تنفيذ MPLS VPN عبر أنفاق الانطاقات

المحتويات

المقدمة
المتطلبات الأساسية
المتطلبات
المكونات المستخدمة
الاصطلاحات
النظرية الأساسية
إعداد VPN الأولي بين CE1 و CE2 بدون نفق
طوبولوجيا
التكوين
التحقق
الحالة 1: VPN عبر نفق عندما يكون النفق من PE1 إلى PE2
طوبولوجيا
التكوين
التحقق
الحالة 2: VPN عبر نفق عندما يكون النفق من PE1 إلى P2
طوبولوجيا
التكوين
التحقق
الشرح
الحل
الحالة 3: VPN بين CE1 و CE2 عبر نفق من P1 إلى P2 عند عدم تمكين TDP/LDP
طوبولوجيا
التكوين
التحقق
الحل
الحالة 4: VPN عبر نفق بين P1 و P2 مع تمكين LDP
طوبولوجيا
التكوين
التحقق
الحالة 5: MPLS VPN عبر نفق بين P1 و PE2
طوبولوجيا
التكوين
التحقق
مشكلات معروفة
القرار
معلومات ذات صلة

المقدمة

يزود هذا وثيقة عينة تشكيل أن يطبق Multiprotocol Label Switching (MPLS) VPN عبر حركة مرور هندسة (TE) نفق في MPLS شبكة. من أجل الحصول على ميزات شبكة MPLS VPN عبر أنفاق النطاقات، يجب أن تتعايش كلتاهما في الشبكة. يوضح هذا المستند سيناريوهات مختلفة توضح سبب فشل إعادة توجيه الحزم داخل شبكة MPLS VPN عبر أنفاق الحزم. كما أنه يوفر حلا ممكنا.

المتطلبات الأساسية

المتطلبات

يجب أن يكون لدى قراء هذا المستند معرفة بالمواضيع التالية:

- تحسينات هندسة حركة مرور MPLS
- تكوين شبكة MPLS VPN أساسية

المكونات المستخدمة

لا يقتصر هذا المستند على إصدارات برامج ومكونات مادية معينة.

الاصطلاحات

راجع اصطلاحات تلميحات Cisco التقنية للحصول على مزيد من المعلومات حول اصطلاحات المستندات.

النظرية الأساسية

كما هو موضح في هذا المخطط، في تكوين بسيط MPLS VPN، يتعلم PE1 (Provider Edge 1) تسمية VPN (التسمية 1 [L1]) لبادئة VPN 172.16.13.0/24 عبر بروتوكول العبارة الحدودية متعدد البروتوكولات (MPBGP) من PE2 مباشرة، مع المرحلة التالية كعنوان إسترجاع PE2. يتعرف PE1 أيضا على التسمية (L2) لعنوان إسترجاع PE2 من خلال بروتوكول توزيع التسمية (LDP) من المرحلة التالية له p1.

عند إعادة توجيه البيانات إلى بادئة VPN 172.16.13.13، يستخدم PE1 مكدس تسميات {L2 L1} مع L2 على أنه التسمية الخارجية. يتم تبديل L2 بواسطة موجه محول التسمية العابرة (P1، LSR). يوضح P2 المستوى الثاني الخارجي ويعيد توجيه الحزمة إلى PE2 مع مستوى L1 واحد فقط. لفهم أفضل لسبب وجود نقطة وصول من السلسلة (POPS) P2، ارجع إلى القسم 3.16 حول ظهور النقطة قبل الأخيرة (PHP) في RFC 3031 . وبالتالي، يتم تحويل الحزم إلى بادئة IP VPN الإصدار 4 (172.16.13.0/24 IPv4) عبر شبكة MPLS.

تفشل عملية إعادة توجيه MPLS VPN إذا كان أي موجه P يتلقى الحزمة مع L1 (تسمية VPN) كالتسمية الخارجية الوحيدة بدلا من مكدس التسمية {L2 L1}. يحدث هذا لأن لا يوجد في أي من موجهات P قاعدة معلومات إعادة توجيه التسمية (LFIB) الخاصة بها لتحويل الحزمة.

يستخدم MPLS TE بروتوكول حجز الموارد (RSVP) لتسميات التبادل. عند تكوين موجه لكل من بروتوكول توزيع العلامات (TDP/LDP)، يستقبل الموجه تسميات مختلفة من كل من LDP و RSVP لبادئة معينة. ولا يلزم أن تكون

التسميات الواردة من LDP و RSVP متماثلة في جميع الحالات. يقوم الموجه بتثبيت تسمية LDP في جدول إعادة التوجيه إذا تم تعلم البادئة من خلال واجهة LDP، وقام بتثبيت تسمية RSVP في جدول إعادة التوجيه إذا تم التعرف على البادئة عبر واجهة النفق.

في حالة وجود نفق عادي TE (بدون LDP/TDP يمكن على النفق)، يستخدم المدخل LSR (ال LSR على الرأس من النفق) نفس التسمية المستخدمة للوصول إلى الطرف الخلفي من النفق ل جميع المسارات التي يتم التعرف عليها من خلال نفق TE.

على سبيل المثال، هناك نفق TE من PE1 إلى P2 يعلم البادئة 32/10.11.11.11 عبر النفق. Tunnel tail end في P2 هو 10.5.5.5، والسمة أن تصل إلى 10.5.5.5 في PE1 هي L3. يستخدم PE1 بعد ذلك L3 للوصول إلى الوجهة 32/10.11.11.11، التي تم التعرف عليها عبر نفق TE.

في السيناريو الوارد أعلاه، عندما يكون هناك نفق بين الطرازين PE1 و P2، ضع في الاعتبار أن PE1 يقوم بإعادة توجيه البيانات إلى (CE2) Customer Edge 2). إذا كان L4 هو تسمية VPN، فإن PE1 يقوم بإعادة توجيه البيانات باستخدام مكدس التسمية {L3 L4}. P1 pops L3، و P2 يستلم الربط مع L4. PE2 هو lsr الوحيد الذي يمكنه إعادة توجيه الحزمة بشكل صحيح باستخدام التسمية الخارجية L4. لا يحتوي P2 على جلسة عمل MPBGP مع PE2، لذلك لا يتلقى L4 من PE2. لذلك، لا يتلقى P2 أي معرفة ب L2، وهو يسقط الربط.

ويتم توضيح هذا الأمر من خلال عمليات التهيئة **والنواتج** المعروضة التي تلي ذلك، كما يتم توضيح حل ممكن واحد لهذه المشكلة.

إعداد VPN الأولي بين CE1 و CE2 بدون نفق

طوبولوجيا

التكوين

يتم تضمين الأجزاء ذات الصلة فقط من ملفات التكوين هنا:

PE1

```
hostname PE1
ip cef
!
ip vrf aqua
rd 100:1
route-target export 1:1
route-target import 1:1
!
mpls traffic-eng tunnels
!
interface Loopback0
ip address 10.2.2.2 255.255.255.255
no ip directed-broadcast
!
interface Ethernet2/0/1
ip vrf forwarding aqua
ip address 172.16.1.2 255.255.255.0
```

```
!
interface Ethernet2/0/2
 ip address 10.7.7.2 255.255.255.0
 ip router isis
 mls traffic-eng tunnels
 tag-switching ip
!
router isis
 passive-interface Loopback0
 net 47.1234.2222.2222.2222.00
 is-type level-1
 metric-style wide
 mls traffic-eng router-id Loopback0
 mls traffic-eng level-1
!
router bgp 1
 bgp log-neighbor-changes
 neighbor 10.11.11.11 remote-as 1
 neighbor 10.11.11.11 update-source Loopback0
 !
 address-family vpnv4
 neighbor 10.11.11.11 activate
 neighbor 10.11.11.11 send-community extended
 exit-address-family
 !
 address-family ipv4
 neighbor 10.11.11.11 activate
 no auto-summary
 no synchronization
 exit-address-family
 !
 address-family ipv4 vrf aqua
 redistribute connected
 no auto-summary
 no synchronization
 exit-address-family
```

PE2

```
hostname PE2
!
ip vrf aqua
 rd 100:1
 route-target export 1:1
 route-target import 1:1
!
mls traffic-eng tunnels
!
interface Loopback0
 ip address 10.11.11.11 255.255.255.255
!
interface POS0/1
 ip address 10.12.12.10 255.255.255.0
 ip router isis
 mls traffic-eng tunnels
 tag-switching ip
 crc 16
 clock source internal
!
interface POS5/1
 ip vrf forwarding aqua
 ip address 172.16.13.11 255.255.255.0
 crc 32
```

```
 clock source internal
 !
router isis
 passive-interface Loopback0
 mpls traffic-eng router-id Loopback0
 mpls traffic-eng level-1
 net 47.1234.1010.1010.1010.00
 is-type level-1
 metric-style wide
 !
router bgp 1
 bgp log-neighbor-changes
 neighbor 10.2.2.2 remote-as 1
 neighbor 10.2.2.2 update-source Loopback0
 no auto-summary
 !
 address-family vpnv4
 neighbor 10.2.2.2 activate
 neighbor 10.2.2.2 send-community extended
 exit-address-family
 !
 address-family ipv4 vrf aqua
 redistribute connected
 no auto-summary
 no synchronization
 exit-address-family
 !
```

التحقق

يتعلم PE2 بادئة 172.16.1.0/24 IPv4 PE1 VPN عبر MPBGP التناظر بين PE1 و PE2. وهذا موضح هنا:

```
PE2# show ip route vrf aqua
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
        candidate default, U - per-user static route, o - ODR - *

Gateway of last resort is not set

     is subnetted, 2 subnets 10.0.0.0/24
B       172.16.1.0 [200/0] via 10.2.2.2, 16:09:10
C       172.16.13.0 is directly connected, POS5/1
```

وبالمثل، يتعلم PE1 بادئة 172.16.13.0/24 IPv4 PE2 VPN عبر MPBGP التناظر بين PE1 و PE2. وهذا موضح هنا:

```
PE1# show ip route vrf aqua
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, 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, E - EGP
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
        candidate default, U - per-user static route, o - ODR - *

Gateway of last resort is not set

     is subnetted, 2 subnets 10.0.0.0/24
```

```
B       172.16.13.0 [200/0] via 10.11.11.11, 16:09:49
C       172.16.1.0 is directly connected, Ethernet2/0/1

PE1# show ip route vrf aqua 172.16.13.13
Routing entry for 172.16.13.0/24
Known via "bgp 1", distance 200, metric 0, type internal
Last update from 10.11.11.11 16:13:19 ago
:Routing Descriptor Blocks
Default-IP-Routing-Table), from 10.11.11.11, 16:13:19 ago) 10.11.11.11 *
Route metric is 0, traffic share count is 1
AS Hops 0, BGP network version 0

PE1# show ip cef vrf aqua 172.16.13.13
version 11, cached adjacency 10.7.7.7 ,172.16.13.0/24
packets, 0 bytes 0
tag information set
local tag: VPN route head
{fast tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17 12308
via 10.11.11.11, 0 dependencies, recursive
next hop 10.7.7.7, Ethernet2/0/2 via 10.11.11.11/32
valid cached adjacency
{tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17 12308
The label stack used to reach 172.16.13.13 is !--- {17 12308}, where 17 is the outer label ---!
to reach next hop 10.11.11.11 !--- and 12308 is the VPN IPv4 label for 172.16.13.0/24. PE1# show
ip cef 10.11.11.11
version 31, cached adjacency 10.7.7.7 ,10.11.11.11/32
packets, 0 bytes 0
tag information set
local tag: 21
{fast tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17
via 10.7.7.7, Ethernet2/0/2, 1 dependency
next hop 10.7.7.7, Ethernet2/0/2
valid cached adjacency
{tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17
.Outer label 17 is used to reach next hop 10.11.11.11 ---!
```

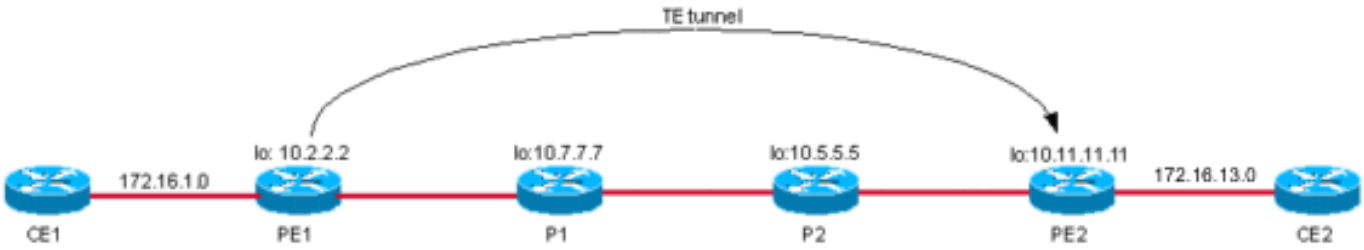
وبالتالي، يمكن ل CE1 الوصول إلى 172.16.13.13 على شبكة CE2 من خلال مثيل "AQUA" لتوجيه وإعادة توجيه VPN (VRF)، والذي تم تكوينه على PE1 باستخدام مكدس التسمية {17 12308}، كما هو موضح أعلاه.

يؤكد إخراج **إختبار الاتصال** هذا الاتصال:

```
CE1# ping 172.16.13.13

.Type escape sequence to abort
:Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.13.13, timeout is 2 seconds
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/4 ms
```

الحالة 1: VPN عبر نفق عندما يكون النفق من PE1 إلى PE2

طوبولوجيا



عندما يتم بناء نفق TE بين موجهات PE مع إستخدام الإعلان التلقائي، فإن المخرج PE BGP Next Hop يمكن الوصول إليه عبر واجهة النفق. وهكذا، يستخدم الخماسي البروم 1 التسمية TE للوصول إلى الخماسي البروم 2.

ملاحظة: MPLS TE مستقل عن LDP، مما يعني أنه إذا كان لديك شبكة كاملة من الأنفاق من PE إلى PE، فيمكنك تعطيل LDP في الموجهات بشكل فعال ولا تحتاج إلى تشغيل LDP على واجهات النفق. مهما، أنت ينبغي بنيت كل أنفاق إلى ال BGP تالي خطوة من ال VPN صيغة 4 (VPNv4) إتجاه. في المثالفي هذا التكوين، يمكنك أن ترى أن خطوة BGP التالية هذه هي الاسترجاع0 على 10.11.11.11، PE2. هذا أيضا نفس الاسترجاع هو وجهة النفق للنفق من PE1 إلى PE2. وهذا يفسر لماذا، في هذا المثال، إذا كان هناك أيضا نفق من PE2 إلى PE1 لحركة المرور العائدة، يمكنك تعطيل LDP في القلب. وبعد ذلك، تعمل إعادة التوجيه من CE إلى CE مع جميع حركة مرور VPNv4 المنقولة عبر أنفاق النطاقات. إذا لم تكن الخطوة التالية BGP هي نفسها وجهة النفق، يجب تشغيل LDP في المركز وعلى النفق.

التكوين

يتم عرض التكوين الإضافي على PE1 لإنشاء نفق PE هنا:

PE1

```
PE1# show run interface tunnel 0
!
interface Tunnel0
 ip unnumbered Loopback0
 no ip directed-broadcast
 no ip route-cache distributed
 tunnel destination 10.11.11.11
 tunnel mode mpls traffic-eng
 tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
 tunnel mpls traffic-eng path-option 10 dynamic
end
```

التحقق

```
PE1# show ip cef vrf aqua 172.16.13.13
version 11 ,172.16.13.0/24
        packets, 0 bytes 0
    tag information set
  local tag: VPN route head
{fast tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {19 12308
  via 10.11.11.11, 0 dependencies, recursive
 next hop 10.11.11.11, Tunnel0 via 10.11.11.11/32
  valid adjacency
{tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {19 12308
The label stack to reach 172.16.13.13 is {19 12308}. !--- BGP next hop for the VPNv4 prefix ---!
is 10.11.11.11, which is !--- the same as the TE tunnel destination. PE1# show ip route
10.11.11.11
```

```
Routing entry for 10.11.11.11/32
  Known via "isis", distance 115, metric 40, type level-1
    Redistributing via isis
  Last update from 10.11.11.11 on Tunnel0, 00:02:09 ago
    :Routing Descriptor Blocks
  from 10.11.11.11, via Tunnel0 ,10.11.11.11 *
The route is via Tunnel0. Route metric is 40, traffic share count is 1 ---!
```

الآن، قم بتأكيد التسمية الخارجية المستخدمة للوصول إلى الخطوة التالية 10.11.11.11 عبر Tunnel0.

```
PE1# show mpls traffic-eng tunnels tunnel 0

Name: PE1_t0                          (Tunnel0) Destination: 10.11.11.11
                                                        :Status
  Admin: up         Oper: up     Path: valid       Signalling: connected

        (path option 10, type dynamic (Basis for Setup, path weight 30

                                                   :Config Parameters
Bandwidth: 0        kbps (Global)  Priority: 7  7   Affinity: 0x0/0xFFFF
                                                (Metric Type: TE (default
  AutoRoute:  enabled   LockDown: disabled  Loadshare: 0        bw-based
                                                    auto-bw: disabled

                                                        -  :  InLabel
                                                OutLabel : Ethernet2/0/2, 19
Label 19 from RSVP is used to reach destination 10.11.11.11/32. RSVP Signalling Info: Src ---!
     10.2.2.2, Dst 10.11.11.11, Tun_Id 0, Tun_Instance 31 RSVP Path Info: My Address: 10.7.7.2
Explicit Route: 10.7.7.7 10.8.8.7 10.8.8.5 10.12.12.10 10.11.11.11 Record Route: NONE Tspec: ave
 rate=0 kbits, burst=1000 bytes, peak rate=0 kbits RSVP Resv Info: Record Route: NONE Fspec: ave
 rate=0 kbits, burst=1000 bytes, peak rate=Inf Shortest Unconstrained Path Info: Path Weight: 30
     (TE) Explicit Route: 10.7.7.2 10.7.7.7 10.8.8.7 10.8.8.5 10.12.12.10 10.11.11.11 History:
 Tunnel: Time since created: 17 hours, 17 minutes Time since path change: 32 minutes, 54 seconds
 Current LSP: Uptime: 32 minutes, 54 seconds Prior LSP: ID: path option 10 [14] Removal Trigger:
                                                    tunnel shutdown
```

طريقة أخرى لعرض هذه المعلومات بسرعة هي إستخدام معدلات الإخراج في أوامر **العرض**، كما هو موضح هنا:

```
PE1# show mpls traffic-eng tunnels tunnel 0 | include Label
                                                        -  :  InLabel
                                                OutLabel : Ethernet2/0/2, 19
                                        .This is the label to reach 10.11.11.11 ---!
```

راجع مكدس العلامات. هو 19، أي ال TE تسمية، يستعمل أن يرسل ربط إلى التالي جنجل 10.11.11.0 عبر نفق0.

```
                                PE1# show tag forwarding-table 10.11.11.11 detail
   Local  Outgoing    Prefix            Bytes tag  Outgoing    Next Hop
     tag    tag or VC   or Tunnel Id      switched   interface
Pop tag     10.11.11.11/32    0          Tu0        point2point     21
        MAC/Encaps=14/18, MTU=1500, Tag Stack{19}, via Et2/0/2
                                00603E2B02410060835887428847 00013000
                                    No output feature configured
    Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
                                                                    PE1#
```

وبالتالي، يرسل PE1 حزمة موجهة إلى 172.16.13.13 مع مكدس التسمية {19 12308}. P1 تبديل التسمية 19. تصل الحزمة إلى P2، الذي يلفق أن التسمية الخارجية. بعد ذلك، تتم إعادة توجيه الحزمة إلى PE2 مع التسمية 12308 فقط.

في PE2، يتم تلقي الحزمة ذات التسمية 12308 وتحويلها وفقا للمعلومات في جدول إعادة التوجيه. وهذا موضح هنا:

```
PE2# show tag for tags 12308 detail
Local  Outgoing    Prefix            Bytes tag  Outgoing    Next Hop
tag    tag or VC   or Tunnel Id      switched   interface
       Aggregate   172.16.13.0/24[V]  12256  12308
        {}MAC/Encaps=0/0, MTU=0, Tag Stack
                    VPN route: aqua
              No output feature configured
Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
PE2#
```

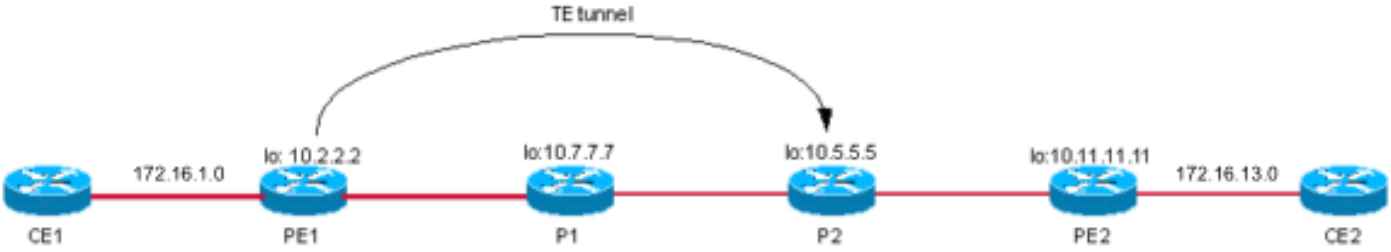
ملاحظة: لا عرض لأن العلامة الصادرة هي . وذلك لأن البادئة المقترنة بالتسمية هي المسار المتصل مباشرة.

تؤكد إختبارات الاتصال من CE1 إلى مضيف على CE2 اتصال VPN عبر النفق:

```
CE1# ping  172.16.13.13

.Type escape sequence to abort
:Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.13.13, timeout is 2 seconds
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 4/13/36 ms
CE1#
```

الحالة 2: VPN عبر نفق عندما يكون النفق من PE1 إلى P2

طوبولوجيا



التكوين

يتم عرض التكوين الإضافي ل TE عبر التكوين الأساسي على PE1 هنا:

PE1
PE1# show run interface tunnel 0 ! interface Tunnel0 ip unnumbered Loopback0 no ip directed-broadcast no ip route-cache distributed tunnel destination 10.5.5.5 tunnel mode mpls traffic-eng tunnel mpls traffic-eng autoroute announce tunnel mpls traffic-eng path-option 10 dynamic end !

التحقق

تحقق من المسار إلى البادئة 172.16.13.13 على PE1 VRF AQUA. يشير إلى الخطوة التالية 32/10.11.11.11 (عبر Tunnel0) باستخدام مكدس التسمية {19 12308}.

```
PE1# show ip cef vrf aqua 172.16.13.13
version 11 ,172.16.13.0/24
        packets, 0 bytes 0
    tag information set
  local tag: VPN route head
{fast tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {19 12308
      via 10.11.11.11, 0 dependencies, recursive
  next hop 10.5.5.5, Tunnel0 via 10.11.11.11/32
        valid adjacency
{tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {19 12308
PE1#
```

يتم إستخدام التسمية الخارجية Label 19 للوصول إلى الخطوة التالية 32/10.11.11.11، كما هو موضح هنا:

```
PE1# show ip cef 10.11.11.11
version 37 ,10.11.11.11/32
        packets, 0 bytes 0
    tag information set
        local tag: 21
{fast tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {19
      via 10.5.5.5, Tunnel0, 1 dependency
  next hop 10.5.5.5, Tunnel0
        valid adjacency
{tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {19

PE1# show mpls traffic-eng tunnels tunnel 0

 Name: PE1_t0                          (Tunnel0) Destination: 10.5.5.5
                                                        :Status
Admin: up         Oper: up     Path: valid       Signalling: connected

       (path option 10, type dynamic (Basis for Setup, path weight 20

                                                  :Config Parameters
Bandwidth: 0        kbps (Global)  Priority: 7  7   Affinity: 0x0/0xFFFF
                                              (Metric Type: TE (default
 AutoRoute:  enabled   LockDown: disabled  Loadshare: 0        bw-based
                                                  auto-bw: disabled

                                                       -  :  InLabel
                                        OutLabel : Ethernet2/0/2, 19
                                                :RSVP Signalling Info
            Src 10.2.2.2, Dst 10.5.5.5, Tun_Id 0, Tun_Instance 33
                                                    :RSVP Path Info
                                              My Address: 10.7.7.2
                 Explicit Route: 10.7.7.7 10.8.8.7 10.8.8.5 10.5.5.5
                                              Record   Route:  NONE
          Tspec: ave rate=0 kbits, burst=1000 bytes, peak rate=0 kbits
                                                    :RSVP Resv Info
                                              Record   Route:  NONE
              Fspec: ave rate=0 kbits, burst=1000 bytes, peak rate=Inf
                                         :Shortest Unconstrained Path Info
                                                (Path Weight: 20 (TE
                    Explicit Route: 10.7.7.2 10.7.7.7 10.8.8.7 10.8.8.5
                                              10.5.5.5
```

```
                                                                :History
                                                               :Tunnel
                                    Time since created: 17 hours, 31 minutes
                                  Time since path change: 8 minutes, 49 seconds
                                                               :Current LSP
                                               Uptime: 8 minutes, 49 seconds
                                                     Selection: reoptimation
                                                                  :Prior LSP
                                                   [ID: path option 10 [31
                                       Removal Trigger: path verification failed
                                                                       PE1#

PE1# show mpls traffic-eng tunnels tunnel 0 | i Label
                                                       -  :  InLabel
                                                OutLabel : Ethernet2/0/2, 19
                                                                       PE1#
```

يتم إرسال الحزمة من PE1 عبر النفق باستخدام مكدس التسمية {19 12308}. بمجرد أن يستلم P1 الحزمة، فإنه ينبثق (PHP) العلامة 19 ويرسل الحزمة مع مكدس التسمية {12308}. يؤكد الأمر **show** هذا:

```
                                                        P1> show tag for tag 19
Local  Outgoing    Prefix           Bytes tag  Outgoing   Next Hop
         tag    tag or VC   or Tunnel Id      switched   interface
Pop tag     10.2.2.2 0 [33]   2130       Et2/0      10.8.8.5     19
                                                                       <P1

                                                   P1> show tag for tag 19 detail
Local  Outgoing    Prefix           Bytes tag  Outgoing   Next Hop
         tag    tag or VC   or Tunnel Id      switched   interface
Pop tag     10.2.2.2 0 [33]   2257       Et2/0      10.8.8.5     19
                          {}MAC/Encaps=14/14, MTU=1504, Tag Stack
                                    006009E08B0300603E2B02408847
                                    No output feature configured
                                                                       <P1
```

عندما يستقبل P2 الحزمة مع مكدس التسمية {12308}، فإنه يتحقق من LFIB الخاص به وبإسقاط الحزمة لعدم وجود تطابق. هذا هو مخرج الأمر **show** على P2:

```
                                                 P2# show tag forwarding-table tags 12308 detail
Local  Outgoing    Prefix           Bytes tag  Outgoing   Next Hop
         tag    tag or VC   or Tunnel Id      switched   interface
                                                                       P2#

                                                                       P2#
                                    7w4d: TAG: Et0/3: recvd: CoS=0, TTL=253, Tag(s)=12308
                                    7w4d: TAG: Et0/3: recvd: CoS=0, TTL=253, Tag(s)=12308
                                    7w4d: TAG: Et0/3: recvd: CoS=0, TTL=253, Tag(s)=12308
                                    7w4d: TAG: Et0/3: recvd: CoS=0, TTL=253, Tag(s)=12308
                                                                       P2#
                                                                       P2#
```

الشرح

الحل لهذه المشكلة أن يمكن TDP/LDP على النفق وأن يجعلها واجهة محولة للعلامة. في المثال الموضح في الحل، يتم تمكين TDP على النفق0 من PE1. تم تكوين P2 لقبول الوصلات الموجهة وتشكيل جيران TDP الموجهين. وهكذا، يتلقى PE1 تسمية ل 10.11.11.11 من P2 عن طريق LDP. الآن بعد أن تم عمل Tunnel0 بواجهة محول لعلامة التمييز وتم تمكين TDP لحركة المرور إلى 10.11.11.11، يستخدم PE1 كلا التسميات، وهو يستخدم تسمية RSVP للوصول إلى الذيل الخاص ب TE وتسمية TDP للوصول إلى 10.11.11.11.

في هذا السيناريو، يستخدم PE1 مكدس التسمية {L1 L2 L3} لإعادة توجيه البيانات إلى CE2 إذا كانت هذه العناصر

صحيحة:

- L1 هو تسمية VPN.
- L2 هو تسمية RSVP للوصول إلى نهاية الملاحق.
- L3 هي تسمية TDP التي ستصل إلى 10.11.11.11 (مستلمة من P2).

الحل

الحل هو تمكين TDP عبر النفق.

التكوين

كما هو موضح هنا تكوين النفق على PE1 مع تمكين TDP عليه. الإضافات على شكل أرجواني.

PE1

```
PE1# show run interface tunnel 0
!
interface Tunnel0
 ip unnumbered Loopback0
 no ip directed-broadcast
 no ip route-cache distributed
 tag-switching ip
 This enables TDP. tunnel destination 10.5.5.5 ---!
 tunnel mode mpls traffic-eng tunnel mpls traffic-eng
 autoroute announce tunnel mpls traffic-eng path-option
 ! 10 dynamic end
```

هذا هو التكوين الإضافي الموجود على نهاية النفق لقبول تعليمات TDP الموجهة:

```
P2# show run | i directed-hello
tag-switching tdp discovery directed-hello accept
This configures P2 to accept directed TDP hellos. P2# ---!
```

التحقق

```
PE1# show tag tdp neighbor | i Peer
    Peer TDP Ident: 10.7.7.7:0; Local TDP Ident 10.2.2.2:0
    Peer TDP Ident: 10.5.5.5:0; Local TDP Ident 10.2.2.2:0

PE1#
PE1# show ip cef vrf aqua 172.16.13.13
version 11 ,172.16.13.0/24
        packets, 0 bytes 0
      tag information set
    local tag: VPN route head
{fast tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {19 18 12308
      via 10.11.11.11, 0 dependencies, recursive
    next hop 10.5.5.5, Tunnel0 via 10.11.11.11/32
      valid adjacency
{tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {19 18 12308
PE1#

PE1# show mpls traffic-eng tunnels tunnel 0 | i Label
    -  :  InLabel
```

```
                                                    OutLabel : Ethernet2/0/2, 19
This is the TE label learned via RSVP. PE1# PE1# show tag tdp bind 10.11.11.11 32 ---!
                                                  tib entry: 10.11.11.11/32, rev 20
                                                      local binding:  tag: 21
                                              remote binding: tsr: 10.7.7.7:0, tag: 17
                                              remote binding: tsr: 10.5.5.5:0, tag: 18
                                                  .This is the TDP label from P2 ---!
```

عندما يستقبل P1 الحزمة مع مكدس التسمية {19 18 12308}، يلصق العلامة 19 ويرسل الحزمة مع مكدس التسمية {18 12308} إلى P2. يتحقق P2 من LFIB الخاص به لتسمية 18، ثم يلصق العلامة ويرسلها عبر الواجهة الصادرة PO2/0/0 باتجاه PE1. يستقبل PE1 الحزمة ذات التسمية 12308 ويحولها بنجاح إلى CE2.

```
                                                                P2# show tag for tag 18
Local  Outgoing    Prefix           Bytes tag  Outgoing    Next Hop
tag    tag or VC   or Tunnel Id      switched   interface
Pop tag     10.11.11.11/32    117496     POS2/0/0    point2point     18

                                                            P2# show tag tdp discovery
                                                                :Local TDP Identifier
                                                                        10.5.5.5:0
                                                                :Discovery Sources
                                                                        :Interfaces
                                                        Ethernet0/3 (tdp): xmit/recv
                                                            TDP Id: 10.7.7.7:0
                                                       POS2/0/0 (tdp): xmit/recv
                                                       TDP Id: 10.11.11.11:0
                                                                    :Directed Hellos
                                                tdp): passive, xmit/recv) 10.2.2.2 <- 10.5.5.5
                                                            TDP Id: 10.2.2.2:0

                                                          P2# show tag tdp neighbor 10.2.2.2
                                                Peer TDP Ident: 10.2.2.2:0; Local TDP Ident 10.5.5.5:0
                                                     TCP connection: 10.2.2.2.711 - 10.5.5.5.11690
                                                  State: Oper; PIEs sent/rcvd: 469/465; Downstream
                                                                        Up time: 01:41:08
                                                                :TDP discovery sources
                                                  Directed Hello 10.5.5.5 -> 10.2.2.2, passive
                                                              :Addresses bound to peer TDP Ident
                                                    10.2.2.2   172.16.47.166        10.7.7.2

                                                          PE1# show tag tdp neighbor 10.5.5.5
                                                Peer TDP Ident: 10.5.5.5:0; Local TDP Ident 10.2.2.2:0
                                                     TCP connection: 10.5.5.5.11690 - 10.2.2.2.711
                                                  State: Oper; PIEs sent/rcvd: 438/441; Downstream
                                                                        Up time: 01:35:08
                                                                :TDP discovery sources
                                                  Directed Hello 10.2.2.2 -> 10.5.5.5, active
This indicates the directed neighbor. Addresses bound to peer TDP Ident: 10.5.5.5 ---!
                                                10.12.12.5 10.8.8.5 PE1# show ip route 10.11.11.11
                                                                Routing entry for 10.11.11.11/32
                                                Known via "isis", distance 115, metric 40, type level-1
                                                                Redistributing via isis
                                                    B  Last update from 10.5.5.5 on Tunnel0, 01:52:21 ago
                                                                    :Routing Descriptor Blocks
                                                           from 10.11.11.11, via Tunnel0 ,10.5.5.5 *
                                                      Route metric is 40, traffic share count is 1
```

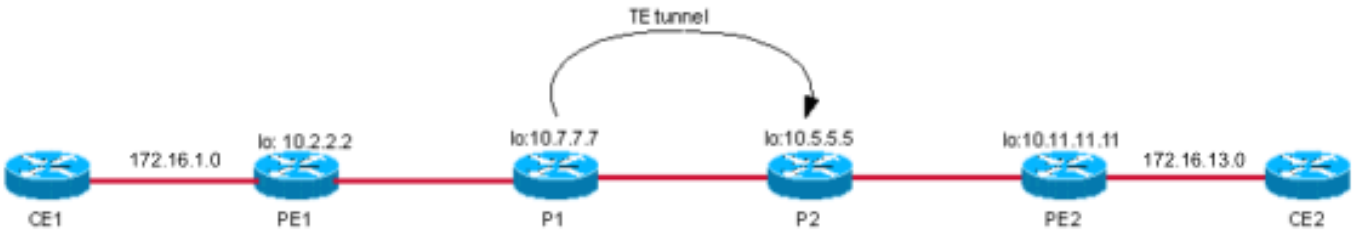
يؤكد أمر ping من CE1 إلى مضيف على CE2 الحل.

```
                                                                CE1# ping 172.16.13.13

                                                                .Type escape sequence to abort
```

```
:Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.13.13, timeout is 2 seconds
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 4/4/4 ms
CE1#
```

الحالة 3: VPN بين CE1 و CE2 عبر نفق من P1 إلى P2 عند عدم تمكين TDP/LDP

طوبولوجيا



التكوين

يتم عرض تكوين النفق على PE1 هنا:

PE1
P1# **show run interface tunnel 0** ...Building configuration Current configuration : 255 bytes ! interface Tunnel0 ip unnumbered Loopback0 no ip directed-broadcast ip route-cache distributed tunnel destination 10.5.5.5 tunnel mode mpls traffic-eng tunnel mpls traffic-eng autoroute announce tunnel mpls traffic-eng path-option 10 dynamic end

التحقق

تحقق من كيفية تحويل الحزم الموجهة إلى CE2 172.16.13.13 هنا. يوضح إخراج الأمر **show ip cef** أن الحزم إلى الوجهة 172.16.13.13 يتم تحويلها باستخدام مكدس التسمية {17 12308}:

```
PE1# show ip cef vrf aqua 172.16.13.13
version 18, cached adjacency 10.7.7.7 ,172.16.13.0/24
                                      packets, 0 bytes 0
                                  tag information set
                            local tag: VPN route head
{fast tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17 12308
                               via 10.11.11.11, 0 dependencies, recursive
                     next hop 10.7.7.7, Ethernet2/0/2 via 10.11.11.11/32
                                   valid cached adjacency
```

```
{tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17 12308
```

عندما يستقبل P1 هذه الحزمة، فإنه يزيل التسمية الخارجية 17 ويحول الحزمة بعد النظر في جدول توجيه IP إلى Tunnel0. لاحظ OutLabel في هذا الإخراج؛ وهو يعني أن الواجهة الصادرة لا يتم تحويلها.

```
P1# show ip cef 10.11.11.11 detail
version 52 ,10.11.11.11/32
packets, 0 bytes 0
tag information set
local tag: 17
{} fast tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed
via 10.5.5.5, Tunnel0, 0 dependencies
next hop 10.5.5.5, Tunnel0
valid adjacency
{} tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed

P1# show mpls traffic-eng tunnel tunnel 0 | i Label
- : InLabel
OutLabel : Ethernet2/0, implicit-null
P1# show tag for 10.11.11.11 detail
Local Outgoing Prefix Bytes tag Outgoing Next Hop
tag tag or VC or Tunnel Id switched interface
Untagged 10.11.11.11/32 882 Tu0 point2point 17
MAC/Encaps=14/14, MTU=1500, Tag Stack{}, via Et2/0
006009E08B0300603E2B02408847
No output feature configured
Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
P1# show ip route 10.11.11.11
Routing entry for 10.11.11.11/32
Known via "isis", distance 115, metric 30, type level-1
Redistributing via isis
Last update from 10.5.5.5 on Tunnel0, 00:03:20 ago
:Routing Descriptor Blocks
from 10.11.11.11, via Tunnel0 ,10.5.5.5 *
Route metric is 30, traffic share count is 1
```

بمجرد أن يستقبل P2 الحزمة ذات التسمية 12308، فإنه ينظر إلى جدول إعادة التوجيه الخاص بها. بسبب عدم وجود طريقة يمكن بها لرقم P2 أن يكون على دراية بعلامة 12308 VPN من CE2، فإنه يسقط الحزمة.

```
P2# show tag for tag 12308 detail
Local Outgoing Prefix Bytes tag Outgoing Next Hop
tag tag or VC or Tunnel Id switched interface
```

وهذا يؤدي إلى فصل مسار حزم VPN الموجهة إلى CE2. ويتم التأكد من ذلك من خلال **عملية** الاتصال ب CE2 172.16.13.13/32.

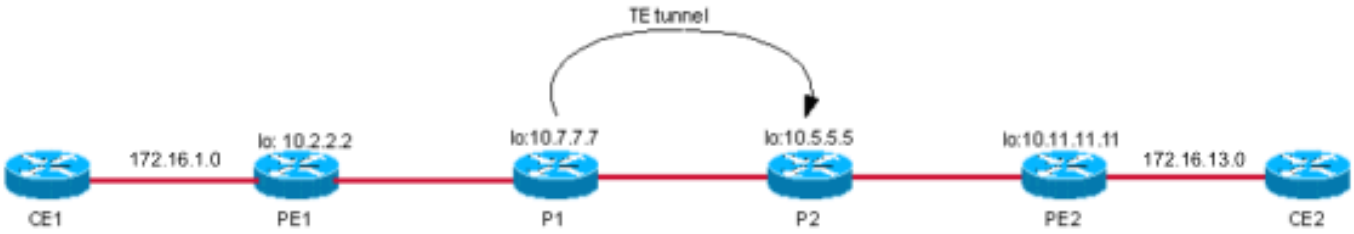
```
PE1#
CE1# ping 172.16.13.13

.Type escape sequence to abort
:Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.13.13, timeout is 2 seconds
.....
(Success rate is 0 percent (0/5
CE1#
```

الحل

والحل يتلخص في تمكين LDP/TDP عبر النفق. يناقش القسم التالي هذا الحل.

الحالة 4: VPN عبر نفق بين P1 و P2 مع تمكين LDP

طوبولوجيا



التكوين

ومع تمكين بروتوكول LDP على النفق، تظهر التكوينات الموجودة على الشاشة طراز P1 كما هو موضح هنا. الإضافات في شكل أرجواني.

PE1

```
P1# show run interface tunnel 0
...Building configuration

Current configuration : 273 bytes
!
interface Tunnel0
 ip unnumbered Loopback0
 no ip directed-broadcast
 ip route-cache distributed
 mpls label protocol ldp
 tunnel destination 10.5.5.5
 tunnel mode mpls traffic-eng
 tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
 tunnel mpls traffic-eng path-option 10 dynamic
end
!
```

التحقق

يرسل PE1 الحزم إلى البادئة 32/172.16.13.13 باستخدام مكدس التسمية {17 12308}.

```
PE1#
PE1# show tag for 10.11.11.11 detail
Local  Outgoing    Prefix            Bytes tag  Outgoing    Next Hop
tag    tag or VC   or Tunnel Id      switched   interface
Et2/0/2    10.7.7.7          0    10.11.11.11/32          17     21
                  {MAC/Encaps=14/18, MTU=1500, Tag Stack{17
                      00603E2B02410060835887428847 00011000
                                No output feature configured
Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

PE1#
PE1# show ip cef 10.11.11.11 detail
version 60, cached adjacency 10.7.7.7 ,10.11.11.11/32
```

```
                                                packets, 0 bytes 0
                                              tag information set
                                                  local tag: 21
                  {fast tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17
                                    via 10.7.7.7, Ethernet2/0/2, 1 dependency
                                          next hop 10.7.7.7, Ethernet2/0/2
                                                valid cached adjacency
                       {tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17

                                    PE1# show ip cef vrf aqua 172.16.13.13
                               version 18, cached adjacency 10.7.7.7 ,172.16.13.0/24
                                                packets, 0 bytes 0
                                              tag information set
                                           local tag: VPN route head
                        {fast tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17 12308
                                    via 10.11.11.11, 0 dependencies, recursive
                              next hop 10.7.7.7, Ethernet2/0/2 via 10.11.11.11/32
                                                valid cached adjacency
                       {tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17 12308
```

يستلم P1 الحزمة ذات مكدس التسمية {17 12308} ويبحث في LFIB الخاص بها للتسمية 17.

```
                                            P1# show tag for tag 17 detail
      Local  Outgoing    Prefix            Bytes tag  Outgoing   Next Hop
               tag    tag or VC   or Tunnel Id      switched   interface
Tu0          point2point       1158    10.11.11.11/32          18     17
            MAC/Encaps=14/18, MTU=1496, Tag Stack{18}, via Et2/0
                              006009E08B0300603E2B02408847 00012000
                                    No output feature configured
Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
                                                                  P1#

                                          P1# show ip cef 10.11.11.11 detail
                                                version 52 ,10.11.11.11/32
                                                  packets, 0 bytes 0
                                                tag information set
                                                    local tag: 17
                        {fast tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {18
                                          via 10.5.5.5, Tunnel0, 0 dependencies
                                                next hop 10.5.5.5, Tunnel0
                                                  valid adjacency
                                       {tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {18
```

إنها تظهر أنه يجب تبديل التسمية 17 إلى التسمية 18. لذلك، يتم تبديل الحزمة عبر واجهة النفق باستخدام مكدس التسمية {18 12308}.

يتلقى P2 الحزمة عبر واجهة النفق الخاصة به مع حزمة التسمية {18 12308}. يلصق العلامة 18 (لأنه موجه الخطوة قبل الأخيرة) ويحول الحزمة إلى PE2 مع التسمية 12308.

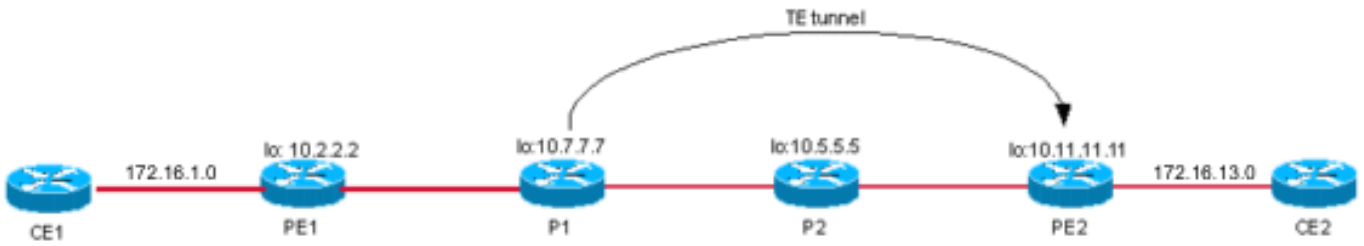
```
                                            P2# show tag for tag 18 detail
      Local  Outgoing    Prefix            Bytes tag  Outgoing   Next Hop
               tag    tag or VC   or Tunnel Id      switched   interface
Pop tag      10.11.11.11/32    127645     PO2/0/0    point2point     18
                                  {}MAC/Encaps=4/4, MTU=4474, Tag Stack
                                                      0F008847
                                    No output feature configured
Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
                                                                  P2#
```

يتلقى PE2 الربط مع تسمية 12308، أي يحول الربط إلى CE2 بنجاح.

```
PE2# show tag forwarding tags 12308 detail
Local  Outgoing    Prefix           Bytes tag  Outgoing    Next Hop
tag    tag or VC   or Tunnel Id      switched   interface
      Aggregate   172.16.13.0/24[V]  12256  12308
       {}MAC/Encaps=0/0, MTU=0, Tag Stack
                        VPN route: aqua
              No output feature configured
Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
                                                                  PE2#

                                                  CE1# ping 172.16.13.13

                                                .Type escape sequence to abort
:Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.13.13, timeout is 2 seconds
                                                                !!!!!
 Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/2/4 ms
                                                                  CE1#
```

الحالة 5: MPLS VPN عبر نفق بين P1 و PE2

طوبولوجيا



التكوين

PE1
P1# show run interface tunnel 0 ...Building configuration Current configuration : 258 bytes ! interface Tunnel0 ip unnumbered Loopback0 no ip directed-broadcast ip route-cache distributed tunnel destination 10.11.11.11 tunnel mode mpls traffic-eng tunnel mpls traffic-eng autoroute announce tunnel mpls traffic-eng path-option 10 dynamic end

التحقق

يرسل PE1 حزمة موجهة إلى 172.16.13.13 إلى الخطوة التالية 10.11.11.11 مع مكدس التسمية {17 12308}.

```
PE1# show ip cef vrf aqua 172.16.13.13
version 18, cached adjacency 10.7.7.7 ,172.16.13.0/24
                                                packets, 0 bytes 0
                                              tag information set
                                            local tag: VPN route head
{fast tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17 12308
                                 via 10.11.11.11, 0 dependencies, recursive
                           next hop 10.7.7.7, Ethernet2/0/2 via 10.11.11.11/32
                                                valid cached adjacency
{tag rewrite with Et2/0/2, 10.7.7.7, tags imposed {17 12308
```

يستلم P1 الحزمة ذات مكدس التسمية {17 12308}. يبحث P1 في جدول LFIB الخاص به ويتحقق من مكدس العلامات {17} ويحول الحزمة ذات التسمية {17} نحو P2.

```
                                          P1# show tag for 10.11.11.11 detail
      Local  Outgoing    Prefix            Bytes tag  Outgoing   Next Hop
         tag    tag or VC   or Tunnel Id      switched   interface
Untagged    10.11.11.11/32    411        Tu0        point2point     17
          MAC/Encaps=14/18, MTU=1500, Tag Stack{17}, via Et2/0
                              006009E08B0300603E2B02408847 00011000
                                    No output feature configured
Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

                                          P1# show tag for tag 17 detail
      Local  Outgoing    Prefix            Bytes tag  Outgoing   Next Hop
         tag    tag or VC   or Tunnel Id      switched   interface
Untagged    10.11.11.11/32    685        Tu0        point2point     17
          MAC/Encaps=14/18, MTU=1500, Tag Stack{17}, via Et2/0
                              006009E08B0300603E2B02408847 00011000
                                    No output feature configured
Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
                                                                    P1#

                                          P1# show ip cef 10.11.11.11
                                           version 67 ,10.11.11.11/32
                                                   packets, 0 bytes 0
                                                tag information set
                                                   local tag: 17
                                {fast tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {17
                                              via 10.11.11.11, Tunnel0, 0 dependencies
                                                       next hop 10.11.11.11, Tunnel0
                                                         valid adjacency
                                    {tag rewrite with Tu0, point2point, tags imposed {17
```

يستلم P2 الحزمة ذات مكدس التسمية {17 12308}. P2، هو الموجه قبل الأخير، بوبس ملصق 17.

```
                                          P2# show tag for tag 17 detail
      Local  Outgoing    Prefix            Bytes tag  Outgoing   Next Hop
         tag    tag or VC   or Tunnel Id      switched   interface
Pop tag     10.7.7.7 0 [5]    535        PO2/0/0    point2point     17
                              {}MAC/Encaps=4/4, MTU=4474, Tag Stack
                                                   0F008847
                                    No output feature configured
                                                                    P2#
```

ثم يستقبل PE2 الحزمة ذات التسمية 12308. P2 على علم بأن وجهة التسمية 12308 متصلة مباشرة. لذلك، **العملية أزيز** من CE1 إلى CE2 هي 10.

```
PE2# show tag for tag 12308 detail
Local  Outgoing    Prefix            Bytes tag  Outgoing    Next Hop
tag    tag or VC   or Tunnel Id      switched   interface
Aggregate   172.16.13.0/24[V]  12776  12308
{}MAC/Encaps=0/0, MTU=0, Tag Stack
VPN route: aqua
No output feature configured
Per-packet load-sharing, slots: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
PE2#
```

ملاحظة: لا عرض لأن العلامة الصادرة هي . وذلك لأن البادئة المقترنة بالتسمية هي المسار المتصل مباشرة.

```
CE1# ping 172.16.13.13

.Type escape sequence to abort
:Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 172.16.13.13, timeout is 2 seconds
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 4/4/4 ms
CE1#
```

مشكلات معروفة

ارجع إلى إشعار ميداني: MPLS VPN مع إصدار TE و MPLS InterAS الاستشاري حول برنامج Cisco IOS® للحصول على مزيد من التفاصيل.

القرار

عندما يتم إنهاء النفق على egress pe، فإن MPLS VPN وال TE يعملان معا دون أي تكوين إضافي. عندما يتم إنهاء النفق على أي موجهات P (قبل PE في المركز)، يفشل إعادة توجيه حركة مرور MPLS VPN لأن الحزم تصل مع تسميات VPN كالتسميات الخارجية، والتي ليست في LFIBs لهذه الأجهزة. لذلك، لا يمكن لهذه الموجهات الوسيطة إعادة توجيه الحزم إلى الوجهة النهائية، شبكة عميل VPN. وفي مثل هذه الحالة، لابد من تمكين الحزب الديمقراطي الليبرالي/بروتوكول منع الإرهاب في النفق لحل المشكلة.

معلومات ذات صلة

- الأسئلة المتداولة حول MPLS للمبتدئين
- كيفية أستكشاف أخطاء MPLS VPN وإصلاحها
- هندسة حركة مرور MPLS الأساسية باستخدام مثال تكوين OSPF
- تكوين شبكة MPLS VPN أساسية
- أستكشاف أخطاء LSP وإصلاحها في شبكة MPLS VPN
- صفحة دعم MPLS
- الدعم الفني - Cisco Systems

حول هذه الترجمة
ترجمت Cisco هذا المستند باستخدام مجموعة من التقنيات الآلية والبشرية لتقديم محتوى دعم للمستخدمين في جميع أنحاء العالم بلغتهم الخاصة. يُرجى ملاحظة أن أفضل ترجمة آلية لن تكون دقيقة كما هو الحال مع الترجمة الاحترافية التي يقدمها مترجم محترف. تخلي Cisco Systems مسئوليتها عن دقة هذه الترجمات وتُوصي بالرجوع دائمًا إلى المستند الإنجليزي الأصلي (الرابط متوفر).