**Experimenty MLP s LFI**   
*Multilink PPP s Link Fragmentation and Interleaving -* ***prednáška 5: slajdy 2-19***

**Topológia**

Zapoj a nakonfiguruj sieť podľa schémy, over konektivitu koniec-koniec.  
Poznámka: Vyber si prioritne smerovače, ktoré majú 3 sériové rozhrania ak je možné, ak nie, tak min. 2.

**R1**

**R2**

**10.0.1.0 / 24**

**10.0.2.0 / 24**

**10.0.12.0 / 24**

**128 k**

**clock rate**

**bandwidth**

**Sender**

**Reciever, WS**

**S0**

**S0**

**f0**

**f0**

**Scenár**

Kým štandardný dátový paket má veľkosť okolo 1500 bajtov, VoIP paket má bežne veľkosť pohybujúcu sa okolo 66 bajtov (použitý kodek je G.729), resp. 160 bajtov (použitý kodek G.711).

* **Výpočet veľkosti VoIP paketu**
  + Veľkosť vzorky: 20 ms (0.02s)
  + Použitý kodek: G.711 (vzorkovacia frekvencia 64kbps, 2 vzorky na paket)
  + Veľkosť VoIP paketu bez hlavičiek: 0.02 \* 64000 / 8 = 160B
  + Veľkosť VoIP paketu s hlavičkami: 160B + 20B (IP) + 8B (UDP) + 12B (RTP) = 200B
  + Veľkosť rámca: 200B + 18B (Ethernet) = 218B

Hlavne na pomalých linkách je problém serializácie najväčší keďže oneskorenie môže ľahko presiahnuť hodnoty vyše 200 msec. Veľké pakety preto môžu veľmi nepriaznivo pôsobiť na prenos malých, časovo senzitívnych paketov cez sieť. Fragmentácia týchto paketov a prekladanie týchto fragmentov malými VoIP paketmi výrazne znižuje oneskorenie a jitter.

Vo všeobecnosti sa odporúča, aby oneskorenie na základe serializácie na jednom uzle bolo okolo 10 prípadne najviac 20 milisekúnd. Fragmentácia je nastaviteľná pomocou príkazu **ppp multilink fragment-size** a zadá sa veľkosť v bajtoch(prípadne …. fragment-delay a určuje sa v milisekundách). LFI vyžaduje aby bolo taktiež povolené prekladanie paketov pomocou **ppp multilink interleave**. Pri linkách s rýchlosťami nad 1Mb/s nie je nutná táto konfigurácia, keďže oneskorenie serializáciou je minimálne. (Rýchla linka, rýchly prenos na nej, ale stále je tam aktuálny problem oneskorenia spôsobeného queuingom – ukladaním do frontu a čakaním vo fronte – to ale už vieme riešiť mnohými technikami.)

Na obrázku nižšie vidieť, ako to vyzerá, keď pomedzi krátke VoIP pakety príde zopár dlhých dátových paketov. Sú tam tri ukážky ako pôjdu pakety na vysielanie keď:

1. nestavíme nič špeciálne
2. nastavíme interleaving = prekladanie paketov
3. nastavíme prekladanie paketov aj fragmentáciu

**Ako sa meria jitter (RFC 3550 pre protokol RTP, str. 38,39 - jitter)**

* Je to odhad štatistického rozptylu časových intervalov medzi príchodmi paketov
* Počíta sa ako stredná odchýlka (vyhladená absolútna hodnota) rozdielu D medzery medzi paketmi na strane príjemcu, v porovnaní s medzerou na strane odosieľateľa pre daný pár paketov.
* Ak Si označíme čas odchodu paketu i z vysielača (RTP časovú pečiatku), a Ri čas príchodu paketu i na prijímač, tak pre dva pakety i a i-1 možno jitter vyjadriť ako:
  + D(i-1,i) = (Ri – Si) - (Ri-1 – Si-1) = (Ri – Ri-1) - (Si – Si-1) =  
     = (Ri – Ri-1) - 0,02
* Kolísanie oneskorenia J(i) by sa malo merať kontinuálne pri každom príjme paketu i podľa vzorca:
  + J(i) = J(i-1) + (|D(i-1,i)| - J(i-1))/16
* My si to manuálne prepočítame v Exceli a hodnoty Di a Ji vykrelíme do grafu:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ri | Ti =Ri – Ri-1 | Di = Ti -0,02 | Ji |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**Diagnostika**

**Overenie rozhrania:**

* **show interface [serial | multilink]**—overenie stavu sériového rozhrania, sériové rozhranie aj multilink musia byť UP a OPEN
* [Troubleshooting Serial Lines](http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/troubleshooting/guide/tr1915.html)

**Overenie LFI:**

* **show ppp multilink**—info o celom multilink PPP zväzku
* **debug ppp multilink fragments**—info o jednotlivých individuálnych multilink fragmentoch a udalostiach prekladu (interleave), aj o sekvenčnom čísle paketu a veľkosti fragmentu

**Overenie LLQ/IP RTP Priority:**

* **show policy-map interface multilink** *interface#*—ako funguje LLQ a či ú nejaké straty (drops) v prioritnej fronte. Pre viac info: [Understanding Packet Counters in show policy-map interface Output](http://www.cisco.com/warp/customer/105/showpolicy.html).
* **show policy-map** *policy\_map\_name*—Info o konfigurácii poliyc-map

**Toky**

Pre úlohu 1 - vygenerujte 2 UDP toky cez D-ITG:

* hlasový tok: konštantný, intenzita 50 pak/s; veľkosti paketov: konšt., 160B telo (s hlavičkami 218B)
  + využite možnosť v D-ITG vybrať application – Voice s kodekom G.711 (2 samples per packet)
* dátový tok: náhodný – exponenciálny, intenzita 6 pak/s; veľkosť paketov: konštantná, 700B

Pre úlohu 2 – preneste 1 súbor cez TFTP z PC1 na PC2, D-ITG nám netreba

**Ciele**

Odsledovať ako možno využiť multilink PPP s link fragmentation interleaving (LFI) pre:

1. zmenšenie kolísania oneskorenia (jitter) VoIP paketov na pomalej sériovej linke.
   * Čo je to jitter a ako sa počíta nájdeme podrobne v RFC 3550 (protocol RTP a sekcia jitter)
2. zrýchlenie prenosu väčších paketov cez viaceré sériové linky
   * zrýchlenie je samozrejme platné pre všetky pakety, aj malé aj veľké, ale pre tie veľké je to očividnejšie
   * pri dvoch linkách rozdelí paket na polovice a obe pôjdu naraz, každá svojou linkou
   * pri troch linkách rozdelí paketov na tretiny a všetky pôjdu naraz, každá po svojej linke
   * toto sa napríklad cez Etherchannel dosiahnuť nedá, pretože tam celý tok ide jednou linkou, aj keď sú vo zväzku dve, tri, alebo viac liniek. Nie je tam možnosť ako máme sériové linky s multilink PPP. Pri rýchlostiach v Ethernete to však ani nie je potrebné.

**Pri všetkých úlohách a pre každý scenár si zaznamenajte a slovne vyhodnoťte výstupy pre:**

* show policy-map
* Wireshar: IO graphs, statistics (oneskorenie, jitter)
* D-ITG logger: oneskorenie (min, max, avg), jitter (detto), straty (nebudú, lebo negenerujeme silné toky, len budeme sledovať ako veľké dáta kazia oneskorenie pre malé VoIP pakety a ako sa to dá vylepšiť cez LFI)
* Wireshark: pcap na strane sendera (tento len pre istotu, keby bolo potrebné neskôr), pcap na strane receiver (z tohto budeme z časov príchodov počítať jitter, prepočty v XLS)
* sh int s0, sh int multilink (iba pri tých scenároch, kde sa využíva)

**Úloha 1:** Meranie **oneskorenia** a **jitter** na pomalej sériovej linke pre VoIP tok s využitím multilink PPP a LFI

**Generované toky:** VoIP a dáta cez D-ITG (špecifikácie je vyššie)  
**Meranie kolísania oneskorenia - jitter**: z pcap záznamu na strane príjemcu prepočítajte v Exceli hodnoty Di a Ji a vykreslite ich do grafu (inštrukcie sú vyššie v scenári)

1. Scenár: **1 linka**, b**ez použitia LFI aj bez prioritizácie pre VoIP pakety**, iba encapsulation ppp (alebo môžete si pripraviť multilink PPP, potom ale IP adresu treba dať pre int multilink, nie pre s0)
   * Pozn.: Pri konfigurácii multilink PPP sa automaticky vytvorí rozhranie tzv. "Virtual Access" - je to rozhranie, ktoré multilink PPP využíva ako virtuálne rozhranie celého zväzku na fragmentovanie paketov pre odoslanie cez individuálne linky a na opätovné skladanie paketov, ktoré prídu individuálnymi linkami
2. Scenár: **1 linka**, b**ez použitia LFI ale už s prioritizáciou pre VoIP pakety** (policy map – priority 90 [kbps])
   * Vytvorte triedu ZAKAZNIK, do ktorej zaradíte všetky hlasové pakety
   * Vytvorte politiku PRIORITApreHLAS, ktorou budete prioritizovať pakety triedy ZAKAZNIK pre 90 kbps (priority 90) a aplikujte buď na:
     1. výstupné rozhranie smerovača R1
     2. Alebo ak ste si v scenári 1 vytvorili zväzok multilink ppp, tak politiku aplikujete na ten zväzok
3. Scenár: **1 linka**, s**použitím LFI a prioritizáciou pre VoIP pakety** (policy map – priority 90 [kbps])
   * Ponecháme policy-mapu
   * Pre multilink PPP dokonfigurujeme:
     1. fragmentáciu paketov na 200B (VoIP to fragmentovať nebude, lebo tie už máme 200 B)
     2. a ich prekladanie (interleave)
4. Scenár: **2 linky**, s**použitím LFI a prioritizáciou pre VoIP pakety**
   * Zapojte aj druhú sériovú linku, a pridajte ju do zväzku multilink PPP
   * Inak ostáva všetko čo v predošlom scenári

**Úloha 2:** Meranie **času**, za ktorý sa prenesie 1 MB súbor cez 1, 2 alebo 3 linky s využitím multilink PPP.

**Generovaný tok:** pošlite súbor cez **TFTP** z PC1 na PC2, veľkosti do 5 MB, aby ste nemuseli dlho čakať na prenos

* Adresár pre uloženie preneseného súboru treba na prijímači nastaviť tak, aby ste ako študenti mali právo na zápis do neho na danom PC.
* Tu v oboch scenároch bude použité multilink PPP (group 1), policy-map treba zrušiť z rozhrania. Nebudeme špecifikovať fragment-size, ani fragment-delay, len dáme rozhrania do skupiny (group 1) a fragmentáciu necháme na predvolenú - t.j. v druhom scenári sa bude fragmentovať na polovicu, a pri treťom na tretiny.

1. Scenár: Prepoj cez 1 sériovú linku medzi R1 a R2
   * Jedno fyzické rozhranie bude v group 1
2. Scenár: Prepoj cez 2 sériové linky medzi R1 a R2
   * Oba fyzické sériové rozhrania budú v group 1
3. Scenár: Prepoj cez 3 sériové linky medzi R1 a R2 (ak máte na to vhodné smerovače)
   * Všetky tri fyzické rozhrania budú v group 1

**Poznámky k niektorým identifikovaným problémom:**

* **"Service policy PRIORITApreHLAS is in suspended mode"**  
  Uvedené poznámky platia nielen pre tunelovacie rozhrania, ale aj pre všetky virtuálne rozhrania, ako je aj náš *interface multilink 1:*
  + **Multiple traffic policies** on **tunnel** interfaces and **physical** interfaces **are not supported** if the interfaces are associated with each other. For instance, if a traffic policy is attached to a tunnel interface while another traffic policy is attached to a physical interface--with which the tunnel interface is associated--only the traffic policy on the tunnel interface works properly.
  + The **amount of bandwidth** allocated to the priority traffic **cannot exceed** the amount of bandwidth available on the interface. If the traffic policy is configured such that the amount of bandwidth allocated to the priority traffic exceeds the amount of bandwidth available on the interface, the traffic policy will be suspended. Previously, the policy map would have been rejected. Now that it is only suspended, you have the option of modifying the traffic policy accordingly and then reattaching the traffic policy to the interface.

**Zdroje**

* VoIP over PPP Links with Quality of Service (LLQ / IP RTP Priority, LFI, cRTP)
  + <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/voice/voice-quality/7111-voip-mlppp.html>