

IS-IS

Intermediate System to Intermediate System

- Prvý raz publikované v rámci ISO 10589 v roku 1987
- IETF re-publikované v RFC 1142, 1195 pre Internetovú komunitu v roku 1990
- Funguje natívne na úrovni L2 OSI modelu (Ethernet/PPP)

```
+ Frame 172: 1514 bytes on wire (12112 bits), 1514 bytes captured (12112 bits)
- IEEE 802.3 Ethernet
  + Destination: ISIS-all-level-2-IS's (01:80:c2:00:00:15)
  + Source: c2:06:09:ac:00:01 (c2:06:09:ac:00:01)
    Length: 1500
- Logical-Link Control
  DSAP: ISO Network Layer (0xfe)
  IG Bit: Individual
  SSAP: ISO Network Layer (0xfe)
  CR Bit: Command
- Control field: U, func=UI (0x03)
  000. 00.. = Command: Unnumbered Information (0x00)
  .... ..11 = Frame type: Unnumbered frame (0x03)
- ISO 10589 ISIS InTRA Domain Routeing Information Exchange Protocol
  Intra Domain Routing Protocol Discriminator: ISIS (0x83)
  PDU Header Length: 27
  Version (==1): 1
  System ID Length: 0
  PDU Type : L2 HELLO (R:000)
  Version2 (==1): 1
  Reserved (==0): 0
  Max.AREAs: (0==3): 0
  + ISIS HELLO
```

Link-state protocol

- Neighbor discovery
 - Proces ako dva ISIS smerovače sa dokážu objaviť a vymeniť smerovacie informácie
- Flooding
 - Spôsob ako je smerovacia informácia rozšírená v sieti všetkým smerovačom
- Link state database
 - Ukladanie smerovacej informácie v databáze na každom participujúcom smerovači
- SPF (short path first) calculation
 - Spôsob, ako uložené smerovacie informácie sú použité na vytvorenie smerovacích záznamov

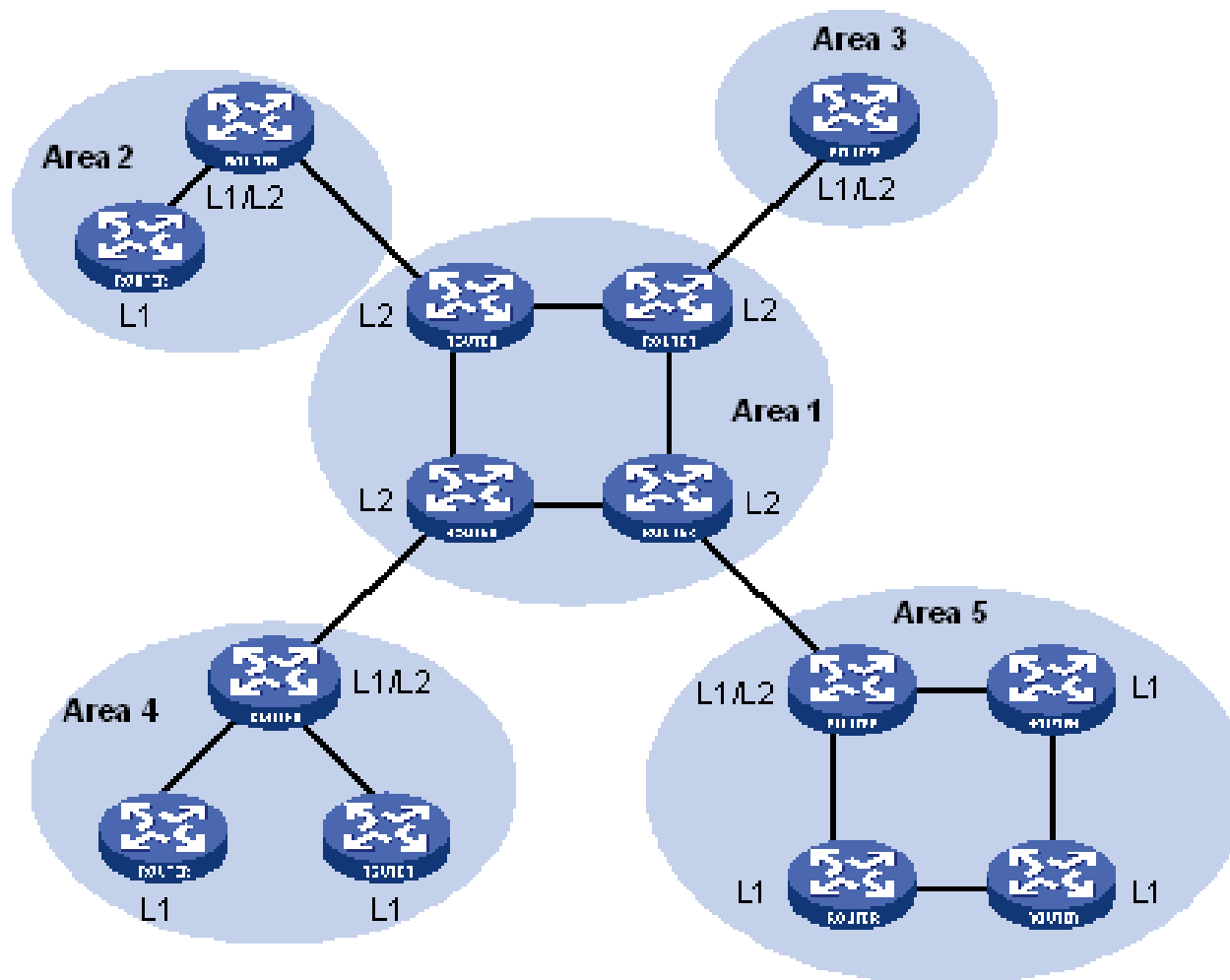
IS-IS adresácia

- Zjednodušený ISO NSAP (Network Service Access Point) formát
 - Area ID – AFI.AREA
 - 49.0001
 - AFI 49 – privátny ISO priestor
 - System ID – unikátny identifikátor systému, môže sa odvodiť od IP adresy systému
 - 0100.0125.5005 (10.1.255.5)
 - NSEL – identifikácia služby systému

Area ID	SysID	NSEL
---------	-------	------

IS-IS L1 a L2 topológia

- ABR smerovač je L1/L2
- Spojenie medzi rôznymi oblasťami (area) musí byť L2



IS-IS spoločné záhlavie

```

+ Frame 14: 103 bytes on wire (824 bits), 103 bytes captured
+ IEEE 802.3 Ethernet
+ Logical-Link Control
- ISO 10589 ISIS InTRA Domain Routeing Information Exchange
  Intra Domain Routing Protocol Discriminator: ISIS (0x83)
  PDU Header Length: 27
  Version (==1): 1
  System ID Length: 0
  PDU Type : L2 LSP (R:000)
  Version2 (==1): 1
  Reserved (==0): 0
  Max.AREAs: (0==3): 0
+ ISO 10589 ISIS Link State Protocol Data Unit
  
```

Definition	Values
network layer identifier assigned to IS-IS (ISO 9577)	0x83
Length of the packet header fields in octets	Variable
Version	0x1
Indicates length of the source ID (SysID) field	0x0 -> 6 byte
IS-IS packet type (3 bits reserved)	Hello, LSP or SNP
Version	0x1
Reserved	0
Number of area addresses permitted for this intermediate system's area	0x0 = max 3 areas

Protocol Data Units

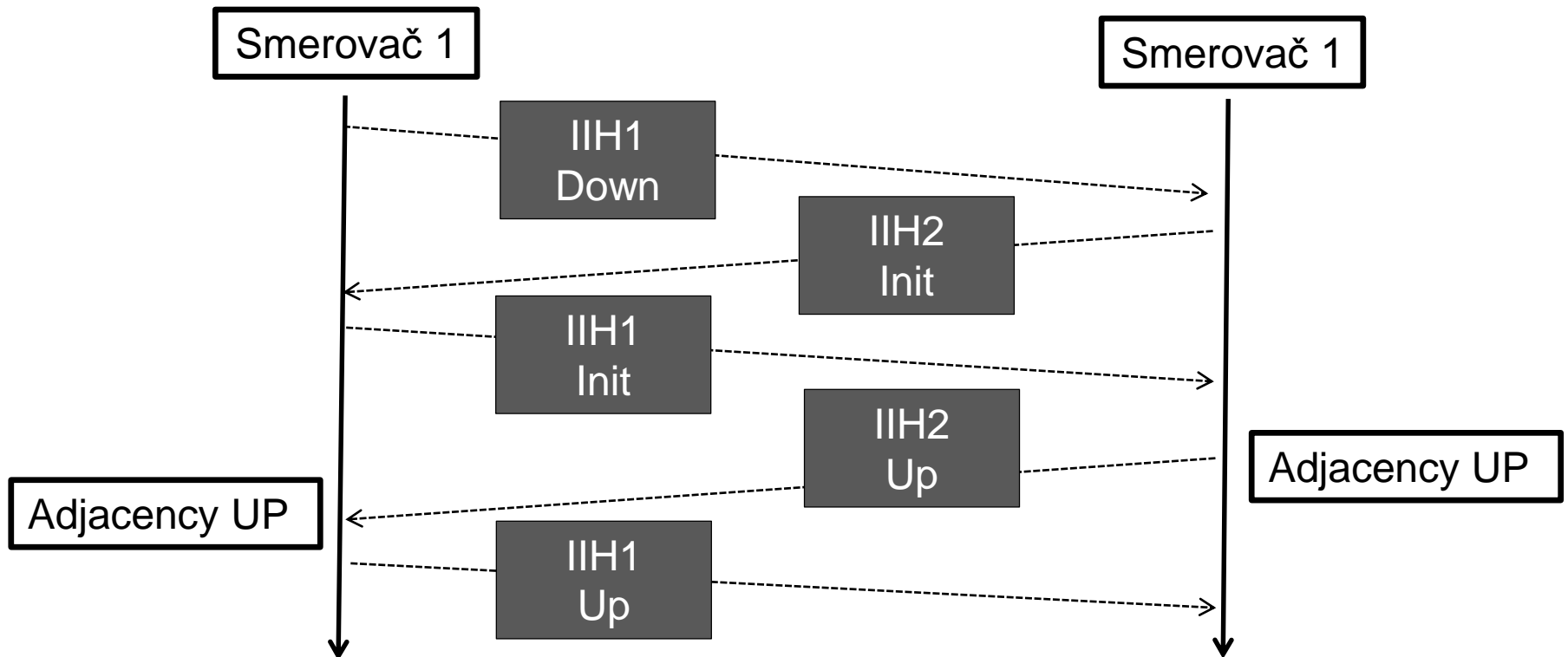
- IS-IS Hello
 - Slúži na vytvorenie a udržanie spojenia
- Link State Packet (LSP)
 - Výmena smerovacích informácií
 - Obsahuje TLV atribúty
- Sequence Number (SNP)
 - Udržiavanie a verifikácia správnosti LS databázy

Neighbor discovery

- Okamžite, ako sa nakonfiguruje IS-IS na sieťovom rozhraní, smerovací protokol hľadá svojho suseda
- Ak nájde aspoň jedného, overuje sa verzia a spustí sa tzv. handshaking
- Handshaking je zabezpečený Hello správami - IIH (Intermediate System to Intermediate System Hello)
- Existujú dva typy rozhrania - broadcast LAN a P2P
- Správy používajú 3 multicastové MAC adresy
 - 01:80:c2:00:0014 - LAN L1 Hello
 - 01:80:c2:00:0015 - LAN L2 Hello
 - 09:00:2b:00:00:05 – P2P Hello

Handshaking

- Smerovač 1 pošle IIH - Adjacency state: Down
- Smerovač 2 prijme IIH od 1 a pošle IIH - Adjacency state: Initializing, to sa zopakuje aj z opačnej strany
- Nakoniec si oba smerovače vymenia IIH potvrdenie Adjacency state: Up



Neighbor discovery

- + Frame 47: 1514 bytes on wire (12112 bits), 1514 bytes captured (12112 bits)
- IEEE 802.3 Ethernet
 - + Destination: ISIS-all-level-2-IS's (01:80:c2:00:00:15)
 - + Source: c2:07:07:b8:00:00 (c2:07:07:b8:00:00)
Length: 1500
- + Logical-Link Control
- ISO 10589 ISIS InTRA Domain Routeing Information Exchange Protocol
 - Intra Domain Routing Protocol Discriminator: ISIS (0x83)
 - PDU Header Length: 27
 - Version (==1): 1
 - System ID Length: 0
 - PDU Type : L2 HELLO (R:000)
 - Version2 (==1): 1
 - Reserved (==0): 0
 - Max.AREAs: (0==3): 0
- ISIS HELLO
 - Circuit type : Level 2 only, reserved(0x00 == 0)
 - System-ID {Sender of PDU} : 0100.0125.5003
 - Holding timer: 10
 - PDU length: 1497
 - Priority : 64, reserved(0x00 == 0)
 - System-ID {Designated IS} : 0100.0125.5003.02
- Protocols Supported (1)
 - NLPID(s): IP (0xcc)
- Area address(es) (4)
 - Area address (3): 49.0001
- IP Interface address(es) (4)
 - IPv4 interface address: 10.1.1.13 (10.1.1.13)
- + Restart Signaling (3)
- IS Neighbor(s) (12)
 - IS Neighbor: c2:06:09:ac:00:00
 - IS Neighbor: c2:05:15:98:00:00
- Padding (255)

IIH – IS-IS Hello Packet

- Hello Interval
 - Interval medzi dvoma IIH packetmi
 - Default 10 sec
- Hold-time
 - Maximálny čas, ktorý definuje expiráciu spojenia, je násobkom multiplikačného faktora <multiplier> a hello intervalu
 - Ak hold-time expiruje, spojenie je zrušené
 - Default <multiplier> = 3
- IIH sú posielané v týchto prípadoch:
 - Expirácia hello intervalu
 - Akákoľvek zmena v sieti
 - Voľba LAN DIS (designated router or designated intermed system) uzla

LSP - Link State Protocol data unit

- Akonáhle smerovač prijme LSP správu od všetkých smerovačov (danej úrovne), má kompletnú informáciu o topológii
- Proces preposielania topologických informácií sa volá - flooding
- Informácie z LSP sú ukladané v topologickej databáze
- Separátna databáza pre každú úroveň (Level 1, Level 2)
- LSP sa skladá z rôznych TLV atribútov
- LSP Lifetime default je 20 minutes
- LSP musí byť potvrdené
 - Sequence Number Packet
 - CSNP - Complete SNP
 - PSNP - Partial SNP
- Štandardne smerovač nesmie poslať viac ako 1 LSP za 5 sec

TLV

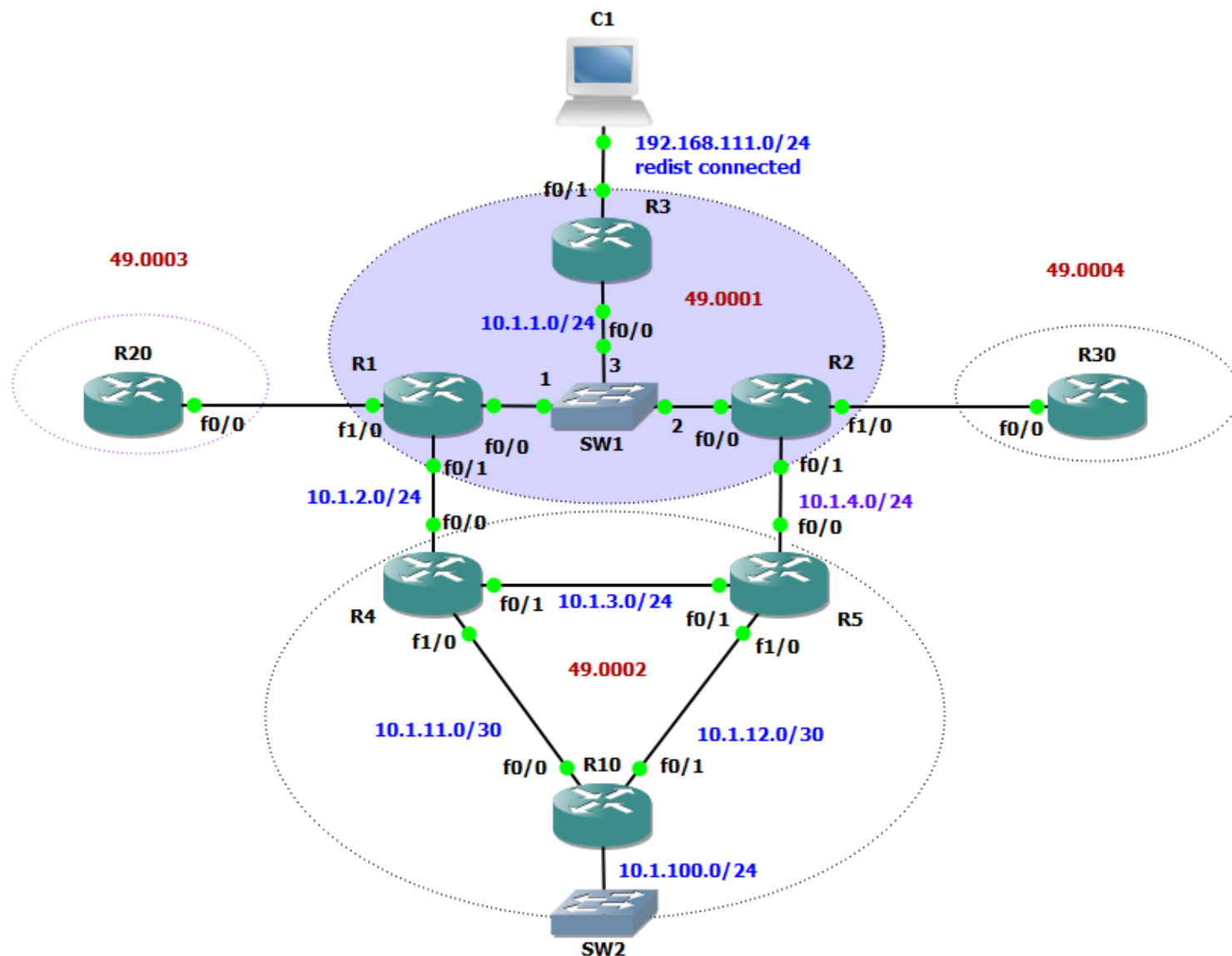
- Type-Length-Value
 - Max 256 bytes
 - Môže obsahovať sub-TLV
-
- TLV 1 – Area address
 - TLV 2 – IS Reachability – neighbors, IS-ISs interfaces to which the router is connected
 - TLV 10 – Authentication
 - TLV 22 – Extended IS Reachability - this TLV addresses a TLV 2 metric limitation. Metric 63 -> 3B
 - TLV 128 – IP Internal Reachability - Provides all the known IP addresses that the given router know
 - TLV 129 – Protocols Supported
 - TLV 130 – IP External Reachability
 - TLV 132 – IP Interface Addresses
 - TLV 135 – Extended IP Reachability - addresses the issues with both TLV 128 and TLV 130

LSP - Link State Protocol data unit

ISO 10589 ISIS Link State Protocol Data Unit

- PDU length: 151
- Remaining lifetime: 1200
- LSP-ID: 0100.0125.5005.00-00
- Sequence number: 0x00000043
- ⊕ Checksum: 0x3094 [correct]
- ⊖ Type block(0x03): Partition Repair:0, Attached bits:0, overload bit:0, IS type:3
 - 0... = Partition Repair: Not supported
 - ⊕ .000 0... = Attachment: 0
 -0.. = Overload bit: Not set
 -11 = Type of Intermediate System: Level 2 (3)
- ⊖ Area address(es) (4)
 - Area address (3): 49.0002
- ⊖ Protocols supported (1)
 - NLPID(s): IP (0xcc)
- ⊖ Hostname (2)
 - Hostname: R5
- ⊖ IP Interface address(es) (4)
 - IPv4 interface address: 10.1.255.5 (10.1.255.5)
- ⊖ Extended IP Reachability (8)
 - ⊕ IPv4 prefix: 10.1.3.0/24, Metric: 10, Distribution: up, no sub-TLVs present
- ⊖ Extended IS reachability (22)
 - ⊕ IS neighbor: 0100.0125.5002.00
 - ⊕ IS neighbor: 0100.0125.5004.00
- ⊖ Extended IP Reachability (69)
 - ⊕ IPv4 prefix: 10.1.11.0/30, Metric: 20, Distribution: up, no sub-TLVs present
 - ⊕ IPv4 prefix: 10.1.12.0/30, Metric: 10, Distribution: up, no sub-TLVs present
 - ⊕ IPv4 prefix: 10.1.2.0/24, Metric: 30, Distribution: up, no sub-TLVs present
 - ⊕ IPv4 prefix: 10.1.4.0/24, Metric: 10, Distribution: up, no sub-TLVs present
 - ⊕ IPv4 prefix: 10.1.100.0/24, Metric: 20, Distribution: up, no sub-TLVs present
 - ⊕ IPv4 prefix: 10.1.255.4/32, Metric: 30, Distribution: up, no sub-TLVs present
 - ⊕ IPv4 prefix: 10.1.255.5/32, Metric: 10, Distribution: up, no sub-TLVs present
 - ⊕ IPv4 prefix: 10.1.255.10/32, Metric: 20, Distribution: up, no sub-TLVs present

LSP - Link State Protocol data unit



LSP Sequence Number Packet

helps to identify newer LSP from older one

+ Logical-Link Control

[-] ISO 10589 ISIS InTRA Domain Routeing Information Exchange Protocol

Intra Domain Routing Protocol Discriminator: ISIS (0x83)

PDU Header Length: 33

Version (==1): 1

System ID Length: 0

PDU Type : L2 CSNP (R:000)

Version2 (==1): 1

Reserved (==0): 0

Max.AREAs: (0==3): 0

[-] ISO 10589 ISIS Complete Sequence Numbers Protocol Data Unit

PDU length: 99

Source-ID: 0100.0125.5002.00

Start LSP-ID: 0000.0000.0000.00-00

End LSP-ID: ffff.ffff.ffff.ff-ff

[-] LSP entries (64)

+ LSP-ID: 0100.0125.5002.00-00, Sequence: 0x00000030, Lifetime: 1197s, Checksum: 0x47b4

+ LSP-ID: 0100.0125.5003.02-00, Sequence: 0x0000002a, Lifetime: 1194s, Checksum: 0x347e

[-] LSP-ID: 0100.0125.5005.00-00, Sequence: 0x00000043, Lifetime: 1198s, Checksum: 0x3094

LSP-ID: : 0100.0125.5005.00-00

LSP Sequence Number : 0x00000043

Remaining Lifetime : 1198s

LSP checksum : 0x3094

+ LSP-ID: 0100.0125.5030.00-00, Sequence: 0x00000025, Lifetime: 1196s, Checksum: 0xeac8

LSP show commands

R5#sh isis neighbors det

System Id	Type	Interface	IP Address	State	Holdtime	Circuit Id
R2	L2	Fa0/0	10.1.4.12	UP	23	00
Area Address(es): 49.0001						
SNPA: c205.1598.0001						
State Changed: 02:38:00						
Format: Phase V						
R10	L1	Fa1/0	10.1.12.2	UP	27	00
Area Address(es): 49.0002						
SNPA: c208.1a54.0001						
State Changed: 08:01:29						
Format: Phase V						
R4	L2	Fa0/1	10.1.3.14	UP	24	00
Area Address(es): 49.0002						
SNPA: c203.0488.0001						
State Changed: 08:38:03						
Format: Phase V						

R5#

R5#sh isis topo

IS-IS paths to level-1 routers

System Id	Metric	Next-Hop	Interface	SNPA
R4	20	R10	Fa1/0	c208.1a54.0001
R5	--			
R10	10	R10	Fa1/0	c208.1a54.0001

IS-IS paths to level-2 routers

System Id	Metric	Next-Hop	Interface	SNPA
R1	20	R4	Fa0/1	c203.0488.0001
R2	10	R2	Fa0/0	c205.1598.0001
R3	20	R2	Fa0/0	c205.1598.0001
R4	10	R4	Fa0/1	c203.0488.0001
R5	--			
R20	30	R4	Fa0/1	c203.0488.0001
R30	20	R2	Fa0/0	c205.1598.0001

R5#

LSP show database commands

IS-IS Level-1 Link State Database:

LSPID	LSP Seq Num	LSP Checksum	LSP Holddtime	ATT/P/OL
R4.00-00	0x0000004C	0x667F	634	1/0/0
R5.00-00	* 0x00000040	0xBB1A	427	1/0/0
R10.00-00	0x00000042	0xD959	549	0/0/0

IS-IS Level-2 Link State Database:

LSPID	LSP Seq Num	LSP Checksum	LSP Holddtime	ATT/P/OL
R1.00-00	0x0000003C	0x4BC3	835	0/0/0
R2.00-00	0x0000003C	0x2FC0	528	0/0/0
R3.00-00	0x00000031	0x4523	641	0/0/0
R3.02-00	0x00000035	0x1E89	510	0/0/0
R4.00-00	0x0000004E	0x74CF	910	0/0/0
R5.00-00	* 0x0000004F	0x18A0	1019	0/0/0
R20.00-00	0x00000031	0x397E	800	0/0/0
R20.02-00	0x0000002F	0x1ED9	389	0/0/0
R30.00-00	0x00000030	0xD4D3	653	0/0/0

R5#

IS-IS Level-2 LSP R2.00-00

LSPID	LSP Seq Num	LSP Checksum	LSP Holddtime	ATT/P/OL
R2.00-00	0x0000003D	0x2DC1	939	0/0/0

Area Address: 49.0001

NLPID: 0xCC

Hostname: R2

IP Address: 10.1.255.2

Metric: 10 IP 10.1.1.0/24

Metric: 10 IS-Extended R5.00

Metric: 10 IS-Extended R30.00

Metric: 10 IS-Extended R3.02

Metric: 10 IP 10.1.4.0/24

Metric: 10 IP 10.1.31.0/30

Metric: 10 IP 10.1.255.2/32

R5#

Pseudo-nodes & Designated Routers

- LAN topológia je ekvivalentná “full mesh” P2P spojeniam
 - Vytvorenie všetkých spojení môže byť náročné na spracovanie smerovačom
- Vytvorenie virtuálneho “pseudo” smerovača v LAN sieti
- Pseudo-node (PSN) je virtuálny uzol, ktorého úloha je redistribuovať smerovacie informácie ostatným smerovačom v LAN sieti
 - Designated (DIS) smerovač, ktorý je virtualizovaný na jednom z fyzických smerovačov
- DIS voľba je na základe najvyššej SNPA (MAC adresa)
- Samostatné DIS sú volené pre Level 1 a 2
- DIS preposiela IIH 3x rýchlejšie, než ostatné smerovače
 - Rýchla detekcia chyby a nová voľba
- DIS posiela pravidelne svoju LSP stavovú informáciu
- Žiadne potvrdenie (ACKs) na LAN sieti;

SPF (short path first) výpočet

- Full SPF
 - Nájdenie topológie minimálnych ciest
- Čiastočný SPF výpočet
 - Rýchlejšia konvergencia
 - Pri zmene metriky prefixu
 - Pridanie alebo vymazanie niektorých prefixov
- Incremental SPF
 - Ak dochádza k topologickej zmene, proces sa snaží vychádzať z pôvodnej topológie
 - optimalizácia full SPF výpočtu

SPF – Hold down

- SPF výpočet nie je spustený vždy okamžite pri zmenách
- Zmena v sieti vždy môže znamenať viaceré LSP šírené sieťou – flooding, ktoré zakaždým by spustilo SPF výpočet
 - Hold down = oneskorenie výpočtu

L2-Only POPs

- Mnoho Tier 1 ISP poskytovateľov má dizajn IS IS IGP protokolu v móde Level 2-only na všetkých smerovačoch
- Maximálny teoretický počet L2-only smerovačov môže byť okolo 800–1000
- SPF výpočet môže trvať okolo ~100 - 200 msec
 - ~ 1000 smerovačov
 - Zavisí aj od počtu prefixov
- Škálovateľnosť
 - Jednoduchá možnosť zahrnúť do dizajnu aj L1-only POP lokality
- Všetky L2 smerovače vo všetkých doménach zdieľajú všetky LSP informácie

L1 v POP lokalitách a L2 v backbone časti

- POP – všetky smerovače sú v samostatnej oblasti
- L1L2 smerovače sú na hranici POP oblasti
 - L1-adj smerom k POP smerovačom
 - L2-adj smerom do backbone oblasti
- SPF výpočet je limitovaný len na príslušnú oblasť (typ L1 alebo L2 Area)
- Všetky L1 smerovače v oblasti obdržia od L1L2 smerovača ATT bit, ktorý indikuje L1 smerovačom default GW.
 - **Neoptimálne smerovanie pre prefixy mimo L1 oblasť**

Route-Leaking

- Štandardne žiadna smerovacia informácia nie je distribuovaná z L2 domény do L1 oblasti
 - Preto všetky L1 smerovače musia smerovať pakety na najbližší L1L2 smerovač (ATT bit)
 - Podobne ako OSPF NSSA oblasť (berúc do úvahy aj možné externé záznamy)
- Možnosť konfigurovať route-leaking na L1L2 smerovačoch pre vybrané prefixy
- Vhodné, ak máme viacero L1L2 smerovačov v oblasti, čo zabezpečí optimálnejšie smerovanie na ciele mimo L1 oblasť

Wide Metric

- Ohodnotenie všetkých liniek je štandardne 10
- Pôvodne na ohodnotenie liniek je použitý 6-bitová hodnota <narrow metric>, ktorá umožňuje len hodnoty do 63
- Nové TLV typ 135
 - zvyšuje rozsah ohodnotenia linky z <0-63> na <1-16777214>
 - 24-bitová hodnota <wide metric>

Ďakujem za pozornosť

roman dot kaloc at gmail dot com