

УДК 004.896

ОРГАНІЗАЦІЯ ДВОКАНАЛЬНОГО НЕЧІТКОГО КОНТРОЛЕРА ДЛЯ АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

П.В.Новіков¹, к.т.н., асистент,

В.С.Смирнов², проф., д.т.н.,

Кафедра автоматизації теплоенергетичних процесів,

КПІ ім. Ігоря Сікорського,

тел.: ¹(068) 802-25-44, e-mail: rezengan@ukr.net;

тел.: ²(050) 581-36-86.

Розглянуто програмно-апаратну реалізацію двоканального нечіткого контролера на базі програмованого логічного контролеру для керування відновлюваними джерелами енергії. Мовою ST стандарту IEC 61131-3 реалізовано алгоритм нечіткого виводу Мамдані, за яким розраховуються значення тривалості імпульсів і пауз, а також програмно реалізована структура двоканального нечіткого контролера. Виконано порівняльне моделювання у реальному масштабі часу роботи розробленого програмного забезпечення і моделі в Matlab Simulink.

Ключові слова: *нечітка логіка, система керування, моделювання.*

ORGANIZATION OF A TWO-CHANNEL FUZZY CONTROLLER FOR RENEWABLE ENERGY HARDWARE

P.Novikov, assistant, **V.Smyrnov**, professor,

*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv
Polytechnic Institute"*

The implementation of the software-hardware control system with the use of information about the characteristics of the control object based on the programmable logic controller is considered. In the language of ST, IEC 61131-3, an algorithm for fuzzy output of Mamdani is implemented, which calculates the values of pulse duration and pause, as well as the software implemented structure of the two-channel fuzzy controller.

Keywords: *fuzzy logic, control system, modeling.*

ORCID: ¹0000-0002-2790-5809, ²0000-0002-3840-7813.

Змінна динаміка поведінки об'єктів керування притаманна багатьом автономним об'єктам відновлювальної енергетики. Наприклад, такі об'єкти як вітроустановки, сонячні панелі та інші нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії мають основну проблему у вигляді нестабільності генерації енергії. Це зумовлено сезонними та добовими циклами, кліматичними умовами, зміною температури навколишнього середовища, аномальними погодними явищами тощо. В цих умовах застосування класичних підходів автоматизації, що ґрунтуються на детермінованих моделях та методах керування, не є ефективним на відміну від інтелектуальних та експертних систем керування [1].

Мова нечіткого керування (Fuzzy Control Language - FCL) розроблена для подання нечітких моделей систем керування, зокрема, моделей в формі структурованого тексту, який може бути інтерпретований як програма на

мові високого рівня. Хоча стандарт не визначає вимоги до обчислювальних пристроїв і середовищ, які можуть реалізовувати трансляцію, компіляцію і виконання програм на FCL, описана в ньому нотація основних компонентів систем нечіткого виводу дозволяє досягти формального рівня суворості, необхідного для подальшої розробки відповідних інструментальних засобів [2].

Огляд програмного забезпечення промислових контролерів провідних світових виробників показав, що стандарт IEC 61131-7 не реалізований в такій мірі, як, наприклад, стандарт IEC 61131-3. Найбільшого успіху в програмуванні контролерів з використанням нечіткої логіки досягла фірма Siemens з її продуктом S7 Fuzzy Control. Нажаль, він не досяг широкого розповсюдження і на сьогоднішній день не підтримується. Для реалізації двоканального нечіткого контролера [3] на промислових засобах автоматизації розроблене програмне забезпечення, яке реалізує алгоритм нечіткого виводу Мамдані. Для написання коду обрано мову Structured Text (ST) стандарту IEC 61131-3. До її переваг варто віднести широке розповсюдження серед промислових виробників, гнучкість в реалізації алгоритмів, легкість перенесення на інші програмні платформи. Фрагменти коду, які можуть бути винесені в окремі блоки, необхідно інкапсулювати у функціональні блоки для можливості формування програми мовою FBD.

Додатки нечіткого керування, розроблені в формі програм на FCL, відповідно до стандарту IEC 61131-7, інкапсульовані в функціональні блоки (ФБ) на основі стандарту IEC 61131-3, який визначає використання мов програмування в ПЛК. Тип ФБ, що визначається в FCL, задається вхідними і вихідними параметрами,

спеціальними правилами і оголошеннями нечіткого керування. Екземпляри ФБ містять значення даних конкретних додатків нечіткого керування. ФБ, записані на FCL, можуть бути використані в будь-якій з п'яти мов стандарту IEC 61131-3.

Для реалізації двоканального нечіткого контролера і алгоритму його роботи [2, 3] розроблено 7 функцій і 3 функціональних блоки за стандартом IEC 61131-3. Як ПЛК обрано контролер АХС F 2152 покоління PLCnext Technology фірми Phoenix Contact. Для програмування використане програмне забезпечення PC Works Engineer 7.2.3.

Досліджено завантаженість ПЛК при роботі програми з тривалістю скану 100 мс. При порожньому проєкті завантаженість CPU становить в середньому 24%. При виконанні вище описаного ПЗ завантаженість склала в середньому 38%, тобто розроблений алгоритм нечіткого виводу збільшив завантаженість CPU на 14%.

Загальний вигляд з'єднання ФБ, що реалізують двоканальний нечіткий контролер, наведений на рис. 1.

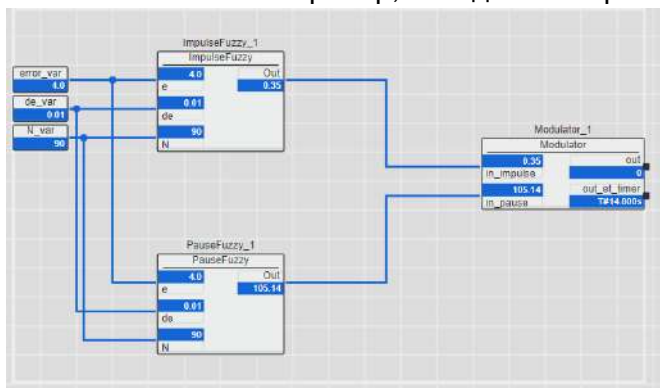


Рис. 1. Схема двоканального нечіткого контролера в середовищі PC Works Engineer

Проведене порівняння роботи розробленого програмного забезпечення з моделлю регулятора в Matlab/Simulink. Похибка не перевищує 3.7%. Це свідчить про точність реалізації алгоритму нечіткого виводу в промисловому контролері. Відмінність в сигналах керування пояснюється методом дефазифікації – в контролері використовується наближення методу центру ваги, яке характеризується обмеженою кількістю точок на діапазоні вихідної змінної.

Отримане програмне забезпечення дозволяє реалізовувати схеми керування з нечіткими регуляторами на засобах промислової автоматизації, має велике практичне значення для розробки інтелектуальних систем керування і може бути використане для побудови систем управління відновлюваними джерелами енергії.

Література:

1. Штіфзон О.Й. Розробка адаптующого fuzzy-logic пристрою для керування в умовах параметричної нестационарності [Текст] / О.Й. Штіфзон, П.В. Новіков, Т.Г. Баган / Східно-європейський журнал передових технологій – Харків, 2018. – Том 1 № 2.– С. 30-37.
2. Деменков Н.П. Язык нечеткого управления / Н.П. Деменков // Промышленные АСУ и контроллеры. - 2005. - № 5. - С. 30-37.
3. Ковриго Ю.М. Алгоритм роботи двоканального нечіткого контролера для керування теплоенергетичними об'єктами [Текст] / Ю.М. Ковриго, П.В. Новіков // Наукові вісті КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Київ, 2019. № 3.– С. 24-32.