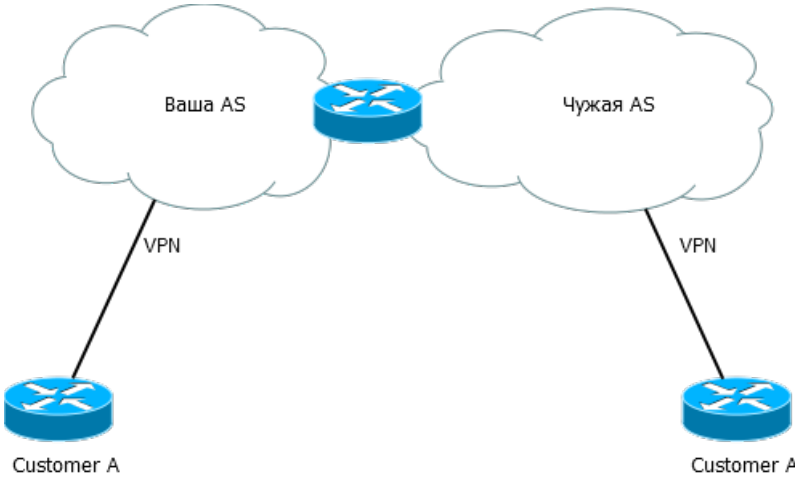
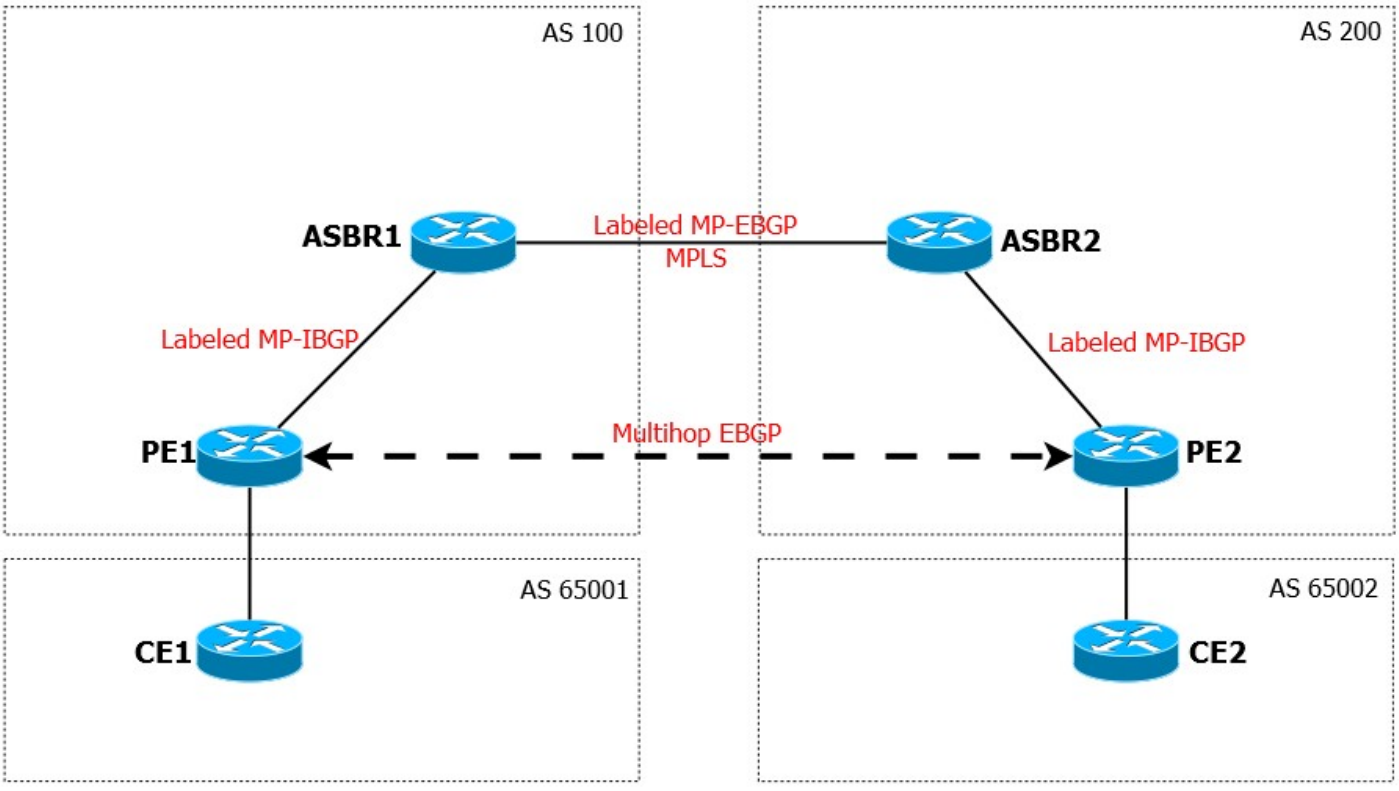
Настройка inter-AS Option C с использованием RSVP на оборудовании Huawei

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.

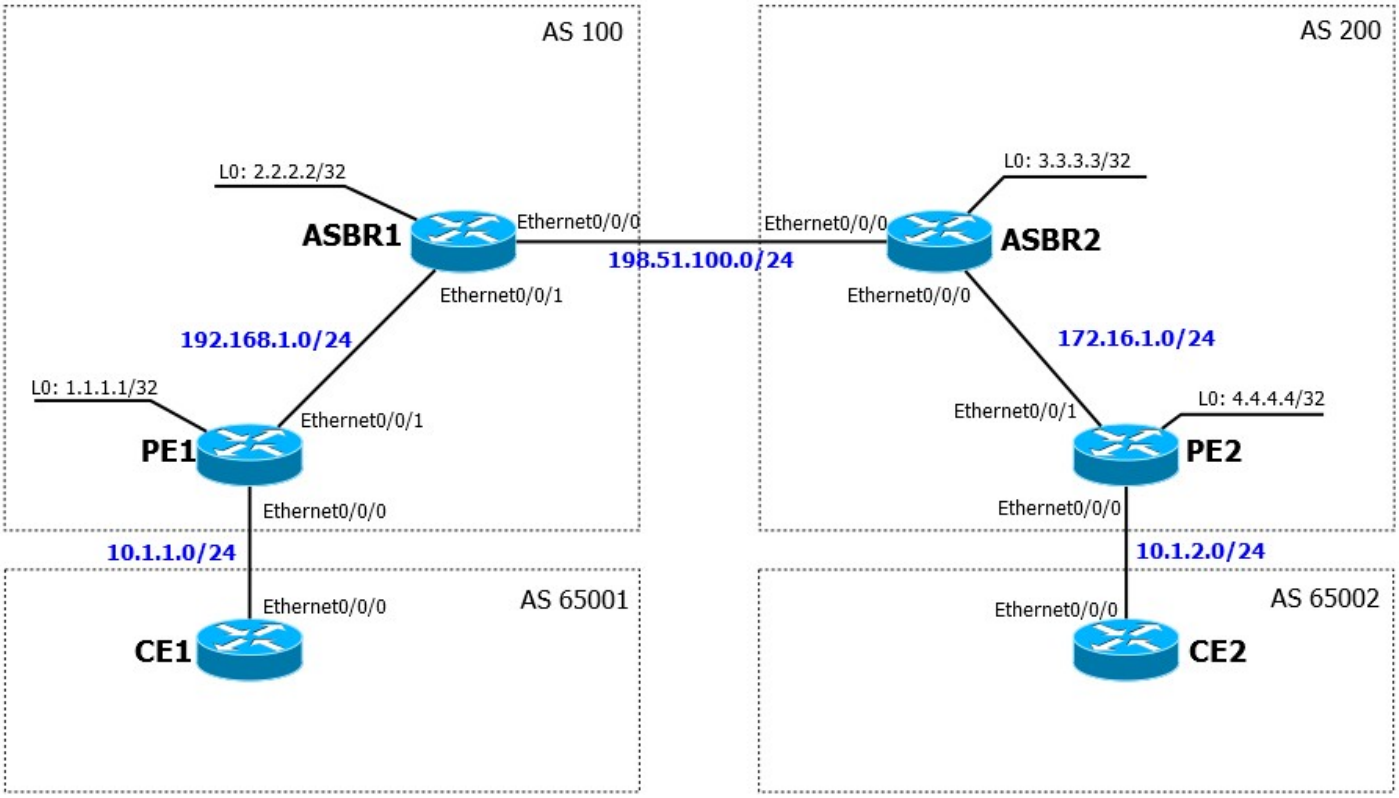
На последнем варианте мы и остановимся. Выше типичная схема работа Inter-AS Option C. ASBR просто передают маршруты из удалённой AS к PE, а PE их хранит и анонсирует IBGP-соседям. Между

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 такой 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

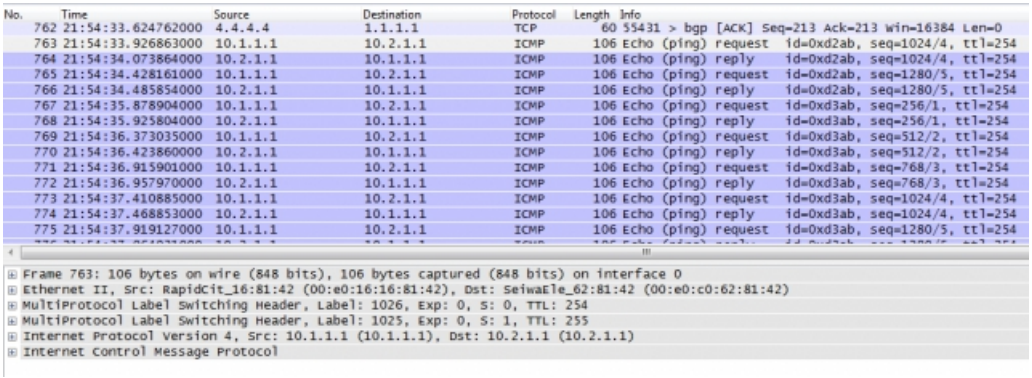
Тут надо заметить, что полностью симметричные настройки необходимо сделать на устройствах AS 200.
Данной конфигурации достаточно для достижения поставленной задачи.

[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.



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	**1025**/NULL	-/-	vpn1

[ASBR1]dis mpls lsp

LSP Information: BGP LSP

FEC	In/Out Label	In/Out IF	Vrf Name
1.1.1.1/32 4.4.4.4/32 4.4.4.4/32	1026/NULL 1027/**1026** NULL/1026	-/- -/- -/-	

LSP Information: LDP LSP

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

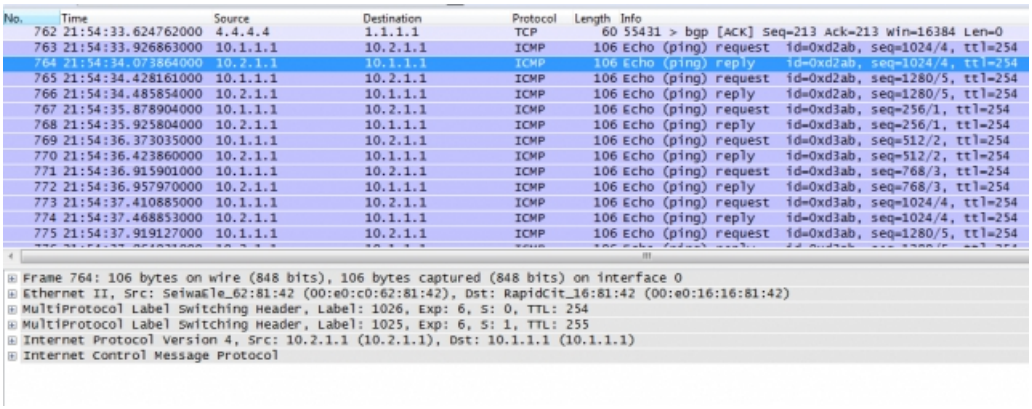
[ASBR2]dis mpls lsp

LSP Information: BGP LSP

FEC	In/Out Label	In/Out IF	Vrf Name
1.1.1.1/32 4.4.4.4/32 1.1.1.1/32	NULL/1026 **1026**/NULL 1027/1026	-/- -/- -/-	

LSP Information: LDP LSP

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



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 простроены

[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.