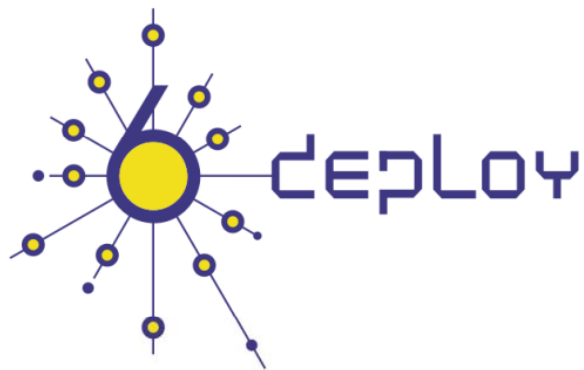


# Curso IPv6

WALC 2009

Bogotá – Colombia

21 al 25 Septiembre 2009



César Olvera ([cesar.olvera@consulintel.es](mailto:cesar.olvera@consulintel.es))

Alvaro Vives ([alvaro.vives@consulintel.es](mailto: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



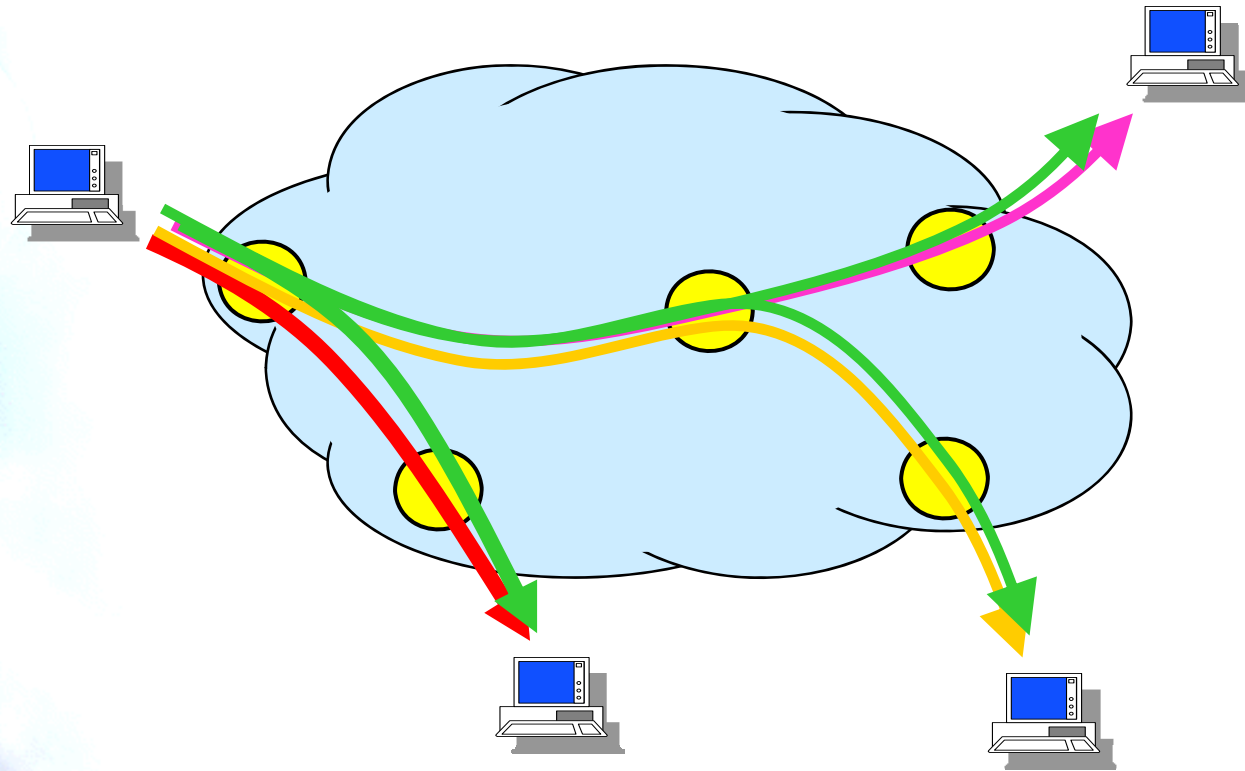




# 10.1 Conceptos Multicast



# ¿Qué es Multicast?



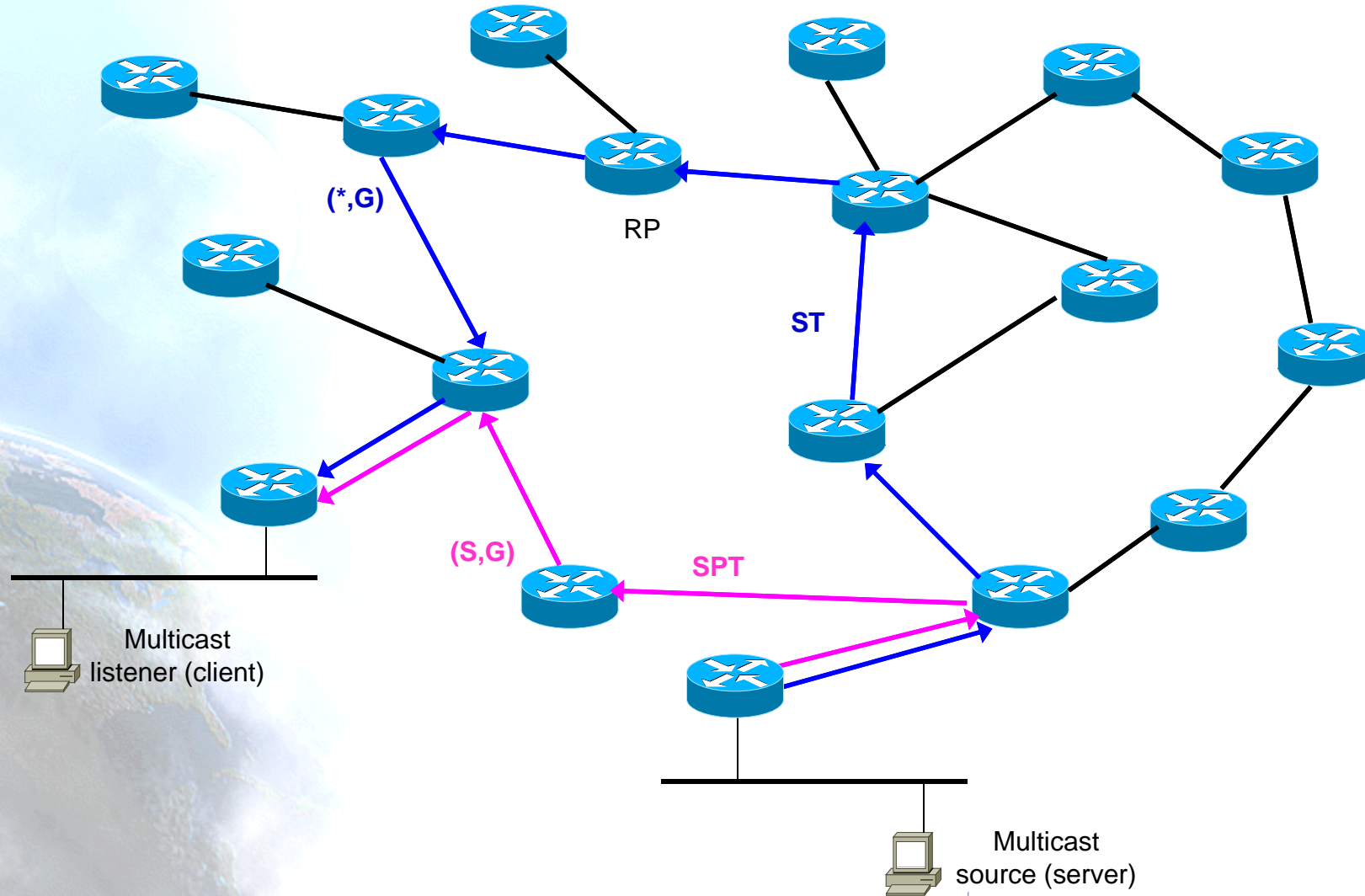
# Aplicaciones

- 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 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

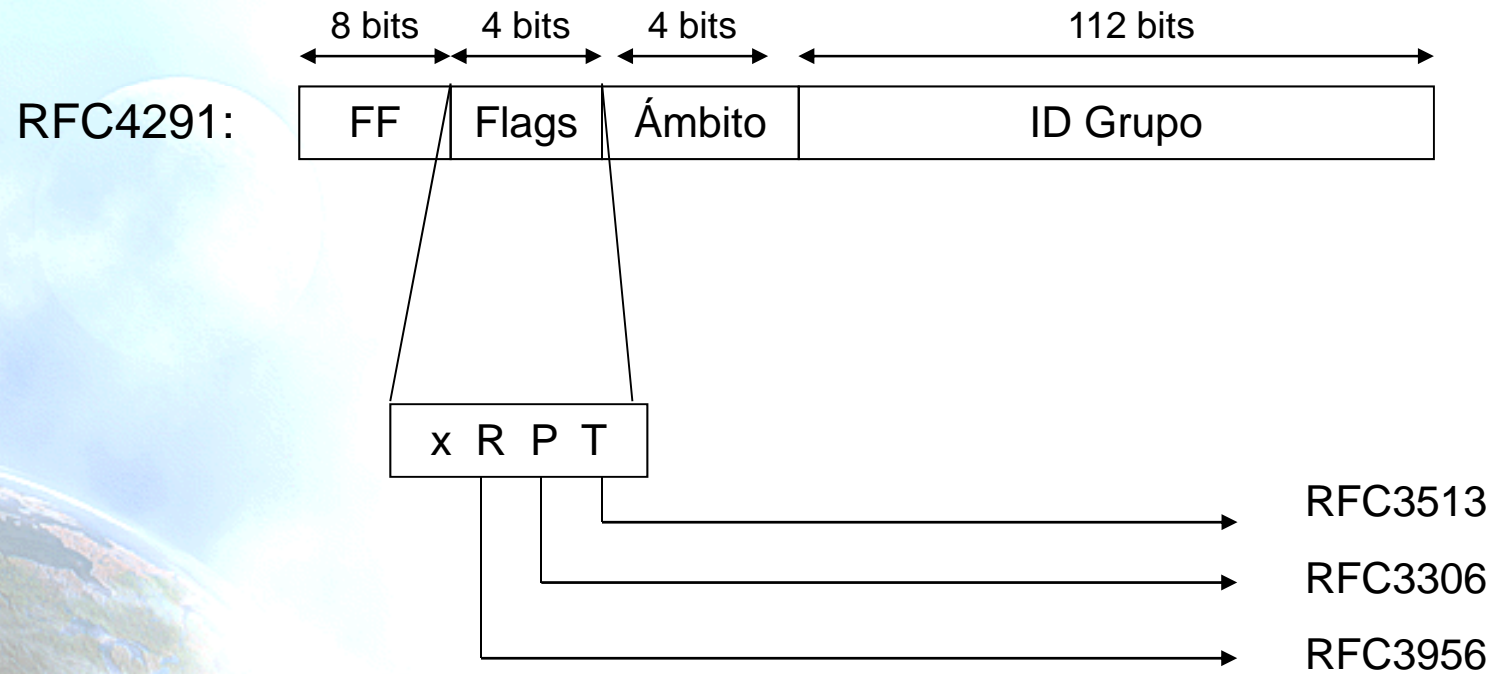
- Multicast

- 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

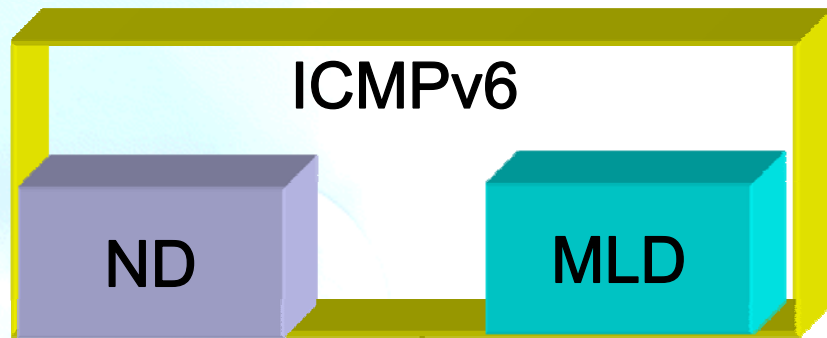


# Mensajes MLD

- 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



Multicast



Broadcast

Multicast



# 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. Múltiples fuentes transmiten a múltiples participantes (mismo grupo (\*,G))
      - SSM, (PIM-SSM). Aplicaciones uno-a-muchos. Una única fuente transmite a muchos participantes. (mismo grupo (S,G)). ASM y SSM pueden usarse simultáneamente. Si se usa ASM, SSM va implícito puesto que es una sub-parte
      - 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 multicast

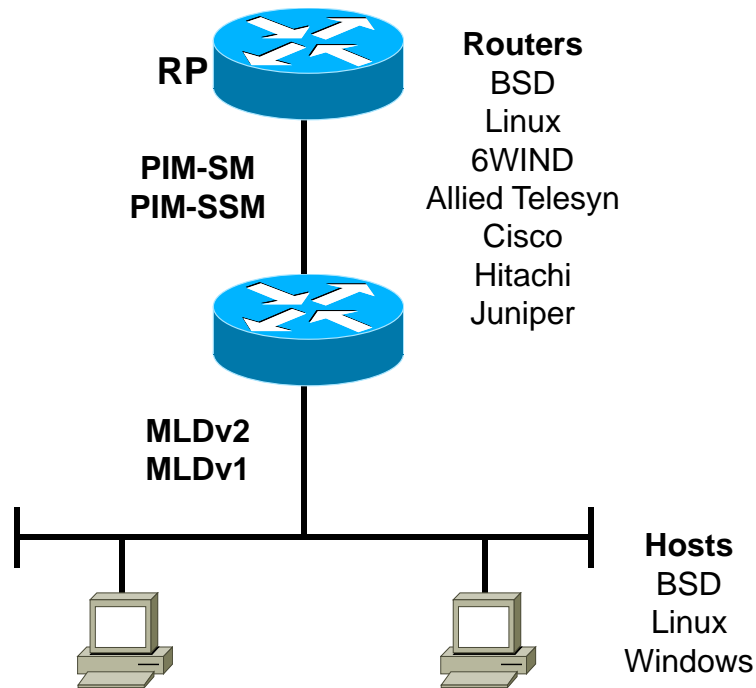


# Ámbitos Multicast y protocolos

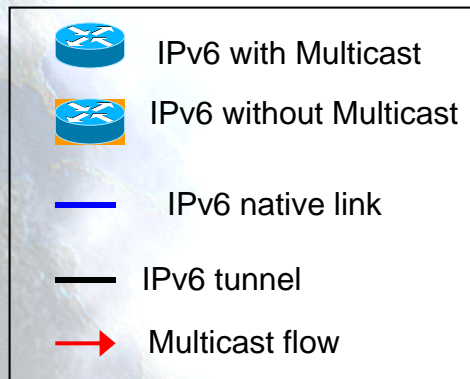
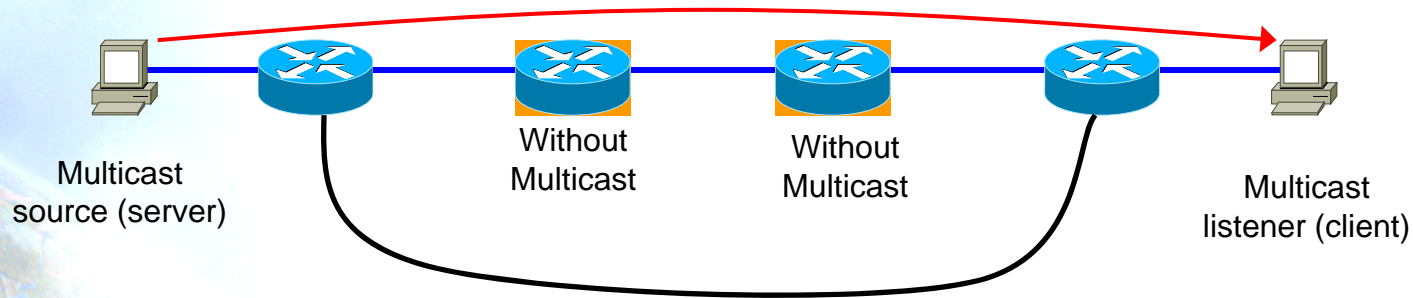
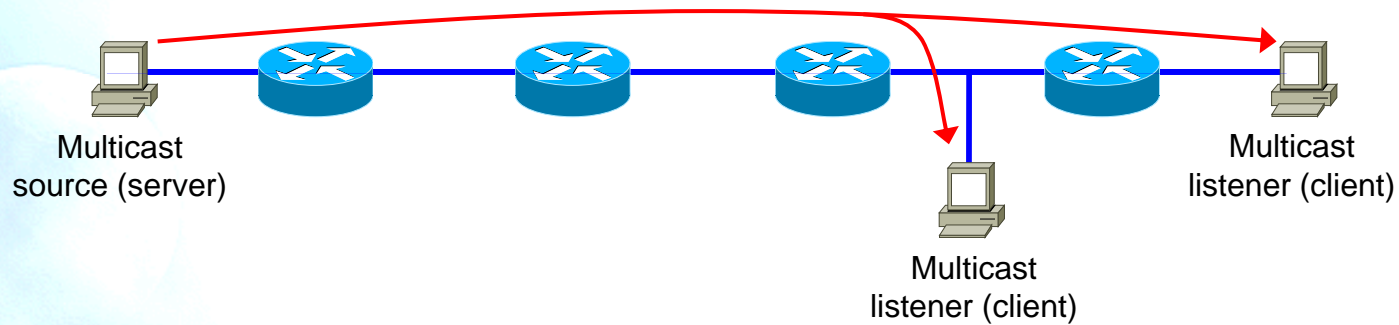
- Ambito local
  - MLD en IPv6, equivalente a IGMP
- Intra-dominio
  - PIM-SM
    - ASM
    - SSM (PIM-SSM) (Requiere MLDv2)
- Inter-dominio
  - PIM-SM-ASM requiere Embedded RP (RFC3956) para que todos los RP puedan contactar mutuamente
  - PIM-SSM no necesita nada especial para aplicaciones de una única 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



Tunnel  
IPv6inIPv6 or  
IPv6inIPv4



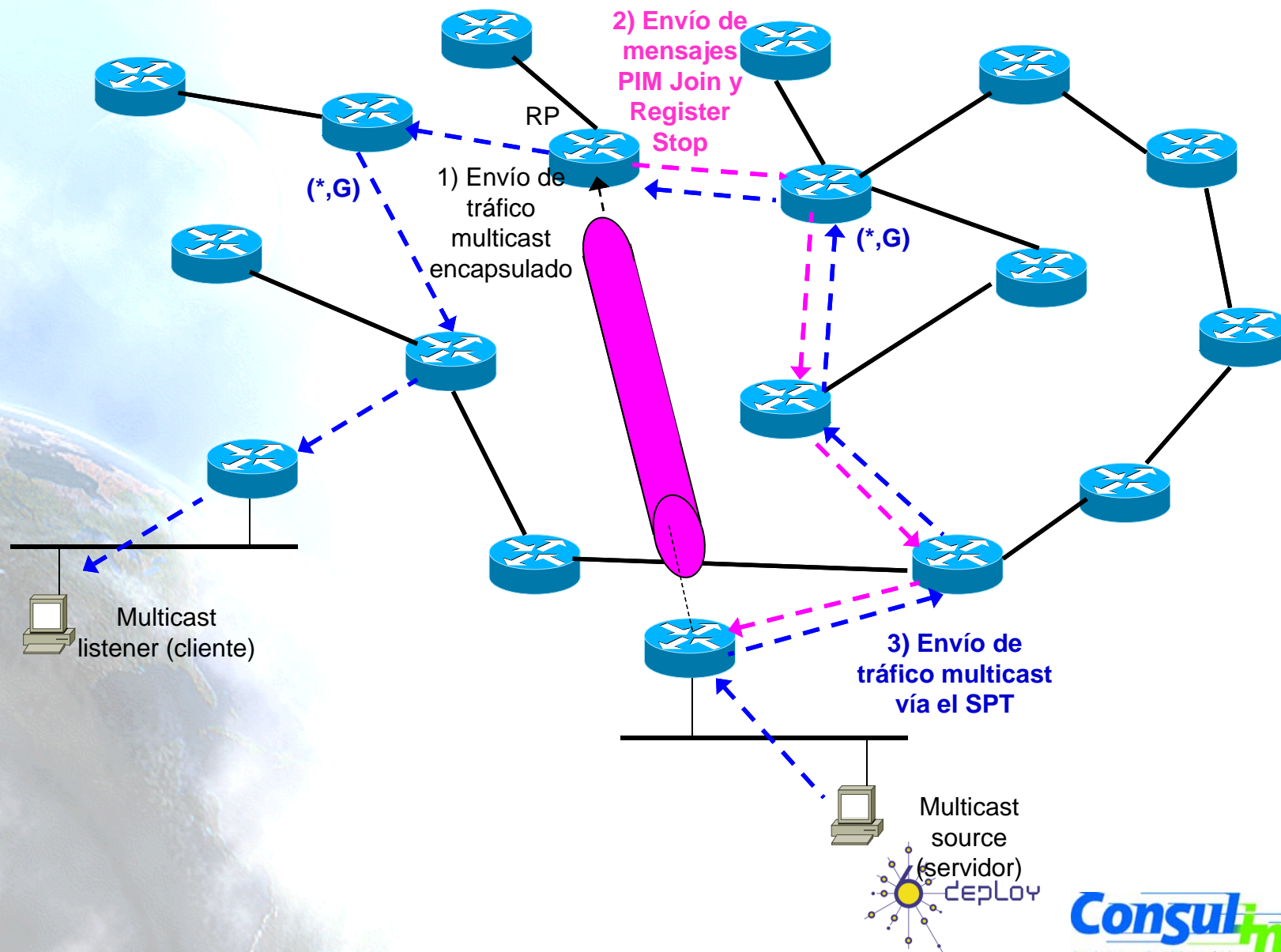


# 10.5 PIM-ASM

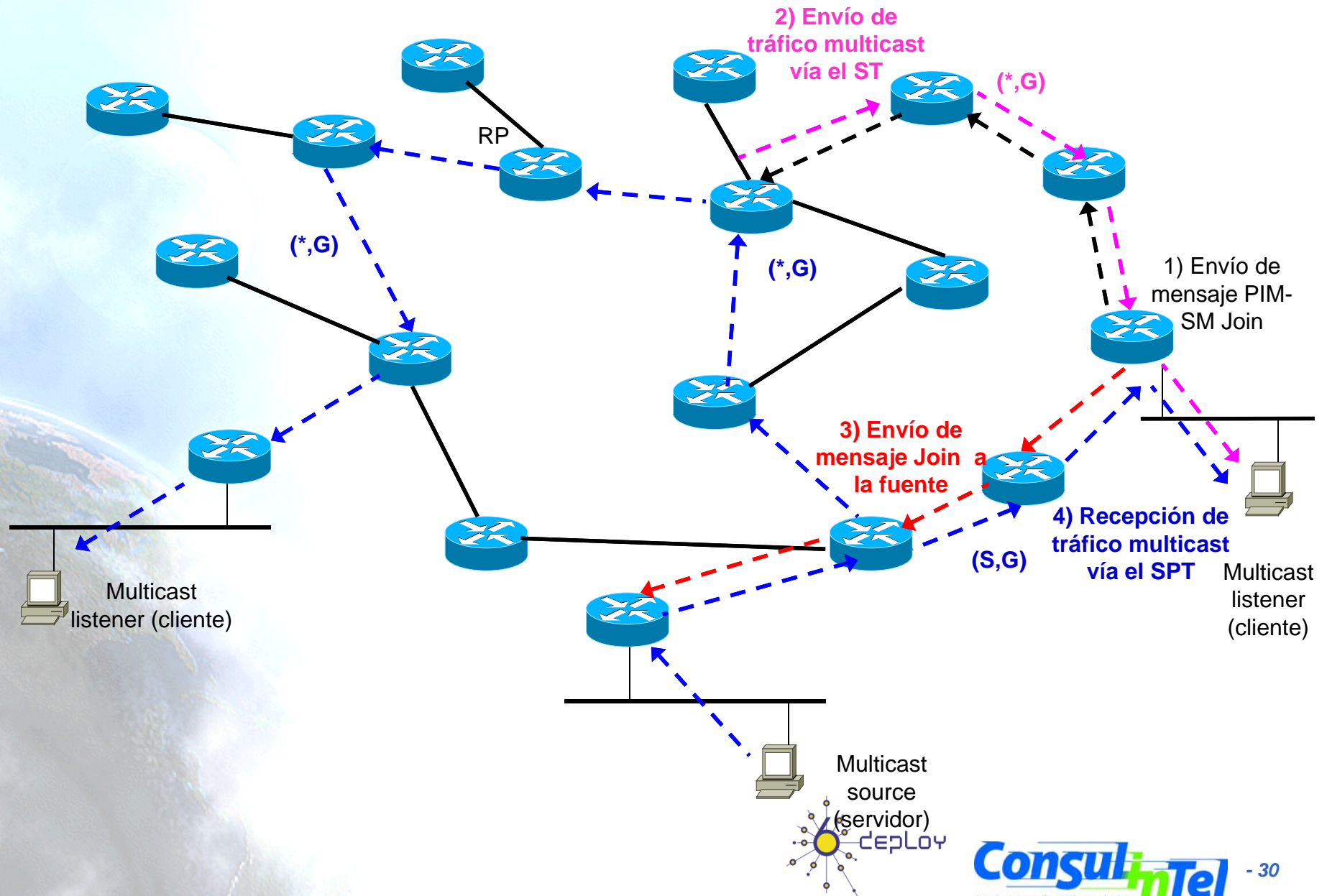




# PIM-ASM: Registro de la fuente



# PIM-ASM: Unión del cliente

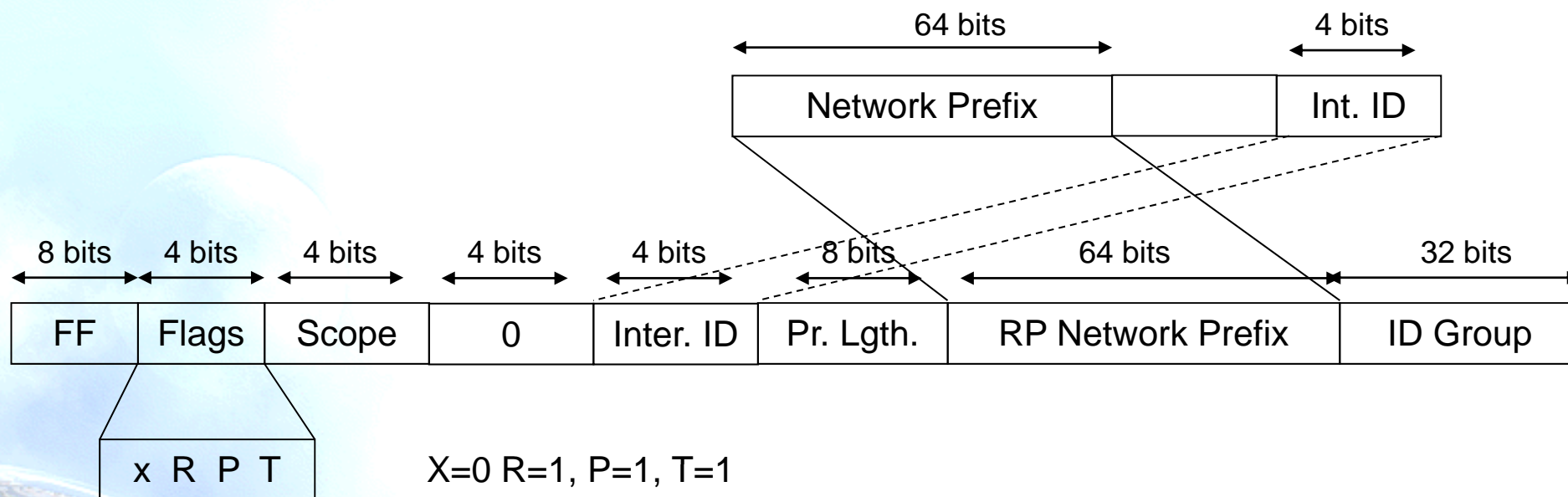


# PIM-ASM

- 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 mas que por el ST
      - Optimización de prestaciones



# RP Embebido



- 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





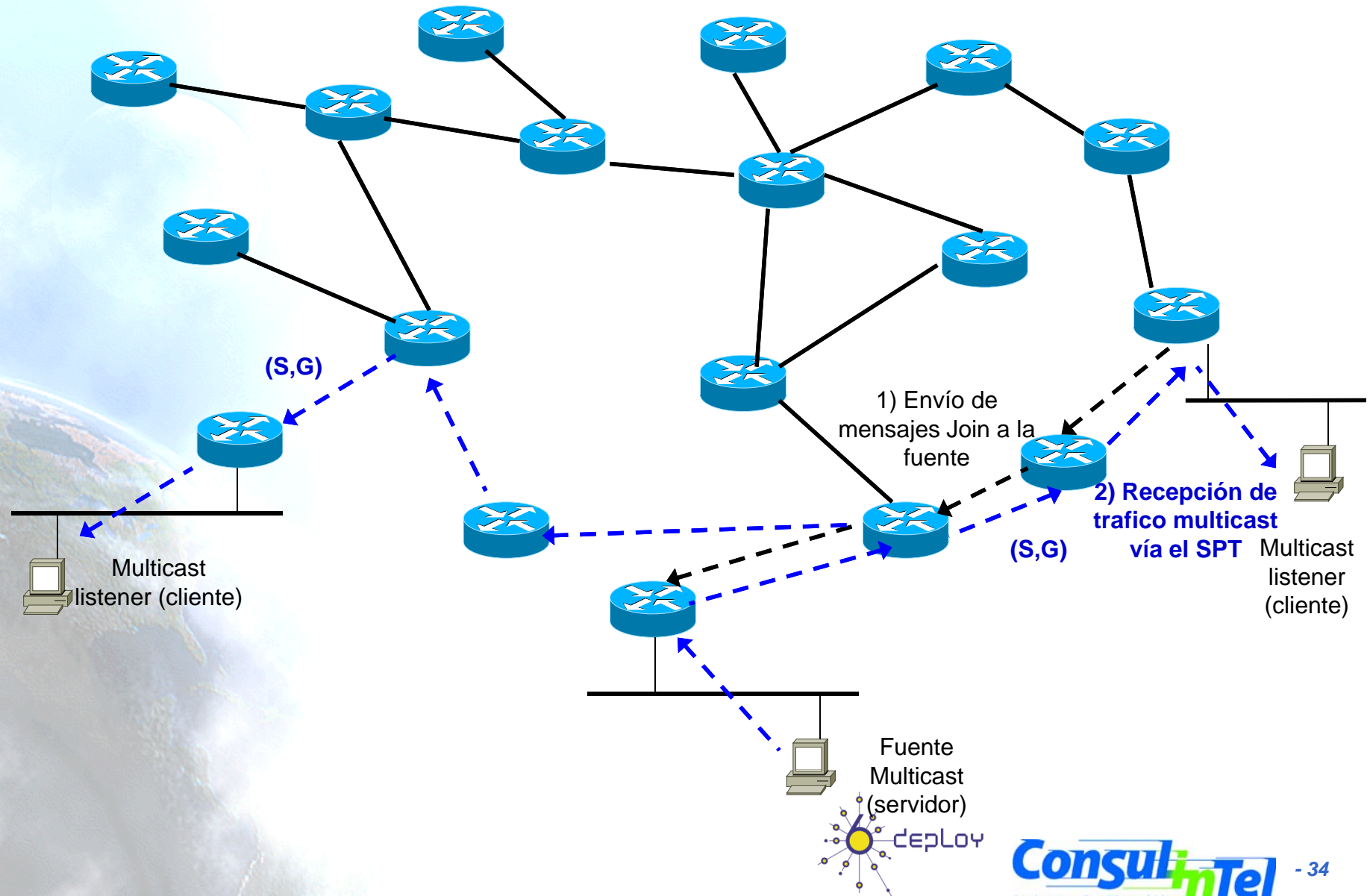


## 10.6 PIM-SSM





# 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)  
-----
```



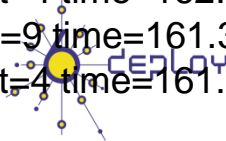


# Aplicaciones Multicast IPv6 (3)

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

```
[consulintel@lacnic ssmpping-0.6]$ ./ssmpping -6 -I eth0 -c 50 2001:800:40:2b18:2b0:d0ff:fe16:76fc
ssmpping 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 ssmpping-0.6]$ ./ssmpping -6 -I eth0 -c 50 2001:800:40:2a0a:2c0:26ff:fe50:2115
ssmpping 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](mailto:cesar.olvera@consulintel.es)
- Alvaro Vives (Consulintel): [alvaro.vives@consulintel.es](mailto:alvaro.vives@consulintel.es)

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

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

