

УДК 62.83.004.15

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТОЙ ВРАЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Блинцов В.С., Волянский С.М.
Национальный университет кораблестроения
им. адмирала Макарова

The given article is an experimental study of various types of regulators in the control system of direct-current drive rotation frequency. Universality of the developed software allows conducting laboratory research for various types of regulators and makes possible the synthesis of new regulators of various complexities.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. В настоящее время элементная база позволяет создавать системы управления электроприводами с большим количеством исследуемых сигналов, реализовывать различные алгоритмы их обработки, использовать самообучающиеся системы управления. Для исследования таких систем необходим новый подход к процессу проектирования. Немаловажную роль при проектировании электроприводов играет наличие большого количества мощных прикладных пакетов, например Matlab, позволяющих производить имитационное моделирование процессов, происходящих в электроприводе. Но зачастую переход от имитации к реальному приводу приводит к выявлению неточностей в работе, связанных в первую очередь с невозможностью учета всех возможных факторов, влияющих на привод. Одним из выходов в сложившейся ситуации является использование универсального средства, позволяющего проводить натурные эксперименты с различными системами управления, наладку систем в соответствии с предъявляемыми требованиями, сравнительный анализ двух и более систем.

Цель работы: проведение экспериментальных исследований различных типов регуляторов в системе управления частотой вращения электропривода постоянного тока.

Изложение материала и результаты. Для проведения экспериментальных исследований использовался стенд для натурных исследований регуляторов электроприводов постоянного тока [1] с некоторыми изменениями. Для более точного съема информации с ис-

следуемых объектов применена плата ввода-вывода PCI-1711L фирмы Advantech [2]. В табл. 1 приведена краткая характеристика данной платы.

Таблица 1

Характеристика	Описание
Аналоговый вход	16 отдельных входов, максимальная частота опроса АЦП 100 кГц, макс напр. $\pm 10В$
Цифровой вход	16 отдельных каналов, низкий уровень – 0,4 В max, высокий уровень – 2,4 В min
Цифровой выход	
Форм-фактор	Плата под PCI слот с 68-пиновым SCSI-II разъемом для подключения внешних устройств

Применение данной платы совместно с пакетом Real-Time Windows Target системы Matlab [3] позволяет производить измерение необходимых величин, обрабатывать их (фильтрация, преобразование) и вырабатывать управляющее воздействие в режиме реального времени, с одновременной визуализацией всех происходящих процессов в модели на мониторе компьютера. Схема управления электроприводом постоянного тока с использованием нечеткого регулятора построена в пакете Simulink системы Matlab и приведена на рис. 1.

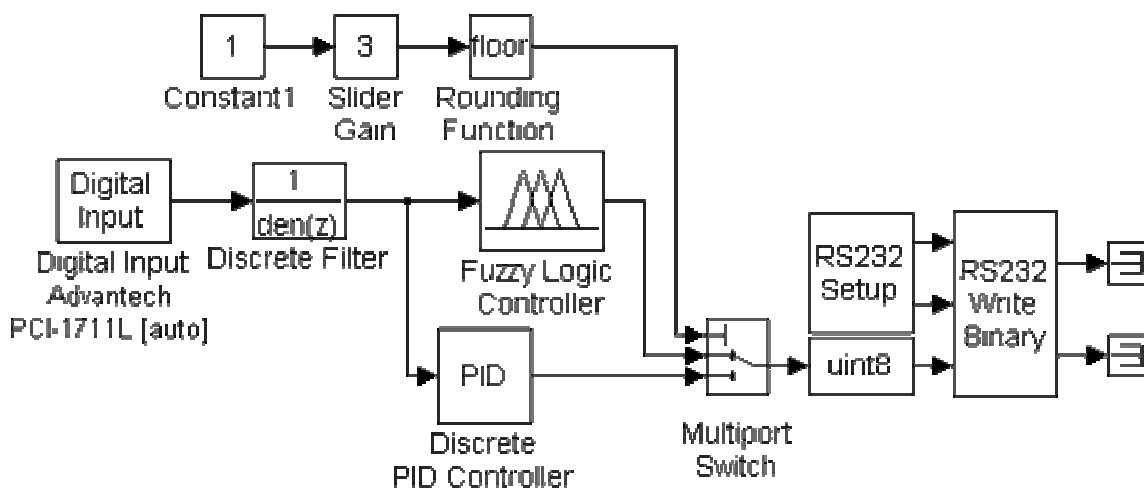


Рис. 1. Схема управления электроприводом постоянного тока с нечетким регулятором

На схеме представлены следующие основные элементы:

Digital Input Advantech PCI-1711L	цифровой вход платы ввода-вывода;
-----------------------------------	-----------------------------------

Discrete Filter	цифровой фильтр входного сигнала (частоты вращения вала двигателя);
Fuzzy Logic Controller	нечеткий регулятор;
Discrete PID Controller	цифровой ПИД регулятор;
Multiport Switch	переключатель регуляторов (1 – нечеткий регулятор, 2 – цифровой ПИД-регулятор);
RS Write Binary	блок передачи управляющего сигнала на привод через RS232 порт

Для сравнения выбраны различные режимы регулирования частоты вращения электропривода:

- регулирование с применением нейронечеткого регулятора;
- регулирование с применением цифрового ПИД-регулятора.

Коэффициенты ПИД-регулятора синтезированы и оптимизированы в пакете Control System Toolbox. При этом предъявлялись требования минимизации ошибки и перерегулирования. Нейронечеткий-регулятор синтезирован и настроен в пакетах Fuzzy Logic Toolbox и Optimization Toolbox. Структура полученной нейронечеткой сети представлена на рис. 2.

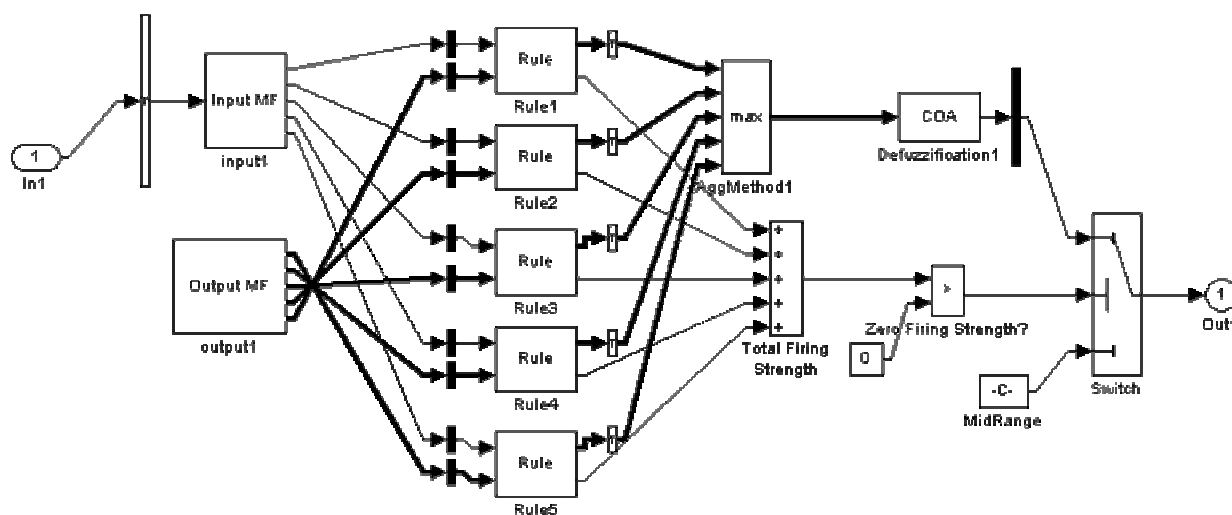


Рис. 2. Структура нейронечеткой сети

При синтезировании использовалась модель типа Мамдани, в которой взаимосвязь между входами $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ и выходом y определяется нечеткой базой знаний следующего формата [4]:

ЕСЛИ	$(x_1 = a_{1,j_1})$ И $(x_2 = a_{2,j_1})$ И...И $(x_n = a_{n,j_1})$ с весом	ω_{j_1}
ИЛИ	$(x_1 = a_{1,j_2})$ И $(x_2 = a_{2,j_2})$ И...И $(x_n = a_{n,j_2})$ с весом	ω_{j_2}
...		
ИЛИ	$(x_1 = a_{1,k_j})$ И $(x_2 = a_{2,k_j})$ И...И $(x_n = a_{n,jk_j})$ с весом	ω_{jk_j}
ТО	$y = d_j, j = \overline{1,m}$	

где $a_{1,jp}$ - лингвистический терм, которым оценивается переменная x_i в строчке с номером jp ($p = \overline{1, k_j}$); k_i - количество строчек-конъюнкций, в которых выход y оценивается лингвистическим термом d_j ; ω_{jp} - весовой коэффициент правила с порядковым номером; jp - число из диапазона $[0, 1]$, задающее относительный вес правила при нечетком логическом выводе; m - количество термов, используемых для лингвистической оценки выходной переменной.

В нашем случае мы ограничились пятью правилами – это продиктовано апробацией данного метода управления.

Для проведения экспериментальных исследований выбран следующий режим работы привода:

- пуск двигателя и его разгон от 0 до 1000 об/мин;
- момент нагрузки на валу равен $0,1M_H$;
- момент инерции системы равен $0,128$ Нм.

Результаты эксперимента приведены на рис. 3.

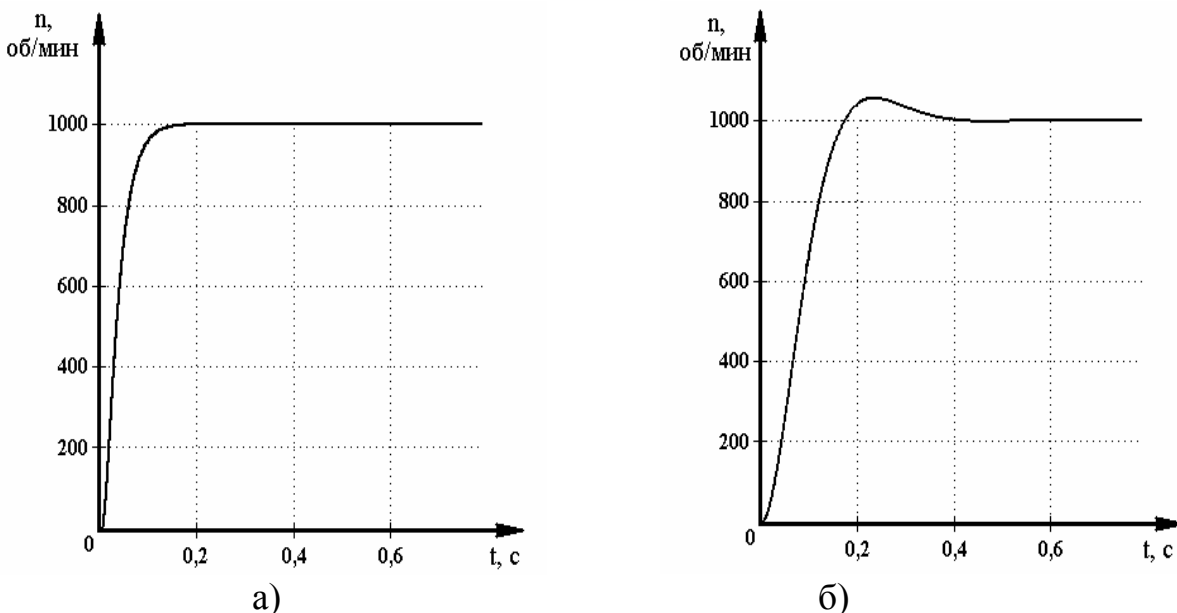


Рис. 3. Результаты экспериментальных исследований систем управления электроприводом постоянного тока:

а) с нечетким регулятором; б) с ПИД-регулятором.

При запуске двигателя постоянного тока с ПИД-регулятором перерегулирование составляет 9%, а время успокоения – 0,35с. Это объясняется наличием люфтов в соединениях и малой инерцией нагрузочной машины, по сравнению с приводной. Применение нечеткого регулятора позволяет свести перерегулирование к нулю и снизить время переходного процесса до 0,2с.

Выводы. В ходе работы синтезированы ПИД-регулятор и нечеткий регулятор частоты вращения электродвигателя постоянного тока, проведены их экспериментальные исследования. Полученные результаты показывают преимущества нечеткого регулятора по сравнению с ПИД-регулятором (снижено перерегулирование системы до нуля, в два раза сокращено время переходного процесса). Подтверждена универсальность разработанного программного обеспечения, позволяющего на одной лабораторной базе синтезировать регуляторы частоты вращения электромеханическими преобразователями энергии, а также проводить их экспериментальные исследования.

Список источников.

1. Блинцов В.С., Волянский С.М. Проверка эффективности работы стенда для натурных исследований регуляторов в электроприводах постоянного тока. // Проблемы сучасної електротехніки-2008: Праці десятої міжнародної науково-технічної конференції, 3-5 червня 2008 р. – Київ: НТУУ «КПІ», 2008. – С. 35-38.
2. www.advantech.com/cAutomation.
3. www.mathworks.com.
4. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети. – Винница: УНИВЕРСУМ-Винница, 1999. – 320 с.

Дата поступления статьи в редакцию: 11.11.08