

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

_____” _____ 2025

ELABORAREA DISPOZITIVULUI PENTRU DIRIJAREA CARTEI MEDICALE ELECTRONICE
PRIN INTERMEDIUL MODULUI NFC

Proiect de master

Student: _____ Țurcan Constantin, grupa IBM-
231M
Coordonator: _____ Magariu Nicolae, lect. univ., dr

Chișinău, 2025

ADNOTARE

La teza de diplomă cu tema: "Dezvoltarea unui dispozitiv pentru gestionarea cardului medical electronic utilizând modulul NFC".

Lucrarea de diplomă constă dintr-o introducere, trei capitole, concluzii, bibliografie care include 21 de surse, 1 anexă și 72 de pagini de text principal, care conține 28 de ilustrații, inclusiv grafice, scheme și tabele necesare pentru reprezentarea vizuală a materialului.

Cuvinte cheie: NFC, card medical electronic, automatizare, securitatea datelor, identificare.

Relevanța cercetării este determinată de necesitatea creșterii nivelului de automatizare și securitate în domeniul medical, ceea ce necesită implementarea tehnologiilor moderne pentru optimizarea lucrului cu datele medicale și creșterea comodității utilizării acestora.

Scopul lucrării este proiectarea și crearea unui dispozitiv funcțional capabil să citească, să înregistreze și să gestioneze datele cardului medical electronic utilizând module NFC. Dispozitivul trebuie să contribuie la optimizarea proceselor administrative în instituțiile medicale și să asigure un nivel ridicat de protecție a datelor pacienților.

Noutatea științifică a lucrării constă în integrarea tehnologiei NFC într-un dispozitiv compact cu funcții de securitate extinse, precum și în crearea unei interfețe intuitive care va permite gestionarea convenabilă a datelor medicale. În cadrul cercetării, sunt propuse noi metode de protecție a datelor, conforme cu cerințele moderne de securitate.

Semnificația teoretică a lucrării include analiza principiilor de funcționare a modulelor NFC, aplicarea acestora în domeniul sănătății, precum și studierea standardelor internaționale privind protecția informațiilor medicale, cum ar fi GDPR și HIPAA.

Semnificația practică a lucrării constă în dezvoltarea și implementarea cu succes a unui prototip funcțional al dispozitivului, incluzând proiectarea părții hardware și crearea software-ului asociat. O atenție deosebită este acordată testării dispozitivului în condiții reale de operare.

Astfel, lucrarea de diplomă realizată reprezintă un studiu axat pe crearea unei soluții inovatoare pentru automatizarea și protecția datelor medicale, contribuind la îmbunătățirea calității serviciilor medicale și la creșterea comodității utilizării acestora.

ADNOTATION

For the master's degree on the topic: "Development of a device for managing electronic medical cards using the NFC module".

The thesis consists of an introduction, three chapters, conclusions, a bibliography that includes 21 sources, 1 appendix, and 72 pages of main text, which contains 28 illustrations, including graphs, diagrams, and tables necessary for the visual representation of the material.

Keywords: NFC, electronic medical card, automation, data security, identification.

The relevance of the research is determined by the need to increase the level of automation and security in the medical field, which requires the implementation of modern technologies to optimize the work with medical data and increase their usability.

The objective of the thesis is to design and create a functional device capable of reading, recording, and managing electronic medical card data using NFC modules. The device should contribute to the optimization of administrative processes in medical institutions and ensure a high level of patient data protection.

The scientific novelty of the thesis lies in the integration of NFC technology into a compact device with extended security functions, as well as in the creation of an intuitive interface that will allow convenient management of medical data. The research proposes new methods of data protection that meet modern security requirements.

The theoretical significance of the thesis includes the analysis of NFC module operating principles, their application in the healthcare field, and the study of international standards regarding the protection of medical information, such as GDPR and HIPAA.

The practical significance of the thesis is reflected in the development and successful implementation of a functional prototype of the device, including hardware design and the creation of associated software. Special attention is given to testing the device under real operating conditions.

Thus, the completed thesis represents a study focused on creating an innovative solution for the automation and protection of medical data, contributing to the improvement of medical service quality and increasing their usability.

РЕЗЮМЕ

К дипломной работе на тему: «Разработка устройства для управления электронной медицинской картой с использованием NFC-модуля».

Дипломная работа состоит из введения, трех глав, заключения, библиографии, включающей 21 источник, 1 приложение, а также 72 страниц основного текста, который содержит 28 иллюстраций, включая графики, схемы и таблицы, необходимые для наглядного представления материала.

Ключевые слова: NFC, электронная медицинская карта, автоматизация, безопасность данных, идентификация.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения уровня автоматизации и безопасности в медицинской сфере, что требует внедрения современных технологий для оптимизации работы с медицинскими данными и повышения удобства их использования.

Цель работы заключается в проектировании и создании функционального устройства, способного считывать, записывать и управлять данными электронной медицинской карты с применением NFC-модулей.

Научная новизна работы заключается в интеграции технологии NFC в компактное устройство с расширенными функциями безопасности, а также в создании интуитивно понятного интерфейса, который позволит осуществлять удобное управление медицинскими данными. В рамках исследования предложены новые методы защиты данных, соответствующие современным требованиям безопасности.

Теоретическая значимость работы включает анализ принципов работы NFC-модулей, их применение в сфере здравоохранения, а также изучение международных стандартов по защите медицинской информации, таких как GDPR и HIPAA.

Практическая значимость работы выражается в разработке и успешной реализации функционального прототипа устройства, включающего проектирование аппаратной части и создание связанного программного обеспечения. Особое внимание уделено тестированию устройства в реальных условиях эксплуатации.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1. ПОНЯТИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ КАРТЫ	9
1.1. История и эволюция электронной медицинской карты	9
1.2 Технологии, применяемые в электронных медицинских картах	10
1.3 Принцип работы и архитектура NFC модулей	12
1.4 Вопросы совместимости аппаратного обеспечения с медицинскими стандартами	14
1.5 Проблемы и перспективы использования NFC в медицинских устройствах	16
1.6 Оценка состояния внедрения и использования электронных медицинских карт в Республике Молдова	17
2. РАЗРАБОТКА АППАРАТА	19
2.1 Функциональность системы	19
2.2 Программное обеспечение системы	23
2.3 Практическая реализация системы.....	24
2.4 Код Arduino: анализ и описание	27
2.5 Тестирование на макетной плате: описание процесса и результаты	31
2.6 Разработка печатной платы	33
2.6 Топология и печатный монтаж схемы.....	37
3. РАЗРАБОТКА КОРПУСА И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ	42
3.1 Моделирование корпуса для аппарата	42
3.2 Тестирование аппарата	46
3.3 Сценарии сканирования.....	47
ВЫВОД	51
БИБЛИОГРАФИЯ	53
ПРИЛОЖЕНИЕ	55

ВВЕДЕНИЕ

Электронная медицинская карта (ЭМК) — это система хранения медицинской информации в цифровом формате, которая позволяет управлять данными о здоровье пациента и обеспечивает доступ к ним для врачей и других медицинских работников. Основной целью ЭМК является упрощение обмена медицинской информацией между различными учреждениями, а также повышение точности и оперативности принятия медицинских решений. Использование ЭМК способствует значительному снижению ошибок, связанных с традиционными бумажными картами, а также упрощает хранение и передачу данных, что особенно важно в условиях растущей мобильности населения и глобализации медицинских услуг. Современные технологии, такие как беспроводная связь, облачные вычисления и искусственный интеллект, расширяют функциональные возможности ЭМК, позволяя интегрировать ее с различными устройствами и системами, такими как носимые гаджеты, диагностическое оборудование и мобильные приложения. Это обеспечивает круглосуточный доступ к данным пациентов и возможность оперативного реагирования на изменения их состояния. Кроме того, внедрение ЭМК способствует стандартизации медицинских данных, что играет важную роль в улучшении качества обслуживания, проведении медицинских исследований и разработке новых методов лечения. Автоматизация процессов позволяет снизить нагрузку на медицинский персонал, сократить время на поиск и обработку информации, а также минимизировать вероятность потери или повреждения данных. Однако, несмотря на очевидные преимущества, внедрение ЭМК сопряжено с рядом вызовов, включая обеспечение безопасности и конфиденциальности данных, необходимость соблюдения законодательных норм и стандартов, а также адаптацию медицинского персонала к новым технологиям. Важную роль играет защита информации от несанкционированного доступа и кибератак, что требует использования передовых методов шифрования и многоуровневых систем аутентификации.

Таким образом, разработка и внедрение электронных медицинских карт является важным шагом на пути к цифровизации здравоохранения, обеспечивающим повышение эффективности работы медицинских учреждений, улучшение взаимодействия между пациентами и врачами, а также повышение качества медицинских услуг в целом.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Wikipedia: Near-field Communication. Wikipedia, ©2024 [citat 15.08.2024]. Disponibil: https://en.wikipedia.org/wiki/Near-field_communication
2. Android Authority: What is NFC? Android Authority, ©2024 [citat 05.09.2024]. Disponibil: <https://www.androidauthority.com/what-is-nfc-270730/>
3. GSMArena: NFC. GSMArena, ©2024 [citat 15.09.2024]. Disponibil: <https://www.gsmarena.com/glossary.php3?term=nfc>
4. Instructables: Arduino Projects. Instructables, ©2024 [citat 25.09.2024]. Disponibil: <https://www.instructables.com/circuits/arduino/projects/>
5. Arduino: Официальный сайт. Arduino, ©2024 [citat 15.10.2024]. Disponibil: <https://arduino.ru/>
6. Mouser Electronics. Mouser Electronics, ©2024 [citat 15.10.2024]. Disponibil: <https://eu.mouser.com/?srsltid=AfmBOoo18iwqzhOqfKO3BgzmVg01L5Cv8qpChGhEd5rJpiMs05yqfJ4D>
7. Instructables: Basic Electronic Components. Instructables, ©2024 [citat 25.10.2024]. Disponibil: <https://www.instructables.com/Basic-Electronic-components/>
8. Octopart: Electronic Components Search Engine. Octopart, ©2024 [citat 05.11.2024]. Disponibil: <https://octopart.com/>
9. EasyEDA: Online PCB Design & Circuit Simulator. EasyEDA, ©2024 [citat 15.11.2024]. Disponibil: <https://easyeda.com/>
10. JLCPCB: PCB Manufacturing. JLCPCB, ©2024 [citat 15.11.2024]. Disponibil: <https://jlcpcb.com/EDA>
11. WellPCB: EasyEDA PCB Manufacturing Guide. WellPCB, ©2024 [citat 25.11.2024]. Disponibil: <https://www.wellpcb.com/blog/pcb-manufacturing/easyeda/>
12. NXP: Creative Uses for NFC Technology. NXP Semiconductors, ©2024 [citat 05.12.2024]. Disponibil: <https://www.nxp.com.cn/company/about-nxp/smarter-world-blog/BL-CREATIVE-USES-FOR-NFC-TECHNOLOGY>
13. KUMAR, Rajesh, SINGH, Amit. Near Field Communication (NFC) Technology: A Survey [online]. ResearchGate, 2015 [citat 10.02.2021]. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/276534674_Near_Field_Communication_NFC_Technology_A_Survey

14. Ebyte IoT. Understand NFC in One Article [online]. Ebyte IoT Blog, 2024 [citat 25.11.2024]. Disponibil: <https://ebyteiot.com/blogs/ebyte-iot-blog/understand-nfc-in-one-article?srsltid=AfmBOoq3YObyb92LGWieLVdFsz2PvVk9ThegtZ6EDNCqtObHuXOy47yr>
15. IEEE. Secure NFC Communication in Mobile Payments [online]. IEEE, 2021 [citat 06.10.2024]. Disponibil: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9483482>
16. NOWAK, Marta, KOWALSKI, Piotr. Mobile Payments Using NFC Technology in the Light of Empirical Research [online]. ResearchGate, 2019 [citat 15.05.2023]. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/337499615_Mobile_payments_using_NFC_technology_in_the_light_of_empirical_research
17. ScienceDirect. Arduino Applications in Mathematics [online]. ScienceDirect, 2024 [citat 25.03.2024]. Disponibil: <https://www.sciencedirect.com/topics/mathematics/arduino>
18. Fly and Wire. Technical Articles on NFC and IoT [online]. Fly and Wire, 2024 [citat 25.11.2024]. Disponibil: <https://flyandwire.com/articles/>
19. Arduino Project Hub. Official Arduino Project Hub [online]. Arduino, 2024 [citat 15.01.2024]. Disponibil: <https://projecthub.arduino.cc/>
20. IOP Science. Design and Implementation of NFC-Based Smart Security System [online]. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018 [citat 22.12.2024]. Disponibil: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/332/1/012006/pdf>
21. ALI, Ahmed, HUSSAIN, Omar. **Arduino** Multi-Authentication System Using NFC and OTP. Journal of The Korea Internet of Things Society, 2016, vol.2(3), pp. 25-30. DOI:[10.20465/KIOTS.2016.2.3.025](https://doi.org/10.20465/KIOTS.2016.2.3.025)