

Evaluarea Performanțelor Tehnologiilor MPLS și Frame Relay în Baza Operatorului Uniflux-Line

Țurcanu D.N.

Facultatea Inginerie și Management în Electronică și Telecomunicații
Universitatea Tehnică a Moldovei
Chișinău, Moldova
dinu.tsurcanu@gmail.com

Abstract — In this research, we will conducting a evaluation of performance between Multiprotocol Label Switching (MPLS) and Frame Relay on base of the Uniflux-Line operator, and compare the results between them using Graphical Network Simulator by using real-time data as a traffic load generator for the network.

Termeni cheie — Multiprotocol Label Switching (MPLS), Frame Relay, Quality of Service (QoS), Graphical Network Simulator (GNS).

I. INTRODUCERE

Comutarea Multiprotocol Label Switching (MPLS) reprezintă o tehnologie de rețea în care nodurile terminale adaugă o etichetă pachetului IP ce identifică calea spre destinație, iar informația este direcționată pe baza etichetei, fără inspectarea header-ului inițial [1].

Rutarea tradițională a pachetelor IP se bazează pe analiza adresei destinație IP, conținută în header-ul nivelului rețea, pentru fiecare pachet ce se deplasează de la sursă la destinație. Acest mecanism are câteva puncte slabe, începând de la probleme de scalabilitate până la suportul deficient, oferit pentru administrarea traficului, precum și ineficienta integrare cu backbone-urile de nivel 2, deja existente în marile rețele ale furnizorilor de servicii.

Tehnologia MPLS a fost concepută pentru a îmbina beneficiile rutării, la nivelul 3 al modelului OSI, cu direcționarea la nivelul 2. MPLS separă planul de control, în care protocoalele de nivel 3 sunt utilizate pentru a stabili rute în scopul direcționării pachetelor, de planul datelor, unde rutele cu comutare de etichete la nivel 2 sunt utilizate pentru a direcționa pachetele de date de-a lungul infrastructurii MPLS.

De asemenea, în rețelele actuale de comunicații, tehnologia MPLS a început să înlocuiască tehnologiile anterioare, cum ar fi Frame Relay, oferind mai multe avantaje pentru furnizorii de servicii - menținând în același timp un nivel înalt al calității de deservire, costuri mai mici, reducerea tabelor de rutare precum și servicii excelente aferente Layer 3 - Virtual Private Network (VPN) [2].

Tehnologia Frame Relay, implementată în cadrul rețelei informaționale de comunicații a operatorului Uniflux-Line, reprezintă o metodă de comutare a pachetelor care permite stațiilor terminale partajarea dinamică a mediului de rețea și lățimii de bandă disponibilă - pachete de dimensiune variabilă și multiplexare statistică.

Pachetele de lungimi variabile sunt utilizate în cadrul rețelei operatorului menționat pentru transferuri de date mai eficiente și flexibile. Aceste pachete sunt comutate între diferite segmente de rețea până se localizează stația destinatară. Tehnica multiplexării statistice gestionează accesul de rețea în sistemele informaționale cu comutația pachetelor. Avantajul acestei tehnici este de a oferi mai multă flexibilitate și o utilizare mai eficientă a lățimii de bandă. Majoritatea rețelelor actuale LAN, cum ar fi Ethernet și Token Ring, sunt rețele cu comutare de pachete.

Cele două dezavantajele primordiale ale tehnologiei Frame Relay constituie transferul de date încetinit (slowing down) din cauza congestiei rețelei și complexitatea asigurării Quality of Service (QoS). Dificultatea asigurării QoS se datorează faptului că tehnologia Frame Relay utilizează pachete de lungime variabilă. Este mai simplu să garantezi QoS atunci când se utilizează în procesul transportării datelor, pachete de lungime fixă. Un nivel înalt al parametrului QoS este relevant în cadrul transmisiei în timp real al datelor cum ar fi: voce și video, care nu pot tolera întârzieri semnificative de timp.

În scopul evaluării performanțelor tehnologiilor MPLS și Frame Relay, vom utiliza produsele software de simulare, în cadrul cărora vom emula funcționalitatea rețelei operatorului Uniflux-Line care are implementate aceste tehnologii pentru a furniza servicii transport date, voce și video.

II. PARTEA DE BAZĂ

Deoarece MPLS este una dintre cele mai recente și revoluționare tehnologii, furnizorii de servicii au devenit mai interesați să studieze și să se pregătească pentru a moderniza infrastructura în scopul compatibilității acesteia cu MPLS.

Dezvoltarea și diversificarea serviciilor în rețeaua Internet / Intranet, și în special a serviciilor sensibile la alocarea de bandă și la întârzieri (voce prin Internet-VoIP, videoconferință, aplicații interactive) au impus dezvoltarea unor tehnologii care să permită controlul și garantarea calității serviciilor QoS. Eficiența acestor tehnologii este evaluată prin măsurători QoS. Definițiile pentru calitatea serviciului (QoS) și performanța rețelei (NP) sunt date în Recomandarea E.800/ITU-T.

QoS determină gradul de satisfacere, din punct de vedere al utilizatorului, pentru serviciul oferit și poate fi determinat prin metode subiective sau obiective, utilizând în acest scop ca unitate de măsură R (Rating) cu valori între 0 - 100% sau Mean Opinion Score cu valori între 0-5.

Din punctul de vedere al rețelei, este necesar să fie luați în considerare factorii care pot produce degradarea QoS, care pot fi: distorsiuni introduse de comutația de pachete (întârzieri, variația întârzierii, pierderea de pachete); distorsiuni neliniare care includ și codarea cu rate binare reduse, timpul de propagare, atenuarea (dependentă de frecvență), zgomotul circuitelor, zgomotul mediului înconjurător, erori de transmisie, etc.

Cercetarea performanțelor tehnologiilor MPLS și Frame Relay s-a realizat cu ajutorul simulatoarelor GNS (Graphical Network Simulator) și OPNET care reprezintă simulatoare de rețea, ce permit emularea rețelelor complexe. Mediile aplicative de simulare precum VMWare, VirtualBox sau Virtual PC, permit rularea Microsoft Windows sau altor sisteme de operare de tip Unix / Linux într-un mediu simulat. În mod similar, GNS permite simularea funcționării unei rețele bazate pe emularea Cisco IOS (Internetwork Operating Systems). GNS este o interfață grafică care integrează două suite de simulatoare: Dynagen și Dynamips. Dynagen este un produs software care permite generarea configurațiilor de rețea pentru Dynamips, iar Dynamips este programul de bază care permite emularea Cisco IOS. Dynagen operează la nivel superior Dynamips, iar GNS integrează cele două componente oferind o interfață grafică pentru acestea. Simulatoarele menționate pot fi instalate și rulează atât pe platforme hardware ce utilizează sisteme de operare Microsoft Windows cât și sisteme de operare bazate pe kernel Unix / Linux. Ca și particularitate a acestui mediu de simulare trebuie precizat faptul că, deși se bazează pe funcționalitatea Cisco IOS, produsul software nu înglobează nici un sistem de operare Cisco ci oferă doar suportul și interfața pentru simularea funcționalității topologiilor de rețea cu echipamente Cisco. S-au studiat caracteristicile care au fost menționate în alte articole ce se referă la un domeniu important al rețelisticii – QoS [2-3].

Analiza performanței propuse este evaluată în baza a două scenarii de transportare a datelor în timp real: a) peste tehnologia Frame Relay; b) în baza tehnologiei MPLS, utilizând în calitate de topologie a unui furnizor de servicii, rețeaua de comunicații multifuncțională a operatorului Uniflux-Line.

Schematic rețeaua Uniflux-Line constă din echipamente de magistrală interconectate în baza fibrei optice și amplasate în nodurile rețelei care corespund centrelor raionale din Moldova, acestea din urmă prestează servicii router-elor terminale instalate în localitățile din cadrul centrului raional corespunzător [4].

Deoarece multimedia este definită ca un conținut de informație care combină și interacționează cu diverse forme de date media, de exemplu text, voce, audio, video, grafică, animație și cu formate diverse ale documentelor, pentru realizarea cu succes a unor transmisii multimedia este necesar să se ia în considerare patru componente majore:

- Comprimarea datelor (codarea sursei). Diferite terminale trebuie să aibă capacitatea de a decoda fluxurile de biți comprimate, astfel încât pentru interoperabilitate au fost dezvoltate standarde corespunzătoare.

- Calitatea serviciului. Se referă la soluționarea unor probleme ca întârzierea pachetelor, pierderi de pachete, jitter etc. Aceste probleme pot să fie rezolvate la nivelul infrastructurii rețelei și la nivelul de aplicație.

- Integrarea sistemelor pe cablu și wireless. Sistemele eterogene constituite, trebuie să asigure transmiterea informațiilor multimedia comprimate printr-o rețea de bandă largă, bazată pe IP, care are atât componente cablate cât și componente wireless. Mai mult, în cazul rețelelor wireless este necesar să se adopte măsuri suplimentare față de fenomene specifice acestui mediu, care conduc la un grad mai mare de pierdere de pachete decât în rețelele cablate.

- Asigurarea conținutului și interoperabilității pentru multimedia, cu un management simplu și cu conținut multimedia standardizat pentru livrare interoperabilă, cu managementul drepturilor de proprietate intelectuală.

S-a propus pentru efectuarea testărilor tehnologia Frame Relay care este utilizată pe larg de către operatorul menționat, de asemenea, în scopul colectării datelor s-a analizat aceeași situație utilizând echipamente MPLS suprapuse peste topologia Uniflux-Line.

În fig.1 este reprezentată topologia rețelei multifuncționale de comunicații Uniflux-Line în baza căreia au fost capturate pachetele de date multimedia, astfel efectuându-se comparația tehnologiilor MPLS și Frame Relay.

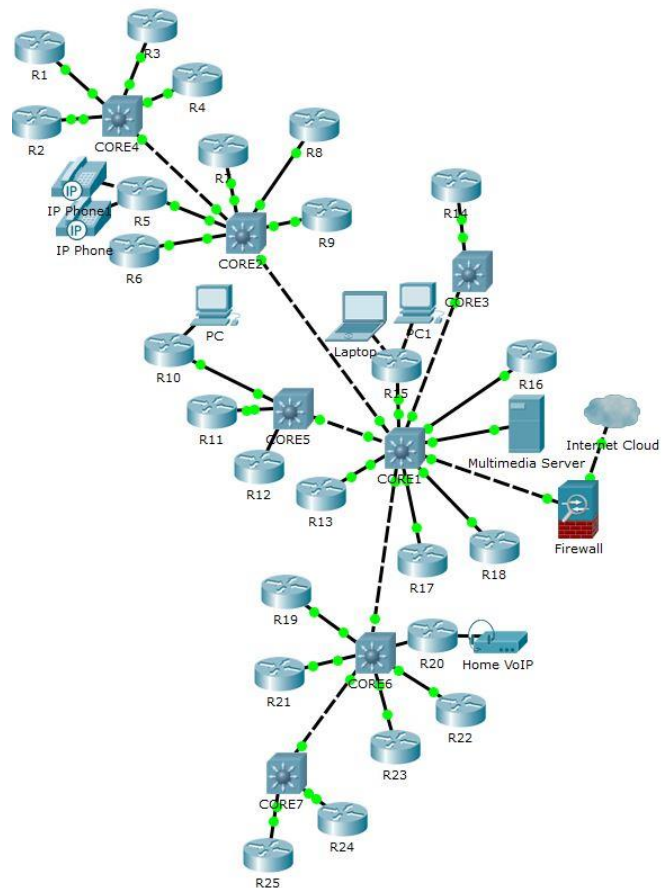


Fig. 1. Topologia rețelei de comunicații utilizată în procesul de analiză a performanțelor tehnologiilor MPLS și Frame Relay în scopul transportării datelor real-time.

În fig.2 sunt reprezentate valorile întârzierilor de transfer a pachetelor de date Ethernet pentru ambele tehnologii obținute în urma capturării pachetelor. Conform analizei valorilor obținute, putem menționa cu siguranță că în cadrul transportării datelor în rețelele LAN Ethernet, valoarea latenței pentru tehnologia MPLS este mai mică decât întârzierea în timp a pachetelor transportate de către tehnologia Frame Relay. În context, calitatea serviciului multimedia prestat în baza MPLS va avea un grad sporit față de rețelele cu comutația pachetelor.

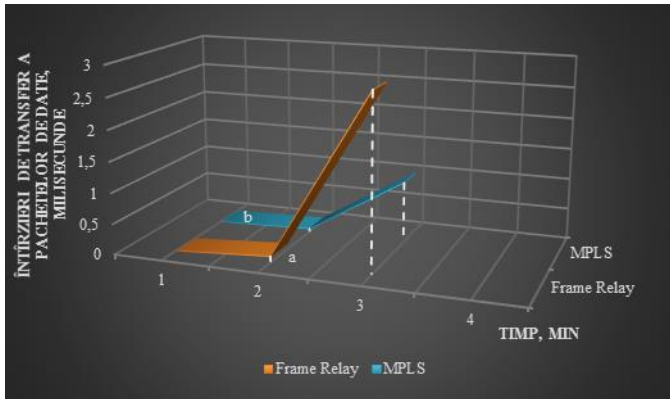


Fig. 2. Întârzierile de transfer a pachetelor de date Ethernet pentru ambele tehnologii obținute în urma capturării pachetelor: a) Frame Relay; b) MPLS.

Conform cerințelor utilizatorilor și administratorilor de rețea, se dorește reducerea valorilor întârzierilor de transfer a pachetelor de date pentru transportul multimedia nu doar pe un

Terminalul de emisie

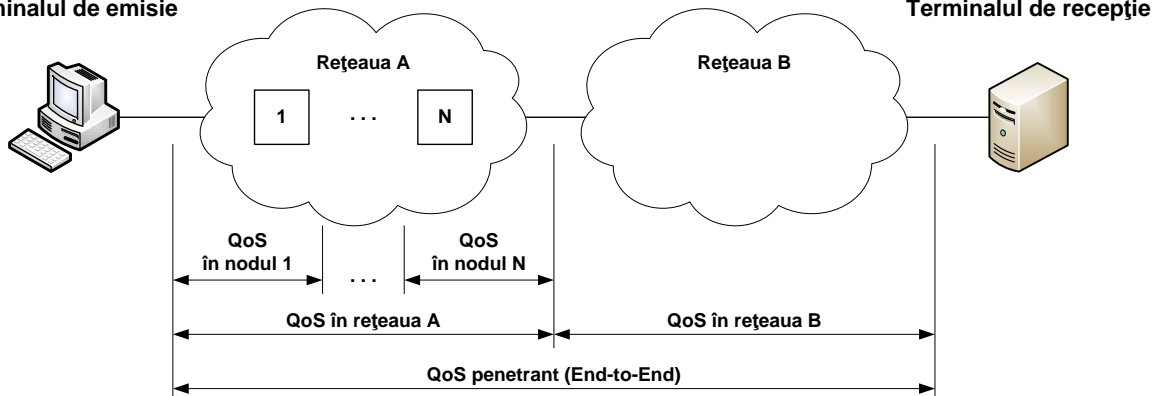


Fig. 3. Modelul etalon penetrant al QoS.

Astfel, conform testelor efectuate în cazul generării traficului real-time și capturării acestuia de-a lungul traseului sursă-destinație, conform modelului penetrant al QoS, se poate evidenția că tehnologia MPLS prezintă un nivel esențial scăzut al întârzierilor de transfer a pachetelor de date față de Frame Relay, acesta din urmă fiind reprezentat în fig.4.

Unul din parametrii care influențează valoarea performanței rețelei de comunicații este volumul traficului recepționat. Traficul primit se determină prin cantitatea datelor recepționate de către destinatar. Traficul de tip "dropped" în aplicații multimedia din cauza "buffer overflow" și cantitatea de date decăzută poate fi determinată din cantitatea de date transmise și recepționate.

segment de rețea LAN ci pentru traseul integral de la sursă la destinație.

Modelul penetrant dintr-un capăt în altul (End-to-End) este orientat pentru determinarea QoS în cel mai important punct după cum este utilizatorul final. Modelul etalon penetrant al QoS de regulă conține una sau mai multe rețele ce interacționează între ele după cum este reprezentat în fig.3.

Fiecare rețea din cadrul modelului poate să introducă întârziere, pierderi sau erori în rezultatul procedurilor de multiplexare, comutație sau transmisiune, ce influențează negativ asupra QoS rezultantă.

Totodată, oscilațiile statistice a traficului ce se livrează pot să conducă la pierderi în rezultatul depășirii capacității tamponelor circuitelor și nodurilor rețelei datorită suprasarcinii. În rețelele de comunicații la fel pot fi realizate procedurile de formare a traficului între rețele pentru minimizarea oscilațiilor în valorile de întârzieri și pierderi de pachete [5].

În principiu, beneficiarului nu-i este necesar să cunoască detalii despre interacțiunea rețelelor care participă în deservirea legăturii atât timp cât rețeaua prestează calitatea de deservire a traficului, ce corespunde condițiilor stabilite conform relațiilor contractuale sau de negociere.

Indicii de bază a QoS asupra cărora exercită influență ruterele din fig.3 sunt întârzierile de transfer a pachetelor de date, variația întârzierilor și pierderea pachetelor.

Din fig.5 se observă că cantitatea de informație recepționată atât pentru MPLS cât și Frame Relay sporește liniar. Există o creștere ușor observabilă în cazul MPLS, comparativ cu Frame Relay. Din rezultatele obținute se poate concluziona că avantajul MPLS în pachete recepționate a apărut atunci când durata de funcționare a sporit.

Anume aceste rezultate și altele din domeniul întârzierilor de transfer a pachetelor de date au condus furnizorii de servicii de telefonie mobilă să migreze la rețele IP/MPLS pentru coeficientul de stabilitate al acestora și înaltă calitate de deservire în cadrul prestării serviciilor Long Term Evolution (LTE).

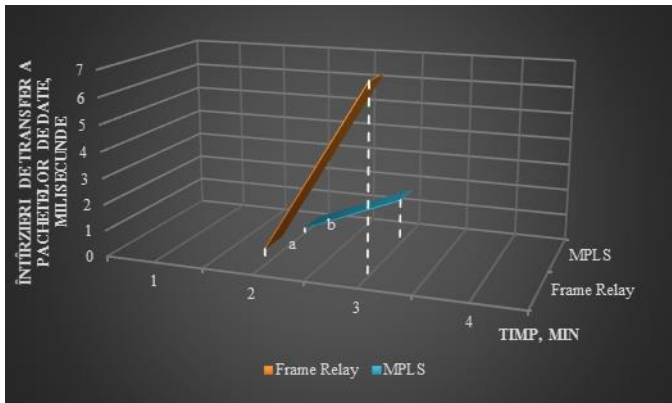


Fig. 4. Întârzierile de transfer a pachetelor de date (End-to-End) pentru ambele tehnologii obținute în urma capturării pachetelor: a) Frame Relay; b) MPLS.

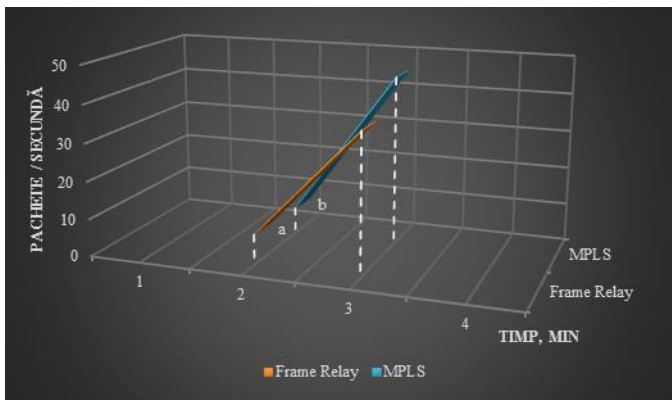


Fig. 5. Cantitatea pachetelor recepționate pentru ambele tehnologii obținute în urma capturării pachetelor: a) Frame Relay; b) MPLS.

Comaniile și furnizorii de servicii din domeniul TIC agreează noile servicii MPLS pentru că le oferă sporirea gradului de utilizare a resurselor prin agregarea calitativă a acestora la capacitate maximă în comparație cu celelalte componente moștenite – Frame Relay, ATM, private lines, etc.

CONCLUZII

În cadrul scenariilor menționate au fost evaluate performanțele tehnologiilor MPLS și Frame Relay, argumentându-se că întreprinderile și furnizorii de servicii din domeniul tehnologiilor informaționale și comunicațiilor electronice (TIC) vor experimenta o îmbunătățire a obiectivelor de afaceri prin implementarea și maximizarea capacităților economice MPLS în propriile rețele.

Rețelele de tip MPLS satisfac cerințele unei infrastructuri moderne de comunicații prin oferirea unei soluții standard cu următoarele avantaje:

- sporește performanțele de direcționare ale pachetelor prin rețea;
- îmbunătățește și simplifică direcționarea pachetelor prin rutare utilizând comutarea la nivelul 2;
- sporește performanțele deoarece înlocuiește rutarea tradițională cu comutarea la viteze mult mai mari;
- utilizează cerințele de trafic pentru a stabili căi eficiente, ceea ce permite garantarea serviciului dorit;
- permite stabilirea de conexiuni având condiții restrictive și permite rutarea explicită;
- asigură scalabilitatea rețelei;
- permite proiectarea de rețele interoperabile;
- permite construirea rețelelor virtuale VPN scalabile cu garantarea calității traficului QoS.

Avantajele tehnologiei MPLS sus-menționate au fost adoptate pe scară largă de către întreprinderile și furnizorii din domeniul TIC - cele mai recente date statistice de la Nemertes Research indică faptul că aproximativ 84% dintre companii la nivel global utilizează sau au migrat rețelele WAN către MPLS [6].

BIBLIOGRAFIE

- [1] Zotea R.D. Noi tehnologii de comunicare WAN: MPLS. Revista de Informatică Economică nr.4 (20). București, 2001.
- [2] Țurcanu D., Modelul calității serviciilor QoS în rețelele de comunicații multifuncționale, Partea 1, Meridianul ingineresc nr.2. UTM. Chișinău, 2009. – p.43-47.
- [3] Țurcanu D., Modelul calității serviciilor QoS în rețelele de comunicații multifuncționale, Partea 2, Meridianul ingineresc nr.4. UTM. Chișinău, 2009. – p.64-70.
- [4] Цуркану Д.Н., Минимизация числа точек контроля для диагностирования элементов сети MPLS оператора Uniflux-Line (Молдова), Материалы 18-ой Международной Крымской Конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (Крымико-2008). - Севастополь: Вебер, 2008. – с.297-298.
- [5] Efendi R. A Simulation Analysis of Latency and Packet Loss on Virtual Private Network through MultiVirtual Routing and Forwarding. International Journal of Computer Applications (0975 - 8887), Volume 60 - No.19, December 2012. – pp.50-56.
- [6] Johna Till Johnson. Do More with MPLS: The Anywhere Office Enables Remote and Virtual Workers. Issue Paper. Nemertes Research. Independence Integrity Insight. Sursa: http://www.business.att.com/content/whitepaper/Nemertes_DN_0737_MPLS_For_Mobility.pdf