y deja de transmitir.
 4. Tras la emisión de la señal de interferencia, se espera una cantidad aleatoria de tiempo (espera o backoff) volviendo al paso 1.

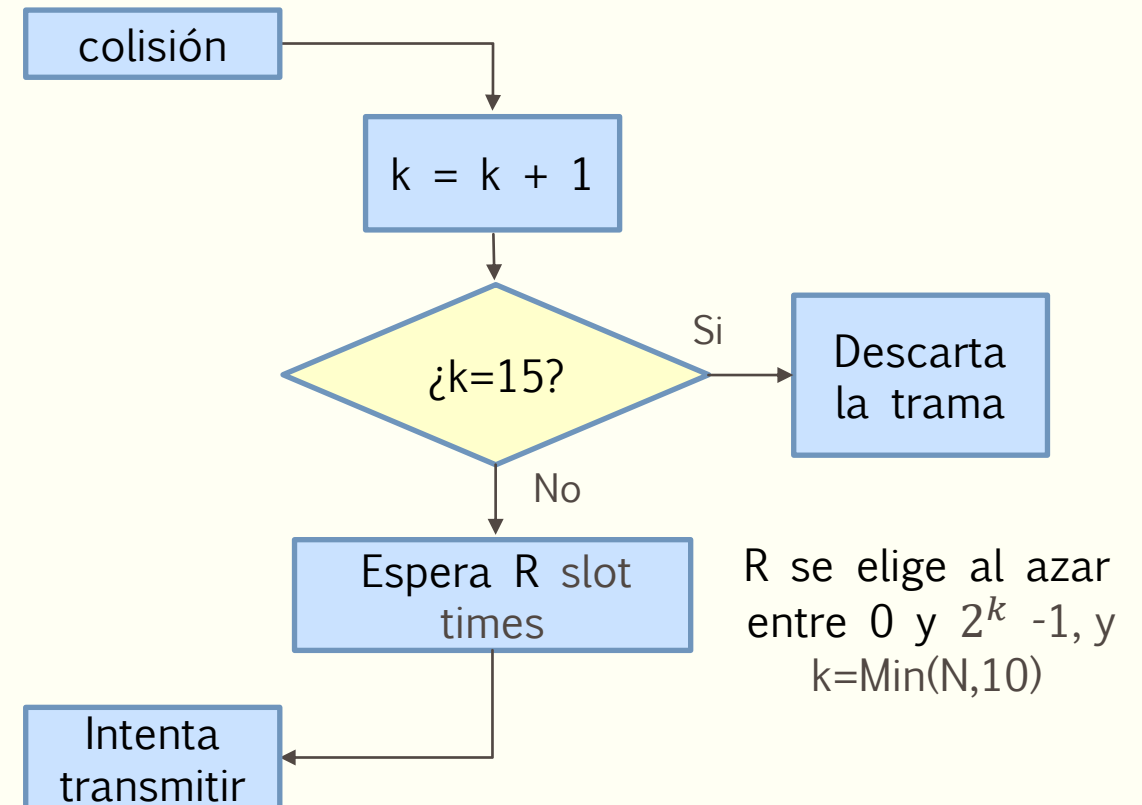
Ethernet...CSMA/CD



Ethernet...CSMA/CD

➤ Retroceso exponencial binario truncado (backoff)

- Luego de una colisión, antes de intentar transmitir de vuelta, aguarda un tiempo $R \times$ (slot time)
 - R : variable aleatoria
 - $0 \leq R \leq 2^k - 1$
 - $k = \text{Min}(N, 10)$
 - N = número de retransmisiones
- Intenta retransmitir hasta 16 veces

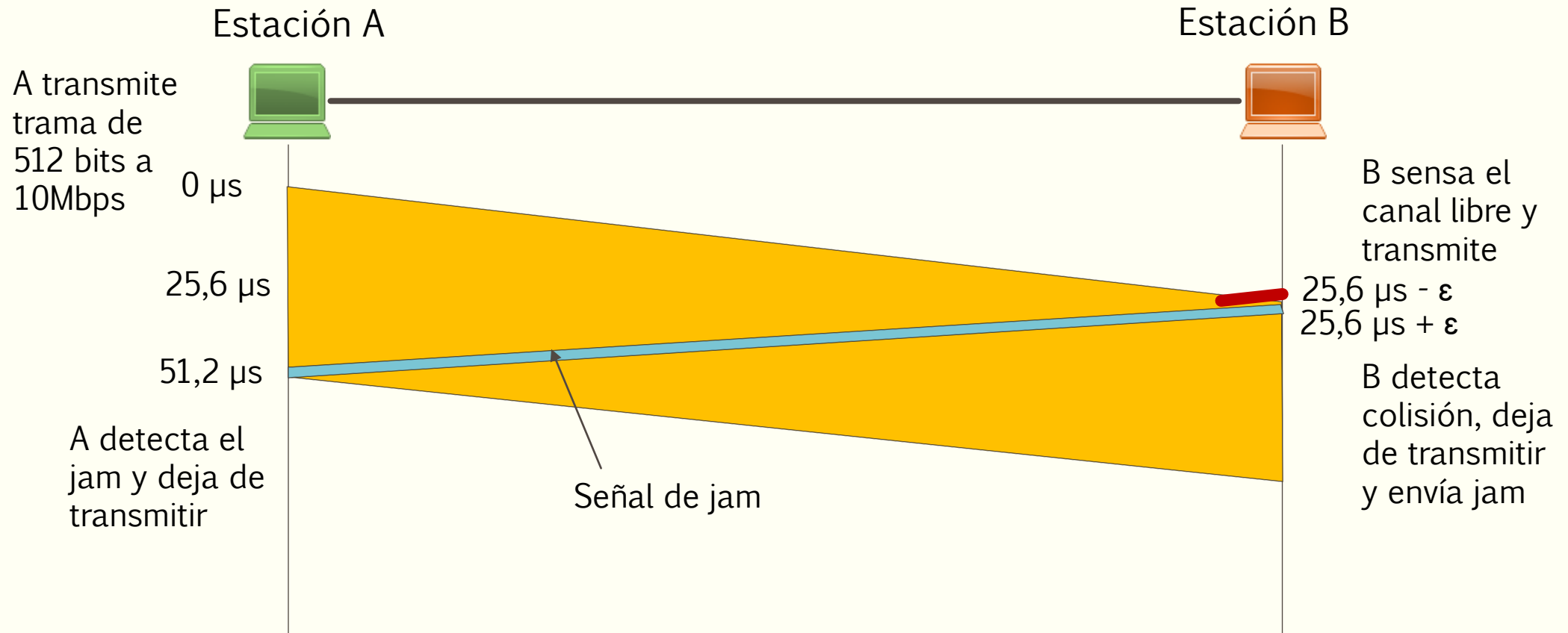


Ethernet...CSMA/CD

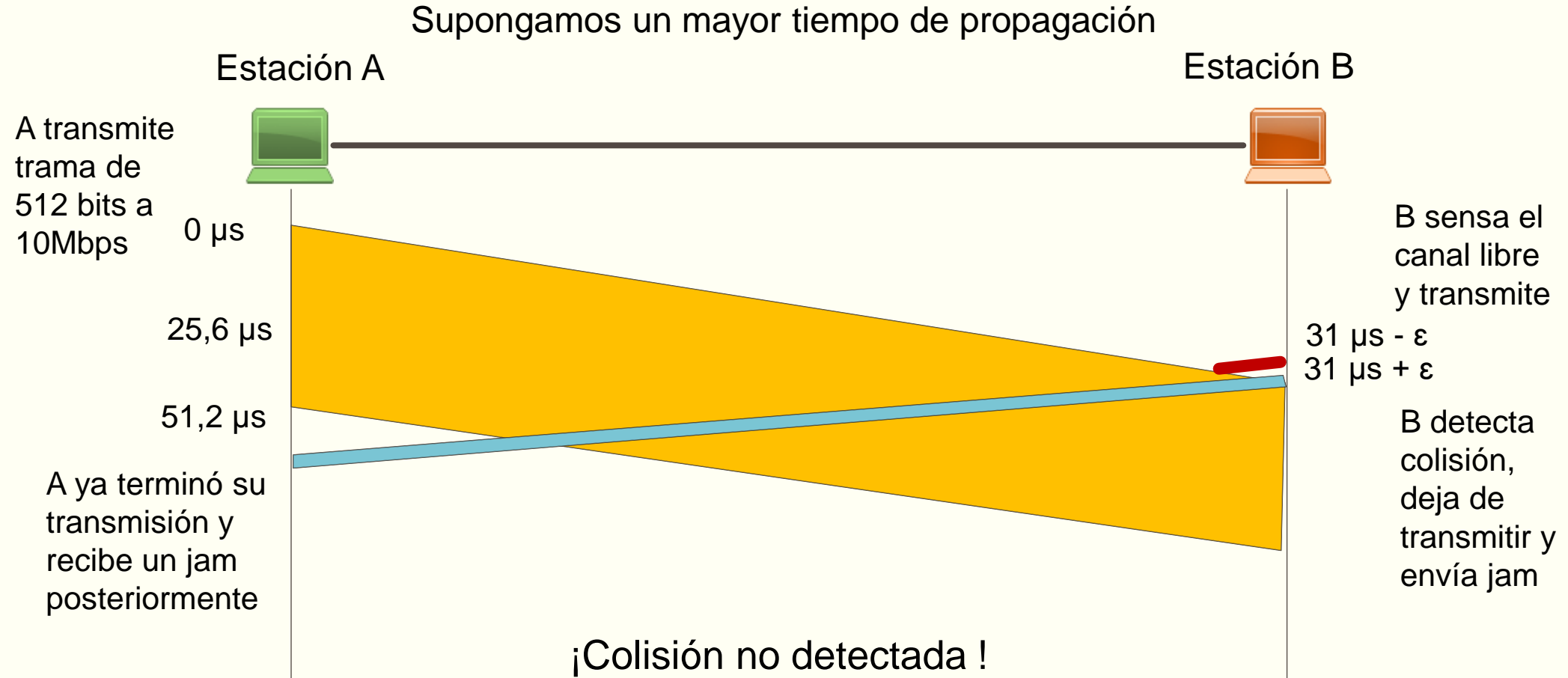
➤ Retroceso exponencial binario truncado (backoff)

Tiempos máximos de backoff en un sistema 10 Mbps		
Colisiones	Rango de números aleatorio	Rango de valores de tiempo de backoff
1	0 , 1	0 , 51.2 μ s
2	0...3	0... 153.6 μ s
3	0...7	0... 358.4 μ s
4	0...15	0... 768.0 μ s
5	0...31	0... 1.59 ms
6	0...63	0... 3.23 ms
7	0... 27	0... 6.50 ms
8	0...255	0... 13.10 ms
9	0...511	0... 26.20 ms
10-15	0... 1023	0... 52.40 ms
16	N/A	Descarta el frame

Ethernet...CSMA/CD

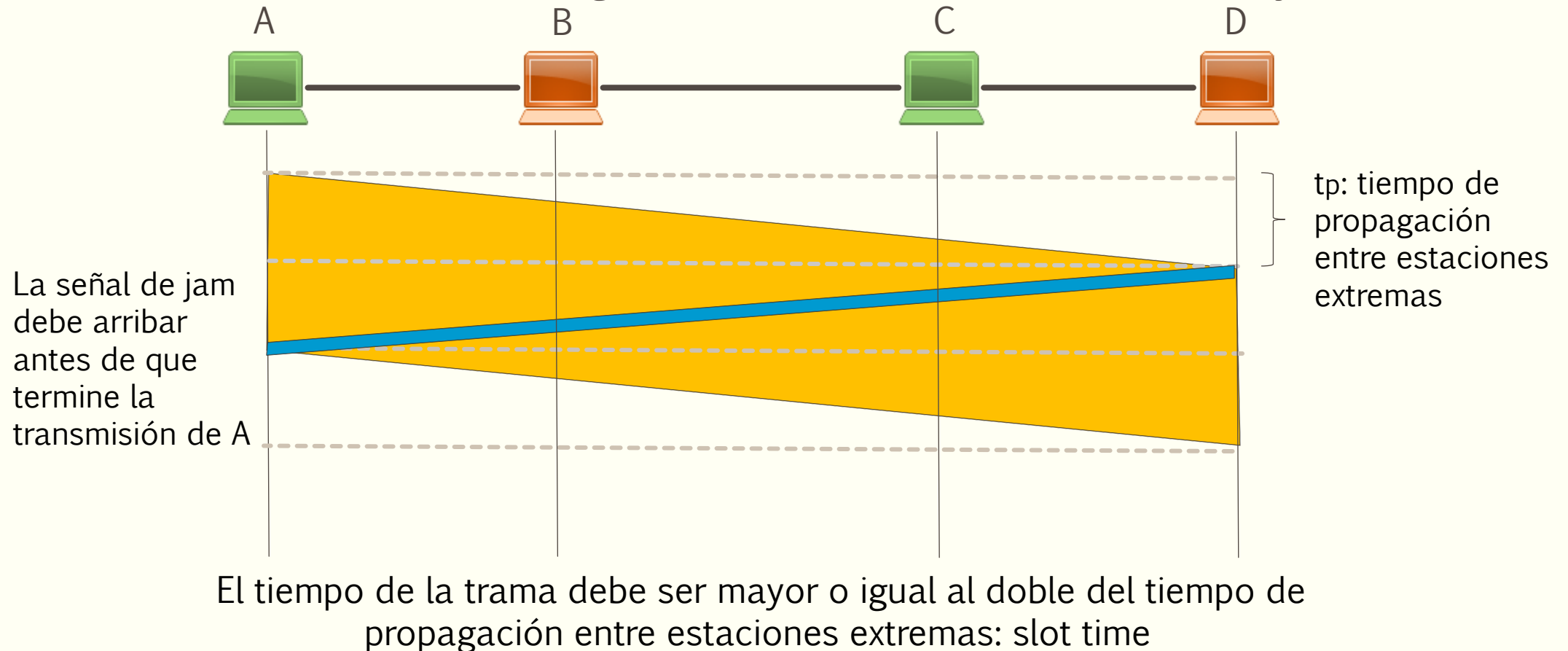


Ethernet...CSMA/CD



Ethernet...CSMA/CD

- En CSMA/CD se necesita restringir el tamaño de la trama, con mínimo y máximo.



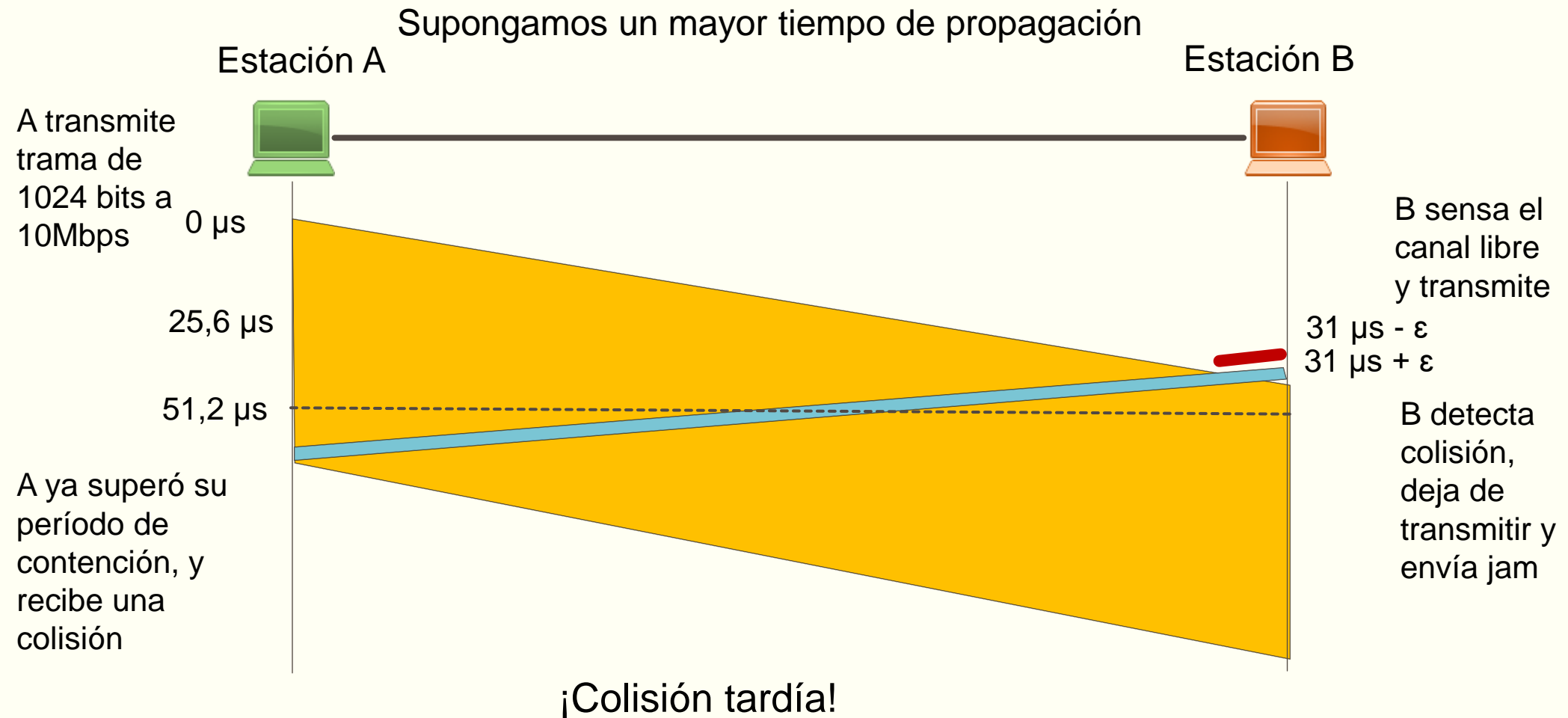
Ethernet...CSMA/CD

- En Ethernet se especifica una distancia máxima de 2.500 metros entre estaciones.
- Considerando una velocidad de propagación de $2/3$ de la velocidad de la luz, el tiempo de propagación es igual a 12,5 μ s.
- Se pueden utilizar hasta 4 repetidores, que aumentan el retardo.
- El retardo máximo (RTT) sumando todos los componentes, es de 51,2 μ s.
- Con Ethernet a 10 Mbps, el tamaño de trama mínimo es: 512 bits (64 bytes)

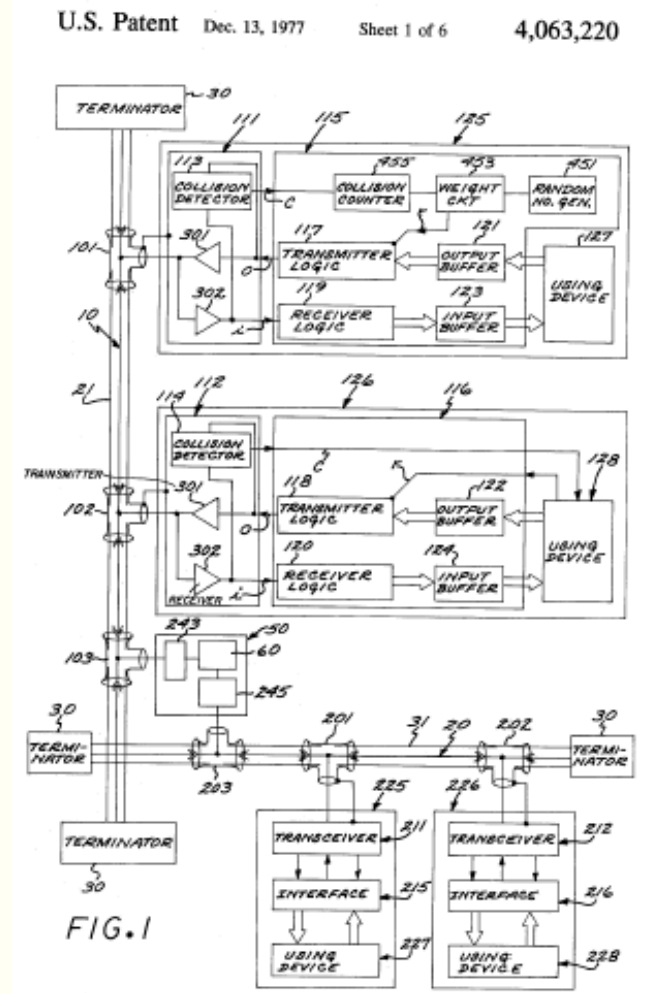
Ethernet...CSMA/CD

- Cuando una estación comienza a transmitir, hay un período de tiempo en que pueden ocurrir colisiones.
- Es el período de contención (slot time), igual al doble del tiempo máximo de propagación.
- Una vez superado ese período de tiempo, ya no podrá haber colisión, ya que la estación está segura que todas las otras estaciones oyeron su trama.
- Se dice que luego de ese período, la estación se apoderó del canal.
- En Ethernet, a 10 Mbps, el período de contención es 51,2 us

Ethernet...CSMA/CD



Ethernet



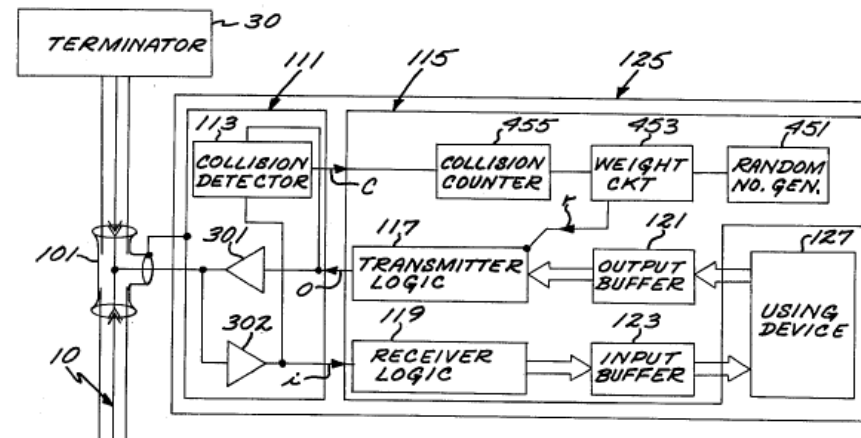
United States Patent [19]

Metcalf et al.

[54] MULTIPOINT DATA COMMUNICATION SYSTEM WITH COLLISION DETECTION

[75] Inventors: Robert M. Metcalfe, Woodside; David R. Boggs; Charles P. Thacker, both of Palo Alto; Butler W. Lampson, Portola Valley, all of Calif.

[73] Assignee: Xerox Corporation, Stamford, Conn.



La historia continua...Ethernet

- En 1976 Xerox creó una nueva división para el lanzamiento comercial de los PCs y de Ethernet, pero esta no prosperó. Se cambia el nombre a X-wire
- En 1979 se creó el consorcio DIX entre Digital Equipment Corporation (DEC), Intel y Xerox para potenciar el uso de Ethernet (ya entonces a 10 Mb/s). Metcalfe abandonó Xerox y creó 3Com. Vuelve el nombre de Ethernet
- En 1980 DIX publicó Ethernet v 1.0.

La historia continua...Ethernet

The Ethernet

A Local Area Network

Data Link Layer
and
Physical Layer
Specifications

digital

Digital Equipment Corporation
Maynard, MA

intel

Intel Corporation
Santa Clara, CA

XEROX

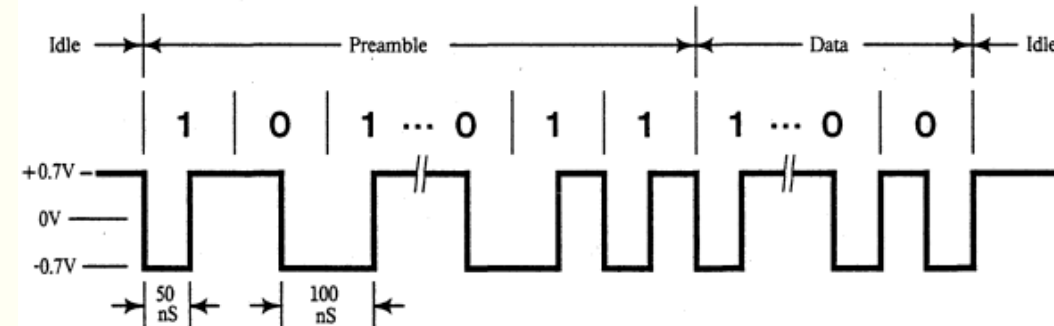
Xerox Corporation
Stamford, CT

Version 1.0

September 30, 1980

ETHERNET SPECIFICATION: Physical Layer

57



1. Voltages are measured differentially at output of transceiver cable driver.
2. Rise and fall times meet 10,000 series ECL requirements.

Figure 7-3: Typical Transceiver Cable Waveform

The transceiver cable driver must be capable of maintaining the specified minimum differential signal into the worst case low cable impedance (73Ω differential, 18.5Ω common mode) in the environment specified in section 7-7.

The idle state of the output shall be high (+ 700 mV nominal); the first transition presented is negative-going, the last transition must be positive-going. Note that the presence of AC coupling may cause the voltage as specified at the output of the transceiver cable drive circuit not to appear on the transceiver cable in the idle state.

A typical transceiver cable drive circuit is given in Appendix D.

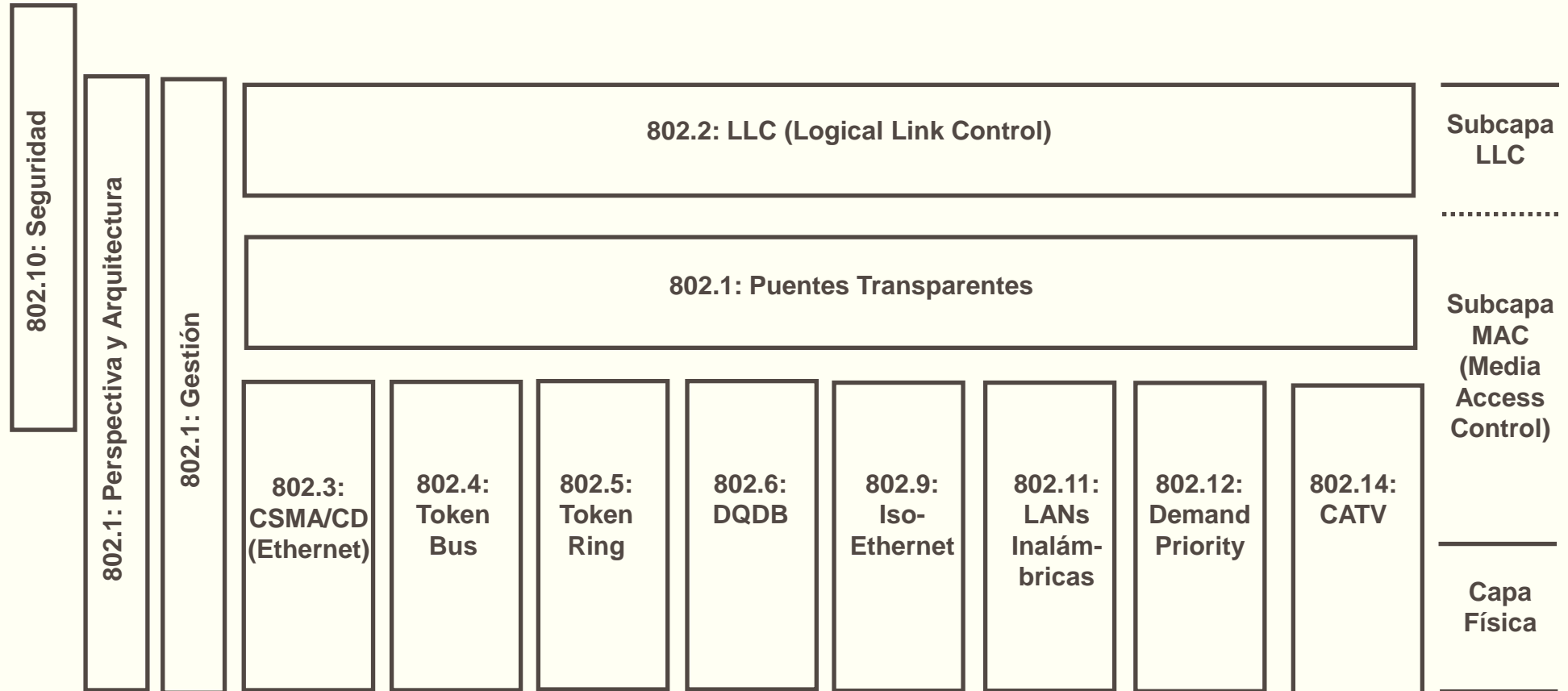
7.2.5 Transceiver Cable Receive

The following sections specify the requirements for receiving signals from any signal pair in the transceiver cable: transmit, receive, and collision presence. The circuit must be capable of receiving the signals from the transceiver cable driver

La historia continua...Ethernet

- En Febrero de 1980 el IEEE creó el proyecto 802 para aprobar 'el' estándar de LANs
- DIX intentó 'imponer' Ethernet al IEEE 802
- El IEEE 802 recibió tres propuestas:
 - CSMA/CD (DIX)
 - Token Bus (General Motors)
 - Token Ring (IBM)
- Resultado: se creó un subcomité para cada propuesta (802.3, 802.4 y 802.5) mas dos de tipo general: 802.1 y 802.2 (LLC)

Estándares IEEE 802



Evolución de los estándares Ethernet

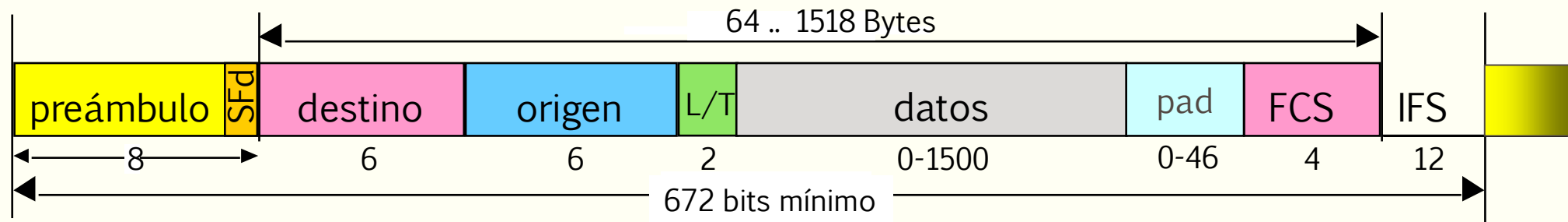
Estándar	Año	Descripción
Ethernet	1976	Xerox Palo Alto Research Center: Robert M. Metcalfe, 2.94 Mbps
Ethernet V1	1980	DEC-Intel-Xerox (DIX Ethernet Standard) 10Mbps
Ethernet V2	1982	DEC-Intel-Xerox (DIX V2.0) 10 Mbps
IEEE 802.3a	1985	10 Mbps sobre coaxial fino
IEEE 802.3c	1985	Repetidores de 10 Mbps
IEEE 802.3d	1987	Fibra óptica, 10 Mbps, 1000m
IEEE 802.3i	1990	Par trenzado a 10 Mbps
IEEE 802.3j	1993	Fibra óptica, 10 Mbps, 2000m
IEEE 802.3u	1995	Par trenzado, 100 Mbps (Fast Ethernet) y autonegociación

Evolución de los estándares Ethernet

Estándar	Año	Descripción
IEEE 802.3x	1997	Full duplex
IEEE 802.z	1998	Fibra óptica, 1000 Mbps (Gigabit Ethernet)
IEEE 802.3ab	1999	Par trenzado, 1000 Mbps (Gigabit Ethernet)
IEEE 802.3ac	1998	Extensión de la trama máxima a 1522 byte (Vlans)
IEEE 802.3ae	2002	10 GigaBit Ethernet
IEEE 802.3af	2003	Alimentación sobre Ethernet (POE)
IEEE 802.3an	2006	Par trenzado, 10 Gbps
IEEE 802.3av	2009	Red óptica pasiva Ethernet a 10 Gbit/s
IEEE 802.3bm	2015	Fibra óptica, 100 Gbps/40 Gbps

Formato de la trama

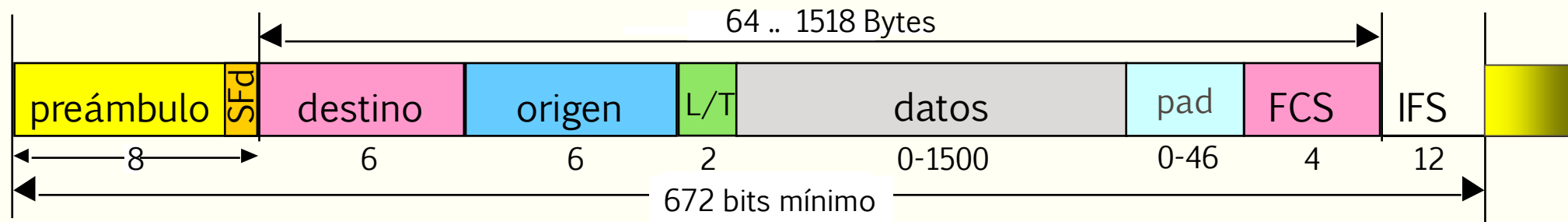
Ethernet V2 – IEEE 802.3



- **Preámbulo:** 56 bits (7 bytes) de sincronización (secuencia de 1s y 0s alternados)
- **Delimitador de comienzo:** (1Byte) termina con dos “1” consecutivos
- **Destino:** 6 bytes, dirección física del nodo destino (MAC address)
- **Origen:** 6 bytes, dirección del nodo origen (MAC address)
- **Longitud/Tipo:** (Protocol Type, “Type”, “Ethertype”) 2 bytes:
PT > 0x800: Type (Ethernet V2- DIX) – especifica el protocolo de la capa superior
PT < 0x800: Length (IEEE 802.3) -- indica el número de bytes en el campo siguiente (datos).

Formato de la trama (cont.)

Ethernet V2 – IEEE 802.3



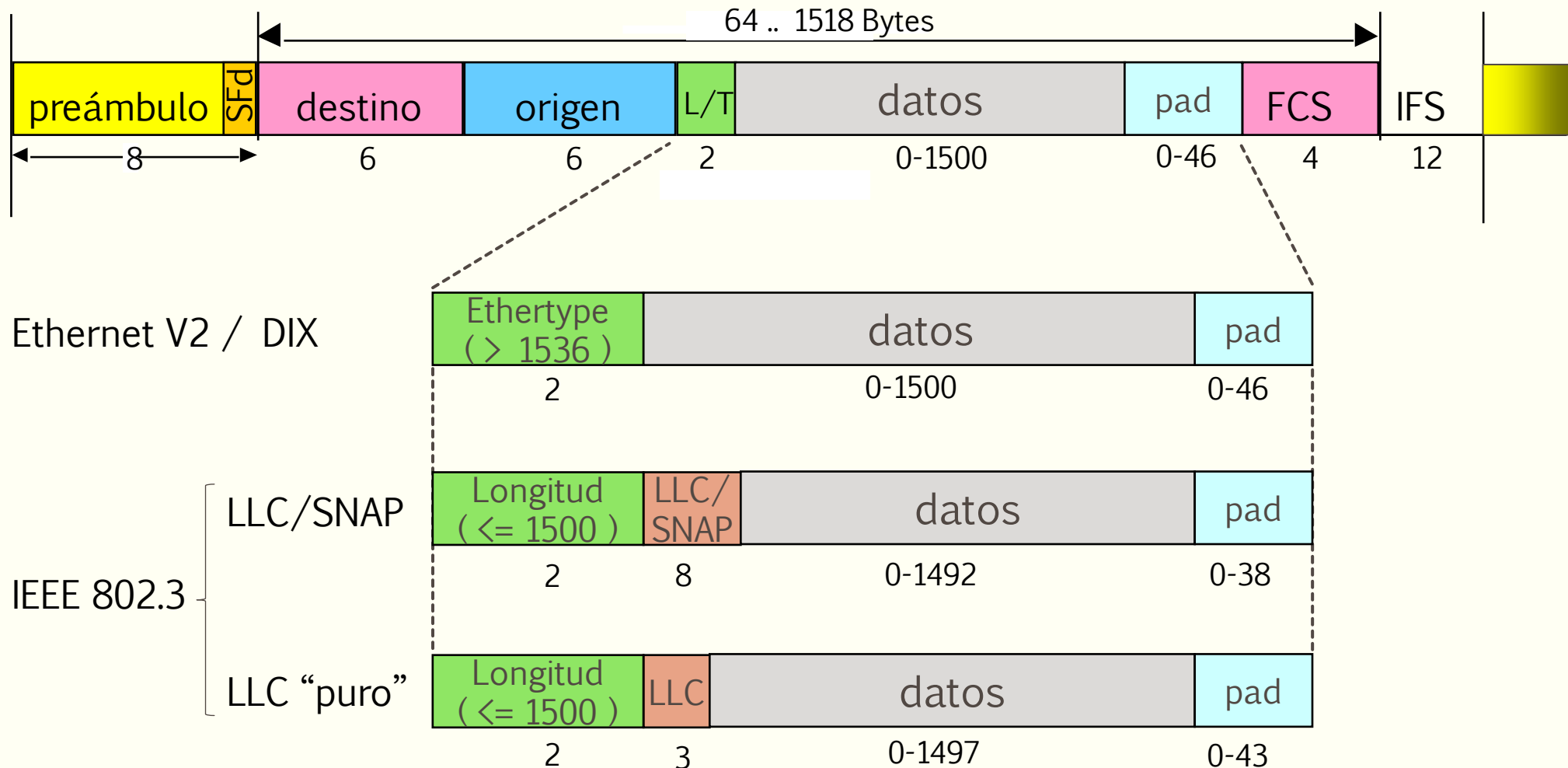
- **Datos:** entre 46 y 1500 bytes, datos enviados desde o hacia la capa superior según el protocolo especificado en ET (Ethernet) o en la capa LLC (802.3)
- **Pad:** bytes insertados, longitud de la trama ≥ 64 bytes.
- **Frame Check Sequence (FCS)** : 4-byte cyclic redundancy check (CRC). El cálculo incluye desde la dirección de destino hasta el padding incluido.
- **IFS** – Interframe spacing, período vacío que indica la terminación de una trama (también identificado como **IFG** – Interframe Gap)

Formato de la trama (cont.)

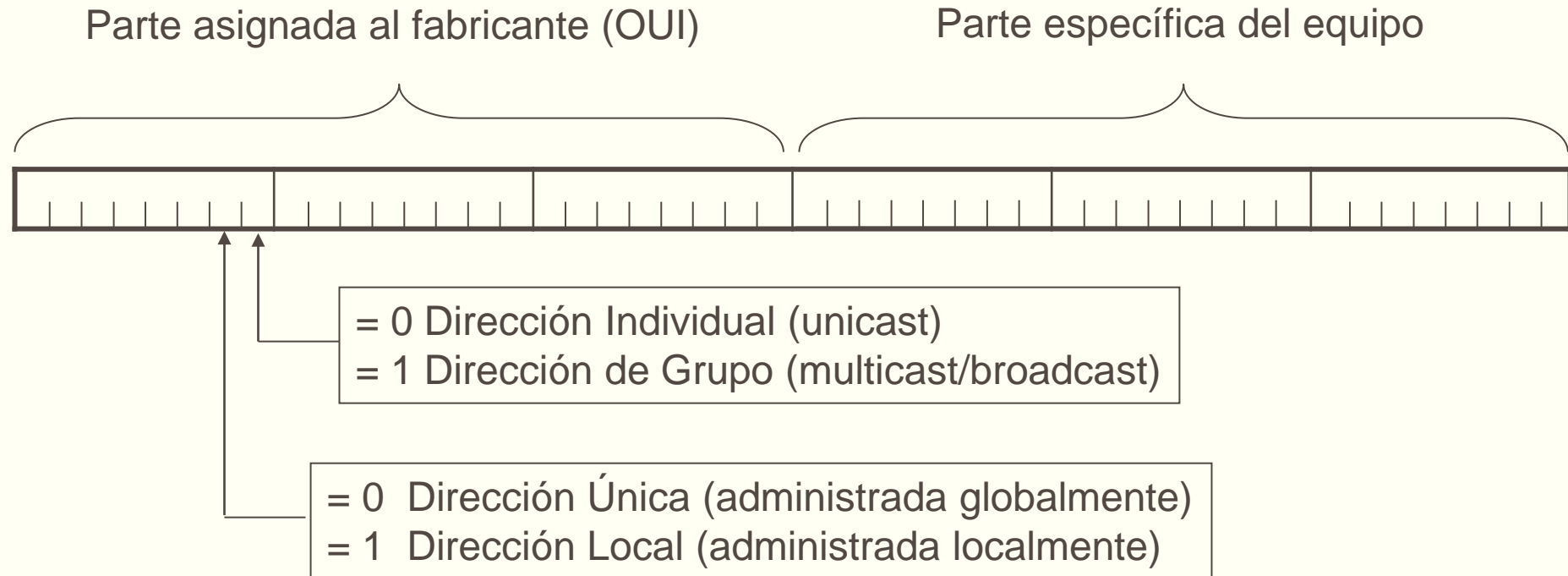
Cabecera LLC

- El IEEE suprimió el Ethertype de la cabecera de la trama 802.3. Sin embargo, era necesario conocer el tipo.
- El IEEE decidió trasladarlo a la cabecera LLC (en todas las tramas 802)
- La cabecera LLC tiene dos formatos posibles:
 - LLC/SNAP (SubNetwork Access Protocol): es una cabecera adicional, de 8 bytes. El Ethertype se ubica en los dos últimos bytes
 - LLC “puro”: es una cabecera de 3 bytes, poco utilizada. No se utiliza el código Ethertype sino un código de 6 bits (64 posibilidades) que solo usan unos pocos protocolos.

Formato de la trama (cont.)



Direcciones MAC



El OUI (Organization Unique Identifier) lo asignaba inicialmente Xerox a las empresas que lo solicitaban. Al adoptarse este formato de dirección para todas las redes 802 la tarea pasó a realizarla el IEEE

Direcciones MAC

Algunos bloques asignados en el mundo de la automatización y control

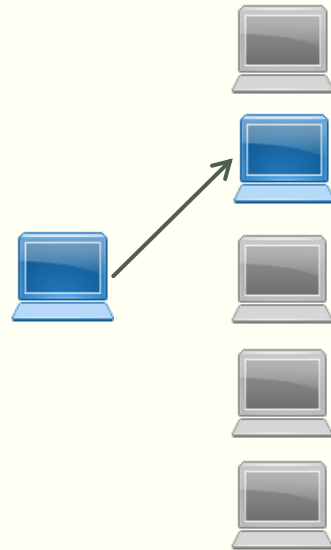
- 00000C Cisco
- 00000E Fujitsu
- 000023 ABB Automation AB, Dept. Q
- 000068 Rosemount Controls
- 0000AA Xerox
- 0000AE Dassault Automatismes et Telecommunications
- 0000BC Rockwell Automation
- 0000D1 Adaptec, Inc.
- 0019e0 TP-Link
- 0016DB Samsung Electronics
- 000B82 Grandstream



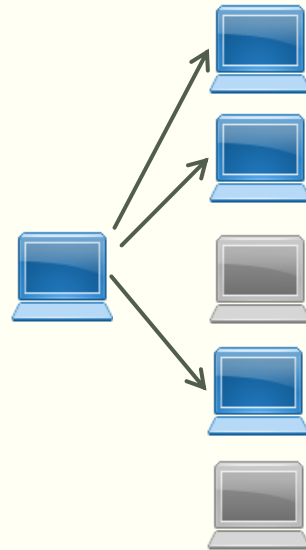
<http://standards-oui.ieee.org/oui.txt>

<https://www.adminsub.net/mac-address-finder>

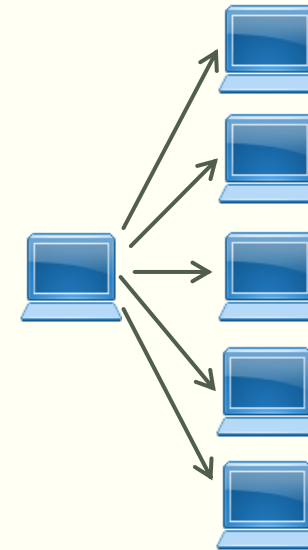
Tipos de transmisión



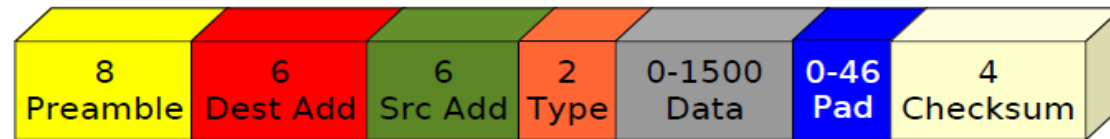
Unicast



Multicast



Broadcast



➤ Nota: Multicast y broadcast, sólo en dirección de destino

Direcciones MAC

*Ethernet

Archivo Edición Visualización Ir Captura Analizar Estadísticas Telefonía Wireless Herramientas Ayuda

icmp or arp

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
4	2.468532	Universa_db:51:50	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.30.108? Tell 192.168.30.111
5	2.469450	ASUSTekC_b5:4b:95	Universa_db:51:50	ARP	60	192.168.30.108 is at 14:da:e9:b5:4b:95
6	2.469467	192.168.30.111	192.168.30.108	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=9257/10532, ttl=128 (reply in 9)
7	2.471817	ASUSTekC_b5:4b:95	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.30.111? Tell 192.168.30.108
8	2.471827	Universa_db:51:50	ASUSTekC_b5:4b:95	ARP	42	192.168.30.111 is at 6c:0b:84:db:51:50
9	2.473733	192.168.30.108	192.168.30.111	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=9257/10532, ttl=128 (request in 6)
10	3.476079	192.168.30.111	192.168.30.108	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=9258/10788, ttl=128 (reply in 11)
11	3.476697	192.168.30.108	192.168.30.111	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=9258/10788, ttl=128 (request in 10)
15	4.493391	192.168.30.111	192.168.30.108	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=9259/11044, ttl=128 (reply in 16)
16	4.494682	192.168.30.108	192.168.30.111	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=9259/11044, ttl=128 (request in 15)
17	5.514641	192.168.30.111	192.168.30.108	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=9260/11300, ttl=128 (reply in 18)
18	5.515054	192.168.30.108	192.168.30.111	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=9260/11300, ttl=128 (request in 17)

Transmisión unicast

> Frame 9: 74 bytes on wire (592 bits), 74 bytes captured (592 bits)
v Ethernet II, Src: ASUSTekC_b5:4b:95 (14:da:e9:b5:4b:95), Dst: Universa_db:51:50 (6c:0b:84:db:51:50)
Destination: Universa_db:51:50 (6c:0b:84:db:51:50)
Source: ASUSTekC_b5:4b:95 (14:da:e9:b5:4b:95)
Type: IPv4 (0x0800)
> Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.30.108, Dst: 192.168.30.111
> Internet Control Message Protocol

0000 6c 0b 84 db 51 50 14 da e9 b5 4b 95 08 00 45 00 1...QP...K...E.
0010 00 3c 29 8b 00 00 80 01 53 0a c0 a8 1e 6c c0 a8 .<). S...l..
0020 1e 6f 00 00 31 32 00 01 24 29 61 62 63 64 65 66 .o..12.. \$)abcdef
0030 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76 ghijklmn opqrstuv
0040 77 61 62 63 64 65 66 67 68 69 wabcedfg hi

Direcciones MAC

*Ethernet

Archivo Edición Visualización Ir Captura Analizar Estadísticas Telefonía Wireless Herramientas Ayuda

icmp or arp

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
4	2.468532	Universa_db:51:50	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.30.108? Tell 192.168.30.111
5	2.469450	ASUSTekC_b5:4b:95	Universa_db:51:50	ARP	60	192.168.30.108 is at 14:da:e9:b5:4b:95
6	2.469467	192.168.30.111	192.168.30.108	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=9257/10532, ttl=128 (reply in 9)
7	2.471817	ASUSTekC_b5:4b:95	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.30.111? Tell 192.168.30.108
8	2.471827	Universa_db:51:50	ASUSTekC_b5:4b:95	ARP	42	192.168.30.111 is at 6c:0b:84:db:51:50
9	2.473733	192.168.30.108	192.168.30.111	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=9257/10532, ttl=128 (request in 6)
10	3.476079	192.168.30.111	192.168.30.108	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=9258/10788, ttl=128 (reply in 11)
11	3.476697	192.168.30.108	192.168.30.111	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=9258/10788, ttl=128 (request in 10)
15	4.493391	192.168.30.111	192.168.30.108	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=9259/11044, ttl=128 (reply in 16)
16	4.494682	192.168.30.108	192.168.30.111	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=9259/11044, ttl=128 (request in 15)
17	5.514641	192.168.30.111	192.168.30.108	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=9260/11300, ttl=128 (reply in 18)
18	5.515054	192.168.30.108	192.168.30.111	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=9260/11300, ttl=128 (request in 17)

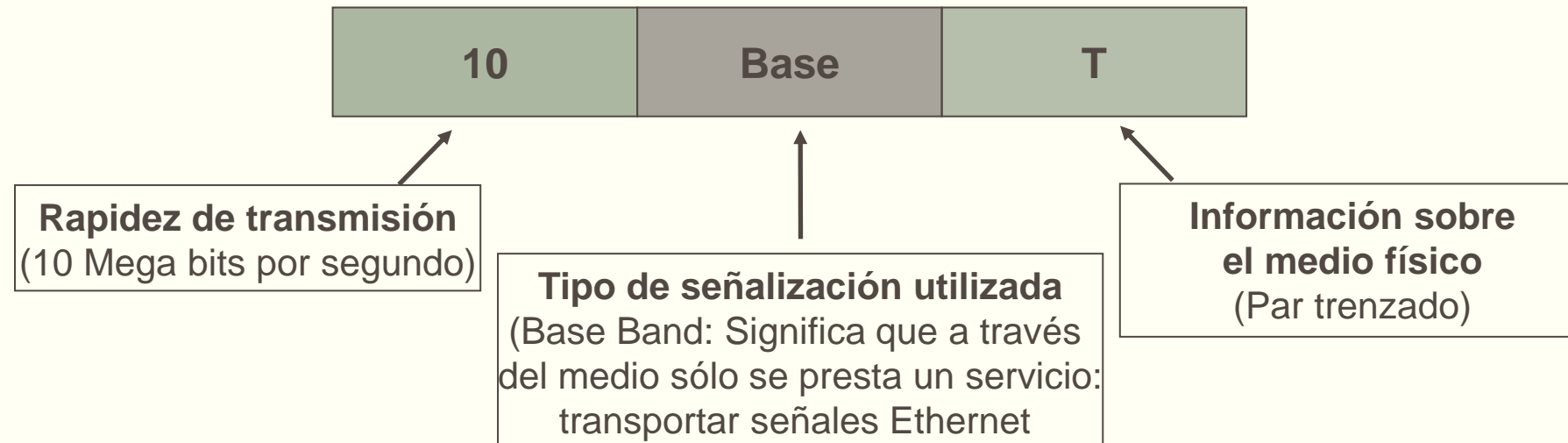
Transmisión broadcast

> Frame 4: 42 bytes on wire (336 bits), 42 bytes captured (336 bits)
v Ethernet II, Src: Universa_db:51:50 (6c:0b:84:db:51:50), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
Destination: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
Source: Universa_db:51:50 (6c:0b:84:db:51:50)
Type: ARP (0x0806)
> Address Resolution Protocol (request)

0000 ff ff ff ff ff ff 6c 0b 84 db 51 50 08 06 00 011. ..QP....
0010 08 00 06 04 00 01 6c 0b 84 db 51 50 c0 a8 1e 6f1. ..QP...o
0020 00 00 00 00 00 00 c0 a8 1e 6c1

Identificadores IEEE

- La IEEE asignó identificadores a los diferentes medios que puede utilizar Ethernet. Este identificador consta de tres partes:



Ethernet...10 Mbps

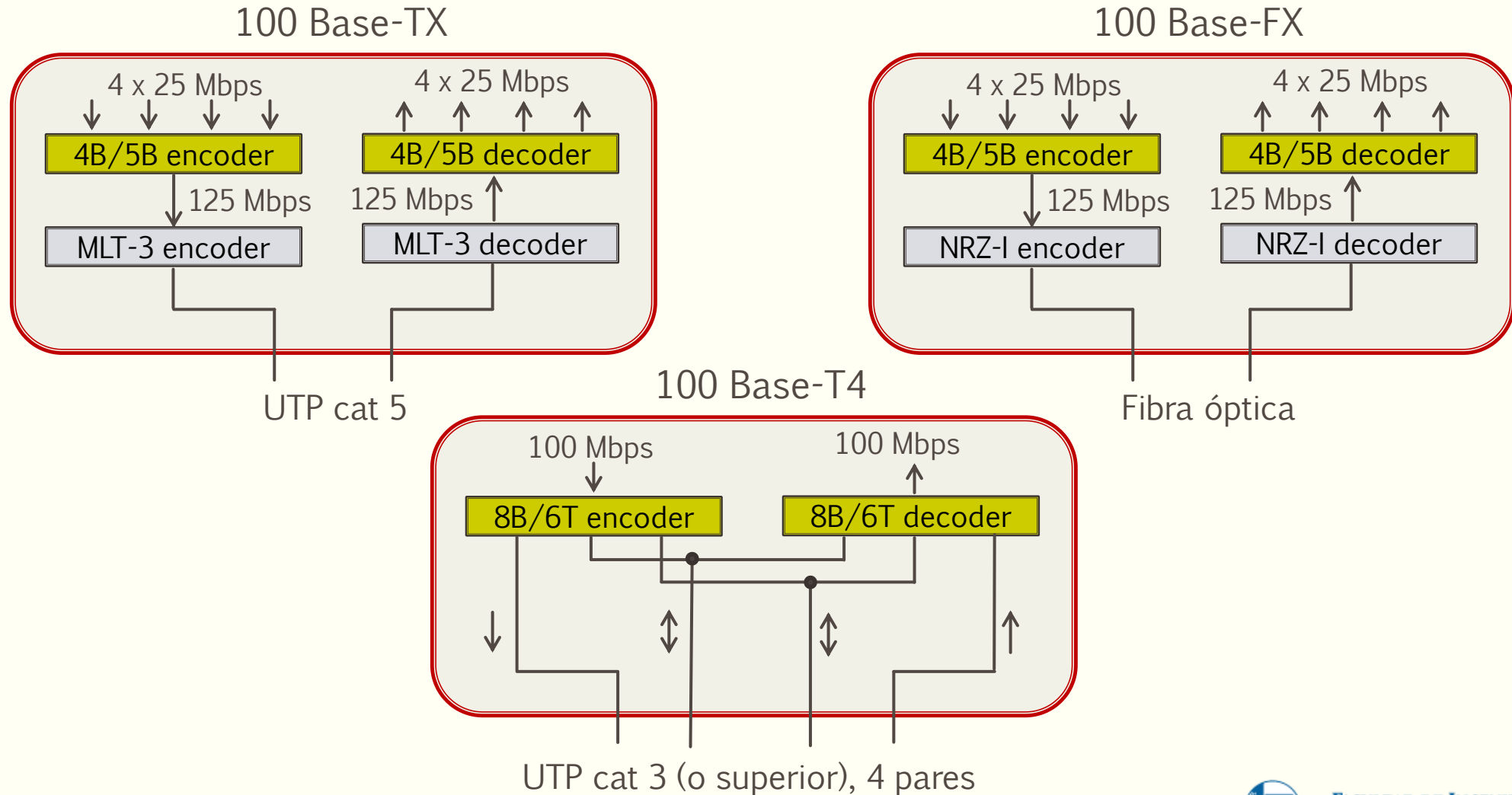
	10Base5	10Base2	10Base-T	10Base-F
Medio de Transmisión	Cable coaxial grueso (50 ohm)	Cable coaxial fino (50 ohm)	UTP (Cat. 3)	Fibra óptica 850nm
Señalización	Manchester	Manchester	Manchester	Manchester on/off
Topología	Bus	Bus	Estrella	Estrella
Máx. long. del segmento (m)	500	185	100	2000
Nodos por segmento	100	30	1024	1024
Diámetro del cable (mm)	10	5	0.4 a 0.6	62.5/125um

FastEthernet...100 Mbps

- El tamaño mínimo de trama es de 512 bits (64 bytes).
- En Ethernet, 10 Mbps, el tiempo mínimo de transmisión debe ser de 51,2 us por lo que el “diámetro” de la red es de 4,6 km (teóricos), 2,8 km (reales).
- Si aumentamos la velocidad a 100 Mbps (FastEthernet), el tiempo mínimo de transmisión se reduce en 10 (5,12 us), por lo que el “diámetro” de la red es de 460 m (teórico), 410 m (reales).

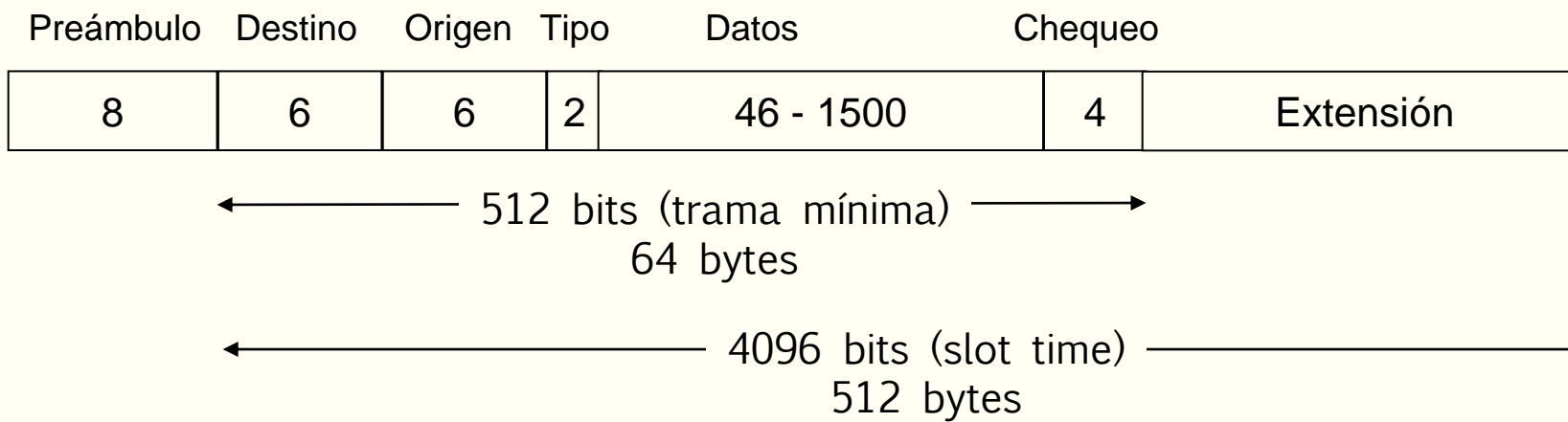
	100Base-TX		100Base-FX	100Base-T4
Medio de Transmisión	2 pares STP	2 pares UTP Cat 5	Fibra óptica	4 pares UTP Cat 3,4,5
Señalización	MLT-3	MLT-3	4B5B, NRZI	8B6T, NRZ
Máx. long. del segmento (m)	100	100	100	100

FastEthernet...100 Mbps



Gigabit Ethernet...1 Gbps

- Al aumentar la velocidad a 1 Gbps, si se mantiene el “slot time”, disminuye considerablemente el diámetro de la red.
- La solución es utilizar una extensión de portadora (carrier extensión)
- De esta manera, se garantiza la interoperabilidad con Ethernet y FastEthernet

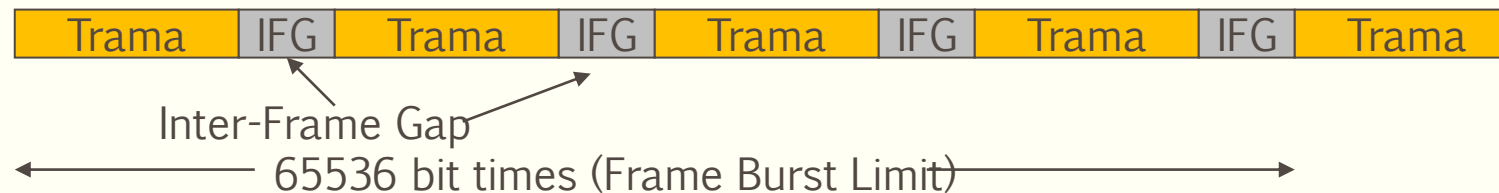


Gigabit Ethernet ...1 Gbps

- La extensión de portadora produce una baja performance cuando las tramas son cortas, y hay muchas tramas por enviar.
- Solución: enviar las tramas en forma de ráfaga (frame bursting)
- Longitud máxima < 65.536 bits más la última ráfaga
- Así funciona:
 - La primer trama de la “ráfaga” se envía normalmente (si hace falta, se utiliza extensión):



- Las siguientes ráfagas se envían una tras otra, insertando símbolos de extensión en los IFG:

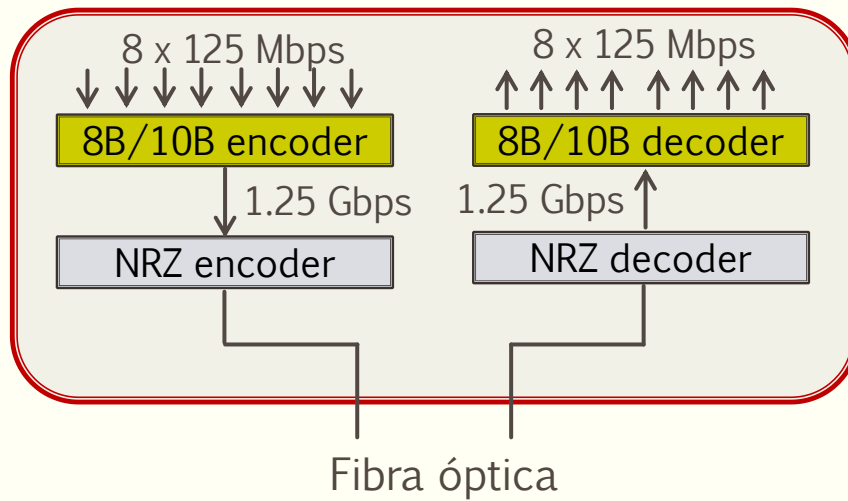


Gigabit Ethernet ...1 Gbps...10 Gbps

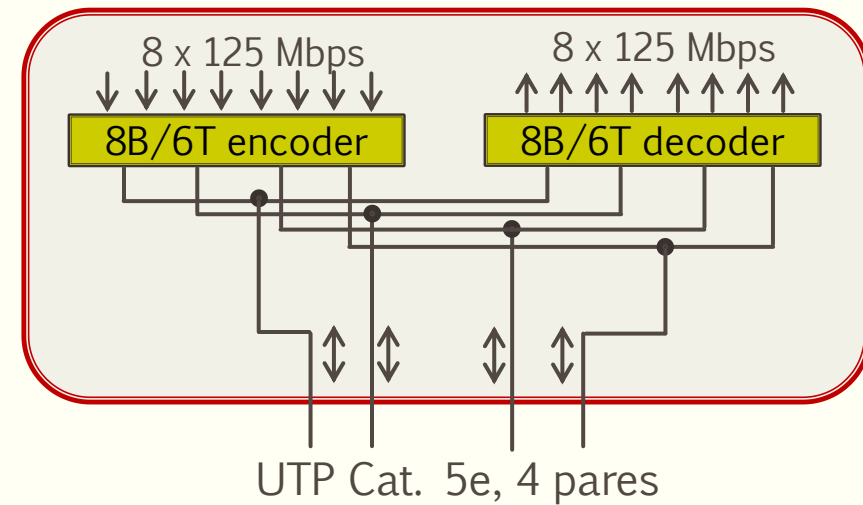
	1000Base-SX	1000Base-LX	1000Base-T
Medio de Transmisión	Fibra óptica multimodo	Fibra óptica mono/multimodo	4 pares UTP Cat 5e
Señalización	8B-10B, NRZ	8B-10B, NRZ	PAM-5
Máx. long. del segmento (m)	250-500	500-2000	100
	10GBase-SR	10GBase-LR	10GBase-T
Medio de Transmisión	Fibra óptica multimodo	Fibra óptica monomodo	4 pares UTP Cat 6 o 7
Señalización	64B-66B, NRZ	64B-66B, NRZ	PAM-16
Máx. long. del segmento (m)	300	10,000	100

Gigabit Ethernet ...1 Gbps...10 Gbps

1000 Base-SR, LR

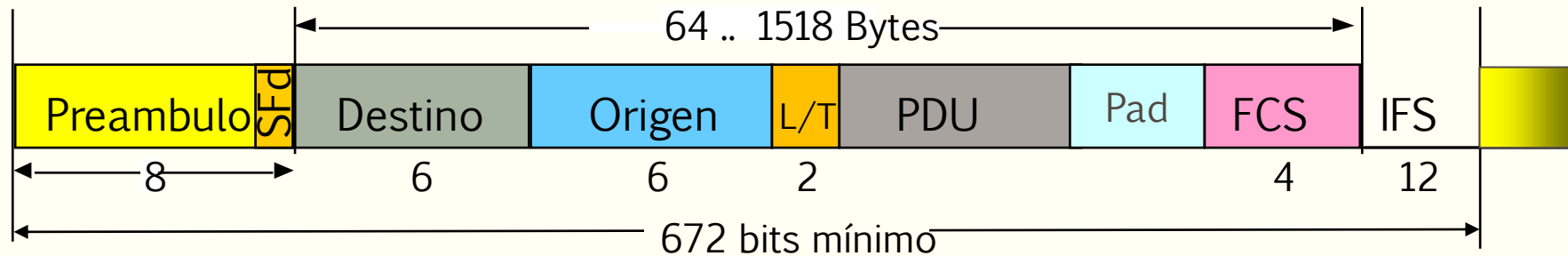


1000 Base-T



Ethernet

Rendimiento



Ethernet: Trama mínima: 64 bytes a nivel MAC
84 bytes a nivel físico
46 bytes de datos

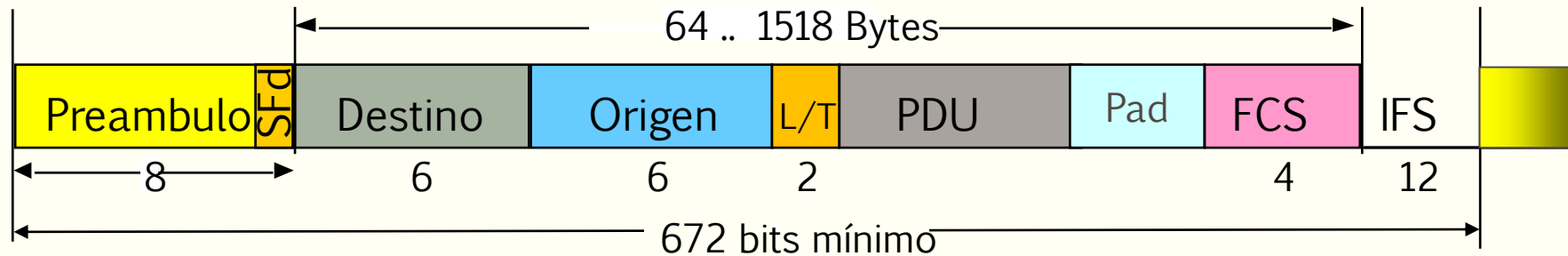
$$\text{Eficiencia} = 46/84 = 54,76\%$$

1 paquete equivale a 672 bits

A 10 Mbps \rightarrow 14.880 paq/s

Ethernet

Rendimiento



Ethernet: Trama máxima: 1.518 bytes a nivel MAC
1.538 bytes a nivel físico
1.500 bytes de datos

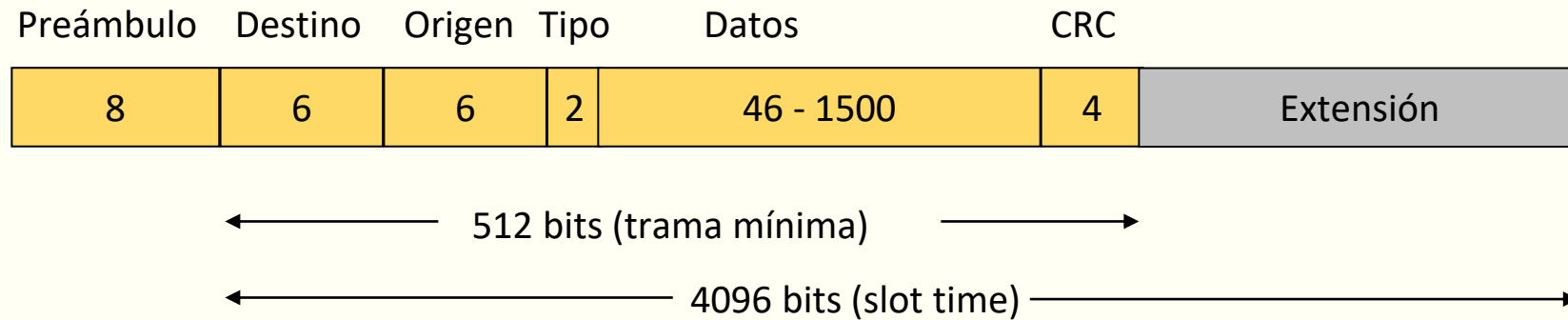
Eficiencia = $1.500 / 1.538 = 97,52\%$

1 paquete equivale a 12.304 bits

A 10 Mbps → 813 paq/s

Ethernet

Rendimiento



Gigabit Ethernet:

Trama mínima: 512 bytes a nivel MAC
532 bytes a nivel físico
46 bytes de datos

Eficiencia = $46/532 = 8,64\%$

Ethernet...Jumbo Frames

- Tamaño máximo de la trama: 1518 bytes
- Algunos fabricantes permiten tramas de hasta aproximadamente 9000 bytes: son los jumbo frames
- Mejora el rendimiento, menor gasto de procesamiento y menor overhead
- Problema: toda la red debe soportar estas tramas, aumentan la latencia y el riesgo de errores
- 802.3 II no soporta longitudes mayores de 1500 bytes: entonces, se utiliza el formato DIX

Ethernet Full Duplex

- El dispositivo puede enviar y recibir datos simultáneamente (en teoría ofrece el doble de ancho de banda).
- No se comparte el segmento físico: sólo se interconectan dos dispositivos
- Las dos estaciones deben ser capaces y estar configuradas para trabajar en full dúplex (si no lo están, puede haber colisiones tardías).
- Trayectorias independientes (no se utiliza CSMA/CD, aunque se respeta el IFG)
- El protocolo CSMA/CD queda deshabilitado y las restricciones de RTT desaparecen

Ethernet Full Duplex

Control de flujo

- El suplemento 802.3x (ethernet full dúplex), de marzo de 1997, incluye una especificación de un mecanismo de control de acceso al medio (MAC) opcional que permite, entre otras cosas, enviar un mensaje para control del flujo llamado PAUSE.
- Las tramas de control MAC se identifican porque el valor de tipo es 0x8808.
- Estas tramas tienen códigos de operación (opcodes) en el campo de datos. El tamaño de estas tramas se fija al mínimo establecido en el estándar (es decir 46 bytes de carga útil).
- El opcode está en los dos primeros bytes del campo de datos.

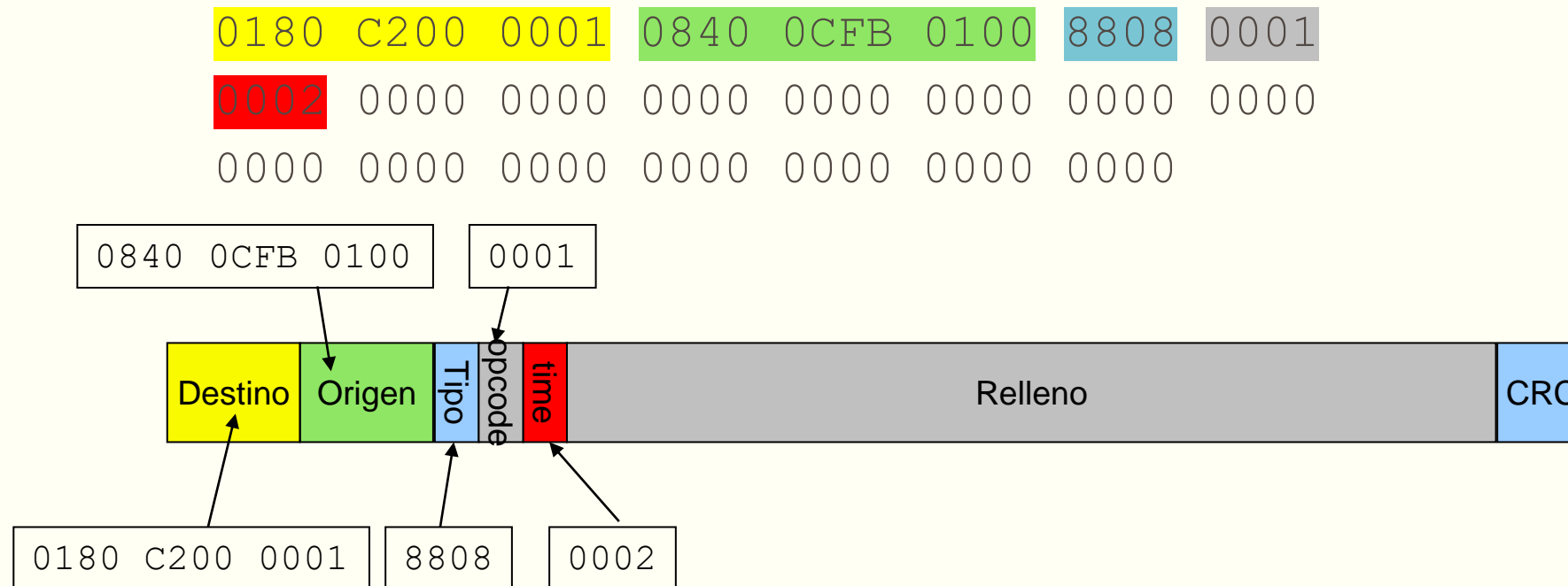
Ethernet Full Duplex

Control de flujo

- El opcode para el comando PAUSE es 0x0001
- Sólo las estaciones configuradas para operación full dúplex pueden enviar tramas PAUSE.
- Las tramas que envían el comando PAUSE llevan como dirección MAC destino 01:80:c2:00:00:01 (una dirección multicast, reservada para los tramas PAUSE)
- Además del opcode, el comando PAUSE lleva en dos bytes el tiempo que se desea se haga la pausa. El tiempo de pausa es medido en unidades de 512 bit times (esta unidad la denominan “quanta”)

Ethernet Full Duplex

Ejemplo de trama PAUSE



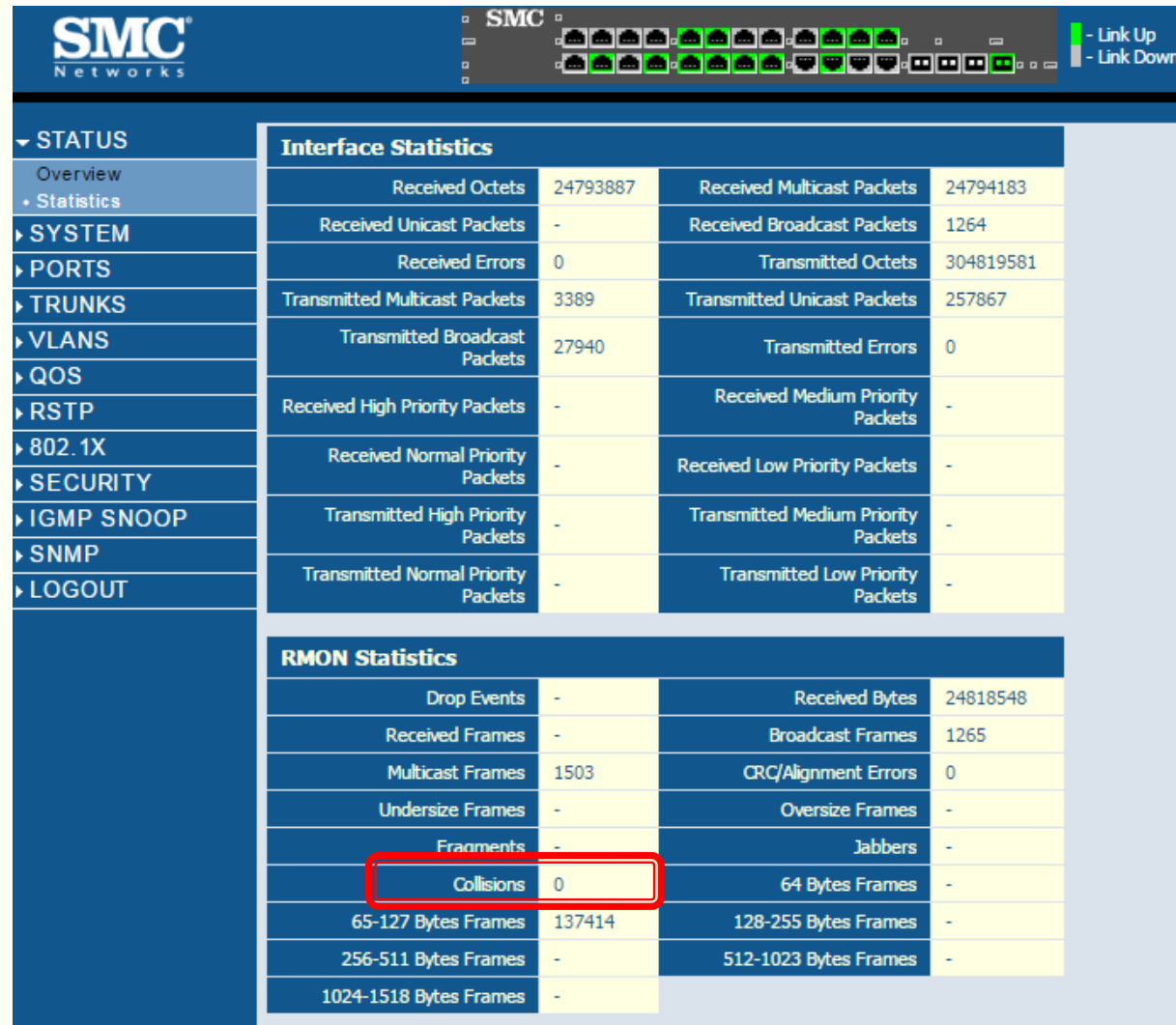
Ethernet Full Duplex

Autonegociación

- Suplemento 802.3u de Fast Ethernet en 1995
- Se puede deshabilitar
- Permite negociar la velocidad del enlace (10/100/1000Mbps) y el tipo de operación (Half / Full Duplex)
- La negociación es en base a una tabla de prioridad
- En fibra sólo se negocia el tipo de operación

Prioridad	Velocidad	Tipo
1	10 Gbps	Full Duplex
2	1 Gbps	Full Duplex
3	1 Gbps	Half Duplex
4	100 Mbps	Full Duplex
5	100 Mbps	Half Duplex
6	10 Mbps	Full Duplex
7	10 Mbps	Half Duplex

Ethernet...



Ethernet....

The image shows the web management interface of a TP-Link T2600G-28TS switch. The left sidebar contains a navigation menu with categories like System, Switching, and VLAN. The main content area is titled 'Traffic Summary' and 'Traffic Statistics'. It shows a selection of ports for monitoring, with port 14 highlighted. Below this, a table displays traffic statistics for the selected ports, categorized by Received and Sent data. The table includes metrics such as Broadcast, Multicast, Unicast, Jumbo, Alignment Errors, UndersizePkts, and various packet size ranges.

TP-link

T2600G-28TS

Traffic Summary Traffic Statistics

Port 1/0/14

UNIT: 1 LAGS

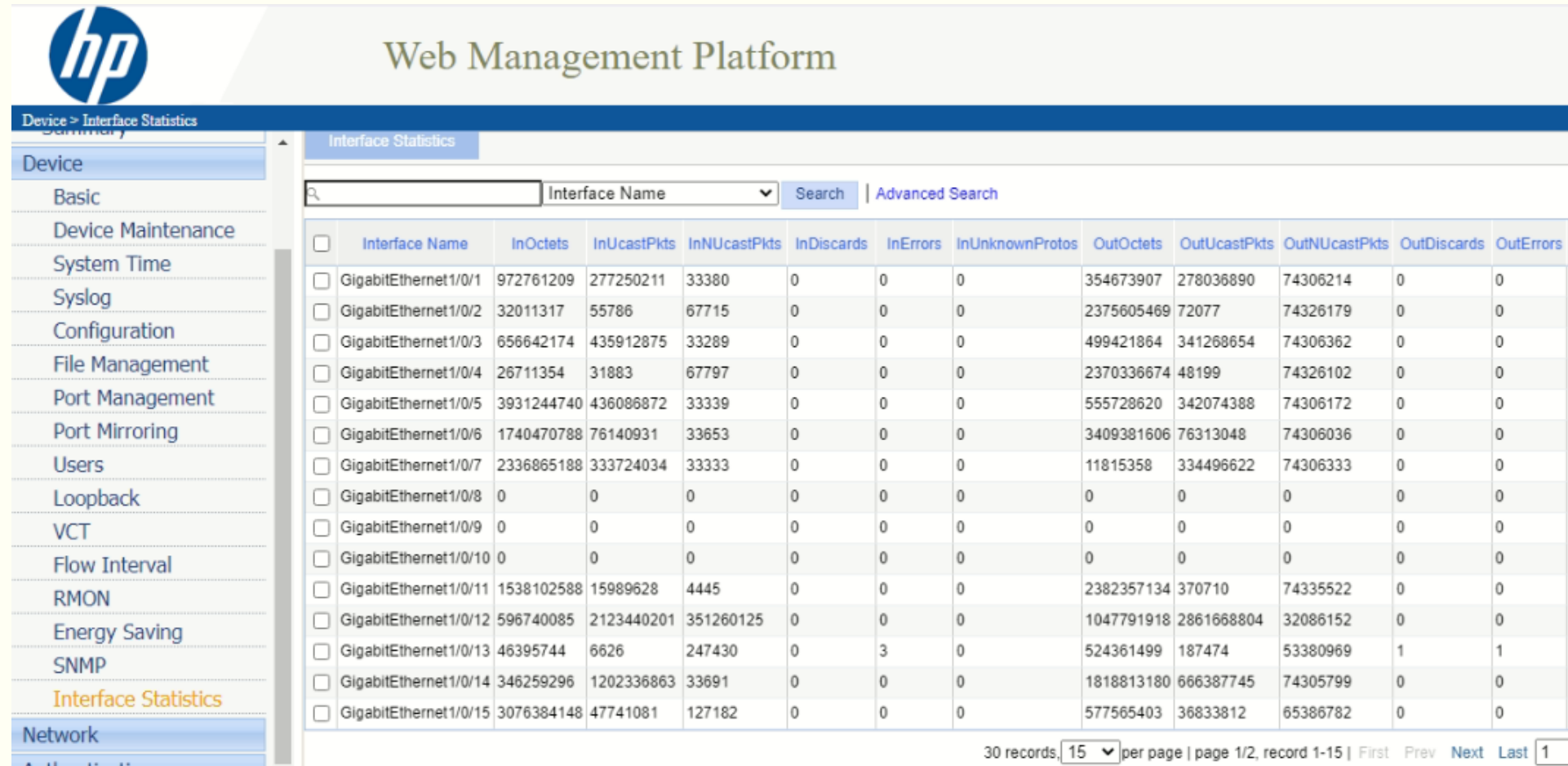
Unselected Port(s) Selected Port(s) Not Available for Selection

Received		Sent	
Broadcast	81,595	Broadcast	14,453,847
Multicast	0	Multicast	1,505,309
Unicast	376,258	Unicast	609,596
Jumbo	0	Jumbo	0
Alignment Errors	1	Collisions	0
UndersizePkts	0		
Pkts64Octets	198,555		
Pkts65to127Octets	76,616		
Pkts128to255Octets	167,020		
Pkts256to511Octets	8,707		
Pkts512to1023Octets	6,956		
Pkts1024to1518Octets	0		

Refresh Help

Copyright © 2017

Ethernet....



hp Web Management Platform

Device > Interface Statistics

Interface Statistics

Interface Name Search Advanced Search

	Interface Name	InOctets	InUcastPkts	InNUcastPkts	InDiscards	InErrors	InUnknownProtos	OutOctets	OutUcastPkts	OutNUcastPkts	OutDiscards	OutErrors
<input type="checkbox"/>	GigabitEthernet1/0/1	972761209	277250211	33380	0	0	0	354673907	278036890	74306214	0	0
<input type="checkbox"/>	GigabitEthernet1/0/2	32011317	55786	67715	0	0	0	2375605469	72077	74326179	0	0
<input type="checkbox"/>	GigabitEthernet1/0/3	656642174	435912875	33289	0	0	0	499421864	341268654	74306362	0	0
<input type="checkbox"/>	GigabitEthernet1/0/4	26711354	31883	67797	0	0	0	2370336674	48199	74326102	0	0
<input type="checkbox"/>	GigabitEthernet1/0/5	3931244740	436086872	33339	0	0	0	555728620	342074388	74306172	0	0
<input type="checkbox"/>	GigabitEthernet1/0/6	1740470788	76140931	33653	0	0	0	3409381606	76313048	74306036	0	0
<input type="checkbox"/>	GigabitEthernet1/0/7	2336865188	333724034	33333	0	0	0	11815358	334496622	74306333	0	0
<input type="checkbox"/>	GigabitEthernet1/0/8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/>	GigabitEthernet1/0/9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/>	GigabitEthernet1/0/10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<input type="checkbox"/>	GigabitEthernet1/0/11	1538102588	15989628	4445	0	0	0	2382357134	370710	74335522	0	0
<input type="checkbox"/>	GigabitEthernet1/0/12	596740085	2123440201	351260125	0	0	0	1047791918	2861668804	32086152	0	0
<input type="checkbox"/>	GigabitEthernet1/0/13	46395744	6626	247430	0	3	0	524361499	187474	53380969	1	1
<input type="checkbox"/>	GigabitEthernet1/0/14	346259296	1202336863	33691	0	0	0	1818813180	666387745	74305799	0	0
<input type="checkbox"/>	GigabitEthernet1/0/15	3076384148	47741081	127182	0	0	0	577565403	36833812	65386782	0	0

30 records, 15 per page | page 1/2, record 1-15 | First Prev Next Last 1

Ethernet...

```
GigabitEthernet1/0/5 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is Gigabit Ethernet, address is 08d0.9f5f.f405 (bia 08d0.9f5f.f405)
Description: "WIFI Ingenieria"
MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit/sec, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
Full-duplex, 100Mb/s, media type is 10/100/1000BaseTX
input flow-control is off, output flow-control is unsupported
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
Last input never, output 00:00:00, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 92362
Queueing strategy: fifo
Output queue: 0/40 (size/max)
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 28000 bits/sec, 45 packets/sec
 34601620 packets input, 5788817424 bytes, 0 no buffer
Received 437831 broadcasts (110 multicasts)
 0 runs, 0 giants, 0 throttles
 0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
 0 watchdog, 110 multicast, 0 pause input
 0 input packets with dribble condition detected
820094295 packets output, 81482522311 bytes, 0 underruns
 0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets
 0 unknown protocol drops
 0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
 0 lost carrier, 0 no carrier, 0 pause output
 0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
```

Dispositivos

Repetidor

- Unen dos segmentos del mismo tipo
- Amplifica y regenera la señal
- Opera en la capa física
- No analiza formatos



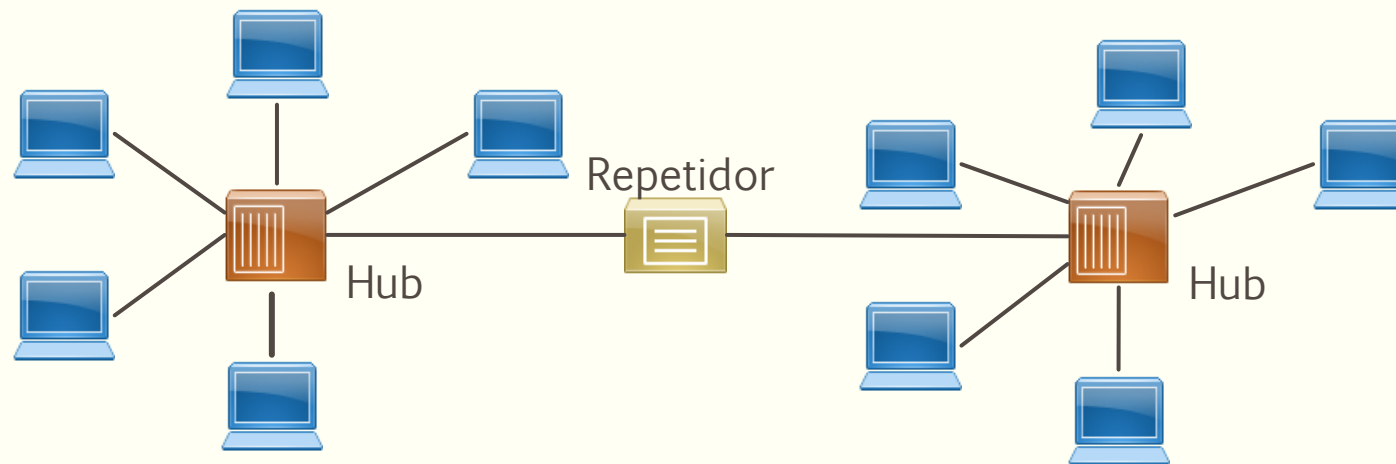
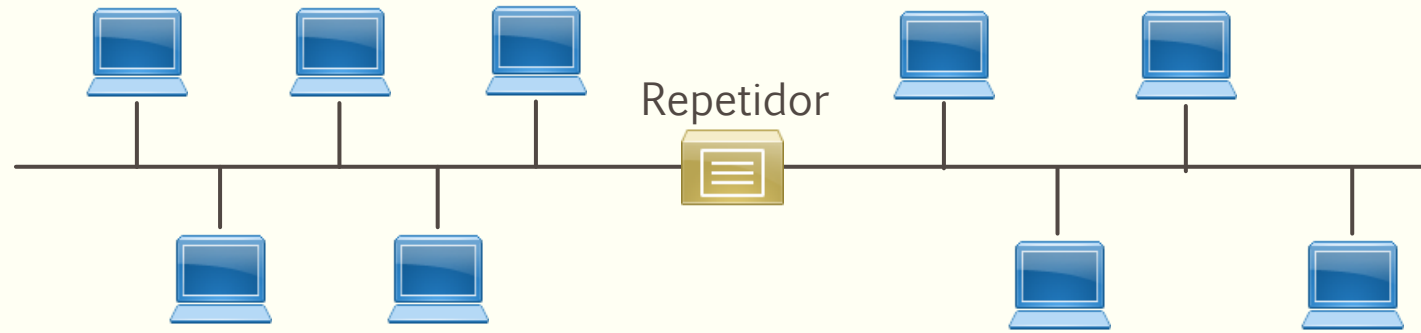
Dispositivos

Concentrador (Hub)

- Repetidor multipuerto
- Dispositivo que actúa como punto de conexión central entre los nodos que componen una red.
- Topología física en estrella pero lógica de bus



Dispositivos



Dispositivos

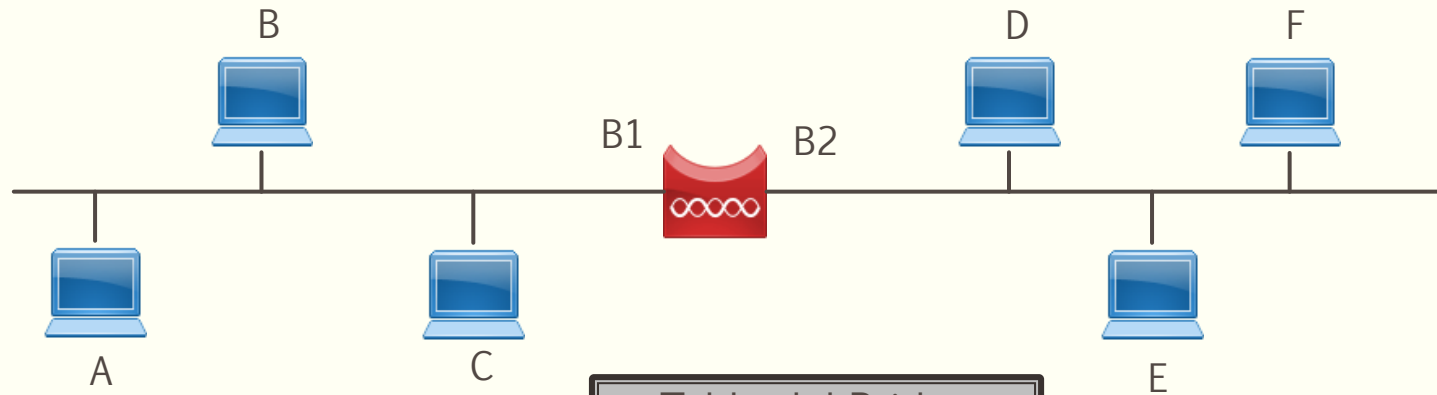
Puentes (Bridges)

- Trabajan a nivel de capa dos
- Analizan y reconocen direcciones MAC
- Arman tablas y toman decisiones de “ruteo”
- Separan redes a nivel MAC



Dispositivos

Puentes: tabla CAM (Content Addressable Memory)



A transmite a C
C responde a A
E transmite a A
B transmite a D
A responde a E
D responde a B

Tabla del Bridge	
B1	B2
A	
A,C	
A,C	E
A,B,C	E
A,B,C	E
A,B,C	D,E

Dispositivos

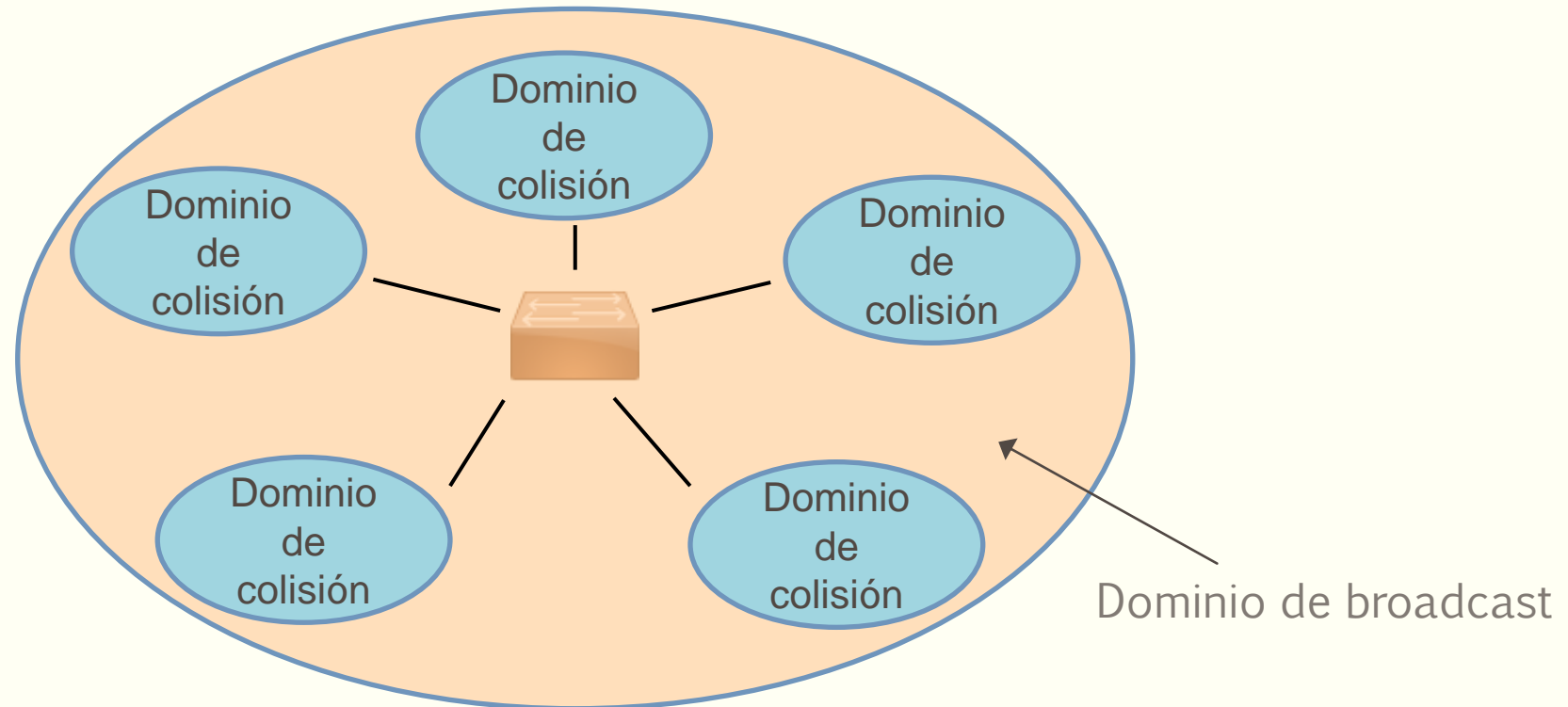
Conmutadores (Switches)

- Trabajan a nivel de capa dos
- Similar a los bridge
- Operan por hardware
- Utilizan chips diseñados para la conmutación (Application Specific Integrated Circuit, ASIC)
- Puertos de distinta velocidad

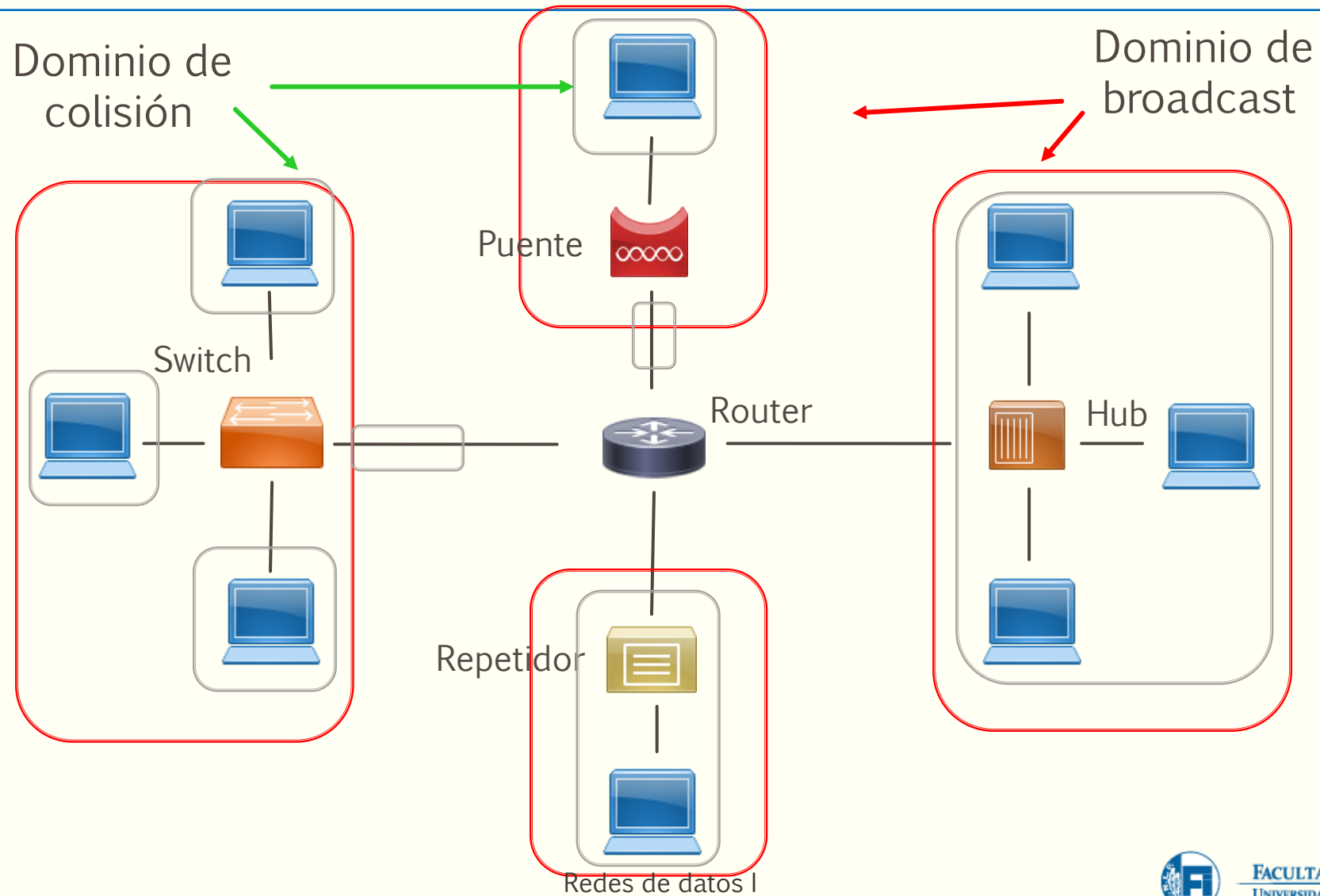


Dispositivos

- Dominio de colisión: grupo de nodos que se encuentran en un medio compartido
- Dominio de broadcast: grupo de nodos entre los cuales el mensaje de difusión de un nodo puede llegar a todos los demás nodos.



Dispositivos



Dispositivos

Clasificación

- Los puentes/conmutadores (bridge/switch) se clasifican en:
 - Transparentes
 - Source Routing Bridge
 - Source Routing Transparent Bridging
 - Translational

Dispositivos...switches

Puentes transparentes (802.1d)

- Desarrollados por DEC, principios de 1980
- Funcionan en modo promiscuo
- Analiza la dirección de destino
- Regla de las tres Fs
 - Forward
 - Flood
 - Filter o forget
- La trama reenviada es idéntica a la que ingresa
- Reenvían las tramas que:
 - Van dirigidas a una estación del otro lado, o
 - Tienen un destino que no figura en su tabla de direcciones, o
 - Tienen una dirección de grupo (broadcast o multicast)

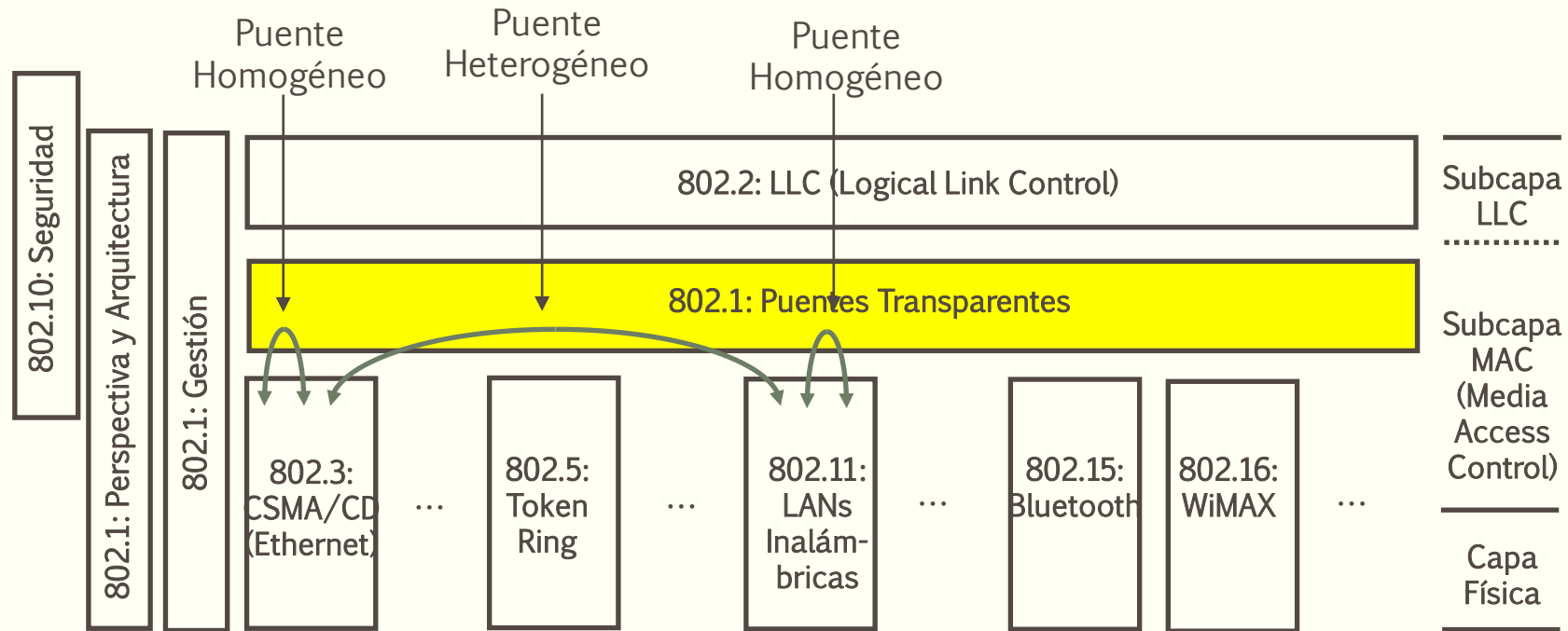
Dispositivos...switches

Puentes transparentes: Aging

- Proceso de envejecimiento
- Luego de un tiempo, si la entrada no es vuelta a usar, el switch la remueve
- Si la entrada es vuelta a usar, el temporizador se resetea a 0

Dispositivos...switches

Puentes transparentes



Ethernet

Tabla CAM (Content Addressable Memory)

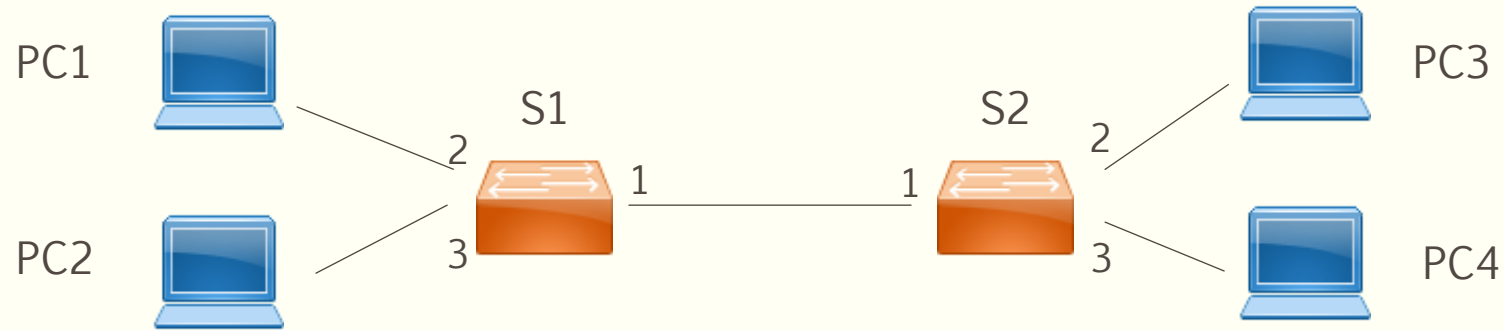


	Tabla S1			Tabla S2		
	1	2	3	1	2	3
Los Sw se inicializan						
PC1 transmite a PC4		PC1		PC1		
PC4 transmite a PC1	PC4	PC1		PC1		PC4
PC2 transmite a PC1	PC4	PC1	PC2	PC1		PC4
PC3 transmite Broadcast	PC4, PC3	PC1	PC2	PC1	PC3	PC4
PC1 transmite a PC2	PC4, PC3	PC1	PC2	PC1	PC3	PC4
PC1 transmite a PC4	PC4, PC3	PC1	PC2	PC1	PC3	PC4
PC2 transmite a PC4	PC4, PC3	PC1	PC2	PC1, PC2	PC3	PC4

Ethernet

Tabla CAM (Content Addressable Memory)

T2600G-28TS

System
Switching

- Port
- LAG
- Traffic Monitor
- **MAC Address**
- DDM
- L2PT

VLAN
Spanning Tree
Ethernet OAM
Multicast
Routing
QoS
ACL
Network Security
SNMP
LLDP
Maintenance
Save Config
Index
Logout

Address Table **Static Address** Dynamic Address Filtering Address Mac Notification Mac Vlan Security

Port

UNIT: 1 LAGS

2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28
1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27

Unselected Port(s) Selected Port(s) Not Available for Selection

Address Table

UNIT: 1

MAC Address	VLAN ID	Port	Type	Aging Status
00-00-5E-00-01-32	1	1/0/26	Dynamic	Aging
00-0B-82-28-35-F0	3	1/0/3	Dynamic	Aging
00-0B-82-6F-C1-26	2	1/0/26	Dynamic	Aging
00-0B-82-BB-0E-8E	16	1/0/26	Dynamic	Aging
00-15-99-D2-74-6F	13	1/0/26	Dynamic	Aging
00-15-99-D2-74-8F	2	1/0/26	Dynamic	Aging
00-19-BA-0E-AF-8F	2	1/0/14	Dynamic	Aging
00-1B-21-2B-6A-CB	1	1/0/26	Dynamic	Aging
00-24-F5-6D-F1-6E	6	1/0/21	Dynamic	Aging
00-30-67-B9-73-6A	13	1/0/26	Dynamic	Aging
04-18-D6-AC-E0-9A	12	1/0/26	Dynamic	Aging
06-0A-49-CA-CA-37	13	1/0/26	Dynamic	Aging

Dispositivos...switches

Store & Forward

Puentes transparentes:

Cut-Through
Collision Free

- Se recibe el paquete completo
- Se carga en memoria, se analiza el CRC y se reenvía
- Evita reenviar paquetes colisionados o dañados



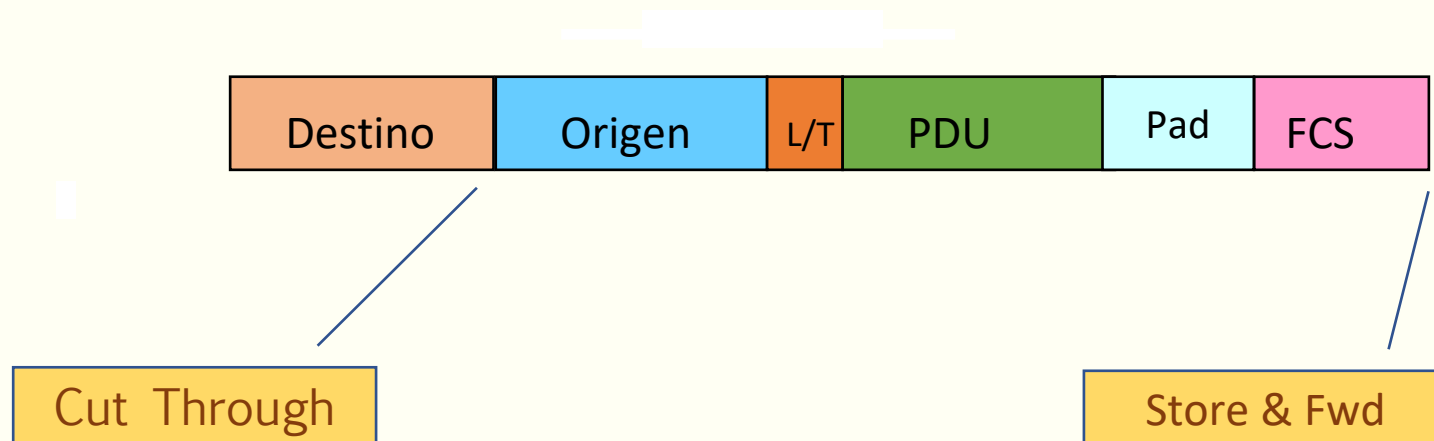
Dispositivos...switches

Store & Forward

Puentes transparentes: Cut-Through

Collision Free

- Analiza la dirección destino y reenvía
- Es más rápido, pero puede reenviar paquetes dañados o colisionados



Dispositivos...switches

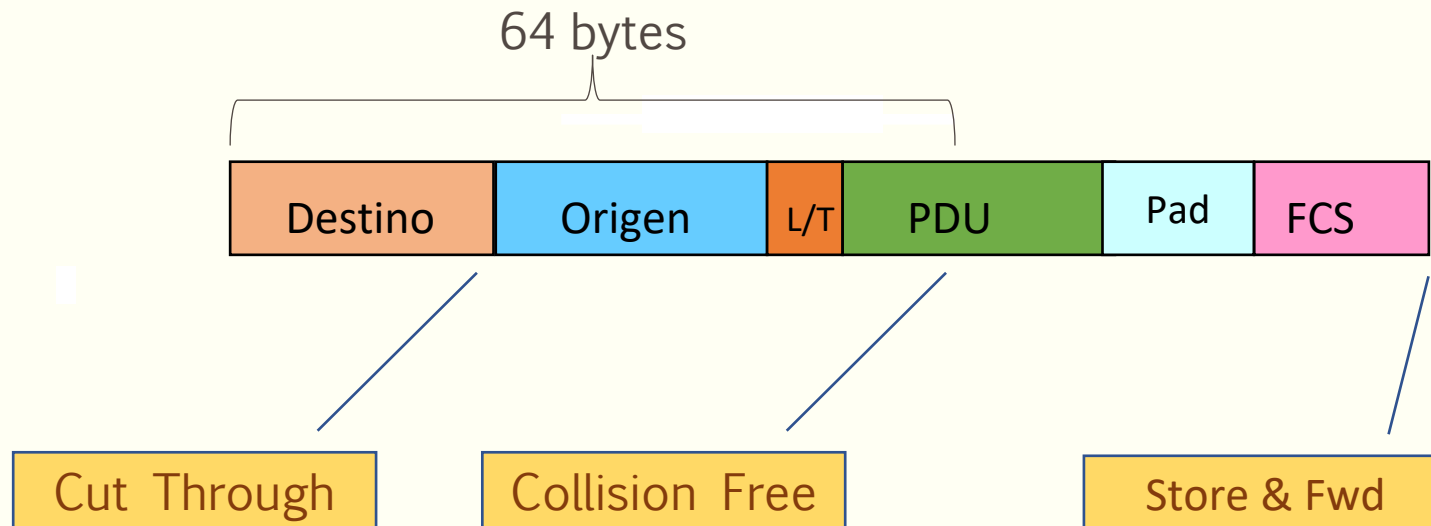
Puentes transparentes:

Store & Forward

Cut-Through

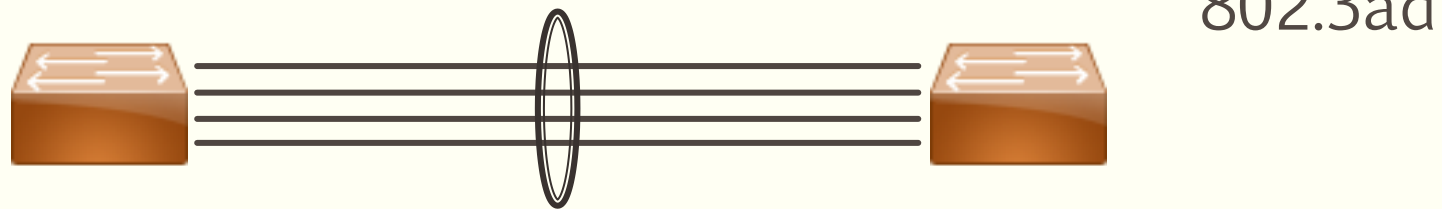
Collision Free

- Analiza los primeros 64 bytes
- Evita paquetes colisionados






Ethernet

Agregación de enlaces



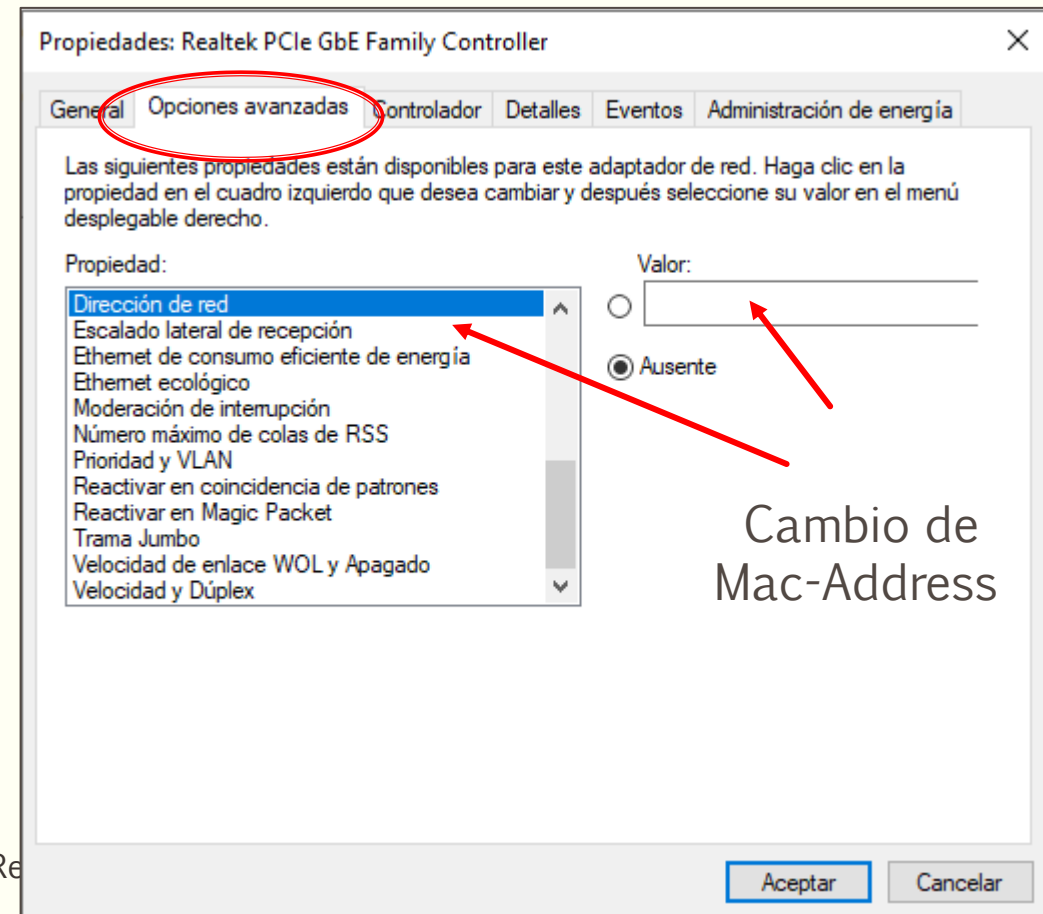
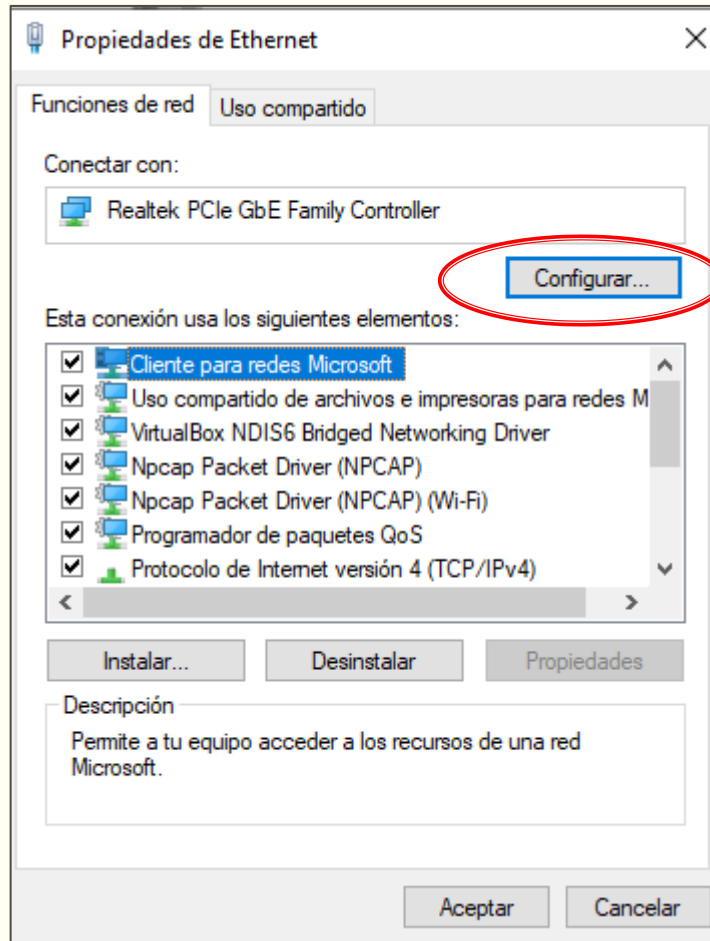
- “Link Aggregation Group” (LAG), también conocido como “Ethernet trunking”, “Etherchannel” o “Port trunking”
- Proporciona mayor ancho de banda, fiabilidad y balanceo de carga.
- Los enlaces utilizados se ven como un único enlace.
- Todos los enlaces deben tener la misma velocidad.
- Dos modos: manual o negociado (Link Aggregation Control Protocol, LACP)

Ethernet

Product Picture			
Model	TL-SG1008	TL-SG1016D	TL-SG1024D
Standards	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x
Network Ports	8*10/100/1000Mbps RJ45 ports	16*10/100/1000Mbps RJ45 ports	24*10/100/1000Mbps RJ45 ports
Auto Negotiation	YES	YES	YES
Auto MDI/MDIX	YES	YES	YES
Systems	Windows 2000/XP/Vista/7 Linux/MAC OS	Windows 2000/XP/Vista/7 Linux/MAC OS	Windows 2000/XP/Vista/7 Linux/MAC OS
Forwarding Mode	Store and Forward	Store and Forward	Store and Forward
Switch Capacity	16 Gbps	32 Gbps	48 Gbps
MAC Address Table	8 K	8 K	8 K
Jumbo Frame	10 KB	10 KB	10 KB
Flow Control	YES	YES	YES
Fanless	YES	YES	YES
Green Technology	YES	YES	YES
Power Saving	Up to 75%	Up to 40%	Up to 40%
LED	Power、1000Mbps、Link/Act	Power、1000Mbps、Link/Act	Power、1000Mbps、Link/Act
Dimensions	294*180*44 mm	294*180*44 mm	294*180*44 mm
Operating Temperature	0°C~40°C (32°F~104°F)	0°C~40°C (32°F~104°F)	0°C~40°C (32°F~104°F)
Storage Temperature	-40°C~70°C (-40°F~158°F)	-40°C~70°C (-40°F~158°F)	-40°C~70°C (-40°F~158°F)
Operating Humidity	10%~90% non-condensing	10%~90% non-condensing	10%~90% non-condensing
Storage Humidity	5%~90% non-condensing	5%~90% non-condensing	5%~90% non-condensing
Ordering Information	8-Port Gigabit switch	16-Port Gigabit switch	24-Port Gigabit switch

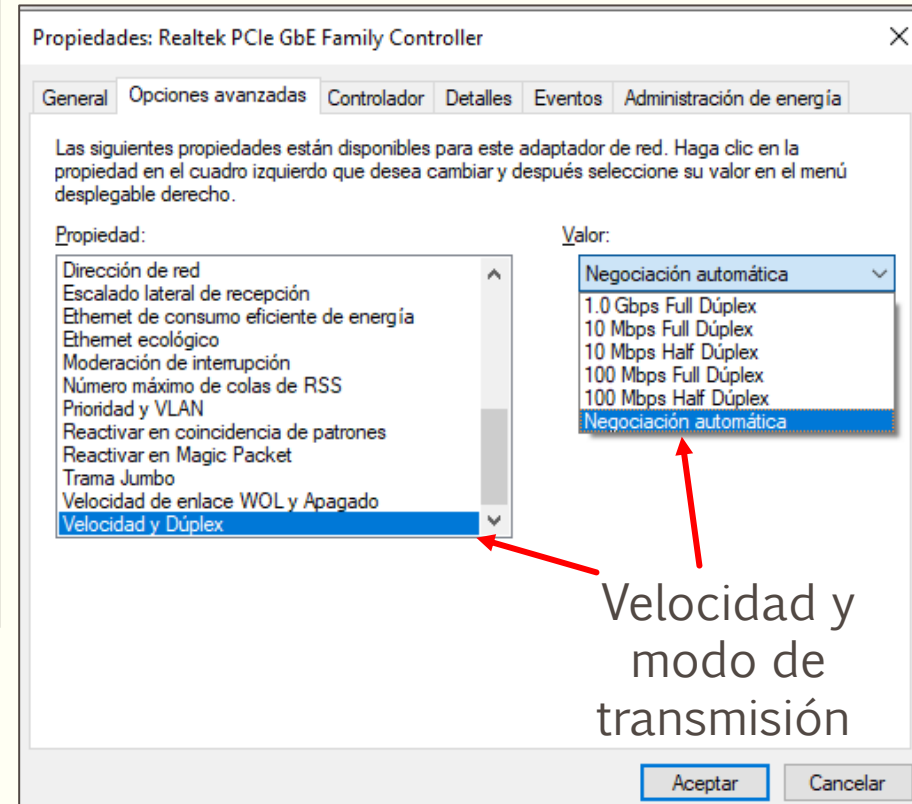
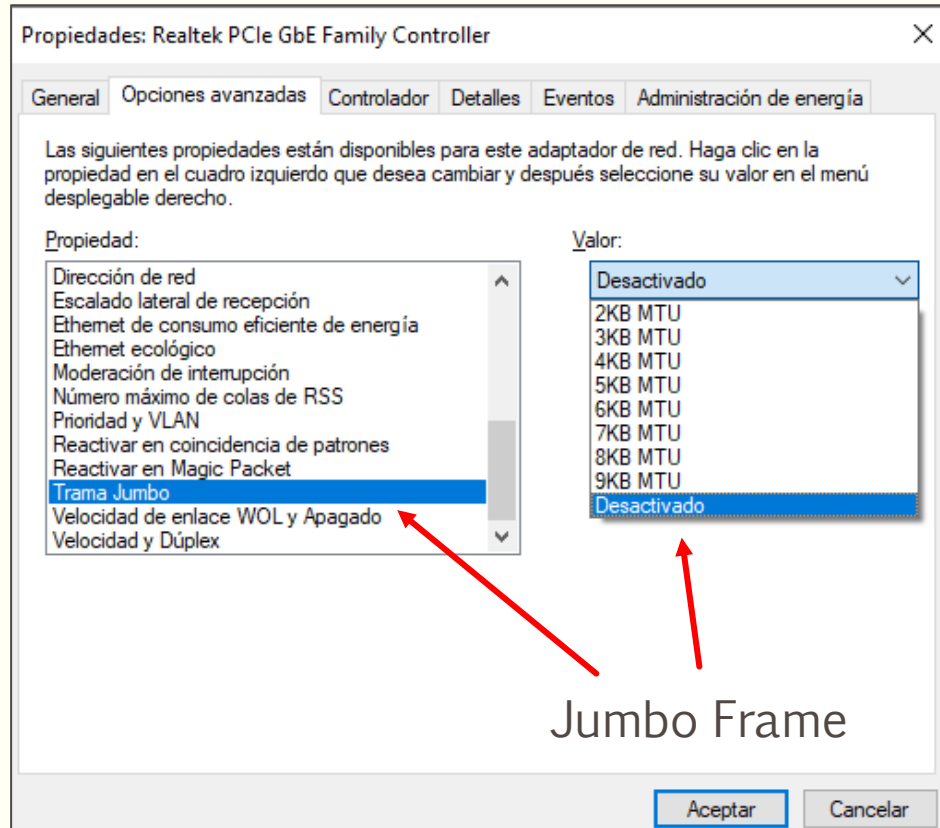
Ethernet

Configuración en las placas de red



Ethernet

Configuración en las placas de red



Ethernet

Configuración en switch

The screenshot displays the TP-Link T2600G-28TS switch configuration interface. The left sidebar contains a navigation menu with the following items: System, Switching, Port, LAG, Traffic Monitor, MAC Address, DDM, L2PT, VLAN, Spanning Tree, Ethernet OAM, Multicast, Routing, QoS, ACL, Network Security, SNMP, LLDP, Maintenance, Save Config, and Index. The main content area is titled 'Port Config' and includes tabs for Port Mirror, Port Security, Port Isolation, and Loopback Detection. The 'Port Config' tab is active, showing a table of port configurations. The table has columns for Select, Port, Type, Description, Status, Speed, Duplex, Flow Control, Jumbo, and LAG. The 'UNIT' is set to 1 LAGS. The table lists 15 ports, all of which are Copper ports. Ports 1/0/1 through 1/0/12 are standard ports. Port 1/0/13 is configured as 'Lector biometric' and has a speed of 10M. Port 1/0/14 is configured as 'SW Piso2-no adm'. Port 1/0/15 is also configured as 'SW Piso2-no adm'. All ports have a status of 'Enable', a speed of 'Auto' (except for 1/0/13 which is 10M), a duplex of 'Auto', flow control of 'Disable', and jumbo frames of 'Disable'. The LAG column shows '---' for all ports. At the bottom of the table, there are buttons for 'All', 'Apply', and 'Help'.

Select	Port	Type	Description	Status	Speed	Duplex	Flow Control	Jumbo	LAG
<input type="checkbox"/>									
<input type="checkbox"/>	1/0/1	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/2	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/3	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/4	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/5	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/6	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/7	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/8	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/9	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/10	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/11	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/12	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/13	Copper	Lector biometric	Enable	10M	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/14	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/15	Copper	SW Piso2-no adm	Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---

Ethernet

Port Config

UNIT: 1 LAGS

Select	Port	Type	Description	Status	Speed	Duplex	Flow Control	Jumbo	LAG
<input type="checkbox"/>			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/>	1/0/1	Copper		Enable	10M	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/2	Copper		Enable	100M	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/3	Copper		Enable	1000M	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/4	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/5	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/6	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---

Port Config

UNIT: 1 LAGS

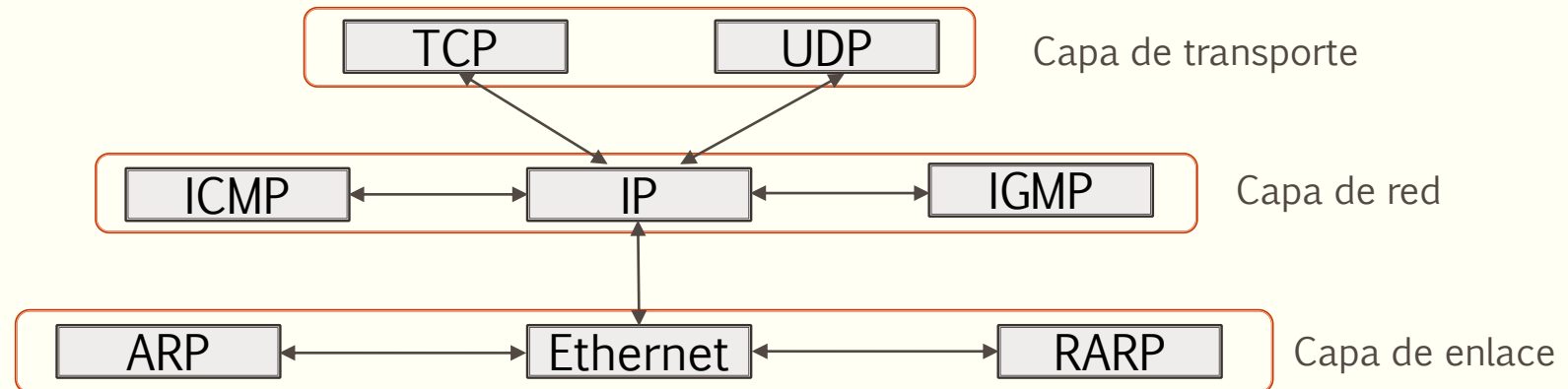
Select	Port	Type	Description	Status	Speed	Duplex	Flow Control	Jumbo	LAG
<input type="checkbox"/>			<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/>	1/0/1	Copper		Enable	Auto	Half	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/2	Copper		Enable	Auto	Full	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/3	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/4	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/5	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---
<input type="checkbox"/>	1/0/6	Copper		Enable	Auto	Auto	Disable	Disable	---

Flow Control	Jumbo	LAG
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Disable	Disable	---
Enable	Disable	---
Disable	Disable	---
Disable	Disable	---

Flow Control	Jumbo	LAG
<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Disable	Disable	---
Disable	Enable	---
Disable	Disable	---
Disable	Disable	---

Protocolo ARP

- ARP (Address Resolution Protocol) tiene como misión traducir la dirección IP de una estación a la dirección física del adaptador de red.
- Para enviar un datagrama, la estación origen debe conocer la dirección MAC de la estación destino.
- ARP se utiliza en todas las redes LANs broadcast, y soporta cualquier protocolo de red. Se especifica en RFC 826.

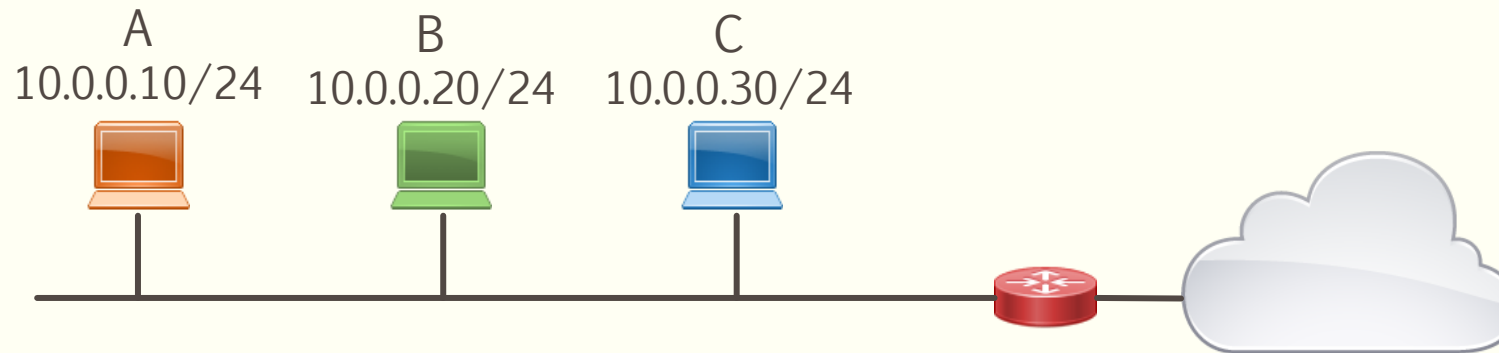


Protocolo ARP

- Un equipo envía un **ARP Request** en difusión (broadcast) preguntando por la dirección física de una determinada IP.
- Le responde el equipo que tiene esa IP con un **ARP Reply** que le informa la dirección física.
- Debido a que enviar **ARP Request/Reply** para cada paquete IP introduce demasiado overhead, cada host mantiene una tabla ARP (**ARP cache**).
- Cada entrada en la ARP cache es una correspondencia entre las direcciones IP y la direcciones MAC.
- Cada entrada expira después de 15 minutos en switch y routers. En las PCs expira entre 15 y 45 segundos.

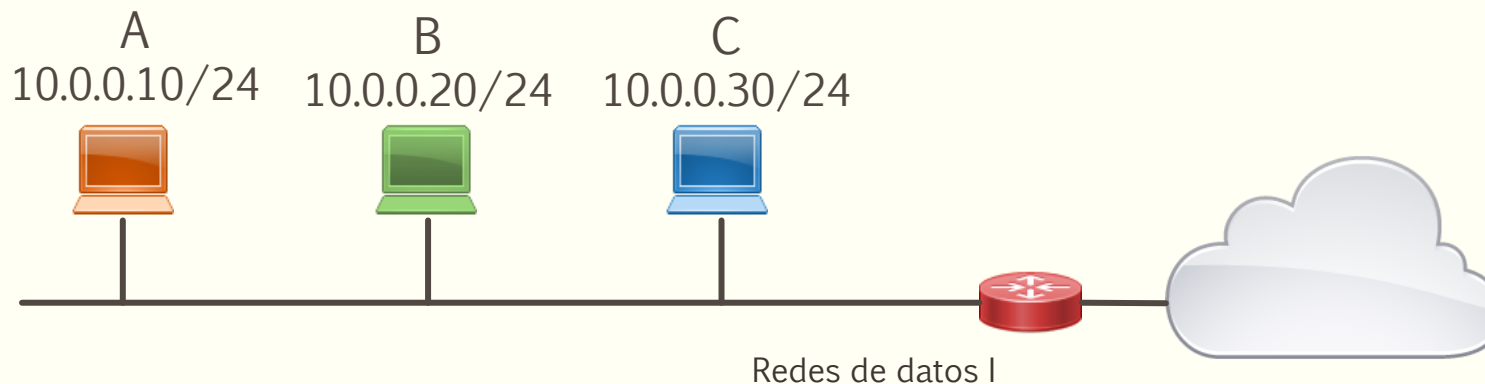
Protocolo ARP

- Supongamos una estación A con dirección IP 10.0.0.10 que desea enviar un datagrama IP a la estación B con dirección IP 10.0.0.20
- Analizando las direcciones, A conoce que el destino está en la misma LAN.
- La estación A necesita la dirección MAC de B para armar la trama.



Protocolo ARP

- La estación A busca en su ARP cache y no encuentra la dirección de B.
- La estación A envía un broadcast “ARP request” preguntando quien tiene la dirección 10.0.0.20
- Todas las estaciones reciben el broadcast, pero sólo B lo va a procesar, ya que están preguntando por él.
- La estación B se anota la dirección MAC de A en su tabla ARP
- La estación B responde con un unicast “ARP reply” dirigido a A informándole su MAC
- La estación A obtiene la dirección MAC de B



Protocolo ARP

```
C:\> Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 10.0.19042.1288]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

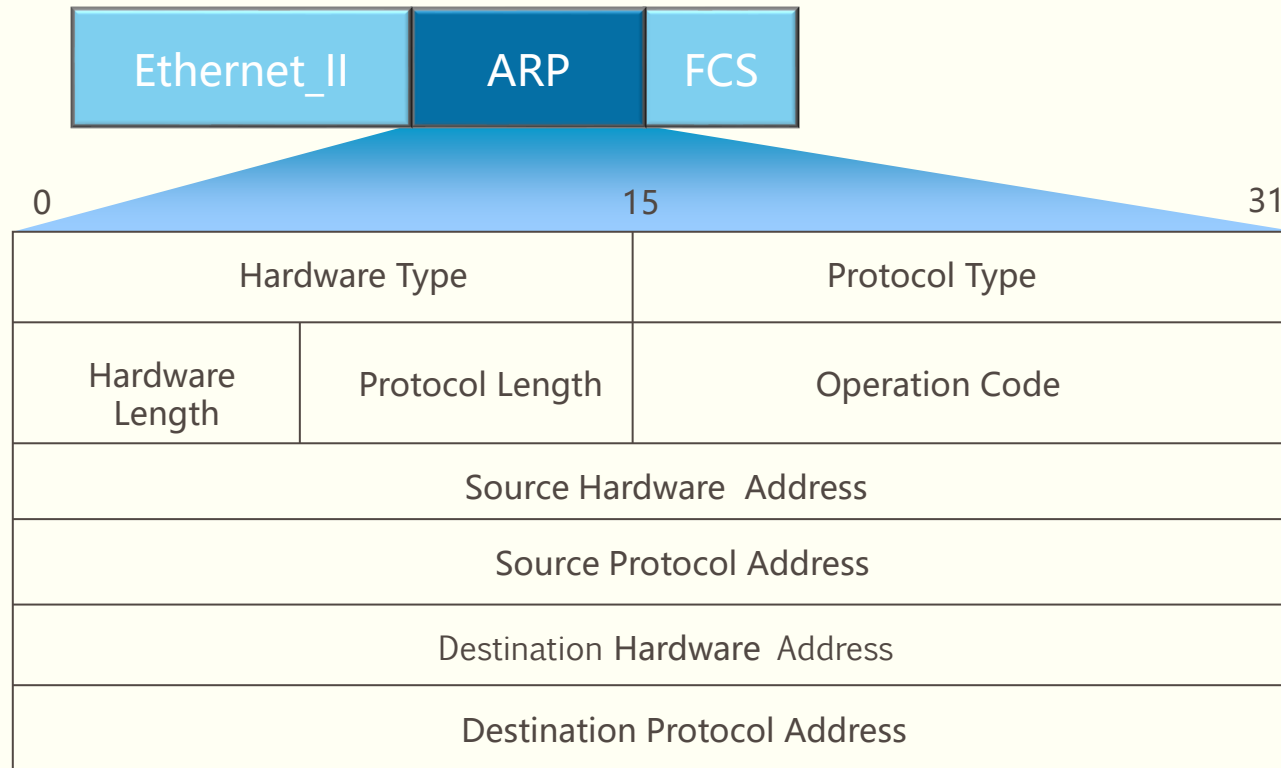
C:\Users\User>netsh interface ipv4 show interfaces

Índ   Mét   MTU   Estado   Nombre
-----
1     75   4294967295   connected   Loopback Pseudo-Interface 1
19    35    1500   connected   Ethernet

C:\Users\User>netsh interface ipv4 show interface 19

Parámetros de la interfaz Ethernet
-----
IfLuid           : ethernet_32769
IfIndex          : 19
Estado           : connected
Métrica          : 35
MTU del vínculo  : 1500 bytes
Tiempo de accesibilidad : 25500 ms
Tiempo de accesibilidad base : 30000 ms
Intervalo de retransmisión : 1000 ms
Transmisiones DAD : 3
Longitud de prefijo de sitio : 64
Id. de sitio     : 1
```

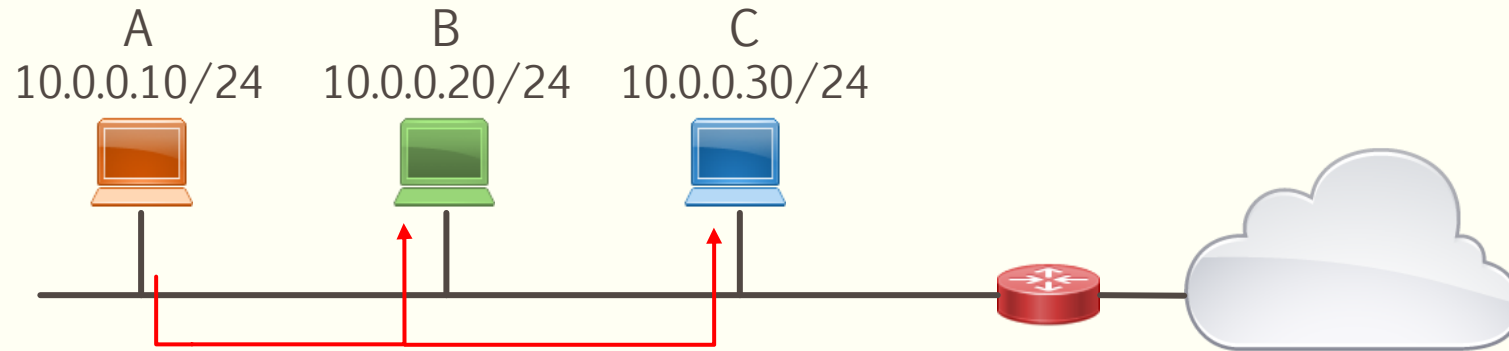
Protocolo ARP



- Hardware Type: tipo de protocolo de la capa de enlace (Ethernet=1)
- ProtocolType: tipo de protocolo de capa de red (IPv4=0x0800)
- Hardware y Protocol Length expresados en bytes
- Operation code:
 - 1 ARP Request
 - 2: ARP Reply
- Direcciones origen y destino (MAC e IP)

Protocolo ARP

- Continuando el ejemplo:



ARP Request

Destino	Origen	Ethertype	ARP
---------	--------	-----------	-----

FF:FF:FF:FF:FF:FF

MAC de A

0x0806

Op. Code: 1

MAC Origen: MAC de A

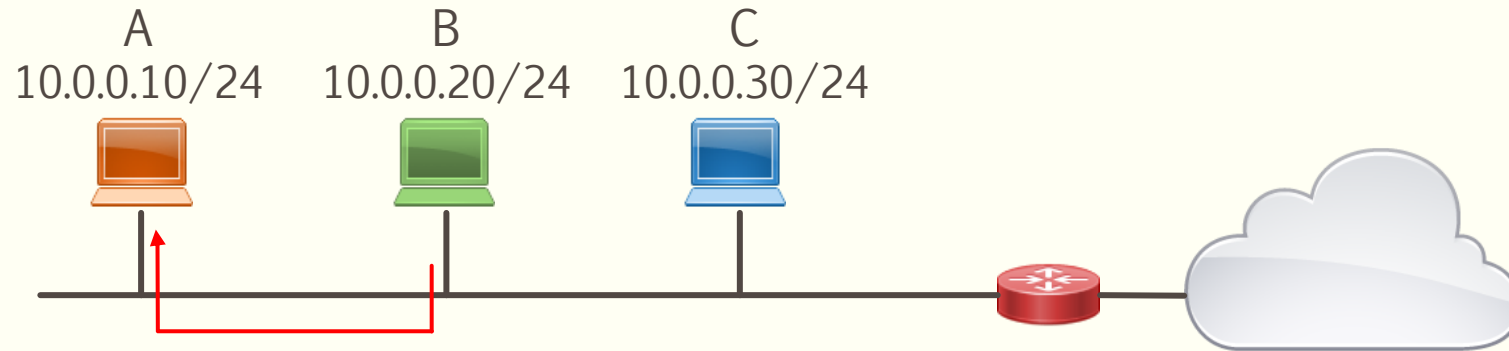
IP de origen: 10.0.0.10

MAC Destino: 00:00:00:00:00:00

IP Destino: 10.0.0.20

Protocolo ARP

- Continuando el ejemplo:



ARP Reply

Destino	Origen	Ethertype	ARP
---------	--------	-----------	-----

MAC de A

MAC de B

0x0806

Op. Code: 1

MAC Origen: MAC de B

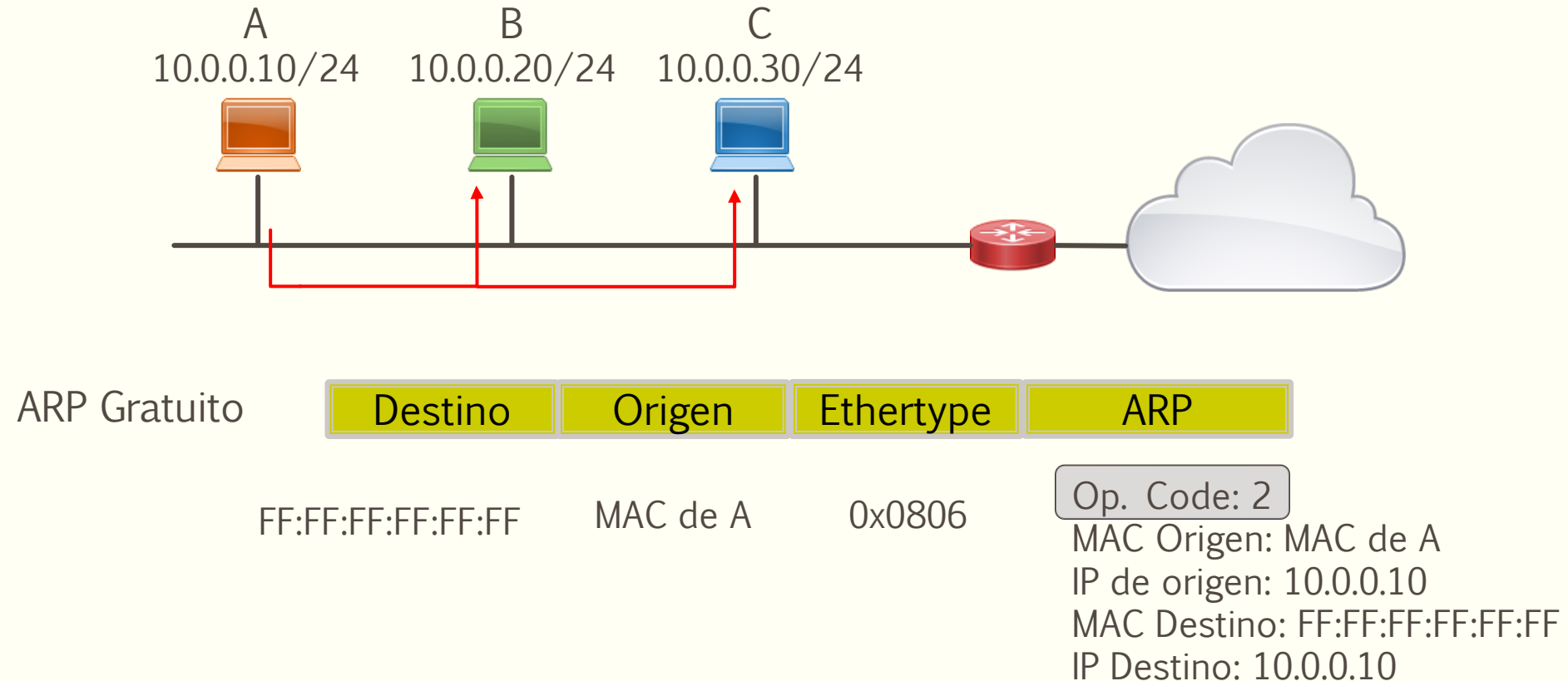
IP de origen: 10.0.0.20

MAC Destino: MAC de A

IP Destino: 10.0.0.10

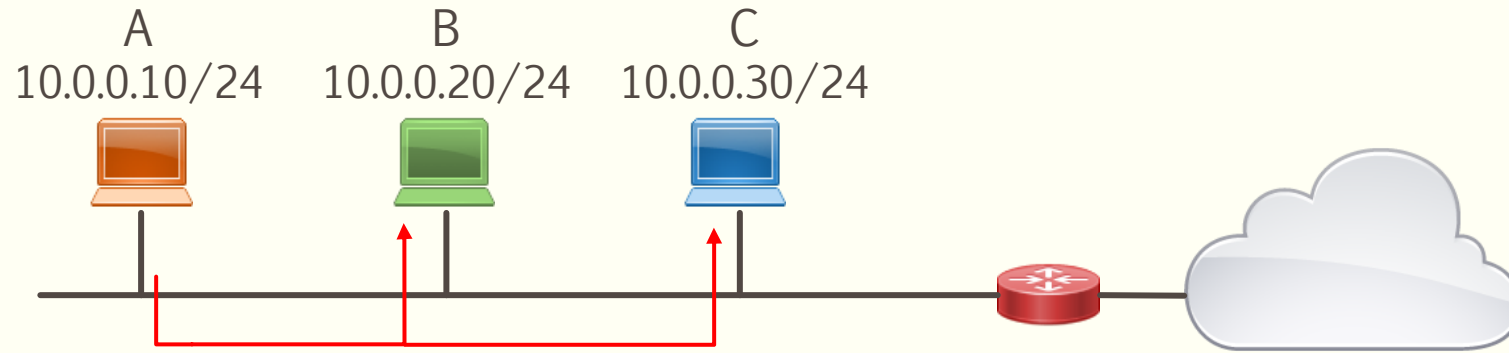
Protocolo ARP

- **ARP Gratuito:** se lo utiliza para actualizar tablas ARP, anunciarse o en sistemas redundantes. Es un ARP Reply, que nunca fue solicitado (por rso es gratuito)



Protocolo ARP

- **ARP Probe:** se lo utiliza para sondear la red para validar que una dirección IP no está ya en uso.



ARP Probe

Destino	Origen	Ethertype	ARP
---------	--------	-----------	-----

FF:FF:FF:FF:FF:FF

MAC de A

0x0806

Op. Code: 1

MAC Origen: MAC de A

IP de origen: 0.0.0.0

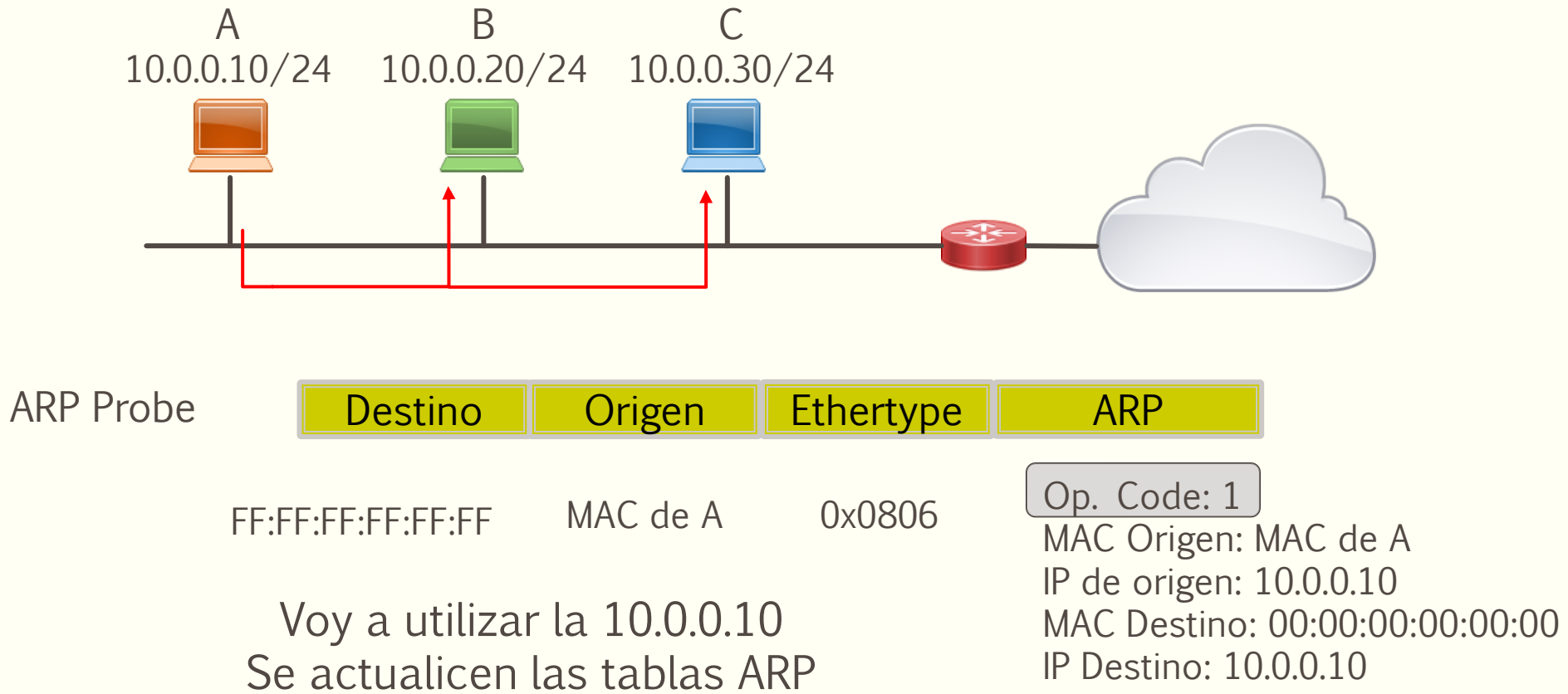
MAC Destino: 00:00:00:00:00:00

IP Destino: 10.0.0.10

¿Alguien tiene la 10.0.0.10?
Previene que se actualicen las
tablas ARP

Protocolo ARP

- **ARP Announcement:** si no hay respuesta al ARP Probe, la estación confirma la dirección IP y la anuncia al resto



Protocolo ARP

```
C:\Windows\System32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 10.0.19043.1288]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.
C:\WINDOWS\system32>arp -a

Interfaz: 10.0.2.116 --- 0x3
Dirección de Internet      Dirección física      Tipo
10.0.2.1                   74-4d-28-10-cc-0c    dinámico
10.0.2.61                  30-8d-99-2e-89-3f    dinámico
10.0.2.63                  30-cd-a7-3c-74-22    dinámico
10.0.2.69                  54-04-a6-66-10-3f    dinámico
10.0.2.71                  68-3e-26-70-c1-41    dinámico
10.0.2.103                 e0-d5-5e-ae-08-40    dinámico
10.0.2.106                 a4-fc-77-27-f7-ad    dinámico
10.0.2.115                 30-9c-23-21-44-5b    dinámico
10.0.2.140                 20-47-47-a7-df-c4    dinámico
10.0.2.145                 e4-f8-9c-39-50-4e    dinámico
10.0.2.151                 c4-65-16-bc-a9-02    dinámico
10.0.2.156                 20-47-47-a7-df-c4    dinámico
10.0.2.165                 94-de-80-29-fe-ce    dinámico
10.0.2.170                 20-47-47-a7-df-c4    dinámico
10.0.2.173                 58-d9-c3-c3-8f-e7    dinámico
10.0.2.182                 68-3e-26-70-c1-41    dinámico
10.0.2.183                 00-68-eb-5f-8b-5c    dinámico
10.0.2.209                 50-e5-49-6a-05-88    dinámico
10.0.2.255                 ff-ff-ff-ff-ff-ff    estático
192.168.20.11              00-17-61-10-2f-3c    dinámico
192.168.20.14              00-17-61-10-2f-41    dinámico
224.0.0.2                  01-00-5e-00-00-02    estático
224.0.0.22                 01-00-5e-00-00-16    estático
```

Protocolo ARP

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1280	2.410497	Palladiu_66:90:9e	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.30.101? Tell 192.168.30.108
1281	2.447921	Motorola_2d:26:0e	Palladiu_66:90:9e	ARP	42	192.168.30.101 is at c8:c7:50:2d:26:0e
1282	2.447959	192.168.30.108	192.168.30.101	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=7710/771
1283	2.646633	Motorola_2d:26:0e	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.30.108? Tell 192.168.30.101
1284	2.646649	Palladiu_66:90:9e	Motorola_2d:26:0e	ARP	42	192.168.30.108 is at 5c:c9:d3:66:90:9e
1288	3.658008	192.168.30.101	192.168.30.108	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=7710/771

> Frame 1280: 42 bytes on wire (336 bits), 42 bytes captured (336 bits)

▼ Ethernet II, Src: Palladiu_66:90:9e (5c:c9:d3:66:90:9e), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)

> Destination: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)

> Source: Palladiu_66:90:9e (5c:c9:d3:66:90:9e)
Type: ARP (0x0806)

▼ Address Resolution Protocol (request)

Hardware type: Ethernet (1)
Protocol type: IPv4 (0x0800)
Hardware size: 6
Protocol size: 4
Opcode: request (1)
Sender MAC address: Palladiu_66:90:9e (5c:c9:d3:66:90:9e)
Sender IP address: 192.168.30.108
Target MAC address: 00:00:00_00:00:00 (00:00:00:00:00:00)
Target IP address: 192.168.30.101

0000

ff ff ff ff ff ff 5c c9 d3 66 90 9e 08 06 00 01

0010

08 00 06 04 00 01 5c c9 d3 66 90 9e c0 a8 1e 6cf.....1

0020

00 00 00 00 00 00 c0 a8 1e 65e

Una estación preguntando si la
MAC Address de quien utiliza la
192.168.30.108

ARP Request

Protocolo ARP

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1280	2.410497	Palladiu_66:90:9e	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.30.101? Tell 192.168.30.108
1281	2.447921	Motorola_2d:26:0e	Palladiu_66:90:9e	ARP	42	192.168.30.101 is at c8:c7:50:2d:26:0e
1282	2.447959	192.168.30.108	192.168.30.101	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=7710/771
1283	2.646633	Motorola_2d:26:0e	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.30.108? Tell 192.168.30.101
1284	2.646649	Palladiu_66:90:9e	Motorola_2d:26:0e	ARP	42	192.168.30.108 is at 5c:c9:d3:66:90:9e
1288	3.658008	192.168.30.101	192.168.30.108	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=7710/771

>	Frame 1281: 42 bytes on wire (336 bits), 42 bytes captured (336 bits)
▼	Ethernet II, Src: Motorola_2d:26:0e (c8:c7:50:2d:26:0e), Dst: Palladiu_66:90:9e (5c:c9:d3:66:90:9e) <ul style="list-style-type: none">> Destination: Palladiu_66:90:9e (5c:c9:d3:66:90:9e)> Source: Motorola_2d:26:0e (c8:c7:50:2d:26:0e)Type: ARP (0x0806)
▼	Address Resolution Protocol (reply) <ul style="list-style-type: none">Hardware type: Ethernet (1)Protocol type: IPv4 (0x0800)Hardware size: 6Protocol size: 4Opcode: reply (2)Sender MAC address: Motorola_2d:26:0e (c8:c7:50:2d:26:0e)Sender IP address: 192.168.30.101Target MAC address: Palladiu_66:90:9e (5c:c9:d3:66:90:9e)Target IP address: 192.168.30.108

0000	5c c9 d3 66 90 9e	c8 c7 50 2d 26 0e 08 06 00 01	\..f... P-&....
0010	08 00 06 04 00 02	c8 c7 50 2d 26 0e c0 a8 1e 65 P-&....e
0020	5c c9 d3 66 90 9e	c0 a8 1e 6c	\..f... .1

La estación con la
192.168.30.108 responde
informando su MAC Address

ARP reply