

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ FUZZY-LOGIC РЕГУЛЯТОРА З РІЗНИМИ АЛГОРИТМАМИ НЕЧІТКОГО ВИВЕДЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено вплив алгоритмів нечіткого виведення Mamdani та Sugeno fuzzy-logic регулятора на якість та динаміку частотного електропривода зі скалярним керуванням з контуром зворотного зв'язку за швидкістю.

Ключові слова: fuzzy-logic регулятор, алгоритм нечіткого виведення, алгоритм Mamdani, алгоритм Sugeno, моделювання, система електропривода.

Abstract

The influence of fuzzy output algorithms of Mamdani and Sugeno fuzzy-logic regulator on the quality and dynamics of the frequency-controlled electric drive with scalar control with speed feedback loop is investigated.

Keywords: fuzzy-logic regulator, fuzzy output algorithm, Mamdani algorithm, Sugeno algorithm, modeling, electric drive system.

Вступ

Використання класичних регуляторів для оптимізації контурів регулювання систем електроприводів не завжди забезпечує бажаних показників якості регулювання, гнучкості регулювання, а також здатності до адаптації при змінах функціонування технологічного процесу. За таких умов налагодження даних систем електроприводів часто є нелегкою задачею.

Сьогодні достатньо проектують систем електроприводів з fuzzy-logic регуляторами, що використовують математику нечіткої логіки. Вони здатні усувати недоліки, які існують в класичних системах електроприводів. А тому застосування нечітких логічних систем щороку збільшується. Розширюються й дослідження в даному напрямку [1-9]. Практично всі вони спрямовані на пошук оптимальних рішень синтезу нечіткого регулятора.

Відомо, що результат функціонування fuzzy-logic регулятора залежить від багатьох факторів, в тому числі й від обраного алгоритму нечіткого виведення. В даному напрямку досліджень набагато менше. А тому оцінка впливу алгоритму нечіткого виведення на кінцевий результат регулювання системи електропривода є питанням актуальним.

Метою роботи є дослідження впливу алгоритму нечіткого виведення на якість та динаміку електроприводу.

Результати дослідження

Існує достатня кількість алгоритмів нечіткого виведення: композиційне правило нечіткого виведення Заде, алгоритми Mamdani, Tsukamoto, Sugeno, Larsen, спрощений алгоритм нечіткого виведення та інші. Кожен з них має свої особливості застосування. Однак для зручності використання найбільш вживаними є алгоритм Mamdani та алгоритм Sugeno. Саме ці два алгоритми нечіткого виведення є влаштованими в розширенні Fuzzy Logic математичного пакету Matlab. Тому для дослідження обрано саме ці два алгоритми нечіткого виведення.

Як об'єкт дослідження обрано частотний електропривод зі скалярним керуванням з контуром зворотного зв'язку за швидкістю.

Задача електропривода полягає в стабілізації кутової швидкості.

Досліджувалася поведінка системи електропривода з одним входом на fuzzy-logic регулятор (сигналом розузгодження ΔU) та з двома входами (сигналом розузгодження ΔU та сигналом похідної цього розузгодження dU/dt).

Для кожного випадку були задані лінгвістичні оцінки для вхідних та вихідної змінної, побудована

нечітка база знань для системи нечіткого виведення, а також представлено нечіткі терми у вигляді нечітких множин з використанням функцій належності у вигляді логічних рівнянь.

Здійснено реалізацію запропонованих моделей в редакторі системи нечіткого висновку FIS в графічному режимі математичного пакету MATLAB для fuzzy-регулятора з обома алгоритмами: Mamdani та Sugeno.

Дослідження функціонування системи електропривода було здійснено в пакеті Simulink (рис. 1).

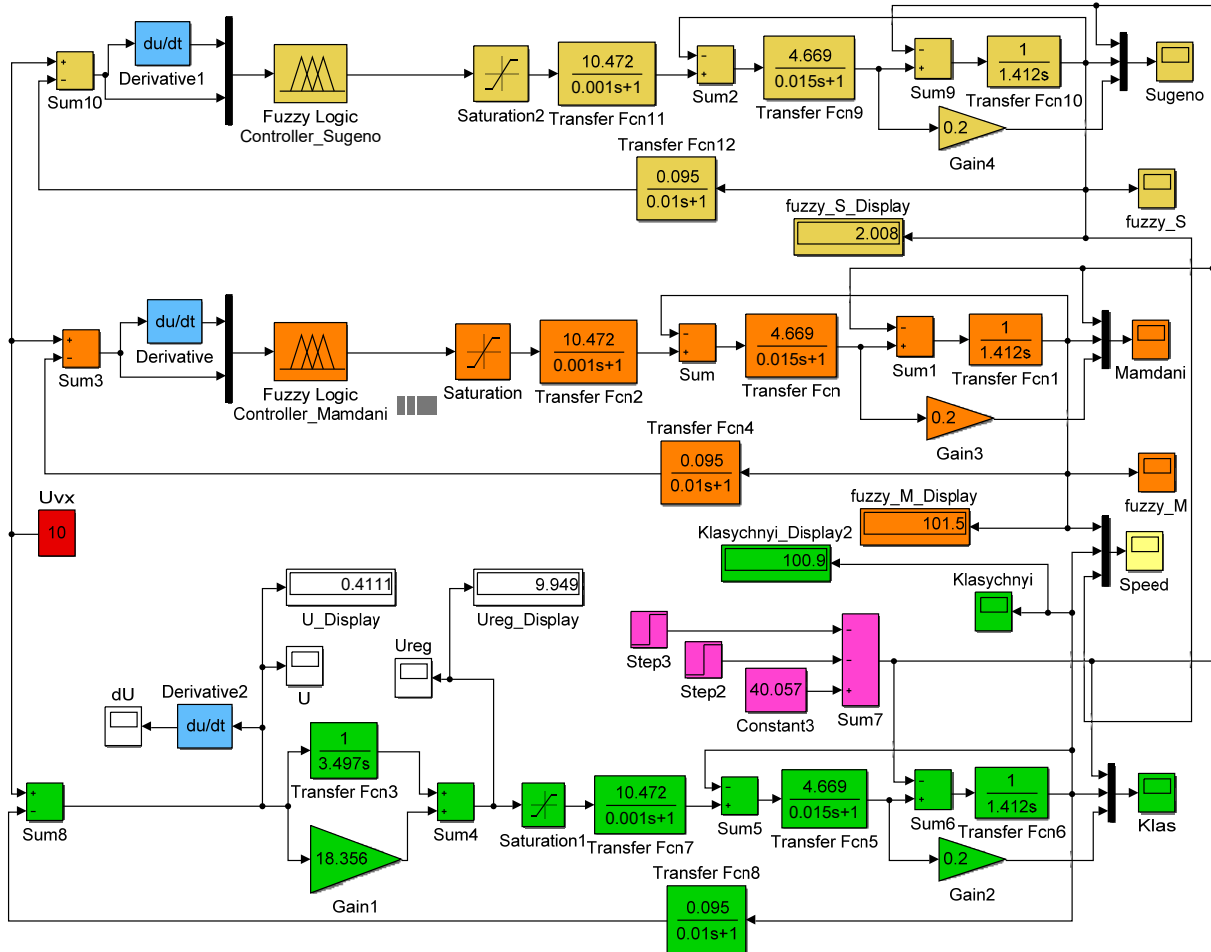


Рис. 1. Структурна схема систем ПЧ-АД з класичним регулятором та fuzzy-logic регуляторами в пакеті Simulink (Matlab)

Встановлено, що у випадку:

- 1) з одним входом за сигналом розузгодження fuzzy-logic регулятор з алгоритмом Mamdani та алгоритмом Sugeno видає аналогічні результати, як і класичних регулятор;
- 2) з входами за сигналом розузгодження та сигналом похідної цього розузгодження fuzzy-logic регулятор з алгоритмом Mamdani та класичний регулятор дають аналогічні результати, як при одному вході, так і при двох входах. Однак fuzzy-logic регулятор з алгоритмом Sugeno з двома входами не працює, оскільки дає незадовільні результати.

Висновки

1. Встановлено, що ні при алгоритмі Mamdani, ні при алгоритмі Sugeno fuzzy-logic регулятор з одним входом за сигналом розузгодження результат нечіткого виведення не впливає на динаміку перехідних процесів електропривода за умови правильного налаштування самого регулятора.
2. Встановлено, що fuzzy-logic регулятор з двома входами, що характеризують похибку системи та похідну цієї похибки, алгоритмом Mamdani дає такі ж самі результати динамічних характеристик електропривода, що і класичний регулятор. Однак fuzzy-logic регулятор з алгоритмом Sugeno з двома входами видає небажані динамічні характеристики електропривода.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Исследование систем автоматического управления, классическую - одноконтурную, а также интеллектуальную с fuzzy-регулятором. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/simulink/book3/6.php>
2. A Fuzzy Logic Solar Controller with Maximum Power Point Tracking. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/19845/13_Dontsov.pdf;jsessionid=A86D009773EC48270AF66B47D7E21727?sequence=1
3. Куленко М.С. Исследование применения нечетких регуляторов в системах управления технологическими процессами / М.С. Куленко, С.В. Буренин // Вестник ИГЭУ. – Вып. 2. – 2010. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ispu.ru/files/72-76.pdf>
4. Усольцев А.А. Нечеткий регулятор в системе управления следящим электроприводом с ограничением по скорости / А.А. усольцев, Н.А. Смирнов. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ispu.ru/files/str_27-32.pdf
5. Демидова О.Л. Особенности применения нечетких регуляторов на примере управления скоростью электродвигателя постоянного тока / О.Л. Демидова, А.Ю. Кузин, Д.В. Лукичев // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2017. – Том 17. – №5. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ntv.ifmo.ru/ru/article/15904/osobennosti_primeneniya_nechetkih_regulyatorov_na_primere_upravleniya_skorostyu_elektrodvigatelya_postoyannogo_toka.htm
6. Коберси И.С. Сравнение нечеткого и пид регулятора в задачах контроля уровня нефти / И.С. Коберси, А.С. Абдулмалик, В.В. Игнатьев // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – №2 (139). – 2013. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://readera.ru/articles/sravnienie-nechetkogo-i-pid-reguljatora-v-zadachah-kontrolja-urovnja-nefti-14021942>
7. Ковалюк Д.О. Порівняння систем керування з різними типами регуляторів / Д.О. Ковалюк, О.О. Ковалюк // Наукові праці ВНТУ. – 2015. – №1. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kovalyuk.vk.vntu.edu.ua/file/2015/b83312dfb4fa9fc0ec4a1038c125e97e.pdf>
8. Вильданов Р.Г. Моделирование автоматической системы регулирования с fuzzy-регулятором / Р.Г. Вильданов, А.Г. Бикметов, А.И. Самошкин // Современные проблемы науки и образования. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=13483>
9. Грязнов И.Е. Моделирование систем регулирования основанных на классическом и fuzzy-регуляторах. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/modelirovanie-sistem-regulirovaniya-osnovannyh-na-klassicheskom-i-fuzzy-regulyatorah>

Розводюк Михайло Петрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, rozvodiukmp@gmail.com

Сухань Сергій Васильович – студент групи ЕПА-16м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, sukhansv@gmail.com

Rozvodiuk Mykhailo P. – Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of electromechanical systems automation in industry and transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rozvodiukmp@gmail.com

Sukhan Sergey V. – Faculty of Electricity and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, sukhansv@gmail.com