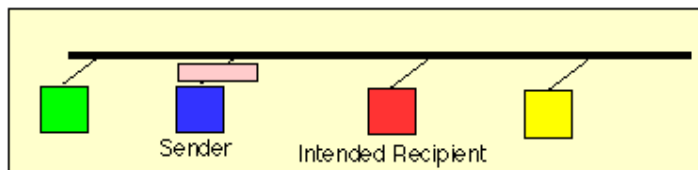


Carrier Sense Múltiple Access/ Colision Detect (CSMA/CD).

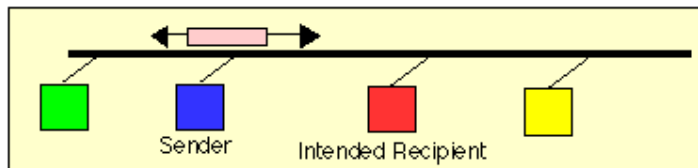
Un Medio Compartido

La red Ethernet se puede utilizar para proporcionar el acceso compartido por un grupo de nodos unidos al medio físico que conecta los nodos. Estos nodos forman un dominio de colisión. Todos los marcos enviados al medio son recibidos físicamente por todos los receptores, no obstante la cabecera de la trama contiene una dirección de destino (MAC), que asegura solamente que la dirección destino especificada remita realmente el marco recibido (las otras computadoras descartan los marcos que no sean para ellos). Considere una LAN Ethernet, con cuatro computadoras, conectadas todo por un cable común:

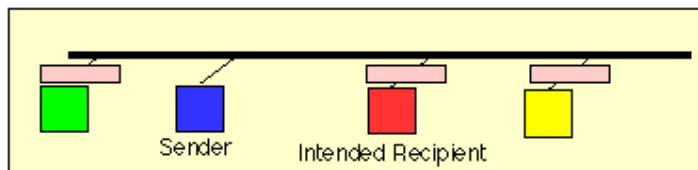
La computadora (azul) envía un paquete al medio compartido, que tiene una dirección de destino que corresponde a la dirección de la computadora roja.



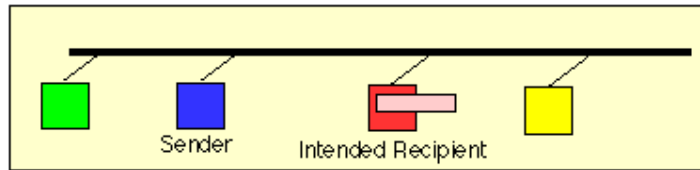
El cable propaga la señal en ambas direcciones, de modo que la señal (eventualmente) alcance a las cuatro computadoras. Los resistores de la terminación (terminadores en cable coaxial), en los extremos del cable absorben la energía del marco, previniendo la reflexión de la señal detrás a lo largo del cable.



Todas las computadoras reciben el marco y cada uno lo examina para comprobar su longitud y suma de comprobación (FCS). La cabecera de dirección de destino se examina después, para considerar si el paquete es aceptado por la computadora.



Solamente la computadora roja reconoce la dirección de destino como válida, y por lo tanto esta computadora solamente remite el contenido del frame a la capa de red. Las otras computadoras desechan el marco indeseado.



El cable compartido permite que cualquier computadora envíe siempre que desee, pero si dos computadoras deciden transmitir en el mismo tiempo, ocurrirá una colisión, dando por resultado que los datos sean corrompidos.

ALOHA y las Colisiones

Para controlar qué las computadoras puedan transmitir en cualquier momento, se requiere un protocolo. El protocolo más simple se conoce como ALOHA (esto es realmente una palabra hawaiana, significando "hola"). ALOHA permite que cualquier computadora transmita en cualquier momento, pero indica que cada computadora debe agregar una suma de comprobación en el extremo de su transmisión para permitir que el receptor(es) identifique si el marco fue recibido correctamente.

ALOHA es por lo tanto del tipo de mayor esfuerzo, y no garantiza que el marco de datos alcanzará realmente al destino remoto sin corrupción. Por lo tanto confía en protocolos de ARQ para retransmitir cualquier dato que se corrompa. Una red de ALOHA trabaja solamente bien cuando el medio tiene una utilización baja, puesto que éste conduce a una probabilidad baja de la transmisión que choca con la de otra computadora, y por lo tanto una cantidad razonable de los datos que no estén corrompidos y necesiten retransmisión.

Acceso Múltiple con detector De Portador (CSMA)

Ethernet utiliza un refinamiento de ALOHA, conocido como acceso múltiple con sensado de portadora (CSMA), que mejora funcionamiento cuando hay una utilización media más alta. Cuando un nodo tiene datos a transmitir, el nodo **primero** escucha el cable (que usa un transmisor-receptor) para considerar si hay una portadora (señal), es decir, está siendo usado el medio por otro nodo. Esto puede se logra supervisando si está fluyendo una corriente en el cable (cada trama corresponde a 18-20 miliamperios (mA)). Los datos se envían solamente cuando no hay portadora, es decir, el medio físico esta por lo tanto ocioso. Cualquier computadora que no necesite transmitir, escucha para ver si otras computadoras han comenzado a transmitir la información para ella.

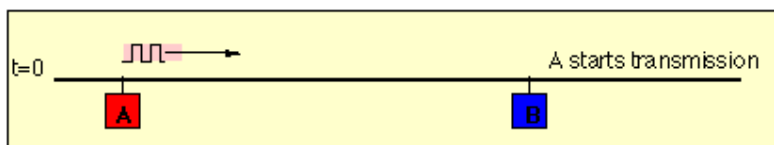
Sin embargo, no se puede prevenir que dos nodos transmitan en el mismo tiempo. Si dos nodos *intentan* simultáneamente transmitir, después que ambos vean un medio físico ocioso (es decir, ni uno ni el otro verán la otra señal de portadora), y ambos concluirán que ningún otro nodo está utilizando actualmente la red. En este caso, ambos entonces decidirán a transmitir y ocurrirá *una colisión*. La colisión dará lugar a la corrupción de los datos que son enviados, que serán desechados posteriormente por el receptor, dado que el frame Ethernet (con una probabilidad muy alta) de no tener un campo de 32-bit válidos de CRC en el extremo.

Detección De la Colisión (CD)

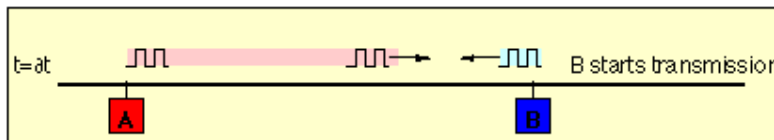
El segundo elemento del protocolo del acceso de Ethernet se utiliza para detectar cuando ocurre una colisión. Cada nodo que transmite supervisa su propia transmisión, y si observa una colisión (es decir exceso de la corriente sobre lo que está generando, es decir > 24 mA)

para la transmisión inmediatamente y transmite una secuencia 32-bit del atasco. El propósito de esta secuencia es asegurarse de que cualquier otro nodo que este recibiendo actualmente este marco, recibirá la señal del atasco, en lugar de los 32-bit de CRC, esto hace los otros receptores desechen el marco debido a un error de CRC.

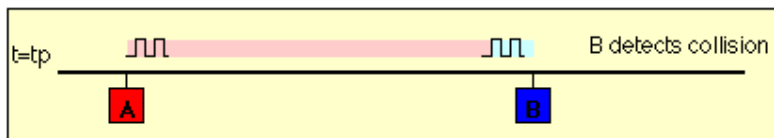
Para asegurarse de que ningún nodo pueda recibir totalmente un marco antes de que el nodo que transmitía haya acabado el enviarlo, Ethernet define un tamaño mínimo del marco (es decir ningún marco puede tener menos de 46 octetos de carga útil). El tamaño mínimo del marco se relaciona con la distancia que la red atraviesa, el tipo de medios que son utilizados y el número de los repetidores que la señal puede tener que para pasar a través al alcance a la parte más lejana de la LAN. Juntos éstos define un valor conocido como *el tiempo de la ranura de Ethernet*, correspondiendo a 512 bit times, sin preambulo, ni delimitador de inicio. Cuando dos o más transmisores, detectaron una corrupción de sus propios datos (es decir una colisión), cada uno responde de la misma manera transmitiendo la secuencia del atasco. La secuencia siguiente representa una colisión:



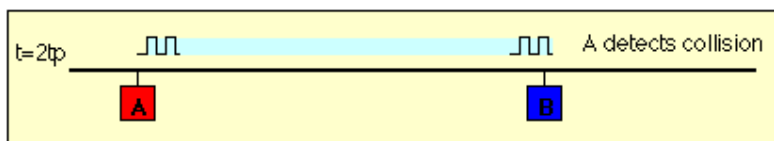
En el tiempo $t=0$, un marco es enviado por la computadora A, en el medio ocioso.



Un tiempo muy corto más adelante, la computadora B también transmite. (en este caso, el medio, según lo observado por la computadora en B sucede ser ocioso también).



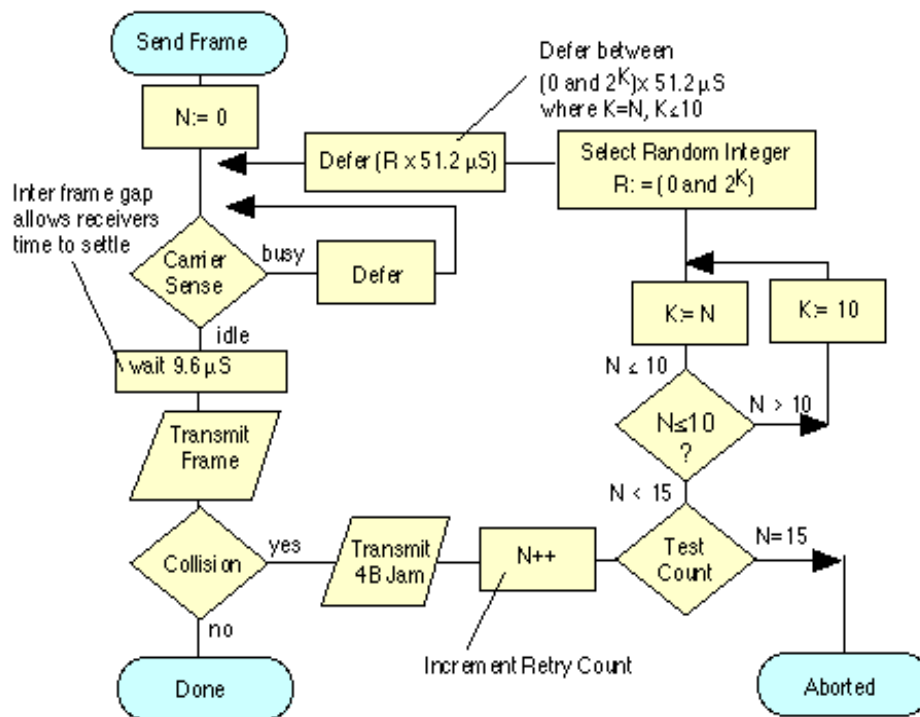
Después de un período, el igual a la propagación retrasa de la red, la computadora B detecta la otra transmisión de A, y está enterada de una colisión, pero la computadora A todavía no ha observado que la computadora B también transmitía. B continúa transmitiendo, enviando la secuencia del atasco de Ethernet Jam (32 bits).



Después de un Round Trip completo (la propagación unidireccional retrasa dos veces), ambas computadoras están enteradas de la colisión. B cesará pronto la transmisión de la secuencia del atasco, no obstante A continuará transmitiendo una secuencia completa del atasco. Finalmente el cable llega a ser ocioso.

Back-Off De la Retransmisión

Si todos los nodos procuraran retransmitir inmediatamente después de una colisión, entonces éste daría lugar ciertamente a otra colisión. Por lo tanto se requiere un procedimiento para asegurarse de que haya solamente una probabilidad baja de la retransmisión simultánea. El esquema adoptado por Ethernet utiliza un período al azar del back-off, donde cada nodo selecciona un número al azar, multiplica esto por el tiempo de la ranura (período mínimo del marco, 512 bittimes) y la espera para este período al azar antes de procurar la retransmisión.



Parámetros según norma IEEE 802.3

PARÁMETROS DE CSMA/CD NORMA IEEE 802.3	
Velocidad de transmisión	10Mbps
Slot time	(512 bit-times)

Límite de intentos	16
Longitud de jam	32 bits
Longitud máxima de la trama (Sin Preámbulo)	1518 bytes
Longitud mínima de la trama	64 bytes
Intervalo entre tramas	96 bit-times

En una red ocupada, una retransmisión puede colisionar con otra retransmisión (o posiblemente los nuevos datos que son enviados por primera vez por otro nodo). El protocolo por lo tanto cuenta el número de tentativas de retransmisión (que usan una N variable en la figura antedicha) y de las tentativas de retransmitir el mismo marco hasta 15 veces.

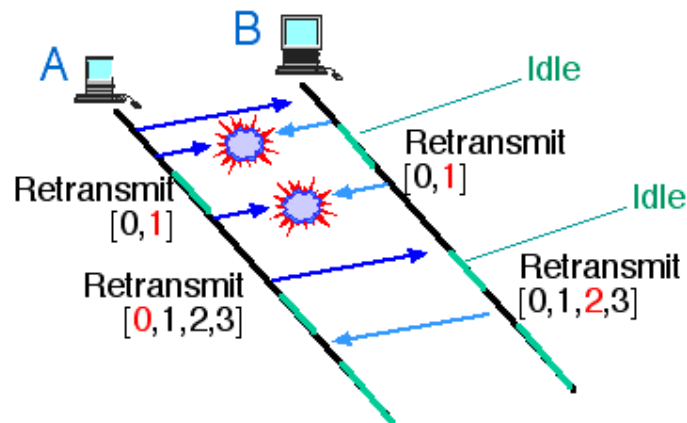
Para cada retransmisión, el transmisor construye un sistema de números:

{ 0, 1, 2, 3, 4, 5... L } donde L es $(2^K) - 1$ y donde $K=N$; $K \leq 10$;

se escoge un valor al azar R de este sistema, y el transmisor espera (difiere) por un período

$R \times (\text{tiempo})$ de la ranura es decir $R \times 512$ bittimes o 51,2 micro segundos en una red a 10 Mbps.

Por ejemplo, después de dos colisiones, $N=2$, por lo tanto $K=2$, y el sistema { 0, 1, 2, 3 }. Esto corresponde a una espera seleccionada a partir {0, 51,2, 102,4, 153,6} de microsegundos en una red a 10 Mbps.



Después de 3 colisiones, $N = 3$, y el sistema está {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}.

Pero después de 4 colisiones, $N=4$, el sistema se convierte { 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15}.

El escalamiento es realizado por la multiplicación y conocido como back-off exponencial. Esto es qué deja CSMA/CD escalar a una gran cantidad de nodos - incluso cuando las

colisiones pueden ocurrir. Los primeros diez tiempos, el tiempo de espera del back-off para la colisión sufridora del transmisor se escala a un valor más grande. El algoritmo incluye un umbral de 1024. El razonamiento es que se requieren cuanto más tentativas, cuanto mayor el número de las computadoras que están intentando enviar en el mismo tiempo, y por lo tanto más largo es el período que las necesidades de ser diferido. Puesto que un sistema de los números { 0.1....1023 } es un sistema grande de números, hay ventaja muy pequeña más lejos de aumentar el tamaño del sistema.

Cada transmisor también limita el número máximo de retransmisiones a 16 tentativas (N=15). Después de que este número de tentativas, el transmisor desecha el marco, registrando un error. En la práctica, una red que no se sobrecarga nunca debe desechar marcos de esta manera.

Colisiones tardías

En una red de Ethernet con funcionamiento apropiado, un nodo puede experimentar la colisión dentro de la primera ranura después de que comience la transmisión. Ésta es la razón por la que los nodos de Ethernet supervisan la señal CD durante este tiempo y utilizan CSMA/CD. Un circuito CD fallado, o el NIC o el tranciver pueden conducir a una colisión tardía (es decir después de la primera ranura). La mayoría de los nodos de Ethernet por lo tanto continúan supervisando la señal CD durante la transmisión entera. Si observan una colisión tardía, informarán normalmente al remitente la condición de error.

Rendimiento de CSMA/del CD

Es simple calcular el funcionamiento de una red de CSMA/CD donde solamente un nodo procura transmitir en cualquier momento. En este caso, el nodo puede saturar la red y acercar a la utilización 100% de la red, proporcionando casi 10 Mbps de rendimiento de procesamiento en un LAN de 10 Mbps.

Sin embargo, cuando dos o más nodos procuran transmitir en el mismo tiempo, el funcionamiento de Ethernet es menos fiable (y no cubierto por este curso). La caída en la utilización y el rendimiento de procesamiento ocurre porque un cierto ancho de banda es perdido por colisiones y el back-off que retrasa. En la práctica, una red de Ethernet compartida ocupada, de 10 Mbps proveerá típicamente 2-4 Mbps de rendimiento de procesamiento a los nodos conectados con ella.

Mientras que el nivel de la utilización de la red aumenta, particularmente si hay muchos nodos que compiten para compartir el ancho de banda, puede ocurrir una condición de sobrecarga. En este caso, el rendimiento de procesamiento de Ethernet LANs reduce muy considerablemente, y mucha de la capacidad es perdida por el algoritmo de CSMA/CD, y muy poco está disponible para enviar datos útiles. Ésta es la razón por la que una LAN compartida de Ethernet no debe conectar más de 1024 computadoras. Muchos ingenieros utilizan un umbral de la utilización del 40% para determinarse si se sobrecarga una LAN. Una LAN con una utilización más alta observará una tasa alta de colisiones, y probablemente un promedio muy variable de transmisión. Separando la LAN a dos o más dominios de colisión usando los puentes o switches se proporcionaría probablemente una ventaja significativa.