

РАДІОЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі представлено розробку та побудову систему автоматичного регулювання температури повітря, яка здатна підтримувати температуру в закритому приміщенні на заданому рівні. Для контролю та моніторингу температури використовується мікроконтролер та датчик температури. Датчик температури LM35 використовується для вимірювання температури і працює лінійно зі збільшенням температури. Мікроконтролер порівнює підвищення або зниження температури з кімнатною або заданою температурою і передає інформацію або вентилятору охолодження, або нагрівачу для активації або деактивації відповідно. Задана температура в цій конструкції знаходиться в діапазоні від 25°C до 26°C. Коли температура навколишнього середовища опускається нижче 25°C, датчик температури надсилає сигнал на мікроконтролер (Atmega 328P), який аналізує його, порівнюючи із заданою температурою, а потім замикає транзистор, щоб увімкнути обігрівач. Але якщо температура навколишнього середовища виходить за межі 26°C, датчик температури фіксує зміну температури і надсилає інформацію до мікроконтролера, який через транзистор подає сигнал на реле, що вмикає вентилятор і автоматично вимикає обігрівач. Розроблена система включає в себе зумер, який вмикається, щоб попередити людей, які знаходяться поруч, якщо температура перевищує 37°C і вентилятор не може охолодити навколишнє середовище. Результати отримані в лабораторних умовах, збігаються з результатами моделювання за допомогою програмного забезпечення Proteus.

Ключові слова: Датчик температури (LM35), мікроконтролер Arduino Nano (ATMEGA 328P), реле, стабілізатор напруги

Abstracts.

The paper presents the design and construction of an automatic air temperature control system that is capable of maintaining the temperature in a closed room at a given level. A microcontroller and a temperature sensor are used to control and monitor the temperature. The LM35 temperature sensor is used to measure the temperature and operates linearly with the temperature increase. The microcontroller compares the temperature increase or decrease with the room or setpoint temperature and transmits the information to either the cooling fan or heater to activate or deactivate, respectively. The setpoint temperature in this design is in the range of 25°C to 26°C. When the ambient temperature drops below 25°C, the temperature sensor sends a signal to the microcontroller (Atmega 328P), which analyzes it by comparing it to the set temperature and then closes the transistor to turn on the heater. However, if the ambient temperature goes beyond 26°C, the temperature sensor detects the temperature change and sends the information to the microcontroller, which sends a signal to the relay through the transistor, which turns on the fan and automatically turns off the heater. The developed system includes a buzzer that turns on to warn people nearby if the temperature exceeds 37°C and the fan cannot cool the environment. The results obtained in laboratory conditions are in agreement with the results of simulations using the Proteus software.

Keywords: Temperature sensor (LM35), Arduino Nano microcontroller (ATMEGA 328P), relay, voltage regulator.

Вступ

Регулятор температури - це пристрій, який використовується для підтримання бажаної температури на заданому рівні. Найпоширеніший терморегулятор - це термостат, який використовується в будинках для контролю температури води та підтримання її на певному заданому рівні. Терморегулятор також можна визначити як систему, яка відстежує і контролює температуру приміщення, тіла або будь-якого місця, що розглядається [1].

Регулятори температури потрібні в кожній ситуації, коли потрібно контролювати та

підтримувати задані значення температури. Наприклад, ситуація, коли об'єкт потрібно нагріти, охолодити або зробити і те, і інше, і при цьому підтримувати задану температуру. Це також може бути житлове приміщення, де зберігається і контролюється термочутливе обладнання, для якого невелика зміна температури навколишнього середовища може призвести до катастрофічного виходу з ладу, наприклад, електронні пристрої або автомобільні системи, які працюють при дуже високій температурі. Крім того, в [2] зазначено, що температура є одним з основних параметрів, які необхідно контролювати в більшості виробничих галузей, таких як хімічна, харчова, фармацевтична тощо. Температуру в цих галузях необхідно контролювати в межах встановлених норм, щоб забезпечити ефективність і безпеку оброблюваної та готової продукції.

Вимірювання температури стало дуже важливою частиною будь-якої системи керування, що працює в чутливому до температури середовищі. Існує два основних типи контролю температури: контроль температури в замкнутому та розімкнутому контурі. Однак нас цікавить система із замкнутим контуром, оскільки вона має зворотній зв'язок, а отже, є інтелектуальною системою. У цій дослідницькій роботі мікроконтролер був налаштований на багаторазовий аналіз температури навколишнього середовища за допомогою зворотного зв'язку від датчика температури, який дає контролеру відчуття. [3]

Користувач може приймати рішення про увімкнення чи вимкнення вентилятора або увімкнення чи вимкнення нагрівача, залежно від ситуації. Рідкокристалічний дисплей також містить інформацію про робочий стан системи для користувача.

Результати дослідження

Основні матеріали, використані при проведенні цього дослідження, включають датчик температури LM35, який працює з точністю $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$ при кімнатній температурі, вимірює навколишню температуру і повідомляє мікроконтролеру про необхідні дії. LM7812 та LM7805 були використані як стабілізатори напруги для обмеження потужності, що надходить на плату. Мікроконтролер ATMEGA 328P (Arduino Nano) - це програмований чіп, який координує роботу системи. Двигун постійного струму використовується для приводу вентилятора охолодження, а модуль рідкокристалічного дисплея (LCD) відображає роботу системи для користувача. Реле були підключені до NPN-транзисторів, щоб ініціювати відповідний процес перемикання. Вентилятор постійного струму та нагрівач отримують сигнали від мікроконтролера через реле для відповідних дій при увімкненні та вимкненні. Звуковий сигнал вмикається, коли температура навколишнього середовища виходить за межі робочого діапазону, про що сигналізує мікроконтролер. Вся конструкція була реалізована на друкованій платі (PCB), а для моделювання використовувалося програмне забезпечення Proteus.

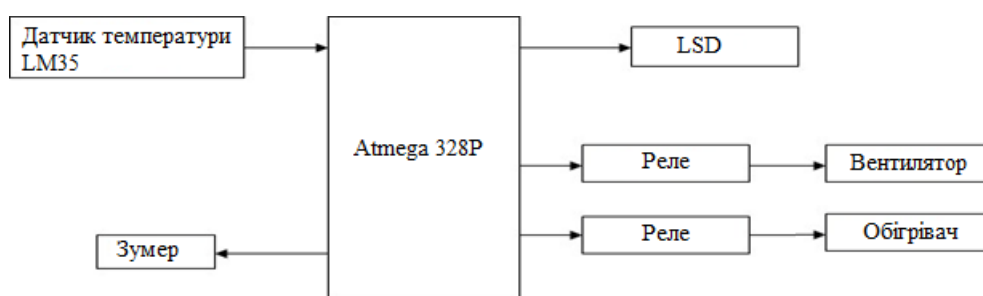


Рисунок 1 – Структурна схема регулятора температури

Спроекована система показала задовільні результати, оскільки система вмикає вентилятор для охолодження навколишнього середовища, коли температура перевищує встановлену межу, і таким же чином вмикає обігрівач і автоматично вимикає вентилятор, коли температура опускається нижче встановленого порогу. На рисунку 2 показано ініціалізацію системи повної схеми в середовищі Proteus.

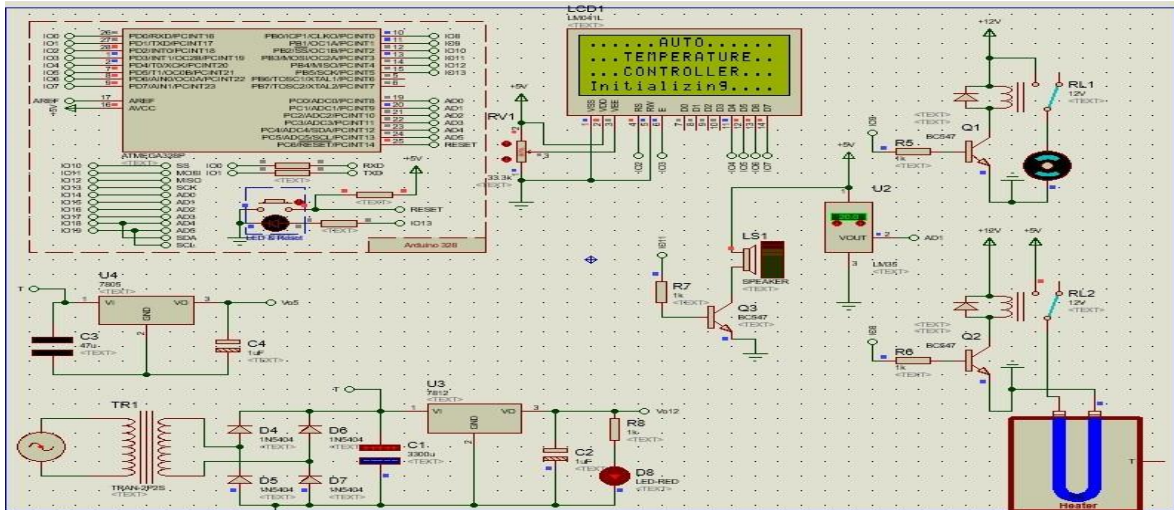


Рисунок 2 – Симуляція запропонованої схеми автоматичного регулювання температури повітря

Схема джерела живлення складається з трансформатора змінного струму, повнохвильового мостового випрямляча і конденсатора фільтра. Трансформатор - це понижуючий трансформатор 240/15В, який перетворює високу вхідну напругу змінного струму в низьку вихідну напругу змінного струму 15В. Оскільки компоненти схеми, такі як транзистори, потребують постійної напруги зсуву, а не змінної напруги, необхідне перетворення змінної напруги в постійну. Це перетворення здійснюється за допомогою повнохвильової схеми випрямлення. Повнохвильовий випрямляч через його численні переваги над напівхвильовим, такі як висока ефективність, вища вихідна напруга і потужність, а також відсутність проблем з насиченням постійного струму.

На Рисунок 4 та 5 зображено діаграму джерела живлення змінного струму та діаграму постійного струму джерела живлення.

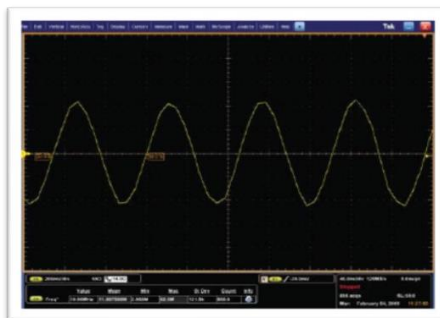


Рисунок 3 – Графік джерела живлення змінного струму

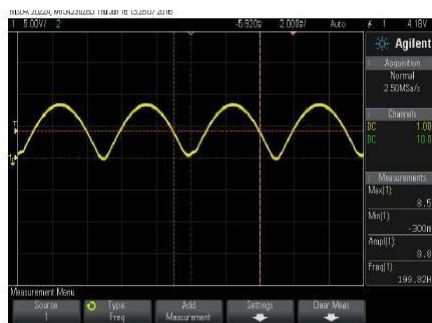


Рисунок 4 – Графік джерела живлення постійного струму

Вибір конденсатора фільтра здійснюється на основі рівняння 1.

$$C = \frac{I_{DC}}{4\sqrt{3}\gamma fV} \quad (1)$$

де γ - допустимий відсоток пульсацій; I_{DC} - струм; V_{IN} - напруг; f - робоча частота.

Пікова зворотна напруга (ПЗН) = $\sqrt{2} \times 15 = 21(\text{В})$

Аналіз схеми релейного драйвера. Вентилятор постійного струму та нагрівач змінного струму вмикаються, коли мікроконтролер подає керуючу напругу. Це досягається шляхом налаштування транзисторів для роботи в двох з трьох режимів роботи. Транзистор зміщений для переходу в режим насичення, коли він зачинений мікроконтролером, і в режим відсічення, коли він зачинений d-переходом. Для цього струм через колектор повинен бути набагато меншим, ніж бета-коефіцієнт, помножений на струм бази. Схема драйвера реле представлена на рисунку 3

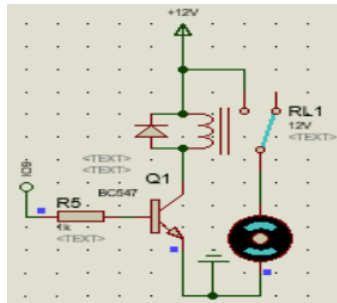


Рисунок 5 – Двигун, підключений до ланцюга керування реле

Струм колектора можна виразити як:

$I_C \ll \beta I_B$ це означає, що $I_B \ll \frac{I_C}{\beta}$ де $\beta = hFE$, відомий як коефіцієнт підсилення за струмом.

Висновки

Автоматична система контролю температури залишається чудовим рішенням для зменшення псування продуктів харчування та збереження фармацевтичних препаратів. Контрольована температура в приміщенні є ключовим фактором для оптимальної працездатності людини та роботи електронних і механічних пристроїв. Мета цієї науково-дослідної роботи була повністю досягнута. Однак, в подальшій роботі слід використовувати більш точні температурні датчики та імпульсні джерела живлення, щоб зменшити прямий вплив нагріву на стабілізатори напруги для підвищення ефективності, точності та надійності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Abubakar, M. A., Adepoju, T. M., Rabi, M. L. & Muslim, U. A (2017). Microcontroller Based Automatic Temperature Controller. International Conference of Science, Engineering & Environmental Technology (ICONSEET), 2(16): 127-131.
2. May, Z. T. (2018) Microcontroller Based Automatic Temperature Control System. International journal of Science and Research Methodology (IJSRM), 11(2): 52-63.
3. McDonald, J(1997) Temperature Control Using a Microcontroller. An Interdisciplinary Undergraduate Engineering Design Project. IEEE Frontiers of Education Conference: pp. 1620 – 1624.

Семенов Андрій Олександрович — д-р техн. наук, професор, професор кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

Шурхал Михайло Юрійович — студент групи РТ-22м, кафедра інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: misha.shurkhal@gmail.com

Semenov Andriy Oleksandrovych — Dr. Sc. (Eng.), Full Professor, Professor of the Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

Shurkhal Mykhailo Yuriiovych - student of group PT-22m, Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: misha.shurkhal@gmail.com