

## Tema 12-Tecnologías a nivel de enlace

Ethernet es un protocolo de acceso aleatorio para canales de difusión que se utiliza para conectar dispositivos en redes locales (LAN). Ethernet fue inventado a mediados de los años 70 y se basaba en una topología en bus, en la que un cable coaxial conectaba todos los nodos. Posteriormente, en los años 90, se cambió a una topología en estrella utilizando concentradores (hubs) y cables de cobre de par trenzado (RJ-45) para conectar los equipos. En la década del 2000, se introdujo el uso de conmutadores en lugar de concentradores, lo que permitió una mayor velocidad efectiva.

Ethernet ofrece velocidades de transmisión que van desde 10 Mbps hasta 10 Gbps en la actualidad, y todas las velocidades se basan en la misma trama Ethernet. Esto hace que la interconexión entre dispositivos sea más sencilla y eficiente. Además, Ethernet utiliza un protocolo de acceso aleatorio, lo que significa que cada dispositivo conectado a la red tiene la misma oportunidad de transmitir datos, lo que reduce las colisiones y mejora la eficiencia de la red.

Ethernet tiene su origen en el protocolo ALOHA, que fue desarrollado en la Universidad de Hawái en los años 60. El protocolo ALOHA permitía que los nodos transmitieran datos en cualquier momento, lo que a menudo provocaba colisiones y retransmisiones. En los años 70, se desarrolló el protocolo ALOHA ranurado, que mejoraba la eficiencia dividiendo el tiempo en ranuras para la transmisión de datos. Ethernet utiliza una variante de este método para mejorar la eficiencia de la red.

## **CSMA**

CSMA (Carrier Sense Multiple Access) es un protocolo utilizado en redes de comunicaciones para regular el acceso al medio de transmisión compartido, como en una red LAN (Local Area Network) o en una red de radio. La idea principal de este protocolo es que antes de que una estación comience a transmitir, debe escuchar el medio para determinar si está ocupado por otra estación.

Si el medio está libre, la estación puede transmitir sus datos, pero si el medio está ocupado, la estación debe esperar hasta que se libere antes de intentar transmitir. Esto se hace para evitar colisiones, que ocurren cuando dos o más estaciones intentan transmitir al mismo tiempo y sus señales se entremezclan, causando que los datos se corrompan.

El retardo de propagación entre las estaciones es mucho más pequeño que el tiempo de transmisión de las tramas, lo que significa que cuando una estación transmite una trama, el resto de las estaciones lo saben casi instantáneamente. De esta manera, si una estación

detecta que otra estación está transmitiendo, esperará hasta que el medio se libere antes de transmitir, evitando así colisiones.

Es importante destacar que en el caso de que dos estaciones intenten transmitir casi simultáneamente y ocurra una colisión, el receptor debe confirmar que recibió correctamente la trama. Además, después de una colisión, hay un tiempo de espera antes de que las estaciones puedan volver a intentar transmitir.

En el CSMA 1-persistente, la estación espera hasta que el canal esté libre y luego transmite. Si hay dos o más estaciones esperando, se producirá una colisión. Este protocolo es utilizado en redes Ethernet y es uno de los métodos más comunes para el acceso compartido al medio de transmisión en redes LAN.

## **CSMA/CD**

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) es un protocolo de acceso al medio para redes de área local (LAN) que mejora la técnica CSMA. El objetivo de CSMA/CD es evitar las colisiones en la red, que pueden ocurrir cuando dos o más estaciones intentan transmitir al mismo tiempo.

La principal mejora que introduce CSMA/CD sobre CSMA es que la estación que está transmitiendo sigue escuchando el medio mientras lo hace. De esta manera, si otra estación inicia una transmisión al mismo tiempo, se detecta la colisión en el momento y se interrumpe la transmisión. Esto evita que el medio quede inutilizado durante toda la transmisión de ambas estaciones, lo que sucede en CSMA.

En CSMA/CD, antes de transmitir, la estación escucha el medio para asegurarse de que está libre. Si lo está, la estación transmite sin problema. Si el medio está ocupado, la estación sigue escuchando hasta que se libera y entonces transmite. Si dos o más estaciones intentan transmitir al mismo tiempo y se produce una colisión, ambas interrumpen la transmisión y emiten una señal corta de alerta para que el resto de la red sepa que hubo una colisión.

Después de una colisión, las estaciones esperan un tiempo aleatorio antes de volver a intentar transmitir. Este tiempo de espera aumenta exponencialmente después de cada colisión en una trama específica, lo que se conoce como "exponential backoff". Si se alcanza un número máximo de intentos sin éxito, se genera un mensaje de error y se deja de intentar la transmisión.

Por ejemplo, en una Lan con dispositivos en línea A, B, C y D una colisión se produciría cuando dos estaciones intentan transmitir al mismo tiempo en el mismo canal. En el peor de los casos, se considera que una estación A transmite una trama y justo antes de que llegue a su destino, una estación D empieza a transmitir también en el mismo canal, provocando una colisión.

El tiempo en detectar una colisión es igual o menor que dos veces el retardo de propagación extremo a extremo de la red, es decir, el tiempo que tarda una señal en recorrer la distancia más larga posible en la red. Una trama debe ser lo suficientemente larga para detectar la colisión antes de que acabe su transmisión, por lo que se establece un tamaño mínimo de trama (64 bytes) y un tamaño máximo del medio (2500 metros).

Si el retardo de propagación extremo a extremo es de 25 milisegundos, el tiempo en detectar la colisión será de 50 milisegundos ( $25 \times 2$ ). Enviar una trama de 64 bytes a una velocidad de transmisión de 10 Mbps (megabits por segundo) tarda 51,2 microsegundos. Por lo tanto, en el peor de los casos, la colisión se detectará antes de que la trama haya terminado de transmitirse.

## Trama Ethernet

Preámbulo	Destino	Origen	Tipo	Datos	Relleno	FCS
-----------	---------	--------	------	-------	---------	-----

La trama Ethernet es el formato de paquete utilizado en redes Ethernet para la transmisión de datos. Está compuesta por varios campos que cumplen diferentes funciones durante la transmisión y recepción de datos. A continuación se detallan los campos que componen la trama Ethernet:

- **Preámbulo:** campo de 8 bytes que se utiliza para sincronizar los relojes de transmisión y recepción de los dispositivos que participan en la comunicación.
- **Destino:** campo de 6 bytes que contiene la dirección MAC de la estación a la que se dirige la trama.
- **Origen:** campo de 6 bytes que contiene la dirección MAC de la estación que envía la trama.
- **Tipo:** 2 bytes que indican el tipo de datos que se están transmitiendo, por ejemplo, si son datos IP, ARP, etc.
- **Datos:** contiene los datos a transmitir.
- **Relleno:** se utiliza para rellenar el campo de datos si la cantidad de datos es menor que el tamaño mínimo permitido.
- **FCS (Frame Check Sequence):** campo de 4 bytes que contiene la secuencia de verificación de errores para garantizar la integridad de la trama.

El estándar Ethernet fue definido por Xerox en 1982 y utiliza el método de acceso CSMA/CD 1-persistente con una velocidad de 10 Mbps. Además, existen variantes del estándar Ethernet, como el IEEE 802.3, que define una trama con campos adicionales para soportar diferentes tamaños de trama y diferentes velocidades de transmisión.