

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СМАРТ-СИСТЕМИ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Розроблено смарт-систему моніторингу параметрів вітроенергетичної установки, яка дозволяє відслідковувати швидкість обертання вітроколеса, швидкість повітряного потоку та генеровані напругу і струм. Також проведено перевірку працездатності даної системи в лабораторних умовах.

Ключові слова: вітроенергетична установка, смарт-система, моніторинг.

Abstract

There had been developed of a smart system of wind turbine which allows to provide the monitoring of the mechanical parameters such as the speed of air flow, rotation speed of the wind wheel, and the generated voltage and current. Also verified performance of the system in the laboratory.

Keywords: wind turbine, smart system, monitoring.

Вступ

Останнім часом вітроенергетика набуває все більшого поширення та розвитку. Це пов'язано з тим, що вона є невід'ємною складовою світового енергетичного тренду – збільшення кількості альтернативних джерел енергії. Причому увага науковців прикута вже не лише до природних вітрів, а і до таких, що створюються, наприклад, залізничними потягами [1].

Для експлуатації вітроенергетичної установки потрібно контролювати ряд параметрів, які забезпечують стійку та безпечну роботу всієї системи. Дану задачу виконує смарт-система ВЕУ, яка вимірює дані параметри та передає на панель оператора. Потрібно вимірювати наступні важливі параметри:

- Швидкість вітру.
- Швидкість обертання вітроколеса.
- Напругу на затискачах генератора.
- Струм, що споживається.
- Потужність, що виробляється.

Вибір апаратного забезпечення

Проаналізувавши існуюче апаратне забезпечення за основу було взято Arduino Nano.

Для вимірювання швидкості обертання вітроколеса та швидкості вітру використовуються датчики Холла А3144.

Для вимірювання напруги на затискачах генератора використаний подільник напруги.

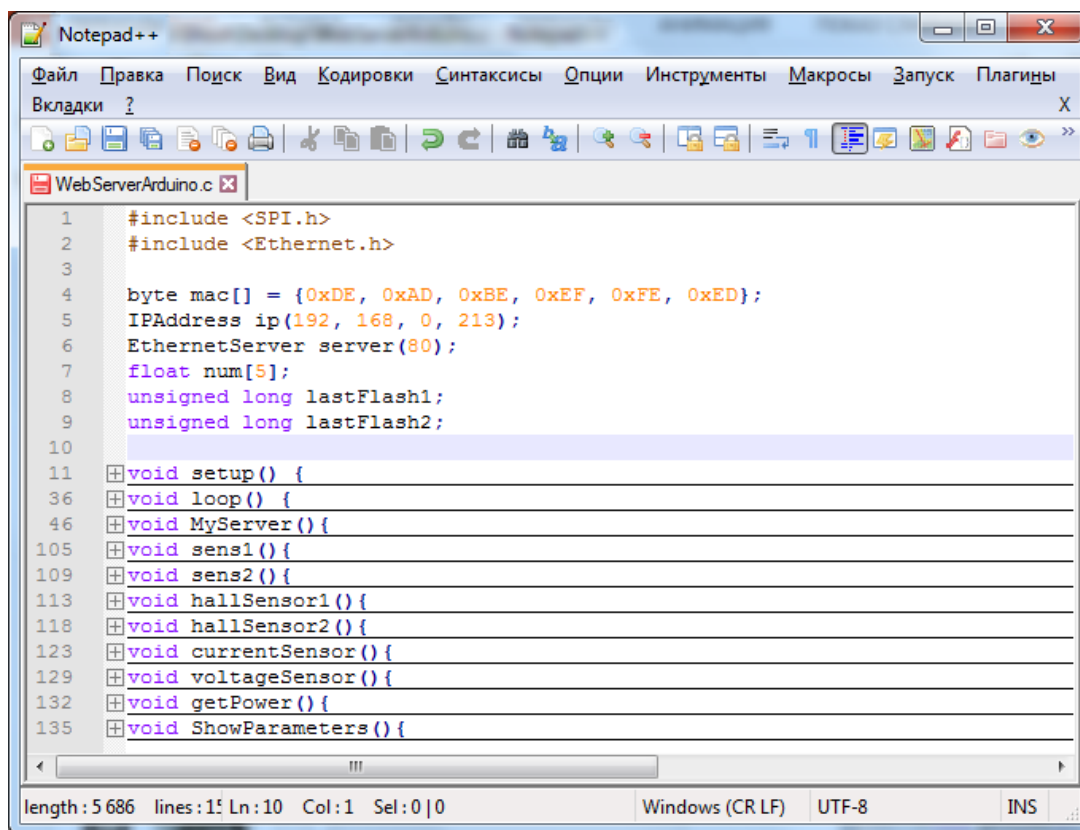
Для вимірювання струму споживання використовується датчик струму ACS712 30A GY-712.

Для передачі даних використовується модуль W5100 Ethernet Shield.

Розробка програмного коду для реалізації смарт-системи

Arduino (Ардуіно) — апаратна обчислювальна платформа для аматорського конструювання, основними компонентами якої є плата мікроконтролера з елементами вводу/виводу та середовище розробки Processing/Wiring на мові програмування, що є підмножиною C/C++. Мова програмування аналогічна мові Wiring. Тобто, це C++, доповнений деякими бібліотеками. Програми обробляються за допомогою препроцесора, а потім компілюється за допомогою AVR-GCC. Програми Arduino пишуться на мові програмування C або C++.

Загальна структура програми, розробленої для реалізації смарт системи на базі Arduino, представлена на рисунку 1.



```
1 #include <SPI.h>
2 #include <Ethernet.h>
3
4 byte mac[] = {0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED};
5 IPAddress ip(192, 168, 0, 213);
6 EthernetServer server(80);
7 float num[5];
8 unsigned long lastFlash1;
9 unsigned long lastFlash2;
10
11 void setup() {
12
13 }
14
15 void loop() {
16
17 }
18
19 void MyServer() {
20
21 }
22
23 void sens1() {
24
25 }
26
27 void sens2() {
28
29 }
30
31 void hallSensor1() {
32
33 }
34
35 void hallSensor2() {
36
37 }
38
39 void currentSensor() {
40
41 }
42
43 void voltageSensor() {
44
45 }
46
47 void getPower() {
48
49 }
50
51 void ShowParameters() {
52
53 }
```

Рисунок 1 – Загальний вигляд реалізованої смарт-системи

Практична реалізація смарт-системи ВЕУ

Смарт-система була реалізована практично, а саме скомпонована в пластиковому корпусі (рисунок 2). Для спрощення підключення сенсорів до пристрою в верхній частині корпусу змонтована клемна колодка (розпіновка наведена таблиці 1).

Також дана система була протестована в лабораторії кафедри ВЕТЕСК. Випробування проводилися на лабораторній установці, яка зображена на рисунку 3. На ВЕУ був змонтований сенсор швидкості обертання вітроколеса (рисунок 4). Сенсор швидкості руху вітру був змонтований безпосередньо перед вітроколесом на станині (рисунок 5). Сенсор струму включений в коло після трифазного випрямляча(рисунок 6).

На рисунку 7 зображене вікно браузера, в якому відображаються виміряні параметри. Результати вимірювань представлені на рисунку 8. Достовірність виміряних даних перевірена контрольними вимірювальними приладами, а саме вольтметром В7-46/1(клас точності $\pm 0,01-0,03\%$) [2], амперметром Е525 (клас точності $\pm 0,5\%$) [3].

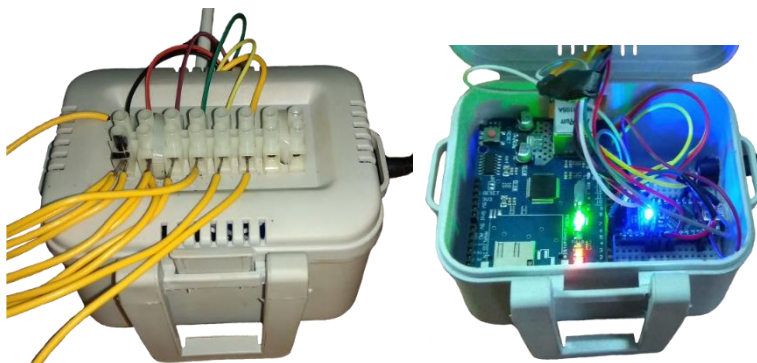


Рисунок 2 – Загальний вигляд реалізованої смарт-системи

Таблиця 1 – Розпіновка клемної колодки

1	2	3	4	5	6
- 5 В	+ 5 В	Сенсор швидкості руху вітру	Сенсор швидкості обертання вітроколеса	Сенсор струму	Сенсор напруги



Рисунок 3 – Лабораторна вітроенергетична установка

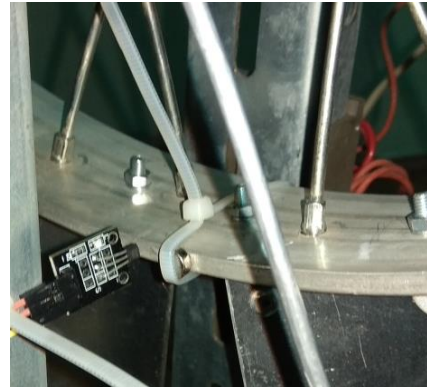


Рисунок 4 – Сенсор швидкості обертання вітроколеса



Рисунок 5 – Сенсор швидкості руху вітру

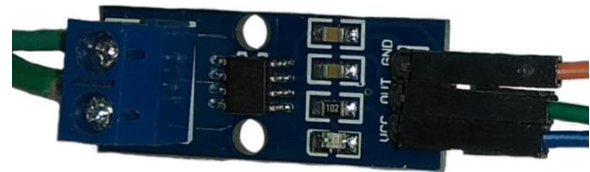


Рисунок 6 – Сенсор струму

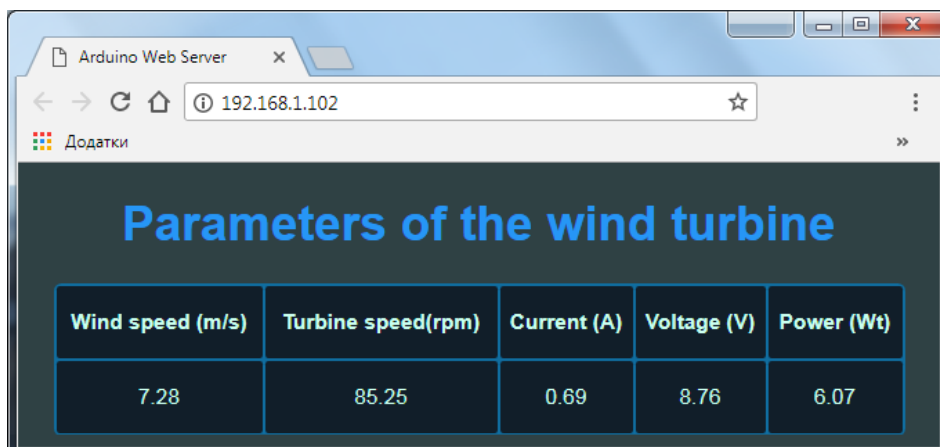


Рисунок 7 – Вікно браузера, в якому відображаються виміряні параметри

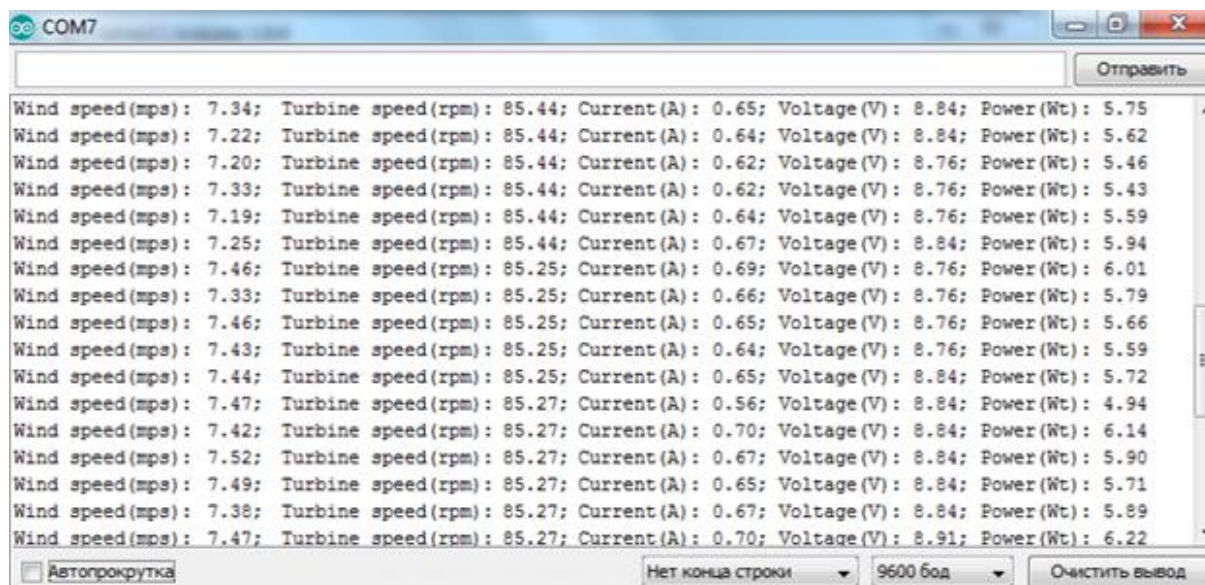


Рисунок 8 – Результати вимірювань

Висновок

Розроблена смарт-система може використовуватися для модернізації вже існуючих та діючих ВЕУ. Застосування даної системи зменшує час простою ВЕУ тому, що ремонтна бригада дізнається про поломку майже миттєво і має змогу провести ремонтні роботи в найкоротший період часу. Термін окупності самої смарт-системи є невеликим за рахунок того, що зменшується термін простою установки. Це, в свою чергу, збільшує прибуток від роботи ВЕУ.

Вагомим фактором на користь використання Arduino, в якості смарт-системи, є те, що інформація знаходиться у відкритому доступі та існує велика кількість цієї інформації з описом побудови найрізноманітніших систем на її базі, що суттєво спрощує їх розробку і дає великі можливості для їх покращення (розширення функціоналу тощо).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Mokin O.B, Mokin B.I., Bazalytskyy V.P. The Measuring System for Estimation of Power of Wind Flow Generated by Train Movement and Its Experimental Testing, *Energy and Power Engineering*, 2014, Vol. 6, 333-339 pp., Режим доступу: <http://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?paperID=50351>
2. Вольтметр В7-46/1 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://printsip.ru/radioizmeritelnye-pribory/voltmetry/voltmetry-universalnye-v7/item/v7-46-1>
3. Амперметр E525 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.pribori.net.ua/E525_E537.html