

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ СТАНІВ ГІДРОАГРЕГАТІВ ГАЕС

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі представлено процес розробки та впровадження спеціалізованої системи кругової візуалізації для гідроагрегатів ГАЕС. Описано етапи створення пристрою: від розробки діючого макету до підготовки конструкторських креслень готового продукту. Технічна реалізація базується на використанні мікроконтролера Arduino Mega та адресної світлодіодної стрічки (12В) з інтелектуальним керуванням. Особливу увагу приділено програмному забезпеченню на базі бібліотеки FastLED, що реалізує анімовану індикацію режимів роботи (генераторний, насосний) та стану очікування. Інтеграція в загальностанційну систему моніторингу здійснена за протоколом Modbus RTU через інтерфейс RS-485, що забезпечує автоматичне керування швидкістю та напрямком анімації залежно від продуктивності агрегату.

Ключові слова: гідроагрегат, ГАЕС, круговий дисплей, Arduino Mega, FastLED, Modbus RTU, RS-485, візуалізація режимів.

Abstract

The paper presents the development and implementation of a specialized circular visualization system for the hydro units of the PSPP. The stages of device creation are described: from the development of a functional prototype to the preparation of engineering drawings for the final product. The technical implementation is based on the Arduino Mega microcontroller and 12V addressable LED strips with intelligent control. Special attention is paid to the software based on the FastLED library, which implements animated indication of operating modes (generator, pump) and standby states. Integration into the plant-wide monitoring system is carried out via the Modbus RTU protocol using the RS-485 interface, which provides automatic control of the animation speed and direction depending on the unit's performance.

Keywords: hydro unit, PSPP, circular display, Arduino Mega, FastLED, Modbus RTU, RS-485, mode visualization.

Вступ

Сучасні тенденції в енергетиці вимагають підвищення ефективності моніторингу основного обладнання ГЕС та ГАЕС. Традиційні текстові панелі керування в машинних залах часто перевантажені інформацією, що уповільнює реакцію оперативного персоналу [1].

Метою даної роботи є створення спеціалізованого кругового дисплея, інтегрованого безпосередньо в конструктив гідроагрегату, для інтуїтивної візуалізації режимів його роботи (генераторний, насосний, очікування) та поточної продуктивності в реальному часі.

Результати дослідження

Процес створення пристрою розпочався з етапу прототипування, під час якого було розроблено та зібрано діючий макет. На цьому макеті було успішно перевірено працездатність алгоритмів керування анімацією та стабільність зчитування даних. Після підтвердження концепції було підготовлено повний пакет конструкторських креслень для виготовлення фінального продукту, що відповідає габаритам та посадковим місцям на корпусі гідроагрегату (рис.1).

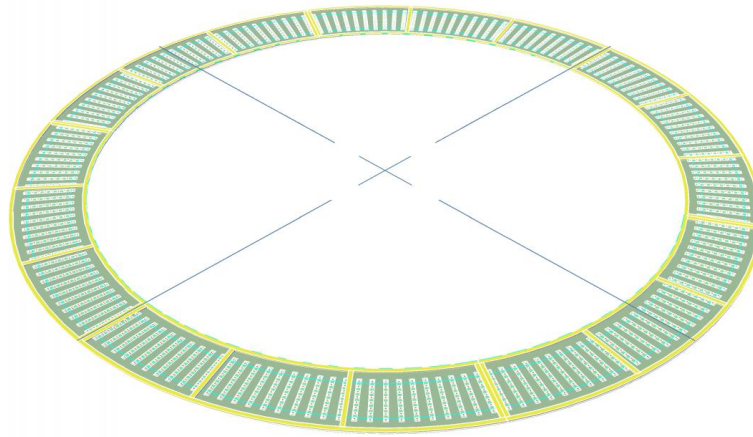


Рис. 1. 3D модель дисплея гідроагрегату

Технічна архітектура дисплея базується на використанні адресної світлодіодної стрічки з робочою напругою 12 В (на базі інтелектуальних контролерів сімейства WS). Вибір 12-вольтового виконання зумовлений необхідністю забезпечити надійне живлення на великих відрізках без падіння напруги, що критично для промислового об'єкта. Конструктивно дисплей виконаний у вигляді кругового масиву, де відрізки світлодіодної стрічки розміщені вздовж радіусів або периметра, формуючи світлову матрицю. Центральним вузлом керування виступає мікроконтролер Arduino Mega [2-4], обчислювальних потужностей та кількості виводів якого достатньо для обробки масивів даних та підтримки зв'язку (рис. 2).

Програмна частина реалізована на базі бібліотеки FastLED [5]. Логіка візуалізації побудована на використанні попередньо заданої матриці елементів зображення. Це дозволяє створювати ефект обертання шляхом циклічного зсуву індексів активних діодів у пам'яті контролера. Програма підтримує два основні стани: динамічну анімацію, параметри якої (швидкість та напрямок) змінюються в реальному часі, та статичне заповнення всього масиву зеленим кольором для індикації режиму очікування. Для інтеграції в загальну мережу станції використано протокол Modbus RTU через інтерфейс RS-485. Фізичне з'єднання забезпечується спеціалізованим перетворювачем рівнів, що гарантує перешкодостійкість сигналу. Завдяки такій системі зв'язку реалізовано два методи взаємодії: автоматичне керування безпосередньо по мережі від загальної системи моніторингу ГАЕС та можливість ручного коригування параметрів відображення для сервісного обслуговування.

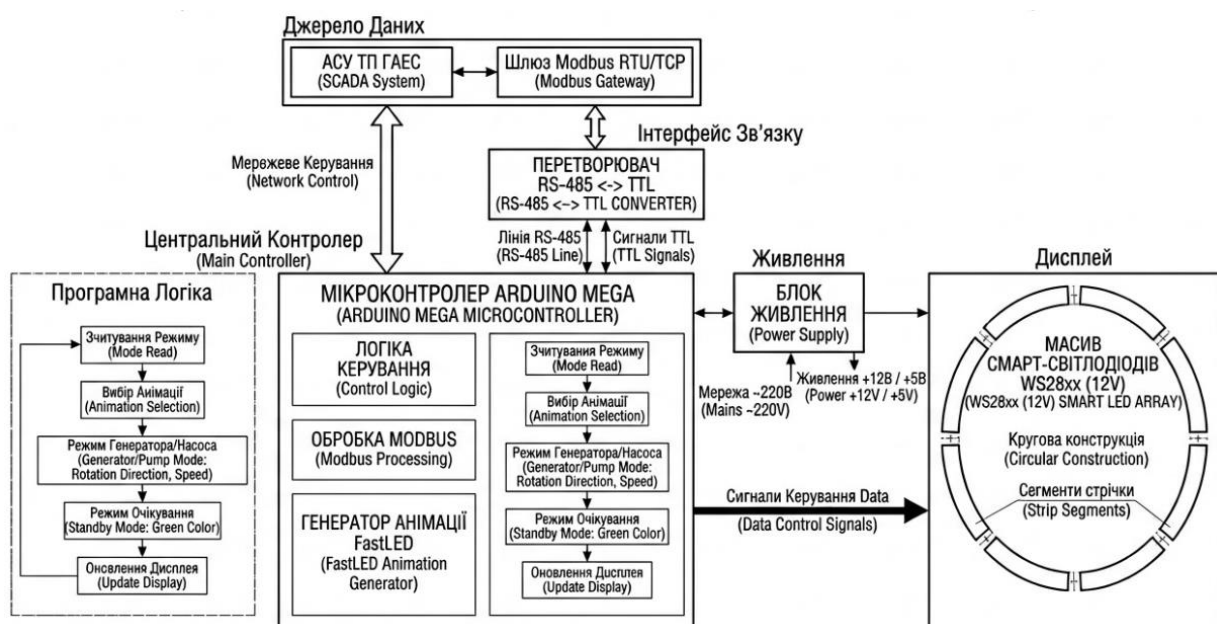


Рис. 2. Структурна схема апаратної частини системи керування дисплеєм гідроагрегату

Висновки

Впровадження кругового дисплея на ГАЕС дозволяє суттєво покращити ергономіку робочого простору машинного залу. Завдяки використанню кольорової семантики та динамічної зміни швидкості анімації, персонал отримує можливість миттєво ідентифікувати стан енергоблоку з будь-якої дистанції. Гнучкість налаштувань через протокол Modbus робить систему універсальною для масштабування на інші об'єкти гідроенергетики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Степанов В. Г. Експлуатація гідроелектростанцій: Навчальний посібник. — К.: Політехніка, 2018.
2. Atmel Corporation. ATmega2560 8-bit Microcontroller Datasheet. — 2014.
3. Гуртовцев А. Л. Інтерфейси та протоколи промислової автоматизації. — М.: Техносфера, 2016.
4. Modbus Application Protocol Specification V1.1b3. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: www.modbus.org.
5. FastLED Library: Reference Manual. Documentation for Arduino-based LED animation. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: fastled.io.

Проценко Дмитро Петрович — канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: procenko.d.p@vntu.edu.ua

Protsenko Dmytro P. - candidate of technical sciences, associate professor of the department of the Department of Computerized Electromechanical Systems and Complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: procenko.d.p@vntu.edu.ua