

О.О. ЦУРІКОВ, магістр, НТУ "ХПІ", Харків

Ю.С. ГРИЩУК, канд. техн. наук, проф., НТУ "ХПІ", Харків

РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ НИЗЬКОВОЛЬТНИХ КОМПЛЕКТНО-РОЗПОДІЛЬЧИХ ПРИСТРОЇВ СЕРІЇ Я5000

Розроблена структурна схема для автоматизації експериментальних досліджень комплектних розподільчих пристроїв (КРП) на базі мікроконтролера. Розроблений алгоритм роботи схеми для дослідження КРП серії Я5000.

Разработана структурная схема для автоматизации экспериментальных исследований комплектных распределительных устройств (КРУ) на базе микроконтроллера. Разработан алгоритм работы схемы для исследования КРУ серии Я5000.

Вступ. У наш час приблизно 80% усієї виробленої електричної енергії споживається електричними двигунами (більшою частиною це двигуни великої потужності від 5кВт і більше). Саме тому керування постачанням електричної енергії до електродвигунів є доволі важливим питанням як з економічного боку, так і з боку безпеки кінцевого споживача. Таким споживачем може бути як, наприклад, система вентиляції промислового підприємства, так і, власне, будь-який залежний від двигуна механізм (електричний станок, конвеєрна лінія, підйомник або ліфт).

Одним з таких комплектних розподільчих пристроїв є КРП серії Я5000, що призначений для керування електродвигунами. Надійність цього пристрою є доволі важливою, так як від неї залежить працездатність керованого ним електродвигуна, від роботи якого може залежати не тільки виконання певної роботи, але і людське життя.

Покращення надійності зазначеного вище комплектно-розподільчого пристрою потребує дослідження параметрів роботи електричних апаратів, що входять до його складу. Автоматизація досліджень КРП Я5000 може бути виконана за допомогою стенду, розробленого на базі сучасного мікроконтролера (МК). Результати таких досліджень дозволять підібрати оптимальні апарати керування електродвигуном, виконати контроль їх параметрів та провести серію дослідів, максимально наближених до реальних умов використання КРП Я5000.

Метою даної роботи є розробка структурної схеми мікроконтролерного стенда та алгоритму його роботи для автоматичного дослідження комплектних розподільчих пристроїв серії Я5000.

Типовий вид КРП серії Я5000 показано на рис. 1.

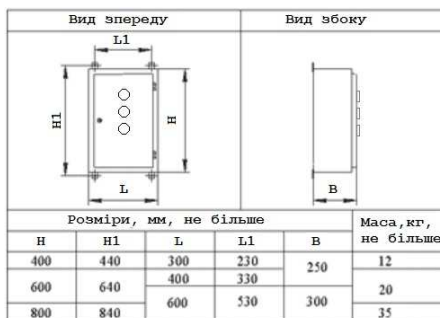


Рис. 1.

Аналіз КРП серії Я5000. До складу типового КРП Я5000 входять корпус із вмонтованими до нього наступними електричними апаратами: автоматичний вимикач (Lovato Electric 11SM3A84), теплове реле (LG GTK-85.65), контактор (LG GMC-65R), запобіжник (ETI D0). Електрична схема КРП серії Я5000 наведена на рис. 2.

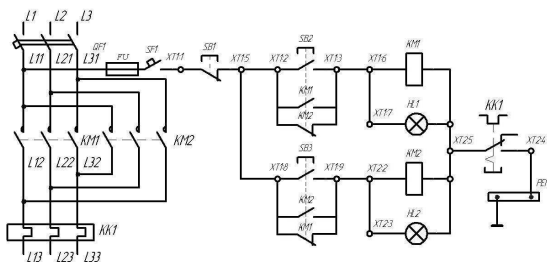


Рис. 2.

Принцип роботи схеми. При натисненні на кнопку SB2 відбувається замикання контактів контактора KM1 і, відповідно, відбувається розмикання контактів контактора KM2 (для запобігання увімкнення двигуна одночасно в один та інший бік) що надає змогу запустити двигун як в прямому напрямку (контактор KM1), так і у зворотному (кнопкою SB3 за допомогою контактора KM2). Про роботу двигуна в прямому чи зворотному напрямку символізують сигнальні лампи HL1 і HL2, що безпосередньо вмонтовані в кнопки. У режимі тривалого

перенавантаження спрацьовує теплове реле КК1 і живлення двигуна припиняється. Коло керування також захищене запобіжниками (на випадок короткого замикання). При натисненні на кнопку SB1 відбувається вимкнення електричного двигуна.

Параметри, що контролюються. Аналіз вимог, що пред'являються до електричних апаратів захисту (автоматичних вимикачів (АВ), швидкодіючих запобіжників (ШЗ) та ін.) і методів їх випробувань, указує на вельми широкий перелік параметрів, які повинні перевірятися і досліджуватися при проведенні різних випробувань і досліджень. До таких параметрів відносяться: номінальний струм, струм перенавантаження, струм короткого замикання, напруга на дузі, Джоулевий інтеграл, час відключення, температура на виводах, температура в центрі плавкого елемента, температура контактів, швидкість руху дуги в контактних решітках і т.ін. Все це вказує на необхідність використання вельми широкого спектру відповідних датчиків, що дозволяють з необхідною точністю відстежувати зміну цих параметрів у процесі досліджень.

В даній роботі передбачається автоматизоване дослідження на базі мікроконтролера наступних параметрів:

- напруга в колі керування;
- напруга на дузі;
- струм, що проходить через апарати керування;
- граничні значення температури на контактах запобіжників;
- граничні значення температури на контактах автоматичного вимикача;
- безперервність кола захисту.

Структурна схема. Для автоматизації досліджень комплектних розподільчих пристроїв серії Я5000 була розроблена структурна схема на базі мікроконтролера КМ 1816ВЕ51 (рис.3). Восьмирозрядний високоефективний однокристальний мікроконтролер КМ1816ВЕ51 виконаний за високоякісною n-МОП технологією є програмно сумісним з іншими мікроконтролерами сімейства MCS-51.

Розроблена структурна схема (рис.3) включає наступні елементи:

- об'єкт досліджень – ящик керування серії Я5000 з усіма апаратами (автоматичний вимикач, контактор, теплове реле, тримач запобіжника з відповідним запобіжником);
- двійковий датчик типу так/ні Д1;
- датчики контрольованих параметрів (напруга, струм, температура) Д2 - Д8 (первинні перетворювачі);
- нормуючі підсилювачі П1 – П7;

- чотириканальний комутатор аналогових сигналів типу KM590KM6;
- аналого-цифровий перетворювач (АЦП) типу К 1113 ПВ1;
- мікроконтролер, що містить вбудований генератор тактових сигналів, пам'ять команд, ОЗП, вбудовані 4 порти і послідовний канал зв'язку.

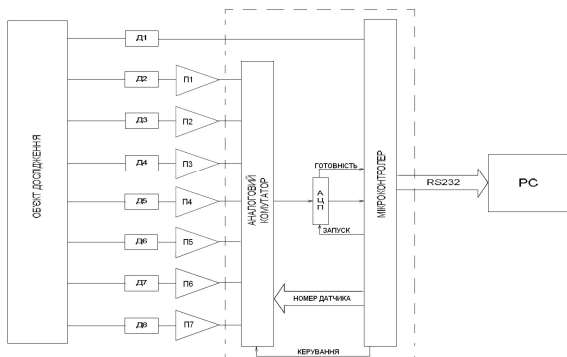


Рис. 3.

Через послідовний інтерфейс RS232C схема зв'язана з комп'ютером, який може змінювати режими випробувань або досліджень, а також приймати, запам'ятовувати, відображати і документувати результати досліджень.

До об'єкту дослідження підключені відповідні датчики. Датчики контрольованих параметрів Д2-Д8 є первинними перетворювачами напруги (в мережі), струму, температури на виводах в напругу. Нормуючі підсилювачі погоджують вихідну напругу датчиків з необхідним входним сигналом АЦП 0-10 В і забезпечують низький вихідний опір.

Комутатор аналогових сигналів перемикає один з входів на вихід залежно від отриманого коду датчика і керуючого сигналу, що поступають від мікроконтролера згідно з програмою.

Отриманий на виході комутатора аналоговий сигнал з виходу поступає на АЦП, який після отримання від МК сигналу "запуск", забезпечує перетворення його в цифровий код. Таке перетворення реалізовано найбільш швидкодіючим апаратним засобом на основі ВІС АЦП, що підключається до порту МК. Після закінчення перетворення аналогового сигналу в двійковий код АЦП видає сигнал "готовність", що передається до МК. Після цього МК приймає перетворені у двійковий код дані з датчика і заносить їх у пам'ять даних МК. Далі, після накопичення даних, вони передаються через універсальний асинхронний приймач-передавач у персональний комп'ютер.

Схему підключення портів мікроконтролера KM1816BE51 зо-

бражено на рис. 4. Незадіяні порти можуть бути надалі використані для розширення функціональних можливостей мікроконтролера.

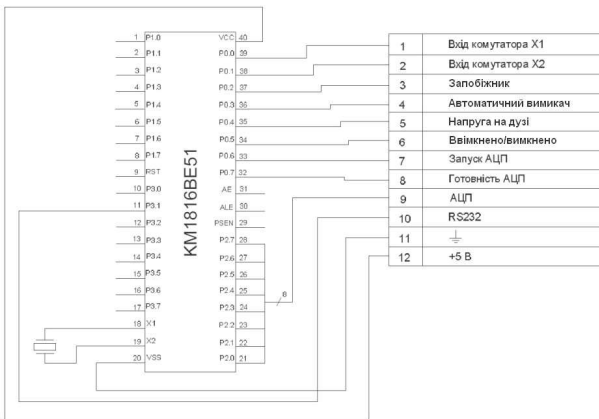


Рис. 4.

У якості датчика температури можуть застосовуватися термопари. Наприклад, хромель-алюмельові термопари, які відрізняються невисокою вартістю, призначені для вимірювання температури в діапазоні від $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+1372\text{ }^{\circ}\text{C}$. Чутливість цих термопар складає $41\text{ мкВ}/^{\circ}\text{C}$.

У якості датчика напруги використовується дільник напруги.

У якості датчика струму використовується низькоомний безіндуктивний шунт.

У якості датчика безперервності кола керування використовуємо двійковий датчик так/ні.

Алгоритм роботи. Блок-схема алгоритму наведена на рис. 5.

Для проведення дослідження з необхідною точністю на початку програми константі TIME привласнюється значення інтервалу часу, через який опитуються датчики на відповідних частинах КРП. Введення константи на початку програми необхідно для того, щоб при зміні часу опитування у програміста на виникали складності у зміні тексту програми. Далі обнуляємо чотири порти мікроконтролера і перевіряємо чи включений КРП. Подальше виконання програми відбуватиметься тільки тоді, коли на відповідний розряд порту мікроконтролера буде подано сигнал логічної "1".

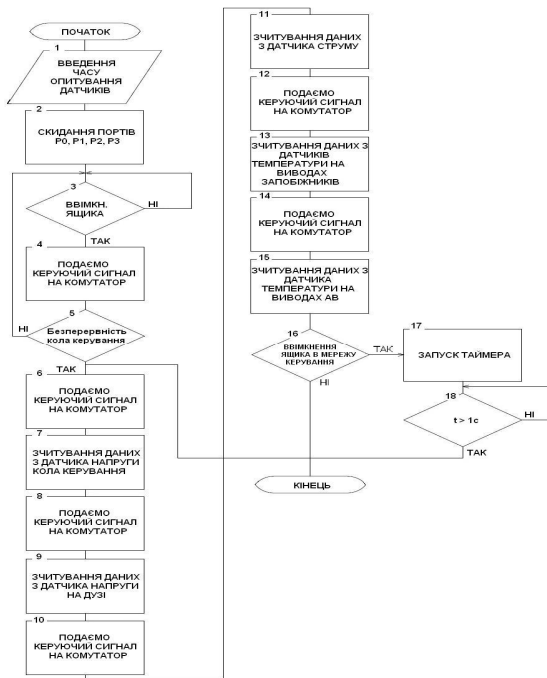


Рис. 5.

При включенні КРП мікроконтролер посилає сигнал керування на аналоговий комутатор. Згідно одержаному сигналу комутатор з'єднує сигнал з датчика безперервності кола керування (Д1) з виведеннями відповідного порту мікроконтролера.

Далі на АЦП подається сигнал запуску, після зчитування і перетворення сигналу датчика, АЦП посилає сигнал готовності на мікроконтролер. Данні прийняті з АЦП поступають на мікроконтролер і в подальшому передаються зовнішньому пристрою через універсальний асинхронний приймач-передавач (УАПП) персональному комп'ютеру для подальшого зберігання та обробки. Після передачі даних мікроконтролер проводить опитування датчиків на апаратах КРП. Ці дані через УАПП передаються в комп'ютер РС.

Після цього програма аналогічно тому, як знімалися дані з датчика напруги в колі керування, зчитує дані з датчиків напруги на дузі, струму в колі керування та температури. Далі мікроконтролер перевіряє ввімкнений чи вимкнений КРП. Якщо КРП ввімкнений, то програмно запускається таймер на час який, вказаний в константі TIME. Після закінчення відліку заданого часу мікроконтролер знову проводить опитування вищевказаних датчиків

Вихід з циклу і завершення роботи програми відбувається при відключенні КРП.

Висновки. Розроблений стенд і алгоритм роботи програми авто-

мативованого дослідження КРП дозволяють автоматизувати керування процесом випробувань і досліджень, суттєво скоротити терміни і витрати на їх проведення, підвищити точність отримуваних результатів та проводити їх подальшу комп'ютерну обробку і документування.

Список літератури: 1. ГОСТ Р 51321.5-99. Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 5. Дополнительные требования к низковольтным комплектным устройствам, предназначенным для наружной установки в общедоступных местах (распределительным шкафом). – Введ. 06.10.1999 г. – М.: Изд-во стандартов, 1999 г. – 20 с. 2. ГОСТ 12434-83. Аппараты коммутационные низковольтные. Общие технические условия. Введ. 01.01.85 г. – М.: Изд-во стандартов, 1985 г. – 18 с. 3. МЭК 60664-1 – Координация изоляции для оборудования низковольтных систем. Часть 1. Принципы, требования и испытания. 4. *Сташин В.В., Урусов А.В., Мологонцева О.Ф.* Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 224 с. 5. *Башков Е.А.* Аппаратное и программное обеспечение зарубежных микроЭВМ. – К.: Высшая шк., 1990. – 207 с. 6. *Боборыкин А.В., Липовецкий Г.П., Литвинский Г.В. Оксинь О.Н.,* и др. Однокристалльные микроЭВМ. Справочник. – М.: МИКАП, 1994. – 400 с. 7. *Щелкунов Н.Н., Дианов А.П.* Микропроцессорные средства и системы. – М.: Радио и связь, 1989. – 189 с. 8. *Ахметов Р.Р., Бакин А.Д., Кабанов Н.Д.* Однокристалльные промышленные микроконтроллеры // Мир ПК. – 1993. – № 10. – С. 31-37. 9. *Гришук Ю.С.* Микропроцесорні пристрої: Навчальний посібник. – Харків: НТУ "ХПІ", 2008. – 348 с.



Цуриков Олександр Олександрович, магістрант кафедри "Електричні апарати" Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут".

Наукові інтереси пов'язані з вивченням роботи комплектно-розподільних пристроїв та дослідження їх параметрів за допомогою техніки з мікроконтролерним керуванням.



Гришук Юрій Степанович, канд. техн. наук, професор кафедри "Електричні апарати" Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут".

Наукові інтереси пов'язані з використанням методів мікроконтролерного керування в електричних апаратах, розробкою математичних моделей на основі теорії планування експериментів.

*Поступила в редколегію 16.11.2010
Рецензент д.т.н., проф. Болюх В.Ф.*