

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ЦИФРОВОГО НЕЧЕТКОГО РЕГУЛЯТОРА

И.Ф.Домнин, докт.техн.наук, Е.А.Левон
Институт ионосферы,
Краснознаменная, 16, ГСП, Харьков, 61002, Украина.

Исследована работа цифрового нечеткого регулятора в системе управления фильтрокомпенсирующим устройством. Определены настроечные параметры цифрового регулятора. Описана зависимость эффективности работы регулятора от параметров, необходимых для его настройки. Поставлена задача оптимизации нечеткой системы управления фильтрокомпенсирующим устройством. Предложено использовать векторные методы оптимизации целевых функций для выбора оптимальных параметров настройки цифрового нечеткого регулятора. Библ. 3.

Ключевые слова: нечеткий регулятор, настройка, метод оптимизации.

Применение нечетких регуляторов (регуляторов, работающих на базе нечеткой логики) для управления различными, в частности, нестационарными и нелинейными объектами показывает их высокую эффективность и в ряде случаев существенные преимущества перед линейными цифровыми регуляторами [1]. В настоящее время проектирование нечетких регуляторов (НР) осуществляется на основе пакета нечеткой логики Fuzzy Logic Toolbox с использованием мощного средства моделирования и исследования систем управления с обратной связью Simulink интерактивной системы MATLAB. Метод проектирования нечеткого регулятора в составе системы управления устройством компенсации неактивных составляющих полной мощности на основе пакета нечеткой логики системы MATLAB достаточно подробно изложен в работах [2, 3].

В описанной структуре автоматизированной системы управления фильтрокомпенсирующим устройством (ФКУ) введен дополнительный контур регулирования с fuzzy регулятором, который реализует процедуру нечеткого вывода и дает возможность получить требуемые значения регулируемых и контролируемых параметров объекта, а именно осуществляет управление уровнем амплитуды выбранной гармоники тока питающей сети k_i и приведение его к установленному уровню, что, в свою очередь, происходит при изменении напряжения на конденсаторе инвертора U_c за счет управляющих сигналов ΔU_c на выходе дополнительного контура регулирования. В предложенной системе управления на базе нечеткой логики входные сигналы fuzzy регулятора и управляющие воздействия на выходе рассматриваются как лингвистические переменные, качественно характеризующиеся терм-множествами. Каждый терм рассматривается как нечеткое множество и формализуется с помощью функции принадлежности. Формирование управляющего воздействия осуществляется на основании лингвистических правил управления, устанавливающих средствами естественного языка связь между состоянием динамической системы и управляющим воздействием в системе управления ФКУ.

Поставлен вопрос о параметрическом синтезе нечеткого регулятора, который предлагается осуществлять путем оптимизации диапазонов изменения входных и выходных параметров НР, а также параметров функций принадлежности нечетких термов, с помощью которых оцениваются входы и выходы НР. Путем математического моделирования замкнутой системы автоматического управления с цифровым нечетким регулятором при определенных входных воздействиях необходимо определить такие значения настраиваемых параметров fuzzy регулятора, которые обеспечивают требуемое качество регулирования контролируемых параметров объекта.

Предложено использовать математические методы оптимизации целевых функций для выбора оптимальных параметров настройки цифрового НР. При оптимизации параметров цифрового нечеткого регулятора в данной системе автоматического управления следует определить варьируемые параметры, а также целевую функцию, в качестве которой выступает контролируемый параметр объекта. Оптимальные параметры соответствуют минимальному значению целевой функции, а минимизация целевой функции автоматически приводит к оптимизации переходных процессов в системе управления. Таким образом, в качестве целевой функции выступает контролируемый параметр – амплитуда выбранной гармоники тока питающей сети k_i , по величине которого также можно сделать вывод об эффективности использования fuzzy регулятора, а в качестве варьируемых параметров заданы граничные значения диапазонов изменения входного параметра fuzzy регулятора – напряжения на конденсаторе накопителя ФКУ U_{cmin} и U_{cmax} , а также выходного параметра – управляющего сигнала ΔU_{cmin} и ΔU_{cmax} .

На варьируемые параметры накладываются ограничения, формируя так называемые штрафные функции

$$x1 < U_{cmin} < x2, \quad x3 < U_{cmax} < x4, \\ x5 < \Delta U_{cmin} < x6, \quad x7 < \Delta U_{cmax} < x8,$$

причем $x1-x8$ задаются пользователем, исходя из предварительных знаний динамических характеристик объекта, а целевую функцию необходимо минимизировать в процессе моделирования $k_i=k_{imin}$. Варьирование параметров fuzzy регулятора и вычисление целевой функции происходит в едином процессе моделирования. Целевая функция не определена, если хотя бы одно из этих ограничений будет нарушено. Для решения задач оптимизации настроечных параметров регулятора целесообразно применение методов, позволяющих эффек-

тивно решать оптимизационные задачи, в которых функции ограничений и целевая функция вычисляются в едином вычислительном процессе и имеют ограниченные области определения в пространстве варьируемых параметров. Перспективным является подход, сводящий систему параметрических и критериальных ограничений к векторной целевой функции и заключающийся в оптимизации этой функции модифицированными методами оптимизации векторных целевых функций. При этом целесообразно использовать систему компьютерной математики MATLAB и ее расширение – пакет имитационного моделирования Simulink. Постановка задачи векторной оптимизации параметров регулятора заключается в формировании векторной функции следующего общего вида:

$$F(x) = (F_1(x), F_2(x), \dots, F_M(x)),$$

где $x \in R^n$, n – число варьируемых параметров, M – размерность векторной функции. Векторная функция $F(x)$ состоит из $M-1$ штрафных функций и последнего критерия – целевой функции.

Таким образом, с помощью векторных методов оптимизации целевых функций предложено найти такие оптимальные настроечные параметры fuzzy регулятора, которые позволят обеспечить управление уровнем амплитуды выбранной гармоники тока питающей сети k_i и привести ее к установленному уровню.

1. *Гостев В.И.* Проектирование нечетких регуляторов для систем автоматического управления. – Нежин: ООО Видавництво «Аспект-Поліграф». – 2009. – 416 с.

2. *Домнин И.Ф., Кайда Е.А.* Многоконтурная система управления фیلтродкомпенсуючим пристроєм // Технічна електродинаміка. Тематичний випуск “Силовая електроніка та енергоефективність”. – 2010. – Ч. 2. – С. 44–47.

3. *Кайда Е.А.* Нечеткое регулирование устройством компенсации неактивных составляющих полной мощности // Технічна електродинаміка. Тематичний випуск “Силовая електроніка та енергоефективність”. – 2011. – Ч. 1. – С. 184–188.

УДК 621.311:621.314

ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ЦИФРОВОГО НЕЧІТКОГО РЕГУЛЯТОРА

І.Ф.Домнін, докт.техн.наук, **О.О.Левон**,

Інститут іоносфери,

Червонопрапорна 16, ГСП, Харків, 61002, Україна.

Досліджено роботу цифрового нечіткого регулятора в системі керування фільтродкомпенсуючим пристроєм. Визначено параметри налаштування цифрового регулятора. Описано залежність ефективності роботи регулятора від параметрів, необхідних для його налаштування. Поставлено задачу оптимізації нечіткої системи керування фільтродкомпенсуючим пристроєм. Запропоновано використовувати векторні методи оптимізації цільових функцій для вибору оптимальних параметрів налаштування цифрового нечіткого регулятора. Бібл. 3.
Ключові слова: нечіткий регулятор, налаштування, метод оптимізації.

THE CHOICE OF PARAMETERS OF DIGITAL FUZZY CONTROLLER

I.F.Domnin, E.A.Levon,

Institute of ionosphere,

Chervonoprapporna, 16, Kharkiv, 61002, Ukraine.

The operation of the digital fuzzy controller in the control system of a filter compensating device. Defined the parameters for the digital. Describes the dependence of the efficiency of the work of the regulator from the parameters necessary to configure it. Given the vectorial methods of optimization of objective functions of the fuzzy control system of a filter compensating device. It is offered to use optimization methods for the selection of the optimal parameters for setting the digital fuzzy controller. References 3.

Key words: fuzzy controller, tuning, optimization method.

1. *Gostev V.I.* Design of fuzzy controllers for automatic control systems. – Nezhin: ООО Vydavnytstvo «Aspekt-Poligraf». – 2009. – 416 p. (Rus)

2. *Domnin I.F., Kaida E.A.* Multiloop control system of a filter compensating device // Tekhnichna elektrodynamika. Tematychnyi vypusk "Sylova elektronika ta enerhoefektyvnist". – 2010. – Vol.2. – Pp. 44–47. (Rus)

3. *Kaida E.A.* The fuzzy regulation of the device of compensation of non-active components of the full power // Tekhnichna elektrodynamika. Tematychnyi vypusk "Sylova elektronika ta enerhoefektyvnist". – 2011. – Vol.1. – Pp. 184–188. (Rus)

Надійшла 10.01.2012

Received 10.01.2012