

Mecanismos de Acceso al Medio

Introducción (1)

— Recordando

- Tenemos 2 tipos de redes:
 - Punto a Punto
 - Broadcast (Propagación)
 - Mecanismos de acceso al medio es para redes de Broadcast
- Redes de Broadcast
 - Satélites
 - Radio
 - LANs
 - LAN Inalámbricas

Introducción (2)

— Recordando....

- Redes de Broadcast...
 - La clave aquí es determinar quién puede usar el canal cuando hay competencia por él
 - t_p : es un factor importante
 - Hay 2 tipos principales de mecanismos de acceso
 - » Contención (aloha, ethernet)
 - » Permisos (token ring)
 - » Iniciaremos con Aloha que fue la primera

Aloha (1)

- Aloha: es un mecanismo que se conoce como contención
 - No hay un ente central que determine “quién sigue”
 - Básicamente, las estaciones se contienen de transmitir por un tiempo bajo ciertas condiciones
 - Este método fue desarrollado en Hawái para interconectar varias sedes de la Universidad de Hawái en diferentes islas (no había otra forma en esa época)

Aloha (2)

- Estrategia del Aloha:
 - Dejar transmitir a los usuarios cuando ellos tengan algo que transmitir
 - Obviamente, ocurrirán colisiones
 - Una colisión se da cuando 2 o más estaciones transmiten al mismo tiempo (usan misma frecuencia)
 - La transmisión de ambas estaciones se interfiere mutuamente y no le sirve a ninguna

Aloha (3)

- Estrategia del Aloha:.....
 - Cuando las estaciones se enteran de que hubo una colisión (**pueden oír el canal, ya que es broadcast**)
 - Se esperan un tiempo aleatorio antes de retransmitir
 - Este tiempo aleatorio es necesario para no volver a “colisionar”
 - La pregunta aquí es:
 - » Que desempeño se puede esperar???

Aloha (4)

— Medidas de Desempeño

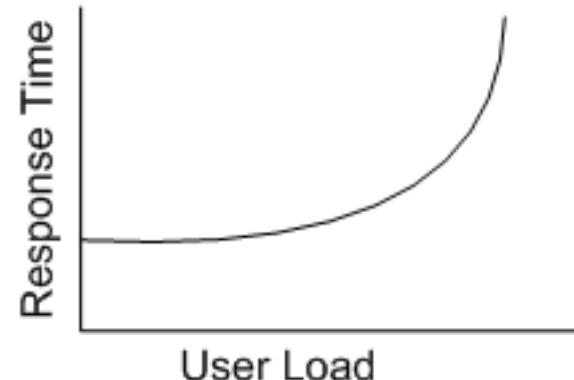
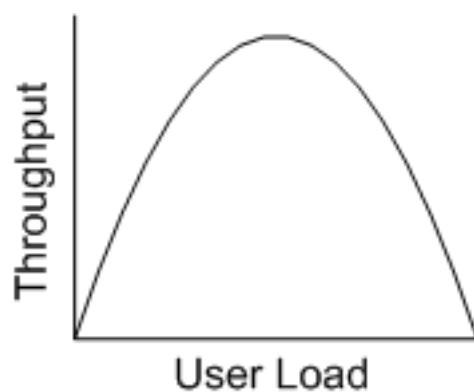
- Aun cuando se hará un análisis para Aloha, estas medidas de desempeño aplican en general para cualquier red
- D: Retardo (delay)
 - Retardo promedio que ocurre desde que la trama está lista para transmitirse hasta que se obtenga una transmisión exitosa
- I: Carga de Entrada (Input)
 - Razón de datos generados por las estaciones conectadas a la red

Aloha (5)

- Medidas de Desempeño....
 - S: Rendimiento (throughput)
 - Razón total de datos que están siendo verdaderamente transmitidos (transportados) entre estaciones
 - G: Carga Ofrecida
 - Razón total de datos presentados a la red para transmisión

Aloha (6)

- Medidas de Desempeño....
 - En general, se grafica S vrs G y D vrs G



Aloha (7)

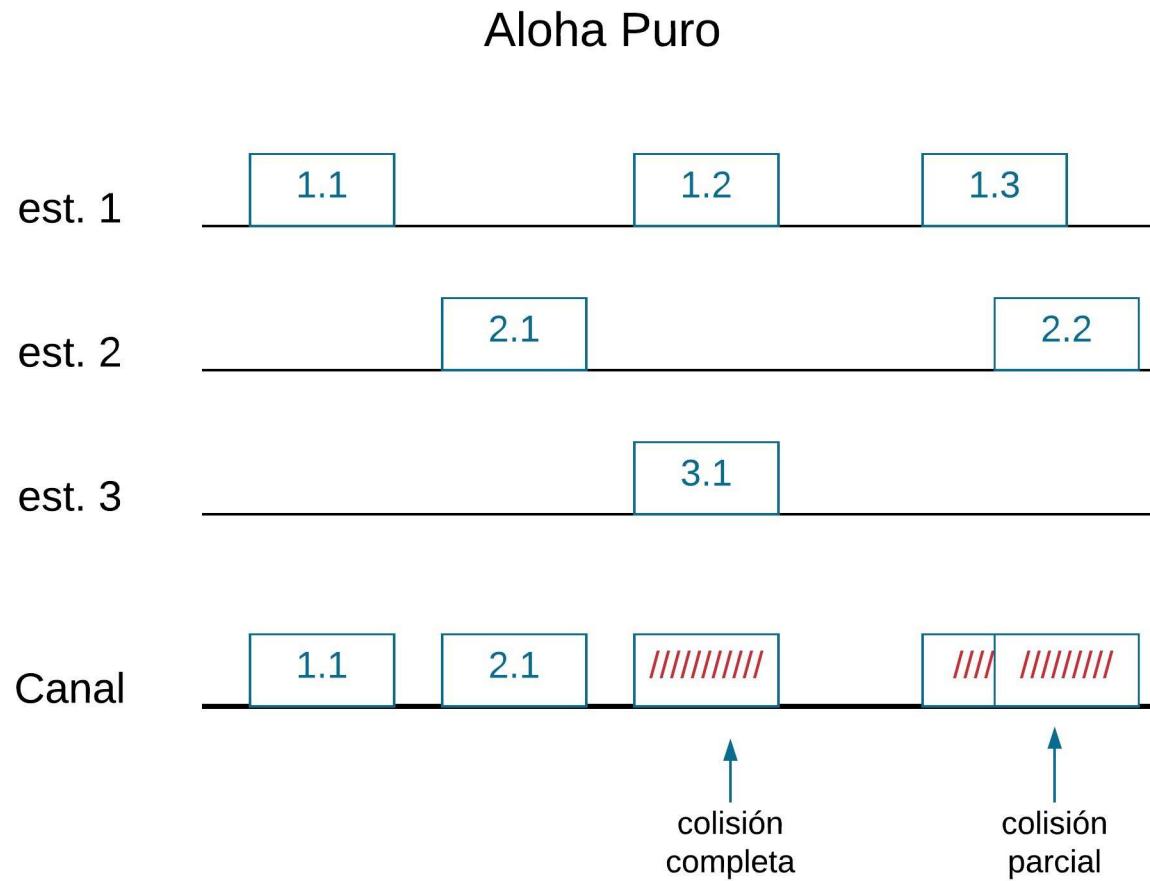
- Desempeño del Aloha
 - Suposiciones para el análisis
 - Número infinito de estaciones
 - Cada estación genera tan poco tráfico que el Total del tráfico generado es Finito
 - Las tramas son de tamaño constante
 - El canal es un canal sin ruido (solo queremos analizar Aloha)
 - No se acumulan tramas. Se logra transmitir la trama exitosamente antes de que se genere otra
 - La generación de tramas tiene Distrib. de Poisson
 - Al menos, esto dará un límite superior

Aloha (8)

- Desempeño del Aloha....
 - Se normaliza S
 - S en tramas/unidad de tiempo
 - Unidad de tiempo: segs, mseg, o t_R (tiempo de transmisión de una trama)
 - Entonces, S en tramas/ t_R
 - $0 < S < 1$: lo que esperamos

Aloha (9)

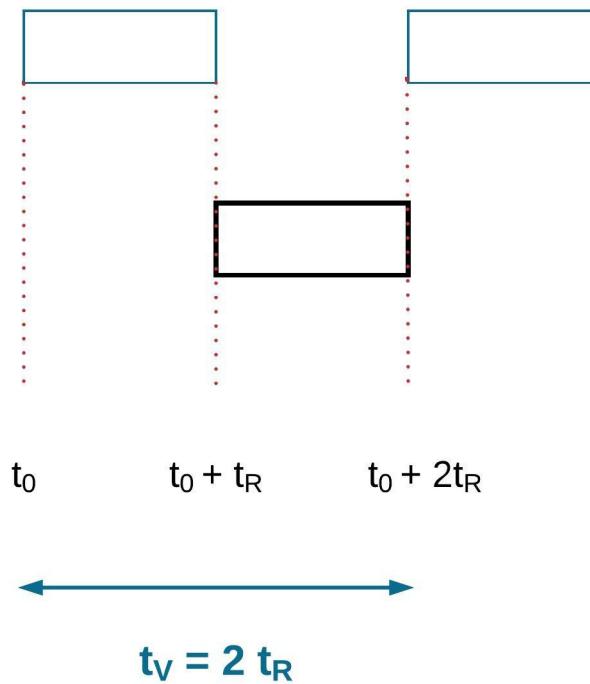
— Análisis.....



Aloha (10)

— Desempeño del Aloha....

Análisis de
Vulnerabilidad



Aloha (11)

- Desempeño del Aloha....
 - Análisis...
 - t_R : tiempo de transmisión de 1 trama
 - t_v : tiempo que la trama negra es vulnerable a las tramas azules
 - Entonces para que nadie colisione con la trama negra
 - » No se puede generar otra trama (azules) después de t_0
 - » No se puede generar otra trama (azules) antes de $t_0 + 2t_R$
 - » Por lo tanto, $t_v = 2 t_R$

Aloha (12)

- Desempeño del Aloha....
 - Análisis...
 - Dado que suponemos que la generación de tramas en las estaciones sigue una Distribución de Poisson

$$P(k) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$$

*P(k): probabilidad de que se generen k tramas
durante un tiempo determinado*

*λ : Número promedio de tramas en un
tiempo determinado*

Aloha (13)

- Desempeño del Aloha....
 - Análisis...
 - Entonces, en $2 t_R$: se producen 2 G tramas en promedio
 - La probabilidad de que no se generen tramas ($k=0$) durante cierto tiempo ($t_v = 2 t_R$)
 - » La fórmula general que habíamos calculado se convierte en:

$$P(k = 0) = \frac{e^{-2G} 2G^0}{0!} = e^{-2G}$$

Aloha (14)

— Desempeño del Aloha....

- Análisis...
 - $P_0(k=0)$: es la probabilidad de que no haya colisión
 - Entonces:
 - $G = S + \text{Num. de tramas por colisiones}$ (retx)
 - P_r : Probabilidad de 1 o más colisiones
 - Entonces, $P_0 = 1 - P_r$

$$G = S + G P_r$$

$$G = S + G (1 - P_0)$$

$$G = S + G (1 - e^{-2G})$$

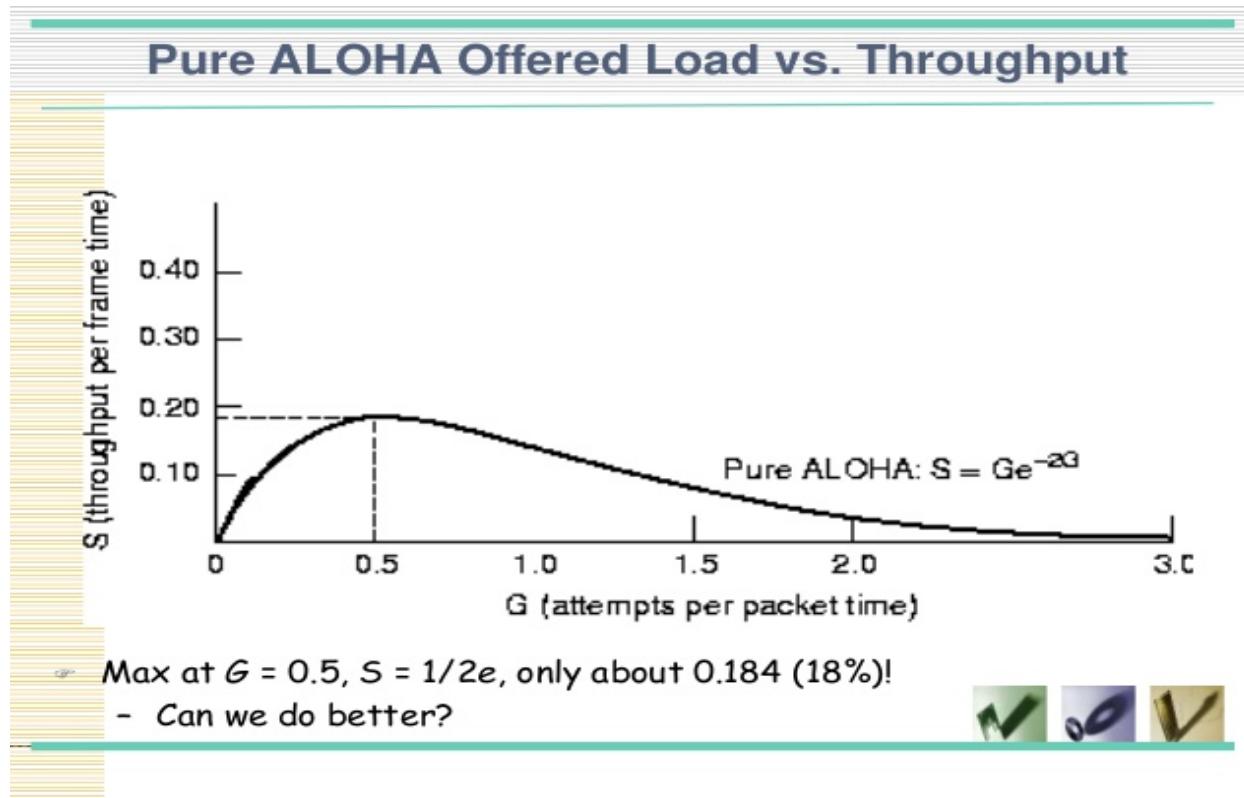
$$\Rightarrow S = G e^{-2G}$$

Aloha (15)

- Desempeño del Aloha....
 - Análisis...
 - Si se grafica esta fórmula del Aloha Puro se obtienen los siguientes resultados:
 - » Throughput máximo es $S = 0.18$
 - » Cuando $G = 0.5$

Aloha (16)

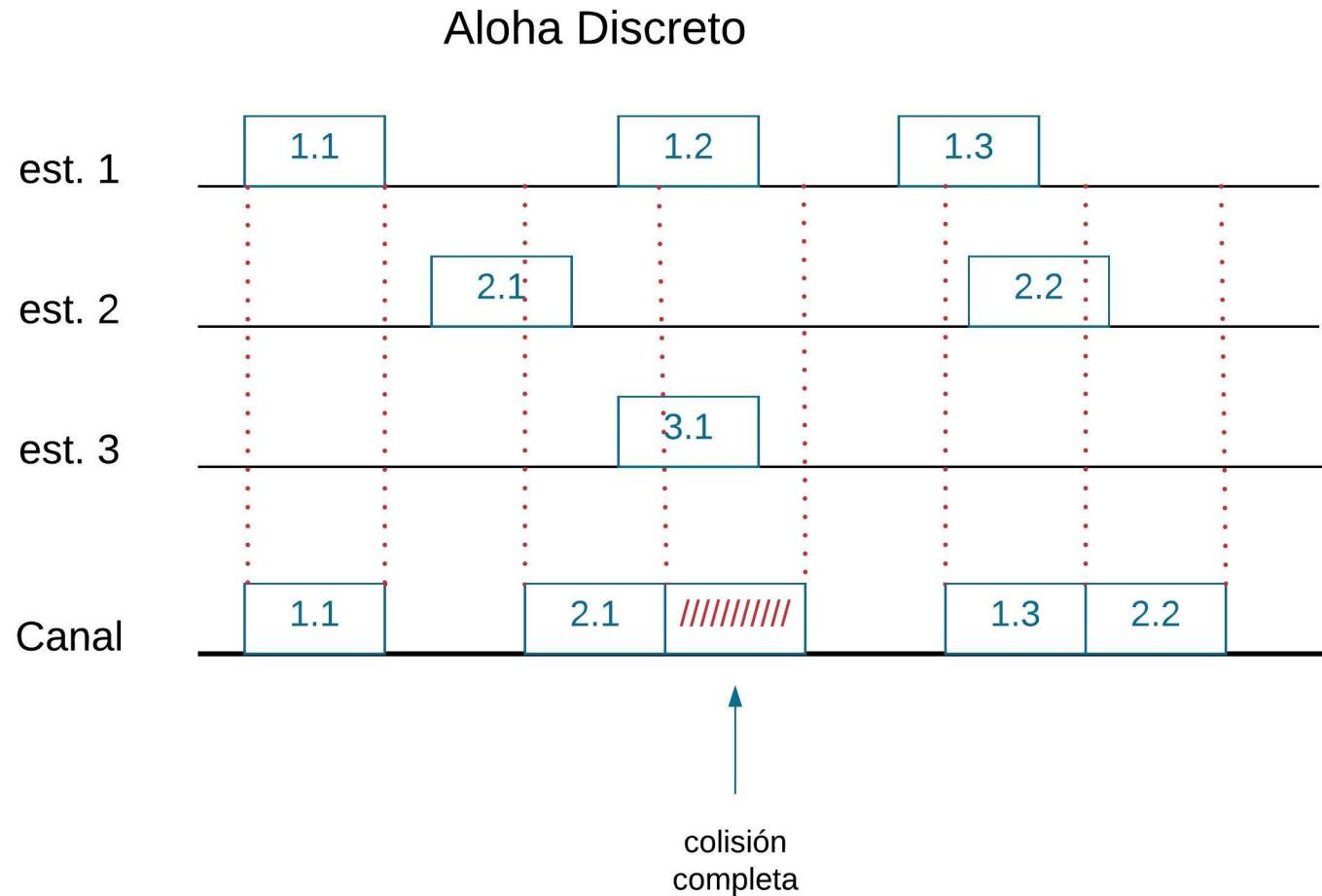
- Desempeño del Aloha....
 - Análisis...



Aloha (17)

- Desempeño del Aloha....
 - Aloha Discreto
 - Se hace una mejora al Aloha Puro
 - Se sincronizan todas las estaciones mediante un reloj maestro
 - Ahora, la transmisión de una trama solo puede empezar al inicio de un intervalo de tiempo (time slot)
 - » Esto proporciona 0.5 de tiempo de una trama adicional en promedio
 - » Analizemos el diagrama

Aloha (18)



Aloha (19)

- Desempeño del Aloha....
 - Aloha Discreto.....
 - Ahora, se reduce el tiempo de vulnerabilidad de una trama
 - » $t_v = t_R$
 - Entonces, aumenta el throughput a:

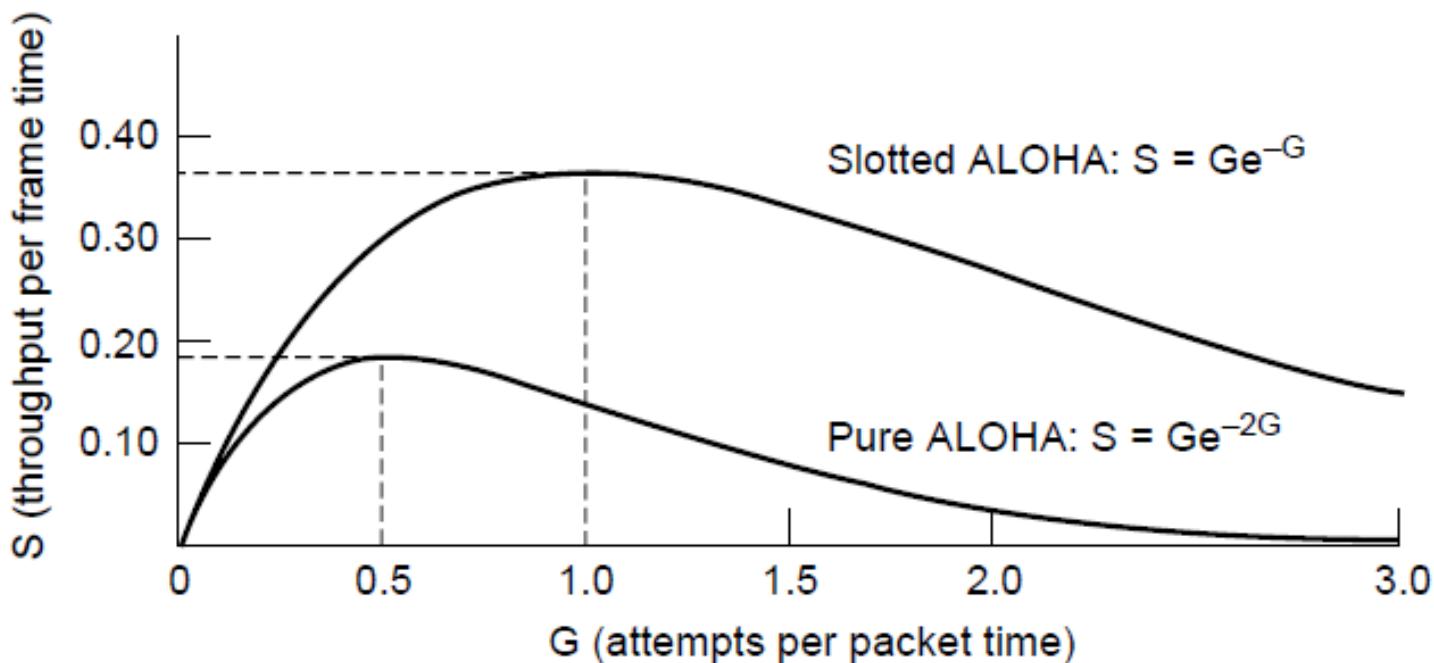
$$S = G e^{-G}$$

Aloha (20)

- Desempeño del Aloha....

- Aloha Discreto.....

- Ahora el throughput $S = 0.36$ (se duplica)



Aloha (21)

- Desempeño del Aloha....
 - Análisis de Retardos
 - Ahora, revisemos que pasa con el retardo
 - Es más complicado de calcular
 - Pero se puede tener una buena aproximación con el siguiente razonamiento

$$D = t_R + t_p + t_{retx}$$

- La pregunta ahora es, cuantas retransmisiones???

Aloha (22)

- Desempeño del Aloha....
 - Análisis de Retardos.....
 - Podríamos decir que:

$$\# \text{ retx} = \frac{G}{S} - 1$$

- Analizemos que pasa en cada Aloha,

Aloha (23)

- Desempeño del Aloha....
 - Análisis de Retardos.....

$$\text{Aloha Puro: } \# \text{retx} = \frac{G}{G \cdot e^{-2G}} - 1 = G^{2G} - 1$$

$$\text{Aloha Discreto: } \# \text{retx} = \frac{G}{G \cdot e^{-G}} - 1 = G^G - 1$$

Aloha (24)

- Desempeño del Aloha....
 - Análisis de Retardos.....

$$\text{Aloha Puro: } D = t_R + t_p + (e^{2G} - 1) \cdot \delta$$

$$\text{Aloha Discreto: } D = 1.5t_R + t_p + (e^G - 1) \cdot \delta$$

- Donde:

$$\delta = t_R + t_p + \left(\frac{k_{max} + 1}{2} \right) t_R$$

Aloha (25)

- Desempeño del Aloha....
 - Análisis de Retardos.....
 - k_{\max} : nos da una idea de cuantos intervalos de tiempo se debe esperar antes de retransmitir
 - 1 intervalo de tiempo = $1 t_R$
 - Escogencia de k
 - » Ejemplo de moneda: k es 0 o 1 intervalos
 - » Ejemplo de tómbola: k varía entre 0 y 99 intervalos

Aloha (26)

- Desempeño del Aloha....
 - Análisis de Retardos.....
 - Que se prefiere, la “moneda” o la “tómbola”?
 - Entonces, hay un compromiso entre Retardo y Throughput
 - Esto es cierto para Aloha y todo tipo de red

Protocolos de LAN (1)

— Acceso al Medio Redes LAN

- Satélite, Radio:
 - t_p muy grande
 - Esto justifica un protocolo como Aloha
 - » Ejemplo las estrellas en el cielo
- Redes LAN
 - t_p muy pequeño
 - La cobertura de estas redes es muy pequeña
 - Esto da origen a un nuevo tipo de protocolo
 - Ahora se puede sensar el canal
 - CSMA: Carrier Sense Multiple Access

Protocolos de LAN (2)

— CSMA

- Una estación escuchará el canal antes de transmitir
- Si el canal está ocupado: → no transmite
- Sin embargo, siempre hay posibilidad de una colisión
- Varias modalidades de CSMAs

Protocolos de LAN (3)

— CSMA Persistente 1

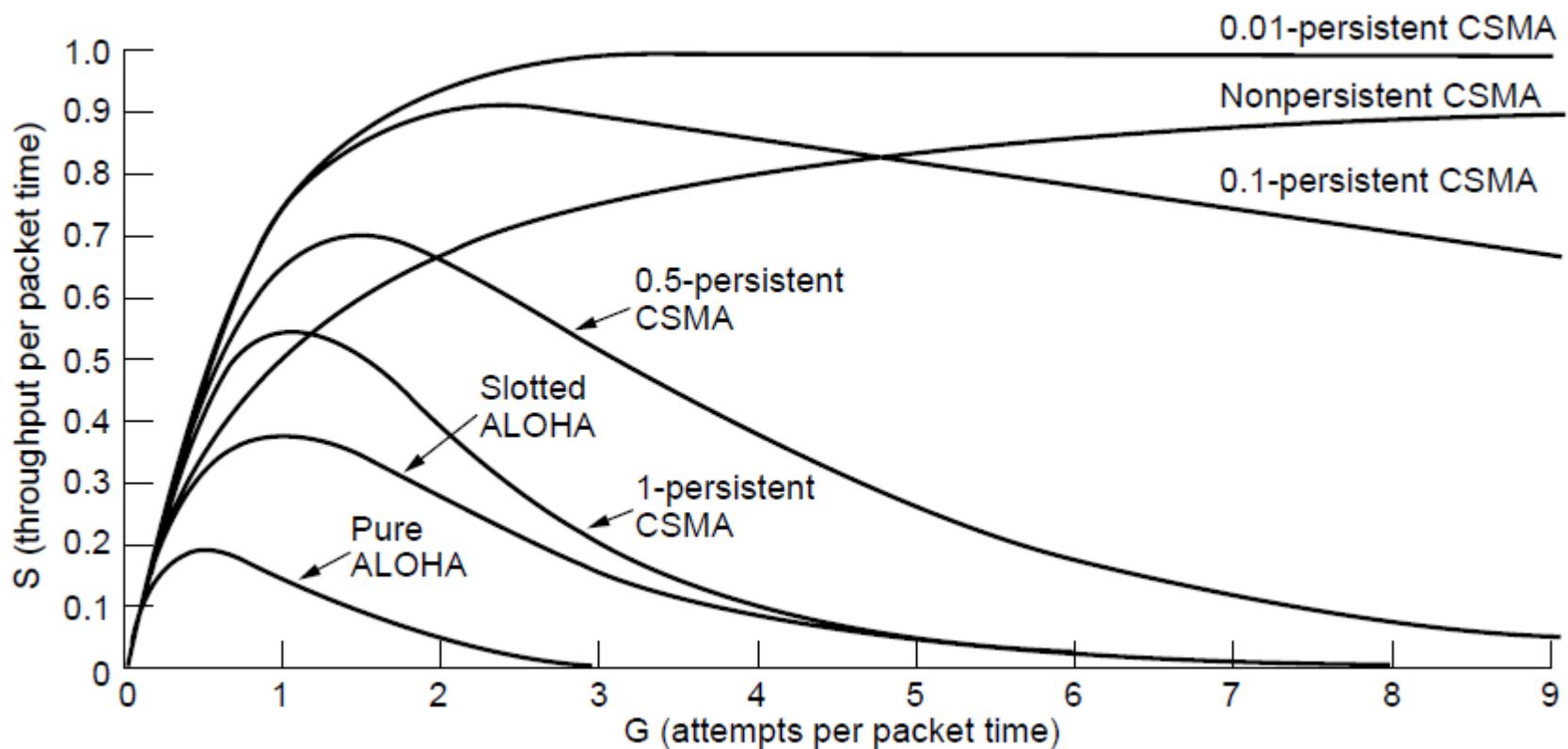
- Una estación que quiera transmitir, “oye” el canal y sigue las siguientes reglas:
 1. Si el canal está libre: → transmite (**por eso el “1” después Persistente**)
 2. Si el canal está ocupado: → continúa “oyendo” hasta que el canal se desocupe y transmite inmediatamente (**Persistente**)
 3. Si hay una colisión: → se espera un tiempo aleatorio y regresa a 1.

Protocolos de LAN (4)

- CSMA Persistente 1...
 - Tiene mejor throughput: 55% a 60% comparado con Aloha
 - Existen otros CSMAs
 - CSMA No Persistente
 - » Sena si está ocupado, vuelve a intentar en un rato
 - CSMA Persistente P
 - » Si canal está libre, transmite con probabilidad P y no transmite con probabilidad 1-P
 - Mejoran throughput pero no tanto el retardo

Protocolos de LAN (5)

— CSMA Persistente 1...



Protocolos de LAN (6)

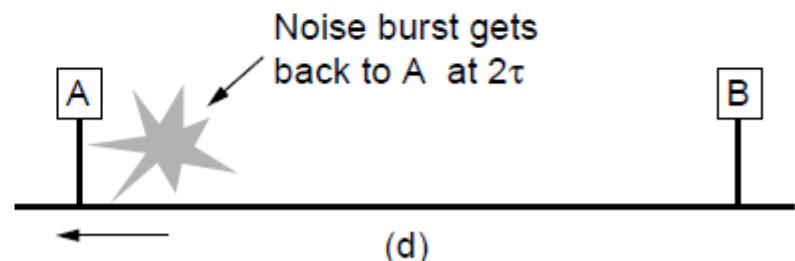
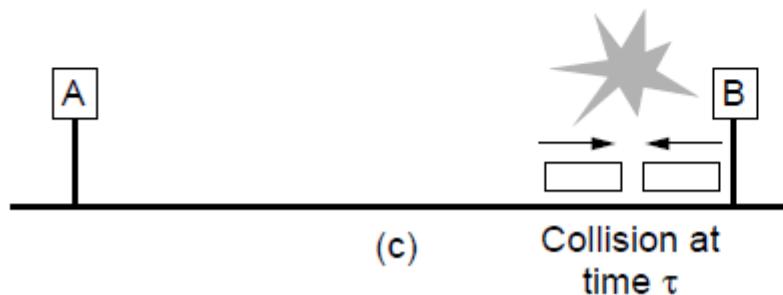
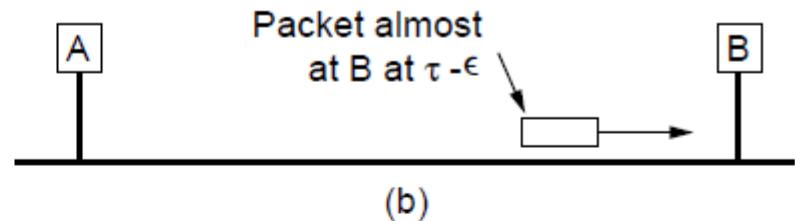
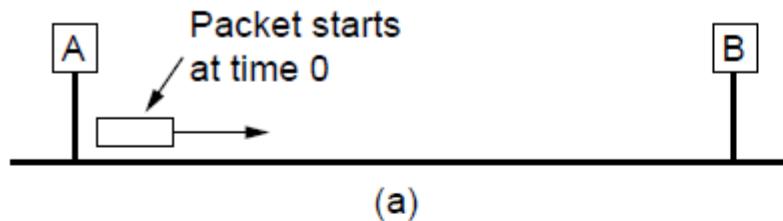
- CSMA/CD: CSMA/ Colision Detection
 - Se da una mejora adicional
 - CD: Detección de Colisiones
 - Mejora cualquier CSMA
 - La idea es que detecte o aborte colisiones
 - Menor tiempo de contención: mejora rendimiento
 - La mejora se logra porque cuando se empieza a transmitir, “continua oyendo” el canal por si ocurre una colisión
 - Los otros dejan de “oir” el canal cuando transmiten

Protocolos de LAN (7)

- CSMA/CD....
 - Un CSMA desperdicia t_R
 - Pero en una LAN: $t_R \gg t_p$
 - El CSMA/CD Persistente 1 es lo que utiliza Ethernet
 - Revisemos cuanto es entonces, el desperdicio de tiempo por una colisión en el CSMA/CD
 - Averiguemos cuanto tiempo es el peor caso para detectar una colisión

Protocolos de LAN (8)

- CSMA/CD....



- Peor caso para detectar colisión: $2 t_p$

Protocolos de LAN (9)

- CSMA/CD....
 - Entonces, se desperdicia $2t_p$ en vez de t_R
 - Y como $t_p \ll t_R$: de ahí la mejora en CSMA/CD
- La nueva regla ahora es detener la transmisión cuando la estación se da cuenta de que hubo una colisión
- Retardo en CSMA/CD
 - En vez de “moneda” o “tómbola” para el tiempo aleatorio después de una colisión:
 - » Binary Exponential Backoff

Ethernet (1)

- Ethernet
 - Se desarrolló a mediados de los 70's y 80's
 - En ese momento, no estaba claro cual de las dos arquitecturas iba a prevalecer:
 - OSI
 - TCP/IP
 - Ya en los 80's se desarrollan estándares para ethernet:
 - DIX (Digital, Intel, Xerox)
 - IEEE

Ethernet (2)

— Ethernet....

- La IEEE desarrolla estos estándares
- Específicamente el Comité 802
- 802.1: Introducción
- 802.2: LLC (parte superior N2)
- 802.3: CSMA/CD
- 802.4: Token Bus (Boeing/GM)
- 802.5: Token Ring (IBM)

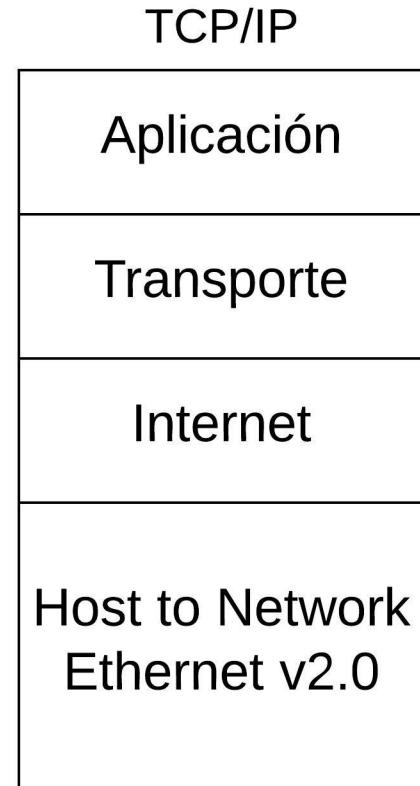
OSI



Ethernet (3)

— Ethernet....

- DIX es desarrollada por otros fabricantes
 - Digital
 - Intel
 - Xerox
- CSMA/CD: Ethernet v2.0
- También es soportado por la IEEE
- Ethernet v2.0 es la más popular y la que más se usa hoy en día



Ethernet (4)

- Diferencias y Similitudes
 - Tipo de transmisión físicas:
 - Se utiliza transmisión sincrónica
 - » Se usa código Manchester
 - » 1: Transición de Alto a Bajo a mitad T_b
 - » 0: Transición de Bajo a Alto a mitad T_b
 - » No importa cual sea el bit transmitido siempre hay una transición lo cual ayuda a la sincronización
 - Orden de Transmisión:
 - » LSB primero: Orden de transmisión canónico
 - Diferente a Token Ring

Ethernet (5)

— Diferencias y Similitudes....

- Ejemplo:

(a) Bit stream

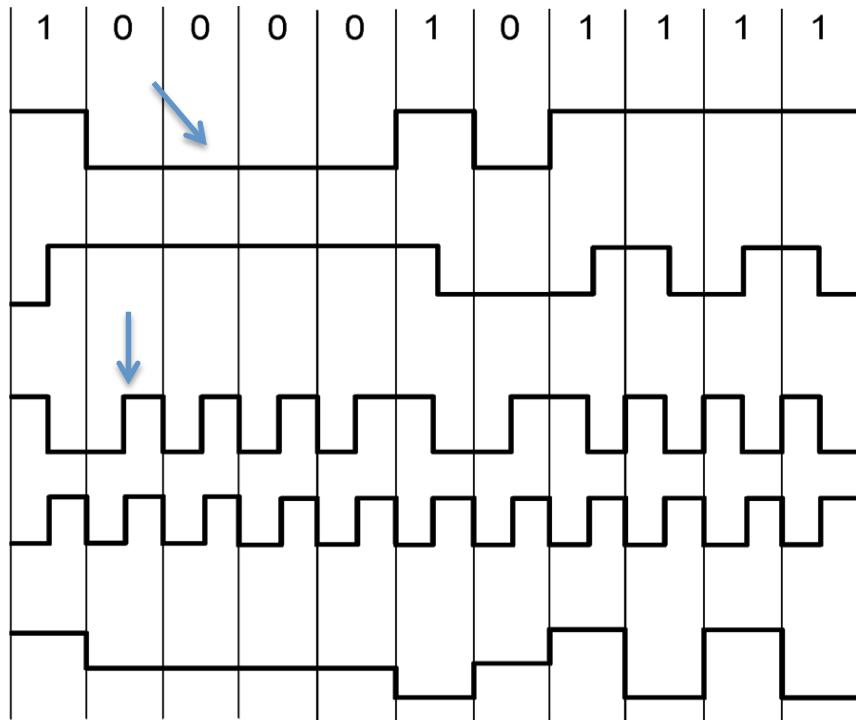
→ (b) Non-Return to Zero (NRZ)

(c) NRZ Invert (NRZI)

→ (d) Manchester

(Clock that is XORed with bits)

(e) Bipolar encoding
(also Alternate Mark
Inversion, AMI)

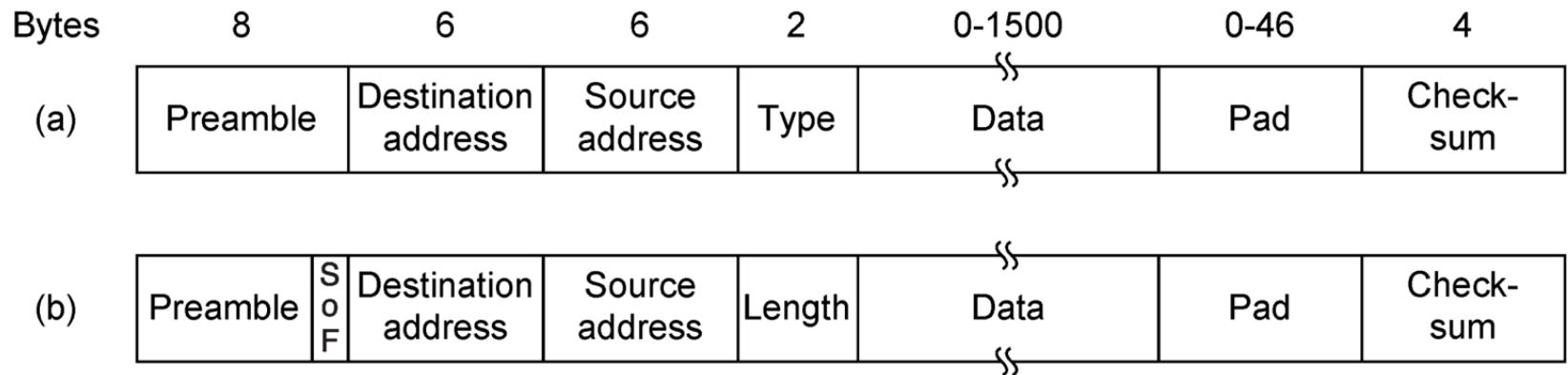


Line codes: (a) Bits, (b) NRZ, (c) NRZI, (d) Manchester, (e) Bipolar or AMI.

Ethernet (6)

— Diferencias y Similitudes....

- Transmisión Half Duplex
 - Solo 1 transmisión a la vez
- Estructura de ambas tramas:



Frame formats. (a) Ethernet (DIX). (b) IEEE 802.3.

Ethernet (7)

- Diferencias y Similitudes....
 - Preambulo:
 - No se considera como parte de la trama
 - Indica que viene una trama
 - 8 bytes para sincronización entre RX y TX
 - Ethernet v2.0:
 - » AA AA AA AA AA AA AA AB
 - IEEE-802.3: igual pero tiene otra nomenclatura
 - » 7 bytes Preambulo: AA AA AA AA AA AA AA
 - » 1 byte Start of Frame (SF): AB

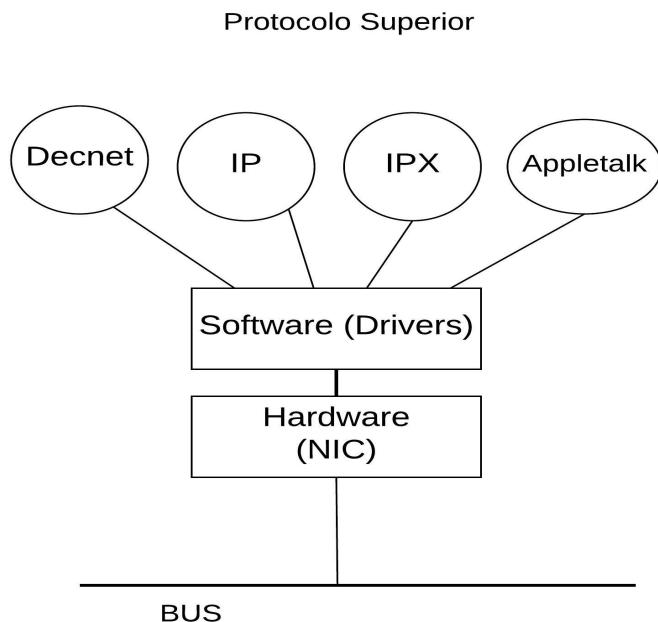
Ethernet (8)

— Diferencias y Similitudes....

- Direcciones
 - Unicast: Direc. Destino bit MSB = 0 **(bit 47)**
 - Multicast: Direc. Destino bit MSB = 1
 - Broadcast: Direc. Destino todos los bits en 1
 - Bit 46:
 - » Local: bit 46 = 0 **(2 bytes de direcc.)**
 - » Universal: bit 46 = 1 **(6 bytes de direcc.)**
 - Los 3 primeros bytes define al fabricante
 - Los 3 últimos bytes los maneja el fabricante
 - $48-2 = 46$ bits para direcciones: $2^{46} = 7 \times 10^{13}$ direc.
 - » Todas se pueden usar
 - » Se les solicita a Comite 802 IEEE

Ethernet (9)

- Diferencias y Similitudes....
 - Tipo / Longitud:
 - Ethernet v2.0
 - » Indica a que protocolo de nivel superior va la trama



Ethernet (10)

- Diferencias y Similitudes....
 - Tipo / Longitud:
 - Ethernet v2.0....
 - » Es decir, se pueden usar diferentes pilas de protocolos (stacks)
 - » Por ejemplo:
 - IP: 0800_H
 - XNS: 0600_H # menor de Tipo
 - IPX: 8137_H

Ethernet (11)

- Diferencias y Similitudes....
 - Tipo / Longitud:
 - 802.3
 - » Define la longitud del campo de datos
 - » De 0 a 1500 bytes en decimal
 - » De 0000_H a 05DC_H en hexadecimal

Ethernet (12)

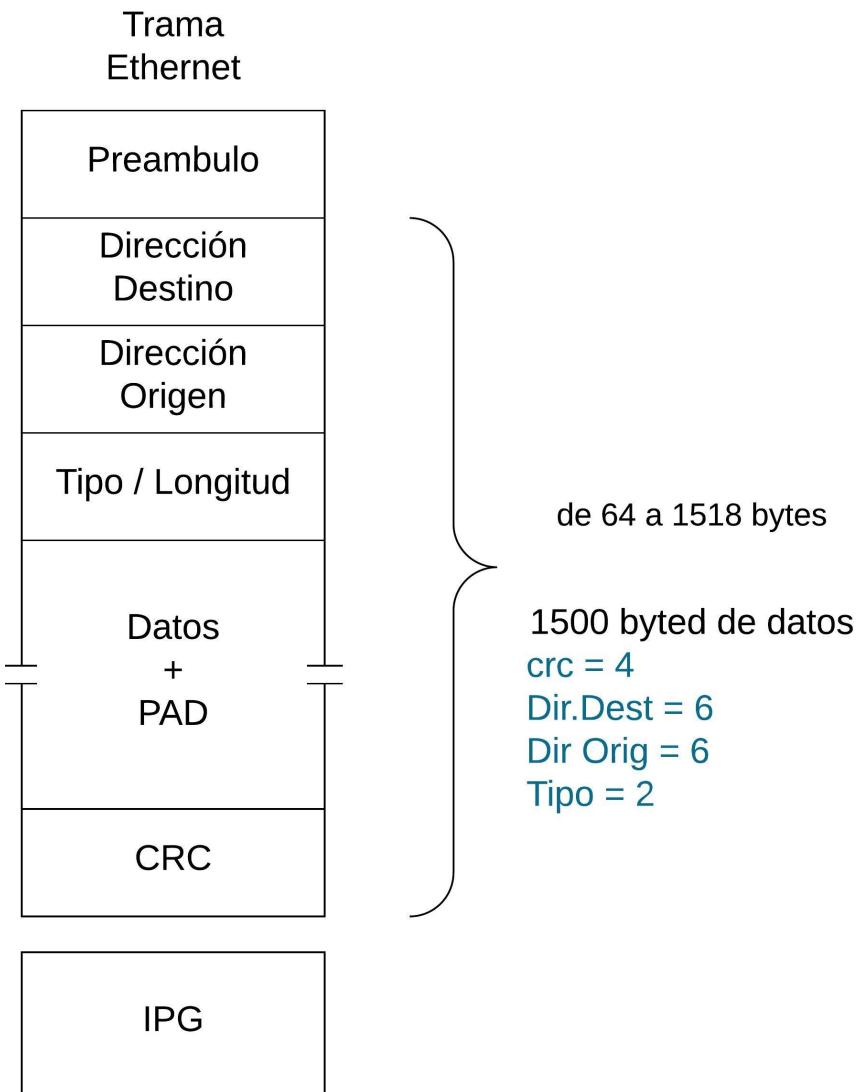
- Diferencias y Similitudes....
 - Como hace Ethernet v2.0 si no tiene campo de longitud??
 - En CSMA/CD después de transmitir una trama se envian 96 bits de Interpacket Gap (IPG) para que sea más justa la contención
 - Evita que alguna estación que esté transmitiendo tenga una ventaja para capturar el canal de nuevo (contención)
 - Ayuda a evitar colisiones si ya había dos estaciones esperando turno (Persistente)
 - Esto permite a un RX detectar que se terminó la trama (se pasa a “quiet state”)

Ethernet (13)

- Diferencias y Similitudes....
 - Como hace Ethernet v2.0 si no tiene campo de longitud??....
 - RX cuenta hacia atras los 4 bytes de CRC y de ahí calcula la longitud real de la trama
 - Lo único, es que esto viola el principio de OSI que el Nivel 2 no puede mirar sus propios datos
 - En la siguiente diapositiva se muestra entonces, como se cuentan los bytes de una trama...

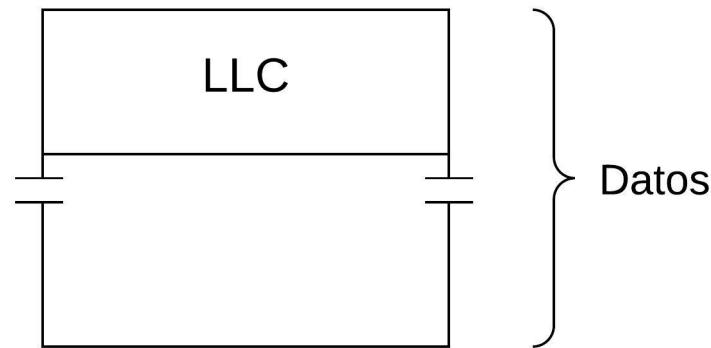
Ethernet (14)

- Diferencias y Similitudes....
 - Como hace Ethernet v2.0 si no tiene campo de longitud??....
 - Conteo de bytes



Ethernet (15)

- Diferencias y Similitudes....
 - Como hace 802.3 si no tiene campo de tipo??
 - Se pierden unos bytes en el campo de datos



- Más adelante se explica más

Ethernet (16)

- Diferencias y Similitudes....
 - Datos: máximo son 1500 bytes
 - La memoria era cara en los 70's
 - PAD:
 - Hay un tamaño mínimo de trama
 - El tamaño mínimo es de 64 bytes
 - Esto es por peor caso “ $2t_p$ ”
 - Este valor en una red Ethernet se definió por el número de segmentos que se pueden tener conectados a través de repetidores en 500 useg
 - Se redondeo a 512 useg: esto da **512 bits o 64 bytes en red original de 10 Mbps (lo vemos más adelante)**

Ethernet (17)

- Diferencias y Similitudes....
 - PAD....
 - Conforme la velocidad aumenta
 - » La longitud del cable debe de disminuir, o
 - » Debe aumentar el tamaño mínimo de la trama
 - Más fácil reducir la longitud de la trama
 - CRC
 - Código Cíclico Redundante
 - Para el control de errores

Ethernet (18)

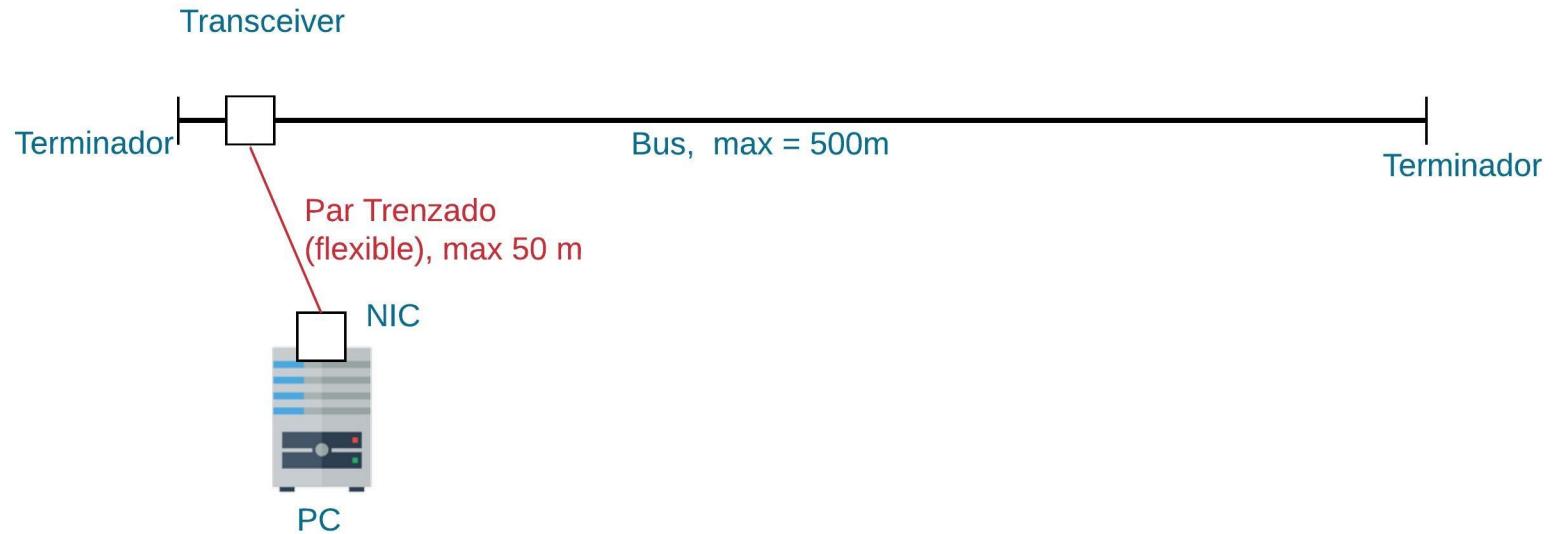
- Medios Físicos Ethernet
 - 10 Base 5 Coaxial Grueso
 - Es el canal original
 - Longitud máxima de segmento: 500 m
 - Longitud máxima de Transceiver: 50 m
 - # Máximo de repetidores: 4
 - Número máximo estaciones: 100
 - Impedancia del cable: 50 ohmios
 - Transceiver separado del NIC
 - Revisemos la topología en la siguiente diapositiva

Ethernet (19)

— Medios Físicos Ethernet

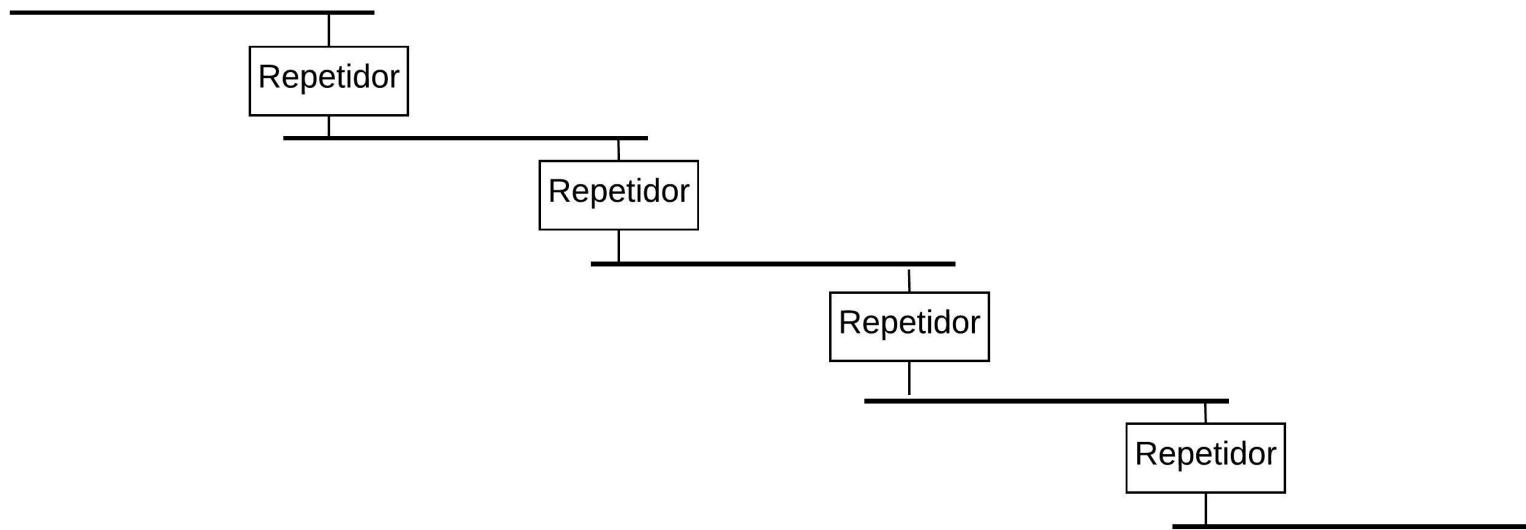
- 10 Base 5 Coaxial Grueso....
 - 10: 10 Mbps, Base: bandabase, 5: segm de 500m

10 Base 5



Ethernet (20)

- Medios Físicos Ethernet
 - 10 Base 5 Coaxial Grueso....
 - 5 segmentos + 4 repetidores: longitud máxima



Ethernet (21)

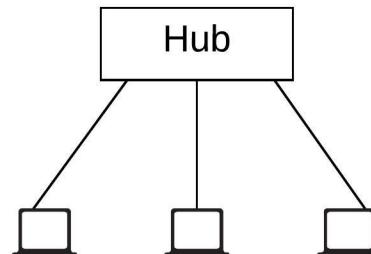
- Medios Físicos Ethernet
 - 10 Base 2 Coaxial Delgado
 - También conocido como cheapernet
 - » Versión barata al 10 Base 5
 - Max. Longitud de Segmento: 180 m
 - # Máx de repetidores: 2
 - Número máximo estaciones: 30
 - Conector: BNC
 - Impedancia Característica: 50 ohmios
 - No muy confiable

Ethernet (22)

- Medios Físicos Ethernet
 - Comentarios 10 Base 5 y 10 Base 2
 - Problemas de confiabilidad de la red
 - Limitaciones por tamaño
 - Momentáneamente, empieza a perder participación de mercado con respecto a Token Ring
 - » Token Ring:
 - Más confiable
 - Más ordenado crecimiento
 - Hizo separación de topología lógica (**Anillo**) de topología física (**estrella**)

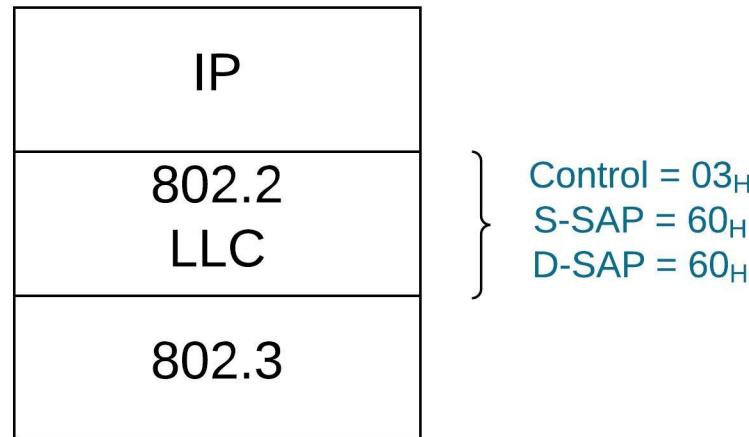
Ethernet (23)

- Medios Físicos Ethernet
 - Desarrollos Nuevos en Ethernet
 - 10 Base T
 - » Más confiable y ordenado crecimiento
 - » Topología lógica (**bus**)
 - » Topología física (**estrella**)
 - » Utiliza par trenzado sin blindaje
 - UTP (unshielded twisted pair)



Ethernet (24)

- LLC (Logical Link Control)
 - Solo en 802.3
 - Permite usar múltiples stacks también



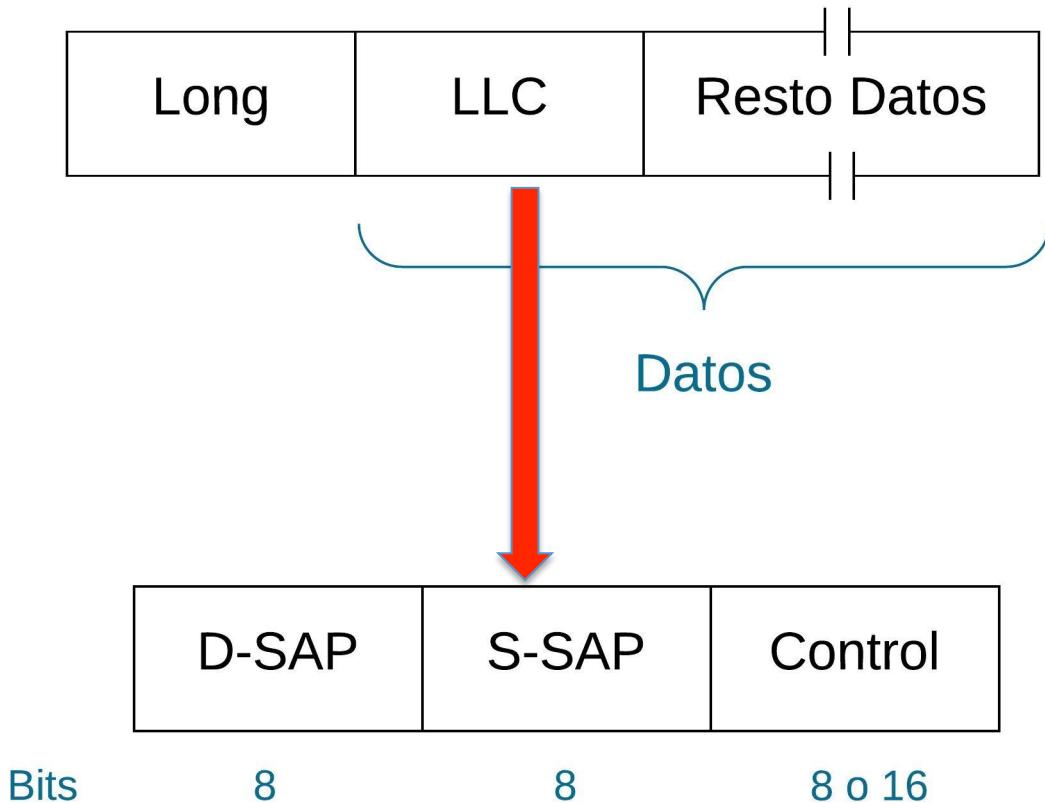
- Existen diferentes opciones en la parte de control

Ethernet (25)

- LLC (Logical Link Control)....
 - Solo en 802.3
 - 03H: significa sin Acknowledgments (tipo 1): lo más usado
 - Otras que no fueron muy usadas:
 - » Tipo 2: con conexión con Acknowledgments
 - » Tipo 3: Sin conexión con Acknowledgments
 - Se pierden unos bytes de datos
 - » De 3 a 4 bytes se pierden
 - » Ver siguiente diapositiva

Ethernet (25)

- LLC (Logical Link Control)....

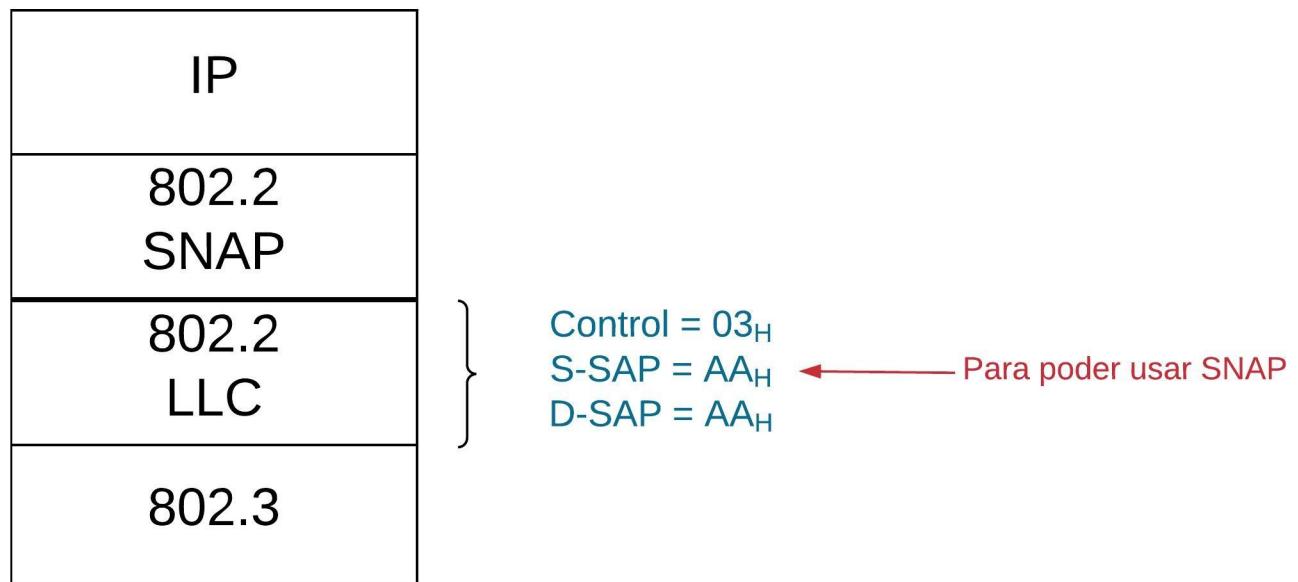


Ethernet (26)

- LLC (Logical Link Control)....
 - Problemas
 - No se definió valor para protocolo muy importante ARP (se ve más adelante)
 - Los “tipos” para definir protocolos superiores y soportar múltiples stacks, no se usaron
 - Mejor se decide usar los “tipos” usados en Ethernet v2.0
 - Esto lo vuelve obsoleto
 - Se define un nuevo protocolo SNAP (SubNetwork Access Protocol)
 - Se pierden más bytes en datos

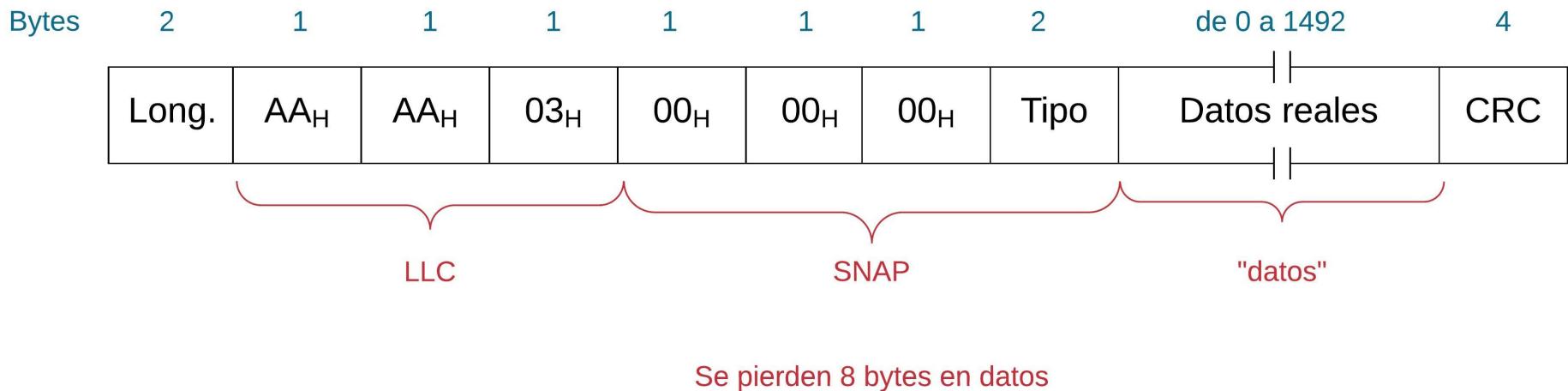
Ethernet (27)

- LLC (Logical Link Control)....
 - SNAP



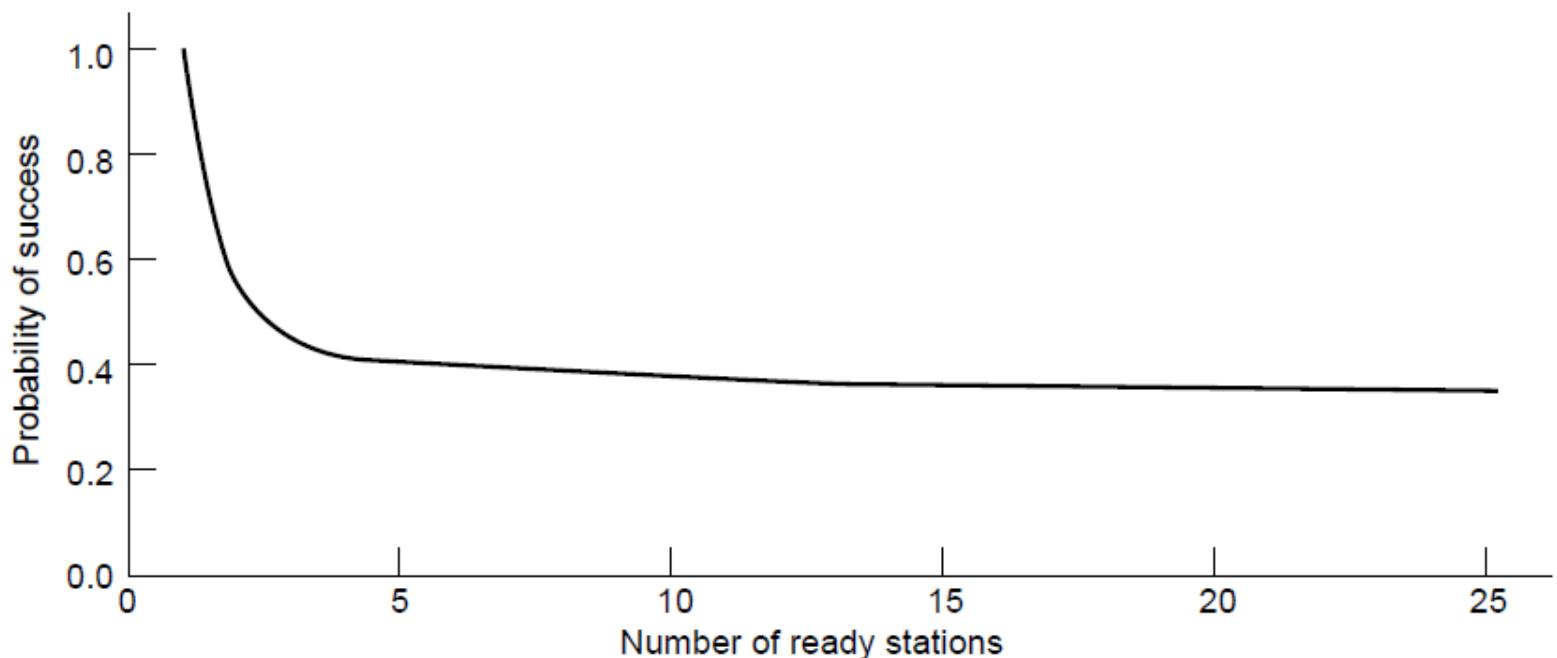
Ethernet (28)

- LLC (Logical Link Control)....
 - SNAP....



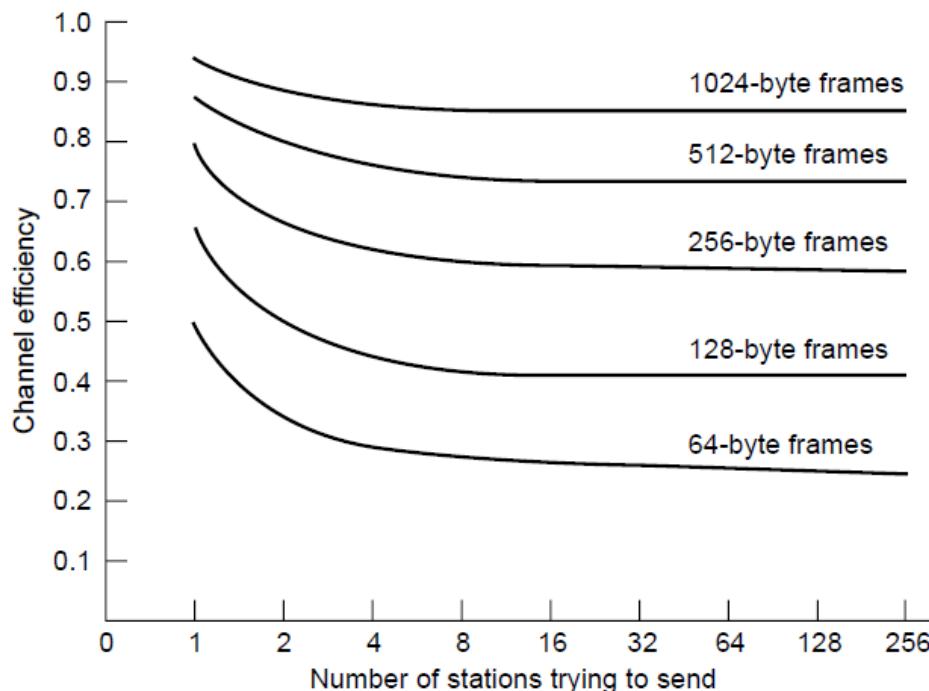
Ethernet (29)

- Desempeño de Ethernet
 - Hay que tomar en cuenta cuantas estaciones quieren transmitir



Ethernet (30)

- Desempeño de Ethernet....
 - Tambien hay que tomar en cuenta tamaño trama



10 Mbps Ethernet,
64 byte min. frame

Mejor Desempeño
Tramas grandes

Ethernet (31)

- Desempeño de Ethernet....
 - Problemas con topología física de bus
 - Confiabilidad
 - Mantenimiento
 - » Agregar / Quitar estaciones
 - » Encontrar fallas
 - Alternativa de Hub
 - Resuelve problema de confiabilidad y mantenimiento
 - Pero aún así, se puede saturar

Ethernet (32)

- Desempeño de Ethernet....
 - Alternativas
 - Aumentar la velocidad (original 10 Mbps)
 - » 100 Mbps
 - Cable categoría 5
 - Se reduce distancia
 - Código 4B/5B código sincronización
 - » 1 Gbps
 - Categoría 6 o mejor
 - Menor distancia
 - 8B/10B código sincronización
 - » 40 Gbps (solo fibra)
 - » 100 Gbps (solo fibra)

Ethernet (33)

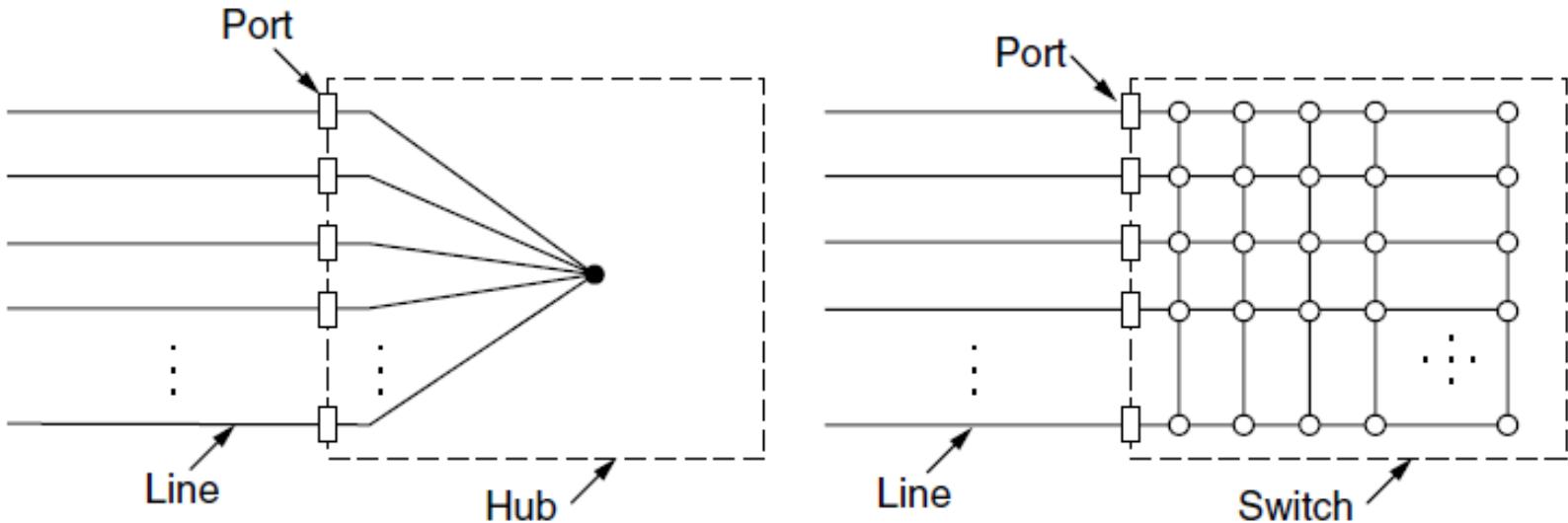
- Desempeño de Ethernet....
 - Análisis de Hub vrs Switch
 - Dado los problemas mencionados del bus, los aumentos de velocidad discutidos es a través de un hub o switch
 - Hub
 - » Simula el bus
 - » El hub conecta todos los cables en un punto
 - » También brinda fácil mantenimiento
 - Fácil agregar o quitar estaciones
 - Fácil encontrar fallas

Ethernet (33)

- Desempeño de Ethernet....
 - Análisis de Hub vrs Switch....
 - Hub...
 - » Cuando un puerto recibe una trama, la retransmite al resto de los puertos
 - » 1 Hub es un **dominio de colisiones**
 - » Aun cuando mejora confiabilidad no mejora desempeño con respecto al bus

Ethernet (33)

- Desempeño de Ethernet....
 - Análisis de Hub vrs Switch....



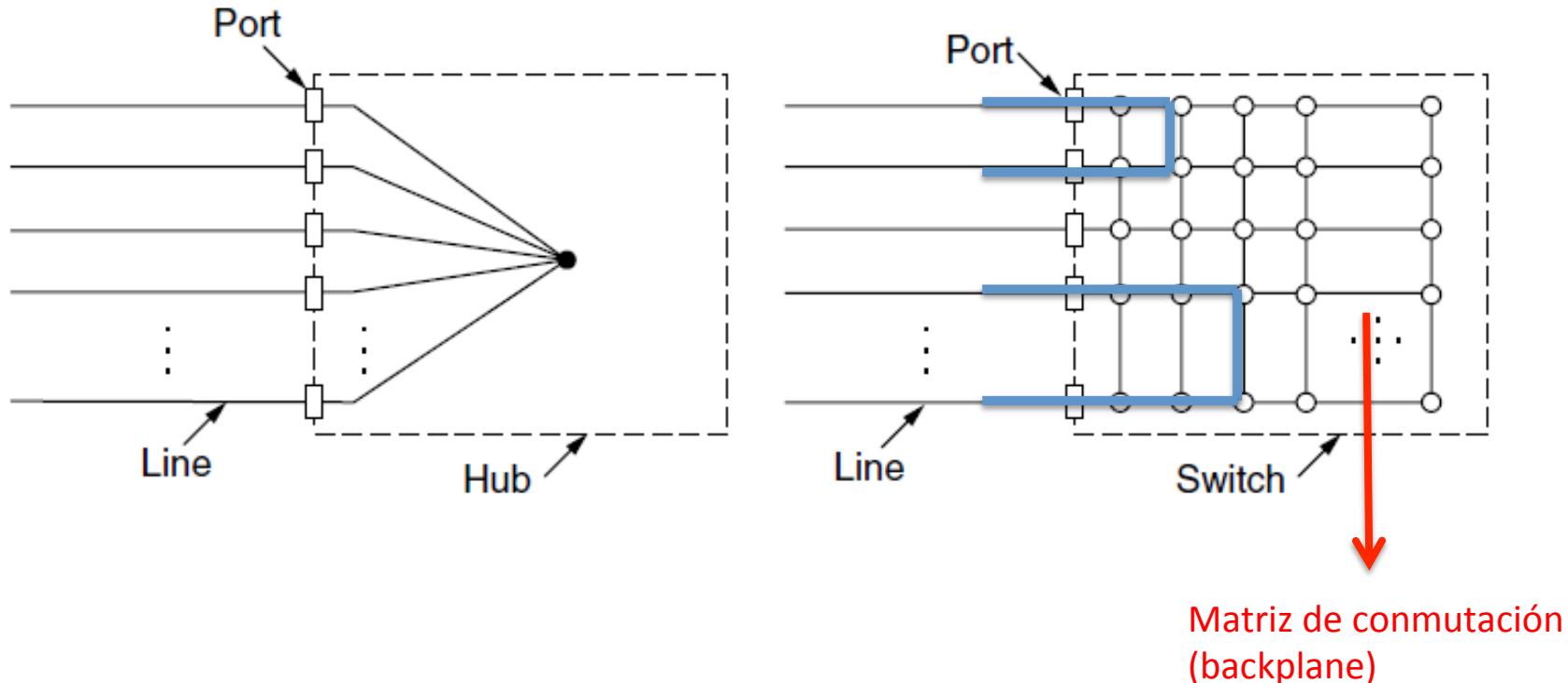
- Switch: tiene una matriz de conmutación

Ethernet (34)

- Desempeño de Ethernet....
 - Análisis de Hub vrs Switch....
 - Switch...
 - » Cada puerto tiene un buffer asignado
 - » Todos los puertos están alambrados entre sí por medio de una matriz de conmutación de alta velocidad (**backplane**)
 - » Operación en paralelo permite operación en Full Duplex (**no es posible en bus o hub**)
 - » Mejora rendimiento

Ethernet (35)

- Desempeño de Ethernet....
 - Análisis de Hub vrs Switch....



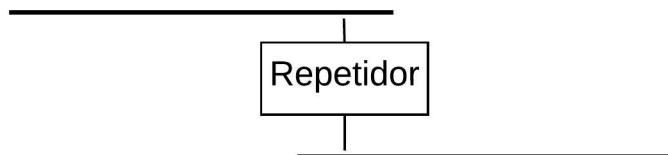
Ethernet (36)

- En resumen, Ethernet:
 - Más de 40 años
 - Simple y flexible
 - Barato y fácil de mantener
 - Funciona muy bien con TCP/IP
 - TCP/IP es la arquitectura default
 - Velocidades han podido aumentar dramáticamente
 - Siempre siendo compatible hacia atrás
 - No se ve competencia a corto plazo
 - Antes
 - » Token Ring (desaparece en los 90's)
 - » FDDI (nunca arrancó)
 - » Fibre Channel (nunca arrancó)

Interconexión de LANs (1)

— Dispositivos de Interconexión

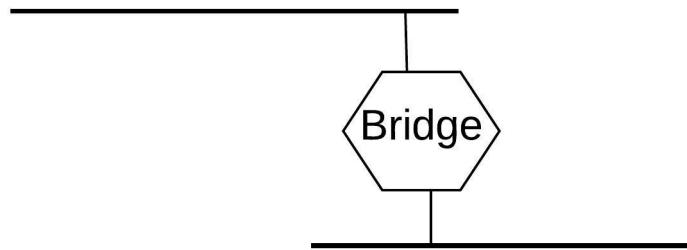
- Repetidores:
 - Amplifica señales en capa física para extender longitud de un segmento de LAN
 - No interpretan tramas, paquetes o encabezados
 - Todas las LANs interconectadas a través de un repetidor representan un dominio de colisión (problemas de rendimiento)



Interconexión de LANs (2)

— Dispositivos de Interconexión

- Bridges / Switches:
 - 1 Bridge (puente)
 - » Interconecta varias LANs
 - » Más inteligente
 - » Filtra tráfico
 - » Evita colisiones entre segmentos



Interconexión de LANs (3)

— Dispositivos de Interconexión

- Bridges / Switches....
 - 1 Switch
 - » Es 1 bridge moderno con más puertos de salida
 - » Tipicamente, un Bridge antes era de pocos puertos (2 era lo común)
 - » Usa básicamente los mismos protocolos
 - » Solo se envian tramas al puerto destino (no a todos los puertos)
 - » Cuando un puerto de un switch recibe una trama (de su PC)
 - El switch revisa dirección destino para ver a que puerto la puede enviar

Interconexión de LANs (4)

- Dispositivos de Interconexión
 - Bridges / Switches....
 - 1 Switch...
 - Usando el backplane la reenvia al puerto destino
 - Los otros puertos no se dan cuenta
 - Aumenta eficiencia
 - 1 puerto = 1 dominio de colisiones
 - TX Full Duplex
 - Si se envian 2 tramas (viene de puertos origen diferentes) a un mismo puerto destino
 - Se arregla con Memoria
 - Se almacena temporalmente

Interconexión de LANs (5)

— Dispositivos de Interconexión

- Bridges / Switches....

- 1 Switch...

- Mejora seguridad ya que no todos los puertos reciben todo el tráfico como en un hub

- Si alguien trabaja en modo promiscuo se le facilita el uso no autorizado con un hub

- » Se requiere de cierta inteligencia (no la tiene el hub) para saber cuales direcciones MAC están relacionadas a cuales puertos (**Luego se menciona algoritmo**)

Interconexión de LANs (6)

- Dispositivos de Interconexión
 - Origen de Bridges
 - Se utilizaban para interconectar LANs
 - Cuando se estaban instalando LANs en una empresa se tenían LANs separadas por departamentos
 - La separación de LANs por departamentos permitía obtener mejor rendimiento por segmento

Interconexión de LANs (7)

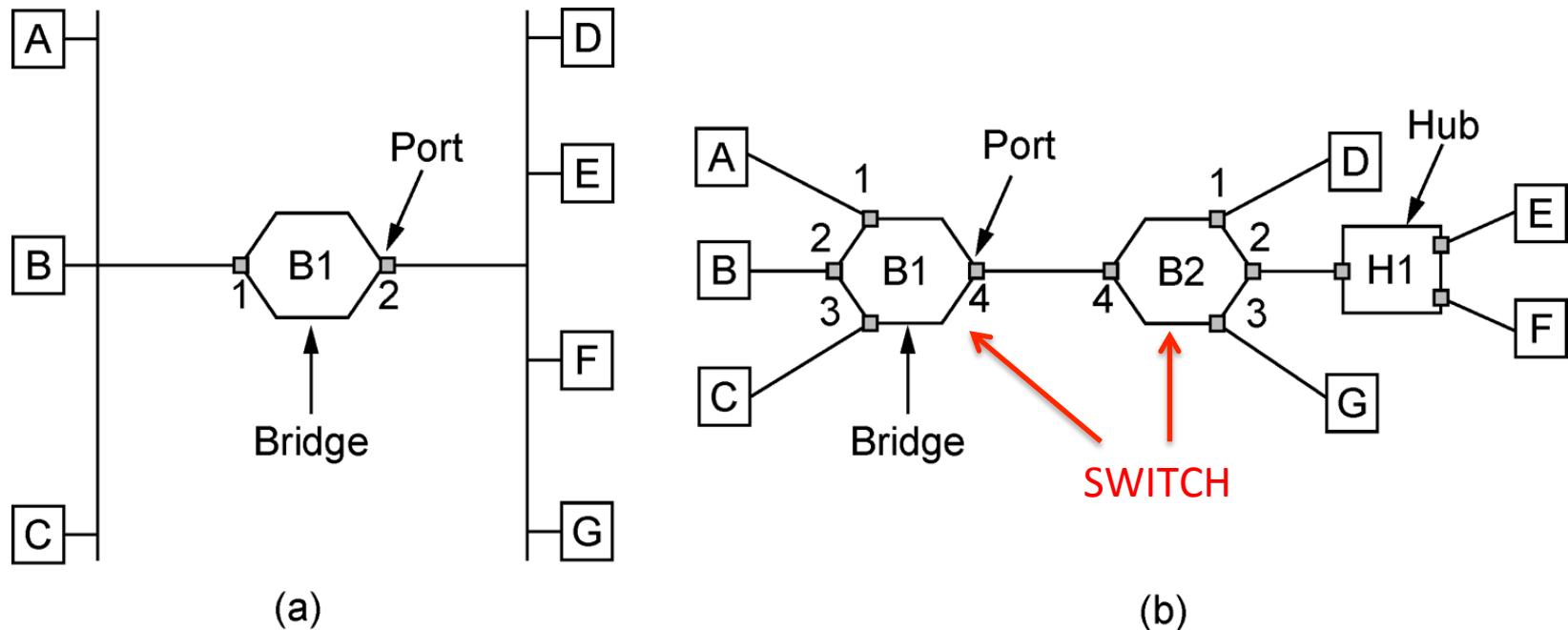
- Dispositivos de Interconexión
 - Origen de Bridges....
 - Al separar los dominios de colisiones se usa más eficientemente el ancho de banda disponible
 - Se puso un requerimiento:
 - » Que los bridges fueran transparentes
 - » Esto pedía que los bridges se autoprogramaran y no requirieran intervención humana para configurarlos

Interconexión de LANs (8)

- Dispositivos de Interconexión
 - Transparencia
 - Se requieren dos algoritmos principales
 - » Algoritmo de Aprendizaje hacia atrás
(backwards learning)
 - Evita tráfico donde no se necesita
 - Solo envia tramas al puerto destino (no a todos los puertos)
 - » Algoritmo de Spanning Tree
 - Evita lazos (loops) dentro de la red

Interconexión de LANs (9)

- Dispositivos de Interconexión
 - Evolución de Bridges a Switches



(a) Bridge connecting two multidrop LANs. (b) Bridges (and a hub) connecting seven point-to-point stations.

Interconexión de LANs (10)

- Dispositivos de Interconexión
 - Routers
 - Son otros dispositivos de interconexión
 - Trabajan en Nivel 3
 - Son más complejos
 - Los mencionaremos en el siguiente Tema

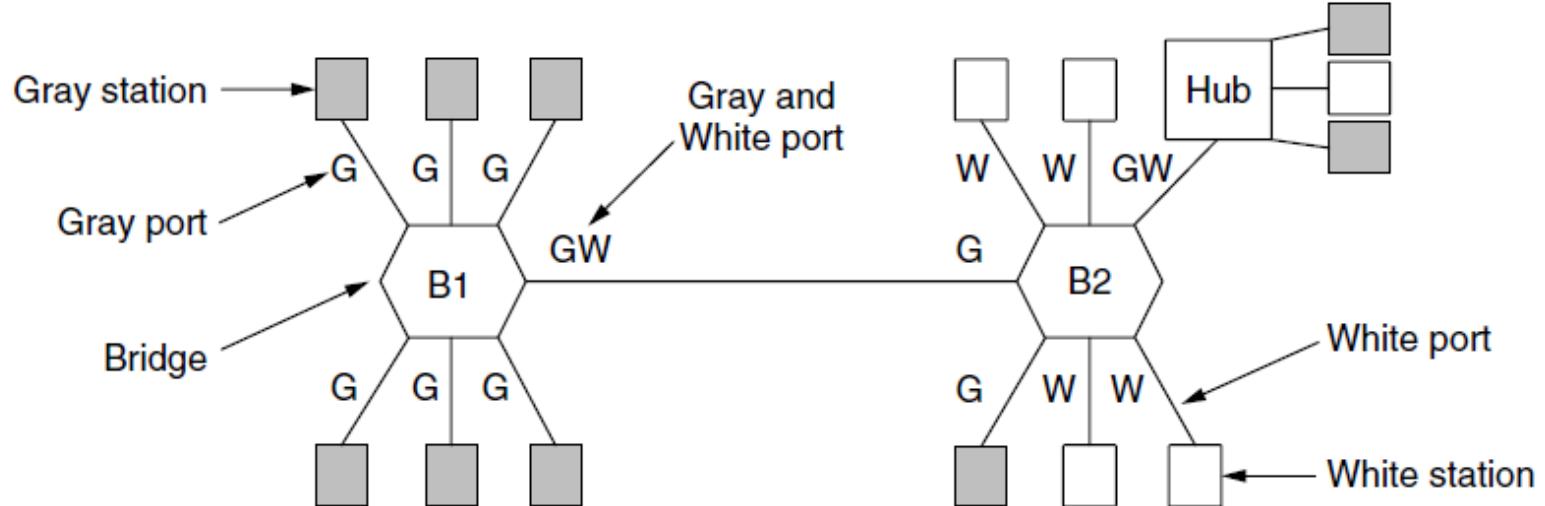
Interconexión de LANs (11)

— LANs Virtuales (VLANs)

- Divide una LAN física en múltiples LANs lógicas
- Facilita tareas de mantenimiento
- Los puertos se “colorean” de acuerdo a su VLAN
- Los Bridges o Switches necesitan saber de las VLANs
- Se modifica trama con 802.1Q donde se indica el “color”
- Las tramas se etiquetan (tag) con su “color”

Interconexión de LANs (12)

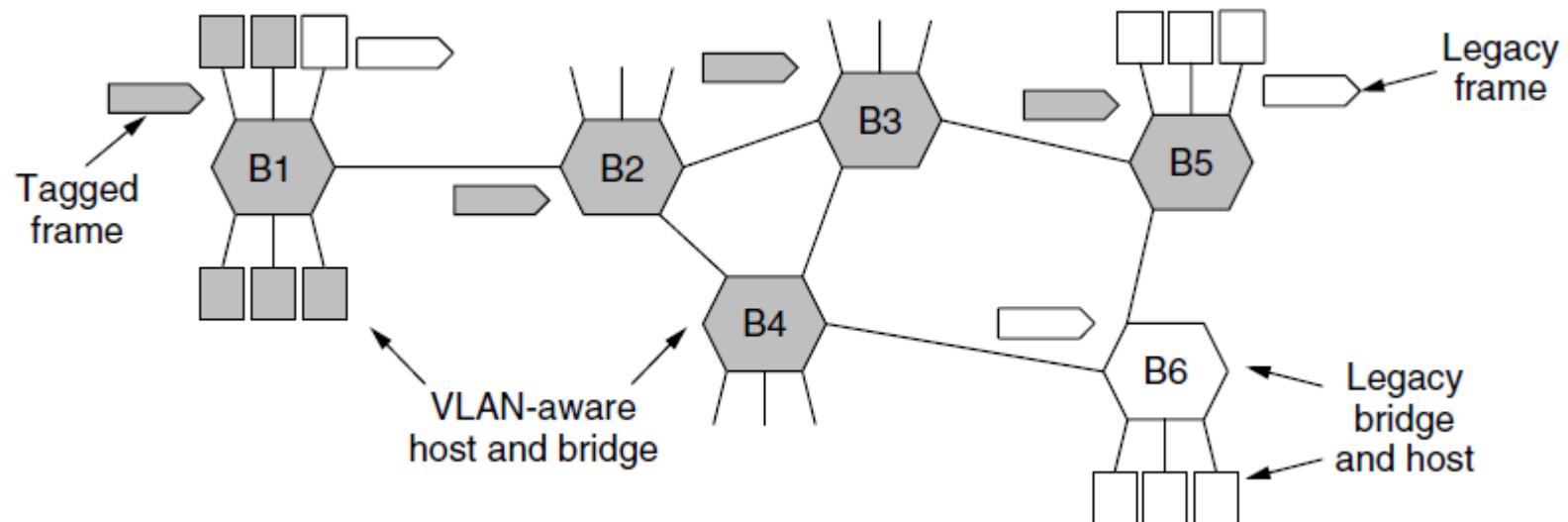
— LANs Virtuales (VLANs)



Interconexión de LANs (13)

— LANs Virtuales (VLANs)

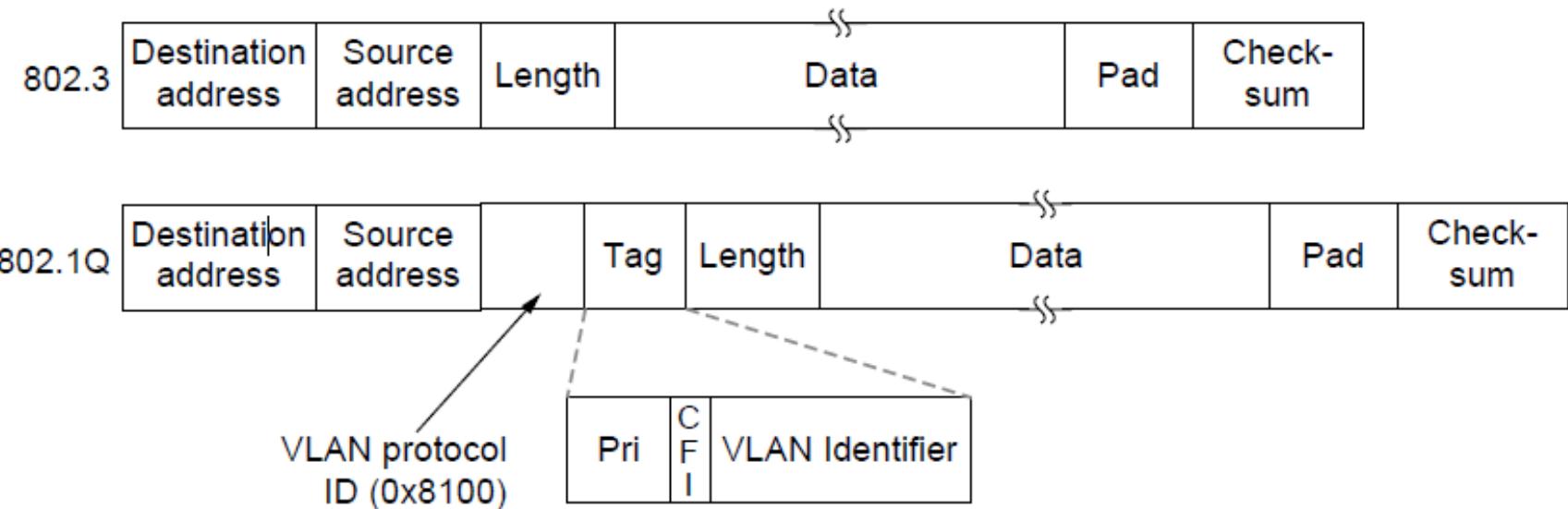
- Se pueden soportar switches viejos (legacy) que no soporten etiquetas



Interconexión de LANs (14)

— LANs Virtuales (VLANs)

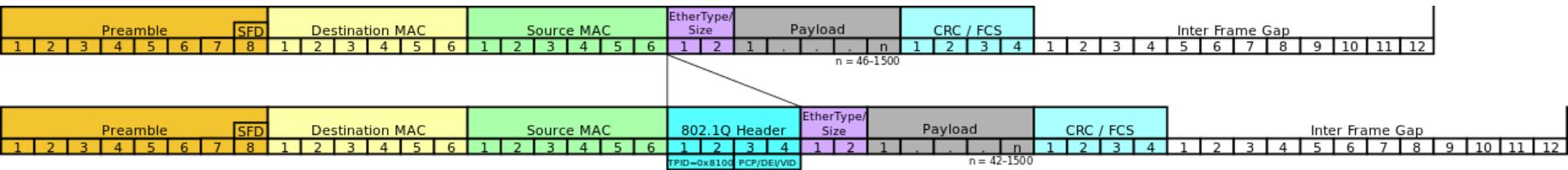
- Tramas 802.1Q llevan una etiqueta del “color”
 - VLAN identifier
 - Valor Longitud/Tipo es 8100_H para protocolo VLAN



Interconexión de LANs (14)

— LANs Virtuales (VLANs)

- Tramas 802.1Q llevan una etiqueta del “color”
 - VLAN identifier
 - Valor Longitud/Tipo es 8100_H para protocolo VLAN



- Figura anterior ejemplo Trama Ethernet V2.0