

Configuración del servicio de IPTV a nivel de simulación

Alvaro Enrique Llamas Hernández

Franklin Wilson Gualteros

Jhon Alexander Cambindo

Steven Botero López

Asesor

Omar Albeiro Trejo Narváez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI

215005:Diplomado De Profundización En Redes de Nueva Generación

25 de mayo de 2023

Tabla de contenido

Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Contenido	9
Configuración del servicio de IPTV	9
Configuración de dispositivos y servidor TVIP	9
Habilitación de protocolos de enrutamiento, Multicast, RTP, etc.....	16
Configuración de servidor y cliente de video VLC sobre Win7	25
Pruebas funcionales mediante el comando show y mediante la transmisión de video desde el cliente a un único servidor	29
Conclusiones	34
Referencias Bibliográficas	35

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Topología del escenario propuesto.</i>	10
Figura 2. <i>Máquinas virtuales Windows 7 x64 U1, U2 y U3 en VMware.</i>	11
Figura 3. <i>Conexión de máquinas virtuales importadas en GNS3.</i>	11
Figura 4. <i>Configuración manual de las interfaces dentro de las máquinas virtuales.</i>	12
Figura 5. <i>Configuración de adaptador de red en VMware.</i>	12
Figura 6. <i>Apagado de firewall en máquinas virtuales.</i>	13
Figura 7. <i>PING's máquina virtual Windows x64 U1 hacia U1, U2 y U3.</i>	14
Figura 8. <i>PING's máquina virtual Windows x64 U2 hacia U2, U1 y U3.</i>	14
Figura 9. <i>PING's máquina virtual Windows x64 U3 hacia U3, U1 y U2.</i>	15
Figura 10. <i>Aplicación VLC instalada en máquinas virtuales, versión 3.0.18.</i>	16
Figura 11. <i>Configuración multicast, PIM-SM, RP 3.3.3.3 en R1</i>	18
Figura 12. <i>Configuración multicast, PIM-SM, RP 3.3.3.3 en R2</i>	18
Figura 13. <i>Configuración multicast, PIM-SM, RP 3.3.3.3 en R3</i>	18
Figura 14. <i>Configuración multicast, PIM-SM, RP 3.3.3.3 en R4</i>	18
Figura 15. <i>Configuración multicast, PIM-SM, RP 3.3.3.3 en R5</i>	18
Figura 16. <i>Configuración multicast, PIM-SM, RP 3.3.3.3 en R6</i>	19
Figura 17. <i>Configuración multicast, PIM-SM, RP 3.3.3.3 en R7</i>	19
Figura 18. <i>Activaciones de protocolo PIM en interfaces R1</i>	20
Figura 19. <i>Activaciones de protocolo PIM en interfaces R2</i>	20

Figura 20. <i>Activaciones de protocolo PIM en interfaces R3</i>	21
Figura 21. <i>Activaciones de protocolo PIM en interfaces R4</i>	21
Figura 22. <i>Activaciones de protocolo PIM en interfaces R5</i>	22
Figura 23. <i>Activaciones de protocolo PIM en interfaces R6</i>	22
Figura 24. <i>Activaciones de protocolo PIM en interfaces R7.</i>	23
Figura 25. <i>show ip mroute en R2.</i>	23
Figura 26. <i>show ip mroute en R3</i>	24
Figura 27. <i>show ip mroute en R6</i>	24
Figura 28. <i>Añadimos el archivo de streaming en el menú stream, file, add con un cache de 10s debuffer.</i>	25
Figura 29. <i>Selección de protocolo de streaming RTP como protocolo de transporte con visualización local.</i>	26
Figura 30. <i>Configuración de la transmisión RTP dirección 234.3.3.3 puerto 5004</i>	27
Figura 31. <i>Codificación a otro códec de transmisión.</i>	27
Figura 32. <i>Configuramos ttl=10 para poder transmitir más allá de un salto en la red.</i>	28
Figura 33. <i>Configuración recepción de streaming en hosts.</i>	29
Figura 34. <i>Streaming servidor y host's.</i>	29
Figura 35. <i>Show ip mroute R2.</i>	30
Figura 36. <i>Show ip mroute R3.</i>	30
Figura 37. <i>Show ip mroute R4</i>	31

Figura 38. <i>Show ip mroute R6</i>	31
Figura 39. <i>Recibiendo y dejando de recibir transmisión R2 show ip igmp groups.</i>	32
Figura 40. <i>Recibiendo y dejando de recibir transmisión R6 show ip igmp groups.</i>	32
Figura 41. <i>Mensaje membership y Leave R6, grupo 234.3.3.3.</i>	33

Resumen

Para la configuración se usó GNS3 como simulador de red en conjunción con VMware como simulador de máquinas virtuales, Windows 7 x 64 en este caso, donde a su vez estas usarán el software VLC para el streaming/recepción de video con protocolo RTP y codificación en un archivo matroska (*.mkv) H.264; se usaron también los protocolos de OSPF, MPLS, CEF, LDP, Multicast y PIM en Sparse-Mode, además de implementar servicio de QoS y ToS para voz, web y streaming. Se obtuvieron datos de diagnóstico de todas las configuraciones aquí mencionadas mediante comandos para iOS Cisco y la herramienta Wireshark en GNS3; Todo para llevar TVIP a las tres (3) sedes ficticias Bogotá, Medellín y Cali.

Palabras clave: TVIP, GNS3, VMware, VLC, OSPF, MPLS, CEF, LDP, multicast, PIM, Sparse-mode, QoS, ToS, cisco.

Abstract

For the configuration, GNS3 was used as a network simulator in conjunction with VMware as a virtual machine simulator, Windows 7 x 64 in this case, where they in turn used the VLC software for streaming/receiving video with RTP protocol and encoding in a matroska (*.mkv) H.264 file; OSPF, MPLS, CEF, LDP, Multicast and PIM protocols were also used in Sparse-Mode, in addition to implementing QoS and ToS services for voice, web and streaming. Diagnostic data was obtained from all the configurations mentioned here using Cisco iOS commands and the Wireshark tool in GNS3; Everything to bring TVIP to the three (3) fictitious locations; Bogotá, Medellín and Cali.

Keywords: IPTV, GNS3, VMware, VLC, OSPF, MPLS, CEF, LDP, multicast, PIM, Sparse-mode, QoS, ToS, cisco. (Se editó) Restablecer texto original

Introducción

Los servicios de IPTV han democratizado las redes de nueva generación gracias a la necesidad de facilidad de los clientes de obtener varios servicios en uno solo, no solo por reducir los receptores de sus pagos sino por obtenerlo todo de un solo proveedor que sea de su confianza, yaunque estas configuraciones a nivel local solo requieres unas cuantos ajustes tecnológicos a nivel empresarial como el de una ISP requieren algunos esfuerzos tecnológicos por parte de estas.

El servicio de IPTV ha abierto nuevas posibilidades de negocio a las personas que trabajan con video y televisión, quienes están siempre en constante capacitación y actualización de equipos, esto ayuda a ofrecer servicios con mejor calidad, flujo de datos, aprovechamiento de aplicaciones interactivas, guías de programación, entre muchos otros.

Este documento está dividido en dos grandes partes, en la primera de ellas se le dará continuación a todo el proceso practico dispuesto en escenario de la fase 1 y construido en la fase 3, 7 y 11; siendo prerequisites para la habilitación del servicio de IPTV Multicast que se documentara aquí; se mostraran cambios en la configuración de los routers, pruebas visuales, guía, captura de datos del streaming configurado así como algunas consideraciones y teorías.

La segunda parte se responderá a una pregunta de forma individual por parte de cada uno de los creadores de este documento con respecto de las redes de nueva generación en el sector de las telecomunicaciones específicamente en el área de servicios.

Contenido

Para las actividades de la Fase 12 - Configuración del servicio de TVIP a nivel de simulación, se incluye un momento de trabajo individual y colaborativo, siguiendo la estrategia basada en proyectos y en base al escenario descrito en la Fase 1. Los dos momentos se describen a continuación:

Configuración del servicio de IPTV

Mediante el emulador GNS3 y el uso de máquinas virtuales, a partir de la red de datos definida en las fases 3 y 7, implemente el servicio IPTV Multicast entre las sedes del escenario de red descrito en la Fase 1, el cual permitirá transferir contenidos multimedia entre dos sedes. Documente los pasos en un informe:

- Configuración de dispositivos y servidor TVIP.
- Habilitación de protocolos de enrutamiento, Multicast, RTP, etc.
- Configuración de servidor y cliente de video VLC sobre Win7 (máquinas virtuales).
- Pruebas funcionales mediante el comando show y mediante la transmisión de video

desde el cliente a un único servidor.

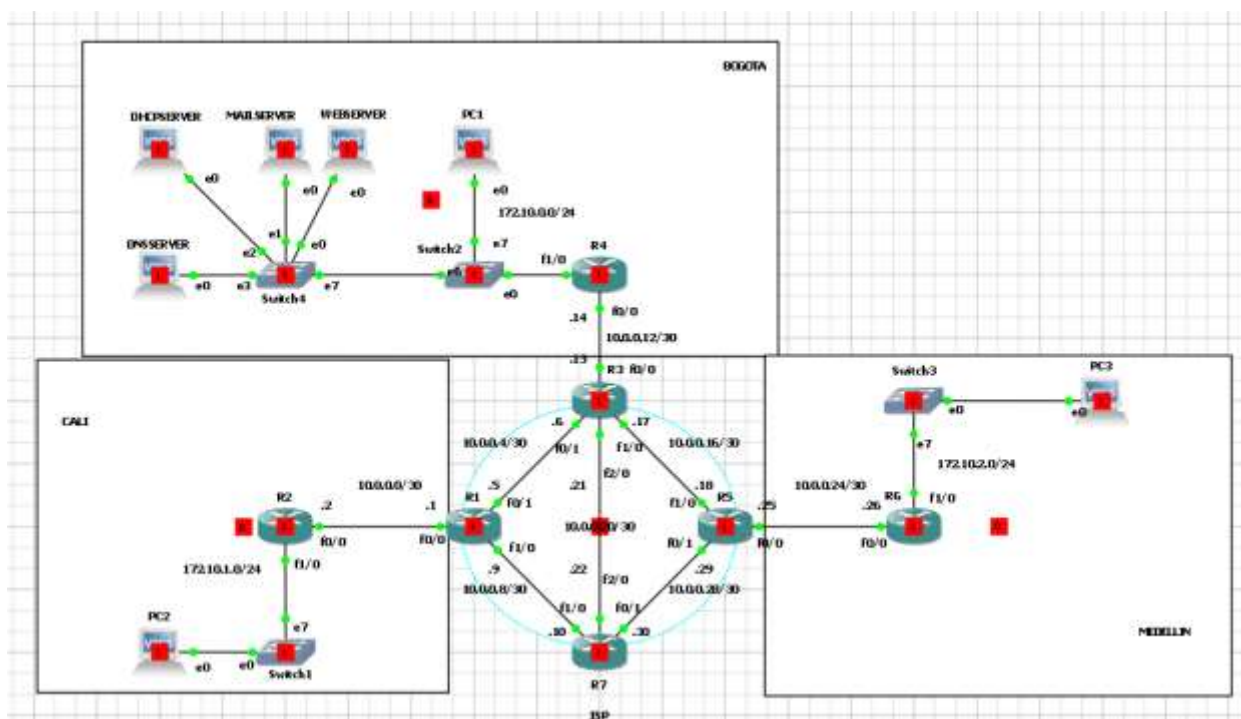
Configuración de dispositivos y servidor TVIP

Partiendo de la idea planteada en la fase 1, 3, 7 y 11 (practico) ya tenemos la configuración de comunicación entre las redes como se ve en la Figura 1, entonces para implementar las configuraciones así como el servicio IPTV (Internet Protocol Televisión) de forma simulada tenemos que implementar máquinas virtuales que en nuestro casos serán 3 máquinas, una servidor desde Bogotá y dos clientes en las sedes de Cali y Medellín. Además de esto tendremos que decidir qué tipo de servicio multicast implementar ya que hay diversas configuraciones ; teniendo en cuenta que nuestra configuración fue realizada usando protocolo

de enrutamiento OSPF (Open Shortest Path First), con tecnología MPLS (Multiprotocol Label Switching) con protocolo LDP (Label Distribution Protocol) (Alarcón, 2008) y la utilidad CEF (Cisco Express Forwarding) para reenvío de datos así como servicios de QoS (quality of service) y ToS (type of service), basado en tipos de protocolos definidos en grupos de voz, streaming y web; ya que en los servicios de IPTV estos son sensibles a retardo de paquetes y pérdida de datos.

Figura 1

Topología del escenario propuesto.



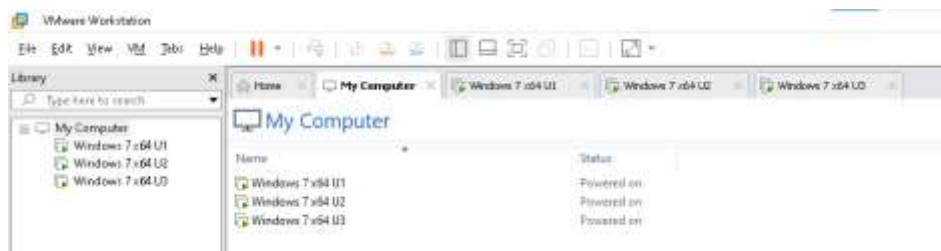
Lo primero y teniendo ya instalados VMware Workstation simulador de sistemas operativos o creador de máquinas virtuales, así como el simulador GNS3 se procederá a la creación de las 3 máquinas virtuales requeridas para nuestra propuesta. Las máquinas virtuales

que se instalaran son Windows 7 x64 para reducir un poco los recursos requeridos por el equipo de simulación.

En la Figura 2 vemos las 3 máquinas virtuales llamadas Windows 7 x64 U1, Windows 7 x64 U2 y Windows 7 x64 U3 donde U1 hará de servidor para el servicio de multicast IPTV.

Figura 2

Máquinas virtuales Windows 7 x64 U1, U2 y U3 en VMware.



Lo siguiente será importar dichas máquinas virtuales dentro de GNS3 y configurar las interfaces de red con los datos de red requeridos de forma manual como se ve en las Figuras 3 y 4.

Figura 3

Conexión de máquinas virtuales importadas en GNS3.

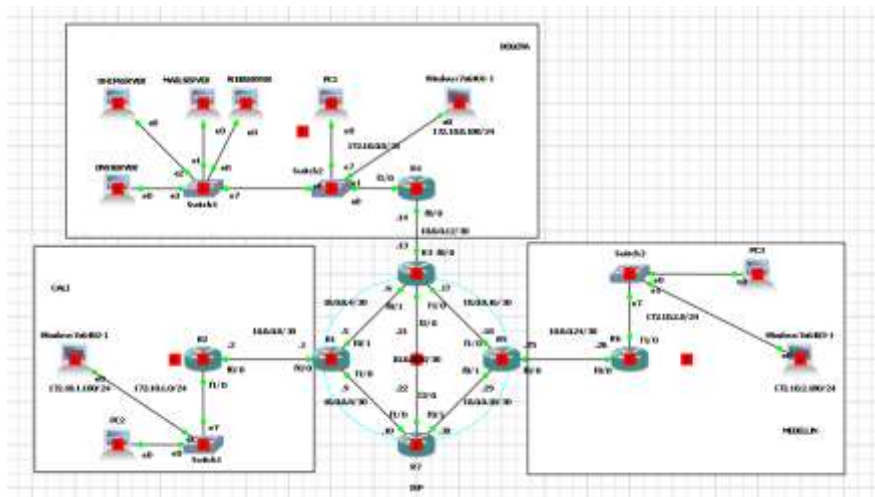
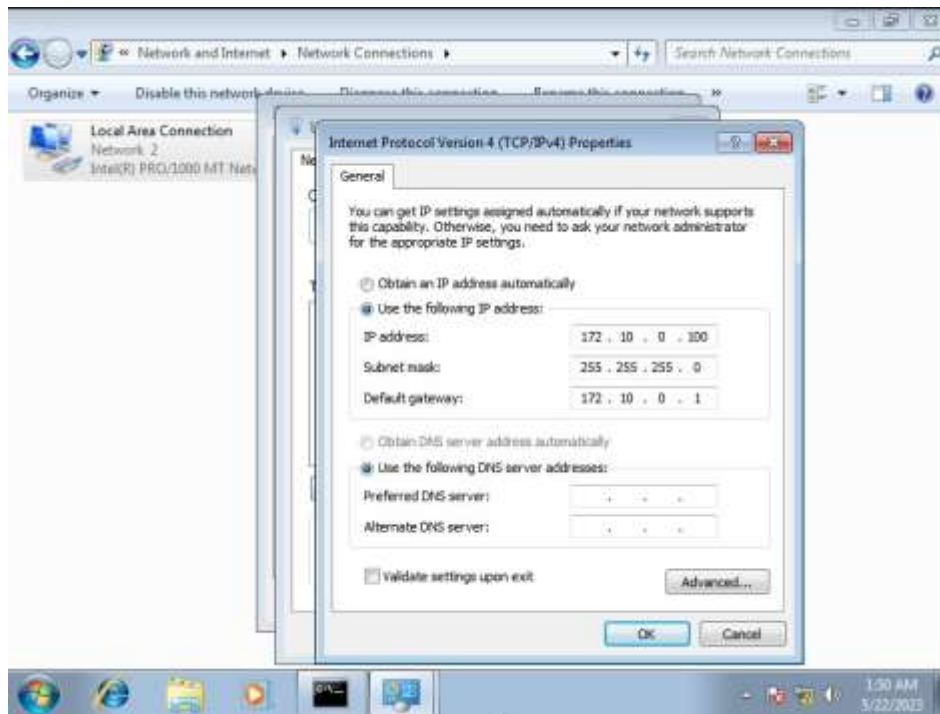


Figura 4

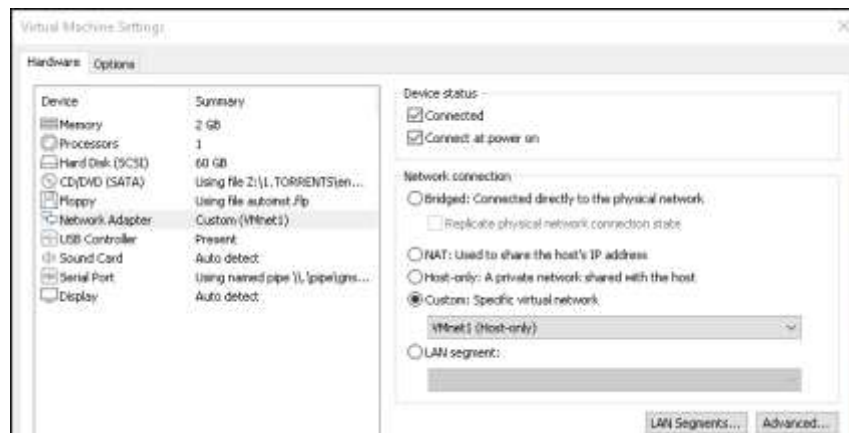
Configuración manual de las interfaces dentro de las máquinas virtuales.



Hay que realizar una configuración con respecto al comportamiento de la tarjeta de red dentro de las máquinas virtuales como se muestra en la Figura 5.

Figura 5

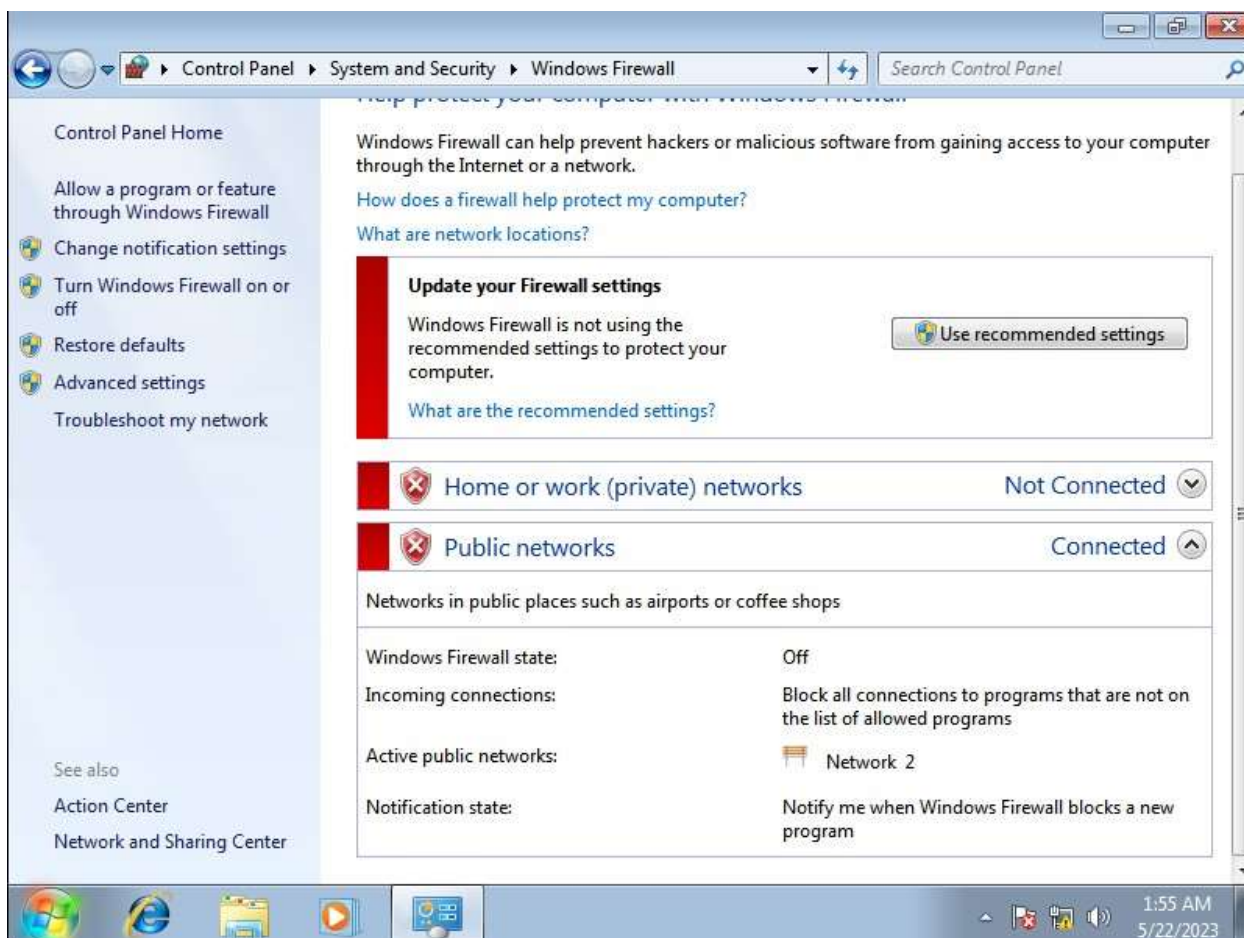
Configuración de adaptador de red en VMware.



Una configuración adicional para que podamos realizar medidas de latencia entre los distintos host de Windows 7 debemos apagar el firewall interno de cada máquina virtual, tema no recomendado en la vida real por temas de seguridad pero para pruebas es lo adecuado para evitar errores como vemos en la Figura 6.

Figura 6

Apagado de firewall en máquinas virtuales.



Habiendo hecho las configuraciones y modificaciones anteriores se hará un ensayo de PING (Packet Internet Groper) que es una medida de latencia, se realizara entre los tres dispositivos como se ve en la Figura 7,8 y 9.

Figura 7

PING's máquina virtual Windows x64 U1 hacia U1, U2 y U3.

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\B3>ping 172.10.0.100

Pinging 172.10.0.100 with 32 bytes of data:
Reply from 172.10.0.100: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 172.10.0.100: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 172.10.0.100: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 172.10.0.100: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 172.10.0.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\Users\B3>ping 172.10.1.100

Pinging 172.10.1.100 with 32 bytes of data:
Reply from 172.10.1.100: bytes=32 time=251ms TTL=123
Reply from 172.10.1.100: bytes=32 time=188ms TTL=123
Reply from 172.10.1.100: bytes=32 time=187ms TTL=123
Reply from 172.10.1.100: bytes=32 time=238ms TTL=123

Ping statistics for 172.10.1.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 188ms, Maximum = 251ms, Average = 214ms

C:\Users\B3>ping 172.10.2.100

Pinging 172.10.2.100 with 32 bytes of data:
Reply from 172.10.2.100: bytes=32 time=242ms TTL=124
Reply from 172.10.2.100: bytes=32 time=283ms TTL=124
Reply from 172.10.2.100: bytes=32 time=164ms TTL=124
Reply from 172.10.2.100: bytes=32 time=186ms TTL=124

Ping statistics for 172.10.2.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 164ms, Maximum = 242ms, Average = 198ms

C:\Users\B3>
  
```

Figura 8

PING's máquina virtual Windows x64 U2 hacia U2, U1 y U3.

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\B3>ping 172.10.1.100

Pinging 172.10.1.100 with 32 bytes of data:
Reply from 172.10.1.100: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 172.10.1.100: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 172.10.1.100: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 172.10.1.100: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 172.10.1.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\Users\B3>ping 172.10.0.100

Pinging 172.10.0.100 with 32 bytes of data:
Reply from 172.10.0.100: bytes=32 time=223ms TTL=123
Reply from 172.10.0.100: bytes=32 time=224ms TTL=123
Reply from 172.10.0.100: bytes=32 time=222ms TTL=123
Reply from 172.10.0.100: bytes=32 time=183ms TTL=123

Ping statistics for 172.10.0.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 183ms, Maximum = 224ms, Average = 213ms

C:\Users\B3>ping 172.10.2.100

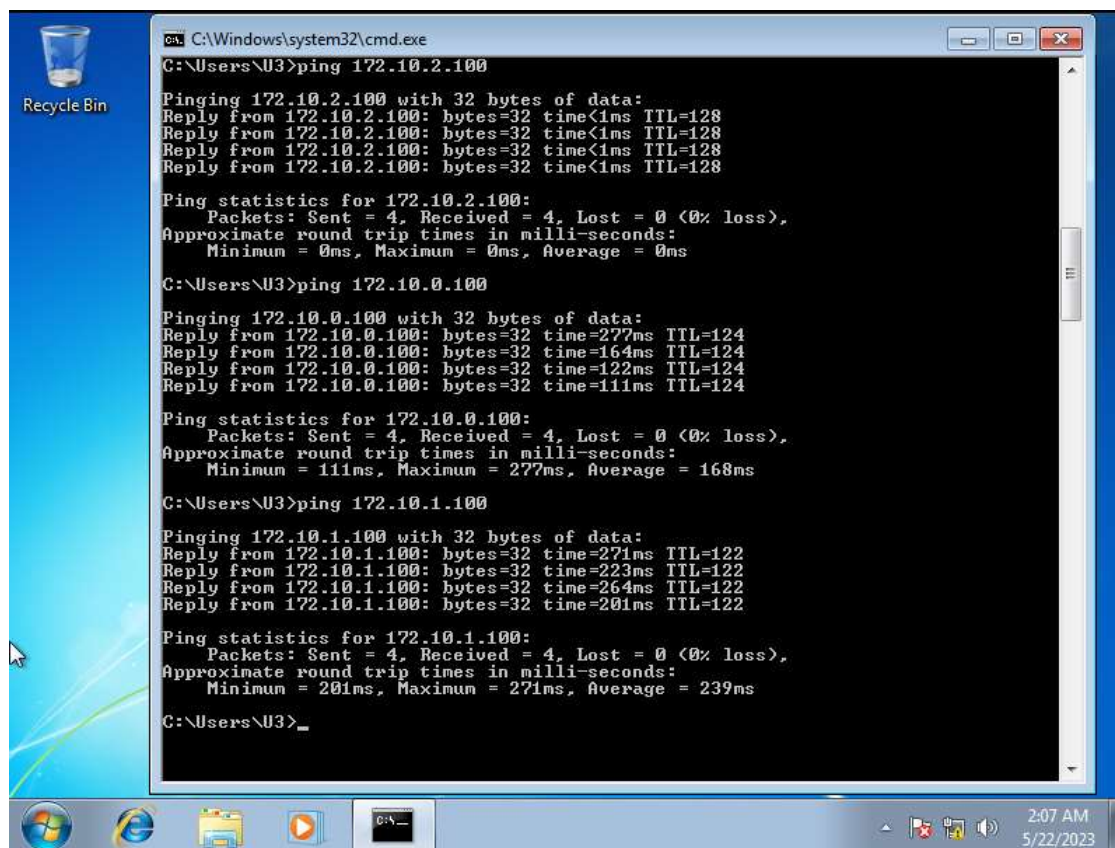
Pinging 172.10.2.100 with 32 bytes of data:
Reply from 172.10.2.100: bytes=32 time=248ms TTL=122
Reply from 172.10.2.100: bytes=32 time=176ms TTL=122
Reply from 172.10.2.100: bytes=32 time=251ms TTL=122
Reply from 172.10.2.100: bytes=32 time=227ms TTL=122

Ping statistics for 172.10.2.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 176ms, Maximum = 251ms, Average = 225ms

C:\Users\B3>_
  
```

Figura 9

PING's máquina virtual Windows x64 U3 hacia U3, U1 y U2.



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\U3>ping 172.10.2.100

Pinging 172.10.2.100 with 32 bytes of data:
Reply from 172.10.2.100: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 172.10.2.100: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 172.10.2.100: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 172.10.2.100: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 172.10.2.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\Users\U3>ping 172.10.0.100

Pinging 172.10.0.100 with 32 bytes of data:
Reply from 172.10.0.100: bytes=32 time=277ms TTL=124
Reply from 172.10.0.100: bytes=32 time=164ms TTL=124
Reply from 172.10.0.100: bytes=32 time=122ms TTL=124
Reply from 172.10.0.100: bytes=32 time=111ms TTL=124

Ping statistics for 172.10.0.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 111ms, Maximum = 277ms, Average = 168ms

C:\Users\U3>ping 172.10.1.100

Pinging 172.10.1.100 with 32 bytes of data:
Reply from 172.10.1.100: bytes=32 time=271ms TTL=122
Reply from 172.10.1.100: bytes=32 time=223ms TTL=122
Reply from 172.10.1.100: bytes=32 time=264ms TTL=122
Reply from 172.10.1.100: bytes=32 time=201ms TTL=122

Ping statistics for 172.10.1.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 201ms, Maximum = 271ms, Average = 239ms

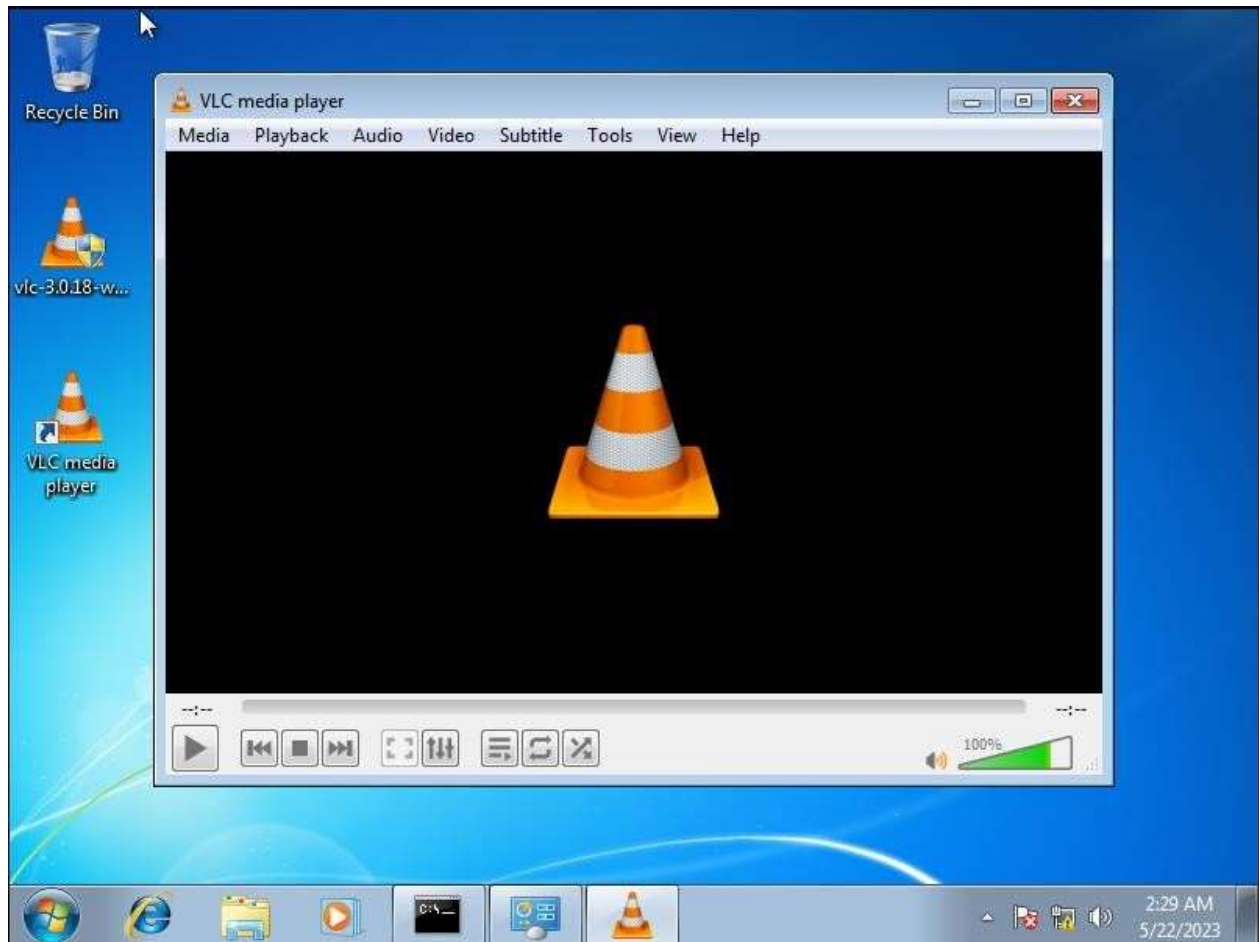
C:\Users\U3>_
```

Como vemos en las Figuras inmediatamente anteriores se realizó siempre un PING a sí mismo como verificación y a los otros dos host logrando comunicación sin pérdida de paquetes, se observan latencias relativamente altas pero consideramos que son consecuencias de la simulación así como de la configuración del QoS que limita la red a no sobrepasar ciertos límites.

Lo siguiente que procede es la instalación de la aplicación VLC en cada máquina virtual como se observa en la Figura 10.

Figura 10

Aplicación VLC instalada en máquinas virtuales, versión 3.0.18.



Habilitación de protocolos de enrutamiento, Multicast, RTP, etc.

Lo que deseamos es enviar una transmisión multimedia o de streaming de video desde un servidor hacia otros dos puntos , entonces dentro de los conceptos de multicast tenemos que tener en cuenta el concepto de árboles de distribución o Distribution Trees. Cuando un receptor o host quiere recibir datos de un grupo particular no requiere que este haga parte de dicho grupo; los árboles de distribución pueden ser o Source-DT o Shared-DT donde el primero el origen del multicast será la raíz del árbol o FHR (first hop router) y para redes pequeñas usando nomenclatura (S,G) “(Source, Group) =(ip de origen, grupo de destino)” que es una forma de la

distribución del tráfico y es utilizado en una versión PIM Dense-Mode modo en el que se le “avisa” a cada router si tienes host conectados que requieran de los datos. Este modo no será el usado en esta práctica por lo tanto no ampliaremos mucho más esta información.

Por otra parte Shared-DT la raíz de este árbol es el RP (Rendezvous-Point) o punto de reencuentro y es uno de los routers centrales para el tráfico entre el receptor y el origen, estos usan las grandes compañías o ISP's, usan la nomenclatura (*,G) que quiere decir que puede ser un origen no conocido o varios pero si conocemos el grupo ; utilizado en PIM Sparse-Mode.

Ya hemos tocado el tema de PIM (Protocol Independent Multicast) (cisco, 2017) este protocolo será el que usaremos en esta configuración y como ya dijimos trabaja principalmente en dos modos, sparse-mode y dense mode aunque también podría trabajar en un modo mixto llamado sparse-dense mode. Este Protocolo funciona por sí solo o independiente, este requiere el establecimiento de vecinos para poder crear los árboles de distribución de multicast y por donde el tráfico fluirá. PIM intercambia mensajes tipo hello a través de 224.0.0.13 para descubrir vecinos, estos mensajes incluyen una prioridad DR (designed router) que se caracterizan por ser la IP más alta del segmento. Existen dos conceptos relacionados en PIM que son el IIF (Incoming Interface) de dónde vienen los datos de la raíz o RP y OIL (Output Interface List) la lista de interfaces de donde se recibe PIM join. (Colomé, 2017)

La teoría podríamos expandirla mucho más pero esto fue a modo de introducción para entender alguna información que se obtendrá de los routers así como la forma en que se van a configurar a continuación.

Lo primero será habilitar multicast-routing en todos los routers de la red, luego asignar un router como RP el cual elegimos el R3 por ser un router central a nuestra transmisión de datos; esta configuración incluye el rendezvous-point (RP); Ver Figuras 11 a 17.

Figura 11

Configuración multicast, PIM-SM, RP 3.3.3.3 en R1.

```
R1#config terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#ip multicast-routing
R1(config)#ip pim rp-address 3.3.3.3
R1(config)#
```

Figura 12

Configuración multicast, PIM-SM, RP 3.3.3.3 en R2.

```
R2#config terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#ip multicast-routing
R2(config)#ip pim rp-address 3.3.3.3
R2(config)#
```

Figura 13

Configuración multicast, PIM-SM, RP 3.3.3.3 en R3.

```
R3#config terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R3(config)#ip multicast-routing
R3(config)#ip pim rp-address 3.3.3.3
R3(config)#
```

Figura 14

Configuración multicast, PIM-SM, RP 3.3.3.3 en R4.

```
R4#config terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R4(config)#ip multicast-routing
R4(config)#ip pim rp-address 3.3.3.3
R4(config)#
```

Figura 15

Configuración multicast, PIM-SM, RP 3.3.3.3 en R5.

```
R5#config terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R5(config)#ip multicast-routing
R5(config)#ip pim rp-address 3.3.3.3
R5(config)#
```

Figura 16

Configuración multicast, PIM-SM, RP 3.3.3.3 en R6.

```
R6#config terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R6(config)#ip multicast-routing
R6(config)#ip pim rp-address 3.3.3.3
R6(config)#
```

Figura 17

Configuración multicast, PIM-SM, RP 3.3.3.3 en R7.

```
R7#config terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R7(config)#ip multicast-routing
R7(config)#ip pim rp-address 3.3.3.3
R7(config)#
```

Ahora lo siguiente será agregar las interfaces activas de cada router en las cuales queremos hacer partícipes de este multicast con el comando *ip pim sparse-mode* incluyendo la interfaz de loopback. Por comodidad e intencionalidad de conocer las interfaces activas usaremos el comando *do show ip int brief | exclude unable*. Ver Figuras de 18 a 24.

Figura 18*Activaciones de protocolo PIM en interfaces R1.*

```

R1(config)#do show ip int brief | exclude unabl
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0          10.0.0.1        YES NVRAM   up          up
FastEthernet0/1          10.0.0.5        YES NVRAM   up          up
FastEthernet1/0          10.0.0.9        YES NVRAM   up          up
FastEthernet2/0          unassigned      YES NVRAM   administratively down down
Loopback0                 1.1.1.1         YES NVRAM   up          up
R1(config)#int f0/0
R1(config-if)#ip pim sparse-mode
R1(config-if)#
*Mar 1 10:16:09.893: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 10.0.0.1 on interface FastEthernet0/0
R1(config-if)#int f0/1
R1(config-if)#ip pim sparse-mode
R1(config-if)#
*Mar 1 10:16:24.793: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 10.0.0.5 on interface FastEthernet0/1
R1(config-if)#int f1/0
R1(config-if)#ip pim sparse-mode
R1(config-if)#
*Mar 1 10:16:37.745: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 10.0.0.9 on interface FastEthernet1/0
R1(config-if)#
*Mar 1 10:16:38.693: %NRROUTE-3-NO_PIM_NBR: There is no PIM neighbor on this IDB: FastEthernet1/0 -Process= "PIM Process", i
pl= 0, pid= 259
R1(config-if)#int f2/0
R1(config-if)#ip pim sparse-mode
R1(config-if)#int lo 0
^
% Invalid input detected at '^' marker.

R1(config)#int lo 0
R1(config-if)#ip pim sparse-mode
R1(config-if)#
*Mar 1 10:17:48.645: %NRROUTE-3-NO_PIM_NBR: There is no PIM neighbor on this IDB: FastEthernet1/0 -Process= "PIM Process", i
pl= 0, pid= 259

```

Figura 19*Activaciones de protocolo PIM en interfaces R2.*

```

R2(config)#do show ip int brief | exclude unabl
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0          10.0.0.2        YES NVRAM   up          up
FastEthernet0/1          unassigned      YES NVRAM   administratively down down
FastEthernet1/0          172.10.1.1      YES NVRAM   up          up
Loopback0                 2.2.2.2         YES NVRAM   up          up
R2(config)#int f0/0
R2(config-if)#ip pim sparse-mode
R2(config-if)#
*Mar 1 10:20:04.989: %NRROUTE-3-NO_PIM_NBR: There is no PIM neighbor on this IDB: FastEthernet0/0 -Process= "Exec", ip1= 0,
pid= 195
R2(config-if)#
*Mar 1 10:20:05.017: %PIM-5-NBRCHG: neighbor 10.0.0.1 UP on interface FastEthernet0/0
*Mar 1 10:20:06.005: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 10.0.0.2 on interface FastEthernet0/0
R2(config-if)#int 0/1
^
% Invalid input detected at '^' marker.

R2(config)#int f0/1
R2(config-if)#ip pim sparse-mode
R2(config-if)#int f1/0
R2(config-if)#ip pim sparse-mode
R2(config-if)#
*Mar 1 10:20:48.957: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 172.10.1.1 on interface FastEthernet1/0
R2(config-if)#int lo 0
R2(config-if)#ip pim sparse-mode
R2(config-if)#
*Mar 1 10:23:02.857: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 2.2.2.2 on interface Loopback0
R2(config-if)#

```

Figura 20

Activaciones de protocolo PIM en interfaces R3.

```

R3(config)#do show ip int brief | exclude unabl
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0          10.0.0.13       YES NVRAM  up          up
FastEthernet0/1          10.0.0.6        YES NVRAM  up          up
FastEthernet1/0          10.0.0.17       YES NVRAM  up          up
FastEthernet2/0          10.0.0.21       YES NVRAM  up          up
Loopback0                 3.3.3.3         YES NVRAM  up          up
R3(config)#int f0/0
R3(config-if)#ip pim sparse-mode
R3(config-if)#
*Mar 1 10:26:23.577: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 10.0.0.13 on interface FastEthernet0/0
R3(config-if)#int f0/1
R3(config-if)#ip pim sparse-mode
R3(config-if)#
R3(config-if)#
*Mar 1 10:26:35.105: %PIM-5-NBRCHG: neighbor 10.0.0.5 UP on interface FastEthernet0/1
R3(config-if)#
*Mar 1 10:26:36.525: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 10.0.0.6 on interface FastEthernet0/1
R3(config-if)#int f1/0
R3(config-if)#ip pim sparse-mode
R3(config-if)#
*Mar 1 10:26:51.473: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 10.0.0.17 on interface FastEthernet1/0
R3(config-if)#int f2/0
R3(config-if)#ip pim sparse-mode
R3(config-if)#
*Mar 1 10:27:06.425: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 10.0.0.21 on interface FastEthernet2/0
R3(config-if)#int lo 0
R3(config-if)#ip pim sparse-mode
R3(config-if)#
*Mar 1 10:27:35.373: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 3.3.3.3 on interface Loopback0
R3(config-if)#

```

Figura 21

Activaciones de protocolo PIM en interfaces R4.

```

R4(config)#do show ip int brief | exclude unabl
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0          10.0.0.14       YES NVRAM  up          up
FastEthernet0/1          unassigned      YES NVRAM  administratively down down
FastEthernet1/0          172.10.0.1      YES NVRAM  up          up
Loopback0                 4.4.4.4         YES NVRAM  up          up
R4(config)#int f0/0
R4(config-if)#ip pim sparse-mode
R4(config-if)#
*Mar 1 10:29:00.733: %NRROUTE-3-NO_PIM_NBR: There is no PIM neighbor on this IDB: FastEthernet0/0 -Process= "Exec", ip1= 0, pid= 195
R4(config-if)#
*Mar 1 10:29:00.757: %PIM-5-NBRCHG: neighbor 10.0.0.13 UP on interface FastEthernet0/0
*Mar 1 10:29:01.749: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 10.0.0.14 on interface FastEthernet0/0
R4(config-if)#int f1/0
R4(config-if)#ip pim sparse-mode
R4(config-if)#
*Mar 1 10:29:15.821: %PIM-5-NBRCHG: neighbor 172.10.1.1 UP on interface FastEthernet1/0
*Mar 1 10:29:15.833: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 172.10.1.1 on interface FastEthernet1/0
R4(config-if)#int lo 0
R4(config-if)#ip pim sparse-mode
R4(config-if)#
*Mar 1 10:29:29.701: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 4.4.4.4 on interface Loopback0
R4(config-if)#

```

Figura 22

Activaciones de protocolo PIM en interfaces R5.

```

R5(config)#do show ip int brief | exclude unable
Interface          IP-Address      OK? Method Status          Protocol
FastEthernet0/0    10.0.0.25       YES NVRAM  up              up
FastEthernet0/1    10.0.0.29       YES NVRAM  up              up
FastEthernet1/0    10.0.0.18       YES NVRAM  up              up
FastEthernet2/0    unassigned      YES NVRAM  administratively down down
Loopback0          5.5.5.5         YES NVRAM  up              up
R5(config)#int 0/0
^
% Invalid input detected at '^' marker.

R5(config)#int f0/0
R5(config-if)#ip pim sparse-mode
R5(config-if)#
*Mar 1 10:30:49.589: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 10.0.0.25 on interface FastEthernet0/0
R5(config-if)#int f0/1
R5(config-if)#ip pim sparse-mode
R5(config-if)#
*Mar 1 10:31:02.541: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 10.0.0.29 on interface FastEthernet0/1
R5(config-if)#int f1/0
R5(config-if)#ip pim sparse-mode
R5(config-if)#
*Mar 1 10:31:14.193: %PIM-5-NBRCHG: neighbor 10.0.0.17 UP on interface FastEthernet1/0
R5(config-if)#
*Mar 1 10:31:15.489: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 10.0.0.18 on interface FastEthernet1/0
R5(config-if)#int lo 0
R5(config-if)#ip pim sparse-mode
R5(config-if)#
*Mar 1 10:31:30.441: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 5.5.5.5 on interface Loopback0

```

Figura 23

Activaciones de protocolo PIM en interfaces R6.

```

R6(config)#do show ip int brief | exclude unable
Interface          IP-Address      OK? Method Status          Protocol
FastEthernet0/0    10.0.0.26       YES NVRAM  up              up
FastEthernet0/1    unassigned      YES NVRAM  administratively down down
FastEthernet1/0    172.10.2.1      YES NVRAM  up              up
Loopback0          6.6.6.6         YES NVRAM  up              up
R6(config)#int f0/0
R6(config-if)#ip pim sparse-mode
R6(config-if)#
*Mar 1 10:33:19.697: %MRROUTE-3-NO_PIM_NBR: There is no PIM neighbor on this IDB: FastEthernet0/0 -Process= "Exec", ipl= 0, pid= 92
R6(config-if)#
*Mar 1 10:33:19.729: %PIM-5-NBRCHG: neighbor 10.0.0.25 UP on interface FastEthernet0/0
*Mar 1 10:33:20.709: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 10.0.0.26 on interface FastEthernet0/0
R6(config-if)#int f1/0
R6(config-if)#ip pim sparse-mode
R6(config-if)#
*Mar 1 10:33:33.881: %PIM-5-NBRCHG: neighbor 172.10.0.1 UP on interface FastEthernet1/0
*Mar 1 10:33:33.889: %PIM-5-NBRCHG: neighbor 172.10.1.1 UP on interface FastEthernet1/0
R6(config-if)#
*Mar 1 10:33:35.661: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 172.10.2.1 on interface FastEthernet1/0
R6(config-if)#int lo 0
R6(config-if)#ip pim sparse-mode
R6(config-if)#
*Mar 1 10:33:49.609: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 6.6.6.6 on interface Loopback0
R6(config-if)#

```

Figura 24*Activaciones de protocolo PIM en interfaces R7.*

```

R7(config)#do show ip int brief | exclude unable
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0          unassigned      YES NVRAM   administratively down  down
FastEthernet0/1          10.0.0.30       YES NVRAM   up          up
FastEthernet1/0          10.0.0.10       YES NVRAM   up          up
FastEthernet2/0          10.0.0.22       YES NVRAM   up          up
Loopback0                7.7.7.7         YES NVRAM   up          up
R7(config)#int f0/1
R7(config-if)#ip pim sparse-mode
R7(config-if)#
*Mar 1 10:35:31.001: %PIM-5-NBRCHG: neighbor 10.0.0.29 UP on interface FastEthernet0/1
*Mar 1 10:35:31.997: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 10.0.0.30 on interface FastEthernet0/1
R7(config-if)#int f1/0
R7(config-if)#ip pim sparse-mode
R7(config-if)#
*Mar 1 10:35:46.697: %PIM-5-NBRCHG: neighbor 10.0.0.9 UP on interface FastEthernet1/0
R7(config-if)#
*Mar 1 10:35:47.949: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 10.0.0.10 on interface FastEthernet1/0
R7(config-if)#int f2/0
R7(config-if)#ip pim sparse-mode
R7(config-if)#
*Mar 1 10:36:02.813: %PIM-5-NBRCHG: neighbor 10.0.0.21 UP on interface FastEthernet2/0
R7(config-if)#
*Mar 1 10:36:03.897: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 10.0.0.22 on interface FastEthernet2/0
R7(config-if)#int lo 0
R7(config-if)#ip pim sparse-mode
R7(config-if)#
*Mar 1 10:36:18.849: %PIM-5-DRCHG: DR change from neighbor 0.0.0.0 to 7.7.7.7 on interface Loopback0
R7(config-if)#

```

Ya con todas las configuraciones realizadas vamos a ir a los router de nuestros host receptores R2 y R6 para observar la tabla de enrutamiento multicast con el comando *show ip mroute* también incluiremos al RP para observar las listas de interfaces de salida OIL y entrantes IIF. Ver Figuras 25, 26 y 27 respectivamente.

Figura 25*show ip mroute en R2.*

```

R2#show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, 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 - Candidate for MSDP Advertisement,
       U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
       Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
       Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(*, 224.0.1.40), 00:22:33/00:02:24, RP 3.3.3.3, flags: SJPCL
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.0.1
  Outgoing interface list: Null

```

Figura 26

show ip mroute en R3.

```
R3#show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, 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 - Candidate for MSDP Advertisement,
       U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
       Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
       Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(*, 224.0.1.40), 00:21:16/00:03:22, RP 3.3.3.3, flags: SJCL
  Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list:
    FastEthernet2/0, Forward/Sparse, 00:11:34/00:03:12
    FastEthernet1/0, Forward/Sparse, 00:16:23/00:03:22
    FastEthernet0/0, Forward/Sparse, 00:21:16/00:02:35
```

Figura 27

show ip mroute en R6.

```
R6#show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, 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 - Candidate for MSDP Advertisement,
       U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
       Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
       Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(*, 224.0.1.40), 00:10:46/00:02:55, RP 3.3.3.3, flags: SJPC
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.0.25
  Outgoing interface list: Null
```

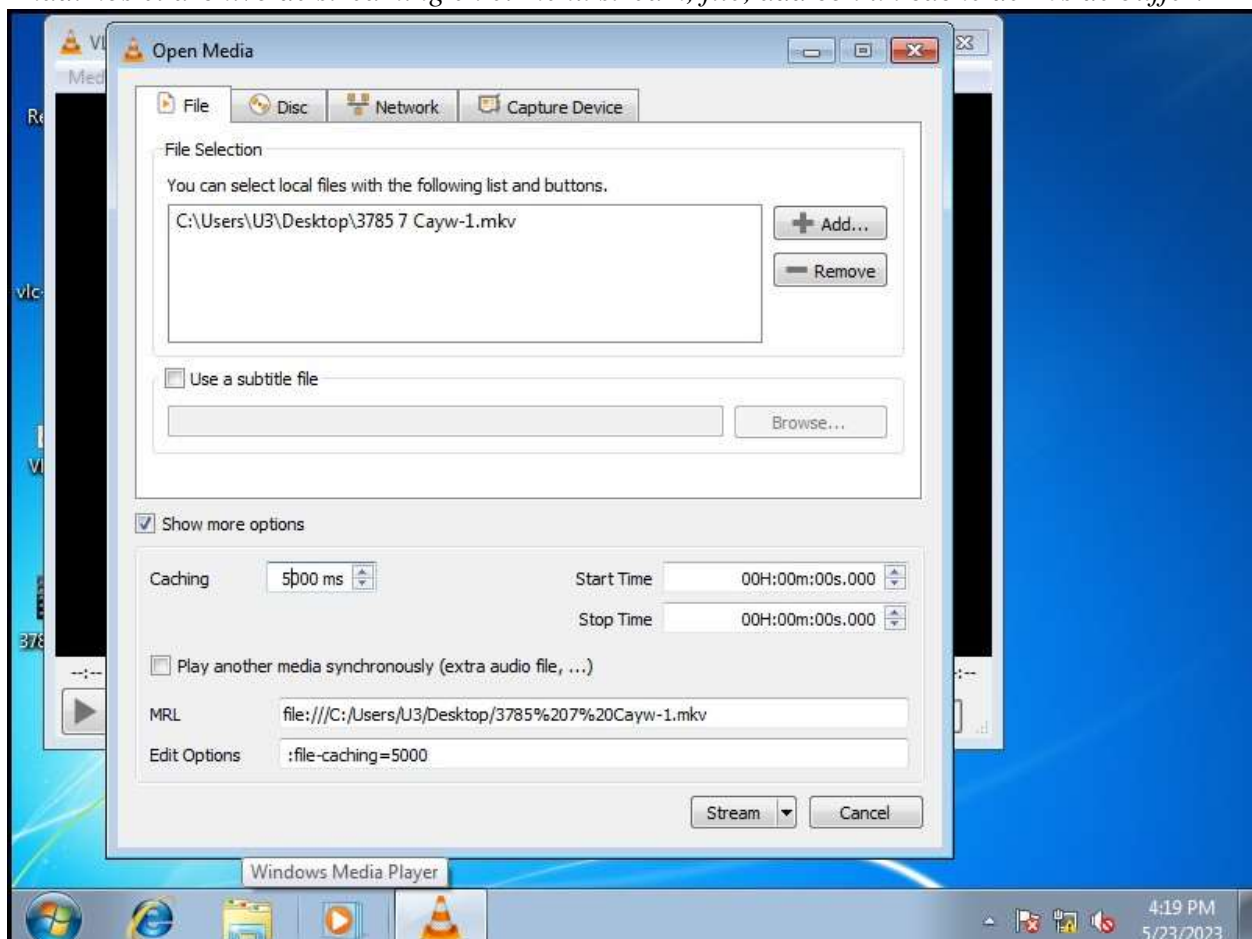
Se observa claramente en las Figuras anteriores mediante el comando *show ip mroute* que interfaces son de salida así como que interfaces son entrantes en los routers de los host y RP. Algo adicional que observamos es la nomenclatura de la que hablamos anteriormente que son un grupo especial (*,224.0.1.40) Otra característica es que los routers de los host están marcados con la flag P de pruned refiriéndose a que esta “recortado” a que host enviarles el multicast.

Configuración de servidor y cliente de video VLC sobre Win7

Lo primero será que ingresemos a la máquina virtual que hace de servidor multicast o source Y configuraremos la aplicación VLC para realizar el envío de datos multimedia o streaming de datos. Ver Figura 28. Este ventana se abre en el menú Media/Stream o Ctrl+S.

Figura 28

Añadimos el archivo de streaming en el menú stream, file, add con un cache de 10s de buffer.

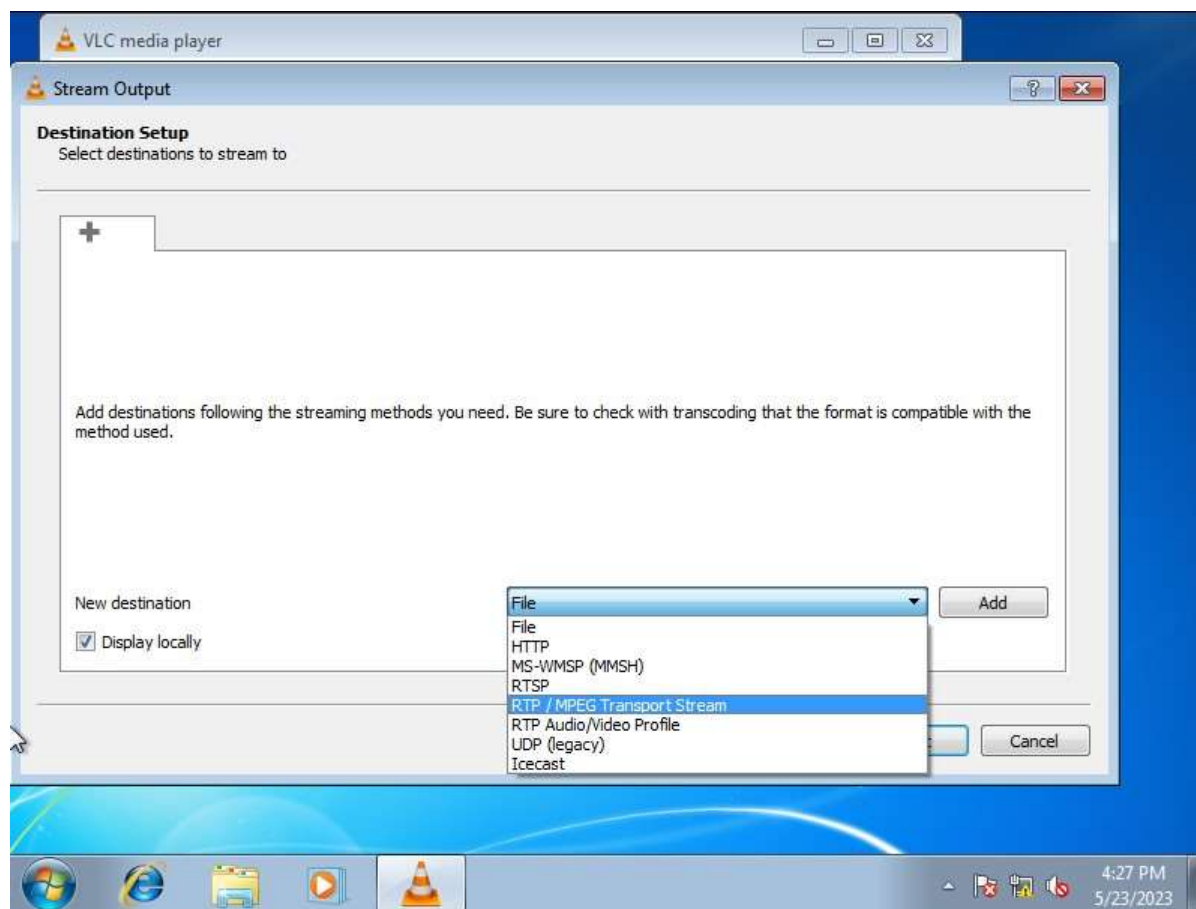


En esta configuración agregamos 5 segundos de caching para el buffer y añadimos un archivo de video .mkv que ya está codificado en un formato amigable con el streaming y así reducir un poco más el trabajo de las máquinas virtuales ya que en formatos pesados de alta calidad la simulación fue fallida.

Lo siguiente es escoger el protocolo de transmisión de los datos de streaming , escogimos RTP por ser casi un estándar y que no transmite temas adicionales de control y servicio como lo es el RSTP por ejemplo (Oza, s.f.); también agregamos la casilla que nos permitirá observar la transmisión desde el servidor de streaming. ver Figura 29.

Figura 29

Selección de protocolo de streaming RTP como protocolo de transporte con visualización local.



En la Figuras 30; lo primero es darle en añadir el método de streaming lo cual nos abrirá una nueva ventana donde la opción escogida RTP pedirá un grupo valido de transmisión en forma de dirección ip (234.3.3.3) además de un puerto adecuado para el streaming (码齡9年,

s.f.) que por estándar es el 5004 (speedguide, s.f.), además de un nombre para nuestra transmisión.

En la Figura 31 observamos que no marcamos la casilla de transcoding debido a que nuestro archivo .mkv ya está codificado en H.264 y no requerimos de ella.

Figura 30

Configuración de la transmisión RTP dirección 234.3.3.3 puerto 5004.

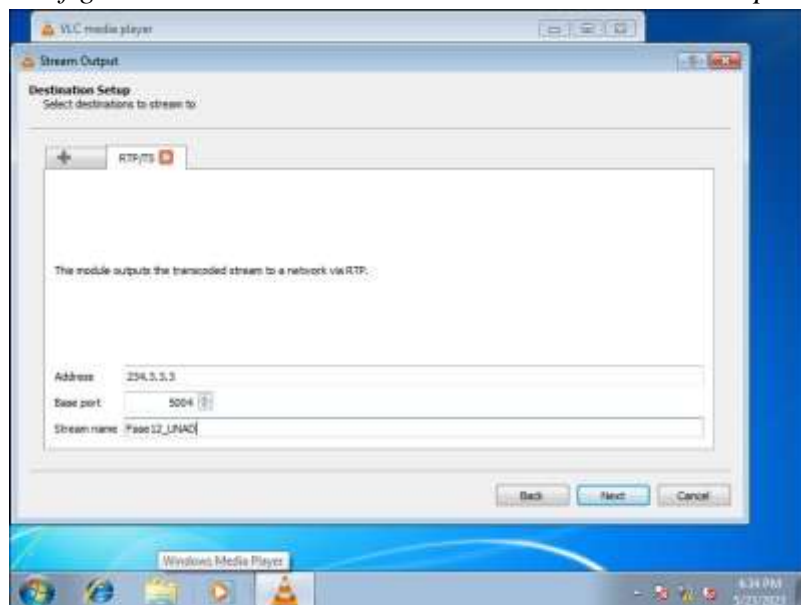


Figura 31

Codificación a otro códec de transmisión.

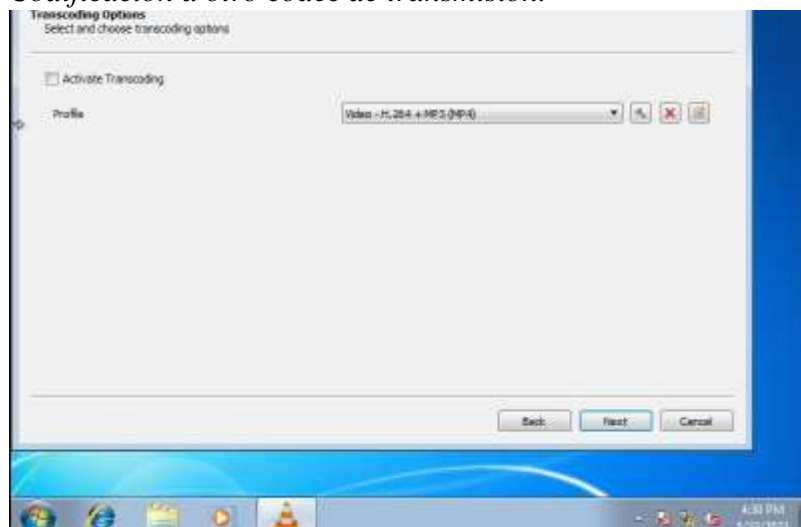
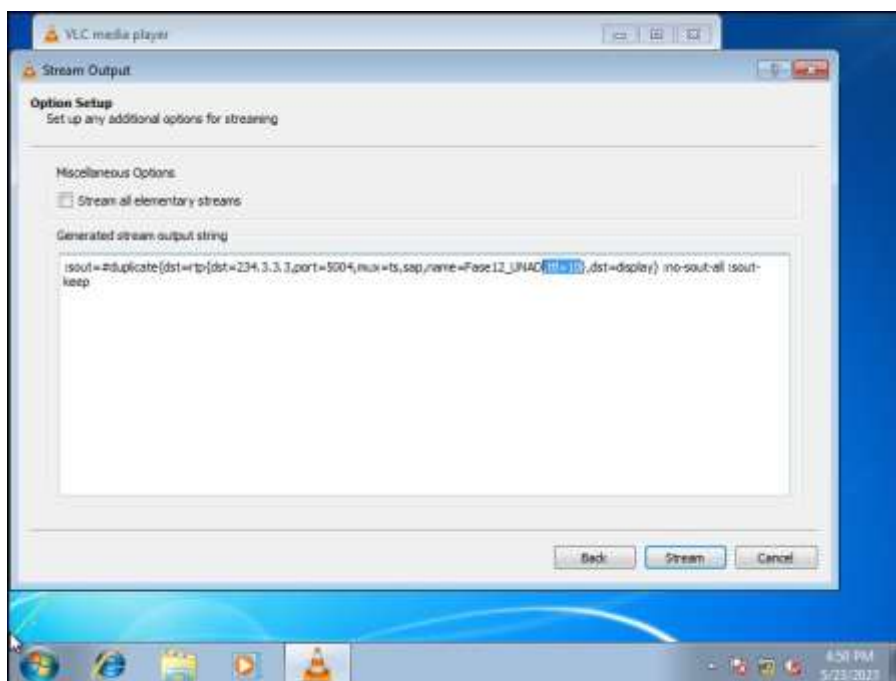


Figura 32

Configuramos $ttl=10$ para poder transmitir más allá de un salto en la red.



En la Figura 32 podemos observar la siguiente ventana que se abre al darle en siguiente (Figura 31), en esta toca realizar una modificación adicional y es agregar $ttl=10$ que hace referencia a Time to Live o tiempo de vida lo cual se refiere a el número de saltos entre nodos de la red, si lo dejamos sin esta configuración la transmisión no pasara del primer router. (Colomés, 2017)

Lo siguiente será darle en stream para empezar a transmitir. En los host vamos a abrir en el menú Media/Open Network Stream la configuración de nuestra recepción, además de agregar la configuración para poder acceder a la transmisión del streaming ya realizada con anterioridad. Ver Figura 30 y 33.

En la Figura 34 podremos observar el servidor de streaming (Bogotá) y los dos host (Medellín y Cali) funcionando de forma simultánea con un leve delay.

Pruebas funcionales mediante el comando show y mediante la transmisión de video desde el cliente a un único servidor.

Figura 33

Configuración recepción de streaming en hosts.

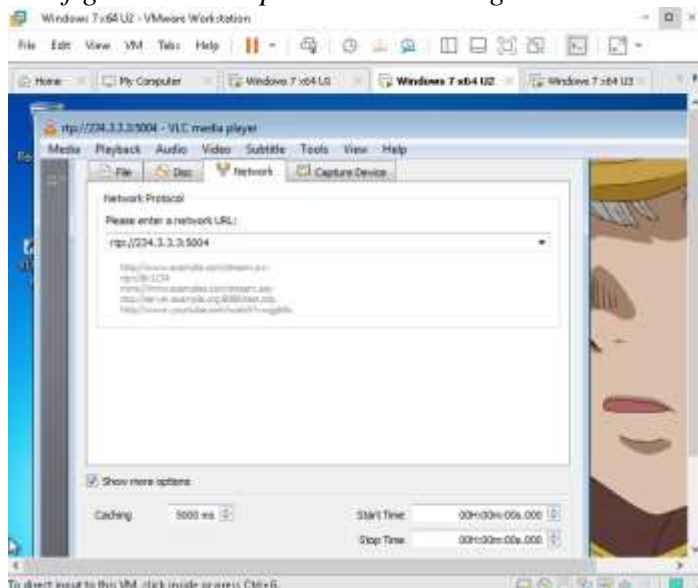


Figura 34

Streaming servidor y host's.



Ahora verificaremos mediante el comando *show ip mroute* algunos cambios en la información, para ello esta verificación se hará en los routers R2, R3, R4 y R6 siendo el router 3 nuestro RP y los routers R2, R4 y R6 los adyacentes a nuestro servidor y host. Ver Figuras 35 a 38.

Figura 35

Show ip mroute R2.

```

R2#show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
T - SPT-bit set, J - Join SPT, N - NSDP created entry,
X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
Z - Multicast Tunnel, I - NOT-data-group sender,
Y - Joined NOT-data group, y - Sending to NOT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(*, 224.0.0.100, 00:01:37/00:01:22, RP 3.3.3.3, flags: SF
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.0.1
  Outgoing interface list: Null

(*, 224.0.0.1, 00:26:12/stopped, RP 3.3.3.3, flags: SF
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.0.1
  Outgoing interface list: Null

(172.18.0.100, 224.0.0.1, 00:01:55/00:01:04, flags: P
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.0.1
  Outgoing interface list: Null

(*, 224.0.0.140, 01:27:56/00:02:04, RP 3.3.3.3, flags: SACL
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.0.1
  Outgoing interface list:
  Loopback0, Forward/Sparse, 01:27:56/00:02:04

```

Figura 36

Show ip mroute R3.

```

R3#show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
T - SPT-bit set, J - Join SPT, N - NSDP created entry,
X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
Z - Multicast Tunnel, I - NOT-data-group sender,
Y - Joined NOT-data group, y - Sending to NOT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(*, 224.0.0.1, 00:41:07/00:02:44, RP 3.3.3.3, flags: S
  Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list:
  FastEthernet1/0, Forward/Sparse, 00:41:07/00:02:44

(172.18.0.100, 224.0.0.1, 00:41:07/00:03:26, flags: T
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.0.14
  Outgoing interface list:
  FastEthernet1/0, Forward/Sparse, 00:41:07/00:02:44

(*, 224.0.0.140, 01:42:46/00:02:59, RP 3.3.3.3, flags: SACL
  Incoming interface: Null, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list:
  FastEthernet0/0, Forward/Sparse, 00:13:32/00:02:45
  FastEthernet1/0, Forward/Sparse, 01:41:58/00:03:13
  FastEthernet2/0, Forward/Sparse, 01:41:59/00:02:55
  Loopback0, Forward/Sparse, 01:42:46/00:02:59

```

Figura 37*Show ip mroute R4.*

```

R4#
R4#show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, 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 - Candidate for MSDP Advertisement,
       U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
       Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
       Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(*, 224.2.127.254), 00:59:21/stopped, RP 3.3.3.3, flags: SP
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.0.13
  Outgoing interface list: Null

(172.10.0.100, 224.2.127.254), 00:59:21/00:02:50, flags: PT
  Incoming interface: FastEthernet1/0, RPF nbr 0.0.0.0
  Outgoing interface list: Null

(*, 234.3.3.3), 00:59:21/stopped, RP 3.3.3.3, flags: SP
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.0.13
  Outgoing interface list: Null

(172.10.0.100, 234.3.3.3), 00:40:25/00:03:29, flags: T
  Incoming interface: FastEthernet1/0, RPF nbr 172.10.2.1*
  Outgoing interface list:
    FastEthernet0/0, Forward/Sparse, 00:40:11/00:02:44

(*, 224.0.1.40), 01:42:07/00:01:59, RP 3.3.3.3, flags: SJCL
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.0.13
  Outgoing interface list:
    Loopback0, Forward/Sparse, 01:42:10/00:01:57

```

Figura 38*Show ip mroute R6.*

```

R6#show ip mroute
IP Multicast Routing Table
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, 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 - Candidate for MSDP Advertisement,
       U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
       Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
       Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner
Timers: Uptime/Expires
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(*, 224.2.127.254), 00:00:33/00:02:26, RP 3.3.3.3, flags: SP
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.0.25
  Outgoing interface list: Null

(*, 234.3.3.3), 00:31:17/stopped, RP 3.3.3.3, flags: SJC
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.0.25
  Outgoing interface list:
    FastEthernet1/0, Forward/Sparse, 00:31:03/00:02:05

(172.10.0.100, 234.3.3.3), 00:31:05/00:02:51, flags: JT
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.0.25
  Outgoing interface list:
    FastEthernet1/0, Forward/Sparse, 00:31:05/00:02:03, A

(*, 224.0.1.40), 01:33:01/00:02:58, RP 3.3.3.3, flags: SJCL
  Incoming interface: FastEthernet0/0, RPF nbr 10.0.0.25
  Outgoing interface list:
    Loopback0, Forward/Sparse, 01:33:01/00:02:58

```

Como vemos en las Figuras anteriores observamos que los grupos de información aumentaron mostrando ahora por nomenclatura a los (S,G) y (*,G), ósea a la fuente y su grupo, es por ello que sabemos que la fuente está ubicada en 172.10.0.100 y el grupo de streaming es el 234.3.3.3 además de que el rendezvous point RP es el 3.3.3.3.

Ahora mediante el comando *show ip igmp groups* en el router de uno de los host veremos cómo cambia la información mostrada cuando está recibiendo la transmisión y cuando deja de hacerlo. Ver Figuras 39 y 40.

Figura 39

Recibiendo y dejando de recibir transmisión R2 show ip igmp groups.

```
R2#show ip igmp groups
IGMP Connected Group Membership
Group Address      Interface          Uptime    Expires    Last Reporter    Group Accounted
234.3.3.3         FastEthernet1/0   00:01:49  00:02:21  172.10.1.100
224.0.1.40        Loopback0         00:41:42  00:02:20  2.2.2.2
R2#
*Mar  1 00:42:18.867: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 4.4.4.4:0 (2) is DOWN (Session KeepAlive Timer expired)
R2#
*Mar  1 00:42:40.195: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 4.4.4.4:0 (2) is UP
R2#show ip igmp groups
IGMP Connected Group Membership
Group Address      Interface          Uptime    Expires    Last Reporter    Group Accounted
224.0.1.40        Loopback0         00:43:16  00:02:46  2.2.2.2
R2#
```

Figura 40

Recibiendo y dejando de recibir transmisión R6 show ip igmp groups.

```
R6#show ip igmp groups
IGMP Connected Group Membership
Group Address      Interface          Uptime    Expires    Last Reporter    Group Accounted
234.3.3.3         FastEthernet1/0   00:01:38  00:02:31  172.10.1.100
224.0.1.40        Loopback0         00:41:31  00:02:32  6.6.6.6
R6#show ip igmp groups
IGMP Connected Group Membership
Group Address      Interface          Uptime    Expires    Last Reporter    Group Accounted
224.0.1.40        Loopback0         00:43:20  00:02:42  6.6.6.6
R6#
```

Figura 41*Mensaje membership y Leave R6, grupo 234.3.3.3.*

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
5817	28.615584	172.10.2.1	224.0.0.13	PIMv2	60	Assert
5999	29.498282	172.10.2.1	224.0.0.2	LDP	76	Hello Message
6004	29.513570	172.10.2.1	224.0.0.13	PIMv2	60	Assert
6079	29.958049	172.10.2.1	224.0.0.5	OSPF	90	Hello Packet
6179	30.417835	172.10.2.1	224.0.0.13	PIMv2	60	Assert
6318	31.326222	172.10.2.1	224.0.0.13	PIMv2	60	Assert
6409	32.227982	172.10.2.1	224.0.0.13	PIMv2	60	Assert
6437	32.503773	172.10.2.1	224.0.0.13	PIMv2	60	Assert
5455	26.657860	172.10.2.100	234.3.3.3	IGMPv2	46	Membership Report group 234.3.3.3
6175	30.407112	172.10.2.100	224.0.0.2	IGMPv2	46	Leave Group 234.3.3.3
452	2.219808	3.3.3.3	224.0.0.2	PIMv1	60	RP-Reachable

Ese mensaje de haber dejado el grupo e ingresar en él, lo podemos ver también capturando paquetes en protocolo IGMPv2 como leave o membership como se muestra en las imagen41.

Conclusiones

La configuración del servicio IPTV de forma simulada tuvo varios pasos importantes y de constante verificación ya que por ser una simulación se prestó para errores incluso con las configuraciones correctas y el equipo de cómputo usado para la simulación permitía realizarlas; hubo problemas a la hora de la captura de datos, un delay o la no transmisión de datos con las configuraciones adecuadas pero que se solucionaron reiniciando, lo cual se traduciría en un vaciado de los datos precargados o temporales. La verificación de la comunicación entre los host estaba inicialmente bloqueada por el firewall de cada máquina virtual, el ttl configurado así como el tiempo de caching de los datos afectaba enormemente la simulación así como el tipo y tamaño del archivo fuente en el servidor de streaming, fue por ello que se cambió por un archivo .mkv h.263 y se evitó la transcodificación.

La configuración del multicast IPTV para redes privadas es una solución adecuada si se requiere confidencialidad y un aumento en la seguridad de los datos ya que no requiere servicios de terceros pero aun así integrando lugares distantes.

La mayoría de los servicios de televisión están funcionando a través de redes IP lo cual hace parte de la integración en la redes de nueva generación y es uno de los servicios más generalizados dentro de la sociedad, prevemos que en el futuro la cobertura, como mejora en las capacidades de las redes, permitirá que prácticamente todos podamos transmitir datos y/o televisión a través de nuestros dispositivos solo con algunos clics.

Referencias Bibliográficas

- Alarcón, A. V. (2008). *Introducción a Redes MPLS*. Cordoba: El cid editor. Obtenido de <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/34951?page=1>
- cisco. (4 de agosto de 2017). *cisco.com*. Obtenido de IP Multicast: PIM Configuration Guide: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/ipmulti_pim/configuration/xr-16/imc-pim-xr-16-book/imc-tech-oview.html#GUID-A57E5B23-6206-4FA1-9B36-5180B4230119
- Colomé, P. (17 de febrero de 2017). *youtube*. Obtenido de Fundamentos de Multicast + Ejemplo de IPTV en GNS3: https://www.youtube.com/watch?v=3hco1ebiqo8&ab_channel=PauloColom%C3%A9s
- Oza, K. (s.f.). *stackoverflow*. Obtenido de <https://stackoverflow.com/questions/4303439/what-is-the-difference-between-rtp-or-rtsp-in-a-streaming-server>
- speedguide. (s.f.). *speedguide.net*. Obtenido de Port 5004 Details: <https://www.speedguide.net/port.php?port=5004>
- 码龄9年. (s.f.). *CSDN*. Obtenido de Key Points of TCP/IP Illustrated - V1 - Chapter 2 - The Internet Address Architecture: <https://blog.csdn.net/heisejiuhuche/article/details/115559414>