

IS-IS SRv6-Mikroschleifenvermeidungsverhalten

Inhalt

[Einleitung](#)

[Voraussetzungen](#)

[Anforderungen](#)

[Verwendete Komponenten](#)

[Übersicht über Mikroschleifen](#)

[Allgemeine Konfiguration](#)

[Im Dauerzustand](#)

[Abfolge von Ereignissen, wenn die Schnittstelle TenGigE0/0/0/8 \(primärer Pfad\) auf PE1 ausfällt](#)

[Timeline-Zusammenfassung](#)

[Schlussfolgerung](#)

[Befehle](#)

Einleitung

Dieses Dokument beschreibt einen technischen Überblick über IS-IS-Mikroschleifen, erläutert die Bedingungen, unter denen sie auftreten, und beschreibt die Prinzipien und Mechanismen, die zu ihrer Vermeidung eingesetzt werden.

Voraussetzungen

Anforderungen

Cisco empfiehlt, dass Sie Grundkenntnisse von ISIS (Intermediate System to Intermediate System) Segment Routing (SR) Version 6 haben.

Verwendete Komponenten

Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen basieren auf den folgenden Geräten: NCS 540, NCS 5500.

Die Informationen in diesem Dokument beziehen sich auf Geräte in einer speziell eingerichteten Testumgebung. Alle Geräte, die in diesem Dokument benutzt wurden, begannen mit einer gelöschten (Nichterfüllungs) Konfiguration. Wenn Ihr Netzwerk in Betrieb ist, stellen Sie sicher, dass Sie die möglichen Auswirkungen aller Befehle kennen.

Übersicht über Mikroschleifen

IS-IS ist ein weit verbreitetes Link-State-Routing-Protokoll, das aufgrund seiner schnellen

Konvergenz und Skalierbarkeit in großen Service Provider-Netzwerken verwendet wird. Bei Topologieänderungen wie Verbindungs- oder Knotenausfällen können jedoch vorübergehende Weiterleitungssinkonsistenzen auftreten, die allgemein als Microloops bezeichnet werden, während Router ihre Weiterleitungs-Informationsbasen (FIBs) zu unterschiedlichen Zeiten aktualisieren. Diese Mikroschleifen führen zu vorübergehendem Paketverlust, erhöhter Latenz oder Datenverkehrs-Blackholing, was sich negativ auf Echtzeit- und latenzempfindliche Anwendungen auswirken kann.

Das IS-IS-Routing-Protokoll nutzt Mechanismen zur Vermeidung von Segment Routing (SR und SRv6)-Mikroschleifen, um solche vorübergehenden Weiterleitungsschleifen während der Netzwerkkonvergenz zu verhindern. Diese Mechanismen gewährleisten eine schleifenfreie Weiterleitung, selbst wenn das Netzwerk auf einen neuen stabilen Zustand umgestellt wird.

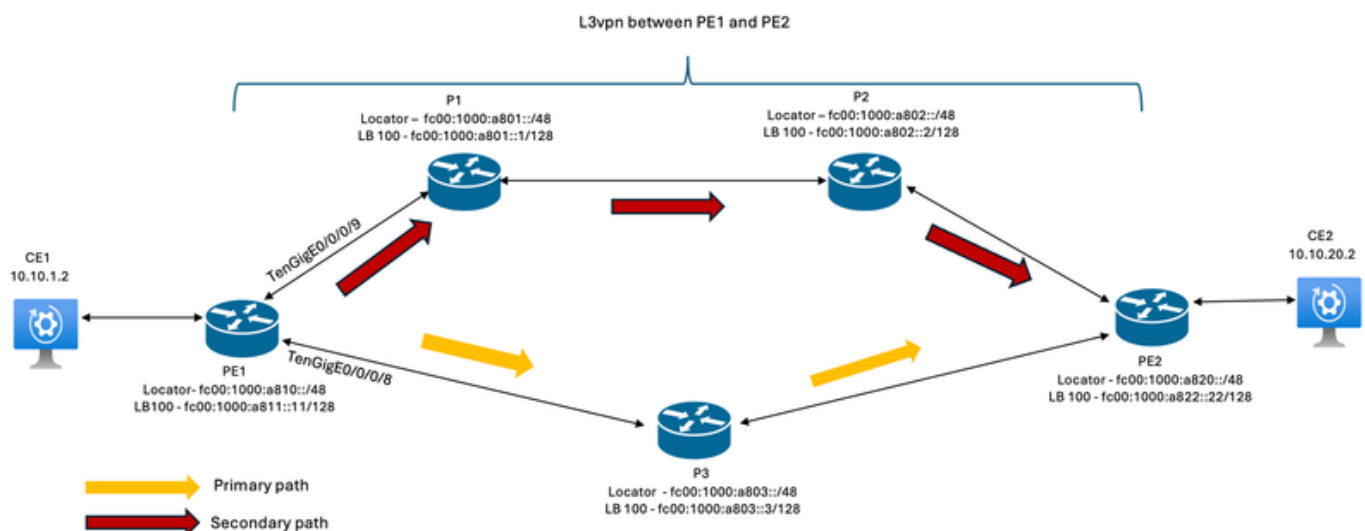


Abbildung 1: Diagramm der Netzwerktopologie

Allgemeine Konfiguration

```
<#root>
```

```
interface Loopback100
  ipv6 address <>
```

```
interface <>
  ipv6 enable
```

```
router isis <>
  is-type level-2-only
  net <>
  address-family ipv6 unicast
  metric-style wide
  microloop avoidance segment-routing
```

```
## enables Microloop avoidance mechanism
```

```
  microloop avoidance rib-update-delay <>
```

```
## specify the time in ms
```

```

router-id Loopback100
segment-routing srv6
locator <>

interface Loopback100
address-family ipv6 unicast

interface <>
point-to-point
address-family ipv6 unicast
fast-reroute per-prefix
fast-reroute per-prefix ti-lfa

## enables topology-independent loop-free alternates (TI-LFA)

segment-routing
srv6
encapsulation
source-address <>
!
locators
locator <>
micro-segment behavior unode psp-usd

## enables SRv6 Micro-SIDs (uSIDs) the PSP-USD (Penultimate Segment Pop
- Ultimate Segment Pop
) flavor

prefix <configure the locator >

router bgp <>
vrf <>
address-family <> unicast
segment-routing srv6

## steering the packet using SRv6 uSID

locator <>

```

Im Dauerzustand

Wenn keine Änderungen im Netzwerk vorgenommen werden, wird das Netzwerk 10.10.1.0/24 vom Provider Edge 1 (PE1) über das Border Gateway Protocol (BGP) an den Provider Edge 2 (PE2) weitergegeben, und das Netzwerk 10.10.20.0/24 wird vom PE2 an den PE1 weitergegeben.

<#root>

```

RP/0/RP0/CPU0:PE1#show bgp vrf mobility 10.10.1.0/24 detail
BGP routing table entry for 10.10.1.0/24, Route Distinguisher: 10.10.11.11:0

```

SRv6-VPN SID: fc00:1000:a810:e003::/64

Local

0.0.0.0 from 0.0.0.0 (10.10.11.11), if-handle 0x3c000090
Origin incomplete, metric 0, localpref 100, weight 32768, valid, redistributed, best, group-best,
Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 8
Extended community:



Anmerkung: fc00:1000:a810:e003::/64 >> fc00:1000:a810 ## locator of PE1, e003 ##
function

<#root>

RP/0/RP0/CPU0: PE1#show bgp vrf mobility 10.10.20.0/24 detail

Local

fc00:1000:a822::22 (metric 2000) from fc00:1000:a822::22 (10.10.22.22), if-handle 0x00000000
Received Label

0xe0030

Origin incomplete, metric 0, localpref 100, valid, internal, best, group-best, import-candidate,
Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 714

Extended community:

PSID-Type:L3, SubTLV Count:1, R:0x00,

SubTLV:

T:1(Sid information), Sid:fc00:1000:a820::, F:0x00, R2:0x00, Behavior:63, R3:0x00, SS-TLV Count:

SubSubTLV:

T:1(Sid structure):

Length [Loc-blk,Loc-node,Func,Arg]:[32,16,16,0], Tpose-len:16, Tpose-offset:48

Source AFI: VPNv4 Unicast, Source VRF: default, Source Route Distinguisher: 10.10.22.22:2



Anmerkung: Diese 10.10.20.0/24 wird von PE2 auf PE1 mit der Locator-Sid

fc00:1000:a820:: und Funktion e0030.

<#root>

```
RP/0/RP0/CPU0: PE1#show route vrf mobility 10.10.20.0/24 detail
  Known via "bgp 100", distance 200, metric 0, type internal
  Routing Descriptor Blocks
    fc00:1000:a822::22, from fc00:1000:a822::22
<snip>
```

SRv6 Headend: H.Encaps.Red [f3216], SID-list {fc00:1000:a820:e003::}



Anmerkung: Im eingeschwungenen Zustand werden die an das Kunden-Edge 2 (CE2) gerichteten Pakete an PE2 mit der IPv6-Header-Zieladresse (Internetprotokoll Version 6) gesendet: fc00:1000:a820:e003::.

Paket wird von PE1 im eingeschwungenen Zustand gesendet.

<#root>

```
Frame 2: 136 bytes on wire (1088 bits), 136 bytes captured (1088 bits)
Ethernet II, Src: Cisco_a7:8a:0d (c4:b2:39:a7:8a:0d), Dst: Cisco_ff:d4:16 (a0:b4:39:ff:d4:16)
  Destination: Cisco_ff:d4:16 (a0:b4:39:ff:d4:16)
  Source: Cisco_a7:8a:0d (c4:b2:39:a7:8a:0d)
  Type: IPv6 (0x86dd)
```

Internet Protocol Version 6, Src: fc00:1000:a811::11, Dst: fc00:1000:a820:e003::

```
0110 .... = Version: 6
<0110 .... = Version: 6 [This field makes the filter match on "ip.version == 6" possible]>
.... 0000 0000 .... .... .... = Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
.... 0000 0000 0000 1110 1111 = Flow Label: 0x000ef
Payload Length: 82
Next Header: IPIP (4)
Hop Limit: 254
Source Address: fc00:1000:a811::11
<Source or Destination Address: fc00:1000:a811::11>
<[Source Host: fc00:1000:a811::11]>
<[Source or Destination Host: fc00:1000:a811::11]>
Destination Address: fc00:1000:a820:e003::
<Source or Destination Address: fc00:1000:a820:e003::>
<[Destination Host: fc00:1000:a820:e003::]>
<[Source or Destination Host: fc00:1000:a820:e003::]>
Internet Protocol Version 4, Src: 10.10.1.2, Dst: 10.10.20.2
0100 .... = Version: 4
.... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
```



Anmerkung:

- Quelle: fc00:1000:a811::11 >> Loopback 100 von PE1 als Quelladresse.
- Ziel: fc00:1000:a820:e003:: >> Locator von PE2: -Funktion.
- als Nächstes der IPv6-Transport-Header und dann die IPv4-Nutzlast.

Vorab berechneter primärer und Backup-Pfad über Topology-Independent - Loop-Free Alternate (TI-LFA).

<#root>

```
RP/0/RP0/CPU0:PE1#show cef ipv6 fc00:1000:a820::  
via fe80::a2b4:39ff:feff:d416/128, TenGigE0/0/0/9, 11 dependencies, weight 0, class 0,
```

backup (TI-LFA

```
) [flags 0xb00]  
path-idx 0 NHID 0x0 [0x8ef0f2b0 0x0]  
next hop fe80::a2b4:39ff:feff:d416/128, Repair Node(s): fc00:1000:a802::2  
local adjacency
```

SRV6 H.Insert.Red SID-list {fc00:1000:a802::}

```
via fe80::9ee1:76ff:feca:e8a8/128, TenGigE0/0/0/8, 4 dependencies, weight 0, class 0, protected [fla  
path-idx 1 bkup-idx 0 NHID 0x0 [0x8f2db710 0x0]  
next hop fe80::9ee1:76ff:feca:e8a8/128
```

Abfolge von Ereignissen, wenn die Schnittstelle TenGigE0/0/0/8 (primärer Pfad) auf PE1 ausfällt

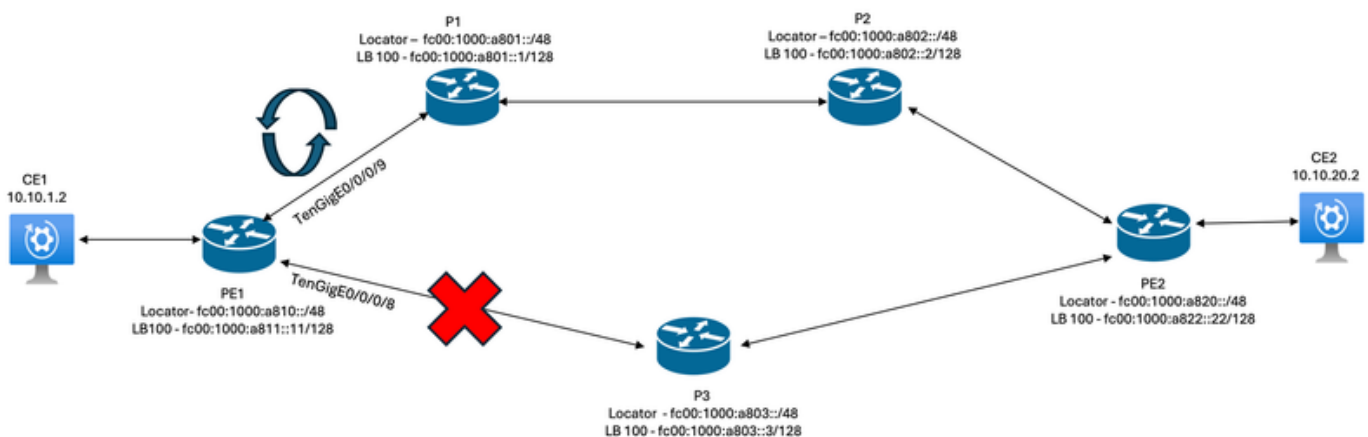


Abbildung 2: Auftreten der Mikroschleife

Wenn auf PE1 die Verbindung tengig 0/0/8 ausfällt, wird auf dem Backup-Pfad zwischen PE1 und P1 eine Mikroschleife vermutet, die wiederum einen MLA-Mechanismus (Microloop Avoidance) auf PE1 auslöst.

<#root>

```
RP/0/RP0/CPU0:PE1#show logging
RP/0/RP0/CPU0:
```

Mar 21 08:30:10.244

UTC: ifmgr[307]: %PKT_INFRA-LINK-5-CHANGED : Interface TenGigE0/0/0/8, changed state to Administrative

Wenn die Schnittstelle TenGigE0/0/0/8 ausgefallen ist, tritt zuerst ein Fast Reroute (FRR)-Ereignis auf, d. h., der Datenverkehr wird über den TI-LFA-Pfad gesendet.

<#root>

```
RP/0/RP0/CPU0:PE1#show cef trace
```

Mar 21 08:30:10.244 fib/common/frr 0/RP0/CPU0 43# t5991 Common: FRR-ITF-EVENT: proto=3 type=0 ifh=0x3c0

Mar 21 08:30:10.244 fib/common/frr 0/RP0/CPU0 13# t5991 IPv6: FRR-LOOKUP-DONE: evt=0, ifh=0x3c0000a0, r

Mar 21 08:30:10.244 fib/common/frr 0/RP0/CPU0 12# t5991 IPv6: FRR-ITF-EVENT: Global Active; handle:0x3c0

Mar 21 08:30:10.244 fib/common/frr 0/RP0/CPU0 13# t5991 IPv6: FRR-ITF-EVENT: FRR Active; handle:0x3c000

Mar 21 08:30:10.244 fib/common/frr 0/RP0/CPU0 1# t5991 IPv6: FRR-EVENT: evt=0, notify protocol=1, ifh=0

Mar 21 08:30:10.244 fib/common/fast 0/RP0/CPU0 20# t5991 Common: PLAT-UPD-FAST: Proto=common, Obj[FIB_D

Um 08:30:10:307 gibt es eine IS-IS-Löschadjazenz.

<#root>

```
RP/0/RP0/CPU0:PE1#show isis lsp last 20
```

08:30:10:307

1	Te0/0/0/8	DELADJ
---	-----------	--------

Um 08:30:10:358 wurde ein Label Switched Path (LSP) empfangen, der Small Form-Factor Pluggable (SFP) berechnet und die Loop-Nachricht aktiviert.

<#root>

```
RP/0/RP0/CPU0:PE1#show isis spf-log detail
```

08:30:10:358 FSPF 2 5 2 PE1.00-00 DELADJ LINKBAD

Delay: 50ms (since first trigger)
46257ms (since end of last calculation)
Trigger Link: P3.00
Trigger Next Hop: P3
New LSP Arrivals: 0

SR uloop: Link Down

Wenn Sie diese Ereignisse genauer in der IS-IS-Verfolgung sehen, beträgt die konfigurierte Aktualisierungsverzögerung für die Routing Information Base (RIB) in diesem Fall: 65535 ms ~ 65 s

<#root>

```
RP/0/RP0/CPU0:PE1#show isis trace all
Mar 21 08:30:10.308 isis/Mring_2801/std 0/RP0/CPU0 t8712 isis_roca_event_schedule_result_debug:329
Mar 21 08:30:10.308 isis/Mring_2801/spf 0/RP0/CPU0 t8712 isis_roca_spf_linkchanged_trigger:2609
Mar 21 08:30:10.358 isis/Mring_2801/std 0/RP0/CPU0 6669# t8712 isis_roca_event_start:1541

Mar 21 08:30:10.358 isis/Mring_2801/sr_ 0/RP0/CPU0 t8712 isis_roca_sr_uloop_prep:3069

Mar 21 08:30:10.358 isis/Mring_2801/sr_ 0/RP0/CPU0 8451# t8712 isis_roca_uloop_install_exp_path:3915
Mar 21 08:30:10.358 isis/Mring_2801/sr_ 0/RP0/CPU0 t8712 isis_roca_prefix_update_run:1040

Mar 21 08:30:10.864 isis/Mring_2801/std 0/RP0/CPU0 t8712 isis_roca_frr_run:1538
Mar 21 08:31:15.893 isis/Mring_2801/sr_ 0/RP0/CPU0 t8712 isis_ip_rib_worker_delayed_update_run:2344
```

RIB-Status, wenn MLA aktiv ist.

<#root>

```
RP/0/RP0/CPU0:PE1#show route ipv6 fc00:1000:a820:: detail
Routing entry for fc00:1000:a820::/48
  Routing Descriptor Blocks
    fe80::a2b4:39ff:feff:d416, from fc00:1000:a822::22, via TenGigE0/0/0/9
    Route metric is 6000
<snip>
  SRv6 Headend: H.Insert.Red [f3216], SID-list {fc00:1000:a802::} ##
this locator of P2 is inserted before the SRH
```

Cisco Express Forwarding (CEF)-Status zu dem Zeitpunkt, an dem MLA aktiv ist.

<#root>

```
RP/0/RP0/CPU0: PE1#show cef ipv6 fc00:1000:a820:: detail
local adjacency to TenGigE0/0/0/9
<snip>
  via fe80::a2b4:39ff:feff:d416/128, TenGigE0/0/0/9, 10 dependencies, weight 0, class 0 [flags 0x0]
  SRv6 H.Insert.Red SID-list {fc00:1000:a802::}

## P node (locator of P2)sid is inserted into the packet

Load distribution: 0 (refcount 9)
Hash OK Interface Address
0 Y TenGigE0/0/0/9 fe80::a2b4:39ff:feff:d416
```

Ein vom PE1 stammendes Paket wird über P1 mit P2s Micro-Segment Identifier (uSID) als erstem aktiven Ziel weitergeleitet. Wenn das Paket P2 erreicht, löst das mit der uSID verknüpfte SRv6-Verhalten die Entkapselung des Segment Routing Header (SRH) aus. Anschließend wird das ursprüngliche Paket unter MLA-Weiterleitung an PE2 weitergeleitet.

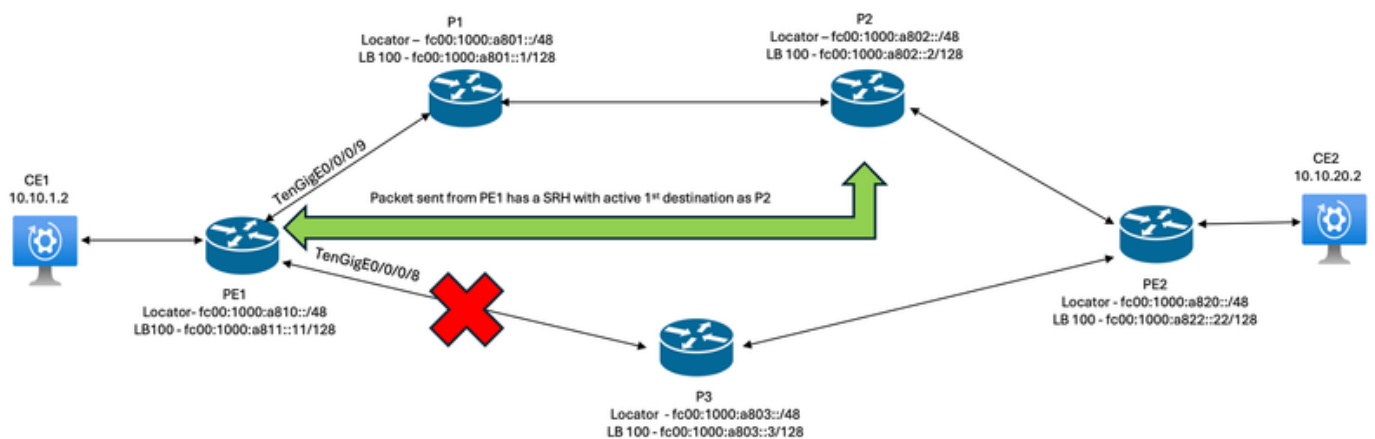


Abbildung 3: Der Pfad, der während MLA verwendet wurde

Paket von PE1 und P1 während MLA weitergeleitet.

<#root>

```
Frame 1: 160 bytes on wire (1280 bits), 160 bytes captured (1280 bits)
Ethernet II, Src: Cisco_a7:8a:0d (c4:b2:39:a7:8a:0d), Dst: Cisco_ff:d4:16 (a0:b4:39:ff:d4:16)
Internet Protocol Version 6, Src: fc00:1000:a811::11, Dst: fc00:1000:a802:: >> during MLA the 1st active
```

```
0110 .... = Version: 6
<0110 .... = Version: 6 [This field makes the filter match on "ip.version == 6" possible]>
.... 0000 0000 .... .... = Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
.... 0000 0000 0000 1110 1111 = Flow Label: 0x000ef
Payload Length: 106
```

Next Header: Routing Header for IPv6 (43) >> indicates the next header is a SRH

```
Hop Limit: 254
Source Address: fc00:1000:a811::11
<Source or Destination Address: fc00:1000:a811::11>
<[Source Host: fc00:1000:a811::11]>
```

```
<[Source or Destination Host: fc00:1000:a811::11]>
Destination Address: fc00:1000:a802::
<Source or Destination Address: fc00:1000:a802::>
<[Destination Host: fc00:1000:a802::]>
<[Source or Destination Host: fc00:1000:a802::]>
```

Routing Header for IPv6 (Segment Routing) >>>>>>>> SRH header which contains the original PE2 locator

```
Next Header: IPIP (4)
Length: 2
[Length: 24 bytes]
Type: Segment Routing (4)

Segments Left: 1
```

```
Last Entry: 0
Flags: 0x00
Tag: 0000
```

Address[0]: fc00:1000:a820:e003:: >>>>>>>>>>>> PE2 locator : function

```
Internet Protocol Version 4, Src: 10.10.1.2, Dst: 10.10.20.2
0100 .... = Version: 4
.... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
```

Nach der Entkapselung wird das ursprüngliche Paket von P2 gesendet und die SRH von P2 während MLA entfernt.

<#root>

```
Frame 1: 136 bytes on wire (1088 bits), 136 bytes captured (1088 bits)
Ethernet II, Src: Cisco_87:d8:58 (b0:a6:51:87:d8:58), Dst: Cisco_af:48:01 (c8:47:09:af:48:01)
```

Internet Protocol Version 6, Src: fc00:1000:a811::11, Dst: fc00:1000:a820:e003::

```
0110 .... = Version: 6
<0110 .... = Version: 6 [This field makes the filter match on "ip.version == 6" possible]>
.... 0000 0000 .... .... .... = Traffic Class: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
.... 0000 0000 0000 1110 1111 = Flow Label: 0x000ef
Payload Length: 82
Next Header: IPIP (4)
Hop Limit: 252
Source Address: fc00:1000:a811::11
<Source or Destination Address: fc00:1000:a811::11>
<[Source Host: fc00:1000:a811::11]>
<[Source or Destination Host: fc00:1000:a811::11]>
Destination Address: fc00:1000:a820:e003::
<Source or Destination Address: fc00:1000:a820:e003::>
<[Destination Host: fc00:1000:a820:e003::]>
<[Source or Destination Host: fc00:1000:a820:e003::]>
Internet Protocol Version 4, Src: 10.10.1.2, Dst: 10.10.20.2
Data (62 bytes)
```

Nach der Konvergenz (nach dem RIB-Aktualisierungsverzögerungs-Timer) wird das eingefügte SRH entfernt, und das Paket wird über den konvergenten IGP-Pfad (Interior Gateway Protocol) gesendet.

```
RP/0/RP0/CPU0: PE1#show cef ipv6 fc00:1000:a822::22/128
local adjacency to TenGigE0/0/0/9
  Prefix Len 128, traffic index 0, precedence n/a, priority 1
    via fe80::a2b4:39ff:feff:d416/128, TenGigE0/0/0/9, 9 dependencies, weight 0, class 0 [flags 0x0]
      path-idx 0 NHID 0x0 [0x8ef0f2b0 0x0]
      next hop fe80::a2b4:39ff:feff:d416/128
      local adjacency
```

Timeline-Zusammenfassung

Zeit	Aktion	Mechanismus
08:30:10.244	Verbindungsausfall, Datenverkehrsverschiebung zum Backup-Pfad	TI-LFA
08:30:10.307	LSP empfangen, neuer Shortest Path First (SPF) berechnet	MLA (ausgelöst)
08:30:10.358	RIB-Aktualisierung verzögert, Datenverkehr nutzt MLA-Tunnel	MLA (aktiv)
08:31:15.893	Ablaufdatum des Verzögerungszeitgebers, endgültiger Pfad in FIB installiert	Vollständige Konvergenz

Schlussfolgerung

In diesem Dokument wird detailliert beschrieben, wie von IS-IS angekündigte SRv6-uSID-Pfade MLA während der Netzwerkkonvergenz unterstützen. Durch die Kodierung geordneter topologischer Absichten direkt in die uSID-Liste wird der Datenverkehr durch eine deterministische Folge von Knoten geleitet, wodurch eine schleifenfreie Weiterleitung auch dann gewährleistet ist, wenn die IS-IS-SPF-Berechnungen im Netzwerk vorübergehend inkonsistent sind.

Während der Konvergenz durchlaufen Pakete, die von Eingangs-PEs ausgehen, die vorab berechnete uSID-Sequenz, ohne dass Entscheidungen über einen vorübergehenden IGP Next-Hop getroffen werden müssen. Das Entkapselungsverhalten am designierten uSID-Endpunkt stellt einen sauberen Übergang zurück zur nativen Weiterleitung sicher, sobald das geschützte

Segment abgeschlossen ist. Diese enge Verknüpfung zwischen IS-IS-Updates auf Kontrollebene und SRv6 uSID-Verhalten auf Datenebene ermöglicht ein schnelles und deterministisches Rerouting.

Das IS-IS uSID-basierte MLA ist eine skalierbare, topologieorientierte und einfach zu bedienende Lösung für mikroschleifenfreie Konvergenz und eignet sich daher hervorragend für große SRv6-fähige Netzwerke, in denen schnelles Rerouting und deterministische Datenverkehrssteuerung von entscheidender Bedeutung sind.

Befehle

- #show isis-Instanz <> IPv6-Mikroschleifenvermeidung <Präfix> Detail
- #show isis

Informationen zu dieser Übersetzung

Cisco hat dieses Dokument maschinell übersetzen und von einem menschlichen Übersetzer editieren und korrigieren lassen, um unseren Benutzern auf der ganzen Welt Support-Inhalte in ihrer eigenen Sprache zu bieten. Bitte beachten Sie, dass selbst die beste maschinelle Übersetzung nicht so genau ist wie eine von einem professionellen Übersetzer angefertigte. Cisco Systems, Inc. übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit dieser Übersetzungen und empfiehlt, immer das englische Originaldokument (siehe bereitgestellter Link) heranzuziehen.