

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДЖЕРЕЛОМ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено методи перетворення та комутації електричної енергії, освоєно принципи об'єктивного спостереження та управління джерелами живлення за допомогою мікропроцесорних систем. Визначено основні вимоги для безпечної експлуатації та довготривалого часу роботи таких джерел.

Ключові слова: безперебійник, комутація, мікроконтролер, розумний будинок, бездротова передача, протокол.

Abstract

The methods of transforming and switching of electricity had been reached, were mastered the principles of objected observation and control of power sources using microprocessors systems. Were declared main rules for safe use and long term operation such sources.

Keywords: uninterrupter, commutation, microcontroller, smart home, wireless transmission, protocol.

Вступ

Внаслідок ракетних ударів по енергетичних об'єктах, українська енергосистема не може забезпечити нормальне електропостачання по всій території України. В умовах постійного відключення електроенергії стали просто незамінними станції автономного живлення, які можуть впродовж деякого проміжку часу підтримувати електропостачання побутових електроприладів. Проте такі станції все ще є досить недешевими та обмеженими у використанні, а більшість із них потребують постійного контролю зі сторони користувача. До того ж вони обмежені досить вузькою сферою застосування, та невеликою кількістю вихідних портів.

Метою даного дослідження є розробка інтелектуальної системи контролю стану живлення електричних пристроїв в житловому будинку при наявності та відсутності мережевої напруги з можливістю управління кожним з вихідних портів через сервер за допомогою wi-fi пристроїв.

Результати дослідження

Визначення потужності та ємності акумулятора.

В середньому для комфортного життя людей в будинку необхідно жити такі прилади, як ноутбук, телефон, холодильник, чайник, електроплита, лампа. Кожен з приладів має свою потужність та приблизний час експлуатації протягом доби:

Ноутбук – 100 ват – три години.

Телефон (три штуки) – 60 ват – одна година.

Холодильник – 500 ват – чотири години.

Чайник – 500 ват – пів години.

Електроплита (дві штуки) – 1000 ват – три години.

Лампа (п'ять штук) – 100 ват – шість годин.

У випадку повного відключення світла протягом дня необхідно жити всі ці пристрої від акумулятора, відповідно ємність акумуляторної збірки для даної задачі повинна становити не менше 6210 ват/годин.

Загалом система повинна мати тринадцять вихідних портів, десять з яких для напруги 220 вольт та три для регульованої напруги 5-20 вольт для заряджання мобільних телефонів за допомогою технології Quick Charge.

Визначення силових частин пристрою.

Для зарядки акумулятора необхідно встановити понижуючий DC-DC перетворювач, який

зменшити напругу мережі до необхідних 48 чи 24 вольт. Також потрібно використовувати плату BMS з технологією балансування, яка буде перевіряти стан кожної з комірок акумулятора та вирівнювати їхню напругу, а також не дасть акумулятору перезарядитися та розрядитися нижче норми, оскільки це шкідливо для акумулятора.

Для виходів з напругою 220 вольт необхідно встановити інвертори потужністю не нижче п'ятиста ват, кількістю десять штук. Для виходів під зарядку мобільних пристроїв необхідно підключити три модулі Quick Charge.

Розрахунок параметрів модулів керування системою.

Система управління буде складатися з кількох модулів, таких, як головна плата, плата вольт-амперметра, симісторна плата стабілізації, релейна плата, плата wi-fi модуля. На кожному з модулів буде встановлено власний мікроконтролер. Взаємодію між мікроконтролерами буде реалізовано за допомогою інтерфейсу USART, оскільки він в асинхронному режимі використовує лише дві ноги мікроконтролера, є надійним та простим, та протоколу Modbus, також необхідно додати на головну плату можливість взаємодії з мікроконтролером за допомогою інтерфейсів SPI та I2C. Кожен з мікроконтролерів повинен мати вбудований таймер та систему апаратних переривань

Пристрій, що розробляється буде містити блок стабілізації напруги, підключений до двох вихідних портів для захисту слабких пристроїв від надмірно низької чи високої напруги. Для цього необхідно вимірювати вхідну вихідну напругу та струм на виході стабілізаторів, в такому випадку повинні бути задіяні три канали АЦП на кожному з портів, тобто на двох портах шість каналів. Окрім цього необхідно вимірювати напругу мережі та струм на кожному з виходів для аналізу споживання напруги кожним із підключених пристроїв. В загальному контролер плати вольт-амперметра повинен мати не менше двадцяти незалежних каналів АЦП розрядністю не менше шістнадцяти біт. Мікроконтролер для модуля вольт-амперметра повинен мати блок DMA для швидкої роботи, щоб не завантажувати CPU переписуванням значень з АЦП. Структуру АЦП та DMA представлено на рис.1.

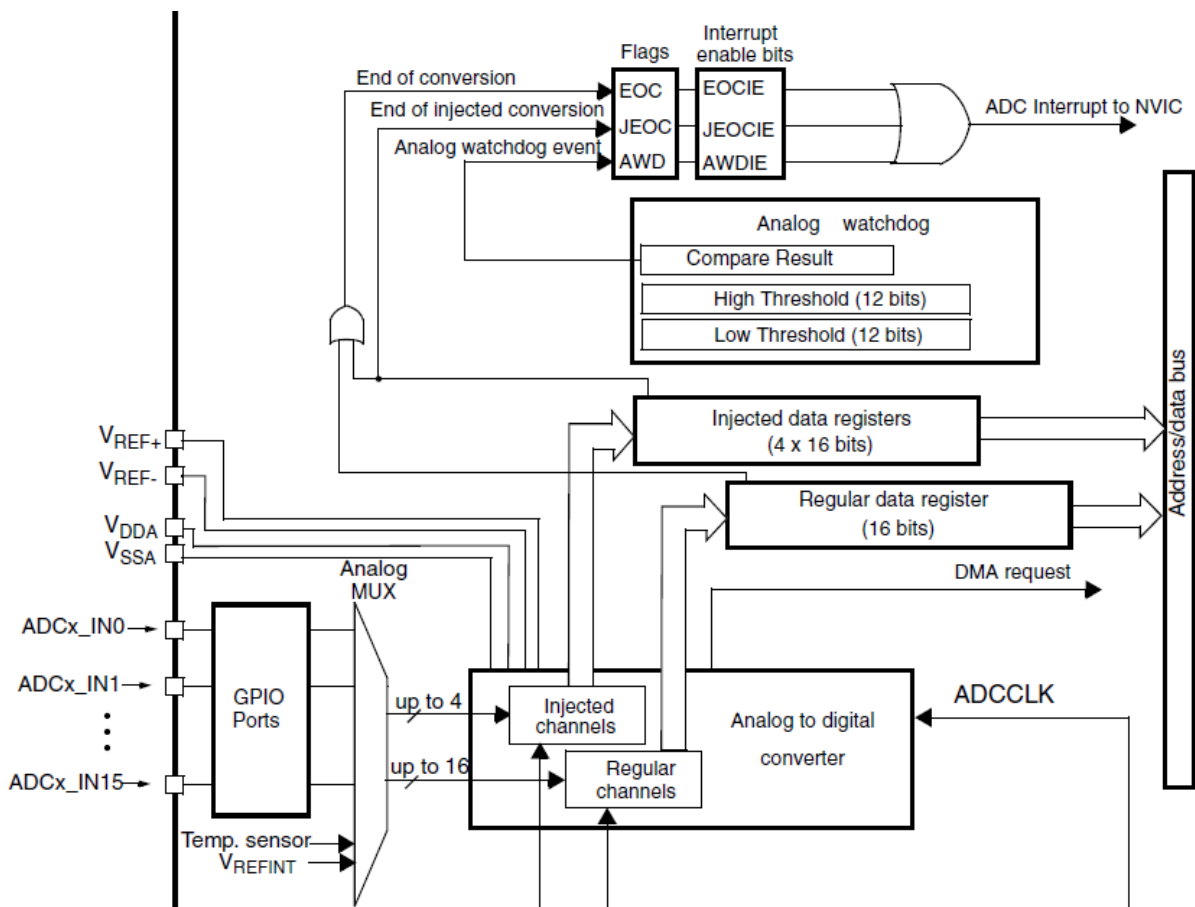


Рисунок 1 – Структура АЦП мікроконтролера ARM сімейства STM32

Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) зазвичай використовуються в усіх сучасних системах. Основна робота АЦП полягає в перетворенні аналогового сигналу в цифровий двійковий сигнал. Чому цифровий сигнал? Причина в тому, що цифрові дані легко обробляти, зберігати та передавати [1].

Стабілізація буде виконуватися шляхом перемикання обмоток підключеного автотрансформатора. Комутація буде здійснюватися за допомогою симісторів, наприклад ВТА16, оскільки стабілізатори не будуть розраховуватися на велику потужність – близько двох кіловат, та напругу меншу двохсот вольт.

Оскільки мережева напруга залишається в межах ста п'ятдесяти – двісті шістдесяти вольт, а величина одного ступеню при перемиканні складатиме сім вольт, то для даного діапазону необхідно шістнадцять ступенів перемикання. Один симісторний блок буде мати два плеча, в кожному з яких одночасно будуть вмикатися два симістори, отже для шістнадцяти ступенів необхідно у два рази менше, тобто вісім симісторів, а для двох блоків – шістнадцять симісторів.

Кожен з вихідних портів буде підключено через блок релейних модулів (тринадцять релейних елементів), також через даний блок буде подано вхідну напругу зарядки акумулятора (один релейний елемент) та лінію перемикання вихідної напруги між мережею та акумулятором (два релейних елементи), отже потрібно шістнадцять елементів реле.

Оскільки струм та напруга виходів типових мікроконтролерів досить низька, необхідно керування симісторами та реле здійснювати через транзистори. Найкращим варіантом будуть MOSFET транзистори, оскільки симістори і реле є дискретними елементами.

Для безпечного керування необхідно між мережею та блоком управління реалізувати гальванічну розв'язку, наприклад вмикати реле та симістори через оптрони, такі, як МОС3061.

Живлення кожної з плат управління буде спільне з одного імпульсного блоку живлення.

Дешеві радіоелементи, такі, як резистори, діоди, конденсатори і т.п. на даному етапі не розраховувались.

Відображення поточної інформації та задання параметрів користувачем буде здійснюватися з головної плати через сенсорний НМІ дисплей за допомогою USART.

Передача даних на сервер відбуватиметься за допомогою плати wi-fi модуля ESP8266 або ESP32, встановленої в режим точки доступу, або робочої станції, з AVR мікроконтролером, в який буде записано необхідну web сторінку.

ESP8266EX має антенні перемикачі, РЧ балансир, підсилювач потужності, фільтри та модулі керування живленням. Компактний дизайн мінімізує друковану плату і вимагає мінімальних зовнішніх схем. Окрім функцій Wi-Fi, ESP8266EX також вміщує 32-розрядний процесор Tensilica серії L106 Diamond і вбудовану SRAM. До нього можна підключити зовнішні датчики та інші пристрої через порти введення/виведення. Набір для розробки програмного забезпечення надає приклади кодів для різних програм [2].

Висновки

Дана система буде складатися з акумулятора ємністю понад 6210 ват/годин, системи BMS з функцією балансування, DC-DC перетворювача та десяти інверторів потужністю понад 500 ват.

Управління буде здійснюватись за допомогою таких модулів: головної плати управління з користувацьким інтерфейсом у вигляді сенсорного дисплею, пристрою wi-fi ESP32/ESP8266 для передачі даних на сервер, плати вимірювання напруги та струму з двадцятьма незалежними каналами АЦП та блоком DMA, релейної плати комутації з шістнадцятьма елементами реле, двох блоків стабілізації з автотрансформаторами, які управляються через симістори та працюють в діапазоні 150-260 вольт з кроком 7 вольт.

Зв'язок між платами буде реалізовано за допомогою інтерфейсу USART та протоколу Modbus.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Counter-Type Analog-to-Digital Converter (ADC). [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : <https://www.geeksforgeeks.org/counter-type-analog-to-digital-converter-adc/> – Назва з екрану.
2. ESP8266EX Datasheet. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf – Назва з екрану.

Попов Богдан Олександрович — студент групи ІАКІТ-196, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bpopov570@gmail.com

Барабан Марія Володимирівна — доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Popov Bogdan — Department of Intellectual Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : bpopov570@gmail.com

Baraban Mariya V. — Docent of Automation and Intellectual Information Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia