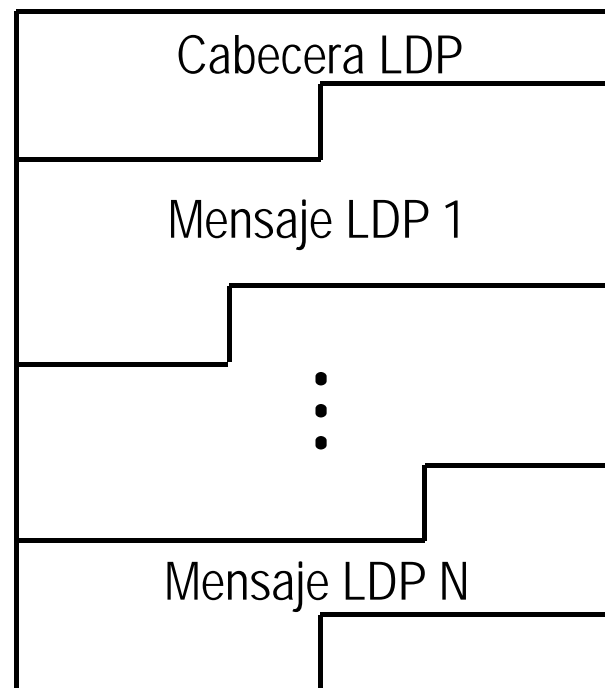


# LDP: formato de la PDU

21

- En LDP, una PDU está formada por:
  - ▣ Cabecera LDP.
  - ▣ Uno o más mensajes LDP que puede que no estén relacionados entre sí.

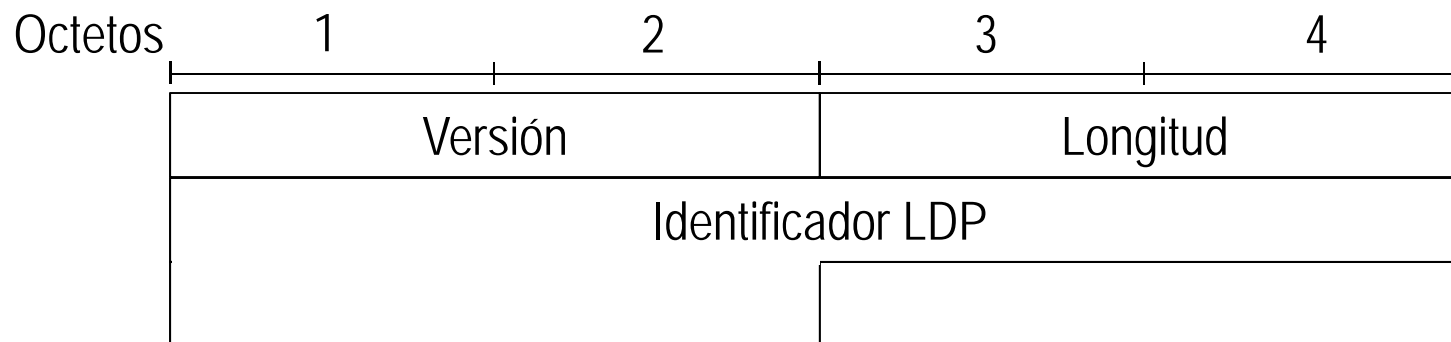


# LDP: formato de la PDU

22

## □ Cabecera LDP:

- ▣ Versión (16b): contiene la versión del protocolo.
- ▣ Longitud de la PDU (16b): contiene la longitud en octetos de la PDU
  - Sin incluir los campos de versión y el propio de la longitud.
- ▣ Identificador de LDP (48b): contiene el LDP id, con la forma <LSRid : número de espacio de etiquetas>.



# LDP: formato de la PDU

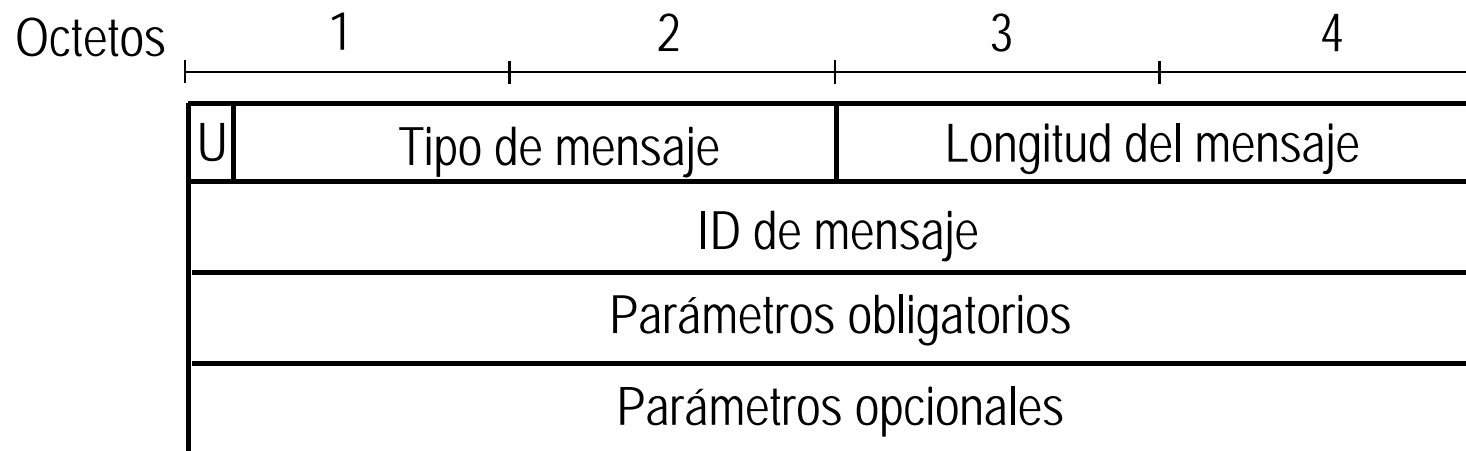
23

- Mensaje LDP:
  - ▣ Cabecera.
  - ▣ Parámetros obligatorios y opcionales.
  - ▣ Tanto la cabecera como los parámetros se codifican mediante un esquema TLV (*Type-Length-Value*).

# LDP: formato de la PDU

24

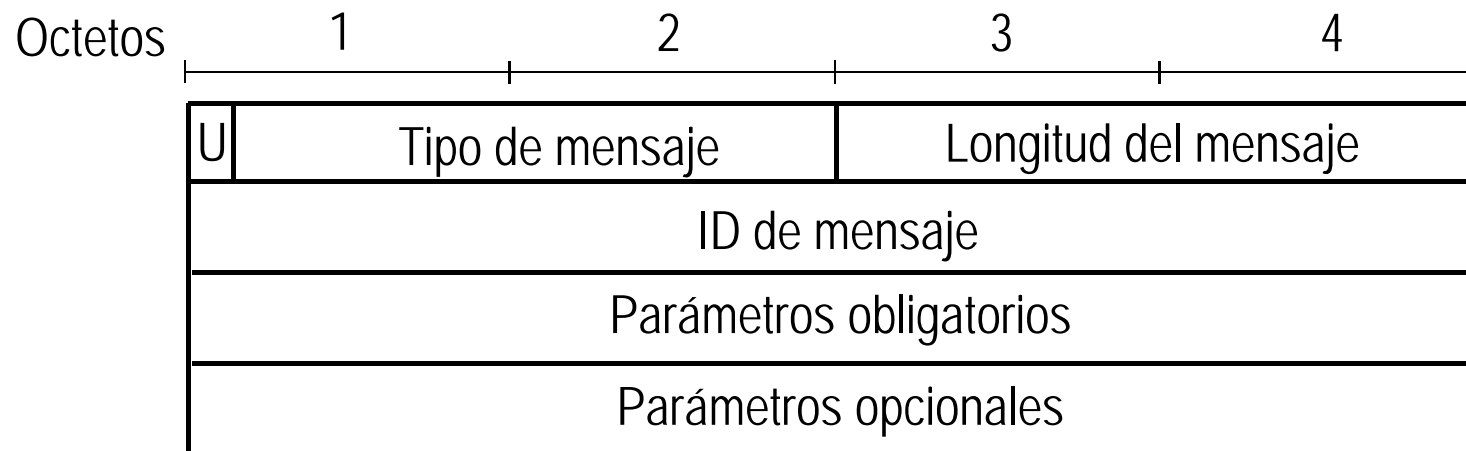
- Formato del mensaje LDP:
  - ▣ Bit U (*Unknown message bit*): se emplea cuando se recibe un mensaje desconocido.
    - Si U=0: se envía una notificación al origen de que se ha recibido un mensaje desconocido.
    - Si U=1: se ignora dicho mensaje.
  - ▣ Tipo de mensaje (15b).



# LDP: formato de la PDU

25

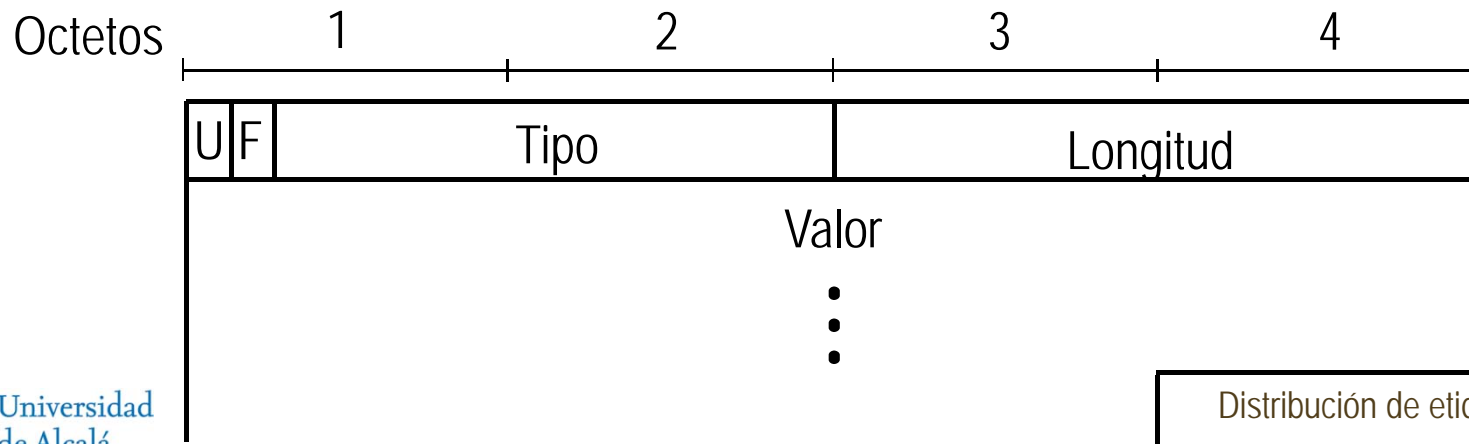
- Formato del mensaje LDP:
  - ▣ Longitud del mensaje (16b): longitud en octetos de los campos:
    - ID de mensaje + parámetros obligatorios + parámetros opcionales.
  - ▣ ID de mensaje (32b): Número que identifica el mensaje.
    - Los siguientes mensajes que estén relacionados con este tendrán el mismo identificador.
  - ▣ Los campos de parámetros se estudian para cada mensaje.



# LDP: formato de la PDU

26

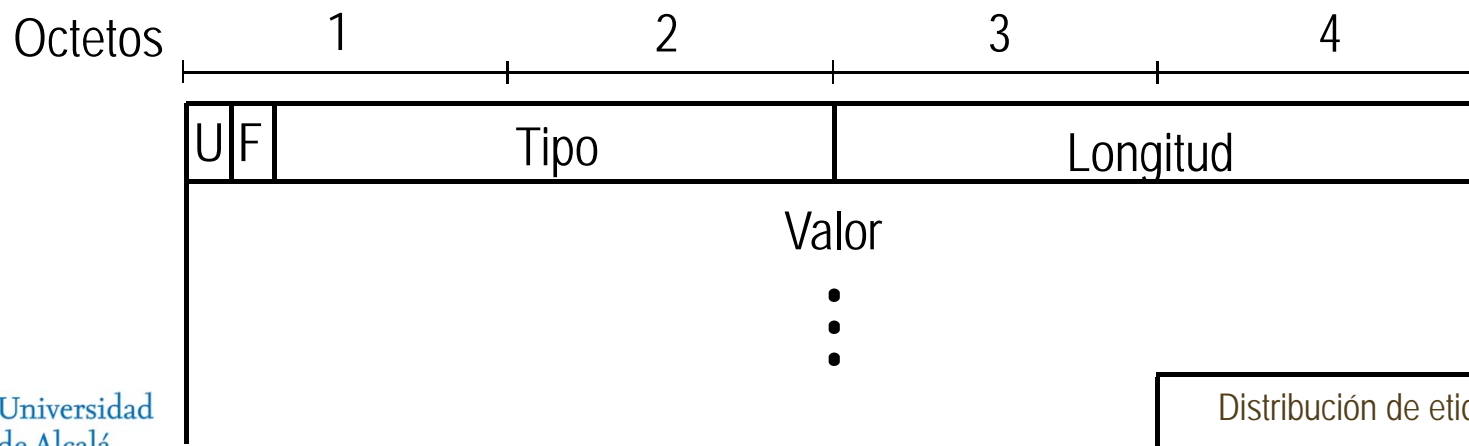
- El formato de los parámetros más comunes (tipo TLV):
  - ▣ Bit U (*Unknown TLV bit*): se emplea cuando se recibe un TLV desconocido.
    - Si U=0: se envía una notificación al origen de que se ha recibido un TLV desconocido.
    - Si U=1: se ignora dicho TLV y se procesa el resto del mensaje como si ese TLV no existiera.
  - ▣ Bit F (*Forward unknown TLV bit*): se emplea solo cuando U=1 y el mensaje LDP conteniendo el TLV desconocido debe reenviarse.
    - Si F=0: el TLV desconocido no debe reenviarse con el resto del mensaje.
    - Si F=1: el TLV desconocido debe reenviarse con el resto del mensaje.



# LDP: formato de la PDU

27

- El formato de los parámetros más comunes (tipo TLV):
  - ▣ Campo Tipo (14b): describe como debe interpretarse el campo Valor.
  - ▣ Campo Longitud (16b): incluye la longitud del campo Valor medido en octetos.
  - ▣ Campo Valor: contiene información que se interpreta en función del campo Tipo.
    - Puede contener otro TLV anidado.



# LDP: mensajes

28

- ☐ Notificación
- ☐ *Hello*
- ☐ Inicialización
- ☐ *KeepAlive*
- ☐ Dirección
- ☐ Desistimiento de dirección
- ☐ Mapeo de etiqueta
- ☐ Solicitud de etiqueta
- ☐ Solicitud de anulación de etiqueta
- ☐ Desistimiento de etiqueta
- ☐ Liberación de etiqueta



# LDP: mensajes

29

- Mensaje de notificación:
  - ▣ Para informar a un peer de un error fatal, avisar respecto al procesamiento de un mensaje, avisar del estado de una sesión LDP...
  - ▣ Algunos de los más habituales son:
    - PDU o mensaje mal formados.
    - TLV mal formado o desconocido.
    - Expiración del temporizador de mantenimiento de sesión (keepalive).
    - Cierre unilateral de sesión.
    - Mensajes de eventos de inicialización.
    - Eventos que son resultado de otros errores.

## □ Mensaje Hello:

- Se intercambian para el descubrimiento de adyacencias LDP.
- Pueden ser '*link hellos*' o '*targeted hellos*'.
- Tipo de mensaje: 0x0100.
- Parámetros obligatorios (parámetros *hello* comunes):
  - Hold time: tiempo que el LSR emisor mantendrá su registro de hellos del LSR receptor sin la recepción de otro hello.
    - Si Hold time = 0 → Se emplea el valor por defecto (15s para link hellos y 45s para targeted hellos).
    - Hay un temporizador que se resetea cada vez que se recibe un mensaje hello.
      - Si expira el temporizador → Se borra la adyacencia.
  - Bit T: especifica el tipo de mensaje hello:
    - T=1: targeted hello.
    - T=0: link hello.
  - Bit R: solicitud de envío de mensajes targeted hellos.
    - R=1: se le solicita al receptor que envíe mensajes targeted hello de forma periódica al origen de este hello.
    - R=0: no se hace tal petición.

# LDP: mensajes

31

- Mensaje de inicialización:
  - ▣ Para solicitar el establecimiento de una sesión LDP.
  - ▣ Tipo de mensaje: 0x0200.
  - ▣ Se especifican algunos parámetros importantes como:
    - Tiempo *keepAlive*: número máximo de segundos que pueden transcurrir entre la recepción de dos PDUs de LDP consecutivas.
      - El temporizador *keepAlive* se resetea cada vez que se recibe una nueva PDU de LDP.
    - Bit A: indica el tipo de anuncio:
      - A=0: downstream unsolicited.
      - A=1: downstream on demand
    - Bit D: se emplea para la detección de bucles.
    - Límite del vector de camino (PVLim): número máximo de LSRs grabados en el vector de camino empleado para la detección de bucles.
    - Longitud máxima de PDU: por defecto, la longitud máxima de PDU permitida es de 4096 octetos.
    - Identificador de receptor LDP: identifica el espacio de etiquetas del receptor.

# LDP: mensajes

32

- Mensaje *KeepAlive*:
  - ▣ Parte del mecanismo para monitorizar la integridad de una sesión LDP.
  - ▣ Tipo de mensaje: 0x0201.
  - ▣ No tiene parámetros obligatorios ni opcionales.
- Mensajes de dirección y de desistimiento de dirección:
  - ▣ Antes de enviar los mensajes de mapeo y de solicitud de etiquetas, un LSR anuncia las direcciones de sus interfaces usando mensajes de dirección.
  - ▣ Las direcciones que han sido anunciadas previamente pueden anularse usando un mensaje de desistimiento de dirección.

# LDP: mensajes

33

- Mensaje de mapeo de etiquetas (*Label Mapping*):
  - ▣ Un LSR emplea este mensaje para anunciar a los *peers* LDP acerca del mapeo de una etiqueta a un determinado FEC.
  - ▣ Tipo de mensaje: 0x0400.
  - ▣ El mensaje contiene dos TLVs obligatorios:
    - TLV FEC:
      - Un FEC puede ser el prefijo de una dirección IP o puede ser la dirección completa de un host destino.
    - TLV etiqueta:
      - Especifica la etiqueta asociada con el FEC dado.
  - ▣ TLVs opcionales:
    - *Label Request Message ID TLV*:
      - Si el mapeo es la respuesta a un mensaje de solicitud, debe incluir el id del mensaje al cual está respondiendo.
    - *Hop Count TLV*:
      - Especifica el número de saltos del LSP que está siendo establecido.
    - *Path Vector TLV*:
      - Indica el vector de LSRs por los que pasa el LSP que está siendo establecido.

## □ Mensaje de solicitud de etiqueta (*Label Request*):

- Un LSR envía un mensaje de solicitud de etiqueta a un peer LDP para solicitar el mapeo para un FEC determinado.
- Tipo de mensaje: 0x0401.
- Como parámetro obligatorio se tiene TLV FEC (igual que el definido para el mensaje de mapeo de etiquetas).
- Un LSR puede transmitir un mensaje de solicitud de etiqueta bajo las siguientes condiciones:
  - Se reconoce un nuevo FEC a través de la tabla de reenvío, el siguiente salto es un peer LDP y no se dispone de un mapeo para el siguiente salto de dicho FEC.
  - El siguiente salto para un FEC cambia y el LSR todavía no tiene un mapeo para el FEC dado.
  - El LSR recibe una solicitud de etiqueta para un FEC desde un peer LDP *upstream*, el siguiente salto del FEC es un peer LDP y el LSR todavía no tiene un mapeo del siguiente salto.

# LDP: mensajes

35

- Mensaje de solicitud de anulación de etiqueta:
  - ▣ Para abortar un mensaje de solicitud de etiqueta pendiente.
    - Por ejemplo, si cambia el siguiente salto para un determinado FEC, ya no estamos interesados en la información.
- Mensaje de desistimiento de etiqueta:
  - ▣ Un LSR A usa un mensaje de este tipo para avisar a un LSR B que no puede continuar usando un mapeo FEC-etiqueta concreto que A había anunciado previamente.
- Mensaje de liberación de etiqueta:
  - ▣ Un LSR A envía un mensaje de este tipo a un LSR B para indicar a LSR B que LSR A no necesita un mapeo específico FEC-etiqueta que fue anteriormente solicitado y/o anunciado por el *peer*.

# CR-LDP: Constrained-based Routing LDP

36

- Temas a tratar:
  - ▣ Introducción.
  - ▣ CR-LSP.
  - ▣ Características básicas.
  - ▣ Establecimiento de CR-LSP.
  - ▣ Mensaje de solicitud de etiqueta.
  - ▣ Mensaje de mapeo de etiqueta.
  - ▣ TLV de parámetros de tráfico.
  - ▣ Clases de servicio.



# CR-LDP: introducción

37

- ❑ CR-LDP: LDP para encaminamiento basado en restricciones.
- ❑ RFC 3212, RFC3213 y RFC3214 (2002).
- ❑ CR-LDP es un protocolo de señalización basado en LDP.
- ❑ Se emplea para establecer un LSP unidireccional punto a punto que siga una ruta explícita, llamado LSP con encaminamiento con restricciones (CR-LSP).
- ❑ Un LSP bidireccional se establece creando dos LSPs separados, uno en cada dirección.

# CR-LDP: CR-LSP

38

- Un LSP se establece como resultado de la información de encaminamiento de una red IP usando el algoritmo de ruta más corta.
- Un CR-LSP se calcula en el origen basándose en información no solo del encaminamiento IP sino que puede indicarse una ruta explícita o basada en QoS.
- La ruta se señala a los nodos por los que pasa.
- Esta técnica de encaminamiento se llama "*source routing*".

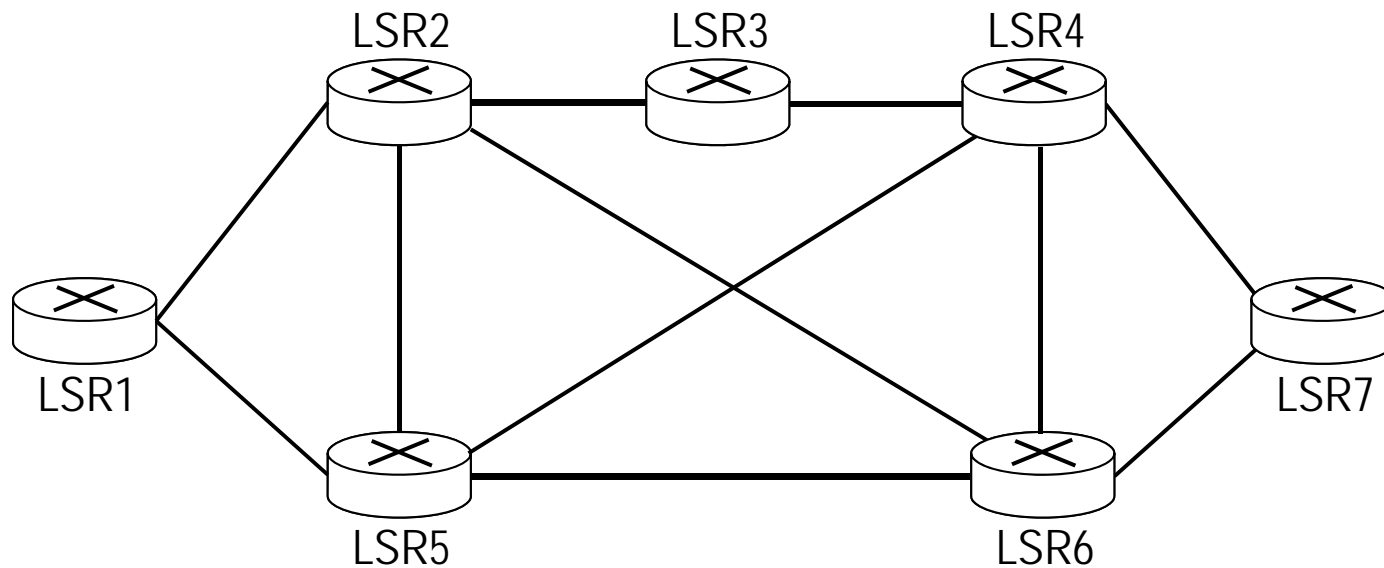
- CR-LDP puede usarse, por ejemplo, para:
  - ▣ Balancear la carga en una red IP.
    - El objetivo es distribuir la carga por la red de manera que parte de la carga de los enlaces más utilizados se distribuya por los enlaces menos utilizados.
  - ▣ Creación de túneles para VPNs basadas en MPLS.
  - ▣ Emplear rutas basadas en un criterio de QoS como:
    - Mínimo número de saltos.
    - Mínimo retardo extremo a extremo.
    - Máximo *throughput*.

# CR-LDP: CR-LSP

40

## □ Ejemplo:

- La ruta que devuelve OSPF para ir de LSR1 a LSR7 es LSR5→LSR6.
- Usando CR-LDP se puede establecer una ruta que, por ejemplo, tenga un retardo extremo a extremo inferior, como podría ser LSR2→LSR3→LSR4.
  - Pese a tener un mayor número de saltos, si estos enlaces no tienen una utilización alta pueden ser más rápidos.



# CR-LDP: Características básicas

41

## □ Características básicas de CR-LDP:

- ▣ CR-LDP se basa en LDP, usando TCP por fiabilidad.
- ▣ La máquina de estados de CR-LDP no requiere el refresco periódico.
- ▣ Permite la definición de rutas de manera tanto estricta como imprecisa:
  - Permite que el nodo de ingreso a la red tenga cierto grado de desconocimiento de la topología de la red.
  - *Route pinning*: fija el camino a través de una ruta definida de manera imprecisa, aunque esta ruta no cambia aun cuando se disponga de un mejor camino disponible.
- ▣ Permite la especificación de parámetros de tráfico:
  - Tasa de pico, tasa comprometida...
  - ... y funciones policía.
- ▣ Permite desalojo de otras rutas (*preemption*):
  - Si no se encuentra una ruta para un CR-LSP de alta prioridad pueden reencaminarse CR-LSP de menor prioridad para que la primera pueda establecerse.
- ▣ Clasificación de recursos:
  - El operador de red puede clasificar los recursos de red en clases llamadas "colores" o "grupos administrativos".
  - Cuando se establece un CR-LSP se puede especificar qué clases de recursos pueden emplearse.

# CR-LDP: Características básicas

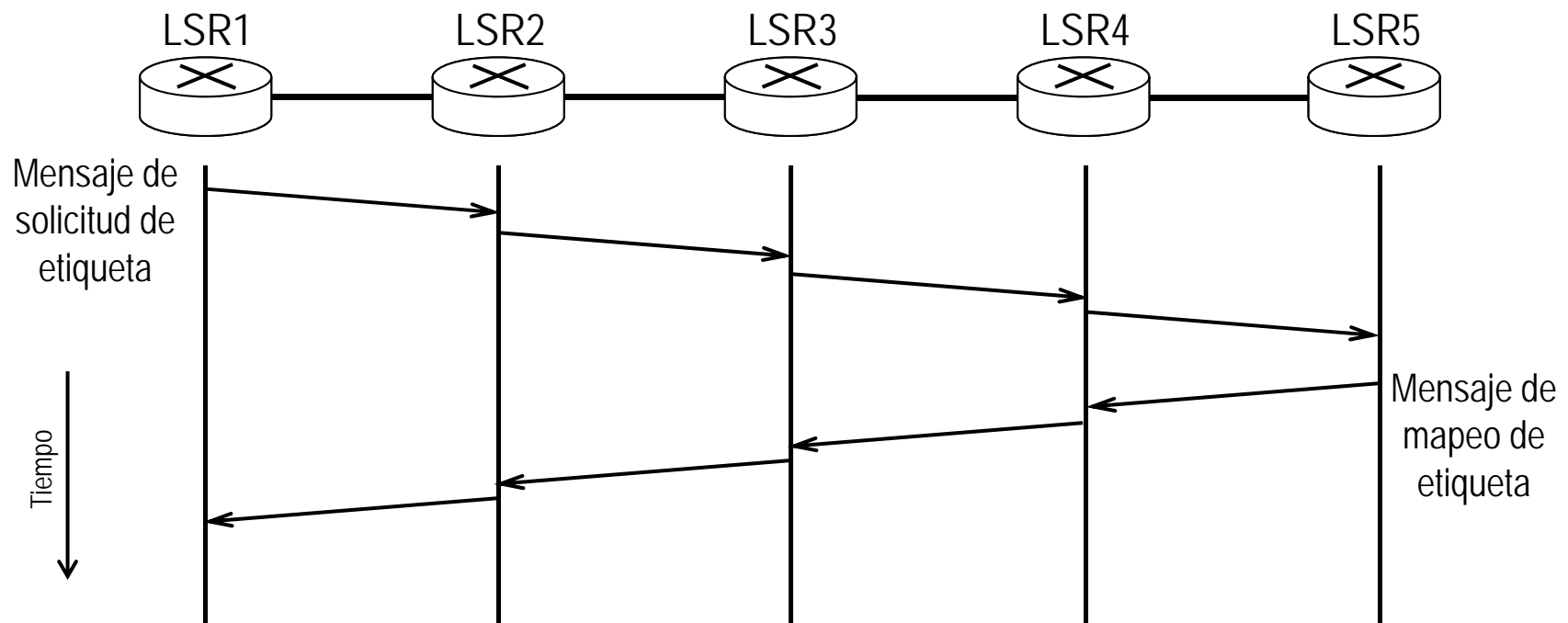
42

- CR-LDP necesita los siguientes mensajes y funcionalidades de LDP:
  - ▣ Mecanismo de descubrimiento básico y/o extendido.
  - ▣ Mecanismo de detección de bucles para encaminamiento impreciso.
  - ▣ Mensajes:
    - Mensaje de solicitud de etiqueta para DoD con control ordenado.
    - Mensaje de asociación de etiqueta para DoD con control ordenado.
    - Mensajes de notificación.
    - Mensajes de desistimiento y liberación.

# CR-LDP: Establecimiento de CR-LSP

43

- Los CR-LSP se establecen usando DoD con control ordenado.
- Ejemplo:



# CR-LDP: Establecimiento de CR-LSP

44

- El LSR de entrada calcula la ruta explícita:
  - ▣ Usando información de un sistema de gestión, una aplicación o una tabla de rutas.
- El LSR de entrada genera el mensaje de solicitud de etiqueta.
  - ▣ Contiene el TLV llamado ER-TLV → *Explicit Route TLV*.
  - ▣ ER-TLV contiene la ruta.
- El LSR de entrada envía el mensaje de solicitud de etiqueta al primer LSR indicado en ER-TLV.
- El LSR receptor reenvía el mensaje al siguiente LSR de la lista en ER-TLV → Este paso se repite hasta que llega el LSR de salida.
- El LSR de salida devuelve un mensaje de mapeo de etiqueta que atraviesa la red en sentido contrario y formando el camino CR-LSP.



# CR-LDP: Mensaje de solicitud de etiqueta

45

Formato:

0											1											2											3										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1												
0	Label request (0x0401)															Message length																											
Message id																																											
FEC TLV																																											
LSPID TLV (mandatory)																																											
ER-TLV (optional)																																											
Traffic parameters TLV (optional)																																											
Pinning TLV (optional)																																											
Resource class TLV (optional)																																											
Preemption TLV (optional)																																											

# CR-LDP: Mensaje de solicitud de etiqueta

46

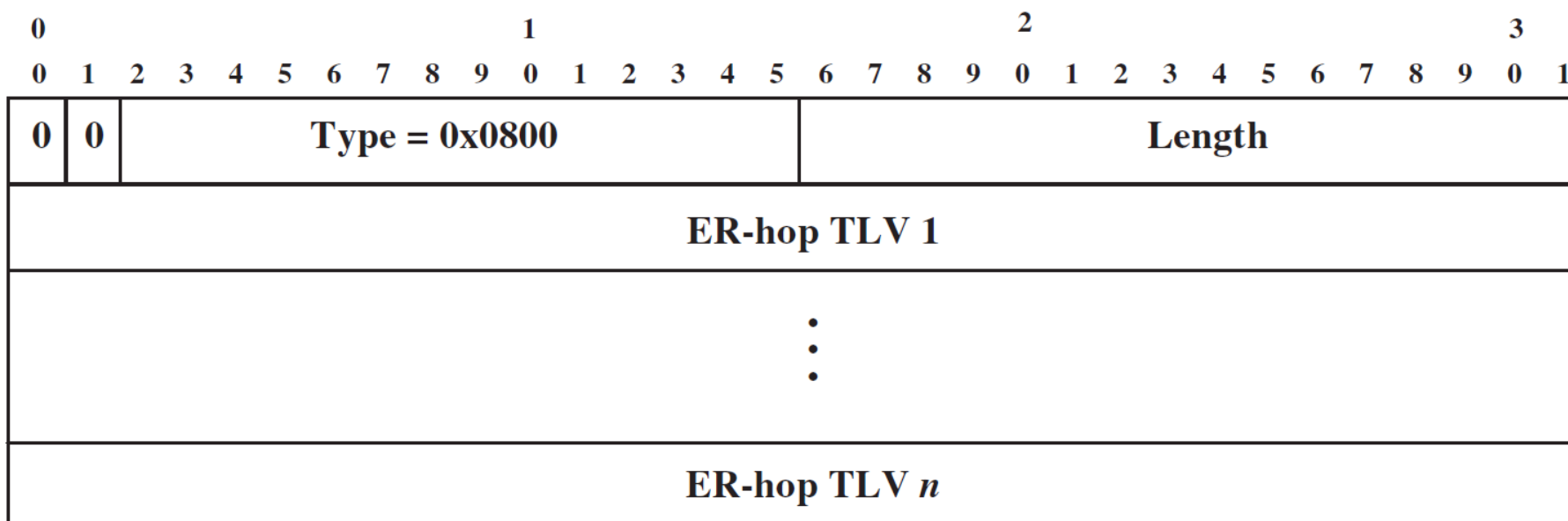
## □ LSPID TLV:

- ▣ LSPID: identificador único de un CR-LSP.
- ▣ El LSPID se compone del ID del LSR de entrada (o alguna de sus direcciones IPv4) junto con un ID de CR-LSP que es localmente único a ese LSR de entrada.
- ▣ Es útil para:
  - Gestión de red.
  - La reparación de un CR-LSP.
  - Puede emplearse para usar un CR-LSP ya establecido como un salto en un ER-TLV.

# CR-LDP: Mensaje de solicitud de etiqueta

47

- *Explicit Route* TLV (ER-TLV):
  - ▣ Especifica el camino del LSP.
  - ▣ Se compone de uno o más *ER-hops* (saltos ER).

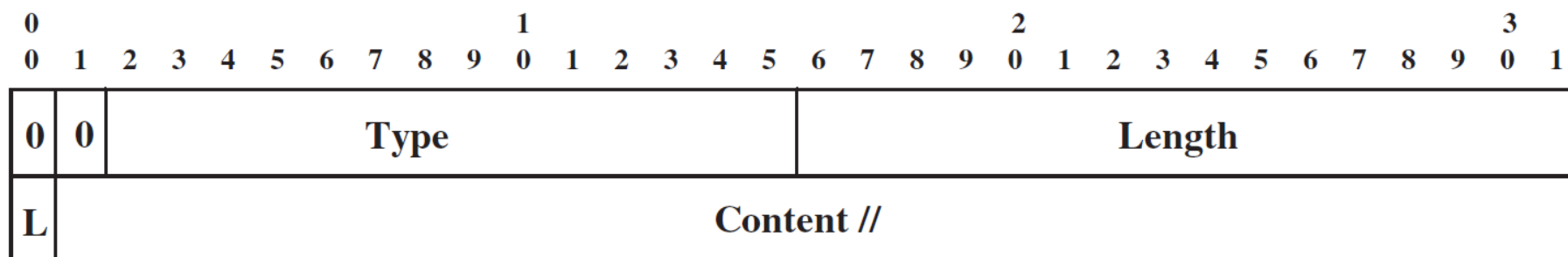


# CR-LDP: Mensaje de solicitud de etiqueta

48

## □ *ER-hops TLV*:

- Especifica el valor de cada salto.



- Tipo: puede ser uno de los siguientes valores:
  - Prefijo IPv4, prefijo IPv6, número de sistema autónomo o LSPID.
- Longitud del contenido.
- Bit L:
  - 0: se trata de un salto definido de forma estricta.
  - 1: se trata de un salto definido de forma imprecisa.
- Valor: nodo o conjunto de nodos.

# CR-LDP: Mensaje de solicitud de etiqueta

49

- *Resource class TLV*:
  - ▣ Indica las clases de recursos (enlaces) que pueden emplearse para establecer el CR-LSP.
- *Preemption TLV* (desalojo):
  - ▣ Para asignar una prioridad en el establecimiento (*SetPrio*) y en el mantenimiento (*HoldPrio*) del CR-LSP.
  - ▣ Estas prioridades se emplean para determinar si un nuevo CR-LSP puede desalojar a otro CR-LSP ya existente:
    - Asignar un alta prioridad de mantenimiento indica que el CR-LSP, una vez establecido, tiene menos probabilidad de ser desalojado.
    - Asignar una alta prioridad de establecimiento indica que, en el caso de escasez de recursos, el CR-LSP tiene una alta probabilidad de desalojar a otros CR-LSP ya existentes.

# CR-LDP: Mensaje de mapeo de etiqueta

50

Formato:

0										1										2										3									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1								
0	Label mapping (0x0400)															Message length																							
Message id																																							
FEC TLV																																							
Label TLV																																							
Label request message id TLV																																							
LSPID TLV (optional)																																							
Traffic parameters TLV (optional)																																							

- Label request message id: si este mensaje es la respuesta a un mensaje de solicitud de etiqueta previo, debe contener su "message id".

# CR-LDP: TLV de parámetros de tráfico

51

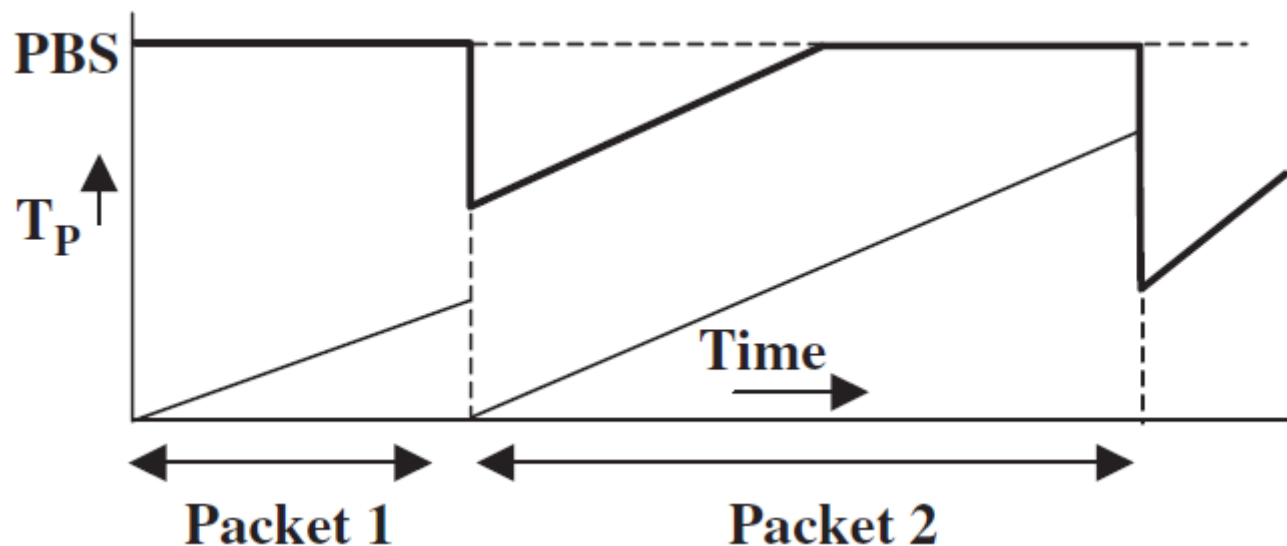
- Describe los parámetros de tráfico del CR-LSP que se está solicitando (solicitud de etiqueta) o estableciendo (mapeo de etiqueta).
- Formato:

0										1										2										3									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1								
0		0		Type (0x0810)												Length																							
Flags								Frequency								Reserved								Weight															
Peak data rate (PDR)																																							
Peak burst size (PBS)																																							
Committed data rate (CDR)																																							
Committed burst size (CBS)																																							
Excess burst size (EBS)																																							

# CR-LDP: TLV de parámetros de tráfico

52

- *Peak Data Rate (PDR) y Peak Burst Size (PBS):*
  - ▣ Definen la tasa máxima (en bytes/s) a la que se envía tráfico al CR-LSP.
  - ▣ Se define mediante un *token bucket P*:
    - Tamaño del token bucket (bytes): PBS.
    - Tasa de relleno del token bucket (bytes/s): PDR.

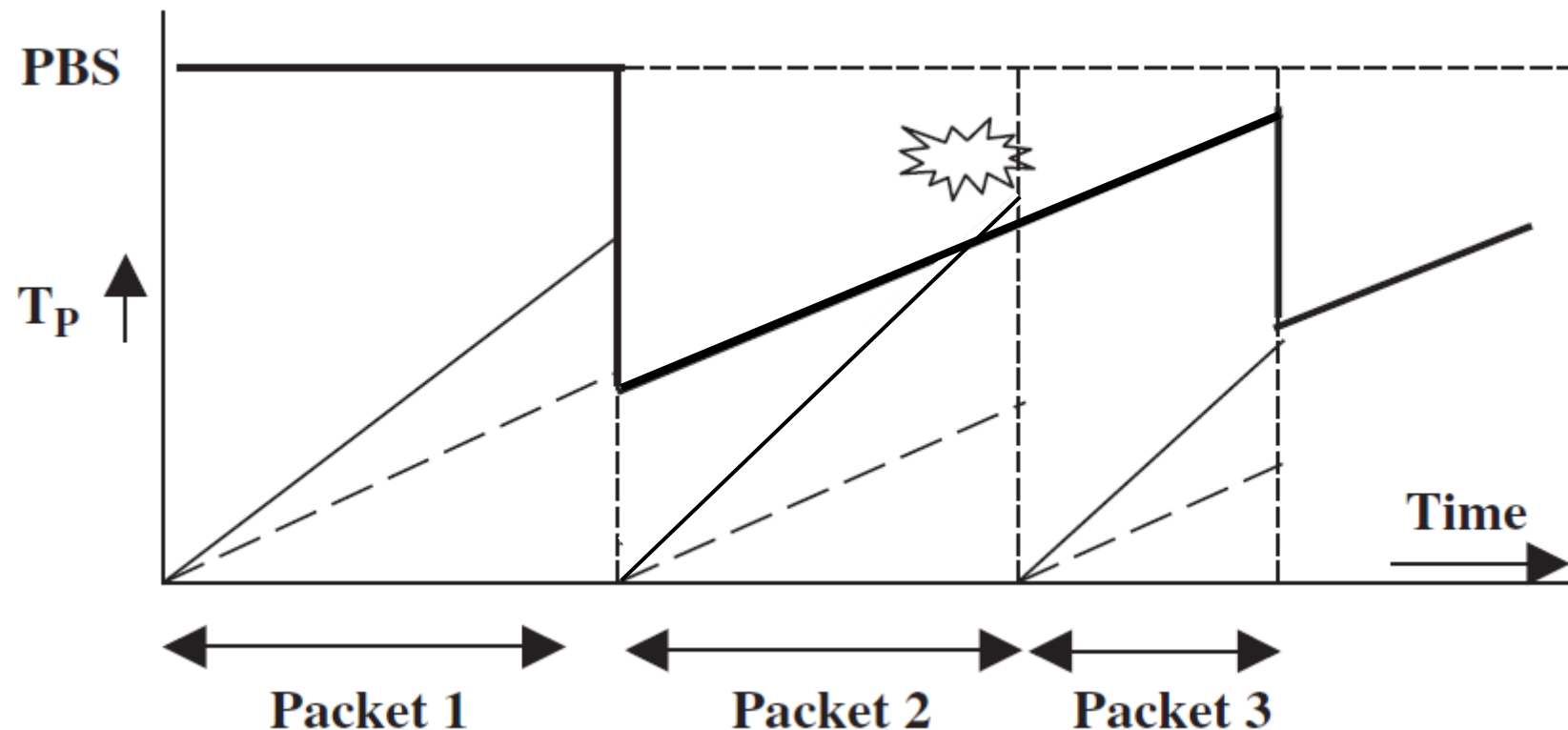




# CR-LDP: TLV de parámetros de tráfico

53

- Ejemplo de *token bucket* P con llegada superior a PDR:



# CR-LDP: TLV de parámetros de tráfico

54

- *Committed Data Rate* (CDR) y *Committed Burst Size* (CBS):
  - ▣ El tráfico que sale de P entra a la red y pasa por una función policía definida mediante el *token bucket* C:
    - Tamaño del token bucket (bytes): CBS.
    - Tasa de relleno del token bucket (bytes/s): CDR.
  - ▣ La salida de C cumple con la tasa comprometida (*committed rate*) y es la cantidad de ancho de banda que debe reservarse al CR-LSP.

# CR-LDP: TLV de parámetros de tráfico

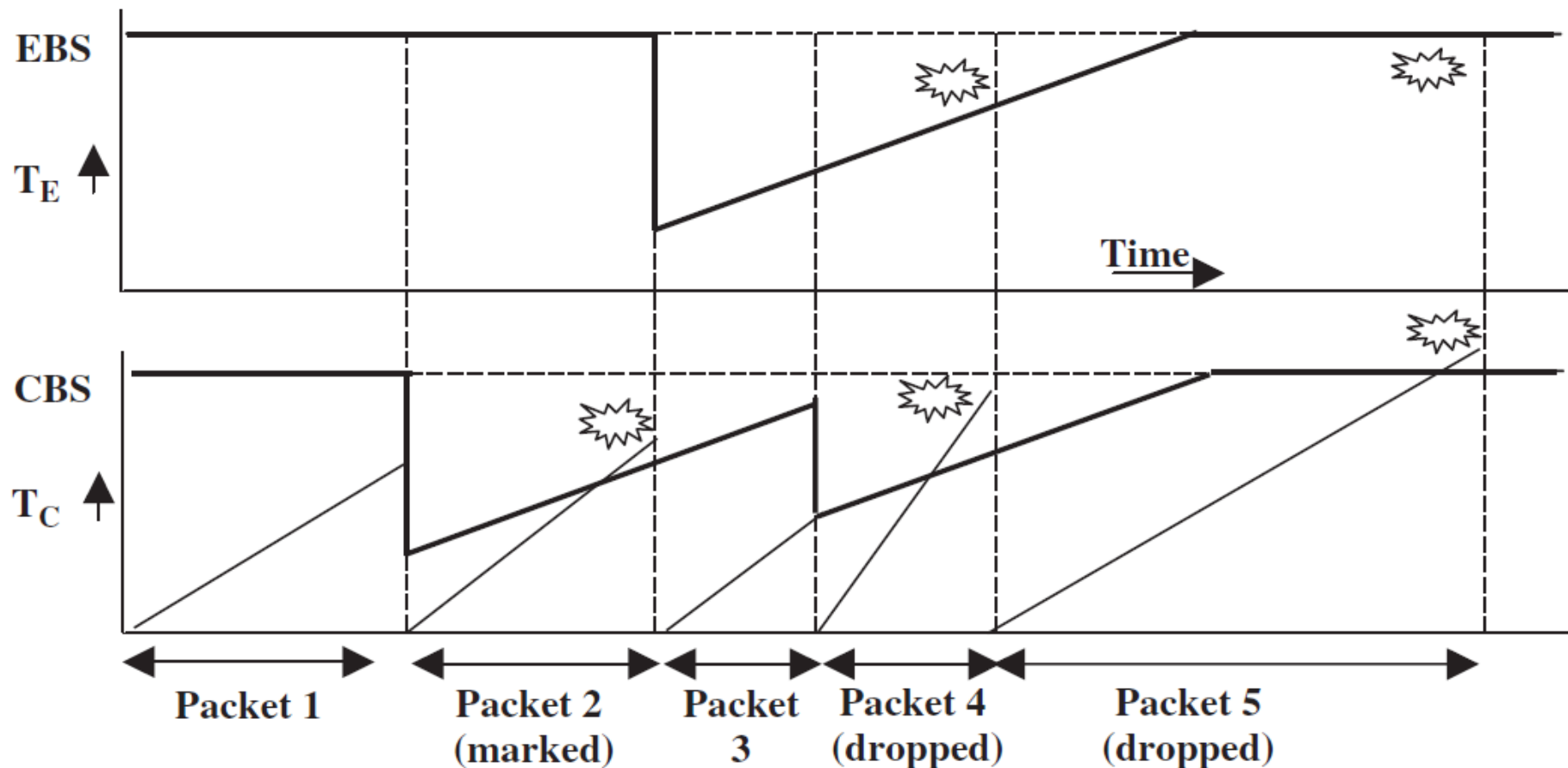
55

- Además del *token bucket* C es posible emplear un segundo *token bucket* que haga de función policía: *token bucket* E o *token bucket* de exceso:
  - ▣ Tamaño del token bucket (bytes): EBS.
  - ▣ Tasa de relleno del token bucket (bytes/s): CDR.
  - ▣ C y E conjuntamente funcionan del siguiente modo:
    - Los paquetes pasan primero por C y, si no lo superan, pasan a E.
    - La acción a tomar cuando el tamaño de un paquete recibido supera el contador de *token* depende de la implementación, pero una opción razonable es:
      - Si el paquete supera C → Entra en la red.
      - Si el paquete no supera C pero supera E → Marcamos el paquete como eligible de descarte (o de baja prioridad).
      - Si el paquete no supera C ni después E porque no quedan *tokens* → Se descarta.

# CR-LDP: TLV de parámetros de tráfico

56

□ Ejemplo de *token buckets* C y E:

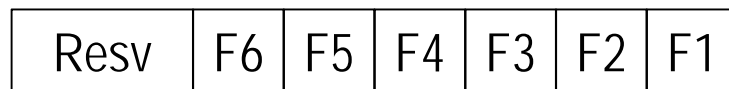


# CR-LDP: TLV de parámetros de tráfico

57

## □ *Flags:*

- Indican si los parámetros de tráfico solicitados son negociables (*flag*=1) o no (*flag*=0).
- El mensaje de mapeo de etiqueta puede reemplazar algún valor solicitado (PDR, PBS, CDR, CBS, EBS o peso) por un valor inferior.
- 8 bits:



F1: corresponde a PDR.  
F2: corresponde a PBS.  
F3: corresponde a CDR.  
F4: corresponde a CBS.  
F5: corresponde a EBS.  
F6: corresponde al peso.

## □ *Peso:*

- Indica el peso del CR-LSP cuando hay exceso de ancho de banda por encima de la tasa comprometida a compartir.
- Entre 1 y 255 (0 indica que no se le aplica el peso).

# CR-LDP: clases de servicio

58

- Podemos crear diferentes clases de servicio:
  - ▣ Configurando PDR, PBS, CDR, CBS y EBS.
  - ▣ Determinando las reglas de marcado y descarte de paquetes.
- Ejemplos:
  - ▣ Servicio sensible al retardo: la red se compromete a transmitir paquetes con tasa PDR con un retardo mínimo. Los paquetes que superen PDR se descartan.
  - ▣ Servicio sensible al *throughput*: la red se compromete a transmitir paquetes con una tasa de al menos CDR. El usuario puede transmitir con una tasa superior a CDR pero los paquetes que excedan esa tasa tienen una menor probabilidad de ser transmitidos.
  - ▣ *Best effort*: no hay garantías de servicio.

# CR-LDP: clases de servicio

59

Parámetros de tráfico	Sensible al retardo	Sensible al <i>throughput</i>	<i>Best effort</i>
PDR	-	-	Infinito
PBS	-	-	Infinito
CDR	PDR	-	Infinito
CBS	PBS	-	Infinito
EBS	0	0	0
Descarte/ marcado	Descarte > PDR	Descarte > PDR, PBS Marcado > CDR. CBS	Ninguno

## □ Temas a tratar:

- ▣ Introducción.
- ▣ Estilos de reserva.
- ▣ Nuevos objetos RSVP-TE.
- ▣ Extensiones RSVP-TE.



# RSVP-TE: Introducción

61

- RSVP-TE es una extensión de RSVP.
- RFC 3209, "*RSVP-TE: extensions to RSVP for LSP tunnels*" (2001).
- RSVP es un protocolo de señalización usado para el establecimiento y mantenimiento de reserva de recursos tanto para aplicaciones unicast como multicast.
- RSVP se diseñó para soportar la arquitectura IntServ, aunque puede usarse para transportar otros tipos de información de control → Se propuso su uso en MPLS.
- Concepto de sesión:
  - ▣ RSVP: flujo de datos con una dirección IP destino e id de protocolo.

# RSVP-TE: Introducción

62

- RSVP-TE usa DoD con control ordenado para establecer LSPs.
  - ▣ Implementado usando los mensajes PATH y RESV aumentados con nuevos objetos.
- RSVP-TE puede usarse para establecer LSPs que usen las tablas de rutas o para rutas explícitas.
  - ▣ Las rutas explícitas se definen usando un nuevo objeto: EXPLICIT\_ROUTE.
  - ▣ EXPLICIT\_ROUTE encapsula los saltos que determinan un camino.
  - ▣ Se permiten rutas estrictas o imprecisas.
- RSVP-TE permite la reserva de recursos para el LSP usando reservas RSVP estándar junto con las clases de servicio de IntServ.
  - ▣ La reserva de recursos es opcional.
  - ▣ Ejemplos de LSPs que no requieren reserva de recursos:
    - Para tráfico *best effort*.
    - Implementar caminos de respaldo (*backup*).

## □ Establecimiento de un LSP:

### ▣ LSR de entrada:

- Manda un mensaje PATH con el objeto LABEL REQUEST: nuevo objeto que indica la solicitud de una asociación de etiqueta.
- Si se solicita una ruta explícita, en el mensaje PATH se inserta el objeto EXPLICIT\_ROUTE.

### ▣ LSR siguiente salto:

- Se reenvía el mensaje PATH al siguiente salto, que puede ser:
  - El indicado en las tablas de rutas.
  - El indicado en EXPLICIT\_ROUTE.
- Si es incapaz de aceptar el nuevo LSP devuelve un mensaje PATHERR.

## □ Establecimiento de un LSP (cont.):

### ▣ LSR de salida:

- Responde al mensaje PATH con un mensaje RESV que contiene el objeto LABEL y que se envía por el camino inverso al seguido por PATH.

### ▣ LSR de siguiente salto:

- Cada LSR que recibe el mensaje RESV con un objeto LABEL usa esa etiqueta para el tráfico de salida asociado con el LSP.
- Genera una nueva etiqueta y la pone en el objeto LABEL y reenvía el mensaje RESV al salto anterior del LSP.
- Acaba el establecimiento del LSP cuando el LSR de entrada recibe el mensaje RESV.

# RSVP-TE: Estilos de reserva

65

- Estilos de reserva RSVP:
  - ▣ *Wildcard-Filter* (WF)
  - ▣ *Fixed-Filter* (FF)
  - ▣ *Shared Explicit* (SE).
- WF no se usa en RSVP-TE.
- El LSR de salida puede usar FF o SE para un LSP, pudiendo escoger diferentes estilos para diferentes LSPs.

# RSVP-TE: Estilos de reserva

66

## □ Estilo FF:

- ▣ Cada LSP tiene su propia reserva en cada LSR del camino.
- ▣ Cada LSR emplea una etiqueta única para cada LSR de entrada.

## □ Estilo SE:

- ▣ Permite al LSR de salida especificar en una lista explícitamente los LSRs a ser incluidos en una misma reserva.
- ▣ Hay una reserva única en cada LSR para todos los LSRs especificados en esa lista.
- ▣ Pueden crearse LSPs multipunto a punto o un único LSP por LSR de entrada.

# RSVP-TE: Nuevos objetos RSVP-TE

67

- Los mensajes en RSVP-TE son similares a los de RSVP, aunque conviene destacar los nuevos objetos definidos en RSVP-TE.
- RSVP-TE introduce 5 nuevos objetos respecto a RSVP:
  - ▣ LABEL (en RESV).
  - ▣ LABEL\_REQUEST (en PATH).
  - ▣ EXPLICIT\_ROUTE (en PATH).
  - ▣ RECORD\_ROUTE (en PATH y RESV).
  - ▣ SESSION\_ATTRIBUTE (en PATH).

# RSVP-TE: Nuevos objetos RSVP-TE

68

## □ Objeto LABEL:

- ▣ Se emplea en el mensaje RESV para anunciar una etiqueta.
- ▣ Las etiquetas recibidas en mensajes RESV por diferentes interfaces se consideran siempre diferentes aunque coincida su valor.

## □ Objeto LABEL\_REQUEST:

- ▣ Solicita una asociación de etiqueta para el camino.
- ▣ Contiene el tipo de etiqueta que se está solicitando:
  - Tipo 1: etiqueta genérica.
  - Tipo 2: etiqueta ATM.
  - Tipo 3: etiqueta *Frame Relay*.



# RSVP-TE: Nuevos objetos RSVP-TE

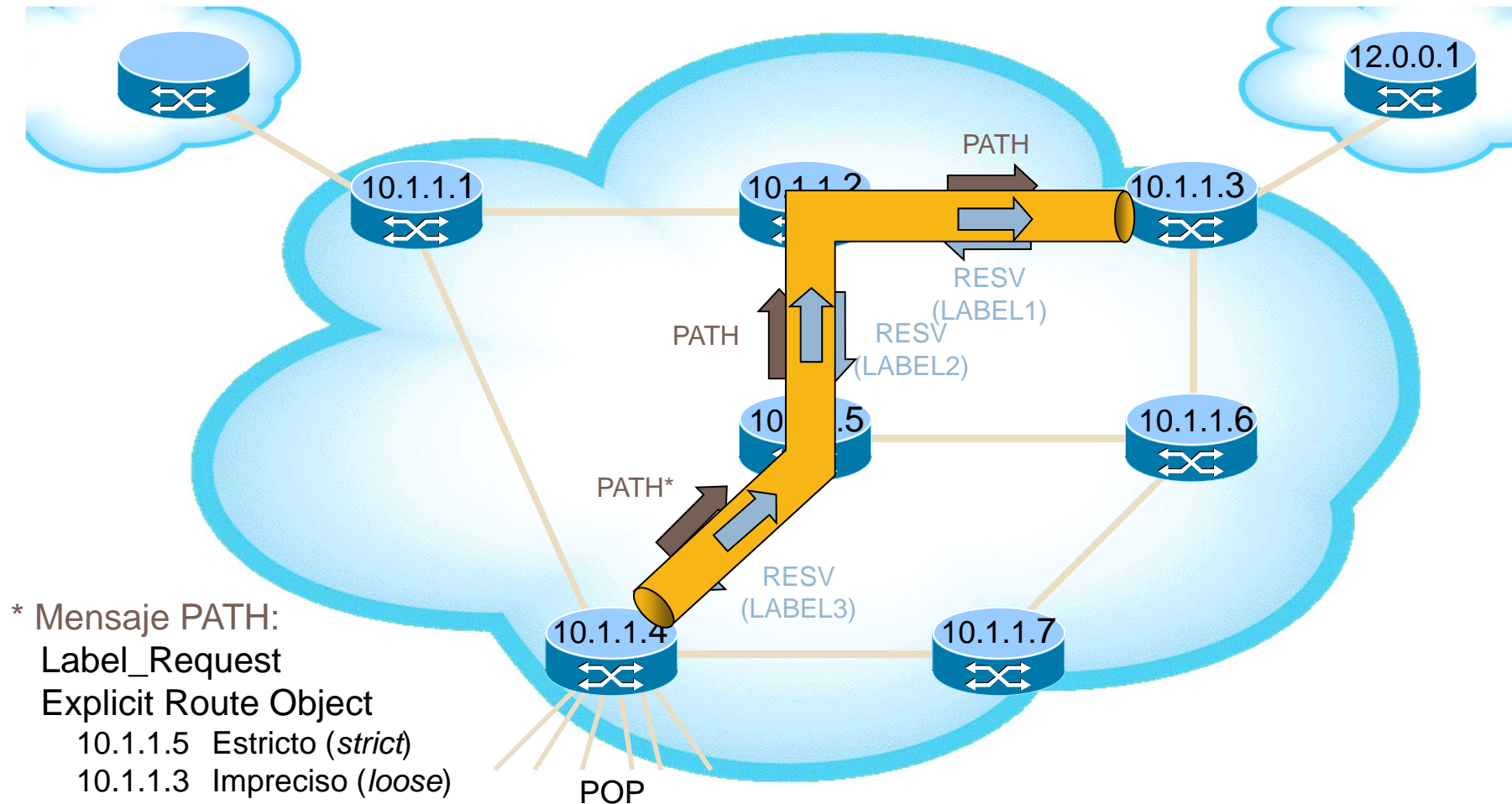
69

- Objeto EXPLICIT\_ROUTE:
  - ▣ Especifica los saltos de la ruta específica solicitada.
  - ▣ Cada salto puede ser un LSR único (ruta estricta, bit L=0) o un grupo de LSRs (ruta imprecisa, bit L=1).
- Objeto RECORD\_ROUTE:
  - ▣ Cuando se indica una ruta imprecisa pueden formarse bucles (especialmente en estados transitorios de los protocolos de encaminamiento).
  - ▣ En este objeto puede guardarse la dirección IP de los LSRs que intervienen para detectar bucles.
  - ▣ También pueden guardarse las etiquetas.
  - ▣ Puede aparecer en los mensajes PATH y RESV.
- Objeto SESSION\_ATTRIBUTE:
  - ▣ Contiene información sobre la prioridad (entre 0 y 7, siendo 0 la máxima prioridad) de mantenimiento de reservas y la prioridad a la hora de reservar recursos, además de afinidad por ciertos recursos.

# RSVP-TE: Nuevos objetos RSVP-TE

70

- Ejemplo de establecimiento de ruta explícita con RSVP-TE:



# RSVP-TE: Extensiones RSVP-TE

71

- RSVP se definió para la reserva de recursos para flujos de datos entre un origen y un destino.
- Conforme aumenta el número de flujos:
  - ▣ Se incrementa la sobrecarga de RSVP en la red debido a los mensajes de refresco continuos que son necesarios.
  - ▣ La memoria para almacenar información del estado de los caminos y la cantidad de procesamiento requerido en los *routers* también se incrementa.
  - ▣ RSVP no escala bien → RSVP-TE hereda dicho problema.
- Soluciones para aliviar los problemas de escalado:
  - ▣ Mecanismo de entrega fiable que reduce la necesidad de mensajes de refresco:
    - Se definen dos nuevos objetos: MESSAGE\_ID y MESSAGE\_ID\_ACK.
  - ▣ Definición del mensaje *Srefresh*: nuevo mensaje que hace un resumen del refresco que debe realizarse.

# CR-LDP vs. RSVP-TE

72

	CR-LDP	RSVP-TE
Transporte	TCP/UDP	IP
Encaminamiento explícito	Estricto e impreciso	Estricto e impreciso
Desalojo de LSPs	Basado en prioridades	Basado en prioridades
Mensajes	<i>Label Request</i> <i>Label Mapping</i>	PATH RESV
Modo establecimiento LSPs	DoD con control ordenado	DoD con control ordenado
Estado	<i>Hard</i>	<i>Soft</i>

- El establecimiento de LSPs de manera explícita es la base de la ingeniería de tráfico (TE – *Traffic Engineering*) con MPLS.

# Bibliografía

73

- H. Perros, "*Connection-oriented Networks: SONET/SDH, ATM, MPLS and Optical Networks*", John Wiley & Sons, 2005.
- L. De Ghein, "*MPLS Fundamentals*", Cisco Press, 2007.
- V. Alwayn, "*Advanced MPLS Design and Implementation*", Cisco Press, 2001.
- RFC 5036, "*LDP specification*", 2007.
- RFC 3212, "*Constraint-based LSP setup using LDP*", 2002.
- RFC 3209, "*RSVP-TE: extensions to RSVP for LSP tunnels*", 2001.