

РОЗРОБКА ПРОГРАМОВАНОГО РЕЛЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЛАБОРАТОРНИХ СТЕНДІВ

*Заквасов В.В., асист, Слинко Н.В., маг., Сосніна В.В., маг.
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, 39600, м. Кременчук, Україна
E-mail: woland_3000@mail.ru*

Обґрунтовано доцільність створення програмованого реле в лабораторних умовах. Синтезовано апаратну структуру програмованого реле для автоматизації лабораторного обладнання. Розроблено програмні рішення реалізації інструменту програмування мови Ladder Diagram, приведено опис кодування матриці програмного поля. Розроблено керуючий алгоритм функціонування ПР.

Ключові слова: програмоване реле, поле програми, структура програмного забезпечення.

Вступ. Значна частина технологічних процесів як на виробництві, так і в побуті представляють собою об'єкти дискретної дії. Автоматизація лабораторного обладнання, що використовується для вивчення та дослідження даних об'єктів, можлива на основі керуючих приладів, що відносяться до пристроїв вбудованих систем управління [1]. Основними представниками даної категорії є промислові логічні контролери (ПЛК) та програмовані реле (ПР).

Характерними особливостями промислових логічних контролерів є велика кількість вхідних та вихідних каналів, наявність системної шини, блочна структура компонування, значні об'єми пам'яті. Область використання ПЛК - управління складними технологічними процесами. Широкий спектр можливостей обумовлює високу ціну таких приладів, що робить економічно недоцільним їх використання для загальної автоматизації лабораторного стендового обладнання.

Програмовані реле, на відміну від ПЛК, орієнтовані на автоматизацію локальних задач технологічних процесів, тому мають відносно невелику кількість каналів дискретно-аналогового вводу-виводу керуючих сигналів та сигналів зворотного зв'язку. Компактні габарити, універсальність, широкі комунікаційні можливості, легкість монтажу та програмування роблять прилади цього типу зручними для автоматизації лабораторних стендів.

Сучасний ринок приладів для автоматизації пропонує велику кількість програмованих реле провідних світових виробників: Moeller EASY, Siemens LOGO, Mitsubishi Alpha, Schneider Electric Zelio Logic та інші. Аналіз вартості електронних компонентів, що входять до складу типового програмованого реле, показав, що вона знаходиться в межах 18-23% від загальної вартості його ринкової ціни.

Створення програмованого реле на власному програмному забезпеченні без використання запатентованих програмно-апаратних рішень та інтерфейсів інформаційного зв'язку допоможе знизити його загальну вартість. Зниження ціни ПР дозволить використати його як основний керуючий прилад при автоматизації більшості лабораторних стендів.

Аналіз попередніх досліджень. Розробка програмованого реле передбачає створення відповідного апаратного та програмного забезпечення цього приладу.

Знання та навички, отримані студентами при роботі з проектованою моделлю програмованого реле, можуть бути використані ними в подальшій роботі за спеціальністю. Тому основною вимогою до проектованого зразка є схожість з промисловими аналогами у використанні, побудові на його основі систем керування, програмуванні, наслідуванні принципів роботи та функціональних можливостей.

Сучасні тенденції розвитку сфери проектування керуючих приладів дозволяють вирішити частину апаратно-програмних задач на основі використання покупних компонентів, що допомагає значно зменшити час на розробку прототипу.

На початковій стадії проектування проаналізована доцільність використання різних покупних компонентів у складі програмованого реле.

Одним із варіантів швидкої побудови ПР є використання в основі конструкції промислового ядра ПЛК. Ядро представляє собою мініатюрну плату, до якої входять процесорний модуль, лінії введення та виведення інформації, шини організації зовнішніх інтерфейсів, модулі енергонезалежної пам'яті та інші складові. Програмне забезпечення ядра, як правило, містить операційну систему, інструмент програмування, драйвери організації інтерфейсів промислового стандарту.

Недоліком побудови власного програмованого реле або контролера на основі промислового елемента «ядро ПЛК» є значна собівартість цього компоненту, що складає близько 2/3 від ринкової ціни готового приладу. Проте такі ядра доцільно використовувати при створенні унікальних пристроїв управління технологічними процесами.

Стосовно програмного забезпечення, на сьогоднішній день проектувальникам ПР надається можливість придбання ліцензії на універсальні інструменти програмування з підтримкою мов стандарту МЕК 61131-3 [3]. Програмний продукт впроваджується в проектоване ПР на стадії виробництва і налаштовується під конкретну апаратну платформу. Вартість такого рішення й щорічна підтримка ліцензії занадто висока і є

доцільною лише у випадках, коли планується масове виробництво ПР з метою подальшої реалізації.

Мета роботи. Розробка апаратного та програмного забезпечення програмованого реле для автоматизації лабораторного обладнання.

Матеріал і результати досліджень. На основі аналізу будови типових представників програмованих реле провідних виробників розроблено структурну схему проектованої моделі (рис.1), яка передбачає присутність у його складі модулів введення та виведення інформації, приладів індикації, модулів пам'яті, вбудованих та зовнішніх інтерфейсів. Головним елементом програмованого реле є мікроконтролер, що виконує усі обчислювальні операції та керує взаємодією інших елементів ПР. Налаштування ПР та його програмування здійснюється за допомогою клавіатури, результати відображаються на дисплеї. Для збереження програми користувача використовується флеш-пам'ять. Вхідні аналогові та цифрові сигнали поступають до мікроконтролера через блоки вводу відповідних сигналів. Видача сигналів керування поступає на виконавчі механізми через блок вводу/виводу цифрових сигналів. Блок програмування дозволяє перезаписати керуючу програму програмованого реле у випадку його модернізації. Обмін даними між програмованим реле і ПК (запис програми користувача, написаної з використанням програмного забезпечення верхнього рівня) здійснюється за допомогою інтерфейсу RS-232. Дистанційне керування об'єктами дискретної дії та організація міжмережевого зв'язку можливі з використанням інтерфейсів RS-485 та Ethernet. Проектоване програмоване реле має внутрішнє джерело живлення. Імпульсний блок живлення перетворює змінну напругу 220 В у постійну номіналами +24 В та +5 В.

Декомпозиція системи на структурні компоненти дозволяє вирішити питання побудови принципів схем окремих блоків приладу шляхом вибору та

компонування класичних схемотехнічних рішень, реалізованих на сучасній елементній базі. Необхідними покупними компонентами приладу є рідкокристалічні індикатори, блоки енергонезалежної пам'яті, адаптери зовнішніх інтерфейсів тощо.

На початковій стадії створення програмного забезпечення, що керує безпосередньо роботою програмованого реле, необхідно визначити мову програмування програми користувача. Визначення мови та способу її реалізації дозволять вирахувати один із найважливіших показників роботи приладу - тривалість програмного циклу обробки програми. Порівняння розрахункового значення тривалості програмного циклу проектованого ПР з таким же параметром промислових аналогів дозволить оцінити ефективність функціонування приладу.

Стандарт Міжнародної електротехнічної комісії МЕК 61131-3 описує п'ять мов програмування для програмованих логічних контролерів: Instruction List (IL), Structured Text (ST), Ladder Diagram (LD), Sequential Function Chart (SFC) та Function Block Diagram (FBD). Узагальнено мови можна поділити на графічні FBD, LD, SFC та текстові (IL, ST). Текстові мови представляють собою набір інструкцій, схожих на мову assembler (IL) або мову високого рівня Pascal (ST). Графічні мови представляють собою набір функціональних блоків, з'єднаних за відповідними правилами.

На вибір мови програми користувача впливають такі фактори, як спосіб вводу команд, складність перевірки введеного коду та організації трасування, складність синтаксису запису та розуміння, функціональні можливості та інші.

Введення програми планується виконувати за допомогою клавіш зовнішньої панелі реле з відображенням на дисплеї рідкокристалічного індикатора. Програмуванням реле та наладкою роботи системи автоматичного управління стендів мають займатися студенти, тому синтаксис вводу операторів програми та спосіб їх відображення мають бути максимально простими для розуміння.



Рисунок 1 – Структурна схема програмованого реле

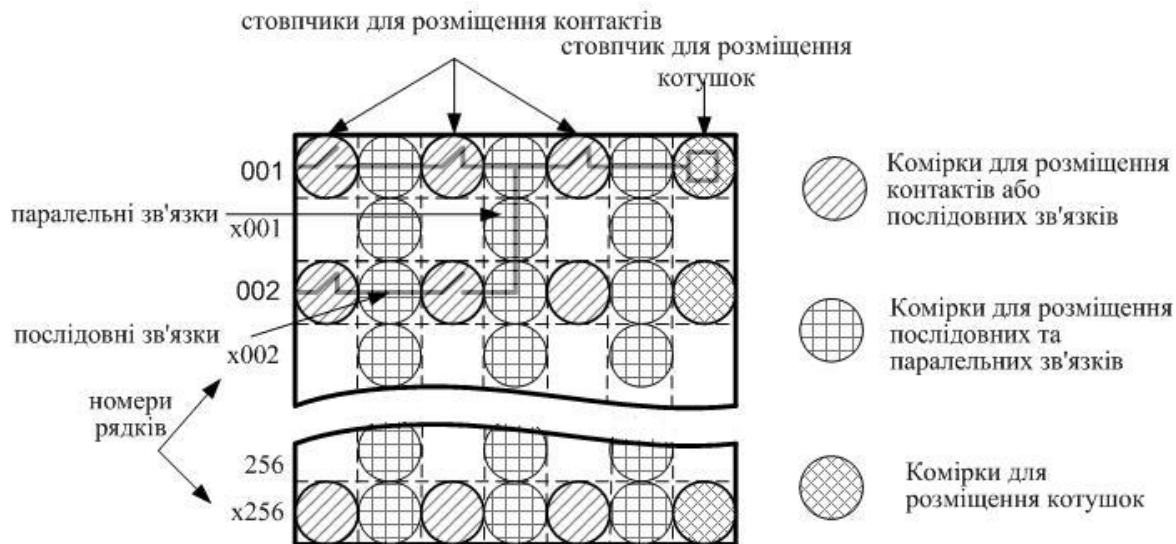


Рисунок 2 – Приклад програми Ladder Diagram

Серед регламентованих мов стандарту МЕК 61131-3 найбільш повно поставленим вимогам відповідає мова релейних схем (Ladder Diagram). Мова є графічною, що полегшує її візуальне сприйняття, а проблеми з перевіркою та організацією трасування зводяться до мінімуму за рахунок чіткого визначення стандартом розміщення операторів програмного поля.

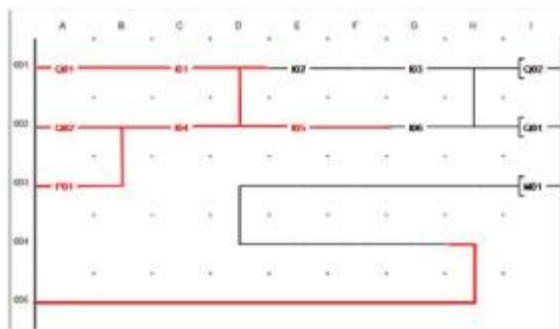
Відповідно до стандарту МЕК 61131-3 розроблено математичний опис функцій та властивостей операторів (контактів і котушок) мови Ladder Diagram виключно за допомогою логічних функцій.

У результаті аналізу інструментів реалізації програми користувача провідних виробників програмованих реле та основних характеристик існуючого лабораторного обладнання до списку операторів мови програмування увійшли наступні функціональні блоки: цифрові входи, цифрові виходи, аналогові входи, кнопки, лічильники, реле часу і маркери у якості проміжних реле.

Вигляд поля програми користувача показано на рис. 2. Кодування програми для програмованого реле реалізується наступним чином. Оператори мови LD (контакти, котушки, таймери, лічильники,

маркери) оголошуються структурами з полями, що містять відомості про даний елемент.

Поле програми представляється як матриця вказівників на відповідні поля структури оператора. Розмір матриці програми користувача становить 7×511 комірок, що дозволяє зберегти елементи програми (контакти, котушки й зв'язки). При виборі поточного оператора у відповідну позицію матриці записується посилання на його поле в структурі пам'яті керуючої програми. Використання посилання замість дійсного значення оператора фактично не обмежує кількість його вживань у програмі користувача. Оскільки міжнародний стандарт регламентує лише загальні положення мови Ladder Diagram, то виробники програмованих реле, як правило, мають власну реалізацію процедури обробки матриці програмного поля, що є закритою інформацією. Провівши аналіз процесу обробки програми програмованих реле Moeller Easy (рис. 3, а) та Mitsubishi Alpha (рис. 3, б), було розроблено алгоритм процедури обробки програми проектованого ПР (рис. 4). Проектоване ПР працює циклічно за методом періодичного опитування вхідних даних.



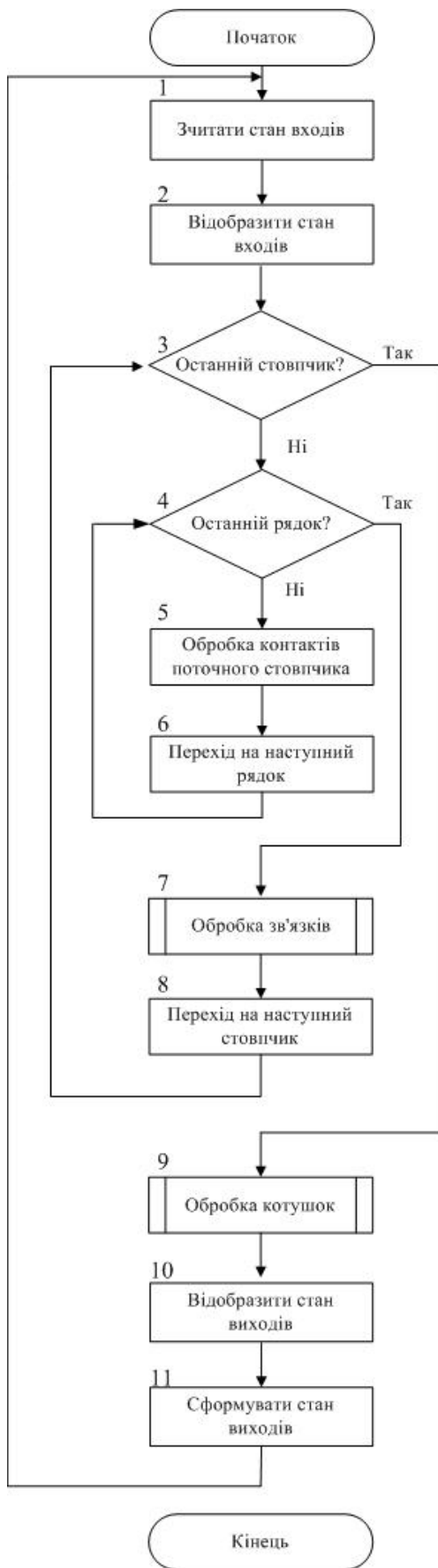


Рисунок 4 – Робочий цикл проектного ПР

На початку кожного робочого циклу зчитуються вхідні дискретні та аналогові сигнали ПР (рис. 4, етап 1), відображаються стани вхідних сигналів (рис. 4, етап 2), обробляються значення контактів поля програми по стовпчикам (рис. 4, етапи 4 - 8), формуються вхідні сигнали на котушки (рис. 4, етап 3), обробляються контакти котушок відповідно до їх функцій (рис. 4, етап 9), формуються і відображаються вихідні дискретні сигнали (рис. 4, етапи 10, 11). Далі цикл обробки програми повторюється знову. Таким чином, програма користувача обробляється по стовпчикам зліва направо, тобто обробка рядків програми виконується паралельно, а формування вхідного сигналу на котушки та їх перемикання здійснюється відносно одночасно, оскільки будь-яка керуюча програма виконується лінійно.

Введення програми здійснюється в ручному режимі з використанням кнопок лицьової панелі. У процесі вводу програма відображається на рідкокристалічному індикаторі (РКІ). Поле програми користувача на графічному дисплеї ПР поділене на позиції для розміщення чітко визначеної інформації. Після завершення редагування поточний оператор кодується в матрицю програми в оперативній пам'яті ПР. Логічні зв'язки між операторами будуються в ручному режимі або автоматично у випадку, коли два контакти розміщені в сусідніх комірках програмного поля. Після закінчення введення програма зберігається в області енергонезалежної пам'яті за бажанням користувача.

Висновки. У роботі проведений аналіз програмованих реле провідних світових виробників. Обґрунтовано доцільність створення апаратного та програмного забезпечення програмованого реле в лабораторних умовах для автоматизації учбових стендів. Визначені основні параметри проектного програмованого реле, розроблені структурна і функціональна схеми пристрою. Реалізовано інструмент програмування мови Ladder Diagram та алгоритм обробки програми користувача.

Проектована модель програмованого реле може бути використана у навчальному процесі для моделювання процесів управління технологічними об'єктами на основі програмованого реле.

ЛІТЕРАТУРА

1. Э. Парр Программируемые контроллеры: руководство для инженера; пер. 3-го англ.изд. / Э. Парр. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 516 с.: ил.
2. Деменков Н. П. Языки программирования промышленных контроллеров: Учебное пособие. Под ред. К. А. Пупкова. / Н. П. Деменков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 172 с.: ил.
3. Петров И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования. Под ред. проф. В. П. Дьяконова

/ И. В. Петров. — М.: СОЛОН-Пресс, 2004.
— 256 с.: ил. — (Серия «Библиотека инженера»).

4. Минаев И. Г. Программируемые логические контроллеры: практическое руководство для начинающего инженера / И. Г. Минаев, В. В. Самойленко. — Ставрополь: АГРУС, 2009. — 100 с.

5. Заквасов В. В. Побудова структури програмного забезпечення стенда-імітатора об'єкта управління «Розумний дім. Освітлення» на основі мікроядра операційної системи / В. В. Заквасов // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Щоквартальний науково-виробничий журнал. Кременчук: КДУ, 2010. — Вип.2/2010 (10). — С. 52-55.

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ И ИЗЛОЖЕНИЕ ОБЩИХ ВОПРОСОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММИРУЕМЫХ РЕЛЕ

Заквасов В.В., ассист, Слинко Н.В., маг., Соснина В.В., маг.

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского

ул. Первомайская, 20, 39600, г. Кременчуг, Украина

E-mail: woland_3000@mail.ru

Обоснована необходимость создания программируемого реле в лабораторных условиях. Синтезирована аппаратная структура программируемого реле для автоматизации лабораторного оборудования. Разработаны программные решения реализации инструмента программирования Ladder Diagram, приведено описание кодирования матрицы программного поля. Разработан управляющий алгоритм функционирования ПР.

Ключевые слова: программируемое реле, поле программы, структура программного обеспечения.

RATIONALE FOR AND DESCRIPTION OF COMMON ISSUES OF DESIGN PROGRAMMABLE RELAYS

Zakvasov V., assist, Slinko N., master, Sosnina V., master

Kremenchuk Mykhaylo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine

E-mail: woland_3000@mail.ru

Necessity of programmable relay creation in vitro is justified. The hardware structure of a programmable relay for labware automation is synthesized. Program decisions of programming tool realization of Ladder Diagram language are developed, the description of user program field matrix coding is led. The controlling algorithm of PR functioning is developed.

Key words: programmable relay, a program field, software structure.