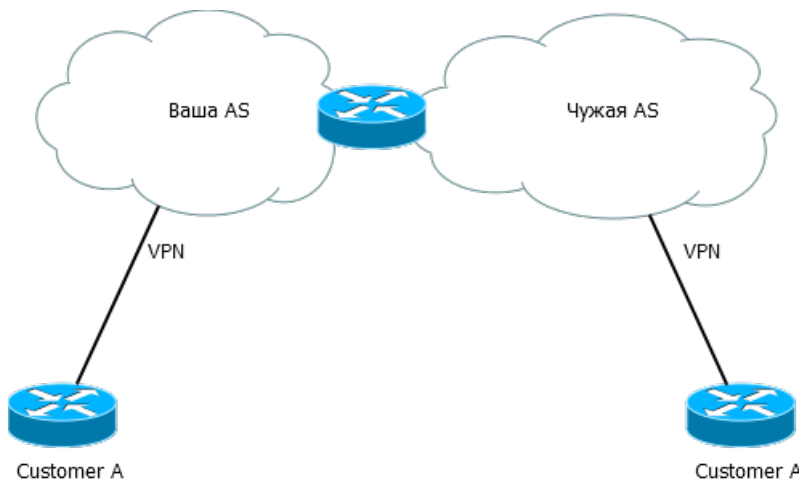


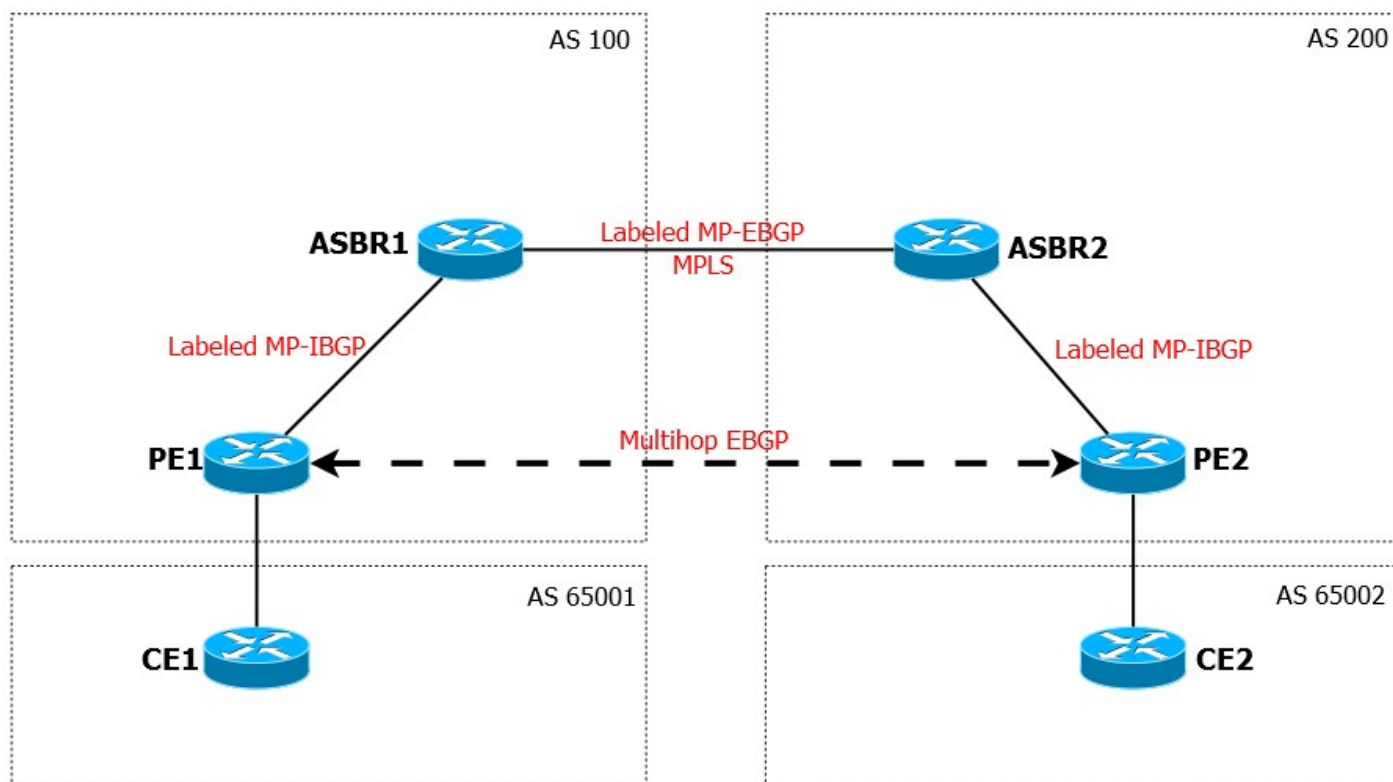
# Настройка inter-AS Option C с использованием RSVP на оборудовании Huawei

Когда вы большой провайдер и перед вами стоит задача организовать L3VPN, как правило, вы используете MPLS. Если усложнить ситуацию наличием посередине другого провайдера, то вы вынуждены обратиться к Inter-AS VPN.



Есть три варианта Inter-AS VPN:

- Option A. Самый простой вариант. Между ASBR различных AS не нужно запускать MPLS. Самый главный недостаток - ASBR являются сразу и PE, они должны быть оснащены всеми vpn-instance, причём для каждого из них выделяется свой интерфейс. По сути, друг друга каждый провайдер рассматривает, как CE. Не самое масштабируемое решение.
- Option B. Между ASBR устанавливается MP-EBGP сессия. ASBR в этом сценарии имеет дело с маршрутами всех VPN. В целом неплохо, но маршрутизатор ASBR должен быть достаточно мощным, чтобы хранить все эти тысячи маршрутов.
- Option C. Выбор прогрессивного человечества. ASBR выполняет только свои функции и передаёт маршруты. Между ASBR устанавливается обычный MP-EBGP, а также на интерфейсах активируется MPLS. Multihop-EBGP сессия устанавливается между PE.



Часто вместо PE-устройства используется Route Reflector.

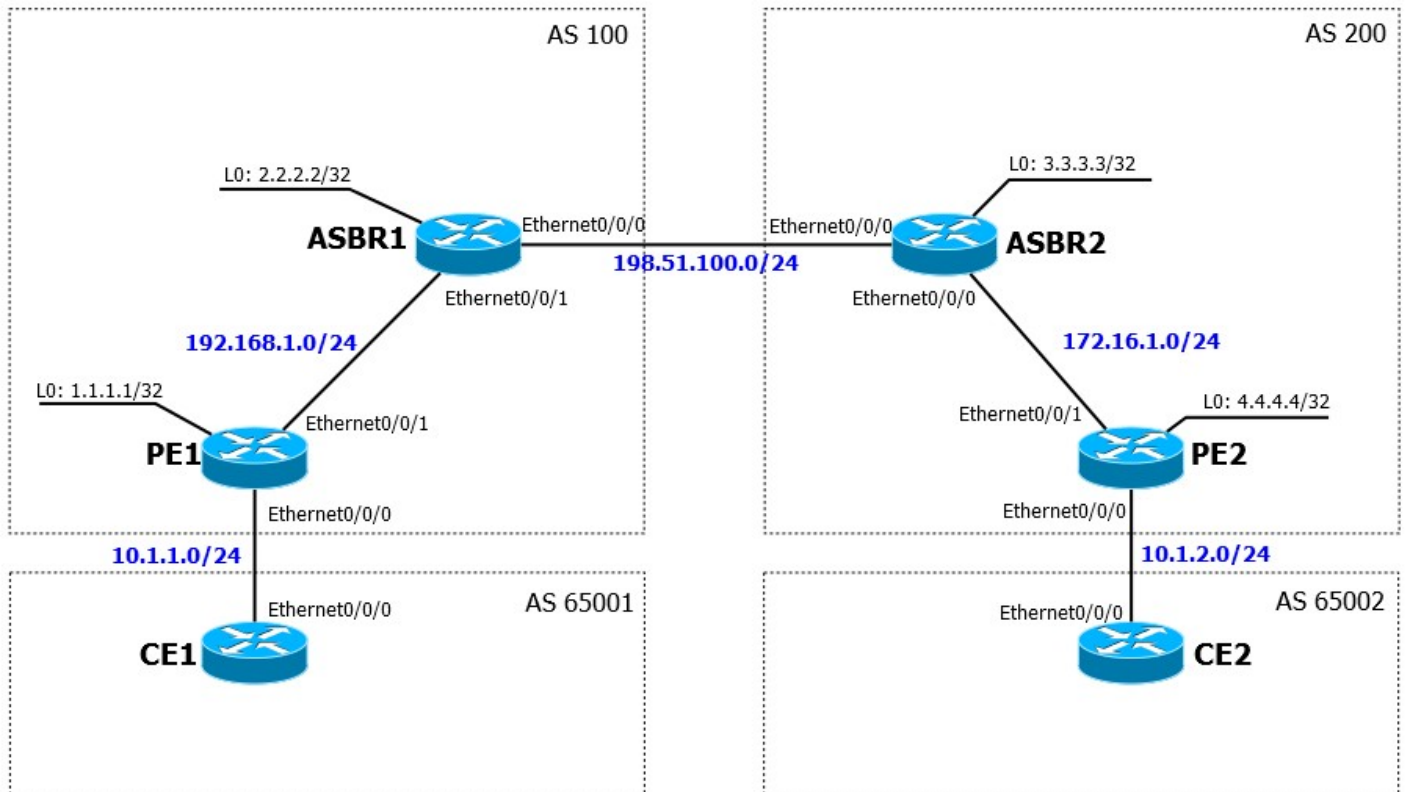
На последнем варианте мы и остановимся. Выше типичная схема работа Inter-AS Option C. ASBR просто передают маршруты из удалённой AS к PE, а PE их хранит и анонсирует IBGP-соседям. Между

AS не поднимаются никакие протоколы распространения меток - ни LDP, ни RSVP - во избежание проблем с построением ненужных LSP между провайдерами, исчерпания пространства меток и прочих возможных неожиданностей.

Между PE и ASBR, согласно документации различных вендоров, может использоваться как LDP, так и RSVP. По идее никаких ограничений нет. С LDP всё сравнительно просто. Есть доступные инструкции и логика работы довольно ясная. Но сколько я ни пытался найти документацию по настройке RSVP, я упирался в полное её отсутствие.

Моя задача была протестировать работу Option C с использованием RSVP на оборудовании Huawei. Ниже подробное howto как это сделать и какие могут быть трудности.

Возьмём следующую схему:



В качестве оборудования используется CX600-X3 и NE40E-X3

Не буду останавливаться на настройке банальных вещей, вроде IP-адресов и OSPF. Вы можете найти их в [полных конфигурациях](#) устройств. Перейдём сразу к сути.

## Настройка MPLS

На **PE1** MPLS активируется только на интерфейсе в сторону ASBR1

```
[PE1] mpls lsr-id 1.1.1.1
[PE1] mpls
[PE1-mpls] quit
[PE1] mpls ldp
[PE1] interface Gi0/0/2
[PE1-GigabitEthernet0/0/1] mpls
[PE1-GigabitEthernet0/0/1] mpls ldp
```

На **ASBR1** оба интерфейса MPLS:

```
[ASBR1] mpls lsr-id 2.2.2.2
[ASBR1] mpls
[ASBR1-mpls] quit
[ASBR1] mpls ldp
[ASBR1] interface Gi0/0/1
[ASBR1-GigabitEthernet0/0/1] mpls
[ASBR1-GigabitEthernet0/0/1] mpls ldp
```

Но на интерфейсе в сторону другой AS не нужно запускать LDP:

```
ASBR1] interface Gi0/0/2
[ASBR1-GigabitEthernet0/0/1] mpls
```

Настройка в AS200 полностью аналогична.

## Проверка распространения меток

Если вы обеспечили IP-связность, то самое время проверить построение LSP:

**[PE1]dis mpls lsp**

LSP Information: LDP LSP

| FEC        | In/Out Label | In/Out IF  | Vrf Name |
|------------|--------------|------------|----------|
| 1.1.1.1/32 | 3/NULL       | -/-        |          |
| 2.2.2.2/32 | NULL/3       | -/Eth0/0/1 |          |
| 2.2.2.2/32 | 1024/3       | -/Eth0/0/1 |          |

**[ASBR1]dis mpls lsp**

LSP Information: LDP LSP

| FEC        | In/Out Label | In/Out IF  | Vrf Name |
|------------|--------------|------------|----------|
| 1.1.1.1/32 | NULL/3       | -/Eth0/0/1 |          |
| 1.1.1.1/32 | 1025/3       | -/Eth0/0/1 |          |
| 2.2.2.2/32 | 3/NULL       | -/-        |          |

## Настройка VPN-instance

### PE1

Поскольку это PE, нужно создать VPN-instance

```
[PE1] ip vpn-instance VPN1
[PE1-vpn-instance-vpn1] ipv4-family
[PE1-vpn-instance-vpn1-af-ipv4] route-distinguisher 100:1
[PE1-vpn-instance-vpn1-af-ipv4] vpn-target 1:1 both
[PE1] interface gigabitethernet 0/0/1
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] ip binding vpn-instance VPN1
[PE1-GigabitEthernet2/0/0] ip address 10.1.1.2 24
```

То же самое на PE2

## Настройка BGP

### CE1

Со стороны CE - это типичный EBGP:

```
[CE1] bgp 65001
[CE1-bgp] peer 10.1.1.2 as-number 100
[CE1-bgp] import-route direct
```

### PE1

EBGP с CE1:

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] ipv4-family vpn-instance vpn1
[PE1-bgp-vpn1] peer 10.1.1.1 as-number 65001
```

### PE1

IBGP с внутренним соседом ASBR1:

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.2 as-number 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.2 connect-interface loopback 0
[PE1-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE1-bgp-af-vpnv4] peer 4.4.4.4 enable
```

## ASBR1

EBGP с ASBR2 и IBGP с внутренним соседом PE1:

```
[ASBR1] bgp 100
[ASBR1-bgp] peer 198.51.100.2 as-number 200
[ASBR1-bgp] peer 1.1.1.1 as-number 100
[ASBR1-bgp] peer 1.1.1.1 connect-interface loopback 0
[ASBR1-bgp] ipv4-family vpnv4
[ASBR1-bgp-af-vpnv4] peer 1.1.1.1 enable
```

Это необходимый минимум. После таких настроек у вас должно быть такое состояние соседей BGP:

### [PE1]dis bgp peer

BGP local router ID : 1.1.1.1

Local AS number : 100

Total number of peers : 1

Peers in established state : 1

| Peer    | V | AS  | MsgRcvd | MsgSent | OutQ       | Up/Down     | State | PrefRcv |
|---------|---|-----|---------|---------|------------|-------------|-------|---------|
| 2.2.2.2 | 4 | 100 | 3       | 4       | 0 00:00:05 | Established | 1     |         |

### [PE1]dis bgp vpnv4 vpn-instance vpn1 peer

BGP local router ID : 1.1.1.1

Local AS number : 100

VPN-Instance vpn1, Router ID 1.1.1.1:

Total number of peers : 2

Peers in established state : 1

| Peer     | V | AS    | MsgRcvd | MsgSent | OutQ       | Up/Down     | State | PrefRcv |
|----------|---|-------|---------|---------|------------|-------------|-------|---------|
| 2.2.2.2  | 4 | 100   | 0       | 0       | 0 00:10:20 | Idle        | 0     |         |
| 10.1.1.1 | 4 | 65001 | 12      | 11      | 0 00:09:54 | Established | 1     |         |

### [ASBR1]dis bgp peer

BGP local router ID : 198.51.100.1

Local AS number : 100

Total number of peers : 2

Peers in established state : 2

| Peer         | V | AS  | MsgRcvd | MsgSent | OutQ       | Up/Down     | State | PrefRcv |
|--------------|---|-----|---------|---------|------------|-------------|-------|---------|
| 1.1.1.1      | 4 | 100 | 7       | 9       | 0 00:05:47 | Established | 0     |         |
| 198.51.100.2 | 4 | 200 | 18      | 17      | 0 00:15:15 | Established | 1     |         |

При этом изменений в LSP быть пока не должно.

## Передача VPN-маршрутов

Теперь обратимся к передаче маршрутов VPN между AS. Они должны быть промаркированы.

### PE1.

Разрешаем передачу маркированных маршрутов

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 2.2.2.2 label-route-capability
```

## ASBR1

Настроим политики по применению MPLS-меток.

Безусловное применение метки на любой маршрут:

```
[ASBR1] route-policy POLICY1 permit node 1
[ASBR1-route-policy] apply mpls-label
```

Применение дополнительной метки на любой маршрут, который уже пришёл с меткой

```
[ASBR1] route-policy POLICY2 permit node 1
[ASBR1-route-policy] if-match mpls-label
[ASBR1-route-policy] apply mpls-label
```

Применяем политики в BGP:

```
[ASBR1] bgp 100
[ASBR1-bgp] peer 1.1.1.1 route-policy POLICY2 export
[ASBR1-bgp] peer 1.1.1.1 label-route-capability
```

То есть если соседу 1.1.1.1 мы хотим передать промаркированный маршрут (он уже пришёл с меткой), то мы на него вешаем дополнительную метку. При этом в противном случае - это обычный маршрут внутри AS и на него метку добавлять не будем.

```
[ASBR1-bgp] peer 198.51.100.2 as-number 200
[ASBR1-bgp] peer 198.51.100.2 route-policy POLICY1 export
[ASBR1-bgp] peer 198.51.100.2 label-route-capability
```

При анонсировании маршрутов соседу из другой AS - 198.51.100.2 мы всегда применяем метку. Делать это на линке ASBR1-ASBR2 нам нужной по той простой причине, что ни LDP, ни RSVP там не запущен.

Кроме того ASBR1 должен в удалённую AS анонсировать маршрут до адреса 1.1.1.1 - должны же они иметь связность:

```
[ASBR1] bgp 100
[ASBR1-bgp] network 1.1.1.1 32
[ASBR1-bgp] quit
```

Ну и собственно последнее, что нам нужно сделать - настроить Multihop EBGP-сессию на PE-устройствах:

## PE1

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] peer 4.4.4.4 as-number 200
[PE1-bgp] peer 4.4.4.4 connect-interface LoopBack 0
[PE1-bgp] peer 4.4.4.4 ebgp-max-hop 10
[PE1-bgp] ipv4-family vpnv4
[PE1-bgp-af-vpnv4] peer 4.4.4.4 enable
[PE1-bgp-af-vpnv4] quit
[PE1-bgp] quit
```

### [PE1]dis bgp peer

BGP local router ID : 1.1.1.1

Local AS number : 100

Total number of peers : 2

Peers in established state : 2

| Peer    | V | AS  | MsgRcvd | MsgSent | OutQ       | Up/Down     | State | PrefRcv |
|---------|---|-----|---------|---------|------------|-------------|-------|---------|
| 2.2.2.2 | 4 | 100 | 57      | 57      | 0 00:54:48 | Established | 1     |         |
| 4.4.4.4 | 4 | 200 | 46      | 49      | 0 00:42:15 | Established | 0     |         |

### [PE1]dis bgp vpnv4 vpn-instance vpn1 peer

BGP local router ID : 1.1.1.1

Local AS number : 100

VPN-Instance vpn1, Router ID 1.1.1.1:

Total number of peers : 1                      Peers in established state : 1

| Peer     | V | AS    | MsgRcvd | MsgSent | OutQ | Up/Down  | State       | PrefRcv |
|----------|---|-------|---------|---------|------|----------|-------------|---------|
| 10.1.1.1 | 4 | 65001 | 72      | 73      | 0    | 01:09:22 | Established | 1       |

Тут надо заметить, что полностью симметричные настройки необходимо сделать на устройствах AS 200.

Данной конфигурации достаточно для достижения поставленной задачи.

### [CE1]dis ip routing-table

Route Flags: R - relay, D - download to fib

Routing Tables: Public

Destinations : 5              Routes : 5

| Destination/Mask | Proto  | Pre | Cost | Flags | NextHop     | Interface     |
|------------------|--------|-----|------|-------|-------------|---------------|
| 10.1.1.0/24      | Direct | 0   |      | 0     | D 10.1.1.1  | Ethernet0/0/0 |
| 10.1.1.1/32      | Direct | 0   |      | 0     | D 127.0.0.1 | InLoopBack0   |
| 10.2.1.0/24      | EBGP   | 255 |      | 0     | D 10.1.1.2  | Ethernet0/0/0 |
| 127.0.0.0/8      | Direct | 0   |      | 0     | D 127.0.0.1 | InLoopBack0   |
| 127.0.0.1/32     | Direct | 0   |      | 0     | D 127.0.0.1 | InLoopBack0   |

Попробуем запустить пинг от CE1 к CE2 и снять дамп трафика на линке ASBR1-ASBR2.

| No. | Time               | Source   | Destination | Protocol | Length | Info                                               |
|-----|--------------------|----------|-------------|----------|--------|----------------------------------------------------|
| 762 | 21:54:33.624762000 | 4.4.4.4  | 1.1.1.1     | TCP      | 60     | 55431 > bgp [ACK] Seq=213 Ack=213 win=16384 Len=0  |
| 763 | 21:54:33.926863000 | 10.1.1.1 | 10.2.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) request id=0xd2ab, seq=1024/4, ttl=254 |
| 764 | 21:54:34.073864000 | 10.2.1.1 | 10.1.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) reply id=0xd2ab, seq=1024/4, ttl=254   |
| 765 | 21:54:34.428161000 | 10.1.1.1 | 10.2.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) request id=0xd2ab, seq=1280/5, ttl=254 |
| 766 | 21:54:34.485854000 | 10.2.1.1 | 10.1.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) reply id=0xd2ab, seq=1280/5, ttl=254   |
| 767 | 21:54:35.878904000 | 10.1.1.1 | 10.2.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) request id=0xd3ab, seq=256/1, ttl=254  |
| 768 | 21:54:35.925804000 | 10.2.1.1 | 10.1.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) reply id=0xd3ab, seq=256/1, ttl=254    |
| 769 | 21:54:36.373035000 | 10.1.1.1 | 10.2.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) request id=0xd3ab, seq=512/2, ttl=254  |
| 770 | 21:54:36.423860000 | 10.2.1.1 | 10.1.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) reply id=0xd3ab, seq=512/2, ttl=254    |
| 771 | 21:54:36.915901000 | 10.1.1.1 | 10.2.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) request id=0xd3ab, seq=768/3, ttl=254  |
| 772 | 21:54:36.957970000 | 10.2.1.1 | 10.1.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) reply id=0xd3ab, seq=768/3, ttl=254    |
| 773 | 21:54:37.410885000 | 10.1.1.1 | 10.2.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) request id=0xd3ab, seq=1024/4, ttl=254 |
| 774 | 21:54:37.468853000 | 10.2.1.1 | 10.1.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) reply id=0xd3ab, seq=1024/4, ttl=254   |
| 775 | 21:54:37.919127000 | 10.1.1.1 | 10.2.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) request id=0xd3ab, seq=1280/5, ttl=254 |

|                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Frame 763: 106 bytes on wire (848 bits), 106 bytes captured (848 bits) on interface 0               |
| Ethernet II, Src: RapidCit_16:81:42 (00:e0:16:16:81:42), Dst: SeiyaEle_62:81:42 (00:e0:c0:62:81:42) |
| MultiProtocol Label Switching Header, Label: 1026, Exp: 0, S: 0, TTL: 254                           |
| MultiProtocol Label Switching Header, Label: 1025, Exp: 0, S: 1, TTL: 255                           |
| Internet Protocol Version 4, Src: 10.1.1.1 (10.1.1.1), Dst: 10.2.1.1 (10.2.1.1)                     |
| Internet Control Message Protocol                                                                   |

Ниже по выводу информации о LSP можно отследить назначение меток (внутренних VPN и внешних транспортных).

### [PE1]dis mpls lsp

LSP Information: BGP LSP

| FEC         | In/Out Label | In/Out IF | VrfName |
|-------------|--------------|-----------|---------|
| 4.4.4.4/32  | NULL/1027    | -/-       |         |
| 10.1.1.0/24 | 1025/NULL    | -/-       | vpn1    |

LSP Information: LDP LSP

| FEC        | In/Out Label | In/Out IF  | Vrf Name |
|------------|--------------|------------|----------|
| 1.1.1.1/32 | 3/NULL       | -/-        |          |
| 2.2.2.2/32 | NULL/3       | -/Eth0/0/1 |          |
| 2.2.2.2/32 | 1024/3       | -/Eth0/0/1 |          |

PE1

### [PE1]display mpls lsp vpn-instance vpn1

LSP Information: BGP LSP

| FEC         | In/Out Label      | In/Out IF | Vrf Name |
|-------------|-------------------|-----------|----------|
| 10.1.1.0/24 | <b>1025</b> /NULL | -/-       | vpn1     |

### [ASBR1]dis mpls lsp

LSP Information: BGP LSP

| FEC        | In/Out Label      | In/Out IF | Vrf Name |
|------------|-------------------|-----------|----------|
| 1.1.1.1/32 | 1026/NULL         | -/-       |          |
| 4.4.4.4/32 | 1027/ <b>1026</b> | -/-       |          |
| 4.4.4.4/32 | NULL/1026         | -/-       |          |

LSP Information: LDP LSP

| FEC        | In/Out Label | In/Out IF  | Vrf Name |
|------------|--------------|------------|----------|
| 1.1.1.1/32 | NULL/3       | -/Eth0/0/1 |          |
| 1.1.1.1/32 | 1025/3       | -/Eth0/0/1 |          |
| 2.2.2.2/32 | 3/NULL       | -/-        |          |

### [ASBR2]dis mpls lsp

LSP Information: BGP LSP

| FEC        | In/Out Label      | In/Out IF | Vrf Name |
|------------|-------------------|-----------|----------|
| 1.1.1.1/32 | NULL/1026         | -/-       |          |
| 4.4.4.4/32 | <b>1026</b> /NULL | -/-       |          |
| 1.1.1.1/32 | 1027/1026         | -/-       |          |

LSP Information: LDP LSP

| FEC        | In/Out Label | In/Out IF  | Vrf Name |
|------------|--------------|------------|----------|
| 4.4.4.4/32 | NULL/3       | -/Eth0/0/1 |          |
| 4.4.4.4/32 | 1025/3       | -/Eth0/0/1 |          |
| 3.3.3.3/32 | 3/NULL       | -/-        |          |

| No. | Time               | Source   | Destination | Protocol | Length | Info                                               |
|-----|--------------------|----------|-------------|----------|--------|----------------------------------------------------|
| 762 | 21:54:33.624762000 | 4.4.4.4  | 1.1.1.1     | TCP      | 60     | 55431 > bgp [ACK] seq=213 Ack=213 win=16384 Len=0  |
| 763 | 21:54:33.926863000 | 10.1.1.1 | 10.2.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) request Id=0xd2ab, seq=1024/4, ttl=254 |
| 764 | 21:54:34.073864000 | 10.2.1.1 | 10.1.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) reply Id=0xd2ab, seq=1024/4, ttl=254   |
| 765 | 21:54:34.428161000 | 10.1.1.1 | 10.2.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) request Id=0xd2ab, seq=1280/5, ttl=254 |
| 766 | 21:54:34.485854000 | 10.2.1.1 | 10.1.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) reply Id=0xd2ab, seq=1280/5, ttl=254   |
| 767 | 21:54:35.878904000 | 10.1.1.1 | 10.2.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) request Id=0xd3ab, seq=256/1, ttl=254  |
| 768 | 21:54:35.925804000 | 10.2.1.1 | 10.1.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) reply Id=0xd3ab, seq=256/1, ttl=254    |
| 769 | 21:54:36.373035000 | 10.1.1.1 | 10.2.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) request Id=0xd3ab, seq=512/2, ttl=254  |
| 770 | 21:54:36.423860000 | 10.2.1.1 | 10.1.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) reply Id=0xd3ab, seq=512/2, ttl=254    |
| 771 | 21:54:36.915901000 | 10.1.1.1 | 10.2.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) request Id=0xd3ab, seq=768/3, ttl=254  |
| 772 | 21:54:36.957970000 | 10.2.1.1 | 10.1.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) reply Id=0xd3ab, seq=768/3, ttl=254    |
| 773 | 21:54:37.410885000 | 10.1.1.1 | 10.2.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) request Id=0xd3ab, seq=1024/4, ttl=254 |
| 774 | 21:54:37.468833000 | 10.2.1.1 | 10.1.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) reply Id=0xd3ab, seq=1024/4, ttl=254   |
| 775 | 21:54:37.919127000 | 10.1.1.1 | 10.2.1.1    | ICMP     | 106    | Echo (ping) request Id=0xd3ab, seq=1280/5, ttl=254 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| # Frame 764: 106 bytes on wire (848 bits), 106 bytes captured (848 bits) on interface 0<br># Ethernet II, Src: Seiwale_62:81:42 (00:e0:c0:62:81:42), Dst: Rapidcit_16:81:42 (00:e0:16:16:81:42)<br># MultiProtocol Label Switching Header, Label: 1026, Exp: 6, S: 0, TTL: 254<br># MultiProtocol Label Switching Header, Label: 1025, Exp: 6, S: 1, TTL: 255<br># Internet Protocol Version 4, Src: 10.2.1.1 (10.2.1.1), Dst: 10.1.1.1 (10.1.1.1)<br># Internet Control Message Protocol |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|

А так выглядят маршруты, передающиеся в AS200:

### [ASBR1]dis bgp routing-table 1.1.1.1

BGP local router ID : 2.2.2.2

Local AS number : 100

Paths: 1 available, 1 best, 1 select

BGP routing table entry information of 1.1.1.1/32:  
Network route.

**Label information (Received/Applied): NULL/4104**

From: 0.0.0.0 (0.0.0.0)

Route Duration: 00h00m08s

Direct Out-interface: Tunnel0/0/0

Original nexthop: 2.2.2.2

Qos information : 0x0

AS-path Nil, origin igp, MED 1, pref-val 0, valid, local, best, select, pre 10

Advertised to such 1 peers: 198.51.100.2

### **[ASBR2]display bgp routing-table 1.1.1.1**

BGP local router ID : 3.3.3.3

Local AS number : 200

Paths: 1 available, 1 best, 1 select

BGP routing table entry information of 1.1.1.1/32:

**Label information (Received/Applied): 4102/4104** From: 198.51.100.1 (2.2.2.2)

Route Duration: 00h00m12s

Direct Out-interface: GigabitEthernet1/1/2

Relay Tunnel Out-Interface: GigabitEthernet1/1/2

Relay token: 0x42004000

Original nexthop: 198.51.100.1

Qos information : 0x0

AS-path 100, origin igp, MED 1, pref-val 0, valid, external, best, select, active, pre 255

Advertised to such 1 peers: 4.4.4.4

Обратите внимание, что они анонсируются с метками MPLS. Это пригодится нам чуть позже.

## **RSVP**

А теперь представим, что по каким-то неведомым причинам вам захотелось в AS100 использовать для Option C не LDP, а RSVP. Это задача скорее умозрительная и рождена воспалённым сознанием, но с точки зрения разобраться, как работает, весьма полезная. Что меняется в этом случае? Да практически всё. Принцип настройки значительно различается.

Конечно, сначала стандартные настройки RSVP (тут есть ещё элементы IGP shortcut - они не являются обязательными):

### **PE1:**

```
[PE1]mpls
[PE1-mpls] mpls te
[PE1-mpls] mpls rsvp-te
[PE1-mpls] mpls te cspf
[PE1-mpls]
[PE1-mpls] ospf 1
[PE1-ospf-1] opaque-capability enable
[PE1-ospf-1] enable traffic-adjustment advertise
[PE1-ospf-1] area 0.0.0.0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] mpls-te enable
```

Для того, чтобы RSVP вообще начал строить LSP, нужно создать двунаправленный туннель между PE1 и ASBR1.

### **PE1:**

```
[PE1-Tunnel0/0/0] ip address unnumbered interface LoopBack0
[PE1-Tunnel0/0/0] tunnel-protocol mpls te
[PE1-Tunnel0/0/0] destination 2.2.2.2
[PE1-Tunnel0/0/0] mpls te tunnel-id 100
[PE1-Tunnel0/0/0] mpls te igp advertise
[PE1-Tunnel0/0/0] mpls te igp metric absolute 1
[PE1-Tunnel0/0/0] mpls te commit
```

### **ASBR1:**

```
[ASBR1]interface Tunnel0/0/0
[ASBR1-Tunnel0/0/0] ip address unnumbered interface LoopBack0
[ASBR1-Tunnel0/0/0] tunnel-protocol mpls te
```

```
[ASBR1-Tunnel0/0/0] destination 1.1.1.1
[ASBR1-Tunnel0/0/0] mpls te tunnel-id 200
[ASBR1-Tunnel0/0/0] mpls te igp advertise
[ASBR1-Tunnel0/0/0] mpls te igp metric absolute 1
[ASBR1-Tunnel0/0/0] mpls te commit
```

Если мы посмотрим на ASBR1 и ASBR2, то увидим, что маршрут не маркируется меткой (в отличие от случая с LDP):

#### **[ASBR1]dis bgp routing-table 1.1.1.1**

```
BGP local router ID : 2.2.2.2
Local AS number : 100
Paths: 1 available, 1 best, 1 select
BGP routing table entry information of 1.1.1.1/32:
Network route.
From: 0.0.0.0 (0.0.0.0)
Route Duration: 00h26m42s
Direct Out-interface: Tunnel0/0/0
Original nexthop: 2.2.2.2
Qos information : 0x0
AS-path Nil, origin igp, MED 1, pref-val 0, valid, local, best, select, pre 10
Advertised to such 1 peers: 198.51.100.2
```

#### **[ASBR2]display bgp routing-table 1.1.1.1**

```
BGP local router ID : 3.3.3.3
Local AS number : 200
Paths: 1 available, 1 best, 1 select
BGP routing table entry information of 1.1.1.1/32:
From: 198.51.100.1 (2.2.2.2)
Route Duration: 00h02m07s
Direct Out-interface: GigabitEthernet1/1/2
Original nexthop: 198.51.100.1
Qos information : 0x0
AS-path 100, origin igp, MED 1, pref-val 0, valid, external, best, select, active, pre 255
Not advertised to any peer yet
```

Очевидно, это происходит (или точнее не происходит) при отправке маршрута с 1.1.1.1 на 2.2.2.2. Поэтому продолжаем настройку устройств AS100. Начнём с **PE1** должен быть подвергнут юстировке.

Во-первых, назначаем недостающую метку:

```
[PE1]route-policy LABEL permit node 10
[PE1-route-policy] apply mpls-label
[PE1-route-policy]
[PE1-route-policy]bgp 100
[PE1-bgp] ipv4-family unicast
[PE1-bgp-af-ipv4] peer 2.2.2.2 route-policy LABEL export
```

Все маршруты, передающиеся на 2.2.2.2 должны получить метку

Ещё один любопытный момент: пока у нас с PE1 не анонсируются никакие сети, команда **network** сейчас прописана на ASBR1, как того требует схема с LDP. Надо перенести её на PE1:

```
[PE1] bgp 100
[PE1-bgp] network 1.1.1.1 32
```

```
[ASBR1] bgp 100
[ASBR1-bgp] undo network 1.1.1.1 32
```

Теперь последний шаг - выбор туннеля для анонсирования VPN-маршрутов BGP:

```
[PE1]tunnel-policy TP
[PE1-tunnel-policy-TP] tunnel select-seq cr-lsp load-balance-number 1
[PE1-tunnel-policy-TP]tunnel-selector TS permit node 10
[PE1-tunnel-selector] apply tunnel-policy TP
[PE1-tunnel-selector]bgp 100
[PE1-bgp] ipv4-family unicast
[PE1-bgp-af-ipv4] tunnel-selector TS
```

Этот самый последний шаг необходимо повторить и на **ASBR1**.

```
[ASBR1]tunnel-policy TP
[ASBR1-tunnel-policy-TP] tunnel select-seq cr-lsp load-balance-number 1
[ASBR1-tunnel-policy-TP]tunnel-selector TS permit node 10
[ASBR1-tunnel-selector] apply tunnel-policy TP
[ASBR1-tunnel-selector]bgp 100
[ASBR1-bgp] ipv4-family unicast
[ASBR1-bgp-af-ipv4] tunnel-selector ts-test
```

Теперь можно проверить, что LSP построены

### **[PE1]dis mpls lsp**

LSP Information: RSVP LSP

| FEC        | In/Out Label | In/Out IF | Vrf Name |
|------------|--------------|-----------|----------|
| 2.2.2.2/32 | NULL/3       | -/GE1/1/6 |          |
| 1.1.1.1/32 | 3/NULL       | GE1/1/6/- |          |

LSP Information: BGP LSP

| FEC         | n/Out Label | I In/Out IF | Vrf Name |
|-------------|-------------|-------------|----------|
| 1.1.1.1/32  | 4096/NULL   | -/-         |          |
| 4.4.4.4/32  | NULL/4096   | -/-         |          |
| 10.1.1.1/32 | 4097/NULL   | -/-         | vpn1     |

И маршрут передаётся на ASBR2 маркированный:

### **[ASBR2]dis bgp routing-table 1.1.1.1**

```
BGP local router ID : 3.3.3.3
Local AS number : 200
Paths: 1 available, 1 best, 1 select
BGP routing table entry information of 1.1.1.1/32:
Label information (Received/Applied): 4097/4099
From: 198.51.100.1 (2.2.2.2)
Route Duration: 00h24m34s
Direct Out-interface: GigabitEthernet1/1/2
Relay Tunnel Out-Interface: GigabitEthernet1/1/2
Relay token: 0x42004000
Original nexthop: 198.51.100.1
Qos information : 0x0
AS-path 100, origin igp, pref-val 0, valid, external, best, select, active, pre 255
Advertised to such 1 peers: 4.4.4.4
```

На этом заканчивается решение этой надуманной задачи. Как видите, она несёт в себе значительное усложнение настройки и понимания. При этом, учитывая, что одновременно в сети вполне могут работать как RSVP, так и LDP, нет смысла городить такой лес. Единственное оправданное использование - это когда между ASBR и PE у вас находится ещё сеть MPLS и вы нуждаетесь в возможностях MPLS TE.