

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII  
MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei  
Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică  
Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală**

**Admis la susținere  
Șef interimar departament MIB:  
conf.univ., dr. Serghei RAILEAN**

„ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ **2022**

# **MONITORIZAREA PARAMETRILOR FIZIOLOGICI A CORPULUI UMAN LA DISTANTA**

**Teză de master**

<b>Student:</b>	<b>Țugulea Valeriu</b>
<b>Conducător:</b>	<b>Șontea Victor, profesor universitar, dr.</b>
<b>Consultant:</b>	<b>Railean Serghei, conferențiar universitar, dr.</b>

**Chișinău, 2022**

## REZUMAT

la teza de master cu tema “**Monitorizarea parametrilor fiziologici a corpului uman la distanță**”,

Teza cuprinde introducerea, trei capitole, concluzii, bibliografia din 26 titluri, 60 pagini text de baza, inclusiv 37 figuri și 2 tabele.

**Cuvinte cheie:** monitorizare, parametri fiziologici, electrocardiografia, ritmul cardiac, paternul respirator ,transmiterea la distanță.

**Caracteristica tezei de master:** Teza de master a fost realizată în cadrul Centrului Național de Inginerie Biomedicală a Universității Tehnice a Moldovei. Teza este structurată în Introducere ,trei capitole originale, Concluzii, Bibliografie. In teză sunt analizate metodele și tehnicile de colectare a parametrilor fiziologici vitali a pacienților, metodele și dispozitivele de transmitere la distanță a parametrilor

**Domeniul de cercetare** îl constituie aspectele teoretice și practice a monitorizare la distanță a parametrilor fiziologici a pacienților.

**Scopul lucrării** constă în realizarea unui sistem pentru monitorizarea și transmiterea datelor a parametrilor fiziologici la distanță, în elaborarea metodelor de monitorizare la distanță a parametrilor fiziologici: pulsul, tensiunea arterială, electrocardiograma, ritmul cardiac, parametrii respirației.

Noutatea și originalitatea științifică constă în dezvoltarea unui prototip de monitor multi-parametric pentru colectarea și procesarea parametrilor fiziologici pentru secția de terapie intensivă

**Valoarea aplicativă a lucrării** Impactul socio-economic al creării unui sistem de monitorizare umană este rezolvarea a trei sarcini importante din punct de vedere social:

- Asigurarea disponibilității generale a serviciilor medicale și sociale pentru populație.
- Asigurarea serviciilor medicale și sociale de înaltă calitate pentru populație, uniform distribuite, indiferent de locul de reședință și statutul social.
- Crearea locurilor de muncă permanente pentru personal tehnic și medical calificat.

Importanță practică și teoretică pentru sectorul sănătății și este foarte actual în perioada când sistemul sănătății se confruntă cu pandemia covid-19

Realizarea sistemului va da posibilitatea de a monitoriza și transmite datele parametrilor fiziologici a pacientului, care vor fi transmise, la un alt centru pentru intervenția rapidă în caz de înrăutățirea bruscă a sănătății pacientului.

## ANNOTATION

to the master thesis with the topic “MONITORING THE PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF THE HUMAN BODY AT A DISTANCE”

The thesis includes the introduction, three chapters, conclusions, bibliography of 26 titles, 60 pages of basic text, including 37 figures and 2 tables.

**Keywords:** monitoring, physiological parameters, electrocardiography, heart rate, respiratory pattern, remote transmission.

**Characteristic of the master's thesis:** The master's thesis was performed at the National Center for Biomedical Engineering of the Technical University of Moldova. The thesis is structured in Introduction, three original chapters, Conclusions, Bibliography. The thesis analyzes the methods and techniques for collecting the vital physiological parameters of patients, the methods and devices for remote transmission of parameters.

**The field of research** is the theoretical and practical aspects of remote monitoring of patients' physiological parameters.

**The aim of the work** is to create a system for monitoring and transmitting data of physiological parameters at a distance, in developing methods for remote monitoring of physiological parameters: pulse, blood pressure, electrocardiogram, heart rate, respiration parameters.

**The scientific novelty and originality** consists in the development of a prototype multi-parametric monitor for the collection and processing of physiological parameters for the intensive care unit.

The applicative value of the paper The socio-economic impact of creating a human monitoring system is to solve three important tasks from a social point of view:

- Ensuring the general availability of medical and social services for the population.
- Ensuring high quality medical and social services for the population, evenly distributed, regardless of place of residence and social status.
- Creating permanent jobs for qualified technical and medical staff.

Practical and theoretical importance for the health sector and is very current in the period when the health system is facing the covid-19 pandemic.

The realization of the system will give the possibility to monitor and transmit the data of the physiological parameters of the patient, which will be transmitted to another center for rapid intervention in case of sudden deterioration of the patient's health.

## CUPRINS

### INTRODUCERE

### I METODE SI TEHNICI DE MONITORIZARE A PARAMETRILOR FIZIOLOGICI A PACIENTIOR .....11

#### 1.1 Metode si tehnici de monitorizare a electrocardiografiei .....11

#### 1.2 Metode si tehnici de studiu a ritmului cardiac prin metoda pulsoximetriei.....17

#### 1.3 Metode si tehnici de studiu a respiratiei .....24

#### 1.4 Metode si tehnici de transmiterea datelor la distanta.....33

### II.ELABORAREA CAETULUI DE SARCINI PRIVIND ELABORAREA SISTEMULUI DE MONITORIZARE A PACIENȚILOR LA DISTANȚĂ

#### 2.1 Scopul și sarcinele sistemului de monitorizare la distanță.....39

#### 2.2 Etapele dezvoltării unui sistem de telemonitorizare.....41

### III ELABORAREA, PROIECTAREA SISTEMULUI DE MONITORIZARE LA DISTANTA A PARAMETRILOR FIZIOLOGICI.....42

#### 3.1 Caracteristici și parametrii dispozitivului Jenny.....42

#### 3.2 Proiectarea și elaborarea dispozitivului pentru monitorizarea la distanță.....46

### CONCLUZII .....58

### BIBLIOGRAFIE .....60

## INTRODUCERE

Bolnavii cronici sau bolile cornice în stare de acutizare la nivel național și la nivel global a constituit totdeauna o prioritate de o importanță majoră pentru cercetătorii și pentru toți cei implicați în domeniul medical mai ales acei din domeniul bioingineriei medicale.

Bolile cronice netransmisibile (BCNT) cauza principală a morbidității, dizabilității și mortalității evitabile, constituie 71% din totalul deceselor globale. BCNT, precum bolile cardiovasculare, cancerul, bolile respiratorii cronice și diabetul zaharat. Aceste boli pun în fața noastră o importanță majoră asupra vieții și viabilității unei persoane și a familiei acesteia, fiind importantă odată cu înaintarea vârstei.[1,2] Categoria persoanelor cu o vârstă mai înaintată sunt cele mai vulnerabile la bolile cornice și este necesară o diagnosticare cât mai rapidă și cât mai eficientă de asemenea transmiterea datelor este extrem de importantă veriga în diagnosticul avansat (consultativ), atât în diagnosticul și în tratamentul precoce al bolilor. Sistemul Modular De Îngrijire Critică Jenny are capacitatea de a furniza servicii de diagnostic de înaltă calitate în domeniul Ventilării, Monitorizării, Resuscitării.

Sistemul de telemonitorizare al pacienților prezintă facilități în diagnosticarea și tratamentul mai eficient al pacientului, reducând costurile.

**Obiectivele cercetării** constă în realizarea unui sistem pentru monitorizarea și transmiterea datelor a parametrilor fiziologici la distanță

Realizarea sistemului cu ajutorul caruia se va monitoriza și se va transmite datele parametrilor fiziologici a pacientului, care vor fi transmise, se va compara parametrii fiziologici normali la un alt dispozitiv care va limita sau va stopa activitatea acestuia iarăși în dependență de starea pacientului.

Lucrarea de cercetare a fost consultată cu medicii reanimatologi, chirurghi din departamentele de terapie intensivă a instituțiilor medicale din Republica Moldova, dotate cu echipamente de ventilare și monitorizare a parametrilor fiziologici a pacientului. Această lucrare este coordonată cu compania producătoare de echipamente medicale MS Westfalia care este dotată cu sistemul modular de îngrijire critică Jenny.

Monitorizarea sănătății și tehnologiile aferente acesteia reprezintă un domeniu de cercetare atractiv. Electrocardiograma (ECG) a fost întotdeauna o schemă de măsurare populară pentru evaluarea și diagnosticarea bolilor cardiovasculare (CVD). Numărul sistemelor de monitorizare ECG din literatură se extinde exponențial. Prin urmare, este foarte greu pentru cercetători și experți în domeniul sănătății să aleagă. Ac, să compare și să evalueze sistemele care le satisfac nevoile și

îndeplinesc cerințele de monitoriz est lucru accentuează nevoia unei referințe verificate care să ghideze proiectarea, clasificarea și analiza sistemelor de monitorizare ECG, care să servească atât cercetătorilor, cât și profesioniștilor din domeniu. În această lucrare, propunem o taxonomie cuprinzătoare, verificată de experți, a sistemelor de monitorizare ECG și efectuăm o provocările cheie și subliniem importanța sistemelor inteligente de monitorizare care valorifică noile tehnologii, inclusiv învățarea profundă, inteligența artificială (AI), Big Data și Internetul obiectelor (IoT), pentru a oferi servicii eficiente, conștiente de costuri și complet conectate. sisteme de monitorizare. se propune un model arhitectural generic pentru sistemele de monitorizare ECG, se efectuează o analiză extinsă a lanțului valoric al sistemelor de monitorizare ECG și se prezintă o revizuire amănunțită a literaturii relevante, clasificată în funcție de taxonomia experților, evidențiind provocările și tendințele actuale. În cele din urmă, identificăm provocările cheie și subliniem importanța sistemelor inteligente de monitorizare care valorifică noile tehnologii, inclusiv învățarea profundă, inteligența artificială (AI), Big Data și Internetul obiectelor (IoT), pentru a oferi servicii eficiente, conștiente de costuri și complet conectate sisteme de monitorizare [2].

## BLIOGRAFIE

1. Bennet, AM, Rappaport, WH, Skinner, FL Telehealth Handbook. A Guide to Telecommunications Technology for Rural Health Care, În: US Department of Health, Education and Welfare, (PHS) 78-3210, 1978.
2. Rotariu, C. Sisteme de telemonitorizare a parametrilor vitali, În: Editura „Gr. T Popa ”UMF Iași, 2009.
3. IAVORSCHI, A.; Corciova C.P.; ŞONTEA, V. Biomedical instrumentation (RROM) Chişinău: Pontos, 2017, Europress, 300 p. ISBN 978-9975-51-866-
4. Ederle J., Blanchard S., Bronzino J.D., (2005), *Introduction to Biomedical Engineering*, Elsevier Academic Press.
5. Corciovă C., Ciorap R. (2014), *Instrumentație Biomedicală*, Editura Universității de Medicină și Farmacie „Grigore T.Popa”, Iași.
6. SAUL JP, ALBRECHT P, BERGER RD, COHEN RJ. Analysis of long term heart rate variability: methods, 1/f scaling and implications. *Computers in Cardiology* 1987. IEEE Computer Society press, Washington 1988: 419-22.
7. MALIK M, FARRELL T, CRIPPS T, CAMM AJ. Heart rate variability in relation to prognosis after myocardial infarction: selection of optimal processing techniques. *Eur Heart J* 1989; 10:1060-74.
8. MALIK M, XIA R, ODEMUYIWA OET AL. Influence of the recognition artefact in the automatic analysis of long-term electrocardiograms on time-domain measurement of heart rate variability. *Med Biol Eng Comput* 1993; 31: 539-44.
9. МАШИН В.А. Нестационарность и длительность временного ряда сердечного ритма при диагностике функциональных состояний. *Биофизика*, 2007, Т. 52, No 2, с. 344–354
10. Баевский Р.М., Семенов Ю.Н., Черникова А.Г. Анализ вариабельности сердечного ритма с помощью комплекса “Варикард” и проблема распознавания функциональных состояний. *Хронобиологические аспекты артериальной гипертензии в практике врачебно-летней экспертизы*. М.. 2000. С. 167 –178.
11. R.BRYCHTA, R.SHIAVI, D.ROBERTSON. A SIMPLIFIED Two-Component Model of Blood Pressure Fluctuation. *Am.J.Physiol.*, 2007, February, 292(2), H1193-H1293.
12. Şontea V., Iavorschi A., Pahomi V., Pîrţac V., Anghiloglu D., (2011), *Sistem de înregistrare și prelucrare a semnalelor ECG și FPG pentru analiza Variabilității Ritmului Cardiac*,

Proceedings of the 7th International Conference on “Microelectronics and Computer Science” (ICMCS-2011), Chisinau, Moldova, pp.389-392. ISBN 978-9975-45-174-1

13. Şontea Victor, Iavorschi Anatolie, Pîrţac Valeriu, Pahomi Valeriu, Anghiloglu Dmitrii, (2012), *Dispozitiv complex de înregistrare şi prelucrare a semnalelor activităţii cardiace*, Proceedings of the 4th International Conference “Telecommunications, Electronics and Informatics” ICTEI 2012, May 17-20 2012, Volume II, pp. 346-350. ISBN 978-9975-45-201-4.
14. R.BRYCHTA,R.SHIAVI,D.ROBERTSON. A SIMPLIFIED Two-Component Model of Blood Pressure Fluctuation. *Am.J.Physiol.*,2007,February,292(2),H1193-H1293
15. Khandpur R.S. (2005), *Biomedical Instrumentation. Technology and Application*, Ed. McGraw-Hill
16. Barbara Christie L. (2009), *Introduction to Biomedical Instrumentation*, Cambridge University Press.
17. Bennet, AM, Rappaport, WH, Skinner, FL *Telehealth Handbook. A Guide to Telecommunications Technology for Rural Health Care*, În: US Department of Health, Education and Welfare, (PHS) 78-3210, 1978.
18. Rotariu, C. Sisteme de telemonitorizare a parametrilor vitali, În: Editura „Gr. T Popa ”UMF Iaşi, 2009.
19. Botnaru, N. Telemonitorizarea sănătăţii - solicitarea incontestabilă a zilei, În: Buletinul AŞM. Ştiinţele vieţii, 2 (332), 2017.
20. Rubel, P., Fayn, J., Nollo, G., Assanelli, D., Li, B., Restier, L., Adami, S., Arod, S., Atoui, H., Ohlsson, M., Simon-Chautemps, L., Télişson, D., Malossi, C., Ziliani, G.-L., Galassi, A., Edenbrandt, L., Chevalier, P. Toward personal eHealth in cardiology. În: Rezultate din proiectul de telemedicină EPI-MEDICS, 38 (4), pp. 100-106, 2005.
21. Hamid, NIB, Harouna, MT, Salele, N., Muhammad, R. Comparative Analysis of Various Wireless Multimedia Sensor Networks for Telemedicine, În: International Journal of Computer Applications, 73 (16), pp. 0975 - 8887, 2013.
22. Hu, F., Jiang, M., Celentano, L., Xiao, Y. Robust medical ad hoc sensor networks (MASN) with wavelet-based ECG data mining, În: Ad Hoc Networks, 6 (7), pp. 986-1013, 2008.
23. N. Alizadeh, H. Jamalabadi şi F. Tavoli, „Breath Acetone Sensors as Non-Invasive Health Monitoring Systems: A Review”, în IEEE Sensors Journal, vol. 20, nr. 1, pp. 5-31, 1 ian.1, 2020, doi: 10.1109 / JSEN.2019.2942693.



24. Iavorschi A., Şontea V., Pirtac V., Lazari E., Luchita M., Bobu V., (2013), *Complex Device for Heart Activity Monitoring*, Proceedings of the 2nd International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering (ICNBME-2013), Chisinau, Moldova, April 18-19 2013, pp. 569-571. ISBN 978-9975-62-343-8
25. Iavorschi A., Pahomi V., Pirtac V., Anghiloglu D., Railean S., Bragarenco A., Scripnic V., (2011), *Information system analysis of heart rate variability*, Proceedings of the International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering (ICNBME-2011), Chisinau, Moldova, pp. 445-447. ISBN 978-9975-66-239-0
26. CIOBANU, L., *Senzori și traductoare*, Editura Matrix Rom, 2006.352 p