

Resumen Modulo 7

SWitching Ethernet

D M A

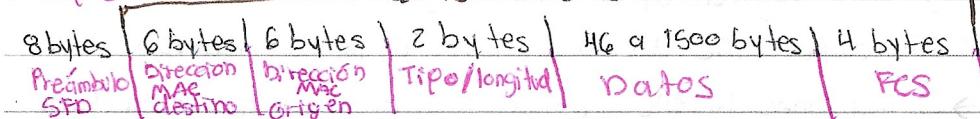
Scribe®

7.1 Tramas de Ethernet

- Encapsulamiento de Ethernet → Ethernet es muy utilizada en LAN, utiliza comunicaciones por cable, cables trenzados, fibra óptica y coaxiales. Funcion en la capa de enlace de datos y física. Soporta 10 Mbps, 100 Mbps, 1000 Mbps (1Gbps), 10,000 Mbps (10Gbps), 40,000 (40Gbps), 100;000 Mbps (100Gbps). Utiliza los estandares IEEE 802.2 y IEEE 802.3.
- Subcapas de enlace de datos → Los protocolos IEEE 802 LAN/MAN utilizan 2 subcapas independientes teniendo el rol en la capa de enlace de datos. Control de enlace lógico (LLC) → Subcapa IEEE 802.2 comunicándose entre el software de red en capas superiores y el hardware en capas inferiores. Coloca en la trama información que identifica el protocolo utilizado. Permite que IPv4 y IPv6, utilicen la misma interfaz de red y medios. Control de acceso a medios (MAC) → Subcapa IEEE 802.3, 802.11, 802.15 Se implementan en el hardware y encapsula los datos y control de acceso a medios. Proporciona direccionamiento y está integrado a tecnologías de capa física.
- Subcapa MAC → Responsable de encapsulación de datos y acceso a medios. Encapsulación de datos IEEE 802.3 incluye:
 - Trama de Ethernet → Estructura interna de trama Ethernet. Dirección Ethernet → Incluye una dirección MAC de origen y destino para entregar la trama Ethernet de NIC Ethernet a NIC Ethernet en la misma LAN.
 - Detección de errores → La trama incluye un avance de secuencia de verificación de trama (FCS) utilizado para detección de errores. Accediendo a los medios → La supcapa MAC IEEE 802.3 incluyen especificaciones para estándares de comunicaciones Ethernet sobre tipos de medios como cobre y fibra óptica.
 - Ethernet heredado → Utiliza topología bus, en medio dúplex. Utiliza un método de acceso basado en contención, detección de accesos múltiples/detección de colisiones (CSMA/CD) garantizando un dispositivo transmitiendo a la vez. CSMA/CD permite que los dispositivos comparten el medio dúplex, detecta colisiones, proporciona un algoritmo para retransmisión.
- Campos de trama Ethernet → El tamaño mínimo de trama es de 64 bytes y el máximo es de 1518 bytes. Incluye todos los bytes del campo de dirección MAC de destino a través del campo de secuencia de verificación de trama (FCS). Una trama de menos de 64 bytes es fragmento de colisión y es descartada por estaciones remotas. Y tramas de más de 1500 bytes se consideran jumbos o tramas bolas gigantes.

Campos

64 - 1518 octetos



- Campos preámbulo y delimitador de inicio de trama (SFD) → Preámbulo (7 bytes) y SFD (1 byte), utilizan para sincronización entre el envío y recepción de dispositivos. Los 8 bytes llaman la atención de nodos receptores. Informan al receptor de una nueva trama.

Campo dirección MAC destino → Campo de 6 bytes es el identificador del destinatario deseado.

Usada por la capa 2 para ayudar al dispositivo a determinar si la trama está dirigida para ellos.

Se compara con la MAC del host y si es igual la acepta. Puede ser **unicast, multicast, broadcast**.

Campo MAC de origen → Campo de 6 bytes identifica la NIC o interfaz de origen de la trama.

Tipo/longitud → Campo de 2 bytes que identifica el protocolo de capa superior encapsulado en la trama, los valores son en hexadecimal, 0x800 → IPv4, 0x86DD → IPv6, 0x806 → ARP. **EtherType, Type, Length**

Campo de datos → Este campo (46 - 1500 bytes) contiene los datos encapsulados de una capa superior, que es una POB genérica de capa 3. Mínimo de trama 64 bytes. Un paquete pequeño es encapsulado, bits adicionales llamados **pad** utilizan para aumentar el tamaño de la trama a tamaño mínimo.

Campo de secuencia de verificación de trama → FCS (4 bytes) se usa para detectar errores en la trama.

Utiliza una comprobación cíclica de redundancia (**CRC**). El dispositivo de envío incluye resultados de un CRC en el campo FCS. Si los cálculos coinciden no se produjeron errores.

Nota: La MAC comproba errores, admite tecnologías Ethernet, controla acceso a mallas.

7.2 Dirección MAC de Ethernet

● **Dirección MAC y hexadecimal** → Las direcciones IPv6 se representan por hexadecimal.

El hexadecimal utiliza base de 0 a 9 y A a F. Un solo dígito hexadecimal representa 4 bits binarios. Dado que 8 bits en una agrupación común pueden representarse en un rango de 00 al FF. Los números hexadecimales suelen ser representados por el 0x para distinguirlos de decimales en documentación. También puede ponerse una H al final para representarlo.

● **Dirección MAC de Ethernet** → La dirección MAC se utiliza para identificar los dispositivos físicos de origen y destino (NIC) en el segmento de red local. El direccionamiento MAC proporciona un método para identificación del dispositivo en la capa de enlace de datos.

Una **MAC** es una dirección de 48 bits expresada con 12 dígitos hexadecimales. 48 bits → 12 hexagonales → 6 bytes. Todas deben ser únicas para el dispositivo Ethernet. **Identificador**

Único de organización(OUI) es un código hexadecimal único de 6 (24 bits, 3 bytes) que es realizado por IEEE. En el caso de un proveedor de internet debe utilizar su OUI asignado como los primeros 6 dígitos hexadecimales y asignar un valor único en los últimos 6 dígitos hexa.

Una MAC consiste en un código OUI seguido de un valor asignado por el proveedor H.

Puede haber duplicaciones de direcciones MAC debido a errores en la fabricación.

● **Procesamiento de tramas** → En ocasiones la MAC se conoce como dirección grabada (BIA) porque la dirección está codificada en la ROM (solo lectura) en la NIC. Cuando una computadora se inicia, la NIC copia su dirección MAC de la ROM a la RAM. Cuando un dispositivo reenvía un mensaje a una red Ethernet el encabezado incluye:

Dirección MAC de origen → Es la dirección MAC de la NIC del dispositivo origen. **Dirección MAC de destino**. **Dirección de trama** → dirección destino → dirección origen → datos.

Cuando la NIC recibe una trama Ethernet, examina la dirección MAC de destino para ver si coincide con la de RAM. Si no hay coincidencia, la descarta. Si hay coincidencia, envía la trama a las capas OSI, se desencapsulan los datos. También acepta tramas si la MAC destino es una transmisión o un grupo multicast del que es miembro el host. (routers, switches, hosts).

- **Dirección MAC de unicast** → Una MAC de unicast es la dirección única que se utiliza cuando se envía una trama desde un único dispositivo de transmisión a un único dispositivo destino. **Uno a uno** → **Mac destino** → **MAC origen** → **IP origen** → **IP destino** → **Datos** cola, trama de Ethernet.

ARP → Protocolo de resolución de direcciones que determina la MAC de destino asociada con una dirección IPv4.

ND → Neighbor Discovery es el proceso que determina la dirección MAC destino con asociación de dirección IPv6. La MAC de origen siempre debe ser unicast.

- **Dirección MAC broadcast** → Cada dispositivo LAN Ethernet recibe y procesa una trama de broadcast Ethernet. Características:
 - Dirección MAC de destino de **FF-FF-FF-FF-FF-FF** (48 unidades binario).
 - Inundado todos los puertos del switch Ethernet excepto el puerto entrante.
 - No reenviado por un router. Si los datos encapsulados son un paquete broadcast significa que el paquete contiene una IPv4 destino que tiene todos los (1s) en la parte de host. La numeración en la dirección dice que todos los hosts de LAN recibirán y procesarán el paquete.

Debe enviar a todos los hosts de la Red, **destino** → **MAC** → **MAC** → **IP** → **IP** → **Datos** → **usuario** → **cola**

192.168.1.255 la IPv4 destino es dirección broadcast. DHCP para IPv4 es un protocolo que utiliza direcciones broadcast Ethernet e IPv4. Las solicitudes ARP no usa IPv4 pero el mensaje ARP se envía como un broadcast Ethernet.

- **Dirección MAC de multicast** → Recibida y procesada por un grupo de dispositivos en LAN de Ethernet que pertenecen al mismo grupo de multicast. Características:
 - Dirección MAC destino **01-00-5E** cuando es paquete multicast IPv4 y MAC destino **33-33** paquete multicast IPv6.
 - Otras MAC destino multicast reservadas para datos que no son IP. **STP y LLN**
 - Inundan todos los puertos del switch Ethernet menos el puerto entrante.
 - No es reenviado por un router, al menos que haya configuración para enrutar paquetes multicast.
 - Si los datos es un paquete IP multicast, a los dispositivos se les asignan una dirección IP de grupo multicast. Rango IPv4 es **224.0.0.0** a **239.255.255.255**. Rango en IPv6 comienza en **FF00::8**

El grupo multicast solo se pueden utilizar como destino de un paquete. El origen es unicast.

Las direcciones Unicast y broadcast, la IP de multicast requiere una MAC de multicast correspondiente a la trama en una LAN. (IPv4 ó IPv6). Los protocolos de enrutamiento y red así como el software de video e imágenes utilizan multicast.

7.3 Tabla de direcciones MAC

● Fundamentos de switches → Un switch utiliza las MAC Ethernet para reenviar o descartar tramas a otros dispositivos de una red. Tienen que estar en la misma capa la 2, para tomar decisiones de reenvío. Toma decisiones basándose solo en Mac ethernet de capa 2.

Un switch Ethernet examina su tabla de direcciones MAC para reenviar cada trama, a comparación de un hub que reenvía a todos los puertos menos el entrante. También se puede llamar **tabla de memoria de Contenido Direccional (CAM)**. Tabla CAM.

● Switch, Aprendiendo y Reenviando → El switch arma la tabla de direcciones MAC de manera **dinámica** después de examinar la dirección MAC de origen de tramas recibidas en un puerto. El switch reenvía las tramas después de buscar la coincidencia entre la MAC de destino de la trama y una entrada de la tabla MAC.

Aprender → Examina la MAC de origen. Examina la MAC de origen de la trama y el número de puerto por el que ingresó al switch. Si no existe se agrega a la tabla con el número de puerto de entrada. Si existe actualiza el temporizador de actualización para esa entrada. Guardan una entrada en la tabla durante 5 minutos. **NOTA:** Si la dirección MAC de origen existe en la tabla pero en puerto diferente la entrada se reemplaza en la tabla.

MAC destino → MAC origen → Tipo → Datos → FCS.

Reenviar → Busca dirección MAC destino → Si la MAC destino es unicast, el switch busca una coincidencia entre ella y la tabla MAC. Si existe reenvía la trama por el puerto especificado. Si no existe la reenvía por todos los puertos, excepto el de entrada **Unicast desconocida**. Si la MAC de destino es de broadcast o multicast, la trama se envía por todos los puertos.

● Filtrado de tramas → Cuando la tabla MAC del switch contiene la MAC de destino, puede filtrar la trama y reenviar a un solo puerto. Al momento de que un host envía una trama el switch agrega el puerto y la MAC del host a la tabla de direcciones. Después si la dirección se encuentra en la tabla MAC, envía la trama solo al puerto en el que está registrada la MAC destino. Si el host destino envía una trama antes de 5 minutos el temporizador para esa entrada con el puerto, ya no es destino sino entrada y envía la trama al puerto correspondiente.

● Video : Tablas de direcciones MAC en switches conectados → Un switch puede tener muchas direcciones MAC asociadas a un solo puerto. Es común cuando el switch está conectado a otro switch. El switch tiene una entrada independiente en la tabla MAC

Para cada trama recibida con una MAC de origen diferente. El resumen de este video es similar a la explicación detallada en los subtemas de como se agrega a la tabla MAC las direcciones MAC con su puerto.

- **Video - Envío de una trama al gateway predeterminado** → Cuando un dispositivo tiene una IP ubicado en red remota, la trama de Ethernet no se puede enviar directamente al dispositivo destino. En cambio, la trama Ethernet se envía a la dirección MAC del gateway predeterminado: router. Si el router envía una trama desde la red remota manda la trama guardando puertos para saber si existe la MAC destino ahí, como el switch no reconoce la MAC origen la agrega a la tabla de direcciones MAC. El siguiente switch busca la trama entrante y no la reconoce entonces la agrega a la tabla MAC. Busca la MAC destino y la envía al puerto correspondiente.

7.4 Velocidades y métodos de reenvío del switch

- **Métodos de reenvío de tramas de los switches Cisco** → Los switches utilizan uno de los siguientes métodos de reenvío para switching de datos entre puertos de red:
 - **Switching de almacenamiento y envío** → Método de reenvío de trama recibe la trama completa y calcula el CRC. CRC utiliza una fórmula basada en cantidad de bits, para determinar si hay error. Si la CRC es válida, el switch busca la dirección destino, que determina la interfaz de salida.
 - **Switching por método de corte** → Este método de reenvío de tramas, reenvía la trama antes de que se reciba por completo. Mínimo, se lee la dirección de destino para que la trama se pueda enviar.

Una ventaja de Store-and-Forward switching, determina si la trama tiene error antes de propagarla. Cuando detecta un error el switch descarta la trama, reduciendo el ancho de banda consumido por datos dañados. Requiere para el análisis de calidad de servicio en redes convergentes, donde se necesita una clasificación de la trama para decidir el orden de prioridad del tráfico.

Dirección destino → Dirección de origen → Datos → CRC.

- **Switching por método de corte** → El switch actúa sobre los datos apenas lo recibe, incluso si no se completó. El switch almacena la cantidad suficiente de tramas como para leer la dirección MAC destino para que pueda determinar a qué puerto debe reenviar los datos. La MAC destino se encuentra los primeros 6 bytes de la trama después del preámbulo. El switch busca la MAC destino en la tabla switching, determina el puerto de salida y reenvía la trama a su destino mediante el puerto designado. No lleva a cabo verificación de errores en la trama.

Variantes del Cut-through switching:

Switching de reenvío rápido → Ofrece latencia baja. Fast-Forward switching reenvía el paquete inmediatamente después de leer la dirección destino. Comienza a reenviar el paquete antes de recibirlo por completo, los paquetes se distribuyen con errores. Esto ocurre con poca frecuencia y la NIC de destino descarta el paquete defectuoso al recibarlo. La latencia se mide desde el primer bit recibido hasta el primer bit transmitido. Corte típico.

Switching libre de fragmentos → El switch almacena 64 bytes de la trama antes de reenviarla. Se puede ver como punto medio de store-and-forward y fast-forward switching. Fragment-free switching almacena solamente los primeros 64 bytes de la trama antes de reenviarla. Realiza una pequeña verificación de errores en los 64 bytes de la trama para asegurar que no haya colisión. Alta latencia.

También algunos switches están configurados para realizar **cut-through** en cada puerto hasta alcanzar un umbral de errores definidos por el usuario y cambiar al store-and-forward. Si está por debajo del umbral, el puerto vuelve a cut-through.

● **Almacenamiento en búfer de memoria en los switches** → El switch almacena una trama hasta que queda transmitir. Puede usar una técnica de almacenar tramas en búfer antes de enviarlas. Métodos de almacenamiento de memoria inmediata: (Búfer)

Memoria basada en puerto → Las tramas se almacenan en colas que se enlazan a puertos específicos de entrada y salida. La trama se transmite al puerto de salida sólo cuando todas las tramas en la cola se han transmitido correctamente. Es posible que una sola trama retrasé la transmisión de todas las tramas en memoria debido a un puerto destino ocupado. La demora se produce aunque las demás puedan transmitir a puertos de destino abierto.

Memoria compartida → Deposita todas las tramas en un búfer de memoria común compartido por todos los switches y cantidad de memoria intermedia requerida por un puerto es asignada dinámicamente. Las tramas en el búfer se enlazan dinámicamente al puerto destino. Permite recibir un paquete en un puerto, a continuación, transmitido en otro puerto, sin moverlo a una cola diferente.

● **Configuración de dúplex y velocidad** → Es fundamental que los parámetros de dúplex y ancho de banda coincidan entre el puerto de switch y los dispositivos conectados. Hay 2 tipos de parámetros dúplex para comunicaciones en red Ethernet:

Dúplex completo → Ambos extremos de la conexión pueden enviar y recibir datos simultáneamente.

Semidúplex → Solo uno de los extremos de la conexión puede enviar datos por vez.

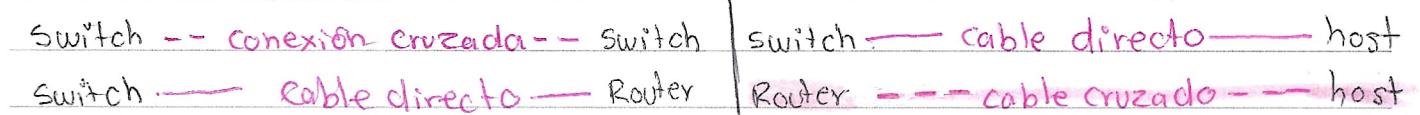
Autonegociación → Es una función optativa que se encuentra en Switches Ethernet y NIC's. Permite que 2 dispositivos negocien automáticamente las mejores capacidades de velocidad y dúplex. Se selecciona dúplex y el ancho de banda más alto en común.

Nota: Los switches tienen por defecto la negociación automática. Los puertos Gigabit solo funcionan en dúplex. Comúnmente la falta de coincidencia dúplex genera problemas de rendimiento.

Falta de coincidencia dúplex → Se produce cuando se restablecen uno o ambos puertos en un enlace, y la negociación automática no da una misma configuración. Configurar ambos puertos como dúplex.

- **Auto-MDIx (MDIX automático)** → Las conexiones entre dispositivos requieren el uso de un cable cruzado o directo. Se utiliza **cable cruzado** cuando se conectan dispositivos similares. Se utiliza **cable directo** para conectar dispositivos diferentes.

Una conexión directa router-host tiene cable cruzado. (No similares)



Cuando auto-MDIx está habilitado el switch detecta el tipo de cable conectado al puerto y configura las interfaces. Siempre debe utilizar el cable correcto porque se puede deshabilitar auto-MDIx. Se vuelve a habilitar mediante el comando **mdix auto**.