

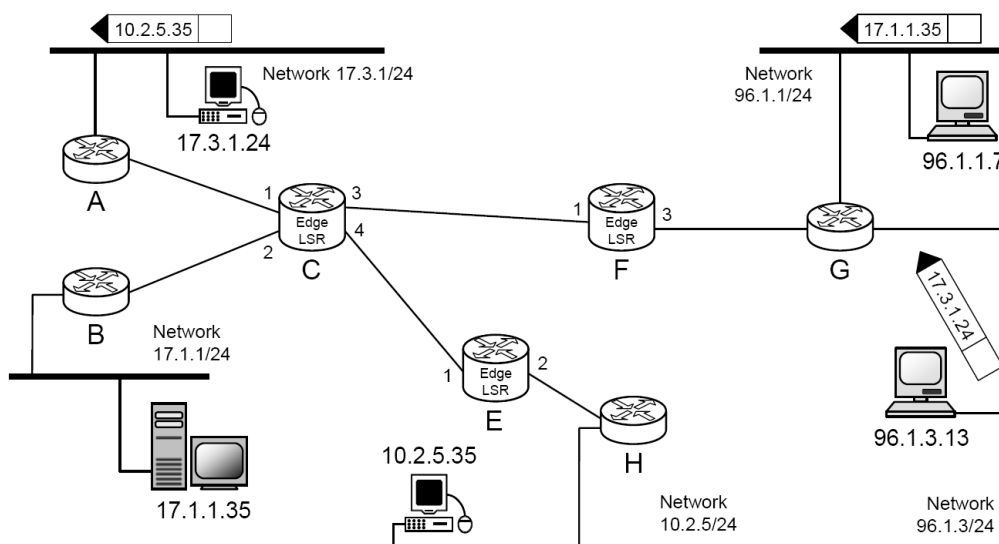


SISTEMAS DE CONMUTACIÓN

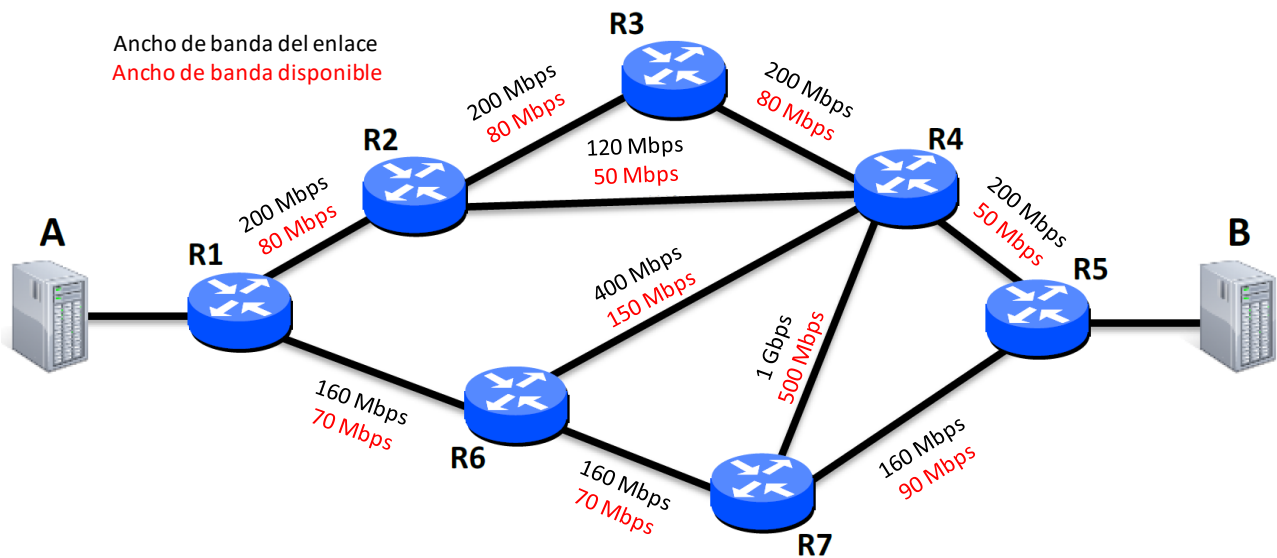
Ejercicios Tema 5

1. Consider the network in the figure below with the hosts attached. (Routers C, E, and F are MPLS-capable.) Assume that the network starts in the initial state, where all IP routing tables are already built, but LFIBs (label forwarding information bases) are empty. Now assume that three hosts start sending data, first host 96.1.1.7 sends a packet to host 17.1.1.35, then host 17.3.1.24 sends a packet to 10.2.5.35, and finally 96.1.3.13 sends a packet to 17.3.1.24. Assume that all LSPs (label switched paths) will be built based on the shortest paths found by the IP routing protocols and that the FECs (forwarding equivalence classes) will be determined only based on the destination IP addresses. Also assume that LSRs distribute labels on demand, and the label request is triggered by an edge LSR receiving a datagram destined to a FEC that does not have an associated LSP.

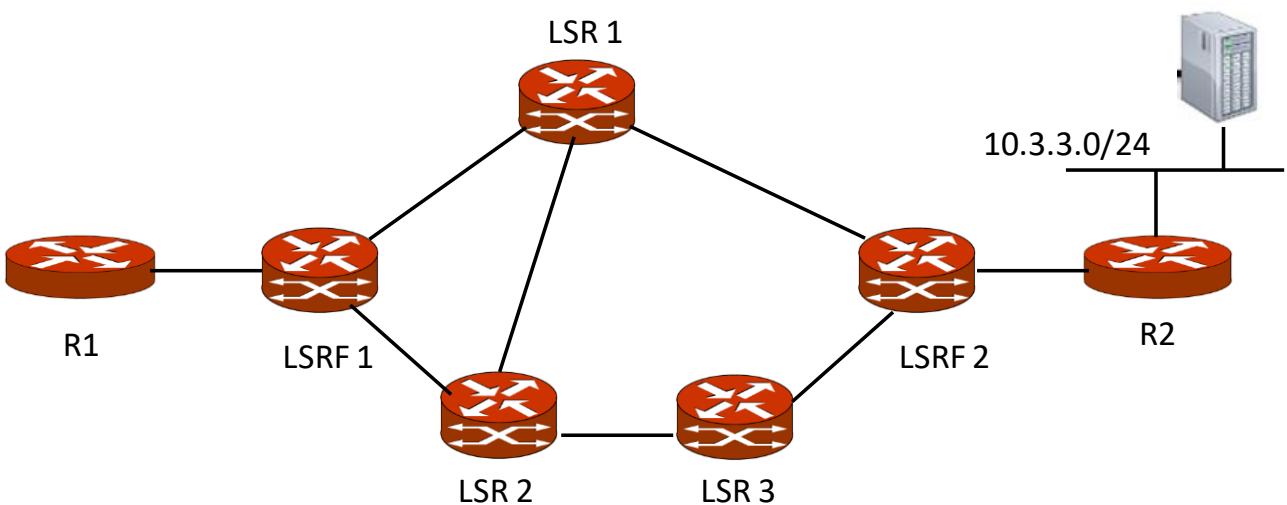
- 1) Show step-by-step how LSPs will be built and what will be the entries of the LFIBs for MPLS-capable routers.
- 2) For every instance of packet forwarding, indicate whether an LFIB or an ordinary IP forwarding table will be used to forward the packet. In case of LFIB-based forwarding, show the packet's MPLS label value.
- 3) What is the minimum number of FECs and what is the minimum number of LSPs that needs to be set up?



2. Suponga que tiene una red troncal MPLS como la de la figura, en la que se representa el ancho de banda de cada enlace y el ancho de banda disponible en cada enlace. Suponga que se quiere establecer un túnel TE entre el router R1 y el router R5 para los casos indicados abajo. Calcule la ruta seguida por este túnel mediante la aplicación del algoritmo CSPF. Suponga para el cálculo del coste TE de cada enlace que se usa un ancho de banda de referencia de 1Gbps, por lo que el coste TE será igual a 1Gbps dividido entre el ancho de banda del enlace.
- El ancho de banda solicitado para el túnel es 30Mbps.
 - El ancho de banda solicitado para el túnel es 60Mbps



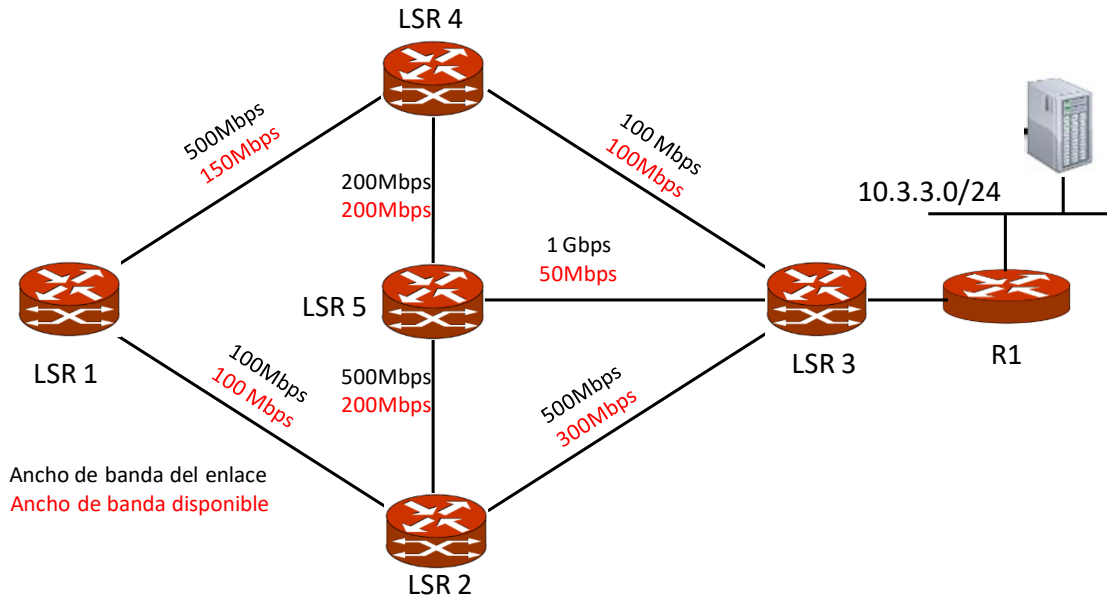
3. Suponga la red de la figura compuesta de una red troncal MPLS con cinco LSRs, siendo dos de ellos LSRs frontera. Suponga además que el LSR frontera LSRF 2 acaba de aprender una nueva ruta a la subred 10.3.3.0/24 gracias a la señalización de un protocolo de encaminamiento (p.ej. OSPF). Describa los pasos seguidos por el protocolo de señalización LDP en el proceso de anuncio de etiquetas de la nueva ruta aprendida por el LSRF 2. Suponga que la red MPLS está configurada en modo "Downstream Unsolicited" en modo liberal.



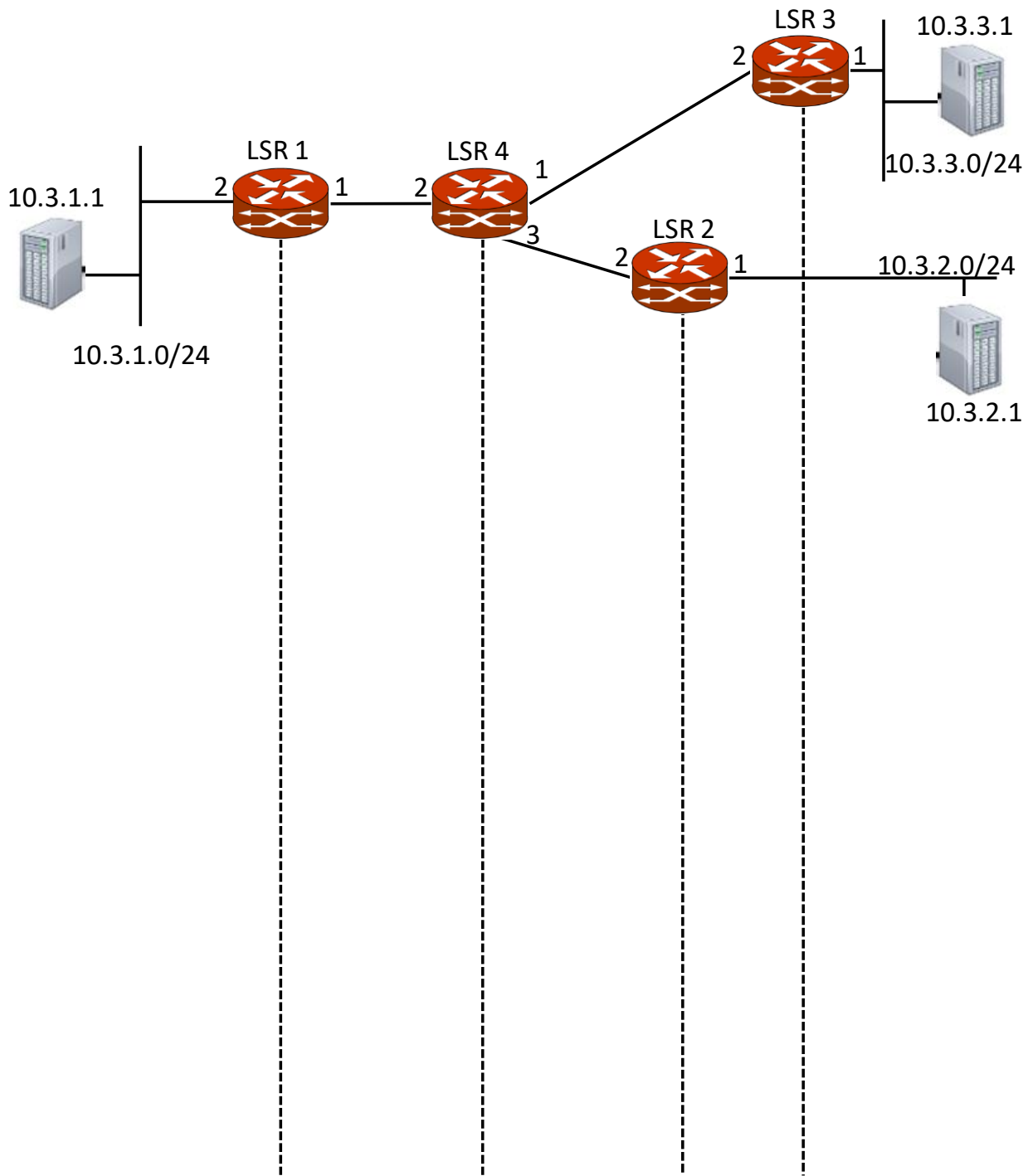
4. Suponga que tiene una red troncal MPLS compuesta de 5 LSRs como la de la figura. En dicha figura se representa el ancho de banda de cada enlace y el ancho de banda disponible en cada enlace para el nivel

de prioridad 0. Suponga que se quiere establecer un túnel TE de nivel de prioridad 0 con un ancho de banda de 100Mbps entre el LSR 1 y el LSR3 para la FEC 10.3.3.0/24.

- Calcule la ruta seguida por este túnel mediante la aplicación del algoritmo CSPF. Suponga para el cálculo del coste TE de cada enlace que se usa un ancho de banda de referencia de 1Gbps, por lo que el coste TE será igual a 1Gbps dividido entre el ancho de banda del enlace.
- Represente gráficamente en la figura los mensajes empleados por el protocolo RSVP-TE para establecer el túnel TE así como el orden en que se envían dichos mensajes. Adicionalmente indique las tablas LFIB de los LSRs implicados en el túnel.



- Suponga que tiene una red troncal MPLS compuesta de 4 LSRs como la de la figura. Asuma que las tablas de encaminamiento IP están ya creadas, pero que las tablas de reenvío MPLS están vacías. Suponga que se usa LDP con modo de distribución de etiquetas bajo demanda. Suponga que la solicitud de una etiqueta se dispara cuando un LSR frontera recibe un datagrama perteneciente a una FEC para la no existe un LSP establecido. Ahora, suponga que la estación 10.3.3.1 envía un datagrama a la estación 10.3.1.1, posteriormente la estación 10.3.3.1 envía un datagrama a la estación 10.3.2.1, y finalmente la estación 10.3.2.1 envía un datagrama a la estación 10.3.1.1.
 - Muestre paso a paso la secuencia de mensajes intercambiados en la red. Indique la FEC y la etiqueta asociadas a los mensajes LDP correspondientes. Para ello, utilice el diagrama de líneas discontinuas bajo la figura.
 - Indique el estado de las tablas LFIB y FIB de los LSRs tras el envío de los mensajes. Para ello, haga uso de las tablas indicadas abajo. Indique para cada datagrama enviado si se hace reenvío IP o MPLS en cada uno de los LSR.
 - ¿Cuál es el número mínimo de entradas en la tabla LFIB del LSR1? ¿Por qué?



LFIB LSR1				
Puerto de Entrada	Etiqueta de entrada	Operación	Puerto de salida	Etiqueta de entrada

LFIB LSR2				
Puerto de Entrada	Etiqueta de entrada	Operación	Puerto de salida	Etiqueta de entrada

LFIB LSR3				
Puerto de Entrada	Etiqueta de entrada	Operación	Puerto de salida	Etiqueta de entrada

LFIB LSR4				
Puerto de Entrada	Etiqueta de entrada	Operación	Puerto de salida	Etiqueta de entrada

FIB LSR1			
Subred destino	Máscara	Puerto de salida	

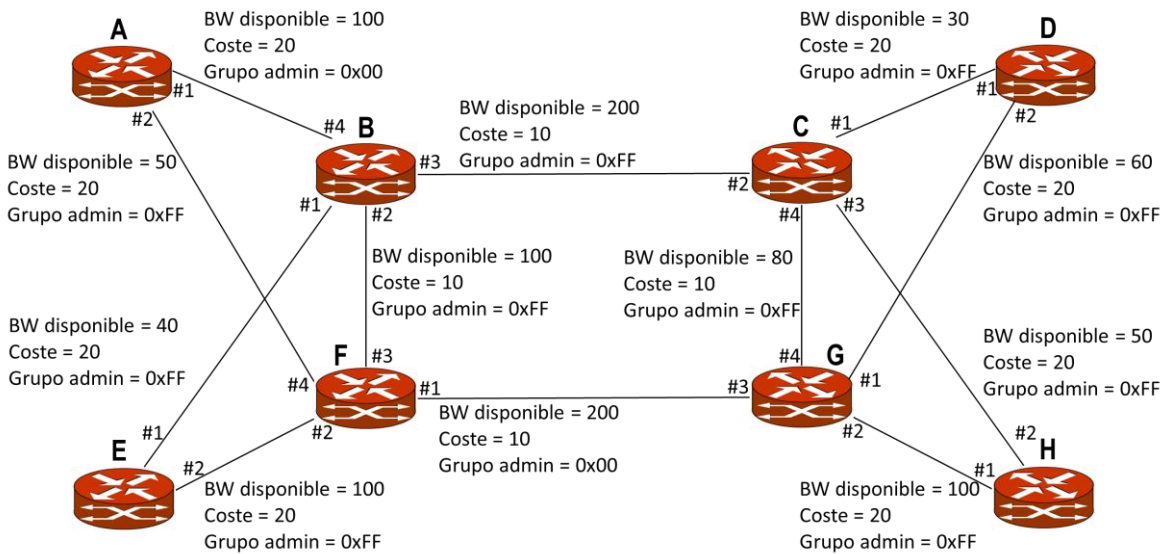
FIB LSR2			
Subred destino	Máscara	Puerto de salida	

FIB LSR3			
Subred destino	Máscara	Puerto de salida	

FIB LSR4			
Subred destino	Máscara	Puerto de salida	

6. Suponga que tiene una red troncal MPLS como la de la figura. En dicha figura se representa el ancho de banda disponible en cada enlace para el nivel de prioridad 0, el coste TE de cada enlace, y los bits del grupo administrativo. Suponga que se quiere establecer un LSP de nivel de prioridad 0 con un ancho de banda de 50Mbps y con un valor del grupo administrativo 0xFF entre el LSR E y el LSR H para una FEC dada.
- Calcule la ruta seguida por este túnel mediante la aplicación del algoritmo CSPF.
 - Represente gráficamente en la figura los mensajes empleados por el protocolo RSVP-TE para establecer el túnel TE así como el orden en que se envían dichos mensajes. Adicionalmente indique las tablas LFIB de los LSRs implicados en el túnel.

Base de Datos de Topología TE



7. Considere la red troncal MPLS de la figura, en la que se representa el ancho de banda de cada enlace. Inicialmente, en $t=0$, el ancho de banda disponible en cada enlace para todos los niveles de prioridad es el máximo posible. Considere que el valor 0 corresponde al nivel de prioridad más alta. Suponga que se desean establecer varios túneles TE entre el router R1 y R7 en diferentes instantes temporales y con diferentes prioridades y necesidades de ancho de banda. Suponga además que el coste TE de cada enlace se calcula considerando un ancho de banda de referencia de 10 Gbps, de forma que el coste TE será igual al número entero obtenido tras truncar el resultado de dividir 10 Gbps entre el ancho de banda del enlace. Mediante la aplicación del algoritmo CSPF, calcule:
- La ruta de un túnel que se establece en $t=1$ con nivel de prioridad 3 y un ancho de banda solicitado para el túnel de 200 Mbps.
 - La ruta de un túnel que se establece en $t=2$ con nivel de prioridad 5 y un ancho de banda solicitado para el túnel de 150 Mbps.

