

# Дослідження технічних особливостей RFID- системи на основі Arduino

Шапарець М. С.,

email [povar.9745@gmail.com](mailto:povar.9745@gmail.com)

Кафедра ЗТ та РІ [kaf-ztri.kpi.ua](http://kaf-ztri.kpi.ua)

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» [www.kpi.ua](http://www.kpi.ua)

Київ, Україна

**Реферат**—В статті розглянуто особливості створення системи радіочастотної ідентифікації на основі програмних засобів інтерфейсу Arduino. Дана модель системи має свої технічні особливості налаштування, які характеризуються проведенням алгоритму програмування складових системи, ініціалізації та аутентифікації об'єкту на основі спеціальних міток доступу – картка та ключ. Побудована модель доступу може бути використана при ідентифікації об'єктів у спеціальних системах охорони приміщень. Визначено, що створений модуль в різних режимах функціонування має і свої технічні обмеження, який визначаються обмеженням радіусом дії, формою зчитувача та конструкцією радіочастотної мітки. Знайдено, що умовою функціонування розробленої системи радіочастотної ідентифікації є відсутність на даній робочій частоті та поблизу сканера електромагнітних завад різної природи походження.

**Ключові слова** — мітка; ідентифікація; доступ; ключ; сканер; Arduino; безпека; сигнал.

## I. ВСТУП

Технологія, яка використовує радіочастотне електромагнітне випромінювання з метою проведення запису, читання і обробки інформації на спеціальній пристрій, отримала назву радіочастотної ідентифікації (RFID). Ці системи включають в себе зчитувач, або рідер, а також радіочастотну мітку, або транспондер [1]. Рідер - це електронний пристрій для читання даних про об'єкт. В даний час найпоширенішими є зчитувачі штрих-коду. Всі ці пристрої класифікуються на дві групи: переносні і стаціонарні. Стаціонарні фіксуються на дверях, стінах, на рухомому складському обладнанні. Як правило, вони відрізняються великим радіусом дії, більшою потужністю і можуть обробляти інформацію, одночасно надходить з декількох транспондерів [2]. Разом з тим, переносні або мобільні пристрої мають меншу зону читання і вбудовану пам'ять, куди записується інформація з прочитаних міток. Зчитувачі пластикових карт і штрих-коду можна побачити в будь-якому магазині на касі. Біометричні, або зчитувачі безконтактних карт, як правило, є обов'язковим атрибутом системи контролю та управління доступом.

Система управління переміщенням продукції на базі RFID дає можливість оптимізувати транспортні та складські процеси, звести до мінімуму вплив людського фактора, скоротити тимчасові втрати, а також втрати товару під час його переміщення [3]. Використання цієї технології в роздрібній торгівлі дає можливість не тільки підтримувати необхідну кількість товару на складі, але і істотно прискорити проведення касових розрахунків. Крім того, це дозволяє захистити товар від крадіжок.

RFID зчитувач великого радіусу дії, успішно використовується для обліку автотранспорту на платних парковках і автостоянках. Радіомітки при цьому розташовуються на лобовому склі машини, а рідер - на в'їзді на територію паркування. Рідери середньої дальності добре підходять для автоматизації документообігу на підприємствах, в архівах і бібліотеках, дозволяючи значно прискорити пошук, видачу та інвентаризацію одиниць зберігання. За їхньою допомогою можна організувати і автономну роботу обладнання, і з постійним зв'язком з контролюючим комп'ютером. Оскільки RFID зчитувач може одночасно читати і записувати дані відразу з декількох міток, можна одночасно реєструвати стопку документів або книг, які перебувають в зоні його дії і вносити необхідні дані в систему автоматизації документообігу або в читацький квиток.

Що стосується переносних рідерів, вони набагато компактніше стаціонарних, а радіус дії цих пристроїв, в порівнянні зі стаціонарними, набагато менше. Крім того, у мобільних пристроїв менше потужності, тому постійно підтримувати зв'язок з об'єктом вони не здатні. Проте, вони можуть ефективно використовуватися в логістиці або в процесі автоматизації документообігу в тому випадку, коли документ або товар фізично неможливо піднести до стаціонарного обладнання. В цілому ж, використання RFID технології дозволить будь-яка сучасна компанія, що займається виробництвом і логістикою, значно підвищить продуктивність і економічну ефективність [2].

Метою роботи є розробка моделі системи радіочастотного доступу, її тестування на основі програмних особливостей архітектури Arduino, що може



слугувати підґрунтям до розроблення у подальшому системи охорони територіального об'єкту.

## II. СКЛАД СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ

RFID - мітка - мініатюрний запам'ятовуючий пристрій, який складається з мікročіпа, що зберігає інформацію, і антени, за допомогою якої мітка передає і отримує дані. Іноді RFID-мітка має власне джерело живлення (активна), але більшість міток зовнішнього живлення не потребують. У пам'яті RFID-мітки зберігається унікальний номер і інформація. Коли мітка потрапляє в зону реєстрації, ця інформація приймається RFID-зчитувачем.

Для передачі даних пасивних RFID-міток використовують енергію поля зчитувача. Накопичив необхідну кількість енергії, мітка починає передачу інформації. Дистанція реєстрації пасивних міток 0,05-8 метрів, в залежності від типу RFID-зчитувача і архітектури мітки.



Рис. 1 Модуль читання та запису карт

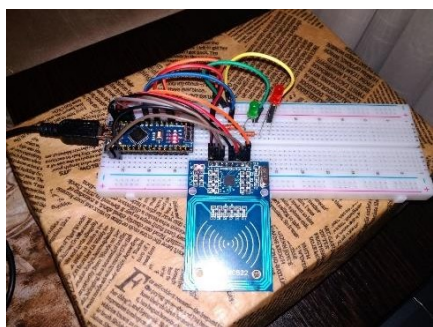


Рис. 2 Схема підключення модуля

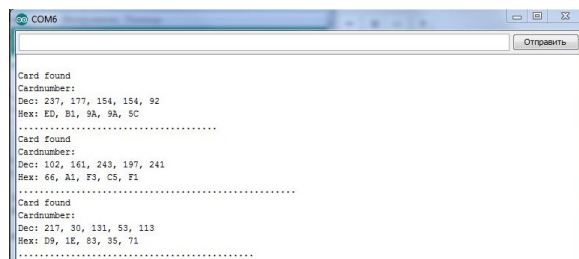


Рис. 3 Зчитування трьох різних міток

В рамках дослідження був створений пристрій на основі Arduino, який буде читати радіомаркери і карти RFID, і може бути використаний для створення системи доступу і управління цифровими виходами. На рисунку 1 зображено складові системи на основі Arduino - модуль читання і запису RFID карт 13.56 МГц з картою і брелком [4].

Модуль призначений для зчитування і запису RFID міток і побудований на базі мікросхеми RC522 (виробник NXP). [5]. Мікросхема MF RC522 підтримує MIFARE високошвидкісний безконтактний зв'язок, двосторонню швидкість передачі даних до 424 кбіт/с. Даний модуль може бути використаний для різних радіоаматорських і комерційних застосувань, у тому числі для контролю доступу, автоматичної ідентифікації, робототехніки, відстеження речей, платіжних систем тощо.

Аналізуючи модуль системи можна визначити основні способи застосування RC522:

1. Автоматичний замок для відкривання дверей, ящика, шафи.
2. Програматор для домофонних ключів.
3. Організація складського обліку (але з цим трохи складніше - потрібно закупити RFID-мітки, такі ж, як і на будь-якому товарі в сучасному магазині).

## III. ЕКСПЕРИМЕНТ

Перед початком роботи системи, мітка повинна бути нанесена або закріплена на предмет (UID картка), який необхідно контролювати. Об'єкт з міткою повинен пройти первинну реєстрацію в системі за допомогою стаціонарного або переносного зчитувача.

Для проведення експерименту в рамках статті були використані наступні складові: плата Ардуіно, зчитувач RC522, комп'ютер, дроти і бездротова RFID-мітка (рис.2).

Плата Arduino оснащена додатковим роз'ємом ICSP, який використовується для роботи по інтерфейсу SPI. Для роботи з модулем потрібно встановити бібліотеку RFID Library for MFRC522.

Після установки потрібно завантажити тестовий скетч для зчитування номера карти cardRead, включити моніторинг послідовного порту. Потім мітку потрібно піднести до рідера, відбудеться ініціалізація мітки і на моніторі з'явиться наступний запис, який показано на рисунку 3.

ТАБЛИЦЯ 1 ПІДКЛЮЧЕННЯ КОНТАКТІВ

Пін RC522	Пін Arduino
<i>RST</i>	D9
<i>SDA (SS)</i>	D10
<i>MOSI</i>	D11
<i>MISO</i>	D12
<i>SCK</i>	D13

Підключимо модуль RFID-RC522 до Arduino по інтерфейсу SPI за наведеною схемою (рис.2). Живлення модуля забезпечується напругою від 2,5 до 3,3 В. Решта виводів підключаємо до Arduino так, як показано в таблиці 1.

Аналізуючи дані таблиці 1, слід навести опис контактів: VCC - Живлення. Необхідно 3.3В; RST - Reset. Лінія скидання. Даний пін чіпляється на цифровий порт з PWM; GND – Ground, земля; MISO - Master Input Slave Output – інформація SPI; MOSI - Master Output Slave Input – інформація, SPI; SCK - Serial Clock - тактовий сигнал, SPI; NSS - Slave Select - вибір підпорядкованого в схемі, SPI; IRQ - лінія переривань.

Для того, що б дізнатися UID картки (Мітки), необхідно записати скетч в Arduino, зібрати схему, на рис.2, написати код і відкрити Консоль (Моніторинг послідовного порту), де набрати наступний лістинг коду. Лістинг коду:

```
#include <MFRC522.h>
//#include <DHT.h>
#include <RFID.h>
#define DHTPIN 2

//DHT dht(DHTPIN, DHT11)
#define SS_PIN 10
#define RST_PIN 9
RFID rfid(SS_PIN, RST_PIN);
```

Дані про номер картки зберігаються у 5 змінних і в рамках експерименту запам'ягаємо їх, щоб можна було перевірити чи зчитували їх раніше.

Продовження лістингу коду:

```
int serNum0;
int serNum1;
int serNum2;
int serNum3;
int serNum4;
int led = 2;
int led1 = 3;

void setup()
{
  Serial.begin(9600); SPI.begin();
  rfid.init();
  //dht.begin();
  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
```

```
pinMode(6, OUTPUT);
void loop()
{
  if (rfid.isCard()) {
    if (rfid.readCardSerial()) { // Порівнюємо номер картки
      з номером попередньої картки
      /* if (rfid.serNum[0] != serNum0 && rfid.serNum[1] !=
      serNum1 && rfid.serNum[2] != serNum2 &&
      rfid.serNum[3] != serNum3 && rfid.serNum[4] !=
      serNum4)*/
      {
        /* Якщо картка нова - зчитуємо*/ Serial.println(" ");
        Serial.println("Card found");
        serNum0 = rfid.serNum[0];
        serNum1 = rfid.serNum[1];
        serNum2 = rfid.serNum[2];
        serNum3 = rfid.serNum[3];
        serNum4 = rfid.serNum[4];

        //Виводимо на дисплей номер картки Serial.println("Cardnumber:");

        Serial.print("Hex: "); Serial.print(rfid.serNum[0],HEX);
        Serial.print(", "); Serial.print(rfid.serNum[1],HEX); Serial.print(", ");
        Serial.print(rfid.serNum[2],HEX); Serial.print(", ");
        Serial.print(rfid.serNum[3],HEX); Serial.print(", ");
        Serial.print(rfid.serNum[4],HEX); Serial.println(" ");
      }
    }
  }
  rfid.halt();
}
```

Коли піднесемо мітку до RFID, в консолі виведеться номер, який показано на рисунку 4.

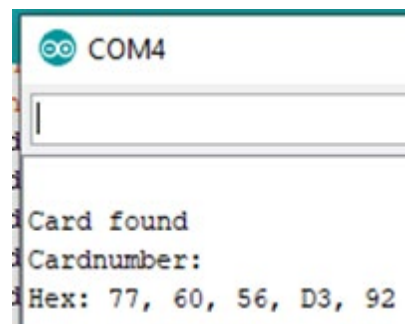


Рис. 4 Результат зчитування мітки



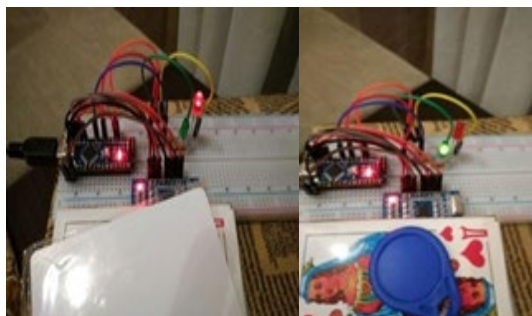


Рис. 5 Результат експерименту

ТАБЛИЦЯ 2 ПАРАМЕТРИ МЕТАЛЕВОГО ЕКРАНУ

Радіус металевого екрану	48 мм
висота	10 мм
товщина	0.4 мм

В рамках другої частини проведеного експерименту були перевірені технічні можливості розробленої RFID-системи. А саме, було перевірено можливість спрацювання системи, якщо на шляху між транспондером та зчитувачем є завади, які повинні обмежувати електромагнітні коливання. В якості тестових об'єктів були обрані активний домофонний ключ, та мітка у формі електронної картки, яка успішно пройшла процес ідентифікації. В якості перепони були використані наступні елементи – колода гральних карт, яка за товщиною приблизно відповідає радіусу дії зчитувача системи, та сталеві кришки у формі кола, яка повинна відігравати роль металевого екрану.

В результаті, виявлено, що система радіочастотної ідентифікації при використанні ключа та мітки у формі картки зчитує безперешкодно дані, якщо в якості перепони є колода гральних карт (рис.5).

Для другого режиму, коли був обраний екран, габарити металевого екрану показано в табл. 2.

Виявилось що система не може провести процедуру ідентифікації, навіть за умови того, що відстань між рідером та міткою набагато менше за допустимі 10 см (рис.6). Зазначимо, що тестовий об'єкт завади є не закритим екраном за формою.

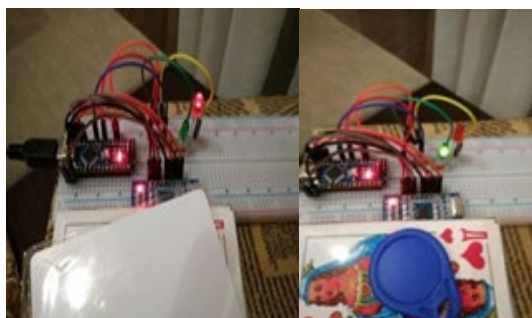


Рис. 6 Результат експерименту (2-й режим)

За результатами проведеного експерименту можна зробити висновок, що розроблена система радіочастотної ідентифікації на основі модуля Arduino потребує ідеальних умов зчитування інформації. Випадок, коли на робочій частоті 13,56 МГц є інші випромінювачі може призвести до ситуації, коли система не функціонує.

З іншого боку, відстань між зчитувачем та міткою, незалежно від типу цієї мітки, повинна забезпечуватись в умовах “прямої” видимості. Це, в свою чергу, є певним обмеженням роботи спроектованої системи і потребує у подальшому проведення удосконалення розробленого модуля ідентифікації.

Особливості технології:

- RFID-міткам не потрібен контакт або пряма видимість, дані з мітки можуть бути отримані на відстані.
- RFID-мітки читаються швидко і точно, що дозволяє виконувати велику кількість сканувань.

#### ВИСНОВКИ

В статті розглянуто особливості створення системи радіочастотної ідентифікації на основі програмних засобів інтерфейсу Arduino. Знайдено, що створена модель системи має свої технічні особливості налаштування, які характеризуються проведенням алгоритму програмування складових системи, ініціалізації та аутентифікації об'єкту на основі спеціальних міток доступу – картка та ключ. Побудована модель доступу може бути використана при ідентифікації об'єктів у спеціальних системах охорони приміщень. Визначено, що створений модуль в різних режимах функціонування має і свої технічні обмеження, який визначаються обмеженим радіусом дії, формою зчитувача та конструкцією радіочастотної мітки. Знайдено, що умовою функціонування розробленої системи радіочастотної ідентифікації є відсутність на даній робочій частоті та поблизу сканера електромагнітних завад різної природи походження.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Sandeep Lahiri. RFID. Implementation Guide. Per. from english - M.: KUDITS-PRESS. - 2007 - 312 С., III
- [2] What is an RFID reader and where is it used. URL: <https://www.wibes.ru/biznes/chto-takoe-rfid-schityvatel-i-gde-on-primenyaetsya/> (date of treatment: 03.03.2019)
- [3] RFID For Dummies© Published by Wiley Publishing, Inc. 111 River Street Hoboken, NJ 07030-5774.
- [4] Connect RFID to Arduino using RC522 and RDM3600 <https://arduino-master.ru/datchiki-arduino/podklyuchenie-rfid-k-arduino/> (date of treatment: 03.03.2019).
- [5] RFID card reading and writing module 13.56 MHz with a card and a remote control. URL: <https://www.terraelectronica.ru/product/1918691> (date of treatment: 03.03.2019).
- [6] RFID module RC522 with access card for Arduino. URL: <https://arduino.ua/prod649-rfid-modul-rc522-s-kartochkoi-dostupa-dlya-arduino> (date of treatment: 03.03.2019).

УДК 681.3.07

# Исследование технических особенностей RFID-системы на основе Arduino

Шапарец М. С.,

e-mail [povar.9745@gmail.com](mailto:povar.9745@gmail.com)Кафедра ЗТ и РИ [kaf-ztri.kpi.ua](http://kaf-ztri.kpi.ua)

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» [www.kpi.ua](http://www.kpi.ua)

Киев, Украина

*Реферат*—В статье рассмотрены особенности создания системы радиочастотной идентификации на основе программных средств интерфейса Arduino. Данная модель системы имеет свои технические особенности настройки, которые характеризуются проведением алгоритма программированием составляющих системы, инициализации и аутентификации объекта на основе специальных меток доступа - карта и ключ. Построенная модель доступа может быть использована при идентификации объектов в специальных системах охраны помещений. Определено, что созданный модуль в различных режимах функционирования имеет и свои технические ограничения, который определяется ограниченным радиусом действия, формой считывателя и конструкции радиочастотной метки. Большинство транспондеров состоит из двух частей. Первая — интегральная схема (ИС) для хранения и обработки информации, модулирования и демодулирования радиочастотного (RF) сигнала и некоторых других функций. Вторая — антенна для приёма и передачи сигнала. Считыватель имеет приемно-передающее устройство - он посылает сигнал до метки и принимает соответствующий сигнал от метки. Микропроцессор (пассивной метки), который отдает сигнал питается за счет индукционного тока с катушки или антенны, в которой производится ток, когда метка проходит через электромагнитное поле. Метки могут иметь более сложную реализацию с микропроцессором, проверяет и декодирует данные, а не просто соответствует идентификатором, а также память, хранящая данные для последующей передачи, если это необходимо. Считыватель занимается генерированием и распространением электромагнитных волн в окружающее пространство. Данный сигнал принимается RFID-меткой, которая создает обратный сигнал, улавливающийся антенной считывающего устройства, затем полученная информация расшифровывается и обрабатывается электронным блоком. Объект, оснащенный RFID-меткой, идентифицируется с помощью уникального цифрового кода, который хранится в памяти электронной метки. К примеру, можно в считанные секунды получить индивидуальные данные пользователя или идентификационный номер того или иного товара. Найдено, что условием функционирования разработанной системы радиочастотной идентификации является отсутствием на данной рабочей частоте и вблизи сканера электромагнитных помех различной природы происхождения.

*Ключевые слова* - метка; идентификация; доступ; ключ; сканер; Arduino; безопасность; сигнал.



UDC 681.3.07

# Research of Technical Features of the Arduino Based RFID System

M. S. Shaparets,

e-mail [povar.9745@gmail.com](mailto:povar.9745@gmail.com)

Department of ZT and RI [www.kaf-pe.kpi.ua](http://www.kaf-pe.kpi.ua)

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» [www.kpi.ua](http://www.kpi.ua)

Kyiv, Ukraine

**Abstract**—In the article the features of creation of the system of radio frequency identification on the basis of Arduino interface software are considered. This model of the system has its own technical features of the configuration, characterized by the implementation of the algorithm of programming the components of the system, initialization and authentication of the object on the basis of special access tags - a card and a key. The constructed access model can be used to identify objects in special security systems. It is determined that the created module in various operating modes has its technical limitations, which are determined by the limited radius of action, the form of the reader and the design of the radio frequency tag. Most transponders consist of two parts. The first is an integrated circuit (IC) for storing and processing information, modulating and demodulating a radio frequency (RF) signal and some other functions. The second is an antenna for receiving and transmitting a signal. The reader has a transmitting device-it sends a signal to the label and receives the corresponding signal from the label. The microprocessor (passive label) that sends the signal is powered by the induction current from the coil or an antenna in which the current is produced when the label passes through the electromagnetic field. Labels may have a more complicated implementation with a microprocessor that checks and decodes the data, and not simply matches the identifier, as well as the memory that stores the data for the next transmission, if necessary. The reader is engaged in the generation and propagation of electromagnetic waves into the surrounding space. This signal is received by an RFID tag, which creates a feedback signal picked up by the reader's antenna, then the received information is decoded and processed by the electronic unit. An object equipped with an RFID tag is identified using a unique digital code that is stored in the memory of the electronic tag. For example, you can get individual user data or the identification number of a product in a matter of seconds. It was found that the condition of functioning of the developed system of radio frequency identification is the absence at the given operating frequency and near the scanner of electromagnetic interference of different nature of origin.

**Keywords** — *Tag; Identification; Access; Key; Scanner; Arduino; Security; Signal.*

