

Nativer Multicast-Fluss - Multicast-Modell für alle Quellen

Inhalt

[Einführung](#)

[Hintergrundinformationen](#)

[Schritt 1: Wenn der Empfänger aktiv ist, sendet er eine IGMP-Berichtsmeldung](#)

[Schritt 2: Wenn Quelle aktiv ist](#)

[Schritt 3: Gemeinsamer Formularbaum](#)

[Schritt 4: \(S,G\) Paketreaching zum FHR](#)

[Schritt 5: Erster Stream von Multicast-Paketen; Erreichen zum Empfänger über Shared Tree](#)

[Schritt 6: LHR empfängt Datenverkehr von SPT und sendet Prune-Nachricht an die Shared Tree](#)

Einführung

In diesem Dokument wird der Paketfluss des Any-Source Multicast (ASM)-Modells beschrieben.

Hintergrundinformationen

In diesem Dokument wird der detaillierte Paketfluss des nativen Multicast-Paketflusses und die Analyse seiner Ausgabe beschrieben. Dies beschreibt die Ausgabe der Detailanalyse und den Paketfluss auf Kontrollebene und Weiterleitungsebene.

Das ASM ist das Modell, in dem der Empfänger nicht über die Kenntnisse des Absenders verfügt. Es bedeutet, dass es Datenverkehr von jeder Quelle empfangen kann. Der Empfänger erkennt nur die Multicast-Gruppe, die der Absender verwendet, sowie das Internet Group Management Protocol (IGMP), um den gesamten für diese Adresse bestimmten Datenverkehr zu empfangen.

All dies wird in diesem Dokument behandelt:

1. Was geschieht, wenn Receiver aktiv ist?
2. Was geschieht, wenn Source aktiv ist?
3. Was geschieht, wenn Register bei Rendezvous Point (RP) eingegangen ist?
4. Wie (S,G) gebildet. Bis zum First Hop Router (FHR).
5. Welcher Pfad wird für den ersten Multicast-Stream verwendet?
6. Was geschieht, wenn zwei Streams am Last Hop Router (LHR) empfangen werden?
7. Wie Shortest Path Tree (SPT) über Shared Tree gebildet wird. Was genau passiert und warum der Switchover stattfindet.

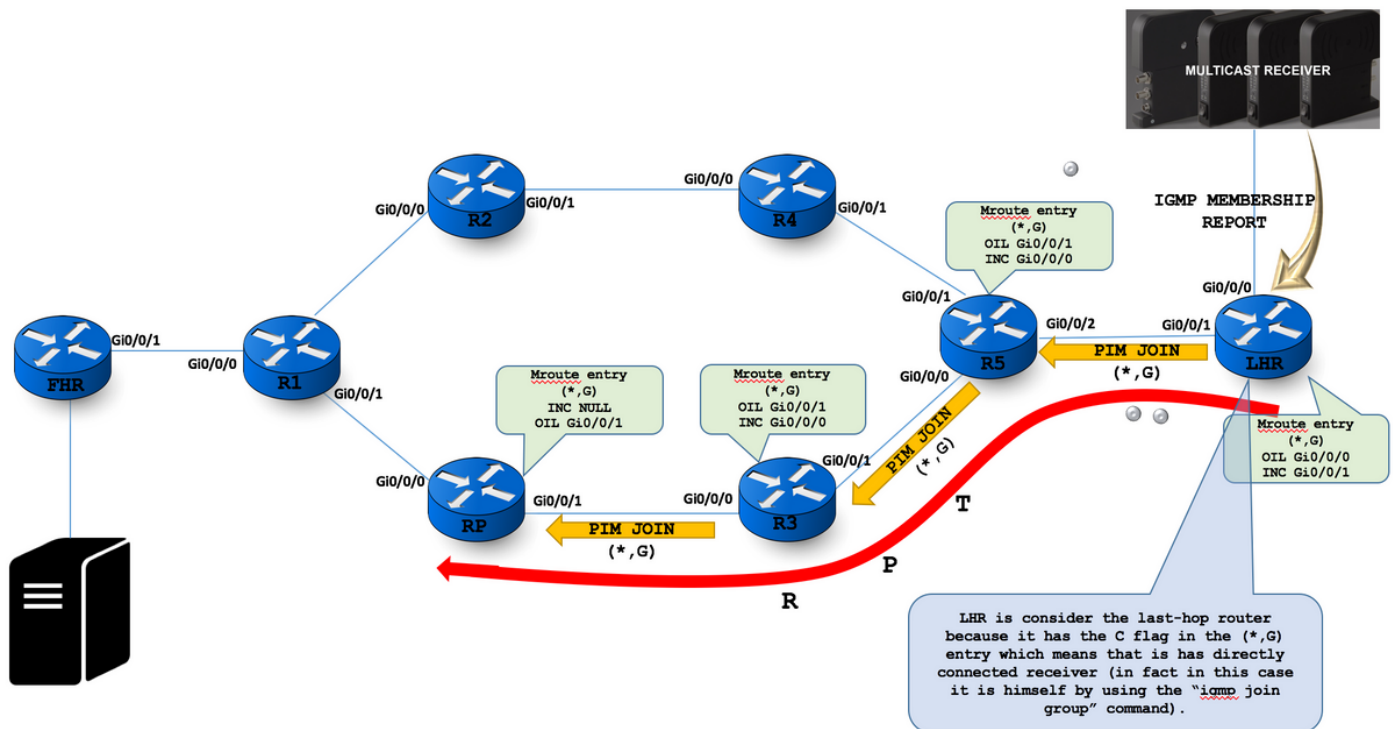
Protocol Independent Multicast (PIM) wird als Multicast-Routing-Protokoll zwischen Quelle und

Empfänger verwendet, um den Multicast Tree zu erstellen. In ASM wird der Multicast-Eintrag (*,G) verwendet, wobei * für jede Quelle und G für den Multicast-Gruppen-Adresseempfänger steht, der für den Empfang des Datenverkehrs interessiert ist.

Schritt 1: Wenn der Empfänger aktiv ist, sendet er eine IGMP-Berichtsmeldung

- Wenn der Empfänger den Ausdruck von Interesse erhält, sendet der Designated Router (DR) eine PIM Join-Nachricht an den RP für diese Multicast-Gruppe.
- Diese Join-Nachricht wird als Join-Nachricht (*,G) bezeichnet, da sie der Gruppe G für alle Quellen dieser Gruppe beiträgt.
- Die (*,G)-Join-Route verläuft Hop-by-Hop zum RP für die Gruppe, und in jedem Router durchläuft sie den Multicast-Tree-Status für die Gruppe G.

LHR wird als Last-Hop-Router angesehen, da er im (*,G)-Eintrag die C-Markierung hat, was bedeutet, dass er direkt mit dem Empfänger verbunden ist (in diesem Fall ist er selbst der Befehl `igmp join group`).



Step 1 : On receiving the receiver's expression of interest, the DR then sends a PIM Join message towards the RP for that multicast group. This Join message is known as a (*,G) Join because it joins group G for all sources to that group.

The (*,G) Join travels hop-by-hop towards the RP for the group, and in each router it passes through, multicast tree state for group G is instantiated.

```
LSR#sh ip mroute
IGMP Connected Group Membership
Group Address      Interface          Uptime    Expires    Last Reporter  Group Accounted
224.1.1.1          GigabitEthernet1/0 00:37:30  00:02:02  10.0.108.8
224.0.1.40         FastEthernet0/0    01:21:01  00:02:43  10.0.78.8
```

```
LSR#sh ip mroute
(*, 224.1.1.1), 00:00:29/00:02:30, RP 4.4.4.4, Flags: SPTL
  Incoming interface: GigabitEthernet1/0/1, RPF nbr 10.0.78.7
  Outgoing interface list:
    GigabitEthernet0/0/0, Forward/Sparse
```

C Flag in the (*,G) entry which means that it has directly connected receiver.

```
RP #sh ip mroute
(*, 224.1.1.1), 00:10:39/00:02:30, RP 4.4.4.4, Flags: S
  Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list:
    FastEthernet0/0, Forward/Sparse
```

The value of "0.0.0.0" means self, and it appears in the output if the router is the RP itself

E Flag Sparse mode created.

```
(*, 224.0.1.40), 01:56:40/00:02:58, RP 4.4.4.4, Flags: SPMCL
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.78.7
  Outgoing interface list: Null (*, 224.0.1.40), 01:56:40/00:02:58, RP 4.4.4.4, Flags: SPMCL
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.78.7
  Outgoing interface list: Null
```

There is a single (*,G) entry for the group 224.0.1.40 which is Auto-RP Discovery group address.

NOTE : To prevent a stale PIM-SM forwarding state from getting stuck in the routers, it is given a finite lifetime (5 minutes), after which it is deleted. Routers refresh shared trees by periodically (once a minute) sending (*, G) Joins to the upstream neighbor in the direction of the RP.

Actually the PIM register message encapsulates the multicast packet sent by the source into a unicast packet.

```

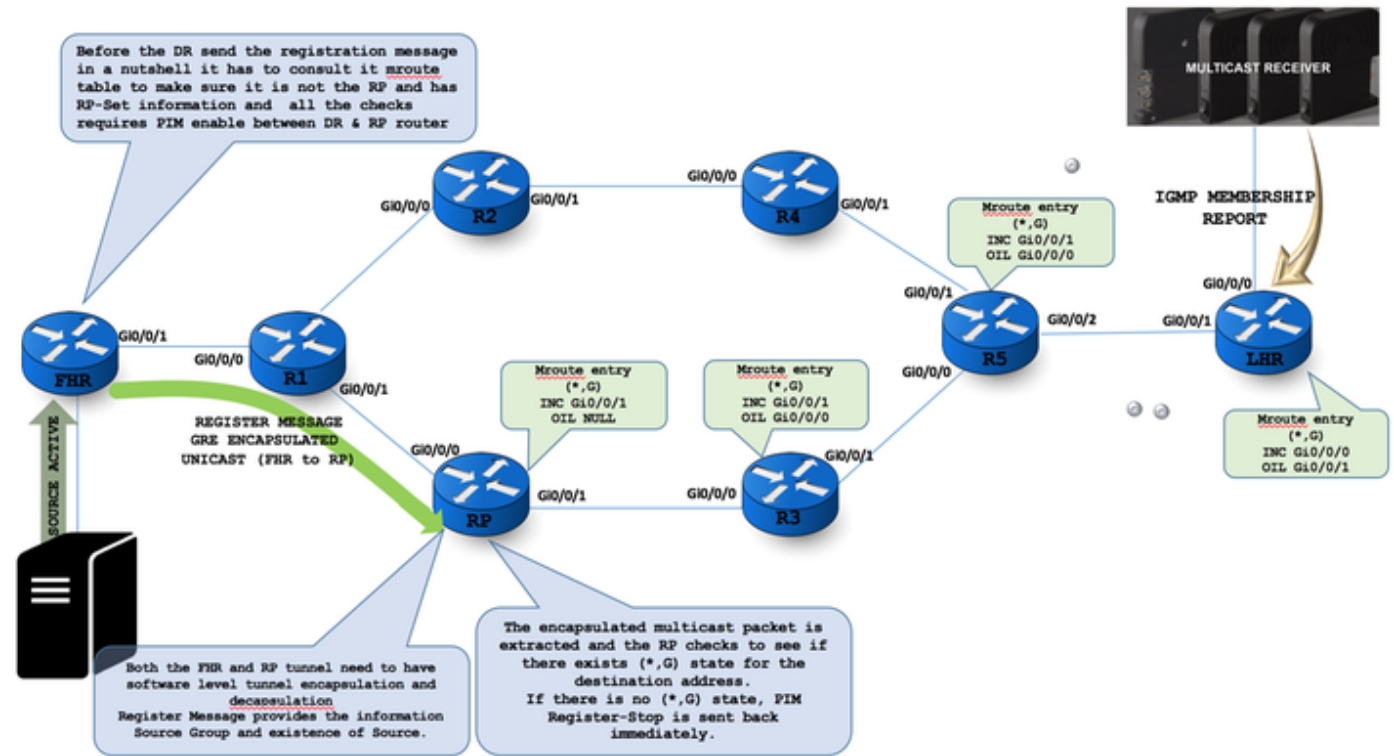
> Frame 59: 68 bytes on wire (544 bits), 68 bytes captured (544 bits) on interface 0
> Ethernet II, Src: ca:08:fa:92:00:00 (ca:08:fa:92:00:00), Dst: IPv4mcast_0d (01:00:5e:00:00:0d)
> Internet Protocol Version 4, Src: 10.0.78.8, Dst: 224.0.0.13
  0100 ... = Version: 4
  ... 0101 = Header Length: 20 bytes
  > Differentiated Services Field: 0xc0 (DSCP: CS6, ECN: Not-ECT)
  Total Length: 54
  Identification: 0x0b27 (2855)
  > Flags: 0x00
  Fragment offset: 0
  Time to live: 1
  Protocol: PIM (103)
  > Header checksum: 0x7565 [validation disabled]
  Source: 10.0.78.8
  Destination: 224.0.0.13
  [Source GeoIP: Unknown]
  [Destination GeoIP: Unknown]
> Protocol Independent Multicast
  0010 ... = Version: 2
  ... 0011 = Type: Join/Prune (3)
  Reserved byte(s): 00
  Checksum: 0x87c7 [correct]
  > PIM Options
    Upstream-neighbor: 10.0.78.7
    Reserved byte(s): 00
    Num Groups: 1
    Holdtime: 210
    > Group 0: 224.10.10.10/32
      > Num Joins: 1
      Num Prunes: 0
```

TTL is always 1. Which means it's a RP/RE destined packet.

PIM JOIN Message carries the active group address

Schritt 2: Wenn Quelle aktiv ist

- Bevor der DR die Registrierungsricht sendet, muss er kurz und bündig die mroute-Tabelle konsultieren, um sicherzustellen, dass es sich nicht um den RP handelt und über RP-Set-Informationen verfügt. Bei allen Prüfungen muss PIM zwischen dem DR-Router und dem RP-Router aktiviert werden.
- Sowohl der FHR- als auch der RP-Tunnel müssen Tunnelkapselung und -entkapselung auf Softwareebene enthalten.
- Die Registrierungsricht enthält die Informationsquellengruppe und das Vorhandensein von Quelle.
- Das gekapselte Multicast-Paket wird extrahiert, und der RP überprüft, ob der Status (*,G) für die Zieladresse vorhanden ist.
- Wenn kein Status (*,G) vorhanden ist, wird PIM Register-Stop sofort zurückgesendet.



Once Source is active :

```
FHR #
(1.1.1.1, 224.22.22.44), 00:03:15/00:00:02, flags: PFT
Incoming interface: Loopback0, RPF nbr 0.0.0.0, Registering
Outgoing interface list: Null
```

Register flag (F) is enabled for registration process in the FHR.

F flag: Source is directly connected and the register process must be used to notify the RP to this source.
P flag: Outgoing interface is null as no one has joined the SPT tree yet for this source
T flag: traffic is being received from the source.

PIM must enable between DR & RP router to send and receive the Register message.

- ▶ Frame 442: 142 bytes on wire (1136 bits), 142 bytes captured (1136 bits) on interface 0
- ▶ Ethernet II, Src: ca:01:c1:46:00:1c (ca:01:c1:46:00:1c), Dst: ca:02:c1:6a:00:00 (ca:02:c1:6a:00:00)
- ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 10.0.12.1, Dst: 4.4.4.4
- ▼ Protocol Independent Multicast
 - 0010 = Version: 2
 - 0001 = Type: Register (1)
 - Reserved byte(s): 00
 - Checksum: 0xdef [correct]
 - ▼ PIM Options
 - ▶ Flags: 0x00000000
 - 0100 = IP Version: IPv4 (4)
- ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 1.1.1.1, Dst: 224.10.10.10
- ▶ Internet Control Message Protocol

If no active receiver present at RP, then RP sends REGISTER STOP DR will be silent for default 60 seconds may result in the so-called "join latency" where a newly Joined listener may have to wait for almost a minute before it can discover a multicast source. This is why in many practical deployments with dynamic listeners you see PIM SSM being used in favor of complicated PIM SM mechanics.

1.1.1.1	224.22.22.44	PIMv2	142 Register
4.4.4.4	10.0.91.1	PIMv2	52 Register-stop

```
RP #
(1.1.1.1, 224.22.22.44), 00:00:43/00:02:16, flags: P
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.24.2
  Outgoing interface list: Null
```

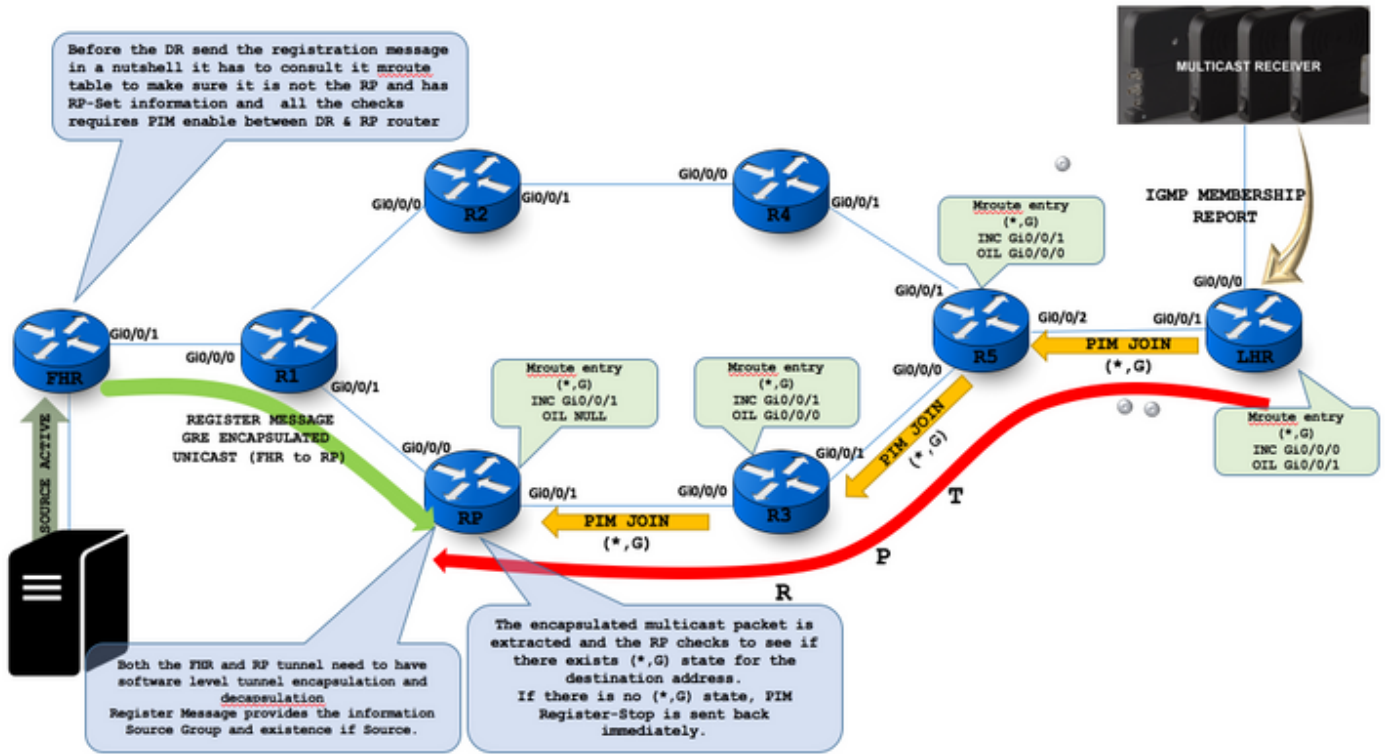
Prune Flag (P) is set as no active receiver (*,G) entry present in RP.

RP SENDS REGISTER STOP WHEN NO ACTIVE RECEIVER FOR THE GROUP AND DISCARD THE MULTICAST PACKET

```
▶ Frame 973: 52 bytes on wire (416 bits), 52 bytes captured (416 bits) on interface 0
▶ Ethernet II, Src: ca:02:c1:6a:00:00 (ca:02:c1:6a:00:00), Dst: ca:01:c1:46:00:1c (ca:01:c1:46:00:1c)
▶ Internet Protocol Version 4, Src: 4.4.4.4, Dst: 10.0.91.1
▼ Protocol Independent Multicast
  0010 .... = Version: 2
  .... 0010 = Type: Register-stop (2)
  Reserved byte(s): 00
  Checksum: 0xe39a [correct]
▼ PIM Options
  Group: 224.22.22.44/32
  Source: 1.1.1.1
```

Schritt 3: Gemeinsamer Formularbaum

- Bevor der DR die Registrierungsnachricht sendet, muss er kurz und bündig die Weiterleitungstabelle konsultieren, um sicherzustellen, dass es sich nicht um den RP handelt und über RP-Set-Informationen verfügt. Bei allen Prüfungen muss PIM zwischen dem DR-Router und dem RP-Router aktiviert werden.
- Sowohl der FHR- als auch der RP-Tunnel müssen über Tunnelkapselung und -entkapselung auf Softwareebene verfügen.
- Register Message stellt die Informationsquellengruppe und das Vorhandensein if Source bereit.
- Das gekapselte Multicast-Paket wird extrahiert, und der RP überprüft, ob der Status (*,G) für die Zieladresse vorhanden ist.
- Wenn kein Status (*,G) vorhanden ist, wird PIM Register-Stop sofort zurückgesendet.



The RP also sees that an active shared tree with a nonempty outgoing interface list exists and therefore sends the de-encapsulated packet down the shared tree.

```
RP #
(*, 224.1.1.1), 02:45:12/00:03:11, RP 4.4.4.4, flags: S
Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
Outgoing interface list:
FastEthernet0/0, Forward/Sparse, 02:45:12/00:03:11

(10.0.12.1, 224.1.1.1), 00:02:42/00:00:21, flags: T
Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.24.2
Outgoing interface list: Null
```

Presence of (*,G) at RP means active receiver.

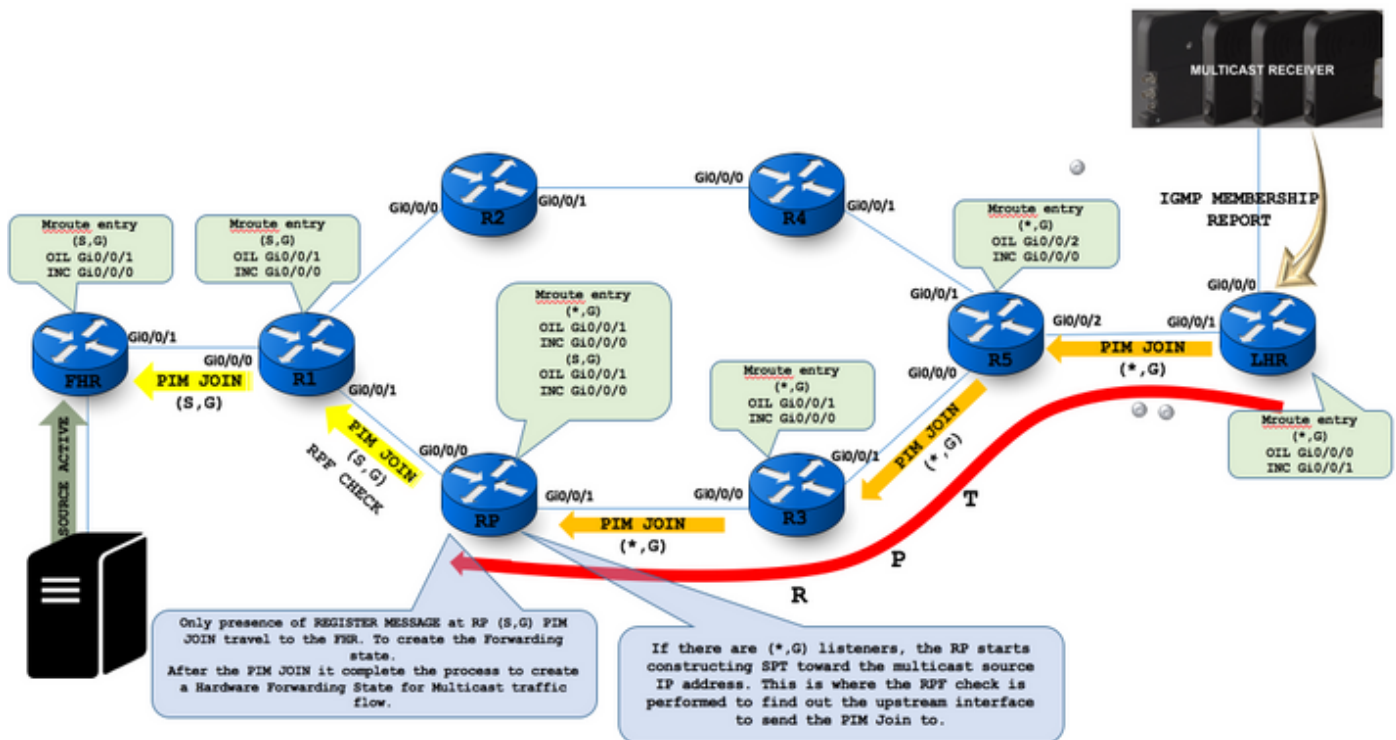
T Flag set for the shared tree.

```
> Frame 29: 76 bytes on wire (608 bits), 76 bytes captured (608 bits) on interface 0
> Ethernet II, Src: ca:04:f1:9c:00:00 (ca:04:f1:9c:00:00), Dst: IPv4mcast_0d (01:00:5e:00:00:0d)
> Internet Protocol Version 4, Src: 10.0.24.4, Dst: 224.0.0.13
v Protocol Independent Multicast
  0010 .... = Version: 2
  .... 0011 = Type: Join/Prune (3)
  Reserved byte(s): 00
  Checksum: 0xb4c2 [correct]
  v PIM Options
    Upstream-neighbor: 10.0.24.2
    Reserved byte(s): 00
    Num Groups: 1
    Holdtime: 210
  v Group 0: 224.1.1.1/32
    v Num Joins: 2
      IP address: 1.1.1.1/32 (S)
      IP address: 10.0.12.1/32 (S)
    Num Prunes: 0
```

Schritt 4: (S,G) Paketreaching zum FHR

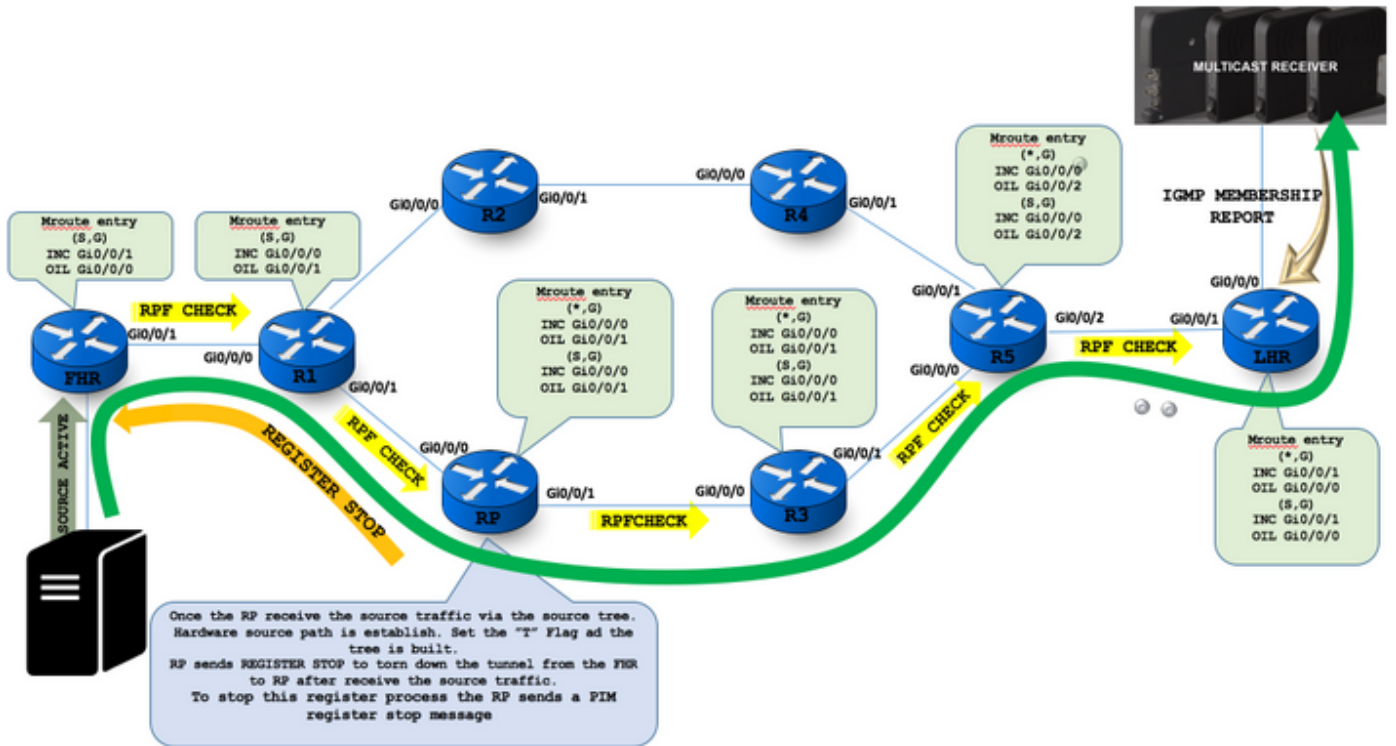
- Nur das Vorhandensein einer REGISTERNACHRICHT bei RP (S,G) PIM JOIN reist zum FHR. So erstellen Sie den Weiterleitungsstatus.
- Nach Abschluss des PIM-JOIN-Vorgangs wird ein Hardware-Weiterleitungsstatus für den Multicast-Datenverkehrsfluss erstellt.

- Gibt es (*,G)-Listener, beginnt der RP mit der Erstellung der SPT in Richtung der IP-Adresse der Multicast-Quelle. An dieser Stelle wird die RPF-Prüfung durchgeführt, um die Upstream-Schnittstelle zu ermitteln, an die die PIM-Join-Nachricht gesendet wird.



Schritt 5: Erster Stream von Multicast-Paketen; Erreichen zum Empfänger über Shared Tree

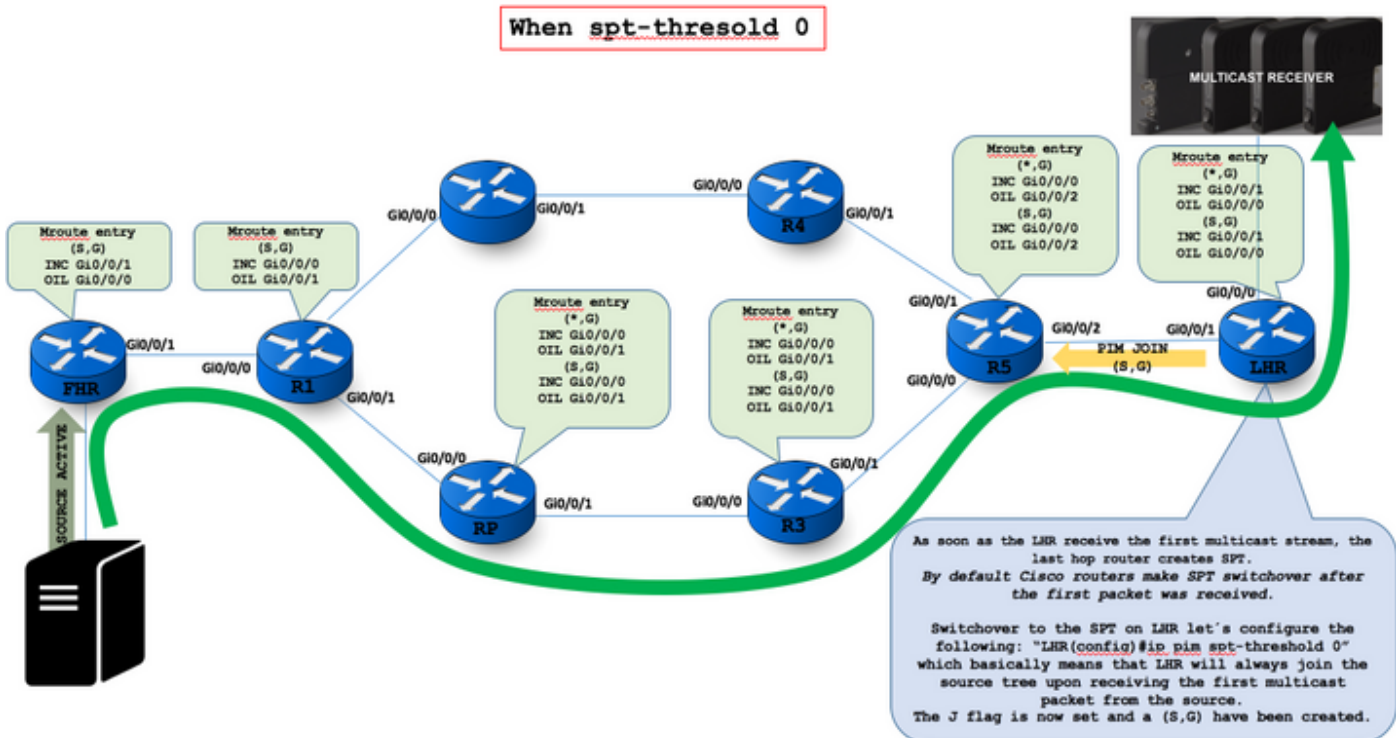
- Ein Router leitet Multicast-Stream nur weiter, wenn er an der INC/RPF-Schnittstelle empfangen wird.
- Die Quelladresse von Multicast-Paketen wird mit der Unicast-RT abgeglichen.
- Bestimmen Sie die Schnittstelle und den nächsten Hop-Multicast-Router in Richtung der Quelle, an die die Join gesendet wird.
- Der RP ist dabei, den Source-Specific Tree für S zu verbinden. Die Datenpakete werden weiterhin in den RP gekapselt. Wenn Pakete von S auch nativ am RP eingeht, erhält der RP zwei Kopien jedes dieser Pakete.
- An diesem Punkt beginnt der RP, die gekapselte Kopie dieser Pakete zu verwerfen, und sendet eine REGISTER STOP-Nachricht an S DR, um zu verhindern, dass der DR die Pakete unnötig kapselt.

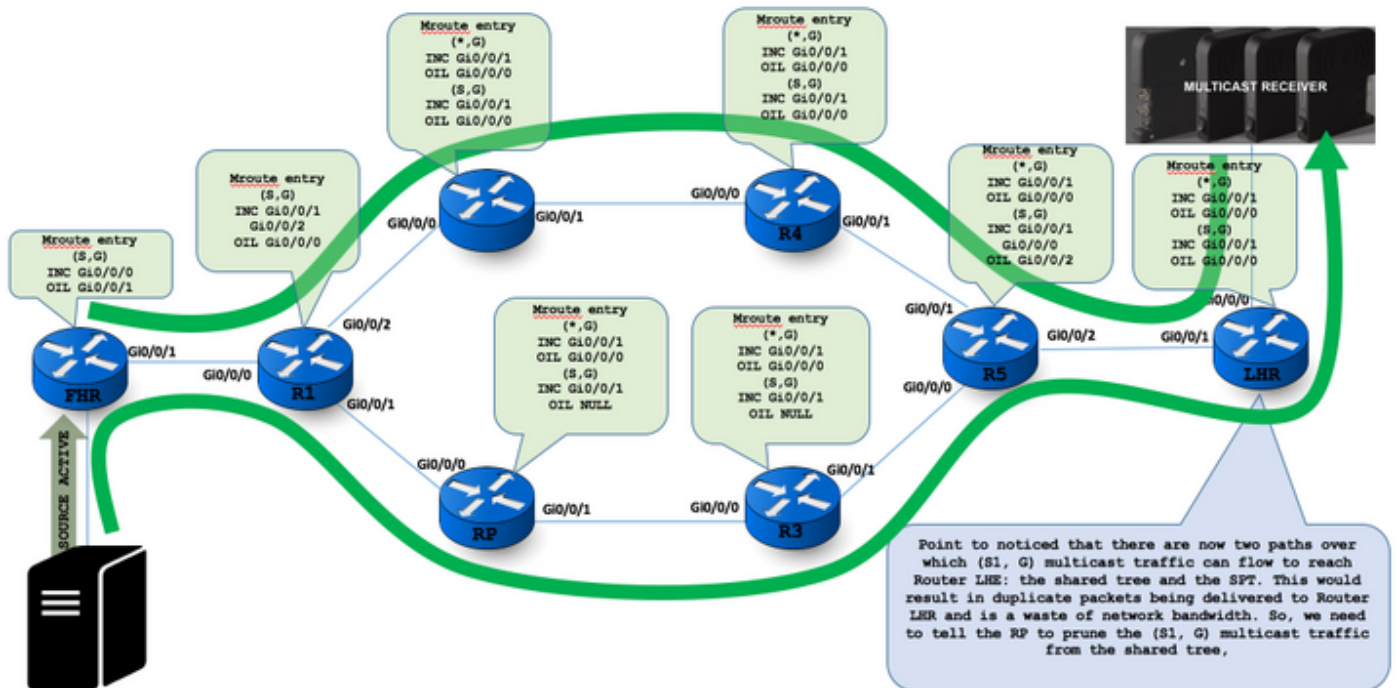


PIM-SM enables a last hop DR (that is, a DR with directly connected hosts that have joined a multicast group) to switch from the shared tree to the SPT for a specific source. This step is usually accomplished by specifying an SPT-Threshold in terms of bandwidth. If this threshold is exceeded, the last-hop DR joins the SPT. (Cisco routers have this threshold set to zero by default, which means that the SPT is joined as soon the first multicast packet from a source has been received via the shared tree.)

- Sobald der RP den Quelldatenverkehr über den Source Tree empfängt. Der Hardwarequellpfad wird festgelegt. Legen Sie das "T"-Flag fest, und der Baum wird erstellt.
- RP sendet REGISTER STOP, um den Tunnel nach Erhalt des Quelldatenverkehrs vom FHR zum RP abzurechnen.
- Um diesen Registrierungsprozess zu stoppen, sendet der RP eine PIM-Registerstopp-Nachricht.

When spt-threshold 0





Schritt 6: LHR empfängt Datenverkehr von SPT und sendet Prune-Nachricht an die Shared Tree

Nach Erhalt von zwei Streams von Multicast-Datenverkehr empfängt der LHR den Datenverkehr von SPT und sendet eine Prune-Nachricht an den Shared Tree.

Die J-Flag bedeutet, dass der jeweilige (*,G) Status darin besteht, die SPT durch den Leaf-Router zu wechseln.

LHR-Nummer

(10.0.12.1, 239.1.1.1), 00:00:38/00:02:21, Flaggen: LJT

Eingehende Schnittstelle: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.78.7

Liste ausgehender Schnittstellen:

GigabitEthernet1/0, Forward/Sparse, 00:00:38/00:02:21

Die "F"-Markierung wird in der Regel für die beim PIM DR-Router erstellten Zustände verwendet. Sie signalisiert die Weiterleitungsstatus, die den beim RP registrierten Flüssen entsprechen. Wenn das "F"-Flag erhalten bleibt, kann Ihr Router die PIM-Register-Stopp-Nachrichten höchstwahrscheinlich nicht vom RP erhalten, und es gibt Quellen, die nicht zum SPT gewechselt haben.

The J flag means the respective (*,G) state is to be switched the SPT by the leaf router.

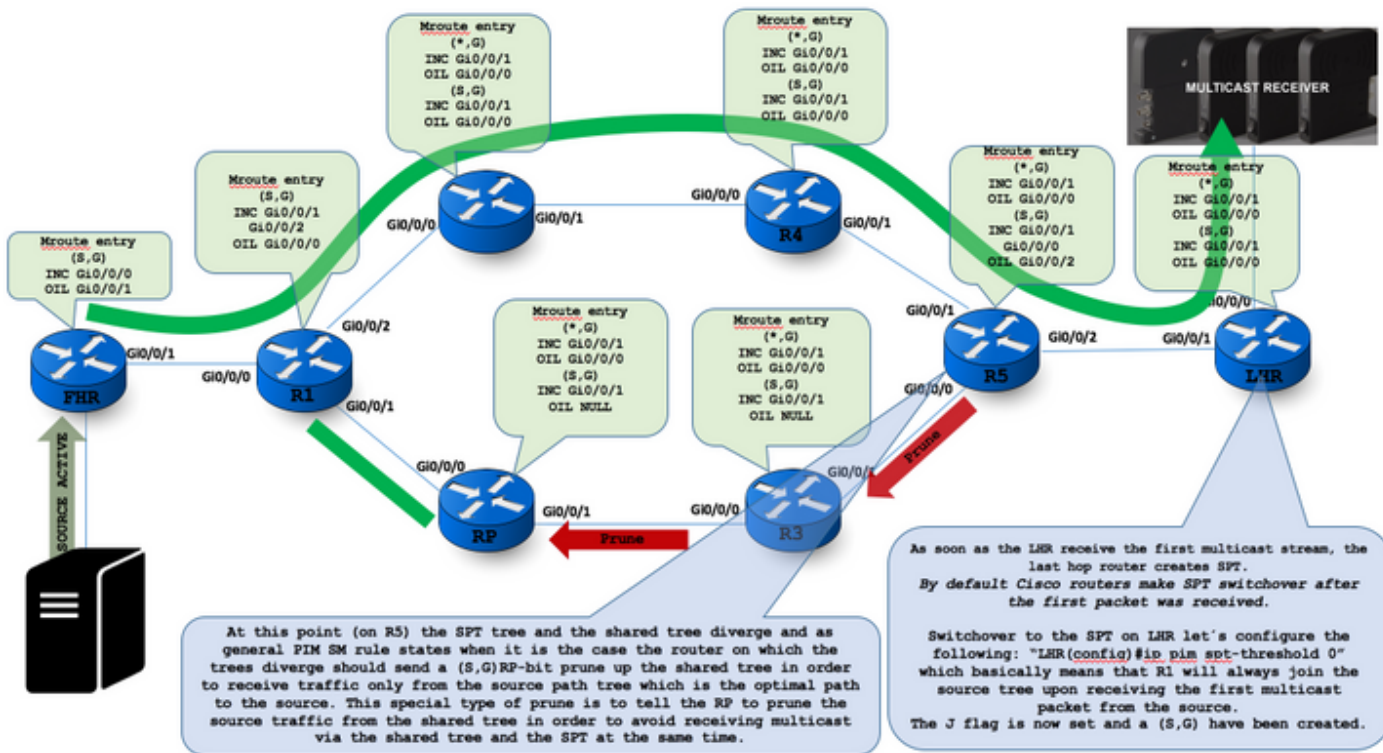
```
LHR #
(10.0.12.1, 239.1.1.1), 00:00:38/00:02:21, flags: LJT
Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.78.7
Outgoing interface list:
GigabitEthernet1/0, Forward/Sparse, 00:00:38/00:02:21
```

The "F" flag is typically found for the states created at the PIM DR router - it signals the forwarding states that correspond to the flows being registered with the RP. If the "F" flag persists, then your router is most likely not receiving the PIM Register-Stop messages back from the RP, and thus there are sources that has not switched to the SPT tree.

```
FHR #
(*, 239.1.1.1), 00:09:01/stopped, RP 4.4.4.4, flags: SPF
Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
Outgoing interface list: Null

(1.1.1.1, 239.1.1.1), 00:03:02/00:00:15, flags: PFT
Incoming interface: Loopback0, RPF nbr 0.0.0.0, Registering
Outgoing interface list: Null
```

There is an (S,G) entry in this table, which has the flag "T" meaning it's a shortest-path and not a shared tree construct. The incoming interface is set to Loopback0 and RPF neighbor to "0.0.0.0" which means the local router is the traffic source.



The receiver (or a router upstream of the receiver) will be receiving two copies of the data: one from the SPT and one from the RPT. When the first traffic starts to arrive from the SPT, the DR or upstream router starts to drop the packets for G from S that arrive via the RP tree. In addition, it sends an (S,G) Prune message towards the RP. This is known as an (S,G,rpt) Prune. The Prune message travels hop-by-hop, instantiating state along the path towards the RP indicating that traffic from S for G should NOT be forwarded in this direction. The prune is propagated until it reaches the RP or a router that still needs the traffic from S for other receivers.

At this point (on R5) the SPT tree and the shared tree diverge and as general PIM SM rule states when it is the case the router on which the trees diverge should send a (S,G)RP-bit prune up the shared tree in order to receive traffic only from the source path tree which is the optimal path to the source. This special type of prune is to tell the RP to prune the source traffic from the shared tree in order to avoid receiving multicast via the shared tree and the SPT at the same time.

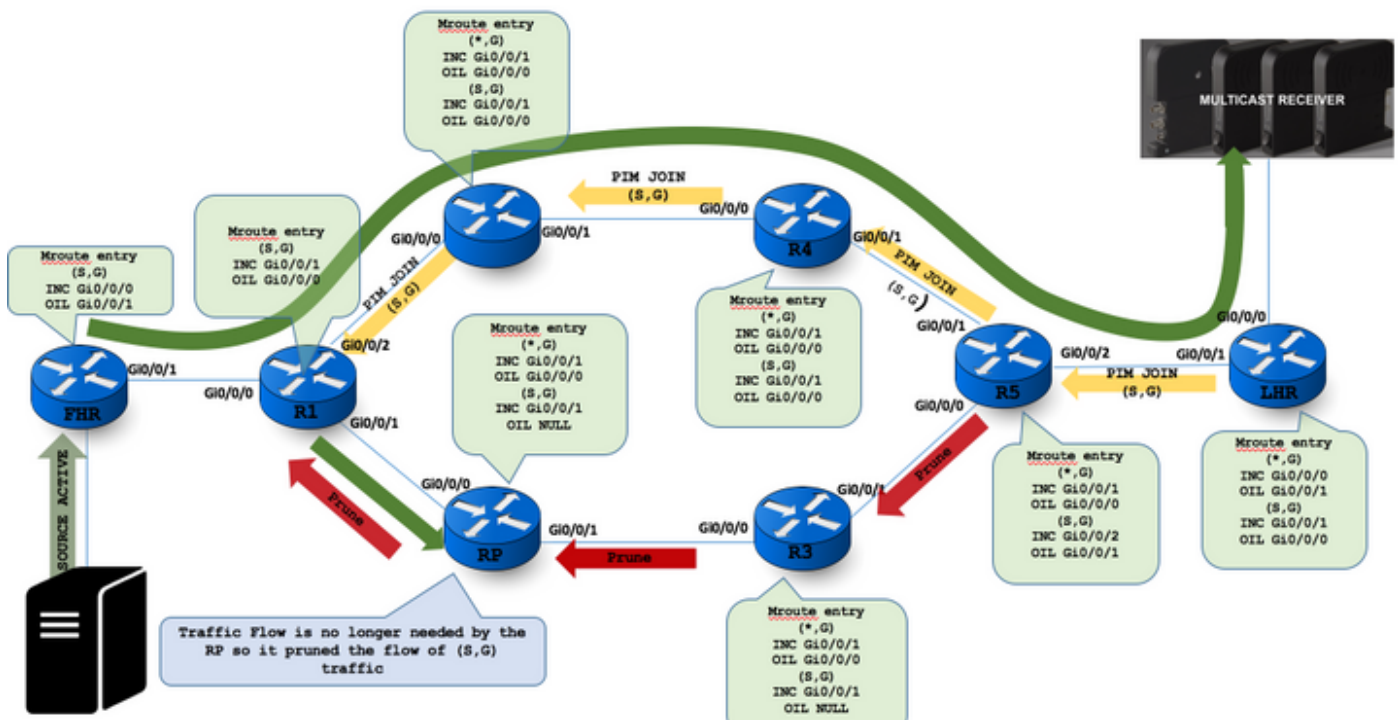
RP #
 (10.0.12.1, 224.1.1.1), 00:00:10/00:02:53, flags: PTX
 Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.24.2
 Outgoing interface list: Null

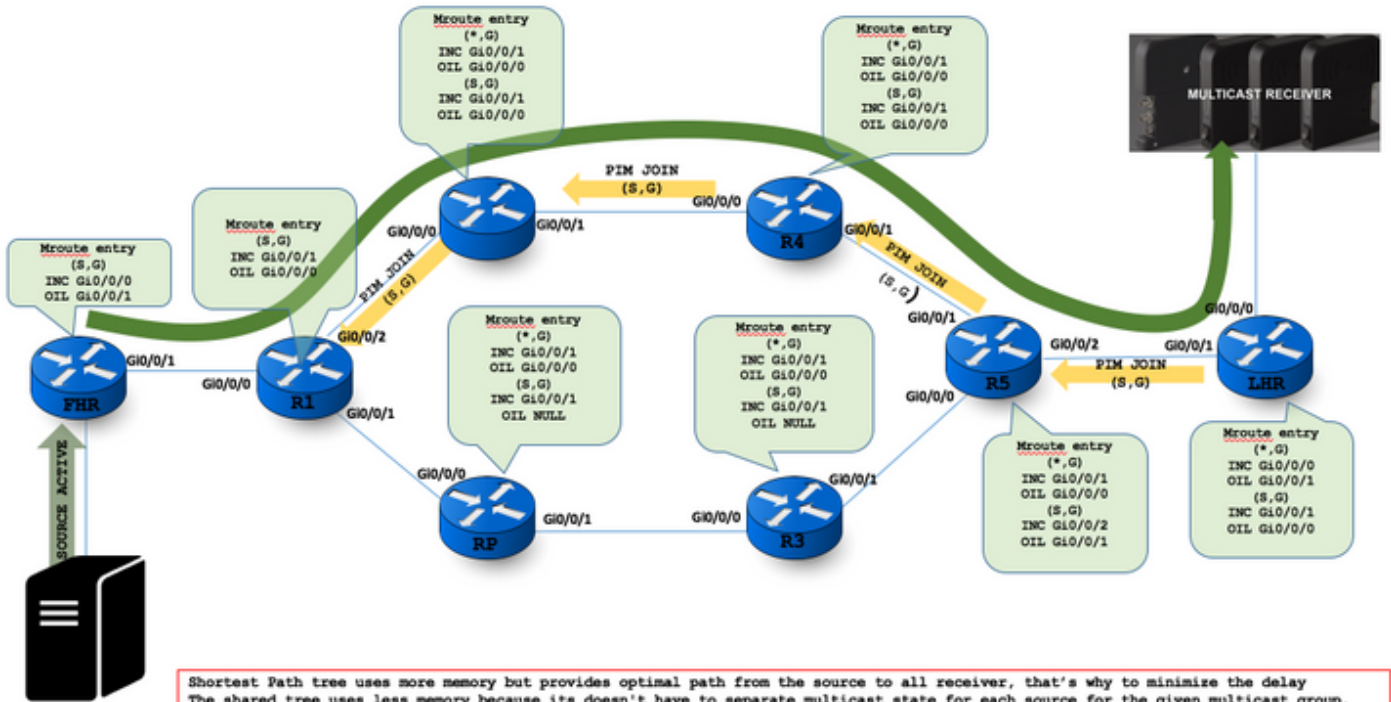
P Bit (Prune Flag) received from the diverge point.

LHR #
 (10.0.12.1, 224.1.1.1), 00:01:59/00:01:00, flags: LJT
 Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.78.7
 Outgoing interface list:
 GigabitEthernet1/0, Forward/Sparse, 00:01:59/00:02:57

J Flag Join the SPT// T Flag Tree formed

"PIM Join/Prune Messages" the RP flag (also referred to as the RP-bit) indicates that this message is applicable to the shared tree and should be forwarded up the shared tree toward the RP. Setting this flag/bit in an (S1, G) Prune and sending it up the shared tree tells the routers along the shared tree to prune Source S1 multicast traffic from the shared tree.





Shortest Path tree uses more memory but provides optimal path from the source to all receiver, that's why to minimize the delay. The shared tree uses less memory because its doesn't have to separate multicast state for each source for the given multicast group. But may create a suboptimal routing for some receiver. Shared tree also introduced extra delay.

"Incoming interface" is set to Null, which means there is no incoming traffic for this group. If any physical interface the traffic is their.

"C" means there is a group-member directly connected

R5#sh ip mroute

```
(*, 239.1.1.1), 00:27:32/00:02:08, RP 4.4.4.4, flags: SJCL
Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.78.7
Outgoing interface list:
GigabitEthernet1/0, Forward/Sparse, 00:27:32/00:02:08
```

"L" means the router itself joined the group.

possibly the next-hop router

Expire times (How soon the group will expired if no refreshed)

Uptime (How long this state has been created)

Incoming interface: Null, RPF nbr 155.29.0.5

If the incoming interface is null and the RPF neighbor is IP address, then there is a RPF failure. Mtrace will confirm the issue.