

Introducción a Redes

Módulo 4

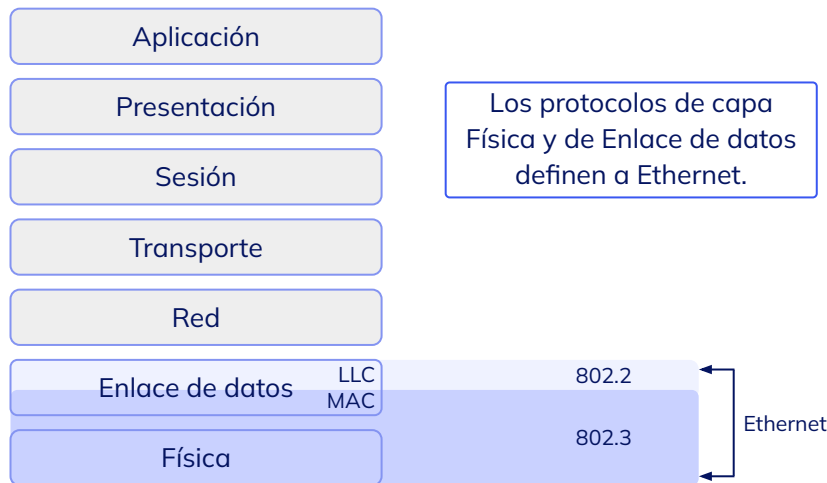
Estándar Ethernet

Estándar Ethernet

Ethernet es un **estándar de redes de área local** para computadoras, por sus siglas en español Acceso Múltiple con Escucha de Portadora y Detección de Colisiones (CSMA/CD).

Según el modelo OSI las capas:

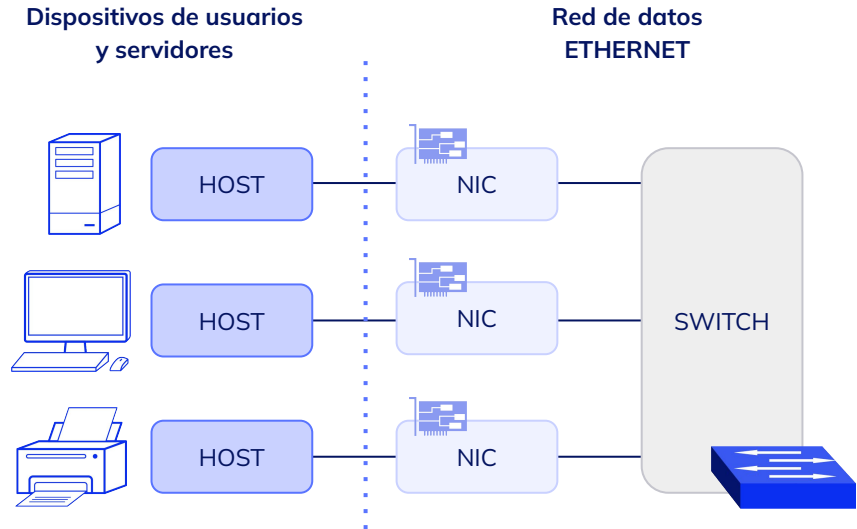
- Capa 3 Red: direccionamiento lógico.
- **Capa 2 Enlace de datos: direccionamiento físico (LLC y MAC).**
- **Capa 1 Física: señalización y transporte por un medio físico.**



El estándar Ethernet se ocupa de las capas 1 y 2.

Todos los dispositivos que se usan en redes LAN en la actualidad se recuestan en esta tecnología:

- Notebooks.
- Smartphones.
- Smart TVs.
- Impresoras.



Aunque fue concebido para redes de área local, la evolución de las tecnologías utilizadas ha permitido su implementación en redes de mayor envergadura como redes MAN y WAN.

El estándar Ethernet define las tecnologías usadas a nivel físico descritas en el modelo OSI:

- Cableado y medios de transporte.
- Señalización (uso de pulsos eléctricos, pulsos lumínicos, etc).
- Formato de tramas.
- Dispositivos de red.
- Velocidad de transmisión.

Ethernet se tomó como base para la redacción del estándar internacional IEEE 802.3, siendo usualmente tomados como sinónimos.



Formato de la trama Ethernet

Los paquetes de datos son encapsulados en una unidad de datos denominada '**trama**' o '**frame**'.

Esta trama, como toda unidad de datos, está conformada por una cadena de bits, los cuales la interfaz de red vuelca al medio físico mediante un tipo de señalización. Ésta depende del tipo de medio, en el caso de medios de cobre la señalización es eléctrica, variaciones en el voltaje determinan la información: 1 y 0.

En la siguiente diapositiva encontrará un ejemplo del formato de la trama Ethernet.



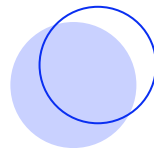
Estructura de la Payload en Ethernet y protocolos IP y TCP.

Preámbulo	Delimitador de inicio de trama	MAC de destino	MAC de origen	802.1Q Etiqueta (opcional)	Ethertype (Ethernet II) o longitud (IEEE 802.3)	Payload	Secuencia de comprobación (32-bit CRC)	Gap entre frames
7 Bytes	1 Byte	6 Byte	6 Bytes	(4 Bytes)	2 Bytes	De 46 (o 42) hasta 1500 Bytes	4 Bytes	12 Bytes
		64-1522 Bytes						
72-1530 Bytes								
84-1542 Bytes								

Formato de la trama Ethernet

- El primer campo es el **preámbulo**, que indica el inicio de la trama y tienen el objeto de que el dispositivo que lo recibe detecte una nueva trama y se sincronice.
- El **delimitador de inicio de trama** indica que el *frame* empieza a partir de él.
- Los campos de **MAC** (o dirección) **de destino y origen** indican las direcciones físicas del dispositivo al que van dirigidos los datos y del dispositivo origen de los datos, respectivamente.
- La **etiqueta** es un campo opcional que indica la pertenencia a una VLAN o prioridad en IEEE P802.1p.
- **Ethernet Type** indica con qué protocolo están encapsulados los datos que contiene la *Payload*, en caso de que se usase un protocolo de capa superior.
- La **Payload** es donde van todos los datos y, en su caso, cabeceras de otros protocolos de capas superiores que pudieran formatear a los datos que se tramiten (IP, TCP, etc). Tiene un mínimo de 46 Bytes (o 42 si es la versión 802.1Q) hasta un máximo de 1500 Bytes. Los mensajes inferiores a 64 bytes se llaman *tramas enanas* (runt frames) e indican mensajes dañados y parcialmente transmitidos.

- La **secuencia de comprobación** es un campo de 4 bytes que contiene un valor de verificación CRC (control de redundancia cíclica). El emisor calcula el CRC de toda la trama, desde el campo destino al campo CRC suponiendo que vale 0. El receptor lo recalcula, si el valor calculado es 0 la trama es válida.
- El **gap de final de trama** son 12 bytes vacíos con el objetivo de espaciado entre tramas.



Funcionamiento

Ethernet **opera a través de dos capas** del modelo OSI.

El modelo ofrece una referencia sobre con qué puede relacionarse Ethernet, pero en realidad se implementa sólo en la mitad inferior de la capa de Enlace de datos, que se conoce como **subcapa Control de acceso al medio** (*Media Access Control, MAC*), y la capa física.

Ethernet en la Capa 1 implica **señales**, *streams* de bits que se transportan en los medios, componentes físicos que transmiten las señales a los medios y distintas topologías.

La **Capa 1** de Ethernet tiene un **papel clave en la comunicación** que se produce entre los dispositivos, pero cada una de estas funciones tiene limitaciones. En la **Capa 2** se ocupa de estas **limitaciones**. Las subcapas de enlace de datos contribuyen significativamente a la compatibilidad de tecnología y la comunicación con la computadora. La subcapa MAC se ocupa de los componentes físicos que se utilizarán para comunicar la información y preparar los datos para transmitirlos a través de los medios.



La **subcapa Control de enlace lógico** (*Logical Link Control, LLC*) sigue siendo relativamente independiente del equipo físico que se utilizará para el proceso de comunicación.

Limitaciones de la Capa 1	Funciones de la Capa 2
No se puede comunicar con capas superiores	Se conecta con las capas superiores mediante control de enlace lógico (LLC)
No pueden identificar dispositivos	Utiliza esquemas de direccionamiento para identificar dispositivos
Solo reconoce <i>streams</i> de bits	Utiliza tramas para organizar los bits en grupos
No puede determinar la fuente de la transmisión cuando transmiten múltiples dispositivos	Utiliza control de acceso al medio (MAC) para identificar fuentes de transmisión

Para Ethernet, el **estándar IEEE 802.2** describe las funciones de la subcapa LLC y el **estándar 802.3** describe las funciones de la subcapa MAC y de la capa física.

El **Control de enlace lógico** se encarga de la comunicación entre las capas superiores y el software de red, y las capas inferiores, que generalmente es el hardware. La **subcapa LLC** toma los datos del protocolo de la red, que generalmente son un paquete IPv4, y agrega información de control para ayudar a entregar el paquete al nodo de destino. La **Capa 2** establece la comunicación con las capas superiores a través del LLC.

El **LLC** se implementa en el software y su implementación depende del equipo físico. En una computadora, el LLC puede considerarse como el controlador de la Tarjeta de interfaz de red (NIC). El controlador de la NIC (Tarjeta de interfaz de red) es un programa que interactúa directamente con el hardware en la NIC para pasar los datos entre los medios y la subcapa de Control de Acceso al medio (MAC).



Medios, tecnologías y velocidades

El estándar define aspectos sobre los medios de transmisión como:

- **Velocidad de transmisión:** velocidad a la que transmite la tecnología.
- **Tipo de cable:** tecnología del nivel físico que usa la tecnología.
- **Longitud máxima:** distancia máxima que puede haber entre dos nodos adyacentes (sin estaciones repetidoras).
- **Topología:** determina la forma física de la red
Bus si se usan conectores T (hoy solamente usados con las tecnologías más antiguas) y estrella si se usan hubs (estrella de difusión) o switches (estrella conmutada).

Muchas de las tecnologías fueron quedando obsoletas como el cable coaxial en topologías de bus y anillo.

Actualmente, el cable coaxial se sigue utilizando pero en otro tipo de redes, por ejemplo, se entregan conexiones a internet mediante cable coaxial que además de datos de red transmiten otros servicios como TV digital.



Versiones

La **primera versión** del IEEE 802.3 fue un intento de estandarizar ethernet aunque hubo un campo de la cabecera que se definió de forma diferente.

Posteriormente ha habido ampliaciones sucesivas al estándar que cubrieron las ampliaciones de velocidad ([Fast Ethernet](#), [Gigabit Ethernet](#) y el de 10 Gigabits), redes virtuales, hubs, conmutadores y distintos tipos de medios, tanto de fibra óptica como de cables de cobre (tanto [par trenzado](#) como coaxial).

Cada versión nueva de Ethernet mejoraba las tecnologías tanto de dispositivos de red como de medios, incorporando el cable de par trenzado que significó un salto de gran impacto y es el tipo de medio que se usa comúnmente en redes LAN.

802.3e	1987	1BASE5 o StarLAN
802.3i	1990	10BASE-T 10 Mbit/s sobre par trenzado no blindado (<i>Unshielded Twisted Pair</i> o UTP). Longitud máxima del segmento 150 metros.
802.3j	1993	10BASE-F 10 Mbit/s sobre fibra óptica. Longitud máxima del segmento 1000 metros.
802.3u	1995	100BASE-TX, 100BASE-T4, 100BASE-FX Fast Ethernet a 100 Mbit/s con auto-negociación de velocidad.
802.3x	1997	Full Duplex (Transmisión y recepción simultáneos) y control de flujo.
802.3y	1998	100BASE-T2 100 Mbit/s sobre par trenzado no blindado (UTP). Longitud máxima del segmento 100 metros
802.3z	1998	1000BASE-X Ethernet de 1 Gbit/s sobre fibra óptica.
802.3ab	1999	1000BASE-T Ethernet de 1 Gbit/s sobre par trenzado no blindado
802.3ac	1999	Extensión de la trama máxima a 1522 bytes (para permitir las "Q-tag") Las Q-tag incluyen información para 802.1Q VLAN y manejan prioridades según el estándar 802.1p.
802.3ad	2000	Agregación de enlaces paralelos.

Algunas versiones del estándar Ethernet.

Velocidades

La nomenclatura con la que se denomina cada tecnología usada para interconectar los nodos tiene el siguiente formato:

- Velocidad de transmisión.
- *Base* indica el tipo de señalización: banda base (una única señal por un medio, banda ancha múltiples señales)
- Tipo, longitud máxima del medio y topologías.

Entonces si nos referimos a **10BaseT**:

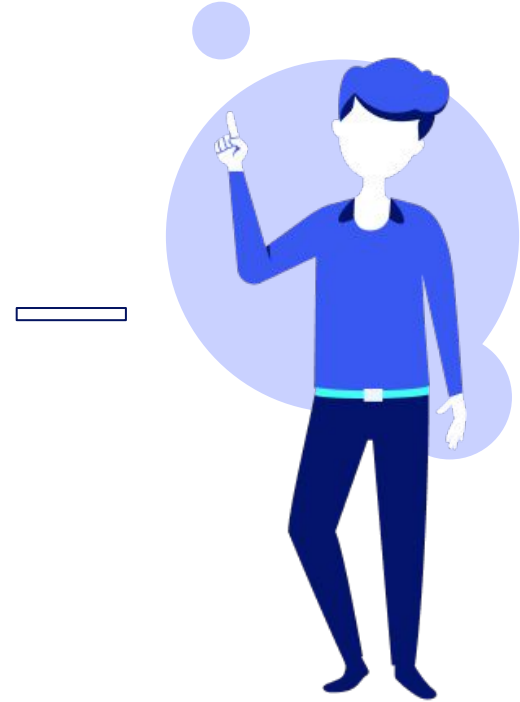
- 10 Mbits/s
- Banda base
- Cable coaxial grueso, distancia máxima 500 m con topología de bus.

Este ejemplo corresponde a una tecnología ya obsoleta. A continuación veremos una tabla con la sucesión de tecnologías.

Tecnología	Velocidad de transmisión	Tipo de cable	Distancia máxima	Topología
10Base5	10 Mbit/s	Coaxial grueso	500 m	Bus (Conector AUI)
10Base2	10 Mbit/s	Coaxial delgado	185 m	Bus (Conector T)
10BaseT	10 Mbit/s	Par Trenzado	100 m	Estrella (Hub o Switch)
10BaseF	10 Mbit/s	Fibra óptica	2000 m	Estrella (Hub o Switch)
100BaseT4	100 Mbit/s	Par Trenzado (categoría 3UTP)	100 m	Estrella. Half Duplex (hub) y Full Duplex (switch)
100BaseTX	100 Mbit/s	Par Trenzado (categoría 5UTP)	100 m	Estrella. Half Duplex (hub) y Full Duplex (switch)
100BaseFX	100 Mbit/s	Fibra óptica	2000 m	No permite el uso de hubs
1000BaseT	1000 Mbit/s	Par Trenzado (categoría 5e o 6UTP)	100 m	Estrella. Full Duplex (switch)
1000BaseTX	1000 Mbit/s	Par Trenzado (categoría 6UTP)	100 m	Estrella. Full Duplex (switch)
1000BaseSX	1000 Mbit/s	Fibra óptica (multimodo)	550 m	Estrella. Full Duplex (switch)
1000BaseLX	1000 Mbit/s	Fibra óptica (monomodo)	5000 m	Estrella. Full Duplex (switch)
10GBaseT	10000 Mbit/s	Par Trenzado (categoría 6a o 7UTP)	100 m	
10GBaseLR	10000 Mbit/s	Fibra óptica (monomodo)	10000 m	
10GBaseSR	10000 Mbit/s	Fibra óptica (multimodo)	300 m	

Dispositivos de red

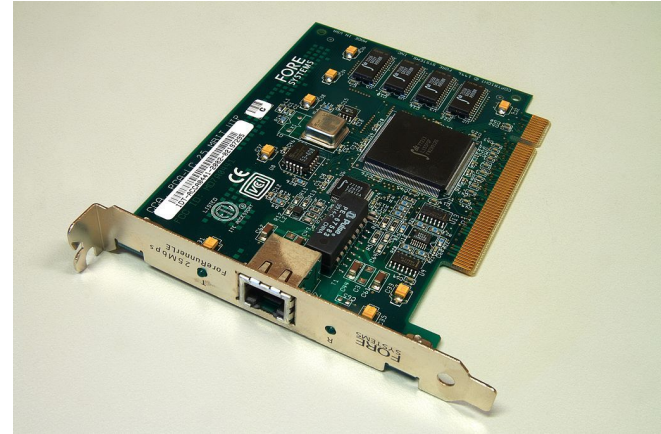
El estándar Ethernet determina el formato de tramas, cómo esas tramas se vuelcan al medio, las tecnologías usadas y sus velocidades y los dispositivos que transportan las tramas a las NICs, en definitiva al dispositivo de usuario.



Interfaz de RED

Tarjeta de Interfaz de Red o **NIC**, permite que un dispositivo de usuario acceda a una red local. Cada tarjeta tiene una única dirección MAC que la identifica en la red. Una computadora conectada a una red se denomina nodo.

Las interfaces además de poseer una MAC, a nivel capa de Red del modelo OSI también se identifica con una dirección IP, un host puede tener más de una NIC y tener diferentes direcciones IP ya sean en la misma subred o en subredes diferentes.



Interfaz de red cableada

Las **placas de red** poseen distintos tipos de **conectores**, también definidos por el estándar Ethernet:

- RJ-45 (Registered jack): 10/100/1000
- BNC (Bayonet Neill-Concelman): 10
- AUI (Attachment Unit Interface): 10
- MII (Media Independent Interface): 100
- GMII (Gigabit Media Independent Interface): 1000



NIC con conector RJ-45



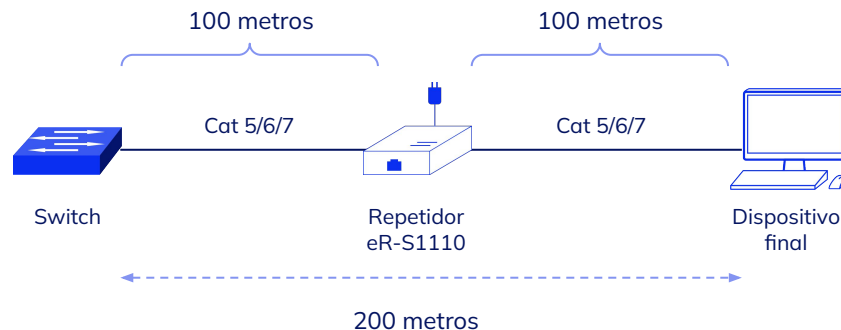
NIC con conector BNC para cable coaxial

Repetidor

Aumenta el alcance de una conexión física, recibiendo las señales y retransmitiéndolas, para evitar su degradación, a través del medio de transmisión, lográndose un alcance mayor. Usualmente se usa para unir dos áreas locales 'de igual' tecnología y solamente tiene dos puertos. **Opera en la capa física** del modelo OSI.

Las señales transmitidas por medios de cobre tienden a decaer con la distancia, un repetidor recibe las tramas por uno de sus puertos y las reenvía por el puerto conectado hacia el otro dispositivo.

El repetidor trabaja en Capa 1 o *Capa de nivel físico*, por lo tanto no tiene relación con las capas superiores, no realiza comprobaciones sobre la trama, ni opera a nivel protocolo.



HUB

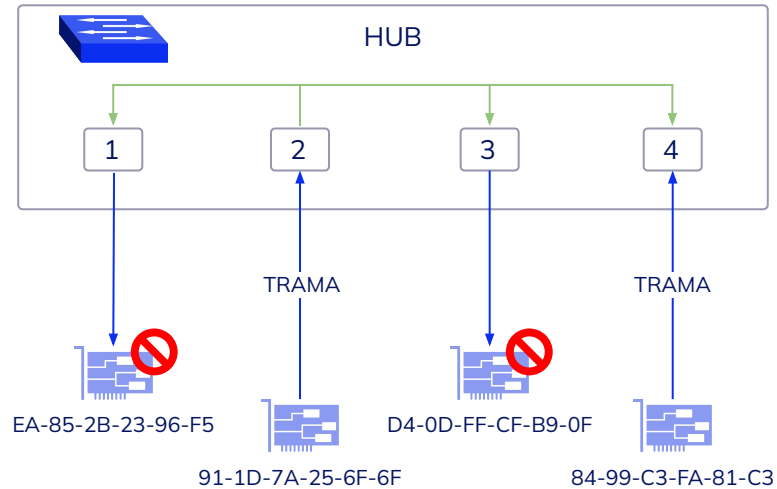
Funciona como un repetidor pero permite la **interconexión de múltiples nodos**.

Su funcionamiento es relativamente simple pues recibe una trama de ethernet, por uno de sus puertos, y la repite por todos sus puertos restantes sin ejecutar ningún proceso sobre las mismas. Opera en la capa física del modelo OSI.

Las tramas son recibidas por todas las interfaces de red, estas son descartadas en aquellas cuya dirección de destino no coincida con la dirección de la interfaz que la recibe.

Actualmente el hub es un dispositivo en desuso, aunque el término se sigue aplicado a otro tipo de dispositivos dentro de las redes datos que no tienen que ver con las redes LAN, por ejemplo centrales de distribución de internet a clientes.



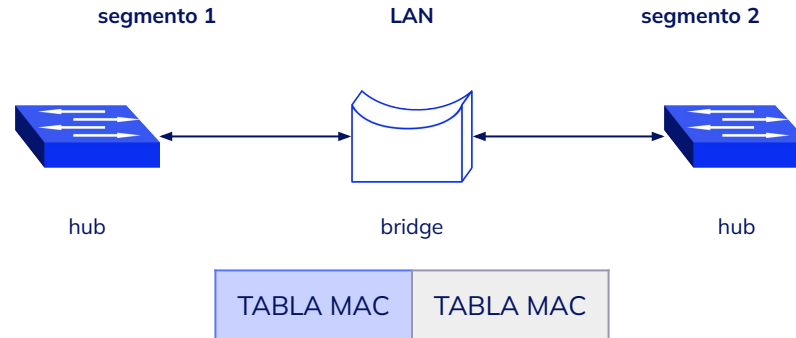


Trama MAC de origen 91-1D-7A-25-6F-6F
MAC destino 84-99-C3-FA-81-C3.

Puente de red

Un **bridge** o **puente de red**, **interconecta segmentos de red** haciendo el cambio de *frames* (tramas) entre las redes de acuerdo con una tabla de direcciones que le dice en qué segmento está ubicada una dirección MAC dada.

Se diseñan para uso entre las LAN que usan protocolos idénticos en la capa física y MAC (control de acceso al medio). Aunque existen *bridges* más sofisticados que permiten la conversión de formatos MAC diferentes.



Un puente opera a nivel de capa 2 del modelo OSI (enlace de datos y direccionamiento físico), por lo que puede encaminar tramas según sus direcciones de origen y destino. Esto lo ubica en un nivel superior a un repetidor e inclusive un hub.

El puente contiene lo que se denomina **Tabla de direcciones MAC**, que contiene las direcciones de las interfaces conectadas a cada segmento, de esta forma puede recibir una trama desde un segmento y pasarla al segmento siguiente.

Los puentes se utilizaban para segmentar redes físicas que crecían en tamaño en los que el medio era compartido, más hosts más probabilidades de colisiones, achicando los segmentos se lograban redes más eficientes.

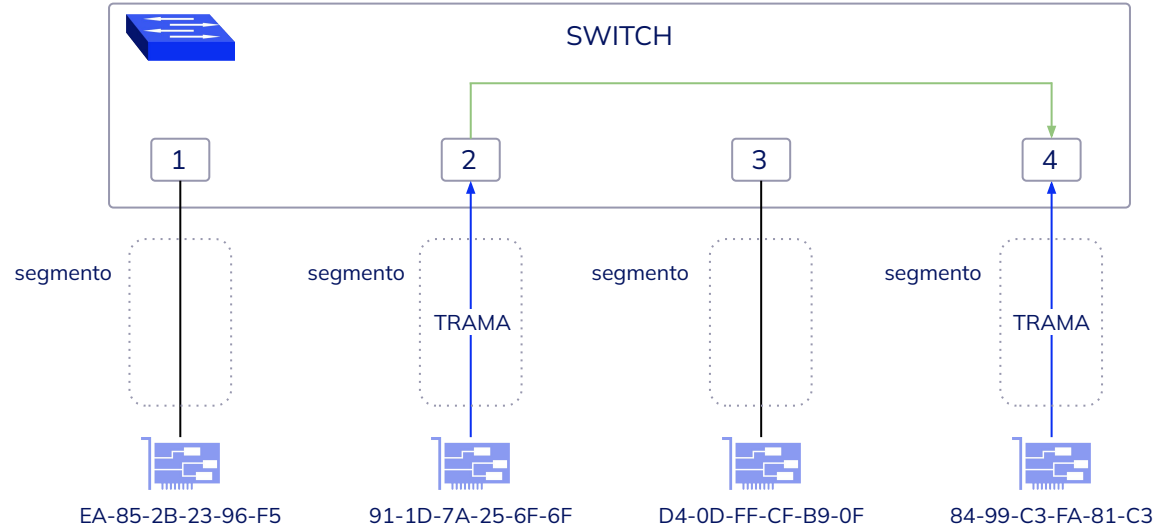
Hoy en día es bastante común encontrar los puentes que conectan distintos segmentos de red físicos que trabajan en medios distintos: la red cableada y la red wifi, nuestro teléfono y nuestra computadora estarán bajo la misma red lógica, pero conectados a la red por tecnologías distintas.

Switch o conmutador

Este dispositivo funciona como el *bridge*, pero permite la **interconexión de múltiples segmentos de red**, funciona en **velocidades más rápidas** y es **más sofisticado**.

Los switches pueden tener otras funcionalidades, como redes virtuales, y permiten su configuración a través de la propia red. Funciona básicamente en la **capa 2** del modelo OSI (enlace de datos). Por esto son capaces de procesar información de las tramas; su funcionalidad más importante es en las tablas de dirección.

Por ejemplo: una computadora conectada al puerto 1 del conmutador envía una trama a otra computadora conectada al puerto 2; el switch recibe la trama y la transmite a todos sus puertos, excepto aquel por donde la recibió; la computadora 2 recibirá el mensaje y eventualmente lo responderá, generando tráfico en el sentido contrario; ahora el switch conocerá las direcciones MAC de las computadoras en el puerto 1 y 2; cuando reciba otra trama con dirección de destino de alguna de ellas, únicamente transmitirá la trama a dicho puerto disminuyendo así el tráfico de la red y contribuyendo al buen funcionamiento de la misma.



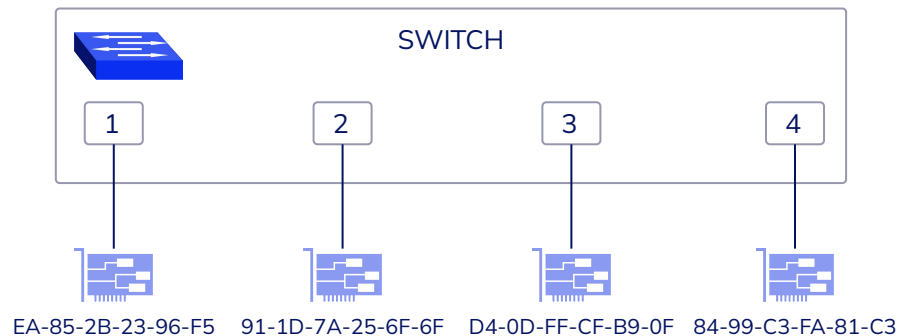
En un hub todos los hosts pertenecen a lo que se llama '**Dominio de colisión**'.

En aquellas topologías se usaba el mismo medio para transmitir y escuchar, por lo que todos los hosts estaban en el mismo segmento y las tramas iban dirigidas a todos ellos. En el caso del switch y su habilidad de cerrar circuitos entre hosts a partir del puerto de conexión y la información de origen y destino tenemos segmentos muchos más chicos: cada conexión al switch se considera un segmento.

El switch, como el puente, utiliza lo que se denomina una tabla MAC, esto es similar a la tabla ARP de las NICs que mantienen una tabla con las direcciones MAC e IP asociadas de las NICs que se encuentran en la red.

En el caso de un switch la tabla MAC mantiene una relación entre la direcciones MAC y el puerto físico de conexión.





Switch visto de frente con NICs conectadas.

TABLA MAC	
Puerto	MAC
1	EA-85-2B-23-96-F5
2	91-1D-7A-25-6F-6F
3	D4-0D-FF-CF-B9-0F
4	84-99-C3-FA-81-C3

Cuando una trama entra por un puerto el switch identifica la dirección física de destino y retransmite la trama al puerto correspondiente según la tabla.

**¡Sigamos
trabajando!**

