

《 VPLS with BGP Signaling Tech說明》

目錄

[簡介](#)

[問題](#)

[解決方案的架構](#)

[PE路由器終端標識](#)

[VPLS標識和MPLS標籤](#)

[封裝資訊](#)

[VPLS BGP自動發現字首和VPLS BGP信令字首](#)

[Cisco IOS軟體配置示例](#)

[通告標籤塊](#)

[路由區分器和路由目標](#)

[PE1的配置示例](#)

[檢查標籤範圍](#)

[檢查標籤](#)

[檢查標籤塊](#)

[檢查通告的字首](#)

[詳細檢視字首](#)

[在BGP更新消息中通告、接收和處理標籤塊](#)

[PE2:接收BGP更新](#)

[PE2:查詢標籤](#)

[PE2:將字首傳送到PE1](#)

[PE1:查詢標籤](#)

[其他驗證命令](#)

[PE路由器為一個VFI通告多個L2VPN VPLS字首](#)

[PE1配置](#)

[PE2配置](#)

[初始標籤塊](#)

[PE1和PE2交換](#)

[PE1與PE2交換分析](#)

[字首詳細資訊](#)

[互通性](#)

簡介

本檔案介紹使用BGP訊號傳送的虛擬私人LAN服務(VPLS)的邊界閘道通訊協定(BGP)型自動探索。自動發現是提供商邊緣(PE)瞭解哪些遠端PE屬於給定VPLS域的一種方法。信令是PE瞭解給定遠端PE對於給定VPLS域預期的偽線標籤的一種方法。

請參閱以下Internet工程任務組文檔：

- [RFC 4762使用標籤分發協定\(LDP\)信令的虛擬專用LAN服務\(VPLS\)描述使用VPLS \(也稱為Martini\) 的標籤分發協定\(LDP\)信令的BGP自動發現。](#)
- [RFC 4761使用BGP進行自動發現和信令的虛擬專用LAN服務\(VPLS\)描述了VPLS\(也稱為Kompella\)的BGP自動發現和BGP信令。](#)

本檔案將重點介紹RFC 4761。透過RFC 4761,BGP更新的BGP網路層連線能力資訊(NLRI)會保留自動探查和訊號傳送的資訊。當遠端PE路由器收到此BGP更新時，它們擁有為VPLS設定全網狀偽線所需的所有資訊。BGP自動探索和BGP訊號傳送使用相同的BGP位址系列。

命令列介面(CLI)和輸出來自Cisco IOS[®]軟體。Cisco IOS-XR軟體和Cisco NX-OS軟體的配置和功能非常相似。

問題

VPLS由一組點對多點形式的偽線(PW)組成。直到現在，LDP還被用來發出PE路由器之間的偽線訊號。因此，目標LDP會話發出訊號指示在一對PE路由器之間使用哪個標籤進行偽線。您可以手動配置參與一個VPLS域的一組PE路由器，也可以使用BGP自動發現配置。為了執行此自動發現，BGP通告哪個PE是VPLS域的成員。然而，即使在BGP自動發現的情況下，LDP也用來向多協定標籤交換(MPLS)虛擬電路(VC)標籤和偽線ID發出訊號。

現在可以使用BGP在PE路由器之間傳送偽線訊號。

當在一對路由器之間設定一條偽線時，其它路由器不需要與此偽線相關的資訊。例如，此類資訊是要使用的VC標籤。

使用LDP作為建立偽線的信令協定，該資訊只由一對路由器接收，因為LDP以點對點方式執行信令。

使用BGP作為建立偽線的訊號通訊協定，資訊將由所有其他路由器接收，因為內部BGP(iBGP)以點對多點方式執行訊號傳送。iBGP要求全網狀，因此一台路由器向所有其他iBGP路由器傳送iBGP更新。這也可以使用路由反射器完成。

使用iBGP作為信令協定，有兩種方法可傳送更新：

1. 每個PE路由器向每個PW的所有iBGP鄰居通告一個BGP更新；每次連線一個MPLS VC標籤。因此，一個PE路由器將傳送與PE路由器一樣多的BGP更新。但是，連線到BGP更新的VC標籤只能由其中一個PE路由器使用，即PW另一端的PE路由器。
2. 為了避免出現大量的BGP更新問題，設計了一個架構，其中一個本地PE路由器向所有遠端PE路由器傳送一組或一組本地VC標籤。每個遠端PE路由器選擇其中一個VC標籤，作為PW向本地PE路由器的遠端VC標籤。遠端PE路由器必須以唯一的方式選取遠端VC標籤，以便其他PE路由器不會從所通告的標籤塊中選取相同的VC標籤。由於傳送了一組標籤，因此必須有足夠的可用標籤來提供所有可能設定的PW，但不應保留太多標籤以至於它們未被使用和浪費。

本檔案將說明如何使用BGP來傳送偽線訊號；請注意，BGP也同時用於自動探索。

解決方案的架構

由於這是VPLS，因此在核心層仍然需要逐跳信令協定，以便將標籤的資料包從PE傳送到PE路由器

。核心中的此傳輸功能仍然必須由LDP或MPLS流量工程來完成。

BGP需要傳送必要資訊，以便按照VPLS所需的點對多點方式設定偽線。此信令資訊包括：

- PE路由器端點標識
- VPLS標識
- MPLS標籤塊
- 封裝資訊

PE路由器終端標識

PE路由器端點標識由作為更新的BGP傳送方的PE路由器確定。

與第2層虛擬私人網路(L2VPN)VPLS相關的BGP更新由AFI/SAFI 25/65識別。此位址系列在BGP傳送OPEN訊息時交涉。

VPLS標識和MPLS標籤

NLRI (也稱為字首) 包含有關VPLS標識和MPLS標籤塊的資訊。其編碼的總長度為19個位元組：

```
+-----+
| Length (2 octets) |
+-----+
| Route Distinguisher (8 octets) |
+-----+
| VE ID (2 octets) |
+-----+
| VE Block Offset (2 octets) |
+-----+
| VE Block Size (2 octets) |
+-----+
| Label Base (3 octets) |
+-----+
```

路由區分器(RD)與VPLS的身份相關。

附註：在Cisco IOS和Cisco NX-OS軟體實施中，所有PE路由器在同一個VPLS域中必須具有相同的RD。

虛擬擴展(VE)ID、VE塊偏移量、VE塊大小和標籤庫(LB)與通告的標籤塊相關，如下一節所述。

封裝資訊

封裝資訊也附加到首碼，並編碼為BGP更新的延伸社群「Layer2 Info Extended Community」。值為0x800A，編碼為：

```
+-----+
| Extended community type (2 octets) |
+-----+
| Encaps Type (1 octet) |
+-----+
```

```

+-----+
| Control Flags (1 octet) |
+-----+
| Layer-2 MTU (2 octet) |
+-----+
| Reserved (2 octets) |
+-----+

```

VPLS的Encaps Type為19。

控制標誌 (位向量) 的編碼方式如下：

```

    0 1 2 3 4 5 6 7
+-----+
| MBZ   |C|S|      (MBZ = MUST Be Zero)
+-----+

```

名稱 價值 含義

- 思 1 將VPLS資料包傳送到此PE時，必須存在控制字。
- 0 將VPLS資料包傳送到此PE時，必須不存在控制字。
- S 1 將VPLS資料包傳送到此PE時，必須使用順序幀傳輸。
- 0 將VPLS資料包傳送到此PE時，不得使用幀順序傳輸。

也有連線到BGP更新的路由目標(RT)。與MPLS L3VPN一樣，RT控制從L2VPN匯入和匯出。

VPLS BGP自動發現字首和VPLS BGP信令字首

VPLS BGP自動發現字首是/96字首，而VPLS BGP信令字首是/136字首。以下是每個選項的示例：

```

PE2#show bgp l2vpn vpls all
BGP table version is 264, local router ID is 10.100.1.2
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, m multipath, b backup-path, f RT-Filter,
               x best-external, a additional-path, c RIB-compressed,
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
RPKI validation codes: V valid, I invalid, N Not found

```

```

      Network          Next Hop          Metric LocPrf Weight Path
Route Distinguisher: 1:100
*>i 1:100:VEID-1001:Blk-150/136
                10.100.1.1          0      100      0 ?
*> 1:100:10.100.1.2/96
                0.0.0.0              32768 ?

```

```

PE2#show bgp l2vpn vpls rd 1:100 ve-id 1001 block-offset 150
BGP routing table entry for 1:100:VEID-1001:Blk-150/136, version 262
Paths: (1 available, best #1, table L2VPN-VPLS-BGP-Table)
Not advertised to any peer
Refresh Epoch 1
Local
 10.100.1.1 (metric 21) from 10.100.1.4 (10.100.1.4)
  Origin incomplete, metric 0, localpref 100, valid, internal, best
  AGI version(0), VE Block Size(50) Label Base(10105)
  Extended Community: RT:1:100 RT:32:64 L2VPN L2:0x0:MTU-1500
  Originator: 10.100.1.1, Cluster list: 10.100.1.4
  rx pathid: 0, tx pathid: 0x0

```

```

PE2#show bgp l2vpn vpls rd 1:100 10.100.1.2

```

```
BGP routing table entry for 1:100:10.100.1.2/96, version 43
Paths: (1 available, best #1, table L2VPN-VPLS-BGP-Table)
  Not advertised to any peer
  Refresh Epoch 1
  Local
    0.0.0.0 from 0.0.0.0 (10.100.1.2)
      Origin incomplete, localpref 100, weight 32768, valid, sourced, local,
best, AGI version(0)
      Extended Community: RT:1:100 L2VPN AGI:1:100
      rx pathid: 0, tx pathid: 0x0
```

Cisco IOS軟體配置示例

以下是Cisco IOS軟體組態範例：

```
!
l2vpn vfi context one
  vpn id 100
  autodiscovery bgp signaling bgp      <<< "signaling ldp" would be RFC 4762
  ve id 1001
  ve range 50
  route-target export 32:64
  route-target import 32:64

mpls label range 10000 20000

!
bridge-domain 1
  member Ethernet0/0 service-instance 100
  member vfi one

!
l2 router-id 10.100.1.1
!

interface Ethernet0/0
  no ip address
  service instance 100 ethernet
!

!
router bgp 1
  bgp log-neighbor-changes
  neighbor 10.100.1.4 remote-as 1
  neighbor 10.100.1.4 update-source Loopback0
!
  address-family l2vpn vpls
  neighbor 10.100.1.4 activate
  neighbor 10.100.1.4 send-community extended
  neighbor 10.100.1.4 suppress-signaling-protocol ldp
  exit-address-family
```

通告標籤塊

一個PE路由器必須至少通告一個標籤塊。標籤塊是一組MPLS標籤的連續集合，由遠端PE路由器用於選擇一個遠端VC標籤。遠端標籤用於本地和遠端PE路由器之間的PW。（PE路由器可以通告多個標籤塊，如後面部分所述。）

必須在每個PE上配置VE-ID。標識VPLS域中的PE路由器。

VE Block Size(VBS)是標籤塊的大小，其預設值為10。如果配置了「ve range」，則為10。「ve range」可以配置為[11 -100]。

標籤庫(LB)是PE路由器可以保留用於此VPLS域的一組自由標籤的第一個標籤值。

VE Block Offset(VBO)是PE路由器必須建立多個標籤塊時使用的偏移值。VBO使用以下公式計算： $VBO = RND(VE-ID/VBS) * VBS$

以下是計算範例：

- 如果VBS = 8且VE-ID = 2，則 $VBO = RND(2/8) * 8 = 1$
- 如果VBS = 8且VE-ID = 20, $VBO = RND(20/8) * 8 = 16$
- 如果VBS = 50, VE-ID = 199, $VBO = RND(199/50) * 50 = 150$
- 如果VBS = 50, VE-ID = 1002, $VBO = RND(1002/50) * 50 = 1000$

向遠端PE路由器通告的標籤塊為{LB, LB + 1, ..., LB + VBS - 1}。標籤塊由LB和VBS定義；塊以LB開始，以(LB + VBS - 1)結束。

每個PE路由器可以根據需要建立多個標籤塊。路由器必須確保它是一組連續的自由標籤。

路由區分器和路由目標

PE1的配置示例

```
router bgp 1

l2vpn vfi context one
  vpn id 100
  autodiscovery bgp signaling bgp
  ve id 1001
  ve range 50
  route-target export 32:64
  route-target import 32:64

mpls label range 10000 20000
```

以下是組態值的說明：

- VPN ID配置為100。
- 除非明確配置RD，否則從[ASN:vpn id]獲取RD。這裡，RD是1:100。
- 匯入/匯出路由目標為32:64。
- LB的範圍是[10000 20000]。LB的精確值取決於第一組自由連續區域性標籤，該標籤大到足以容納由VBS確定的所有標籤。
- VE-ID配置為1001。
- VBS配置為50。
- VBO的計算結果為： $VBO = RND(VE-ID/VBS) * VBS$ 或 $RND(1001/50) * 50 = 1000$ 。

檢查標籤範圍

您可以使用**show mpls label range**命令檢查標籤範圍：

```
PE1#show mpls label range
Downstream Generic label region: Min/Max label: 10000/20000
```

有一個按平台的預設標籤範圍，您可以使用**mpls label range**命令更改該範圍。

檢查標籤

您可以使用**show mpls forwarding-table**命令檢查標籤轉發資訊庫(LFIB)中一個標籤塊的實際使用標籤。

```
PE1#show mpls forwarding-table
Local      Outgoing  Prefix          Bytes Label  Outgoing  Next Hop  Label
Label      or Tunnel Id    Switched      interface
10000      No Label  lbl-blk-id(1:0)  0             drop
10001      No Label  lbl-blk-id(1:1)  0             drop
10002      No Label  lbl-blk-id(1:2)  0             drop
?
10048      No Label  lbl-blk-id(1:48) 0             drop
10049      No Label  lbl-blk-id(1:49) 0             drop
10050      Pop Label 10.100.1.4/32    0             Et1/0      10.1.1.4
```

在本例中，本地路由器PE1為標籤塊保留了50個本地標籤。「lbl-blk-id(1:0)」表示塊id為1，塊例項為0，標識塊的第一個標籤。此塊的最後一個標籤為10049標籤。

LFIB中的「傳出」介面為「drop」，只要沒有為該本地標籤設定PW。如果設定了PW，則「Outgoing」介面為「none point2point」。

檢查標籤塊

配置「service internal」時，還可以使用**show mpls infrastructure lfd block-database summary**命令檢查分配的標籤塊。

```
PE1#show mpls infrastructure lfd block-database summary
Block-DB entry for block-id : 0x1
Block-size : 50, App-Key type : AToM PWID, Labels : 10000 - 10049
```

LB為10000。在此示例中，標籤塊是從LB到(LB + VBS - 1)或從10000到(10000 + 50 - 1)= 10049。

檢查通告的字首

您可以使用**show bgp l2vpn vpls rd 1:100**命令檢查通告的字首：

```
PE1#show bgp l2vpn vpls rd 1:100
BGP table version is 3, local router ID is 10.100.1.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, m multipath, b backup-path, f RT-Filter,
               x best-external, a additional-path, c RIB-compressed,
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
RPKI validation codes: V valid, I invalid, N Not found
```

| Network | Next Hop | Metric | LocPrf | Weight | Path |
|---------------------------------|----------|--------|--------|--------|---------|
| Route Distinguisher: 1:100 | | | | | |
| *> 1:100:VEID-1001:Blk-1000/136 | 0.0.0.0 | | | | 32768 ? |

詳細檢視字首

要詳細檢視此字首，請使用**show bgp l2vpn vpls rd 1:100 ve-id 1001 block-offset 1000**命令。請注意，需要指定VE-ID和標籤塊，可以在NLRI(Blk-1000)中找到。

```
PE1#show bgp l2vpn vpls rd 1:100 ve-id 1001 block-offset 1000
BGP routing table entry for 1:100:VEID-1001:Blk-1000/136, version 3
Paths: (1 available, best #1, table L2VPN-VPLS-BGP-Table)
Advertised to update-groups:
  1
Refresh Epoch 1
Local
  0.0.0.0 from 0.0.0.0 (10.100.1.1)
  Origin incomplete, localpref 100, weight 32768, valid, sourced, local, best
  AGI version(0), VE Block Size(50) Label Base(10000)
  Extended Community: RT:1:100 RT:32:64 L2VPN L2:0x0:MTU-1500
  rx pathid: 0, tx pathid: 0x0
```

NLRI顯示RD為1:100,VE-ID為1001,VBO為1000,VBS為50,LB為10000。

Layer2 Info Extended Community儲存以下資訊：

- 封裝型別是19(VPLS)
- 控制標誌：C = 0 (不能設定控制字)；S = 0 (沒有順序傳送幀)
- MTU is 1500

RT延伸社群保留以下資訊：

- RT 1:100
- RT 32:64

附註：預設VBS(10)較小，因此不會浪費本地標籤。

在BGP更新消息中通告、接收和處理標籤塊

當本地PE路由器通告L2VPN VPLS字首/標籤塊時，每個遠端PE路由器必須嘗試從該範圍選擇一個標籤，以使用作遠端VC標籤。

- 如果遠端PE路由器成功，它將使用該遠端VC標籤並在資料平面中對其進程式設計。BGP沒有進一步的訊號傳送。
- 如果遠端PE路由器發生故障，它必須等待本地PE路由器通告另一個L2VPN VPLS字首，然後嘗試從該標籤塊中選擇另一個遠端VC標籤。

假定PE1是採用以前配置的本地PE，並且PE2是採用以下配置的遠端PE:

```
l2vpn vfi context one
vpn id 100
```



```
autodiscovery bgp signaling bgp
ve id 1002
ve range 50
!
mpls label range 3000 60000
```

PE2:接收BGP更新

PE2收到來自PE1的此BGP更新：

```
PE2#show bgp l2vpn vpls rd 1:100 ve-id 1001 block-offset 1000
BGP routing table entry for 1:100:VEID-1001:Blk-1000/136, version 5
Paths: (1 available, best #1, table L2VPN-VPLS-BGP-Table)
Not advertised to any peer
Refresh Epoch 2
Local
 10.100.1.1 (metric 21) from 10.100.1.4 (10.100.1.4)
  Origin incomplete, metric 0, localpref 100, valid, internal, best
  AGI version(0), VE Block Size(50) Label Base(10000)
  Extended Community: RT:1:100 RT:32:64 L2VPN L2:0x0:MTU-1500
  Originator: 10.100.1.1, Cluster list: 10.100.1.4
  rx pathid: 0, tx pathid: 0x0
```

PE2:查詢標籤

PE2需要找到一個標籤，它可用作通向PE1的PW的遠端VC標籤。

PE2必須首先確定VBO是否在其配置範圍內。PE2使用計算 $VBO \leq VE-ID < VBO + VBS$ 對照由PE1通告的範圍檢查其VE-ID。在這種情況下， $1000 \leq 1002 < 1000 + 50$ ，因此PE2成功。

然後PE2需要選擇一個遠端VC標籤。將遠端PE使用的解複用器(VC)標籤計算為 $(LB + VE-ID - VBO)$ 。

從前面的字首中，LB為10000,VBO為1000。VE-ID是PE2中的VE-ID，是1002。因此，PE2挑選標籤 $(LB + VE-ID - VBO) = (10000 + 1002 - 1000) = 10002$ 。

使用show l2vpn vfi name one命令以驗證這點：

```
PE2#show l2vpn vfi name one
Legend: RT=Route-target, S=Split-horizon, Y=Yes, N=No

VFI name: one, state: up, type: multipoint, signaling: BGP
VPN ID: 100, VE-ID: 1002, VE-SIZE: 50
RD: 1:100, RT: 1:100
Bridge-Domain 100 attachment circuits:
Pseudo-port interface: pseudowire100001
Interface          Peer Address    VE-ID  Local Label  Remote Label  S
pseudowire100002  10.100.1.1      1001   3101         10002         Y
```

PE2:將字首傳送到PE1

然後PE2將其字首傳送到PE1:

```

PE1#show bgp l2vpn vpls rd 1:100 ve-id 1002 block-offset 1000
BGP routing table entry for 1:100:VEID-1002:Blk-1000/136, version 4
Paths: (1 available, best #1, table L2VPN-VPLS-BGP-Table)
Not advertised to any peer
Refresh Epoch 1
Local
  10.100.1.2 (metric 21) from 10.100.1.4 (10.100.1.4)
    Origin incomplete, metric 0, localpref 100, valid, internal, best
    AGI version(0), VE Block Size(50) Label Base(3100)
    Extended Community: RT:1:100 L2VPN L2:0x0:MTU-1500
    Originator: 10.100.1.2, Cluster list: 10.100.1.4
    rx pathid: 0, tx pathid: 0x0

```

PE1:查詢標籤

PE1現在是遠端PE，需要找到一個標籤，它可用作面向PE2的PW的遠端VC標籤。

PE1必須首先確定VBO是否在其配置範圍內。PE1使用計算 $VBO \leq VE-ID < VBO + VBS$ 對照由PE2通告的範圍檢查其VE-ID。在這種情況下， $1000 \leq 1001 < 1000 + 50$ ，因此PE1成功。

然後PE1需要選擇一個遠端VC標籤。將遠端PE使用的解複用器(VC)標籤計算為 $(LB + VE-ID - VBO)$ 。

從前面的字首中，LB為3100,VBO為1000。VE-ID是PE1中的VE-ID，是1001。因此，PE1挑選標籤 $(LB + VE-ID - VBO)=(3100 + 1001 - 1000)= 3101$ 。

使用show l2vpn vfi name one命令以驗證這點：

```

PE1#show l2vpn vfi name one
Legend: RT=Route-target, S=Split-horizon, Y=Yes, N=No

VFI name: one, state: up, type: multipoint, signaling: BGP
VPN ID: 100, VE-ID: 1001, VE-SIZE: 50
RD: 1:100, RT: 1:100, 32:64
Bridge-Domain 1 attachment circuits:
Pseudo-port interface: pseudowire100001
Interface          Peer Address    VE-ID  Local Label  Remote Label  S
pseudowire100002  10.100.1.2     1002   10002        3101          Y

```

其他驗證命令

```

PE1#show mpls l2transport vc detail
Local interface: VFI one vfi up
Interworking type is Ethernet
Destination address: 10.100.1.2, VC ID: 100, VC status: up
  Output interface: Et1/0, imposed label stack {17 3101}
  Preferred path: not configured
  Default path: active
  Next hop: 10.1.1.4
Create time: 02:06:08, last status change time: 02:06:08
  Last label FSM state change time: 02:06:08
Signaling protocol: BGP
  Status TLV support (local/remote)   : Not Applicable
  LDP route watch                      : Not Applicable
  Label/status state machine           : established, LruRru
  Last local dataplane status rcvd: No fault

```

Last BFD dataplane status rcvd: Not Applicable
Last BFD peer monitor status rcvd: Not Applicable
Last local AC circuit status rcvd: No fault
Last local AC circuit status sent: No fault
Last local PW i/f circ status rcvd: No fault
Last local LDP TLV status sent: Not Applicable
Last remote LDP TLV status rcvd: Not Applicable
Last remote LDP ADJ status rcvd: Not Applicable
MPLS VC labels: local 10002, remote 3101
Group ID: local 0, remote 0
MTU: local 1500, remote 1500
Control Word: Off
Dataplane:
SSM segment/switch IDs: 8195/4097 (used), PWID: 3
VC statistics:
transit packet totals: receive 0, send 0
transit byte totals: receive 0, send 0
transit packet drops: receive 0, seq error 0, send 0

PE1#show mpls infrastructure lfd block-database id 1

Block-DB entry for block-id : 0x1

Block-size : 50, App-Key type : ATOM PWID

App-Key entries:

12ckt(1) 10000
12ckt(2) 10001
12ckt(3) 10002
12ckt(4) 10003
12ckt(5) 10004
12ckt(6) 10005
12ckt(7) 10006
12ckt(8) 10007
12ckt(9) 10008
12ckt(10) 10009
12ckt(11) 10010
12ckt(12) 10011
12ckt(13) 10012
12ckt(14) 10013
12ckt(15) 10014
12ckt(16) 10015
12ckt(17) 10016
12ckt(18) 10017
12ckt(19) 10018
12ckt(20) 10019
12ckt(21) 10020
12ckt(22) 10021
12ckt(23) 10022
12ckt(24) 10023
12ckt(25) 10024
12ckt(26) 10025
12ckt(27) 10026
12ckt(28) 10027
12ckt(29) 10028
12ckt(30) 10029
12ckt(31) 10030
12ckt(32) 10031
12ckt(33) 10032
12ckt(34) 10033
12ckt(35) 10034
12ckt(36) 10035
12ckt(37) 10036
12ckt(38) 10037
12ckt(39) 10038
12ckt(40) 10039

```

12ckt(41) 10040
12ckt(42) 10041
12ckt(43) 10042
12ckt(44) 10043
12ckt(45) 10044
12ckt(46) 10045
12ckt(47) 10046
12ckt(48) 10047
12ckt(49) 10048
12ckt(50) 10049

```

```
PE1#show l2vpn atom vc destination 10.100.1.2
```

| Interface | Dest Address | VC ID | Service | | Status |
|-----------|--------------|-------|---------|------|--------|
| | | | Type | Name | |
| pw100002 | 10.100.1.2 | 100 | vfi | one | UP |

```
PE1#show l2vpn atom vc destination 10.100.1.2 detail
```

```
pseudowire100002 is up, VC status is up PW type: Ethernet
Create time: 02:11:13, last status change time: 02:11:13
```

```
Last label FSM state change time: 02:11:13
```

```
Destination address: 10.100.1.2 VC ID: 100
```

```
Output interface: Et1/0, imposed label stack {17 3101}
```

```
Preferred path: not configured
```

```
Default path: active
```

```
Next hop: 10.1.1.4
```

```
Member of vfi service one
```

```
Bridge-Domain id: 1
```

```
Service id: 0xe7000001
```

```
Signaling protocol: BGP
```

```
Local VE ID: 1001, Remote VE ID: 1002
```

```
Status TLV support (local/remote) : Not Applicable
```

```
LDP route watch : Not Applicable
```

```
Label/status state machine : established, LruRru
```

```
Local dataplane status received : No fault
```

```
BFD dataplane status received : Not Applicable
```

```
BFD peer monitor status received : Not Applicable
```

```
Status received from access circuit : No fault
```

```
Status sent to access circuit : No fault
```

```
Status received from pseudowire i/f : No fault
```

```
Status sent to network peer : Not Applicable
```

```
Status received from network peer : Not Applicable
```

```
Adjacency status of remote peer : Not Applicable
```

```
Bindings
```

| Parameter | Local | Remote |
|--------------|-------------------------|-------------------------|
| Label | 10002 | 3101 |
| Group ID | 0 | 0 |
| Interface | | |
| MTU | 1500 | 1500 |
| Control word | off | off |
| PW type | Ethernet | Ethernet |
| VCCV CV type | 0x32 | 0x32 |
| | LSPV [2], BFD/Raw [5] | LSPV [2], BFD/Raw [5] |
| | BFD/Raw + sig [6] | BFD/Raw + sig [6] |
| VCCV CC type | 0x07 | 0x07 |
| | CW [1], RA [2], TTL [3] | CW [1], RA [2], TTL [3] |
| Status TLV | disabled | N/A |

```
Dataplane:
```

```
SSM segment/switch IDs: 8195/4097 (used), PWID: 3
```

```
Rx Counters
```

```
0 input transit packets, 0 bytes
```

```

0 drops, 0 seq err
Tx Counters
0 output transit packets, 0 bytes
0 drops

```

```

PE1#show l2vpn signaling rib rd 1:100
+- Origin of entry (i=iBGP/e=eBGP)
| +- Provisioned (Yes/No)?
| | +- Stale entry (Yes/No)?
| | |
v v v
O P S RD VE-ID VBO VBS LB Next-Hop
-----+-----+-----+-----+-----+-----+
i Y N 1:100 1002 1000 50 3100 10.100.1.2

```

```

PE1#show l2vpn signaling rib rd 1:100 detail
Route 1:100:1002 (epoch:0) from iBGP peer 10.100.1.2
Provisioned (Y) Stale (N)
Route-Target: 1:100
NLRI [FF000001]
VE-ID:1002 VBO:1000 VBS:50 LB:3100
MTU: 1500 Control Word: off
RIB Filter [27000002]
RD: 1:100
VE-ID: 1001, VBO: 1000, VBS: 50 LB: 10000
Forwarder [58000001] VFI one

```

```

PE1#show l2vpn atom pwid
AToM Pseudowire IDs: In use: 50, In holddown: 0

```

| Label | Peer-Address | VCID | PWID | In-Use | FirstUse | ResuedAt | FreedAt |
|-------|--------------|------|------|--------|----------|----------|---------|
| 10000 | 0.0.0.0 | 0 | 1 | Yes | 00:00:15 | Never | Never |
| 10001 | 0.0.0.0 | 0 | 2 | Yes | 00:00:15 | Never | Never |
| 10002 | 10.100.1.2 | 100 | 3 | Yes | 00:00:15 | Never | Never |
| 10003 | 0.0.0.0 | 0 | 4 | Yes | 00:00:15 | Never | Never |
| 10004 | 0.0.0.0 | 0 | 5 | Yes | 00:00:15 | Never | Never |

```

PE1#show l2vpn atom summary
Destination address: 10.100.1.2, total number of vc: 1
0 unknown, 1 up, 0 down, 0 admin down, 0 recovering, 0 standby, 0 hotstandby
1 active vc on MPLS interface Et1/0

```

PE路由器為一個VFI通告多個L2VPN VPLS字首

一個PE可能需要為一個虛擬轉發例項(VFI)通告多個標籤塊。

如果遠端PE的VE-ID不在本地PE通告的範圍內，則遠端PE無法為PW選擇遠端標籤。此計算（如前所述）為 $VBO \leq VE-ID < VBO + VBS$ 。

如果此檢查失敗，則遠端PE的VE-ID超出範圍。遠端PE忽略從本地PE接收的字首。當本地PE收到遠端PE通告的字首時，本地PE發現遠端PE超出範圍。本地PE需要確定該遠端PE路由器使用哪個遠端標籤。本地PE還會向遠端PE傳送新的本地標籤塊的第二字首，遠端PE應該能夠使用該字首來選擇遠端標籤。

PE1配置

以下為上一示例；PE1仍有：

```
l2vpn vfi context one
vpn id 100
autodiscovery bgp signaling bgp
ve id 1001
ve range 50
route-target export 32:64
route-target import 32:64
!
mpls label range 10000 20000
```

PE2配置

PE2現在的VE-ID為1002，並且此配置：

```
l2vpn vfi context one
vpn id 100
autodiscovery bgp signaling bgp
ve id 10002
ve range 50
!
mpls label range 3000 60000
```

初始標籤塊

PE1和PE2都以這些初始標籤塊開頭。

```
PE1#show bgp l2vpn vpls rd 1:100
BGP table version is 2, local router ID is 10.100.1.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, m multipath, b backup-path, f RT-Filter,
               x best-external, a additional-path, c RIB-compressed,
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
RPKI validation codes: V valid, I invalid, N Not found
```

| Network | Next Hop | Metric | LocPrf | Weight | Path |
|---------------------------------|----------|--------|--------|--------|------|
| Route Distinguisher: 1:100 | | | | | |
| *> 1:100:VEID-1001:Blk-1000/136 | 0.0.0.0 | | | 32768 | ? |

```
PE2#show bgp l2vpn vpls rd 1:100
BGP table version is 3, local router ID is 10.100.1.2
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, m multipath, b backup-path, f RT-Filter,
               x best-external, a additional-path, c RIB-compressed,
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
RPKI validation codes: V valid, I invalid, N Not found
```

| Network | Next Hop | Metric | LocPrf | Weight | Path |
|-----------------------------------|----------|--------|--------|--------|------|
| Route Distinguisher: 1:100 | | | | | |
| *> 1:100:VEID-10002:Blk-10000/136 | 0.0.0.0 | | | 32768 | ? |

PE1和PE2交換

使用debug bgp l2vpn vpls updates命令檢視PE1和PE2交換，然後使用show bgp l2vpn vpls rd 1:100命令檢視詳細資訊。

```
PE1#
%BGP-5-ADJCHANGE: neighbor 10.100.1.4 Up
BGP(9): update formatted for 1:100:VEID-1001:Blk-1000:VBS-50:LB-10000/136 VE ID
1001 VE Block Offset 1000 VE Block Size 50 Label Base 10000 /136
BGP(9): (base) 10.100.1.4 send UPDATE (format) 1:100:VEID-1001:Blk-1000:VBS-50:
LB-10000/136, next 10.100.1.1, metric 0, path Local, extended community RT:1:100
RT:32:64 L2VPN L2:0x0:MTU-1500
BGP(9): 10.100.1.4 rcvd UPDATE w/ attr: nexthop 10.100.1.2, origin ?,
localpref 100, metric 0, originator 10.100.1.2, clusterlist 10.100.1.4, extended
community RT:1:100 L2VPN L2:0x0:MTU-1500
BGP(9): 10.100.1.4 rcvd 1:100:VEID-10002:Blk-10000:VBS-50:LB-3000/136
BGP(9): bump net 1:100:VEID-10002:Blk-10000:VBS-50:LB-3000/136, non bpath added
BGP(9): nettable_walker called for 1:100:VEID-10002:Blk-10000:VBS-50:LB-3000/136
BGP(9): best path[0] 1:100:VEID-10002:Blk-10000:VBS-50:LB-3000/136 source
10.100.1.1 nh 10.100.1.2 vpls-id: L2VPN L2:0x0:MTU-1500
BGP(9): add XC RIB route 1:100:VEID-10002:Blk-10000:VBS-50:LB-3000/136 masklen 136
L2VPN L2:0x0:MTU-1500 pathcount: 1 [0] LDP source:10.100.1.1 nexthop:10.100.1.2
RT:1:100
BGP(9): bump net 1:100:VEID-1001:Blk-10000:VBS-50:LB-10053/136, non bpath added
BGP(9): nlri update add VBS 50 LB 10053
BGP(9): nlri update add export extcomm count 4
BGPSSA ssaccount is 0
BGP(9): update formatted for 1:100:VEID-10002:Blk-10000:VBS-50:LB-3000/136 VE ID
10002 VE Block Offset 10000 VE Block Size 50 Label Base 3000 /136
BGP(9): nettable_walker called for 1:100:VEID-1001:Blk-10000:VBS-50:LB-10053/136
BGP(9): nettable_walker 1:100:VEID-1001:Blk-10000:VBS-50:LB-10053/136 route sourced
locally
BGP(9): update formatted for 1:100:VEID-1001:Blk-10000:VBS-50:LB-10053/136 VE ID
1001 VE Block Offset 10000 VE Block Size 50 Label Base 10053 /136
BGP(9): (base) 10.100.1.4 send UPDATE (format) 1:100:VEID-1001:Blk-10000:VBS-50:
LB-10053/136, next 10.100.1.1, metric 0, path Local, extended community RT:1:100
RT:32:64 L2VPN L2:0x0:MTU-1500 L2VPN L2:0x0:MTU-1500
BGP(9): 10.100.1.4 rcvd UPDATE w/ attr: nexthop 10.100.1.2, origin ?, localpref 100,
metric 0, originator 10.100.1.2, clusterlist 10.100.1.4, extended community
RT:1:100 L2VPN L2:0x0:MTU-1500
BGP(9): 10.100.1.4 rcvd 1:100:VEID-10002:Blk-1000:VBS-50:LB-3053/136
BGP(9): bump net 1:100:VEID-10002:Blk-1000:VBS-50:LB-3053/136, non bpath added
BGP(9): nettable_walker called for 1:100:VEID-10002:Blk-1000:VBS-50:LB-3053/136
BGP(9): best path[0] 1:100:VEID-10002:Blk-1000:VBS-50:LB-3053/136 source 10.100.1.1
nh 10.100.1.2 vpls-id: L2VPN L2:0x0:MTU-1500
BGP(9): add XC RIB route 1:100:VEID-10002:Blk-1000:VBS-50:LB-3053/136 masklen 136
L2VPN L2:0x0:MTU-1500 pathcount: 1 [0] LDP source:10.100.1.1 nexthop:10.100.1.2
RT:1:100
BGP(9): update formatted for 1:100:VEID-10002:Blk-1000:VBS-50:LB-3053/136 VE ID
10002 VE Block Offset 1000 VE Block Size 50 Label Base 3053 /136
BGPSSA ssaccount is 0
```

PE1#show bgp l2vpn vpls rd 1:100

```
BGP table version is 5, local router ID is 10.100.1.1
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, m multipath, b backup-path, f RT-Filter,
               x best-external, a additional-path, c RIB-compressed,
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
RPKI validation codes: V valid, I invalid, N Not found
```

```
Network          Next Hop          Metric LocPrf Weight Path
Route Distinguisher: 1:100
*> 1:100:VEID-1001:Blk-1000/136
                0.0.0.0                32768 ?
```

```
*> 1:100:VEID-1001:Blk-10000/136
      0.0.0.0                32768 ?
*>i 1:100:VEID-10002:Blk-1000/136
      10.100.1.2            0    100    0 ?
*>i 1:100:VEID-10002:Blk-10000/136
      10.100.1.2            0    100    0 ?
```

PE2#**show bgp l2vpn vpls rd 1:100**

```
BGP table version is 6, local router ID is 10.100.1.2
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale, m multipath, b backup-path, f RT-Filter,
               x best-external, a additional-path, c RIB-compressed,
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
RPKI validation codes: V valid, I invalid, N Not found
```

| Network | Next Hop | Metric | LocPrf | Weight | Path |
|-----------------------------------|------------|--------|--------|--------|------|
| Route Distinguisher: 1:100 | | | | | |
| *>i 1:100:VEID-1001:Blk-1000/136 | 10.100.1.1 | 0 | 100 | 0 | ? |
| *>i 1:100:VEID-1001:Blk-10000/136 | 10.100.1.1 | 0 | 100 | 0 | ? |
| *> 1:100:VEID-10002:Blk-1000/136 | 0.0.0.0 | | | 32768 | ? |
| *> 1:100:VEID-10002:Blk-10000/136 | 0.0.0.0 | | | 32768 | ? |

PE1與PE2交換分析

PE1和PE2現在相互通告了兩個標籤塊。

PE1首先向PE2通告初始BGP更新：

```
BGP(9): update formatted for 1:100:VEID-1001:Blk-1000:VBS-50:LB-10000/136 VE ID
1001 VE Block Offset 1000 VE Block Size 50 Label Base 10000 /136
BGP(9): (base) 10.100.1.4 send UPDATE (format) 1:100:VEID-1001:Blk-1000:VBS-50:
LB-10000/136, next 10.100.1.1, metric 0, path Local, extended community
RT:1:100 RT:32:64 L2VPN L2:0x0:MTU-1500
```

此更新根據PE1上的配置設定NLRI。

然後PE1收到來自PE2的初始BGP更新。

```
BGP(9): 10.100.1.4 rcvd UPDATE w/ attr: nexthop 10.100.1.2, origin ?, localpref
100, metric 0, originator 10.100.1.2, clusterlist 10.100.1.4, extended
community RT:1:100 L2VPN L2:0x0:MTU-1500
BGP(9): 10.100.1.4 rcvd 1:100:VEID-10002:Blk-10000:VBS-50:LB-3000/136
```

PE2使用值VE-ID 10002、VBO = 10000、VBS = 50、LB = 3000通告初始字首。

PE1注意到PE2超出範圍，因為PE1開始時，標籤塊為LB至(LB + VBS - 1)或10000至(10000 + 50 - 1)= 10049。

PE1必須確定VBO是否在其配置範圍內。因此，需要根據PE1通告的範圍檢查PE2的VE-ID。計算是 $VBO \leq VE-ID < VBO + VBS$ 。在本例中， $1000 \leq 10002 < 1000 + 50$ ，這不是真的。因此，PE1需要傳送一個新的標籤塊來容納PE2的超出範圍的VE-ID。為了響應PE2的初始更新，PE1將格式化並向PE2傳送一個新的附加BGP更新。PE1現在使用新的VBO 10000。


```
BGP(9): update formatted for 1:100:VEID-1001:Blk-10000:VBS-50:LB-10053/136
VE ID 1001 VE Block Offset 10000 VE Block Size 50 Label Base 10053 /136
BGP(9): (base) 10.100.1.4 send UPDATE (format) 1:100:VEID-1001:Blk-10000:
VBS-50:LB-10053/136, next 10.100.1.1, metric 0, path Local, extended
community RT:1:100 RT:32:64 L2VPN L2:0x0:MTU-1500 L2VPN L2:0x0:MTU-1500
```

對於PE1,VBO為10000,VBS為50,LB為10053。檢查PE2是否為 $VBO \leq VE-ID < VBO + VBS$ 。在本例中， $10000 \leq 10002 < 10000 + 50$ ，這是正確的。PE2可以從來自PE1的新標籤塊[10053 - 10102]中選擇一個遠端標籤。也就是說，PE1為了適應PE2而新增了一個新標籤塊，並傳送了兩條BGP更新消息。

相反的方向也是如此。PE2收到來自PE1的初始BGP更新。此更新具有以下值：VE-ID 1001,VBO = 1000,VBS = 50,LB = 10000。

PE2注意到PE1的VE-ID與PE2的初始更新不符。PE1?s檢查是 $VBO \leq VE-ID < VBO + VBS$ 或 $10000 \leq 1001 < 10000 + 50$ 。作為響應，PE2將傳送第二個BGP更新，並傳送一個新的標籤塊[3053 - 3102]，該塊可容納PE1的VE-ID 1001，因為PE1s檢查是 $VBO \leq VE-ID < VBO + VBS$ 或 $100 \leq 1001 < 1000 + 50$ 。

```
BGP(9): 10.100.1.4 rcvd UPDATE w/ attr: nexthop 10.100.1.2, origin ?,
localpref 100, metric 0, originator 10.100.1.2, clusterlist 10.100.1.4,
extended community RT:1:100 L2VPN L2:0x0:MTU-1500
BGP(9): 10.100.1.4 rcvd 1:100:VEID-10002:Blk-1000:VBS-50:LB-3053/136
```

字首詳細資訊

以下是PE1產生的兩個字首的詳細資訊：

```
PE1#show bgp l2vpn vpls rd 1:100 ve-id 1001 block-offset 1000
BGP routing table entry for 1:100:VEID-1001:Blk-1000/136, version 2
Paths: (1 available, best #1, table L2VPN-VPLS-BGP-Table)
Not advertised to any peer
Refresh Epoch 1
Local
  0.0.0.0 from 0.0.0.0 (10.100.1.1)
    Origin incomplete, localpref 100, weight 32768, valid, sourced, local, best
    AGI version(0), VE Block Size(50) Label Base(10000)
    Extended Community: RT:1:100 RT:32:64 L2VPN L2:0x0:MTU-1500
    rx pathid: 0, tx pathid: 0x0
```

```
PE1#show bgp l2vpn vpls rd 1:100 ve-id 1001 block-offset 10000
BGP routing table entry for 1:100:VEID-1001:Blk-10000/136, version 4
Paths: (1 available, best #1, table L2VPN-VPLS-BGP-Table)
Not advertised to any peer
Refresh Epoch 1
Local
  0.0.0.0 from 0.0.0.0 (10.100.1.1)
    Origin incomplete, localpref 100, weight 32768, valid, sourced, local, best
    AGI version(0), VE Block Size(50) Label Base(10053)
    Extended Community: RT:1:100 RT:32:64 L2VPN L2:0x0:MTU-1500
    L2VPN L2:0x0:MTU-1500
    rx pathid: 0, tx pathid: 0x0
```

這裡，兩個PE路由器具有不連續的數字方案，這會導致每個PE傳送兩個BGP更新。如果有許多PE路由器採用不連續的數量方案，則BGP更新的數量會迅速增長。

www.cisco.com說：「例如，VE-ID編號序列（如1、2、3或501、502、503）是良好的，因為VE-ID是連續的。編號方案（如100、200、300）是不好的，因為它是不連續的。」

1、2、3或501、502、503的第一個示例是連續數字，因此每個PE路由器只需要傳送一個L2VPN VPLS字首。在第三個示例(100、200、300)中，每個PE必須傳送多個L2VPN VPLS字首。對於非連續數字，如果足夠大的VE範圍，將保持要通告的字首數量較低。但是，保留（浪費）標籤的數量仍然較大。

互通性

如果BGP路由反射器(RR)執行的軟體不瞭解RFC 4761，但確實支援RFC 4762，則RR上需要特殊的BGP `neighbor x.x.x.x prefix-length-size 2`組態命令，如此一來它就可以反映RFC 4761使用的BGP更新。

字首通常以1位元組的長度傳送。Cisco IOS軟體實施了「draft-ietf-l2vpn-signaling-08」草案，該草案後來成為RFC 6074。當時選擇的長度欄位為1個位元組，以位為單位表示長度。

[RFC 6074第2層虛擬專用網路\(L2VPN\)中的調配、自動發現和信令](#)指定BGP自動發現的NLRI編碼長度應為2個位元組。2位元組表示可變長度字首後跟多少位元組的字首。

RFC 6074「BGP-AD和VPLS-BGP互通性」的第7節說明：

「BGP-AD和VPLS-BGP [RFC4761]使用相同的AFI/SAFI。若要使BGP-AD和VPLS-BGP共存，必須使用NLRI長度作為解多工器。

BGP-AD NLRI的NLRI長度為12個位元組，僅包含8個位元組的RD和4個位元組的VSI-ID。VPLS-BGP [RFC4761]使用17位元組NLRI長度。因此，BGP-AD的實現必須忽略大於12位元組的NLRI。

如果RR上沒有`neighbor x.x.x.x prefix-length-size 2`命令，則BGP鄰居不會啟動，而RR將長度欄位解釋為1個位元組。此通知顯示在RR:

```
%BGP-3-NOTIFICATION: sent to neighbor 10.100.1.2 3/10 (illegal network) 1 bytes FF
%BGP-4-MSGDUMP: unsupported or mal-formatted message received from 10.100.1.2:
FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF FFFF 005E 0200 0000 4780 0E1C 0019 4104 0A64
0102 0000 1100 0000 0100 0000 6427 1227 1000 3200 BB80 4001 0102 4002 0080 0404
*Feb 15 12:14:11.561: %BGP_SESSION-5-ADJCHANGE: neighbor 10.100.1.2 L2VPN Vpls
topology base removed from session BGP Notification sent
*Feb 15 12:14:11.561: %BGP_SESSION-5-ADJCHANGE: neighbor 10.100.1.2 IPv4 Unicast
topology base removed from session BGP Notification sent
```

此通知出現在PE路由器上：

```
%BGP-3-NOTIFICATION: received from neighbor 10.100.1.4 3/10 (illegal network)
1 bytes FD
```

發生這種情況的原因是，在Cisco IOS軟體中的BGP自動發現的原始實現中，長度欄位為1位元組。

如果您將`neighbor x.x.x.x prefix-length-size 2`命令放在RR上，則不會顯示通知。

```
router bgp 1
 neighbor 10.100.1.2 remote-as 1
 neighbor 10.100.1.2 update-source Loopback0
!
 address-family l2vpn vpls
 neighbor 10.100.1.2 activate
 neighbor 10.100.1.2 send-community extended
```

```
neighbor 10.100.1.2 prefix-length-size 2  
neighbor 10.100.1.2 route-reflector-client
```