

IOS XE에서 레이어 2 VPN Virtual Private LAN 서비스 문제 해결

목차

[소개](#)

[사전 요구 사항](#)

[요구 사항](#)

[사용되는 구성 요소](#)

[네트워크 다이어그램](#)

[VPLS 교차 연결이 작동하지 않음](#)

[문제 해결 단계](#)

[주요 관점](#)

[표준 Ping과 MPLS LSP Ping 비교: 주요 특징](#)

[주요 관찰](#)

[주요 관찰](#)

[결론](#)

[VPLS Cross-Connect가 설정되었지만 의사 와이어를 통과하는 데이터 트래픽은 없음](#)

[Catalyst 9000 Series의 VPLS 운영 확인](#)

[문제 해결 단계](#)

[결론](#)

[라우터에 대한 VPLS 작동 확인](#)

[문제 해결 단계](#)

[결론](#)

[이러한 항목에 대한 자세한 내용은 다음을 참조하십시오.](#)

소개

이 문서에서는 Cisco IOS® XE용 기술에서 레이어 2 VPN VPLS(Virtual Private LAN Service)의 문제를 해결하는 방법을 설명합니다.

사전 요구 사항

요구 사항

다음 주제에 대한 지식을 보유하고 있으면 유용합니다.

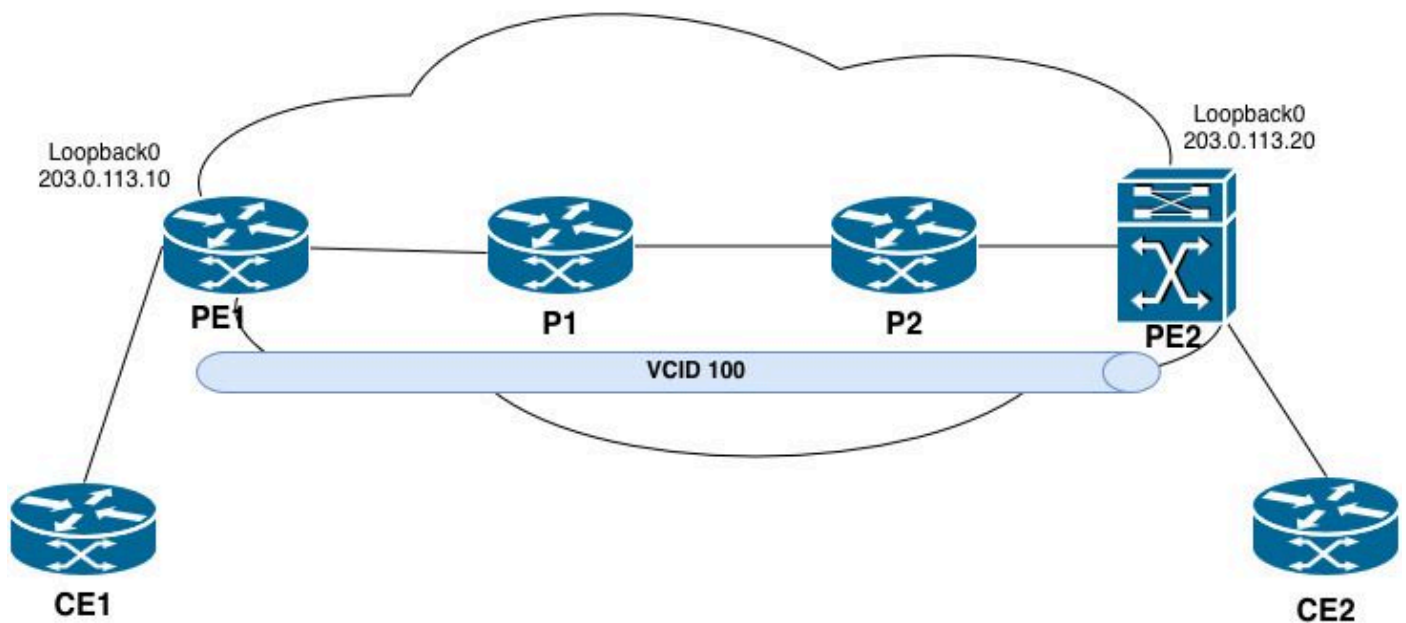
- 기본 IP 라우팅
- 레이어 2 VPN Virtual Private LAN 서비스

사용되는 구성 요소

이 문서의 정보는 Cisco IOS XE 소프트웨어를 기반으로 합니다.

이 문서의 정보는 특정 랩 환경의 디바이스를 토대로 작성되었습니다. 이 문서에 사용된 모든 디바이스는 초기화된(기본) 컨피그레이션으로 시작되었습니다. 현재 네트워크가 작동 중인 경우 모든 명령의 잠재적인 영향을 미리 숙지하시기 바랍니다.

네트워크 다이어그램



VPLS 토폴로지

VPLS 교차 연결이 작동하지 않음

문제 해결 단계

세션이 예기치 않게 종료된 후 VPLS 교차 연결이 중단된 상태입니다.

<#root>

PE2#

show xconnect all

Legend: XC ST=Xconnect State S1=Segment1 State S2=Segment2 State
UP=Up DN=Down AD=Admin Down IA=Inactive
SB=Standby HS=Hot Standby RV=Recovering NH=No Hardware

XC	ST	Segment 1	S1	Segment 2	S2
DN	pri	vfi 100	UP	mpls 203.0.113.10:100	DN
UP	pri	ac V1100:100(Eth VLAN)	UP	vfi 100	UP
UP	pri	bd 100	UP	vfi 100	UP

1단계. 정확한 VC/VPLS 상태를 확인합니다.

<#root>

PE2#

show mpls l2transport vc 100 detail

Local interface: VFI 100 vfi up
Interworking type is Ethernet
Destination address: 203.0.113.10, VC ID: 100,

VC status: down

Last error: Local access circuit is not ready for label advertise

<< The local device is unable to advertise labels because the access circuit (AC) is not in a ready state

Output interface: none,

imposed label stack {} << no MPLS labels are being imposed because no path exists.

Preferred path:

not configured

<< No explicit traffic engineering path is configured for this pseudowire.

Default path:

no route << No route to the remote PE (203.0.113.10) exists in the routing table.

No adjacency

Create time: 10:50:35, last status change time: 00:17:39

Last label FSM state change time: 00:17:33

Signaling protocol: LDP, peer x.x.x.x:0 up

Targeted Hello: 203.0.113.20(LDP Id) -> 203.0.113.10, LDP is DOWN, no binding

Graceful restart: not configured and not enabled

Non stop routing: not configured and not enabled

Status TLV support (local/remote) : enabled/None (no remote binding)

LDP route watch : enabled

Label/status state machine : local ready, LruRnd

Last local dataplane status rcvd: No fault

Last BFD dataplane status rcvd: Not sent

Last BFD peer monitor status rcvd: No fault

Last local AC circuit status rcvd: No fault

Last local AC circuit status sent:

DOWN(hard-down)

<< The local device is advertising the access circuit as hard-down to the remote PE.

Last local PW i/f circ status rcvd: No fault

Last local LDP TLV status sent: No fault

Last remote LDP TLV status rcvd:

None (no remote binding) << No status has been received from the remote PE.

Last remote LDP ADJ status rcvd:

None (no remote binding)

<< No adjacency status received from the remote peer.

MPLS VC labels: local 16, remote unassigned

```
Group ID: local n/a, remote unknown
MTU: local 1500, remote unknown
Remote interface description:
Sequencing: receive disabled, send disabled
Control Word: On (configured: autosense)
SSO Descriptor: 203.0.113.10/100, local label: 16
Dataplane:
  SSM segment/switch IDs: 0/8194 (used), PWID: 1
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
```

VPLS 교차 연결(VC ID 100)이 다운 상태로 전환되었습니다. 근본 원인은 다음과 같은 조건에 기인합니다.

1. 원격 PE에 대한 경로 없음 - 라우터에 라우팅 테이블의 203.0.113.10에 대한 경로가 없습니다(기본 경로: 경로 없음). 유효한 경로가 없으면 MPLS LSP(label-switched path)를 설정할 수 없습니다.
2. 대상 LDP 세션이 다운되었습니다. 대상 LDP 세션(203.0.113.20~203.0.113.10)이 설정되지 않았습니다. 이렇게 하면 PE 라우터 간에 유사 와이어 라벨이 교환되지 않습니다.
3. 원격 레이블 바인딩 없음 - 대상 LDP 세션이 중단되었기 때문에 VC 100에 대해 원격 레이블이 할당되지 않았습니다. pseudowire는 로컬 및 원격 레이블 없이 트래픽을 전달할 수 없습니다.
4. 인접성 없음 - 유효한 경로 및 LDP 세션이 없으면 원격 PE에 대한 MPLS 인접성이 없습니다.

2단계. 로컬 연결 회로를 확인합니다.

VC가 중단된 PE의 경우

```
<#root>
```

```
PE2#
```

```
show interfaces vlan 100 | include up|errors
```

```
Vlan100 is up, line protocol is up , Autostate Disabled
Keepalive not supported
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
0 output errors, 1 interface resets
```

```
PE2#
```

```
show running-config interface vlan 100
```

```
Building configuration...
```

```
Current configuration : 72 bytes
!
interface Vlan100
```

```
no ip address
no autostate
```

```
xconnect vfi 100
```

```
end
```

3단계. VFI 컨피그레이션을 확인합니다.

```
<#root>
```

```
PE2#
```

```
show running-config | section 12 vfi
```

```
12 vfi 100 manual
vpn id 100
neighbor 203.0.113.10 pw-class VPLS_100
```

```
PE2#
```

```
show l2vpn vfi
```

Legend: RT=Route-target, S=Split-horizon, Y=Yes, N=No

```
VFI name: 100, state: up, type: multipoint, signaling: LDP
VPN ID: 100
Bridge-Domain 100 attachment circuits:
  Vlan100
Pseudo-port interface: pseudowire100001
Interface Peer Address VC ID S
pseudowire100002 203.0.113.10 100 Y
```

주요 관점

1. VFI가 작동 중 - 로컬 VFI 인스턴스가 활성 상태이며 트래픽을 전달할 준비가 되었습니다.
2. 연결 회로가 바인딩되었습니다. Vlan100이 브리지 도메인 100 및 VFI와 올바르게 연결되어 있습니다.
3. Pseudowire가 구성되었습니다. Pseudowire(pseudowire100002)는 VC ID가 100인 203.0.113.10에서 원격 PE를 향해 정의됩니다.
4. Split-horizon 활성화 - VPLS 멀티포인트 환경에서 레이어 2 루프를 방지하는 예상 동작입니다.

4단계. PE 루프백 연결성 확인:

```
<#root>
```

```
PE2#
```

```
ping 203.0.113.10
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 203.0.113.10, timeout is 2 seconds:
```

```
!!!!
```

```
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms
```

```
PE2#
```

```
show ip route 203.0.113.10
```

```
Routing entry for 203.0.113.10/32
```

```
Known via "ospf 1", distance 110, metric 2, type intra area
```

```
Last update from 192.0.2.9 on TwentyFiveGigE1/0/3, 00:01:30 ago
```

```
Routing Descriptor Blocks:
```

```
* 192.0.2.9, from 198.51.100.2, 00:01:30 ago,
```

```
via TwentyFiveGigE1/0/3
```

```
Route metric is 2, traffic share count is 1
```

```
PE2#
```

```
ping mpls ipv4 203.0.113.10/32 source 203.0.113.20
```

```
Sending 5, 72-byte MPLS Echos to 203.0.113.10/32,  
timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:
```

```
Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,  
'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,  
'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,  
'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,  
'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,  
'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,  
'l' - Label switched with FEC change, 'd' - see DDMAP for return code,  
'X' - unknown return code, 'x' - return code 0
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
!!!!
```

```
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/2 ms
```

```
Total Time Elapsed 8 ms
```

표준 Ping과 MPLS LSP Ping 비교: 주요 특징

표준 ping은 MPLS LSP가 중단된 경우에도 다음과 같은 이유로 성공할 수 있습니다.

- 목적지가 IP를 통해 직접 연결 가능한 경우 ICMP 패킷은 IP 라우팅(레이블 스위칭이 아님)될 수 있습니다.
- 트랜짓 라우터는 레이블이 지정되지 않은 경우 IP 조회를 사용하여 ICMP 패킷을 전달할 수 있습니다.

반대로 ping mpls ipv4는 패킷이 레이블 전환 경로를 통과하도록 강제하여 실제 MPLS 데이터 플레인을 검증합니다. 이렇게 하면 다음과 같은 이점이 있습니다.

- 라벨이 올바르게 할당 및 배포됩니다.
- LFIB 항목은 각 홉에서 일관됩니다.
- LSP 엔드 투 엔드 경로가 작동합니다.

5단계. 코어에서 MPLS 및 LDP를 확인합니다.

```
<#root>
```

```
PE2#
```

```
show mpls ldp neighbor
```

```
Peer LDP Ident: 203.0.113.10:0; Local LDP Ident 203.0.113.20:0
TCP connection: 203.0.113.10.646 - 203.0.113.20.39001
State: Oper; Msgs sent/rcvd: 16/15; Downstream
Up time: 00:02:15
LDP discovery sources:
  TwentyFiveGigE1/0/3, Src IP addr: 192.0.2.9
  Targeted Hello 203.0.113.20 -> 203.0.113.10, active, passive
Addresses bound to peer LDP Ident:
  203.0.113.10 192.0.2.6 192.0.2.9
```

이 명령은 로컬 라우터(PE2)와 원격 피어 간의 LDP 네이버 세션 정보를 제공합니다. 출력의 각 필드에 대해 자세히 설명합니다.

- 피어 ID:
피어 LDP Ident | 203.0.113.10:0 | 원격 피어의 LDP 라우터 ID :0은 기본 플랫폼 전체 레이블 공간을 나타냅니다. 일반적으로 원격 라우터의 루프백 주소입니다.
로컬 LDP Ident | 203.0.113.20:0 | 로컬 라우터(PE2)의 LDP 라우터 ID. 일반적으로 PE2의 루프백 주소입니다.

- TCP 세션 정보:
TCP 연결 | 203.0.113.10.646 - 203.0.113.20.39001 | LDP 통신에 사용되는 TCP 세션입니다. 원격 피어(203.0.113.10)는 잘 알려진 LDP 포트 646을 사용하고 로컬 라우터 (203.0.113.20)는 임시 포트 39001을 사용합니다. LDP는 안정적인 레이블 배포를 위해 TCP를 사용합니다.
- 세션 상태:
상태 | 작업 | LDP 세션이 작동 상태입니다. 즉, 세션이 완전히 설정되고 작동합니다.
보낸 메시지/수신 거부 | 16/15 | 세션이 설정된 후 전송되거나(16) 수신된(15) LDP 메시지 수 여기에는 keepalive, 레이블 매핑 및 기타 LDP 메시지가 포함됩니다.
다운스트림 | - | 레이블 배포 모드를 나타냅니다. Downstream Unsolicited는 피어가 PE2에 레이블을 명시적으로 요청하지 않고 배포함을 의미합니다. 이는 LDP의 기본 모드입니다.
가동 시간 | 00:02:15 | 세션이 2분 15초 동안 작동되었습니다.
- LDP 검색 소스:
25GigE1/0/3 | 소스 IP 주소: 192.0.2.9 | 기본 검색(링크 레벨) hello가 인터페이스 TwentyFiveGigE1/0/3의 피어에서 수신되며 소스 IP 주소는 192.0.2.9입니다. 이는 두 라우터가 이 인터페이스에 직접 연결되어 있음을 나타냅니다.
대상 헬로 | 203.0.113.20 → 203.0.113.10, 액티브, 패시브 | 로컬 라우터(203.0.113.20)와 원격 피어(203.0.113.10) 사이에 대상 검색(확장) hello가 있습니다.
- 피어 LDP IDENT에 바인딩된 주소:
피어에 바인딩된 주소 | 203.0.113.10, 192.0.2.6, 192.0.2.9 | 원격 피어가 LDP 주소 메시지를 통해 보급한 IP 주소 목록입니다. 이는 원격 라우터의 인터페이스를 나타냅니다.

5.1단계 원격 VPLS 피어에 대한 MPLS 레이블 전환 경로 확인

```
<#root>
```

```
PE2#
```

```
show mpls forwarding-table 203.0.113.10
```

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Label Switched	Outgoing interface	Next Hop
25	Pop Label	203.0.113.10/32	0	Twe1/0/3	192.0.2.9

```
PE2#
```

```
show mpls ldp bindings 203.0.113.10 32
```

```
lib entry: 203.0.113.10/32, rev 69
  local binding: label: 25
  remote binding: lsr: 203.0.113.10:0,
```

```
label: imp-null
```

PE2는 P2 및 P1을 통해 예상 레이블 경로를 우회하여 PE1로부터 직접 imp-null을 수신합니다. 이는 PE2와 P2 사이에 LDP 세션 또는 MPLS 컨피그레이션 문제가 없음을 나타냅니다.

5.2단계 제공된 명령을 실행하여 next-hop 정보를 확인합니다.

- show mpls ldp neighbor
- mpls 전달 테이블 표시

<#root>

P2#

```
show mpls forwarding-table 203.0.113.10
```

Local Label	Outgoing Label	Prefix Bytes or Tunnel Id	Label Switched	Outgoing interface	Next Hop
None	No Label	203.0.113.10/32	0		

주요 관찰

- 로컬 레이블: 없음 | P2에 이 접두사에 대한 로컬 레이블이 할당되지 않았습니다.
- 발송 레이블: 레이블 없음 | 레이블 작업이 수행되지 않습니다.
- 발신 인터페이스 또는 다음 홉 없음 | 접두사가 로컬에서 소유한 것으로 처리되며 PE1로의 전달이 발생하지 않습니다.

<#root>

P2#

```
show mpls ldp neighbor
```

```
Peer LDP Ident: 203.0.113.20:0; Local LDP Ident 198.51.100.2:0
TCP connection: 203.0.113.20.17326 - 198.51.100.2.646
State: Oper; Msgs sent/rcvd: 30/29; Downstream
Up time: 00:13:57
LDP discovery sources:
  GigabitEthernet0/0/1, Src IP addr: 192.0.2.10
Addresses bound to peer LDP Ident:
  203.0.113.20 192.0.2.10
```

```
Peer LDP Ident: 198.51.100.1:0; Local LDP Ident 198.51.100.2:0
TCP connection: 198.51.100.1.646 - 198.51.100.2.12799
State: Oper; Msgs sent/rcvd: 30/28; Downstream
Up time: 00:13:56
LDP discovery sources:
  GigabitEthernet0/0/0, Src IP addr: 192.0.2.5
Addresses bound to peer LDP Ident:
  192.0.2.2 192.0.2.5 198.51.100.1
```

P2#

```
show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
198.51.100.3	0	FULL/ -	00:00:34	192.0.2.10	GigabitEthernet0/0/1
198.51.100.1	0	FULL/ -	00:00:34	192.0.2.5	GigabitEthernet0/0/0

주요 관찰

- P2는 PE1(203.0.113.10)과 직접 LDP 인접성을 가지지 않습니다. 이는 P1이 토폴로지의 P2와 PE1 사이에 상주하기 때문에 가능합니다. P2는 P1으로 향하는 레이블 스위칭 트래픽을 담당 하며, P1은 이를 PE1로 전달합니다.
- P2의 LDP 주소는 198.51.100.2:0입니다. | P2는 203.0.113.10이 아니라 198.51.100.2를 LDP 라우터 ID로 사용합니다. 그러나 203.0.113.10은 여전히 루프백10에 구성되어 있으며 라우팅 충돌을 일으킵니다.

6단계. 원격 PE 루프백 주소에 대한 경로를 확인합니다.

```
<#root>
```

P2#

```
show ip route 203.0.113.10
```

```
Routing entry for 203.0.113.10/32
  Known via "connected", distance 0, metric 0 (connected, via interface)
  Routing Descriptor Blocks:
    * directly connected,
```

```
via Loopback10
```

```
Route metric is 0, traffic share count is 1
```

결론

1. Duplicate IP address(중복 IP 주소) - IP 주소 203.0.113.10이 P2(Loopback10) 및 PE1(Loopback0)에 구성되어 MPLS 도메인에 충돌을 일으킵니다.
2. 라우팅 충돌 - P2는 203.0.113.10/32을 연결된 경로(관리 거리 0)로 설치하며, 이는 PE1이 시작한 IGP 학습 경로보다 우선합니다.
3. LSP 실패 - P2는 접두사를 로컬에서 소유한 것으로 간주하므로 PE2에 203.0.113.10/32에 대한 전송 레이블을 할당하거나 광고하지 않습니다.
4. VPLS 영향 - P2에서 유효한 전송 레이블이 없으면 PE2에서 LSP를 PE1에 설정할 수 없습니다. 따라서 VPLS 의사 와이어 전송 경로를 형성할 수 없습니다.

VPLS Cross-Connect가 설정되었지만 의사 와이어를 통과하는 데이터 트래픽은 없음

Catalyst 9000 Series의 VPLS 운영 확인

문제 해결 단계

1단계. 의사 와이어가 작동 상태인지 확인합니다.
매개변수가 정확한지 확인합니다.

- VFI 상태가 작동 중입니다.
- 의사 와이어 인터페이스가 나열됩니다
- 올바른 피어 주소 및 VC ID가 표시됩니다

```
<#root>
```

```
PE2#
```

```
show mpls l2transport vc
```

Local intf	Local circuit	Dest address	VC ID	Status
------------	---------------	--------------	-------	--------

```
-----  
VFI 100          vfi                203.0.113.10    100          UP
```

<#root>

PE2#

```
show mpls l2transport vc 100 detail
```

Local interface:

```
VFI 100 vfi up
```

Interworking type is Ethernet

Destination address: 203.0.113.10

,

VC ID: 100, VC status: up

Output interface: Twel/0/3,

imposed label stack {17 16}

Preferred path: not configured

Default path: active

Next hop: 192.0.2.9

Create time: 1d11h, last status change time: 00:30:50

Last label FSM state change time: 00:30:26

Signaling protocol: LDP, peer 203.0.113.10:0 up

Targeted Hello: 203.0.113.20(LDP Id) -> 203.0.113.10, LDP is UP

Graceful restart: not configured and not enabled

Non stop routing: not configured and not enabled

Status TLV support (local/remote) : enabled/supported

LDP route watch : enabled

Label/status state machine : established, LruRru

Last local dataplane status rcvd: No fault

Last BFD dataplane status rcvd: Not sent

Last BFD peer monitor status rcvd: No fault

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: No fault

Last remote LDP TLV status rcvd: No fault

Last remote LDP ADJ status rcvd: No fault

MPLS VC labels: local 16, remote 16

Group ID: local n/a, remote 0
MTU: local 1500, remote 1500
Remote interface description:

MAC Withdraw: sent:1, received:0

Sequencing: receive disabled, send disabled
Control Word: On (configured: autosense)
SSO Descriptor: 203.0.113.10/100, local label: 16
Dataplane:
SSM segment/switch IDs: 16395/8194 (used), PWID: 1

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

- VFI 상태 | 위로 | VFI가 로컬 디바이스에서 작동 중입니다.
- 대상 주소 | 203.0.113.10 | 원격 PE 라우터 ID(PE1 루프백 주소)입니다.
- VC ID | 100 | 이 의사 배선의 가상 회로 식별자입니다. 두 PE 라우터에서 일치해야 합니다.
- VC 상태 | 위로 | pseudowire가 작동 중입니다. 로컬 및 원격 신호 모두 오류가 없음을 나타냅니다.
- 지정된 레이블 스택 {17 16} | pseudowire로 들어오는 패킷에 적용된 두 레이블 MPLS 스택입니다. Label 17은 MPLS 코어를 통해 원격 PE에 연결하는 데 사용되는 전송 레이블(외부)입니다. 라벨 16은 원격 PE에서 의사 와이어를 식별하기 위해 사용되는 VC 라벨(내부)이다.
- 대상 헬로 | 203.0.113.20 → 203.0.113.10, LDP 작동 중 | PE2(로컬)와 PE1(원격) 사이의 대상 LDP 세션이 설정되고 작동합니다.
- 로컬 레이블 | 16 | 이 의사 배선에 대해 PE2에서 할당한 VC 레이블입니다. 원격 PE(PE1)는 PE2에 트래픽을 보낼 때 이 레이블을 사용합니다. | 16 | PE1에서 이 의사 와이어에 대해 광고하는 VC 레이블입니다. PE2는 PE1에 트래픽을 전송할 때 이 레이블(내부 레이블)을 지정합니다.
- MAC 철회 전송됨 | 1 | PE2에서 원격 PE에 MAC 철회 메시지 1개를 보냈습니다. 이는 토폴로지 변경 후 MAC 주소 테이블을 플러시하는 데 사용됩니다.
- MAC 철회 수신됨 | 0 | 원격 PE에서 수신된 MAC 회수 메시지가 없습니다.
- VC 통계 | 어느 방향으로도 트래픽이 전달되지 않습니다(보내기: 0, 수신: 0).

2단계. 연결 회로(트렁크 인터페이스) 상태를 확인합니다.

트렁크 인터페이스가 작동 중이며 올바른 VLAN과 연결되어 있는지 확인합니다.

확인:

- 인터페이스가 up/up 상태입니다.
- VPLS 브리지 도메인과 연결된 VLAN이 트렁크에서 허용되고 활성화됩니다
- VLAN은 STP에 의해 정리되거나 차단되지 않습니다

<#root>

PE2#

show interfaces twentyFiveGigE 1/0/2 status

Port	Name	Status	Vlan	Duplex	Speed	Type
Twe1/0/2		connected	trunk	full	10G	SFP-10GBase-SR

<#root>

PE2#

show interfaces trunk

Port	Mode	Encapsulation	Status	Native vlan
Twe1/0/2	on	802.1q	trunking	1

Port	Vlans allowed on trunk
Twe1/0/2	100

Port	Vlans allowed and active in management domain
Twe1/0/2	100

Port	Vlans in spanning tree forwarding state and not pruned
Twe1/0/2	100

3단계. 브리지 도메인과의 VLAN 연결을 확인합니다.

트렁크 컨피그레이션(EVC 없음)이 있는 Catalyst 9000에서는 vlan을 브리지 도메인에 매핑해야 합니다.

확인:

- VLAN은 멤버 vfi 또는 멤버 컨피그레이션을 통해 브리지 도메인과 연결됩니다.
- 브리지 도메인 컨피그레이션이 올바른 VFI를 참조합니다.

<#root>

PE2#

```
show running-config interface vlan100
```

Building configuration...

Current configuration : 72 bytes

```
!  
interface Vlan100  
no ip address
```

```
xconnect vfi 100
```

4단계. MAC 주소 학습을 확인합니다.

로컬 연결 회로와 원격 의사 배선의 MAC 주소가 학습되고 있는지 확인합니다.

확인:

- 로컬 CE1 MAC 주소는 트렁크 인터페이스에서 학습됩니다.
- 원격 CE2 MAC 주소는 pseudowire 인터페이스에서 학습됩니다.

pseudowire에서 MAC 주소를 학습하지 않은 경우

- 원격 PE에서 트래픽이 수신되지 않습니다.
- 원격 PE에는 트래픽이 의사 배선으로 들어가는 것을 방지하는 컨피그레이션 문제가 있습니다.
- 브리지 도메인이 pseudowire 인터페이스와 올바르게 연결되지 않았습니다.

로컬 트렁크에서 MAC 주소를 학습하지 않는 경우:

- CE 장치가 예상 VLAN에서 트래픽을 전송하지 않습니다.
- VLAN이 트렁크 인터페이스에서 차단됨 또는 비활성 상태입니다.

<#root>

PE2#

```
show mac address-table vlan 100
```

Mac Address Table

```
-----  
Vlan Mac Address Type      Ports  
-----  
100 cc7f.76b7.525f STATIC V1100  
  
100 e462.c4bb.17f1 DYNAMIC Twe1/0/2  >> CE2 Mac address learned over Twe1/0/2 interface.
```

5단계. STP(스패닝 트리 프로토콜) 상태를 확인합니다.

STP는 트렁크 인터페이스에서 VLAN을 차단하여 트래픽이 브리지 도메인으로 들어가는 것을 방지할 수 있습니다.

확인:

- 트렁크 포트가 VPLS 브리지 도메인과 연결된 VLAN의 포워딩 상태입니다
- 포트가 차단, 청취 또는 학습 상태가 아닙니다.

STP가 포트를 차단하는 경우:

- STP 우선 순위 또는 포트 비용 조정
- 트렁크 포트를 STP 에지 포트로 구성하는 것을 고려합니다(토폴로지에 적합한 경우).

<#root>

PE2#

```
show spanning-tree vlan 100
```

VLAN0100

```
Spanning tree enabled protocol rstp  
Root ID    Priority 32868  
Address cc7f.76b7.51c0  
This bridge is the root  
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID  Priority 32868 (priority 32768 sys-id-ext 100)  
Address    cc7f.76b7.51c0  
Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec  
Aging Time 300 sec
```

```
Interface          Role Sts Cost      Prio.Nbr Type  
-----  
Twe1/0/2           Desg FWD 2000     128.2   P2p
```

6단계. MPLS 레이블 스택 및 전달 경로를 확인합니다.
올바른 레이블이 지정되었고 전달 경로가 유효한지 확인합니다.

확인:

- 유효한 발신 레이블이 있습니다(No Label 또는 None 아님).
- 발신 인터페이스 및 다음 홉이 정확합니다.

PE2에서 P2 LSP 경로로:

<#root>

PE2#

```
show mpls forwarding-table 203.0.113.10 32
```

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Switched	Label	Outgoing interface	Next Hop
22						
17						
	203.0.113.10/32	810			Twe1/0/3	
192.0.2.9						

<< For the transport path to the remote PE1 loopback, the imposed outgoing label is 17. The router at 19

P2에서 P1 LSP 경로로:

<#root>

P2#

```
show mpls forwarding-table 203.0.113.10 32
```

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Switched	Label	Outgoing interface	Next Hop
-------------	----------------	---------------------	----------------	-------	--------------------	----------

17

16

203.0.113.10/32 79290 Gi0/0/0

192.0.2.5

<< Local label as 17 and the imposed outgoing label is 16. The router at 192.0.2.5 assigned this value a

P1에서 PE1 LSP 경로로:

<#root>

P1#

show mpls forwarding-table 203.0.113.10 32

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Label Switched	Outgoing interface	Next Hop
16					

Pop Label

203.0.113.10/32 76184 Gi0/0/0

192.0.2.1

<< Pop Label is performed before forwarding the packet to the next hop. This confirms that the next hop

P1에서 PE1 LSP 경로로:

<#root>

PE1#

```
show mpls forwarding-table 203.0.113.10 32
```

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Switched	Label	Outgoing interface	Next Hop
None	No Label	203.0.113.10/32	0			

레이블 경로 확인:

이 출력과 PE2 및 P2의 이전 출력을 기반으로 PE2에서 PE1로의 완전한 레이블 전환 경로는 다음과 같습니다.

```
[PE2] Packet leaves with label stack: | 17 | (transport label)
      ↓
[P2]  Receives label 17, swaps to 16: | 16 | (transport label)
      ↓
[P1]  Receives label 16, pops label:  | IP | (pure IP packet)
      ↓
[PE1] Receives pure IP packet - local delivery
```

VPLS 트래픽이 이 LSP를 통과하면 패킷은 2레이블 스택(전송: VC 레이블)

```
[PE2] Packet leaves with label stack: | 17 | 16 | (transport + VC label)
      ↓
[P2]  Receives label 17, swaps to 16: | 16 | 16 | (transport + VC label)
      ↓
[P1]  Receives label 16, pops label:  | 16 | (VC label only)
      ↓
[PE1] Receives VC label 16 - pseudowire disposition into bridge domain
```

결론

PE2에서 PE1로의 MPLS 전송 LSP는 경로의 모든 라우터에서 완벽하게 작동하며 올바르게 프로그래밍됩니다. VPLS pseudowire 신호 처리가 완료되었습니다. 로컬 및 원격 레이블 모두 교환되었으며 오류가 보고되지 않았습니다.

그러나 컨트롤 플레인이 완전히 설정되었음에도 불구하고 사용자 트래픽이 의사 와이어를 통해 전달되지 않습니다. 그러면 문제가 MPLS 코어 및 의사 와이어 신호 외부에 있음을 확인할 수 있습니다. 특히 PE 라우터 하나 또는 둘 모두의 연결 회로 레이어에 있습니다

라우터에 대한 VPLS 작동 확인

문제 해결 단계

1단계. 정확한 VC/VPLS 상태를 확인합니다.
매개변수가 정확한지 확인합니다.

```
<#root>
```

```
PE1#
```

```
show mpls l2transport vc
```

Local intf	Local circuit	Dest address	VC ID	Status
VFI 100	vfi	203.0.113.20	100	UP

```
<#root>
```

```
PE1#
```

```
show mpls l2transport vc 100 detail
```

```
Local interface: VFI 100 vfi up
```

```
Interworking type is Ethernet
```

```
Destination address: 203.0.113.20, VC ID: 100, VC status: up
```

```
Output interface: Te0/0/4
```

, imposed label stack {19 16}

Preferred path: not configured
Default path: active
Next hop: 192.0.2.2
Create time: 1d09h, last status change time: 08:38:02
Last label FSM state change time: 08:38:25
Signaling protocol: LDP, peer 203.0.113.20:0 up

Targeted Hello: 203.0.113.10(LDP Id) -> 203.0.113.20, LDP is UP

Graceful restart: not configured and not enabled
Non stop routing: not configured and not enabled
Status TLV support (local/remote) : enabled/supported
LDP route watch : enabled
Label/status state machine : established, LruRru
Last local dataplane status rcvd: No fault
Last BFD dataplane status rcvd: Not sent
Last BFD peer monitor status rcvd: No fault
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: No fault
Last remote LDP TLV status rcvd: No fault
Last remote LDP ADJ status rcvd: No fault

MPLS VC labels: local 16, remote 16

Group ID: local n/a, remote 0
MTU: local 1500, remote 1500
Remote interface description:

MAC Withdraw: sent:0, received:1

Sequencing: receive disabled, send disabled
Control Word: On (configured: autosense)
SSO Descriptor: 203.0.113.20/100, local label: 20
Dataplane:
SSM segment/switch IDs: 8199/4097 (used), PWID: 1

VC statistics:

transit packet totals: receive 336, send 0
transit byte totals: receive 27552, send 0
transit packet drops: receive 0, seq error 0, send 0

- VFI 상태 | 위로 | VFI가 PE1에서 작동 중입니다.
- 대상 주소 | 203.0.113.20 | 원격 PE 라우터 ID(PE2 루프백 주소)입니다.
- VC ID | 100 | 이 의사 배선의 가상 회로 식별자입니다. 이 값은 두 PE 라우터에서 모두 일치합니다.
- VC 상태 | 위로 | pseudowire가 작동 중입니다. 로컬 및 원격 신호 모두 오류가 없음을 나타냅니다.
- 로컬 인터페이스 | VFI 100 | 이 의사 와이어와 연결된 로컬 가상 전달 인스턴스
- 부과된 레이블 스택 | {19 16} | pseudowire로 들어오는 패킷에 적용된 두 레이블 MPLS 스택입니다. Label 19는 MPLS 코어에서 PE2에 연결하는 데 사용되는 전송 레이블(외부)입니다. 라벨 16은 PE2에서 의사 와이어를 식별하기 위해 사용되는 VC 라벨(내부)이다.
- 대상 헬로 | 203.0.113.10 → 203.0.113.20, LDP 작동 중 | PE1(로컬)에서 PE2(원격)로의 대상 LDP 세션이 설정되고 작동합니다.
- 로컬 레이블 | 16 | 이 pseudowire에 대해 PE1에서 할당된 VC 레이블입니다. PE2는 PE1에 트래픽을 전송할 때 이 레이블(내부 레이블)을 사용합니다.
- MAC 철회 전송됨 | 0 | PE1이 PE2에 MAC 철회 메시지를 보내지 않았습니다.
- MAC 철회 수신됨 | 1 | PE1이(가) PE2로부터 MAC 철회 메시지 1개를 받았습니다. 이는 PE2에서 토폴로지가 변경되었으며 이 VFI에 대한 MAC 주소 테이블을 플러시하도록 PE1에 요청했음을 나타냅니다.
- VC 통계 | 수신된 통과 패킷 | 336 | 이 pseudowire의 PE2에서 336개의 패킷이 수신되었습니다.

수신된 전송 바이트 | 27,552 | PE2에서 27,552바이트를 받았습니다.

전송된 전송 패킷 | 0 | PE1에서 PE2 방향으로 pseudowire로 전송된 패킷이 없습니다.

전송된 전송 바이트 | 0 | PE2로 전송된 바이트가 없습니다.

2단계. Bridge-Domain 컨피그레이션 및 멤버십을 확인합니다.

브리지 도메인에 올바른 멤버(서비스 인스턴스 인터페이스 및 pseudowire)가 있는지 확인합니다.

```
<#root>
```

```
PE1#
```

```
show running-config interface TenGigabitEthernet0/0/5
```

```
Building configuration...
```

```
Current configuration : 174 bytes
```

```
!
```

```
interface TenGigabitEthernet0/0/5
```

```
no ip address
```

```
service instance 100 ethernet
```

```
encapsulation dot1q 100
```

```
rewrite ingress tag pop 1 symmetric
```

```
bridge-domain 100
```

```
!  
end
```

```
PE1#
```

```
show interfaces tenGigabitEthernet 0/0/5 | include up|errors
```

```
TenGigabitEthernet0/0/5 is up, line protocol is up
```

```
Keepalive not supported
```

```
Full Duplex, 10000Mbps, link type is force-up, media type is H10GB-CU1M
```

```
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
```

```
0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets
```

3단계. MAC 주소 학습을 확인합니다.

로컬 연결 회로와 원격 의사 배선의 MAC 주소가 학습되고 있는지 확인합니다.

```
<#root>
```

```
PE1#
```

```
show bridge-domain
```

```
Bridge-domain 100 (2 ports in all)
```

```
State: UP
```

```
Mac learning: Enabled
```

```
Aging-Timer: 300 second(s)
```

```
Unknown Unicast Flooding Suppression: Disabled
```

```
Maximum address limit: 65536
```

TenGigabitEthernet0/0/5

service instance 100

vfi 100 neighbor 203.0.113.20 100

AED MAC address Policy Tag Age Pseudoport

브리지 도메인 자체는 작동하지만, 학습된 MAC 주소가 없는 것이 주요 세부 사항입니다. 이는 일반적으로 로컬 인터페이스, 브리지 도메인 및 원격 VFI 간에 아직 학습된 트래픽이 없거나 서비스 매핑/포워딩 문제를 가리킵니다.

4단계. VFI 컨피그레이션을 확인합니다.

<#root>

PE1#

show running-config | section vfi

```
12 vfi 100 manual
   vpn id 100
   bridge-domain 100
   neighbor 203.0.113.20 encapsulation mpls
```

5단계. MPLS 전송 경로를 확인합니다.

MPLS traceroute를 원격 루프백 주소로 전송하여 빠른 검증을 수행합니다.

<#root>

PE1#

traceroute mpls ipv4 203.0.113.20 255.255.255.255 source 203.0.113.10

Tracing MPLS Label Switched Path to 203.0.113.20/32, timeout is 2 seconds

Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,
'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,
'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,
'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,
'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,
'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,

'l' - Label switched with FEC change, 'd' - see DDMAP for return code,
'X' - unknown return code, 'x' - return code 0

Type escape sequence to abort.

```
0 192.0.2.1 MRU 1500 [Labels: 17 Exp: 0]
L 1 192.0.2.2 MRU 1500 [Labels: 16 Exp: 0] 96 ms
L 2 192.0.2.6 MRU 1500 [Labels: implicit-null Exp: 0] 12 ms
! 3 192.0.2.10 2 ms
```

MPLS traceroute 출력은 소스 PE 라우터(203.0.113.10)와 목적지 PE 라우터(203.0.113.20) 간에 LSP(Label Switched Path)가 성공적으로 설정되었음을 확인합니다.

이 추적에서는 이그레스 PE에 도달하기 전에 인그레스 PE에서 레이블 부과, 전송 LSR(Label Switch Router) 및 PHP(Penultimate Hop Popping)를 수행하는 레이블 스와핑 작업을 보여줍니다.

구체적으로,

- 홉 0은 레이블 17이 대상 FEC로 향하는 트래픽에 부과됨을 나타냅니다.
- Hop 1은 17에서 16으로 레이블 스왑 작업을 보여주며, 코어를 통한 MPLS 포워딩을 확인합니다.
- 홉 2는 암시적 null을 광고하며, 이는 PHP가 궁극적 라우터에 의해 수행되고 있음을 나타낸다.
- 홉 3이 "!"로 표시된 대상에 성공적으로 도달합니다. 반환 코드.

traceroute는 레이블 바인딩 누락, FEC 불일치, 조기 LSP 종료 또는 지원되지 않는 레이블 작업과 같은 MPLS 포워딩 이상 현상을 보고하지 않습니다.

```
PE1
Push 17
  ↓
P1
Swap 17 → 16
  ↓
P2
Pop label
  ↓
PE2 receives pure IP packet
```

6단계. Pseudowire 데이터 플레인을 확인합니다.

<#root>

PE1#

```
ping mpls pseudowire 203.0.113.20 100 source 203.0.113.10
```

Sending 5, 72-byte MPLS Echos to 203.0.113.20,
timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:

Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,
'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,
'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,
'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,
'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,
'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,
'l' - Label switched with FEC change, 'd' - see DDMAP for return code,
'X' - unknown return code, 'x' - return code 0

Type escape sequence to abort.
!!!!!

Success rate is 100

percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms
Total Time Elapsed 6 ms

<#root>

PE2#

```
ping mpls pseudowire 203.0.113.10 100 source 203.0.113.20
```

Sending 5, 72-byte MPLS Echos to 203.0.113.10,
timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:

Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,
'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,
'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,
'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,
'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,
'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,
'l' - Label switched with FEC change, 'd' - see DDMAP for return code,
'X' - unknown return code, 'x' - return code 0

Type escape sequence to abort.
!!!!!

Success rate is 100

percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/2 ms
Total Time Elapsed 9 ms

ping mpls 의사 와이어 테스트를 통해 MPLS 의사 와이어 데이터 프레임의 유효성을 검사했습니다.

pseudowire ping이 성공하고 브리지 도메인이 VPLS를 통해 원격 MAC을 학습하므로 예상되는 로컬 MAC 주소가 학습되지 않는 로컬 연결 회로 또는 VLAN 포워딩 경로에서 문제가 발생할 가능성이 높습니다.

결론

MPLS pseudowire ping에 성공하면 MPLS 전송 LSP 및 pseudowire 레이블 바인딩이 로컬 및 원격 PE 라우터 간에 작동하는지 확인합니다. 이 결과는 MPLS 포워딩, 레이블 배포 및 의사 와이어 시그널링이 올바르게 작동하며 원격 PE가 지정된 VC에 대한 의사 와이어 OAM 패킷을 처리할 수 있음을 나타냅니다.

이 결과에 따라 MPLS 코어 및 의사 유선 인프라가 작동하는 것으로 보입니다. 트래픽 문제가 지속될 경우 추가 조사는 기본 MPLS 전송 경로가 아닌 연결 회로, VPLS 포워딩 동작, MAC 학습, MTU 일관성, CE 연결 여부에 초점을 맞출 수 있습니다.

이러한 항목에 대한 자세한 내용은 다음을 참조하십시오.

- [다중 프로토콜 레이블 스위칭 컨피그레이션](#)
- [MPLS 레이어 2 VPN 구성](#)
- [Cat9500 및 ISR4K 간 VPLS 설정](#)
- [VPLS with BGP Signaling Tech Note](#)

이 번역에 관하여

Cisco는 전 세계 사용자에게 다양한 언어로 지원 콘텐츠를 제공하기 위해 기계 번역 기술과 수작업 번역을 병행하여 이 문서를 번역했습니다. 아무리 품질이 높은 기계 번역이라도 전문 번역가의 번역 결과물만큼 정확하지는 않습니다. Cisco Systems, Inc.는 이 같은 번역에 대해 어떠한 책임도 지지 않으며 항상 원본 영문 문서(링크 제공됨)를 참조할 것을 권장합니다.