

**Ministerul Educației 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. Sava L.**

---

”\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2023

**ANALIZA ALGORITMELOR DE SOLICITARE  
AUTOMATĂ PRIVIND RETRANSMISIA  
CADRELOR ÎN REȚELELE DE COMUNICAȚII.**

**Teză de master**

**Masterand: \_\_\_\_\_ Eșan Irina**

**Conducător: \_\_\_\_\_ conf. univ., dr.,  
Ciobanu Mihai**

**Chișinău 2023**

## REZUMAT

Eșan Irina , masteranda grupei MMRT-211M

Tema: Analiza algoritmilor de solicitare automată privind retransmisia cadrelor în rețelele de comunicații.

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

**Cuvinte cheie:** ARQ, Simulink, Matlab, WLAN, Stop and wait, Fereastră glisantă, Wi-fi, Bluetooth, detectarea erorilor, cerere automată de retransmitere a cadrelor.

Scopul lucrării este de a crea modele concepute pentru a studia algoritmi pentru cererea automată de retransmitere a cadrelor.

Pentru dezvoltarea modelului au fost studiate:

- metode de detectare a erorilor în cadrele primare;
- algoritmi „stop and wait” și „sliding window”;
- precum și diverse pachete software pentru modelarea sistemelor fizice.

Drept urmare, s-au obținut două modele, menite să studieze algoritmi de cerere automată a retransmirii cadrelor în cadrul rețelelor de telecomunicații., protocoalele de control al substratului de linie logică .

## SUMMARY

Eşan Irina, the master student of the group MMRT-211M

Theme: Analysis of frame retransmission automatic request algorithms in communication networks.

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

**Keywords** ARQ, Simulink, Matlab, WLAN, Stop and wait, Sliding window, Wi-fi, Bluetooth, error detection, automatic frame retransmission request.

The aim of the paper is to create models designed to study algorithms for automatic frame retransmission request.

For the development of the model, the following were studied:

- error detection methods in received frames;
- "stop and wait" and "sliding window" algorithms;
- as well as various software packages for modeling physical systems.

As a result, two models were obtained, intended to study algorithms for the automatic request of retransmission of frames within telecommunications networks, the control protocols of the logical line substrate.

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE .....</b>	<b>8</b>
<b>1. REȚELE FĂRĂ FIR. ALGORITME DE DETECTAREA ERORELOR.</b> Error! Bookmark not defined.	
1.1 Rețele locale fără fir.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Comunicații fără fir Bluetooth. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Detectarea erorilor la transmiterea datelor.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3.1 Verificări de paritate pe un bit.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3.2 Verificarea parității pe verticală și orizontală .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3.3 Coduri cu verificare de paritate. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3.4 Controlul Redundant Ciclic (CRC). ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3.5 Codurile polinomiale. Codul Reed-Solomon. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Algoritmi de cerere de retransmisie automată.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4.1 Algoritmul Opre și Așteptare (Stop and Wait). ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4.1 Algoritmul Fereastră Glisantă (Sliding Window). ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Aplicații de modelare a sistemelor de transmitere a datelor. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>2. MODEL DE SISTEM DE TRANSMISIE DE DATE .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Simplificări utilizate. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Diagrama funcțională a modelului. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Modelul unui algoritm de tip stop-and-wait.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Modelul algoritmului ferestrei glisante (Sliding Window).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>3. EVALUAREA INFLUENȚEI PARAMETRILOR CERERII DE RETRANSMISIE AUTOMATĂ ASUPRA DEBITULUI SISTEMULUI DE TRANSMISIE A DATELOR .</b> Error! Bookmark not defined.	
3.1 Algoritm pentru cererea automată a retransmiterii datelor folosind metoda oprire și așteptare "stop and wait". ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2 Algoritm pentru cererea automată de retransmitere folosind metoda ferestrei glisante. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>CONCLUZII.....</b>	<b>10</b>
<b>BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>11</b>

## INTRODUCERE

În lumea de astăzi, aproape toată lumea folosește social media, telefoanele și radioul. În fiecare secundă, milioane de fotografii și videoclipuri sunt schimbate, dar puțini oameni s-au gândit la modul în care este configurat sistemul pentru a se asigura că informațiile sunt transmise corect și rapid.

Un sistem de telecomunicații (telecomunicație - comunicare la distanță (lat.)) - este o colecție de echipamente hardware și software compatibile conectate într-un singur sistem în scopul transferului de date dintr-o locație în alta. Prin intermediul sistemelor de telecomunicații sunt transmise diferite tipuri de informații: text, voce, informații video.

Pentru a transmite date de la un utilizator la altul, sistemul trebuie să efectueze o serie de acțiuni care sunt invizibile pentru oameni. Se stabilește o conexiune între punctele de emisie și de recepție, se calculează calea cea mai scurtă, emițătorul convertește mesajul trimis, iar receptorul recunoaște datele primite.

Rețelele de calculatoare fac parte din sistemele de telecomunicații. În rețelele de calculatoare, datele pot fi transmise sub forma unei secvențe de octeți, caractere sau biți unul câte unul, dar cel mai frecvent tip de transfer de informații este în mod discontinuu.

Atunci când se transmit pachetele, mesajele sunt împărțite în blocuri și codificate folosind anumiți algoritmi. Blocul rezultat se numește "pachet". O legătură care utilizează transmisia de pachete de date este în general considerată nesigură, deoarece transmisia nu este garantată. Datele pot fi duplicate, pierdute sau transmise într-o ordine greșită, dar fiabilitatea este una dintre cele mai importante caracteristici ale sistemelor care transmit informații. O modalitate de îmbunătățire a acesteia este schimbul de mesaje privind succesul recepției unui pachet. Utilizarea acestei metode îmbunătățește calitatea transmiterii informațiilor și utilizarea retransmiterii mesajului, în cazul primirii unui semnal de pierdere sau de livrare greșită, numită cerere automată de retransmisie (ARQ - Automatic Repeat reQuest).

Metodele de cerere automată a retransmisiei sunt utilizate în multe tehnologii: RLC

Radio Link Control (Radio Link Control), GPRS (General Packet Radio Service) și WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access). Există, de asemenea, metode HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request), care sunt utilizate pentru High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA).

Scopul lucrării este de a dezvolta un model de sistem de transmisie de date conceput pentru a studia, protocoalele de control al substratului de linie logică și algoritmi de cerere a retransmiterii automate.

Pentru a atinge acest obiectiv, au fost îndeplinite următoarele sarcini:

- Elaborarea de algoritmi pentru sistemul de transmitere a datelor cu simplificările necesare pentru a învăța principiile de funcționare.
- Dezvoltarea unui model de sistem de transmisie de date în mediul Matlab/Simulink, care să permită vizualizarea procesului și estimarea randamentului.
- Estimarea influenței parametrilor algoritmilor de cerere automată a retransmiterii asupra debitului sistemului de transmisie.

## CONCLUZII

A fost dezvoltat un model de sistem de transmisie de date care constă din unitatea de formare a cadrelor, emițător, receptor și canalul de comunicație cu erori. Circuite obținute care implementează algoritmi de cerere de retransmisie automată "stop and wait" și "sliding window".

Modelul dezvoltat permite vizualizarea algoritmilor de solicitare automată a retransmiterii sub formă de diagrame de timp, afișaje digitale, precum și animații ale schimbărilor de stare ale mașinilor cu stări finite care determină algoritmul de control al trimiterii și primirii cadrelor.

Modelele analizate pot fi folosite pentru a studia, protocoalele substratului de control al legăturii logice și algoritmi de solicitare a retransmisiei automate.

Cercetările, efectuate pe modelele fiecărui algoritm, au permis calcularea vitezei medii de transmitere a datelor: pentru SW s-a obținut viteza medie de 49,145 biți/sec, iar pentru SAW de 23,07 biți/sec (sunt indicate datele cu aceeași probabilitate de eroare).

Din rezultatele obținute se poate concluziona că algoritmul cu "ferastră glisantă" este mult mai eficient, cu o dimensiune optimă a ferestrei, decât metoda "stop and wait".

## BIBLIOGRAFIE

1. TANENBAUM, ANDRES . *Rețele de calculatoare*. Editia 4,-București: Byblos, 2013, 214p.
2. DROGOREANU , Cătălin .*Configurare rețea wireless*. Bucuresti : Editura Matrix Rom , 2009.125 p. ISBN: 9739390765.
3. BOTA , VASILE. *Transmisii de date*. Cluj-Napoca:Risoprint. 2003.214p. ISBN 973-656-714-8. CONSTANTIN ,Ilie. *Transmisiuni analogice și digitale*. Editura Orizonturi Universitare , Timisoara 2009 , 157 p.ISBN: 9739400493.
4. Ludmila Peca, Dinu Țurcanu. *Computer networks: Practical examples solved to be introduced in computer networks*. ISBN 978-9975-45-812-2. Chișinău, Publisher „Tehnica-UTM”, 2022.
5. MOCANU , SERGIU. *Transmiterea datelor pe canale wireless*. Referat doctorat 2012.
6. NATHAN , J. MULLER “*Wireless A to Z*” McGraw-Hill: 2013. ISBN-13: 978-0071410885
7. РЫЖКОВ А.Е., СИВЕРС М.А., ВОРОБЬЕВ В.О., ГУСАРОВ А.С., СЛЫШКОВ А.С., ШУНЬКОВ Р.В. Системы и сети радиодоступа 4G: LTE, WiMax. – СПб: Линк, 2012. с.
8. ВАРАКИН Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. — М.: «Радио и связь», 1985.
9. Wi-Fi Alliance: <http://www.wi-fi.org/>
10. Dinu Țurcanu, Andrei Chihai, Pavel Nistiriuc, Lilian Baxan, Gabriel Russu, Anatolie Alexei, Tatiana Țurcanu. Evaluation of Bit Error Rate probability for radio communications and fiber-optic communication systems. 2014 24th International Crimean Conference Microwave & Telecommunication Technology. 7-13 Sept. 2014.
11. Д. Бертсекас, Р.Галлагер Сети передачи данных – Москва «Мир» 1989.
12. <https://www.bluetooth.com/>
13. <http://iptcp.net/povtornaya-peredacha-i- skolzyashchee-okno.html>
14. Documente Matlab: Disponibil: <http://www.mathworks.com/>
15. МАК-ВИЛЬЯМС Ф. ДЖ., СЛОЭН Н. ДЖ. А. Теория кодов, исправляющих ошибки. М.: Радио и связь, 1979.



16. БЛЕЙХУТ Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. — Москва «Мир», 1986.
17. Д. БЕРТСЕКАС, Р.ГАЛЛАГЕР Сети передачи данных – Москва «Мир» 1989.