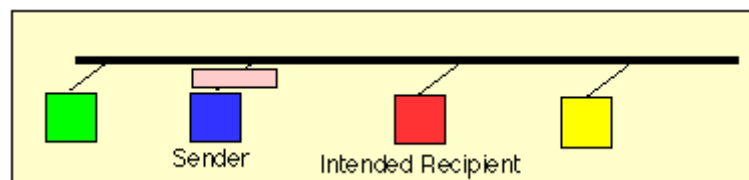


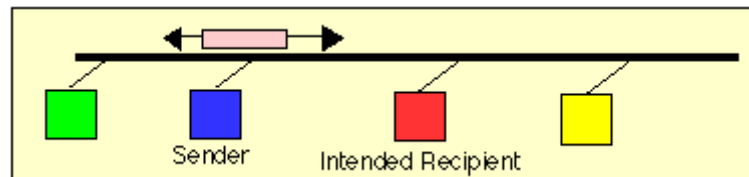
Carrier Sense Múltiple Access/ Colision Detect (CSMA/CD)

Un Medio Compartido

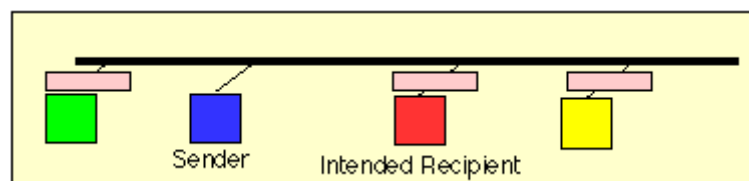
La red Ethernet se puede utilizar para proporcionar el acceso compartido por un grupo de nodos unidos al medio físico que conecta los nodos. Estos nodos Forman un dominio de la colisión. Todos los marcos enviados al medio son recibidos físicamente por todos los receptores, no obstante la cabecera de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



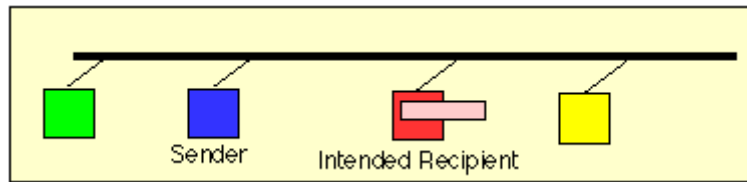
La computadora (azul) envía un paquete al medio compartido, que tiene una dirección de destino que corresponde a la dirección MAC de la computadora roja.



El cable propaga la señal en ambas direcciones, de modo que la señal (eventual) alcance a las cuatro computadoras. Los Terminadores 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. 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 que las computadoras se permitan 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 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(res) 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 se corrompa que. 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 Detección de portadora (CSMA), que mejora funcionamiento cuando hay una utilización media más alta. Cuando un nodo tiene datos a transmitir, **primero** escucha el cable (que usa un transmisor-receptor) para considerar si un portador (señal) está siendo transmitido por otro nodo. Esto puede ser alcanzada supervisando si una corriente está fluyendo en el cable (cada pedacito corresponde a 18-20 miliamperios (mA)). Se observa que los datos se envían solamente cuando ninguna portadora está presente y el medio físico está, por lo tanto, ocioso. Cualquier computadora que no necesite transmitir, escucha para ver si otras computadoras han comenzado a transmitir la información a ella.

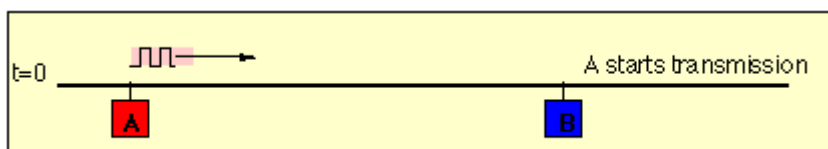
Sin embargo, este solo no puede prevenir dos nodos que transmiten en el mismo tiempo. Si dos nodos *intentan* transmitir simultáneamente, después que ambos podrían ver un medio físico ocioso (es decir ni unos ni otros verán la otra señal de portador), y ambos concluirán que ningún otro nodo está utilizando 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 puesto que el frame Ethernet (con una probabilidad muy alta) al no tener un campo MAC de 32-bit válidos de CRC en el extremo.

Detección De la Colisión (CD)

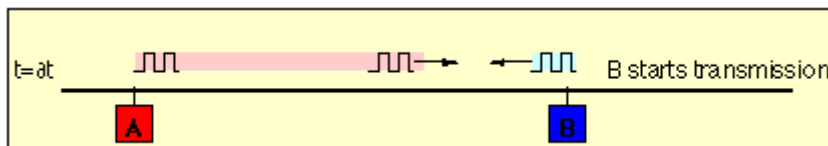
Un segundo elemento al protocolo del acceso de Ethernet se utiliza para detectar cuando ocurre una colisión. Cada nodo que transmite supervisa su propia transmisión, y si observa una colisión (es decir exceso de la corriente sobre lo que está generando, es decir $> 24 \text{ mA}$) para inmediatamente la transmisión y transmite una secuencia 32-bit como señal de atasco. El propósito de esta secuencia es asegurarse de que cualquier otro nodo que pueda recibir actualmente este marco recibirá la señal del atasco en lugar del MAC 32-bit correcto CRC, éste hace los otros receptores desechar el marco debido a un error del CRC.

Para asegurarse de que ningún nodo pueda recibir totalmente un marco antes de que el nodo que transmitía haya acabado el enviar, 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.

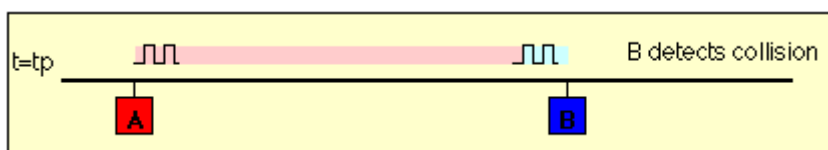
Cuando dos o más transmisores detectaron una corrupción de sus propios datos (es decir una colisión), cada uno responde de la misma manera transmitiendo la secuencia del atasco. La secuencia siguiente representa una colisión:



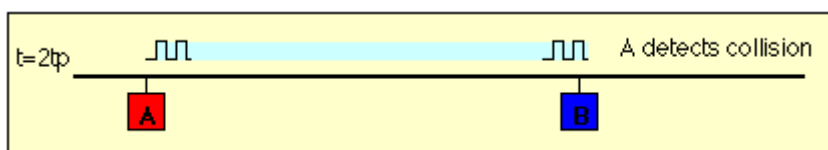
En el tiempo $t=0$, un marco es enviado por la computadora A, en el medio ocioso.



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).



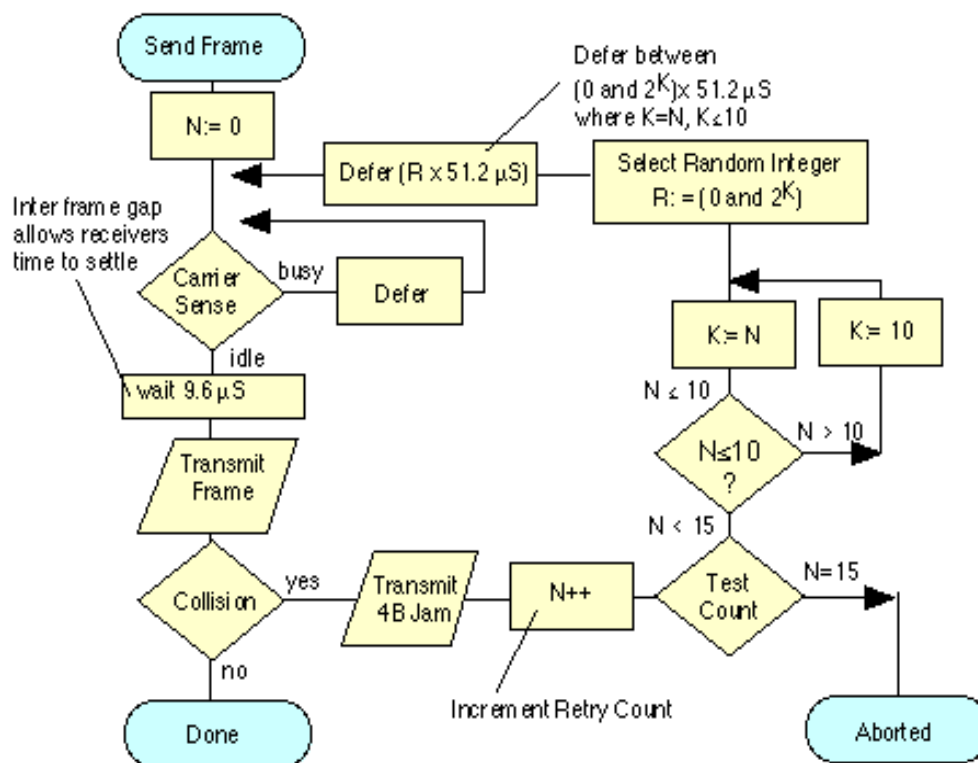
Después de un período, el igual a la propagación retrasa de la red, la computadora B detecta la otra transmisión de A, y está enterada de una colisión, pero la computadora A todavía no ha observado que la computadora B también transmitía. B continúa transmitiendo, enviando la secuencia del atasco de 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 un procedimiento se requiere 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 bit times** o 51,2 μS en una red a 10Mbps) y las esperas para este período al azar antes de procurar la retransmisión.



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

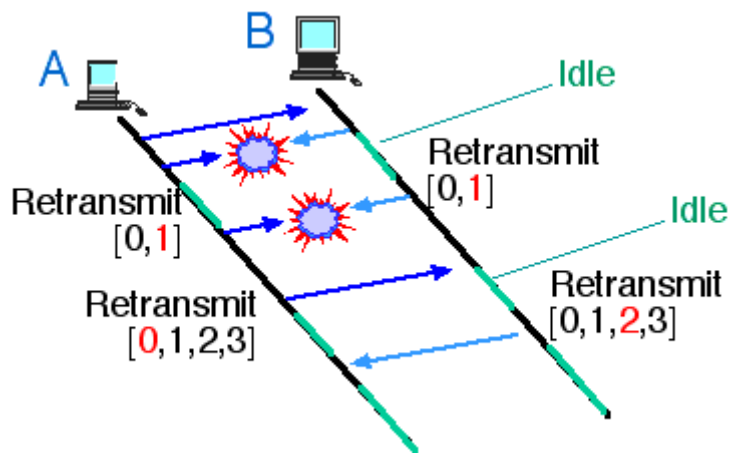
Para cada retransmisión, el transmisor construye un sistema de números:

{ 0, 1, 2, 3, 4, 5... L } donde está L ([2 a la energía (K)]-1) y donde $K=N$; $K \leq 10$;

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

R x (tiempo) de la ranura es decir R x 512 bit times.

Por ejemplo, después de dos colisiones, $N=2$, por lo tanto $K=2$, y el sistema $\{ 0, 1, 2, 3 \}$ está dando el que esta' en la ocasión cuatro de la colisión. Esto corresponde a una espera seleccionada a partir $\{ 0, 51, 2, 102, 4, 153, 6 \}$ de micro-segundos.



Después de 3 colisiones, $N = 3$, y el sistema está $\{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 \}$, que es el que esta' en la ocasión ocho de la colisión.

Pero después de 4 colisiones, $N=4$, el sistema se convierte $\{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 \}$, que es el que esta' en la ocasión 16 de la colisión.

El escalamiento es realizado por la multiplicación y conocido como back-off exponencial. Esto es que deja CSMA/CD escalar a una gran cantidad de nodos - incluso cuando pueden ocurrir colisiones. 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 de una sola placa de red 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 posteriores

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 posterior (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 posterior, 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 al 100%, 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 una cierta anchura de banda es perdida por colisiones y el back-off 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, y puede ocurrir una condición por sobrecarga. En este caso, el rendimiento de procesamiento de Ethernet LAN se 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 un LAN compartido de Ethernet no debe conectar más de 1024 computadoras. Muchos ingenieros utilizan un umbral de la utilización del 40% para determinarse si se sobrecarga un LAN.