

АЛГОРИТМ РОБОТИ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВОДОНАГРІВАЧА

¹Вінницький Національний Технічний Університет

Анотація

У даній роботі розглядається стенд, що демонструє роботу напівтурбованого протічного газового водонагрівача ARISTON Marco Polo M2 10L. Описано принцип роботи системи автоматизації, який базується на використанні мікроконтролера, датчиків та виконавчих елементів. Представлено схему підключення основних компонентів, а також детально розглянуто алгоритм роботи – від старту системи до зупинки за умов виникнення аварійних ситуацій.

Ключові слова: газовий водонагрівач, автоматизація, мікроконтролер, сенсори, керування.

Abstract

This work examines a stand that demonstrates the work of a hemispheric gas water heater Ariston Marco Polo M2 10L. The principle of operation of the automation system, which is based on the use of microcontroller, sensors and executive elements, is described. The scheme of connection of the main components is presented, as well as in detail the algorithm of work is considered - from the start of the system to stop in the case of emergencies.

Keywords: gas water heater, automation, microcontroller, sensors, controls.

Вступ

У сучасних умовах оптимізація споживання енергії та підвищення ефективності роботи обладнання набувають особливого значення. Програмна реалізація лабораторного стенда для дослідження системи керування водонагрівачем спрямована на забезпечення комплексного моніторингу та управління роботою водонагрівачів в режимі реального часу. Даний стенд інтегрує цифрові технології, автоматизацію та аналітику даних для точного контролю ключових параметрів, таких як температура нагріву, потік води та ефективність роботи нагрівальних елементів. Особливістю розробки є можливість ручного керування окремими датчиками та іншими компонентами, що дозволяє користувачу самостійно визначати перебіг технологічного процесу.

Метою статті є покращення якості навчального процесу за рахунок вивчення питань керування технологічними процесами на реальному обладнанні, яке імітує роботу системи централізованого підігріву води.

Об'єктом дослідження є процес розробки алгоритму для роботи системи керування лабораторним стендом.

Предметом дослідження – елементна база лабораторного стенда та програмне середовище для програмування контролера STM32.

Основна частина

Лабораторний стенд водонагрівача ARISTON Marco Polo дозволяє досліджувати принципи роботи систем автоматичного керування процесом підігріву води. Зовнішній вигляд стенда зображено на рисунку 1.

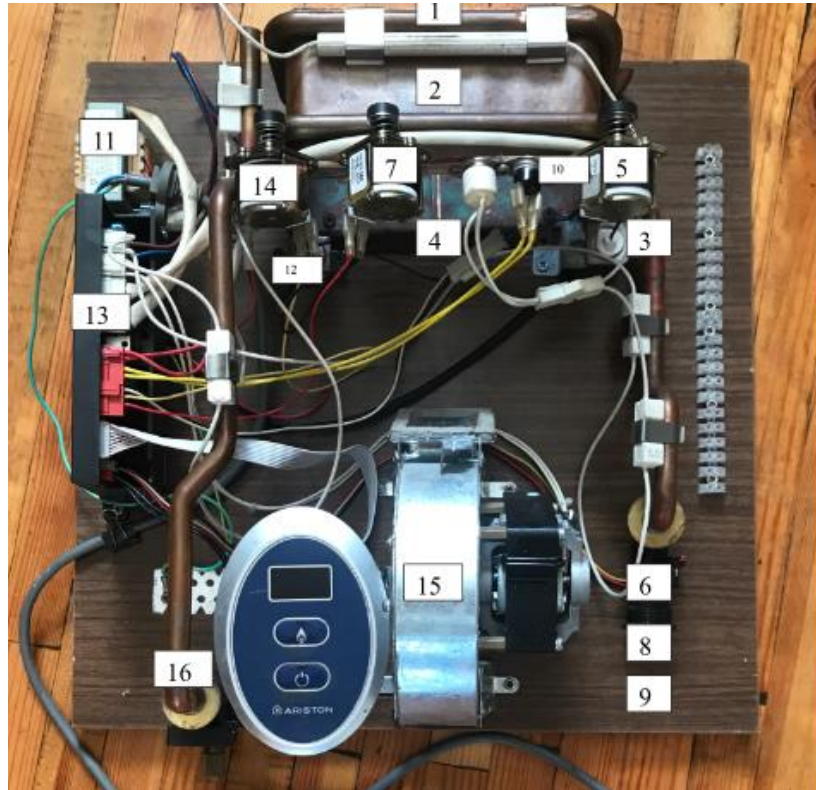


Рисунок 1. Зовнішній вигляд лабораторного стенда

Стенд складається з кількох основних елементів: вентилятора, плати керування, клапанів подачі газу, теплообмінника, труби для подачі води та системи сенсорів. Вентилятор забезпечує необхідну циркуляцію повітря, сприяючи оптимальному горінню газу, тоді як плата керування обробляє сигнали від сенсорів і координує роботу всіх пристроїв. Клапани подачі газу регулюють обсяг газу, що подається до горілки, забезпечуючи стабільний режим роботи. Труба для подачі води забезпечує надійне транспортування рідини через усі етапи процесу. Система сенсорів контролює ключові параметри, такі як температура, тиск та протік, що дозволяє оперативно реагувати на зміну умов експлуатації.

Система автоматизації процесі підігріву протічної води працює згідно з алгоритму на рисунку 2.

При запуску системи водонагрівача плата керування виконує перевірку всіх сенсорів та проводить самодіагностику. Якщо всі компоненти працюють справно, система переходить у режим очікування, при цьому вентилятор залишається вимкненим, а подача газу до пальника не здійснюється. Після початку подачі води обертовий елемент у трубі приводиться в рух, що активує датчик Холла. Плата керування отримує сигнали про протік води та подає команду на запуск вентилятора для створення тяги. Одночасно подається напруга на свічку запалу, а також відкривається перший клапан подачі газу. Генерація іскри триває до тих пір, поки датчик іонізації не підтвердить наявність стабільного полум'я. Після цього свічка запалу припиняє роботу, а клапан залишається відкритим, забезпечуючи стабільну подачу газу.

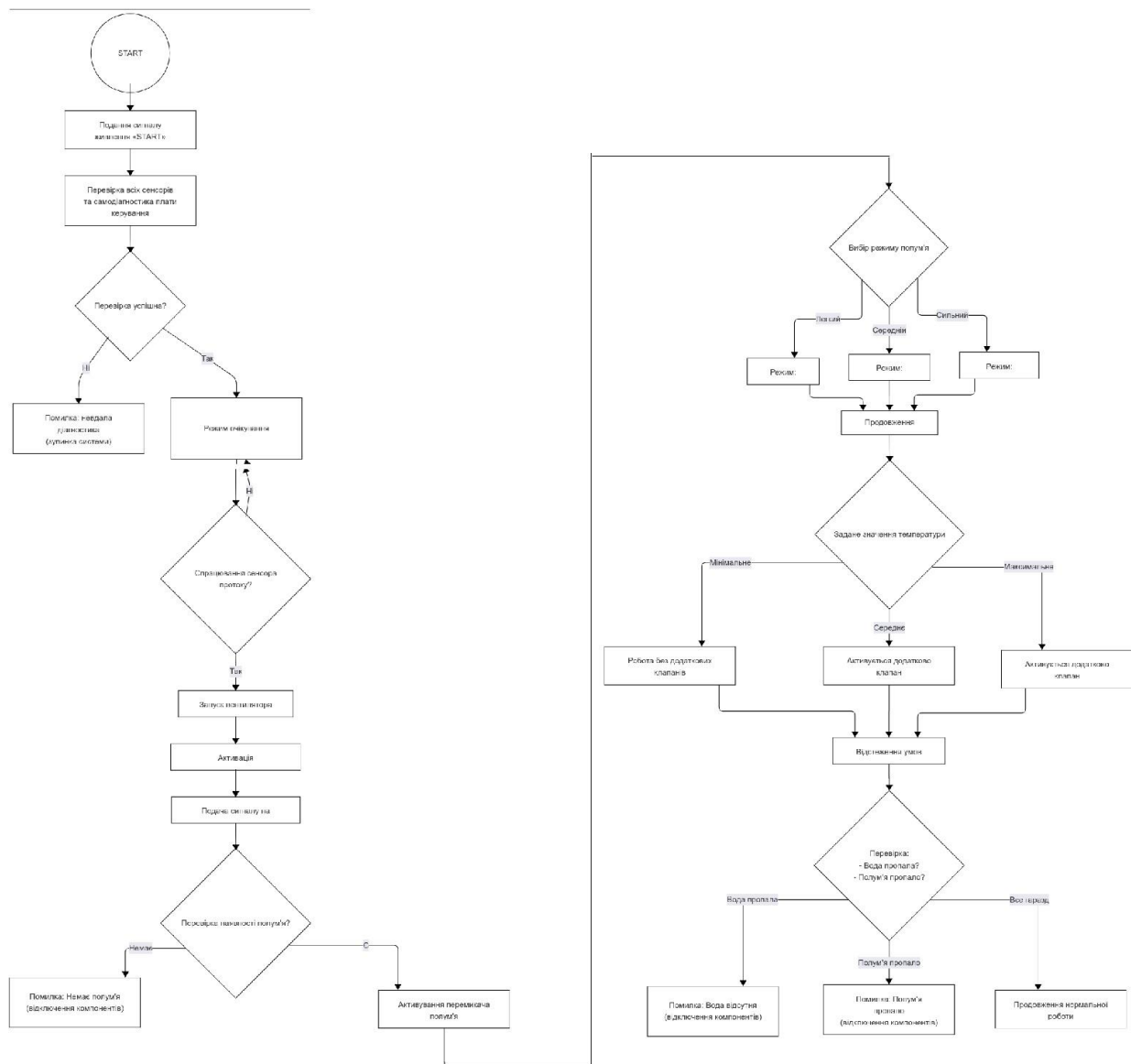


Рисунок 2. Алгоритм роботи системи керування лабораторним стендом

Система продовжує функціонувати до моменту припинення подачі води або виникнення аварійної ситуації. Зупинка роботи відбувається у разі закриття крана гарячої води, що припиняє подачу сигналів від датчика Холла, або за відсутності сигналу від датчика іонізації, що свідчить про згасання полум'я чи проблеми з подачею газу. Також система припиняє роботу у разі перегріву теплообмінника, що може вказувати на забруднення або закупорювання водяних труб. У разі аварійної ситуації плата керування автоматично перекриває подачу газу, вимикає вентилятор та переходить у режим очікування до усунення несправності.

Для імітації роботи системи керування водонагрівачем у даній роботі використовується мікроконтролер серії STM32, зокрема модель STM Nucleo C031C6. Використання цієї платформи обґрунтовується її високою продуктивністю та широкими можливостями периферії. STM32 здатний швидко обробляти сигнали та виконувати складні алгоритми керування в режимі реального часу, що забезпечує більш точну та надійну роботу системи порівняно з Arduino. Крім того, контролер STM32 має розширені можливості інтерфейсу, що дозволяє легко інтегрувати різноманітні сенсори та виконавчі пристрої без додаткових обмежень.

Важливою перевагою STM32 є його енергоефективність, що є критичним аспектом для систем, де економія електроенергії має велике значення. Також, у порівнянні з Arduino, STM32 займає менше місця в пам'яті, що сприяє швидшому виконанню команд та оптимальному використанню ресурсів пристрою. Завдяки гнучкості програмування, реалізований через підтримку мов C/C++ та високоефективних бібліотек, розробка складних систем стає більш ефективною та адаптивною до потреб проекту. Це дозволяє не лише досягати високої продуктивності, але й забезпечує можливість масштабування та розширення функціональності системи без значних змін в апаратній частині.

На початку коду визначаються макроси для пінів, що відповідають сенсорам, виконавчим елементам та сигналу запуску системи. Сенсори, такі як датчик протоку води, датчик іонізації та датчик температури, налаштовуються як вхідні, а виконавчі механізми, зокрема вентилятор, п'єзозапалювач і клапани, як вихідні.

Програма починається з перевірки живлення та самодіагностики. Якщо будь-який сенсор виявляє несправність, система переходить у аварійний режим і вимикає всі компоненти. Якщо перевірка проходить успішно, пристрій переходить у режим очікування подачі води. Після виявлення протоку води активуються вентилятор, п'єзозапалювач і відкривається основний клапан подачі газу. Якщо полум'я не з'являється, програма фіксує помилку і переходить у аварійний стан. Якщо полум'я є, п'єзозапалювач вимикається, і система переходить у режим вибору рівня нагріву, що визначає, які клапани залишаться відкритими.

У процесі роботи постійно відбувається перевірка температури води. Якщо вона виходить за допустимі межі, система аварійно вимикає всі компоненти. Також у кожному циклі перевіряється стан усіх сенсорів, і якщо хоча б один із них перестає подавати інформацію, пристрій переходить у аварійний режим. Якщо подача води припиняється, система автоматично повертається в початковий стан, вимикаючи всі компоненти та очікуючи нового запуску.

Перспективи реалізації даної системи полягають у подальшому вдосконаленні її роботи та створенні надійного резервного рішення на базі нашої апаратної платформи. Оскільки в нашому розпорядженні є реальна плата керування водонагрівачем, ми маємо можливість безпосередньо порівняти її функціонал із запропонованою системою на базі STM32. Це дозволить оцінити ефективність програмної реалізації, виявити можливі недоліки та оптимізувати алгоритми керування.

Наступним кроком буде розробка резервного керування на нашій платі, що забезпечить альтернативний спосіб управління водонагрівачем у разі відмови основної системи. Впровадження резервного контролю дозволить підвищити надійність і безперервність роботи водонагрівача, що є важливим для стабільної експлуатації обладнання.

Таким чином, наявність реальної плати та можливість розробки резервного керування на нашій платформі дозволяють не тільки перевірити ефективність запропонованої системи, а й створити більш надійне та адаптивне рішення для керування водонагрівачем.

Висновки

У даній роботі було розглянуто принципи роботи системи керування водонагрівачем та реалізацію її у якості лабораторного стенда. Проаналізовано основні компоненти стенда, алгоритм роботи системи керування, апаратну частину для імітації та програмну реалізацію. Використання мікроконтролера STM32 дозволило досягти високої продуктивності, ефективного керування сенсорами та виконавчими пристроями, а також точно відтворити всі етапи роботи реального водонагрівача.

Подальший розвиток ідеї передбачає розробку резервного керування на власній апаратній платформі, що дозволить підвищити надійність та безперервність роботи водонагрівача. Така реалізація відкриває перспективи інтеграції з більш складними автоматизованими системами, що включають дистанційний контроль та адаптивне регулювання параметрів роботи пристрою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Реут Д. Т. Програмування мікроконтролерів STM32 у STM32CubeIDE. Практикум [Електронне видання]: навч. посіб. / Д. Т. Реут. – Рівне: НУВГП, 2023. – 120 с.
2. Мікроконтролери STM32F4: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт / уклад.: С. В. Бойчук, О. В. Ковальчук. – Чернігів: ЧНТУ, 2020. – 68 с.
3. Noviello C. Mastering STM32 [Електронне видання]. – Leanpub, 2022. – 782 p.

Власенко Денис Олександрович – здобувач 4-го курсу бакалаврату, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, ел. пошта: vlas2133@gmail.com.

Мошноріз Микола Миколайович – канд. техн. наук, завідувач катедри, доцент катедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, ел. пошта: moshnoriz@vntu.edu.ua.

Науковий керівник: **Мошноріз Микола Миколайович** – канд. техн. наук, завідувач катедри, доцент катедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Vlasenko Denis Alexandrovich —student of the 4th year of bachelor, Faculty of Electricity and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, el. Mail: vlas2133@gmail.com.

Moshnoriz Mykola Mykolayovych – PhD, Head of Department, Associate Professor of the Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia national technical university, e-mail: moshnoriz@vntu.edu.ua.

Scientific advisor: Moshnoriz Mykola Mykolayovych – PhD, Head of Department, Associate Professor of the Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia.