



# Distribución de etiquetas en MPLS

Ingeniería de tráfico - Curso 2014-15

Área de Ingeniería Telemática - Departamento de Automática

Universidad de Alcalá

José Manuel Giménez

# Distribución de etiquetas en MPLS

2

- ☐ Introducción
- ☐ Label Distribution Protocol (LDP)
- ☐ LDP para encaminamiento basado en restricciones (CR-LDP)
- ☐ RSVP-TE

# Introducción

3

- MPLS requiere un conjunto de procedimientos para la distribución fiable de asociaciones FEC-etiqueta entre LSRs.
- MPLS no requiere el uso de un único protocolo de distribución de etiquetas.
- Se pueden usar extensiones a protocolos ya existentes para transportar dichas asociaciones:
  - ▣ BGP, PIM, RSVP...
  - ▣ Entre estos, RSVP-TE (RSVP – *Traffic Engineering*) es la más popular.
- Se han hecho varias propuestas, entre las que destacan:
  - ▣ LDP: *Label Distribution Protocol*.
  - ▣ CR-LDP: *Constrained-based Routing LDP*.

# LDP: Label Distribution Protocol

4

## □ Temas a tratar:

- ▣ Introducción
- ▣ Conceptos
  - FEC, espacio de etiquetas, sesiones, adyacencias *hello...*
- ▣ Formato de la PDU
- ▣ Mensajes

# LDP: introducción

5

- LDP: Label Distribution Protocol
- RFC 3036 (2001) y actualizada en RFC 5036 (2007).
- LDP se usa para establecer y mantener asociaciones de etiquetas para un LSP asociado a un FEC.
- Peers LDP: dos LSRs que usan LDP para intercambiar asociaciones de etiquetas.
- Dos peers LDP intercambian información en una sesión LDP.
- Clasificación de mensajes LDP:
  - ▣ Mensajes de descubrimiento
  - ▣ Mensajes de sesión
  - ▣ Mensajes de anuncio
  - ▣ Mensajes de notificación

# LDP: introducción

6

- Clasificación de los mensajes:
  - ▣ Mensajes de descubrimiento
    - Para anunciar y mantener la presencia de un LSR en la red.
  - ▣ Mensajes de sesión
    - Para que dos peers LDP puedan intercambiar información tienen que establecer primero una sesión.
    - Los mensajes de sesión se emplean para iniciar, mantener y finalizar sesiones LDP.
  - ▣ Mensajes de anuncio
    - Para crear, modificar y borrar asociaciones de etiquetas a FECs.
  - ▣ Mensajes de notificación
    - Para proporcionar avisos e información de errores.
- Todos los mensajes van sobre TCP excepto los mensajes de descubrimiento.

# LDP: conceptos

7

## □ FEC:

- ▣ En el contexto de LDP, cada FEC comprende uno o más elementos FEC.
  - Cada elemento FEC identifica un conjunto de paquetes que pueden mapearse a su LSP correspondiente.
- ▣ Elemento FEC: prefijo de dirección
  - Es el tipo de FEC más habitual.
  - Es un prefijo de dirección de cualquier longitud (desde 0 hasta una dirección completa).
- ▣ Elemento FEC: dirección de host
  - Es una dirección de host completa.
  - Cuando el tráfico se destina a un host específico, puede crearse un LSP para esa dirección.
  - ... no se usa demasiado.

# LDP: conceptos

8

- Espacio de etiquetas:
  - ▣ Es el conjunto de todas las etiquetas.
  - ▣ Existe un espacio de etiquetas común para todos los interfaces donde los paquetes IP emplean "*shim header*".
    - También cuando se usa IPv6 (todavía es un draft de 2014).
  - ▣ Existe un espacio de etiquetas para cada interfaz ATM y para cada interfaz Frame Relay.
- Dos tipos de espacios de etiquetas:
  - ▣ Espacio de etiquetas por interfaz.
  - ▣ Espacio de etiquetas por plataforma.



# LDP: conceptos

9

- Espacio de etiquetas por interfaz:
  - ▣ El espacio de etiquetas es específico para cada interfaz.
  - ▣ No se comparte con otras interfaces del LSR: software específico para procesar las etiquetas.
  - ▣ Ejemplos:
    - Una interfaz ATM emplea números VPI/VCI específicos para esa interfaz  
→ Espacio de etiquetas por interfaz.
    - Ídem para los DLCIs de Frame Relay.
- Espacio de etiquetas por plataforma:
  - ▣ Se comparte el espacio de etiquetas por todas las interfaces.
  - ▣ Las etiquetas se procesan por el mismo software, por lo que se usa un espacio de etiquetas común.
  - ▣ Ejemplo:
    - GbE (*Gigabit Ethernet*), PoS (*Packet over SONET*), PPP (*Point to Point Protocol*)...

# LDP: conceptos

10

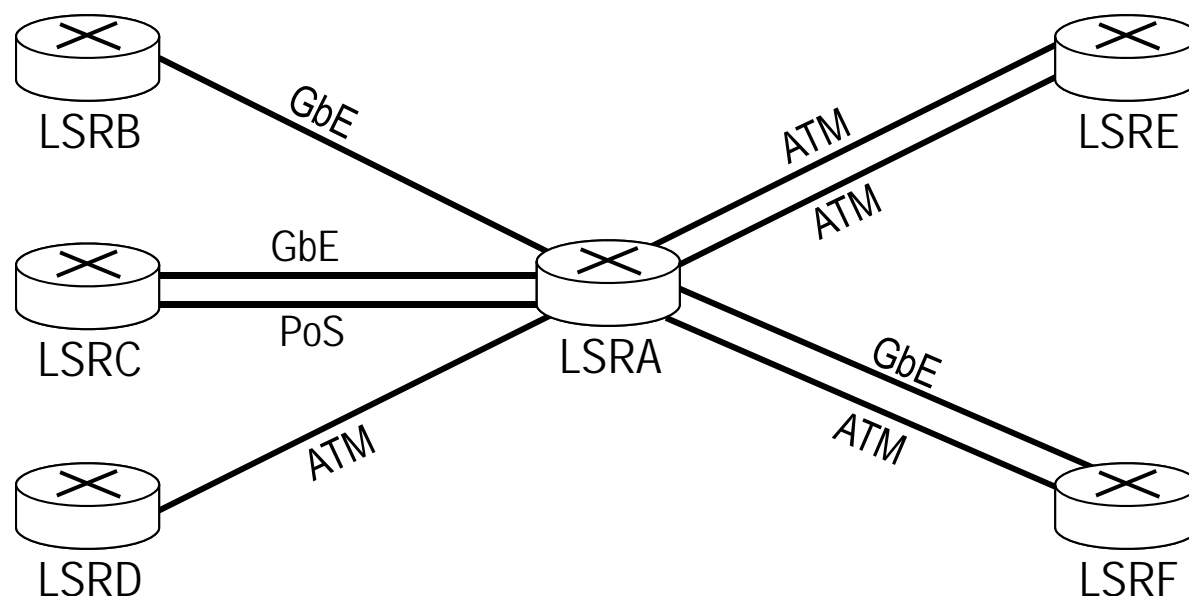
- El espacio de etiquetas de un LSR:
  - ▣ Se identifica mediante 6 octetos:
    - Los 4 primeros octetos contienen un identificador único que identifica al LSR.
    - Los 2 últimos octetos identifican un espacio de etiquetas dentro del LSR.
      - Si se emplea un espacio de etiquetas por plataforma, ambos octetos se rellenan con ceros.
- Un identificador de espacio de etiquetas:
  - ▣ Formalmente referido como identificador de LDP (LDPid).
  - ▣ Formato: <LSRid : número de espacio de etiquetas>.

# LDP: conceptos

11

□ Ejemplo del espacio de etiquetas que anuncia LSRA a sus vecinos:

▣ Considere que el id del LSRA es lsr170.



□ Espacios de etiquetas del LSRA:

- ▣ <lsr170:0>
- ▣ <lsr170:1>
- ▣ <lsr170:2>
- ▣ <lsr170:3>
- ▣ <lsr170:4>

# LDP: conceptos

12

## □ Ejemplo (cont.):

- ▣ Los identificadores de espacios de etiquetas que A anuncia a sus vecinos son:
  - <lsrc170:0> al LSRB, al LSRC (ambas interfaces) y LSRF (interfaz GbE).
  - <lsrc170:1> al LSRD (interfaz ATM).
  - <lsrc170:2> al LSRE (a la primera interfaz ATM).
  - <lsrc170:3> al LSRE (a la segunda interfaz ATM).
  - <lsrc170:4> al LSRF (interfaz ATM).

# LDP: conceptos

13

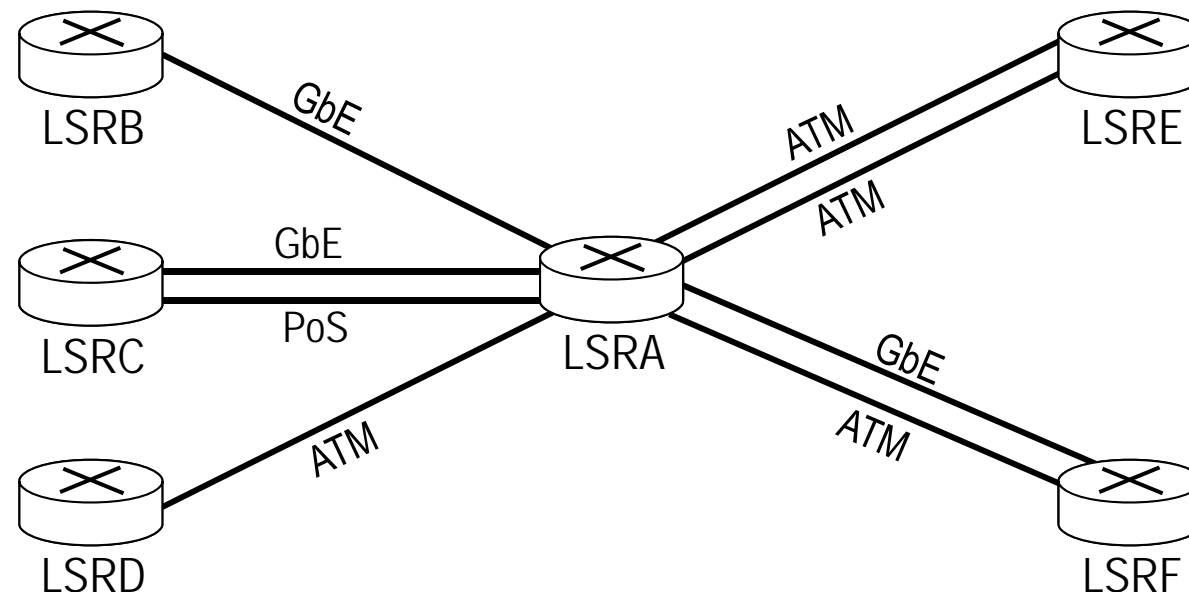
## □ Sesión LDP:

- ▣ Se establecen sesiones LDP entre dos LSRs directamente conectados para soportar el intercambio de mensajes LDP entre ellos.
  - Es posible establecer una sesión LDP entre dos LSRs que no estén directamente conectados.
    - Por ejemplo si dos LSRs distantes quieren comunicarse a través de un LSP para construir un túnel empleando la pila de etiquetas.
- ▣ Una sesión LDP entre dos LSRs se asocia con un espacio de etiquetas.
- ▣ Por fiabilidad, una sesión LDP se ejecuta sobre TCP.
  - Cuando se requieren múltiples sesiones entre dos LSRs se abre una conexión TCP para cada una de ellas.

# LDP: conceptos

14

□ Para el ejemplo anterior:



- A-B: se establece 1 sesión LDP para  $\langle \text{l sr170:0} \rangle$ .
- A-C: se establece 1 sesión LDP para  $\langle \text{l sr170:0} \rangle$ .
- A-D: se establece 1 sesión LDP para  $\langle \text{l sr170:1} \rangle$ .
- A-E: se establecen 2 sesiones LDP: una para  $\langle \text{l sr170:2} \rangle$  y otra para  $\langle \text{l sr170:3} \rangle$ .
- A-F: se establecen 2 sesiones LDP: una para  $\langle \text{l sr170:0} \rangle$  y otra para  $\langle \text{l sr170:4} \rangle$ .

# LDP: conceptos

15

- Mecanismo de descubrimiento LDP:
  - ▣ Permite a un LSR descubrir *peers* LDP potenciales.
  - ▣ Dos tipos: básico y extendido.
- Mecanismo de descubrimiento básico:
  - ▣ Para descubrir otros LSRs a los que está directamente conectado.
    - Un LSR envía periódicamente mensajes *LDP link hellos* por cada interfaz.
  - ▣ Estos mensajes se envían sobre UDP a:
    - Dirección IP *multicast* que incluye todos los *routers* de la subred.
    - Puerto para el descubrimiento de LDP.
  - ▣ Un mensaje *LDP link hello* transporta el identificador del espacio de etiquetas que el LSR desea usar en esa interfaz.
  - ▣ La recepción de un *LDP link hello* identifica una *adyacencia hello*.
    - Para cada interfaz solo hay una *adyacencia hello*.

# LDP: conceptos

16

- Mecanismo de descubrimiento extendido:
  - ▣ Se emplea para descubrir LSRs que no están conectados directamente.
  - ▣ Sobre UDP, un LSR envía periódicamente mensajes *LDP targeted hellos* a una dirección IP específica.
  - ▣ Un mensaje *LDP targeted hello* transporta el identificador del espacio de etiquetas que el LSR desea usar.
  - ▣ Cuando se recibe un mensaje *LDP targeted hello* se identifica una *adyacencia hello*.



# LDP: conceptos

17

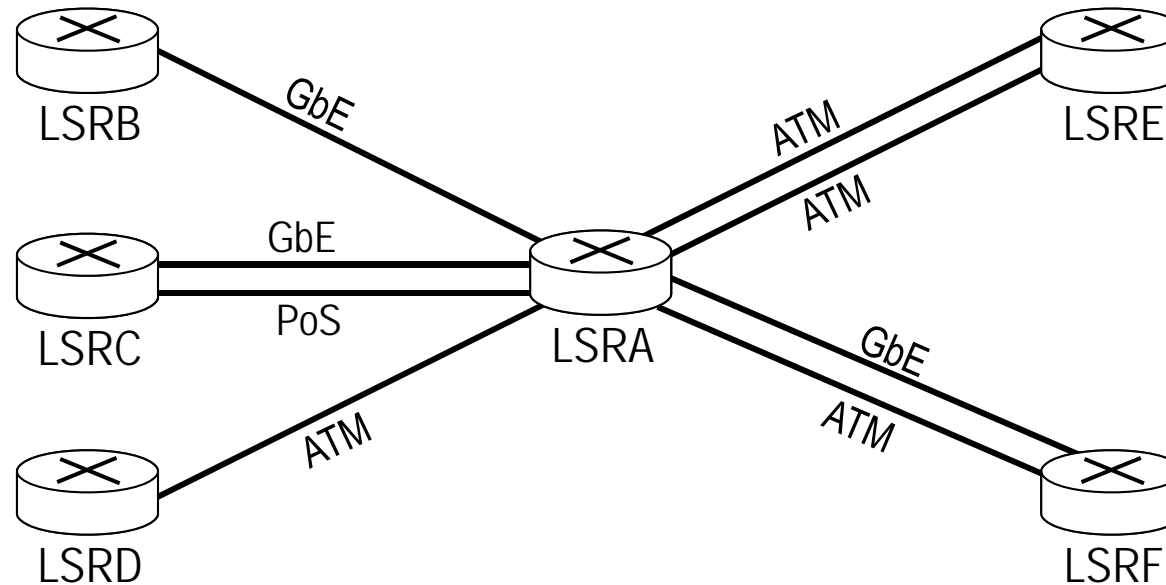
- Establecimiento de una sesión LDP:
  - ▣ El intercambio de mensajes *LDP link hellos* inicia el establecimiento de una sesión LDP.
  - ▣ Relación adyacencia hello – sesión:
    - Un único enlace entre dos LSRs: una adyacencia hello y una única sesión LDP.
    - Enlaces paralelos con espacio de etiquetas por plataforma: tantas adyacencias hello como número de interfaces, pero solo una sesión LDP.
    - Enlaces paralelos uno con espacio de etiquetas por plataforma y el resto por interfaz: una sesión por interfaz y una adyacencia por sesión.

# LDP: conceptos

18

## □ Ejemplo (cont.):

- ▣ A-B: una sesión LDP y una adyacencia.
- ▣ A-C: una sesión LDP y dos adyacencias.
- ▣ A-D: una sesión LDP y una adyacencia.
- ▣ A-E: dos sesiones LDP, cada una asociada a una adyacencia.
- ▣ A-F: dos sesiones LDP, cada una asociada a una adyacencia.



# LDP: conceptos

19

- El establecimiento de una sesión LDP requiere dos pasos:
  1. Establecimiento de una sesión TCP.
  2. Inicialización de una sesión LDP, durante la cual se negocian parámetros de la sesión como:
    - Versión del protocolo.
    - Método de distribución de etiquetas.
    - Valor de temporizadores.
    - Rango de valores VPI/VCI para ATM.
    - Rango de valores DLCI para Frame Relay.
    - ...

# LDP: conceptos

20

- Mantenimiento de adyacencias hello:
  - ▣ Los LSRs mantienen un temporizador para cada adyacencia hello:
    - Se reinicia cada vez que se recibe un mensaje hello.
    - Si expira sin haber recibido un mensaje hello del LSR peer → Se borra dicha adyacencia hello.
    - Cuando todas las adyacencias asociadas a una sesión se borran → Finaliza sesión LDP.
- Mantenimiento de sesiones LDP:
  - ▣ Los LSRs mantienen un temporizador *keepAlive* para cada sesión:
    - Se reinicia cada vez que se recibe cualquier PDU.
    - Si un peer LDP no tiene nada que enviar → Envía mensajes *keepAlive* periódicamente.
    - Si expira el temporizador → Finaliza sesión LDP.