



Universitatea Tehnică a Moldovei

**ASIGURAREA REDUNDANȚEI LA  
TRANSMISIA DATELOR ÎNTR-O REȚEA DE  
COMUNICAȚII LOCALĂ**

Student:

**ANGHELUȘ Vasile**

Conducători:

**prorector TURCANU Dinu**

**conf.univ.dr. TURCANU Tatiana**

Chișinău – 2020

Ministerul Educației, Culturii Și Cercetării al Republicii Moldova

Universitatea Tehnică a Moldovei

Programul de masterat "Sisteme și Comunicații Electronice"

Admis la susținere

Șef departament, conf.univ.dr. NICOLAEV Pavel

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2020

**ASIGURAREA REDUNDANȚEI LA TRANSMISIA  
DATELOR ÎNTR-O REȚEA DE COMUNICAȚII  
LOCALĂ**

Teză de master

Masterand:  (ANGHELUȘ Vasile)

Conducători:  (prorector ȚURCANU Dinu)

 (conf.univ.dr. ȚURCANU Tatiana)

Chișinău – 2020



## REZUMAT

În teza respectivă se studiază care sunt două metode de asigurare a redundanței într-o rețea de comunicații locală, modul de implementare a acestor metode și verificarea eficacității lor.

Primul obiectiv al proiectului este implementarea unui protocol de spanning-tree, și anume RPVST (Rapid per VLAN Spanning Tree) într-o rețea locală simulată în programul de simulare a rețelelor Cisco Packet Tracer și verificarea funcționalității acestui protocol împreună cu tehnologia Etherchannel. Al doilea obiectiv este implementarea protocolului de redundanță HSRP (Hot Standby Router Protocol) în aceeași rețea locală simulată și verificarea redundanței la default gateway în rețea. Al treilea obiectiv este echilibrarea încărcăturii traficului pe echipamentele active și pasive de rețea prin implementarea inteligentă a celor 2 protocoale de redundanță: RPVST și HSRP.

Pentru a lămuri întrebările de cercetare inițial am efectuat studierea documentației cu privire la modul de funcționare și aplicare a protocoalelor ce asigură redundanța rețelei, după care pentru a pune în practică aceste cunoștințe am utilizat programul de simulare a rețelelor Cisco Packet Tracer 7.2, în care am creat o rețea fizică redundanță a companiei "Endava" și am configurat RPVST pe toate comutatoarele din rețeaua locală, tehnologia Etherchannel între comutatoarele de nivel core și HSRP pe ruterele de frontieră din rețeaua locală. Apoi am verificat configurația echipamentelor din rețeaua locală și am testat faptul dacă rețeaua locală într-adevăr este redundanță sau nu în urma configurării protocoalelor ce asigură redundanța rețelei. În urma verificării configurațiilor la protocoalele RPVST și HSRP am dedus că implementarea protocoalelor în rețeaua locală simulată a avut loc cu succes, iar efectuarea testării de la sfârșit a demonstrat că protocoalele de redundanță își fac bine treaba și că rețeaua este într-adevăr una redundanță. În urma efectuării proiectului am observat că dacă e implementat corect, RPVST este un protocol excelent pentru a evita apariția problemelor în rețea atunci când rețeaua este redundanță din punct de vedere fizic, ca HSRP permite asigurarea redundanței la default gateway pe mai multe subinterfete pentru mai multe VLAN-uri și că protocoalele RPVST și HSRP atunci când în rețea există mai multe VLAN-uri - permit configurarea lor în așa mod, încât să echilibreze încărcătura traficului pe echipamentele de rețea active și pasive - când în rețea toate aceste echipamente funcționează. Etherchannel oferă un plus de redundanță link-ului logic între 2 echipamente active.



## S U M M A R Y

In this thesis, we study what are two methods of ensuring redundancy in a LAN and how to implement these methods and checking their effectiveness.

The first objective of the project is the implementation of a spanning-tree protocol, namely RPVST (Rapid per VLAN Spanning Tree) in a local network simulated in the Cisco Packet Tracer network simulation program and verification of the functionality of this protocol together with Etherchannel technology. The second objective is to implement the HSRP (Hot Standby Router Protocol) redundancy protocol in the same simulated local network and to check the redundancy of the default gateway in the network. The third objective is to balance the traffic load on the active and passive network equipment by intelligently implementing the 2 redundancy protocols: RPVST and HSRP.

In order to solve the initial research questions I studied the documentation of the operation and application of the protocols that ensure the redundancy of the network, and then to use this knowledge I used the software for network simulations the Cisco Packet Tracer 7.2, in which I have created a redundant physical network of the company "Endava" and I configured RPVST on all switches in the local network, Etherchannel technology between the core level switches and HSRP on the border routers in the local network. Then I checked the configuration of the equipment in the local network and I tested whether the local network really is redundant or not after configuring protocols that ensure the redundancy of the network. After the verification of the configurations for the RPVST and HSRP protocols, I deduced that the implementation of the protocols in the simulated local network was successful, and the end-testing performed showed that the redundancy protocols do their job well and that the network is indeed a redundant one.

After carrying out the project I noticed that if implemented correctly, RPVST is an excellent protocol for avoiding network problems when the network is physically redundant, I noticed that HSRP allows redundancy of the default gateway on several subinterfaces for more vlans and that the RPVST and HSRP protocols when there are multiple vlans in the network - allow them to be configured in such a way as to balance the load of traffic on the active and passive network equipment - when in the network all these equipments work. Etherchannel offers additional redundancy to the logical link between 2 active equipment.

## CUPRINS

INTRODUCERE.....	10
1. METODE CE ASIGURĂ REDUNDANȚA REȚELEI DE COMUNICAȚII LOCALE.....	11
1.1. Spanning tree.....	11
1.1.1. Redundanță la nivelurile 1 și 2 ale OSI.....	11
1.1.2. Probleme cu redundanța nivelului 1.....	12
1.1.2.1. Instabilitatea bazei de date MAC.....	12
1.1.2.2. Furtuni de broadcast.....	14
1.1.2.3. Cadre unicast duplicate.....	16
1.1.3. Algoritm Spanning-Tree.....	17
1.1.3.1. Introducere in spanning-tree.....	17
1.1.3.2. Rolurile porturilor.....	19
1.1.3.3. Root Bridge.....	21
1.1.3.4. Costul caii pana la root bridge.....	22
1.1.4. Decizii privind rolul porturilor pentru RSTP.....	24
1.2. FHRP.....	27
1.2.1. Limitari ale Default Gateway.....	27
1.2.2. Redundanța ruterului.....	28
1.2.3. Protocoalele de redundanta a primului salt (FHRP).....	29
1.3. Etherchannel.....	30
2. PROTOCOALELE DE REDUNDANȚĂ UTILIZATE ÎN PARTEA PRACTICĂ.....	33
2.1. Rapid PVST+.....	33
2.1.1. Introducere in Rapid PVST+.....	33
2.1.2. BPDU-urile din Rapid PVST+.....	35
2.1.3. Negocierea prin propunere si acord.....	35
2.1.4. Temporizatoare de protocol.....	37
2.1.5. Rolurile porturilor.....	37
2.1.6. Starea porturilor in Rapid PVST+.....	39
2.1.7. Sincronizarea de roluri a porturilor.....	41
2.1.8. Procesarea informatiei de la un BPDU.....	42
2.1.9. Rapid PVST+ si Trunk-urile IEEE 802.1Q.....	43
2.1.10. Costul portului.....	43
2.1.11. Prioritatea portului.....	44
2.2. HSRP.....	45

2.2.1. Introducere in HSRP.....	45
2.2.2. Principiul de functionare al protocolului HSRP.....	45
2.2.3. Modelul HSRP versiunea 2.....	47
2.2.4. Avantajele si dezavantajele HSRP.....	48
2.2.5. Grupuri HSRP și atribute de grup.....	48
2.2.6. Prioritatea si preemptiunea in HSRP.....	48
2.2.7. Urmărirea obiectului si prioritatea.....	49
2.2.8. Adresele in HSRP.....	50
2.2.9. Temporizatoarele in HSRP.....	50
2.2.10. Temporizatoarele de intarziere.....	51
2.2.11. Starile si mesajele HSRP.....	51
2.3. Implementarea EtherChannel la nivelul 2.....	52
3. EXEMPLU PRACTIC DE UTILIZARE A PROTOCOALELOR DE REDUNDANȚĂ.....	53
3.1. Prezentarea generala a rețelei locale.....	53
3.2. Configurarea switch-urilor Core.....	55
3.3. Configurarea switch-urilor acces.....	58
3.4. Configurarea ruterelor.....	61
3.5. Schema logica a rețelei.....	64
3.6. Verificare configurarilor pe switch-ul Core.....	65
3.7. Verificarea configurarilor switch-urilor acces.....	69
3.8. Verificarea configurarilor pe rutere.....	72
3.9. Verificarea redundantei rețelei.....	73
CONCLUZII.....	75
BIBLIOGRAFIE.....	76

## INTRODUCERE

Disponibilitatea ridicată este cerința principală în proiectarea unei rețele a unei companii care posedă sau e dependentă de servicii electronice. Disponibilitatea sistemului poate fi îmbunătățită considerabil în rețelele ierarhice prin implementarea redundanței. Redundanța rețelei este o abordare tolerantă la erori, în care componente și link-uri suplimentare de rețea sunt utilizate într-o rețea pentru a îmbunătăți fiabilitatea sistemului. Această abordare asigură disponibilitatea rețelei în caz de defectare a componentelor rețelei și a link-urilor și protejează, de asemenea, rețeaua împotriva unui singur punct de avarie care poate face ca întregul sistem să fie indisponibil sau nesigur.

De aceea, în acest proiect sunt cautate, implementate și verificate mai multe metode de asigurare a redundanței în transmisia datelor într-o rețea locală. Metodele descrise sunt protocoalele Rapid per Vlan Spanning Tree, Hot Standby Router Protocol și tehnologia Etherchannel. Pentru a implementa și verifica aceste metode s-a construit rețeaua locală a companiei “Endava” în programul de simulare a rețelelor Cisco Packet Tracer, versiunea 7.2.

În partea întâi a lucrării am descris la general fiecare metodă de asigurare a redundanței, precum și actualitatea fiecărei metode, aportul fiecărei metode în asigurarea redundanței.

În partea a doua a lucrării am descris mai detaliat fiecare protocol din fiecare metodă, compararea fiecărui protocol cu alte protocoale ce oferă soluții la aceleași impedimente în crearea unei rețele redundante.

În partea a treia am prezentat partea practică a lucrării și anume prezentarea rețelei fizice construite în programul simulator, etapele configurării protocolului RPVST pe comutatoarele de la nivelul 2 și 3, etapele configurării protocolului HSRP pe rutele de frontieră, etapele configurării tehnologiei Etherchannel pe comutatoarele de nivel 3, verificarea configurărilor RPVST, verificarea configurărilor HSRP și testarea redundanței rețelei.

O rețea redundanță din punct de vedere fizic nu poate exista fără un protocol spanning tree, cum este RPVST. Pentru ca să existe disponibilitate ridicată între rețeaua locală și alte rețele, adică să existe default gateway redundanță, una din soluții este utilizarea protocolului HSRP. Etherchannel



este configurat între comutatoarele centrale pentru întări acest link logic, în caz ca iese din funcțiune un link fizic.

## BIBLIOGRAFIE

1. <http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=2832407&seqNum=4>.
2. <https://networkustad.com/2019/11/01/default-gateway-limitations/>.
3. <https://networkustad.com/2019/11/01/router-redundancy/>.
4. ZIA UR RAHMAN, SAFYAN MUKHTAR, SAJJAD KHAN, RAEES KHAN, ZAKIR ULLAH, REENA RASHID, WAQAS AHMAD Performance Evaluation of First HOP Redundancy Protocols (HSRP, VRRP & GLBP). In Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, January 28, 2017, p.268.
5. <https://networkustad.com/2019/11/01/first-hop-redundancy-protocols-fhrp/>.
6. <http://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=2348266&seqNum=3>.
7. <http://danscourses.com/rstp-a-rapid-pvst/>.
8. <https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/datacenter/nexus5000/sw/configuration/guide/cli/CLIConfigurationGuide/RPVSpanningTree.html>.
9. PRABHJOT KAUR, HARPREET KAUR & JAGPREET KAUR Hot Standby Routing Protocol (HSRP). In Imperial Journal of Interdisciplinary Research, 2017, Vol-3, Issue-1, p.2111-2112.
10. [https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/ipapp\\_fhrp/configuration/xs/fhp-xe-3s-book/fhp-hsrp.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/ipapp_fhrp/configuration/xs/fhp-xe-3s-book/fhp-hsrp.html)

