

# Redes de Computadoras

## Práctico 7

Curso 2023

### Objetivos

- Entender los principios detrás de los servicios de la Capa de Enlace:
  - Detección y corrección de errores
  - Acceso múltiple en canales de difusión
  - Direccionamiento de capa de enlace
- Comprender los principios de las redes de área local
  - Ethernet
  - VLANs
- Comprender el funcionamiento de los dispositivos de Capa de Enlace: Switches y Hubs.

### Duración

- 1,5 clases.

**Ejercicio 1** Suponga que el contenido de información de un paquete es el patrón de bits 1110 0110 1001 1101 y que está utilizando un esquema de paridad par. ¿Cuál sería el valor del campo que contiene los bits de paridad para el caso de un esquema de paridad bidimensional? La respuesta debe ser tal que se utilice un campo de suma de comprobación de longitud mínima.

**Ejercicio 2** Para un mecanismo de redundancia cíclica, considere el generador de 5 bits,  $G=10011$ . ¿Cuál es el valor de  $R$  para los siguientes valores de  $D$ ?

- (a) 1010101010
- (b) 1001010101
- (c) 0101101010
- (d) 1010100000

**Ejercicio 3** Considere los nodos A y B que utilizan el protocolo ALOHA con particiones para competir por un canal. Suponga que el nodo A tiene más datos para transmitir que el nodo B, y que la probabilidad de retransmisión del nodo A,  $p_A$ , es mayor que la probabilidad de retransmisión del nodo B,  $p_B$ .

- (a) Proporcione una fórmula para la tasa media de transferencia del nodo A. ¿Cuál es la eficiencia total del protocolo con estos dos nodos?
- (b) Si  $p_A = 2p_B$ , ¿será la tasa media de transferencia de A el doble que la del nodo B? ¿Por qué? Si no es así, ¿cómo podemos seleccionar valores de  $p_A$  y  $p_B$  para que esto ocurra?
- (c) En general, suponga que hay  $N$  nodos, entre los que el nodo A tiene una probabilidad de retransmisión  $2p$  y todos los demás nodos tienen una probabilidad de retransmisión  $p$ . Proporcione las expresiones necesarias para calcular las tasas medias de transferencia del nodo A y de los restantes nodos.

**Ejercicio 4** Considere un canal de difusión con  $N$  nodos y una tasa de transmisión de  $R$  bps. Suponga que el canal de difusión utiliza sondeo (con un nodo adicional de sondeo) para regular el acceso múltiple. Suponga que la cantidad de tiempo desde que un nodo completa una transmisión hasta que se le permite transmitir al nodo siguiente (es decir, el retardo de sondeo) es  $d$  sondeo. Suponga que dentro de una ronda de sondeo, a cada nodo se le permite transmitir un máximo de  $Q$  bits. ¿Cuál es la tasa máxima de transferencia del canal de difusión?

**Ejercicio 5** Considere tres redes LAN interconectadas mediante dos routers, como se muestra en la Figura 1.

- Asigne direcciones IP a todas las interfaces. Para la Subred 1 utilice direcciones de la forma  $192.168.1.xxx$ ; para la Subred 2 utilice direcciones de la forma  $192.168.2.xxx$ ; y para la Subred 3 emplee direcciones de la forma  $192.168.3.xxx$ .
- Asigne direcciones MAC a todos los adaptadores.
- Considere el envío de un datagrama IP desde el host *E* al host *B*. Enumere todos los pasos que sigue el datagrama a nivel de capa de red y capa de enlace. Suponga que todas las tablas ARP están actualizadas.
- Repita la parte anterior suponiendo ahora que la tabla ARP del host emisor está vacía (y que todas las demás tablas están actualizadas).

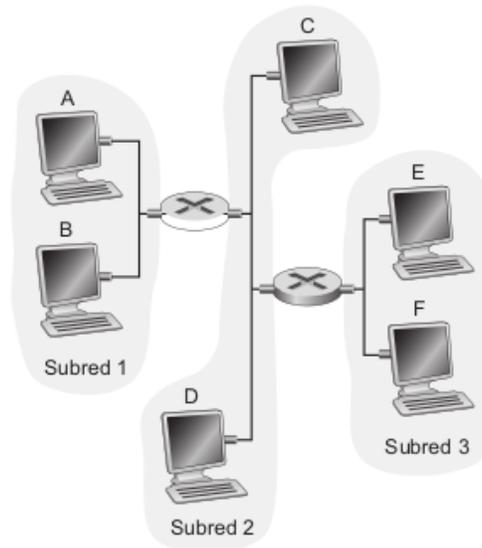


Figura 1: Tres subredes interconectadas mediante routers.

**Ejercicio 6** Considere la Figura 1. Ahora vamos a sustituir el router situado entre las subredes 1 y 2 por un conmutador *S1*, y vamos a etiquetar el router situado entre las subredes 2 y 3 como *R1*.

- Considere el envío de un datagrama IP desde el host *E* al host *F*. ¿Necesitará el host *E* del router *R1* para reenviar el datagrama? ¿Por qué? En la trama Ethernet que contiene el datagrama IP, ¿cuáles son las direcciones IP y MAC de origen y de destino?
- Suponga que *E* quiere enviar un datagrama IP a *B* y suponga que la caché ARP de *E* no contiene la dirección MAC de *B*. ¿Realizará *E* una consulta ARP para averiguar la dirección MAC de *B*? ¿Por qué? En la trama Ethernet (que contiene el datagrama IP destinado a *B*) que se le entrega al router *R1*, ¿cuáles son las direcciones IP y MAC de origen y de destino?
- Suponga que el host *A* quiere enviar un datagrama IP al host *B*, y que ni la caché ARP de *A* contiene la dirección MAC de *B* ni la caché ARP de *B* contiene la dirección MAC de *A*. Suponga además que la tabla de reenvío del conmutador *S1* contiene entradas únicamente para el host *B* y el router *R1*. Por tanto, *A* difundirá un mensaje de solicitud ARP. ¿Qué acciones realizará el conmutador *S1* una vez que reciba el mensaje de solicitud ARP? ¿Recibirá también el router *R1* esta solicitud ARP? En caso afirmativo, ¿reenviará *R1* el mensaje hacia la Subred 3? Una vez que el host *B* reciba este mensaje de solicitud ARP, devolverá al host *A* un mensaje de respuesta ARP. Pero ¿enviará un mensaje de consulta ARP para preguntar por la dirección MAC de *A*? ¿Por qué? ¿Que hará el conmutador *S1* una vez que reciba el mensaje de respuesta ARP del host *B*?

**Ejercicio 7** Considere el problema anterior, pero ahora suponga que el router situado entre las subredes 2 y 3 es sustituido por un conmutador. Responda a las preguntas del problema anterior en este nuevo contexto.

**Ejercicio 8** Suponga que los nodos  $A$  y  $B$  se encuentran en el mismo canal de difusión a 10 Mbps y que el retardo de propagación entre los dos nodos es igual a 325 periodos de bit. Suponga que se emplea CSMA/CD y paquetes Ethernet para este canal de difusión. Suponga que el nodo  $A$  comienza a transmitir una trama y que, antes de finalizar, el nodo  $B$  comienza a transmitir otra trama. ¿Podría  $A$  finalizar la transmisión antes de detectar que  $B$  ha transmitido? ¿Por qué? Si la respuesta es afirmativa, entonces  $A$  creerá incorrectamente que su trama se ha transmitido con éxito sin que se haya producido una colisión. *Sugerencia:* suponga que en el instante  $t = 0$  periodos de bit  $A$  comienza a transmitir una trama. En el peor caso,  $A$  transmitirá una trama de tamaño mínimo que ocupará  $512 + 64$  periodos de bit. Por lo que  $A$  terminaría de transmitir la trama para  $t = 512 + 64$  periodos de bit. Por tanto, la respuesta es no si la señal de  $B$  alcanza a  $A$  antes del instante  $t = 512 + 64$  periodos de bits. En el peor caso, ¿cuándo alcanzaría a  $A$  la señal de  $B$ ?

**Ejercicio 9** Suponga que los nodos  $A$  y  $B$  se encuentran en el mismo canal de difusión a 10 Mbps y que el retardo de propagación entre los dos nodos es igual a 245 periodos de bit. Suponga que  $A$  y  $B$  envían tramas Ethernet al mismo tiempo, que las tramas colisionan y que luego  $A$  y  $B$  seleccionan diferentes valores de  $K$  en el algoritmo CSMA/CD. Suponiendo que no haya ningún otro nodo activo, ¿pueden colisionar las retransmisiones de  $A$  y  $B$ ? Para nuestros propósitos, basta con resolver el siguiente ejemplo. Suponga que  $A$  y  $B$  comienzan la transmisión en  $t = 0$  periodos de bit. Ambos detectan la colisión en el instante  $t = 245$  periodos de bits y terminan de transmitir una señal de interferencia en  $t = 245 + 48 = 293$  periodos de bit. Suponga que  $K_A = 0$  y  $K_B = 1$ . ¿Para qué instante programará  $B$  su retransmisión? ¿En qué momento comenzará  $A$  su transmisión? (*Nota:* los nodos tienen que esperar a que el canal esté inactivo después de volver al Paso 2, consulte el protocolo). ¿En qué momento alcanza a  $B$  la señal de  $A$ ? ¿Se abstendrá  $B$  de transmitir en el instante programado?

**Ejercicio 10** Considere la Figura 1. Proporcione direcciones MAC e IP para las interfaces del host  $A$ , de ambos routers y del host  $F$ . Suponga que el host  $A$  envía un datagrama al host  $F$ . Indique las direcciones MAC de origen y de destino contenidas en la trama que encapsula este datagrama IP a medida que la trama es transmitida:

- de  $A$  al router de la izquierda
- desde el router de la izquierda al router de la derecha
- desde el router de la derecha al host  $F$

Indique también las direcciones IP de origen y de destino del datagrama IP encapsulado dentro de la trama en cada uno de estos instantes de tiempo.

**Ejercicio 11** Suponga ahora que el router de la izquierda de la Figura 1 se sustituye por un switch. Los hosts  $A$ ,  $B$ ,  $C$  y  $D$  y el router de la derecha se conectan en estrella a ese switch. Indique las direcciones MAC de origen y de destino contenidas en la trama que encapsula a este datagrama IP, a medida que la trama se transmite:

- desde  $A$  al switch
- desde el switch al router de la derecha
- desde el router de la derecha a  $F$

Indique también las direcciones IP de origen y de destino contenidas en el datagrama IP encapsulado dentro de la trama en cada uno de estos instantes de tiempo.

**Ejercicio 12** Considere la operación de un switch con aprendizaje en el contexto de una red en la que seis nodos etiquetados como  $A$  hasta  $F$  están conectados en estrella a un switch Ethernet. Suponga que:

- *B* envía una trama a *E*
- *E* responde enviando una trama a *B*
- *A* envía una trama a *B*
- *B* responde enviando una trama a *A*

Inicialmente, la tabla del switch está vacía. Muestre el estado de la tabla del switch antes y después de cada uno de estos sucesos. Para cada suceso, identifique el enlace o los enlaces a través de los cuales se reenviará la trama transmitida y justifique brevemente sus respuestas.

**Ejercicio 13** Considere el único conmutador VLAN de la Figura 2 y suponga que se conecta un router externo al puerto 1 del conmutador. Asigne direcciones IP a los hosts de las redes IR y CC y a la interfaz del router. Indique los pasos seguidos tanto en la capa de red como en la capa de enlace para transferir un datagrama IP desde un host de IE a un host de CC.

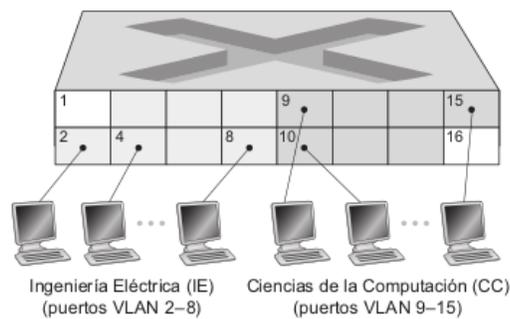


Figura 2: Un mismo conmutador con dos redes VLAN configuradas.