

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 TSE,
Tîrșu Valentina, conf.univ., dr.**

_____” _____ 2025

**Analiza interconectării diverselor organizații prin
configurarea echipamentelor rețelei de comunicații MPLS**

Teză de master

Student: _____ Bojoga Valentin, gr. SISRC-231M

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

Chișinău, 2025

ADNOTARE

Bojoga Valentin, studentul grupei SISRC-231M

Tema tezei – Analiza interconectării diverselor organizații prin configurarea echipamentelor rețelei de comunicații MPLS.

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

Cuvinte-cheie: Comutație de pachete, etichete, configurare, routere, rețea de comunicații WAN MPLS VPN.

Scopul lucrării constă în studierea bunei funcționalități prin simulare și configurare a unei rețele de comunicații WAN (Wide Area Networking) utilizată pentru interconectarea a mai multor organizații prin migrarea acestora către tehnologia MPLS.

În baza scopului lucrării au fost determinate obiectivele următoare:

1. Familiarizarea cu tehnologia MPLS;
2. Familiarizarea cu simulatorul graphic de rețea GNS3 (Grafical Network Simulator);
3. Analiza tehnologiei MPLS VPN în rețelele de comunicații corporative;
4. Analiza interconectării diverselor organizații prin migrarea către rețeaua de comunicații WAN bazată pe tehnologia MPLS.

În teză a fost examinată funcționalitatea rețelei de comunicații corporative MPLS (MultiProtocol Label Switching) prin intermediul utilizării simulatorului graphic de rețea GNS3 (Graphical Network Simulator 3) cu organizarea rețelei virtuale private VPN (Virtual Private Network) de nivelul 3 pentru clienți, au fost configurate routerele în cadrul rețelei analizate pentru protocoalele IGP (Interior Gateway Protocol), MPLS, MP-BGP (MultiProtocol-Border Gateway Protocol), RIP (Routing Internet Protocol) și căile de rutare și expediere a pachetelor VRF, a fost elaborată rețeaua de comunicații WAN (Wide Area Network) MPLS formată între patru organizații, în care rețelele locale LAN (Local Area Network) ale acestor organizații sunt interconectate la norul MPLS a furnizorului de servicii, a fost elaborat conceptul de configurare a echipamentului rețelei de comunicații WAN MPLS pentru interconectarea a patru organizații, efectuată configurarea echipamentului (routerele furnizorului de servicii și clienților) rețelei de comunicații WAN MPLS pentru îndeplinirea interconectării a patru organizații, a fost obținută convergența rețelei de comunicații WAN MPLS pentru organizațiile interconectate în cadrul rețelei analizate în lucrare.

ANNOTATION

Bojoga Valentin, the student of the group SISRC-231M

The theme of the thesis – Analysis of the interconnection of various organizations by configuring the equipment of the MPLS communication network.

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

Keywords: Packet switching, labels, configuration, routers, WAN MPLS VPN communications network.

The purpose of the work is to study the good functionality through simulation and configuration of a WAN (Wide Area Networking) communications network used to interconnect several organizations by migrating it to MPLS technology.

Based on the purpose of the work, the following objectives were determined:

1. Familiarization with MPLS technology;
2. Familiarization with the GNS3 graphical network simulator (Graphical Network Simulator);
3. Analysis of MPLS VPN technology in corporate communications networks;
4. Analysis of the interconnection of various organizations by migrating to the WAN communications network based on MPLS technology.

The thesis examined the functionality of the MPLS (MultiProtocol Label Switching) corporate communications network using the GNS3 (Graphical Network Simulator 3) graphical network simulator with the organization of the VPN (Virtual Private Network) layer 3 for clients, configured the routers within the analyzed network for the IGP (Interior Gateway Protocol), MPLS, MP-BGP MultiProtocol-Border Gateway Protocol), RIP (Routing Internet Protocol) protocols and the VRF packet routing and forwarding paths, developed the MPLS WAN (Wide Area Network) communications network formed between four organizations, in which the local LANs (Local Area Network) of these organizations are interconnected to the MPLS cloud of the service provider, developed the concept of configuring the MPLS WAN communications network equipment for the interconnection of four organizations, performed the configuration of the equipment (routers of the service provider and clients) of the MPLS WAN communications network to achieve the interconnection of four organizations, achieved the convergence of the MPLS WAN communications network for the organizations interconnected within the network analyzed in the paper.

CUPRINS

INTRODUCERE	8
1. ANALIZA TEHNOLOGIEI MPLS	9
1.1 Preliminarii	9
1.2 Avantajele tehnologiei MPLS	9
1.3 Conceptul tehnologiei MPLS	10
1.4 Analiza rutării pentru rețelele de comunicații MPLS	11
1.5 Analiza rețelelor virtuale private VPN	14
1.6 Calitatea și clasa serviciilor QoS/CoS	18
2. ANALIZA REȚELELOR DE COMUNICAȚII MPLS VPN	21
2.1 Implementarea tehnologiei MPLS VPN în rețelele de comunicații corporative	21
2.2 Configurarea routerelor pentru protocolul IGP în rețeaua MPLS VPN backbo.	23
2.3 Configurarea routerelor pentru multiprotocolul MPLS	25
2.4 Configurarea routerelor pentru căiile de rutare și expediere a pachetelor VRF ...	27
2.5 Configurarea routerelor pentru multiprotocolul MP-BGP	28
2.6 Configurarea routerelor pentru protocolul RIP	29
3. INTERCONECTAREA ORGANIZAȚIILOR PRIN MIGRAREA CĂTRE REȚEAUA DE COMUNICAȚII WAN BAZATĂ PE TEHNOLOGIA MPLS	31
3.1 Analiza rețelei de comunicații WAN MPLS	31
3.2 Conceptul de configurare a echipamentului rețelei de comunicații WAN MPLS	34
3.3 Configurarea echipamentului rețelei de comunicații WAN bazată pe MPLS	37
CONCLUZII	50
BIBLIOGRAFIE	51

INTRODUCERE

În era digitală de astăzi, organizațiile sunt din ce în ce mai preocupate de securizarea datelor lor și de asigurarea unei comunicări eficiente între diferite locații. Una dintre soluțiile cheie pentru atingerea acestor obiective este implementarea unei rețele private virtuale VPN (Virtual Private Network) folosind tehnologia MPLS (MultiProtocol Label Switching). În prezenta lucrare va fi promovat procesul de configurare a echipamentului pentru rețeaua de comunicații MPLS cu concentrarea pe avantajele și caracteristicile acestei soluții puternice de rețea. Astfel, va fi utilizată tehnologia MPLS cu exploatarea cum poate revoluționa modul de stabilire a conexiunilor sigure în rețeaua de comunicații MPLS. MPLS este o tehnologie utilizată pe scară largă pentru a ruta pachete de date în mod eficient printr-o rețea de comunicații prin alocarea lor de etichete. Acest mecanism de redirecționare bazat pe etichete permite îmbunătățirea performanței, flexibilității și securității în cadrul unei rețele de comunicații.

Scopul lucrării constă în studierea bunei funcționalități prin simulare și configurare a unei rețele de comunicații WAN (Wide Area Networking) utilizată pentru interconectarea a mai multor organizații prin migrarea acestora către tehnologia MPLS.

În baza scopului lucrării au fost determinate obiectivele următoare:

1. Familiarizarea cu tehnologia MPLS;
2. Familiarizarea cu simulatorul grafic de rețea GNS3 (Graphical Network Simulator);
3. Analiza tehnologiei MPLS VPN în rețelele de comunicații corporative;
4. Analiza interconectării diverselor organizații prin migrarea către rețeaua de comunicații WAN bazată pe tehnologia MPLS.

BIBLIOGRAFIE

1. RFC 3031 Multiprotocol Label Switching Architecture.
2. <https://www.gns3.com/>
3. NISTIRIUC, P., ȚURCANU, D., ALEXEI, A., BEREGOI, E. Use of the Semi-Markov Apparatus to Analyse MPLS Networks. In: The 16th International Crimean Microwave and Telecommunication Technology, 2006, pp.384-385.
<https://doi.org/10.1109/CRMICO.2006.256412>
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4023717>
4. ȚURCANU, D. On reliability of Applied level with Opportunity of MPLS Network Reconfiguration. In: The 16th International Crimean Microwave and Telecommunication Technology, 2006, pp. 386-387.
5. ȚURCANU, D., ALEXEI, A., NISTIRIUC, P., BEREGOI, E., BÂRZOI, O. Estimarea eficienței de organizare a tunelelor în rețelele de comunicații MPLS. In: Materialele Conferinței Naționale de Telecomunicații, Electronică și Informatică. Chișinău: UTM, 2006. – p.84-88.
<https://utm.md/wp-content/uploads/2023/09/estimarea-eficientei-de-organizare-a-tunelelor-in-retelele-de-comunicatii-mpls.pdf>
6. ȚURCANU, D., SMOCHIN, D., BEJAN, N., NISTIRIUC, I., VATAMANIUC, V., NISTIRIUC, P. Despre fiabilitatea sistemelor de transmisiune a informației prin fibre optice. In: Materialele Conferinței Naționale de Telecomunicații, Electronică și Informatică. Chișinău: UTM, 2006. – p.79-83.
<https://utm.md/wp-content/uploads/2023/09/despre-fiabilitatea-sistemelor-de-transmisiune-a-informatiei-prin-fibre-optice-stifo.pdf>
7. ȚURCANU, D. Minimizing the number of control points for diagnosing elements of MPLS network (Uniflux-Line, Moldova). In: The 18th International Crimean Conference - Microwave & Telecommunication Technology, 2008, pp. 297-298.
<https://doi.org/10.1109/CRMICO.2008.4676387>
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4676387>
8. ȚURCANU, D. Determination of Reliability of the Control Level and Standby Kit of Routers in MPLS Networks. In: The 17th International Crimean Conference - Microwave & Telecommunication Technology, 2007, pp. 232-233.
<https://doi.org/10.1109/CRMICO.2007.4368709>
<https://ieeexplore.ieee.org/document/4368709>

9. NISTIRIUC, P., ȚURCANU, D., ALEXEI, A., ȚURCAN, A., BEREGOI, E. MPLS Network Hardware Reliability. In: The 17th International Crimean Conference - Microwave & Telecommunication Technology, 2007, pp.234-235.
<https://doi.org/10.1109/CRMICO.2007.4368711>
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4368711>
10. SANDA, MARIA, DRAGO, Strategii scalabile de dirijare QoS a pachetelor în rețelele MPLS. Teză de doctor. School of Electronic Engineering Dublin City University, 2006.
11. <https://tools.ietf.org/html/rfc4364#section-10>
12. ȚURCANU, D., NISTIRIUC, P., ALEXEI, A., FINCIUC, S., CHIHAI, A., RUSSU, G. Despre fiabilitatea hardware a rețelei de comunicații MPLS. In: The Proceedings of the 5th International Conference „Telecommunications, Electronics and Informatics”. Chisinau, Moldova, TUM, ICTEI 2015. p.32-33.
http://81.180.74.21/bitstream/handle/5014/3520/Conf_Telecom_2015_pg32-33pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y
13. <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3477.html>
14. FARREL, A. MPLS: Next Steps. Morgan Kaufmann Series in Networking, 2017.
15. GRIZA, V., ȚURCANU, D., RUSSU, G., CHIHAI, A. Calitatea serviciilor în rețeaua MPLS. In: Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, Universitatea Tehnică a Moldovei, 20 – 21 octombrie, 2014, pp. 123-124.
http://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/2249/Conf_UTM_2014_I_pg123_124.pdf?sequence=1&isAllowed=y
16. ȚURCANU, D. Calitatea serviciilor în rețelele de comunicații. In: Materialele Conferinței Naționale de Telecomunicații, Electronică și Informatică. Chișinău: UTM, 2006. – p.23-26.
<https://utm.md/wp-content/uploads/2023/09/calitatea-serviviilor-in-retelele-de-comunicatii.pdf>
17. ȚURCANU, D. Quality of Services in MPLS Networks. In: Journal of Engineering Science, 2020, Vol. XXVII (3). pp.102-110. <https://zenodo.org/record/3949674>
18. BATTISTA, G. MPLS Virtual Private Networks, Cisco Press, New York, 2013.
19. SAYEED, A. MPLS and Next-Generation Networks. Cisco Press, New York, 2006.
20. LUC, DE, GHEIN. MPLS Fundamentals. Cisco Press, New York, 2006.
21. BRUCE, S., D. MPLS: Next Steps. Morgan Kaufman, 2008.
22. TAHIR, M. Cisco IOS XR Fundamentals. Cisco Press, New York, 2009.

23. WILLIAM, J. Deploying IP and MPLS QoS for Multiservice Networks: Theory and Practice. Morgan Kaufmann, 2007.
24. LOBO, L. MPLS Configuration on Cisco IOS Software. Cisco Press, New York, 2005.
25. GUICHARD, J. Definitive MPLS Network Designs. Cisco Press, New York, 2005.
26. NADEAU, T., D. MPLS Network Management. Morgan Kaufmann Series in Networking, 2004.
27. MASON, A., G. Cisco Secure Virtual Private Networks. Cisco Press, New York, 2002.
28. BLACK, U. MPLS and Label Switching Networks. Prentice Hall, 2002.
29. OSBORNE, E. Traffic Engineering with MPLS. Cisco Press, New York, 2002.
30. ALWAYN, V. Advanced MPLS Design and Implementation. Cisco Press, New York, 2001.
31. BRUCE, S., D. MPLS: Technology and Applications. Morgan Kaufmann, 2000.
32. GUICHARD, J. MPLS and VPN Architectures. Cisco Press, New York, 2000.
33. SAVA L., TÎRȘU V., PLĂMĂDEALĂ C. *Performance evaluation of microtik routers according to electromagnetic compatibility testing standards*. În: Electrotehnica, Electronica, Automatica, vol.72/4, p.57-61. Romania, Sibiu: ISSN: 2392-828X, categoria B+. Disponibil: <https://eea-journal.ro/articles-and-issues/current-issues/>
34. TÎRȘU V., SAVA L., PETRUȚCA C. *Simulating the performance of 6g networks in urban and rural scenarios by using nysim 4.0*. În: Electrotehnica, Electronica, Automatica, vol.72/4, p.51-56 . Romania, Sibiu: online ISSN: 2392-828X, categoria B+. Disponibil: <https://eea-journal.ro/articles-and-issues/current-issues/>
35. SAVA, L., VORTOLOMEI, D. Organizarea și analiza activității economice în domeniul telecomunicațiilor. Note de curs, Chișinău, Editura UTM, 2022, ISBN: 978-9975-45-805-4.
36. TÎRȘU V., SAVA L. *Integrating elasticsearch and kibana in ict management processes for economic efficiency in multimedia content administration*. In: The scientific heritage. Economic Sciences., Vol.1 № 142 (142), 2024, p.15-20 . Budapest, Hungary. ISSN 9215 — 0365, Cosmos Impact Factor - 3.336 SJIF Impact Factor - 5.78 DOI: , Categoria B+. Disponibil: <http://www.scientific-heritage.com/ru/arhiv/>

37. TÎRȘU, V., CRISTEA E. Baze de date : Ghid metodic pentru lucrările de laborator.
Chișinău: Ed. "Tehnica-UTM", 2024, 112 pag. ISBN 978-9975-64-392-4. Disponibil:
<https://library.utm.md/items/?biblionumber=2628876>