

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII  
MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei  
Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică  
Departamentul Informatică și Ingineria Sistemelor**

**Admis la susținere  
Șef Departament:  
Sudacevschi Viorica, conf. univ., dr.**

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ **2022**

**Rețea sdn pentru servicii de transport date**

**Teză de master**

**Student: Otgon Silvia, CRI-211M**

**Conducător: Guțuleac Emilian,  
prof. univ., dr. hab**

**Chișinău, 2022**

## ADNOTARE

**Otgon Silvia “ Rețea SDN pentru servicii de transport date ” teză de master în Calculatoare și Rețele Informaționale, Chișinău 2022**

**Structura tezei** cuprinde: introducere, trei capitole, concluzii, bibliografie din 26 titluri, 64 pagini text de bază, 33 figuri.

**Cuvinte-cheie:** rețea, SDN, controler, gazde, topologie, administrator.

**Scopul și obiectivele lucrării:** Scopul lucrării este implementarea unei rețea Definită Software care permite utilizatorilor gestionarea traficului de rețea de pe o consolă centrală de control fără a schimba setările comutatoarelor individuale. Obiectivele lucrării sunt stabilirea temei de cercetat, asigurarea documentării preliminare pentru a cunoaște tot ceea ce s-a realizat mai valoros în plan teoretic și aplicativ.

**Obiectivele cercetării:** Investigarea problemelor ce au fost deja cercetate, elaborarea ipotezei de lucru specifice temei cercetării.

**Metodologia cercetării:** Lectura științifică, analiza și sinteza, organizarea și sistematizarea informațiilor, abstracția științifică, analogia, corelarea, acestea fiind realizate atât în plan teoretic cât și practic.

**Elementele de inovație și originalitatea științifică:** Realizarea în plan teoretic cât și practic al unui studiu de caz în implementarea unei rețele SDN pentru servicii de transport date.

**Concluzii și recomandări:** Tehnologia SDN a devenit o necesitate pentru organizațiile care integrează și utilizează servicii Cloud de la mai mulți vendori, operează în medii Cloud hibride și celor care folosesc platforme de containerizare. Permite administratorilor de rețea să direcționeze și modifice traficul în funcție de necesitățile fiecărei aplicații și serviciu fără a mai fi nevoiți să scrie scripturi și să le introducă prin CLI pe fiecare switch și router în parte. Soluțiile Software-Defined de management al rețelei au atins nivelul de maturitate care le permite implementări de rețele Software-Defined în industria autohtonă și majoritatea proiectelor noi iau în calcul sau se bazează pe această arhitectură.

## ANNOTATION

**Otgon Silvia "SDN network for data transport services" master's thesis in Computers and Information Networks, Chisinau 2022**

**The structure of the thesis includes:** introduction, three chapters, conclusions, bibliography of 26 titles, 64 pages of basic text, 33 figures.

**Keywords:** network, SDN, controller, hosts, topology, administrator.

**The purpose and objectives of the work:** The purpose of the work is the implementation of a Software Defined network that allows users to manage network traffic from a central control console without changing the settings of individual switches. The objectives of the paper are to establish the theme to be researched, to ensure the preliminary documentation so that everything can be realized in a theoretical and practical way.

**The objectives of the research:** Investigating the problems that have already been researched, elaborating the hypothesis for the purpose of specifying the topic of the research.

**Research methodology:** Scientific analysis, analysis and synthesis, organization and systematization of information, scientific abstraction, analogy, these being realized both theoretically and practically.

**The elements of innovation and scientific originality:** Realization in the theoretical and practical plan of a research study in the implementation of an SDN network for data transport services.

**Conclusions and recommendations:** SDN technology has proven to be a necessity for organizations that integrate and use cloud arrays from multiple vendors, operate in hybrid cloud environments, and use cloud computing platforms. It allows network administrators to direct and modify traffic based on the needs of the application and network without having to write scripts and enter them through CLI on the switch and router separately.

# CUPRINS

<b>INTRODUCERE.....</b>	<b>1</b>
<b>1. DELIMITĂRI CONCEPTUALE</b>	
1.1. Definiție și istoric.....	3
1.2. Componente arhitecturale.....	4
1.3. Data plane, Controller plane și Application plane.....	15
1.4. Avantaje și dezavantaje ale rețelei.....	24
1.5. Virtualizare, funcția de management și modelul informațional.....	25
1.6. Considerații de securitate pentru rețeaua definită de software (SDN) în comunicațiile 5G.....	27
1.7. Concluzii.....	30
<b>2. CADRUL APLICATIV</b>	
2.1. Cerințe și arhitectura controlerului.....	31
2.2. Componente.....	34
2.3. Interfața, citirea și salvarea configurației.....	34
2.4. Configurarea rețelei și stabilirea fluxurilor .....	37
2.5. Algoritmi de determinare a rutelor .....	38
2.6. Concluzii.....	39
<b>3. ASPECTE DE IMPLEMENTARE A TOPOLOGIEI</b>	
3.1. Descrierea topologiei.....	40
3.2. Implementarea topologiei.....	41
3.3. Comenzi Mininet.....	44
3.4. Vizualizarea grafică a topologiei.....	50
3.5. Concluzii.....	53
<b>CONCLUZII .....</b>	<b>54</b>
<b>BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>56</b>

# INTRODUCERE

## Obiectivele generale ale lucrării

Acronimul **SDN** – Software Defined Networking – este folosit tot mai des, am putea spune că este utilizat chiar în mod excesiv: dacă un produs/companie nu are în portofoliu tehnologii de tip SDN, atunci nu va putea avea succes. De aceea, probabil că fiecare are o înțelegere diferită a conceptelor „de tip SDN”. Însă, în rețelele pentru Data Center, folosirea unei arhitecturi care se bazează pe SDN și-a demonstrat valoarea cu succes în ultimii ani, astfel încât acum putem spune că avem implementări de rețele Software-Defined în industria autohtonă și majoritatea proiectelor noi iau în calcul sau se bazează pe această arhitectură. Piața SDN nu a înregistrat însă o creștere lineară, saltul valoric realizându-se în ultimii 4-5 ani, când din ce în ce mai multe organizații au început să se convingă de faptul că noua tehnologie generează beneficii solide și - mai ales! - necesare în contextul creșterii nivelului de complexitate a rețelelor. Potrivit analiștilor Gartner, adopția lentă a soluțiilor SDN în primii 5 ani de existență a avut ca principale cauze: Atitudinea conservatoare a companiilor vizavi de noile tehnologii din domeniul rețelisticii; Lipsa unor cerințe clare de business care să justifice trecerea la un nou model de construcție și management al rețelei; Puterea de "persuasiune" și argumentele de piață ale vendorilor de soluții tradiționale de networking. Lucrurile s-au schimbat însă radical în ultimii ani și vor continua să o facă accelerat, estimarea celor de la MFR fiind că, în următorii patru ani, nișa soluțiilor SDN va înregistra un CAGR de 42,41%. Este cel mai rapid ritm anual de creștere de pe piața soluțiilor Software-defined, susținut de maturizarea tehnologiei și schimbarea de "atitudine" survenită în rândul vendorilor (Cisco, Arista, Juniper, NEC, Brocade, Huawei, etc., își promovează tot mai intens oferta SDN), dar mai ales de creșterea cererii pieței. Spre deosebire de arhitecturile clasice de rețea, în care echipamentele de networking iau deciziile de direcționare a traficului în mod "individual", respectiv pe baza reguli de rutare stabilite prin configurații proprii, rețelele Software-defined sunt astfel concepute încât să acționeze orchestrat și într-un mod unitar, fiind gestionate prin intermediul unei console centralizate de control. Ceea ce permite administratorilor de rețea să direcționeze și modifice traficul în funcție de necesitățile fiecărei aplicații și serviciu fără a mai fi nevoiți să scrie scripturi și să le introducă prin CLI pe fiecare switch și router în parte. În prezent, tehnologia SDN a devenit o necesitate pentru organizațiile care integrează și utilizează servicii Cloud de la mai mulți vendori, operează în medii Cloud hibride și celor care folosesc platforme de containerizare sau soluții hiperconvergente. Însă SDN nu este necesar doar acestor categorii de companii, ci și celor care vor să: Îmbunătățească randamentul și eficiența rețelei; Crească nivelul de agilitate al echipelor de administrare; Aibă acces rapid la funcționalități noi de control și analiză;

Asigure niveluri superioare de flexibilitate și disponibilitate a serviciilor; Obțină economii CapEx și OpEx. Sunt beneficii atractive pentru orice companie, dar pe care adopția lentă a tehnologiei SDN le-a mascat pentru mult timp. Ideea preconcepută că acest tip de soluții este util și accesibil doar operatorilor telecom, marilor furnizori de servicii sau providerilor Cloud se erodează însă rapid. Piața a înțeles deja că soluțiile Software-Defined de management al rețelei au atins nivelul de maturitate care le permite să genereze câștiguri reale, fapt vizibil în creșterea accelerată a ritmului de adopție.

### **Obiectivele lucrării**

- Stabilirea temei de cercetat;
- asigurarea documentării preliminare pentru a cunoaște tot ceea ce s-a realizat mai valoros în plan teoretic și aplicativ, pentru a nu porni pe un „loc gol”, sau a bate pasul pe loc, investigând probleme ce au fost deja cercetate;
- elaborarea ipotezei științifice și de lucru specifice temei cercetării din teza de față.
- organizarea și desfășurarea unui studiu de caz;
- stabilirea concluziilor și alegerea soluției optime, pe baze științifice și eficiente.

### **Metodologia de cercetare folosită**

Referitor la metodologia de cercetare propusă considerăm utilă lectura științifică, analiza și sinteza, organizarea și sistematizarea informațiilor, abstracția științifică, analogia, corelarea, acestea fiind realizate atât în plan teoretic cât și practic.

## BIBLIOGRAFIE

1. Dan Pracsiu, Probleme de informatică pentru liceu, facultate și interviuri de angajare, Editura Paralela 45, 2021, 176 p., ISBN: 978-973-47-3320-0
2. Erik J. Larson, Mitul inteligenței artificiale, De ce computerele nu pot gândi la fel ca noi, Editura Polirom 2022, 304.p., ISBN: 9789734689040
3. John Brockman, Miști posibile, Douăzeci și cinci de perspective asupra inteligenței artificiale, Editura Vellant, 2019, 250 p., ISBN: 9786069800676
4. Mihai Todica, Conexiuni wireless cu Arduino, Editura Presa Universitară Clujeană, 2021, ISBN 978-606-37-1215-9
5. Traian Anghel, Dicționar de informatică, Editura Corint, 2017, 448 p., ISBN: 9786067931785
6. Victoria Turk, Maniere digitale, Editura Baroque Books&Arts, 2019, 232 p., ISBN: 9786068977454
7. Dijiang Huang, Dijiang Huang, Sandeep Pisharody, Software-Defined Networking and Security, Publisher: CRC Press; 1st edition, 2021, 328 p., ISBN-13: 978-0367780647
8. Doug Marschke, Jeff Doyle, Pete Moyer, Software Defined Networking (SDN): Anatomy of OpenFlow, Publisher: Lulu Publishing Services, 2015, 178 p., ISBN-10: 1483427234
9. Gayle Laakmann McDowell, Cracking the Coding Interview: 189 Programming Questions and Solutions, Publisher: CareerCup; 6th edition, 2015, 687 p., ISBN-13: 978-0984782857
10. Gerard Blokyd, OpenFlow: The Definitive Handbook, Publisher: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017, 102 p., ISBN-13: 978-1979291705
11. Kingston Smiler. S, OpenFlow Cookbook, Publisher: Packt Publishing, 2015, 525 p., ASIN: B00X3TVG1W
12. Oswald Coker, Siamak Azodolmolky, Software-Defined Networking with OpenFlow - Second Edition: Deliver innovative business solutions 2nd Edition, Publisher: Packt Publishing; 2nd edition, 2017, 246 p., ISBN-13: 978-1783984282
13. Patricia A. Morreale, James M. Anderson, Software Defined Networking: Design and Deployment, Publisher: CRC Press; 1st edition, 2014, 248 p., ASIN: B08LGL7TY7
14. Stefano Zattara, OpenFlow: Dalla spiegazione del protocollo e della sua implementazione, ad applicazioni pratiche con esempi e macchine virtuali (Italian Edition), Publisher: Edizioni Accademiche Italiane, 2017, 108 p., ISBN-13: 978-6202449250

15. Sunit Kumar Sen, Fieldbus and Networking in Process Automation, Publisher: CRC Press; 2nd edition, 2021, 400 p., ISBN: 9780367712389
16. Thomas D. Nadeau, Ken Gray, SDN: Software Defined Networks: An Authoritative Review of Network Programmability Technologies, Publisher: O'Reilly Media; 1st edition, 2013, ISBN: 9781449342302
17. Vishal Shukla, Introduction to Software Defined Networking - OpenFlow & VxLAN, Publisher: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2013, 114 p., ISBN-13: 978-1482678130
18. Vivek Tiwari, SDN and OpenFlow for beginners with hands on labs, Publication 2013, 148 p., ASIN: B00EZE46D4
19. Алан Тьюринг, Сетевые технологии SDN – Software Defined Networking, Издательство: АСТ, Neoclassic, 2020, 204 стр., ISBN: 978-8-17061-914-5
20. Е. Архангельская, А. Кадурич, Структура и компоненты SDN, Издательство: Вильямс, 2021, 137 стр., ISBN: 978-5-97060-910-1
21. Мартин Эмис, Централизованное управление сетью (Контроллер SDN), Издательство: Эксмо, Домино, 2019, 140 стр., ISBN: 978-6-13063-915-2
22. Педро Домингос, Логическая модель сетевых устройств SDN, Издательство: Манн, Иванов и Фербер, 2017, 357 стр., ISBN: 978-3-97060-710-2
23. <https://nislalab.umfst.ro/projects/sereniti/software/NetworkConfigurator.pdf>
24. <https://www.readcube.com/articles/10.15587%2F2313-8416.2014.31734>
25. <https://sdn.systemsapproach.org/netvirt.html>
26. <https://www.hitechwhizz.com/2021/06/5-advantages-and-disadvantages-drawbacks-benefits-of-sdn.html>