

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ПРИНЦИПУ ДІЇ ТЕРМОРЕГУЛЯТОРА

Вінницький національний технічний університет, e-mail: kucheruk@mail.ru

Розроблено стенд для лабораторного практикуму на базі програмованого логічного контролера фірми VIPA серії 200V для дослідження терморегулятора. Розрахований для студентів, які вивчають програмування мікропроцесорних систем.

Вступ

Використання нових інформаційних технологій дозволяє збільшити ефективність та якість освітнього процесу. Знання сучасних технологій відкриває перед студентами широкі можливості не тільки у галузі науки, але і в інших аспектах їх життя. Однією із найважливіших складових освіти студентів, що сприяє виробітку практичних навиків є лабораторний практикум. Навчальні лабораторії повинні бути оснащені сучасним обладнанням та контрольно-вимірювальними приладами. Розвиток сучасної лабораторної бази йде по шляху створення сучасних лабораторних установок, що включають фізичні, математичні та програмні моделі.

Мета роботи

Створення лабораторного стенда для студентів, які вивчають програмування логічних контролерів на базі принципу дії терморегулятора з використанням програмованого логічного контролера (ПЛК).

Аналіз останніх досліджень

У існуючій навчальній та науково-технічній літературі наводиться недостатньо описів сучасних лабораторних стендів з можливістю дистанційного керування та контролю параметрів.

Результати роботи

Розроблений лабораторний стенд складається з апаратної та програмної частин.

Апаратна частина складається з ПЛК VIPA 200V, який під'єднаний через інтерфейс RS-232 (стандартний інтерфейс послідовної передачі даних) до персонального комп'ютера (ПК) та терморезистивної установки (ТУ), яка в свою чергу містить терморезистор (первинний сенсор температури), кулер, нагрівач, сенсор. VIPA 200V – сімейство ПЛК, що призначене для розв'язання задач керування та регулювання в системах автоматизації. Завдяки своєму компактному дизайну і вигідному співвідношенню ціна-продуктивність контролери серії 200V особливо добре підходять для застосувань з невеликою кількістю точок введення-виведення [1].

Програмна частина являє собою програмний пакет WINPLC7 для конфігурування, програмування, наладки програм та діагностики контролера VIPA. WINPLC7 містить всі необхідні інструменти для створення проекту: конфігуратор апаратури, яка використовується, символічний редактор, конфігуратор мережі PROFIBUS, редактор програм, емулятор контролера. WINPLC7 дозволяє імпортувати-експортувати проекти для контролерів фірми VIPA, зберігати резервну копію програми та даних на MMC – карту, а також здійснювати програмну симуляцію роботи контролера. Основні технічні характеристики контролера: блочно-модульна конструкція; системи до 160 каналів введення-виведення; час виконання логічної операції 0,25 мкс; час виконання операції зі словами 1,2 мкс; годинник реального часу; підключення до 4 модулів розширення; напруга живлення; 24 В постійного струму; діапазон робочих температур: від 0 до +60 градусів С° [2]. Блок-схема лабораторного стенда та його зовнішній вигляд зображено на рисунку 1 та 2 відповідно.

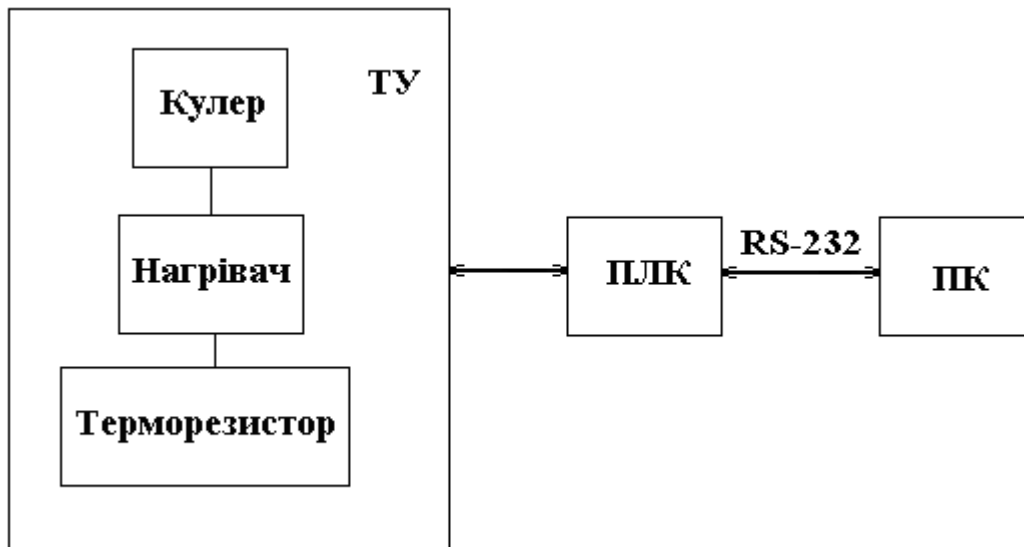


Рис.1. Блок-схема лабораторного стенда

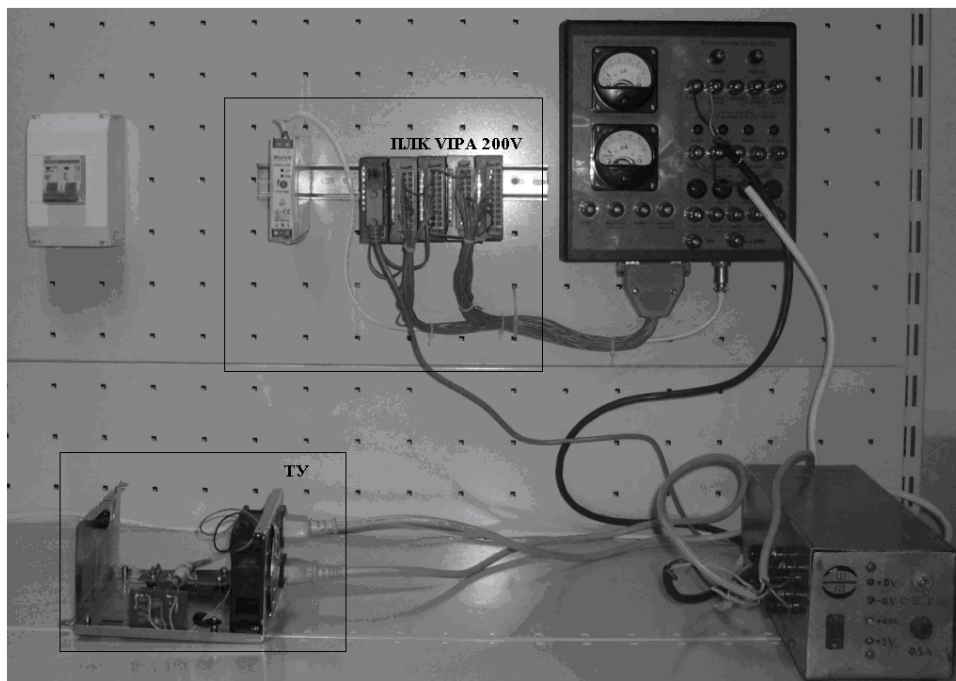


Рис.2. Терморезисторна установка та ПЛК VIPA 200V

Розглянемо більш детально обидві частини стенда. Терморезистори представляють собою напівпровідникові резистори з нелінійною вольтамперною характеристикою, відмінною особливістю яких є різко виражена температурна залежність електричного опору [3, 4]. Найбільше розповсюдження отримали терморезистори, опір яких зменшується при збільшенні температури, тобто терморезистори з від'ємним температурним коефіцієнтом опору. В залежності від температури навколишнього середовища терморезистори мають електричний опір, що зв'язаний з температурою нелінійною функцією, яка описується формулою Стейнхард-Харта [5]:

$$T = \frac{1}{C_0 + C_1 \cdot \ln R + C_2 \cdot (\ln R)^3}, \quad (1)$$

де T – температура, яка діє на терморезистор; R – опір терморезистора; C_1, C_2, C_3 – коефіцієнти, які підбираються з умови найкращого наближення до отриманої експериментальної залежності.

В нашому випадку терморезистор типу ММТ-12 (зовнішній вигляд терморезистора наведено на рисунку 3) має нелінійну залежність “опір-температура”, яка була отримана експериментально за допомогою ртутних скляних термометрів з класом точності 0,2 (рисунком 3).

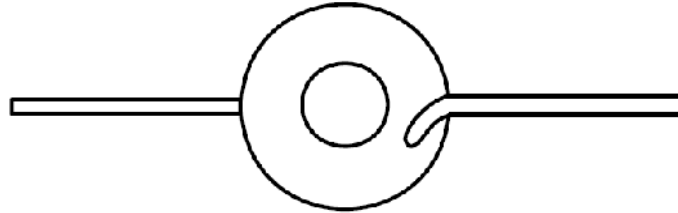


Рис.3. Дисковий терморезистор типу ММТ-12

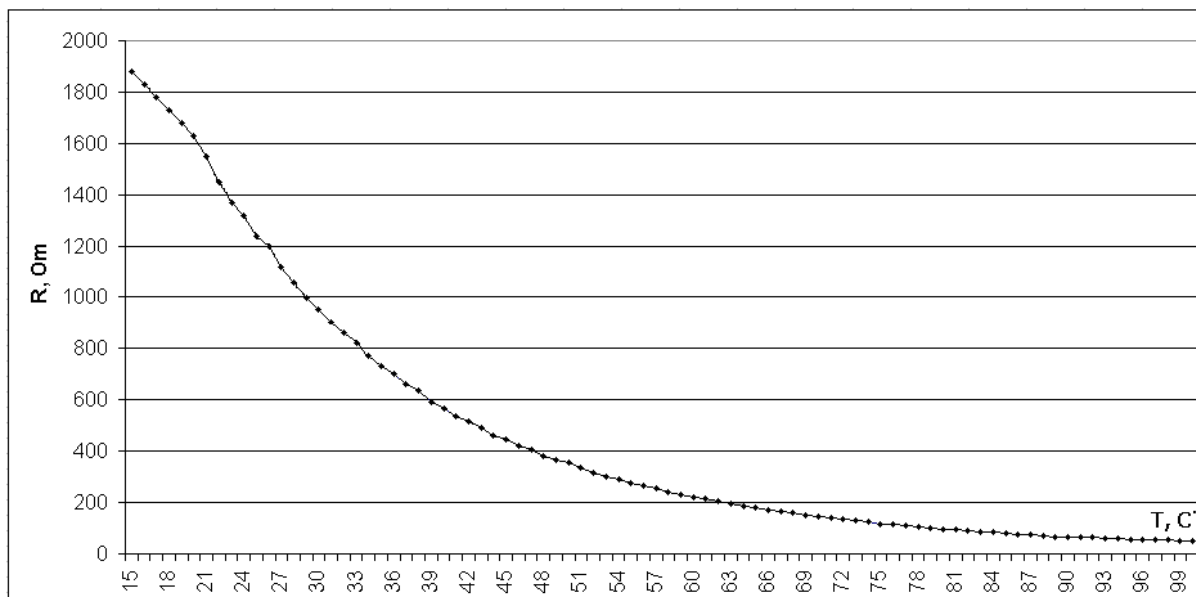


Рис.4. Залежність опору терморезистора ММТ-12 від температури

Коефіцієнти для математичної моделі отримаємо експериментально, шляхом підстановки параметрів при різних значеннях температури та відповідно опору, тоді одержано математичну модель залежності опору терморезистора від температури:

$$T = \frac{100}{7.2 - 2.1 \cdot \ln R + 0.036 \cdot (\ln R)^3}. \quad (2)$$

Після визначення робочих характеристик терморезистора можна перейти до розробки програмної частини. У програмі ПЛК реалізовано обчислення температури за формулою (2). Приклад програми на мові програмування LD [6] представлено на рисунку 5.

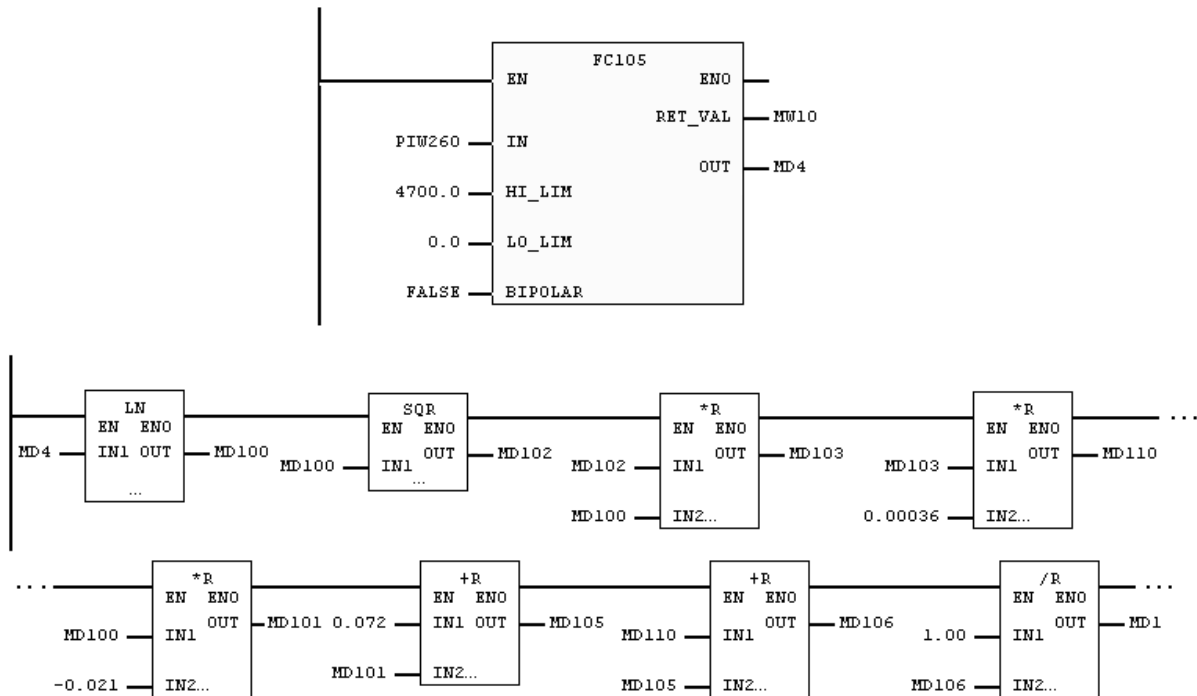


Рис.5. Програмна реалізація математичної моделі у пакеті WINPLC7

Опір терморезистора лежить в діапазоні від 0 до 4700 (Ом) і вимірюється з використанням блоку аналогових входів контролера VIPA та перетворюється за допомогою функціонального блоку FC 105 у програмну змінну MD4. Змінна MD4 відображає електричний опір терморезистора в реальному часі і передає значення опору на вхід математичного ланцюга, на виході якого відображається значення температури навколишнього середовища (змінна MD1).

Кулер та нагрівач потрібні у системі для створення температурних умов, що відмінні від кімнатних. Тобто терморезистор охолоджується за допомогою кулера, а нагрівається за допомогою нагрівача. Це дозволяє досліджувати терморезистор в умовах що не відповідають нормальним, наприклад, при температурі $+10\text{C}^\circ$, або навпаки $+50\text{C}^\circ$ і вище.

Розроблений лабораторний стенд планується випробувати в навчальному процесі в рамках циклу лабораторних робіт з дисциплін, де застосовується програмування ПЛК та автоматизація, на кафедрі метрології та промислової автоматики Вінницького національного технічного університету.

Висновок

Розроблено лабораторний стенд для вивчення принципів дії терморегулятора з використанням терморезисторів, основним елементом якого є вимірювально-керуюча частини, яка дозволяє досліджувати в реальному часі властивості терморезистора при зміні температурних умов.

Список літературних джерел

1. www.VIPA.de
2. www.WinPLC7.de
3. Пасынков В.В., Чиркин Л.К., Шинков А.Д. Полупроводниковые приборы. – М.: Высшая школа.- 1973. – 398 с.
4. Практикум по полупроводникам и полупроводниковым приборам. Под ред. К.В. Шалимовой.- Высшая школа.- 1968. – 464 с.
5. Викулин И.М., Стафеев В.И.. Физика полупроводниковых приборов. – М.: Радио и связь, 1990. – 264 с.
6. Кучерук В.Ю., Поджаренко В.О., Кулаков П.І. Програмування логічних контролерів SCHNEIDER ELECTRIC. – Вінниця: ВДГУ.- 2002. – 132с.