



UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

**RECONFIGURAREA REȚELEI DE  
COMUNICAȚII MPLS ÎN BAZA VPN-URILOR  
DE NIVELELE 2 ȘI 3**

**Masterand:**

**Botnari Dumitru**

**Conducător:**

**conf. univ., dr.**

**Josan Nicolae**

**Chișinău 2019**

Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova  
Universitatea Tehnică a Moldovei  
Facultatea Electronică și Telecomunicații  
Programul de masterat "Mentenanță și Managementul Rețelelor de Telecomunicații"

Admis la susținere  
Șef departament TSE:  
conf.univ.dr. Nicolaev P.

\_\_\_\_\_ 2020

## RECONFIGURAREA REȚELEI DE COMUNICAȚII MPLS ÎN BAZA VPN-URILOR DE NIVELELE 2 ȘI 3

Teză de master

Masterand: Botnari Botnari Dumitru

Conducător: Josan conf. univ., dr.,  
Josan Nicolae

Chișinău 2019

## REZUMAT

Această lucrare descrie funcționarea tehnologiei de comutație de etichete multiprotocol (MPLS-Multi Protocol Label Switching ). Aspectul principal al lucrării îl reprezintă rețelele private virtuale și implementarea lor cu ajutorul tehnologiei MPLS.

Noile rețele de date trebuie să asigure, pe lângă viteza de transmisie ridicată, banda largă, managementul resurselor, scalabilitate și integrarea diverselor tehnologii de access (LAN, HDSL, ADSL, TDM etc.). De aceea au apărut noi cerințe de performanță și de funcționalitate pentru rețelele de date actuale.

Datorită faptului că resursele rețelelor de date sunt limitate, acestea trebuie gestionate cu grijă pentru a obține performanțe și randamente ridicate. Arhitecturile actuale țin seama de necesitățile de integrare a diferitelor tehnologii de access și de interoperabilitatea cu alte rețele de date.

Rețelele MPLS au devenit foarte interesante pentru furnizorii de servicii de transport în ultimii ani. Ele au o importanță foarte mare în cazul în care se dorește o rețea care să suporte și metode de inginerie a traficului. Una dintre ultimele aplicații ale tehnologiei MPLS este furnizarea de servicii VPN.

În lucrare au fost analizate soluții și arhitecturii de realizare a VPN-urilor (Virtual Private Network) peste o rețea MPLS și sa analizat comparativ metodele de obținere a VPN-urilor în tehnologia MPLS.

În partea practică sa analizat un caz de implementare a unui domeniu MPLS ce va putea oferi VPN-uri de nivel 2 si 3.

## SUMMARY

This paper describes the operation of multiprotocol label switching technology (MPLS-Multi Protocol Label Switching). The main aspect of the paper is represented by virtual private networks and their implementation using MPLS technology.

The new data networks must ensure, in addition to the high speed of transmission, broadband, resource management, scalability and integration of various access technologies (LAN, HDSL, ADSL, TDM, etc.). functionality for current data networks.

Due to the limited resources of data networks, they must be carefully managed to achieve high performance and efficiency. The current architectures take into account the needs of integrating the different access technologies and the interoperability with other data networks.

MPLS networks have become very interesting for transport service providers in recent years. They are very important if you want a network that supports traffic engineering methods. One of the latest applications of MPLS technology is the provision of VPN services.

The paper analyzed solutions and architecture for VPNs (Virtual Private Network) over an MPLS network, and compared the methods of obtaining the VPNs in MPLS technology.

In the practical part, we analyzed a case of implementing an MPLS domain that will be able to offer level 2 and 3 VPNs.

## CUPRINS

<b>1. TEHNOLOGII FOLOSITE ÎN REȚELELE DE MARE CAPACITATE ACTUALE .....</b>	<b>8</b>
1.1. Evoluția acestor rețele de mare capacitate .....	8
1.2 Tehnologia cu comutația etichetei MPLS .....	9
1.2.1 Ce este MPLS .....	9
1.2.2. Cum funcționează MPLS .....	11
1.2.3. Planul de control.....	14
1.2.4 Calitatea serviciilor cu MPLS .....	16
1.4 Virtual Private Networks (VPN).....	19
1.4.1. Tehnologii care ofera suport pentru VPN.....	20
1.4.2. Tipuri de VPN-uri.....	21
1.4.3.Cerintele VPN-urilor .....	22
<b>2. REȚELE VIRTUALE PRIVATE (VPN) PESTE REȚELELE MPLS .....</b>	<b>24</b>
2.1. VPN-uri de nivel 2.....	26
2.1.1. AToM .....	28
2.1.2. Considerente de calitate a serviciilor pentru VPN-uri de nivel 2 .....	30
2.1.3. Extensie a VPN-urilor de nivel 2: VPLS .....	31
2.2. VPN-uri de nivel 3.....	33
2.2.1.Mod de functionare.....	33
2.2.2. Câmpuri speciale BGP .....	34
2.2.3. Distribuția etichetei prin BGP.....	36
2.3. Comparatie între VPN-uri de nivel 2 si 3.....	36
2.4.Tipuri de trafic suportate .....	37
2.5. Moduri de conectivitate suportate .....	38
2.6. Securitatea VPN-urilor MPLS .....	38
2.7. Scalabilitate .....	40
<b>3. PROIECTAREA SI IMPLEMENTAREA DE VPN-URI DE NIVEL 2 SI 3.....</b>	<b>43</b>
3.1. Introducere .....	43
3.2. Implementare de VPN de nivel 2.....	44
3.2.1. Cum functioneaza platforma experimentală : .....	44
3.2.2 Pasii de configurare ai platformei.....	46
3.2.3.Verificari ale functionalitatii platformei simulate .....	49
3.3. Implementare de VPN de nivel 3.....	49
3.3.1. Modul de functionare al platformei de simulare : .....	50
3.3.2. Pasii de configurare ai platformei.....	51
3.3.3.Verificari ale functionalitatii platformei simulate: .....	55
<b>CONCLUZII.....</b>	<b>58</b>
<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>59</b>

## INTRODUCERE

În ultima perioadă, rețelele de calculatoare au devenit o necesitate, atât în viața noastră de zi cu zi dar mai ales în aceea a marilor companii. Astfel, acestea din urmă și-au construit și își construiesc în continuare propriile rețele, pe care le utilizează în sediile lor pentru a pune în comun informația. Unele companii sunt însă foarte mari și pot dispune de mai multe sedii, pot dori să interacționeze foarte intens cu clienții și furnizorii lor, sau pot avea angajați care lucrează de la distanță. În aceste cazuri, companiile necesită rețele private care să asigure integritatea și securitatea datelor transmise între 2 sedii distante, către clienți sau către furnizori.

Cerințele clienților legate de aceste servicii au evoluat. Dacă inițial cerințele clienților se limitau la fiabilitate, securitatea și calitatea serviciilor mai nou, aceștia necesită posibilitatea furnizării mai multor clase de servicii, mai multor tipuri de VPN, a unui cost redus de administrare, conectivitate ANY-to-ANY sau HUB and SPOKE, etc.

Toate aceste cerințe pot fi satisfăcute numai prin intermediul tehnologiilor tradiționale, precum: circuite virtuale ATM sau Frame-Relay, tunelare IP, criptare, traslatarea adreselor de rețea (NAT- Network Address Translation). Acest lucru se datorează costului ridicat, complexității și degradării serviciilor bazate pe tehnologiile tradiționale.

Avem o soluție la aceste noi cerințe. Este o tehnologie nouă care se numește: MPLS-Multi Protocol Label Switching. Această tehnologie are proprietatea de a combina securitatea și calitatea serviciilor oferite de ATM sau Frame-Relay cu flexibilitatea și scalabilitatea rețelelor IP. Astfel se creează infrastructura pentru serviciile IP Business deoarece gruparea utilizatorilor se face în mod flexibil, prin configurarea unui număr mic de echipamente. De asemenea, se înregistrează costuri scăzute de administrare a serviciilor IP, aproape independente de dimensiunile rețelei virtuale. Astfel implementarea unui VPN bazată pe MPLS în cadrul unei companii poate duce la scăderea considerabilă a costurilor acesteia prin reducerea complexității operaționale și prin dezvoltarea unei infrastructuri mai simple a rețelei.

Avantajele legate de ușurință în administrare și de costurile reduse oferite de tehnologia MPLS, o fac să fie foarte atragătoare pentru cei ce doresc să implementeze o infrastructura performantă, fiabilă și cu costuri reduse. Din ce în ce mai multe companii mari și furnizori de servicii internet își bazează infrastructura pe această tehnologie. Rețele private (VPN) reprezintă unul din serviciile cele mai solicitate în ceea ce privește tehnologia MPLS.

## BIBLIOGRAFIE

1. M. Aissaoui et al. *ATM/MPLS Mediation : A Basic Interworking Function*;
2. Grenville Armitage : *MPLS: The Magic Behind the Myths*;
3. Banica Ion , *Note de Curs : Comunicații între Calculatoare*;
4. Eugen Borcoci , *Note de Curs: Comunicații de Bandă Largă, Rețele de Telecomunicații*;
5. Braden, Ed., et. Al., *Resource Reservation Protocol (RSVP)*;
6. Cuchiara, J Sjostrand , H Luciani , J.V., *Definitions of Managed Objects for the Multiprotocol Label Switching , Label Distribution Protocol*;
7. Davie, Bruce et al , *Mpls using LDP and ATM VC switching* ;
8. Willibald Doeringer, Giinter Karjoth, Mehdi Nassehi, *Routing on longest matching prefixes*;
9. Hideaki Takagi, *Queueing A Fondation of Performance Evaluation*;
10. George Swallow , *MPLS Advantage for trafic Engineering*;
11. ITU Telecommunication Standardization Sector, *OAM and Survivability Functionality for MPLS Networks*;
12. Request for Comments 3031 , *Multiprotocol Label Switching Arhitecture*;
13. Request for Comments 2684 , *Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5*;
14. Request for Comments 2917, *A Core MPLS IP VPN Arhitecture*;
15. Request for Comments 3063, *MPLS Loop Prevention Mechanism*;
16. Request for Comments 1932 , *IP over ATM*;
17. Site-ul companiei Cisco [www.cisco.com](http://www.cisco.com);
18. Site-ul companiei Juniper [www.juniper.net](http://www.juniper.net) ;
19. Site-ul [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org);
20. [RFC3031] E. Rosen, A. Viswanathan, R. Callon - Multiprotocol Label Switching Architecture ,2001 <http://rfc.net/rfc3031.html>;
21. [RFC3036] L. Andersson, P. Doolan, N. Feldman, A. Fredette - LDP Specification, 2001 <http://rfc.net/rfc3036.html>;
22. [RFC3213] J. Ash, M. Girish, E. Gray - Applicability Statement for CR-LDP, 2002 <http://www.rfc-archive.org/getrfc.php?rfc=3213>;

23. [OPALSOFT-DS] Leonardo Balliache - Differentiated Service on Linux HOWTO, 2003  
<http://opalsoft.net/qos/DS.htm>;
24. [OPALSOFT] Leonardo Balliache - MPLS related notes, 2006  
<http://opalsoft.net/qos/MPLS.htm>[Martini-encap] Luca Martini, Daniel Tappan, Steve Vogelsang - Encapsulation Methods for Transport of Layer 2 Frames Over MPLS,  
<http://www.ieee802.org/1/files/public/docs2001/draft-martini-l2circuit-encap-mpls-01.txt>;
25. [RFC3270] F. Le Faucheur, L. Wu, B. Davie, S. Davari - MPLS Support of Differentiated Services, 2002 <http://rfc.net/rfc3270.html>;
26. [MPLS-Myths] Wikimedia - MPLS Myths, <http://www.answers.com/topic/mpls-myths>;
27. [VPN-Security] M. Behringer, M. Morrow - MPLS VPN Security, 2015;
28. [VPNC] VPN Consortium - VPN Technologies: Definitions and Requirements, 2015  
<http://www.vpnc.org/vpn-technologies.html>;
29. [Martini-encap] Luca Martini, Daniel Tappan, Steve Vogelsang - Encapsulation Methods for Transport of Layer 2 Frames Over MPLS,  
<http://www.ieee802.org/1/files/public/docs2011/draft-martini-l2circuit-encap-mpls-01.txt>;
30. [Martini-trans] Luca Martini, Daniel Tappan, Steve Vogelsang - Transport of Layer 2 Frames Over MPLS, 2001 <http://www.ieee802.org/1/files/public/docs2001/draft-martini-l2circuit-trans-mpls-01.txt>;
31. [VPLS] Riverstone Networks - MPLS/VPLS Evolution,  
[http://www.riverstonenet.com/pdf/mpls\\_vpls\\_evolution.pdf](http://www.riverstonenet.com/pdf/mpls_vpls_evolution.pdf);
32. [RFC2547bis] C. Semeria - BGP/MPLS VPN Fundamentals,  
[http://www.juniper.net/solutions/literature/white\\_papers/200012.pdf](http://www.juniper.net/solutions/literature/white_papers/200012.pdf).