

Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Electronică și Telecomunicații
Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice

Admis la susținere

șef departament TSE:

Sava Lilia, conf. univ., dr.

„_____” _____ 2020

**Dezvoltarea sistemului RFID
pentru optimizarea serviciului de logistică
bazat pe tehnologia IoT**

**Разработка системы RFID
для оптимизации логистического сервиса
на основе технологии IoT**

Teză de master

Student: _____ Bejan V, gr. SCE-191M

Coordonator: _____ Jdanov V., conf. univ., dr.

Chișinău, 2020

REZUMAT

BEJAN VEACESLAV

Titlu: Dezvoltarea unui sistem RFID pentru optimizarea unui serviciu logistic bazat pe tehnologia IoT.

Structura de lucru: Introducere, 3 secțiuni, Concluzie, Bibliografie, Anexe, 30 de imagini, 9 tabele.

Cuvinte cheie: IoT; RFID, monitorizarea temperaturii în logistică; Înregistrator NFC; Interfață de comunicare RS485 cu senzori; Control acces NFC; Server web IoT.

Scopul lucrării: dezvoltarea unui sistem RFID pentru monitorizarea stării bunurilor pe baza tehnologiei IoT.

Obiectivele lucrării: efectuarea unei analize comparative a sistemelor RFID existente în logistică; dezvoltarea structurii unui sistem RFID bazat pe tehnologia IoT; selectați și justificați componentele electronice ale sistemului RFID; să dezvolte un algoritm pentru funcționarea sistemului RFID IoT; să selecteze și să justifice interfața de comunicație între elementele sistemului; să calculeze viteza sistemului RFID; calculați durata de viață a bateriei sistemului RFID; dezvolta software-ul pentru RFID loggers.

Metodele aplicate: în conformitate cu procesul de dezvoltare ASIC (Application Special Integrated Circuits), a fost utilizată o metodă de cascadă de dezvoltare a aplicației, care include: analiza, proiectarea, dezvoltarea, implementarea, testarea, evaluarea eficacității aplicației.

Rezultatele obținute : analiza logerelor RFID moderne și a sistemelor de monitorizare a temperaturii pe baza acestora a arătat necesitatea dezvoltării unui sistem RFID pentru monitorizarea stării containerelor termice în modul on-line cu un nivel ridicat de acces de securitate la informațiile stocate, a fost dezvoltat un sistem RFID bazat pe un transponder RFID NFC și o interfață RS485 MODBUS rezistentă la interferențe, viteza a fost calculată (60 msk) și durata de viață a bateriei (3,17 ani), au demonstrat promisiunea unor senzori inteligenți ca parte a sistemelor bazate pe tehnologia RFID-NFC, utilizarea interfețelor digitale RS485 industriale pentru construirea unor astfel de sisteme permite plasarea senzorilor la o distanță mare (până la 1 km) și modificați flexibil conexiunile și numărul de senzori din sistem.

АННОТАЦИЯ

BEJAN VEACESLAV

Тема: Разработка RFID системы для оптимизации логистической службы на базе технологии IoT

Структура работы: Введение, 3 Раздела, Заключение, Библиография, Приложения, 30изображений,9 таблиц.

Ключевые слова: IoT; RFID ;мониторинг температуры в логистике; NFC logger; интерфейс связи RS485 с датчиками; NFC контроль доступа ; Веб-сервер IoT.

Цель работы – разработка RFID системы мониторинга состояния грузов на базе технологии IoT .

Задачи работы: провести сравнительный анализ существующих RFID систем в логистике; разработать структуру RFID системы на основе технологии IoT; выбрать и обосновать электронные компоненты RFID системы; разработать алгоритм работы RFID системы IoT; выбрать и обосновать интерфейс связи между элементами системы; рассчитать быстродействие RFID системы; рассчитать срок службы аккумуляторной батареи RFID системы; разработать программное обеспечения RFID logger.

Применяемые методы: в соответствии с процессом разработки ASIC (Application Special Integrated Circuits) использовался каскадный метод разработки приложений, который включает: анализ, проектирование, разработку, внедрение, тестирование, оценку эффективности приложения

Полученные результаты: Проведенный анализ современных RFID loggers и систем мониторинга температуры на их основе, показал необходимость разработки RFID системы мониторинга состояния термоконтейнеров в режиме on-linec высоким уровнем безопасности доступа к хранимой информации, разработана RFID система на основе NFC RFID транспондера и помехоустойчивого интерфейса RS485 MODBUS, рассчитано быстродействие системы(60мск) и срок службы аккумулятора(3,17 года) , продемонстрирована перспективность интеллектуальных датчиков в составе систем на базе технологии RFID-NFC ,использование цифровых промышленных интерфейсов RS485 для построения таких систем позволяет размещать датчики на большом расстоянии (до 1 км) и гибко изменять подключения и количество датчиков в системе.

SUMMARY

BEJAN VEACESLAV

Title :Elaboration of RFID system for optimization of the logistics service based on IoT technology

Thesis structure : Introduction, 3 sections, Conclusion, Bibliography, Appendices, 30 images, 9 tables.

Keywords: IoT; RFID, temperature monitoring in logistics; NFC recorder; RS485 communication interface with sensors; NFC access control; IoT web server.

Thesis purpose: development of an RFID system for monitoring the condition of goods based on IoT technology.

Objectives: to perform a comparative analysis of existing RFID systems in logistics; developing the structure of an RFID system based on IoT technology; select and justify the electronic components of the RFID system; to develop an algorithm for the operation of the IoT RFID system; to select and justify the communication interface between the elements of the system; to calculate the speed of the RFID system; calculate the battery life of the RFID system; develop software for RFID loggers.

Applied methods: according to the ASIC (Application Special Integrated Circuits) development process, a cascade method of application development was used, which includes: analysis, design, development, implementation, testing, evaluation of application effectiveness.

The Obtained Results: the analysis of modern RFID loggers and temperature monitoring systems based on them showed the need to develop an RFID system for monitoring the condition of thermal containers in online mode with a high level of security access to stored information, was developed a RFID system based on an NFC RFID transponder and an interference-resistant RS485 MODBUS interface, calculated speed (60 msk) and battery life (3.17 years), demonstrated the promise of smart sensors as part of RFID-NFC technology, the use of industrial RS485 digital interfaces for the construction of such systems allows the placement of sensors at a great distance (up to 1 km) and flexibly change the connections and the number of sensors in the system.

СОДЕРЖАНИЕ

1 АНАЛИЗ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА БАЗЕ RFID IoT ТЕХНОЛОГИЙ.....	10
1.1. Обзор применения логистических информационных систем.....	10
1.2. Характеристика RFID технологии.....	12
1.3. Развитие RFID-технологии.....	16
1.4. Применение RFID в системе перевозки и складирования.....	18
1.4.1. Анализ опыта применения RFID.....	18
1.5. Технология применения RFID в логистике.....	20
1.6. Анализ применения технологии RFID для задач управления поставками и складскими ресурсами.....	22
1.7. Технология NFC RFID.....	26
1.8. Системы мониторинга температуры для оптимизации расходов в логистике.....	29
1.9. Промышленные интерфейсы связи.....	35
2. РАЗРАБОТКА RFID IoT СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТЕМПЕРАТУРЫ.....	38
2.1. Разработка структуры RFID IoT системы мониторинга температуры.....	38
2.2. Разработка алгоритма RFID IoT системы мониторинга температуры.....	40
2.3. Разработка NFC RS485 транспондера.....	42
2.4. Выбор SMART датчиков температуры.....	45
2.5. Выбор микроконтроллера.....	46
2.6. Выбор интерфейса связи и расчет скорости передачи.....	46
2.7. Разработка схемы связей NFC RFID системы мониторинга температуры.....	50
2.8. Расчет энергетических характеристик транспондера NFC.....	53
3. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ NFC RFID СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА	56
3.1. Разработка программного обеспечения.....	56
3.2. Отладка RFID NFC транспондера.....	57
ВЫВОДЫ.....	63
БИБЛИОГРАФИЯ.....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	65

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время широко используются RFID (Radio frequency identification) системы на базе технологии IoT (Интернет вещей). Внедрение таких технологий позволяет создавать эффективные информационные системы для быстрого сбора, передачи, хранения и отображения информации в различных практических приложениях, в том числе для решения транспортных задач в экосистеме IoT SMART CITY. Одной из актуальных логистических(транспортных) проблем для современного города является мониторинг состояния перевозимых грузов. Современные производители систем мониторинга предлагают широкий спектр решений - от систем видеонаблюдения до электронных сканеров груза.

Актуальность темы обоснована необходимостью on-line контроля состояния перевозимых жизненно важных грузов с целью сокращения времени реагирования на возможные неполадки, контроля прав доступа к информации о грузе и экономии затрат на транспортировку .

Целью дипломной работы является разработка экономичной и надежной RFID системы для мониторинга грузов на основе технологии IoT.

Задачи, необходимые для достижения этой цели, следующие:

1. Проведение сравнительного анализа существующих RFID систем в логистике, выявить их отрицательные и положительные стороны;
2. Разработка структуры RFID системы на основе технологии IoT;
3. Выбор и обоснование электронных компонентов RFID системы;
4. Разработка алгоритма работы RFID системы IoT;
5. Выбор и обоснование интерфейса связи между элементами системы, который позволяет увеличить количество и тип датчиков RFID системы мониторинга.
6. Расчет быстродействия RFID системы для мониторинга температурных режимов термоконтейнеров.
7. Расчет срока службы аккумуляторной батареи RFID системы для определения срока периодического обслуживания.
8. Разработка программного обеспечения RFID системы IoT.
9. Провести практическое тестирование и отладку RFID системы IoT.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Радиочастотная идентификация: новые возможности известной технологии // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. - 2006. - №2. - С. 10 -19.
2. Анализ перспектив применения технологии RFID для задач управления поставками и складскими ресурсами // Т-Comm. - 2009. - №6. - С. 36-41.
3. Технология RFID. Опыт использования и перспективные направления // Компоненты и технологии. - 2005. - №9. - С. 154-157.
4. О технологии радиочастотной идентификации RFID [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://it-programs.ru/articles/art_rfid.php
5. Smart Slaves. Disponible: <http://techgenix.com/iot-communication-protocols/>
6. Latest-microcontrollers-released-last-12-months.
Disponible: <https://iot.electronicsforu.com/expert-opinion>.
7. Slaves IoT. Disponible: <https://www.naval-technology.com/features/feature111462>.
8. Near Field Communication (NFC) Technology and Measurements [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cdn.rohde-schwarz.com>
8. Convertor RS485 XY-017. Disponible: <http://old.elearning.usarb.md/moodle/mod/resource/>
9. How to create soft Arduino. Disponible: <https://www.freestylelibre.co.uk/>
10. RFID logger. Disponible: www.ti.com
11. Arduino-library. Disponible: <https://learn.adafruit.com/adafruit-pn532-rfid-nfc/>
12. RFID. Disponibil: <https://www.digitimes.com>
13. PN532. Disponible: <http://www.semiconductors.nxp.com>
14. Датчик температуры. Disponible: <https://www.guilcor.com/ru/sonde-de-temperature-communicante-modbus-rs485/3649-sonde-de-temperature-modbus-rs485-tete-de-connexion-plastique.html>
15. ESP32. Disponible: <http://esp32.net/>
16. RS485. <https://wiringboard.com/wiki/RS-485>
17. NFC Reader PN532. Disponible: <https://www.arduino.com>