

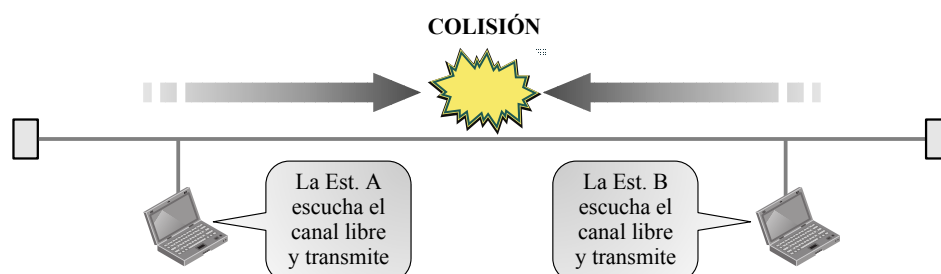
Explica, detalladamente, el funcionamiento de Ethernet IEEE 802.3.

**Resolución:**

Dentro de las técnicas de contienda la más empleada es la denominada CSMA (*Carrier Sense Multiple Access*, Acceso Múltiple por detección de Portadora), que ha dado lugar a las Redes de Área Local conocidas comúnmente como Redes Ethernet.

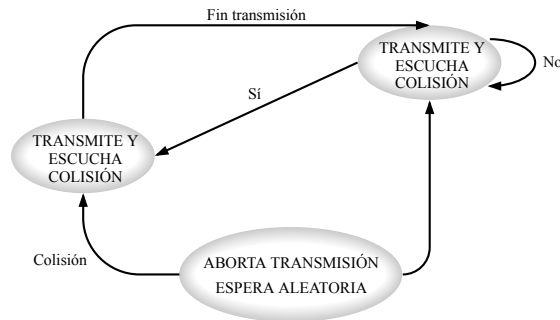
En estas técnicas todas las estaciones tienen capacidad para escuchar si el canal está ocupado. Si una estación escucha el canal libre, puede transmitir sus datos. No obstante, el escuchar antes de transmitir no garantiza que desaparezcan las colisiones. Por ejemplo, dos estaciones alejadas físicamente pueden interpretar (escuchando su entorno local) que no hay transmisiones en curso. Las dos podrían a la vez intentar transmitir y el resultado sería una colisión de señales en el medio físico (siguiente figura). Así pues, un factor crítico en estas redes es el retardo de propagación.

La probabilidad de colisiones está en función de la relación entre el tamaño de la trama y el retardo de propagación. En la práctica, los sistemas CSMA se diseñan de modo que el tamaño de la trama de datos ( $t_t$ ) sea mucho mayor que el retardo máximo de propagación entre estaciones ( $t_p$ ), es decir: ( $t_t \gg t_p$ ). Con ello, a partir de que una estación empieza a transmitir, en poco tiempo todas las demás estaciones verán el canal ocupado y se reducirá el riesgo de colisiones. Si una estación empieza a transmitir y no hay colisiones durante un tiempo igual al retardo de propagación entre estaciones extremas ( $t_p$ ), entonces ya no habrá colisiones para esa trama, ya que ahora todas las estaciones conocen la transmisión (escuchan el canal ocupado y entonces no transmiten).



No obstante, en CSMA, cuando dos tramas colisionan, el medio permanece inutilizado durante la transmisión de las tramas dañadas (las estaciones no disponen de la electrónica para la detección de colisiones; sólo el no recibir un asentimiento se interpreta como colisión). Para tramas muy grandes comparadas con el retardo de propagación, este tiempo desperdiciado puede ser muy grande.

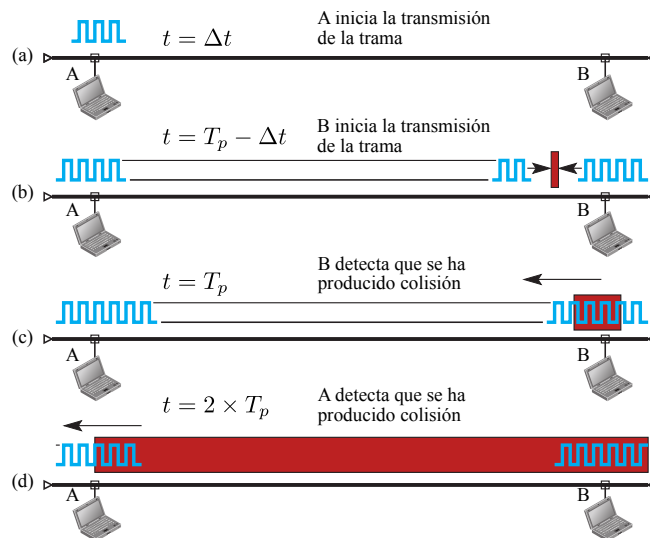
Una mejora de las técnicas CSMA es la variante CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*, Acceso Múltiple por detección de Portadora con Detección de Colisiones). En esta variante se reduce el tiempo en el que el medio está inutilizado por colisiones. En las técnicas CSMA/CD cada estación escucha si el canal está libre antes de comenzar a transmitir, lo cual ya sabemos que no garantiza que no se produzcan colisiones. Pero, además, mientras una estación está transmitiendo, sigue escuchando si se produce una colisión. Si esto ocurre, se aborta la transmisión y se esperará un tiempo aleatorio para volver a transmitir. Las tramas que colisionan se conservan siempre en un buffer hasta poder ser transmitidas sin colisión. En este momento se libera el buffer.



CSMA/CD es una técnica que, tal y como está diseñada, recupera los datos frente a las colisiones con la circuitería de Detección de Colisiones. Es decir, todos los datos de todas las estaciones de la red que han colisionado o que pueden colisionar serán cursados en un tiempo finito (siempre que la carga de la red esté controlada). CSMA/CD no corrige, sin embargo, los errores en la línea. Si una trama sufre un error, el receptor lo detectará por el código de redundancia y la descartará.

En las técnicas CSMA/CD es suficiente con permanecer a la escucha de posibles colisiones un intervalo igual al doble del retardo máximo de propagación, para asegurar que no se producen colisiones. Pasado un tiempo igual a  $t_p$ , cualquier usuario encontrará el canal ocupado y estará en un bucle de espera.

En CSMA/CD se requiere que el tamaño del paquete sea mayor que el doble del retardo máximo de propagación ( $t_d > 2t_p$ ), en caso contrario, las colisiones se pueden producir después de haber transmitido la trama y, por lo tanto, no ser detectadas disminuyendo la eficiencia. Si el tamaño de la trama es mayor que  $2t_p$ , la colisión es detectada en tiempo de transmisión. Cuando se produce esta colisión, la estación transmisora abortará la transmisión y esperará un tiempo aleatorio hasta volver a intentar transmitir la trama. Si la carga de la red se mantiene en márgenes aceptables en un tiempo finito, se podrá transmitir con éxito la trama. En la Figura se muestra el caso extremo de las dos estaciones más alejadas de una LAN: A y B. En este ejemplo, la estación A transmite su trama al detectar el canal libre. Pasado un tiempo igual a  $t_p - \epsilon$ , es decir, antes de llegar la trama a la estación más distante B, esta última interpreta que el canal está libre en su entorno local e intenta transmitir una trama. El resultado evidente es una colisión (una sobretensión en la línea) que se propagará por el medio físico y que regresará a la estación A en un tiempo inferior a  $2t_p$ .



Si las tramas fueran muy pequeñas comparadas con el retardo de propagación, se incrementaría la probabilidad de colisiones. Además, no hay posibilidad de recuperar tramas que colisionan, porque la estación emisora no se entera de que se ha producido una colisión.

Distintos organismos han promocionado estándares o normas en el campo de las Redes de Área Local. Entre ellos el más importante es el IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos). A él se deben los más importantes estándares de LANs. Uno de los más importantes es la norma IEEE 802.3 (también conocido como Redes Ethernet) y que utiliza la técnica de acceso al medio CSMA/CD.

### Problema - 4.26

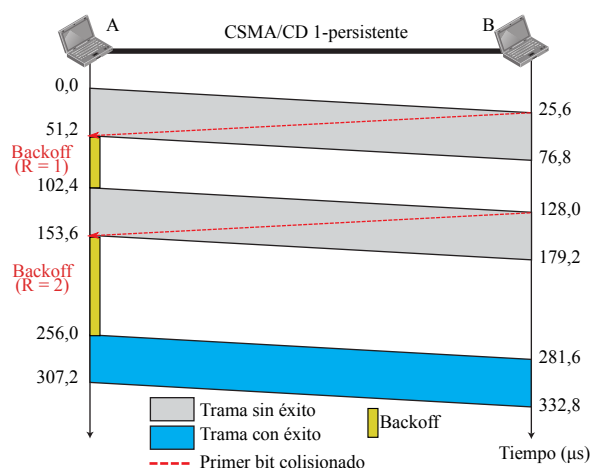


Flipped

Ref: 4-B-02

Supongamos un bus CSMA/CD 1-persistente con sólo dos estaciones, A y B,  $t_p = 25,6 \mu s$  y  $t_t = 51,2 \mu s$ . Estación A tiene una trama para enviar a B. La trama ha sido enviado sin éxito dos veces y consigue ser enviada al tercer intento. Dibuja el diagrama de tiempo. Suponemos que  $R$  es 1 y 2, respectivamente, y suponemos despreciable el tiempo de envío de la señal de jamming.

#### Resolución:



### Problema - 4.27



Flipped

Ref: 4-B-05

Sea un sistema CSMA/CD, con cuatro estaciones a lo largo de un bus; entre las dos estaciones más lejanas (A y D) hay un tiempo de propagación  $\tau$ . Entre A y B hay  $\tau/5$ , entre A y C hay  $3\tau/5$ . Cada estación transmite en un determinado instante una PDU de tamaño fijo y equivalente a  $11\tau/5$ . Suponemos que la comunicación es half-dúplex. Los instantes en que cada estación tiene una PDU lista para transmitir son:  $t_A = t_B = \tau/5$ ,  $t_C = 0$  y  $t_D = 8\tau/5$ . Cuando una estación detecta colisión, entra en algoritmo backoff y ya no vuelve a transmitir.

- Realizar un diagrama espacio-temporal lo más detallado posible, utilizando la plantilla adjunta y reflejando los sucesos más relevantes.

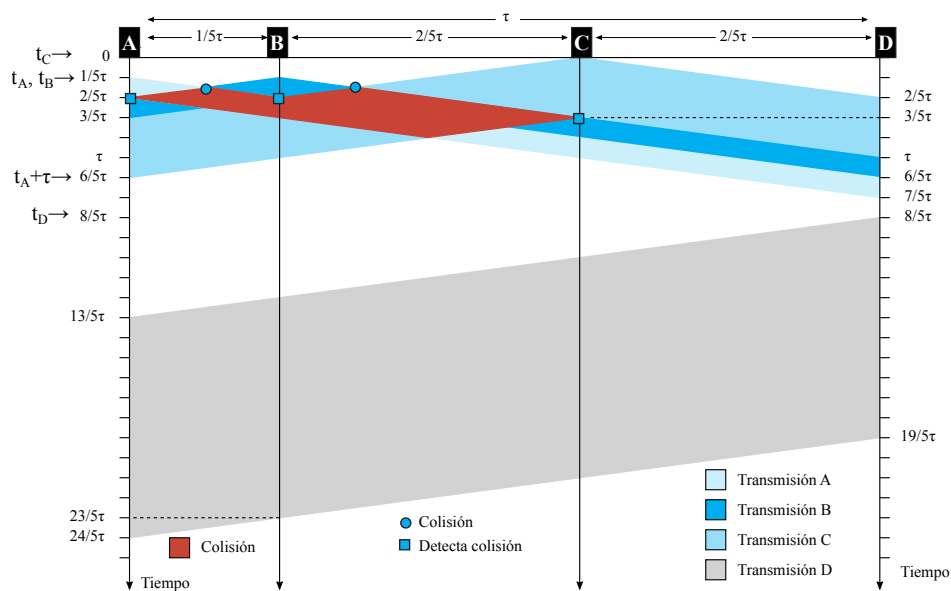
*Nota:* en la plantilla proporcionada, respetando la escala, podrás solucionar el problema en su totalidad.

- Suponiendo que no haya retransmisiones de las PDUs que han colisionado anteriormente, decir si la estación A, al tener una nueva trama para transmitir en  $t_A + \tau$ , puede hacerlo.
- Suponiendo que A transmita en  $t_A + \tau$ , ¿cómo afecta a la transmisión de D?

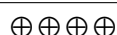
d) En qué instante podrá transmitir B con éxito?

**Resolución:**

a) El diagrama espacio-temporal:



- b) La estación A detecta el canal  $t_A + \tau$  y está libre (acaba de finalizar la transmisión de C), por lo tanto, si puede transmitir.
- c) Si A inicia la transmisión de en  $t_A + \tau$ , colisionará más tarde con D.
- d) B puede transmitir con éxito en  $23\tau/5$ .

**Problema - 4.28**

Ref: 4-B-07

Sea una red half-dúplex CSMA/CD formada por 3 estaciones (A, B, C). Supongamos que el retardo de propagación entre las estaciones sea  $1/3\tau$  entre A y B, y  $\tau$  entre A y C, y que A está situada en uno de los extremos de la red. Supongamos que el tiempo de transmisión de las tramas sea, para todas las estaciones, de  $2/3\tau$ . Las estaciones B y C transmiten en el mismo instante  $t = 0$ .

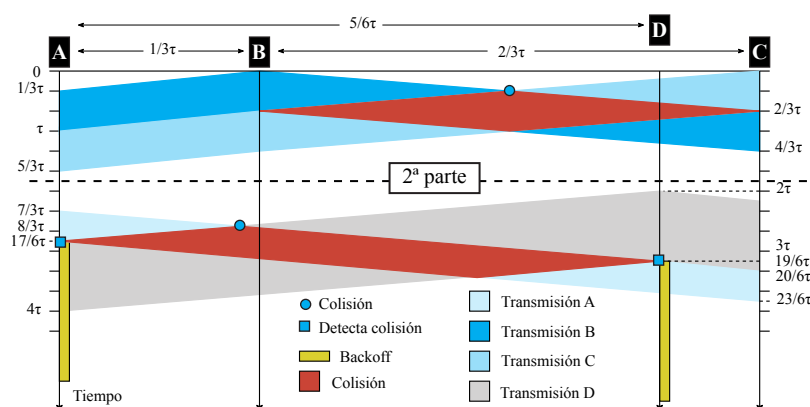
- Realiza el diagrama espacio-temporal.
- ¿Las estaciones B y C detectan alguna colisión? Razonar adecuadamente la respuesta.
- ¿Hay colisión entre las tramas transmitidas? Razonar la respuesta.
- ¿Durante cuanto tiempo transmiten las estaciones B y C?

Supongamos ahora que entre las estaciones B y C se añada una estación D. El retardo de propagación entre las estaciones A y D es de  $5/6\tau$ . Supongamos además que el tiempo durante el cual se transmite sea, a partir de ahora, de  $8/3\tau$ . Supongamos que D empieza a transmitir en  $t = 2\tau$  mientras que A lo hace en  $t = 7/3\tau$ . Suponer que, si se detecta una colisión, el tiempo de backoff para volver a transmitir sea de  $8\tau$ .

- Añade la actividad reciente al diagrama temporal anterior.
- ¿Durante cuanto tiempo transmiten las estaciones A y D?

**Resolución:**

- El diagrama espacio-temporal:



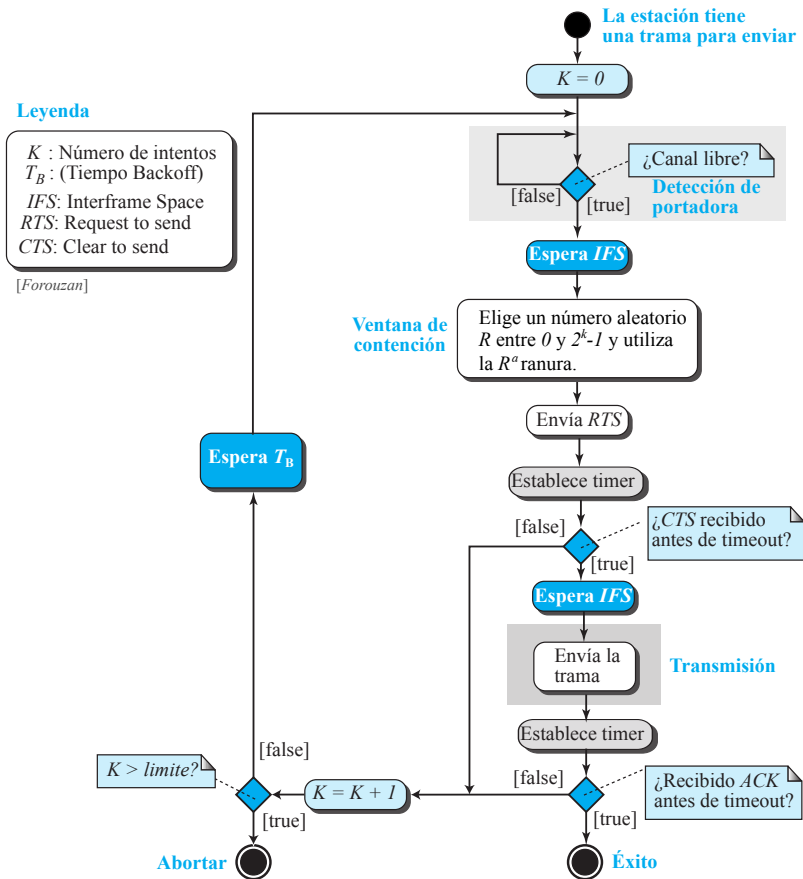
- Las estaciones inician la transmisión en el mismo instante, con un tiempo de transmisión de  $2/3\tau$ , que es igual al tiempo de propagación entre las estaciones, por lo tanto, la colisión alcanza la estación una vez ha finalizado la transmisión, por lo tanto, no detecta la colisión.
- Evidentemente, SI, pero no son detectadas.
- Transmiten durante  $2/3\tau$ .
- 
- Las estaciones A y D vuelven a colisionar. La estación A transmite durante  $1/2\tau$  y D transmite durante  $7/6\tau$ . Si ambas utilizan el mismo tiempo de backoff, volverán a colisionar (no se muestra en el diagrama).

**Problema - 4.29**

Ref: 4-B-16

Dado el procedimiento CSMA/CA, representado en la figura adjunta, y en relación al uso de  $K$ , encuentra la probabilidad de que una estación pueda enviar inmediatamente en cada una de los siguientes escenarios:

- Después de dos fallos.
- Después de cinco fallos.

**Resolución:**

El valor de  $K$  decrementa la probabilidad de que una estación pueda enviar inmediatamente cuando el número de fallos se incrementa, lo que produce que la probabilidad de colisión se decremente. A partir del fallo  $K$ , se genera:

$$R \in [0, 2^K - 1]$$

por lo tanto:

- Después de dos ( $K = 2$ ):

$$R \in [0, 2^2 - 1] = [0, 3]$$

Por lo tanto, la probabilidad de que la estación tome  $R = 0$  (enviar inmediatamente) es 1/4 ó 25 %.

b) Después de cinco fallos ( $K = 5$ ):

$$R \in [0, 2^5 - 1] = [0, \dots, 31]$$

Por lo tanto, la probabilidad de que la estación tome  $R = 0$  (enviar inmediatamente) es  $1/32$  ó 3 %.

### Problema - 4.30     $\oplus \oplus \oplus$

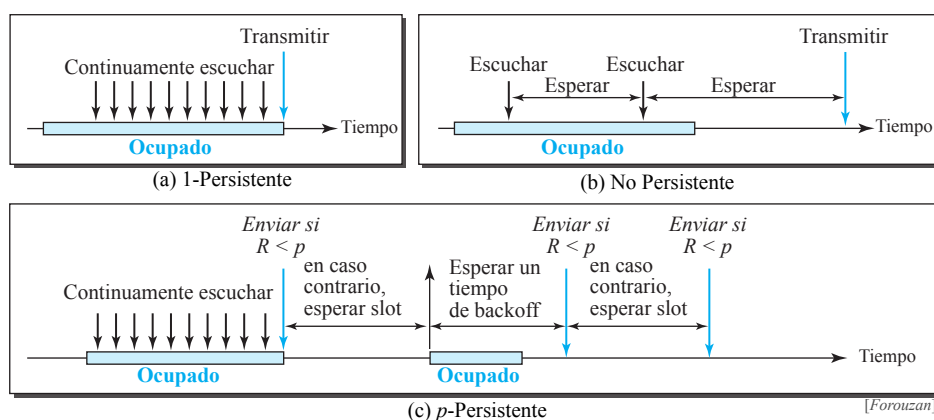
Ref: 4-B-19

En relación a  $p$ -persistente.

- ¿En qué consiste la persistencia de valor 0,1 en CSMA?
- ¿Qué objetivo tiene la variación de la persistencia en CSMA?

#### Resolución:

Los métodos de persistencia quedan reflejados en la siguiente figura:



- Cuando una estación quiere transmitir, tras ver el canal libre genera un número aleatorio entre 0 y 0,1. Si el valor que obtiene es menor o igual a 0,1, transmite, en caso contrario, espera.
- Variando la persistencia asignamos más o menos prioridad a una estación para acceder al canal de transmisión.

### Problema - 4.31     $\oplus \oplus$

Ref: 4-B-23

Explica el significado de CSMA/CD.

#### Resolución:

CSMA/CD es el acrónimo de *Carrier Sense Multi-Access with Collision Detection*, con el siguiente significado:

- CS (Carrier Sense):** en lugar de permitir que una estación transmita cada vez que tenga un paquete preparado, se requiere que monitoree el cable para detectar cualquier transmisión en curso.
- MA (Multiple Access):** el sistema permite el acceso múltiple de usuarios/hosts con el objetivo de hacer un uso común/compartido del medio.
- CD: (Collision Detection):** se puede producir una colisión si dos estaciones están esperando a que finalice una transmisión, detectan el cable en reposo, y ambas estaciones inician la transmisión.

**Problema - 4.32** ⊕ ⊕

Ref: 4-B-24

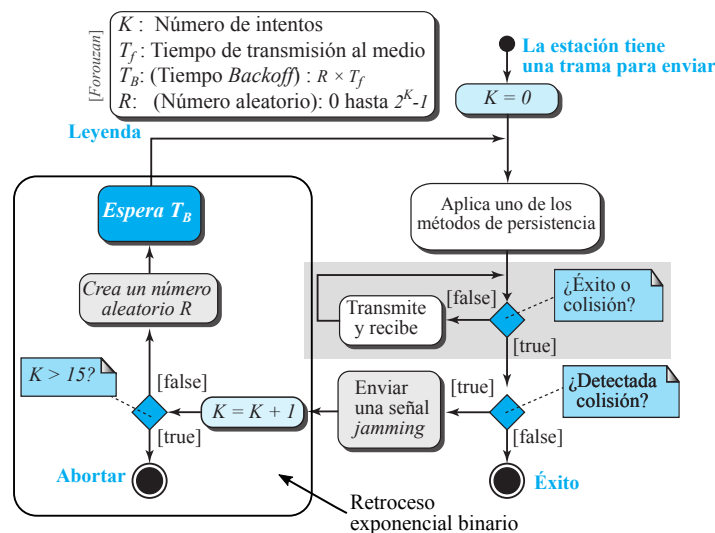
¿Qué es el retroceso exponencial binario utilizado en CSMA/CD?

**Resolución:**

Consiste en doblar el posible rango de retardos aleatorios después de cada colisión. Retroceso exponencial significa que una Ethernet se puede recuperar rápidamente de una colisión porque cada dispositivo acuerda esperar tiempos más largos entre intentos cuando el medio está ocupado.

Incluso el improbable evento de que dos dispositivos establezcan retardos que sean, aproximadamente igual, el retroceso exponencial garantiza que la contención en el cable se reducirá después de unas pocas colisiones.

En la siguiente figura se indica dónde está especificado el Retroceso exponencial binario dentro del algoritmo CSMA/CD

**Problema - 4.33** ⊕ ⊕

Ref: 4-B-26

Supongamos una LAN broadcast con longitud del medio de 2 km, tasa de transmisión  $10^7$  bps y CSMA/CD. La señal viaja en el cable a una velocidad de  $2 \times 10^8$  m/s. ¿Cuál es el tamaño mínimo de paquete que se puede utilizar en esta red?

**Resolución:**

Si  $t_t$  es el tiempo de transmisión y  $t_p$  el tiempo de propagación, entonces, en CSMA/CD se tiene que cumplir:

$$t_t > 2t_p$$

Por lo tanto, sea  $L$  es el tamaño de trama,  $R = 10^7$  bps es la tasa de transmisión,  $D = 2$  km la distancia en el medio y  $V = 2 \times 10^8$  m/s la velocidad en en cable, entonces:



$$\frac{L}{R} > 2 \times \frac{D}{V}$$

$$L > 2 \times \frac{RD}{V}$$

$$L > 2 \times \frac{10^7 \times 2 \times 10^3}{2 \times 10^8}$$

$$L > 200 \text{ bits}$$

**Problema - 4.34** ⊕⊕⊕

Ref: 4-B-32

Supongamos un bus CSMA/CD con sólo dos estaciones, A y B, con una separación de 2000 m y velocidad de propagación de  $2 \times 10^8$  m/s. Si la estación A inicia la transmisión al instante  $t_1$ , indique, desde el punto de vista CSMA/CD, si permitirá que la estación B inicie la transmisión en los siguientes instantes, además indique, en caso de respuesta afirmativa, qué sucederá:

- a)  $t_1 + 8 \mu\text{s}$ .  
 b)  $t_1 + 11 \mu\text{s}$ .

**Sol:** a) Colisión, porque .... b) Espera a enviar, porque ....

**Problema - 4.35** ⊕⊕⊕⊕

Ref: 4-B-33

Sea un enlace satélite con un retardo de propagación de 290 ms a cada una de las estaciones terrestres que conecta y una velocidad de transmisión de 1 Mbps. Determine qué protocolo de acceso al medio se podría utilizar: CSMA/CD y/o Aloha.

**Resolución:**

En CSMA/CD se impone un tamaño mínimo de paquete, determinado por el tiempo de transmisión ( $t_t$ ) y el tiempo de propagación ( $t_p$ ), de forma que,  $t_t > 2t_p$ , por lo tanto, dado un tamaño de paquete  $P$ , entonces:

$$2 \times 290 \times 10^{-3} < \frac{L}{10^6}$$

$$L > 580\,000 \text{ bits} = 72\,500 \text{ bytes}$$

El tamaño de paquete resultante es demasiado grande: supondría mucho tiempo de paquetización, elevado retardo al tener que esperar transmisiones de otros usuarios y mucha pérdida de eficiencia del canal en caso de colisión, por lo que no es recomendable utilizar CSMA/CD.

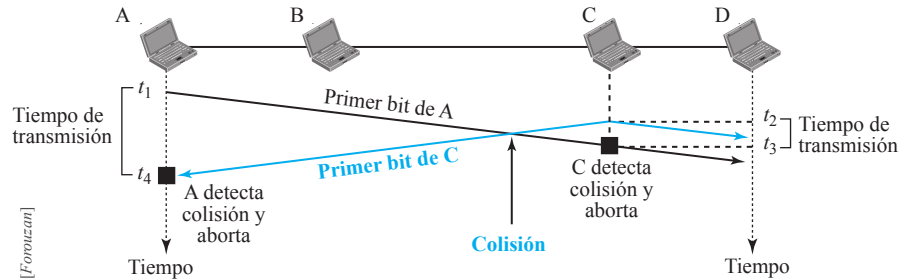
En cambio, el mecanismo Aloha se podría utilizar, ya que no tiene ninguna exigencia parecida a CSMA/CD, al no realizar detección de colisión. La eficiencia de Aloha será inferior, pero permitiría su utilización en entornos como el descrito.

**Problema - 4.36**

Flipped

Ref: 4-B-37

A partir de la figura, la tasa de datos es 10 Mbps, la distancia entre las estaciones A y C es 2000 m y la velocidad de propagación es  $2 \times 10^8$  m/s. La estación A inicia el envío de una trama larga en  $t_1 = 0$ ; estación C inicia el envío de una trama larga en  $t_2 = 3 \mu\text{s}$ . La longitud de la trama es lo suficiente para garantizar la detección de colisión por ambas estaciones.



Calcula:

- Instante en que C detecta la colisión ( $t_3$ ).
- Instante en que A detecta la colisión ( $t_4$ ).
- Cantidad de bits que la estación A ha enviado antes de detectar la colisión.
- Cantidad de bits que la estación C ha enviado antes de detectar la colisión.

**Resolución:**

- a) Considerando que  $t_1 = 0$ , tenemos que:

$$t_3 - t_1 = \frac{2000 \text{ m}}{2 \times 10^8 \text{ m/s}} = 10 \mu\text{s}$$

luego, C detecta la colisión en el instante:

$$t_3 = 10 \mu\text{s} + t_1 = 10 \mu\text{s} + 0 \mu\text{s} = 10 \mu\text{s}$$

- b) Considerando que  $t_2 = 3 \mu\text{s}$ , tenemos que:

$$t_4 - t_2 = \frac{2000 \text{ m}}{2 \times 10^8 \text{ m/s}} = 10 \mu\text{s}$$

luego, A detecta la colisión en el instante:

$$t_4 = 10 \mu\text{s} + t_2 = 10 \mu\text{s} + 3 \mu\text{s} = 13 \mu\text{s}$$

- c) La estación A ha estado transmitiendo un intervalo de tiempo, que viene dado por:

$$t_{f(A)} = t_4 - t_1 = 13 - 0 = 13 \mu\text{s}$$

por lo tanto, en ese intervalo, habrá transmitido:

$$\text{Bits}_A = 10 \text{ Mbps} \times 13 \mu\text{s} = 130 \text{ bits}$$

d) De la misma forma, estación C ha estado transmitiendo un intervalo de tiempo:

$$t_{f(C)} = t_3 - t_2 = 10 - 3 = 7 \mu s$$

por lo tanto, habrá transmitido:

$$Bits_C = 10 \text{ Mbps} \times 7 \mu s = 70 \text{ bits}$$

### Problema - 4.37     ⊕⊕⊕

Ref: 4-B-44

Principales similitudes y diferencias entre las técnicas de control de acceso al medio CSMA/CD y CSMA/CA.

#### Resolución:

- Ambas técnicas se basan en el principio de escuchar el medio antes de transmitir para comprobar que éste se encuentra libre (CSMA: acceso múltiple por detección de portadora).
- La diferencia fundamental se encuentra en qué hacen si al escuchar detectan libre el medio:
  - CSMA/CD: transmite inmediatamente (persistente 1).
  - CSMA/CA: se espera un tiempo aleatorio → se está tratando de evitar la colisión, por lo que dos estaciones que intentan transmitir a la vez y detectan el medio libre tendrán que esperar un mismo tiempo para que se produzca colisión. Después de esperar ese tiempo aleatorio tendrán que comprobar de nuevo que el medio está libre antes de transmitir.
- Esta diferencia de estrategia, hace que CSMA/CD tenga que “escuchar” el medio mientras se transmite porque se pueden producir colisiones si alguna otra estación decidió empezar a transmitir al mismo tiempo (aspecto probable en situaciones de alta carga en las que es posible que más de una estación esté “pendiente” de que el medio quede libre para empezar a transmitir inmediatamente).
- ¿Qué pasa si al intentar transmitir se encuentran el medio ocupado?
  - CSMA/CD: sigue a la escucha hasta que el medio queda libre (y transmite inmediatamente).
  - CSMA/CA: sigue a la escucha hasta que el medio queda libre, luego espera un tiempo aleatorio (para evitar coincidir en la tx con otra estación en la misma situación) y vuelve a comprobar el medio. Si éste está libre, llevará a cabo una espera exponencial binaria mientras el medio está libre para disminuir todavía más la probabilidad de colisión.

En resumen, como los propios nombres indican, CSMA/CD no trata de evitar colisiones con otras estaciones que intentan transmitir a la vez (y, por lo tanto, se prepara para detectarlas y tratar de recuperarse lo antes posible) mientras que CSMA/CA adopta una posición mucho más conservadora y trata de evitar colisiones.

### Problema - 4.38     ⊕⊕⊕

Flipped

Ref: 4-B-51

Sea una red CSMA/CD y velocidad de propagación en el medio de  $0,2 \text{ km}/\mu s$ . Calcula:

- ¿Cuál es la longitud mínima de trama suponiendo una longitud de red de 300 m y una tasa de transferencia de 10 Mbps?
- ¿Cuál es la actual especificación de tamaño mínimo de trama para Ethernet (la longitud total de trama incluye cabecera y trailer)?

**Resolución:**

- a) Ya que en CSMA/CD se contempla el camino de ida y vuelta, se puede utilizar como medida de propagación, el *RTT* (*Roung Trip Time*), en lugar del tiempo de propagación ( $t_p$ ), de forma que:

$$RTT = 2 \times t_p = 2 \times \frac{d}{V} = 2 \times \frac{300}{200} = 3 \mu s$$

Por lo tanto, a una tasa de transmisión de  $R = 10 \text{ Mbps}$ , la longitud mínima de trama, viene dada por:

$$L_{\min} = R \times RTT = 10 \text{ Mbit/s} \times 3 \mu s = 10^7 \text{ bit/s} \times 3 \times 10^{-6} \text{ s} = 30 \text{ bit}$$

- b) La especificación actual de longitud mínima de trama es 64 bytes ( $6 + 6 + 2 + 46 + 4 = 64$ ).

**Problema - 4.39**  $\oplus \oplus \oplus$ 

Ref: 4-B-52

¿Por qué la tasa de envío de CSMA 1-persistente es mejor que Aloha ranurado y por qué ambas estrategias convergen hacia el mismo rendimiento (0) cuando la ocupación del canal tiende a  $\infty$ ?

**Resolución:**

El concepto de 1-persistencia indica el denominado “escuchar el medio” (*carrier sense*), la estación escucha el canal e intenta acceder sólo después de que la transmisión actual haya finalizado.

En el caso de tasas elevadas de paquetes, el medio estará casi siempre ocupado. Todas las transmisiones nuevas generadas se irán encolando en la estación emisora hasta la detección de medio libre. Una vez el medio queda libre, todas las estaciones que estaban esperando accederán, de forma voraz y sus paquetes colisionarán. Exactamente lo mismo ocurre en Aloha ranurado. Realmente, la única diferencia es la razón por la que las estaciones esperan. En Aloha ranurado la espera se controla mediante un reloj, y en todas las versiones CSMA, como por ejemplo, 1-persistente, la transmisión se ejecuta por la detección del medio. Pero ambos tienen un comportamiento voraz cuando intentan acceder al medio en situaciones de tráfico elevado, y por lo tanto, en situaciones de contención, es por ello, que el rendimiento en ambas estrategias tienen a cero en situaciones de tráfico elevado.

En el caso de tasas bajas de paquetes en el canal, CSMA 1-persistente tiene la ventaja que puede acceder al canal inmediatamente, mientras que Aloha ranurado tiene que esperar, en media,  $1/2$  ranuras de tiempo. Además de incrementar el retardo produce pérdida de capacidad del canal.

**Problema - 4.40**  $\oplus \oplus \oplus$ 

Ref: 4-B-53

CSMA 1-persistente significa enviar, de forma inmediata, al principio del tiempo de trama, mientras que CSMA no-persistente significa esperar un tiempo aleatorio en el caso de canal ocupado. Entre ambos extremos, se puede establecer una probabilidad  $p$  que es la probabilidad de envío al principio del siguiente tiempo de trama. Explica por qué razón, otras probabilidades distintas a 0 y 1, pueden ser óptimas.

**Resolución:**

En el caso de CSMA 1-persistente, los paquetes se destruyen todos entre sí en situaciones de tráfico elevado al intentar transmitir todos a la vez, de forma voraz, cuando el canal queda libre.

0-persistencia significa que una estación nunca va a acceder al medio justo después de finalizar la anterior transmisión, lo que produce, por un lado, se reduce el problema de las colisiones haciéndolas altamente improbables, pero tiene el inconveniente que desperdicia el tiempo entre la finalización de transmisión de paquete y el siguiente intento de acceder al canal. Teóricamente, la probabilidad de que una estación acceda al canal, justo después de la finalización de la transmisión anterior, es cero.

Por lo tanto, si un número reducido de estaciones accedieran al medio de forma voraz y desordenada, podrían utilizar la capacidad libre del medio, la que no utiliza el resto de estaciones, pero sería necesario el uso de unas determinadas normas de cortesía.

La probabilidad de que una estación acceda al medio después de la última transmisión sin esperar un tiempo aleatorio debería ser lo suficientemente alta, pero también, debería ser lo suficientemente baja para que la probabilidad de colisión se mantenga baja.

En definitiva, el número de estaciones en la red, y por lo tanto, el tráfico generado en el medio compartido, determinarán la elección de  $p$ .