

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ПАРАМЕТРІВ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

Желіба С.М. – гр. МгАК-24, студент, zhelibasm@ukr.net

Волівач А.П. – к.т.н., доц., volivach.ap@knutd.edu.ua

Лебеденко Ю.О. – к.т.н., доц., lebedenko.yo@knutd.edu.ua

Київський національний університет технологій та дизайну

Сучасні умови розвитку енергетики України визначають критичну необхідність забезпечення енергобезпеки та енергонезалежності, особливо в контексті воєнних викликів та обмеженого доступу до традиційних джерел енергії [1]. Вітроенергетика розглядається як один із стратегічних напрямів диверсифікації енергопостачання та формування стійкої інфраструктури відновлюваних джерел. Ефективність її використання значною мірою залежить від точності та оперативності контролю параметрів роботи вітроенергетичних установок.

У цьому контексті актуальним є створення автоматизованих систем збору та аналізу даних, здатних у режимі реального часу здійснювати моніторинг ключових характеристик, таких як крутний момент, потужність, швидкість обертання та електричні параметри. Використання мікроконтролерних технологій дозволяє реалізувати компактні, енергоефективні та надійні рішення, що забезпечують інтеграцію з глобальними системами управління та підвищують рівень адаптивності вітроенергетичних установок до змінних умов експлуатації.

Метою дослідження є розробка структурної моделі та функціональної архітектури автоматизованої системи збору й аналізу параметрів роботи вітроенергетичної установки на базі мікроконтролера, яка забезпечує безконтактний контроль крутного моменту, оперативний моніторинг електричних і механічних характеристик та інтеграцію результатів у єдину систему управління для підвищення ефективності, надійності й енергонезалежності вітроенергетичних технологій.

На етапі структурного проектування необхідно визначити складові елементи пристрою, встановити взаємозв'язки між ними та окреслити принципи їхньої взаємодії. Сукупність цих рішень забезпечує виконання інженерного завдання, реалізацію визначених функцій та підтримку працездатності проекрованої системи. Виходячи з поставлених цілей і керуючись наведеними міркуваннями, була розроблена структурна схема пристрою, наведена на рис. 1.

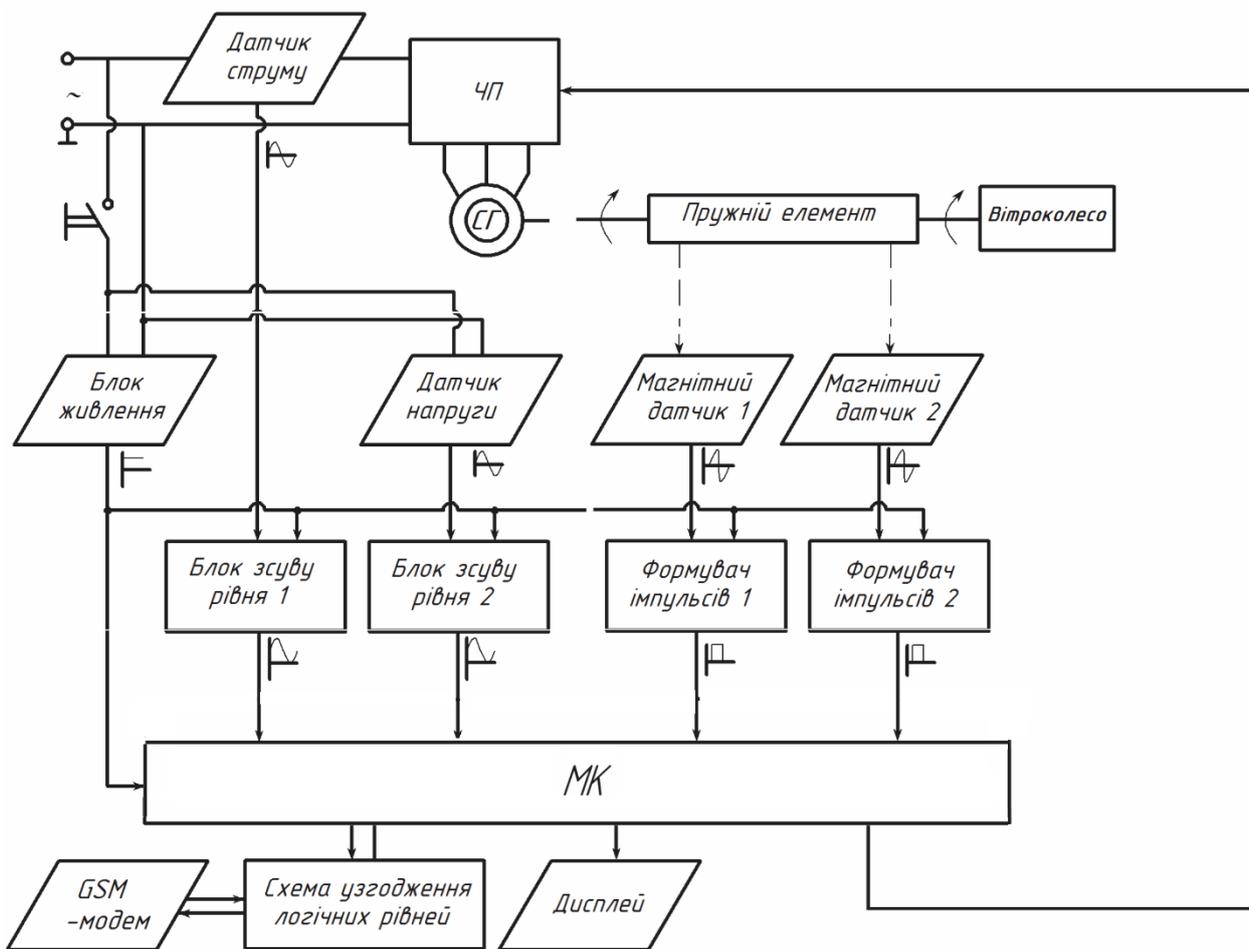


Рисунок 1 – Схема електрична структурна блоку моніторингу параметрів вітроенергетичної установки

Блок моніторингу параметрів вітроенергетичної установки включає такі основні компоненти: GSM-модуль, інтерфейсну частину, мікроконтролер, системний контролер, оперативний запам'ятовувальний пристрій, дисплей, клавіатуру та контролер клавіатури й дисплея. Кожен із цих вузлів виконує специфічні функції, спрямовані на реалізацію поставленого завдання [2].

GSM-модуль виступає комунікаційним елементом, що забезпечує прийом і передачу інформації на пульт керування вітроенергетичною установкою. Мікроконтролер функціонує як локальна система управління, здійснюючи оперативний контроль роботи всієї системи та підтримуючи її працездатність. Він забезпечує обмін даними з GSM-модулем як за ініціативою сервера, так і самостійно у випадку відхилення параметрів, а також приймає нові інструкції до зовнішньої пам'яті й виконує їх до отримання нових команд. Системне програмне забезпечення мікроконтролера координує взаємодію всіх блоків, реалізує покрокове виконання програм та інтерфейс із користувачем.

Інтерфейсна частина відповідає за узгодження сигналів між GSM-модулем та іншими елементами системи, виконуючи функції буферизації, посилення, перетворення даних та контролю достовірності інформації. У поєднанні з мікроконтролером і GSM-модулем вона утворює основний функціональний блок системи. Інші елементи забезпечують підтримку користувацького інтерфейсу, генерацію керуючих сигналів для периферії та розширення можливостей моніторингу.

Системний контролер здійснює локальне управління периферійними пристроями, формує керуючі сигнали на основі даних від мікроконтролера та забезпечує підтримку зовнішнього запам'ятовувального пристрою. Оперативна пам'ять використовується для зберігання програмних інструкцій і процедур, що надходять від керуючої ЕОМ або вводяться користувачем. Дисплей виконує функцію виведення інформації у символічному вигляді, а клавіатура – введення команд та даних. Разом вони формують інтерфейс користувача, що дозволяє оператору контролювати роботу системи та здійснювати її налаштування. Контролер клавіатури й дисплея підтримує роботу інтерфейсу, розвантажуючи мікроконтролер від рутинних операцій вводу-виводу.

Функціонування системи організовано таким чином, що мікроконтролер здійснює загальний контроль, керує пам'яттю через системний контролер, а взаємодію з користувачем – через контролер дисплея та клавіатури. Нові дані надходять від GSM-модуля та клавіатури, після чого обробляються мікроконтролером. Вивід інформації здійснюється за його ініціативою, а модифікація вмісту зовнішньої пам'яті програм виконується через нього як буфер.

Цифрова частина системи призначена для точного обчислення часових зсувів між імпульсами індукційних датчиків, визначення періоду обертання вала двигуна, розрахунку споживаної потужності та крутного моменту [3]. При цьому система залишається незалежною від порядку підключення датчиків і напрямку обертання. Первинні сигнали датчиків перетворюються у прямокутні імпульси формувачем, після чого мікроконтролер виконує їх обробку. Він також використовує дані з АЦП для визначення діючих значень фазного струму та напруги асинхронного двигуна, а результати розрахунків крутного моменту виводить через інтерфейс RS-232 та на дисплей.

Програмне забезпечення, що реалізує обмін інформацією між мікроконтролером та GSM-модулем, повинно забезпечувати виконання базових операцій, серед яких запис даних у програмно-доступні вузли мікроконтролера, читання інформації з його пам'яті програм та програмно-доступних вузлів, а

також виклик пульта контролю вітроенергетичної установки через GSM-модуль.

Алгоритм основного циклу програми передбачає початкову установку, яка виконується на старті роботи системи [4].

Після виконання початкової установки програма переходить до прийому коду операції від персонального комп'ютера, здійснює його декодування та запускає відповідну підпрограму, що реалізує необхідні функції управління та контролю.

Висновок. Розроблена автоматизована система моніторингу параметрів вітроенергетичної установки на базі мікроконтролера забезпечує безконтактний контроль крутного моменту, оперативний аналіз електричних і механічних характеристик та інтеграцію результатів у єдину систему управління. Запропонована архітектура відзначається компактністю, енергоефективністю та надійністю, що робить її перспективною для практичного застосування у сфері відновлюваної енергетики. Отримані результати підтверджують доцільність використання мікроконтролерних технологій для підвищення ефективності роботи вітроенергетичних установок та сприяють зміцненню енергетичної незалежності України.

Список використаних джерел:

1. Чуб І. М., Вольська А. В. Розробка автоматизованої системи керування вітроенергетичною установкою // Інформаційні технології в сучасному світі: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених (29 квітня 2025 р.). – Харків: ДБТУ, 2025. – С. 497–498.
2. Системи моніторингу та автоматизованого керування: комп'ютерний практикум: навч. посіб. для студ. спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спец. «Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв» / уклад.: В. Г. Городецький, М. П. Осадчук ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 56 с.
3. Shinde S. S., Patil S. P., Jadhav P. D. Fault Diagnosis and Monitoring of Small Wind Turbine Using IoT and Arduino // IJIRT Journal. – 2020. – P. 17–23.
4. Марчук В. В., Горенюк В. В. Розробка та дослідження смарт-системи вітроенергетичної установки // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2018) (14–23 березня 2018 р.). – Вінниця: ВНТУ, 2019. – С. 3376–3379.