

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ У СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Іщенко Д.К., Макогон Ю.М.

daria.ishchenko@nure.ua

науковий керівник – к.т.н., проф. Зубков О.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МІРЕС
м. Харків, Україна

The relevance of using modern microprocessors in automated control systems has been substantiated. The use and implementation of control algorithms and methods based on PID controllers in technological processes of automated systems on microprocessors are considered. The standard algorithm of PID controller operation is analyzed. An improved algorithm for PID controller operation has been developed and implemented. Its testing has been carried out. The possibility of simultaneously reducing the transient response time and the overshoot error using the proposed algorithm has been demonstrated.

У сучасних технічних системах автоматичне керування використовується у багатьох сферах, зокрема у промисловості, транспорті, енергетиці та робототехніці. Такі системи дозволяють підтримувати необхідні параметри технологічних процесів без постійного втручання людини. Важливу роль у роботі систем автоматичного керування відіграють мікроконтролери.

Актуальність дослідження зумовлена широким використанням мікроконтролерів у сучасних системах автоматичного керування, де необхідно забезпечити стабільність роботи технологічних процесів, високу точність регулювання та надійність функціонування обладнання.

Метою роботи є дослідження особливостей використання мікроконтролерів у системах автоматичного керування та аналіз можливостей їх застосування для реалізації алгоритмів регулювання.

У системах автоматичного керування мікроконтролер виконує кілька основних функцій. По-перше, він отримує дані від датчиків, які вимірюють параметри технологічного процесу. Такими параметрами можуть бути температура, тиск, освітленість або швидкість обертання двигуна.

Якщо сигнал від датчика є аналоговим, він перетворюється у цифрову форму за допомогою аналого-цифрового перетворювача. Після цього мікроконтролер виконує обробку отриманих даних відповідно до заданого алгоритму. Після обробки сигналів формується керуючий сигнал, який передається до виконавчих пристроїв. До таких пристроїв можуть належати електродвигуни, реле, клапани або інші механізми (рисунок 1).

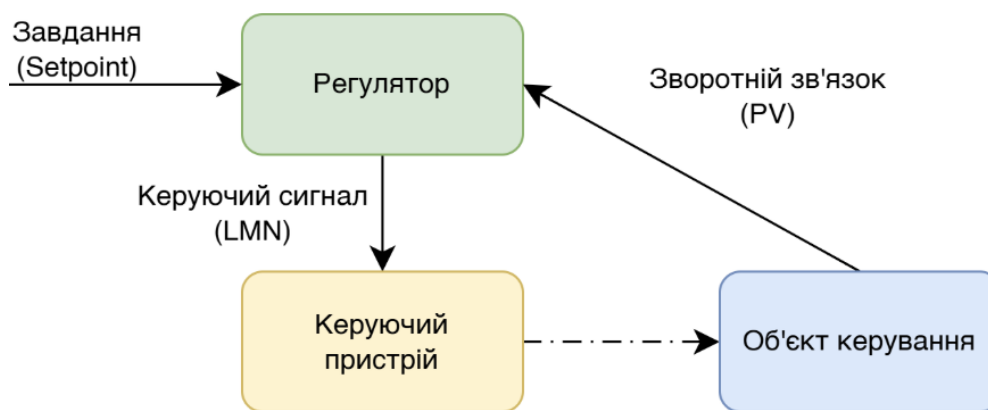


Рисунок 1 – Структурна схема системи автоматичного керування на основі мікроконтролера

Для підвищення точності регулювання у таких системах часто використовують ПІД-регулятори. Вони дозволяють враховувати величину відхилення параметра від заданого значення, а також швидкість його зміни. Стандартна реалізація ПІД регулятора – це компроміс між часом перехідного процесу та перерегулюванням. Тому актуальним є одночасне зменшення цих двох параметрів. Тому для дослідження була обрана мікроконтролера система автоматичного регулювання температури охолоджувальної системи. Основним елементом такої системи є мікроконтролер, який отримує дані від температурного датчика та керує роботою водяного насоса.

Класична математична модель ПІД-регулювання складається з трьох складових: пропорційної P (proportional), інтегральної I (integral) та диференціальної D (derivative). Пропорційна частина реагує на величину відхилення температури від заданого значення. Інтегральна складова дозволяє зменшити похибку регулювання, а диференціальна враховує швидкість зміни температури.

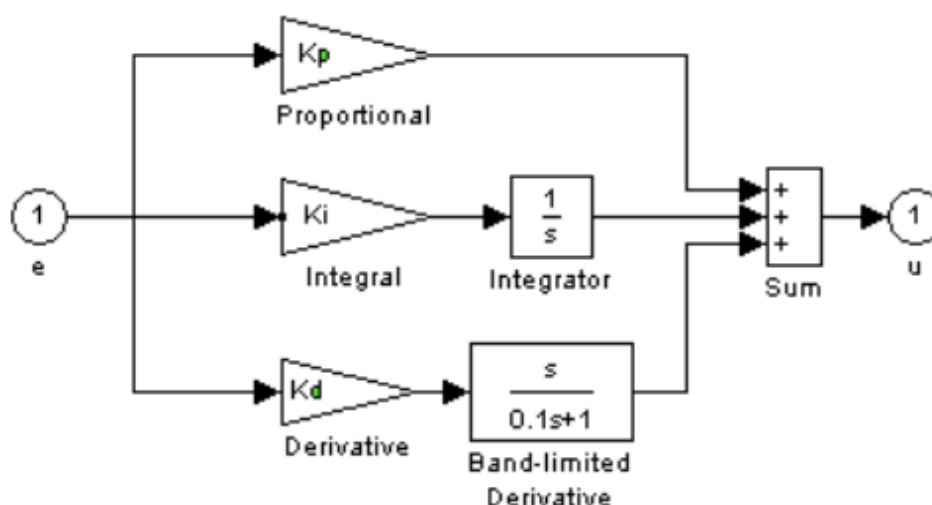


Рисунок 2 – Імітаційна модель ПІД – регулятора

Вдосконалена модель ПІД регулятора містила дві групи параметрів. При старті роботи системи використовувалась перша група, що дозволяла швидко досягати заданої температури, а друга група використовувалась для підтримання робочої температури та забезпечення мінімального перерегулювання. Алгоритм ПІД-регулятора реалізовано у мікроконтролері STM32. Результати експерименту показали, що використання набору параметрів А забезпечує швидший перехідний процес: час встановлення становив приблизно 1.8 с, однак при цьому спостерігалось перерегулювання на рівні 12–15 % від заданого значення. Крім того, на початковому етапі перехідного процесу відзначалися незначні коливання сигналу. У випадку застосування набору параметрів В час встановлення збільшився до 2.6 с, однак перерегулювання зменшилося до 4–6 %, а перехідний процес став більш монотонним. Середньоквадратична похибка регулювання в усталеному режимі також зменшилася приблизно на 18 % порівняно з першим набором параметрів.

Висновки. У роботі було розглянуто особливості використання мікроконтролерів у системах автоматичного керування. Досліджено використання мікроконтролера у системі регулювання температури з використанням ПІД-регулятора. Запропонована вдосконалена модель керування з двома групами параметрів ПІД регулятора дозволила одночасно скоротити час встановлення та підвищити демпфування системи і зменшити коливання.

Список використаних джерел:

1. Системи автоматичного керування технологічними комплексами: [Електронний ресурс] : підручник для здобувачів ступеня бакалавра за спец. 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / А.М.Сільвестров та ін.; КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 536 с.
2. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи: Ч.2 «Проектування мікропроцесорних систем» [Електронний ресурс] : підручник для студ. освітньої програми «Інтегровані інформаційні системи» за спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології» / А.О. Новацький ; КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 462 с.
3. Теорія автоматичного керування. Частина 1: Моделювання лінійних систем автоматичного управління [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 141 - «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізації «Системи управління виробництвом і розподілом електроенергії» / Уклад.: А.А. Марченко, Д.В. Настенко, В.С. Гулий. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 55с.