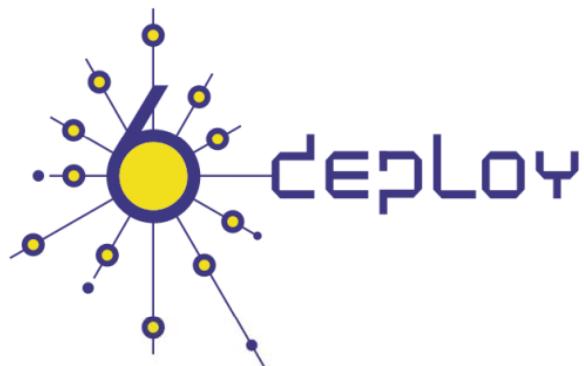


Curso IPv6

WALC 2009

Bogotá – Colombia

21 al 25 Septiembre 2009



César Olvera (cesar.olvera@consulintel.es)

Alvaro Vives (alvaro.vives@consulintel.es)



Contenido del curso (1)

- **Bloque 1. Tutorial IPv6**

1. Introducción a IPv6
2. Formatos de cabeceras y tamaño de paquetes
3. Direccionamiento IPv6
4. ICMPv6, Neighbor Discovery y DHCPv6
5. Seguridad IPv6
6. Encaminamiento con IPv6
7. Mecanismos de Transición
8. Movilidad IPv6



Contenido del curso (2)

- **Bloque 2. Otros Aspectos Avanzados**

9. Calidad de Servicio (QoS)
10. Multicast
11. Multi-homing
12. Porting de aplicaciones
13. Gestión SNMP sobre IPv6
14. IPv6 sobre MPLS
15. DNS IPv6



Bloque 2

Otros Aspectos Avanzados



10. Multicast

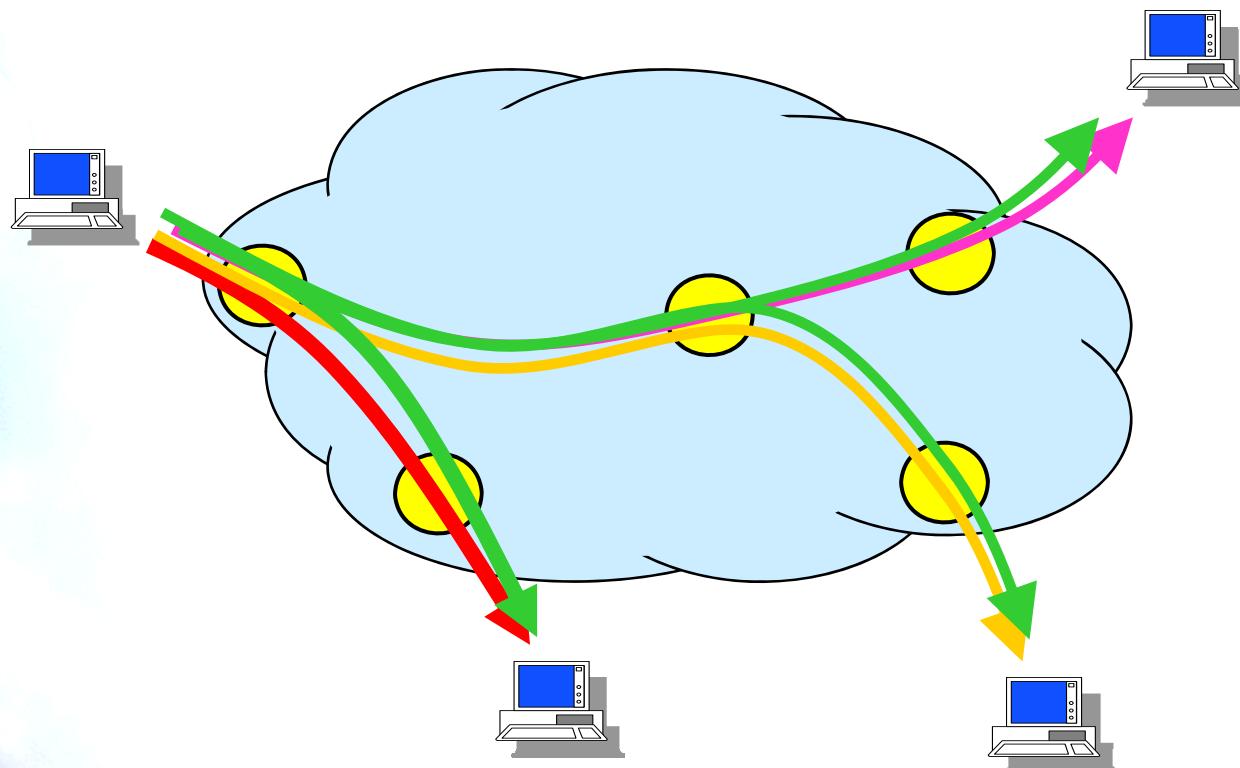
- 10.1 Conceptos Multicast
- 10.2 Direcciones Multicast
- 10.3 Multicast Listener Discovery
- 10.4 Encaminamiento Multicast
- 10.5 PIM-ASM
- 10.6 PIM-SSM
- 10.7 Aspectos prácticos



10.1 Conceptos Multicast



¿Qué es Multicast?

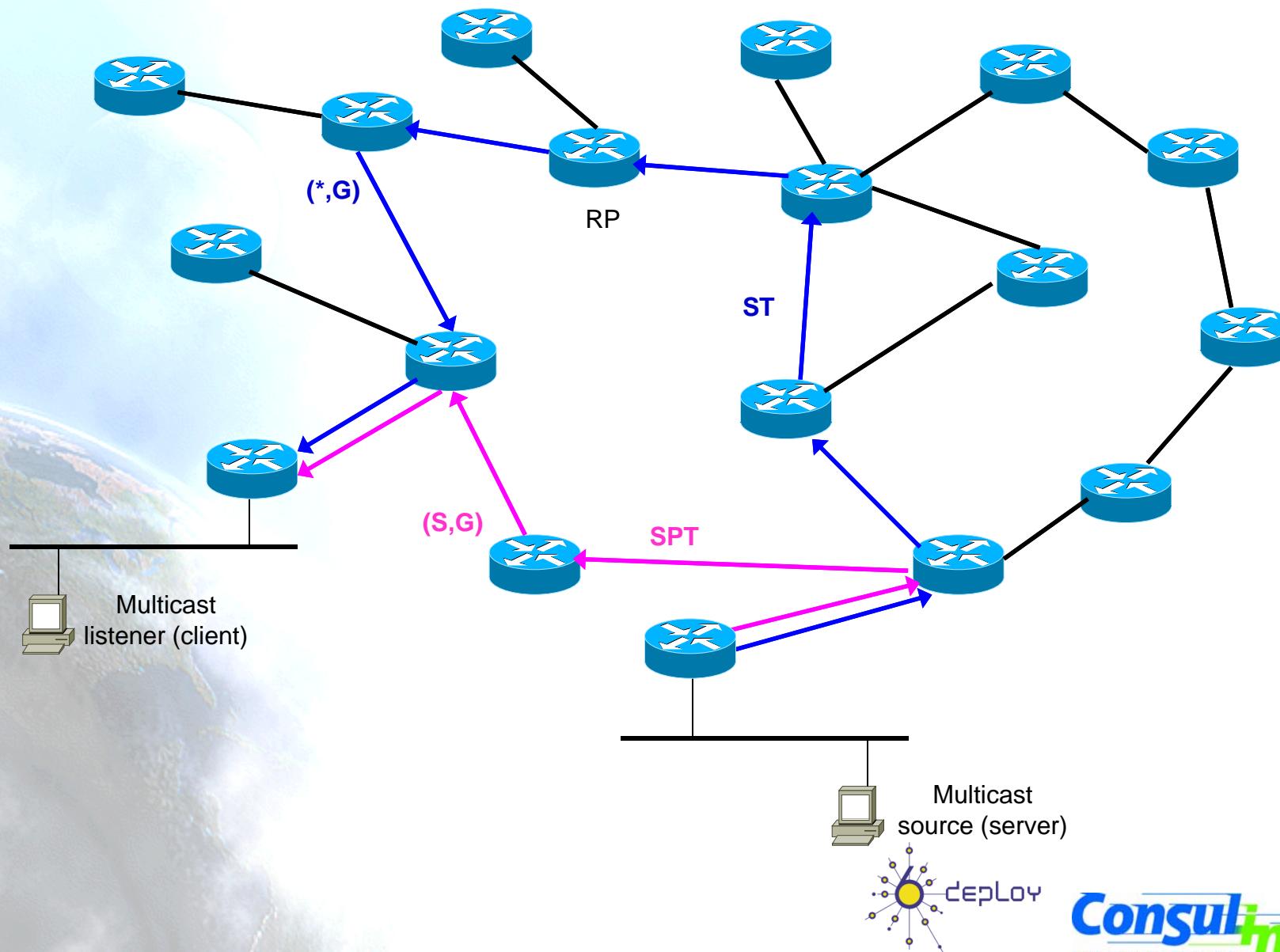


Aplicaciones

- Sistemas Distribuidos
- Video bajo Demanda (VoD)
- Difusion Radio/TV
- Conferencias Multipunto (voice/video)
- Juegos en Red
- Funciones de nivel de Red



Conceptos Multicast (1)



Conceptos Multicast (2)

- **Multicast Distribution Tree (MDT)**
 - Es el camino de distribución multicast que se usa para entregar información multicast en las redes que tienen participantes multicast
 - Tiene forma de árbol con el fin de evitar bucles multicast cerrados en la red
 - La raíz del MDT es la fuente del grupo multicast
- **Shortest Path Tree (SPT)**
 - Es el MDT que tiene la fuente del grupo multicast como raíz y a los participantes multicast como hojas del árbol
 - Se representa como (S,G)
- **Shared Tree (ST)**
 - Es el MDT resultante de tener una única raíz, denominada “Rendezvous Point” cuando hay más de una fuente para el mismo grupo multicast



¿Cómo funciona?

- El nodo se une/abandona un grupo multicast.
- No hay ninguna restricción acerca del número de grupos o del número de miembros por grupo.
- Enviar paquetes al grupo no significa que se pertenezca a él.
- La dirección de destino es una dirección multicast que representa a todo el grupo multicast.
- Los servicios multicast no están orientados a conexión por lo que no se puede emplear TCP.



10.2 Direcciones Multicast

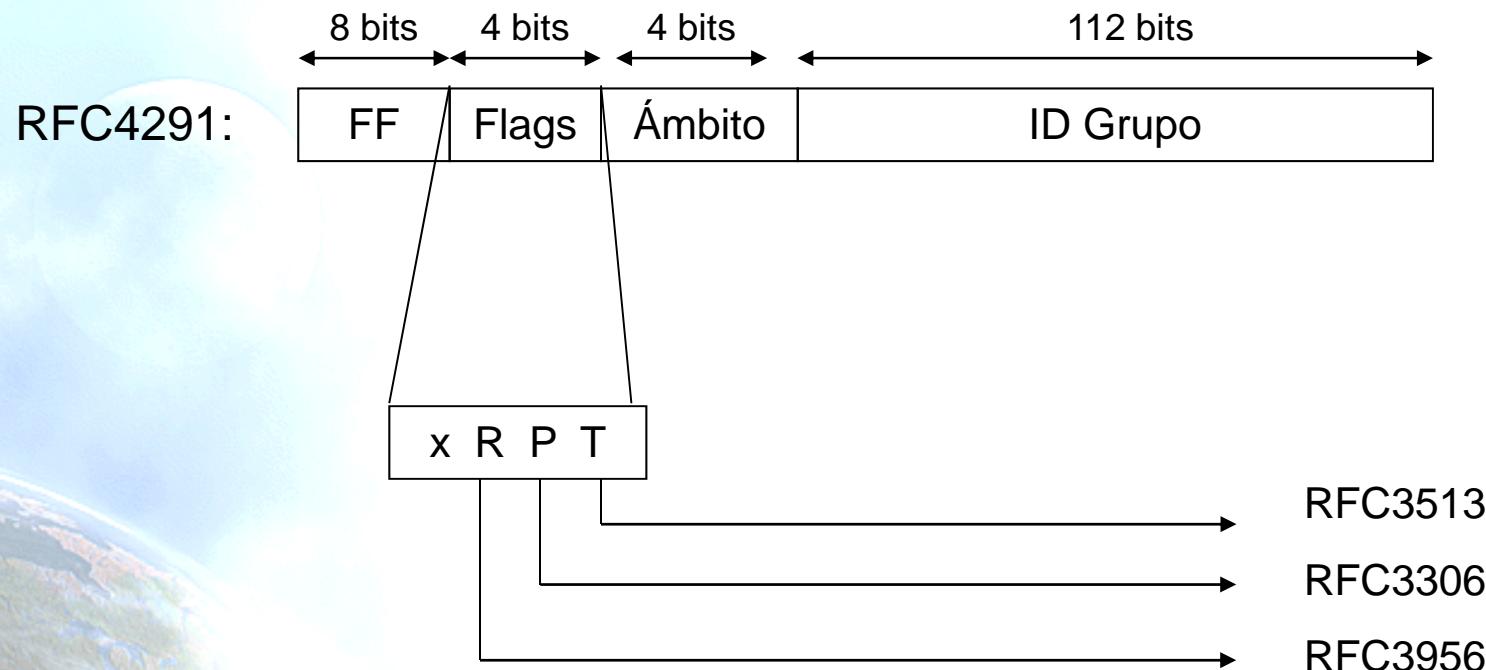


IPv4 vs. IPv6

- IPv4
 - Broadcast
 - Limitado: 255.255.255.255
 - Dirigido: <network>11..1
 - Multicast
 - Clase D:
224.0.0.0 - 239.255.255.255
- IPv6
 - Multicast
 - FF....



Direcciones Multicast IPv6



Direcciones Multicast Reservadas (1)

- Node-Local Scope
 - FF01::1 Todos los nodos de la red
 - FF01::2 Todos los encaminadores de la red
- Link-Local Scope
 - FF02::1 Todos los nodos de la red
 - FF02::2 Todos los encaminadores de la red
 - FF02::4 Encaminadores DVMRP
 - FF02::5 Encaminadores OSPFIGP
 - FF02::6 Encaminadores designados OSPFIGP
 - FF02::9 Encaminadores RIP
 - FF02::B Mobile-Agents
 - FF02::D Todos los encaminadores PIM
 - FF02::1:2 Todos los DHCP-agents
 - FF02::1:FFXX:XXXX Solicited-Node Address



Direcciones Multicast Reservadas (2)

- Site-Local Scope
 - FF05::2 Todos los encaminadores
 - FF05::1:3 Todos los DHCP-servers
 - FF05::1:4 Todos los DHCP-relays
- Variable Scope Multicast Addresses
 - FF0X::101 Network Time Protocol (NTP)
 - FF0X::129 Gatekeeper
 - FF0X::2:0000-FF0X::2:7FFD Multimedia Conference Calls
 - FF0X::2:7FFE SAPv1 Announcements
 - FF0X::2:8000-FF0X::2:FFFF SAP Dynamic Assignments



Direcciones Multicast Importantes

- FF01::1, FF02::1 Todos los nodos
- FF01::2, FF02::2, FF05::2 Todos los encaminadores
- Dirección (SN) multicast a partir de la unicast
 - Si la dirección acaba en “XY:ZTUV”
 - La SN es: FF02::1:FFXY:ZTUV
- Cada nodo IPv6 debe unir la dirección SN a todas sus direcciones unicast y anycast.



10.3 Multicast Listener Discovery



Multicast Listener Discovery (1)

- MLD (RFC2710) permite que cada encaminador IPv6 aprenda que direcciones multicast hay con nodos que escuchan por ellas, en cada uno de los links a los que el encaminador está unido
- Esta es una función obligatoria en los nodos IPv6
- En IPv6 se usa MLD en vez de IGMP
- Version actual MLDv2: RFC3810 e interopera con MLDv1
 - Soporta source-filtering pero requiere PIM-SSM
- Source Address Selection for the Multicast Listener Discovery (MLD) Protocol: RFC3590
- Internet Group Management Protocol Version 3 (IGMPv3) y Multicast Listener Discovery Protocol Version 2 (MLDv2) for Source Specific Multicast: RFC4604



Multicast Listener Discovery (2)

- MLDv1 en IPv6 es equivalente a IGMPv2 en IPv4
- MLDv2 en IPv6 es equivalente a IGMPv3 en IPv4, y funciona con PIM-SSM (PIM Source Specific Mode)
- A diferencia de IGMP en IPv4, MLD usa ICMPv6 para enviar sus mensajes
 - Todos los mensajes MLD son locales al enlace con un hop-limit de 1
- Solo hay Tres tipos de mensajes ICMPv6
 - Query enviadas periódicamente por los encaminadores
 - Report, enviados por los nodos en respuesta a las peticiones de los encaminadores o cuando los nodos quieren unirse a un grupo multicast. Llevan información acerca de los grupos multicast que el nodo está interesado en recibir
 - Done para indicar que el nodo está interesado en abandonar un grupo multicast

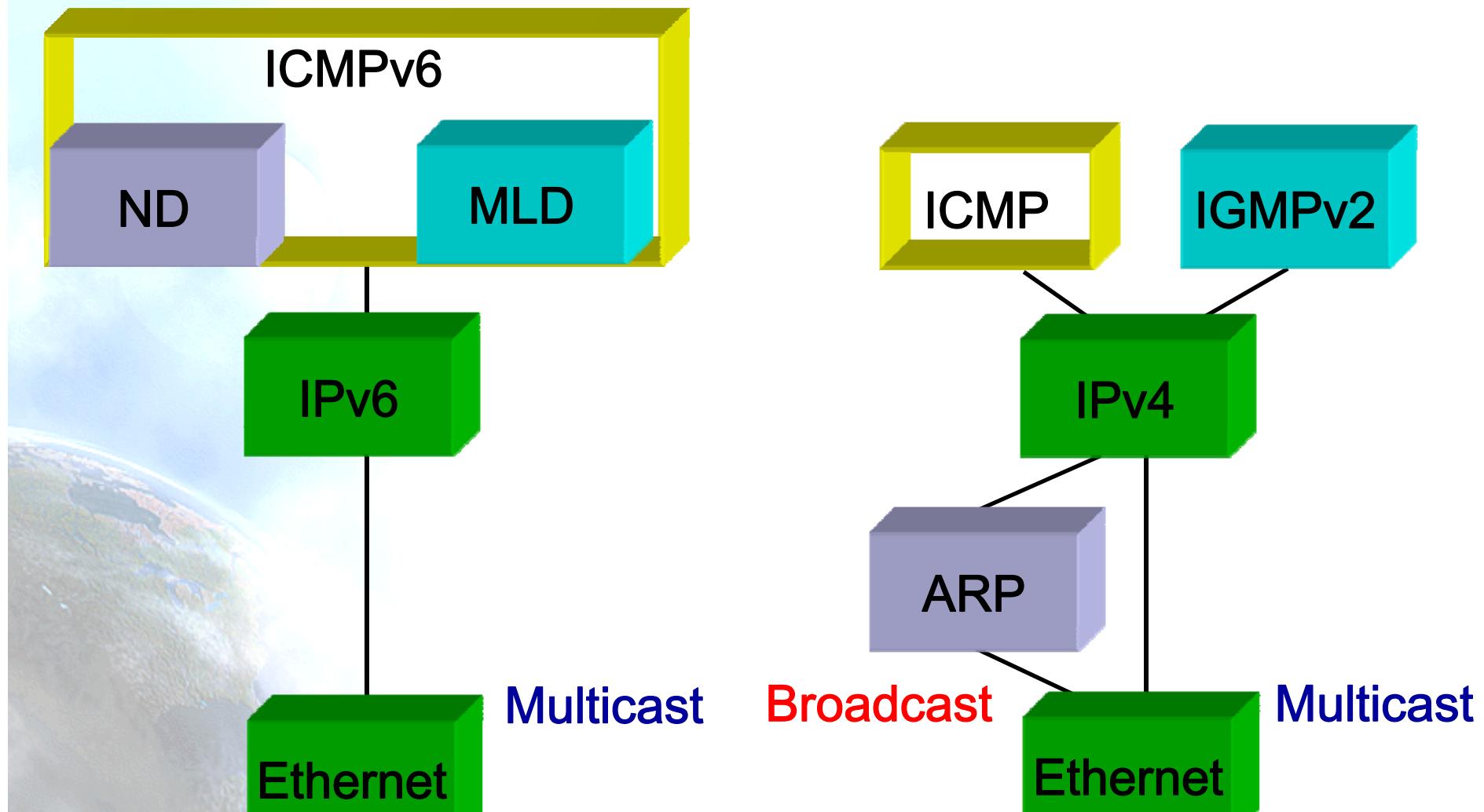


Mensajes MLD

- 1. Query (Type = decimal 130)
 - General Query
 - El campo de la dirección multicast tiene el valor cero
 - De esta forma el encaminador pregunta qué grupos multicast tienen participantes en la red local
 - Group Specific
 - El campo de la dirección multicast tiene la dirección multicast IPv6 específica
 - De esta forma el encaminador pregunta si un grupo multicast específico tiene participantes en la red local
- 2. Report (Type = decimal 131)
 - El campo de la dirección multicast tiene la dirección multicast IPv6 específica en la que el nodo participante está interesado
- 3. Done (Type = decimal 132)
 - El campo de la dirección multicast tiene la dirección multicast IPv6 específica en la que el nodo participante está interesado en abandonar



Plano de Control IPv4 vs. IPv6





10.4 Encaminamiento Multicast



Encaminamiento Multicast

- Los encaminadores escuchan todos los grupos
- Protocolos de construcción del árbol multicast
 - Dense Mode: Adecuados para dominios densamente poblados
 - DVMRP (Distance Vector Multicast Protocol)
 - PIM-DM (Protocol Independent Dense Mode)
 - MOSPF (Multicast Open Shortest Path First)
 - Sparse Mode: Dominios no densamente poblados y dispersos
 - CBT
 - PIM-SM
 - ASM, requiere un Rendez-vous Point (RP). Aplicaciones muchos-a-muchos. Multiples fuentes transmiten a múltiples participantes (mismo grupo (*,G))
 - SSM, (PIM-SSM). Aplicaciones uno-a-muchos. Un única fuente transmite a muchos participantes. (mismo grupo (S,G)). ASM y SSM peden usarse simultáneamente. Si se usa ASM, SSM va implícito puesto que es una sub-partie
 - Bidir (PIM-Bidir). Aplicaciones muchos-a-muchos. Los miembros de un grupo pueden ser a la vez fuentes y receptores
- Se permiten túneles multicast sobre redes IPv6 unicast
- Protocolos de Encaminamiento Inter-Dominio Multicast
 - Se usa MBGP cuando la topología de red unicast no es la misma que multicast
 - Construcción de túneles entre encaminadores separados por dominios no multicodecast

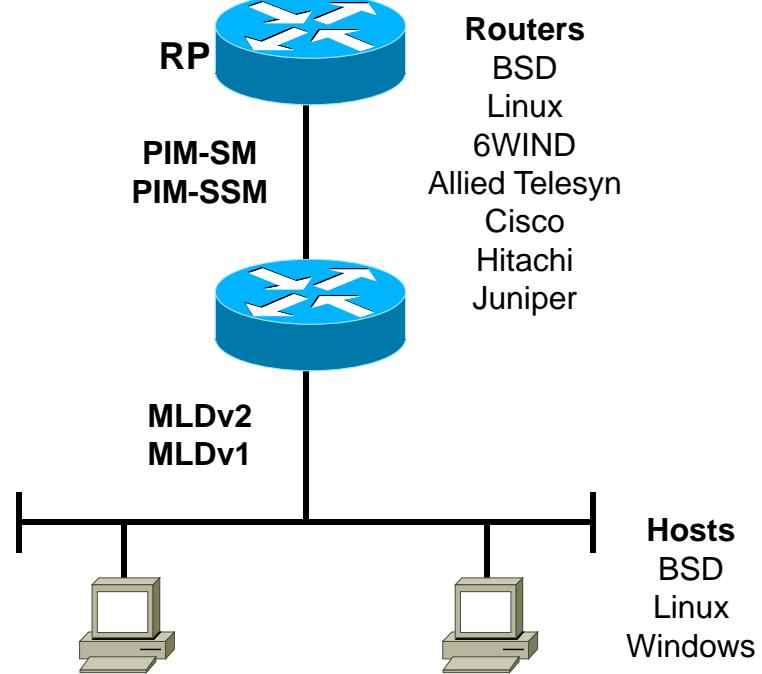


Ámbitos Multicast y protocolos

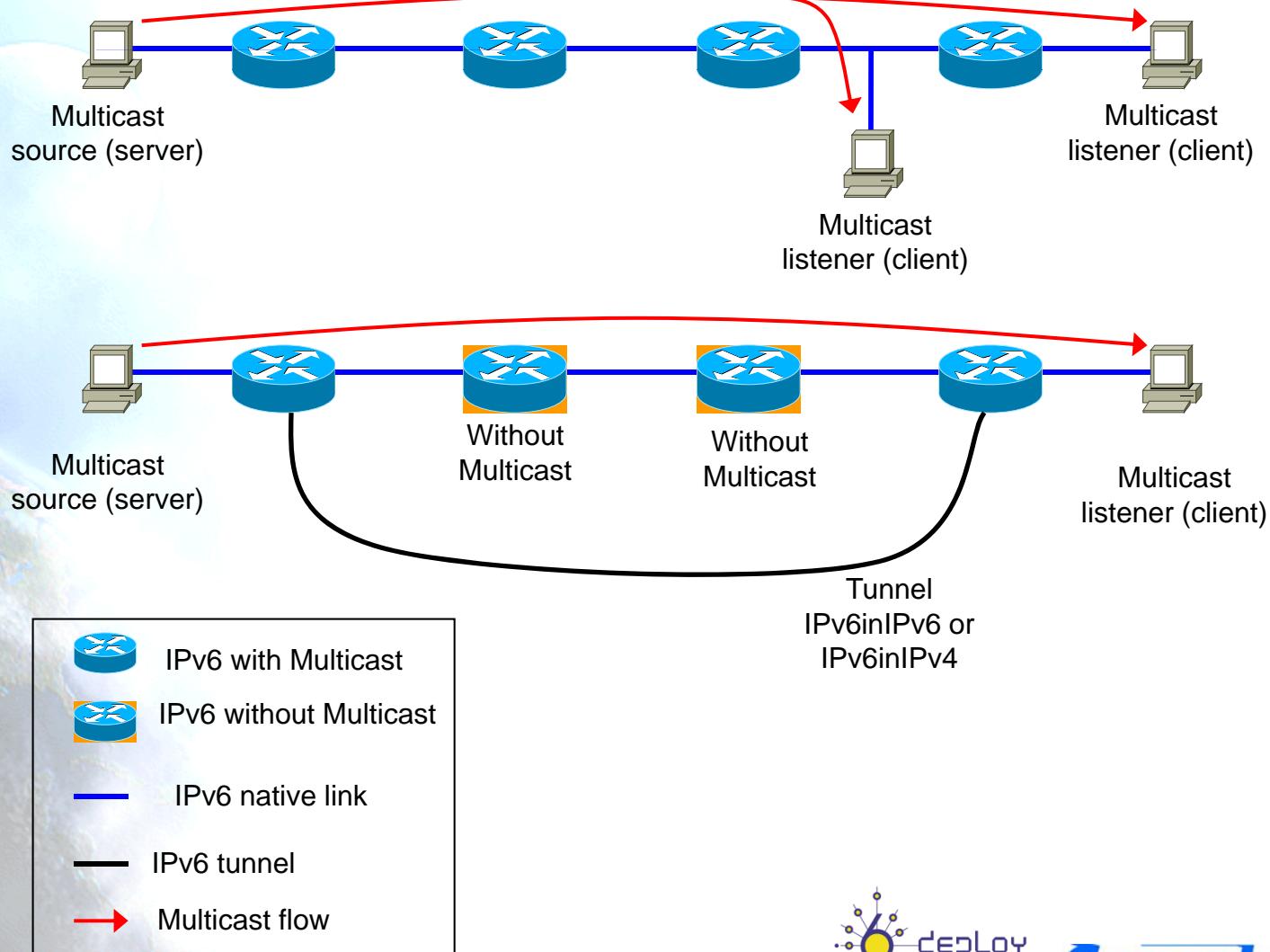
- Ambito local
 - MLD en IPv6, equivalente a IGMP
- Intra-dominio
 - PIM-SM
 - ASM
 - SSM (PIM-SSM) (Requiere MLDv2)
- Inter-dominio
 - PIM-SM-ASM requiere Embedded RP (RFC3956) para que todos los RP puedan contactar mutuamente
 - PIM-SSM no necesita nada especial para aplicaciones de una única fuente
 - MBGP necesario si la topología unicast difiere de la multicast.
 - Creación de túneles entre encaminadores separados por dominios sin soporte multicast



Escenario Básico Multicast IPv6



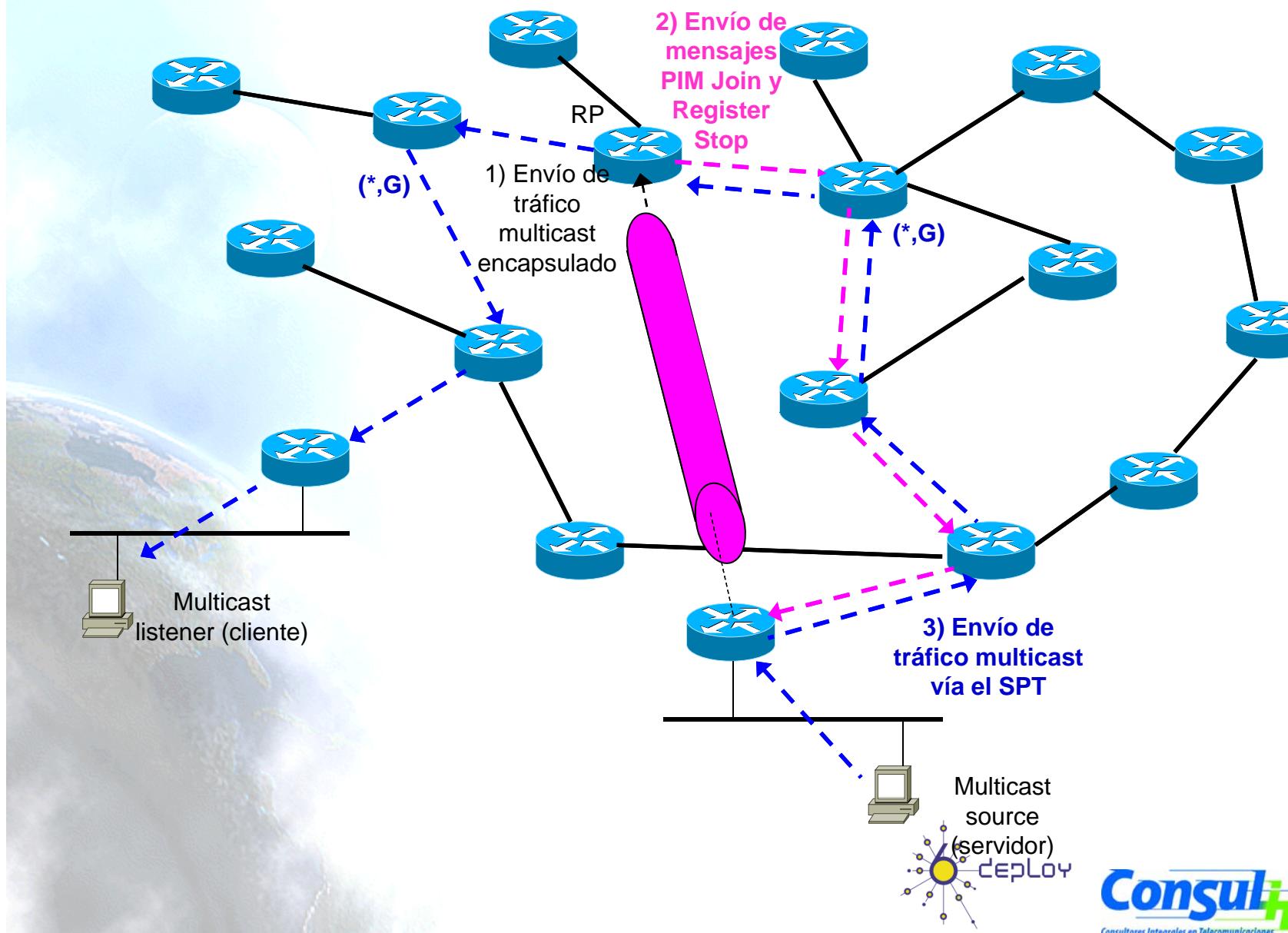
Escenarios Multicast IPv6



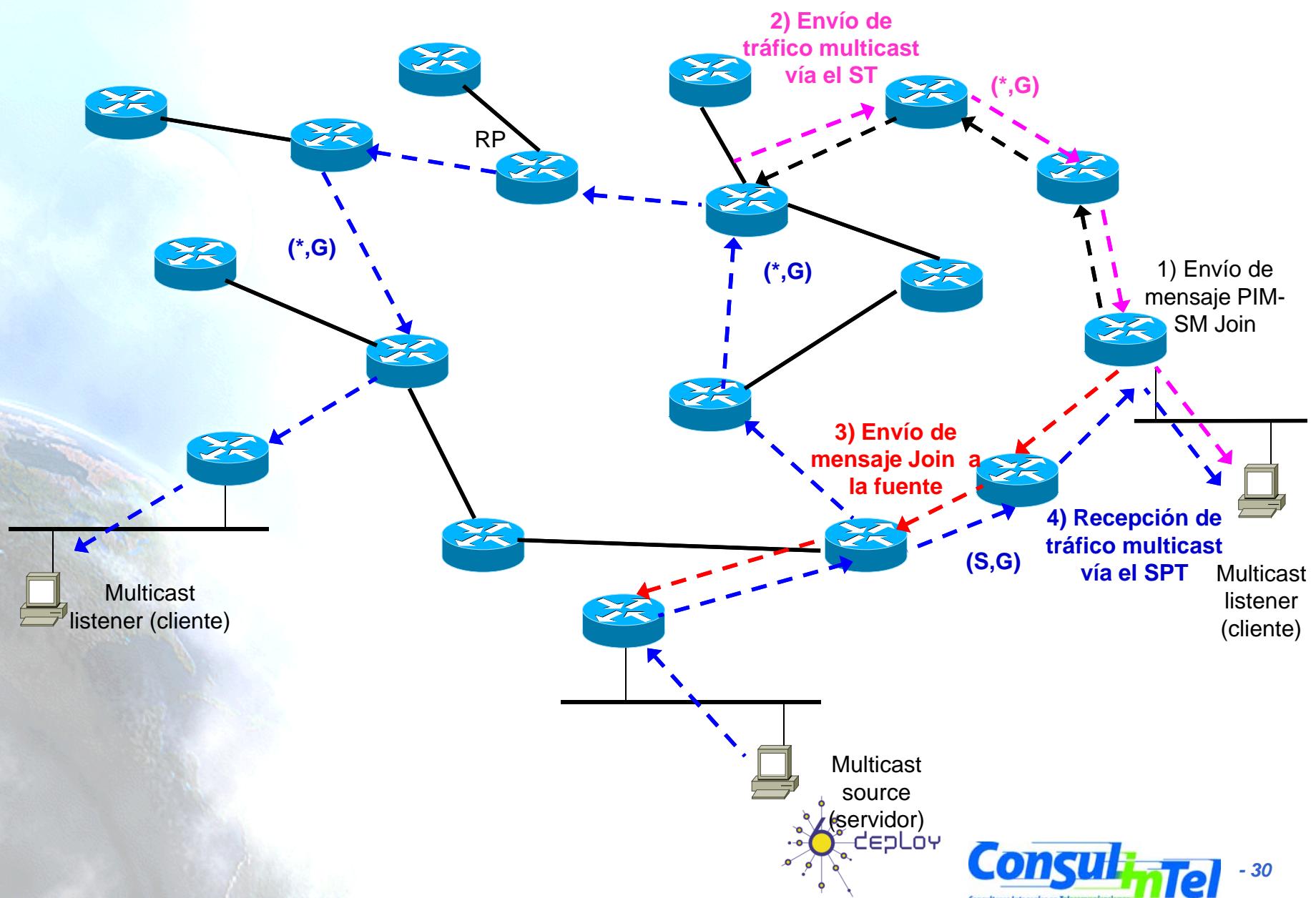
10.5 PIM-ASM



PIM-ASM: Registro de la fuente



PIM-ASM: Unión del cliente

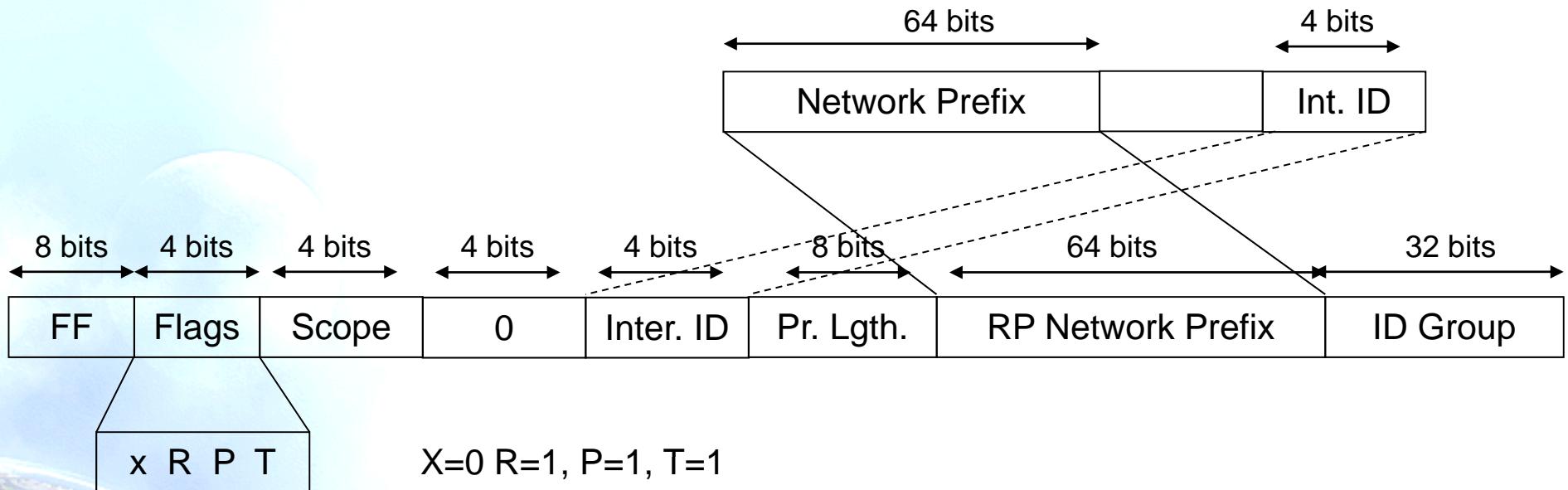


PIM-ASM

- Las acciones más importantes en PIM-ASM son:
 - Registro de la fuente en el RP
 - Es necesario registrar la fuente multicast en el RP antes de enviar paquetes multicast al grupo
 - El registro en el RP se hace a través de un túnel unidireccional entre el encaminador que alberga la fuente (Designated Router, DR) y el RP
 - El registro se hace encapsulando el tráfico multicast y enviándolo por el túnel hasta el RP
 - El RP construye el (S,G) SPT enviando mensajes PIM Join
 - El RP avisa a la fuente del grupo (S,G), para detener la encapsulación del tráfico multicast, enviando mensajes de Register Stop
 - La fuente de (S,G) envía del tráfico multicast hacia el RP vía el SPT entre ellos
 - Unión del cliente (listener) al grupo multicast
 - Una vez que el cliente expresa vía MLD su interés en unirse al grupo multicast (*,G), su DR envía mensajes PIM-SM Join al RP para construir el ST
 - Una vez que los mensajes de PIM-SM llegan al RP, el tráfico multicast se envía por el ST recién construido
 - Cuando el tráfico multicast llega al DR, este extrae la fuente multicast y entonces puede enviar los mensajes PIM-SM join a la fuente para construir el SPT y recibir tráfico vía el SPT más que por el ST
 - Optimización de prestaciones



RP Embuido



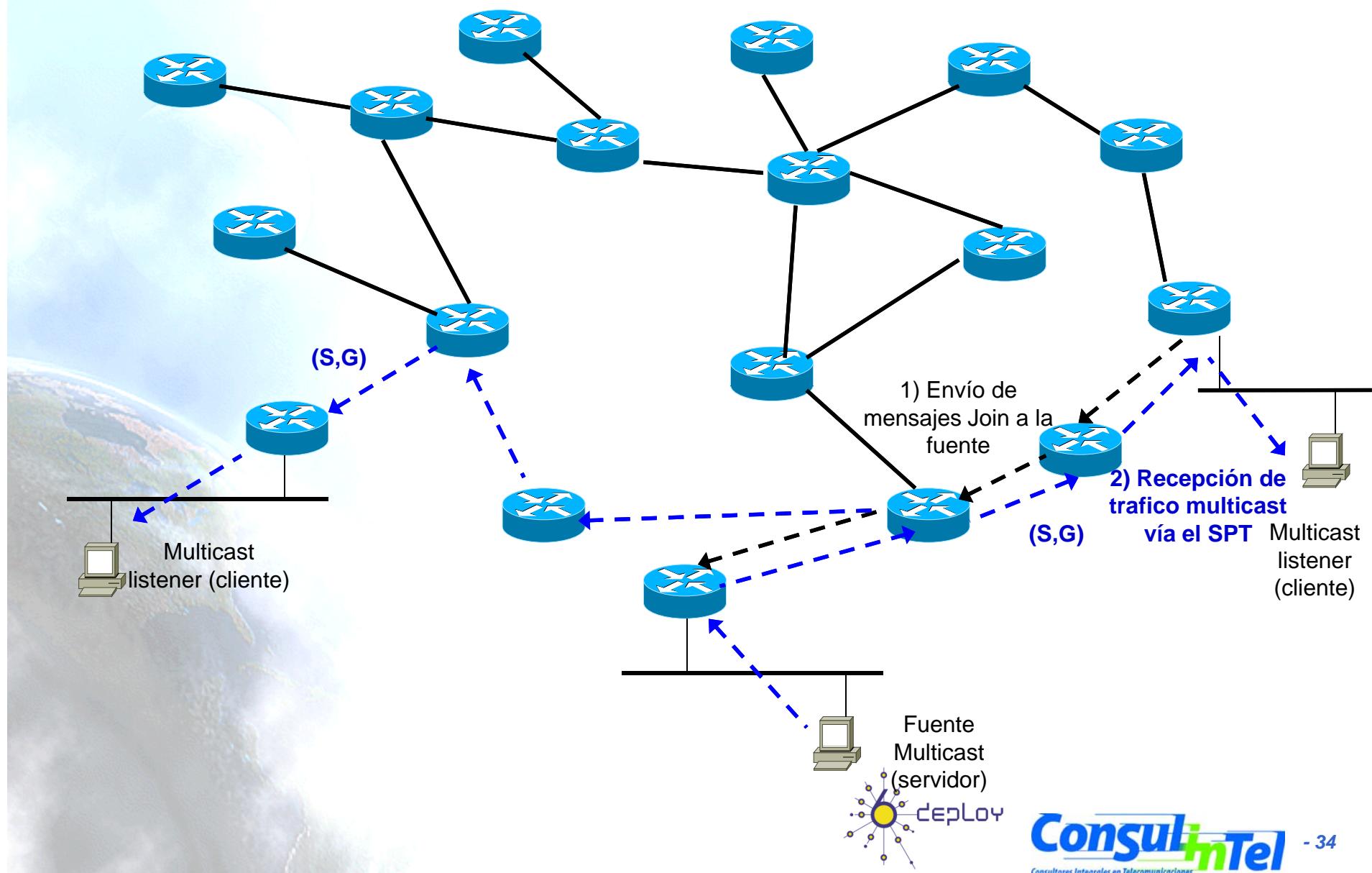
- RP en PIM-ASM se puede configurar manualmente
- Embedded RP es otra opción en PIM-ASM para especificar el RP para un grupo multicast (*,G)
- Es un procedimiento para incluir la dirección IPv6 unicast del RP dentro de la dirección de un grupo multicast
- Se basa en las direcciones del grupo multicast con un prefijo-unicast descrito en el RFC 3306
 - Existen además algunas banderas que indican la presencia de la dirección del RP dentro de la dirección del grupo multicast



10.6 PIM-SSM



Funcionamiento de PIM-SSM



PIM-SSM

- Los clientes conocen información sobre el grupo y la fuente del grupo al que quieren unirse
- El funcionamiento es similar al de PIM-SM cuando los clientes del DR envían mensajes de PIM-SM Join a la fuente para construir el SPT
- No hay necesidad de un RP
 - La implementación y la gestión es más sencilla

10.7 Aspectos prácticos



Aplicaciones Multicast IPv6 (1)

- Beacon
- MAD FLUTE
- pcm6cast
- Freamp
- Windows Media Player
- VLC
- VIC, RAT, SDR, NTE, WBD
- VRVS (alfa)
- ISABEL
- Mas Información <http://www.m6bone.net>



Aplicaciones Multicast IPv6 (2)

- **Iperf** (Gracias a Carlos Barcenilla, UPM)

```
[pc1 iperf]#./iperf -c ff16::2222 -u -V -T 5
```

```
Client connecting to ff16::2222, UDP port 5001
```

```
Sending 1470 byte datagrams
```

```
Setting multicast TTL to 5
```

```
UDP buffer size: 110 KByte (default)
```

```
[ 3] local 2001:db8::2115 port 32768 connected with ff16::2222 port 5001
```

```
[ ID] Interval Transfer Bandwidth
```

```
[ 3] 0.0-10.0 sec 1.25 MBytes 1.05 Mbits/sec
```

```
[ 3] Sent 893 datagrams
```

```
(none):/usr/apps/iperf #
```

```
[pc2 iperf]# ./iperf -s -u -B ff16::2222 -V -T 5
```

```
Server listening on UDP port 5001
```

```
Binding to local address ff16::2222
```

```
Joining multicast group ff16::2222
```

```
Receiving 1470 byte datagrams
```

```
UDP buffer size: 64.0 KByte (default)
```



Aplicaciones Multicast IPv6 (3)

- **ssmping/ssmpingd**
- Verifica si hay conectividad SSM entre dos hosts IPv4/IPv6
- Se ejecuta "ssmping <host>", entonces ssmping se une a la dupla (S,G) donde (hosts,ff3e::4321:1234)
- <http://www.venaas.no/multicast/ssmping/>

```
[consulintel@lacnic ssmping-0.6]$ ./ssmping -6 -l eth0 -c 50 2001:800:40:2b18:2b0:d0ff:fe16:76fc
ssmping joined (S,G) = (2001:800:40:2b18:2b0:d0ff:fe16:76fc,ff3e::4321:1234)
pinging S from 2001:1820:1a::2
```

```
    unicast from 2001:800:40:2b18:2b0:d0ff:fe16:76fc, seq=0 dist=10 time=164.701 ms
    unicast from 2001:800:40:2b18:2b0:d0ff:fe16:76fc, seq=1 dist=10 time=173.912 ms
    multicast from 2001:800:40:2b18:2b0:d0ff:fe16:76fc, seq=1 dist=5 time=174.710 ms
    unicast from 2001:800:40:2b18:2b0:d0ff:fe16:76fc, seq=2 dist=10 time=193.795 ms
    multicast from 2001:800:40:2b18:2b0:d0ff:fe16:76fc, seq=2 dist=5 time=195.473 ms
```

```
[consulintel@lacnic ssmping-0.6]$ ./ssmping -6 -l eth0 -c 50 2001:800:40:2a0a:2c0:26ff:fe50:2115
ssmping joined (S,G) = (2001:800:40:2a0a:2c0:26ff:fe50:2115,ff3e::4321:1234)
pinging S from 2001:1820:1a::2
```

```
    unicast from 2001:800:40:2a0a:2c0:26ff:fe50:2115, seq=0 dist=9 time=163.997 ms
    unicast from 2001:800:40:2a0a:2c0:26ff:fe50:2115, seq=1 dist=9 time=161.113 ms
    multicast from 2001:800:40:2a0a:2c0:26ff:fe50:2115, seq=1 dist=4 time=162.104 ms
    unicast from 2001:800:40:2a0a:2c0:26ff:fe50:2115, seq=2 dist=9 time=161.357 ms
    multicast from 2001:800:40:2a0a:2c0:26ff:fe50:2115, seq=2 dist=4 time=161.898 ms
```



Gracias !!

Contacto:

- Cesar Olvera (Consulintel): cesar.olvera@consulintel.es
- Alvaro Vives (Consulintel): alvaro.vives@consulintel.es

6DEPLOY Project: <http://www.6deploy.org>

The IPv6 Portal: <http://www.ipv6tf.org>

