



**Universitatea Tehnică a Moldovei**  
**Departamentul Informatică și Ingineria Sistemelor**

# **Sistem de monitorizare al ritmului cardiac la pacienți**

**Studentul gr. CRI-201M**

**Ziziuchin Alexandr**

**Conducător**

**Carbune Viorel**  
**lect. univ.**

**Chișinău, 2022**

# ADNOTARE

**La proiectul de master ” Sistem de monitorizare al ritmului cardiac la pacienți”, elaborat de Ziziuchin Alexandr, Chișinău 2022.**

**Cuvinte cheie:** monitorizare, pulsmetru, pacient, setări, dispozitiv medical, procedură.

Lucrarea de master are scop proiectarea și dezvoltarea unui sistem pentru monitorizarea ritmului cardiac la pacienți și sporirea calității controlului procesului de tratament.

Proiectul dat include dezvoltarea a trei subsisteme:

- Un sistem de colectare și prelucrare a datelor frecvenței cardiace, numit „Pulsmetru”.
- Sistem de perfuzie intravenoasă automatizat, numit „Infuziomat”.
- Sistem de interacțiune și sincronizare acestor dispozitive cu monitorizarea parametrilor fiziologici în timp real.

**Tehnologiile utilizate:** dispozitive din familia Arduino: Arduino Mega2560, ESP8266 și mai multe echipamente periferice. Pentru realizarea părții software au fost utilizate limbajele: C++, PHP, JavaScript, HTML și CSS. Pentru transferul și stocarea datelor a fost utilizat formatul JSON. Pentru redactarea codului C++ a fost utilizat Arduino IDE, pentru optimizarea procesului de dezvoltare a fost folosit framework-ul Bootstrap. Pentru desenarea graficelor a fost utilizată librăria JavaScript Charts and Maps.

**Teza conține:** introducere, trei capitole, concluzii, bibliografie și anexe.

**Capitolul I:** Descrie conceptul aplicației și a sistemului, domeniul de aplicație și modul de funcționare a componentelor.

**Capitolul II:** Descrie tehnologiile utilizate și modul de interacționare între ele.

**Capitolul III:** Descrie lucrul practic și descifrează ideile implementate.

# ANNOTATION

**At the master project "Heart rate monitoring system in patients", developed by Ziziuchin Alexandr, Chisinau 2022.**

**Keywords:** monitoring, heart rate monitor, patient, settings, medical device, procedure.

The master's thesis aims to design and develop a system for monitoring heart rate in patients and increase the quality of control of the treatment process.

This project includes the development of three subsystems:

- A system for collecting and processing heart rate data, called a "Pulse Meter".
- Automated intravenous infusion system, called "Infusomat".
- System of interaction and synchronization of these devices with real-time monitoring of physiological parameters.

**Technologies used:** Arduino devices: Arduino Mega2560, ESP8266 and more peripherals. The following languages were used to create the software: C ++, PHP, JavaScript, HTML and CSS. The JSON format was used for data transfer and storage. The Arduino IDE was used to write the C ++ code, the Bootstrap framework was used to optimize the development process. JavaScript Charts and Maps was used to draw the graphics.

**Thesis contains:** introduction, three chapters, conclusions, bibliography and annexes.

**Chapter I:** Describes the concept of the application and the system, the field of application and how the components work.

**Chapter II:** Describe the technologies used and how they interact.

**Chapter III:** Describe the practical work and decipher the implemented ideas.

# Cuprins

<b>Introducere</b> .....	8
<b>Descrierea proiectului.</b> ....	9
<b>Obiectivele proiectului:</b> .....	10
<b>1. Analiza sistemelor de achiziție, procesare și stocare a datelor.</b> .....	11
<b>1.1 Analiza analogilor.</b> .....	11
<b>1.2 Caracteristici specifice pentru placa de dezvoltare ESP8266.</b> .....	15
<b>1.3 Caracteristicile specifice ale senzorului „Puls-Sensor”.</b> .....	16
<b>1.4 Domenii de aplicare al dispozitivelor pentru verificarea ritmului cardiac.</b> .....	18
<b>1.5 Achiziționarea și procesarea datelor.</b> .....	19
<b>2. Metode, tehnici și tehnologii în proiectarea dispozitivului.</b> .....	21
<b>2.1 Soluționare problemelor de bază.</b> .....	21
<b>2.2 Analiza funcțională analogilor.</b> .....	23
<b>2.3 Analiza comparativă analogilor.</b> .....	30
<b>2.4 Strategia planificării proiectului</b> .....	37
<b>3. Elaborarea dispozitivului „Puls-metru”</b> .....	38
<b>3.1 Conectarea perifericelor la modulul esp8266.</b> .....	38
<b>3.2 Elaborarea program cod și lucrul cu bibliotecile ESP8266</b> .....	39
<b>Concluzii</b> .....	46
<b>Bibliografie.</b> .....	47
<b>Anexe</b> .....	49
<b>Anexa 1. Conectarea ESP8266 la rețea.</b> .....	49
<b>Anexa 2. Setarea sistemului de fișiere.</b> .....	50
<b>Anexa 3. Calcularea frecvenței cardiace.</b> .....	55
<b>Anexa 4. Setarea protocolului SSDP.</b> .....	58
<b>Anexa 5. Modelarea vizuală al dispozitivului - pulsmetru</b> .....	59
<b>Anexa 6. Schema sistemului pentru monitorizarea ritmului cardiac la pacienți.</b> .....	60

## Introducere

În medicină monitorizarea parametrilor fiziologici înseamnă diagnosticarea precoce a maladiilor, evoluției bolilor existente și în situații critice intervenire de urgență. De asemenea parametri fiziologici se culeg și cu scop pentru testare, studiu, experimente științifice. Deseori este necesar menținerea sub control al pacienților ce suferă de probleme cardiace, cu ajutorul mijloacelor tehnice necesare pentru a reduce timpul pentru acordarea ajutorului medical, și a reduce cheltuielile dedicate asistenței sociale, folosind perspectivele create de dezvoltarea tehnologiei ce a determinat o creștere rapidă în utilizarea diferitelor dispozitive și aplicații în cadrul serviciilor de sănătate. Pentru a stabili un diagnostic cu evoluție lentă este necesar de a analiza parametri vitali în termeni îndelungați, luni, ani pentru a observa o evoluție. Ca regulă acești parametri nu necesită o intervenire în tratamentul de urgență. Altă grupă de parametri fiziologici sunt cei cu evoluție rapidă, de ordinul zile, ore sau minute. Acești parametri necesită o verificare mai frecventă, riguroasă și o intervenire cât mai rapidă din partea cadrelor medicale în caz de urgență.

Cunoscând datele mortalității populației generale de la maladiile cardiovasculare, care este pe primul loc în lume conform OMS, se acordă o atenție deosebită a indicilor vitali caracteristici pentru maladiile respective. Dispozitivele ce monitorizează parametri fiziologici sunt folosiți și apreciate în toată lumea. Secția de terapie intensivă este principala ramură care folosește cele mai multe dispozitive pentru înregistrarea și analiza parametrilor vitali în timp real. Aici fiecare secundă este importantă. Axându-ne pe maladiile cardiovasculare vom monitoriza și analiza frecvența contracțiilor cardiace la distanță. În anumite condiții vom aplica diferite metode grafice pentru analiza datelor, prognozarea diagnosticelor și stocarea informațiilor primite în baza de date. Ca exemplu pe perioada de pandemie cu insuficiența cadrelor medicale pacienții gravi din secțiile de terapie intensivă și nu numai, necesită supraveghere suplimentară. Ca ajutor sistemului medical propunem dispozitivul pentru monitorizarea frecvenței cardiace la pacienții din secțiile de terapie intensivă, cu inițierea logicii software și hardware de avertizarea promptă a personalului medical în situații critice. Deseori pacienții după șocuri, intoxicații, decompensări, aflați sub picurători cu preparate farmacologice cum sunt beta-adrenomimetice necesită verificarea frecvenței cardiace până la administrarea preparatului, în timpul perfuziei și o perioadă după. În caz de supradozaj inducem pacientul în tahicardie, aritmii și destabilizarea parametrilor vitali. Uneori la supra dozarea preparatelor beta-blocante avem invers o bradicardie evidentă, până la stop cardiac. Deseori debutul acestor destabilizări precede careva schimbări din partea frecvenței cardiace. Analizând graficul frecvenței cardiace se poate de presupus dinamica efectelor anumitor preparate asupra organismului și la necesitate de intervenit prin ajustarea dozajului sau stoparea perfuzării intravenoase. Majoritatea dispozitivelor afișează rezultatele pe display-ul propriu sau necesită descărcarea datelor pe un PC staționar conectat prin fir cu dispozitivul. Adică în timp real în afara boxei de reanimare nu putem

obține și analiza datele. De aceea noi venim cu inițiativa de a elabora dispozitiv pentru monitorizarea frecvenței cardiace (pentru viitor și oximetriei) la distanță pentru pacienții aflați la tratament în secția de terapie intensivă, cu logica software de anunțarea echipei de gardă cu un mesaj pe poșta electronică sau SMS. În situații critice să se execute logica de securitate pentru stoparea automată a perfuziei intravenoase cu inițierea alarmei sonore.

## **Descrierea proiectului.**

Ținând cont de faptul că Republica Moldova este într-o perioadă de început în ceea ce privește infrastructura informațională, iar cererea de servicii IT este mai mare decât oferta de piață, apariția pe piață se va realiza relativ ușor.

Strategia de start este oferirea unor produse superioare calitativ celor concurente și în unele cazuri absente la un preț diferențiat pe fiecare categorie de consumatori (sfera de stat și privat) astfel încât să putem satisface cerințele cât mai multor consumatori. Analizând piața IT observăm tendința firmelor mari de a se orienta spre clienți cu o putere financiară mai mare în special în străinătate, astfel că cererea pentru produsele software la nivel național, îndeosebi sfera medicală rămâne nesatisfăcută de oferta existentă. La început proiectul va oferi o gamă diversă și personalizată de produse hardware și software medical, destinat tuturor celor care au nevoie de aceste servicii în desfășurarea activităților lor și creșterea nivelului calității de acordare a serviciului medical. Deci monitorizarea semnalelor vitale reprezintă un rol important în detectarea problemelor medicale. Semnele vitale pot fi măsurate atât într-un mediu clinic, cât și la domiciliu, la locul unei urgențe medicale sau direct pe pacientul care își desfășoară activitatea zilnică.

Lucrarea dată are rolul de a oferi o viziune asupra ceea ce e nevoie pe piața și în funcție de aceste necesități se vor elabora acele produse care vor satisface cât mai bine cerințele înaintate de către instituțiile medicale.

Concomitent cu oferirea unei game largi de produse se va încerca promovarea unui prim produs pe piața care vine în ajutorul personalului medical din secțiile de terapie intensivă și reanimare pentru monitorizarea progresului perfuziilor intravenoase, ritmului cardiac online și intervenirea de urgență în anumite situații critice.

### **Obiectivele proiectului:**

- a) Revizuirea literaturii de specialitate pentru a realiza hardware, software și al încadra în activitatea spitalicească.
- b) Transmiterea datelor frecvenței cardiace al pacientului la distanță și stocarea în baze de date.
- c) Elaborarea software pentru afișarea datelor transmise de către dispozitiv și monitorizarea acestuia în timp real.
- d) Monitorizarea frecvenței cardiace la distanță la administrarea preparatelor cardiace cu influență asupra  $\alpha, \beta$  adrenoreceptori.
- e) Realizarea software automatizat pentru stoparea procedurii de infuzie în cazul devierii frecvenței cardiace din intervalul prestabilit.
- f) Reducerea supradozajului medicamentos cu urmări de reacții adverse serioase.
- h) Instruirea personalului medical pentru a utiliza software elaborat.





## Bibliografie.

1. *Espressif Systems. ESP8266 Low Power Solutions.* Espressif (August 01, 2016). Дата обращения: 19 января 2018. [Архивировано](#)
2. *Espressif Systems. Official SDK release from Espressif for ESP8266.* Espressif (July 29, 2015). Дата обращения: 8 августа 2015.
3. *Third-Party Platforms that Support Espressif Hardware* (англ.). [www.espressif.com](http://www.espressif.com). Дата обращения: 5 апреля 2018.
4. Плетизмограф // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). — СПб., 1890—1907.
5. *Fotoresistor // фото сенсор и фото-датчик.* [http://en.wikipedia.org/wiki/Image\\_sensor](http://en.wikipedia.org/wiki/Image_sensor)  
Подробнее: [http://cyclowiki.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%BE%D1%80#cite\\_note-2](http://cyclowiki.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%BE%D1%80#cite_note-2)
6. *Amplificatoare clasa A, B, AB, C si D* // <http://www.creeaza.com/tehnologie/electronica-electricitate/Amplificatoare-clasa-A-B-AB-C-744.php>.
7. *Lloyd-Jones D, Adams RJ, Brown TM; et al. (2010). „Heart disease and stroke statistics--2010 update: a report from the American Heart Association”. Circulation. 121 (7): e46 – e215. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192667. PMID 20019324*
8. Burke, E (ed) Precision Heart Rate Training // journal <http://www.humankinetics.com/ProductSearchInside?Login=Done&isbn=9780880117708>
9. *Poorolajal J. The global pandemics are getting more frequent and severe* (англ.) // Journal of Research in Health Sciences. — 2021. — Vol. 21, no. 1. — P. e00502. — doi:10.34172/jrhs.2021.40. — PMID 34024760
10. Both the CPU and flash clock speeds can be doubled by overclocking on some devices. CPU can be run at 160 MHz, and flash can be sped up from 40 MHz to 80 MHz.<sup>[*citation needed*]</sup> Success varies chip to chip.<sup>[*citation needed*]</sup>
11. "ESP8266 Technical Reference, Version 1.7" (PDF). Espressif Systems. Retrieved 2021-04-22.
12. "Espressif Announces ESP8285 Wi-Fi Chip for Wearable Devices". Espressif Systems. Mar 9, 2016. Retrieved 2016-07-10.
13. Brevet de invenții nr. WO2017055128, Int. cl. A61B 5/00 Dispozitiv pentru pulsoximetrie 2009-05-20
14. Brevet de invenții nr. US4653498, Int. cl. A61B 5/00 Dispozitiv pentru pulsoximetrie 1979-09-20
15. Brevet de invenții nr. B.I. nr. US20080161659, Int. cl. A61B 5/00 Sistem de senzori pentru înregistrarea, transmiterea, procesarea și reprezentarea parametrilor fiziologici. 2009-12-14

16. Brevet de invenții nr. B.I. nr. US20180160920, Int. cl. A61B 5/00 Monitor de sănătate și fitness pentru determinarea frecvenței cardiace minime. 2012-05-13
17. Brevet de invenții nr. B.I. nr. US20060074332, Int. cl. A61B 5/00 Dispozitiv pentru monitorizarea ritmului cardiac. 2006-07-04