

Medios Compartidos

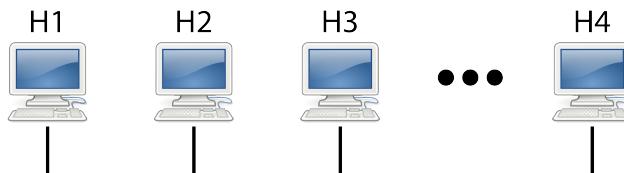
Resolución de ejercicios vistos en clase

07.09.2022

1. Primer ejercicio

1.1. Enunciado

En la siguiente LAN IEEE 802.3, los hosts H2 y H3 comparten un mismo segmento de 500 metros de cable, el host H4 está a 2500 metros de H1, pasando por 4 Hubs, y el Delay máximo es $25.6\mu s$.



- ¿Cuál es el período de tiempo mínimo que deberá transcurrir para que las estaciones que enviaron un paquete se aseguren de que no ocurrió una colisión?
- Calcule el tamaño mínimo del frame.
- ¿Qué pasa si un emisor desea transmitir una cantidad de datos menor al mínimo especificado por la norma?

En el momento t_0 , H1 recibe en su buffer un dato para ser enviado por el enlace. Luego de sensar el medio, lo encuentra vacío y envía un paquete, ocupándolo por 10 ms.

- Indique qué sucedería si en los momentos t_0+5ms y t_0+7ms los hosts H2 y H3 reciben en sus respectivos buffers, proveniente de la capa superior, datos para ser enviados por el enlace.
- Indique qué sucedería si en el momento $t_0+2\mu s$ el host H4 recibe en su buffer datos para ser enviados por el enlace.

1.2. Resolución

- Recordemos que la administración de las colisiones en 802.3 es responsabilidad de cada host. A groso modo, la forma concreta de identificar que una trama colisionó es sensando el medio e identificando valores de la señal distintos a los inyectados. Como la consigna nos pide buscar el tiempo mínimo para el caso general dentro de cualquier segmento 802.3, lo que necesitamos es identificar el peor caso de colisión, o sea, cuando dos hosts están lo más alejados posible.

O sea que buscamos el caso donde haya colisión entre h_1 y h_2 siendo $distancia(h_1, h_2) = 2500m$. Empezamos desarrollando el caso general y después lo instanciamos en el peor caso. Sabemos por definición del protocolo que:

- i. Si un host sensa el medio y este está *ocupado* no transmite.
- ii. Para identificar una colisión el host debe estar transmitiendo.

\Rightarrow

Sean $Prop_{h_1, h_2}$ el t_{prop} entre los hosts h_1 y h_2 y MAX el tiempo de propagación máximo del segmento

\Rightarrow

$\forall h_1, h_2 : hosts,$

Por i sabemos que si h_1 transmite una trama x en el tiempo t_0 , a partir de $t_1 = t_0 + Prop_{h_1, h_2}$, h_2 no va a transmitir hasta que termine de recibir x .

\Rightarrow

En $t_0 + Prop_{h_1, h_2}$ no hay colisión, pero en cualquier instante anterior h_2 podría comenzar a transmitir porque sensa el canal y lo encuentra disponible.

Como la propiedad debe valer para todo h_1 y h_2 , buscamos el peor caso temporal \Rightarrow desarollamos para el caso en el cual h_1 y h_2 están a distancia máxima $\Rightarrow Prop_{h_1, h_2} = MAX$

\Rightarrow

Peor caso: $t_{colision} = t_0 + MAX - t_j$ siendo t_j tan chico como sea posible.

$t_{colision}$ determina el tiempo máximo en que la colisión puede comenzar. Sin embargo la colisión se genera "muy cerca" de h_2 . Recordemos que la consigna nos pide el tiempo mínimo hasta que el que envío (h_1) percibe la colisión \Rightarrow resta asegurarnos que la colisión se propague hasta h_1 .

Por ii sabemos que para detectar la colisión h_1 debe estar transmitiendo todavía su trama. Como la colisión es con h_2 y h_2 está a distancia máxima: en $t_{colision} + MAX$ estamos seguros que h_1 se enterá que colisionó y además sabemos que es el peor caso.

$$\Rightarrow t_{colision} + MAX = t_0 + MAX - t_j + MAX = t_0 + 2MAX - t_j$$

\Rightarrow Dado que t_j lo definimos como un instante de tiempo que tiende a cero, el tiempo mínimo que debe transcurrir para asegurarnos que cualquier host detecta cualquier posible colisión en las condiciones de una ethernet 802.3 es $+ t_{min} = 2 * MAX = 2 * 25,6\mu s = 51,2\mu s$

\Rightarrow

Debo transmitir durante $51,2\mu s$ para asegurarme que puedo detectar cualquier colisión en 802.3.

- b. Como tengo $V_{tx} = 10mbps$, por regla de tres simple sabemos que en $51,2\mu s$ transmitimos $512b = 64B$.
- c. Se rellena con padding. Hay dos opciones para luego descartar el padding:
 - En el header: en lugar de usar el campo type para multiplexar se usa como length tamaño y se usa LLC como multiplexador para la capa de red.
 - Se encarga la capa superior (por ejemplo IP length).
- d. Ambos sensan el medio en los respectivos momentos temporales e identifican que el medio está siendo utilizado. Ergo, esperan (1-persistente) hasta que el medio esté libre y luego transmiten. Ambos encontrarán el medio libre en momentos muy cercanos (la diferencia está dada por la distancia entre H2 y H3 con H1) y sus tramas colisionarán.

- e. H4 sensa el medio. Probablemente lo encuentre libre (por ejemplo si todavía no llega a sensar la información de la trama de H1 por estar a una distancia considerable), transmite y su trama colisione con la de H1.

2. Segundo ejercicio

2.1. Enunciado

En la LAN 802.11 de la figura 1, las señales de los hosts H1, AP1 y AP2 tienen el mismo alcance mientras que la señal del host H2 tiene el doble de alcance que la del H1.

Todos los hosts tienen a sus vecinos a igual distancia y una transmisión entre ellos demora $10\mu s$. H1 y H2 utilizan como access point al AP1. AP1 se encuentra conectado al AP2 de manera cableada. Suponga para los items a y b que los hosts solo tienen la capacidad de sensar el medio antes de enviar sus frames.

- a. H2 comienza a transmitir un frame con destino al AP1 en el momento t_0 . H1 envía un frame al AP1 en el momento $t_0 + 10\mu s$.
 ¿AP1 recibe el frame de manera correcta? ¿Cómo se entera H1 del resultado de su transmisión?

La antena de H2 es reemplazada y de ahora en más tiene el mismo alcance que el resto de los hosts. H2 deja de utilizar al AP1 como access point y comienza a utilizar al AP2 (figura 2).

- b. AP1 se encuentra transmitiendo frames con destino a H1. Durante esa transmisión, AP2 recibe información para transmitir.
 ¿Puede el AP2 transmitir dicha información al AP1? ¿Qué ocurre si el destino de la información fuera H2?
 c. Explique un mecanismo para que los hosts puedan comunicarse minimizando las colisiones y las falsas detecciones de banda ocupada.
 ¿Existe un caso para el que se siguen produciendo colisiones?
 d. Describa qué addresses se deben incluir en el frame de 802.11 para que H2 pueda enviar información a H1.

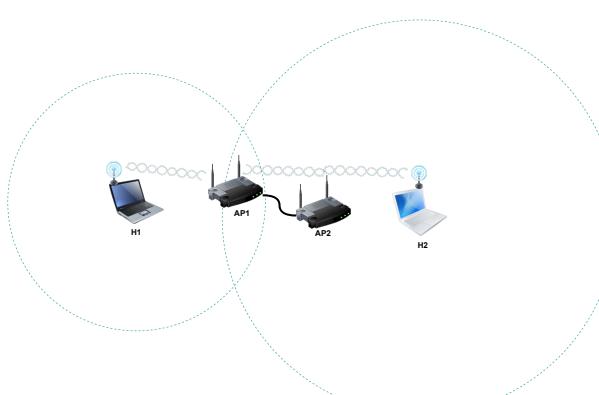


Figura 1. Rango de las señales de H1 y H2

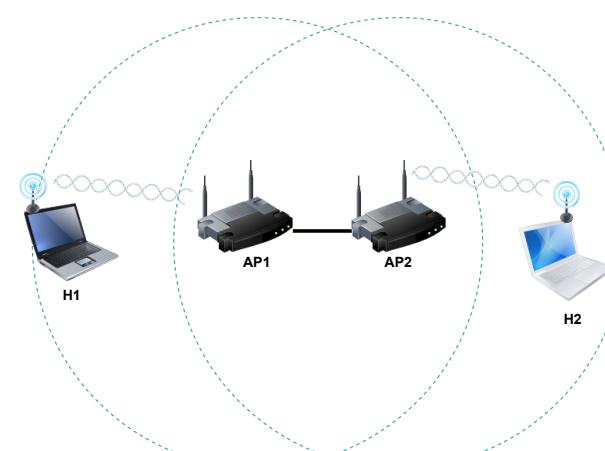


Figura 2. Rango de las señales de AP1 y AP2

2.2. Resolución

La red exhibida presenta una topología donde se pueden observar dos tipos de endpoints.

Uno de ellos son los access points, también conocidos como base stations, que se caracterizan por no tener movilidad y por presentar conexiones cableadas.

El otro tipo de endpoint son las computadoras, llamadas genéricamente clientes, que se caracterizan por tener movilidad y depender de su conexión con el access point para poder comunicarse con otros clientes.

- a. Recordemos que la administración de las colisiones en 802.11 es responsabilidad de cada host. En una primera instancia parece tener sentido que la misma se haga utilizando el mismo algoritmo que 802.3. En ese caso, H1 sensa el medio y no detecta señales por lo que comienza a transmitir. Lo mismo ocurre con H2 previo a comenzar su transmisión.

H1 está a $10 \mu s$ de la base y es por eso que su frame tardará ese tiempo en llegar al AP1. H2 se encuentra a $20 \mu s$ de la base por lo que su frame tardará ese tiempo en llegar al AP1. Al H1 comenzar a transmitir $10 \mu s$ mas tarde que H2 ocurre que en $t_0 + 20\mu s$ la señal de H1 colisiona con la de H2.

El resultado de la transmisión para H1, al igual que para H2, es que sus señales colisionaron. En 802.11 no se puede transmitir y recibir al mismo tiempo, a diferencia de 802.3 donde sí es posible. Esto hace mucho más difícil la detección de colisiones.

En este caso, las señales de H1 y H2 no se encuentran en el mismo rango. Sin embargo, ambos pueden comunicarse con el AP1, donde colisionaron. Dicha situación es conocida como el problema de la terminal oculta puesto que H1 está fuera del rango de H2 y viceversa.

- b. Tal como se ve en la figura 2, AP2 tiene a su alcance al AP1 y al host H2.

AP2 puede transmitir la información a través de la conexión cableada.

Si la conexión cableada no funciona, AP2 podría intentar transmitir a través de una señal por aire. En este caso, detectaría que AP1 está ocupado, comunicándose con H1, y no transmitiría.

Para el caso de H2, es análogo a lo anteriormente expuesto. Esto se debe a que al momento de transmitir, AP2 sensa el medio para todo su rango. Decide no transmitir dado que detecta señales presentes en el medio.

La situación aquí expuesta se conoce como el problema la terminal expuesta; el hecho de haber un cliente generando señales en el rango del emisor le impide al mismo transmitir a otro destinatario, incluso cuando el mismo está libre.

- c. La forma que emplea 802.11 para solucionar los problemas vistos en los items anteriores es implementando un mecanismo de collision avoidance, es decir, CSMA/CA. Esto difiere del mecanismo CSMA/CD (collision detection) utilizado por Ethernet.

Por un lado, antes de enviar un frame, el emisor sensa el medio para ver si está ocupado. Gracias a la existencia del problema de la terminal oculta, solo sensar el medio y encontrarlo libre no resulta suficiente. Es aquí donde además se solicita al receptor que envíe un ACK.

El mecanismo previamente descripto es parte de 802.11 y se llama RTS-CTS (ready to send - clear to send). El mismo permite que emisor envíe un frame indicando que desea transmitir por un tiempo determinado y que el receptor conteste con un ACK.

El beneficio de esto es que si bien los demás clientes al alcance del receptor pueden no escuchar el frame de RTS seguro que escucharán el de CTS. Esto soluciona el problema de la terminal oculta.

Existe un caso para el que se siguen produciendo colisiones y esto es cuando dos emisores envían el RTS al mismo tiempo. Allí sus frames colisionan y ambos deben esperar un tiempo

random para volver a emitir. El tiempo random es determinado por un algoritmo de exponential backoff.

- d. H2 no puede enviar de forma directa información a H1 pues ambos cumplen el rol de clientes. H1 y H2 están conectados a access points diferentes.

Por lo anterior, la información deberá viajar desde H2 hasta el AP2. Luego se transmitirá por cable hacia el AP1, donde finalmente podrá ser enviada por aire a H1.

Para que la transmisión de información anterior sea posible es necesario que el frame tenga las direcciones MAC de los 4 participantes:

- Addr1 es la de H1
- Addr2 es la de AP1
- Addr3 es la de AP2
- Addr4 es la de H2

Este caso es el mas complejo que se presenta en 802.11 dado que la comunicación pasa por una parte cableada, llamada distribution system.

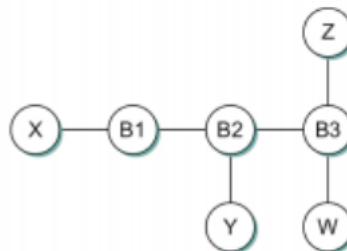
Casos más sencillos son los de comunicación solo entre un cliente y su access point, donde se utilizan solo dos addresses. La forma de indicar qué addreses se usan queda determinada por bits pertenecientes al campo de control del frame. Los mismos se prenden o apagan para representar el tipo de comunicación necesaria.

3. Tercer ejercicio

3.1. Enunciado

Dada la siguiente LAN se pide:

- a. Si X transmite una trama con destino W. Qué bridges aprenden dónde está X? La interfaz de Y ve la trama?
- b. Si luego Z transmite una trama con destino X. Qué bridges aprenden dónde está Z? La interfaz de Y ve la trama?
- c. Si luego Y transmite una trama con destino X. Qué bridges aprenden dónde está Y? La interfaz de Z ve la trama?
- d. Si finalmente W transmite una trama con destino Y. Qué bridges aprenden dónde está W? La interfaz de Z ve la trama?



3.2. Resolución

	X	W	Y	Z
B1				
B2				
B3				

- a. Como todas las tablas inicialmente están vacías cada bridge que recibe la trama debe *floodearla*.

⇒

B1 aprende que X está en su puerto izquierdo.

B2 aprende que X está en su puerto izquierdo.

B3 aprende que X está en su puerto izquierdo.

Además como la trama llega a B2 y B2 debe *floodearla* la interfaz de Y ve la trama.

	X	W	Y	Z
B1	izq			
B2	izq			
B3	izq			

b.

La trama llega a B3 que sabe dónde está X. B3 aprende dónde está Z.

B3 lo manda a B2 solamente que sabe dónde está X. B2 aprende dónde está Z.

B2 lo manda a B1 solamente que sabe dónde está X. B1 aprende dónde está Z.

La interfaz de Y no ve la trama porque B2 ya aprendió que X está por el puerto que va hacia B1.

	X	W	Y	Z
B1	izq			der
B2	izq			der
B3	izq			arr

c.

La trama llega a B2 que sabe dónde está X. B2 aprende dónde está Y.

B2 lo manda a B1 solamente que sabe dónde está X. B1 aprende dónde está Y.

La interfaz de Z no ve la trama porque B2 ya aprendió que X está por el puerto que va hacia B1.

	X	W	Y	Z
B1	izq		der	der
B2	izq		ab	der
B3	izq			arr

d.

La trama llega a B3 que no sabe dónde está Y. B3 aprende dónde está W y *floodea*.

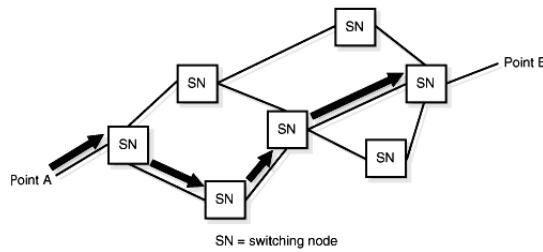
B2 lo manda solo a Y. Además aprende dónde está W.

La interfaz de Z ve la trama porque B3 no sabe dónde está Y.

	X	W	Y	Z
B1	izq		der	der
B2	izq	der	ab	der
B3	izq	ab		arr

4. Cuarto ejercicio

La siguiente figura representa una topología de red en la que los *switches* corren el protocolo STP:



Se pide:

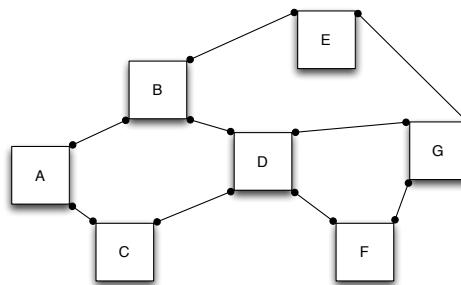
- Elija los IDs para los switches de modo tal que una trama siga el camino marcado en la figura. Justifique.
- Indique y justifique el estado final de cada puerto de cada switch.
- Asumiendo que:
 - Los switches usan *Learning Bridge*.
 - El protocolo STP ya convergió.
 - Al momento de iniciar la transmisión la tabla de *forwarding* de cada switch está vacía.

¿Aprenden todos los switches la dirección de enlace de A la primera vez que se envía una trama desde A hacia B? Justifique.

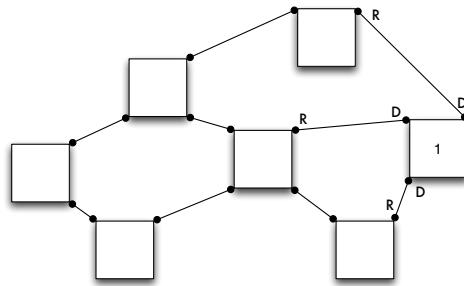
4.1. Resolución

- Hay muchas maneras de resolverlo. Lo esencial es primero tener claro qué se busca. En este caso la única manera de que la trama siga el camino requerido es que los puertos correspondientes de cada uno de los bridges estén en estado **designado** o **root**. Si alguno de esos puertos luego de correr STP queda en estado **bloqueado** podemos estar seguros que la trama no recorrerá ese camino.

Comenzamos nombrando los bridges para facilitar el seguimiento:

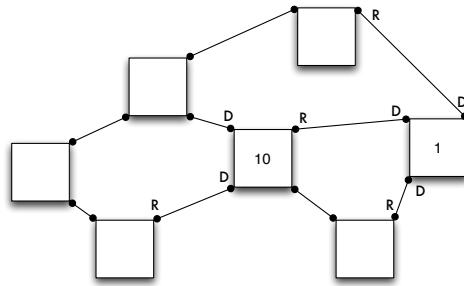


Una posible forma de comenzar a resolver este ejercicio es asignandole un identificador al destino. Si le asignamos al bridge G el menor identificador, nos aseguramos que va a ser el root y que además todos los bridges directamente conectados van a tener su puerto con dirección a G como root port. Por lo tanto, si la trama llega hasta D por el camino indicado, seguro seguirá camino a G por el enlace indicado también.

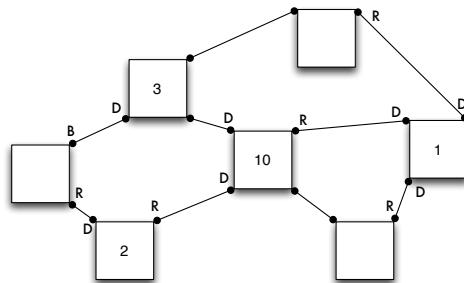


En un segundo paso podemos ver que por estar a distancia 1 del root, los dos puertos del bridge D que lo conectan tanto con B como con C estarán con estado designados. Esto se debe a que tanto B como C tienen una distancia al root = 2 mientras que D tiene distancia al root = 1. Por ende, pareciera que D puede tener cualquier identificador porque de todas maneras no va a incidir en los puertos que a nosotros nos interesan.

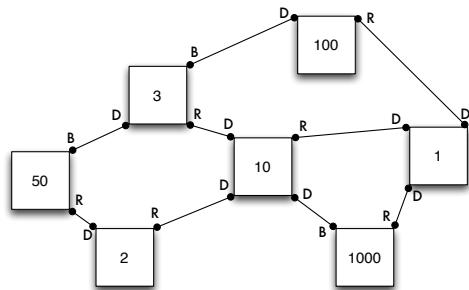
A su vez, esto implica directamente que C debe tener su puerto conectándolo a D como root port. Esto es porque el puerto de C que se conecta con D tiene menor distancia al root (2 saltos contra, al menos 4, para el otro puerto).



Lo único que resta es asegurarse que desde A, la trama se *fowardee* hacia C y no hacia B. Seguro que en el enlace entre A y C el puerto designado va a ser el de C porque está más cerca del root. La única posibilidad que resta entonces para seguir el camino indicado es que el root port de A sea el puerto que conecta con C. La competencia es solamente contra el otro puerto de A que conecta con B ya que sí o sí uno de los dos tiene que ser root port. Como la distancia por cualquiera de los dos puertos es 3 desempata el id del bridge. Por ende, para que la trama siga el camino requerido (por C) alcanza con que el id de C sea menor que el id de B.



- b. Con el paso a) nos aseguramos el recorrido de la trama sin importar los datos de los demás puertos/bridges. Ahora completamos con ids a discreción y determinamos el estado de los puertos restantes.



c. Sí y hay que tener claro que esto es por definición. El protocolo STP nos asegura una topología lógica con forma de árbol donde **todos** los bridges están conectados. Si todavía no se conoce el destino (por ejemplo porque todas las tablas están vacías como en este caso) por definición la trama debe llegar a todos los bridges. Si no llegara no sería un árbol generador mínimo y la red podría perder conectividad. El caso de perdida de conectividad se ve claro cuando el nodo destino está directamente conectado a algún bridge al cual no le llegó la trama.