

# Redes de Nueva Generación



*Máster en Ingeniería Informática*

**Profesor:**

*Dr. Juan Carlos Fabero Jiménez (UCM)*

# Contenidos

- Tema 1: IP de nueva generación: IPv6
- Tema 2: Encaminamiento interno: OSPF
- Tema 3: Encaminamiento externo: BGPv4
- Tema 4: Encaminamiento troncal: MPLS
- Tema 5: Redes definidas por software (SDN)
- Tema 6: Multicasting
- Tema 7: Calidad de servicio (QoS)
- Tema 8: Servicios avanzados: RTP, VoIP, IPTV
- Tema 9: Movilidad.
- Tema 10: Redes celulares: GPRS, EDGE, UMTS

# Multicast



*Introducción*

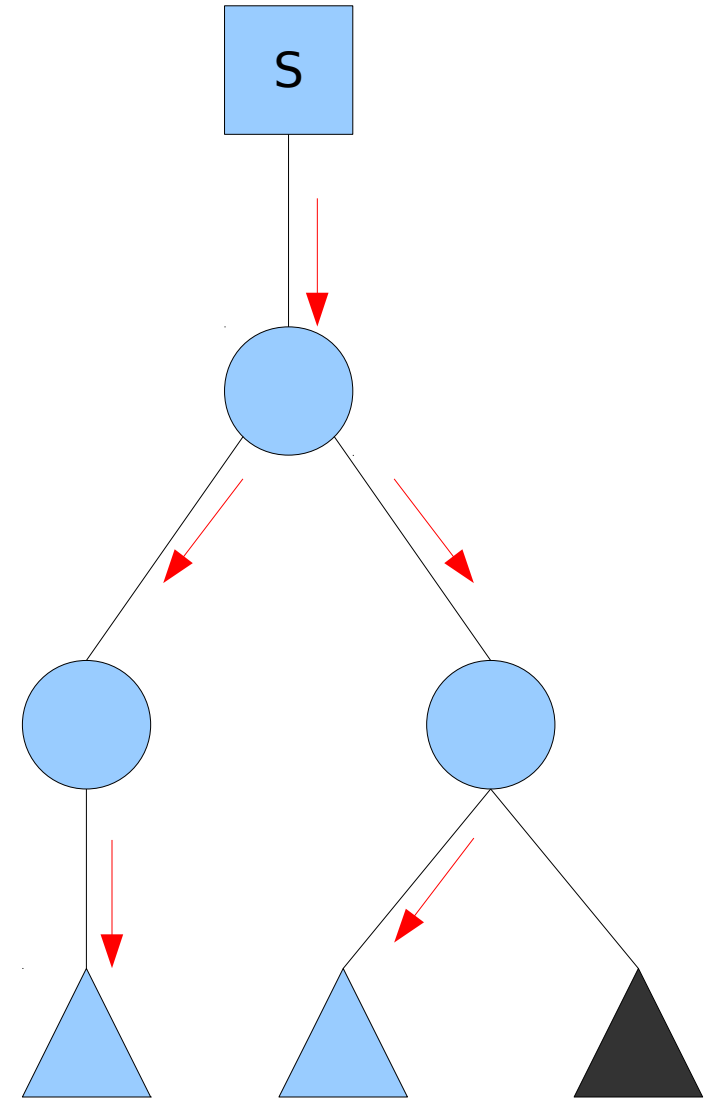
# Aplicaciones multicast

## ■ Objetivo:

- Optimizar el uso del ancho de banda en las comunicaciones uno-a-muchos y muchos-a-muchos

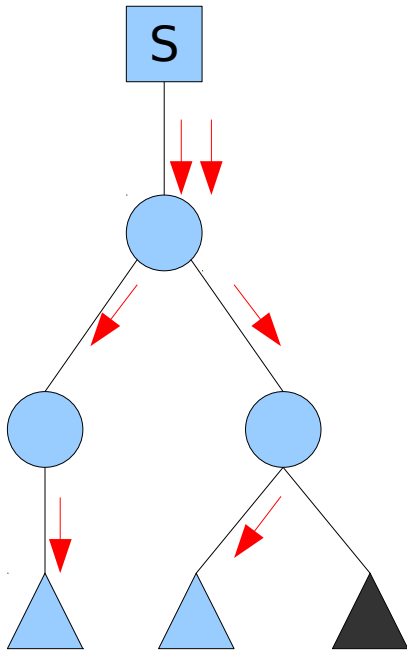
## ■ Aplicaciones:

- Videoconferencia
- Enseñanza a distancia
- Redes de entretenimiento
  - Radio
  - Televisión
- Redes de sensores
- IoT

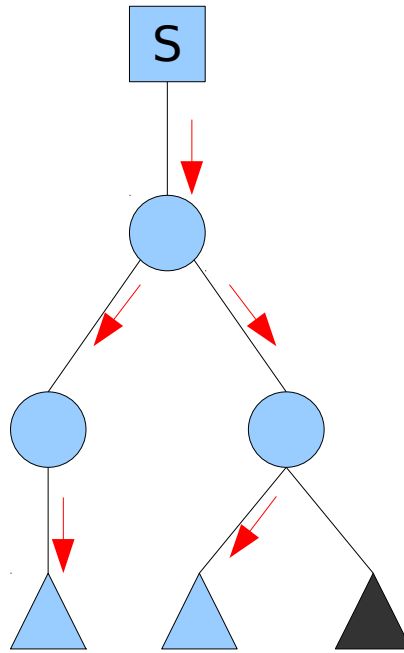


# Unicast, Multicast, Broadcast

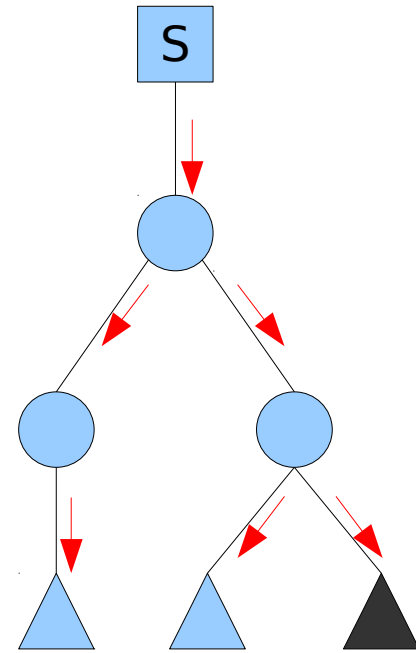
---



Unicast



Multicast



Broadcast

# Modelo “Host Group”

---

## ■ IPv4

- Definido en RFC1112 (1989).
- Las máquinas que participan en la misma sesión *multicast* forman un grupo definido por la dirección de clase D.
- Una máquina puede unirse a un grupo o abandonarlo en cualquier momento (IGMP, *Internet Group Management Protocol*)
- La entrega se realiza por “mayor esfuerzo”.
- Los emisores envían a su enlace local.
- Los receptores reciben desde su enlace local.
- Son los encaminadores *multicast* los que tienen la responsabilidad de hacer llegar los datagramas a su destino.
- Direcciones reservadas: 224.0.0.0 - 239.255.255.255

# Modelo “Host Group”

## ■ IPv6

- La estructura de las direcciones multicast es más compleja:

11111111	flags	scope	reservado	plen	Network prefix	Group ID
----------	-------	-------	-----------	------	----------------	----------

flags: 

0	R	P	T
---	---	---	---

- T: Temporal (T=1) o permanente (T=0).
- P: Basada en prefijo de red (P=1) o no (P=0).
- R: La dirección incluye la del RP (R=1) o no (R=0).
- Nota:
  - Si P=1 entonces T=1.
  - Si R=1 entonces P=1.
- Identificadores de Grupo:
  - 0x00000001-0x3FFFFFFF: direcciones permanentes.
  - 0x40000000-0x7FFFFFFF: direcciones permanentes con P=1.
  - 0x80000000-0xFFFFFFFF: direcciones temporales.

# Multicast



*Encaminamiento*



# MFT (Multicast Forwarding Table)

---

## ■ Definición

- La tabla MFT refleja el árbol de encaminamiento según el protocolo elegido.

## ■ Estructura

(S,G)	oifs	iifs
-------	------	------

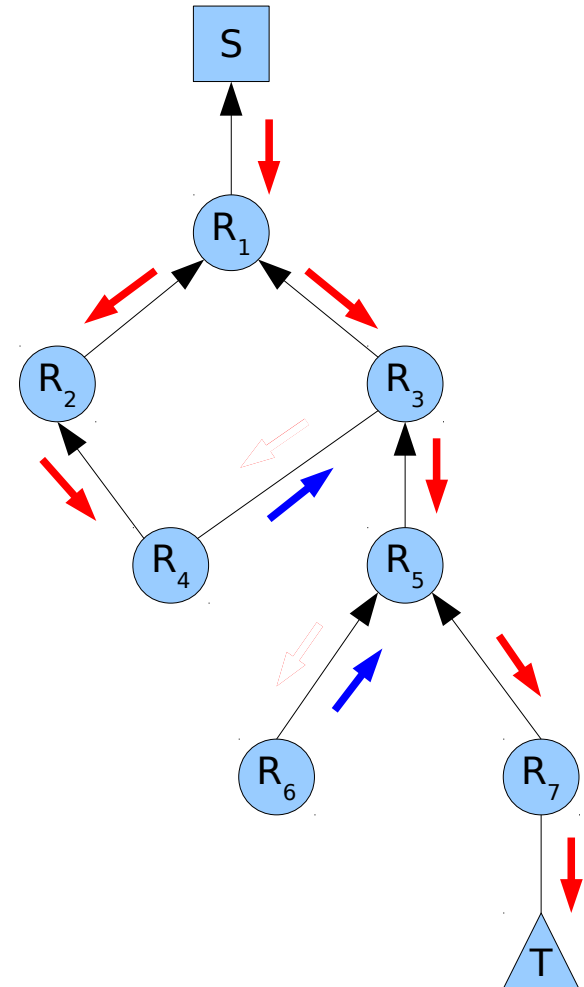
## ■ Significado

- Entrada (S,G): Fuente (S) e identificador de grupo (G)
- oifs: lista con los interfaces de salida
- iifs: lista con el (los) interfaz de entrada

# MFT (Multicast Forwarding Table)

## ■ Funcionamiento

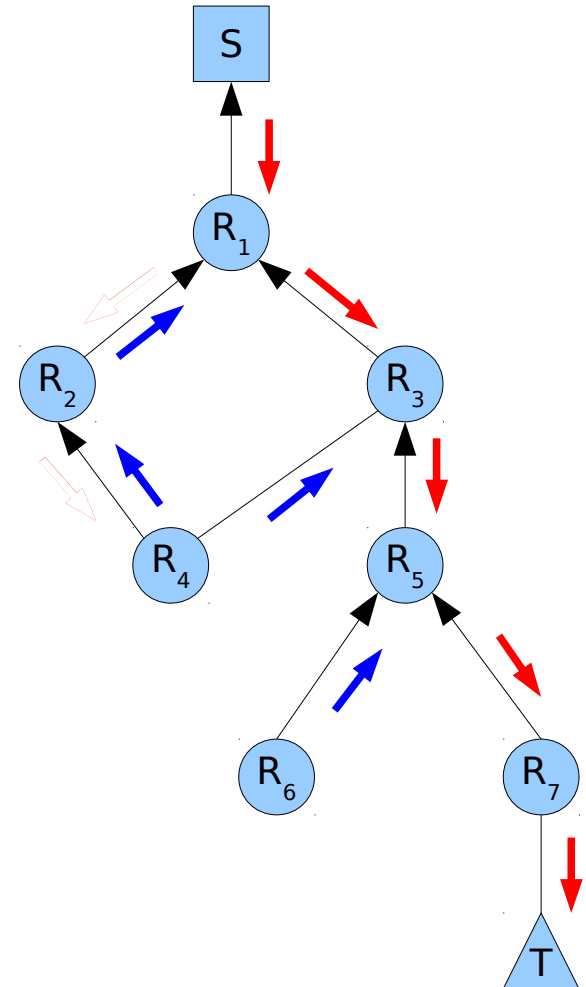
- S envía datos a G.
- $R_1$  comprueba si existe la entrada (S,G) en su tabla.
  - Si existe, comprueba que el datagrama viene desde iifs.
  - Si no existe, la añade y fija oifs a todos los demás interfaces.
- En DVMRP (RFC1075):
  - Si  $R_i$  recibe datagrama desde S, comprueba si lo hace desde el interfaz que utiliza para alcanzar a S.
    - Si no, lo descarta y envía un mensaje de poda ("prune")



# MFT (Multicast Forwarding Table)

## ■ Funcionamiento

- Cuando  $R_i$  recibe un mensaje de poda, borra ese interfaz de la lista oifs.
- Si oifs queda vacía, envía un mensaje de poda por iifs.



# IGMP (Internet Group Management Proto.)

---

## ■ Para IPv4

### ■ Versión 1 (RFC 1112):

- Las máquinas pueden registrarse en un grupo.
- Los encaminadores utilizan temporización para borrar la lista de clientes.

### ■ Versión 2 (RFC 2236):

- Las máquinas puede borrarse explícitamente de un grupo.
- Adecuado para redes de alta velocidad.

### ■ Versión 3 (RFC 3376):

- Revisión completa del protocolo.
- Se añade la posibilidad de especificar las fuentes de las que se quieren recibir datos.
- Se incluye la posibilidad de filtrar determinadas fuentes.

# MLDv2 (Multicast Listener Discovery)

---

- **Para IPv6**

- **Subprotocolo de ICMPv6**

- Para un encaminador:

- Le permite descubrir la presencia de máquinas interesadas en escuchar transmisiones multicast y a qué dirección.

- Para un host:

- Le permite especificar qué direcciones multicast quiere escuchar y qué fuentes de transmisión le interesan (caso de transmisión muchos-a-muchos).
    - También se le permite filtrar determinadas fuentes.

- Es un protocolo asimétrico:

- Separa el comportamiento de los receptores del de los encaminadores.
    - Un encaminador es a la vez un receptor.

# PIM (Protocol Independent Multicast)

---

- **Familia de protocolos multicast**

- **Protocol Independent:**

- No aporta su propio algoritmo para descubrir la topología.
- Puede utilizar las rutas proporcionadas por RIP, OSPF, BGP, estáticas, o cualquier otro medio.

- **Variantes:**

- PIM-DM (*Dense Mode*)

- Supone que los receptores están distribuidos de manera densa.
- Inunda inicialmente con paquetes *multicast*.
- Se podan las ramas del árbol donde no existen receptores.

- PIM-SM (*Sparse Mode*)

- Supone que los receptores están distribuidos de manera dispersa.
- Emplea una raíz común (*Rendezvous Point*).
- Mensajes *join* explícitos.

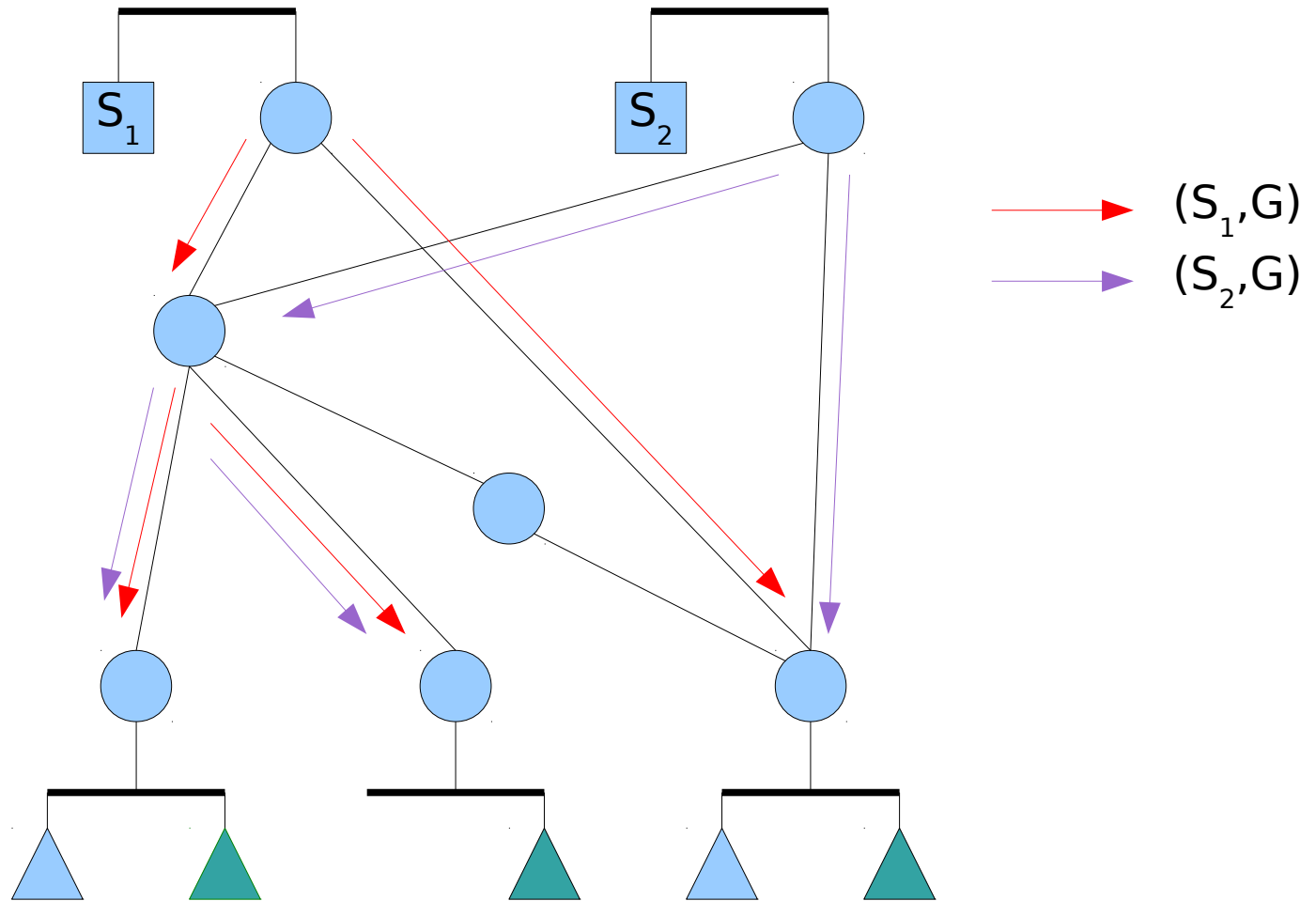
- PIM-SSM (*Source Specific Multicast*)

- Construye el árbol de distribución a partir de una única fuente.

# PIM (Protocol Independent Multicast)

## ■ Shortest Path Tree vs. Shared Tree

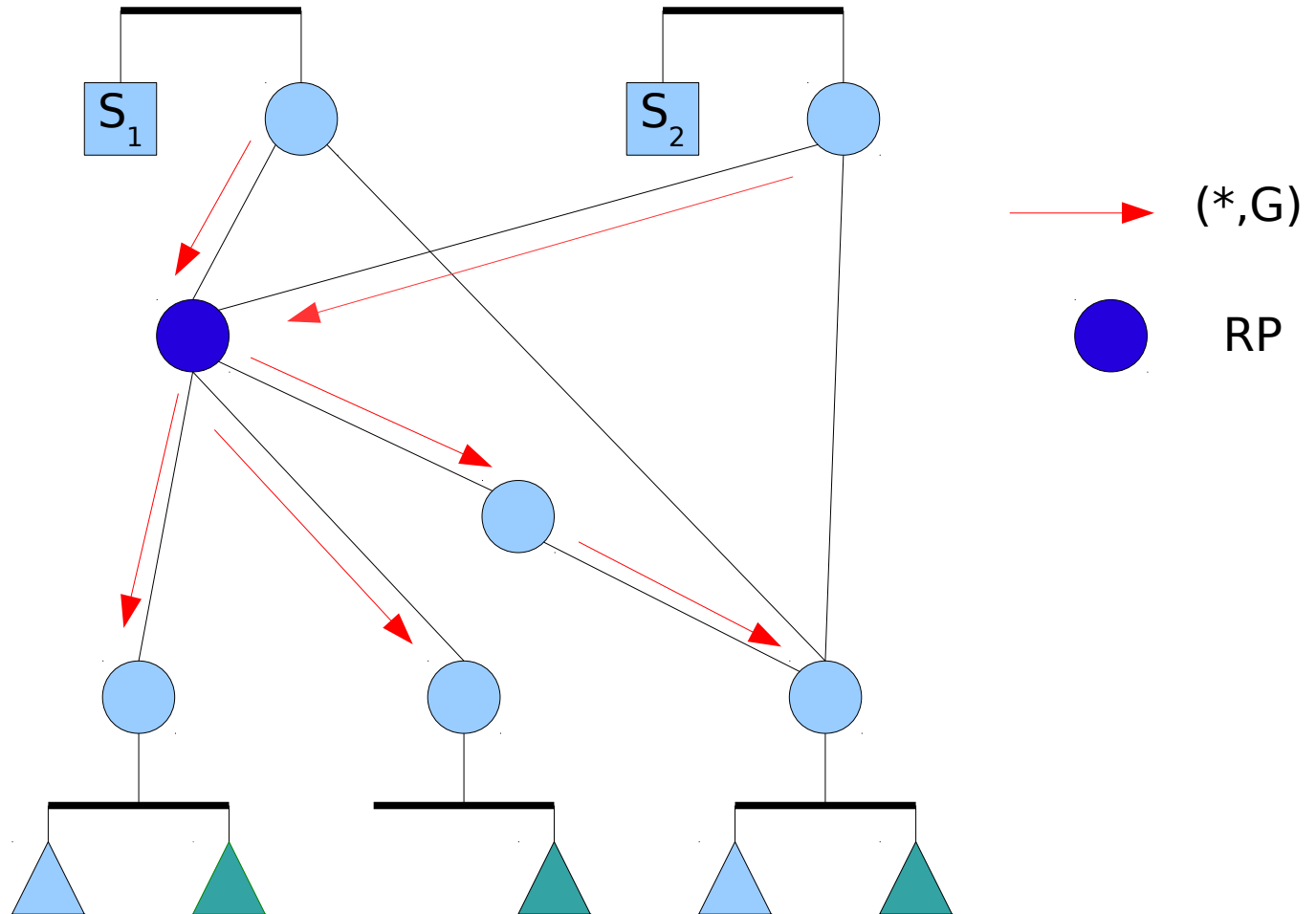
- Shortest Path Tree (SPT) (usado en PIM-DM)



# PIM (Protocol Independent Multicast)

## ■ Shortest Path Tree vs. Shared Tree

- Shared Tree (ST) (usado en PIM-SM)

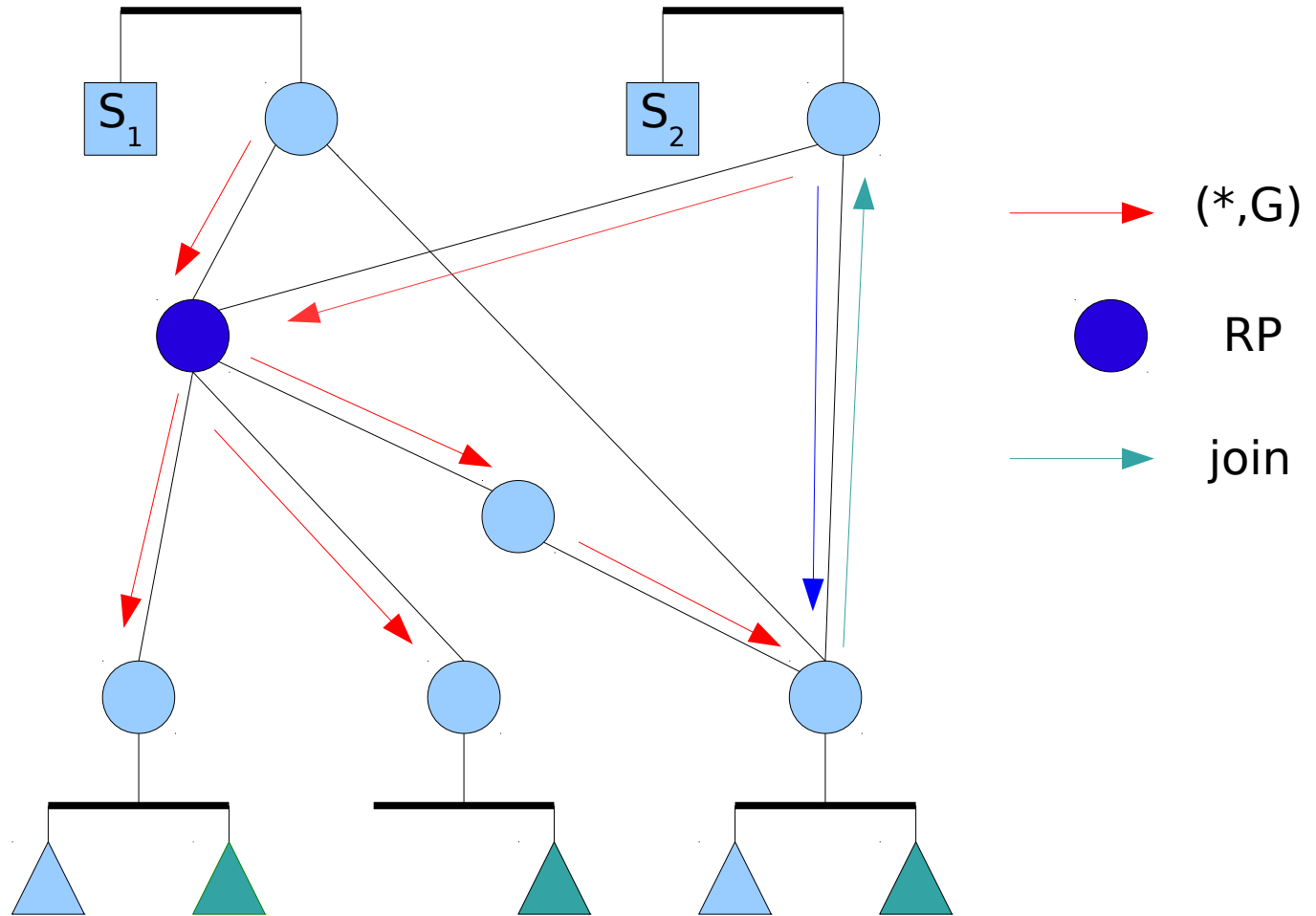




# PIM (Protocol Independent Multicast)

## ■ Shared Tree

- Cuando se alcanza cierto umbral de tráfico, se conmuta a SPT



# PIM-SM

---

## ■ RP (Redezvous Point)

- En PIM-SM, todos los encaminadores deben elegir el mismo RP para cada grupo multicast.
- Cada encaminador mantiene la asociación Grupo-RP.
- El conjunto de todas las asociaciones se llama RP-set y contiene, para cada grupo:
  - Dirección del grupo (prefijo/longitud)
  - Prioridad del RP.
  - Dirección del RP.
  - Hash de la dirección y longitud de la máscara.
  - Indicador SM/BIDIR.
- Mediante un algoritmo determinista cada encaminador elige el RP para cada grupo.
- El problema es que no escala bien ni responde ante fallos del RP.

## ■ BSR (Boot Strap Router)

- BSR es uno de los mecanismos que utiliza PIM-SM para elegir el RP para un grupo de manera dinámica y adaptativa.
- Definido en el RFC5059.
- Se elige un encaminador como BSR.
  - Recopila información sobre todos los candidatos a RP para cada grupo.
  - Elige un RP para el grupo.
  - Difunde la información del RP elegido.
  - Todos los encaminadores PIM-SM utilizan el mismo RP.
  - Tolerante a fallos.

# Aplicaciones

## ■ Multidifusión

### ■ Ejemplo: vlc

- Reproductor de medios
- Permite la difusión por unicast o por multicast

**Volcado de salida**

Salida de volcado MRL

Objetivo: `:sout=#duplicate{dst=std{access=udp,mux=ts,dst=[ff38:40:2a01:48:100:103:8000:1]:1234}}`

Salidas

☐ Reproducir localmente

☐ Archivo    Nombre de archivo:     Explorar...    ☐ Entrada de volcado raw

☐ HTTP    Dirección:     Puerto:

☐ MMSH    Dirección:     Puerto:

☐ RTP    Dirección:     Puerto:

☒ UDP    Dirección:     Puerto:

Método de Encapsulamiento

☒ MPEG TS    ☐ MPEG PS    ☐ MPEG 1    ☐ Ogg    ☐ ASF    ☐ MP4    ☐ MOV    ☐ WAV    ☐ Raw

Opciones de transcodificación

☐ Código de vídeo:     Tasa de bits (kb/s):     Escala:

☐ Código de audio:     Tasa de bits (kb/s):     Canales:

☐ Código de subtítulos:     ☐ Superposición de subtítulos

Miscelánea

☐ Anuncio de SAP    Nombre de grupo:     Nombre de canal:

☒ Elige todo volcado elemental    Tiempo de vida (TTL):

Cancelar    Aceptar

# Práctica

---

## ■ PIM router

```
/* Global pim variable configuration */
pim {
    /* we do not want to be a BSR candidate */
    disable bsr-candidate;
    /* we do not want to be a RP candidate */
    disable rp-candidate;
}

/* Groups configuration */
groups {
    /* group mask */
    ff00::/8 {
        pim {
            /* exclude this group mask in our RP adv */
            disable rp_adv;
        }
    }
}
```

# Práctica

---

## ■ BootStrap Router (BSR)

```
/* Global pim variable configuration */
pim {
    /* we want to be a BSR candidate */
    enable bsr-candidate;
    bsr-priority=500;
    /* we do not want to be a RP candidate */
    disable rp-candidate;
    /* rp-cand-priority=500; */
}
/* Groups configuration */
groups {
    /* group mask */
    ff00::/8 {
        pim {
            /* exclude this group mask in our RP adv */
            disable rp_adv;
        }
    }
}
```

# Práctica

---

## ■ Rendezvous Point (RP)

```
/* Global pim variable configuration */
pim {
    /* we do not want to be a BSR candidate */
    disable bsr-candidate;
    /* we want to be a RP candidate */
    enable rp-candidate;
}

/* Groups configuration */
groups {
    /* group mask */
    ff1e::1234/124 {
        pim {
            /* include this group mask in our RP adv */
            enable rp_adv;
            /* rp 2001:db8:12::2; */
        }
    }
}
```

# Práctica

---

## ■ Dbeacon

### ■ Aplicación emisor-receptor multicast.

```
root@uml1:~# cat /etc/dbeacon/dbeacon.conf
```

**name:** uml1

**contact:** jcfabero@ucm.es

**addr:** ff1e::1234

**ssm\_addr:** ff1e::1235

**website:** www.example.com

**CC:** ES

**dump:** /tmp/dump.xml

**ssmping**



# Práctica

## ■ Topología

