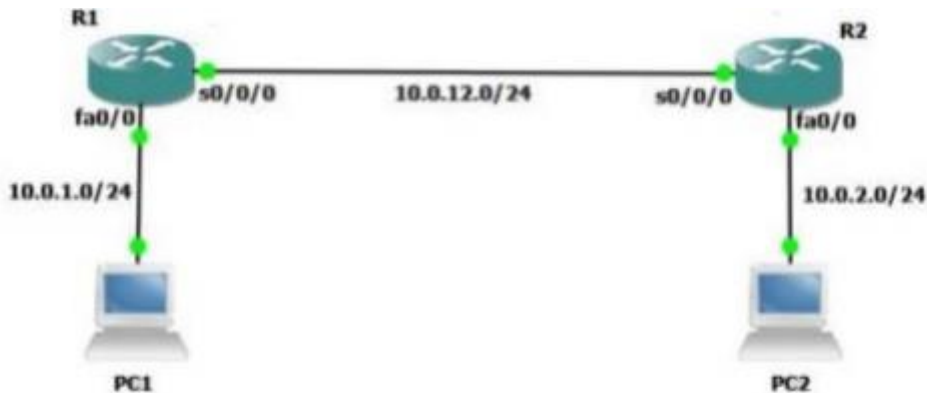


Zadanie 9 – Experimenty MLP s LFI

Topológia:



Generované 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)
 - a. 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

1.tok

Konštantný hlasový tok s kodekom G.711

- intenzita 50 p/s
- veľkosť paketu 200B

2.tok

Náhodný dátový tok

- intenzita 6 p/s
- veľkosť 700B

1	<input type="checkbox"/> enabled	Hlas_UDP	Port	9002	Edit...
Sending to 10.0.2.2 port 9003 for 120 seconds, UDP traffic with Voice data					
80,1 kb/s / 50,0 p/s					
2	<input type="checkbox"/> enabled	Data_UDP	Port	9003	Edit...
Sending to 10.0.2.2 port 9004 for 120 seconds, UDP traffic with Custom data					
34,9 kb/s / 6,0 p/s					

Obrázok 1 - Ukážka generovaných tokov v MultiFlow

Úloha 1:

Meranie oneskorenia a jitter na pomalejšej sériovej linke pre VoIP tok s využitím multilink PPP a LFI

1) Scenár

- bez použitia LFI
- bez prioritizácie VoIP paketov
- len enkapsulácia PPP

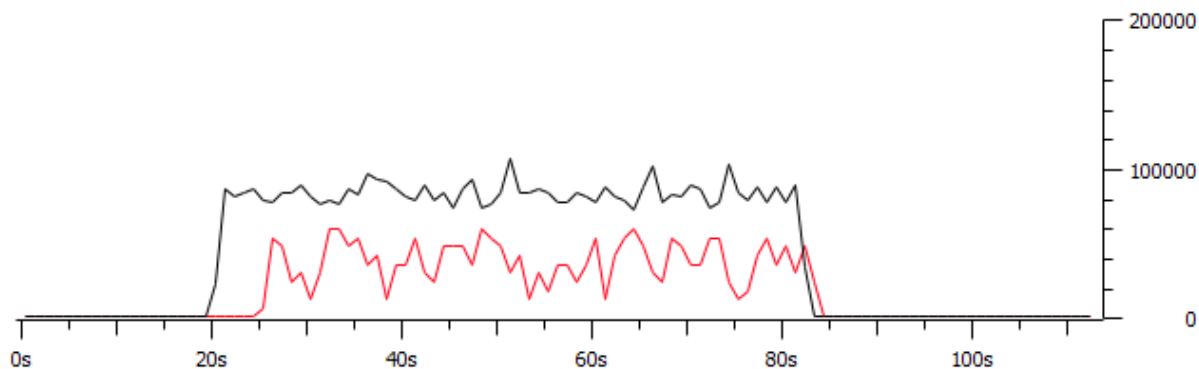
Používame len jednu sériovú linku bez multilinku a LFI. Jediná prevedená zmena je, že sme zmenili enkapsuláciu z pôvodnej HDLC na PPP za pomoci príkazu „encapsulation ppp“, následne sme pustili oba toky a sledovali sme ich správanie.

Súčtová intenzita oboch tokov nepresahuje priepustnosť linky. Z toho vyplýva, že oba toky prejdú cez linku bez problémov. Ako môžeme vidieť v prípade červeného grafu nám prichádzajú dáta nerovnomerne, čo je spôsobené exponenciálnym rozdelením so strednou hodnotou príchodov paketov.

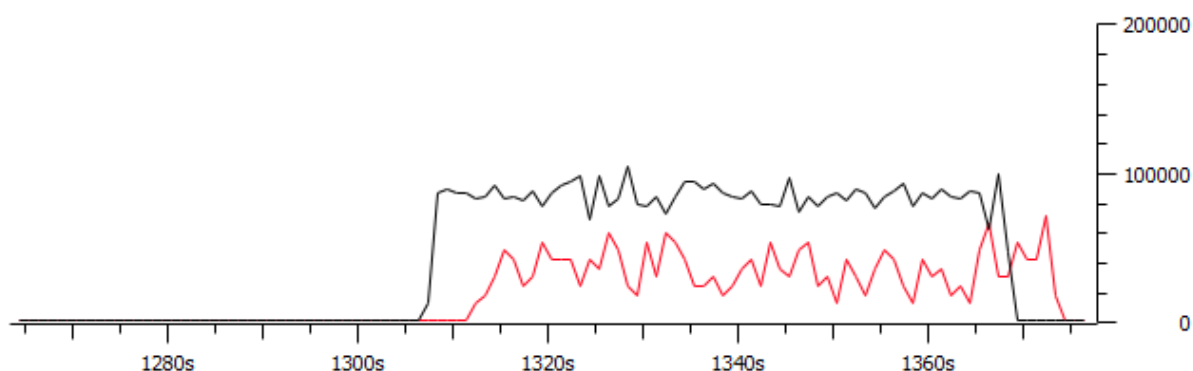
Legenda:

Čierny graf – Hlas

Červený graf – Dáta



Obrázok 2 - Čistý tok



Obrázok 3 - Scenár 1 (len PPP)

Oneskorenie a Jitter:

Flow number: 1 From 10.0.1.2:60445 To 10.0.2.2:9002 -----	Flow number: 2 From 10.0.1.2:60446 To 10.0.2.2:9003 -----
Total time = 60.647000 s	Total time = 58.954000 s
Total packets = 3000	Total packets = 350
Minimum delay = -64.068000 s	Minimum delay = -64.569000 s
Maximum delay = -63.033000 s	Maximum delay = -63.571000 s
Average delay = -63.700699 s	Average delay = -64.155883 s
Average jitter = 0.008977 s	Average jitter = 0.028074 s

2) Scenár

- bez použitia LFI
- s prioritizáciou VoIP paketov

Opäť máme 2 toky a 1 sériovú linku bez LFI, no v tomto scenári už prioritizujeme hlasové dáta. Najprv cez ACL určíme, o aké dáta máme záujem:

```
access-list 101 permit udp any eq 9002 any
```

Následne vytvoríme class-mapu, do ktorej bude spadať predtým vytvorený ACL:

```
class-map match-all Zakaznik  
match access-group 101
```

Nakoniec vytvoríme policy-mapu, v ktorej dostanú tieto dáta prioritu a vyhradíme im fixne 90 Kb/s pomocou priority:

```
policy-map PrioritaPreHlas  
class Zakaznik  
priority 90000
```

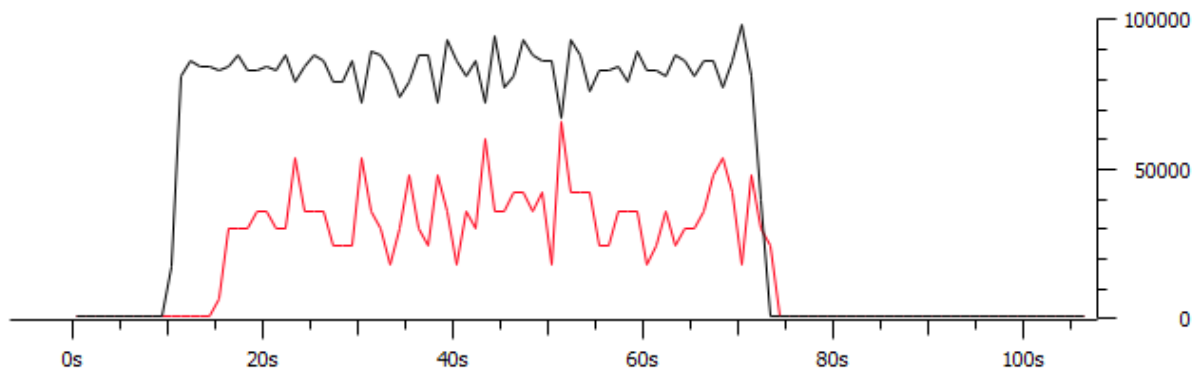
Zároveň sme už pre sériové rozhranie s0/0/0 vytvorili zväzok(multilink) 1 a rozpadla sa nám end-to-end konektivita a to aj napriek tomu, že IP adresa zostala pridelená na fyzické rozhranie s0/0/0. Museli sme preto priradiť IP adresu pre Multilink 1 rozhranie. Na smerovači R2 sme urobili rovnako tak ako na R1 to isté:

```
interface Multilink1  
ip address 10.0.12.1 255.255.255.0  
ppp multilink  
ppp multilink group 1
```

```
interface Serial0/0/0  
bandwidth 128  
no ip address  
encapsulation ppp  
ppp multilink  
ppp multilink group 1  
clock rate 128000
```

Vytvorenú politiku teda aplikujeme už na multilink 1 a nie na fyzické rozhranie.

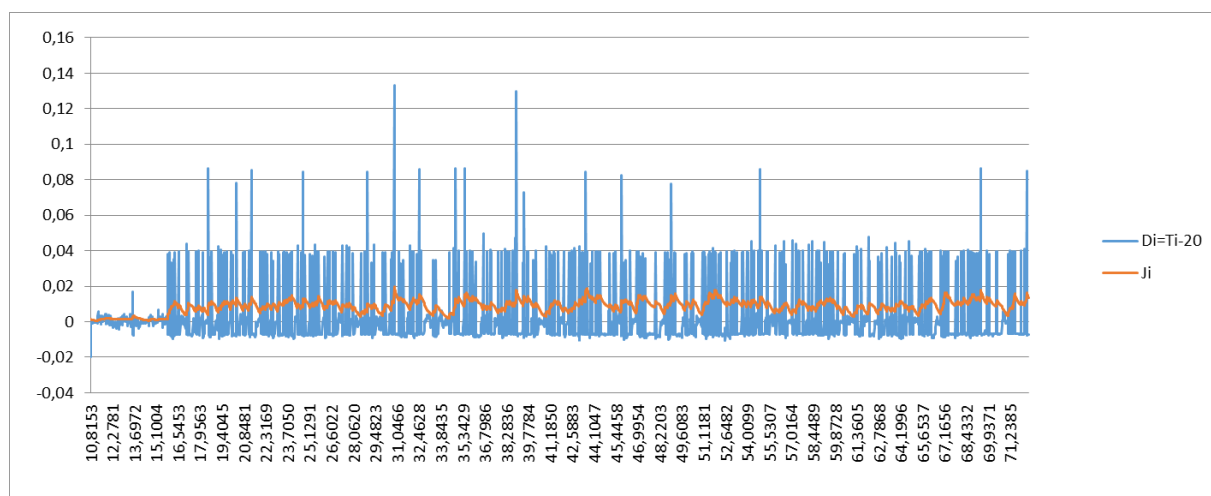
```
interface Multilink1
ip address 10.0.12.1 255.255.255.0
ppp multilink
ppp multilink group 1
service-policy output PrioritaPreHlas
```



Obrázok 4 - Scenár 2 (s prioritizáciou VoIP paketov)

Oneskorenie a Jitter:

Flow number: 1		Flow number: 2	
From 10.0.1.2:54278		From 10.0.1.2:54279	
To 10.0.2.2:9002		To 10.0.2.2:9003	
-----		-----	
Total time	= 61.659000 s	Total time	= 51.887000 s
Total packets	= 3000	Total packets	= 300
Minimum delay	= 26.707000 s	Minimum delay	= 24.053000 s
Maximum delay	= 28.518000 s	Maximum delay	= 25.711000 s
Average delay	= 27.606051 s	Average delay	= 24.843773 s
Average jitter	= 0.008807 s	Average jitter	= 0.025726 s



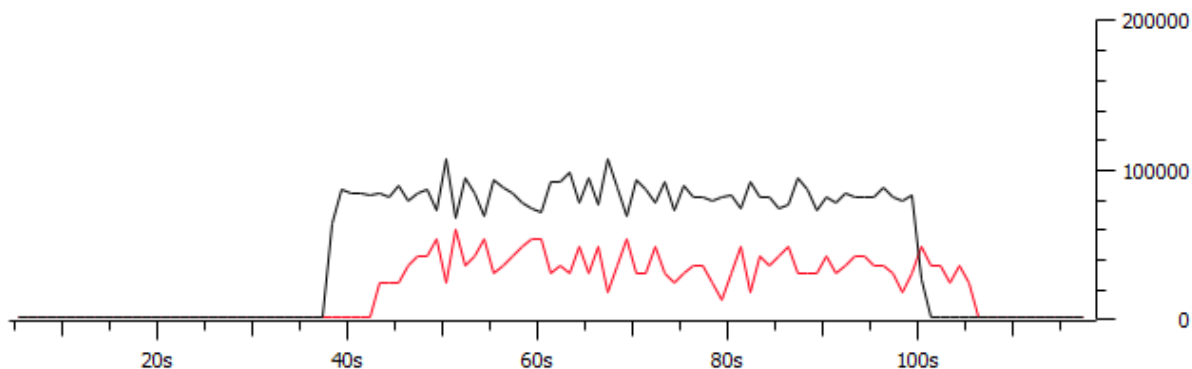
D-ITG logger nám ukázal priemerný Jitter 0.008807 s, výpočtom v Exceli sme získali priemerný Jitter 0.008783 s.

3) Scenár

- S použitím LFI
 - fragmentácia paketov (200 B)
 - prekládanie paketov (interleave)
- S prioritizáciou VoIP paketov

V tomto scenári už nebudú prenášané hlasové dáta len prioritizované ale taktiež fragmentové na 200 B a prekladané. V konfigurácii stačilo doplniť iba 2 riadky do konfigurácie rozhrania Multilink 1.

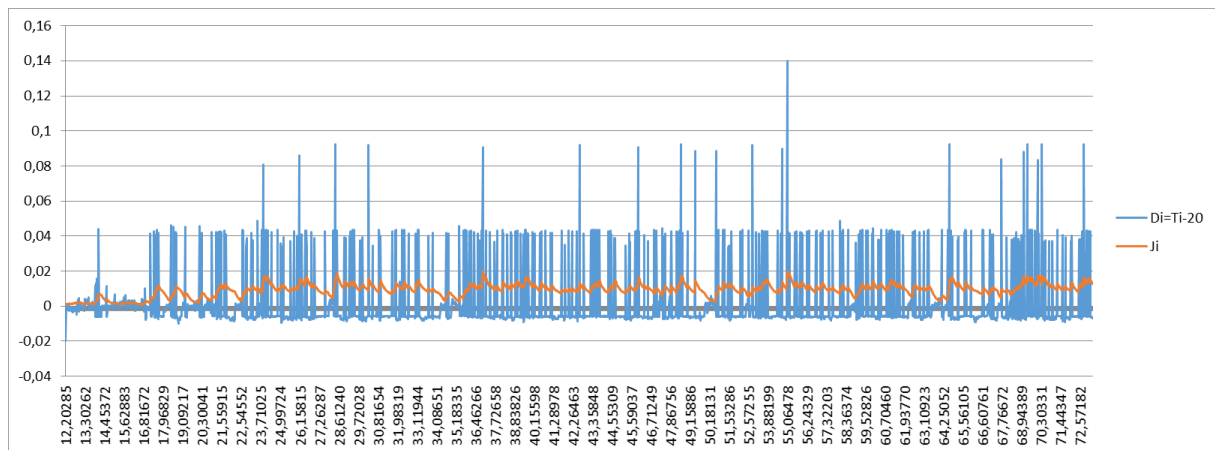
```
interface Multilink1
ip address 10.0.12.1 255.255.255.0
ppp multilink
ppp multilink interleave
ppp multilink group 1
ppp multilink fragment size 200
service-policy output PrioritaPreHlas
```



Obrázok 5 - Scenár 3 (prioritizácia + LFI)

Oneskorenie a Jitter:

Flow number: 1 From 10.0.1.2:59702 To 10.0.2.2:9002	Flow number: 2 From 10.0.1.2:59703 To 10.0.2.2:9003
-----	-----
Total time = 62.057000 s	Total time = 62.255000 s
Total packets = 3000	Total packets = 376
Minimum delay = -63.310000 s	Minimum delay = -63.365000 s
Maximum delay = -61.214000 s	Maximum delay = -61.083000 s
Average delay = -62.518215 s	Average delay = -62.499168 s
Average jitter = 0.009508 s	Average jitter = 0.028800 s



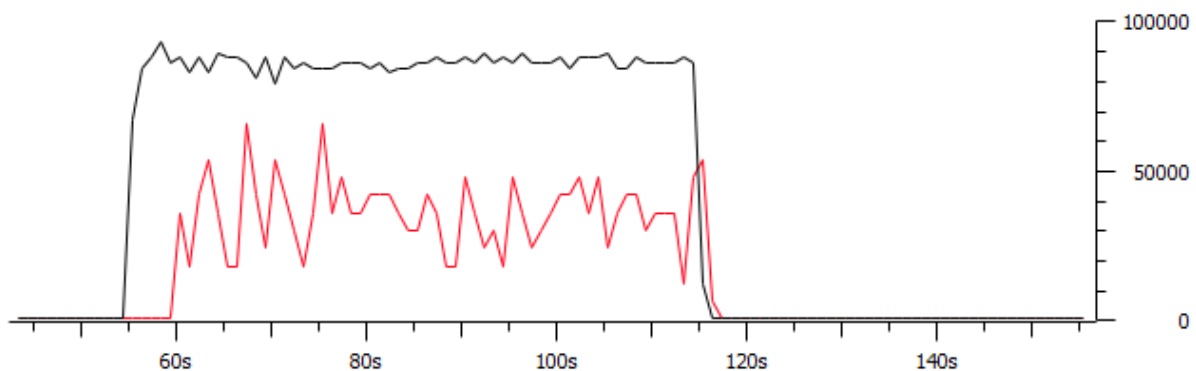
D-ITG logger nám ukázal priemerný Jitter 0.009508 s, výpočtom v Exceli sme získali priemerný Jitter 0.009316 s.

4) Scenár

Tento scenár bol zhodný so scenárom 3 len so zmenou v počte sériových liniek. V tomto scenári sme pridali ešte jednu sériovú linku medzi smerovačmi a pridali sme ju do nášho interface Multilink 1.

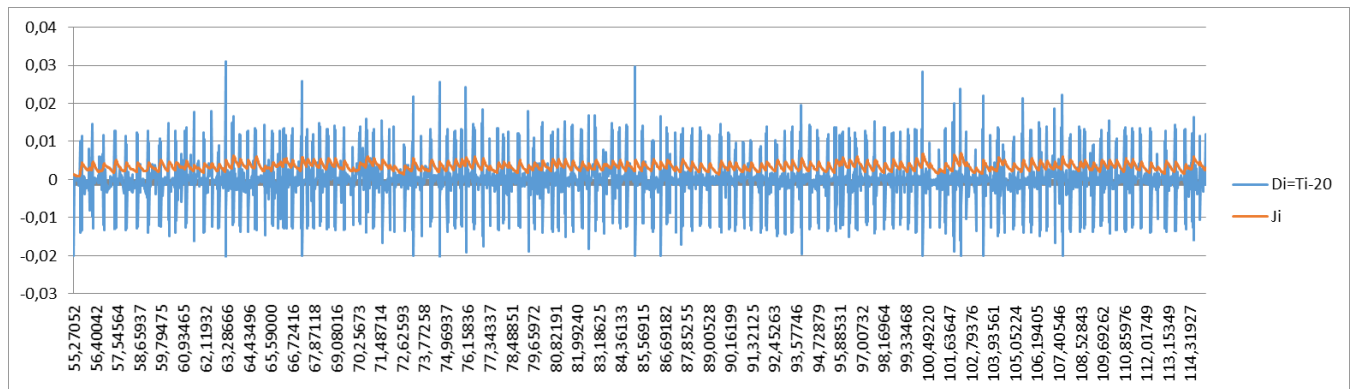
- S použitím LFI
 - fragmentácia paketov (200 B)
 - prekladanie paketov (interleave)
- S prioritizáciou VoIP paketov

```
interface Serial0/0/1
bandwidth 128
no ip address
encapsulation ppp
ppp multilink
ppp multilink group 1
clock rate 128000
```

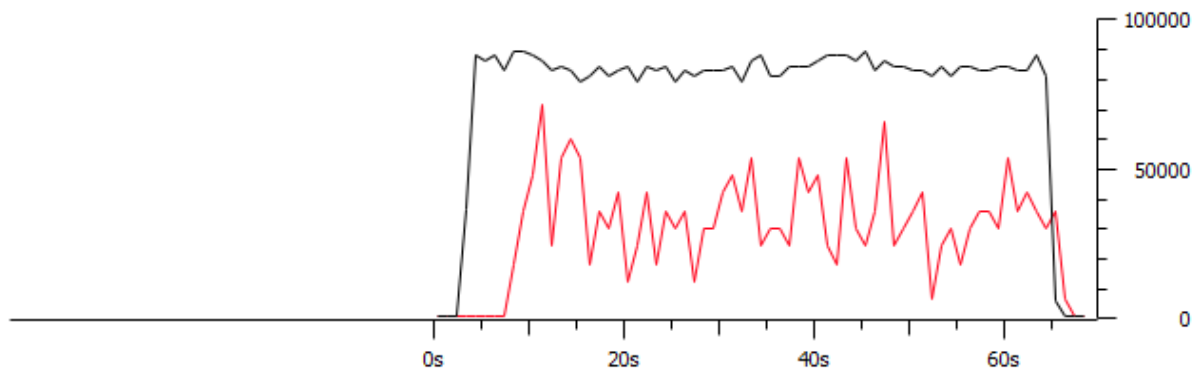


Obrázok 6 - Scenár 4 (Prioritizácia)

Oneskorenie a Jitter:



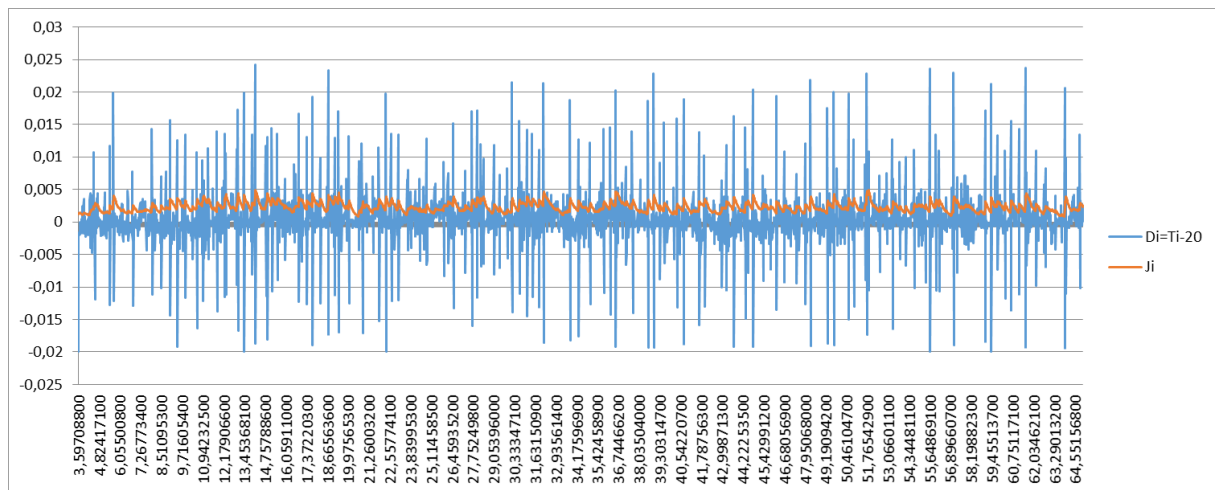
Výpočtom v Exceli sme získali priemerný Jitter 0.003455 s.



Obrázok 7 - Scenár 4 (Prioritizácia + LFI)

Oneskorenie a Jitter:

Flow number: 1	Flow number: 2
From 10.0.1.2:49523	From 10.0.1.2:49524
To 10.0.2.2:9002	To 10.0.2.2:9003
<hr/>	
Total time = 61.446000 s	Total time = 51.645000 s
Total packets = 3000	Total packets = 300
Minimum delay = -62.834000 s	Minimum delay = -62.969000 s
Maximum delay = -61.250000 s	Maximum delay = -61.512000 s
Average delay = -62.042807 s	Average delay = -62.208850 s
Average jitter = 0.002392 s	Average jitter = 0.013308 s



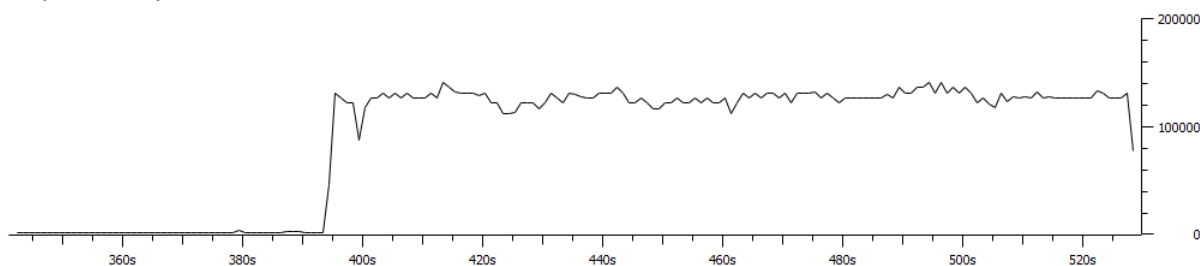
D-ITG logger nám ukázal priemerný Jitter 0.002392 s, výpočtom v Exceli sme získali priemerný Jitter 0.002326 s.

Úloha 2:

V tejto úlohe šlo o prenos súboru cez TFTP z PC1 na PC2. Súbor sme prenášali pomocou programu TFTP64. Pri tejto úlohe sme nič nefragmentovali, neprekladali ani neuprednostňovali a tak sme našu politiku zmazali z rozhrania multilink.

1) Scenár

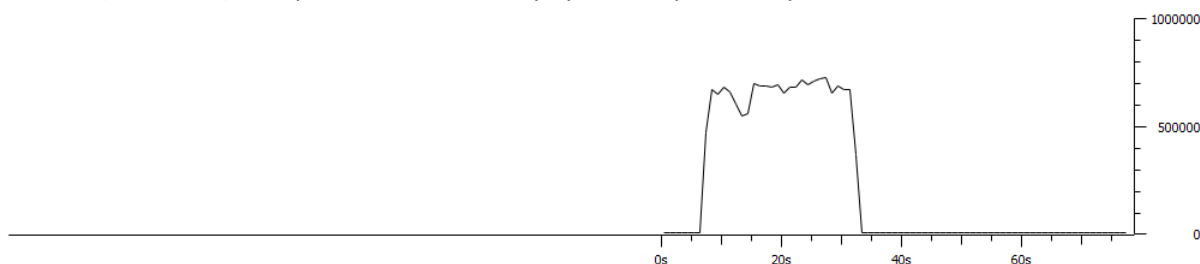
V tomto scenári sme prenášali súbor cez jedno sériové rozhranie priradené do zväzku multilink. Veľkosť nášho súboru bola približne takmer 2 MB. Jednalo sa o UHD obrázok (4K kvalita). Daný súbor bol prenesený za 137s.



Obrázok 8 - Prenos súboru cez TFTP jednou linkou

2) Scenár

V tomto scenári sme prenášali súbor cez dve sériové rozhrania priradené do zväzku multilink. Veľkosť nášho súboru bola približne takmer 2 MB ako aj v prvom scenári. Jednalo sa o rovnaký UHD obrázok (4K kvalita). Daný súbor bol v tomto prípade ale prenesený za 27s.



Obrázok 9 - Prenos súboru cez TFTP dvoma linkami

3) Scenár

V tomto scenári sme mali prenášať súbor cez 3 sériové rozhrania ale tento scenár sme nerobili vzhľadom na to že naše zariadenie 3. sériové rozhranie nemalo.



Obrázok 10 - Prenášaný súbor cez TFTP