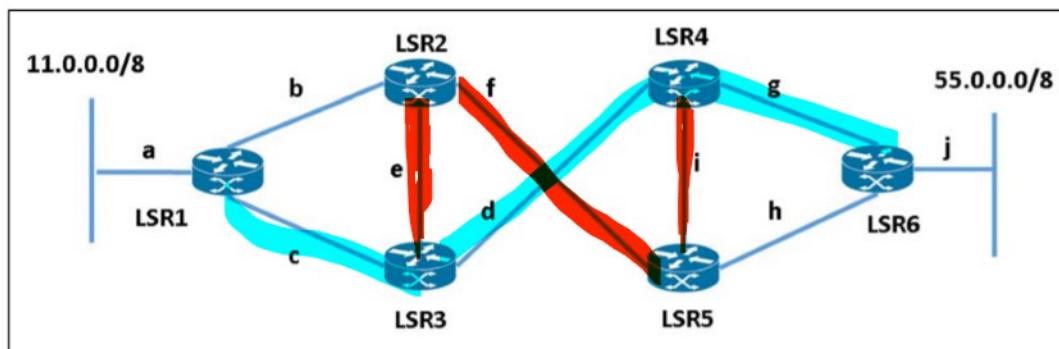


**EJERCICIO 2. Puntuación: 3 puntos. Tiempo estimado: 15 minutos**

- a) La siguiente figura representa una red MPLS - IP, donde existen los comutadores LSR denominados: LSR1, LSR2, LSR3, LSR4, LSR5 y LSR6. Considere en todo el ejercicio que los paquetes que atraviesan la red en ambos sentidos, corresponden a las subredes 11.0.0.0/8 y 55.0.0.0/8. **La red aplica PHP (Penultimate Hop Popping).**



Los LSR están configurados para asignar etiquetas en los rangos siguientes:

LSR	Etiquetas
1	100-199
2	200-299
3	300-399
4	400-499
5	500-599
6	600-699

**NOTA.** Si necesita asignar etiquetas en los LSR de alguno de los ejercicios propuestos, deberán corresponder a etiquetas libres dentro del rango correspondiente a cada LSR.

Las tablas de los comutadores MPLS tienen, entre otros, los siguientes contenidos:

LSR1	LSR2	LSR3
To: 55.0.0.0/8 → c, push (335)	201 → f, swap (501) 301 → d, pop	335 → d, swap (445) 335 → e, swap (445) push (201)
To: 55.0.0.0/8 → a		

LSR4	LSR5	LSR6
445 → g, pop () 401 → d, swap (301)	501 → i, pop	salida IP → j To 11.0.0.0/8 → g, push (401)

APELLIDOS: **Solución**

NOMBRE:

DNI:

Se pide:

- 2.a) A partir del contenido de las tablas, identifique los LSP existentes indicando la secuencia de nodos que atraviesan. ¿Cuáles son los LSRs "egress" e "ingress" de estos LSP? **(0,5 puntos)**

$\text{Ingress} \rightarrow \text{LSR1}$      $\text{LSR1} \rightarrow \text{LSR3} \rightarrow \text{LSR4} \rightarrow \text{LSR6}$   
 $\text{Egress} \rightarrow \text{LSR6}$

- 2.b) Rellenar las operaciones necesarias, en cada LSR, para el flujo de datos para la FEC 11.0.0.0/8, sabiendo que comparten el mismo camino que la FEC 55.0.0.0/8. **(0,5 puntos)**

CONTESTAR EN LA TABLA DE ROUTERS DEL ENUNCIADO

- 2.c) El enlace "d" tiene configurada una protección ante posibles caídas, con un túnel definido por LSR3-LSR2-LSR5-LSR4.

Indique qué modificaciones habría que hacer en las tablas de los LSR implicados para incluir dicha protección. Se pone como condición adicional que el LSR de salida no puede hacer dos pop seguidos sobre el mismo paquete MPLS. Elija las etiquetas que considere oportunas en cada LSR, siguiendo las indicaciones del enunciado. Ponga especial atención a la elección de la etiqueta más interna con la que viajarán los paquetes por el túnel, de forma que no haya que modificar el contenido de la tabla del nodo de salida que se proporciona y que se use la misma regla de la tabla del nodo de salida utilizada por el LSP que atraviesa el enlace sin proteger. **(2 puntos)**

CONTESTAR EN LA TABLA DE ROUTERS DEL ENUNCIADO

#### ANEXO

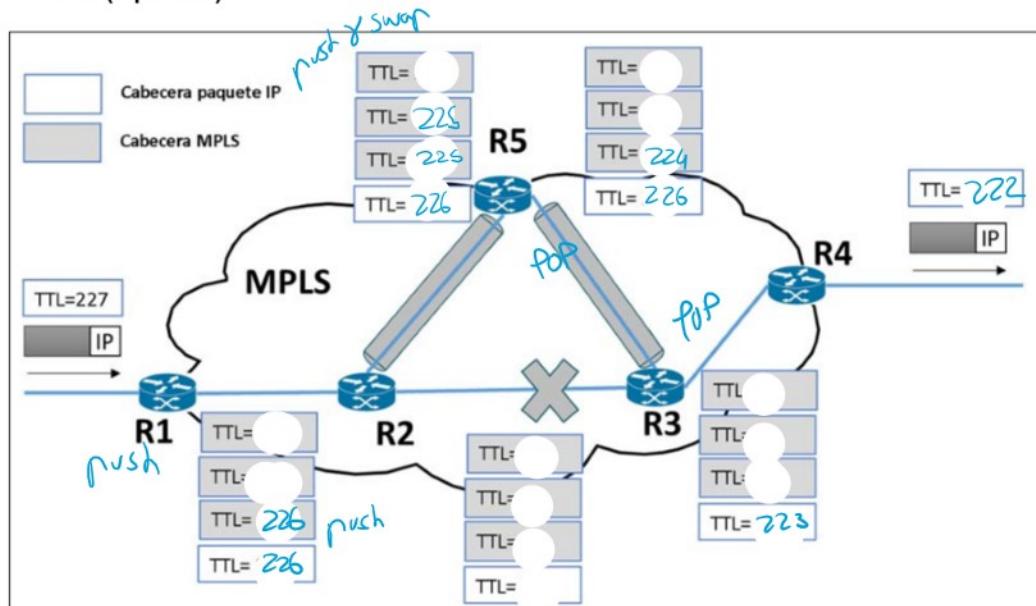
El significado de las expresiones en estas tablas es el que sigue:

Operación	Descripción
FEC → enlace, push(xx)	Al recibir paquete que pertenece a la "FEC" realizar la operación push con el valor "xx" y reenviar por "enlace"
valor → enlace, swap(xx)	Al recibir paquete con "valor" de etiqueta, realizar la operación swap con el valor "xx" y reenviar por "enlace".
valor → enlace, swap(xx) & push(yy)	Al recibir un paquete con "valor" de etiqueta, realizar la operación swap con el valor "xx" y la operación push con el valor "yy", luego reenviar por "enlace".
valor → pop	Al recibir un paquete con "valor" de etiqueta, quitar la etiqueta y reenviar por "enlace".
Si <condición>: <expresión>	Si y sólo si se da la <condición> se ejecuta la <expresión>, donde <expresión> puede ser cualquiera de las reglas anteriores
valor → enlace, pop	Al recibir un paquete con "valor" de etiqueta, quitar la etiqueta y reenviar por "enlace"

**EJERCICIO 3. Puntuación: 3 puntos. Tiempo estimado: 10 minutos**

- a) Describir los campos del “Shim Header” de MPLS, así como la longitud de cada uno de ellos. (0,5 puntos)

- b) La siguiente topología muestra una red MPLS con protección de enlace **R2 <-> R3**. Sabiendo que el **LSP** antes del fallo era **R1->R2->R3->R4** y considerando el túnel mostrado en el dibujo para la protección del enlace, calcule los valores de **TTL** de la cabecera IP y **MPLS** en cada enlace. Los valores de **TTL** que no estén definidos, márquelos con una **X**. Aplicar **PHP** en la red. (2 puntos)



- c) Describa qué efecto tendría en la red si el valor del TTL del paquete IP de entrada fuera TTL=3. Razone la respuesta. (0,5 puntos)

*R5 lo descarta.*

APELLIDOS: Solución

NOMBRE: DNI:

**EJERCICIO 4. Puntuación: 2 puntos. Tiempo estimado: 10 minutos**

(Por pregunta, acierto: +0,2 puntos; fallo: -0,1 puntos; no contestada: 0 puntos)

<b>Preguntas</b>	
1. Indicar cuál de los siguientes protocolos permiten <b>Traffic Engineering</b> en una red MPLS	
<input checked="" type="checkbox"/>	A RSVP-TE
<input type="checkbox"/>	B PHP
<input type="checkbox"/>	C Todos ellos
<input type="checkbox"/>	D CEF
<input type="checkbox"/>	E MPLS VPN
2. RSVP utiliza el mensaje [<.....>::=<LABEL_REQUEST>] para establecer un túnel <b>LSP</b> en <b>MPLS</b> .	
<input type="checkbox"/>	A Discovery Message
<input type="checkbox"/>	B Session Message
<input checked="" type="checkbox"/>	C PATH Message
<input type="checkbox"/>	D Keepalive Message
<input type="checkbox"/>	E RESV Message
3. La configuración de un túnel MPLS se inicia desde el <b>LSR</b> donde se define el nodo cabecera del <b>LSP</b> enviando " <b>RESV messages</b> " al nodo <b>LSR</b> final del túnel <b>LSP</b> .	
<input type="checkbox"/>	A Verdadero
<input checked="" type="checkbox"/>	B Falso
4. El mensaje <b>RSVP</b> que incluye el objeto < <b>EXPLICIT_ROUTE</b> > es:	
<input type="checkbox"/>	A Discovery Message
<input type="checkbox"/>	B Session Message
<input checked="" type="checkbox"/>	C PATH Message
<input type="checkbox"/>	D Keepalive Message
<input type="checkbox"/>	E RESV Message
5. El protocolo <b>RSVP</b> utiliza el método de distribución de etiquetas :	
<input type="checkbox"/>	A UD (Unsolicited Downstream)
<input checked="" type="checkbox"/>	B DoD (Downstream-on-Demand)
<input type="checkbox"/>	C Ni A ni B son válidos
<input type="checkbox"/>	D A y B son válidos
6. Identificar qué mensaje corresponde al protocolo <b>RSVP</b> :	
<input type="checkbox"/>	A REQS Tear
<input checked="" type="checkbox"/>	B RESV Error
<input type="checkbox"/>	C REQS Error
<input type="checkbox"/>	D RESV Tear



# Diciembre 2018

<b>SEÑALIZACIÓN Y COMMUTACIÓN</b> Curso 2018/2019. Evaluación continua Examen Tema 3 MPLS - (10 de diciembre 2018)	
<b>APELLIDOS: SOLUCIÓN</b>	
NOMBRE:	DNI:

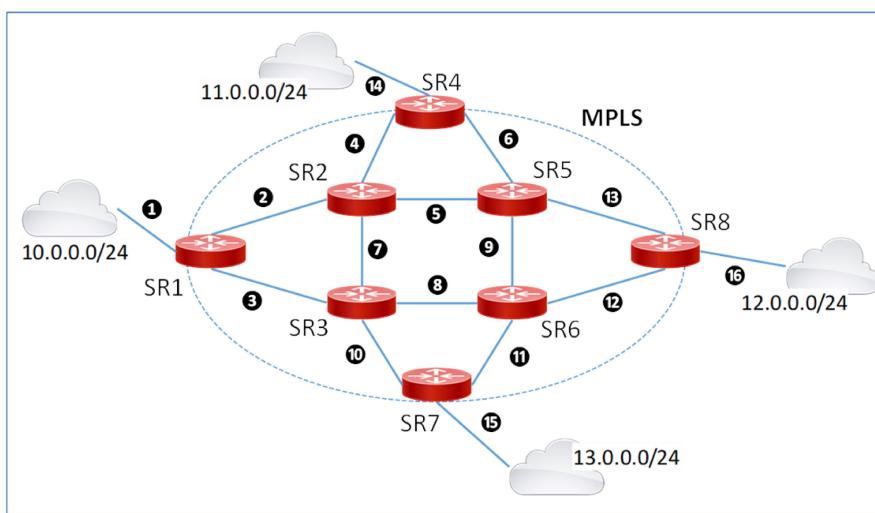
**Duración 45 minutos. La fecha, hora y lugar de revisión se han publicado en Moodle.**

**EJERCICIO 1. Puntuación: 2 puntos. Tiempo estimado: 9 minutos**

Describa las ventajas de una red MPLS sobre otro tipo de redes

**EJERCICIO 2. Puntuación: 4 puntos. Tiempo estimado: 20 minutos**

La siguiente figura representa una red MPLS - IP, donde existen los conmutadores LSR denominados: SR1, SR2, SR3, SR4, SR5, SR6, SR7 y SR8. Considere en todo el ejercicio que los paquetes que atraviesan la red en ambos sentidos, corresponden a las subredes 10.0.0.0/24, 11.0.0.0/24, 12.0.0.0 /24 y 13.0.0.0/24.



Suponga que las tablas de los conmutadores MPLS tienen, entre otros, los siguientes contenidos (ver anexo A) y que las tablas de rutas están adecuadamente configuradas:

SR1	SR2	SR3	SR4
11.0.0.0/24 → 2, push (23)	23 → 4, swap (43)	34 → 8, swap (62)	
12.0.0.0/24 → 3, push (34)	24 → 2,swap (16)	24 → 2,swap (16)	
16 → pop			43 → pop

SR5	SR6	SR7	SR8
57 → 5, swap (24)	62 → 12, swap (81)		10.0.0.0/24 → 13, push (57)
			81 → pop

Se pide:

- 2.a)** A partir del contenido de las tablas, identifique los LSP existentes indicando la secuencia de nodos que atraviesan (**1 punto**)

- 2.b)** Se desea proteger el LSP que atraviesa el enlace “8”, ante posibles caídas de dicho enlace, con un túnel definido por SR3-SR7-SR6, siendo SR3 el nodo ingress y SR6 el egress. Indique qué modificaciones habría que hacer en las tablas de los LSR implicados. Se pone como condición adicional que el egress LSR no puede hacer dos pop seguidos sobre el mismo paquete MPLS. Elija las etiquetas que considere oportunas, pero ponga especial atención a la elección de la etiqueta más interna con la que viajarán los paquetes por el túnel, de forma que no haya que modificar el contenido de la tabla del nodo egress que se proporciona y que se use la misma regla de la tabla del nodo egress utilizada por el LSP que atraviesa el enlace sin proteger. (**1 punto**)

**SEÑALIZACIÓN Y CONMUTACIÓN**

 Curso 2018/2019. Evaluación continua  
 Examen Tema 3 MPLS - (10 de diciembre 2018)

APELLIDOS:

NOMBRE:

DNI:

2c) Describir los campos que conforman una etiqueta MPLS, así como la longitud de cada uno de ellos **(1 punto)**



2.d) Teniendo en cuenta los campos de la etiqueta MPLS descritos en apartado anterior, completar los valores de los campos indicados en el siguiente dibujo, correspondientes a las tramas Ethernet en los enlaces **⑧** y **⑯** generadas en la red para transmitir el siguiente paquete, el cual, le ha llegado a SR1 desde la subred 10.0.0.0/24:

**IP Dest.: 12.0.0.155 ; ToS: 5 ; TTL: 15**

**Nota.-** Todos los routers están conectados mediante enlaces Ethernet.

El enlace 8 está operativo.

Las etiquetas que no considere necesarias o no existan, márquelas con "XXXXX"

Los valores Cabecera L2 y CRC no han de completarse.

Respecto a los valores de la cabecera de los paquetes IP, únicamente incluya los valores del **ToS, TTL y dirección IP destino (DA:IP)**. **(1 punto)**

Enlace	Cabecera L2	Etiqueta(s) MPLS	... ToS ...	... TTL ...	... DA: IP ...	CRC
⑧	[Redacted]	[Redacted] [Redacted] [Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

Enlace	Cabecera L2	Etiqueta(s) MPLS	... ToS ...	... TTL ...	... DA: IP ...	CRC
⑯	[Redacted]	[Redacted] [Redacted] [Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

**EJERCICIO 3. Puntuación: 4 puntos. Tiempo estimado: 16 minutos**

Uno de los protocolos de distribución de etiquetas especificado en la RFC 5036, que ha sustituido a la RFC 3036, es **LDP** (“Label Distribution Protocol”).

**3.a)** Atendiendo a la especificación descrita en esta RFCs, se pide enumerar las diferentes categorías de mensajes, así como su función (**2 puntos**).

**3.b)** Describa el proceso de descubrimiento de adyacencia y establecimiento de sesión en **LDP**, así como los diferentes estados del protocolo (**1 punto**).

**APELLIDOS: SOLUCIÓN**

NOMBRE:

DNI:

- 3.c)** Explique los métodos de anuncio de etiquetas en LDP, indicando los nodos que intervienen y los mensajes y parámetros que se intercambian (**1 punto**)

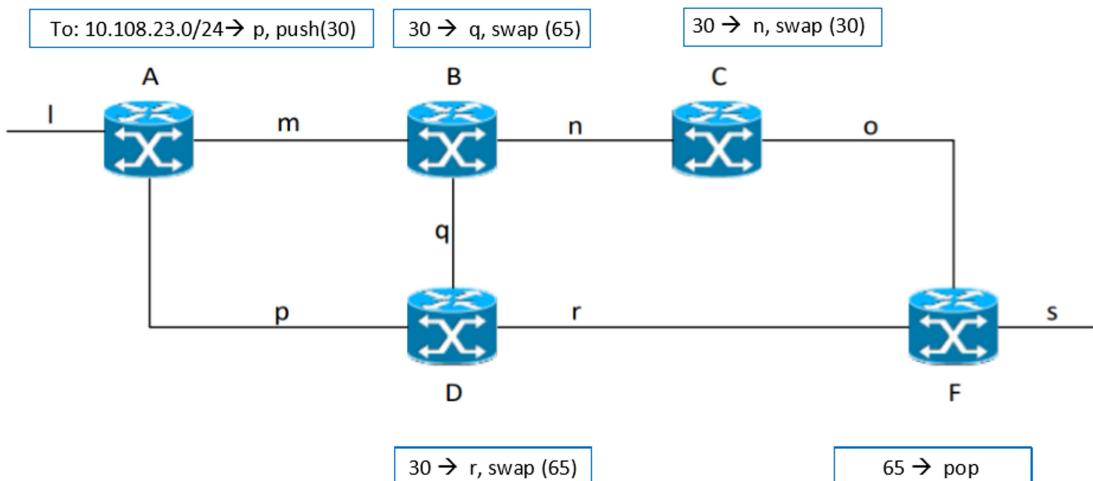
**Anexo A) Descripción de las reglas de las tablas MPLS**

FEC → enlace, push(xx)	Al recibir paquete que pertenece a la “FEC” añadir etiqueta de valor “xx” y reenviar por “enlace.”.
valor → enlace, swap(xx)	Al recibir paquete con “valor” de etiqueta, sustituir “valor” por “xx” y reenviar por “enlace”.
valor → enlace, swap(xx) & push(yy)	Al recibir paquete con “valor” de etiqueta, sustituir “valor” por “xx”, añadir “yy” y reenviar por “enlace”.
valor → pop	Al recibir paquete con “valor” de etiqueta, quitar etiqueta y tomar decisión de reenvío en función de siguiente cabecera.
Si <condición>: <expresión>	Si y sólo si se da la <condición> se ejecuta la <expresión>, donde <expresión> puede ser cualquiera de las reglas anteriores.
valor → enlace, pop	Al recibir un paquete con “valor” de etiqueta, quitar la etiqueta y reenviar por “enlace”.

## SYC 2023-2024 Tema 3. Ejercicios propuestos

### Ejercicio 1

La red de la figura representa una RED MPLS-IP con varios LSR y enlaces entre ellos. Se muestra también parte de las tablas MPLS de los LSR.



Las tablas pueden contener entradas con reglas como las que siguen:

FEC → enlace, push(xx)	Al recibir paquete que pertenece a la "FEC" añadir etiqueta de valor "xx" y reenviar por "enlace".
valor → enlace, swap(xx)	Al recibir paquete con "valor" de etiqueta, sustituir "valor" por "xx" y reenviar por "enlace".
valor → enlace, swap(xx) & push(yy)	Al recibir paquete con "valor" de etiqueta, sustituir "valor" por "xx", añadir "yy" y reenviar por "enlace".
valor → pop	Al recibir paquete con "valor" de etiqueta, quitar etiqueta y tomar decisión de reenvío en función de siguiente cabecera.
Si <condición>: <expresión>	Si y sólo si se da la <condición> se ejecuta la <expresión>, donde <expresión> puede ser cualquiera de las reglas anteriores.
valor → enlace, pop	Al recibir un paquete con "valor" de etiqueta, quitar la etiqueta y reenviar por "enlace".

Se pide:

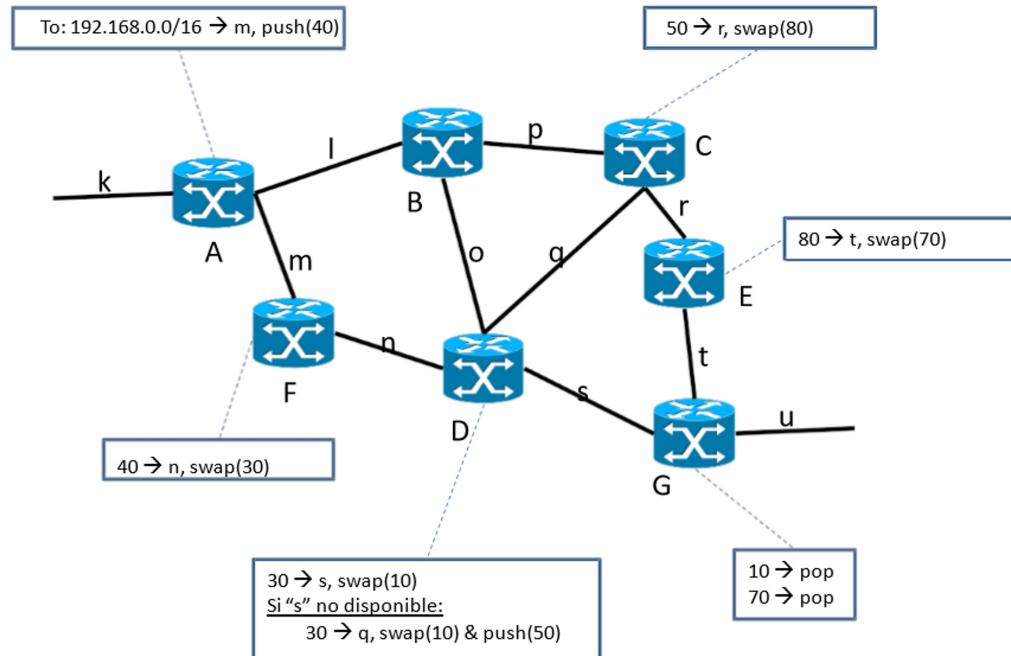
- a) Si el LSR A recibe por el enlace "I" un datagrama IP, con una dirección destino 10.108.23.45, indique por orden los nodos por los que atravesará el LSP al que se asigna ese paquete. Indique de forma razonada cual es el *ingress LSR* y cuál el *egress LSR*. (0,5p)

b) Se desea proteger el LSP anterior ante posibles caídas del enlace “r”. Para ello se va a construir un túnel definido por el LSP D-B-C-F, siendo D el nodo *ingress* y F el *egress*. Indique qué modificaciones habría que hacer en las tablas MPLS de los LSR implicados, eligiendo las etiquetas y reglas que considere oportunas. NOTA: Para resolver este ejercicio se pone como requisito adicional que el LSR F no puede ejecutar dos operaciones POP consecutivas sobre el mismo paquete MPLS. (1p)

c) Dibuje la estructura de un paquete MPLS que atraviese el túnel cuando esté en el enlace “n” suponiendo que se usa un encapsulado *shim header*. Para las cabeceras MPLS se debe indicar al menos el valor de cada etiqueta. (0,5 p)

## Ejercicio 2

La figura ilustra parte de una red MPLS con varios LSR y enlaces entre ellos. Asimismo, se muestra en la figura parte de las tablas MPLS de los LSR.



El significado de las expresiones en estas tablas es el que sigue:

FEC → enlace, push(xx)	Al recibir paquete que pertenece a la “FEC” realizar la operación push con el valor “xx” y reenviar por “enlace”.
valor → enlace, swap(xx)	Al recibir paquete con “valor” de etiqueta, realizar la operación swap con el valor “xx” y reenviar por “enlace”.
valor → enlace, swap(xx) & push(yy)	Al recibir paquete con “valor” de etiqueta, realizar la operación swap con el valor “xx” y la operación push con el valor “yy”, luego reenviar por “enlace”.
valor → pop	Al recibir paquete con “valor” de etiqueta, realizar la operación pop y reenviar por “enlace”.

- a) Suponer que por el enlace "k" el nodo A recibe un datagrama IP destinado a la dirección 192.168.5.4. Indicar por orden los LSR que atravesará el camino etiquetado (LSP) al que se asigna este paquete, razonando cuál es el LSR de entrada ("ingress LSR") y cuál el de salida ("egress LSR") de dicho LSP.
- b) Suponer que falla el enlace "s". En esta circunstancia (enlace "s" no disponible), responda a las cuestiones a) y b) que siguen
- a) Indique por orden los LSR que atraviesa el LSP preestablecido para protección local de este enlace, razonando cuál es el de entrada y cuál el de salida.
- c) Indique, para cada uno de los enlaces de la tabla posterior, la pila de etiquetas que lleva el paquete en este caso. Si una etiqueta no está presente, escriba "-". Si un enlace no es atravesado, escriba "-" en las dos casillas de etiqueta.

Enlace	Valor etiqueta externa	Valor etiqueta interna
k		
l		
m		
n		
o		
p		
q		
r		
s		
t		

 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TELEMÁTICA Y ELECTRÓNICA ETSIS TELECOMUNICACIÓN UPM	<b>SEÑALIZACIÓN Y CONMUTACIÓN</b> Evaluación Continua – Tema 3. MPLS – 25 de enero de 2022	
	APELLIDOS: <b>Solución</b>	MESA:
	NOMBRE:	DNI:

**Duración 30 min. Las fechas de publicación de las calificaciones y de revisión se han notificado a través de Moodle.**

**Test.** Responda a las siguientes preguntas. Marque con un círculo la respuesta correcta. Puntuación: Correcta +0,25, Incorrecta: -0,125, No contesta: 0,0).

**EJERCICIO 1. Puntuación: 2 puntos. Tiempo estimado: 11 minutos**

a) MPLS es:

- Una tecnología de encapsulamiento ubicada entre las capas 2 y 3 del modelo OSI.
- Una tecnología de encapsulamiento ubicada entre las capas 2 y 3 de la arquitectura TCP/IP.
- Una tecnología de encapsulamiento del nivel de red.
- Una tecnología de encapsulamiento del nivel de transporte.

b) En el anuncio de etiquetas bajo demanda:

- Se produce cuando un “downstream” LSR pregunta explícitamente a un “upstream” LSR por la asociación de una etiqueta a un FEC.
- Se produce cuando un “upstream” LSR pregunta explícitamente a un “downstream” LSR por la asociación de una etiqueta a un FEC.**
- Se produce cuando un “downstream” LSR anuncia una asociación de etiqueta a un FEC.

c) Es una característica del Backbone MPLS:

- Esquema de QoS para aplicaciones basado en marcación de paquetes (DiffServ) o reserva de ancho de banda (RSVP).
- Es multi-protocolo tanto hacia arriba (L3) como hacia abajo (Pseudowire - PWE3).**
- Elección de la mejor ruta según el protocolo de enrutamiento basado sólo en métricas fijas.

d) En el descubrimiento de adyacencia y establecimiento de sesión en LDP, en la fase de establecimiento entre dos LSR vecinos:

- Cada extremo propone sus parámetros e.g. modo de asignación de etiquetas, temporizadores, margen de valores de etiquetas., etc.
- Se envían paquetes “HELLO” sobre protocolo UDP por los interfaces configurados para soportar MPLS. La recepción de un mensaje de “HELLO” por el mismo interfaz, puede indicar la existencia de un vecino.
- Se establece una conexión TCP por el puerto 646 entre los LSRs participantes.**

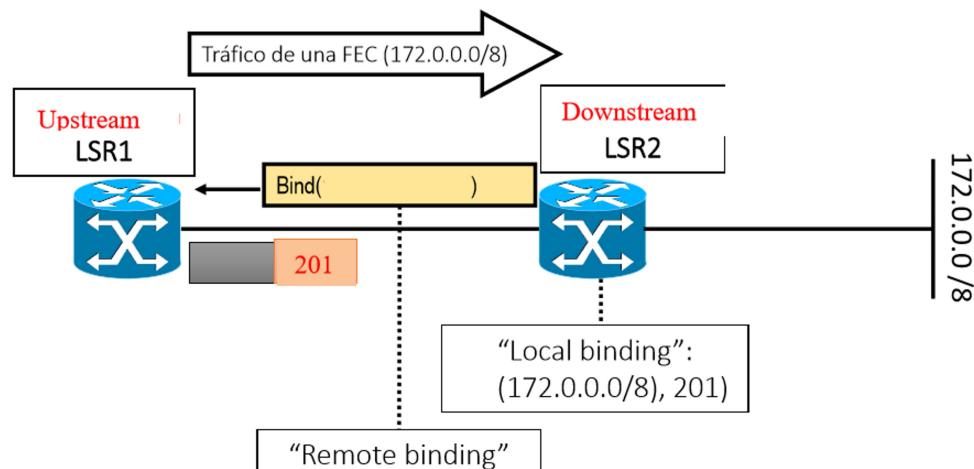
e) En el control independiente de etiquetas:

- Cada LSR, cuando reconoce una FEC toma la decisión de asignar una etiqueta local y la anuncia a sus vecinos.**
- El inicio del establecimiento normalmente lo realiza el Ingress LSR (aunque también puede realizarlo el egress LSR), iniciando la cadena de mensajes de petición de etiquetas para crear un LSP.
- Necesario para usos avanzados de MPLS (ingeniería de tráfico, QoS, ...).

- f) Son mensajes de notificación de eventos y errores:
- Label Abort Req, Address.
  - Label Withdraw, Address Withdraw, Label Release.
  - Address, Address Withdraw.
- g) En los componentes lógicos de la arquitectura MPLS los protocolos de encaminamiento IGP:
- Forman parte del plano de control.
  - No son parte de la arquitectura MPLS.
  - Forman parte del plano de envío de datos.
- h) El plano de control de la arquitectura MPLS:
- Reenvía paquetes IP y MPLS.
  - Envía los paquetes según la tabla de etiquetas.
  - Genera y mantiene información de enrutamiento y etiquetado.

#### EJERCICIO 2. Puntuación: 2 puntos. Tiempo estimado: 3 minutos

La siguiente figura representa un esquema de distribución de etiquetas mediante señalización.



Basado en la figura, responda a las siguientes preguntas.

- a) Indique el valor del "Remote Binding" y el valor de la etiqueta del tráfico que envia el LSR1 al LSR2 para la FEC 172.0.0.0/8.

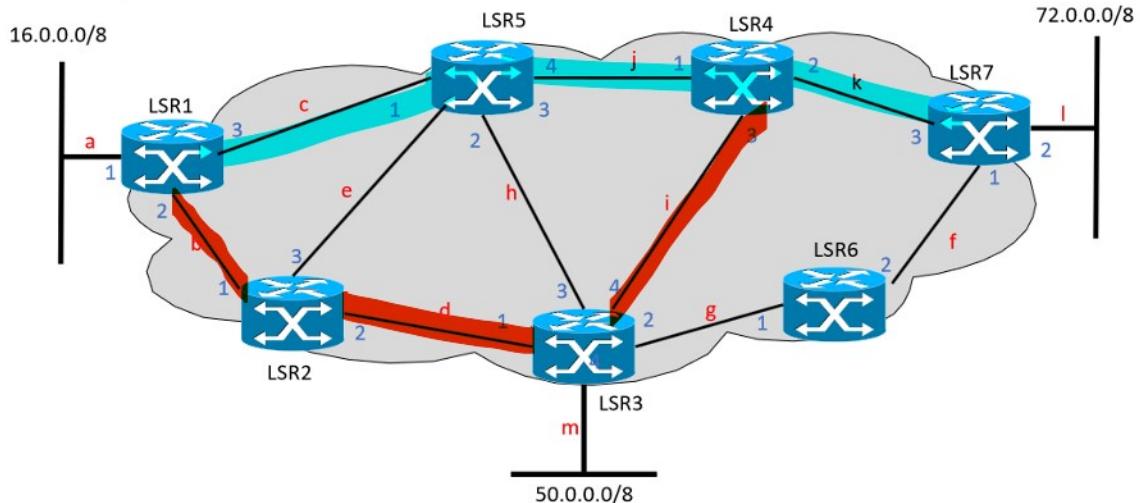
El valor del "Remote Binding" es 172.0.0.0/8, 201, y el valor de la etiqueta será 201

- b) Para la FEC 172.0.0.0/8 indique cuál es el LSR "Downstream" y cuál es el "Upstream".

Para la FEC 172.0.0.0/8 el LSR2 es el "Downstream" y LSR1 el "Upstream"

**EJERCICIO 3. Puntuación: 4 puntos. Tiempo estimado: 12 minutos**

La siguiente figura representa una red MPLS - IP, donde existen los commutadores LSR denominados: LSR1, LSR2, LSR3, LSR4, LSR5, LSR6 y LSR7. Considere en todo el ejercicio que los paquetes que atraviesan la red en ambos sentidos, corresponden a las subredes 16.0.0.0/8, 50.0.0.0/8 y 72.0.0.0/8.



Los LSR están configurados para asignar etiquetas en los rangos que se muestran en la siguiente tabla. Si necesita asignar etiquetas en los LSR de alguno de los ejercicios propuestos, deberán corresponder a etiquetas libres dentro del rango correspondiente a cada LSR. **No se aplica PHP.**

LSR	Etiquetas
1	100-199
2	200-299
3	300-399
4	400-499
5	500-599
6	600-699
7	700-799

Los paquetes de la FEC 72.0.0.0/8 siguen el LSP formado por los commutadores LSR1, LSR5, LSR4 y LSR7.

Las tablas de los conmutadores tienen entre otros los siguientes contenidos:

LSR1	LSR2	LSR3
FEC 72.0.0.0/8-> <i>c, push(501)</i> Si LSR5 caido: <i>b, push (201)</i>	<i>201-&gt;d, swap(302)</i>	<i>302-&gt;i, pop</i>
LSR4	LSR5	LSR6
<i>401-&gt;k, swap(701)</i>	501->j, swap(401)	

LSR7	NOTA
701->l, pop	

Basado en la información anterior, responda a las siguientes preguntas.

- a) Rellene las tablas de los conmutadores con las operaciones necesarias, en cada LSR, para el flujo de datos de la FEC 72.0.0.0/8, suponiendo que el camino LSR1, LSR5, LSR4, LSR7. (1 punto).

**Contestar en la tabla de los conmutadores.**

- b) Para la FEC 72.0.0.0/8, el conmutador LSR5 tiene configurado una protección de nodo, con un túnel definido por LSR2, LSR3, LSR4. Indique qué modificaciones habría que hacer en las tablas de los LSR implicados para incluir dicha protección. Se pone como condición adicional que el LSR de salida no puede hacer dos pop seguidos sobre el mismo paquete MPLS. Elija las etiquetas que considere oportunas en cada LSR, siguiendo las indicaciones del enunciado. Ponga especial atención a la elección de la etiqueta más interna con la que viajarán los paquetes por el túnel, de forma que no haya que modificar el contenido de la tabla del nodo de salida que se proporciona y que se use la misma regla de la tabla del nodo de salida utilizada por el LSP que atraviesa el enlace sin proteger. (2 puntos).

**Contestar en la tabla de los conmutadores.**

- c) Para la FEC 72.0.0.0/8 con la protección de enlace del apartado anterior, y considerando el túnel LSR2, LSR3, LSR4 para la protección del nodo, indique los valores de TTL de la cabecera IP y MPLS y del campo stack de las etiquetas del paquete MPLS en el enlace d teniendo en cuenta que el paquete IP en el enlace a tiene un valor de TTL = 6. Los valores de TTL que no estén definidos, márquelos con una X. (1 punto).

	a	d	i
MPLS	TTL= X, S=X	TTL= <del>X</del> , S= <del>X</del>	TTL= <del>X</del> , S= <del>X</del>
MPLS	TTL= X, S=X	TTL= <del>X</del> , S= <del>X</del>	TTL= <del>X</del> , S= <del>X</del>
MPLS	TTL= X, S=X	TTL= <del>4</del> , S= <del>6</del>	TTL= <del>X</del> , S= <del>X</del>
IP	TTL= 6	TTL= <del>6</del>	TTL= <del>3</del>

b: *5*  
*6*

*4*  
*6*

 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TELEMÁTICA Y ELECTRÓNICA ETSIS TELECOMUNICACIÓN UPM	<b>SEÑALIZACIÓN Y CONMUTACIÓN</b> Evaluación Continua – Tema 3. MPLS – 25 de enero de 2022	
	APELLOS: <b>Solución</b>	MESA:
	NOMBRE:	DNI:

ANEXO. Significado de las expresiones para cada operación en las tablas de commutadores

Operación	Descripción
FEC → enlace, push(xx)	Al recibir paquete que pertenece a la "FEC", realizar la operación push con el valor "xx" y reenviar por "enlace"
valor → enlace, swap(xx)	Al recibir paquete con "valor" de etiqueta, realizar la operación swap con el valor "xx" y reenviar por "enlace".
valor → enlace, swap(xx) & push(yy)	Al recibir paquete con "valor" de etiqueta, realizar la operación swap con el valor "xx" y la operación push con el valor "yy", luego reenviar por "enlace".
valor → pop	Al recibir un paquete con "valor" de etiqueta, quitar la etiqueta y reenviar por "enlace".
Si <condición>: <expresión>	Si y sólo si se da la <condición> se ejecuta la <expresión>, donde <expresión> puede ser cualquiera de las reglas anteriores
valor → enlace, pop	Al recibir un paquete con "valor" de etiqueta, quitar la etiqueta y reenviar por "enlace"

**EJERCICIO 4. Puntuación: 2 puntos. Tiempo estimado: 4 minutos**

Basado en la RFC en la que se define RSVP-TE, indique y explique brevemente el método de distribución de etiquetas que utiliza el protocolo RSVP.

El protocolo RSVP utiliza el modelo de distribución de etiquetas "downstream-on-demand" (DoD). En este método el "LSR ingress" utiliza un mensaje RSV Path para solicitar la asignación de etiquetas para un túnel específico. Las etiquetas se asignan downstream, se propagan Upstream por medio del mensaje RSVP Resv.