

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Electronică și Telecomunicații
Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice

Admis la susținere
Șefă Departament:
TÎRȘU Valentina, conf.univ.,dr.

” _____ ” _____ 2024

ANALIZA FURNIZĂRII DE SERVICII MODERNE DE
CĂTRE OPERATORII DE COMUNICAȚII
ELECTRONICE BAZATE PE TEHNOLOGIA MPLS
Teză de master

Student: **Lebădă Pavel, gr. MMRT-221M**

Conducător: **Nistiriuc Pavel, conf.univ.,dr.**

Chișinău, 2024

ADNOTARE

Lebădă Pavel, masterandul grupei MMRT-221M

Tema tezei – Analiza furnizării de servicii modern de către operatorii de comunicații electronice bazate pe tehnologia MPLS.

Teza este constituită din introducere, trei capitole, concluzii și bibliografie.

Cuvinte-cheie: Tehnologia și rețelele de comunicații MPLS, rețelele virtuale private VPN, produsele software Cisco Packet Tracer și Graphical Network Simulator.

Scopul tezei constă în analiza funcționalității rețelei de comunicații IP/MPLS (Internet Protocol/Multi-Protocol Label Switching) cu utilizarea tehnologiei VPN (Virtual Private Network) în baza produselor software CPT (Cisco Packet Tracer) și GNS3 (Graphical Network Simulator) privind furnizarea serviciilor moderne de către operatorii de comunicații electronice.

Reișind din scopul tezei au fost elaborate următoarele obiective:

1. Minimizarea traficului de date în rețeaua de comunicații IP/MPLS în baza protocolului HSRP (Hot Standby Router Protocol);
2. Configurarea routerelor PE1 (Provider edge), CE (Customer edge) și P (Provider) din rețeaua de comunicații IP/MPLS al operatorilor de comunicații electronice;
3. Studiarea procesului de redistribuire a etichetelor și tabelelor de comutare a pachetelor în rețeaua de comunicații IP/MPLS;
4. Testarea funcționalității rețelei de comunicații IP/MPLS al operatorului de comunicații electronice privind furnizarea de servicii moderne.

În teză au fost obținute următoarele rezultate, după cum sunt soluția MPLS VPN, variantele de organizare eficientă a rețelelor virtuale private VPN, schemele de navigare outline fără și cu VPN, selectarea metodelor eficiente de conectare la un VPN, asistența oferită de VPN, au fost determinate beneficiile de utilizare a unui VPN, au fost efectuate configurările VPN-ului pe telefonul cu Android, pe MAC, în Windows, a fost efectuată setarea serverului VPN pe routerul TP-Link, selectate echipamentele necesare pentru organizarea rețelei IP/MPLS, efectuată analiza rețelei IP/MPLS în baza produsului software GNS3, efectuată configurarea routerelor PE1, CE și P din rețeaua IP/MPLS și efectuată testarea funcționalității rețelei de comunicații IP/MPLS privind furnizarea de servicii moderne în baza produsului software GNS3.

ANNOTATION

Lebada Pavel, the master student of the group MMRT-221M

The theme of the thesis – Analysis of the provision of modern services by electronic communications operators based on MPLS technology.

The thesis consists of introduction, three chapters, conclusions and bibliography.

Keywords: MPLS technology and communication networks, virtual private networks VPN, Cisco Packet Tracer and Graphical Network Simulator software products.

The aim of the thesis is to analyze the functionality of the IP/MPLS (Internet Protocol/Multi-Protocol Label Switching) communication network using VPN (Virtual Private Network) technology based on the CPT (Cisco Packet Tracer) and GNS3 (Graphical Network Simulator) software products regarding the provision to modern services by electronic communications operators.

Based on the aim of the thesis, the following objectives were developed:

1. Minimization of data traffic in the IP/MPLS communication network based on the HSRP protocol (Hot Standby Router Protocol);
2. Configuration of PE1 (Provider edge), CE (Customer edge) and P (Provider) routers in the IP/MPLS communications network of electronic communications operators;
3. Studying the redistribution process of labels and packet switching tables in the IP/MPLS communication network;
4. Testing the functionality of the IP/MPLS communications network of the electronic communications operator regarding the provision of modern services.

The following results were obtained in the thesis, such as the MPLS VPN solution, the variants of efficient organization of virtual private VPN networks, the outline navigation schemes without and with VPN, the selection of efficient methods of connecting to a VPN, the assistance provided by VPN, were determined the benefits of using a VPN, performed the VPN configurations on the Android phone, on the MAC, in Windows, performed the VPN server setting on the TP-Link router, selected the necessary equipment for the organization of the IP/MPLS network, performed the analysis of the IP/MPLS network based on the GNS3 software, performed the configuration of the PE1, CE and P routers of the IP/MPLS network and performed the functional testing of the IP/MPLS communication network on the provision of modern services based on the GNS3 software.

CUPRINS

INTRODUCERE	8
1. TRANSPORTUL DE DATE PESTE MPLS VPN	10
1.1 Soluția MPLS VPN	10
1.2 Organizarea rețelelor virtuale private VPN	17
1.3 Conectarea la un VPN	20
1.4 Asistența oferită de VPN	23
1.5 Beneficiile utilizării unui VPN	26
2. CONFIGURAREA VPN-URILOR	31
2.1 Configurarea VPN-ului pe telefonul cu Android	31
2.2 Configurarea unei conexiuni VPN pe MAC	39
2.3 Conectarea la o rețea VPN în Windows	41
2.4 Setarea serverului VPN pe routerul TP-Link	44
3. STUDIUL DE CAZ	53
3.1 Analiza echipamentului necesar pentru organizarea rețelei IP/MPLS	53
3.2 Analiza rețelei IP/MPLS în baza produsului software GNS3	55
3.3 Configurarea routerelor PE1, CE și P din rețeaua IP/MPLS	58
3.4 Testarea funcționalității rețelei IP/MPLS privind furnizarea de servicii moderne	70
CONCLUZII	78
BIBLIOGRAFIE	79

INTRODUCERE

Soluția MPLS IP/VPN oferită de Intranet este implementată pe infrastructura MPLS, realizată prin legăturile permanente, sigure și cu grad înalt de accesibilitate între sediile distribuite ale clientului sau între locațiile sale și cele ale partenerilor de afaceri. Aceasta facilitează asigurarea partajării în mod securizat, ierarhizat și controlat a resurselor și informațiilor. Platforma MPLS VPN permite implementarea de soluții dedicate de date, voce, videoconferință sau de aplicații Intranet, Extranet securizate sau de software dedicat de gestiune centralizată.

Tehnologia MPLS presupune un standard de securitate ridicat, realizat la nivelul rețelei providerului, eliminând necesitatea achiziției de echipamente pentru rutarea și criptarea datelor între locațiile clientului.

Această soluție permite:

- Posibilitatea alocării de IP-uri private administrate de client pe fiecare locație;
- Tabela de rutare este distinctă și independentă de tabela de rutare din rețeaua Intranet;
- Posibilitatea vizibilității locațiilor între ele, fără să mai fie necesară rutarea traficului prin locația centrală;
- Topologie any-to-any sau mesh în funcție de cerințele clientului;
- Rețelele se văd transparente la nivel de adresă a plăcii de rețea.

O practică din ce în ce mai largă în cadrul universului electronic constă în externalizarea activităților non productive către furnizorii de servicii specializați, permițând astfel companiilor să se axeze pe producția efectivă reducând utilizarea resurselor în administrarea sistemelor auxiliare.

Intranet abordează până la cel mai mic detaliu conceptul de “managed services” în ramura telecomunicațiilor la nivel național și propune o paletă largă de servicii de securitate, redundanță, administrare și monitorizare integrate în sistemul de telecomunicații ale beneficiarului.

Astfel, serviciile de clasificare și prioritarizare, utilizarea eficientă a resurselor de comunicație, gazduire de servere, sisteme de mesagerie, monitorizare și administrare WAN, MAN, LAN pot fi oferite de compania noastră ca pachet, cu asigurarea implementării și administrării acestora de personal calificat. Beneficiile sunt incontestabile, după cum urmează:

- Utilizarea de servicii gestionate integral, până la interfața de conectare a clientului;
- Viteză garantată contractual și infrastructura de acces dedicată;
- Acces direct la rețeaua Intranet prin conexiuni dedicate de fibră optică;
- Acces direct la Ronix și la peering-urile Intranet;
- Intranet este unicul punct de contact pentru implementare, suport client, facturare;
- Implementare rapidă;

- Scalabilitate ridicată;
- Vizibilitate mare în Internet;
- Parametrii de calitate garantați contractual.

Scopul tezei constă în analiza funcționalității rețelei de comunicații IP/MPLS (Internet Protocol/Multi-Protocol Label Switching) cu utilizarea tehnologiei VPN (Virtual Private Network) în baza produselor software CPT (Cisco Packet Tracer) și GNS3 (Graphical Network Simulator) privind furnizarea serviciilor moderne de către operatorii de comunicații electronice.

1. Reșind din scopul tezei au fost elaborate următoarele obiective:
2. Minimizarea traficului de date în rețeaua de comunicații IP/MPLS în baza protocolului HSRP (Hot Standby Router Protocol);
3. Configurarea routerelor PE1 (Provider edge), CE (Customer edge) și P (Provider) din rețeaua de comunicații IP/MPLS al operatorilor de comunicații electronice;
4. Studiarea procesului de redistribuire a etichetelor și tabelelor de comutare a pachetelor în rețeaua de comunicații IP/MPLS;
5. Testarea funcționalității rețelei de comunicații IP/MPLS al operatorului de comunicații electronice privind furnizarea de servicii moderne.

BIBLIOGRAFIE

1. NAKIBLY G. Traffic Engineering Algorithms for IP and MPLS Networks. Scholar's Press, 2014.
2. STĂNCESCU ȘTEFAN. Funcții oferite de tehnologia MPLS. București: UPB, 2014.
3. ALVARES S. MPLS Traffic Engineering – Traffic Protection Using Fast Re-route (FRR). New York. Publisher: Cisco Press, 2008.
4. CITTADINI L., BATTISTA G. MPLS Virtual Private Networks. Publisher: Cisco Press. 2013.
5. LUC DE GHEIN. MPLS Fundamentals. Publisher: Cisco Press, 2010.
6. ГОЛЬДШТЕЙН А.Б. Транспортные сети IP/MPLS. Технология и протоколы. Санкт-Петербург: СПбГУТ, 2016.
7. GALAȚCHI D. Problematika rutării în rețelele cu comutare de pachete. București: Matrix Rom, 2014.
8. IOAN L., NICULESCU GR. Comutație și rutare în telecomunicații. București: Matrix Rom, 2013.
9. IOAN L., NICULESCU GR. Calitatea servirii în rețelele cu comutație de pachete. București: Matrix Rom, 2012.
10. JESSE R. Layer 2 MPLS VPN. Publisher: Morgan Kaufmann, 2012.
11. GERALD R.A. Traffic Engineering and QoS Optimization of Integrated Voice & Data Networks. Publisher: Morgan Kaufmann, 2006.
12. JIM METZLER. Innovation in MPLS-Based Services. Publisher: Kuberan Guiding Innovation, 2006.
13. JOHN EVANS, CLARENCE FILSFILS. Deploying IP and MPLS QoS for Multiservice Networks. Publisher: Morgan Kaufmann, 2007.
14. AHMED ABDELHALIM. IP/MPLS-Based VPNs, Service Provider Group Foundry Networks, Inc. 2012.
15. DAVIE B.S. MPLS: Next Steps, 1. Publisher: Morgan Kaufmann, 2010.
16. ЗАХВАТОВ М.И. Построение виртуальных частных сетей (VPN) на базе технологии MPLS. Москва: Лори, 2004.
17. PIETRO NICOLETTI. Hot Standby Routing Protocol Virtual Router Redundancy Protocol. Publisher: Cisco Press, 2012.
18. JEFF T. BUCKWALTER. MPLS: Technology and Practice. Publisher: Addison-Wesley Professional, 2012.
19. WALTER GORALSKI. Evaluating MPLS Technology for Your Organization. Publisher: Computer Technology Research Corporation. 2010.
20. LUDMILA PECA, DINU ȚURCANU. Computer networks: Practical examples solved to be introduced in computer networks. ISBN 978-9975-45-812-2. Chișinău, Publisher „Tehnica-UTM”, 2022. Disponibil: <http://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/20549/Computer-networks-Practical-examples-DS.pdf?sequence=1&isAllowed=1>
21. ȚURCANU D., NISTIRIUC P., ALEXEI A., FINCIUC S., CHIHAİ A., RUSSU G., NISTIRIUC I., BAXAN L. Despre fiabilitatea hardware a rețelei de comunicații MPLS. 5th International Conference “Telecommunications, Electronics and Informatics” ICTEI 2015, pp 32-33, Chisinau, 20-23 May 2015.
22. ȚURCANU D. Evaluarea performanțelor tehnologiilor MPLS și Frame Relay în baza operatorului Uniflux-Line. 5th International Conference “Telecommunications, Electronics and Informatics” ICTEI 2015, pp 46-49, Chisinau, 20-23 May 2015.
23. GRIZA V., ȚURCANU D., RUSSU G., CHIHAİ A. Calitatea serviciilor în rețeaua MPLS. Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, Vol.1, 2014, pp 123-124, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Moldova, 20-21 octombrie 2014.
24. CHIHAİ A., NISTIRIUC A., ȚURCANU D., NISTIRIUC I., RUSSU G., POPOVICI-SHARMA N., NISTIRIUC P. Analiza asigurării fiabilității hardware a rețelelor de comunicații MPLS. Conferința științifică internațională „Perspectivele și Problemele Integrării în Spațiul European al Cercetării și Educației”, Universitatea de Stat „B.P. Hasdeu” din Cahul, 7 iunie 2016, Volumul II, pp 373-376
25. ȚURCANU D., SPINU N., POPOVICI S., ȚURCANU T. Cybersecurity of the Republic of Moldova: a retrospective for the period 2015-2020. Journal of Social Sciences. Vol. IV, no. 1 (2021), pp. 74 –

- 83, [https://doi.org/10.52326/jss.utm.2021.4\(1\).10](https://doi.org/10.52326/jss.utm.2021.4(1).10)
26. TSURCANU D., NISTIRIUK P., et al. MPLS Network Hardware Reliability. 2007 17th International Crimean Conference - Microwave & Telecommunication Technology. Disponibil: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4368711>.
 27. TSURCANU D., NISTIRIUK A., et al. Evaluation of Bit Error Rate probability for radio communications and fiberoptic communication systems. Disponibil: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6959370>.
 28. ȚURCANU D. Quality of services in MPLS networks. Journal of Engineering Science. Vol. XXVII, no. 3 (2020), pp. 102 – 110, DOI: 10.5281/zenodo.3949674. Disponibil: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/JES-2020-3_102-110.pdf.
 29. PECA L., ȚURCANU D. Network security: Practical examples solved to be introduced in network security. SBN 978-9975-45-941-9. Chișinău, Publisher „Tehnica-UTM”, 2023. Disponibil: <http://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/22819/Network-security-Practical-examples-Guide.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 30. ȚURCANU D., Modelul calității serviciilor QoS în rețelele de comunicații multifuncționale, Meridianul ingineresc nr.2. UTM. Chișinău, 2009. – p.43-47.
 31. ȚURCANU D., Modelul calității serviciilor QoS în rețelele de comunicații multifuncționale, Partea II, Meridianul ingineresc nr.4. UTM. Chișinău, 2009. – p.64-70.
 32. ȚURCAN R., ȚURCANU D., CIUBUC A. The impact of Internet access on economic development. The 5th Economic International Conference „COMPETITIVENESS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT”, 2-3.11.2023, pp 160-165, <https://doi.org/10.52326/csd2023.24>.