

Možnosti měření parametru sítě pomocí Cisco IP SLA Monitor

Martin Janota JAW274, Jakub Fidler FID007

Abstrakt: Cílem této práce je prozkoumat možnosti měření parametru sítě pomocí Cisco IP SLA Monitor. Ověření funkčnosti a možnosti tohoto měřicího mechanismu. Vyzkoušení práce s tímto mechanismem zajišťující SLA(IP SERVICE LEVEL AGREEMENT) v síti. Odzkoušeno především na přepínačích firmy Cisco Systems, Inc. řady Catalyst 2960 a 3560.

Klíčová slova: IP SLA, Cisco, UDP, TCP, RTT, ICMP, VoIP, Statistika, Monitorování sítě

1	Úvod	3
2	Princip SLA	3
3	Možnosti měření IP SLA	4
3.1	Percentilní podpora pro filtrování odlehlých bodů.....	4
3.2	Video operace	5
3.3	UDP variabilita zpoždění.....	5
3.4	Podpora pro UDP sondy na vyžádání.....	5
3.5	Podpora pro UDP sondy na vyžádání.....	6
3.6	Podpora pro multicast.....	6
3.7	Monitoring LSP	6
3.8	Metro-Ethernet	7
3.9	ICMP variabilita zpoždění.....	7
3.10	VoIP operace založené na RTP	7
3.11	Zpoždění při registraci VoIP.....	8
3.12	Monitorování nastavení hovoru.....	8
3.13	UDP echo.....	8
3.14	Http operace.....	8
3.15	TCP spojení	9
3.16	ICMP echo.....	9
3.17	ICMP echo pro cestu paketu.....	9
3.18	ICMP variabilita zpoždění pro cestu paketu.....	10
3.19	FTP operace.....	10
3.20	DNS operace.....	10
3.21	DHCP operace	11
3.22	DLSw+ operace	11
4	Nastavení zařízení IP SLA zdroj.....	11
5	Plány	12
6	Nastavení zařízení IP SLA odpovídač	12
7	Praktické otestování některých funkcí IP SLA	13
7.1	Praktická konfigurace IP SLA TCP spojení.....	14
7.2	Praktická konfigurace IP SLA Http operace.....	14
7.3	Praktická konfigurace IP SLA ICMP echo	15
7.4	Praktická konfigurace IP SLA UDP variabilita zpoždění.....	16
7.5	Praktická konfigurace IP SLA ICMP variabilita zpoždění	17
8	Závěr	19
9	Odkazy	20

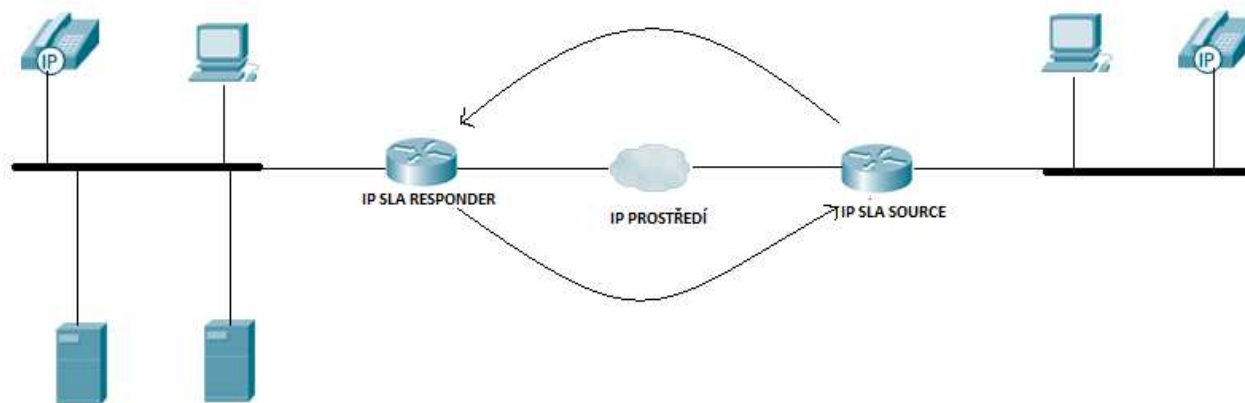
1 Úvod

IP SLA (IP SERVICE LEVEL AGREEMENT) je proprietární technologií obsažena v Cisco IOSu, která umožňuje měření a monitorování síťového provozu (zpoždění, variabilita zpoždění, výpadky a ztráty paketů). Pod tímto názvem se vyskytuje od verze IOSu 12.3, přičemž byla postupně předcházena nástroji s obdobnou funkcí – RTR (Response Time Reporter) a SAA (Service Assurance Agent). Oproti nástrojům, které výsledky svých analýz vztahují k pasivnímu sledování sítě, IP SLA využívá proaktivního přístupu, kdy si samo generuje testovací pakety, jejichž postup sítě pak pozoruje. Výhodou je tedy jednodušnost výsledků, možnost simulace budoucího růstu sítě či podpora ze strany HW Cisco zařízení, která zaručuje reálné výsledky. ^[23]

2 Princip SLA

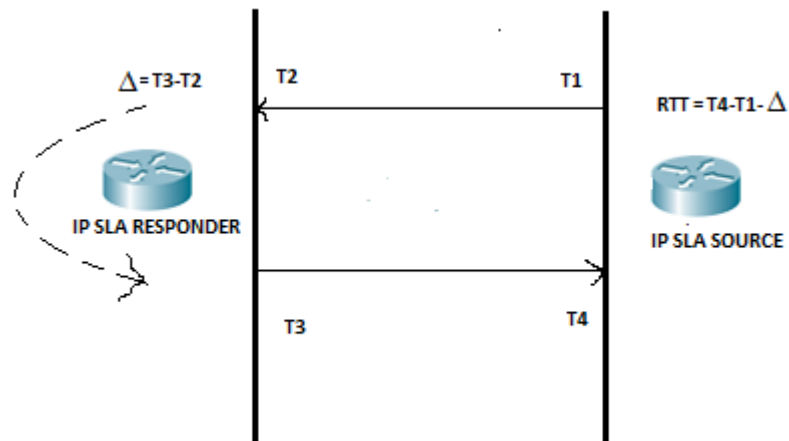
IP SLA měří výkon sítě mezi dvěma body pomocí formálních testovacích paketů, což odráží i samotná architektura, ve které existuje:

- **IP SLA Source** (dále jen SLA zdroj) – generuje pakety podle požadovaného typu měření (ICMP echo, UDP, atd.), analyzuje a uchovává výsledky, které jsou pak dostupné pomocí CLI či přes SNMP;
- **IP SLA Responder** (dále jen SLA odpovídač) – reaguje na testovací pakety (vkládá časová razítka a další relevantní údaje), SLA odpovídač může být podle typu měření buď aplikační server či jiné Cisco zařízení.



Obrázek 1

Zařízení typu SLA zdroj tedy vysílá pakety, do kterých vkládá časová razítka (a další relevantní údaje), přičemž zařízení typu SLA odpovídač doplňuje tyto informace o statistiky, které během zpracování testovacího paketu provedlo. Paket se pak s informacemi vrací zpět k zařízení typu SLA zdroj. ^[23]



Obrázek 2 – proces tvorby časových razítek

Výše uvedený obrázek (Obrázek 2) ukazuje proces tvorby 4 časových razítek a jejich reprezentaci ve výsledku:

- T1 = čas vyslání testovacího paketu SLA zdrojem;
- T2 = čas přijetí paketu SLA odpovídačem;
- T3 = čas odeslání zpracovaného paketu SLA odpovídačem;
- T4 = čas přijetí paketu SLA zdrojem;
- Δ = čas zpracování celého testovacího paketu HW SLA odpovídače;
- RTT (round trip time) = odezva mezi dvěma zařízeními;

Tento systém umožňuje analyzovat provoz v závislosti na směru (jednosměrné/obojměrné), ale i pozorovat směrovou ztrátu paketů. Buď jsou výsledky měření dostupné přes CLI rozhraní Cisco zařízení, anebo pomocí SNMP trapů k lepšímu zpracování. ^[23]

3 Možnosti měření IP SLA

IP SLA nám poskytuje opravdu velkou škálu možností měření. V drtivé většině případů se jedná o typy měření, tak jak již bylo zmíněno dříve, tedy komunikace mezi SLA zdrojem a SLA odpovídačem. Ovšem existují i měření, ve kterých to není potřeba. Například pro měření odezvy http serveru, není potřeba zařízení SLA odpovídač, stačí pouze dostupný http server.

3.1 Percentilní podpora pro filtrování odlehlých bodů

Modul popisuje percentilní možnosti pro IP SLA pro možnost sledování dění na síti.

Tato funkcionality umožňuje nastavit percentil a podle toho sledovat různé odchylky v síti. Funkcionality IP SLA umožňuje měřit min/max/průměr pro všechny pakety. Při nastavení této funkcionality se kontroluje, zdali monitorovaná hodnota nepřesáhla nebo naopak neklesla pod danou nastavenou hodnotu. ^[1]

Konfigurace zařízení SLA zdroj:

```
percentile {jitteravg | jitterds | jittersd | owds | owsd | rtt} percent
```

Příklad:

```
percentile jitteravg 95
```

3.2 Video operace

Modul popisuje IP SLA video operace pro měření a analýzu jednosměrného zpoždění, ztráty paketů, variability zpoždění a konektivitu pro síť s video provozem. [2] Tato funkce je podporována pouze na zařízeních Cisco Catalyst 3560, 3560-E, 3560-X, 3750, 3750-E, and 3750-X.

Konfigurace zařízení IP SLA zdroj:

```
video destination-ip-address | destination-hostname destination-port source-ip  
source-address | source-hostname source-port port-number profile traffic-type
```

Příklad:

```
video 192.168.2.17 997 source-ip 192.168.2.16 source-port 555 profile  
telepresence
```

3.3 UDP variabilita zpoždění

Měření IP SLA UDP variability zpoždění je vhodné pro diagnostiku sítě v reálném čase jako VoIP, video over IP nebo konference v reálném čase. Variabilitou zpoždění je míněn rozptyl zpoždění jednotlivých paketů. Například pokud jsou posílány pakety v síti 10 ms po sobě, tak ideální doba doručení je 10 ms. Pokud, ale pakety dorazí za 12 ms, jedná se o 2 ms pozitivní variabilitu zpoždění, a pokud dojdou se zpožděním 8 ms, jedná se o 2 ms negativní variabilitu zpoždění.^[3]

IP SLA variabilita zpoždění však umí i více než jen měřit variabilitu zpoždění. Mezi dalšími jmenujme např. ztrátu paketů či jednosměrné zpoždění paketů.

Konfigurace zařízení IP SLA zdroj:

```
udp-jitter {destination-ip-address | destination-hostname} destination-port  
[source-ip {ip-address | hostname}] [source-port port-number] [control {enable  
| disable}] [num-packets number-of-packets] [interval interpacket-interval]
```

Příklad:

```
udp-jitter 192.0.2.135 5000
```

3.4 Podpora pro UDP sondy na vyžádání

Tento modul slouží pro vytvoření IP SLA sondy pro monitorování sítě v reálném čase pro uživatele, který nemá práva konfigurační. Jeden příkaz v privilegovaném EXEC módu umožní specifikovat velikost rámce, interval, frekvenci a dobu trvání IP SLA UDP operací.^[4]

Konfigurace zařízení IP SLA zdroj:

```
ip sla udp-jitter {destination-ip-address | destination-hostname} destination-  
port [interval number] [num-packets packet-number] [optimize timestamp] [preci-  
sion {microseconds | milliseconds}] [source-ip {ip-address | hostname}] [sour-  
ce-port source-port] [tos number | traffic-class number] [vrf vrf-name]
```

Příklad:

```
ip sla udp-jitter 2001:DB8:1::1 1000 num-packets 6000
```

3.5 Podpora pro UDP sondy na vyžádání

Funkcionalita je podobná té , jež je popsána v bodě 3.3. S tím zásadním rozdílem, že tady tato funkce je výhradně určena pro proaktivní monitorování VoIP úrovní kvality v síti. IP SLA UDP variabilita zpoždění pro VoIP operace simultánně vytváří VoIP provoz používající základní VoIP kodeky a měřiče kvality MOS a ICPIF.^[5]

Konfigurace zařízení IP SLA zdroj:

```
udp-jitter {destination-ip-address | destination-hostname} destination-port co-  
dec codec-type [codec-numpackets number-of-packets] [codec-size number-of-  
bytes] [codec-interval milliseconds] [advantage-factor value] [source-ip {ip-  
address | hostname}] [source-port port-number] [control {enable | disable}]
```

Příklad:

```
udp-jitter 209.165.200.225 16384 codec g711alaw advantage-factor 10
```

3.6 Podpora pro multicast

Tato funkce IP SLA umožňuje sledovat statistiky jako jednosměrné zpoždění, variabilitu zpoždění a ztrátovost paketů pro uživatelem předem danou multicastovou skupinu.^[6]

Konfigurace zařízení IP SLA zdroj:

```
ip sla endpoint-list type ip template-name  
ip-address address [-address | , ... , address] port port
```

Příklad:

```
ip sla endpoint-list type ip mcast-rcvrs  
ip-address 10.1.1.1-13 port 6500
```

3.7 Monitoring LSP

Funkce sloužící pro automatizovanou kontrolu typu bod-bod mezi dvěma Provider Edge směrovači v MPLS VPN síti. Kontrola LSP (Label Switch Path) je prováděna jak v kontrolní, tak datové, vrstvě. Jakmile je tato funkce nakonfigurována tak automaticky vytváří a ruší operace LSP ping nebo LSP *traceroute* (cesta paketu sítí) v dané monitorované síti mezi dvěma PE směrovači.

Konfigurace se v této funkci nerozděluje na zařízení zdroj a odpovídač, nýbrž oba směrovače se konfigurují stejně a záleží, zdali je v síti povolena funkce LSP Discovery, podle které se pak řídí konfigurace jednotlivých směrovačů.^[7]

3.8 Metro-Ethernet

Tento modul slouží pro měření statistik pro Metro-Ethernet v sítích poskytovatel-zákazník. Měření zahrnují klasické údaje jako ztrátovost paketů, variabilitu zpoždění atd.

Tato funkce nepotřebuje žádné zařízení typu odpovídač. Ke správné funkci je potřeba nastavit pouze dva směrovače, které budou oba typu zdroj a jejich detailní konfigurace je poměrně dlouhá a liší se od klasické konfigurace jiných IP SLA funkcionalit.^[8]

3.9 ICMP variabilita zpoždění

Tato funkce je podobná jako funkce popsaná v bodě 3.3. Jen s tím rozdílem, že se jedná o variabilitu zpoždění na protokolu ICMP ne UDP. Pro potřeby této funkce není třeba nastavit zařízení odpovídač.^[9]

Konfigurace zařízení IP SLA zdroj:

```
icmp-jitter {destination-ip-address | destination-hostname} [interval millise-conds] [num-packets packet-number] [source-ip {ip-address | hostname}]
```

Příklad:

```
icmp-jitter 172.18.1.129 interval 40 num-packets 100 source-ip 10.1.2.34
```

3.10 VoIP operace založené na RTP

Funkce slouží pro otestování RTP (Real-Time transport protocol) operací ve VoIP síti. Tato funkce pokud je nakonfigurovaná, tak vytváří testovací hovory pro zjištění parametrů sítě založené na RTP. Měřením lze zjistit tyto parametry variabilita zpoždění, ztrátovost rámců atd.^[10]

Konfigurace zařízení IP SLA zdroj:

```
voip rtp {destination-ip-address | destination-hostname} source-ip {ip-address | hostname} source-voice-port {slot [/ subunit / port : ds0-group-number]} [codec codec-type] [duration seconds] [advantage-factor value]
```

Příklad:

```
voip rtp 10.2.3.4 source-ip 10.5.6.7 source-voice-port 1/0:1 codec g711alaw duration 30 advantage-factor 5
```

3.11 Zpoždění při registraci VoIP

Daná funkce umožňuje měření zpoždění při registraci zařízení Gatekeeper ve VoIP síti. Pro měření tohoto zpoždění je využíváno zasílání jednoduchých požadavků o registraci z H.323 brány na zařízení Gatekeeper. Přičemž se uchovává čas, který přijde jako odezva na požadavek. Tato odezva je ve formě potvrzení registrace. ^[11]

Konfigurace je odlišná oproti klasickým IP SLA nastavení. Kdy je nutné nejdříve nastavit H.323 bránu a zařízení Gatekeeper. Poté je teprve možné nastavit IP SLA se všemi parametry.

3.12 Monitorování nastavení hovoru

Funkce opět využívána pouze ve VoIP síti. K monitorování využívá IP SLA služeb protokolů H.323 nebo SIP. Není nutné při konfiguraci nastavovat zařízení IP SLA odpovídač. Místo toho je nutné nastavit jedno zařízení jako zdrojovou bránu. Dále se pak na druhém zařízení nastaví klasický IP SLA zdroj. ^[12]

Konfigurace zařízení IP SLA zdroj:

```
voip delay post-dial [detect-point {alert-ringing | connect-ok}] destination tag
```

Příklad:

```
voip delay post-dial detect-point alert-ringing destination 6789
```

3.13 UDP echo

Funkce využívající UDP echo operací pro monitorování bod-bod doby odezvy mezi Cisco prvky využívajícími IPv4 nebo IPv6. ^[13]

Konfigurace zařízení IP SLA zdroj:

```
voip delay post-dial [detect-point {alert-ringing | connect-ok}] destination tag
udp-echo {destination-ip-address | destination-hostname} destination-port
[source-ip {ip-address | hostname} source-port port-number] [control {enable | disable}]
```

Příklad:

```
udp-echo 172.29.139.134 5000
```

3.14 Http operace

Jednoduchá funkce sloužící k otestování odezvy http serveru. Funkce může využít jak klasické GET žádosti, tak uživatelské RAW žádosti. Není vyžadováno zařízení IP SLA odpovídač. ^[14]

Konfigurace zařízení IP SLA zdroj:

```
http {get | raw} url [name-server ip-address] [version version-number] [source-ip {ip-address | hostname}] [source-port port-number] [cache {enable | disable}] [proxy proxy-url]
```


Příklad:

```
http get http://198.133.219.25
```

3.15 TCP spojení

Modul využívající protokolu TCP k určení doby odezvy mezi dvěma Cisco zařízeními pracujícími na IPv4 nebo IPv6. ^[15]

Konfigurace zařízení IP SLA zdroj:

```
tcp-connect {destination-ip-address | destination-hostname} destination-port  
[source-ip {ip-address | hostname} source-port port-number] [control {enable |  
disable}]
```

Příklad:

```
tcp-connect 172.29.139.132 5000
```

3.16 ICMP echo

Naprostu stejná funkce jako funkce popsaná v kapitole 3. 13. Oproti bodu 3. 13 je ovšem použit ICMP protokol a není vyžadováno zařízení IP SLA odpovídač. ^[16]

Konfigurace zařízení IP SLA zdroj:

```
icmp-echo {destination-ip-address | destination-hostname} [source-ip {ip-  
address | hostname} | source-interface interface-name]
```

Příklad:

```
icmp-echo 172.29.139.134
```

3.17 ICMP echo pro cestu paketu

Modul, jenž slouží pro monitorování odezvy mezi dvěma koncovými zařízeními nebo pro měření odezvy skok po skoku mezi jednotlivými prvky sítě využívajícími IP. Je možné využít obou funkcí současně. IP SLA si uchovává veškerá data skok po skoku mezi prvky sítě a poté je možné veškeré tyto data zobrazit. Není nutné mít nastavené zařízení IP SLA odpovídač. ^[17]

Konfigurace zařízení IP SLA zdroj:

```
path-echo {destination-ip-address | destination-hostname} [source-ip {ip-  
address | hostname}]
```

Příklad:

```
path-echo protocol 172.29.139.134
```

3.18 ICMP variabilita zpoždění pro cestu paketu

Podobná funkce té, jež je popsána v kapitole 3.17. Jen místo doby odezvy je monitorována variabilita zpoždění. Opět si IP SLA zaznamenává údaje skok po skoku mezi prvky dané sítě. Zařízení IP SLA odpovídač není nutné nastavovat, ale pro lepší práci této funkce je doporučeno když je IP SLA odpovídač nakonfigurován.^[18]

Konfigurace zařízení IP SLA zdroj:

```
path-jitter {destination-ip-address | destination-hostname} [source-ip {ip-address | hostname}] [num-packets packet-number] [interval milliseconds] [targetOnly]
```

Příklad:

```
path-jitter 172.31.1.129 source-ip 10.2.30.1 num-packets 12 interval 22
```

3.19 FTP operace

Funkce sloužící k měření potřebné doby odezvy mezi Cisco zařízením a FTP serverem k přijmutí souboru. IP SLA podporuje pouze žádost GET. Není potřeba konfigurace zařízení IP SLA odpovídač.^[19]

Konfigurace zařízení IP SLA zdroj:

```
ftp get url [source-ip {ip-address | hostname}] [mode {passive | active}]
```

Příklad:

```
ftp get ftp://username:password@hostip/test.cap
```

3.20 DNS operace

Funkce měřící čas mezi zasláním požadavku na DNS server a přijmutím odpovědi. Jinými slovy by se dalo říci, že měří čas, jež DNS server potřebuje pro vykonání operace. Není potřeba konfigurace zařízení IP SLA odpovídač.^[20]

Konfigurace zařízení IP SLA zdroj:

```
dns {destination-ip-address | destination-hostname} name-server ip-address [source-ip {ip-address | hostname} source-port port-number]
```

Příklad:

```
dns host1 name-server 172.20.2.132
```

3.21 DHCP operace

Tato funkce měří čas, za který bude Cisco zařízení přidělena IP adresa z DHCP serveru. Není potřeba konfigurace zařízení IP SLA odpovídač. ^[21]

Konfigurace zařízení IP SLA zdroj:

```
dhcp {destination-ip-address | destination-hostname} [source-ip {ip-address |  
hostname}] [option-82 [circuit-id circuit-id] [remote-id remote-id] [subnet-  
mask subnet-mask]]
```

Příklad:

```
dhcp 10.10.10.3
```

3.22 DLSw+ operace

Modul sloužící pro měření a analyzování skupiny protokolů DLSw+ a měření doby odezvy mezi DLSw+ zařízeními. Není potřeba konfigurace zařízení IP SLA odpovídač. ^[22]

Konfigurace zařízení IP SLA zdroj:

```
dlsw peer-ipaddr ip-address
```

Příklad:

```
dlsw peer-ipaddr 172.21.27.11
```

4 Nastavení zařízení IP SLA zdroj

V předchozích kapitolách jsou popsány konfigurace jednotlivých funkcí. Tyto konfigurace nejsou kompletní, neboť u drtivé většiny těchto funkcí se musí nastavit frekvence sbírání dat a další důležité vlastnosti každé funkce. Pro detailní nastavení každé funkce je nutné navštívit stránky firmy Cisco, jež jsou napsány v odkazech, kde najdeme kompletní popis veškerého nastavení pro každou funkci.

Ovšem i před nastavováním jednotlivých funkcí je třeba vytvořit daný IP SLA monitor, jenž je definován unikátním číslem, jenž nám umožňuje monitorovat více funkcí najednou.

Příklad konfigurace

```
Device> enable  
Device# configure terminal  
Device(config-term)# ip sla 10
```

Následuje některá z výše zmiňovaných funkcí, pro příklad použijeme udp variabilitu zpoždění.

```
Device(config-ip-sla)# udp-jitter 192.0.2.135 5000  
Device(config-ip-sla-jitter)# frequency 30  
Device(config-ip-sla-jitter)# exit
```

Pro zobrazení nastavení daného monitoringu můžeme použít příklad

```
Device# show ip sla configuration 10
```

5 Plány

Po nastavení určité funkce je nutné naplánovat kdy se má funkce spustit a jak dlouho se má vykonávat. Jedná se jednoduchý sled kroků, který je, ale nutné vykonat. Nejdříve je nutné být v konfiguračním režimu a dále už se nastaví samotný plán.

Souhrn kroků:

```
1. Device> enable
2. Device# configure terminal
3. Device(config)# ip sla schedule 10 life forever start-time now
4. Device(config)# end
```

V kroku tři je možné nastavit dobu trvání či dobu kdy se má plán začít vykonávat. U uvedeného příkladu bude plán trvat pořád a začne ihned po zadání tohoto příkazu. Kompletní seznam možností jak nastavit krok tři je sepsán zde:

```
ip sla schedule operation-number [life {forever | seconds}] [start-time
{[hh:mm:ss] [month day | day month] | pending | now | after hh:mm:ss}] [ageout
seconds] [recurring]
```

Je možné i hromadné nastavování plánů.

Konfigurace nastavení více plánů operací:

```
ip sla group schedule group-operation-number operation-id-numbers schedule-
period schedule-period-range [ageout seconds] [frequency group-operation-
frequency] [life{forever | seconds}] [start-time{hh:mm[:ss] [month day | day
month] | pending | now | after hh:mm:ss}]
př.: ip sla group schedule 1 3,4,6-9
```

6 Nastavení zařízení IP SLA odpovídač

Toto zařízení odpovídá na testovací pakety a vkládá časové údaje popřípadě jiné položky. V některých typech monitorování toto zařízení není potřebné. Jeho konfigurace je velice jednoduchá.

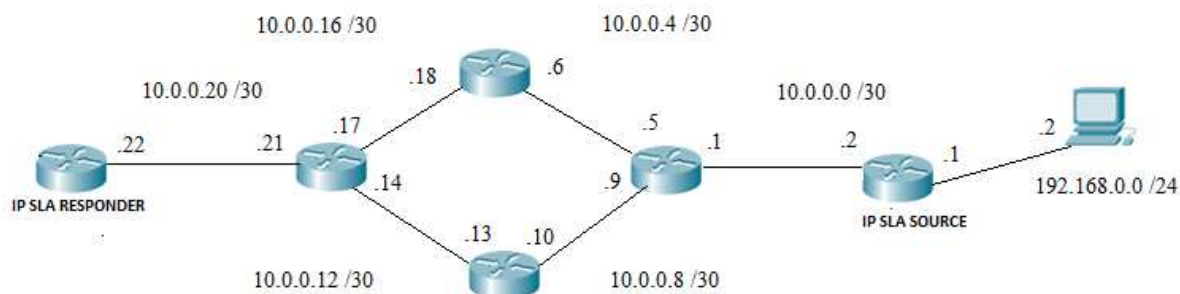
```
1. Device> enable
2. Device# configure terminal
3. Device(config)# ip sla responder {tcp-connect | udp-echo} ipaddress ip-address
port port-number
```

Ve většině případů stačí pouze nastavit

```
1. Device> enable
2. Device# configure terminal
3. Device(config)# ip sla responder
```

7 Praktické otestování některých funkcí IP SLA

V následující kapitole se prakticky ověří některé funkce IP SLA. Pro testování jsme si zvolili topologii ukázanou na obrázku 3.



Obrázek 3

Na každém směrovači jsme nakonfigurovali základní konfiguraci, jako jsou IP adresy na jednotlivých rozhraních, směrovací protokol OSPF. Dále jsme nakonfigurovali připojený počítač, na kterém jsme rozjeli webový server.

Ukázka konfigurace jednoho ze směrovačů

```
1. Device> enable
2. Device# configure terminal
3. Device(config)# interface Seriál 0/0/1
4. Device(config-if)# ip address 10.0.0.6 255.255.255.252
5. Device(config-if)# clock rate 64000
6. Device(config-if)# ip ospf 1 area 0
5. Device(config-if)# no shutdown
8. Device(config-if)# exit

9. Device(config)# interface Seriál 0/0/0
10. Device(config-if)# ip address 10.0.0.18 255.255.255.252
11. Device(config-if)# clock rate 64000
12. Device(config-if)# ip ospf 1 area 0
13. Device(config-if)# no shutdown
14. Device(config-if)# exit
```

Podobnou konfiguraci jsme provedli na všech směrovačích. Jen bylo potřeba pozměnit dané IP adresy. Poté bylo potřeba nastavit IP SLA odpovídač, u kterého jsme dopsali níže uvedené příkazy.

```
1. Device> enable
2. Device# configure terminal
3. Device(config)# ip sla responder
```

Pro IP SLA zdroj jsme použili příkazy uvedené v prvních kapitolách.

7.1 Praktická konfigurace IP SLA TCP spojení

Daná funkce využívá protokolu TCP k určení doby odezvy mezi dvěma Cisco zařízeními pracujícími na IPv4.

Konfigurace IP SLA zdroje

```
1. Device> enable
2. Device# configure terminal
3. Device(config-term)# ip sla 1
4. Device(config-ip-sla)# tcp-connect 10.0.0.22 5000
5. Device(config-ip-sla-tcp)# frequency 10
6. Device(config-ip-sla-tcp)# exit
```

Následující konfiguraci bylo potřeba přiřadit do plánu

```
1. Device> enable
2. Device# configure terminal
3. Device(config)# ip sla schedule 1 life forever start-time now
4. Device(config)# end
```

Statistiky si pak můžeme zobrazit pomocí příkazu,

```
1. Device show ip sla statistics 1
```

se zobrazí následující výpis.

```
IPSLAs Latest Operation Statistics

IPSLA operation id: 1
  Latest RTT: 32 milliseconds
Latest operation start time: *10:11:18.079 UTC Mon Nov 25 2013
Latest operation return code: OK
Number of successes: 5
Number of failures: 0
Operation time to live: Forever
```

Z toho výpisu můžeme vyčíst identifikační číslo, RTT, což je odezva mezi danými zařízeními a poté počet úspěšných počtu pokusů.

7.2 Praktická konfigurace IP SLA Http operace

Jednoduchá funkce sloužící k otestování odezvy http serveru.

Konfigurace IP SLA zdroje

```
1. Device> enable
2. Device# configure terminal
3. Device(config-term)# ip sla 2
4. Device(config-ip-sla)# http get http://192.168.0.2
5. Device(config-ip-sla-http)# frequency 90
6. Device(config-ip-sla-http)# exit
```

Adresa 192.168.0.2 je ip adresa počítače na kterém nám běží http server.
Následující konfigurace byla potřeba přiřadit do plánu,

```
1. Device> enable
2. Device# configure terminal
3. Device(config)# ip sla schedule 2 life forever start-time now
4. Device(config)# end
```

Statistiky si pak můžeme zobrazit pomocí příkazu,

```
1. Device show ip sla statistics 2
```

Statistika

```
IPSLAs Latest Operation Statistics
IPSLA operation id: 2
Type of operation: http
Start Time Index: *09:42:48.775 UTC Tue Nov 19 2013
DNS RTT: 0
TCP Connection RTT: 34 milliseconds
HTTP Transaction RTT: 37 milliseconds
Number of successes: 4
Number of failures: 1
```

7.3 Praktická konfigurace IP SLA ICMP echo

Funkce využívající ICMP echo operací pro monitorování bod-bod doby odezvy mezi Cisco prvky využívajícími IPv4.

Konfigurace IP SLA zdroje

```
1. Device> enable
2. Device# configure terminal
3. Device(config-term)# ip sla 3
4. Device(config-ip-sla)# icmp-echo 192.168.0.2
5. Device(config-ip-sla-echo)# frequency 300
6. Device(config-ip-sla-echo)# exit
```

Následující konfiguraci bylo potřeba přiřadit do plánu

```
1. Device> enable
2. Device# configure terminal
3. Device(config)# ip sla schedule 3 life forever start-time now
4. Device(config)# end
```

Statistiky si pak můžeme zobrazit pomocí příkazu,

```
1. Device show ip sla statistics 3
```

Statistika

IPSLAs Latest Operation Statistics

```
IPSLA operation id: 3
  Latest RTT: 39 milliseconds
Latest operation start time: *10:07:10.059 UTC Mon Nov 25 2013
Latest operation return code: OK
Number of successes: 76
Number of failures: 0
Operation time to live: Forever
```

Z daného výpisu můžeme usoudit, že odezva mezi danými zařízeními se pohybuje okolo 39 milisekund. Počet úspěšných pokusů je 76.

7.4 Praktická konfigurace IP SLA UDP variabilita zpoždění

Měření IP SLA UDP variability zpoždění je vhodné pro diagnostiku sítě v reálném čase.

Konfigurace IP SLA zdroje

```
1. Device> enable
2. Device# configure terminal
3. Device(config-term)# ip sla 4
4. Device(config-ip-sla)# udp-jitter 10.0.0.22 5000
5. Device(config-ip-sla-jitter)# frequency 30
6. Device(config-ip-sla-jitter)# exit
```

Následující konfiguraci bylo potřeba přiřadit do plánu

```
1. Device> enable
2. Device# configure terminal
3. Device(config)# ip sla schedule 4 life forever start-time now
4. Device(config)# end
```

Statistiky si pak můžeme zobrazit pomocí příkazu,

```
1. Device show ip sla statistics 4
```


Statistika

```
IPSLA operation id: 4
Type of operation: udp-jitter
  Latest RTT: 37 milliseconds
Latest operation start time: *10:08:44.999 UTC Mon Nov 25 2013
Latest operation return code: OK
RTT Values:
  Number Of RTT: 10          RTT Min/Avg/Max: 37/37/38 milli-
seconds
Latency one-way time:
  Number of Latency one-way Samples: 0
  Source to Destination Latency one way Min/Avg/Max: 0/0/0 millise-
conds
  Destination to Source Latency one way Min/Avg/Max: 0/0/0 millise-
conds
Jitter Time:
  Number of SD Jitter Samples: 9
  Number of DS Jitter Samples: 9
  Source to Destination Jitter Min/Avg/Max: 0/1/1 milliseconds
  Destination to Source Jitter Min/Avg/Max: 0/3/9 milliseconds
Packet Loss Values:
  Loss Source to Destination: 0
  Source to Destination Loss Periods Number: 0
  Source to Destination Loss Period Length Min/Max: 0/0
  Source to Destination Inter Loss Period Length Min/Max: 0/0
  Loss Destination to Source: 0
  Destination to Source Loss Periods Number: 0
  Destination to Source Loss Period Length Min/Max: 0/0
  Destination to Source Inter Loss Period Length Min/Max: 0/0
  Out Of Sequence: 0      Tail Drop: 0
  Packet Late Arrival: 0  Packet Skipped: 0
Voice Score Values:
  Calculated Planning Impairment Factor (ICPIF): 0
  Mean Opinion Score (MOS): 0
Number of successes: 254
Number of failures: 0
Operation time to live: Forever
```

U tohoto výpisu můžeme sledovat více možností sledování statistik jako například zpoždění paketů ztrátu paketů či jednosměrné zpoždění paketů a samozřejmě RTT.

7.5 Praktická konfigurace IP SLA ICMP variabilita zpoždění

Tato funkce je podobná jako v bodě 8.4. Jediný rozdíl je že se měří ICMP variabilita zpoždění.

Konfigurace IP SLA zdroje

```
1. Device> enable
2. Device# configure terminal
3. Device(config-term)# ip sla 5
4. Device(config-ip-sla)# icmp-jitter 10.0.0.22 interval 40 num-packets 100
   source-ip 110.0.0.2
5. Device(config-ip-sla-jitter)# frequency 30
6. Device(config-ip-sla-jitter)# exit
```

Následující konfiguraci bylo potřeba přiřadit do plánu

```
1. Device> enable
2. Device# configure terminal
3. Device(config)# ip sla schedule 5 life forever start-time now
4. Device(config)# end
```

Statistiky si pak můžeme zobrazit pomocí příkazu,

```
1. Device show ip sla statistics 5
```

Statistika

```
IPSLA operation id: 5
Start Time Index: *09:29:56.927 UTC Tue Nov 19 2013
Type of operation: icmp-jitter
RTT Values:
    Number Of RTT: 390                RTT Min/Avg/Max: 12/15/30 milli-
seconds
Latency one-way time:
    Number of Latency one-way Samples: 0
    Source to Destination Latency one way Min/Avg/Max: 0/0/0 millise-
conds
    Destination to Source Latency one way Min/Avg/Max: 0/0/0 millise-
conds
Jitter Time:
    Number of SD Jitter Samples: 351
    Number of DS Jitter Samples: 351
    Source to Destination Jitter Min/Avg/Max: 0/1/1 milliseconds
    Destination to Source Jitter Min/Avg/Max: 0/1/6 milliseconds
Packet Late Arrival: 0
Out Of Sequence: 0
    Source to Destination: 0          Destination to Source 0
    In both Directions: 0
Packet Skipped: 0          Packet Unprocessed: 0
Packet Loss: 0
    Loss Periods Number: 0
    Loss Period Length Min/Max: 0/0
    Inter Loss Period Length Min/Max: 0/0
Number of successes: 39
Number of failures: 0
Operation time to live: Forever
```

Tato statistika opět sleduje více sledovaných parametrů jako jednosměrné zpoždění paketů RRT, počet odeslaných ICMP paketů atd.

8 Závěr

IP SLA monitorování je velice silný a komplexní nástroj pro sledování sítě. Obsahuje velké množství možností, které lze sledovat. Ať už se jedná o běžné TCP nebo UDP komunikace až po VoIP nebo video přenosy, testování dostupnosti http serveru atd. Samotná konfigurace je poměrně snadná pokud nechceme nastavovat nějaké speciální možnosti sledování.

Námi naměřené výsledky jsou pouze laboratorní. V reálné síti, by byl provoz daleko větší, tudíž jednotlivé časy a hodnoty můžou být odlišné, než které jsme naměřili.

9 Odkazy

- [1] *Percentile Support for Filtering Outliers* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_any-percent.html
- [2] *Video Operations* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_video.html
- [3] *UDP Jitter Operations* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_udp_jitter.html
- [4] *Support for OnDemand UDP Probes* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_udp_ondemand.html
- [5] *UDP Jitter Operations for VoIP* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_mcast_suppt.html
- [6] *Multicast Support* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_mcast_suppt.html
- [7] *LSP Health Monitor Operations* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_lsp_mon_autodisc.html
- [8] *Metro-Ethernet* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_metro_ethernet.html
- [9] *ICMP Jitter Operations* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_icmp_jitter.html
- [10] *RTP-Based VoIP Operations* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_rtp_voip.html
- [11] *VoIP Gatekeeper Registration Delay Operations* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_voip_gk_delay.html
- [12] *VoIP Call Setup Monitoring* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_call_setup_voip.html
- [13] *UDP Echo Operations* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_udp_echo.html
- [14] *IP SLAs HTTP Operations* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_http.html
- [15] *TCP Connect Operations* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_tcp_conn.html
- [16] *ICMP Echo Operations* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_icmp_echo.html
- [17] *ICMP Path Echo Operations* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_icmp_pathecho.html
- [18] *ICMP Path Jitter Operations* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_icmp_pathjitter.html

[19] *FTP Operations* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_ftp.html

[20] *DNS Operations* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_dns.html

[21] *DHCP Operations* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_dhcp.html

[22] *DLSw+ Operations* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: http://www.cisco.com/en/US/docs/ios-xml/ios/ipsla/configuration/15-mt/sla_dls.html

[23] *IPSLA* [online]. [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: <http://www.fit.vutbr.cz/~ivesely/publikace/ipsla>