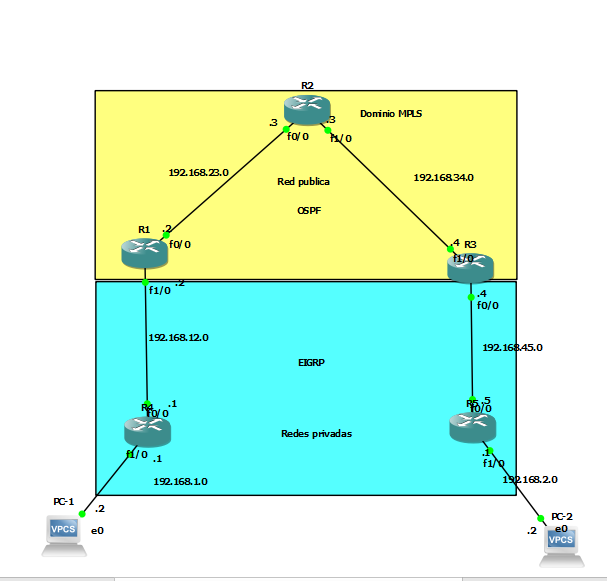
Diagrama de topología



Paso 1: Configurar direccionamiento

Configure las interfaces loopback con las direcciones que se muestran en el diagrama. También configure las interfaces seriales mostradas en el diagrama. Establezca la frecuencia de reloj en las interfaces apropiadas y emita el comando no shutdown en todas las interfaces físicas. Verifique que tenga conectividad en la subred local mediante el comando ping dentro del dominio del proveedor de servicios. Espere a configurar la interfaz en SPI frente a HQ y la interfaz en SP3 frente a BRANCH. Estos serán configurados más tarde.

SPI (config-if) # interface loopback O

SPI (config-if) #ip address 2.2.2.2 255.255.255.0

SPI (config-if) #interface fastEthernet 0/0

SPI (config-if) #ip address 192.168.23.2 255.255.255.0

SPI (config-if) #no shutdown

SPI (config-if) #interface fastethernet 1/0

SPI (config-if) #ip address 192.168.12.2 255.255.255.0

SPI (config-if) #no shutdown

SP2 (config-if) # interface loopback O

SP2 (config-if) # ip address 3.3.3.3 255.255.255 .255

SP2 (config-if) # interface fastethernet 0/0

SP2 (config-if) # ip address 192.168.23.3 255.255.255.0

SP2 (config-if) # no shutdown

SP2 (config-if) # interface fastethernet 1/0

SP2 (config-if) # ip address 192.168.34.3 255.255.255.0

SP2 (config-if) # no shutdown

SP3 (config-if) # interface loopback 0

SP3 (config-if) # ip address 4.4.4.4 255.255.255.0

SP3 (config-if) # interface FastEthernet0/0

SP3 (config-if) # ip address 192.168.45.4 255.255.255.0

SP3 (config-if) # no shutdown

SP3 (config-if) # interface FastEthernet1/0

SP3 (config-if) # ip address 192.168.34.4 255.255.255.0

SP3 (config-if) # no shutdown

Configurar sitios de clientes HQ y BRANCH.

HQ (config) # interface loopback 0

HQ (config-if) # ip address 1.1.1.1 255.255.255.0

HQ (config- if) # interface fastethernet 0/0

HO (config-if) # ip address 192.168.12.1 255.255.255.0

HQ (config-if) # no shutdown

BRANCH (config) # interface loopback O

BRANCH (config-if) # ip address 5.5.5.5 255.255.255. 0

BRANCH (config-if) # interface serial 0/0/0

BRANCH (config-if) # ip address 192.168.45.5 255.255.255.0

BRANCH (config-if) # no shutdown

Paso 2: Configurar enrutamiento en el dominio del proveedor de servicios

La red de su proveedor de servicios utiliza OSPF como protocolo de enrutamiento, distribución Interfaces, distribución de loopback, redes y tráfico interno. Configure OSPF para el modelo de dominio del proveedor de servicios. Agregue todas las interfaces direccionadas dentro de la red principal 10.0.0.0 en el Área 0 del proceso OSPF. Solo deberá configurar OSPF de esta manera en los enrutadores del proveedor de servicios, es decir, SPI, SP2 y SP3.

SPI (config) # router ospf 1

SPI (conf ig- router) # network 2.2.2.0 0.0.0.255 area 0

SPI (conf ig- router) # network 192.168.12.0 0.0.0.255 area 0

SPI (conf ig- router) # network 192.168.23.0 0.0.0.255 area 0

SP2 (config) # router ospf 1

SP2 (conf ig- router) # network 3.3.3.0 0.0.0.255 area 0

SP2 (conf ig- router) # network 192.168.23.0 0.0.0.255 area 0

SP2 (conf ig- router) # network 192.168.34.0 0.0.0.255 area 0

SP3 (config) # router ospf 1

SP3 (conf ig- router) # network 4.4.4.0 0.0.0.255 area 0

SP3 (conf ig- router) # network 192.168.34.0 0.0.0.255 area 0

Verifique que aparezcan todas sus adyacencias OSPF. Las adyacencias OSPF deben formarse entre SPI y SP2 y entre SP2 y SP3. Si las adyacencias no se forman, resuelva el problema comprobando la configuración de su interfaz, la configuración de OSPF y la conectividad física.

Paso 3: Configurar MPLS en el dominio SP

En todos los enrutadores del proveedor de servicios, obligue a MPLS a usar la interfaz Loopback 0 como la ID del enrutador para las adyacencias del Protocolo de distribución de etiquetas (LDP). Cada enrutador elegiría automáticamente la interfaz de loopback, pero es recomendable forzar la ID para que el valor sea persistente a través de los cambios de topología y las recargas. Para forzar la selección de LDP de la interfaz de loopback como la ID del enrutador use el comando Idp router-id interfaz en el modo de configuración global . Además, habilite MPLS en todas las interfaces físicas en el dominio MPLS con el comando mpls ip.

SPI (config) # mpls Idp router-id loopback0 force

SPI (config) # interface FastEthernet0/0

SPI (config-if) # mpls ip

SP2 (config) # rrpls Idp router-id loopback0 force

SP2 (config) # interface FastEthernet0/0

SP2 (config-if) # mpls ip

SP2 (config-if) # interface f 1/0

SP2 (config-if) # mpls ip

SP3 (config) # rrpls Idp router-id loopback0 force

SP3 (config) # interface FastEthernet1/0

SP3 (config-if) # mpls ip

Debería ver los mensajes de la consola que le notifican que los enrutadores habilitados para MPLS se han hecho adyacentes entre sí a través de LDP. Verifique que estas adyacencias se hayan formado con el comando show mpls Idp neighbor

SPI# show mpls 1 dp neighbor

Peer LDP Ident: 3.3.3.3:0; Local LDP Ident 2.2.2.2:0

TCP connection: 3.3.3.3.30601 - 2.2.2.2.646

State: Oper; Msgs sent/rcvd: 29/29; Downstream

Up time: 00:18:24

LDP discovery sources:

FastEthernet0/0, Src IP addr: 192.168.23.3

Addresses bound to peer LDP Ident:

192.168.23.3 3.3.3.3 192.168.34.3

SP2# show mpls Idp neighbor

Peer LDP Ident: 2.2.2.2:0; Local LDP Ident 3.3.3.3:0

TCP connection: 2.2.2.2.646 - 3.3.3.3.30601

State: Oper; Msgs sent/rcvd: 30/30; Downstream

Up time: 00:19:36

LDP discovery sources:

FastEthernet0/0, Src IP addr: 192.168.23.2

Addresses bound to peer LDP Ident:

192.168.23.2 2.2.2.2

Peer LDP Ident: 4.4.4.4:0; Local LDP Ident 3.3.3.3:0

TCP connection: 4.4.4.4.33773 - 3.3.3.3.646

State: Oper; Msgs sent/rcvd: 30/29; Downstream

Up time: 00:19:27

LDP discovery sources:

FastEthernet1/0, Src IP addr: 192.168.34.4

Addresses bound to peer LDP Ident:

192.168.34.4 4.4.4.4

SP3#show mpls ldp neighbor

Peer LDP Ident: 3.3.3.3:0; Local LDP Ident 4.4.4.4:0

TCP connection: 3.3.3.3.646 - 4.4.4.4.33773

State: Oper; Msgs sent/rcvd: 38/39; Downstream

Up time: 00:27:03

LDP discovery sources:

FastEthernet1/0, Src IP addr: 192.168.34.3

Addresses bound to peer LDP Ident:

192.168.23.3 3.3.3.3 192.168.34.3

Paso 4: Configurar un VRF

Una VPN MPLS es una VPN de Capa 3 que permite el enrutamiento de paquetes a través túnel MPLS. Este tipo de VPN proporciona a un cliente conexiones a múltiples sitios a través de la red de un proveedor de servicios. El proveedor de servicios no solo proporciona la conexión física, sino también la capacidad de enrutar dinámicamente entre los puntos finales de VPN. Esto es especialmente impresionante cuando se considera que es posible que los clientes no utilicen direcciones de Capa 3 únicas a nivel mundial.

El destino de la ruta también es un valor arbitrario de ocho bytes que se usa más adelante en BGP.

de 100: 1 y destino de ruta (RT) de 1: 100 usando los comandos rd ASN: nn y enrutamiento de destino {import I export I both} nn: nn. En este caso, debe usar ambas palabras clave porque desea que PES importe y exporte desde ese VRF.

SPI (config) # ip vrf CUSTOMER

SPI (config-vrf)# rd 100: 1

SPI (config-vrf)# route-target both 1: 100

SP3 (config) # ip vrf CUSTOMER

SP3 (config-vrf)# rd 100: 1

SP3 (config-vrf)# route- target both 1: 100

Después de crear los VRF, agregue interfaces al VRF mediante el comando ip vrf forwarding name a nivel de interfaz, donde nombre es el nombre de instancia de VRF. Utilice este comando en las interfaces de SPI y SP3 (los enrutadores PE) que enfrentan los enrutadores CE. Agregue también la dirección IP que se muestra en el diagrama a esas interfaces.

SPI (config) # interface fastethernet 0/0

SPI (config- if) # ip vrf forwarding CUSTOMER

SPI (config- if) # ip address 192.168.12.2 255.255.255.0

SPI (config-if) # no shut

SP3 (config) # interface FastEthernet0/0

SP3(config-if) # ip vrf forwarding CUSTOMER

sp3 (config-if) ip address 192.168.45.4 255.255.255.0

SP3 (config-if) # no shutdown

Ahora debería poder hacer ping entre esos enlaces PE-CE porque configuró el otro extremo de estos enlaces en el Paso 1. Sin embargo, como estos no se encuentran en la tabla de enrutamiento predeterminada, debe usar el comando ping vrf name address. Como el VRF es transparente para los enrutadores del cliente, puede utilizar un comando de ping tradicional cuando hace ping desde los enrutadores C y CE.

SPI# ping vrf CUSTOMER 192.168.12.1

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.12.1, timeout is 2 seconds:

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 20/20/20 ms

HQ#ping 192.168.12.2

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.12.2, timeout is 2 seconds:

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 20/30/56 ms

SP3# ping vrf CUSTOMER 192.168.45.5

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.45.5, timeout is 2 seconds:

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 20/20/20 ms

BRÄNCH# ping 192.168.45.4

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.45.4, timeout is 2 seconds:

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 20/53/188 ms

paso 5: configurar EIGRP AS 1

El proveedor de servicios por el que está empleado utiliza BGP AS 100. En los enrutadores del cliente, configure EIGRP AS 1 para la red principal 192.168.12.0 Desactivar el resumen automático.

HQ (config) # router eigrp 100

HQ (config- router) # no auto- summary

HQ (config-router) # network 192.168.12.0

HQ (config-router) # network 1.1.1.0

BRANCH (config) # router eigrp 100

BRANCH (config-router) # no auto- surrmary

BRANCH (config-router) # network 192.168.45.0

BRANCH (config-router) # network 5.5.5.0

SPI (config) # router eigrp 1

SP3 (config) # router eigrp 1

SPI (config-router) # address-family ipv4 vrf CUSTOMER

SPI (config-router-af)# autonomous-system 100

SPI (config-router-af)# no auto- surrmary

SPI (config-router-af)# network 192.168.12.0

SP3 (config-router) # address- family ipv4 vrf CUSTOMER

SP3 (config-router-af)# autonomous- system 100

SP3 (config-router-af)# no auto- surrmary

SP3 (config-router-af)# network 192.168.45.0

En los enrutadores PE, muestre la tabla de enrutamiento predeterminada con el comando show ip route. Observe que los enrutadores PE no poseen ninguna ruta desde la red principal 192.168.12.0 en la tabla de enrutamiento predeterminada. Muestre la tabla de enrutamiento VRF con el comando show ip route vrf name, donde nombre es el nombre de la instancia VRF.

SPI#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

2.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C 2.2.2.0 is directly connected, Loopback0

3.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

O 3.3.3.0 [110/2] via 192.168.23.3, 02:15:25, FastEthernet0/0

4.0.0.0/25 is subnetted, 1 subnets

O 4.4.4.0 [110/3] via 192.168.23.3, 02:15:25, FastEthernet0/0

C 192.168.23.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

O 192.168.34.0/24 [110/2] via 192.168.23.3, 02:15:25, FastEthernet0/0

SPI# show ip route vrf CUSTOMER

Routing Table: CUSTOMER

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

C 192.168.12.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0

1.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D 1.1.1.0 [90/156160] via 192.168.12.1, 02:18:03, FastEthernet1/0

B 192.168.45.0/24 [200/0] via 4.4.4.4, 02:16:20

5.0.0.0/25 is subnetted, 1 subnets

B 5.5.5.0 [200/156160] via 4.4.4.4, 02:16:20

Los enrutadores SPI y HQ no poseen rutas a las redes de clientes en SP3 y BRANCH y viceversa.

Paso 6: Configurar BGP

Ahora que los enrutadores PE están enrutando a los enrutadores CE a través de tablas VRF, puede configurar los enrutadores PE para intercambiar rutas a través de BGP. Primero, configure BGP entre SPI y SP3 y haga que se paren entre sus direcciones de loopback.

SPI (config) # router bgp 1

SPI (conf ig- router) # neighbor 4.4.4.4 remote-as 1

SPI (config- router) # neighbor 4.4.4.4 update-source Loopback0

SP3 (config) # router bgp 1

SP3 (conf ig- router) # neighbor 2.2.2.2 remote-as 1

SP3 (conf ig-router) # neighbor 2.2.2.2 update- source loopback0

Los RTS se traducen como comunidades BGP extendidas, por lo que debe permitir que SPI y SP3 envíen comunidades estándar y extendidas a través de MP-BGP usando el comando de comunidad vecina send-community. Las adyacencias pueden solaparse (temporalmente bajan y luego vuelven a subir) cuando activa la familia de direcciones.

SPI (config-router) # address- family vpnv4

SPI (config-router-af)# neighbor 4.4.4.4 activate

SPI (config-router-af)# neighbor 4.4.4.4 send-cormunity both

SPI (config-router-af)# exit

SP3 (config-router) # address- family vpnv4

SP3 (config-router-af)# neighbor 2.2.2.2 activate

SP3 (config-router-af)# neighbor 2.2.2.2 send- cormunity both

SP3 (config-router-af)# exit

Finalmente, necesita configurar BGP para redistribuir las rutas EIGRP de VRF en el protocolo BGP para que estas se anuncien al PE remoto. Bajo el indicador de configuración de BGP principal, ingrese otra familia de direcciones asociada solo con la tabla de enrutamiento para el cliente VRF. Redistribuya las rutas EIGRP que están asociadas con este VRF en BGP.

SPI (config-router) # address- family ipv4 vrf CUSTOMER

SPI (config-router-af)# redistribute eigrp 100

SPI (config-router-af)# exit

SPI (config-router) # exit

SP3 (config-router) # address- family ipv4 vrf CUSTOMER

SP3 (config-router-af)# redistribute eigrp 100

SP3 (config-router-af)# exit

SP3 (config-router) # exit

Ingrese la instancia de EIGRP que contiene la configuración de VRF en SPI y SP3 y configúrela para redistribuir las rutas de BGP. Dado que está redistribuyendo a EIGRP desde BGP, las métricas no son comparables. Agregue una métrica semilla con un ancho de banda de 1500 kbps, 400 microsegundos, una confiabilidad de 200/255, una carga de 10/255 y una MTU de 1500 bytes.

SPI (config) # router eigrp 1

SPI (config-router) # address- family ipv4 vrf customer

SPI (config-router-af)# redistribute bgp 1 metric 1500 4000 200 10 1500

SP3 (config) # router eigrp 1

SP3 (config-router) # address- family ipv4 vrf customer

SP3 (config-router-af)# redistribute bgp 1 metric 1500 4000 200 10 1500

Paso 7: Investigar la operación del plano de control

Recuerde que MPLS diferencia el plano de control del plano de reenvío. El plano de control, representado por la tabla de enrutamiento (el RIB) y los protocolos de enrutamiento, debe funcionar de modo que las rutas VRF alcancen el PES remoto y se instalen según sea necesario en las tablas de enrutamiento VRF. No solo los prefijos, sino también las métricas y etiquetas que lo acompañan son importantes para la reconstrucción de la ruta en el PE remoto. Afortunadamente, MP-BGP le permite enviar estas métricas en la información de alcance de la capa de red (NLRI).

A través de este paso y también del Paso 8, investigará la información de enrutamiento y reenvío asociada con la ruta a 192.168.12.0/24. 192.168.45.0

Ferifique que las rutas se hayan propagado a los enrutadores PE remotos. Ejecute el comando show ip route vrf name para ver el VRF RIB. Observe la fuente de las rutas en los enrutadores PE.

SPI# show ip route vrf CUSTOMER

Routing Table: CUSTOMER

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

C 192.168.12.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0

1.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D 1.1.1.0 [90/156160] via 192.168.12.1, 02:43:48, FastEthernet1/0

B 192.168.45.0/24 [200/0] via 4.4.4.4, 02:42:05 5.0.0.0/25 is subnetted, 1 subnets

B 5.5.5.0 [200/156160] via 4.4.4.4, 02:42:05

SP3# show ip route vrf CUSTOMER

Routing Table: CUSTOMER

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

B 192.168.12.0/24 [200/0] via 2.2.2.2, 02:47:36

1.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

B 1.1.1.0 [200/156160] via 2.2.2.2, 02:47:36

C 192.168.45.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

5.0.0.0/25 is subnetted, 1 subnets

D 5.5.5.0 [90/156160] via 192.168.45.5, 02:48:37, FastEthernet0/0

En los enrutadores CE, emita el comando show ip route para ver una tabla de enrutamiento completa.

HQ # show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

C 192.168.12.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

1.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C 1.1.1.0 is directly connected, Loopback0

D 192.168.45.0/24 [90/30720] via 192.168.12.2, 02:43:01, FastEthernet0/0

5.0.0.0/25 is subnetted, 1 subnets

D 5.5.5.0 [90/158720] via 192.168.12.2, 02:43:01, FastEthernet0/0

BRÄNCH# show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

D 192.168.12.0/24 [90/30720] via 192.168.45.4, 02:44:13, FastEthernet0/0

1.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D 1.1.1.0 [90/158720] via 192.168.45.4, 02:44:13, FastEthernet0/0

C 192.168.45.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

5.0.0.0/25 is subnetted, 1 subnets

C 5.5.5.0 is directly connected, Loopback0

En los enrutadores CE y PE, observe que las rutas que redistribuyó de BGP a EIGRP son rutas internas de EIGRP porque BGP conserva las características de la ruta de EIGRP al tiempo que anuncia la ruta a los demás PE. El PE codifica la mayor cantidad posible de información EIGRP en nuevas comunidades extendidas TLV Tuplas (tipo, longitud, valor) para preservar las características de la ruta a través de la VPN. Esto permite que el enrutador PE remoto reconstruya la ruta EIGRP con todas sus características, incluidos los componentes métricos, AS, TAG y, para rutas externas, el número AS remoto, el ID remoto, el protocolo remoto y la métrica remota. Estas son las características EIGRP de un prefijo que puede encontrar en la tabla de topología. Si la ruta anunciada por EIGRP es interna, la ruta se anuncia como una ruta interna hacia el sitio remoto si el AS de destino coincide con el AS de origen que llevan los atributos de la comunidad ampliada de BGP.

Muestra información sobre las rutas BGP de VPNv4 en SPI con el comando show bgp vpnv4 unicast all

SPI# show bgp vpnv4 unicast all

BGP table version is 9, local router ID is 2.2.2.2

Status codes: s suppressed, d damped, h history, \* valid, > best, i - internal,

r RIB-failure, S Stale

Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

Network Next Hop Metric LocPrf Weight Path

Route Distinguisher: 100:1 (default for vrf CUSTOMER)

\*> 1.1.1.0/24 192.168.12.1 156160 32768 ?

\*>i5.5.5.0/25 4.4.4.4 156160 100 0 ?

\*> 192.168.12.0 0.0.0.0 0 32768 ?

\*>i192.168.45.0 4.4.4.4 0 100 0 ?

SP3# show bgp vpnv4 unicast all

BGP table version is 9, local router ID is 4.4.4.4

Status codes: s suppressed, d damped, h history, \* valid, > best, i - internal,

r RIB-failure, S Stale

Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

Network Next Hop Metric LocPrf Weight Path

Route Distinguisher: 100:1 (default for vrf CUSTOMER)

\*>i1.1.1.0/24 2.2.2.2 156160 100 0 ?

\*> 5.5.5.0/25 192.168.45.5 156160 32768 ?

\*>i192.168.12.0 2.2.2.2 0 100 0 ?

\*> 192.168.45.0 0.0.0.0 0 32768 ?

Ver más detalles específicos sobre un prefijo particular usando el comando show bgp vpnv4 unicast all ip-address. Observe que la información de la etiqueta MPLS está incluida. Ejecuta esto en ambos PE. Recuerde que SP3 está anunciando el prefijo 192.168.45.0/24 a través de BGP, mientras que SPI está recibiendo la ruta a través de BGP NLRI.

SPI# show bgp vpnv4 unicast all 192.168.45.0/24

BGP routing table entry for 100:1:192.168.45.0/24, version 9

Paths: (1 available, best #1, table CUSTOMER)

Not advertised to any peer

Local

4.4.4.4 (metric 3) from 4.4.4.4 (4.4.4.4)

Origin incomplete, metric 0, localpref 100, valid, internal, best

Extended Community: RT:1:100 Cost:pre-bestpath:128:28160 0x8800:32768:0

0x8801:100:2560 0x8802:65280:25600 0x8803:65281:1500

mpls labels in/out nolabel/20

SP3# show bgp vpnv4 unicast all 192.168.45.5

BGP routing table entry for 100:1:192.168.45.0/24, version 9

Paths: (1 available, best #1, table CUSTOMER)

Advertised to update-groups:

1

Local

0.0.0.0 from 0.0.0.0 (4.4.4.4)

Origin incomplete, metric 0, localpref 100, weight 32768, valid, sourced, best

Extended Community: RT:1:100 Cost:pre-bestpath:128:28160 0x8800:32768:0

0x8801:100:2560 0x8802:65280:25600 0x8803:65281:1500

mpls labels in/out 20/aggregate(CUSTOMER)

Observe que hay múltiples valores en las comunidades extendidas de BGP. Recuerde que BGP envía la información de ruta en NLRI como comunidades extendidas. Estos valores son TLV que indican atributos EIGRP como el TAG, el número de AS, el ancho de banda, el retardo, la confiabilidad, la carga, la MTU y el conteo de saltos.

¿Por qué el código de origen está "incompleto"?

¿Qué tipo de atributo lleva la información de destino de ruta en MP-BGP NLRI?

Observe las etiquetas MPLS indicadas para la ruta BGP anterior. La etiqueta interna de 'nolabel' en SPI indica que SPI no está anunciando una etiqueta para el prefijo 192.168.45.0/24. El out-label de 21 es anunciado por SP3 y recibido por SPI. Esta etiqueta es significativa solo en la ruta entre SPI y SP3. Esta etiqueta ha sido asignada por BGP en SP3. Vea la lista de etiquetas MPLS que se están usando con BGP usando show bgp vpnv4 unicast todas las etiquetas.

SPI# show bgp vpnv4 unicast all labels

Network Next Hop In label/Out label

Route Distinguisher: 100:1 (CUSTOMER)

1.1.1.0/24 192.168.12.1 19/nolabel

5.5.5.0/25 4.4.4.4 nolabel/19

192.168.12.0 0.0.0.0 20/aggregate(CUSTOMER)

192.168.45.0 4.4.4.4 nolabel/20

SP3# show bgp vpnv4 unicast all labels

Network Next Hop In label/Out label

Route Distinguisher: 100:1 (CUSTOMER)

1.1.1.0/24 2.2.2.2 nolabel/19

5.5.5.0/25 192.168.45.5 19/nolabel

192.168.12.0 2.2.2.2 nolabel/20

192.168.45.0 0.0.0.0 20/aggregate(CUSTOMER

Finalmente, muestre los atributos de ruta para el mismo prefijo, 192.168.45.0/24, en la tabla de topología EIGRP en SPI con el comando show ip eigrp vrf customer topology ip-prefix / mask. Verifique esto contra el originador de la ruta EIGRP en BGP, SP3.

SPI# show ip eigrp vrf CUSTOMER topology 192.168.45.0/24

IP-EIGRP (AS 100): Topology entry for 192.168.45.0/24

State is Passive, Query origin flag is 1, 1 Successor(s), FD is 28160

Routing Descriptor Blocks:

4.4.4.4, from VPNv4 Sourced, Send flag is 0x0

Composite metric is (28160/0), Route is Internal (VPNv4 Sourced)

Vector metric:

Minimum bandwidth is 100000 Kbit

Total delay is 100 microseconds

Reliability is 255/255

Load is 1/255

Minimum MTU is 1500

Hop count is 0

SP3# show ip eigrp vrf CUSTOMER topology 192.168.45.0/24

IP-EIGRP (AS 100): Topology entry for 192.168.45.0/24

State is Passive, Query origin flag is 1, 1 Successor(s), FD is 28160

Routing Descriptor Blocks:

0.0.0.0 (FastEthernet0/0), from Connected, Send flag is 0x0

Composite metric is (28160/0), Route is Internal

Vector metric:

Minimum bandwidth is 100000 Kbit

Total delay is 100 microseconds

Reliability is 255/255

Load is 1/255

Minimum MTU is 1500

Hop count is 0

Observe que no hay absolutamente ninguna diferencia en los parámetros de ruta EIGRP entre SPI y SP3. BGP codifica y decodifica la información en los enrutadores PE sin cambios.

Recuerde que SP2, un enrutador P, no tiene conocimiento de rutas individuales en las tablas VRF en los enrutadores PE. Puedes verificar esto con los comandos show realizados anteriormente.

SP2# show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static route

o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

3.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C 3.3.3.0 is directly connected, Loopback0

4.0.0.0/25 is subnetted, 1 subnets

O 4.4.4.0 [110/2] via 192.168.34.4, 00:00:07, FastEthernet1/0

C 192.168.23.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

C 192.168.34.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0

SP2# show ip route vrf CUSTOMER

% IP routing table CUSTOMER does not exist

Haga ping entre los enrutadores CE para verificar la conectividad a través de la VPN MPLS.

 ping 192.168.45.5

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.45.5, timeout is 2 seconds:

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 88/108/152 ms

BRANCH#ping 192.168.12.1

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.12.1, timeout is 2 seconds:

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 120/132/148 msStep

8: Investigar la operación del plano de reenvío Recuerde que MPLS tiene dos tablas, la Base de información de etiquetas (LIB) y la Base de información de reenvío de etiquetas (I-FIB). Normalmente, las etiquetas asignadas a LDP se anuncian a pares de LDP. Las etiquetas asignadas a BGP se anuncian a pares de BGP. Las etiquetas asignadas a BGP serán utilizadas por pares de BGP como una etiqueta MPLS en paquetes destinados a esa red a través de la VPN. Las etiquetas asignadas a BGP solo son significativas para los enrutadores de ingreso y egreso. Los enrutadores P que no son pares BGP con los enrutadores PE no verán la etiqueta VPN para las redes conocidas por BGP.

Para atravesar la nube MPLS, los paquetes deben cambiarse de etiqueta en cada salto en función de las etiquetas anunciadas. Para garantizar que los paquetes VPN que llegan al PE de egreso tienen la etiqueta MPLS necesaria para cambiar los paquetes una vez que llegan, las etiquetas se apilan en el PE de ingreso. El paquete aún debe enviarse a lo largo de la ruta de conmutación de etiquetas.

Recuerde que el siguiente salto de la VRF RIB para las redes conocidas a través de la VPN apunta al loopback en el PE que ingreso CEF utiliza la etiqueta "inuse" para el siguiente salto BGP como la etiqueta más externa para los paquetes que viajan a través de la VPN de MPLS. Primero, sin embargo, CEF debe presionar la etiqueta VPN que se usará en el PE de egreso. Por lo tanto, CEF apila la etiqueta de manera secuencial para que la etiqueta VPN esté disponible en el PE de salida, pero la etiqueta para atravesar la ruta de cambio de etiqueta a través de los enrutadores P se empuja como la etiqueta más externa. Tómese un tiempo para estudiar y comprender Los detalles de cómo esto es posible. BGP, LDP, CEF, el I-FIB y el IGP del proveedor están involucrados en el uso de etiquetas MPLS como tecnología VPN.

Una vez que BGP aprende la etiqueta MPLS para usar como la etiqueta VPN, esta información se ingresa en la tabla de reenvío CEF en el ingreso PE. Muestre la entrada de reenvío CEF para 192.168.45.0/ 24 en SPI con el comando show ip cef vrf name ipaddress.

SPI# show ip cef vrf CUSTOMER 192.168.45.0

192.168.45.0/24, version 9, epoch 0, cached adjacency 192.168.23.3

0 packets, 0 bytes

tag information set

local tag: VPN-route-head

fast tag rewrite with Fa0/0, 192.168.23.3, tags imposed: {16 20}

via 4.4.4.4, 0 dependencies, recursive

next hop 192.168.23.3, FastEthernet0/0 via 4.4.4.0/25

valid cached adjacency

tag rewrite with Fa0/0, 192.168.23.3, tags imposed: {16 20}

CEF resuelve la búsqueda recursiva al siguiente salto BGP. Sobre la base de las etiquetas aprendidas por LDP, CEF puede o no aplicar la etiqueta de reenvío para alcanzar 4.4.4.4/24. En este caso, LDP en SP2 ha anunciado una etiqueta de reenvío a SPI. Vea las etiquetas anunciadas a SPI a través de LDP mediante el comando show mpls ip binding.

SPI# show mpls ip binding

2.2.2.0/24

in label: imp-null

out label: 17 lsr: 3.3.3.3:0

3.3.3.0/24

in label: 17

out label: imp-null lsr: 3.3.3.3:0 inuse

4.4.4.0/25

in label: 18

out label: 16 lsr: 3.3.3.3:0 inuse

192.168.23.0/24

in label: imp-null

out label: imp-null lsr: 3.3.3.3:0

192.168.34.0/24

in label: 16

out label: imp-null lsr: 3.3.3.3:0 inuse

CEF inserta primero la etiqueta de 20 en el paquete, luego presiona la etiqueta externa de 16. La tabla de reenvío de CEF decide qué ruta usar, según el RIB predeterminado. La ruta ha sido instalada en el RIB por OSPF. Por lo tanto, el PE de ingreso impone dos etiquetas en la secuencia {1 6, 20} como se muestra en la tabla de reenvío CEF anterior.

Dado que los paquetes VPN entrantes de SPI están encapsulados en tramas MPLS, SP2 actúa de acuerdo con las directivas de su I-FIB. SP2 también es el penúltimo salto en la ruta de conmutación de etiquetas de SPI a la interfaz de bucle invertido de SP3 y, por lo tanto, saca la etiqueta más externa de la trama MPLS. Muestre la LFIB con el comando show mpls forwarding-table.

SP2# show mpls forwarding-table

Local Outgoing Prefix Bytes tag Outgoing Next Hop

tag tag or VC or Tunnel Id switched interface

16 Pop tag 4.4.4.0/25 5656 Fa1/0 192.168.34.4

17 Pop tag 2.2.2.0/24 3962 Fa0/0 192.168.23.2

Observe que a la LFIB no le importa si hay una etiqueta interna o no, simplemente realiza la operación especificada en la columna etiquetada "Etiqueta saliente”

Si habilita la depuración de paquetes MPLS en SP2 utilizando paquetes mpls y luego emite un ping de una CE a otra, puede ver que los paquetes MPLS se cambian de etiqueta. Los paquetes ICMP se reenvían dentro de las tramas MPLS a través de SP2. Observe en la salida de depuración que cada solicitud de eco de ICMP recibe una respuesta que cambia de etiqueta en su ruta de retorno a través de la red MPLS. Cuando haya terminado, deshabilite la depuración.

SP2# debug mpls packets

MPLS packet debugging is on

HQ#ping 192.168.45.5

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.45.5, timeout is 2 seconds:

!!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 88/128/184

SP2#

\*Mar 1 00:32:04.807: MPLS: Fa0/0: recvd: CoS=6, TTL=255, Label(s)=16

\*Mar 1 00:32:04.807: MPLS: Fa1/0: xmit: (no label)

\*Mar 1 00:32:04.847: MPLS: Fa1/0: recvd: CoS=6, TTL=255, Label(s)=17

\*Mar 1 00:32:04.851: MPLS: Fa0/0: xmit: (no label)

\*Mar 1 00:32:05.039: MPLS: Fa0/0: recvd: CoS=6, TTL=255, Label(s)=16

\*Mar 1 00:32:05.039: MPLS: Fa1/0: xmit: (no label)

\*Mar 1 00:33:04.807: MPLS: Fa0/0: recvd: CoS=6, TTL=255, Label(s)=16

\*Mar 1 00:33:04.807: MPLS: Fa1/0: xmit: (no label)

\*Mar 1 00:33:04.827: MPLS: Fa1/0: recvd: CoS=6, TTL=255, Label(s)=17

\*Mar 1 00:33:04.827: MPLS: Fa0/0: xmit: (no label)

\*Mar 1 00:33:05.023: MPLS: Fa0/0: recvd: CoS=6, TTL=255, Label(s)=16

\*Mar 1 00:33:05.023: MPLS: Fa1/0: xmit: (no label)

SP2# undebug all

All possible debugging has been turned off

SP3# show mpls forwarding-table

Local Outgoing Prefix Bytes tag Outgoing Next Hop

tag tag or VC or Tunnel Id switched interface

16 Pop tag 3.3.3.0/24 0 Fa1/0 192.168.34.3

17 Pop tag 192.168.23.0/24 0 Fa1/0 192.168.34.3

18 17 2.2.2.0/24 0 Fa1/0 192.168.34.3

19 Untagged 5.5.5.0/25[V] 0 Fa0/0 192.168.45.5

20 Aggregate 192.168.45.0/24[V] \1560