



Cisco Support Community Expert Series Webcast

Fundamentos de IP Multicast Routing y sus Modos de Operación:
Demo en Vivo



Gustavo Salazar

Consultor de tecnologías e Instructor de Cisco

Abril 2017

Pregunte al Experto con: Gustavo

Fundamentos de IP Multicast Routing y sus Modos de Operación: Demo en Vivo

Si tiene dudas adicionales Gustavo nos ayudará a responder sus preguntas a partir de hoy hasta el viernes 28 de Abril del 2017 en:

<http://cs.co/90038eUDU>



Gustavo Salazar
Consultor de tecnologías

Cisco Support Community Webcast en Portugués

Troubleshooting de Border Gateway Protocol (BGP)

May. 12, 11am Brasilia, Brazil

(UTC -3HRS)

con **Leonardo Furtado**

<https://supportforums.cisco.com/pt/event/13272776>



The graphic is a promotional banner for a Cisco webcast. It features a blue header with the title 'Troubleshooting de Border Gateway Protocol (BGP)' and a 'Webcast AO VIVO' badge. Below the title, the date and time 'MAI. 10, 2017 11HRS BRT' are displayed. A central area contains several icons: a speech bubble, a Wi-Fi symbol, a checkmark, a play button, a document, and a pencil. To the right of these icons is the Cisco logo and the text 'COMUNIDADE DE SUPORTE'. A portrait of Leonardo Furtado is shown in a video player frame, with a green Wi-Fi symbol overlaid on it. A green callout bubble next to the portrait contains the name 'Leonardo Furtado'. At the bottom right, there is a green button with the text 'Registre-se aqui'.

Cisco Support Community Webcast en Español

Instalación y optimización de Cisco Unified Communications Manager (CUCM)

May. 23, 10am Ciudad de México
(UTC -5HRS)

con **Mauro Tartara**

<https://supportforums.cisco.com/es/event/13278046>

A promotional graphic for a webcast. It features a man's profile in a video window on the left. To his right is a green speech bubble with three dots and a teal name tag that says "Mauro Tartara". Above the man are the Cisco logo and "COMUNIDAD DE SOPORTE" and the Voipacket logo. The top right corner has a blue box with "Webcast EN VIVO". The main text reads "Instalación y optimización de Cisco Unified Communications Manager (CUCM)" and "MAY. 23, 2017 10AM (UTC -5)". A green button at the bottom right says "¡Regístrate hoy!".

Instalación y optimización de Cisco Unified Communications Manager (CUCM)

Webcast EN VIVO

MAY. 23, 2017 10AM (UTC -5)

cisco COMUNIDAD DE SOPORTE

voipacket

Mauro Tartara

¡Regístrate hoy!

Cisco Support Community Webcast en Español – Pregunte al Experto

Fundamentos de redes
Inalámbricas: operación y
configuración de WLC 5508

Del 3 al 28 Abril, 2017

con **Daniel Ordoñez**

<https://supportforums.cisco.com/es/event/13241186>

A promotional graphic for a Cisco webcast. It features a purple border and contains the following text and icons: the title "Fundamentos de redes Inalámbricas: operación y configuración de WLC 5508", the dates "ABR. 3 - ABR. 28", the Cisco logo and "COMUNIDAD DE SOPORTE", a photo of Daniel Ordoñez, a name tag "Daniel Ordoñez", a "Haz preguntas" button, and various icons representing questions, documents, and answers.

Fundamentos de redes
Inalámbricas: operación y
configuración de WLC 5508

ABR. 3 - ABR. 28

COMUNIDAD
DE SOPORTE

Daniel Ordoñez

Haz preguntas

Conozca al ganador del Concurso de Contenido ¡Gracias por compartir su conocimiento !



Califique el contenido de la Comunidad de Soporte en Español.

Ahora puede calificar discusiones, documentos, blogs y videos!!...



Esto es con el fin de que nos ayude a distinguir contenido de calidad y también para reconocer los esfuerzos de los integrantes de la Comunidad de Soporte de Cisco en español.

Reconocimientos en la Comunidad

El reconocimiento al **“Participante Destacado de la Comunidad”** está diseñado para reconocer y agradecer a aquellas personas que colaboran con contenido técnico de calidad y ayudan a posicionar nuestra comunidad como el sitio número uno para las personas interesadas en tecnología Cisco.



The screenshot displays the 'Participantes Destacados' section of the Cisco Community Awards page. It features a header with the Cisco logo and the text 'Participantes Destacados Premios de la Comunidad'. Below the header is a list of award recipients, each with a profile picture icon, the award name, and the recipient's name. The awards include 'El Favorito' for various months in 2015, 2014, and 2013, as well as 'Mejor Publicación' and 'El Novato' awards.

| Avatar | Award Name | Recipient Name |
|--------|--|-----------------|
| Grey | Premio "El Favorito" Marzo del 2015. | Adrian Saavedra |
| Blue | Premio "Mejor Publicación" Enero 2015. | Fernando Téllez |
| Grey | Premio "El Favorito" Noviembre 2014. | Daniel Ordonez |
| Blue | Premio "El Favorito" Mayo 2014. | Leo Salciedo |
| Grey | Premio "El Favorito" Febrero 2014. | Luis Ramirez |
| Blue | Premio "El Novato" Enero 2014. | Nacho Martin |
| Grey | Premio "Mejor Publicación" Diciembre del 2013. | Julio Carvajal |
| Blue | Premio "El Favorito" Noviembre del 2013. | Adrian Saavedra |
| Grey | Premio "El Novato" Octubre del 2013. | Oscar Quevedo |



This block shows a detailed view of a 'Participante Destacado' profile. It includes the Cisco logo, the text 'Participantes Destacados Premios de la Comunidad', a profile picture icon, the name 'Gustavo Salazar', and the award name 'El Favorito'. A green button labeled 'Leer más' is positioned to the right of the profile information.

Gracias por su asistencia el día de hoy

La presentación incluirá algunas preguntas a la audiencia.

Le invitamos cordialmente a participar activamente en las preguntas que le haremos durante la sesión



La tecnología nunca deja de avanzar ¡Conoce la opinión de los expertos!



Encuentra entrevistas 100% en español con los expertos del mundo



Comunidad de Soporte de Cisco en Español

<http://cs.co/90008wqUo>

Expert Series Webcast

Fundamentos de IP Multicast Routing y sus Modos de Operación: Demo en Vivo

Gustavo Salazar es consultor de Tecnologías de la Información y Desarrollador de Políticas de Enrutamiento y Seguridad en tecnologías Cisco. Es instructor de Cisco Network Academy, nombrado mejor instructor del año en Latino América y un Cisco Champion por dos años consecutivos 2016/2017. Es docente universitario a nivel maestría de la Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE. Gustavo es originario de Ecuador y cuenta con diversas certificaciones como: CCNA Security, Cisco IOS Security Specialist, CCDA, CCDP, CCNP R&S e IPv6 Forum Gold Engineer entre otras.



Gustavo Salazar

Tema: Fundamentos de IP Multicast Routing y sus Modos de Operación: Demo en Vivo

Participación del experto



Enrique Ramírez
Enterprise Architect

Gracias por estar con nosotros hoy día!



Si desea obtener la presentación de este evento diríjase a:

<http://cs.co/90058eoh5>





¡Ahora puede realizar sus preguntas al Panel de Expertos!

Use el panel de preguntas y respuestas (Q&A / P&R) para preguntar a los expertos ahora. Ellos empezarán a responder.



Fundamentos de IP Multicast Routing

Modos de Operación y Demo en Vivo

Ing. Gustavo Salazar, MSc.

ITQ Instructor – CCNA R&S, CCNA Security, CCNP R&S, IT Essentials

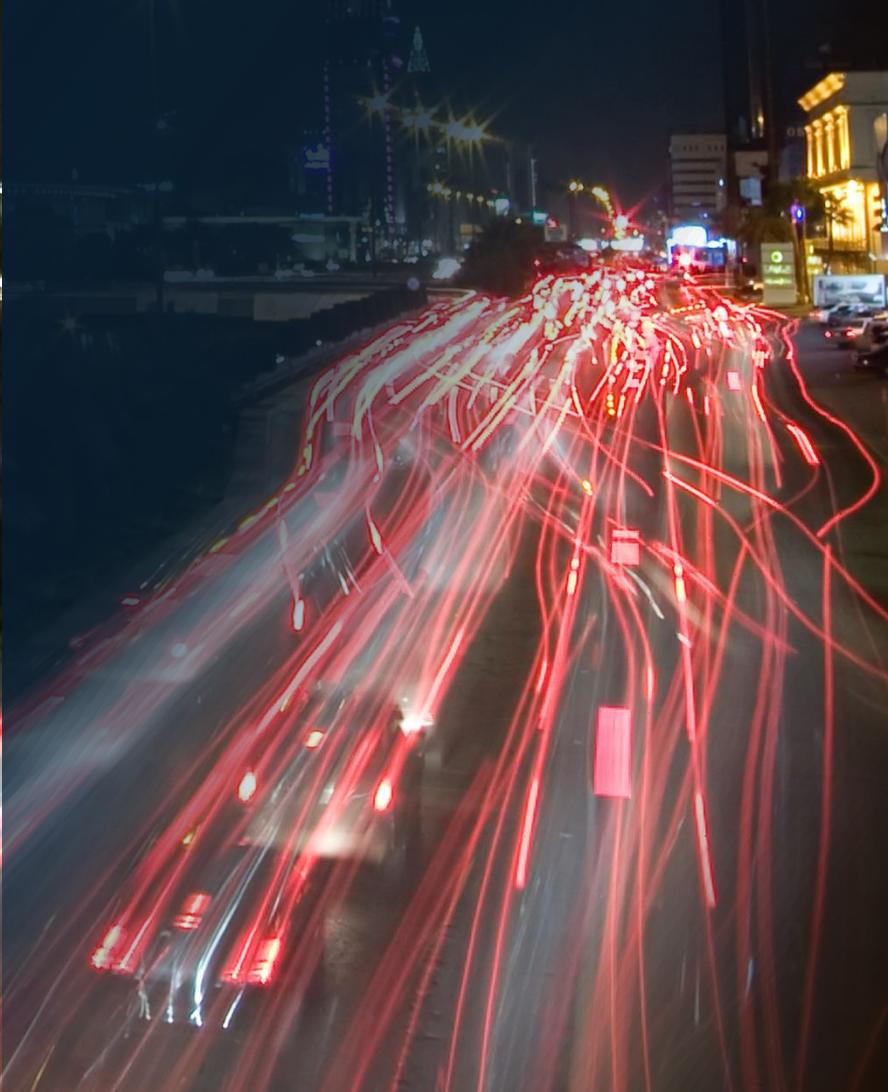
Instructor del año Cisco Networking Academy Latinoamérica 2016

CCDA, CCDP, Cisco IOS Security Specialist

CCIE R&S Candidate – Cisco Champion 2016/2017

Abril 2017





Agenda

1. Introducción a IP Multicasting:
Definición y Direcciones
2. Manejo del Tráfico Multicast:
IGMP y Optimización en la LAN
3. Fundamentos de IP Multicast
Routing y Modos de Operación:
Dense-Mode, Sparse-Mode
4. PIM-DM y PIM-SM
5. Multicast Routing en IPv6
6. Demo en Vivo
7. Q&A

Digital Vortex 2015

Pregunta 1

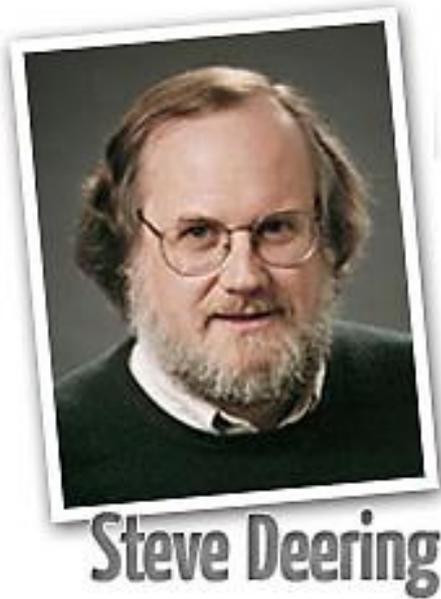
¿Ha usado alguna vez una aplicación Multicast?

- A. Sí
- B. No
- C. Nunca



Introducción a IP Multicasting: Definición y Direcciones

Definición de IP Multicasting



Dr. Steve Deering, luego de estudiar el comportamiento de muchos protocolos de enrutamiento, concluyó en su tesis doctoral en el año 1991, que dicho comportamiento puede extenderse a una red de datos IP.

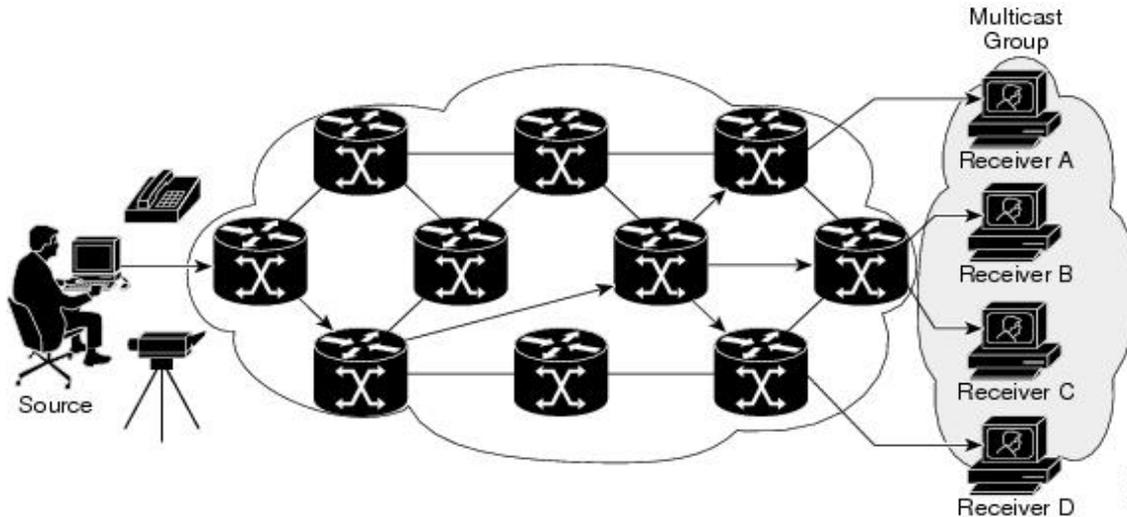
En su trabajo denominado “Multicast Routing in a Datagram Internetworks” definió los componentes requeridos para IP Multicasting, sus funciones y sus relaciones.

<http://www.gdt.id.au/~gdt/presentations/2010-07-06-questnet-tcp/reference-materials/papers/deering-multicast-tocs90.pdf>

Definición de IP Multicasting

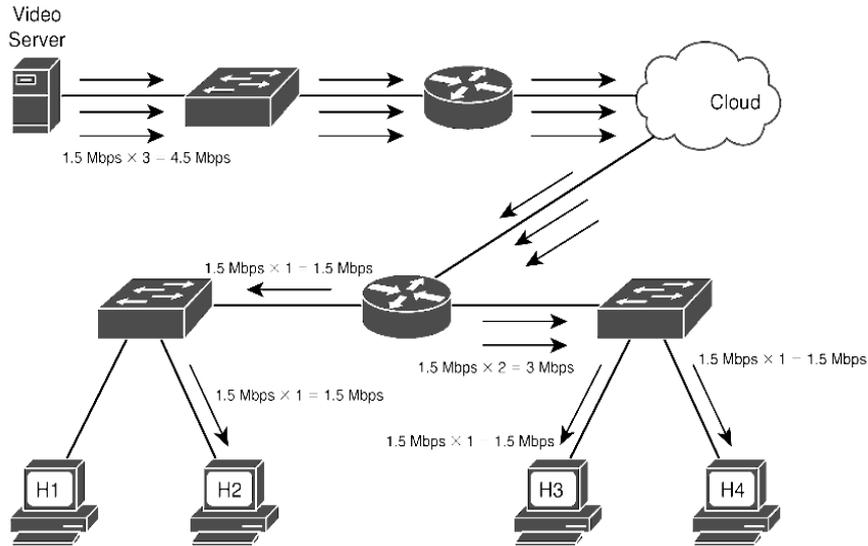
La definición más sencilla de IP Multicast es la siguiente:

Capacidad para enviar mensajes desde una sola fuente hacia múltiples destinos seleccionados, empleando una red L3 mediante un único flujo de datos.

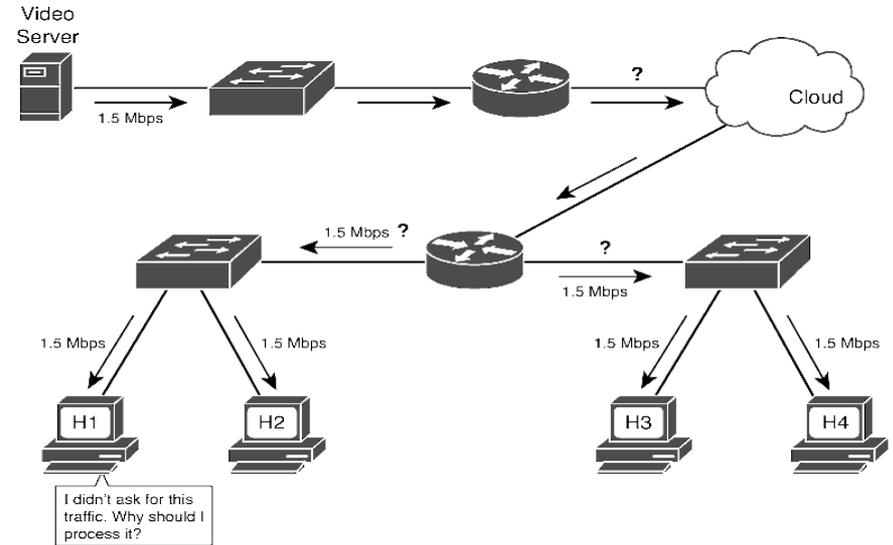


Problemas con las Comunicaciones Unicast y Broadcast

SOLUCIÓN UNICAST



SOLUCIÓN BROADCAST



Multicasting: Solución Escalable y Administrable

Dir. MAC: (01-00-5e)

Dir. IP: 224 – 239
FFXX

**Direcciones
Multicast**

*Join a
Group* o
**Lanzar la
Aplicación**



Grupos Multicast

IGMP: Routers

**CGMP / IGMP
Snooping: Switches**

**Manejo de
Tráfico
Multicast**

**IP Multicast
Routing**

**DVMRP
MOSPF
PIM**

Pregunta 2

¿Ha configurado en alguna oportunidad IP Multicast?

- A. Sí
- B. No
- C. Nunca

Direcciones IPv4 Multicast: Grupos Multicast

Rango de Direcciones Multicast

Descripción

| | |
|-----------------------------|--|
| 224.0.0.0 a 239.255.255.255 | Este rango representa el espacio de direcciones completo para Multicast en IPv4 designado por IANA, la cual se reserva para aplicaciones Multicast |
| 224.0.0.0 a 224.0.0.255 | Parte del Grupo de <u>Direcciones Permanentes Multicast</u> , son designadas por IANA para protocolos de red usados en un segmento local. Los Routers NO envían paquetes con direcciones de destino de este rango |
| 224.0.1.0 a 224.0.1.255 | Parte también del Grupo de <u>Direcciones Permanentes Multicast</u> , son designadas por IANA para protocolos de red que deben enviarse más allá del segmento local. Los Routers SÍ envían paquetes con direcciones de destino de este rango |
| 232.0.0.0 a 232.255.255.255 | Rango usado para aplicaciones SSM (Source-Specific Multicast). Permiten a un host escoger el origen de un grupo multicast. |

Algunas Direcciones Permanentes Muy Conocidas (Well-Known Permanent Addresses)

Some Well-Known Reserved Multicast Addresses

| Address | Usage |
|----------------|-------------------------|
| 224.0.0.1 | All multicast hosts |
| 224.0.0.2 | All multicast routers |
| 224.0.0.4 | DVMRP routers |
| 224.0.0.5 | All OSPF routers |
| 224.0.0.6 | OSPF designated routers |
| 224.0.0.9 | RIPv2 routers |
| 224.0.0.10 | EIGRP routers |
| 224.0.0.13 | PIM routers |
| 224.0.0.22 | IGMPv3 |
| 224.0.0.25 | RGMP |
| 224.0.1.39 | Cisco-RP-Announce |
| 224.0.1.40 | Cisco-RP-Discovery |

Direcciones IPv4 Multicast: Grupos Multicast

Rango de Direcciones Multicast

Descripción

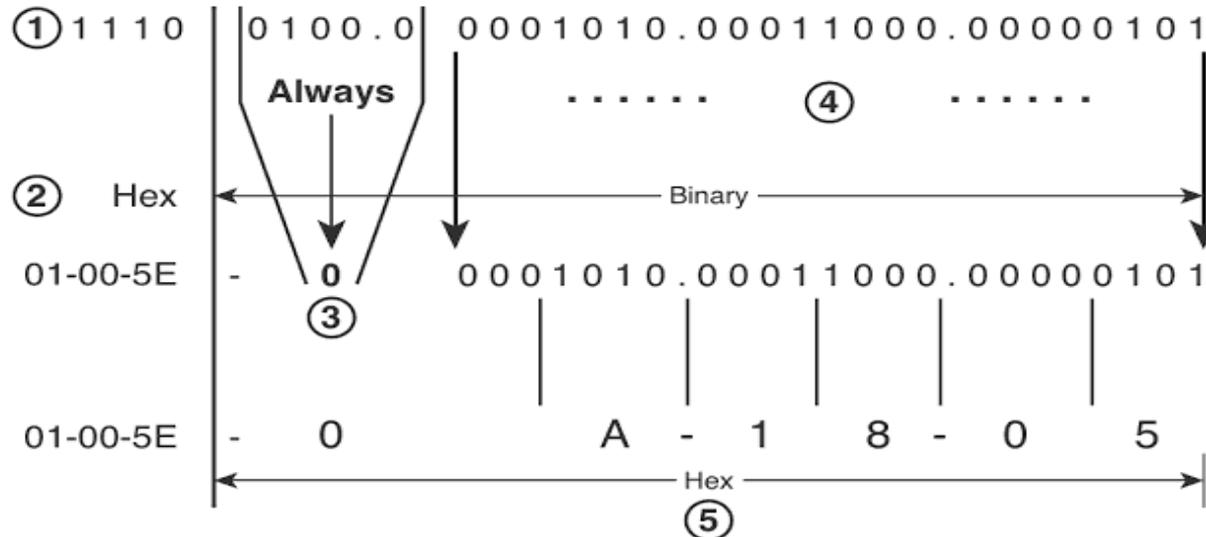
| | |
|--|--|
| 233.0.0.0 a 233.255.255.255 | Rango conocido como GLOP. Se usa para automáticamente designar 256 direcciones multicast a cualquier empresa que tenga su ASN registrado con IANA y empleando ese número para formar su dirección GLOP. |
| 239.0.0.0 a 239.255.255.255 | Rango usado como direcciones Multicast Privadas (Administratively Scoped Address) |
| Resto de direcciones del Rango Multicast | Las direcciones restantes se conocen como <u>Transient Groups</u> . Cualquier empresa puede usar direcciones de este rango para sus aplicaciones Multicast y debe devolverlas al grupo cuando la aplicación deje de funcionar. |

Mapeo de Direcciones IP Multicast a Direcciones MAC Multicast

Multicast
IP Address

228.10.24.5

IP Address
In Binary



⑥ 01-00-5E-0A-18-05

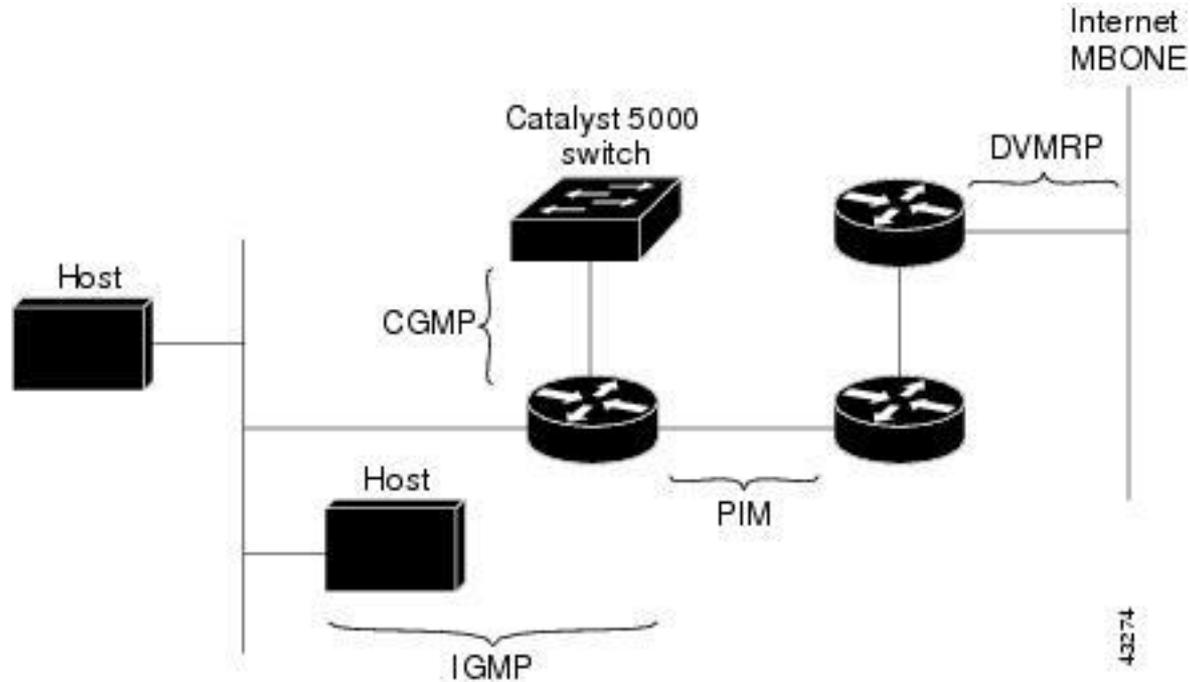
Multicast
MAC
Address





Manejo del Tráfico Multicast

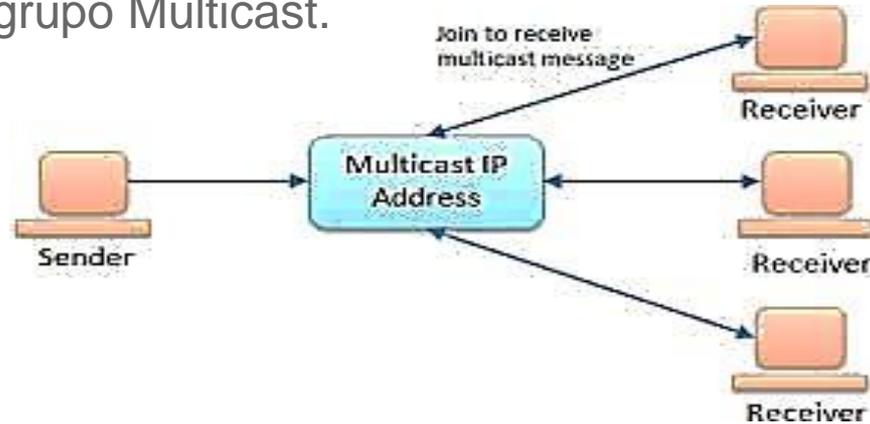
Distribución de Tráfico Multicast con IGMP



Join a Group: Lanzar la Aplicación Multicast

Antes de que un host pueda recibir cualquier tráfico *multicast*, una **aplicación multicast** debe estar instalada y corriendo en ese host.

El proceso de instalar y correr la aplicación se conoce como Lanzar la Aplicación o pertenecer a un grupo Multicast.



Una vez que el host corre la aplicación, esta calcula la dir. MAC de dicha aplicación y la NIC del host empieza a escuchar mensajes dirigidas a esa dirección, además de su propia MAC.

Internet Group Management Protocol

IGMP ha evolucionado del protocolo *Host Membership Protocol* descrito inicialmente por el Dr. Deering en su tesis doctoral, comenzado por IGMPv1 (RFC 1112), pasando por IGMPv2 (RFC 2236), hasta llegar a IGMPv3 (RFC 3376).

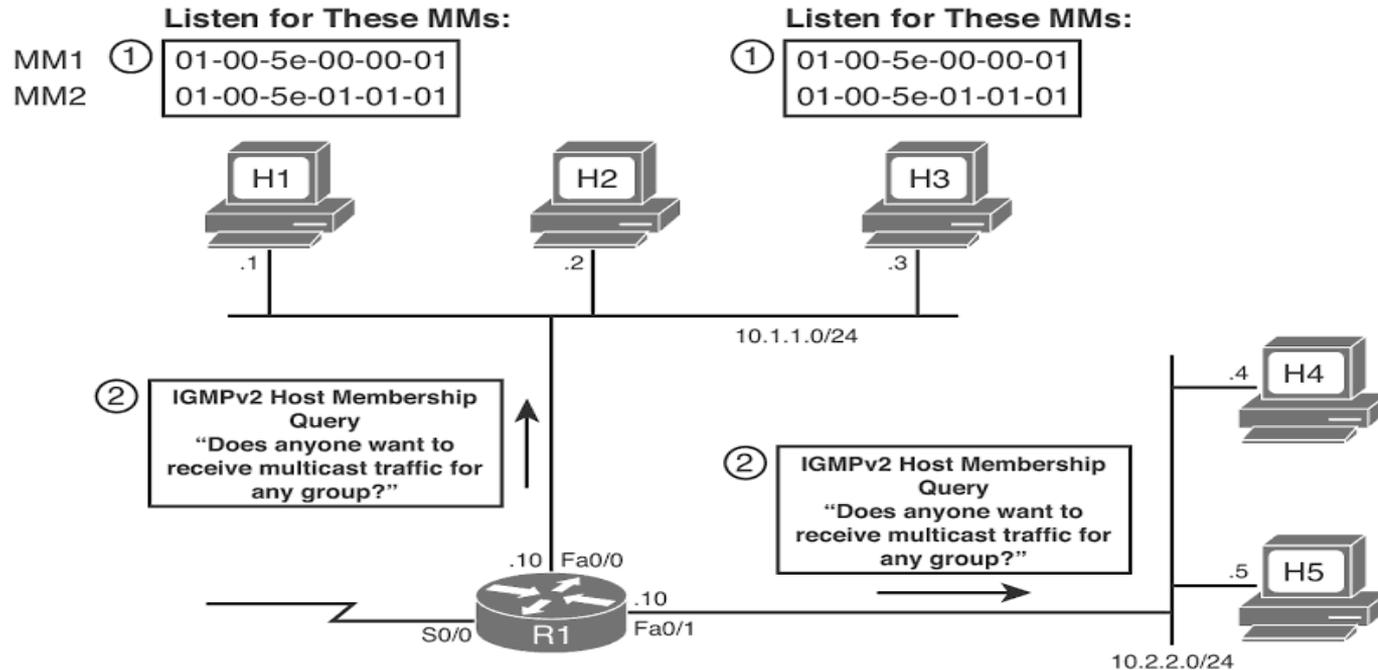
Los mensajes IGMP se envían en paquetes IP con un Número de protocolo de 2 y TTL de 1 (significado local).

Los dos objetivos principales de IGMP son:

- ✓ Informar al Router de primer salto que un host desea recibir tráfico multicast de un grupo específico.
- ✓ Informar al Router de primer salto que un host desea salir del grupo multicast y no está más interesado en recibir tráfico multicast de ese grupo.

IGMPv2

IGMPv2 es quizá la versión más usada de las tres. Una de las razones fue su mejor proceso de ingresar y salir de un grupo multicast.



IGMPv2 Host Membership Query Process

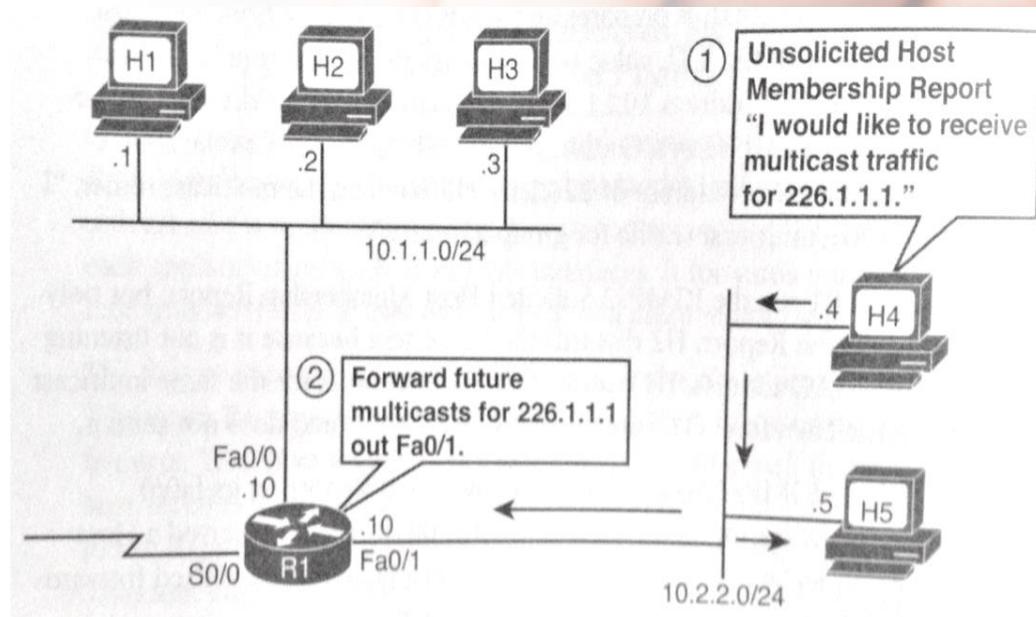
Características de IGMPv2

- **Leave Group Message:** Método que emplea un host para notificar a su Gateway que desea salir del grupo multicast
- **Group-Specific Query Message:** Permite al router enviar una copia dirigida a un grupo específico en lugar de a todos los grupos
- **Maximum Response Time Field:** Un campo de un mensaje Membership Query que permite a un router especificar su MRT.
- **Querier election process:** Método para escoger el router preferido para enviar Queries cuando múltiples routers están conectados a la misma subred. El router con el menor Source IP address en los IGMPv2 General Query Message enviado a 224.0.0.1 es escogido como IGMPv2 Querier.
- **IGMPv2 Solicited Host Membership Report:** Cuando un host recibe un IGMPv2 Query de un router, éste debe responderle con este mensaje indicando los grupo multicast que desea formar parte.

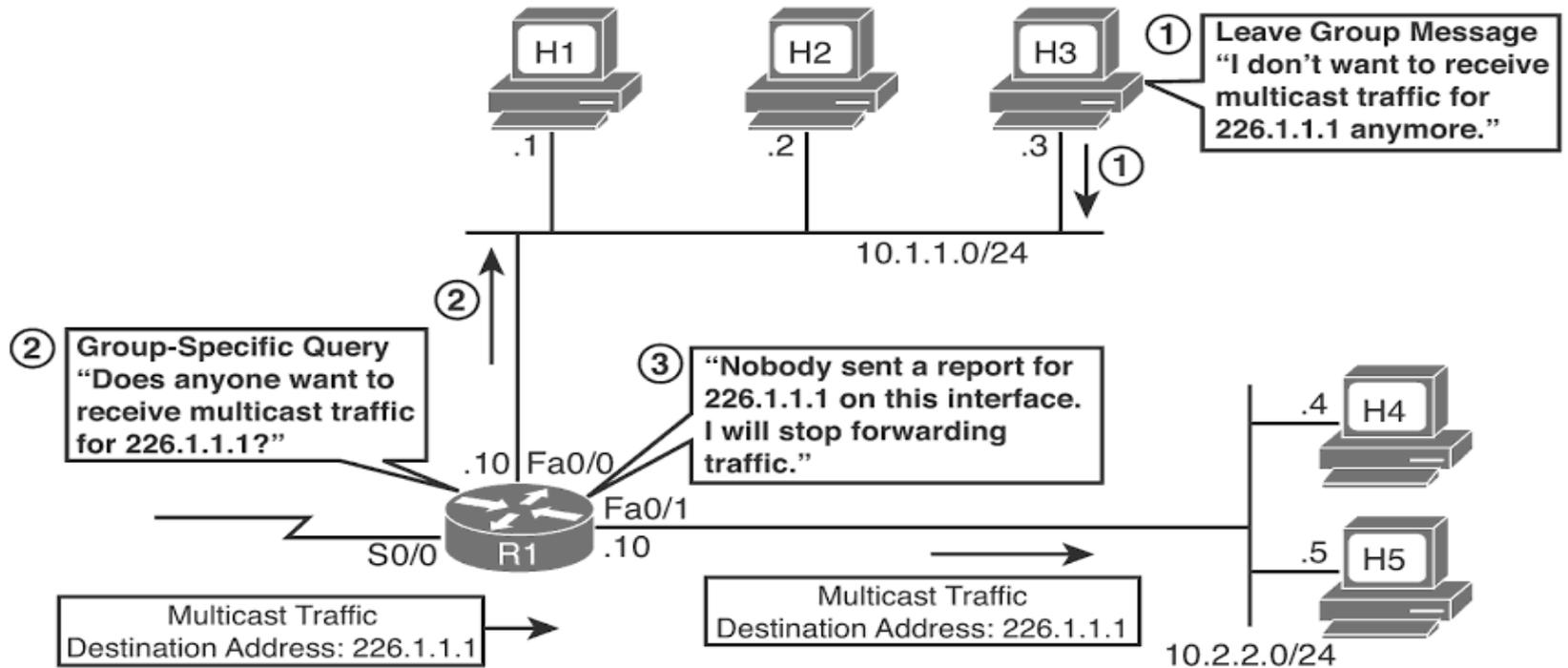
IGMPv2 Unsolicited Host Membership Report

Un host no necesariamente debe recibir un Host Membership Query de un router para formar parte de un grupo Multicast.

Un host puede enviar un *Unsolicited Host Membership Report* en cualquier momento, reduciendo así la latencia.



IGMPv2 Leave Group y Mensaje Group-Specific Query



IGMPv2 Leave Process—No Response to the Group-Specific Query

Temporizadores de IGMPv2

Important IGMPv2 Timers

| Timer | Usage | Default Value |
|----------------------------------|--|---|
| Query Interval | A time period between General Queries sent by a router. | 60 seconds |
| Query Response Interval | The maximum response time for hosts to respond to the periodic general Queries. | 10 seconds; can be between 0.1 and 25.5 seconds |
| Group Membership Interval | A time period during which, if a router does not receive an IGMP Report, the router concludes that there are no more members of the group on the subnet. | 260 seconds |
| Other Querier Present Interval | A time period during which, if the IGMPv2 nonquerier routers do not receive an IGMP Query from the querier router, the nonquerier routers conclude that the querier is dead. | 255 seconds |
| Last Member Query Interval | The maximum response time inserted by IGMPv2 routers into the Group-Specific Queries and the time period between two consecutive Group-Specific Queries sent for the same group. | 1 second |
| Version 1 Router Present Timeout | A time period during which, if an IGMPv2 host does not receive an IGMPv1 Query, the IGMPv2 host concludes that there are no IGMPv1 routers present and starts sending IGMPv2 messages. | 400 seconds |

Aspectos básicos de IGMPv3



Cloud



Data Center



WAN



Access



Optimización Multicast en una LAN

Beneficios del Multicast

- Multicast es una forma eficiente de enviar tráfico.
- Se puede tener un origen (o varios) y múltiples destinos.
- Los routers mantienen esa eficiencia, pero si un switch recibe una dirección Multicast de destino, por defecto lo tratará como broadcast, lo que disminuye los beneficios en sí de esta tecnología

Optimización Multicast

LAN

CGMP

Cisco Group Management Protocol

Multivendor

IGMP Snooping

RGMP

Router-Port Group Management Protocol

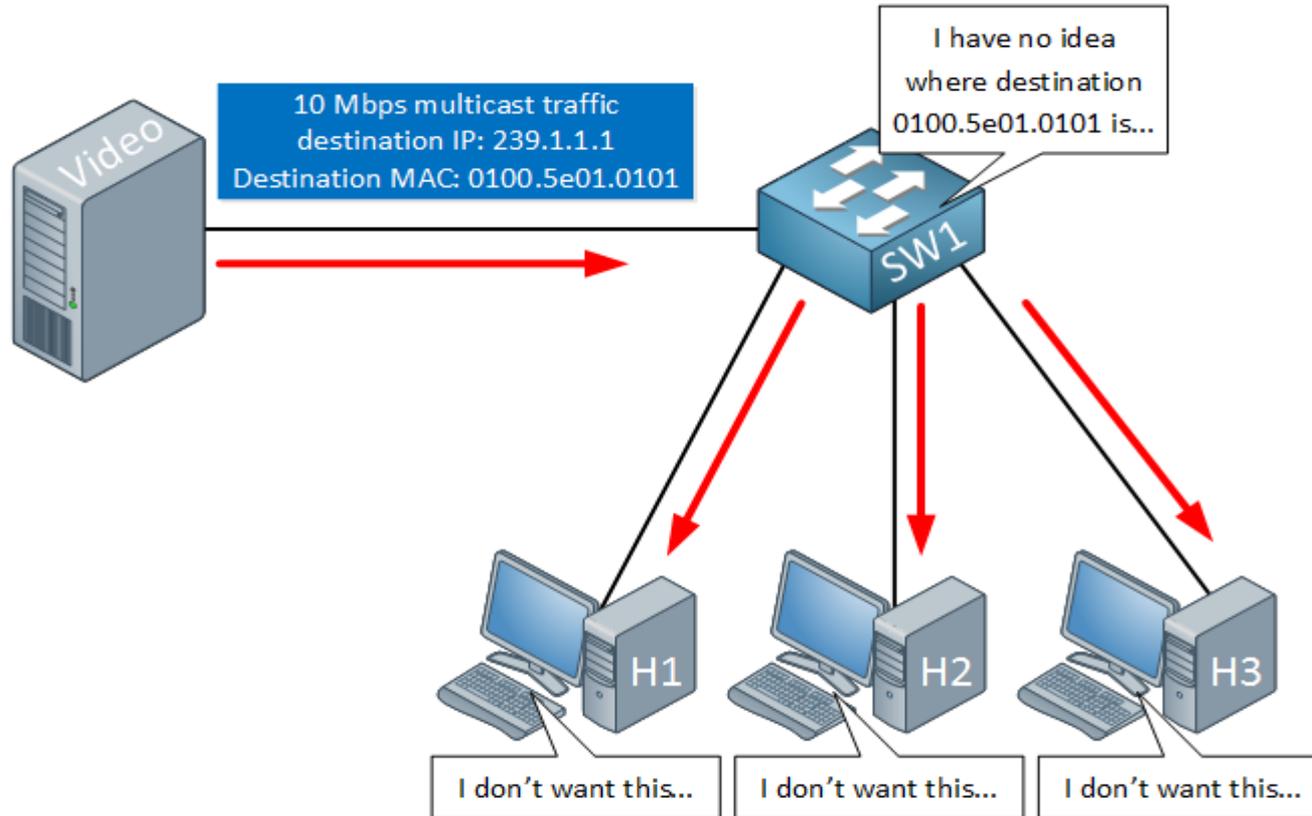
CGMP – Cisco Group Management Protocol

IGMP ayuda a los routers a determinar cómo distribuir tráfico multicast, pero IGMP al trabajar en L3, los switches en una LAN no lo entienden, es por ello que por defecto los switches envían tráfico multicast como si fuese broadcast.

Existen dos protocolos populares que ayudan a los switches a enviar tráfico multicast de forma eficiente:

- ✓ CGMP, protocolo propietario de Cisco
- ✓ IGMP Snooping, método más común al ser multi-vendor y estándar

CGMP – Cisco Group Management Protocol



CGMP – Cisco Group Management Protocol

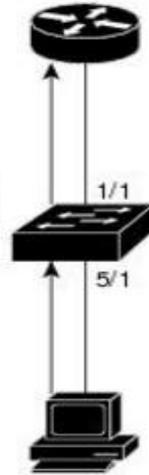
CGMP es un protocolo L2, el cual debe ser configurado tanto en los Routers como Switches Cisco, permitiendo al router comunicar información L2 que aprendió mediante IGMP hacia los switches mediante **CGMP Join messages**

```
int fa 0/1
ip cgmp
```

IGMP Report

Destination MAC = 0100.5e01.0203
Source MAC = 0080.c7a2.1093
Destination IP = 224.1.2.3
Source IP = 192.168.1.1
Group address = 224.1.2.3

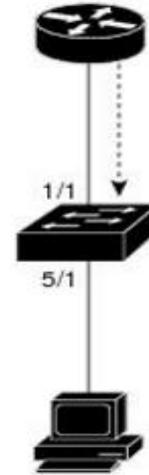
(A)



CGMP Join

USA = 0080.c7a2.1093
GDA = 0100.5e01.0203

(B)



60077

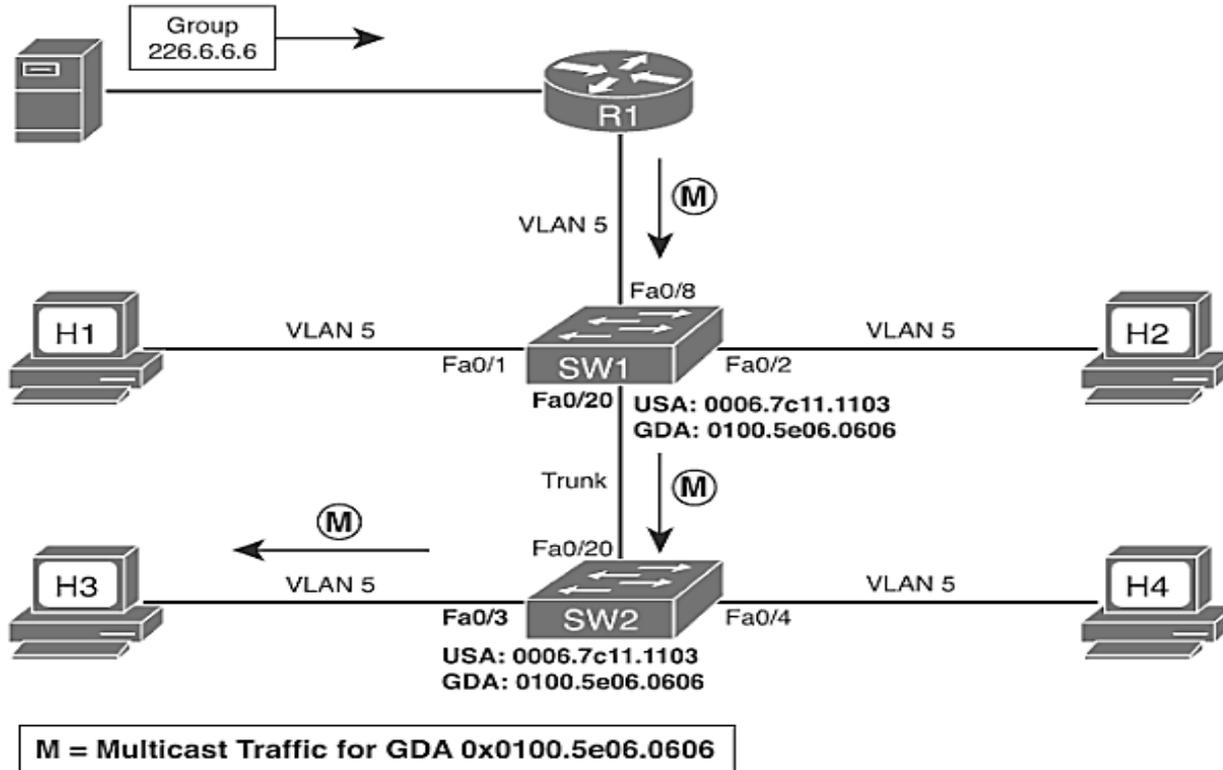
CGMP – Cisco Group Management Protocol

Dentro de un mensaje CGMP, hay dos direcciones importantes:

- ✓ **GDA – Group Destination Address:** Dirección MAC del grupo Multicast
- ✓ **USA – Unicast Source Address:** Dirección MAC del host

El router se da cuenta que está conectado a un Switch que entiende Multicast ya que el switch enviará un mensaje CGMP con GDA seteado a 0 cuando se conectan por primera vez.

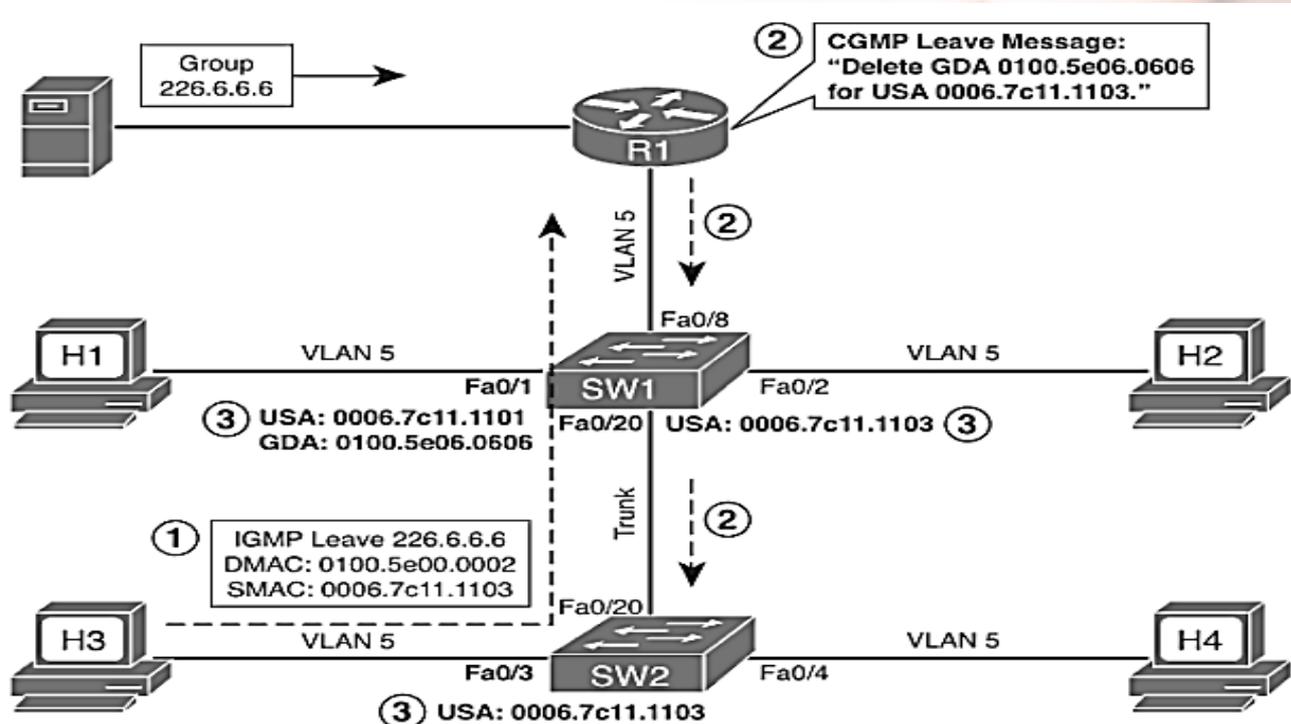
CGMP – Cisco Group Management Protocol



CGMP Join Message Process

CGMP – Cisco Group Management Protocol

CGMP Leave Message Process



CGMP Leave Message Process

IGMP Snooping

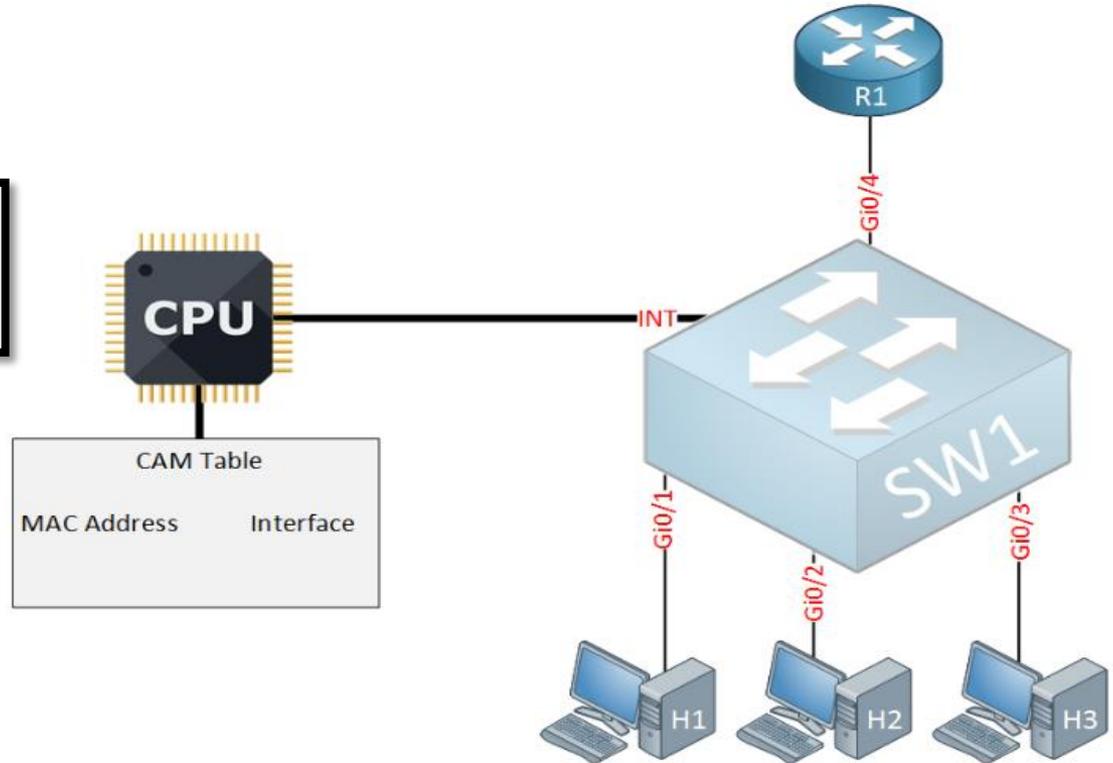
Protocolo estándar más usado en la actualidad para mejorar la eficiencia de la comunicación multicast en los switches modernos, incluso ciertos switches Cisco ya no emplean en lo absoluto CGMP, sólo este protocolo.

Una de las razones es ser una tecnología multivendor.

Hace unos cuantos años atrás no se empleaba IGMP Snooping debido a que el CPU del switch debe verificar los mensajes IGMP enviados, lo que era un proceso muy demandante de recursos.

IGMP Snooping

```
SW1(config)#ip igmp snooping  
SW1(config)#ip igmp snooping vlan #
```



Proceso de IGMP Snooping

PASO 1

Para detectar que hay varios routers en el mismo segmento de red, los switches escuchan mensajes

- ✓ IGMP General Query Message (GDA:01-00-5E-00-00-01)
- ✓ Mensajes OSPF (GDA:01-00-5E-00-00-05/06)
- ✓ Mensajes PIMv1 o HSRP (GDA:01-00-5E-00-00-02)
- ✓ Mensajes PIMv2 (GDA:01-00-5E-00-00-0d)
- ✓ DVMRP (GDA:01-00-5E-00-00-04)

PASO 2

Cuando un switch recibe un *IGMP Report*, su CPU mira el GDA y crea una entrada en su CAM Table para ese GDA (Puerto 0 – indica entrada hacia el CPU y es sólo para tráfico IGMP).

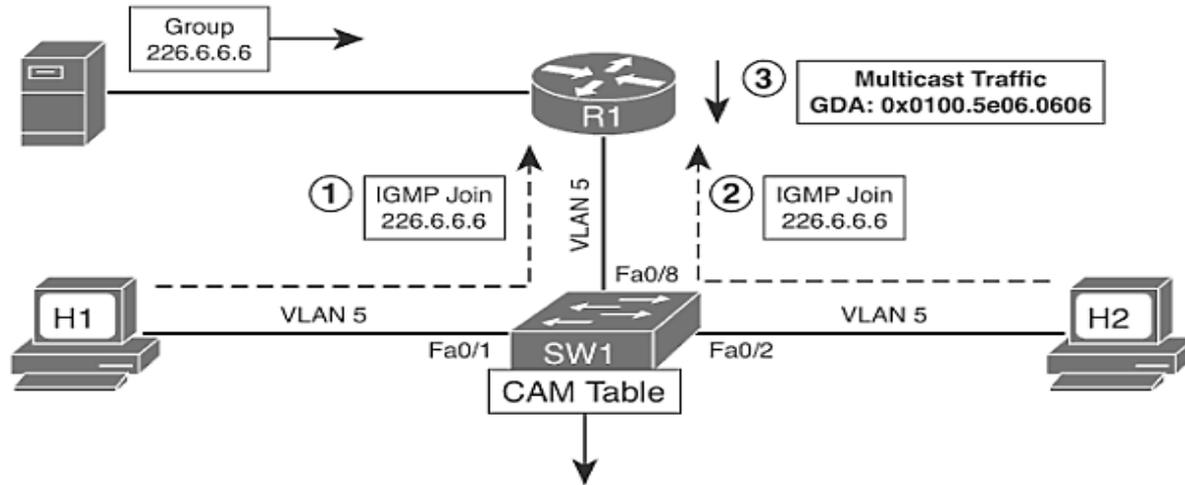
Adicionalmente crea otra entrada dirigida a ese GDA para tráfico NO-IGMP en base al número de puerto de entrada. Todo tráfico destinado a ese GDA se enviará por esa entrada de la Tabla de direcciones MAC.

PASO 3

De igual manera, cuando el switch recibe un *Leave Message*, el CPU mira su GDA, retira la entrada de su tabla de direcciones MAC.

El switch verifica si es el último dispositivo (que no sea el router) miembro del grupo, si no lo es, descarta el *Leave Message*, caso contrario, enviará este mensaje al Router para que el Grupo Multicast deje de existir en los equipos.

Proceso de IGMP Snooping



| Layer 3-Aware Switch | | | |
|----------------------|----------------------------|-----------------------|--------------|
| | <u>Destination Address</u> | <u>Type of Packet</u> | <u>Ports</u> |
| ① | 01-00-5e-06-06-06 | L3-IGMP | 0 |
| | 01-00-5e-06-06-06 | Non-IGMP | 1, 8 |
| ② | 01-00-5e-06-06-06 | L3-IGMP | 0 |
| | 01-00-5e-06-06-06 | Non-IGMP | 1, 2, 8 |

Joining a Group Using IGMP Snooping and CAM Table Entries

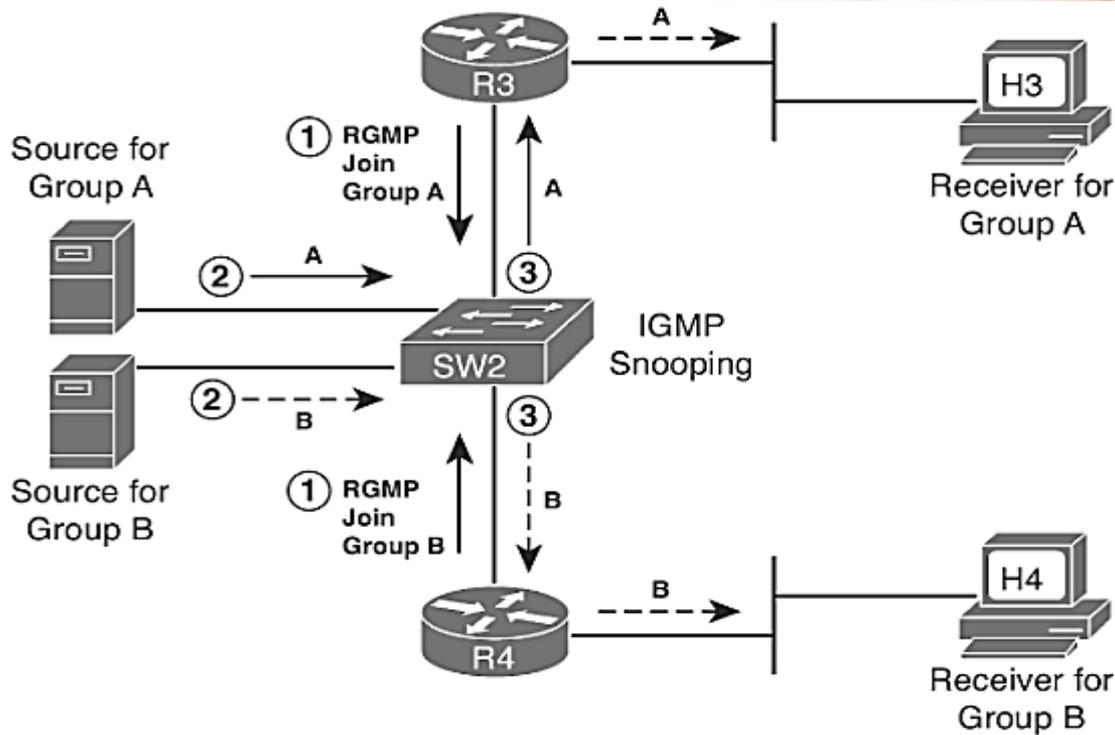
RGMP – Router-Port Group Management Protocols

RGMP es un protocolo L2 que permite la comunicación eficiente entre un router y switches para enviar tráfico multicast, disminuyendo la sobrecarga de análisis cuando los routers se conectan a backbones LAN de alta velocidad.

A pesar de ser un protocolo propietario de Cisco, no funciona en conjunto con CGMP, sólo con IGMP Snooping, mejorando la comunicación SWITCH-ROUTER.

RGMP – Router-Port Group Management Protocols

```
int f0/1
ip rgmp
```





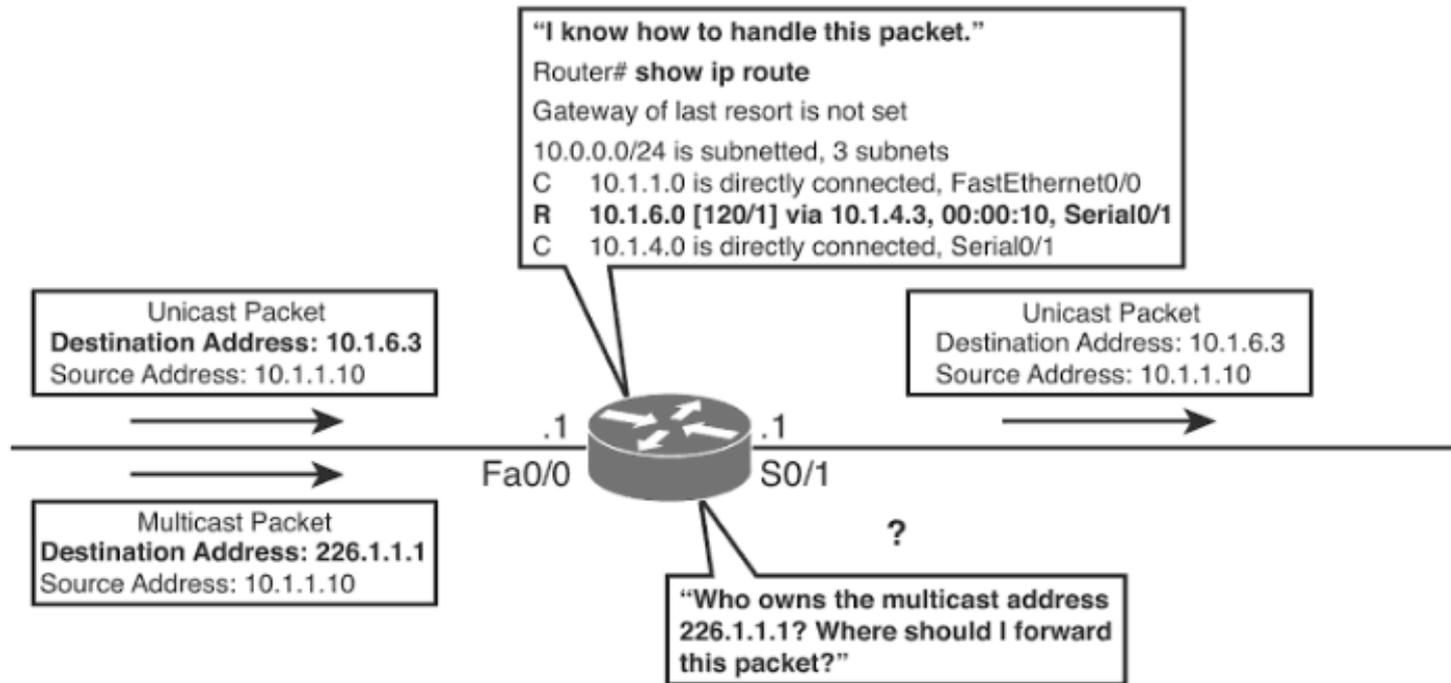
Fundamentos de IP Multicast Routing y Modos de Operación

Pregunta 3

Cuando un Router recibe un paquete IP dirigido a una dirección Multicast ¿qué hace?

- A. Envía el paquete como si fuese un tráfico unicast
- B. Envía el paquete como si fuese tráfico broadcast
- C. Por defecto, el router no sabe por donde enviar el tráfico multicast
- D. Ninguna de las anteriores

Fundamentos de IP Multicast – Problema del Enrutamiento Multicast



IP Multicast Routing Protocols

Routers pueden enviar un paquete multicast al usar un:

- ✓ Dense-Mode Multicast Routing Protocol, ó
- ✓ Sparse-Mode Multicast Routing Protocol

Antes de hablar de cada uno de ellos, es necesario comprender que los routers con capacidades de entendimiento de multicast, forman estructuras de árbol para guiar el tráfico multicast (*Multicast Distribution Tree*), las cuales pueden ser de dos tipos: **Source-Tree y Shared-Tree**

Source Trees

Es la forma más básica de árbol de distribución multicast, donde la raíz es el origen del tráfico (source) y las ramas quienes reciben el tráfico. Este 'árbol suele llamarse **SPT** o **Shortest Path Tree**.

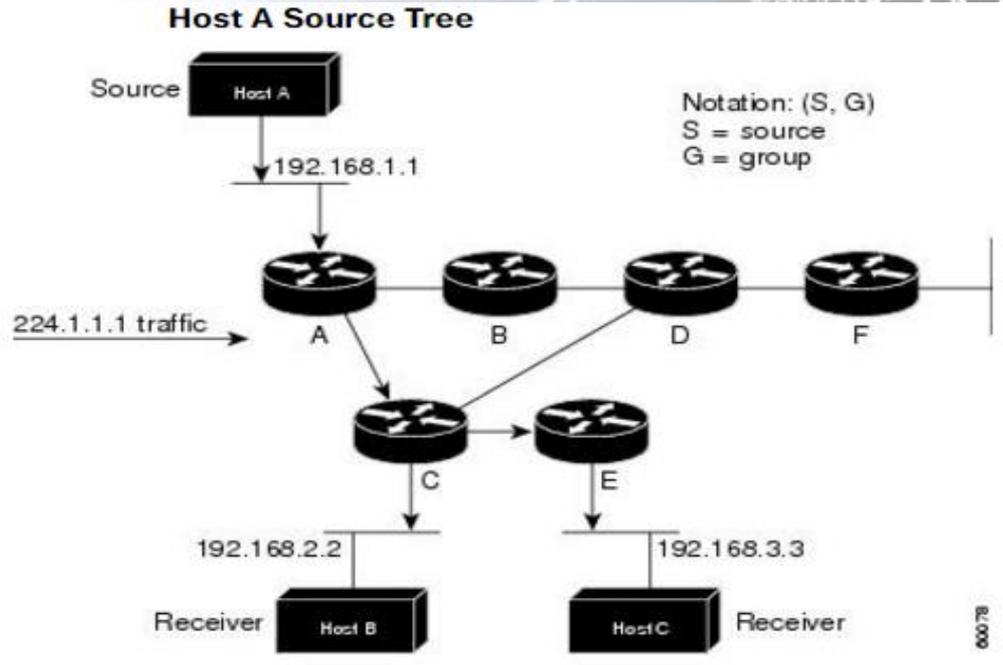
Notación (S,G):

S = Origen del tráfico (dir. IP unicast)

G = Dir. IP del Grupo Multicast

Si el Host A es el origen del tráfico, la notación para el SPT es:

(192.168.1.1, 224.1.1.1)



Shared Trees

A diferencia de los *Source Trees* donde poseen un origen distinto definido según quien cree el tráfico multicast, los *Shared Trees* tienen un solo punto raíz común en algún lugar de la red. Esta raíz compartida se llama **Rendezvous Point (RP)**, punto al que el tráfico debe llegar **antes de dirigirse al destino**, por ello la ubicación del RP es primordial para el envío eficiente del tráfico

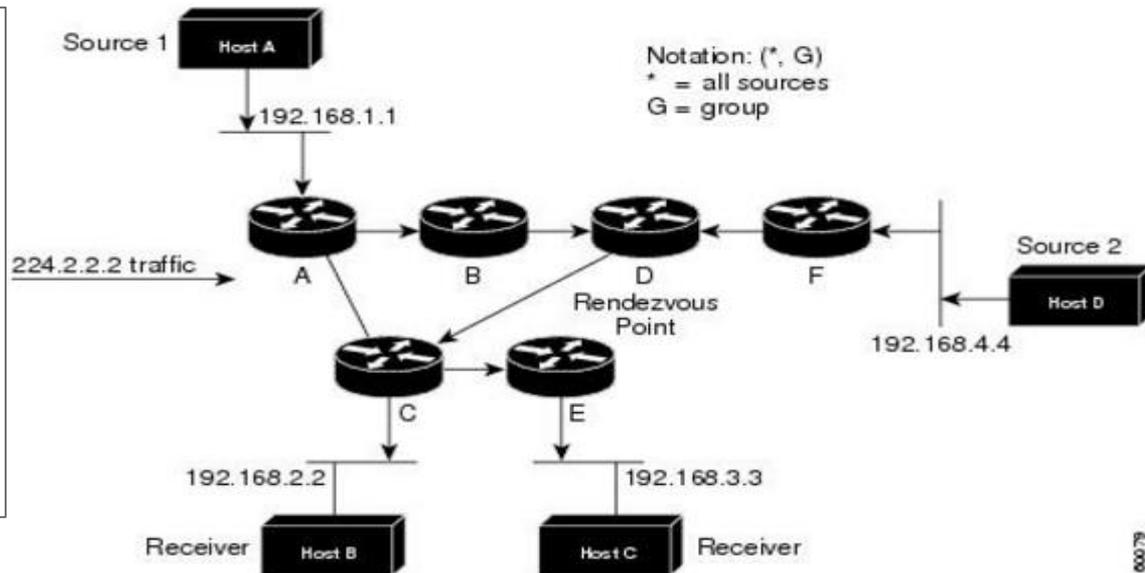
Notación (S,G):

S = Origen del tráfico, en este caso *
G = Dir. IP del Grupo Multicast

Si el Host A y D son el origen del tráfico para llegar a Host B y C, la notación para el SPT es: (*, 224.2.2.2). Cabe decir que el tráfico debe pasar antes de llegar a destino por el RP, es decir Router C

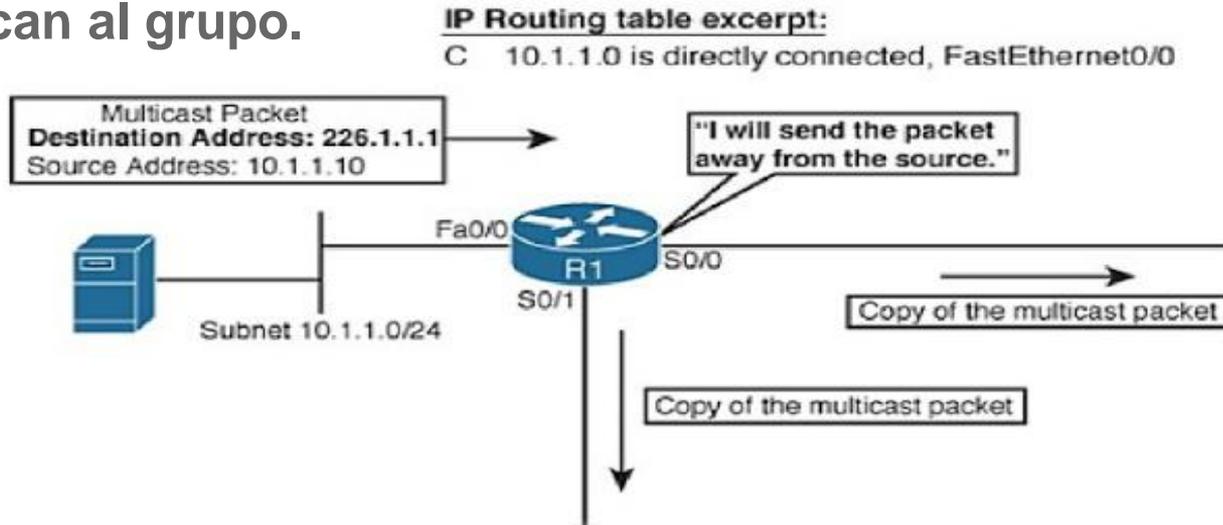
cisco

Shared Distribution Tree



Routing Multicast usando Dense-Mode

Protocolos de Enrutamiento Multicast bajo el modo Dense-Mode asumen que la aplicación del grupo Multicast es tan popular, que todas las subredes conectadas a un router deben recibir una copia del tráfico, con ciertas excepciones para prevenir bucles, proceso denominado *Reverse Path Forwarding (RPF)* y cuando no haya destinatarios multicast que pertenezcan al grupo.



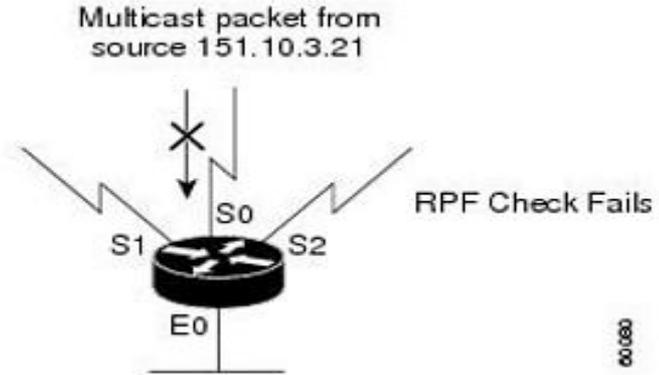
R1 Forwarding a Multicast Packet Using a Dense-Mode Routing Protocol

RPF – Reverse Path Forwarding

RPF Check Fails

| Multicast Route Table | |
|-----------------------|-----------|
| Network | Interface |
| 151.10.0.0/16 | S1 |
| 198.14.32.0/24 | S0 |
| 204.1.16.0/24 | E0 |

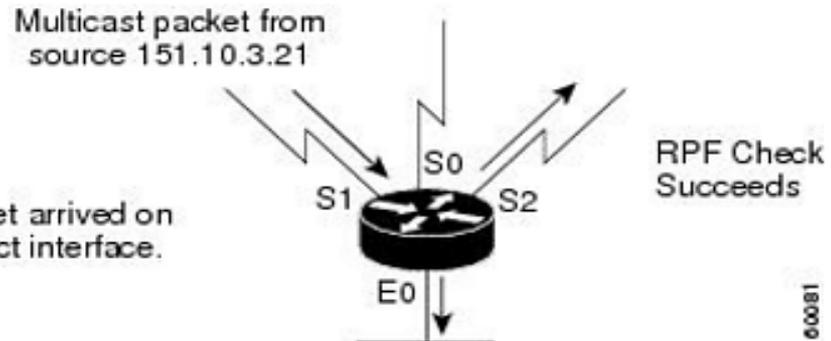
Packet arrived on wrong interface.
Discard packet.



RPF Check Succeeds

| Multicast Route Table | |
|-----------------------|-----------|
| Network | Interface |
| 151.10.0.0/16 | S1 |
| 198.14.32.0/24 | S0 |
| 204.1.16.0/24 | E0 |

Packet arrived on correct interface.



Routing Multicast usando Sparse-Mode

Protocolos Dense-Mode no es la mejor opción cuando los grupos de usuarios se encuentran en pocas subredes de todas las subredes presentes, pues se gastaría AB y recursos de la red innecesariamente.

En esos casos un protocolo Sparse-Mode es lo adecuado.

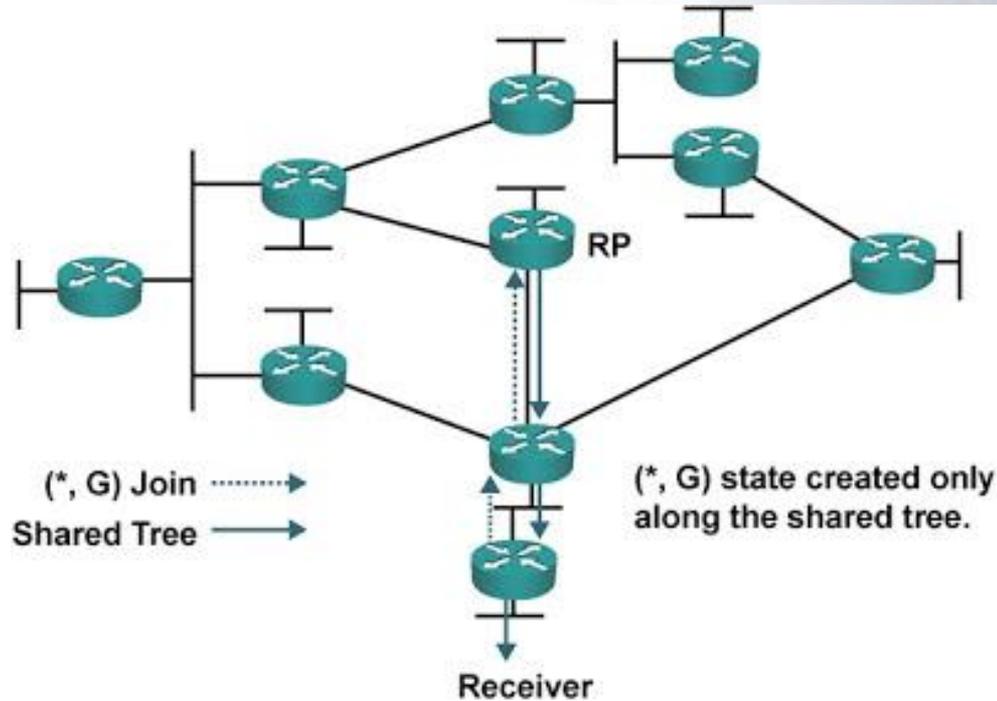
La diferencia entre un protocolo Dense-Mode con uno Sparse-Mode es su comportamiento por defecto. Mientras el primero enviará el tráfico a menos que se le indique lo contrario, **Sparse-Mode no enviará tráfico a menos que se le indique explícitamente que lo haga mediante:**

- ✓ El envío de una petición de un router de recibir el tráfico
- ✓ Un host que ha enviado un *IGMP join message*.

Con estos protocolos es necesaria la presencia de un **Rendezvous Point** antes de que el tráfico llegue a destino.

Routing Multicast usando Sparse-Mode

Antes de enviar tráfico a un destino que lo ha pedido con Sparse-Mode, se realiza el **proceso de RPF**, pero en lugar de verificar la dir. IP del origen del tráfico como en Dense-Mode, el chequeo se hace con la dir. IP del RP.





PIM-DM y PM-SM

PIM-DM o Push Method

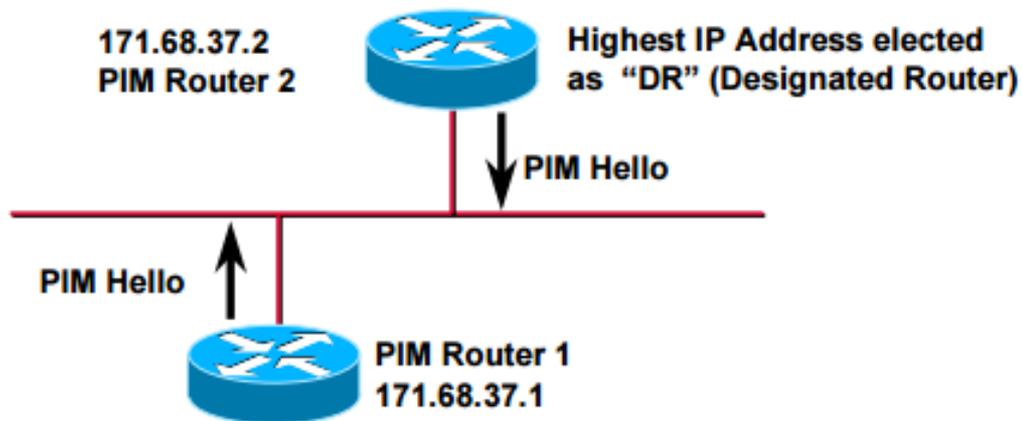
Protocol Independent Multicast (PIM), es un protocolo creado por Cisco y ofrecido como protocolo experimental en los RFC 2362, 3446 y 3973, protocolo que especifica las reglas y mensajes intercambiados entre routers para un envío eficiente de tráfico multicast.

Emplea la tabla de enrutamiento bajo cualquier IGP (de ahí su nombre de Independiente) para realizar el proceso de envío multicast, así como para el chequeo RPF, a diferencia de DVMRP y MOSPF que crean sus propias tablas.

PIMv2, la versión actual de PIM emplea **Hellos** para formar adyacencias y los envía cada 30 seg a la dir. 224.0.0.13. Con ello forma el SPT (Shortest Path Tree) o **tabla de enrutamiento multicast**

Dense-Mode tiene las mismas características antes vistas en protocolos DM y un **Source Tree definido para cada origen.**

PIM-DM o Push Method



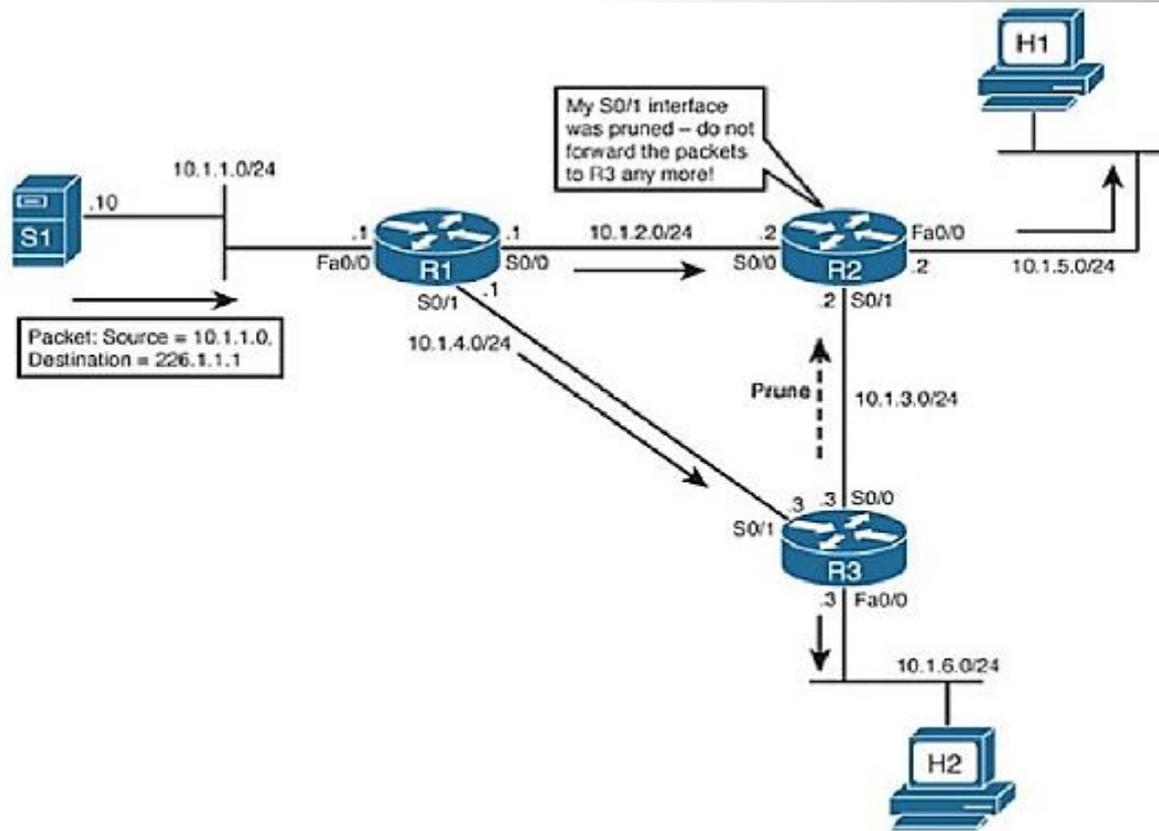
- **PIMv2 Hellos are periodically multicast to the “All-PIM-Routers” (224.0.0.13) group address. (Default = 30 seconds)**
 - Note: PIMv1 multicasts PIM Query messages to the “All-Routers” (224.0.0.2) group address.
- **If the “DR” times-out, a new “DR” is elected.**
- **The “DR” is responsible for sending all Joins and Register messages for any receivers or senders on the network.**

Mensajes Prune en PIM-DM

PIM-DM crea un nuevo SPT cuando un origen envía mensajes multicast a un nuevo grupo multicast. El SPT incluye todas las interfaces menos las interfaces RPF (*Reverse Path Forwarding*) ya que PIM-DM asume que todos los hosts requieren una copia del mensaje, no obstante NO todas las subredes realmente necesitarán una copia, por lo tanto, PIM-DM emplea el concepto de ***Prune Messages***

```
(10.1.1.10/32, 226.1.1.1), 00:00:14/00:02:46, flags: CT
Incoming interface: Serial0/0, RPF nbr 10.1.2.1
Outgoing interface list:
  FastEthernet0/0, Forward/Dense, 00:00:14/00:00:00
  Serial0/1, Prune/Dense, 00:00:08/00:02:52
```

Mensajes Prune en PIM-DM



R3 Sends a Prune Message to R2

Configuración de PIM-DM

PIM-DM requiere de una configuración bastante sencilla:

- ✓ **Activar Multicast Routing**
- ✓ **Habilitar PIM-DM en las interfaces donde se intercambiarán mensajes PIMv2**
- ✓ **Se recomienda usar este método en redes pequeñas al no ser escalable**

```
R1(config)#ip multicast-routing
R1(config)#int g0/1
R1(config-f)#ip pim dense-mode
R1(config-f)#int g0/2
R1(config-f)#ip pim dense-mode
```

Verificación Básica de PIM-DM

```
R1#show ip pim neighbor
```

```
PIM Neighbor Table
```

```
Mode: B - Bidir Capable, DR - Designated Router, N - Default DR Priority,
```

```
P - Proxy Capable, S - State Refresh Capable, G - GenID Capable,
```

```
L - DR Load-balancing Capable
```

| Neighbor Address | Interface | Uptime/Expires | Ver | DR Prio/Mode |
|---------------------|--------------------|-------------------|-----|-----------------|
| 192.168.12.2 | GigabitEthernet0/1 | 00:05:59/00:01:37 | v2 | 1 / DR S P G |
| 192.168.13.3 | GigabitEthernet0/2 | 00:00:48/00:01:26 | v2 | 1 / DR S P G |

Verificación Básica de PIM-DM

```
sj-mbone> show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, C - Connected, L - Local, P - Pruned
       R - RP-bit set, F - Register flag, T - SPT-bit set, J - Join SPT
       M - MSDP created entry, X - Proxy Join Timer Running
       A - Advertised via MSDP
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(*, 224.1.1.1), 00:00:10/00:00:00, RP 0.0.0.0, flags: D
  Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list:
    Serial0, Forward/Dense, 00:00:10/00:00:00
    Serial1, Forward/Dense, 00:00:10/00:00:00
    Serial3, Forward/Dense, 00:00:10/00:00:00

(128.9.160.43/32, 224.1.1.1), 00:00:10/00:02:49, flags: T
  Incoming interface: Serial0, RPF nbr 198.92.1.129
  Outgoing interface list:
    Serial1, Forward/Dense, 00:00:10/00:00:00
    Serial3, Prune/Dense, 00:00:05/00:02:55
```

Flags en #show ip mroute de PIM-DM

- **D = Dense Mode**
- **C = Directly Connected Host**
- **L = Local (Router is member)**
- **P = Pruned**
- **T = Forwarding via SPT**
 - Indicates at least one packet was forwarded
- **J = Join SPT**
 - Always on in (*,G) entry in PIM-DM
 - Basically meaningless in PIM-DM

PIM-SM o Pull Method

PIM-SM emplea la arquitectura de **Source Tree/Shared Tree**, donde existe un punto central de contacto par todos los Routers (Root) llamado **Rendezvous Point o RP**, cuyo objeto es proveer de información sobre cada grupo multicast a los host.

Es posible configurar el RP de las siguientes maneras:

- ✓ RP configurado estáticamente
- ✓ Auto-RP (implementación de Cisco)
- ✓ BSR (Bootstrap Router) – Solución estandarizada.

En Sparse-Mode, cada router tendrá una entrada (*,G) válida y funcional dirigido al RP, así como una entrada (S,G) cuando el tráfico multicast se vuelva activo en su Tabla de enrutamiento multicast

PIM-SM

Cisco recomienda usar PIM-SM mientras sea posible, pero tomando en cuenta lo siguiente:

- Se recomienda para diseños estructurados de redes Multicast
- Es muy útil en redes grandes, donde se puede implementar RP redundantes.
- Sparse-mode requiere más planeación, pero es mucho más escalable que Dense-mode
- A diferencia de PIM-DM, en PIM-SM solo se enviará tráfico multicast si previa y explícitamente un host lo solicitó a su RP.

PIM-SM – Pasos Iniciales y Shared Tree o Root Path Tree (RPT)

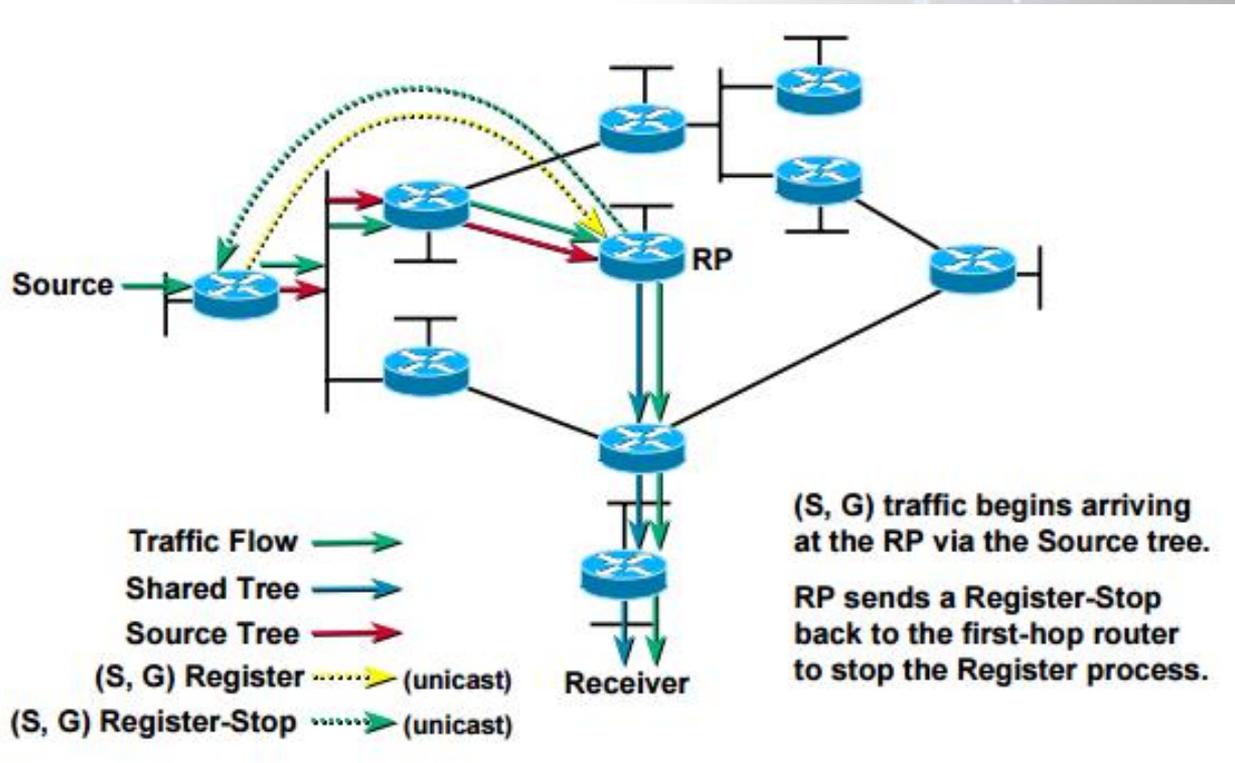
Antes de que un host pueda enviar tráfico multicast por la red, ocurre lo siguiente:

1. El tráfico debe ir a su Gateway, el cual debe estar previamente registrado ante un RP (se crea un Source Tree), así dicho GW enviará el tráfico multicast al RP.
2. El RP hará copias del tráfico para enviárselo a todos los destinos registrados al grupo multicast mediante un Shared Tree.

Una vez realizado esos pasos, se analiza el RPT formado, donde el RP es la raíz y así tomar la mejor decisión de envío multicast.

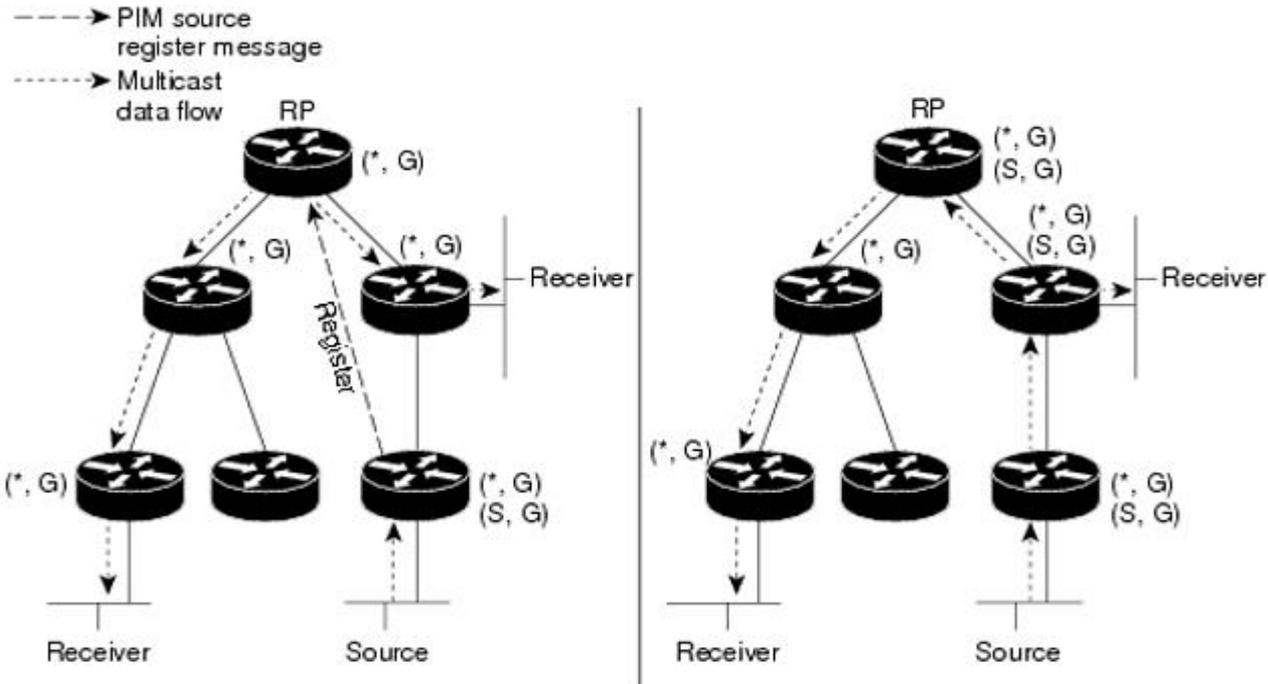
Cada router PIM-SM crea su RPT al enviar *PIM Join Messages* al RP, cuando recibe otro *PIM Join Message* en una de sus interfaces o al recibir un *IGMP Membership Report* de un host.

PIM-SM – Proceso de Registro y Envío de tráfico



PIM-SM – Pasos Iniciales y Shared Tree o Root Path Tree (RPT)

Unidirectional Shared Tree and Source Tree



Steady-State

Operation: Envía continuamente (cada 60 seg) un *PIM Join Message* al RP.

Configuración de PIM-SM

PIM-SM requiere de los siguientes pasos de configuración:

- ✓ **Activar Multicast Routing**
- ✓ **Designar un RP (ya sea de forma estática o dinámica)**
- ✓ **Activar PIM-SM en las interfaces donde se vaya a enviar o recibir tráfico multicast**

```
R1(config)#ip multicast-routing
R1(config)#ip pim rp-address 192.168.1.100
R1(config)#interface g0/0
R1(config-if)#ip pim sparse-mode
R1(config-if)#int s0/0
R1(config-if)#ip pim sparse-mode
```

Configuración Dinámica de RP

En una red PIM-SM, cada router debe saber de alguna manera la dir. IP de un RP. Existen tres maneras de lograr ello:

- ✓ Con **Unicast RP**, la dirección del RP es estáticamente configurada en todos los PIM-SM Routers, incluyendo al propio RP.
- ✓ Mediante la solución propietaria de Cisco llamada **Auto-RP**, donde dinámicamente se difunde la dir. IP de un RP designado.
- ✓ Empleando un protocolo estándar denominado **BootStrap Router (BSR) protocol**. Actúa de una forma similar a Auto-RP.

Auto-RP

Cuando no es conveniente configurar manualmente al RP (redes muy grandes o con necesidad de RP redundantes), es posible usar Auto-RP, el cual define dos pasos para elegir un RP:

1. Routers envían mensajes **RP-Announce Message** a la dir. Reservada 224.0.1.39 indicando que son el RP cada minuto.
2. Auto-RP requiere que un router sea designado como **Mapping Agent**, usualmente el mismo router que será el RP, cuya función será elegir quien será el RP definitivo. Este equipo envía **RP-Discovery Message** usando la dir. 224.0.1.40, por cada grupo multicast que ha aprendido de los **RP-Announce Messages** recibidos y formará una tabla, así, el Router con la dir. IP más alta será el RP para cada grupo multicast (es útil configurar una int. Loopback al RP que queramos con la dir. IP más alta de todas.)

Configuración de Auto-RP

Router que no es ni RP ni Mapping Agent

```
R1(config)#ip multicast-routing
R1(config)#ip pim autorp listener
R1(config)#interface g0/0
R1(config-if)#ip pim sparse-mode
R1(config-if)#int s0/0
R1(config-if)#ip pim sparse-mode
```

Router que es designado como Mapping Agent

```
R2(config)#ip multicast-routing
R2(config)#ip pim send-rp-discovery scope 10
R2(config)#interface g0/0
R2(config-if)#ip pim sparse-mode
R2(config-if)#int s0/0
R2(config-if)#ip pim sparse-mode
```

Configuración de Auto-RP

Router que es designado como RP (mayor dir. IP en Loopback)

```
R3(config)#ip multicast-routing
R3(config)#ip pim send-rp-announce loopback1 scope 10
R3(config)#interface lo1
R3(config-if)#ip pim sparse-mode
R3(config-if)#ip add 200.200.200.200 255.255.255.255
R3(config)#interface g0/0
R3(config-if)#ip pim sparse-mode
R3(config-if)#int s0/0
R3(config-if)#ip pim sparse-mode
```

BSR – BootStrap Router Protocol

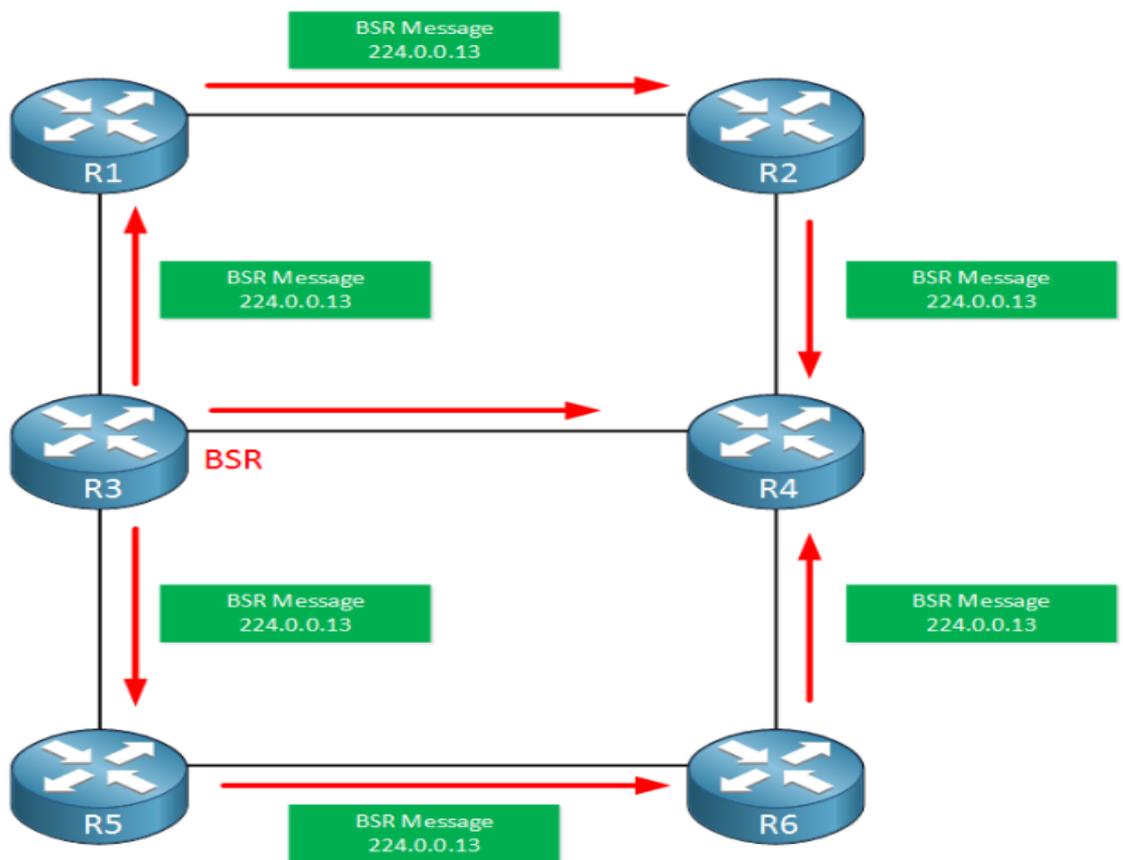
En pocas palabras, BSR es la solución estándar para Auto-RP.

Cada potencial RP envía mensajes a un único router, el cual colecta la información denominada **Group-to-RP mapping information**. Este router se llama **BSR Router**, de funciones similares al *Mapping-Agent* de Auto-RP, pero NO realiza la elección del RP final, en realidad es una elección consensuada entre todos los PIM Routers, pero el BSR Router se encarga de popular la información enviándola a la dir. 224.0.0.13.

Para elegir al RP, se emplea el siguiente orden de condiciones:

1. Quien tenga la mayor prioridad
2. Quien tenga el mayor *Hash Multicast*
3. Quien tenga la mayor dir. IP

BSR – BootStrap Router Protocol



Configuración de BSR y RP

```
!On the BSR
ip multicast-routing
!
interface Loopback0
 ip pim sparse-mode !Must be configured on source interface
!
interface Serial0
 ip pim sparse-mode ! Repeat this command on each MC interface
!
!The following command configures the router as a candidate BSR with source interface of
!Lo0 and a priority of 0 (default)
ip pim bsr-candidate Loopback0 0
```

```
!On the RP
ip multicast-routing
!
interface Loopback2
 ip address 10.1.10.3 255.25.255.255
 ip pim sparse-mode !Must be configured on source interface
!
interface Serial0
 ip pim sparse-mode ! Repeat this command on each MC interface
!
!The following command configures the router as a candidate RP with source interface Lo2
ip pim rp-candidate Loopback2
```



Multicast Routing en IPv6

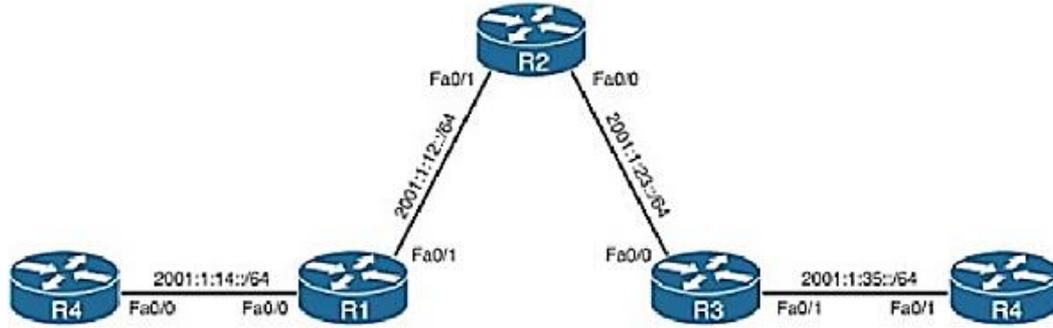
Implementando PIM en IPv6

En primer lugar es necesario habilitar *ipv6 multicast routing* mediante el uso del comando en configuración global **ipv6 multicast-routing**, comando que afectará a todas las interfaces ipv6-habilitadas, las cuales por defecto asumirán IPv6 PIM en modo Sparse.

Cabe decir que PIMv6-SM usa *unicast-routing* para proveer el mecanismo de *Reverse Path Forwarding* para formar el árbol multicast, pero SIN depender de un IGP en particular.

Una diferencia fundamental de PIM para IPv4 con la versión para IPv6 es que al momento de activarlo **se crearán túneles PIMv6**, se establecerán vecindades con las direcciones Link-local enviado mensajes **Hello** cada 30 segundos y un Hold-time de 3.5 veces el tiempo de hello, de igual manera, de ser necesario se elegirá un DR tal como en PIM para IPv4.

Implementando PIM en IPv6



IPv6 Multicast Topology

```
R4# conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R4(config)# ipv6 multicast-routing
!
R1# conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)# ipv6 multicast-routing
!
R2# conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)# ipv6 multicast-routing
!
R3# conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R3(config)# ipv6 multicast-routing
```

Implementando PIM en IPv6

```
R1# show int tunnel 0
Tunnel0 is up, line protocol is up
  Hardware is Tunnel
  MTU 1514 bytes, BW 9 Kbit/sec, DLY 500000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation TUNNEL, loopback not set
  Keepalive not set
  Tunnel source 2001:1:1:1::1 (Loopback0), destination UNKNOWN
  Tunnel protocol/transport PIM/IPv6
  Tunnel TTL 255
  Tunnel is transmit only
  Tunnel transmit bandwidth 8000 (kbps)
  Tunnel receive bandwidth 8000 (kbps)
```

Implementando PIM en IPv6

```
R3# conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R5(config)# int f0/0
R5(config-if)# ipv6 pim dr-priority ?
    <0-4294967295> Hello DR priority, preference given to larger value

R5(config-if)# ipv6 pim dr-priority 4294967295
R5(config-if)# exit
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!Upon completion of this task we can observe the fact that R3 is now the DR for
!!the segment in question via the show ipv6 pim neighbor command:
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!
R3# show ipv6 pim neighbor
Neighbor Address          Interface          Uptime           Expires DR pri Bidir
-----
FE80::5                  FastEthernet0/0   00:20:53        00:01:36 1      B
FE80::2                  FastEthernet0/1   00:21:19        00:01:16 1      B
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!In this instance we do not see a value of (DR) which would indicate that this
!!device is serving as the DR. We can see this on R5.
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
R5# show ipv6 pim neighbor
Neighbor Address          Interface          Uptime           Expires DR pri Bidir
-----
FE80::3                  FastEthernet0/0   00:23:25        00:01:20 4294967295 (DR)
B
```

IPv6 Sparse-Mode Multicast

La configuración medular de PIMv6 SM es la elección del RP, la cual puede darse mediante:

1. Elección Estática
2. Elección con IPv6 BSR

```
R4# conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R4(config)# ipv6 pim rp-address 2001:2:2:2::2
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
R1# conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)# ipv6 pim rp-address 2001:2:2:2::2
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
R2# conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)# ipv6 pim rp-address 2001:2:2:2::2
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
```

IPv6 BSR

La configuración de BSR es sencilla, se compone de dos pasos:

1. Elegir el candidato a BSR (Bootstrap Router)
2. Elegir los candidatos a RP

```
R2(config)#ipv6 pim bsr candidate bsr 2001:2:2:2::2
```

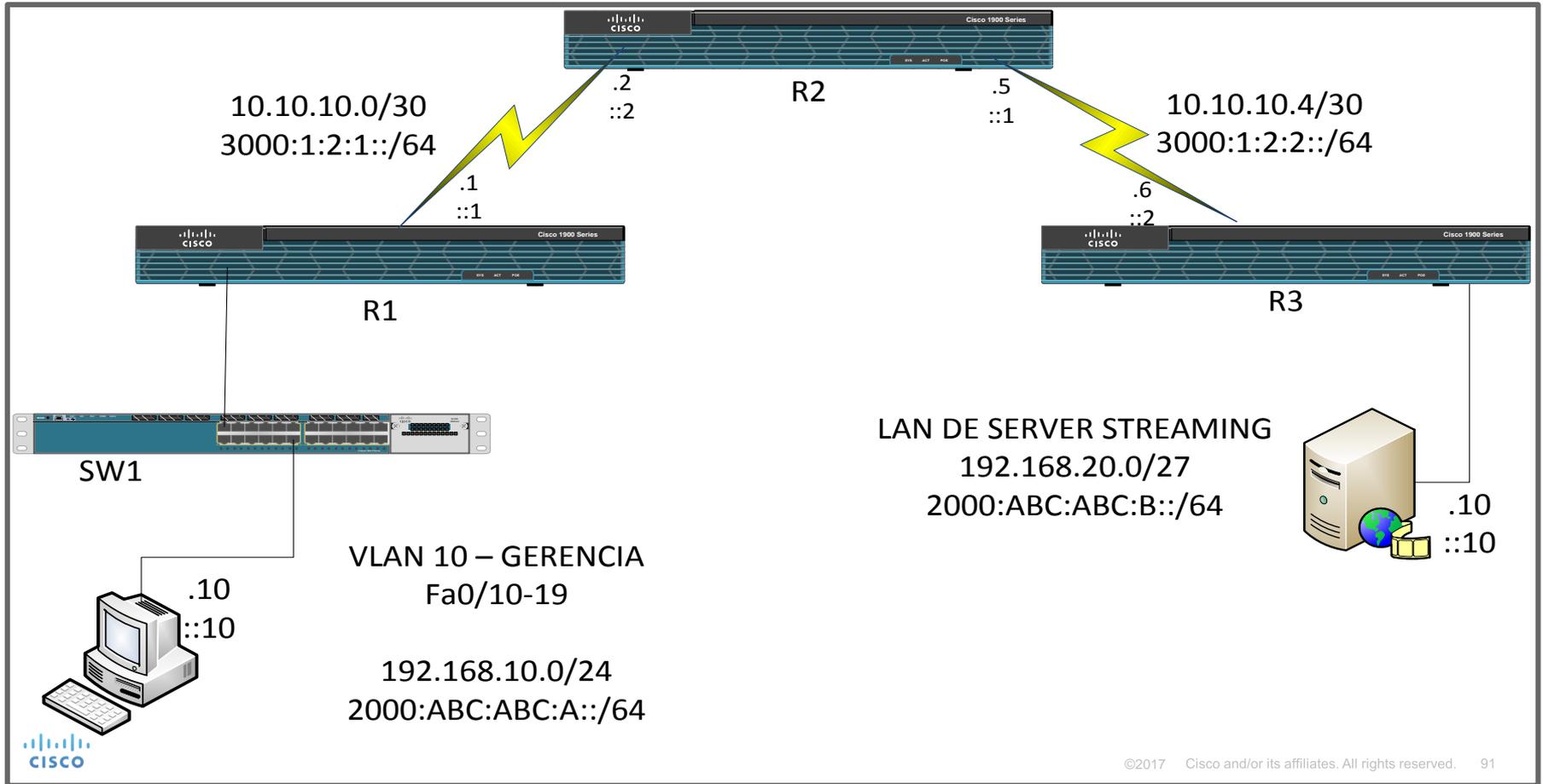
```
R1(config)#ipv6 pim bsr candidate rp 2001:1:1:1::1
```

```
R3(config)#ipv6 pim bsr candidate rp 2001:3:3:3::3
```



Demo en Vivo

Topología de Implementación



Pregunta 4

¿Implementaría esta solución en la empresa donde labora o recomendaría su implementación a nivel empresarial?

A. Sí

B. No

C. Prefiero no contestar

Recursos sobre IP Multicasting

- ✓ CCIE Routing and Switching v5.0 OCG Vol. 2 – Kocharians, Vinson
<http://www.ciscopress.com/store/ccie-routing-and-switching-v5.0-official-cert-guide-9781587144912>
- ✓ http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/solutions_docs/ip_multicast/White_papers/mcst_ovr.html
- ✓ http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/ipmulti_pim/configuration/xe-16/imc-pim-xe-16-book.html
- ✓ Quick Start Configuration Guide:
<http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/ip-multicast/9356-48.html>
- ✓ Comunidad de Soporte de Cisco en Español: R&S
<https://supportforums.cisco.com/es/group/5551/routing-switching>

Antes de terminar: Ecuador



Antes de terminar: Ecuador



Antes de terminar: Quito, Ecuador





Muchas Gracias



Haga sus preguntas ahora

Utilice el panel de Q&A o P&R para realizar sus preguntas

Pregunte al Experto con: Gustavo

Fundamentos de IP Multicast Routing y sus Modos de Operación: Demo en Vivo

Si tiene dudas adicionales Gustavo nos ayudará a responder sus preguntas a partir de hoy hasta el viernes 28 de Abril del 2017 en:

<http://cs.co/90038eUDU>



Gustavo Salazar
Consultor de tecnologías

La Comunidad de Soporte tiene otros idiomas

Si habla Portugués, Japonés, Ruso, Chino o Inglés lo invitamos a que participe en otro idioma.

Cisco Support
Community
Inglés

Сообщество
Технической
Поддержки Cisco
Ruso

Comunidade de
Suporte de Cisco
Portugués

思科服务支持社区
Chino

ツスコサポートコ
ミュニティ
Japonés



Lo invitamos a nuestros próximos eventos en Redes Sociales



Cisco TS- Latam

Cisco Mexico

Cisco España



@CiscoTSLatam

@CiscoMexico

@cisco_spain

Cisco Latinoamérica

Cisco Cono Sur

Comunidad Cisco Cansac

CiscoSupportCommunity

@ciscocansacsm

@ciscoconosur

@cisco_support

Lo invitamos a nuestros próximos eventos en Redes Sociales



CiscoLatam

ciscosupportchannel



Cisco Technical Support



CSC-Cisco-Support-Community

¡Únete a la Comunidad de Soporte de Cisco!

Aquí puedes resolver dudas técnicas, encontrar información en documentos, blogs y videos con contenidos técnicos totalmente en español, además de poder colaborar e interactuar en tiempo real con los expertos en tecnología.



Documentos



Discusiones



Blogs



Móvil



Video



Pregunte al Experto



¡Nos interesa su opinión!

Para completar la evaluación espere un momento y aparecerá automáticamente al cerrar el browser de la sesión



¡Gracias por su tiempo!

Por favor tome un momento para contestar la evaluación

