

# 在Cisco IOS XR中配置統一MPLS

## 目錄

[簡介](#)

[必要條件](#)

[需求](#)

[採用元件](#)

[背景資訊](#)

[設定](#)

[網路圖表](#)

[PE1上的配置](#)

[ABR1上的配置](#)

[驗證](#)

[疑難排解](#)

[相關資訊](#)

## 簡介

本檔案介紹整合多重協定標籤交換(MPLS)的用途，並提供Cisco IOS® XR中的組態範例。

## 必要條件

### 需求

本文件沒有特定需求。

### 採用元件

本檔案是Cisco IOS XR特有的，但不限於特定軟體版本或硬體。

本文中的資訊是根據特定實驗室環境內的裝置所建立。文中使用到的所有裝置皆從已清除（預設）的組態來啟動。如果您的網路正在作用，請確保您已瞭解任何指令可能造成的影響。

## 背景資訊

統一MPLS的目的全部在於擴展。為了擴展MPLS網路（該網路的一部分有不同型別的平台和服務），將網路劃分為不同區域是有意義的。典型的設計引入了一個分層結構，其核心位於中心，而聚合則位於一側。為了進行擴展，核心中的內部網關協定(IGP)可能與聚合中的協定不同。為了擴展，您不能將IGP字首從一個IGP分配到另一個IGP。如果不將IGP字首從一個IGP分發到另一個IGP，則端到端標籤交換路徑(LSP)將不可行。

為了端到端提供MPLS服務，您需要將LSP設定為端到端。目標是保持MPLS服務(MPLS VPN、MPLS L2VPN)不變，但引入更高的可擴充性。為此，請將某些IGP字首移動到邊界網關協定(BGP)中(提供商邊緣(PE)路由器的環回字首)，然後由提供商邊緣將字首端到端分發。

# 設定

注意：請參閱[搜尋命令的最佳實踐](#)(僅限註冊客戶)以獲得有關如何研究命令的更多資訊。

## 網路圖表

圖1顯示了具有三個不同區域的網路：一個核心區域和兩個匯聚區域。每個區域運行自己的IGP，在區域邊界路由器(ABR)上它們之間不進行重新分配。需要使用BGP來提供端到端MPLS LSP。BGP在整個域內使用標籤通告PE路由器的環回，並提供端到端LSP。BGP是使用RFC 3107 ( BGP標籤的單播 ) 在PE和ABR之間部署的，這意味著BGP會傳送IPv4字首+標籤(地址系列識別符號(AFI)1和後續地址系列識別符號(SAFI)4)。

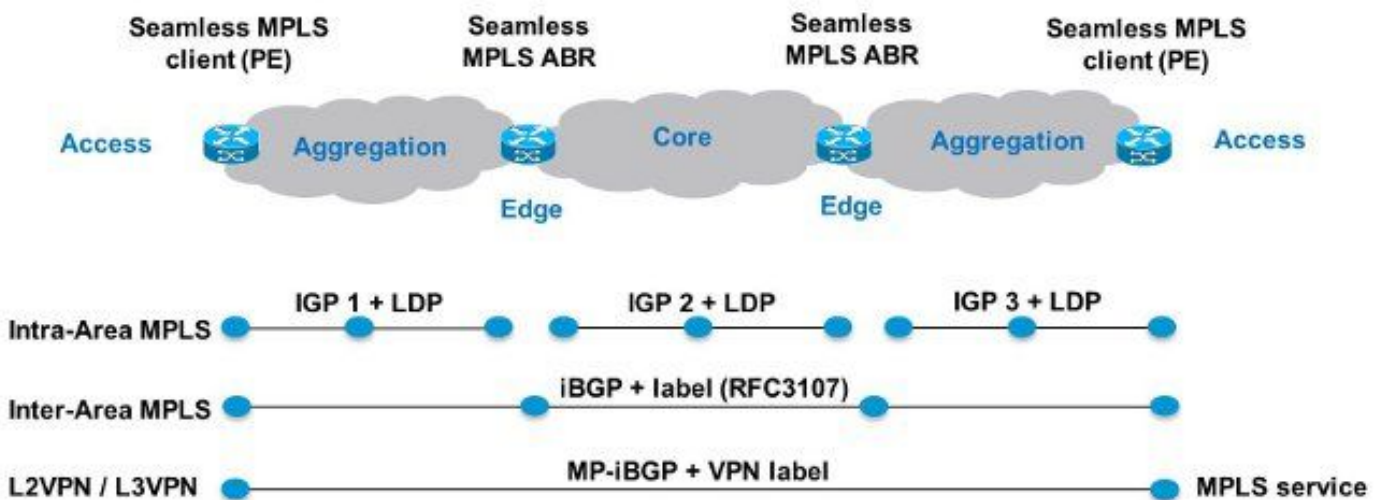


圖1

由於網路的核心部分和聚合部分被整合並提供端到端LSP，因此Unified MPLS解決方案也稱為「無縫MPLS」。

此處未使用新技術或協定，僅使用MPLS、標籤發佈協定(LDP)、IGP和BGP。由於您不想將PE路由器的環回字首從網路的一部分分配到另一部分，因此需要在BGP中攜帶字首。內部邊界網關協定(iBGP)在一個網路中使用，因此字首的下一跳地址是PE路由器的環回字首，而網路其他部分的IGP不知道該字首。這表示下一個躍點地址不能用於遞迴為IGP字首。訣竅是使ABR路由器成為路由反射器(RR)，並將下一跳設定為自己，即使對於反射的iBGP字首也是如此。

只有RR需要軟體來支援此架構。由於RR通告BGP字首並將下一跳設定為自身，因此它們將本地MPLS標籤分配給BGP字首。這表示在資料平面中，在這些端到端LSP上轉發的資料包在標籤堆疊中具有額外的MPLS標籤。RR位於轉發路徑中。

注意：在此架構上，提供任何MPLS服務。例如，在PE路由器之間提供服務MPLS VPN或MPLS L2VPN。這些資料包的資料平面的區別在於，它們現在在標籤堆疊中有三個標籤，而

當未使用統一MPLS時，它們在標籤堆疊中有兩個標籤。

有兩種可能情況：

- ABR不會將ABR向網路的匯聚部分通告的字首（由BGP反映）的下一跳設定為自身。因此，ABR需要將ABR的環回字首從核心IGP重新分配到聚合IGP。如果完成此操作，仍然可以擴展。只需將ABR環回字首（來自核心）通告到匯聚部分，而不需要將來自PE路由器的環回字首通告到遠端匯聚部分。
- ABR將ABR向聚合部分通告的字首（由BGP反映）的下一跳設定為self。因此，ABR不需要將ABR的環回字首從核心IGP重新分配到聚合IGP。

在這兩種情況下，ABR將ABR通告的（由BGP反映的）字首的下一跳設定為自身，從網路的聚合部分到核心部分。如果不這樣做，ABR需要將PE的環回字首從聚合IGP重新分配到核心IGP。如果這樣做，則沒有可擴充性。

對於ABR上反射的iBGP標籤的單播路由，可以應用不同的配置將下一跳設定為自身。

在Cisco IOS XR中啟用RFC 3107時，以下解決方案無法使用：

- next-hop-self不起作用。

例如：

```
router bgp 1
neighbor 10.100.1.1
remote-as 1
update-source Loopback0
address-family ipv4 labeled-unicast
route-reflector-client
next-hop-self
!
```

- 帶有set next-hop self的RPL不起作用。

例如：

```
router bgp 1
neighbor 10.100.1.1
remote-as 1
update-source Loopback0
address-family ipv4 labeled-unicast
route-reflector-client
route-policy nhs-ibgp-3107 out
!
```

```
route-policy nhs-ibgp-3107
set next-hop self
end-policy
```

- set next-hop to peer-address不是連線點的有效運算子。

例如：

```
router bgp 1
neighbor 10.100.1.1
address-family ipv4 labeled-unicast
route-policy nhs-ibgp-3107-peer out
```

```
!!% Could not find entry in list: Policy [nhs-ibgp-3107-peer]
uses 'set-to-peer-address next-hop'. 'set' is not a valid
operator for the 'next-hop' attribute at the bgp neighbor-out-dflt attach point.
!
!
!
route-policy nhs-ibgp-3107-peer
  set next-hop peer-address
end-policy
```

• 將next-hop設定為路由策略中的特定地址，*ibgp policy out enforce-modifications*不起作用  
例如：

```
router bgp 1
  ibgp policy out enforce-modifications
!
neighbor 10.100.1.1
remote-as 1
update-source Loopback0
address-family ipv4 labeled-unicast
route-reflector-client
route-policy nhs-ibgp-3107 out
!
!
route-policy nhs-ibgp-3107-peer
set next-hop 10.100.1.3
end-policy
```

這些解決方案有效。

## 確保具有*ibgp policy out enforce-modifications*!

例如：

```
router bgp 1
  ibgp policy out enforce-modifications
!
neighbor 10.100.1.1
remote-as 1
update-source Loopback0
address-family ipv4 labeled-unicast
route-reflector-client
  next-hop-self
!
!
```

例如：

```
router bgp 1
  ibgp policy out enforce-modifications
!
neighbor 1.100.1.1
remote-as 1
update-source Loopback0
address-family ipv4 labeled-unicast
route-reflector-client
  route-policy nhs-ibgp-3107 out
!
!
route-policy nhs-ibgp-3107
```

```
set next-hop self
end-policy
```

例如：

```
router bgp 1
ibgp policy out enforce-modifications
!
neighbor 10.100.1.1
  remote-as 1
  update-source Loopback0
  address-family ipv4 labeled-unicast
    route-reflector-client
    route-policy nhs-ibgp-3107 out
    next-hop-self
  !
  !
  !
route-policy nhs-ibgp-3107
  set next-hop self
end-policy
```

例如：

```
router bgp 1
ibgp policy out enforce-modifications
!
neighbor 10.100.1.1
  remote-as 1
  update-source Loopback0
  address-family ipv4 labeled-unicast
    route-reflector-client
    route-policy nhs-ibgp-3107 out
    next-hop-self
  !
  !
  !
route-policy nhs-ibgp-3107
  set next-hop 10.100.1.3
end-policy
```

## PE1上的配置

```
hostname PE1
!
vrf one <<< MPLS service is MPLS VPN
  address-family ipv4 unicast
    import route-target
      1:1
    !
    export route-target
      1:1
    !
    !
  address-family ipv6 unicast
    import route-target
      1:1
    !
    export route-target
      1:1
    !
```

```

!
interface Loopback0
  ipv4 address 10.100.1.1 255.255.255.255
!
!
interface GigabitEthernet0/0/0/0
  ipv4 address 10.1.1.1 255.255.255.0
!
!
interface GigabitEthernet0/0/0/1  <<< VRF interface to CE1
  vrf one
  ipv4 address 10.9.1.3 255.255.255.0
!
!
router ospf 1
  router-id 10.100.1.1
  area 0
  interface Loopback0
  !
  interface GigabitEthernet0/0/0/0
    network point-to-point
  !
  !
!
router bgp 1
  address-family ipv4 unicast
  network 10.100.1.1/32  <<< advertise PE loopback in BGP
  allocate-label all
  !
  address-family vpnv4 unicast
  !
  neighbor 10.100.1.3
  remote-as 1
  update-source Loopback0
  address-family ipv4 labeled-unicast
  !
  !
  neighbor 10.100.1.7  <<< vpnv4 iBGP session to PE2
  remote-as 1
  update-source Loopback0
  address-family vpnv4 unicast
  !
  !
  vrf one
  rd 1:1
  address-family ipv4 unicast
  !
  neighbor 10.9.1.2  <<< eBGP session to CE1
  remote-as 65001
  address-family ipv4 unicast
  route-policy pass in
  route-policy pass out
  !
  !
  !
!
mpls ldp
  mldp
  logging notifications
  address-family ipv4
  !
  !
  router-id 10.100.1.1
  address-family ipv4

```

```
!  
interface GigabitEthernet0/0/0/0  
address-family ipv4  
!  
!  
!
```

## ABR1上的配置

```
hostname ABR1  
!  
interface Loopback0  
  ipv4 address 10.100.1.3 255.255.255.255  
!  
!  
interface GigabitEthernet0/0/0/0  
  ipv4 address 10.1.3.3 255.255.255.0  
!  
interface GigabitEthernet0/0/0/1  
  ipv4 address 10.1.2.3 255.255.255.0  
!  
route-policy nhs-ibgp-3107  
  set next-hop 10.100.1.3 <<< set next hop to loopback  
end-policy  
!  
route-policy connected-into-ospf2  
  if destination in (10.100.1.3/32) then  
    pass  
  endif  
end-policy  
!  
router ospf 1  
  router-id 10.100.1.3  
  area 0  
  interface Loopback0  
  !  
  interface GigabitEthernet0/0/0/1  
    network point-to-point  
  !  
  !  
!  
router ospf 2  
  redistribute connected route-policy connected-into-ospf2  
  area 0  
  interface GigabitEthernet0/0/0/0  
    network point-to-point  
  !  
  !  
!  
router bgp 1  
ibgp policy out enforce-modifications  
  address-family ipv4 unicast  
  allocate-label all  
  !  
  neighbor 10.100.1.1 <<< iBGP neighbor PE1  
  remote-as 1  
  update-source Loopback0  
  address-family ipv4 labeled-unicast  
    route-reflector-client  
    route-policy nhs-ibgp-3107 out  
    next-hop-self  
  !  
  !
```

```

neighbor 10.100.1.5      <<< iBGP neighbor ABR2
remote-as 1
update-source Loopback0
  address-family ipv4 labeled-unicast
    route-policy nhs-ibgp-3107 out
    next-hop-self
!
!
!
mpls ldp
  mldp
  address-family ipv4
  !
  !
  router-id 10.100.1.3
  interface GigabitEthernet0/0/0/0
  address-family ipv4
    discovery transport-address interface
  !
  !
  interface GigabitEthernet0/0/0/1
  address-family ipv4
  !
  !

```

**注意：**需要*allocate-label all*或*allocate-label route-policy*。否則，標籤的單播路由沒有它們需要的本地標籤，因為ABR是iBGP反射路由的下一跳。

**註：**不執行將核心IGP(OSPF 2)重新分配到聚合IGP ( OSPF 1或OSPF 3 ) 中的操作，反之亦然。但是，RR的環回字首也必須在聚合IGP中知道，因此PE路由器上的BGP可以與ABR/RR的環回對等。為此，會使用RPL將連線的路由重分配到聚合IGP中。重分佈的連線路由僅限於具有RPL的ABR的環回字首。

## 驗證

若要驗證控制平面操作，請參閱圖2:



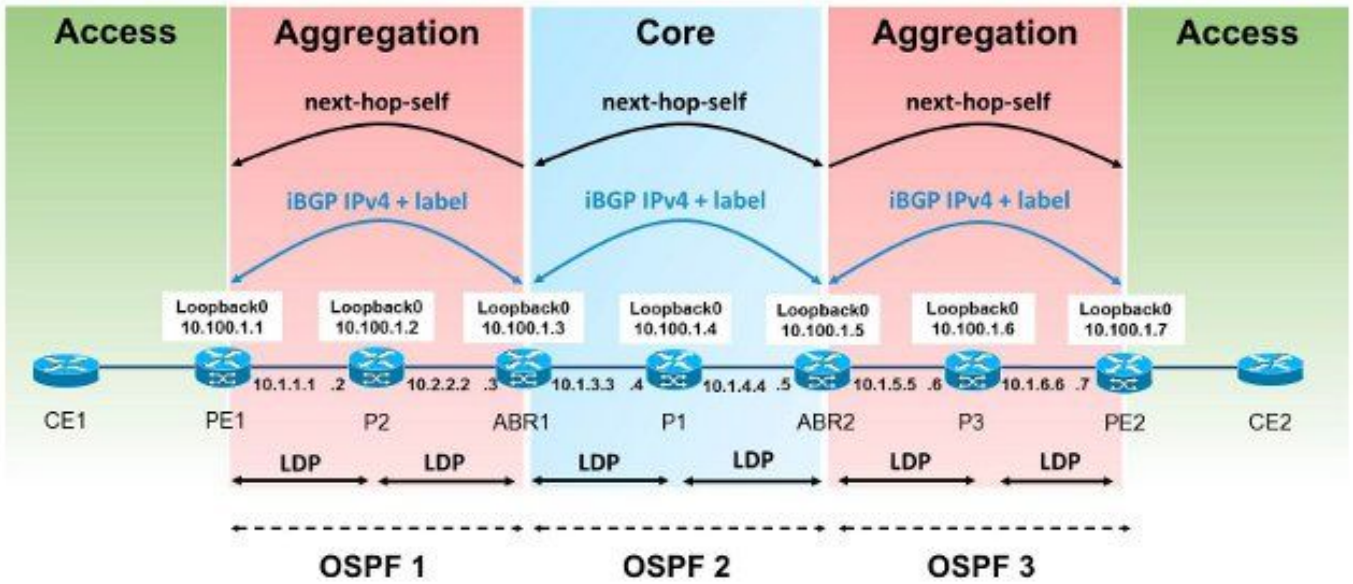


圖2

若要驗證MPLS標籤通告，請參閱圖3:

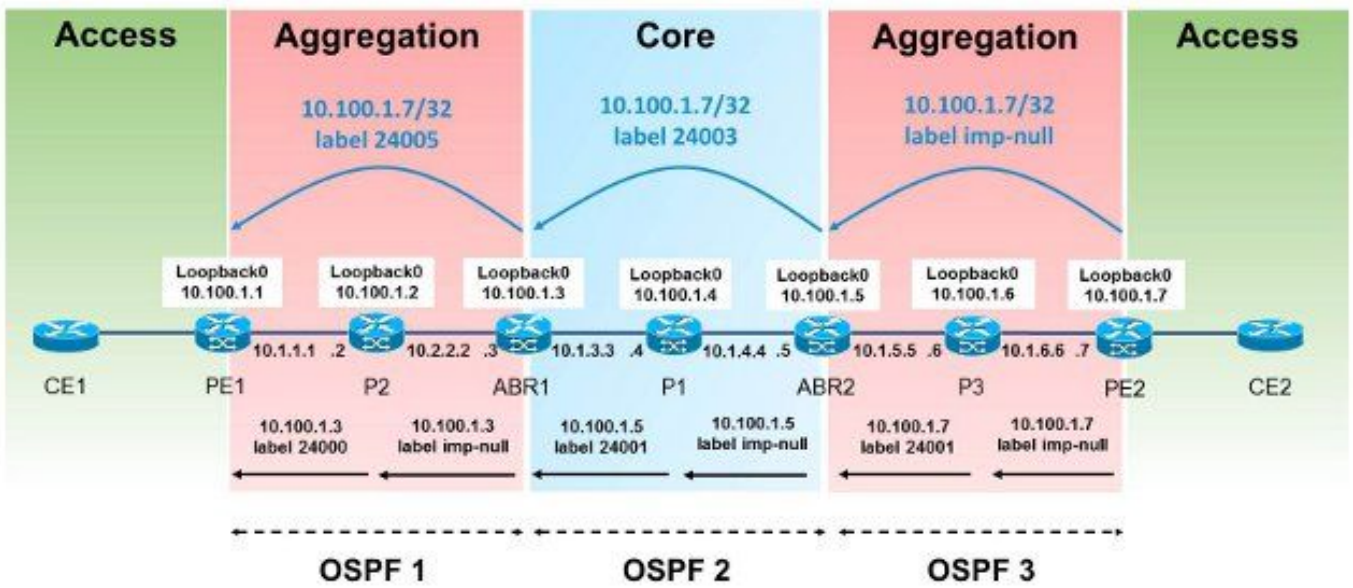


圖3

若要驗證封包轉送，請參閱圖4:

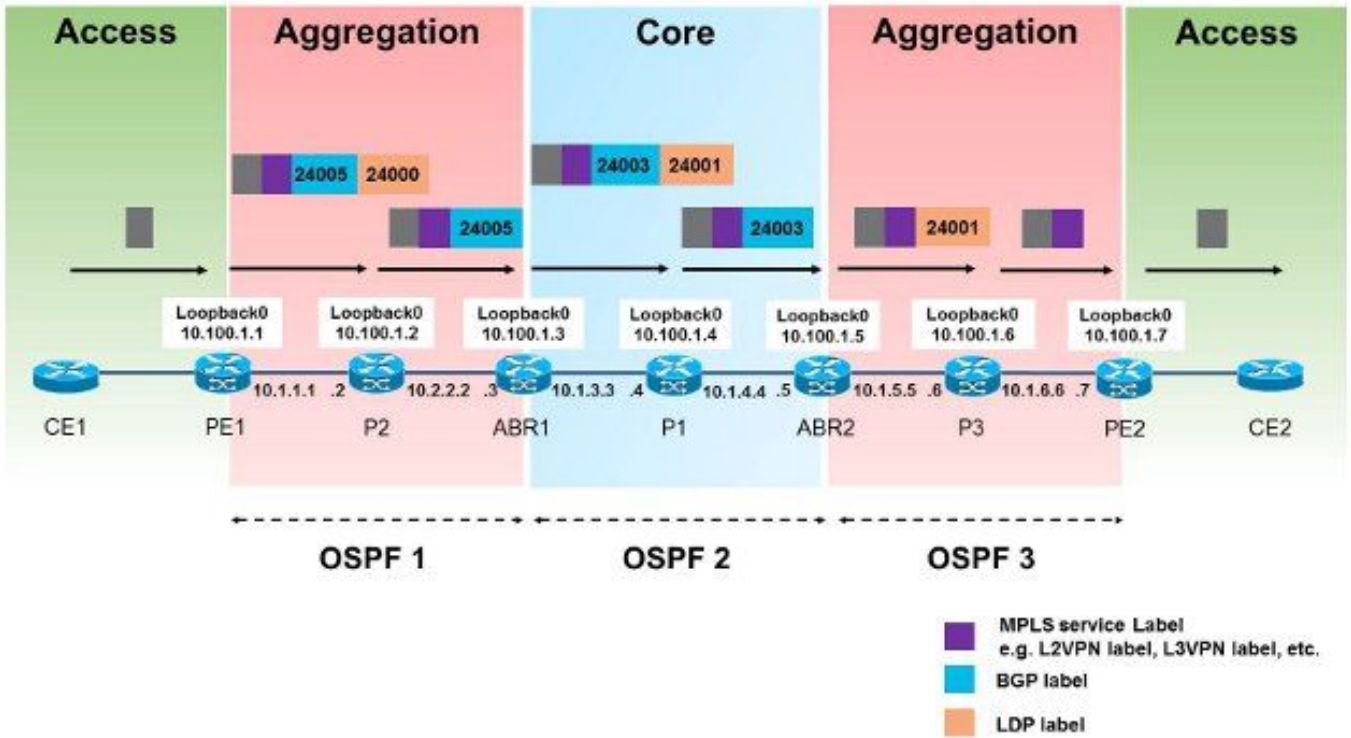


圖4

這就是資料包從PE1轉發到PE2的方式。PE2的環回字首是10.100.1.7/32，因此該字首值得關注。

```
RP/0/0/CPU0:PE1#traceroute
Protocol [ipv4]:
Target IP address: 10.100.1.7
Source address: 10.100.1.1
Numeric display? [no]:
Timeout in seconds [3]:
Probe count [3]:
Minimum Time to Live [1]:
Maximum Time to Live [30]:
Port Number [33434]:
Loose, Strict, Record, Timestamp, Verbose[none]:
```

Type escape sequence to abort.  
Tracing the route to 10.100.1.7

```
 1 10.1.1.2 [MPLS: Labels 24000/24005 Exp 0] 439 msec 119 msec 109 msec
 2 10.1.2.3 [MPLS: Label 24005 Exp 0] 109 msec 109 msec 109 msec
 3 10.1.3.4 [MPLS: Labels 24001/24003 Exp 0] 99 msec 99 msec 149 msec
 4 10.1.4.5 [MPLS: Label 24003 Exp 0] 119 msec 119 msec 99 msec
 5 10.1.5.6 [MPLS: Label 24001 Exp 0] 109 msec 139 msec 99 msec
 6 10.1.6.7 109 msec * 109 msec
```

標籤24000是從P2獲取的字首10.100.1.3/32的LDP標籤。標籤24005是為字首10.100.1.7/32學習的BGP RFC 3107標籤。

```
RP/0/0/CPU0:PE1#show route 10.100.1.7/32
```

```
Routing entry for 10.100.1.7/32
Known via "bgp 1", distance 200, metric 0, [ei]-bgp, type internal
BIER rid=0x0, flags=0x0, count=0
Installed May 27 02:52:07.184 for 00:08:52
```

Routing Descriptor Blocks  
10.100.1.3, from 10.100.1.3 <<< next-hop is ABR1  
Route metric is 0  
No advertising protos.

RP/0/0/CPU0:PE1#show cef 10.100.1.7/32  
10.100.1.7/32, version 89, internal 0x1000001 0x0 (ptr 0xa1470f74)  
[1], 0x0 (0xa1456614), 0xa08 (0xa16181e0)  
Updated May 27 02:52:07.203  
Prefix Len 32, traffic index 0, precedence n/a, priority 4  
via 10.100.1.3, 3 dependencies, recursive [flags 0x6000]  
path-idx 0 NHID 0x0 [0xa16806f4 0x0]  
recursion-via-/32  
next hop 10.100.1.3 via 24001/0/21  
local label 24003  
next hop 10.1.1.2/32 Gi0/0/0/0 labels imposed {24000 24005}

RP/0/0/CPU0:PE1#show bgp ipv4 unicast labels  
BGP router identifier 10.100.1.1, local AS number 1  
BGP generic scan interval 60 secs  
Non-stop routing is enabled  
BGP table state: Active  
Table ID: 0xe0000000 RD version: 44  
BGP main routing table version 44  
BGP NSR Initial initsync version 2 (Reached)  
BGP NSR/ISSU Sync-Group versions 0/0  
BGP scan interval 60 secs

Status codes: s suppressed, d damped, h history, \* valid, > best  
i - internal, r RIB-failure, S stale, N Nexthop-discard

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

Network	Next Hop	Rcvd Label	Local Label
*> 10.100.1.1/32	0.0.0.0	nolabel	3
*>i10.100.1.7/32	10.100.1.3	24005	24003

Processed 2 prefixes, 2 paths

有向ABR1的倒數第二躍點跳躍(PHP)。

RP/0/0/CPU0:P2#show mpls forwarding labels 24000

Local Label	Outgoing Label	Prefix or ID	Outgoing Interface	Next Hop	Bytes Switched
24000	Pop	10.100.1.3/32	Gi0/0/0/1	10.1.2.3	694765

標籤24005換與ABR1上的標籤24003換在一起。

RP/0/0/CPU0:ABR1#show bgp ipv4 unicast labels  
BGP router identifier 10.100.1.3, local AS number 1  
BGP generic scan interval 60 secs  
Non-stop routing is enabled  
BGP table state: Active  
Table ID: 0xe0000000 RD version: 60  
BGP main routing table version 60  
BGP NSR Initial initsync version 2 (Reached)  
BGP NSR/ISSU Sync-Group versions 0/0  
BGP scan interval 60 secs

Status codes: s suppressed, d damped, h history, \* valid, > best  
i - internal, r RIB-failure, S stale, N Nexthop-discard

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

Network	Next Hop	Rcvd Label	Local Label
---------	----------	------------	-------------

```
*>i10.100.1.1/32      10.100.1.1      3      24003
*>i10.100.1.7/32     10.100.1.5     24003   24005
```

Processed 2 prefixes, 2 paths

RP/0/0/CPU0:ABR1#show mpls forwarding labels 24005

Wed May 27 04:08:24.255 UTC

Local Label	Outgoing Label	Prefix or ID	Outgoing Interface	Next Hop	Bytes Switched
24005	24003	10.100.1.7/32		10.100.1.5	6347

從P1到ABR2有PHP。

RP/0/0/CPU0:P1#show mpls forwarding labels 24001

Local Label	Outgoing Label	Prefix or ID	Outgoing Interface	Next Hop	Bytes Switched
24001	Pop	10.100.1.5/32	Gi0/0/0/1	10.1.4.5	348835

ABR2從PE2收到的RFC 3107路由10.100.1.7/32的BGP標籤為3。這是表示PHP的隱式null標籤。

RP/0/0/CPU0:ABR2#show bgp ipv4 unicast labels

```
BGP router identifier 10.100.1.5, local AS number 1
BGP generic scan interval 60 secs
Non-stop routing is enabled
BGP table state: Active
Table ID: 0xe0000000 RD version: 47
BGP main routing table version 47
BGP NSR Initial initsync version 2 (Reached)
BGP NSR/ISSU Sync-Group versions 0/0
BGP scan interval 60 secs
```

```
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best
               i - internal, r RIB-failure, S stale, N Nexthop-discard
```

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

Network	Next Hop	Rcvd Label	Local Label
*>i10.100.1.1/32	10.100.1.3	24003	24005
*>i10.100.1.7/32	10.100.1.7	3	24003

Processed 2 prefixes, 2 paths

標籤24003換與ABR2上的標籤24001換在一起。

RP/0/0/CPU0:ABR2#show mpls forwarding labels 24003

Local Label	Outgoing Label	Prefix or ID	Outgoing Interface	Next Hop	Bytes Switched
24003	24001	10.100.1.7/32	Gi0/0/0/0	10.1.5.6	403676

從P3到PE2有PHP。

RP/0/0/CPU0:P3#show mpls forwarding labels 24001

Local Label	Outgoing Label	Prefix or ID	Outgoing Interface	Next Hop	Bytes Switched
24001	Pop	10.100.1.7/32	Gi0/0/0/1	10.1.6.7	685191

RP/0/0/CPU0:PE2#show bgp ipv4 unicast labels

BGP router identifier 10.100.1.7, local AS number 1

```
BGP generic scan interval 60 secs
Non-stop routing is enabled
BGP table state: Active
Table ID: 0xe0000000 RD version: 42
BGP main routing table version 42
BGP NSR Initial initsync version 2 (Reached)
BGP NSR/ISSU Sync-Group versions 0/0
BGP scan interval 60 secs
```

```
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best
               i - internal, r RIB-failure, S stale, N Nexthop-discard
```

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

Network	Next Hop	Rcvd Label	Local Label
*>i10.100.1.1/32	10.100.1.5	24005	24004
*> 10.100.1.7/32	0.0.0.0	nolabel	<b>3</b>

```
Processed 2 prefixes, 2 paths
```

## 疑難排解

目前尚無適用於此組態的具體疑難排解資訊。

## 相關資訊

- [無縫MPLS架構](#)
- [技術支援與文件 - Cisco Systems](#)

## 關於此翻譯

思科已使用電腦和人工技術翻譯本文件，讓全世界的使用者能夠以自己的語言理解支援內容。請注意，即使是最佳機器翻譯，也不如專業譯者翻譯的內容準確。Cisco Systems, Inc. 對這些翻譯的準確度概不負責，並建議一律查看原始英文文件（提供連結）。