

УДК 004.8+65.05+681.5

С. С. РОМАНЧУК, студент;

А. В. ПАТРИКЕЙ, студент;

Ю. В. ШЕМЧУК, студент,

Р. М. БАСЕНКО,

Державний університет телекомунікацій, Київ

Прототип управління електроприладами за допомогою модуля GSM та пристроїв ARDUINO

Розробка технологій дистанційного керування швидко набуває розмаху завдяки розвитку сучасних комунікаційних технологій. У статті запропоновано прототип інструменту управління електроприладами через SMS за допомогою модуля GSM. Вибір протоколу GSM зумовлено тим, що він не залежить від платформи мобільних пристроїв. У цій статті використано GSM SIM 900 та платформу Arduino для керування релейним модулем. Релейний модуль продемонстрував здатність працювати, виконуючи команди, які передавались через SMS та мобільний пристрій, котрі згодом отримували відповіді щодо виконуваних команд. Реле працювало згідно з наказами, відправленими із вхідного рядка. Було також отримано відповіді на раніше подані команди.

Ключові слова: Arduino; модуль GSM; контроль електроприладів; SMS.

Вступ

Arduino — це платформа з відкритим вихідним кодом, створена для швидкої та легкої розробки різноманітних електронних пристроїв. Arduino може отримувати дані про навколишній світ завдяки датчикам і реагувати, керуючи подачею світла, діяльністю моторчиків та інших механізмів, оснащених приводами. Мікроконтролер на платі програмується за допомогою мови програмування Arduino та середовища розробки Arduino. Для програмування не потрібен програматор (програма «зашивається» через порт USB). Щоб почати роботу, знадобиться тільки сама плата Arduino та комп'ютер зі встановленим середовищем розробки Arduino.

Існує безліч інших мікроконтролерів і мікропроцесорних пристроїв, призначених для програмування різних апаратних засобів: Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Phidgets, MIT's Handyboard тощо. Усі ці пристрої пропонують схожу функціональність і покликані звільнити користувача від необхідності заглиблюватися в другорядні деталі внутрішнього устрою мікроконтролерів, надавши йому простий і зручний інтерфейс для їх програмування. Arduino не лише спрощує процес роботи з мікроконтролерами, а й надає низку перелічених далі переваг для викладачів, студентів і радіоаматорів.

• **Низька вартість.** Порівняно з аналогічними апаратними платформами плати Arduino виграють щодо вартості: готові модулі Arduino коштують не більш як 50 дол. США, а можливість зібрати плату вручну дозволяє максимально заощадити кошти.

• **Кросплатформовість.** Програмне забезпечення Arduino працює на операційних системах Windows, Macintosh OSX і Linux, тоді як більшість таких систем зорієнтовано на роботу тільки у Windows.

• **Просте й зручне середовище програмування.** Середовище програмування Arduino зрозуміле навіть для початківців, але водночас досить гнучке для просунутих користувачів. Воно будується на середовищі програмування Processing, що особливо зручно для викладачів. Адже студенти, які вивчають програмування в середовищі Processing, зможуть легко опанувати Arduino.

• **Розширюване програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом.** Відкритий вихідний код дає змогу досвідченим програмістам змінювати й доповнювати його. Можливості мови Arduino підлягають розширенню за допомогою C++ бібліотек. Завдяки тому, що в основу вихідного коду покладено мову AVR C, просунуті користувачі, що бажають розібратися в технічних деталях, можуть легко перейти з мови Arduino на C або вставляти ділянки AVR-C коду безпосередньо в програми Arduino.

• **Розширюване відкрите апаратне забезпечення.** Пристрої Arduino побудовано на базі мікроконтролерів Atmel ATmega8 і ATmega168. А оскільки всі схеми модулів Arduino опубліковано згідно з ліцензією Creative Commons, досвідчені інженери й розробники можуть створювати свої версії пристроїв на основі існуючих. І навіть звичайні користувачі можуть збирати дослідні зразки Arduino для кращого розуміння принципів їх роботи та заощадження коштів.

Arduino — апаратна обчислювальна платформа, головними компонентами якої є проста плата введення-виведення та середовище розробки мовою Processing/Wiring. Arduino може використовуватися для створення автономних інтерактивних об'єктів, а також слугувати для підімкнення до програмного забезпечення, що виконується на комп'ютері (наприклад, Adobe Flash, Processing, Max, Pure Data, SuperCollider).

На концептуальному рівні всі плати програмуються через RS-232 (послідовне з'єднання), але реалізація цього способу різниться від версії до версії. Плата Serial Arduino містить просту інвертувальну схему для конвертації рівнів сигналів RS-232 у рівні TTL (транзисторно-транзисторна логіка), і навпаки. Поточні розсилаючі плати, наприклад Diecimila, програмуються через USB, що здійснюється завдяки мікросхемі конвертера USB-to-Serial FTDI FT232R. За версією платформи Arduino Uno у ролі конвертера використовується мікроконтролер Atmega8 у SMD-корпусі. Це рішення дозволяє програмувати конвертер так, аби платформа відразу визначалася як миша, джойстик або інший пристрій на розсуд розробника з усіма необхідними додатковими сигналами управління. У деяких варіантах, таких як Arduino Mini або неофіційна версія Boarduino, для програмування потрібне під'єднання окремої плати USB-to-Serial або кабелю.

Плати Arduino дозволяють використовувати більшу частину I/O висновків мікроконтролера в зовнішніх схемах. Наприклад, у платі Diecimila доступні 14 цифрових входів/виходів, шість з яких можуть видавати ШІМ сигнал, і шість аналогових входів. Згадані сигнали доступні на платі через контактні площинки або штирові роз'єми. Доступні також кілька видів зовнішніх плат розширення — так званих shields (щити), які приєднуються до плати Arduino через штирові роз'єми.

Інтегроване середовище розробки Arduino — це кросплатформовий додаток на Java, що включає в себе редактор коду, компілятор і модуль передачі прошивки в плату.

Середовище розробки спирається на мову програмування Processing і спроектоване для програмування новачків у справі розробки програмного забезпечення. Мова програмування аналогічна використовуваній у проекті Wiring. Строго кажучи, це мова C++, доповнена деякими бібліотеками. Програми обробляються із застосуванням препроцесора, а далі компілюються за допомогою AVR-GCC (найменування набору розповсюджуваних за ліцензією GPL, LGPL пакетів програм, необхідних у разі компіляції з вихідних текстів виконуваного коду програм для процесорів AVR).

Оригінальні плати Arduino виробляє Smart Projects. Нині доступні 15 версій плат.

Документація, прошивки та креслення Arduino поширюються за ліцензією Creative Commons Attribution ShareAlike 2.5 і доступні на офіційному сайті Arduino. Рисунок друкованої плати для деяких версій Arduino також доступний. Вихідний код для інтегрованого середовища розробки та бібліотек опубліковано, і він доступний за ліцензією GPLv2.

Як основу для нашого прототипа ми використали Arduino UNO — одну з найпопулярніших версій, яку створено на основі мікроконтролера ATmega328.

Модуль GSM для Arduino дозволяє виходити в Інтернет через безпроводову мережу GPRS. Для цього достатньо просто під'єднати модуль до плати Arduino, вставити SIM-карти оператора, що надає послугу GPRS, і виконати кілька простих дій. До того ж ця плата дозволяє здійснювати голосові дзвінки (у такому разі знадобиться зовнішній динамік і невелика схема для під'єднання мікрофона), а також приймати і отримувати SMS-повідомлення.

Як GSM модуль ми використали GSM модуль від компанії SimCom — SIM900 GPRS/GSM. Модуль являє собою чіпсет SIM900 з усім необхідним оснащенням, включаючи тримач SIM-картки, вихід для антени, роз'єм для навушників і мікрофон. Цей модуль може спілкуватися з мікроконтролером за допомогою AT команд (GSM 07.07, 07.05 і розширені команди SIMCOM). Підтримує програмне ввімкнення/вимкнення і скидання. У межах міста стійко ловить сигнал і без антени.

Основні характеристики GSM модуля SIM900E: два діапазони GSM 900/1800 МГц (частота роботи визначається при вставленій SIM-картці), управління AT командами, клас потужності 4 (2 Вт у діапазонах 900 МГц), клас потужності 1 (1 Вт у діапазонах +1800 МГц). Основними параметрами даного модуля є управління AT командами. Усі команди поділяються на базові, так звані S-команди і розширені. Практично всі команди працюють у трьох режимах — тестовому, читання і запису. Головне призначення сигналізації — відправлення SMS повідомлень, причому для нас важливо, аби відправлення повідомлень здійснювалось російською мовою.

SIM900E підтримує два режими відправлення повідомлень: текстовий режим (у цьому режимі всі літери кодується в ASC2 форматі, відправлення повідомлень здійснюється тільки латиницею) і режим PDU — спеціальний режим, коли повідомлення кодується hex кодом і обрамляється спеціальними параметрами, такими як довжина повідомлення, довжина номера, інтернаціональний формат номера тощо. При кодуванні поточної інформації в цьому режимі використовують формат UCS2 — аналог формату Unicod16.

Релейний модуль — це дуже практичний модуль для використання як основного реле комутатора для чотириканального проекту на базі електронної схеми з мікроконтролером. Цей модуль може вмикати/вимикати різні електронні пристрої. Для нашого прототипа ми скористались релейним модулем RM540C. У цього модуля максимальний струм становить 7 А для кожного вхідного каналу.

Конструювання прототипа складається з двох етапів: проектування та програмування схеми SMS-контролера та мікроконтролера.

Блок-схему системи наведено на рис 1.



Рис. 1. Блок-схема прототипа управління електроприладами за допомогою модуля GSM і Arduino

SIM900 GPRS/GSM модуль буде з'єднано Rx/Tx виходами на Arduino. SIM900 GPRS/GSM модуль буде використано з метою приймання і передавання текстових повідомлень для мобільного пристрою. Релейний модуль RM540C буде також приєднано до входів/виходів Arduino. Релейний модуль отримуватиме команди від Arduino для перемикання реле.

Схему контролера SMS подано на рис. 2.

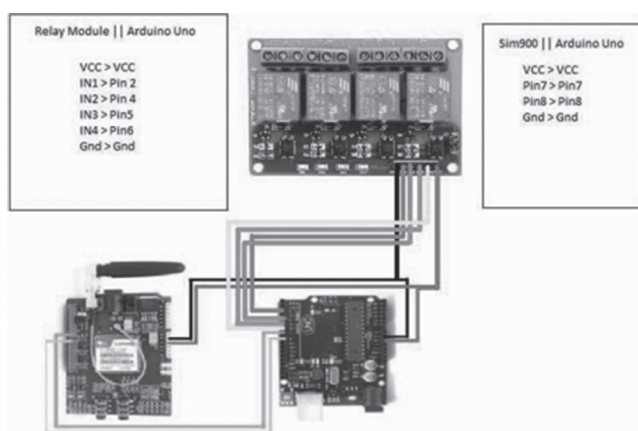


Рис. 2. Взаємозв'язок релейного модуля та пристроїв Arduino

Програмування мікроконтролера використовується для запису програмного коду, який інтерпретуватиме вхідний рядок, отриманий від SIM900 GPRS/GSM модуля для перемикання стану реле згідно з поданою командою. Програмний код відсилатиме AT команди для SIM900 GPRS/GSM модуля, який, у свою чергу, відправлятиме SMS-повідомлення у відповідь на команди, прийняті на мобільний пристрій, з якого приходять команди.

Для полегшення програмування мікроконтролера було використано бібліотеку GSM.

Ця бібліотека з'явилася в Arduino IDE, починаючи з версії 1.0.4.

За допомогою встановленого модуля GSM для Arduino згадана бібліотека дозволяє виконувати більшість основних операцій, що здійснюються GSM-телефоном: працювати з голосовими викли-

ками, відправляти (отримувати) SMS, а також під'єднуватись до мережі Інтернет через GPRS.

GSM модуль містить модем, який транслює в GSM-мережу дані, що надходять до нього через послідовний порт. Усі операції виконуються модемом у вигляді послідовності AT-команд. Для поліпшення читабельності коду бібліотека абстрагує низькорівневі функції, що працюють із модемом і SIM-карткою. GSM-модем взаємодіє з Arduino через послідовний інтерфейс з використанням бібліотеки SoftwareSerial.

Кожна виконувана модемом команда, як правило, є фрагментом послідовності команд, спрямованих на виконання будь-якої функції. Бібліотеку GSM спроектовано з урахуванням цього, і вона здатна приймати/повертати інформацію на будь-якому етапі виконання послідовності команд.

Функціональність бібліотеки GSM досить широка, тому вона включає в себе кілька різних класів.

- **Клас GSM** — відповідає за управління радіо-модемом. Цей клас містить низькорівневі функції для підімкнення та реєстрації плати розширення в GSM-мережі. Примірник цього класу повинен бути оголошений у всіх програмах, що використовують GSM/GPRS.

- **Клас GSMVoiceCall** — відповідає за голосові виклики.

- **Клас GSM_SMS** — відповідає за відправлення та отримання SMS-повідомлень.

- **Клас GPRS** — відповідає за підімкнення до Інтернету.

- У класі **GSMClient** міститься реалізований клієнт, подібний до клієнта в бібліотеках Ethernet і WiFi.

- **Клас GSMServer** включає в себе реалізований сервер, подібний до сервера в бібліотеках Ethernet і WiFi.

- Бібліотека містить безліч допоміжних класів, таких як GSMScanner, GSMModem і т. ін.

Розробники доклали всіх зусиль для того, аби бібліотека GSM була максимально сумісна з бібліотекою Ethernet. Завдяки цьому перенесення коду, що використовує бібліотеки Ethernet або WiFi, на Arduino з GSM-модулем має бути доволі просте. Утім для запуску програм, написаних для Ethernet, на GSM-модулі дуже непросто скопіювати код. Для цього можуть знадобитися певні зміни в програмі (підімкнення бібліотек GSM і GPRS, отримання від провайдера налаштувань мережі і т. ін.)

Наш прототип складається з керуючого компонента — мікроконтролера Arduino, шлюзу SMS, роль якого відіграє модуль SIM900 GPRS/GSM, а також виконавчого компонента — модуля реле RM540C, який вмикає/вимикає під'єднані до нього електроприлади. Робочий принцип полягає в тому, що Arduino отримує вхідний рядок у текстовому вигляді з мобільного пристрою через SMS-шлюз.

Зрештою Arduino обробить отриману інформацію і буде контролювати виконавчий пристрій (у нашому випадку — реле) згідно з отриманими командами.

Висновки

◆ На базі апаратно-обчислювальної платформи Arduino можна спроектувати величезну кількість різноманітних приладів. Наприклад, розроблений нами прототип продемонстрував здатність працювати саме так, як і очікувалось.

◆ Використовуючи модуль SIM900 GPRS/GSM та Arduino, можна спроектувати керований за допомогою SMS, релейний модуль.

◆ Прототипи, подібні до нашого, можуть бути застосовані для управління різноманітним електричним обладнанням.

Список використаної літератури

1. **Алерайш А.** *Design and Implementation of Home Automation System* // IEEE Transactions on Consumer Electronics. 2004. Т. 50. № 4. С. 1087–1092.

2. **Норіюкі Каварадзакі, Тадаші Йосідоме.** *Remote Control System of Home Electrical Appliances Using Speech Recognition VIII Міжнар. конф. IEEE з автоматизації науки і технологій Інженерії, Сеул, 2012.* С. 761–764.

3. **Марголіс Майкл.** *Arduino Cookbook, 2nd ed., США, 2011.*

4. [http://simcom.ee/modules/GSM-gprs/sim900/SIMCOM Wireless Solutions](http://simcom.ee/modules/GSM-gprs/sim900/SIMCOM_Wireless_Solutions).

5. <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction> Arduino Introduction.

Рецензент: доктор техн. наук, доцент **С. І. Отрох**, Державний університет телекомунікацій, Київ.

С. С. Романчук, А. В. Патрикей, Ю. В. Шемчук, Р. Н. Басенко

ПРОТОТИП УПРАВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИБОРАМИ ПРИ ПОМОЦІ МОДУЛЯ GSM И ARDUINO

Разработка технологий дистанционного управления быстро растет вместе с развитием коммуникационных технологий. В данной работе предлагается прототип инструмента управления электроприборами через SMS при помощи модуля GSM. Протокол GSM был выбран, поскольку он не зависит от платформы мобильных устройств. В данной работе были использованы GSM SIM 900 и Arduino для управления релейным модулем. Релейный модуль работал в соответствии с командами, передаваемыми через SMS и мобильное устройство, которое затем получало ответы по командам. В целях тестирования десять различных типов входящей строки были обработаны как контрольная команда. Реле работало в соответствии с приказами, отправляемыми из входной строки. Также были даны ответы от ранее предоставленных команд.

Ключевые слова: Arduino; модуль GSM; контроль электроприборов; SMS.

S. S. Romanchuk, A. V. Patrykei, Yu. V. Shemchuk, R. M. Basenko

ELECTRICAL APPLIANCES CONTROL PROTOTYPE BY USING GSM MODULE AND ARDUINO

The development of remote control technology has grown rapidly along with the development of communication technology nowadays. The simplest communication technology available is by using GSM protocol. In this paper, a prototype of electric appliance control tool via SMS by using GSM is proposed. GSM protocol was chosen because it does not depend on mobile devices' platform. GSM SIM 900 and Arduino for controlling a relay module were utilized here. Relay module worked in accordance with orders given through SMS and the mobile device then received the feedback of the command. For testing purpose, ten different types of input string as a command control was proceed. Relay worked according to orders sent from the input string submitted and feedback messages from the command given previously was provided.

The control of electrical appliance by using mobile devices is the basic concept of a Smart Home because it can connect a variety of devices just by using heterogeneous communication protocols.

Communication technology involving mobile devices and machines is growing rapidly in both industrialized and globalized world. The communication technology is typically used for controlling and monitoring. The communications protocols used in current technology includes internet protocol, GSM, and small-sized digital radio with low power protocols. Selection of the protocol depends on the tools that we want to monitor or control, cost, effectiveness, as well as the distance of communication. In this paper a prototypes of electric appliance control with via SMS using GSM protocol was proposed.

There was a research on the remotely control system to the home electric appliances by using voice recognition. Communication was done in these studies by using multiple Programmable Micro Remote Controller (PMRC). There were also studies that controlled some equipment in hospitals by using Infrared Remote (IR) Controller. In addition, there are some studies that use computer networks to conduct controlling and monitoring.

Here we designed a prototype to control electrical appliance via SMS using GSM SIM module 900 and Arduino. Controlling is done by a relay module via SMS controller. In addition, the controller also sends status messages from the relays. Electrical equipment settings via SMS was design in order to make the setting does not depend on spesific platform of mobile devices.

Keywords: Arduino; GSM module; electrical appliances control; SMS.