

在MPLS第3層VPN中作為PE-CE協定和環路預防技術的OSPF配置示例

目錄

[簡介](#)

[必要條件](#)

[需求](#)

[採用元件](#)

[背景資訊](#)

[設定](#)

[網路圖表](#)

[組態](#)

[DN位](#)

[域標籤](#)

[驗證](#)

[疑難排解](#)

簡介

本文說明在提供商邊緣(PE)和客戶邊緣(CE)路由器之間運行開放最短路徑優先(OSPF)路由協定時的環路預防功能和最低配置步驟。它提供一個網路情景，說明向下位元(DN)的使用，這是連結狀態通告(LSA)和網域標籤中的選項。

必要條件

需求

思科建議您瞭解OSPF和多協定標籤交換(MPLS)第3層VPN。

採用元件

本文件所述內容不限於特定軟體和硬體版本。

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

服務提供商(SP)和CE路由器使用SP和客戶共同同意的路由協定交換路由。本文的範圍是描述使用OSPFv2時的環路預防機制。

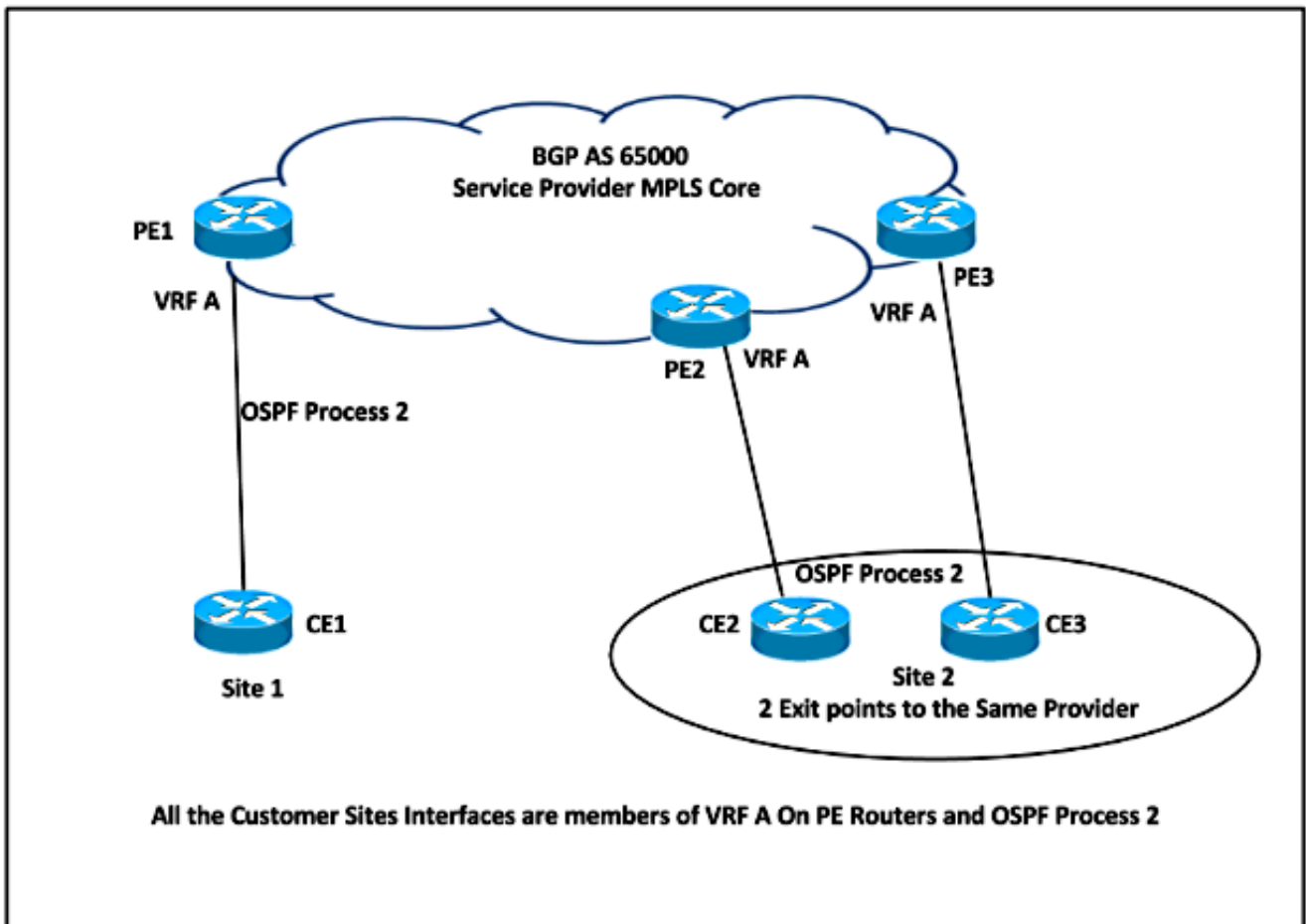
在屬於特定虛擬路由和轉發(VRF)或VPN的PE-CE鏈路上使用OSPFv2時，PE路由器：

- 將通過VPN的OSPF接收的路由重新分配到多協定邊界網關協定(MP-BGP)中，並將其通告給其他PE路由器。
- 通過MP-BGP將安裝在VPN中的BGP路由重分佈到該VPN的OSPF例項中，並將其通告給CE路由器。

設定

網路圖表

請考慮使用以下網路拓撲，以瞭解環路預防技術。



在此設定中，可能存在環路。例如，如果CE1將OSPF LSA型別1通告給PE1,PE1將路由重新分發到VPNv4並將其通告給PE2，則PE2將彙總LSA通告給CE2。CE2接收的此路由可以通告回PE3。第三台PE路由器獲知OSPF路由，該路由優於BGP路由，並將該路由重新通告到BGP作為本地路由給客戶站點2。PE3從未獲知通告的路由並非源自客戶站點2。

為了克服這種情況，當路由從MP-BGP重分發到OSPF時，會在LSA第3、5或7類中標籤DN位，並

具有第5和7類LSA的域標籤。

組態

以下是PE路由器上的配置示例。此配置包括VRF配置、在PE-CE路由器之間運行的OSPF進程2、在MPLS核心中作為內部網關協定(IGP)運行的OSPF進程1，以及MP-BGP配置。

```
Sample Configuration for PE1
ip vrf A
rd 1:1
route-target both 65000:1
route-target import 65000:2
route-target import 65000:3
! VRF A configuration with Route Distinguisher and Route Targets
! 2:2 and 3:3 import route-target is configured as export route-target on PE2 and PE3

interface Ethernet0/0
ip vrf forwarding A
ip address 10.10.23.3 255.255.255.0
! Eth0/0 Interface - CE1 Facing

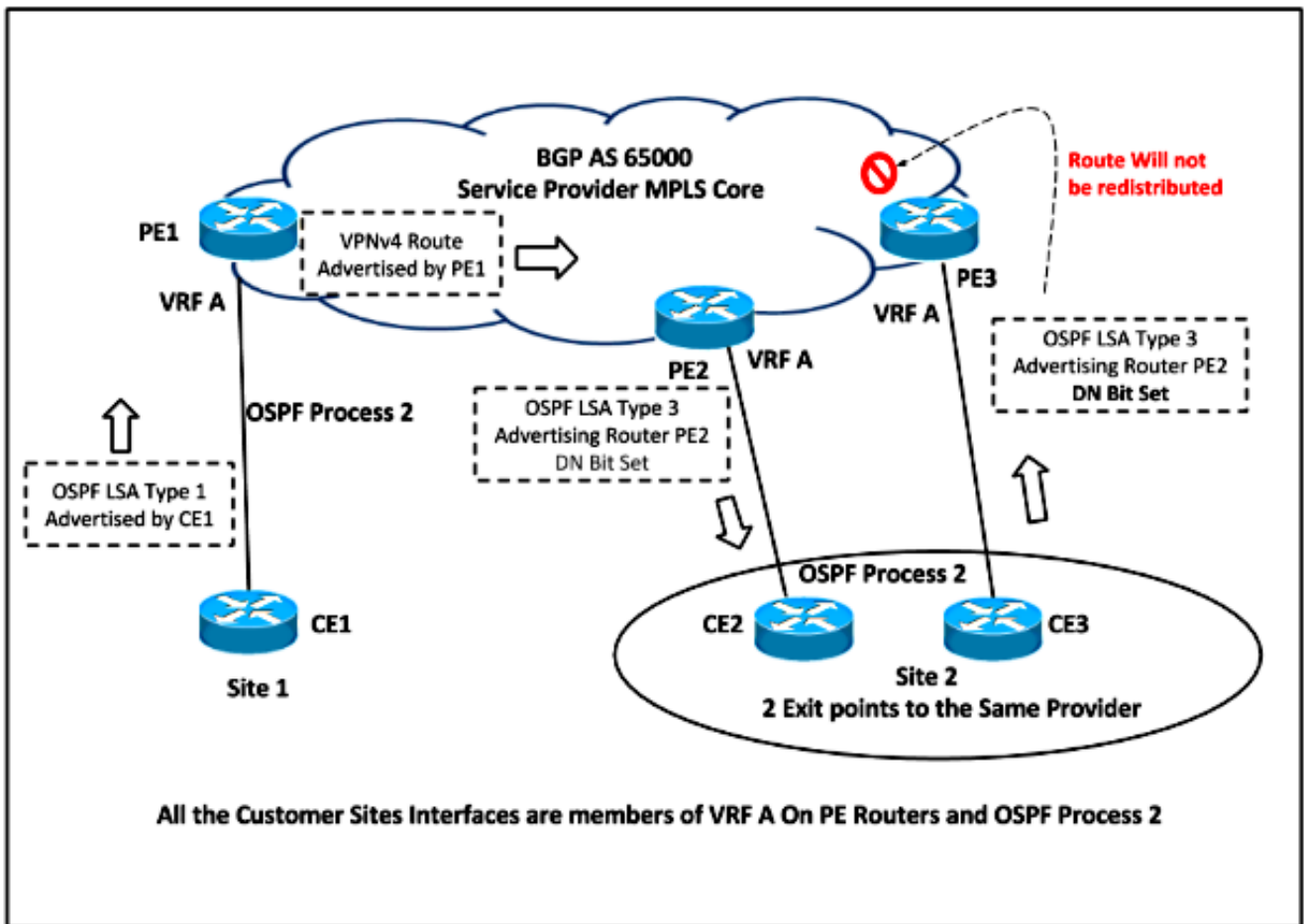
router ospf 1
router-id 10.1.1.1
network 0.0.0.0 255.255.255.255 area 0
! OSPF Process 1 running in MPLS Core and Loopback1

router ospf 2 vrf A
redistribute bgp 65000 subnets
network 10.10.23.3 0.0.0.0 area 0
! OSPF Process 2 in VRF A and redistribution of BGP Routes installed via MP-BGP in the VRF A into OSPF 2

router bgp 65000
no bgp default ipv4-unicast
neighbor 10.2.2.2 remote-as 65000
neighbor 10.2.2.2 update-source Loopback1
neighbor 10.3.3.3 remote-as 65000
neighbor 10.3.3.3 update-source Loopback1
!
address-family vpnv4
neighbor 10.2.2.2 activate
neighbor 10.2.2.2 send-community extended
neighbor 10.3.3.3 activate
neighbor 10.3.3.3 send-community extended
exit-address-family
!
address-family ipv4 vrf A
redistribute ospf 2 metric 10 match internal external 1 external 2
exit-address-family
! BGP VPNv4 and OSPF Process 2 configuration
! Redistribution of OSPF Process 2 into BGP, so that the routes could be advertised via MP BGP to PE2 and PE3
```

DN位

OSPF LSA Options欄位中以前未使用的位稱為DN位。當MP-BGP路由重分發到OSPF時，在型別3、5和7 LSA上設定此位。當另一台PE路由器收到來自已設定DN位的第3、5或7類CE路由器的LSA時，該LSA的資訊不會用於OSPF路由計算。



PE2根據網路拓撲設定重分佈的LSA的DN位，並且PE3上的OSPF進程2從未考慮此LSA進行路由計算。因此，PE3從未將此路由重分佈回MP-BGP。

以下是OSPF報頭的一個示例，其中顯示DN位設定，當PE路由器為第3類LSA通告路由時：

```

Open Shortest Path First
  OSPF Header
    Version: 2
    Message Type: LS Update (4)
    Packet Length: 56
    Source OSPF Router: 10.10.23.3 (10.10.23.3)
    Area ID: 0.0.0.0 (0.0.0.0) (Backbone)
    Checksum: 0x4034 [correct]
    Auth Type: Null (0)
    Auth Data (none): 0000000000000000
  LS Update Packet
    Number of LSAs: 1
    Summary-LSA (IP network)
      .000 1110 0001 0000 = LS Age (seconds): 3600
      0... .. = Do Not Age Flag: 0
      Options: 0xa2 (DN, DC, E)
        1... .. = DN: Set
        .0.. .. = O: Not set
        ..1. .... = DC: Demand Circuits are supported
        ...0 .... = L: The packet does NOT contain LLS data block
        .... 0... = NP: NSSA is NOT supported
        .... .0.. = MC: NOT Multicast Capable
        .... ..1. = E: External Routing Capability
  
```

.... ...0 = MT: NO Multi-Topology Routing

域標籤

域標籤僅適用於OSPF第5類和第7類LSA。當VPNv4路由從MP-BGP重分發到PE路由器上的OSPF時，會為OSPF外部路由設定域標籤。可以在OSPF Process下使用domain-tag命令手動設定標籤，也可以自動生成32位值：

Manually configured tags:

```

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|0|                                     LocalInfo                                     |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

```

```

Command:      router ospf
              domain-tag <1-4294967295>
              OSPF domain tag - 32-bit value

```

Automatic Tag Generation: 32 bits

When the tag is automatically generated, the high order bit is set to 1
c bit is set when Origin is EGP or IGP
pl 2 bits are for Path Length information
ArbitraryTag 12 bits defaults to 0
AutonomousSystem 16 bits indicating the AS number
The other bits are defined below:

```

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|1|c|p l|      ArbitraryTag      |      AutonomousSystem      |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

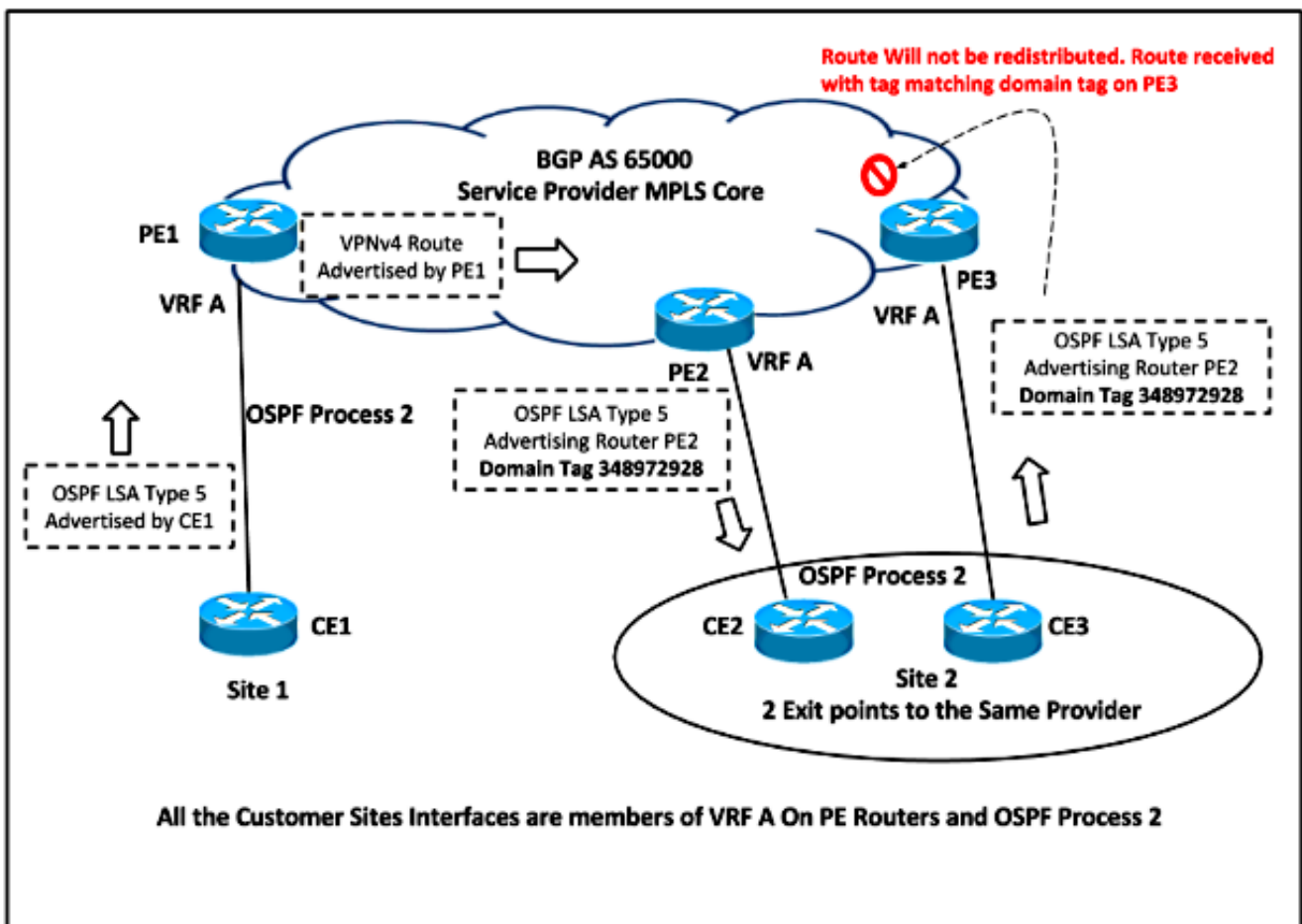
```

In our example the routes received on CE2 from PE1, the tag is set to **3489725928**
Binary Representation:

```

11010000 00000000 11111101 11101000
<-----65000----->
Autonomous System Number

```



根據網路拓撲，PE2在將VPNv4路由重分發到OSPF時設定第5類和第7類LSA的域標籤。從未將此LSA考慮用於路由計算，因為DN位已經設定，但它也設定了域標籤，因此LSA被忽略，因為域標籤與VPN/VRF標籤匹配。因此，該路由絕不會重分佈到OSPF中。

此示例顯示從CE3收到的LSA型別5被忽略，其域標籤集與PE3上的本地VRF域標籤集相同：

```
*Jan 31 00:29:23.947: OSPF-2 EXTER: adv_rtr 10.10.57.5, age 3, seq 0x80000001,
metric 10, metric-type 2, fw-addr 0.0.0.0
*Jan 31 00:29:23.947: OSPF-2 EXTER: Tag equals to VPN Tag, ignoring the LSA
*Jan 31 00:29:23.947: OSPF-2 EXTER: Process partial nssa spf queue
```

```
PE3#show ip ospf database external 192.168.5.5
```

```
OSPF Router with ID (10.3.3.3) (Process ID 1)
```

```
OSPF Router with ID (10.10.68.6) (Process ID 2)
```

```
Type-5 AS External Link States
```

```
LS age: 38
Options: (No TOS-capability, DC)
LS Type: AS External Link
Link State ID: 192.168.5.5 (External Network Number )
Advertising Router: 10.10.57.5
LS Seq Number: 80000001
Checksum: 0x89A3
Length: 36
Network Mask: /32
```

```
Metric Type: 2 (Larger than any link state path)
MTID: 0
Metric: 10
Forward Address: 0.0.0.0
External Route Tag: 3489725928
```

驗證

用於發現是否為LSA設定了DN位以及應用了域標籤的命令與用於檢查LSA資料庫的命令相同。

此輸出顯示了OSPF第3類和第5類LSA的示例，並突出顯示了當VPNv4路由重新分發到PE2上的OSPF時設定的DN位和標籤：

LSA Type 3	LSA Type 5
<pre>PE2#sh ip ospf 2 database summary 192.168.1.1 OSPF Router with ID (10.10.57.5) (Process ID 2) Summary Net Link States (Area 0) LS age: 1735 Options: (No TOS-capability, DC, Downward) LS Type: Summary Links(Network) Link State ID: 192.168.1.1 (summary Network Number) Advertising Router: 10.10.57.5 LS Seq Number: 80000001 Checksum: 0x46AE Length: 28 Network Mask: /32 MTID: 0 Metric: 10 LS age: 1738 Options: (No TOS-capability, DC, Downward) LS Type: Summary Links(Network) Link State ID: 192.168.1.1 (summary Network Number) Advertising Router: 10.10.68.6 LS Seq Number: 80000001 Checksum: 0xF2F5 Length: 28 Network Mask: /32 MTID: 0 Metric: 10</pre>	<pre>PE2#sh ip ospf 2 database external 192.168.5.5 OSPF Router with ID (10.10.57.5) (Process ID 2) Type-5 AS External Link States LS age: 1756 Options: (No TOS-capability, DC, Downward) LS Type: AS External Link Link State ID: 192.168.5.5 (External Network Number) Advertising Router: 10.10.57.5 LS Seq Number: 80000001 Checksum: 0x2AA Length: 36 Network Mask: /32 Metric Type: 2 (Larger than any link state path) MTID: 0 Metric: 10 Forward Address: 0.0.0.0 External Route Tag: 3489725928 LS age: 1759 Options: (No TOS-capability, DC, Downward) LS Type: AS External Link Link State ID: 192.168.5.5 (External Network Number) Advertising Router: 10.10.68.6 LS Seq Number: 80000001 Checksum: 0xAEF1 Length: 36 Network Mask: /32 Metric Type: 2 (Larger than any link state path) MTID: 0 Metric: 10 Forward Address: 0.0.0.0 External Route Tag: 3489725928</pre>

附註： MPLS VPN OSPF PE-CE總是包含環路預防機制來處理問題。在舊版Cisco IOS®中，按原始IETF草案第3類LSA使用LSA中的DN位，第5類LSA使用標籤。較新的RFC 4576要求為第3類和第5類LSA使用DN位。

這是透過思科錯誤ID [CSCtw79182](#)提交的。

具有修復此缺陷的Cisco IOS映像的PE路由器將發起具有DN位和標籤的5類外部LSA，作為環路預防機制。先前的Cisco IOS版本通告了外部路由的唯一用於此目的的標籤。

行為發生變化是因為標籤可以重寫（通過更改VPN域ID或通過路由對映），但DN位不是使用者可控制的。在某些角落案例設計中，某些客戶可能故意禁用了環路預防機制，並覆蓋外部LSA的標籤，以便PE路由器優先使用OSPF路由而非BGP路由。

在較新版本的Cisco IOS中，這是不可能的。絕大多數在教科書配置中使用PE-CE OSPF的客戶不會受到影響。覆蓋標籤的客戶可能會看到行為上的變化。

疑難排解

目前尚無適用於此組態的具體疑難排解資訊。