

Práctico 4

(Se incluyen al final las figuras necesarias)

- P1. En este problema vamos a considerar algunas de las ventajas y de los inconvenientes de las redes de circuitos virtuales y de datagramas.
- Suponga que los routers están sujetos a condiciones que pueden hacer que fallen con frecuencia. ¿Aconsejaría esto una arquitectura de datagramas o una de circuitos virtuales? ¿Por qué?
 - Suponga que un nodo de origen y un nodo de destino requieren que una cierta capacidad fija esté siempre disponible en todos los routers de la ruta entre el origen y el destino, para el uso exclusivo del tráfico que fluye entre dichos nodos de origen y de destino. ¿Aconsejaría esto una arquitectura de datagramas o una de circuitos virtuales? ¿Por qué?
 - Suponga que los enlaces y routers de la red nunca fallan y que los caminos de enrutamiento utilizados entre todas las parejas origen-destino nunca varían. En este escenario, ¿qué arquitectura (de datagramas o de circuitos virtuales) tiene más sobrecarga de tráfico de control? ¿Por qué?
- P2. Considere una red de circuitos virtuales. Suponga que el número de VC es un campo de 8 bits.
- ¿Cuál es el número máximo de circuitos virtuales que pueden ser transportados a través de un enlace?
 - Suponga que un nodo central determina las rutas y números de VC durante la configuración de la conexión. Suponga que se emplea el mismo número de VC en cada

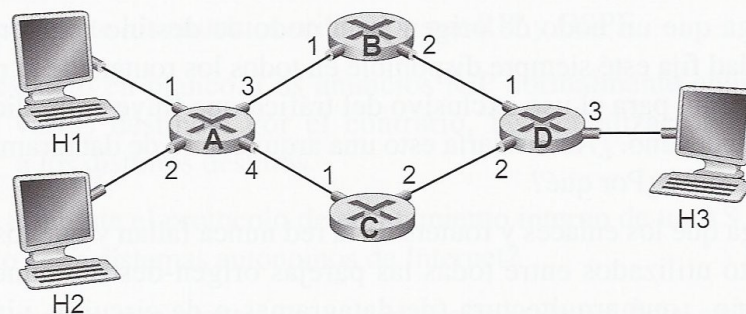
enlace a lo largo del camino de circuitos virtuales. Describa cómo puede el nodo central determinar el número de VC durante la configuración de la conexión. ¿Es posible que haya menos circuitos virtuales activos que el máximo determinado en el apartado (a) y que, a pesar de ello, no exista ningún número VC común libre?

- c. Suponga que están permitidos diferentes números de VC en cada uno de los enlaces que forman el camino de un circuito virtual. Durante la configuración de la conexión, después de que se ha determinado un camino terminal a terminal, describa cómo pueden los enlaces elegir sus números de VC y configurar sus tablas de reenvío de una forma descentralizada, sin basarse en un nodo central.

P3. Una tabla de reenvío mínima en una red de circuitos virtuales tiene cuatro columnas. ¿Cuál es el significado de los valores de cada una de las columnas? Una tabla de reenvío mínima en una red de datagramas tiene dos columnas. ¿Cuál es el significado de los valores de cada una de estas columnas?

P4. Utilice la red mostrada más abajo.

- a. Suponga que se trata de una red de datagramas. Especifique la tabla de reenvío del router A, de modo que todo el tráfico destinado al host H3 sea reenviado a través de la interfaz 3.
- b. Suponga que se trata de una red de datagramas. ¿Puede escribir una tabla de reenvío para el router A, de manera que todo el tráfico de H1 destinado al host H3 sea reenviado a través de la interfaz 3, mientras todo el tráfico de H2 destinado al host H3 sea reenviado a través de la interfaz 4? (*Sugerencia*: esta pregunta tiene truco.)
- c. Ahora suponga que se trata de una red de circuitos virtuales y que hay una llamada activa entre H1 y H3, y otra llamada activa entre H2 y H3. Escriba la tabla de reenvío del router A, de modo que todo el tráfico de H1 destinado al host H3 sea reenviado a través de la interfaz 3, mientras todo el tráfico de H2 destinado al host H3 sea reenviado a través de la interfaz 4.
- d. Suponga el mismo escenario que en el apartado (c) y escriba las tablas de reenvío de los nodos B, C y D.

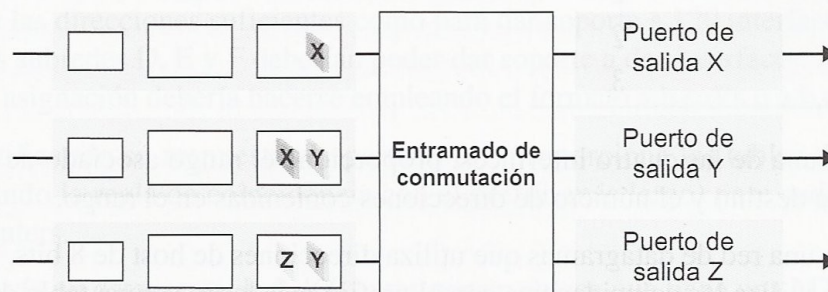


P5. Considere una red de circuitos virtuales con un campo de 2 bits para el número de VC. Suponga que la red desea configurar un circuito virtual a través de cuatro enlaces: el enlace A, el enlace B, el enlace C y el enlace D. Suponga también que cada uno de estos enlaces actualmente está dando soporte a otros dos circuitos virtuales y que los números de VC de los mismos son los siguientes:

Enlace A	Enlace B	Enlace C	Enlace D
00	01	10	11
01	10	11	00

Al responder a las siguientes preguntas, tenga en cuenta que cada uno de los circuitos virtuales existentes sólo puede estar atravesando uno de los cuatro enlaces:

- Si se requiere que cada circuito virtual utilice el mismo número de VC en todos los enlaces a lo largo de su ruta, ¿qué número de VC podría asignarse al nuevo circuito virtual?
 - Si se permite que cada circuito virtual tenga números de VC distintos en los diferentes enlaces a lo largo de su ruta (de modo que las tablas de reenvío tengan que llevar a cabo una traducción de número de VC), ¿cuántas combinaciones distintas de cuatro números de VC (una para cada uno de los cuatro enlaces) podrían utilizarse?
- P6. En el texto hemos utilizado los términos “servicio orientado a la conexión” para describir un servicio de la capa de transporte y “servicio de conexión” para un servicio de la capa de red. ¿Por qué esas sutiles diferencias en la terminología?
- P7. En la Sección 4.3 hemos mencionado que puede no existir una cola de entrada si el entramado de conmutación es n veces más rápido que las velocidades de línea de entrada, suponiendo que las n líneas de entrada presentan todas la misma velocidad de línea. Explique por qué esto debería ser así.
- P8. Considere el dispositivo de conmutación mostrado más abajo. Suponga que todos los datagramas tienen la misma longitud fija, que el dispositivo opera de forma síncrona y particionada y que en una partición temporal se puede transferir un datagrama desde un puerto de entrada a un puerto de salida. El entramado de conmutación emplea una estructura de malla, por lo que, como máximo, se puede transferir un datagrama a un puerto de salida determinado en una partición de tiempo, pero distintos puertos de salida pueden recibir datagramas procedentes de distintos puertos de entrada en una misma partición de tiempo. ¿Cuál es el número mínimo de particiones de tiempo necesarias para transferir los paquetes mostrados desde los puertos de entrada a sus puertos de salida, suponiendo cualquier orden de planificación de la cola de entrada que desee (es decir, no tiene por qué existir el bloqueo HOL)? ¿Cuál es el número máximo necesario de particiones de tiempo, suponiendo el orden de planificación de caso peor que pueda imaginar y suponiendo que una cola de entrada no vacía nunca está inactiva?



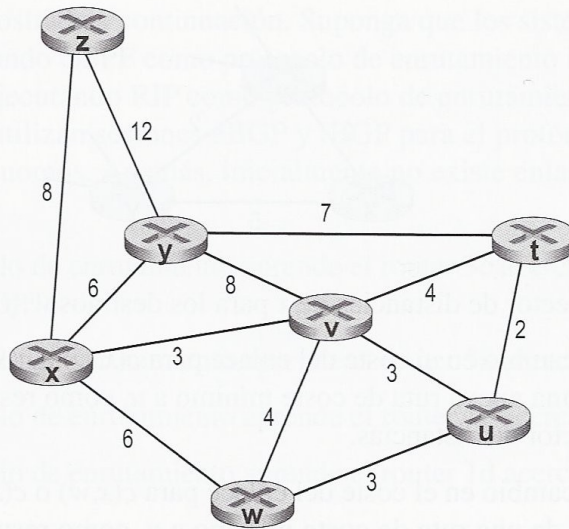
Coincidencia de prefijo	Interfaz
1	0
10	1
111	2
en otro caso	3

Para cada una de las cuatro interfaces, proporcione el rango asociado de direcciones del host de destino y el número de direcciones contenidas en el rango.

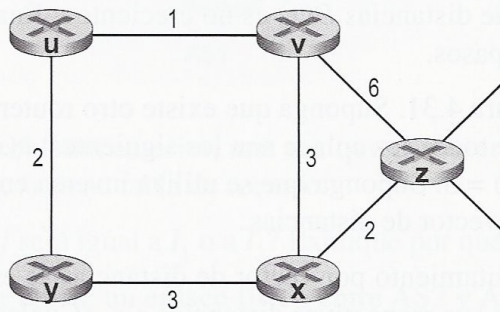
- P12. Sea un router que interconecta tres subredes: Subred 1, Subred 2 y Subred 3. Suponga que se requiere que todas las interfaces de cada una de estas tres subredes tengan el prefijo 223.1.17/24. Suponga también que se requiere que la Subred 1 admita hasta 63 interfaces, la Subred 2 tiene que admitir hasta 95 interfaces y la Subred 3 hasta 16 interfaces. Determine tres direcciones de red (de la forma a.b.c.d/x) que satisfagan estas restricciones.
- P13. En la Sección 4.2.2 se ha proporcionado una tabla de reenvío de ejemplo (utilizando la coincidencia con el prefijo más largo). Vuelva a escribir esta tabla de reenvío utilizando la notación a.b.c.d/x en lugar de la notación en binario.
- P14. En el Problema P9 se le ha pedido que proporcione una tabla de reenvío (utilizando la regla de coincidencia con el prefijo más largo). Escriba de nuevo esta tabla de reenvío utilizando la notación a.b.c.d/x en lugar de la notación en binario.
- P15. Considere un subred cuyo prefijo es 128.119.40.128/26. Proporcione un ejemplo de una dirección IP (de la forma xxx.xxx.xxx.xxx) que pueda ser asignada a esta red. Suponga que un ISP posee el bloque de direcciones 128.119.40.64/25. Suponga que desea crear cuatro subredes a partir de este bloque de direcciones, teniendo cada bloque el mismo número de direcciones IP. ¿Cuáles serán los prefijos (expresados en formato a.b.c.d/x) para las cuatro subredes?
- P16. Considere la topología de la Figura 4.17. Denomine a las tres subredes con hosts (comenzando en el sentido horario a partir de las 12:00) como redes A, B y C. Denomine a las subredes que no tienen hosts como redes D, E y F.
- Asigne direcciones de red a cada una de estas seis subredes, teniendo en cuenta las siguientes restricciones: todas las direcciones tienen que ser asignadas a partir de 214.97.254/23; la subred A tendrá que disponer de las direcciones suficientes como para dar soporte a 250 interfaces; la subred B tendrá que disponer de las direcciones suficientes como para dar soporte a 120 interfaces y la subred C tendrá que disponer de las direcciones suficientes como para dar soporte a 120 interfaces. Por supuesto, las subredes D, E y F deberían poder dar soporte a dos interfaces. Para cada subred, la asignación debería hacerse empleando el formato a.b.c.d/x o a.b.c.d/x – e.f.g.h/y.
 - Utilizando su respuesta al apartado (a), proporcione las tablas de reenvío (utilizando la regla de coincidencia con el prefijo más largo) para cada uno de los tres routers.
- P17. Se envía un datagrama de 2.400 bytes por un enlace que tiene una MTU de 700 bytes. Suponga que el datagrama original está marcado con el número de identificación 422.

¿Cuántos fragmentos se generan? ¿Cuáles son los valores de los distintos campos de los datagramas IP generados, relacionados con la fragmentación?

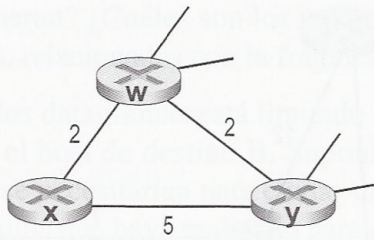
- P18. Suponga que el tamaño de los datagramas está limitado a 1.500 bytes (incluyendo la cabecera) entre el host A y el host de destino B. Suponiendo una cabecera IP de 20 bytes, ¿cuántos datagramas se necesitarían para enviar un archivo MP3 de 5 millones de bytes? Explique los cálculos que haya realizado para dar una respuesta.
- P19. Considere la red de la Figura 4.22. Suponga que el ISP asigna al router la dirección 24.34.112.235 y que la dirección de la red doméstica es 192.168.1/24.
- Asigne direcciones a todas las interfaces de la red doméstica.
 - Suponga que cada host tiene dos conexiones TCP activas, todas ellas en el puerto 80 del host 128.119.40.86. Proporcione las seis entradas correspondientes de la tabla de traducciones NAT.
- P20. Suponga que está interesado en detectar el número de hosts que hay detrás de un traductor NAT. Observe que la capa IP marca secuencialmente con un número de identificación cada paquete IP. El número de identificación del primer paquete IP generado por un host es un número aleatorio y los números de identificación de los subsiguientes paquetes IP se asignan de forma secuencial. Suponga que todos los paquetes IP generados por los hosts que hay detrás del traductor NAT se envían al exterior.
- Basándose en esta observación y suponiendo que puede husmear todos los paquetes enviados por NAT al exterior, ¿puede esbozar una técnica sencilla para detectar el número de hosts únicos que hay detrás del traductor NAT? Justifique su respuesta.
 - Si los números de identificación no se asignan secuencialmente sino aleatoriamente, ¿serviría su técnica? Justifique su respuesta.
- P21. En este problema se explora el impacto de NAT sobre las aplicaciones P2P. Suponga que un par cuyo nombre de usuario es Arnold descubre mediante una consulta que otro par con el nombre de usuario Bernard tiene un archivo que desea descargar. Suponga también que Bernard y Arnold están detrás de un traductor NAT. Intente deducir una técnica que permita a Arnold establecer una conexión TCP con Bernard sin realizar una configuración NAT específica de la aplicación. Si tiene dificultades para definir una técnica así, explique por qué.
- P22. En la Figura 4.27, enumere la rutas de y a u que no contienen ningún bucle.
- P23. Repita el Problema P22 para las rutas de x a z , z a u y z a w .
- P24. Considere la red de la página siguiente. Con los costes de enlace indicados, utilice el algoritmo de la ruta más corta de Dijkstra para calcular la ruta más corta de x a todos los nodos de la red. Muestre cómo funciona el algoritmo calculando una tabla similar a la mostrada en la Tabla 4.3.
- P25. Considere la red del Problema P24. Utilizando el algoritmo de Dijkstra y utilizando una tabla similar a la Tabla 4.3, haga lo siguiente:
- Calcule la ruta más corta desde t a todos los demás nodos de la red.
 - Calcule la ruta más corta desde u a todos los demás nodos de la red.



- c. Calcule la ruta más corta desde v a todos los demás nodos de la red.
 - d. Calcule la ruta más corta desde w a todos los demás nodos de la red.
 - e. Calcule la ruta más corta desde y a todos los demás nodos de la red.
 - f. Calcule la ruta más corta desde z a todos los demás nodos de la red.
- P26. Utilice la red que se muestra a continuación y suponga que cada nodo inicialmente conoce los costes hasta cada uno de sus vecinos. Utilizando el algoritmo de vector de distancias, especifique las entradas de la tabla de distancias para el nodo z .



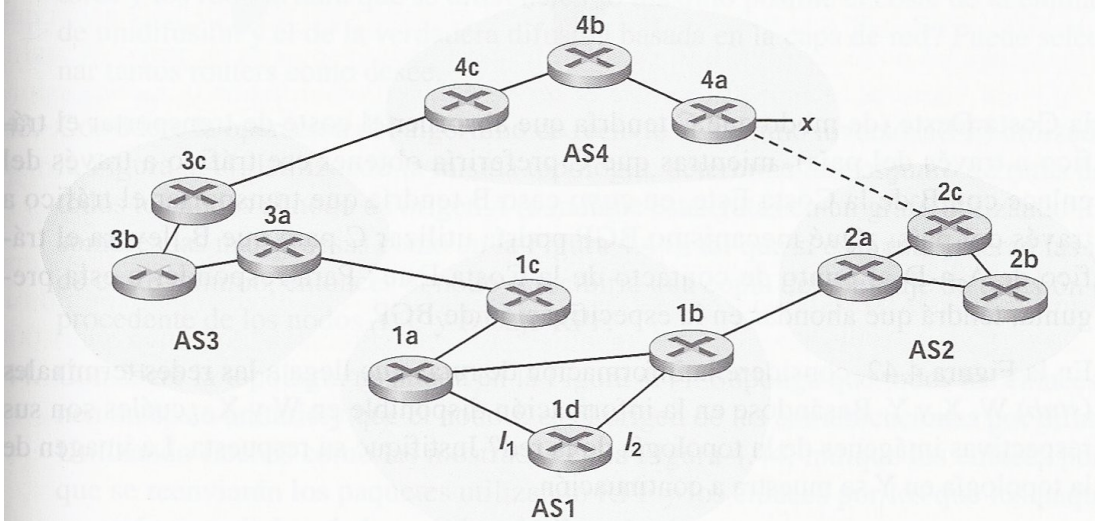
- P27. Considere una topología general (es decir, no la red concreta mostrada más arriba) y una versión síncrona del algoritmo de vector de distancias. Suponga que en cada iteración un nodo intercambia sus vectores distancia con sus vecinos y recibe los vectores distancia de ellos. Suponiendo que el algoritmo se inicia con cada nodo conociendo sólo los costes de sus vecinos inmediatos, ¿cuál es el número máximo de iteraciones requerido antes de que el algoritmo distribuido converja? Justifique su respuesta.
- P28. Considere el fragmento de red mostrado a continuación. x sólo tiene dos vecinos conectados, w e y . w tiene una ruta de coste mínimo al destino u (no mostrado) de 5 e y tiene una ruta de coste mínimo a u de 6. Las rutas completas desde w e y a u (y entre w e y) no se muestran. Todos los costes de enlace de la red tienen valores enteros estrictamente positivos.



- a. Indique el vector de distancias de x para los destinos w , y y u .
 - b. Indique un cambio en el coste del enlace para $c(x,w)$ o $c(x,y)$ tal que x informe a sus vecinos de una nueva ruta de coste mínimo a u , como resultado de ejecutar el algoritmo de vector de distancias.
 - c. Indique un cambio en el coste del enlace para $c(x,w)$ o $c(x,y)$ tal que x no informe a sus vecinos de una ruta de coste mínimo a u , como resultado de ejecutar el algoritmo de vector de distancias.
- P29. Considere la topología de tres nodos mostrada en la Figura 4.30. En lugar de tener los costes de enlace mostrados en dicha figura, los costes de enlace son $c(x,y) = 3$, $c(y,z) = 6$, $c(z,x) = 4$. Calcule las tablas de distancias después del paso de inicialización y después de cada iteración de una versión síncrona del algoritmo de vector de distancias (como hemos hecho anteriormente al explicar la Figura 4.30).
- P30. Considere el problema de la cuenta hasta infinito en el enrutamiento por vector de distancias. ¿Se producirá dicho problema si disminuimos el coste de un enlace? ¿Por qué? ¿Qué ocurre si conectamos dos nodos que no tienen un enlace?
- P31. Demuestre que al aplicar el algoritmo de vector de distancias en la Figura 4.30, cada valor del vector de distancias $D(x)$ es no creciente y finalmente se estabilizará en un número finito de pasos.
- P32. Considere la Figura 4.31. Suponga que existe otro router w , conectado a los routers y y z . Los costes de todos los enlaces son los siguientes: $c(x,y) = 4$, $c(x,z) = 50$, $c(y,w) = 1$, $c(z,w) = 1$, $c(y,z) = 3$. Suponga que se utiliza inversa envenenada en el algoritmo de enrutamiento por vector de distancias.
- a. Cuando el enrutamiento por vector de distancias se estabiliza, los routers w , y y z se informan de sus respectivas distancias a x . ¿Cuáles son los valores de esas distancias?
 - b. Ahora suponga que el coste del enlace entre x e y aumenta a 60. ¿Se producirá un problema de cuenta hasta infinito aunque se utilice inversa envenenada? ¿Por qué? Si existe el problema de cuenta hasta infinito, entonces ¿cuántas iteraciones serán necesarias para que el enrutamiento por vector de distancias alcance de nuevo un estado estable? Justifique su respuesta.
 - c. ¿Cómo modificaría $c(y,z)$ para que no existiera el problema de cuenta hasta infinito si $c(y,x)$ cambia de 4 a 60?
- P33. Describa cómo puede detectarse en BGP la existencia de bucles en las rutas.
- P34. ¿Un router BGP elegirá siempre la ruta sin bucles con la longitud más corta de la secuencia AS-PATH? Justifique su respuesta.

35. Considere la red mostrada a continuación. Suponga que los sistemas autónomos AS3 y AS2 están ejecutando OSPF como protocolo de enrutamiento interno. Suponga que AS1 y AS4 están ejecutando RIP como protocolo de enrutamiento interno. Suponga por último que se utilizan sesiones eBGP y iBGP para el protocolo de enrutamiento entre sistemas autónomos. Además, inicialmente no existe enlace físico entre AS2 y AS4.

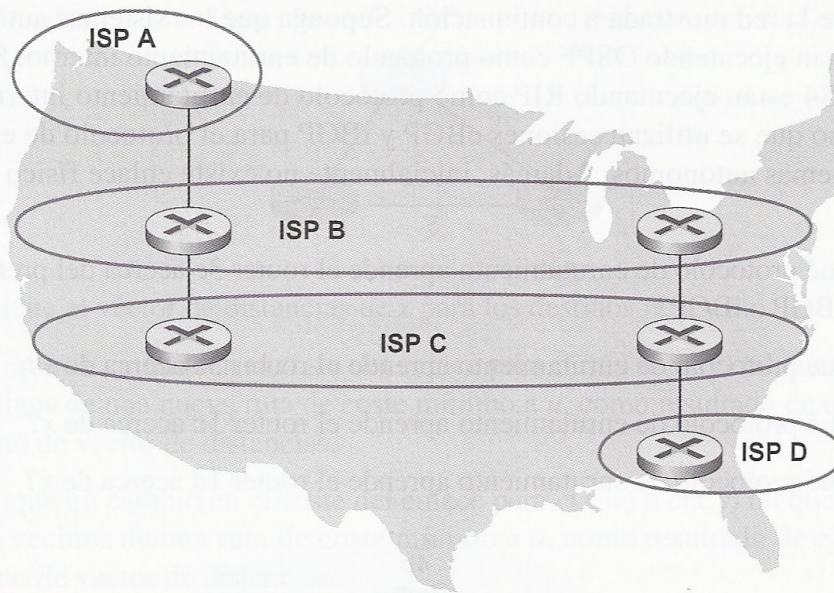
- ¿De qué protocolo de enrutamiento aprende el router 3c acerca del prefijo x : OSPF, RIP, eBGP o iBGP?
- ¿De qué protocolo de enrutamiento aprende el router 3a acerca de x ?
- ¿De qué protocolo de enrutamiento aprende el router 1c acerca de x ?
- ¿De qué protocolo de enrutamiento aprende el router 1d acerca de x ?



36. Continuando con el problema anterior, una vez que el router 1d aprende acerca de x incluirá una entrada (x, I) en su tabla de reenvío.

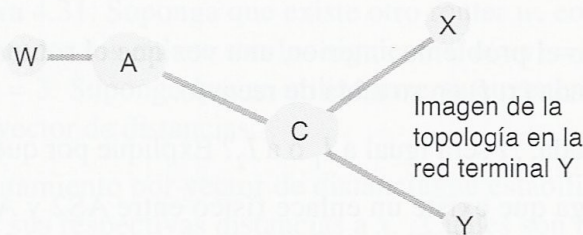
- Para esta entrada, ¿ I será igual a I_1 o a I_2 ? Explique por qué en una frase.
- Ahora suponga que existe un enlace físico entre AS2 y AS4 (mostrado mediante una línea de puntos en la figura). Suponga que el router 1d aprende que x es accesible a través de AS2 y de AS3. ¿ I será igual a I_1 o a I_2 ? Explique por qué en una frase.
- Ahora suponga que existe otro sistema autónomo AS5, que conecta la ruta entre AS2 y AS4 (no se muestra en el diagrama). Suponga que el router 1d aprende que x es accesible a través de AS2 AS5 AS4, así como de AS3 AS4. ¿ I será igual a I_1 o a I_2 ? Explique por qué en una frase.

37. Considere la red mostrada en la primera figura de la página siguiente. El ISP B proporciona un servicio troncal nacional al ISP A regional. El ISP C ofrece un servicio troncal nacional al ISP D regional. Cada ISP consta de un sistema autónomo. Los pares B y C se comunican entre sí por dos puntos utilizando BGP. Considere el tráfico que va de A a D. B preferiría manipular dicho tráfico hacia C por el enlace de



la Costa Oeste (de modo que C tendría que absorber el coste de transportar el tráfico a través del país), mientras que C preferiría obtener ese tráfico a través del enlace con B de la Costa Este, en cuyo caso B tendría que transportar el tráfico a través del país. ¿Qué mecanismo BGP podría utilizar C para que B llevara el tráfico de A-a-D al punto de contacto de la Costa Este? Para responder a esta pregunta, tendrá que ahondar en la especificación de BGP.

- P38. En la Figura 4.42, considere la información de rutas que llega a las redes terminales (*stub*) W, X y Y. Basándose en la información disponible en W y X, ¿cuáles son sus respectivas imágenes de la topología de la red? Justifique su respuesta. La imagen de la topología en Y se muestra a continuación.



- P39. Considere la Figura 4.42. B nunca reenviaría tráfico destinado a Y a través de X basándose en el enrutamiento BGP. Pero existen algunas aplicaciones muy populares en las que los paquetes de datos se dirigen primero a X y luego fluyen hacia Y. Identifique una de tales aplicaciones y describa cómo los paquetes de datos siguen una ruta que no ha sido determinada por el enrutamiento BGP.
- P40. En la Figura 4.42, suponga que existe otra red terminal V que es un cliente del ISP A. Suponga que B y C tienen una relación de pares y que A es cliente tanto de B como de C. Suponga también que A preferiría que el tráfico destinado a W procediera sólo de B, y que el tráfico destinado a V procediera de B o de C. ¿Cómo podría anunciar A sus rutas a B y C? ¿Qué rutas del sistema autónomo recibe C?

- P41. Considere la red de siete nodos (con los nodos etiquetados de t a z) del Problema P4. Demuestre que el árbol de coste mínimo con raíz en z incluye (como hosts terminales) los nodos u , v , w y y . Demuestre informalmente que este árbol es un árbol de coste mínimo.
- P42. Considere los dos métodos básicos identificados para llevar a cabo la difusión por emulación de unidifusión y basada en la capa de red (es decir, con ayuda de los routers) y suponga que se utiliza la difusión por árbol de recubrimiento para realizar dicha comunicación en la capa de red. Considere un único emisor y 32 receptores. Suponga que el emisor está conectado a los receptores mediante un árbol binario de routers. Para esta topología, ¿cuál es el coste de enviar un paquete de difusión en los casos de difusión por emulación de unidifusión y basada en la capa de red? Aquí, cada vez que se envía un paquete (o una copia de un paquete) a través de un único enlace se añade una unidad de coste. ¿Qué topología de interconexión entre el emisor, los receptores y los routers hará que se diferencien lo máximo posible el coste de la emulación de unidifusión y el de la verdadera difusión basada en la capa de red? Puede seleccionar tantos routers como desee.
- P43. Considere la operación del algoritmo de reenvío de camino inverso (RPF) utilizado en la Figura 4.44. Utilizando la misma topología, determine un conjunto de rutas desde todos los nodos al nodo de origen A (e indique estas rutas en un grafo utilizando líneas sombreadas más gruesas como en la Figura 4.44), tal que si esas rutas fueran las rutas de coste mínimo, entonces el nodo B recibiría una copia del mensaje de difusión de A procedente de los nodos A , C y D bajo RPF.
- P44. Considere la topología mostrada en la Figura 4.44. Suponga que todos los enlaces tienen un coste unitario y que el nodo E es el origen de las comunicaciones por difusión. Utilizando flechas como las mostradas en la Figura 4.44, indique los enlaces por los que se reenviarán los paquetes utilizando RPF y los enlaces por los que los paquetes no serán reenviados, dado que el nodo E es el origen.
- P45. Repita el Problema P44 utilizando el grafo del Problema P24. Suponga que z es el origen de la difusión y que los costes de los enlaces son los mostrados en el Problema P22.
- P46. Considere la topología mostrada en la Figura 4.46 y suponga que cada enlace tiene un coste igual a la unidad. Suponga que se elige el nodo C como el nodo central de un algoritmo de enrutamiento por multidifusión basado en un nodo central. Suponiendo que cada router conectado utiliza su ruta de coste mínimo hacia el nodo C para enviar mensajes de unión a C , dibuje el árbol de enrutamiento basado en un nodo central resultante. ¿Es el árbol resultante el árbol de coste mínimo? Justifique su respuesta.
- P47. Repita el Problema P46 utilizando el grafo del Problema P24. Suponga que el nodo central es el nodo v .
- P48. En la Sección 4.5.1 hemos estudiado el algoritmo de enrutamiento de estado de enlaces de Dijkstra para calcular las rutas de unidifusión que son, individualmente, las rutas de coste mínimo desde el origen hacia todos los destinos. Podría pensarse que la unión de estas rutas dará como resultado un **árbol de rutas de unidifusión de coste mínimo** (o un árbol de rutas de unidifusión más cortas, si todos los costes de los enlaces son idénticos). Construyendo un contraejemplo, demuestre que el árbol de la ruta de coste mínimo *no* siempre es igual que el árbol de recubrimiento mínimo.

- P49. Considere una red en la que todos los nodos están conectados a otros tres nodos. En un único intervalo de tiempo, un nodo puede recibir todos los paquetes de difusión transmitidos desde sus vecinos, duplicar los paquetes y enviarlos a cada uno de sus vecinos (excepto al nodo que envió un paquete concreto). En el siguiente intervalo de tiempo, los nodos vecinos puede recibir, duplicar y reenviar estos paquetes, y así sucesivamente. Suponga que se utiliza la técnica de inundación no controlada para proporcionar comunicación por difusión en una red así. En el intervalo de tiempo t , ¿cuántas copias del paquete de difusión se transmitirán, suponiendo que durante el intervalo de tiempo 1 el nodo de origen transmitió un único paquete de difusión a sus tres vecinos?
- P50. Hemos visto en la Sección 4.7 que no existe ningún protocolo de la capa de red que se pueda utilizar para identificar a los hosts que participan en un grupo de multidifusión. Sabiendo esto, ¿cómo pueden aprender las aplicaciones de multidifusión las identidades de los hosts que están participando en un grupo de multidifusión?
- P51. Diseñe (proporcione el pseudocódigo) para un protocolo del nivel de aplicación que mantenga las direcciones de host de todos los host participantes en un grupo de multidifusión. Identifique específicamente el servicio de red (unidifusión o multidifusión) que vaya a utilizar su protocolo e indique si su protocolo está enviando mensajes en banda o fuera de banda (con respecto al flujo de datos de aplicación entre los participantes del grupo de multidifusión) y por qué.
- P52. ¿Cuál es el tamaño del espacio de direcciones de multidifusión? Suponga ahora que dos grupos de multidifusión seleccionan aleatoriamente una dirección de multidifusión. ¿Cuál es la probabilidad de que elijan la misma dirección? Suponga que 1.000 grupos de multidifusión están activos al mismo tiempo y seleccionan sus direcciones de grupo de multidifusión aleatoriamente. ¿Cuál es la probabilidad de que interfieran entre sí?

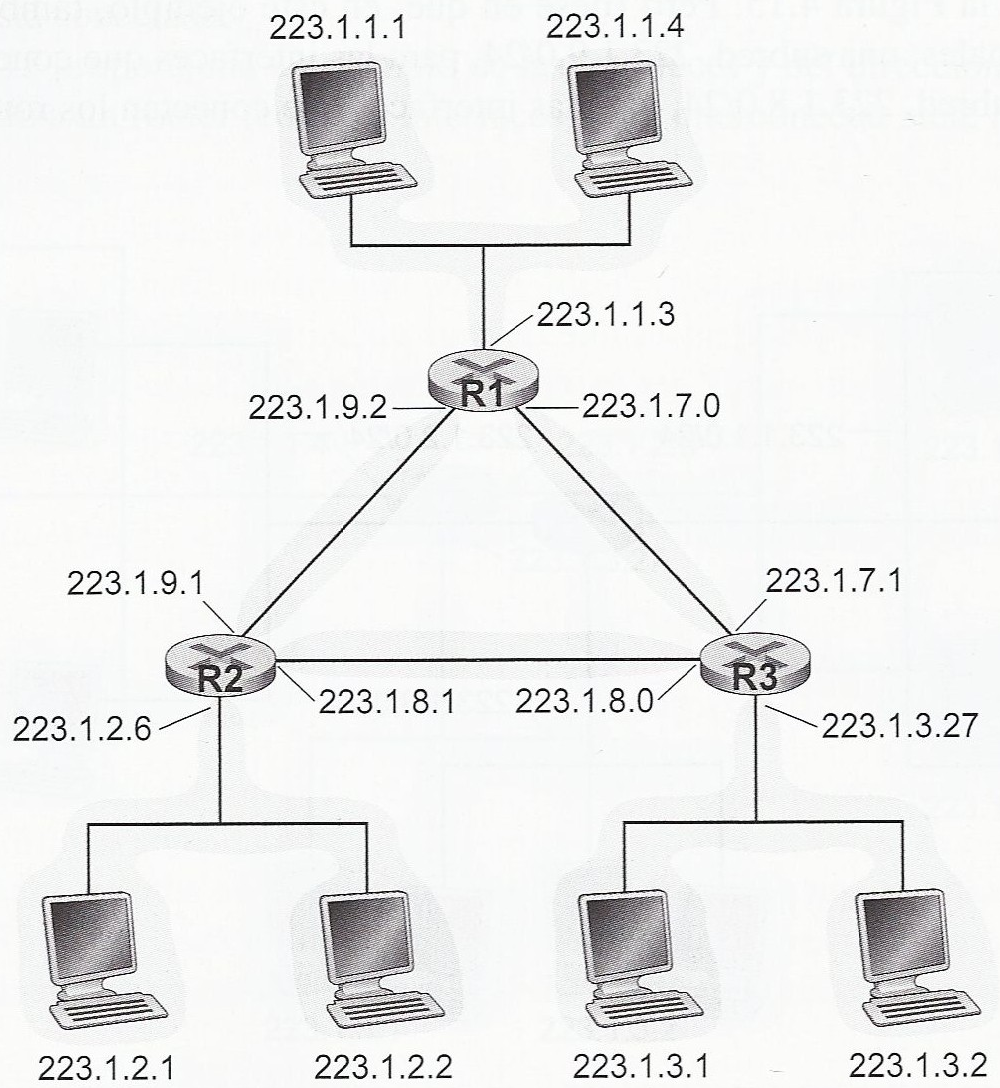


Figura 4.17 • Tres routers que interconectan seis subredes.

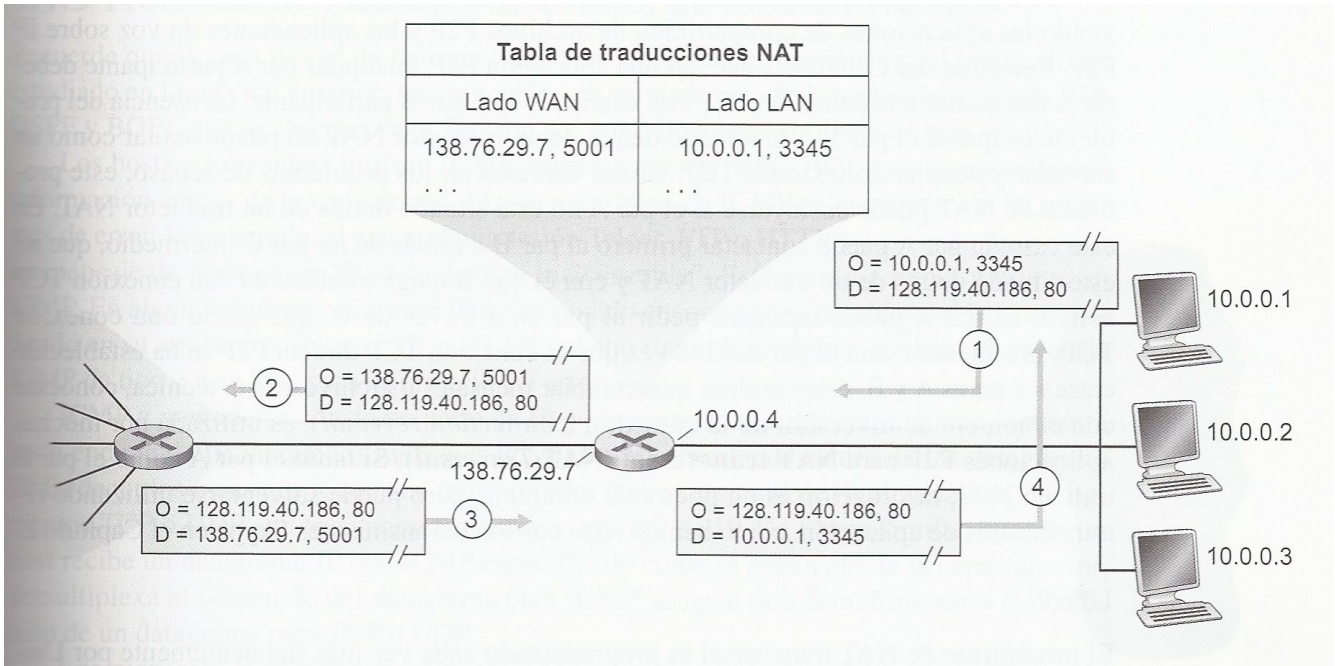


Figura 4.22 • Traducción de direcciones de red.

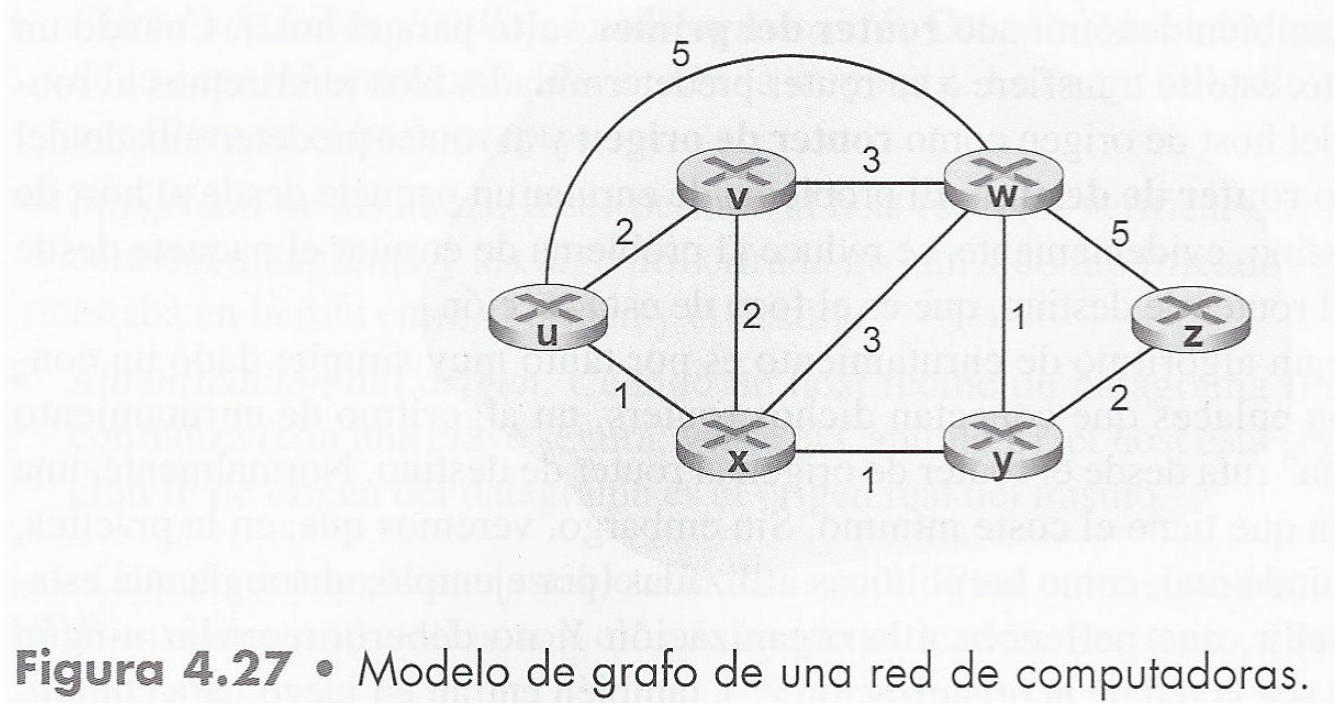
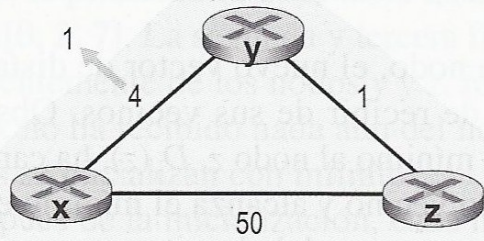
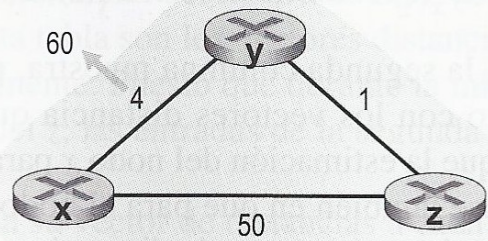


Figura 4.27 • Modelo de grafo de una red de computadoras.

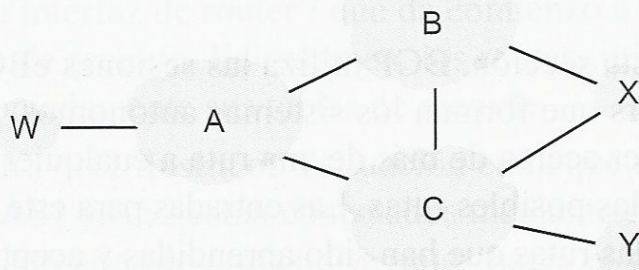


a.



b.

Figura 4.31 • Cambios en el coste del enlace.

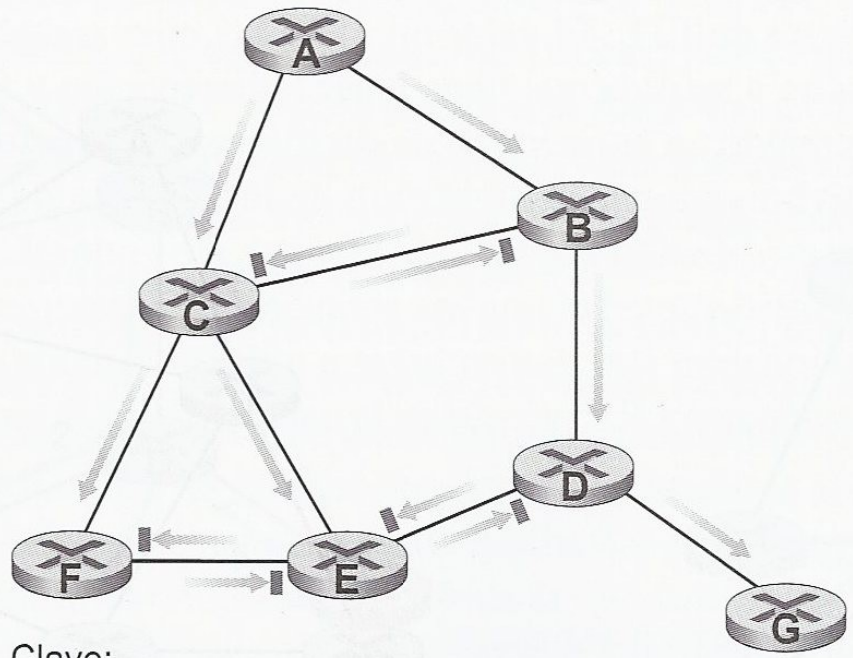


Clave:

Red del proveedor

Red de cliente

Figura 4.42 • Un escenario BGP simple.

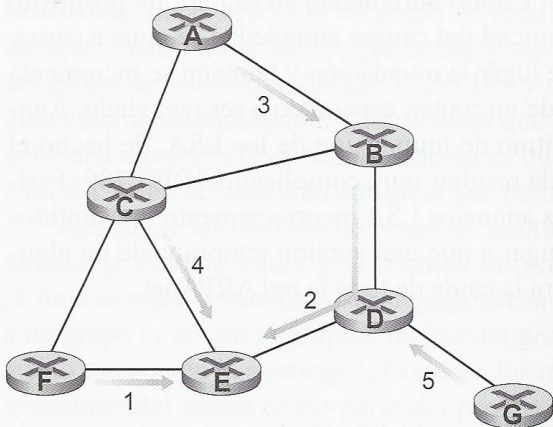


Clave:

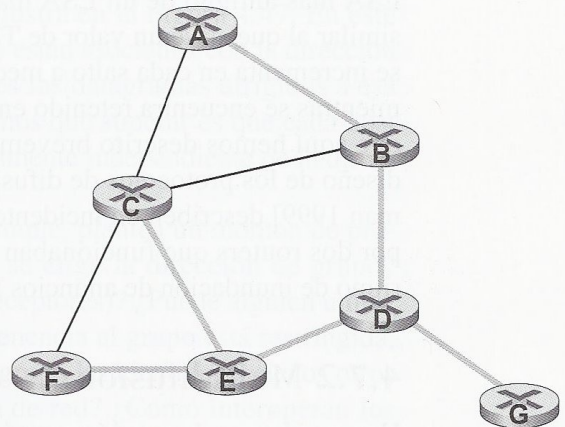
→ paquete que se reenviará.

→ (dashed) paquete no reenviado más allá del router receptor.

Figura 4.44 • Reenvío por el camino inverso.



a. Construcción paso a paso del árbol de recubrimiento.



b. Árbol de recubrimiento reconstruido.

Figura 4.46 • Construcción de un árbol de recubrimiento basada en un nodo central.