



Capa 2

Capa de Enlace de Datos

Objetivo Principal

- Proporcionar la transferencia de bits de una forma FIABLE y EFICIENTE, en una red adyacente (por ejemplo una LAN)

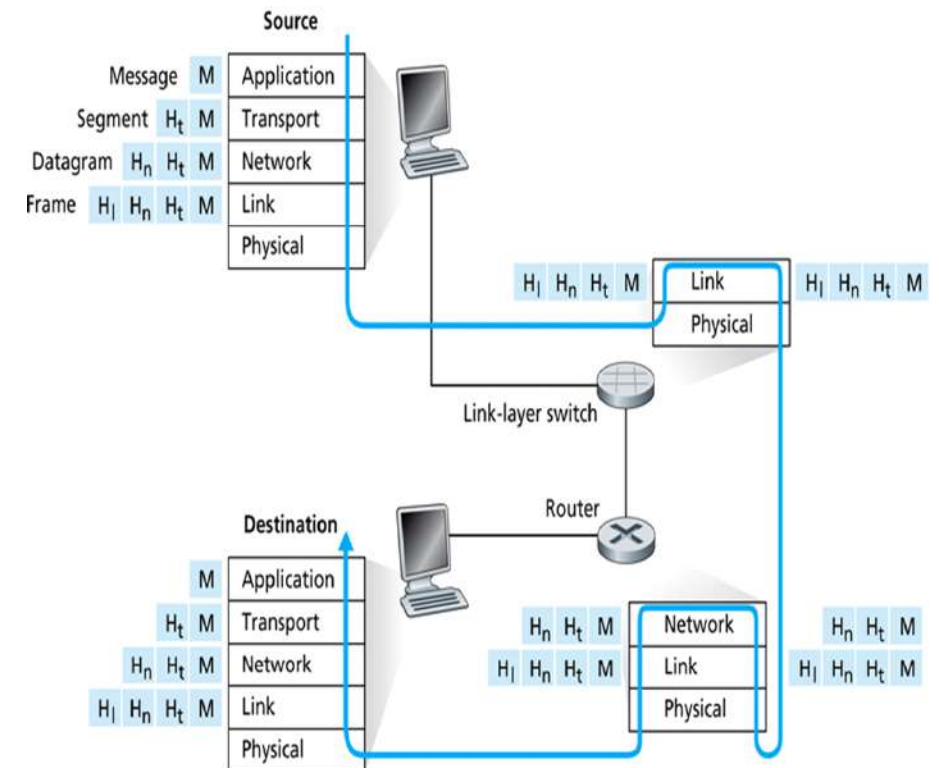
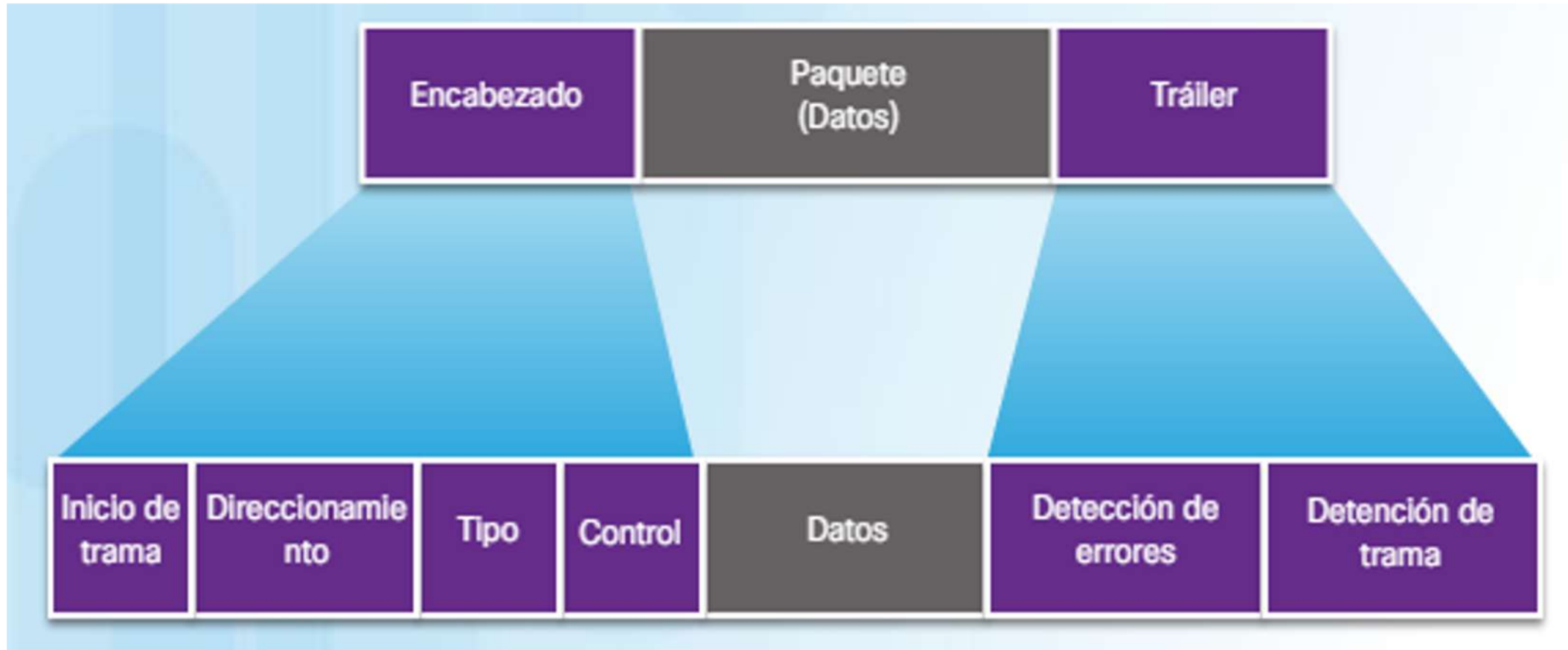


Figure 1.20 ♦ Hosts, routers, and link-layer switches; each contains a different set of layers, reflecting their differences in functionality.

Trama

- La capa de enlace de datos prepara los paquetes para su transporte a través de los medios locales encapsulándolos con un encabezado y un tráiler para crear una trama.
- Encabezados y tráiler varían según el protocolo. Los protocolos varían dependiendo de los medios físicos utilizados.
- Cada tipo de trama tiene 3 partes básicas:
 1. Encabezado
 2. Datos
 3. Tráiler

Arquitectura de una trama



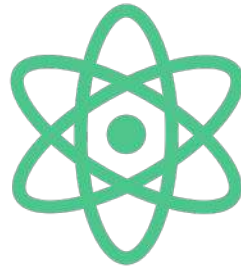
Campos de la Trama

- **Indicadores de arranque y detención de trama:** identifica los límites de comienzo y finalización de la trama.
- **Direccionamiento:** indica los nodos de origen y destino en los medios.
- **Tipo:** identifica el protocolo de capa 3 en el campo de datos.
- **Control:** identifica los servicios especiales de control de flujo, como QoS.
- **Datos:** incluye el contenido de la trama (paquete de L3 encapsulado)
- **Detección de errores:** utilizado para comprobar errores en la recepción de la trama.

Funciones principales



Lleva a cabo procesos de detección y corrección de errores



Intercambia tramas entre los nodos en un medio de red físico, como UTP o fibra óptica.



Recibir, enmarcar y dirigir paquetes a un protocolo de capa superior.

Enmarcado

- Función que agrega información de control de la capa para marcar el comienzo y el fin de cada “frame” (marco)
- Métodos de enmarcado
 - Conteo de Caracteres
 - En la información de control se indica cuantos caracteres conforman el marco.
 - Si se pierde la sincronía un marco puede traslaparse con otro
 - Caracteres de inicio y fin con relleno de caracteres
 - Para delimitar el marco se utilizan caracteres ascii (STX [Start of text], ETX [End of text] y DLE Data link escape)
 - Si alguno de estos caracteres aparecen en el texto que se esta enviando, se utiliza el carácter DLE

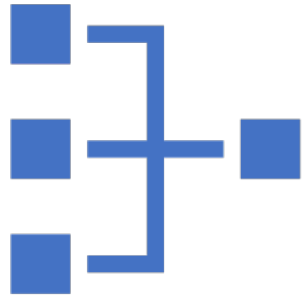
Métodos de enmarcado (II)

- Indicadores de inicio y fin con relleno de bits
 - Evita ambigüedad en el inicio de los marcos
 - Se utiliza “un byte indicador” para separar el marco:
01111110 (8 bits)
 - Relleno de bits : Cuando dentro del frame vienen CINCO 1's seguidos después de un 0 inserta un 0 (relleno de bit).
 - En el destino se hace el proceso contrario (se eliminan estos rellenos)

Detección de errores

- **Codigos de detección de errores:** Su propósito es incluir la mayor cantidad de información redundante en cada bloque de bits transmitido, para que el receptor pueda saber si la trama llegó de forma correcta.
- Un código de detección de errores, solo detecta el error y no lo corrige, reenviando los marcos de nuevo cuando hay algún error detectado.
- Protocolos de detección:
 - Bit de paridad
 - Chequeo de redundancia Ciclica (CRC)

Subcapas de enlace de datos



Control de enlace lógico (LLC)



Control de Acceso al Medio
(MAC)



LLC

- Esta subcapa superior se comunica con la capa de red.
- Coloca en la trama información que identifica qué protocolo de capa de red se utiliza para la trama.
- Permite que varios protocolos de capa 3 (IPv4 e IPv6) utilicen la misma interfaz de red y los mismos medios.

LLC (II)

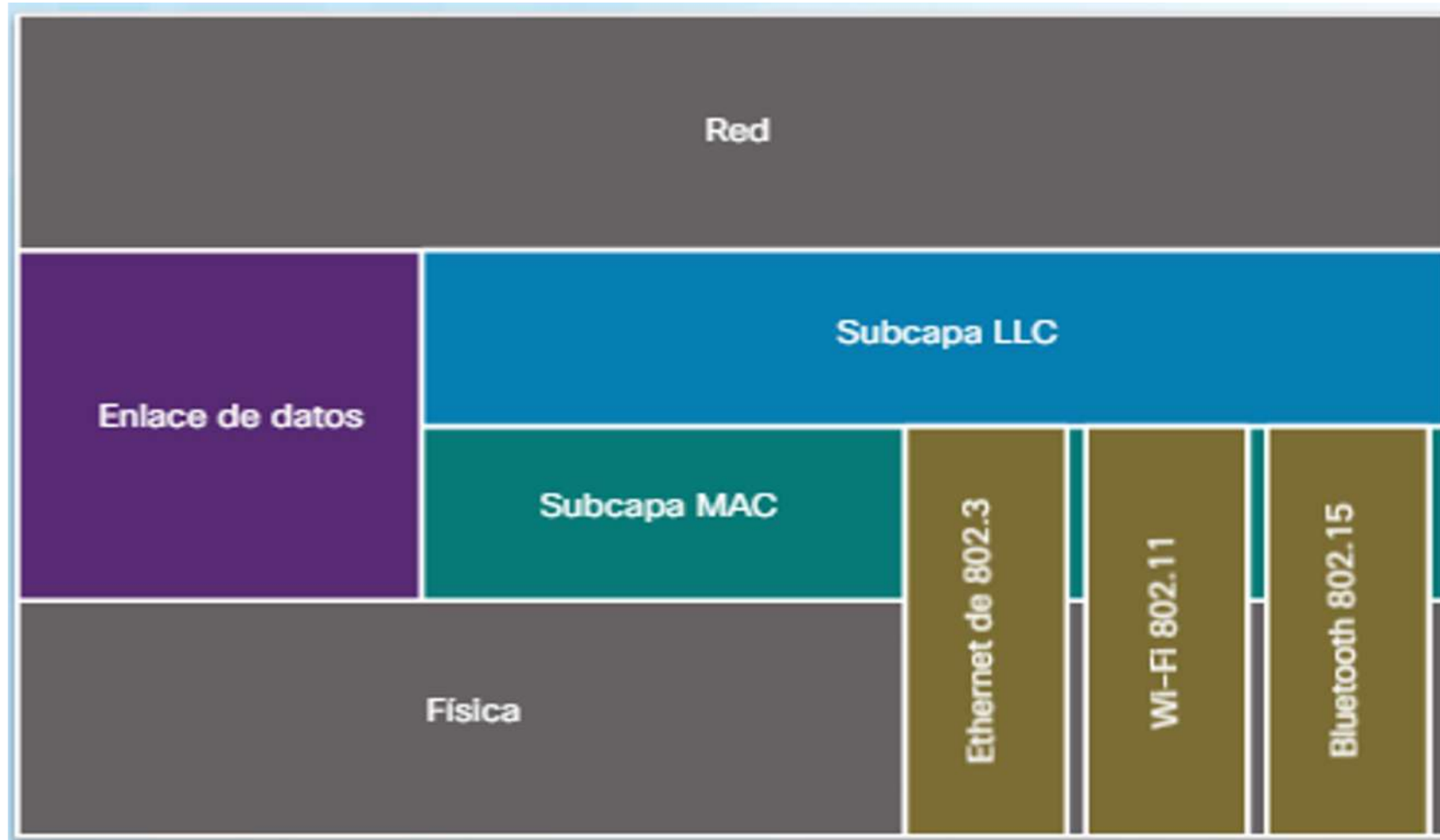
- La subcapa de Control de enlace lógico (LLC) maneja la comunicación entre las capas superiores e inferiores.
- LLC toma los datos del protocolo de la red, por lo general IPv4, y agrega información de control para ayudar a distribuir el paquete al nodo de destino.
- LLC se implementa en el software, y su implementación es independiente al Hardware.
- En las computadoras el LLC por lo general se encuentra en el driver de la NIC.



MAC

- Subcapa inferior que define los procesos de acceso al medio que realiza el hardware.
- Proporciona direccionamiento de la capa de enlace de datos y acceso a varias tecnologías de capa física.
- Por ejemplo, esta subcapa se comunica con la tecnología LAN Ethernet para enviar y recibir tramas a través de cables de cobre, fibra, Wi-Fi o Bluetooth.

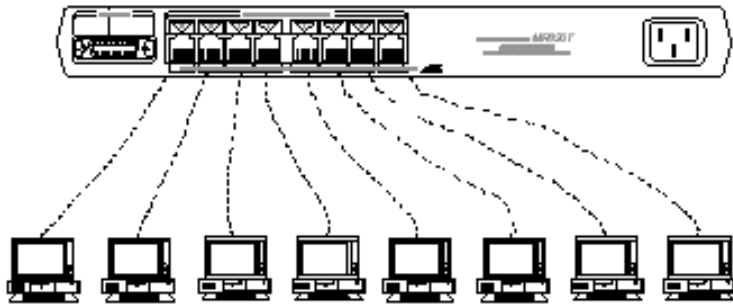
Interacción en el Modelo OSI





Dispositivos comunes

Switch L2



El switch L2 toma decisiones de reenvío solamente según las direcciones MAC Ethernet de capa 2.

Un switch Ethernet consulta una tabla de direcciones MAC para tomar una decisión de reenvío para cada trama.

Separa dominios de Colisión, no separa dominios de difusión

Trabaja con una topología estrella

Cuando un switch recibe una trama

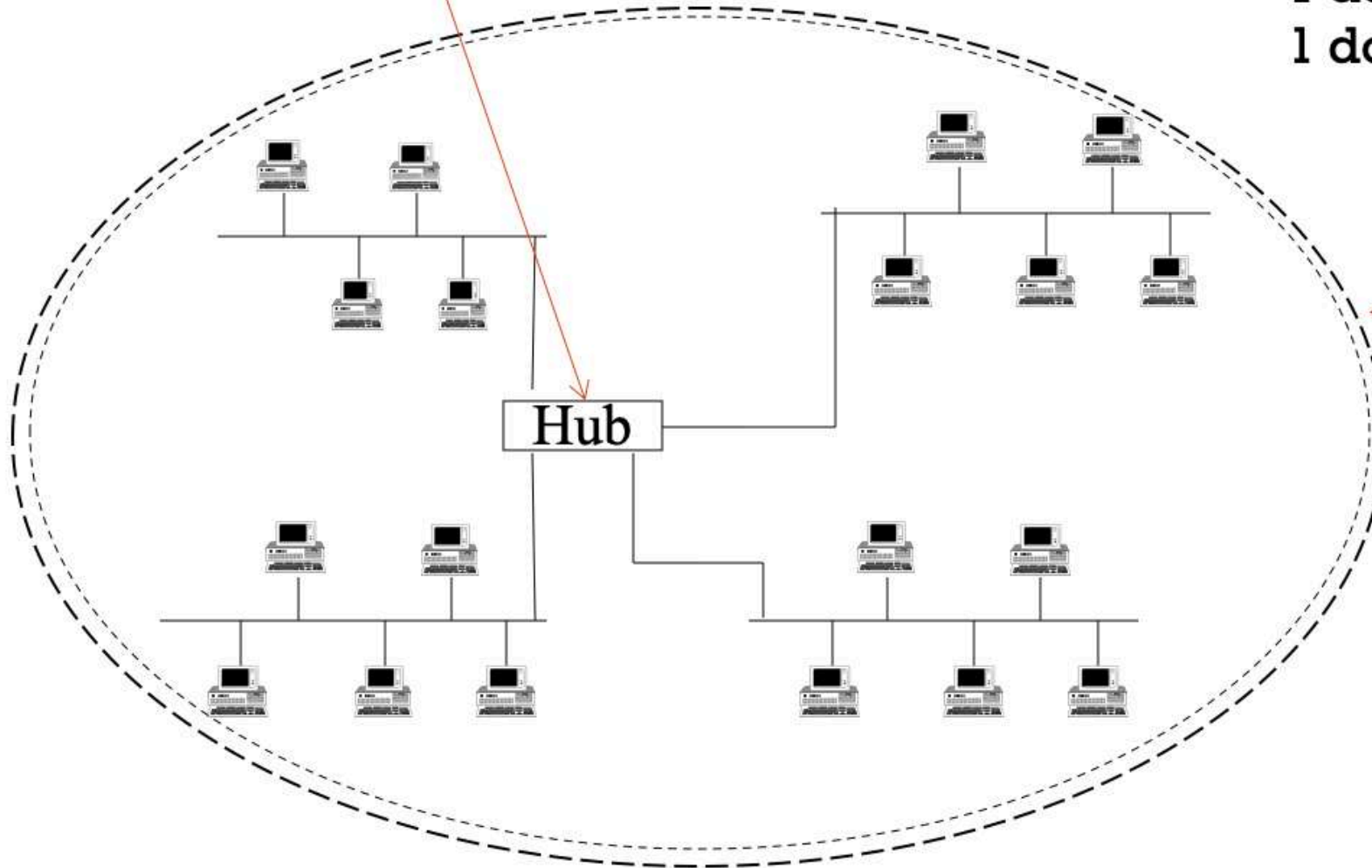
- Forward it:
 - Existe una entrada en la MAC Address Table (CAM) para la MAC Address de destino de la trama. El switch únicamente renvía la trama al puerto asociado a la MAC destino.
- Flood it:
 - No existe una entrada en la MAC Address Table (CAM) asociada a la MAC Address de destino. El switch debe enviar la trama a todos los puertos habilitados, diferentes al puerto de origen.
- Filter it:
 - El switch detecta que la MAC Address destino de la trama está asociada al puerto origen por el cual ingresó la trama. El switch descarta la trama.



Dominios

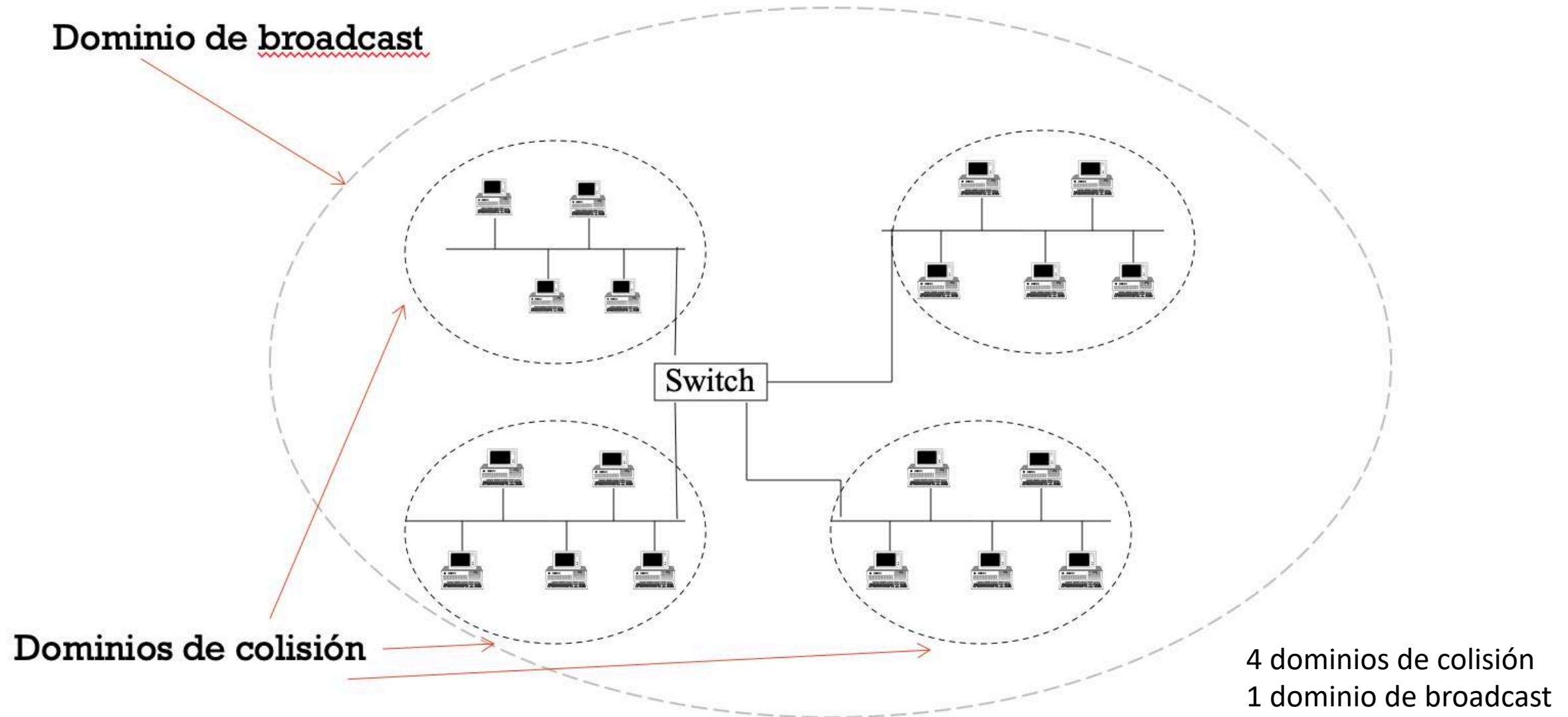
Dominio de colisión es el conjunto de todas aquellas estaciones que en un momento dado pugnan o compiten por el uso del canal

1 dominio de colisión
1 dominio de broadcast



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

DOMINIO DE COLISION Y BROADCAST EN UN SWITCH



MAC tiene 2 tareas principales

Encapsulamiento
de datos

Control de
acceso al medio

Encapsulamiento

- Se refiere al armado de tramas antes de la transmisión y el desarmado de tramas en el momento de recepción.
- El encapsulamiento de datos proporciona tres funciones principales:
 1. Delimitación de tramas
 2. Direcccionamiento
 3. Detección de errores

Control de acceso al medio

- Es la técnica utilizada para colocar y sacar la trama de los medios.
- Por ejemplo, una LAN Ethernet consta de muchos hosts que compiten por acceder al medio de red.

Control de acceso al medio

- La subcapa de acceso al medio, se encarga de controlar este acceso por medio de la siguientes formas:
 - Controlada: por ejemplo token ring, en el cual el acceso a transmitir se realiza de una forma controlada, a través de un token de transmisión en un espacio de tiempo.
 - Por competencia: Se intenta transmitir cuando el canal esta disponible. Por ejemplo Aloha, CSMA
 - Por División de tiempo o frecuencia: Se asigna un espacio de tiempo o Una frecuencia especifica para transmitir => Multiplexación. Por ejemplo: FDM

Protocolos de transmisión



Simplex



Duplex

Simplex

Sin Restricciones

- Se asume que todo lo que se transmite llega a correctamente y el transmisor tiene la misma velocidad que el receptor

Parada y Espera

- Cada marco que se transmite y se espera cierto tiempo definido para enviar el siguiente marco

Canal ruidoso

- El transmisor espera un acuse de recibo por cada marco que transmite para transmitir el siguiente, si el acuse no llega, se transmite de nuevo

Duplex

- Se utiliza cuando la comunicación es en dos vías y los protocolos que se utilizan son los llamados de “VENTANA CORREDIZA”, los cuales se basan en secuencias, acuses de recibo y buffers (los cuales definen el tamaño de la ventana)
- No es eficiente tener un solo canal de “Reversa”, para el envío de acuses de recibo, por lo que se mezclan los datos con los acuses de recibido.

Duplex (II)

- Un acuse de recibido es muy pequeño, por lo que se utiliza una técnica llamada “PIGGYBACK”, en la cual el acuse de recibo se incluye en un marco con datos que genera el receptor cuando transmite un marco hacia el transmisor original. Esto optimiza el uso del canal de transmisión.

Protocolo Ventana Corrediza

Cada marco saliente debe contener un numero de secuencia, el cual se utiliza para llevar un orden en el envío.

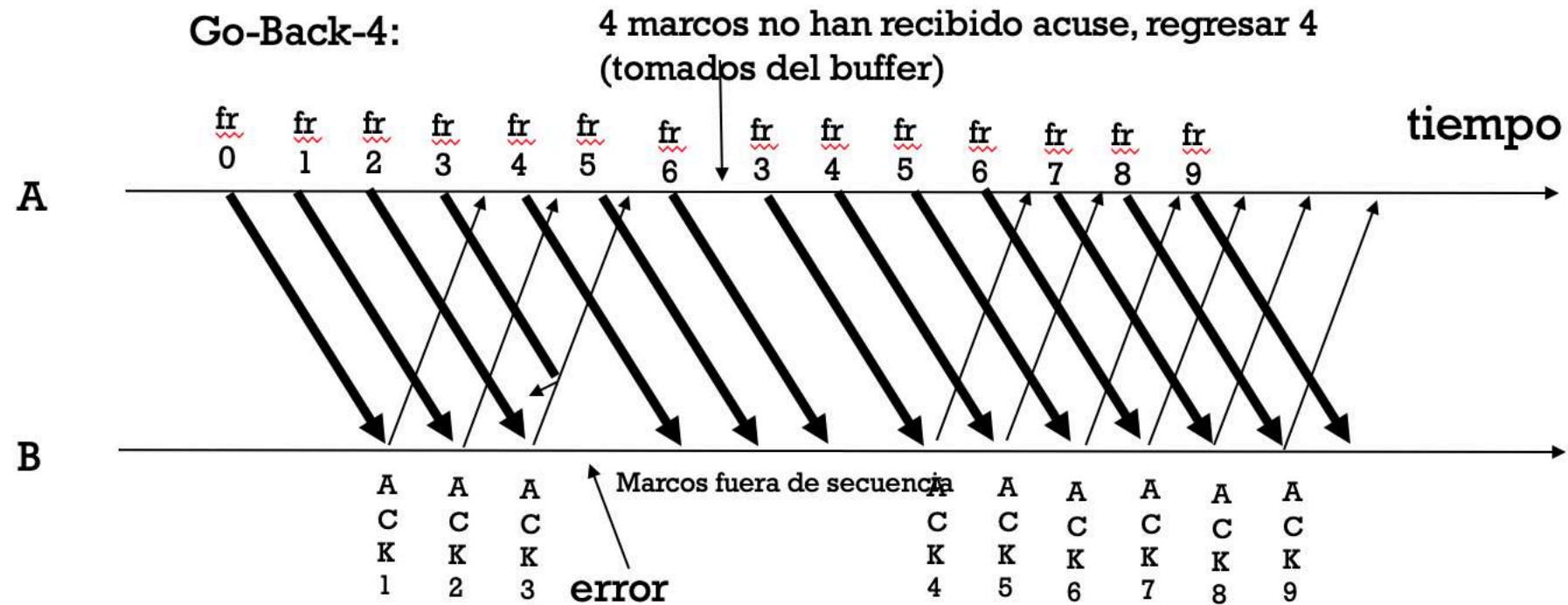
El concepto de ventana, se refiere a que el transmisor tiene una VENTANA DE MARCOS, los cuales podrá mantener en un buffer, mientras espera los ACKs del receptor.

El tamaño del buffer es igual al tamaño de la ventana (si se tiene una ventana con la capacidad para tener 5 marcos, el buffer deberá ser de 5 por ejemplo.

De la misma forma un receptor tiene una ventana que contiene un listado de las secuencias de los marcos que tiene permitido aceptar el cual se incrementa en relación a los marcos recibidos y acusados.

El tamaño de la ventana puede ser fijo o variable y puede ser de Diferente tamaño en el transmisor y en el receptor

Explicación



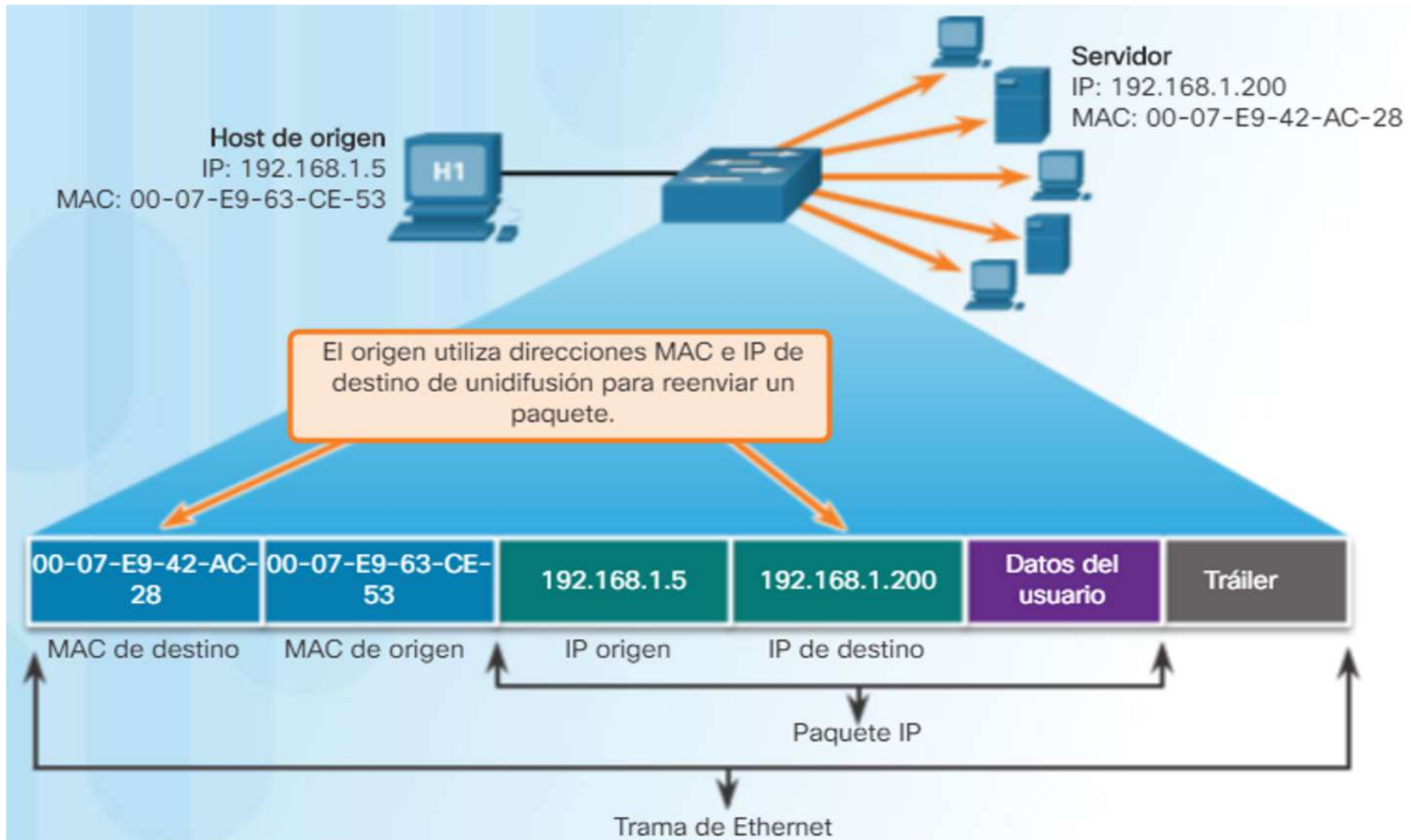
Este Ack indica cual es el siguiente marco que se espera

Estructura de dirección MAC

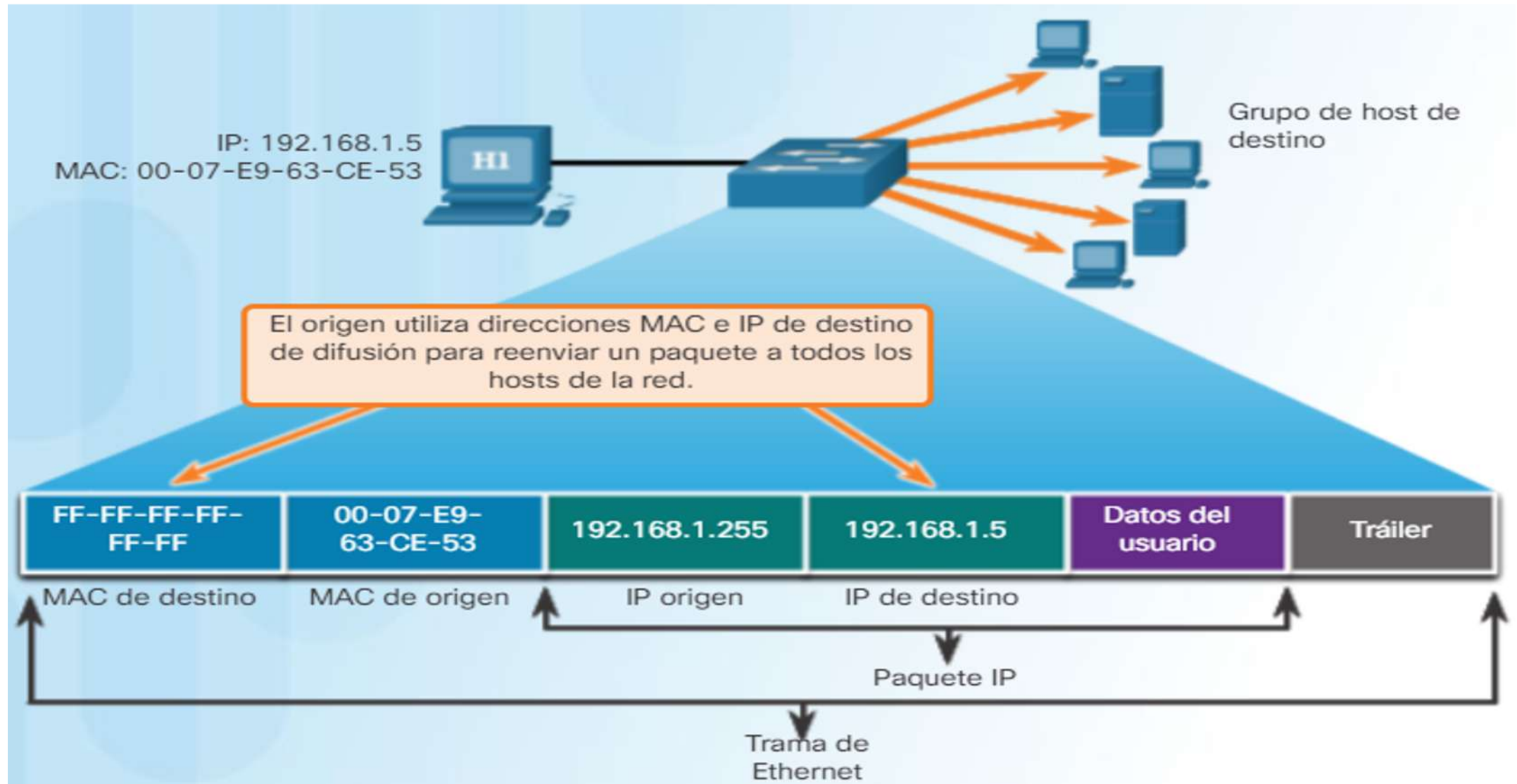
OUI (Identificador único de la organización)	Asignado por el proveedor (NIC, interfaces)
24 bits	24 bits

80:86:F2	3A:F4:E6
Intel	Específico

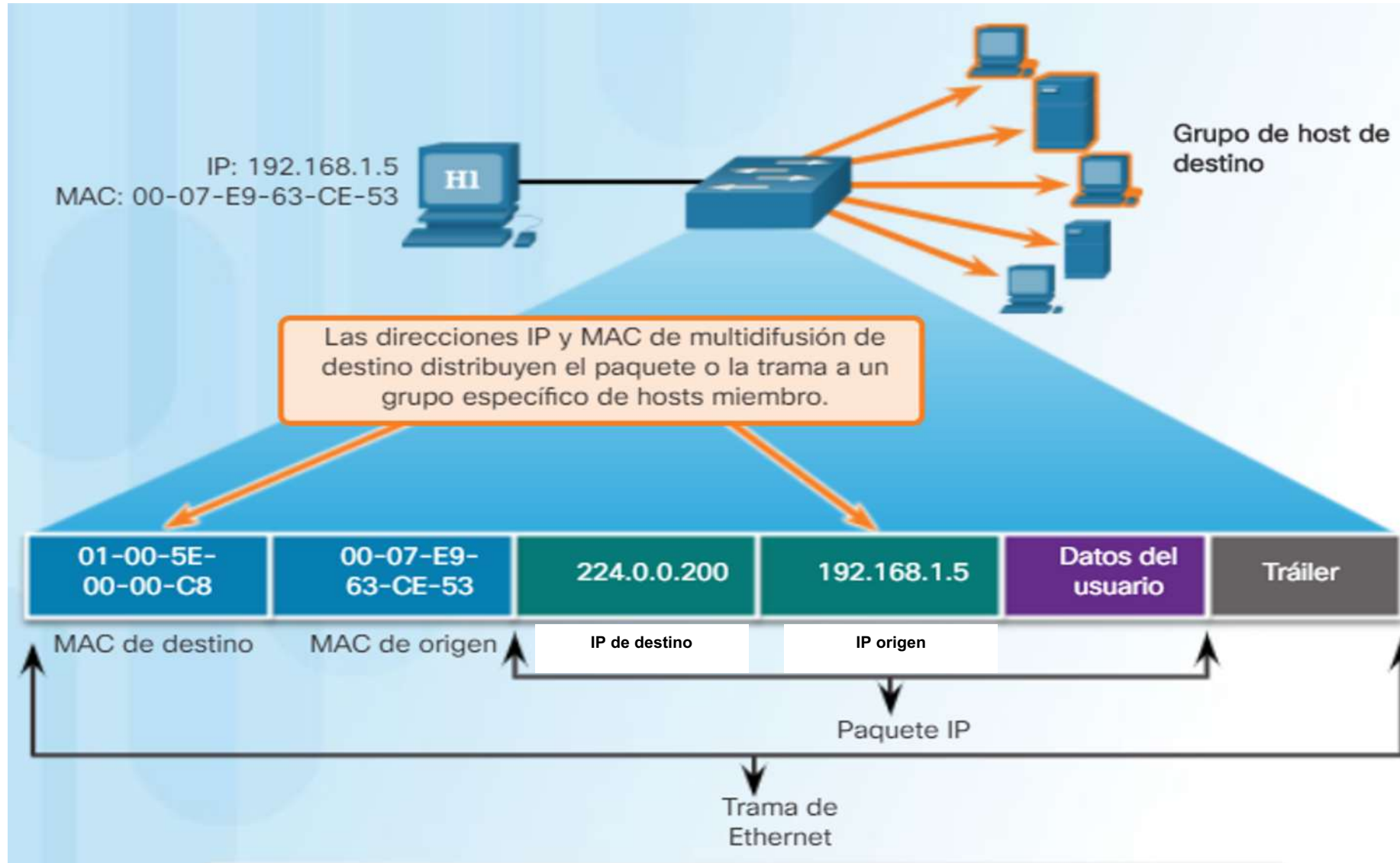
Unicast



Broadcast

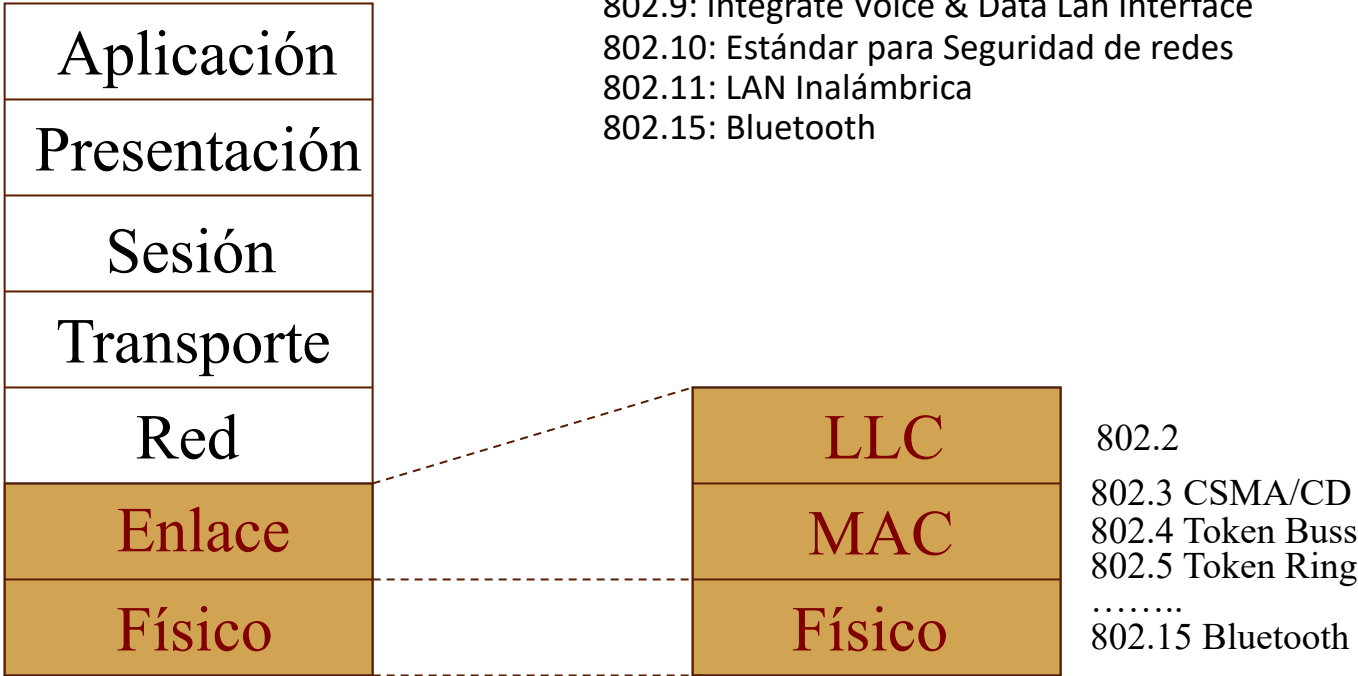


Multicast

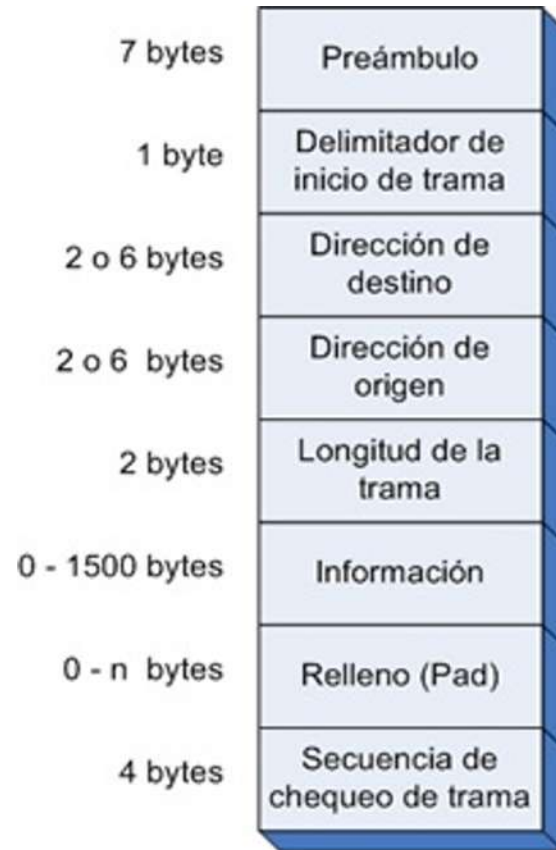


ESTANDARES DE LA
SUBCAPA DE ACCESO AL
MEDIO

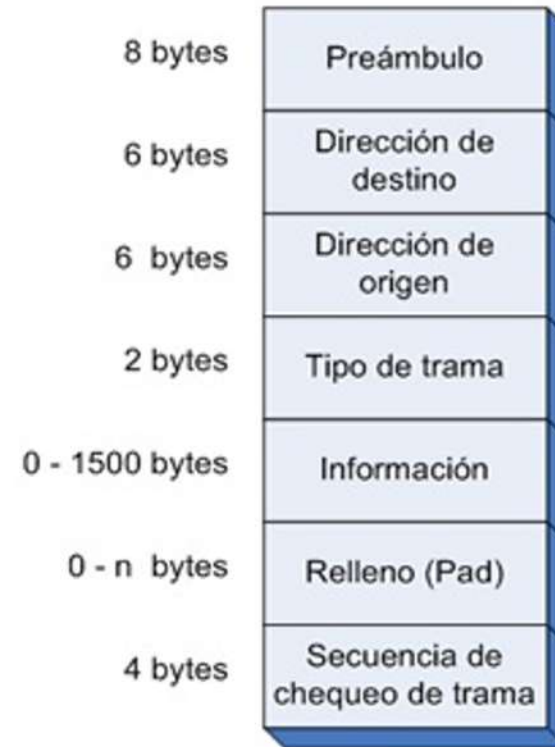
- 802.1: Interfaz de las capas mas altas
- 802.2: LLC Logical Link Control
- 802.3: Ethernet CSMA/CD
- 802.4: Token Bus
- 802.5: Token Ring
- 802.6: Redes de Area Metropolitana MAN
- 802.7: Redes Broadband
- 802.8: Redes de Fibra Óptica
- 802.9: Integrate Voice & Data Lan Interface
- 802.10: Estándar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



Frame: IEEE 802.3 vs Ethernet



Formato de la trama IEEE 802.3



Formato de la trama Ethernet

Ethernet

- La capa física (OSI) proporciona el medio para transportar los bits que componen una trama de capa de enlace de datos a través de los medios de red.
- Ethernet es la tecnología LAN predominante en el mundo.
- Ethernet funciona en la capa de enlace de datos y en la capa física.
- Los estándares del protocolo Ethernet definen el formato, tamaño, temporización y codificación de las tramas, entre otros aspectos de comunicación.

Ethernet (II)

- Ethernet es una familia de tecnologías de red que se definen en los estándares IEEE 802.2 y 802.3.
- Admite los siguientes anchos de banda
 - 10 Mb/s
 - 100 Mb/s
 - 1,000 Mb/s (1 Gb/s)
 - 10,000 Mb/s (10 Gb/s)
 - 40,000 Mb/s (40 Gb/s)
 - 100,000 Mb/s (100 Gb/s)

Ethernet (III)

