

UVOD = slide 1

Vážený pane předsedo, vážení přísedící. Dovolte abych vám představil svojí bakalářskou práci.

Představení = slide 2

Moje práce řeší problém rychlosti přepnutí na záložní okruhy v IP/MPLS síti. Pracuji pro společnost Vodafone kde právě nasazujeme novou generaci této sítě. Kromě datových přenosů má být použita i pro přenos hlasu a hlasové signalizace. Bylo pro mě tedy velmi důležité zjistit, jaké časy přepnutí je možno teoreticky dosáhnout.

V českém jazyce také téměř zcela chybí literatura na toto téma. Téměř veškerá literatura o tématu je v anglickém jazyce. Navíc jsou to typicky přímo materiály firem vyrábějící a dodávající směrovače, do jejichž obsahu promlouvá i oddělení marketingu. Zpracovat materiál nejen formou měření a technické zprávy pro mojí a firemní potřebu, ale přímo formou veřejné bakalářské práce se mi zdálo potenciálně přínosné i pro další lidi z oboru sítí.

Práce je navíc použitelná nejen pro konkrétní zařízení na kterých se měřilo, ale teoretická obecná část pro v podstatě jakékoli síť na bázi IP.

Problémy a technologie = slide 3

V práci hledám řešení tří problémů které s rychlostí konvergence souvisí. Jednak je to detekce samotného výpadku. Linky na bázi SDH poskytují velmi dobrou signalizaci případných chybových stavů na lince, bohužel levnější a stále populárnější linky na bázi Ethernetu takovou možnost standardně nemají. Samotný výpadek signálu zjistí hardware směrovače, jsou ale případy, kdy tomu tak není. Na obrázku je vidět že pokud je například přerušeno jen jedno z páru vláken stroje, nebo pokud je dokonce spoj veden přes další přepínače či jiná L2 zařízení, jeden či dokonce oba směrovače nezjistí ztrátou signálu přerušování linky.

Tento problém řeší protokol BFD, z anglického bi-directional forwarding. Jde o jednoduchý protokol na bázi IP testující zda linka je propustná v obou směrech

pro IP pakety a informující OS směrovače a vyšší protokoly o případném výpadku ve velmi krátkém čase. Na zkoumaných směrovačích typicky zhruba 150 msec, moderní směrovače jsou zhruba 3x rychlejší.

Dalším řešeným problémem je rychlost reakce interního směrovacího protokolu na nastalý výpadek. Tady je nutno změnit ve standardu velmi benevolentní časování na podstatně kratší hodnoty při zachování stability sítě. Typické hodnoty pro rozeslání LSA paketů se změnami topologie a následné přepočítání topologie měníme z jednotek až desítek sekund na desítky milisekundy při použití technologie zvané dumpening. Ta zajišťuje exponenciální reakci na rychle po sobě přicházející informace o změně. Jednoduše řečeno při první změně topologie zareagujeme okamžitě, pokud ale další změna přijde velmi rychle zareagujeme pomaleji atd. To zaručuje rychlou síť (je možno reagovat na chybu okamžitě) ale zároveň stabilní. Rychle se opakující periodické problémy (anglicky flapping) nezpůsobí vyčerpání zdrojů směrovačů na neustálé změny topologie.

Poslední řešený problém je synchronizace MPLS signalizace (protokol LDP) s interním směrovacím protokolem (OSPF) tak, aby nedocházelo k zahazování provozu pokud směrovací protokol říká „tudy ano“ zatímco MPLS ještě nemá dokončenou výměnu značek (labelu).

Testovací síť = slide 4

Na obrázku je testovací síť kterou jsem pro měření použil. Sestává ze třech směrovačů a testovacího zařízení (notebooku). Síť je nastavena tak, aby data mezi notebookem a směrovačem R3 zcela vpravo tekla přes horní směrovač R1. Výpadky pak byly simulovány přerušováním fialové linky mezi směrovači R1 a R3 a nebo vypínáním směrovače R1.

Představení = slide 5

Měření jsem provedl na softwarových směrovačích Cisco 7206VXR s procesorovou kartou NPE-G1. Ty jsem měl v zaměstnání k dispozici. Měřil jsem se svým notebookem s OS Linux a to dostupnost routeru R3 respektive dobu přerušování komunikace než bylo při simulovaném výpadku obnoveno spojení mezi

tímto notebookem a směrovačem R3. Každé měření jsem pro větší věrohodnost pětkrát opakoval. Potom jsem do souhrnné tabulky zaznamenal průměrné a nejhorší naměřené časy.

Pro všechny druhy výpadků jsem provedl měření při čtyřech různých konfiguracích, což umožnilo sledovat které problémy konvergence která nasazená technologie umožňuje řešit. Navíc jsem měřil jak při vzniku poruchy, tak i při jejím odstranění (chyba - náběh).

Simuloval jsem tři různé typy výpadků, a to přerušení linky v jednom a v obou směrech, a potom tvrdý pád čili vypnutí směrovače R1.

Závěr = slide 6

Výsledky testů potvrdily předpoklady z teoretické části. Síť při první konfiguraci směrovačů konvergovala průměrně za zhruba půl minuty, v nejhorším případě za více než jednu minutu. Naopak v poslední odladěné konfiguraci byla rychlost konvergence průměrně okolo půl vteřiny, nejhůře těsně pod jednou vteřinou.

Z naměřených dat je zřejmé, že méně než sekundová konvergence je dosažitelná i na relativně málo výkonných a levných softwarových směrovačích.

Je třeba upozornit že výsledky pocházejí z laboratorního měření na velmi malé síti. Zvláště na softwarových směrovačích kde jeden procesorový čas je dělen jak pro procesing a směrování paketů tak i pro činnost protokolů řešících konvergenci (BFD, OSPF, LDP) může docházet k nepříjemným jevům, pokud je síť rozsáhlejší a pod zátěží. Zároveň mohou nastat typy výpadků které jsou v laboratorních podmínkách těžko simulovatelné, například periodické výpadky v krátkém čase (anglicky flapping).

Stabilita sítě a rychlost konvergence jdou proti sobě a je třeba zvolit vhodný kompromis obou veličin vhodný pro tu kterou konkrétní IP či IP/MPLS síť.

KONEC = slide 7

Otázka = slide 8

Odpověď na položenou otázku

KONEC = slide 9