

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei  
Facultatea Electronică și Telecomunicații  
Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice**

**Admis la susținere  
Șef departament:  
Valentina Tîrșu, cond.univ., dr.  
„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2025**

## **Evaluarea și îmbunătățirea serviciilor VoIP în instituțiile publice**

**Teză de master**

**Student:**

**Oglindă Sergiu  
gr. MMRT-231M**

**Conducător:**

**Sava Lilia  
conf. univ., dr.**

**Chișinău 2025**

## ADNOTARE

**Autor:** Oglindă Sergiu

**Titlul tezei:** Evaluarea și îmbunătățirea serviciilor VoIP în instituțiile publice

Pe măsură ce piața telefoniei VoIP a evoluat, tot mai multe instituții publice au adoptat această tehnologie în rețelele lor. Telefonie VoIP oferă avantaje semnificative, precum costuri reduse, posibilitatea conectării mai multor rețele și transmiterea integrată a vocii și datelor printr-o infrastructură comună. Totuși, odată cu creșterea complexității rețelelor și utilizarea intensivă a acestora pentru voce și date, au apărut noi provocări legate de securitate și performanță.

Această lucrare analizează migrarea serviciilor VoIP ale instituțiilor publice mici și mijlocii de la FreePBX la FusionPBX, având ca scop optimizarea performanței și securității într-o arhitectură multi-domeniu. Se realizează o comparație între cele două platforme, cu accent pe gestionarea resurselor, securitate și centralizarea serviciilor. Analiza include aspecte esențiale de securitate precum autentificarea, integritatea, confidențialitatea și disponibilitatea, toate fiind fundamentale pentru protejarea rețelelor VoIP în mediul instituțiilor publice.

Rezultatele evidențiază faptul că FusionPBX, prin capacitatea sa multi-domeniu și funcționalitățile extinse, oferă o soluție mai eficientă și mai sigură pentru nevoile instituțiilor publice mici și mijlocii, în comparație cu FreePBX.

**Scopul lucrării** este de a analiza și optimiza migrarea serviciilor VoIP de la FreePBX la FusionPBX, evidențiind avantajele, limitările și impactul asupra utilizării resurselor IT, securității, costurilor operaționale și performanței în contextul instituțiilor publice.

1. Identificarea avantajelor și limitărilor tehnologiei VoIP în contextul migrației de la FreePBX la FusionPBX.
2. Optimizarea utilizării resurselor IT în arhitecturi multi-domeniu.
3. Îmbunătățirea gestionării și securității serviciilor VoIP pentru instituțiile publice.
4. Reducerea costurilor operaționale prin utilizarea unei soluții VoIP centralizate.
5. Asigurarea continuității serviciilor de telecomunicații în urma migrării.
6. Evaluarea performanței soluției FusionPBX în comparație cu FreePBX în mediul instituțiilor publice.

**Cuvinte-cheie:** VoIP, FreePBX, FusionPBX, securitate, arhitectură multi-domeniu.

## ANNOTATION

**Author:** Oglindă Sergiu

**Title of the thesis:** Evaluation and improvement of VoIP services in public institutions

As the VoIP telephony market has evolved, more public institutions have adopted this technology into their networks. VoIP telephony offers significant advantages such as reduced costs, the ability to connect multiple networks, and integrated transmission of voice and data through a shared infrastructure. However, with the increasing complexity of networks and their intensive use for voice and data, new challenges have emerged regarding security and performance.

This paper analyzes the migration of VoIP services for small and medium-sized public institutions from FreePBX to FusionPBX, aiming to optimize performance and security in a multi-domain architecture. A comparison between the two platforms is conducted, focusing on resource management, security, and service centralization. The analysis includes essential security aspects such as authentication, integrity, confidentiality, and availability, all of which are fundamental for protecting VoIP networks in public institutions.

The results highlight that FusionPBX, with its multi-domain capability and extensive functionalities, provides a more efficient and secure solution for the needs of small and medium-sized public institutions compared to FreePBX.

**The purpose** of this work is to analyze and optimize the migration of VoIP services from FreePBX to FusionPBX, highlighting the advantages, limitations, and the impact on IT resource utilization, security, operational costs, and performance within the context of public institutions.

1. Identifying the advantages and limitations of VoIP technology in the context of migration from FreePBX to FusionPBX.
2. Optimizing IT resource utilization in multi-domain architectures.
3. Improving the management and security of VoIP services for public institutions.
4. Reducing operational costs through the use of a centralized VoIP solution.
5. Ensuring the continuity of telecommunications services after migration.
6. Evaluating the performance of the FusionPBX solution compared to FreePBX in the context of public institutions.

**Keywords:** VoIP, FreePBX, FusionPBX, security, multi-domain architecture

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE</b>	8
<b>1 PARTICULARITĂȚILE DE BAZĂ ȘI PRINCIPIUL DE FUNCȚIONARE A SERVICULUI VoIP</b>	
1.1 Prezentare generală a PSTN	10
1.2 Generalități privind tehnologia VoIP	15
1.3 Necesitatea protocoalelor VoIP	17
1.4 Protocoale VoIP utilizate in IP PBX	18
1.5 Codecuri în IP PBX	18
1.6 Protocolul de transport în timp real RTP	26
1.7 Analiza porturilor FXS și FXO în sisteme de comunicații VoIP	28
1.8 Descriere PBX (Private Branch Exchange)	31
<b>2 ANALIZA SERVICIILOR DE LA FreePBX LA FusionPBX</b>	
2.1 Tendințele de analiză a FreePBX și FusionPBX	35
2.2 Comparatie FreeSWITCH vs Asterisk	36
2.3 Analiza structurii existente construite pe FreePBX în VMware	41
2.4 Prezentarea FreePBX și configurarea de bază	42
2.5 Prezentarea FusionPBX și configurarea de bază	47
2.6 Procesul de migrarea extensiilor de la FreePBX la FusionPBX	54
<b>3 STRATEGII PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA TEHNOLOGIEI ȘI SECURITĂȚII VoIP</b>	
3.1 Zero-Touch Provisioning (ZTP) pentru telefoanele IP în mediul VoIP modern	62
3.2 Recomandare pentru implementarea clusterizării FusionPBX	65
3.3 Securitatea cibernetică pentru sistemele VoIP	66
3.4 Caracteristici esențiale de securitate pentru VoIP	73
<b>CONCLUZII</b>	75
<b>BIBLIOGRAFIE</b>	77
<b>ANEXE</b>	

## INTRODUCERE

În era dezvoltării accelerate a tehnologiei informației și comunicațiilor (TIC), soluțiile de telefonie bazate pe tehnologia **Voice over IP (VoIP)** au devenit indispensabile în mediul organizațional. Acestea permit transmiterea apelurilor telefonice prin rețele IP, oferind avantaje semnificative, precum reducerea costurilor, integrarea facilă cu alte sisteme informatice și flexibilitatea în administrarea comunicațiilor. Adoptarea acestor soluții de către instituțiile publice mici și mijlocii a fost impulsionată de necesitatea de a eficientiza costurile și de a optimiza utilizarea resurselor IT.

O soluție utilizată frecvent pentru gestionarea telefoniei VoIP este **FreePBX**, o platformă open-source bazată pe Asterisk, apreciată pentru accesibilitatea sa și eliminarea costurilor de licențiere software. Cu toate acestea, pe măsură ce cerințele instituțiilor publice cresc, FreePBX întâmpină limite în gestionarea arhitecturilor complexe, cum ar fi cele multi-domeniu. Astfel, soluții mai avansate, precum **FusionPBX**, bazată pe FreeSWITCH, câștigă tot mai mult teren, oferind scalabilitate, flexibilitate și posibilitatea de izolare a clienților într-o infrastructură centralizată.

Această lucrare are drept scop analiza și optimizarea migrației serviciilor VoIP de la FreePBX la FusionPBX, în contextul instituțiilor publice mici și mijlocii. Studiul se concentrează pe avantajele, limitările și impactul acestei tranziții asupra resurselor IT, securității, costurilor operaționale și performanței.

Pentru realizarea acestui scop, au fost definite următoarele obiective:

1. **Identificarea avantajelor și limitărilor tehnologiei VoIP** în procesul de migrare de la FreePBX la FusionPBX.
2. **Optimizarea utilizării resurselor IT** în cadrul arhitecturilor multi-domeniu.
3. **Îmbunătățirea securității și gestionării serviciilor VoIP** pentru instituțiile publice.
4. **Reducerea costurilor operaționale** prin utilizarea unei soluții centralizate.
5. **Asigurarea continuității serviciilor de telecomunicații** în urma migrării.
6. **Evaluarea performanței soluției FusionPBX** în comparație cu FreePBX.

Soluțiile VoIP aduc numeroase beneficii, inclusiv simplificarea proceselor de comunicare și reducerea costurilor operaționale. Integrarea sistemelor **PBX** și **SIP** contribuie la o comunicare rapidă și eficientă, aliniată la cele mai noi tehnologii. Mai mult, în contextul virtualizării, managementul inteligent al resurselor permite:

- Independență față de hardware;
- Izolarea resurselor;
- Compatibilitate și simplificarea administrării;
- Posibilități avansate de backup și restaurare.

Migrarea către FusionPBX reprezintă o soluție adaptată nevoilor instituțiilor publice, oferind flexibilitate și scalabilitate superioare. Consolidarea serviciilor VoIP într-o arhitectură multi-domeniu facilitează gestionarea clienților pe o platformă centralizată, optimizând în același timp costurile și utilizarea resurselor IT. Prin această migrare, instituțiile publice pot atinge un nivel superior de eficiență operațională și securitate.

Analiza tranziției de la FreePBX la FusionPBX oferă un cadru util pentru instituțiile publice mici și mijlocii care doresc să modernizeze infrastructura de telecomunicații. Soluțiile avansate, precum FusionPBX, permit nu doar reducerea costurilor, ci și o mai bună adaptare la cerințele tehnologice actuale. Studiul propus va contribui la o mai bună înțelegere a beneficiilor și provocărilor implicate în acest proces, oferind recomandări pentru optimizarea continuă a serviciilor VoIP

## BIBLIOGRAFIE

1. DAVIDSON, J., PETERS, J., BHATIA, M., Kalidindi, S., Mukherjee, S. Voice over IP Fundamentals, Second Copyright© 2007 Cisco Systems, Inc. ISBN: 1-58705-257-1
2. CIOARA, J., CAVANAUGH, M., KRAKE, K. CCNA Voice. Cisco Press 2007
3. MITOI, R. Protocoale utilizate în rețelele VoIP. Universitatea Politehnică București, București 2010;
4. KAZA, R., ASADULLAH, S. Cisco IP Telephony: Planning, Design, Implementation, Operation, and Optimization. March 5, 2005;
5. ȚURCANU, D., ȚURCANU, T. The optimization of video transmission quality in wireless networks. In: Journal of Engineering Science. Vol. XXX, no. 4 (2023), pp. 75–85. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30\(4\).06](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30(4).06)
6. SAVA L., BLANARU, V., Statistica ramurii. Note de curs, Chișinău, Editura UTM, 2022, p. 92 ISBN:978-9975-45-808-5
7. SAVA, L., ȚURCANU, T., RĂULEȚ, D. Statistica în domeniu. Note de curs. Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Electronică și Telecomunicații, Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice, Chișinău: Tehnica-UTM, 2024. ISBN 978-9975-64-394-8. – 124 p. <https://utm.md/wp-content/uploads/2024/02/statistica-in-domeniu.pdf>
8. 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.
9. NISTIRIUC, P., ȚURCANU, T., CHIHAI, A., SAVA, L. Comunicații optice și securitatea lor. Note de curs. Partea II. Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău: Tehnica-UTM, 2023. ISBN 978-9975-45-979-2. – 38 p. [http://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/24891/Comunicatii-optice-securitate-Note-curs-P2\\_DS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/24891/Comunicatii-optice-securitate-Note-curs-P2_DS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
10. DOBROTA, V. Comunicații unificate în Internet. Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Romania, 2010
11. TÎRSU, V., SAVA, L. „Integrating elasticsearch and kibana in ICT management processes for economic efficiency in multimedia content administration”, in: The scientific heritage. Economic Sciences, Categoria B+, p.15-20, vol.1 № 142 (142), 2024, Budapest, Hungary. ISSN 9215 — 0365, Cosmos Impact Factor - 3.336 SJIF Impact Factor - 5.78, online: <http://www.scientific-heritage.com/ru/arhiv/>.

### Standarte

12. RFC 3261: SIP: Session Initiation Protocol. IETF, June 2002;
13. RFC 3263: Session Initiation Protocol (SIP): Locating SIP Servers. IETF, June 2002;

### Articole în ziare

14. Revista Română de Informatică și Automatică, vol. 20, nr. 3, 2010  
[https://riia.ici.ro/documents/437/Presentation\\_of\\_VoIP\\_protocols.pdf](https://riia.ici.ro/documents/437/Presentation_of_VoIP_protocols.pdf)

### Surse online

15. Software development company and developer of the 3CX Phone System. Disponibil:  
<https://www.3cx.com/global/ro/voip-sip-webrtc/fxs-fxo/>
16. FusionPBX Project. (2023). FusionPBX Official Documentation. Disponibil:  
<https://docs.fusionpbx.com>
17. TrueConf — Easy Video Conferencing. Disponibil:  
<https://trueconf.com/products/tcsf/trueconf-server-free.html>
18. Software development company and developer of the 3CX Phone System. Disponibil:  
<https://www.3cx.com/global/ro/voip-sip-webrtc/h323/>
19. VoIP Service Providers Comparison since 2005, providing everything you need to select the best VoIP. Disponibil:  
<https://www.whichvoip.com/articles/freeswitch-vs-asterisk.htm#table3>
20. Sangoma Technologies. (2023). FreePBX Documentation. Disponibil la:  
<https://wiki.freepbx.org>
21. PortaLinks is a Belgium based company providing the international telecommunication solutions worldwide. Disponibil:  
<https://www.simplicityvoip.net/resources/cybersecurity-for-voip-systems>