

2. Залишкова похибка вимірювального підсилення визначаються лише похибкою АЦП та похибкою взірцевої міри (β) і складає $\pm 0,5\%$.

3. Одержаний результат дозволяє рекомендувати приладобудівним підприємствам освоїти виготовлення розробленого приладу.

Література

1. Радиоизмерительные приборы. Справочник. / [под. ред. Насонова В. С.]. – М.: Сов. Радио. – 1976. – Т. 1. – 231 с.
2. Репа Ф. М. Аналітична модель інваріантного вимірювального перетворення фізичних величин та її синтез / Ф. М. Репа // Наукові Вісті НТУУ "КПІ". – 2003. – № 6. – С. 126–131.
3. Водотовка В.І. Метод підвищення точності вимірювального підсилення сигналів / В.І Водотовка, Ф. М. Репа // Вимірювальна та обчислювальна техніка у технологічних процесах. – 2010. – № 1. – С. 53–57.

Надійшла 25.11.2010 р.

УДК 621.314.222

С.М. ЛЕВИЦЬКИЙ

Вінницький національний технічний університет

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РЕГУЛЯТОРА СИСТЕМИ ПОЗДОВЖНЬО-ПОПЕРЕЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ

Запропоновано підхід та математичну модель, які дозволяють з використанням генетичного алгоритму знаходити параметри регулятора системи поздовжньо-поперечного регулювання напруги з нечіткою логікою формування сигналу керування.

The paper is offer the approach and mathematical model, which allow with the use of genetic algorithm to find the parameters of regulator of the system of the longitudinal-transversal voltage control with fuzzy logic of forming of signal of management.

Ключові слова: математична модель, генетичний алгоритм, регулятор.

Постановка проблеми. Відомо, що при оптимізації систем керування в електроенергетичній системі високі вимоги висуваються до часу прийняття рішення автоматичними регуляторами про введення регулюючого впливу на систему. При складних алгоритмах обчислення функцій на вимірювальних органах регуляторів та високій динаміці процесів в системах електропостачання питання швидкодії обчислень та формування регулюючого впливу стоїть досить гостро. На сучасному етапі збільшення швидкодії пошуку рішення автоматичними регуляторами забезпечується використанням в програмному забезпеченні регуляторів математичного апарату теорії нечітких множин [1]. Однак для ефективного застосування вказаного апарату слід вирішити задачу пошуку параметрів функцій належності змінних нечітких множин. Така задача може бути вирішеною використанням технології генетичних алгоритмів пошуку параметрів функцій належності з послідуною їй перевіркою з експертною базою знань [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В роботах [2, 3] висвітлена методика застосування генетичних алгоритмів для автоматичних регуляторів з нечіткою логікою в системах електропостачання, але до уваги не взято особливості застосування пристроїв регулювання під навантаженням (РПН), які знаходяться в експлуатації тривалий час і потрібно обмежувати кількість їх перемикачів для збільшення довговічності елементів системи. Крім того отримані в цих роботах залежності не дозволяють однозначно стверджувати про вичерпність проведених досліджень, оскільки вимагають розробки додаткових методик ідентифікації станів систем електропостачання.

Постановка завдання. На підставі проведеного аналізу в роботі [4] запропонована математична модель пристрою керування трансформатором поперечного регулювання напруги (ТПР) з використанням теорії нечітких множин, яка враховує похідну огинаючої перетоку реактивної потужності через трансформаторну підстанцію та рівень напруги на вводах споживачів системи електропостачання і дозволяє покращити якість системи автоматичного керування трансформатором. Але в процесі застосування цієї моделі з'ясувалось, що час затримки на формування регулюючого впливу, внесений у вимірювальний канал регулятора для збільшення надійності системи регулювання приводить до погіршення якості регулювання, а також не враховується тривалість експлуатації пристрою РПН та рівня його зношеності. Тому необхідно здійснити вдосконалення та налаштування вказаної математичної моделі.

Виклад основного матеріалу. В процесі синтезу систем з нечіткою логікою важливо вирішити задачу оптимальної архітектури системи, а саме кількості входів та виходів, функцій належності (ФН) та їх параметри для кожних входу і виходу, вид і кількість правил в нечіткій базі знань, ваги правил тощо. Для традиційних методів розв'язання задач оптимізації багатоекстремальних функцій (якими являються системи з нечіткими множинами) властива проблема локального екстремуму та громіздкості обчислення пошуку глобального екстремуму функцій. Тому сучасний підхід до вирішення таких задач, в тому числі в

електроенергетиці, пов'язують з використанням генетичних алгоритмів [1].

З врахуванням зазначених міркувань застосуємо генетичний алгоритм для налагодження математичної моделі автоматичного регулятора системи поздовжньо-поперечного регулювання напруги (рис. 1) таким чином. Крім факторів, що впливають на перетоки реактивної потужності через трансформаторну підстанцію і на рівень напруги на вводах споживачів та взяті до уваги в роботі [4], будемо також враховувати стан зношеності пристрою РПН трансформатора. Результати зведені до табл. 1.

Згідно з [1] задача полягає в тому, щоб кожній комбінації параметрів поставити у відповідність одне із значень вагового коефіцієнта d_j ($j = \overline{1,5}$), яким враховується спотворення теплового портрета.

Зазначимо, що параметри X_1 – X_4 – відносні і їх значення визначається в кожному випадку відповідними номінальними величинами, а параметр X_6 – якісний для опису якого використовуємо умовну шкалу 0–100. Вихідною величиною $Y = (d_1, d_2, \dots, d_m)$ є коефіцієнт трансформації ТПР, що приймає значення в межах $[-0,05; +0,05]$. Користуючись введеними термами створюємо нечітку базу знань, фрагмент якої наведений в табл. 2.

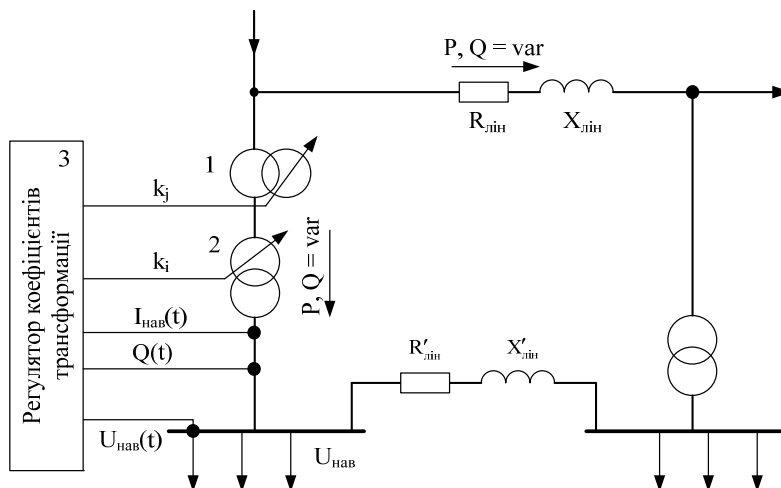


Рис. 1. Структурна схема системи електропостачання з поздовжньо-поперечним регулюванням напруги: 1 – трансформатор поперечного регулювання (ТПР), 2 – силовий трансформатор з РПН, 3 – автоматичний регулятор коефіцієнтів трансформації

Таблиця 1

Вхідні параметри моделі та їх лінгвістична оцінка

Параметри	Назва	Діапазон значень	Терми
X_1	Відносне значення навантаження підстанції 1	$(0,2-1,2)I_{ном}$	Дуже мале (ДМ), мале (М), середнє (С), велике (В), дуже велике (ДВ)
X_2	Відносне значення навантаження підстанції 2	$(0,2-1,2)I_{ном}$	Дуже мале (ДМ), мале (М), середнє (С), велике (В), дуже велике (ДВ)
X_3	Відносне значення сумарного навантаження	$(0,1-2,4)I_{ном}$	Мале (М), середнє (С), високе (В)
X_4	Відносне значення напруги на вводах споживачів	$(0,9-1,1)U_{ном}$	Дуже мале (ДМ), мале (М), середнє (С), велике (В), дуже велике (ДВ)
X_5	Похідна огинаючої реактивної потужності між підстанціями 1 та 2	-2...+2	Швидко знижується (ДН), повільно знижується (Н), не змінюється (0), повільно зростає (В), швидко зростає (ДВ)
X_6	Стан зношеності пристрою РПН	0–100	Новий (Н), Середній (С), Зношений (В)

Таблиця 2

Фрагмент нечіткої бази знань

Входи						Вихід Y
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	
ДМ	С	М	В	ДН	Н	d_1
М	В	С	С	ДН	Н	
В	ДВ	В	ДМ	Н	С	d_2
С	С	С	С	С	В	d_3
М	ДМ	М	ДВ	В	С	d_4
В	М	С	С	ДВ	Н	d_5
ДВ	С	С	М	ДВ	Н	

забезпечує швидкий пошук глобального оптимуму. Механізм елітного відбору передбачає відбір кращих хромосом з об'єму розширеної популяції, яка утворилася на базі попередньої після застосування генетичних операторів схрещування та мутації [5].

Критерієм оптимізації визначалась сума квадратів відхилень значень визначених нечіткою моделлю та даних, отриманих з навчальної вибірки.

В результаті оптимізації запропонованої математичної моделі, яка здійснювалась за допомогою програмного комплексу «Gensearch» [6], отримано нові значення параметрів ФН та ваги правил нечіткої бази знань, причому до навчання нечіткої моделі ваги правил були рівними одиниці.

Як приклад, на рис. 3 і 4 для фактора впливу «стан зношеності пристрою РПН» зображені терми функції належності, параметри яких мають місце до і після застосування процедури оптимізації відповідно.

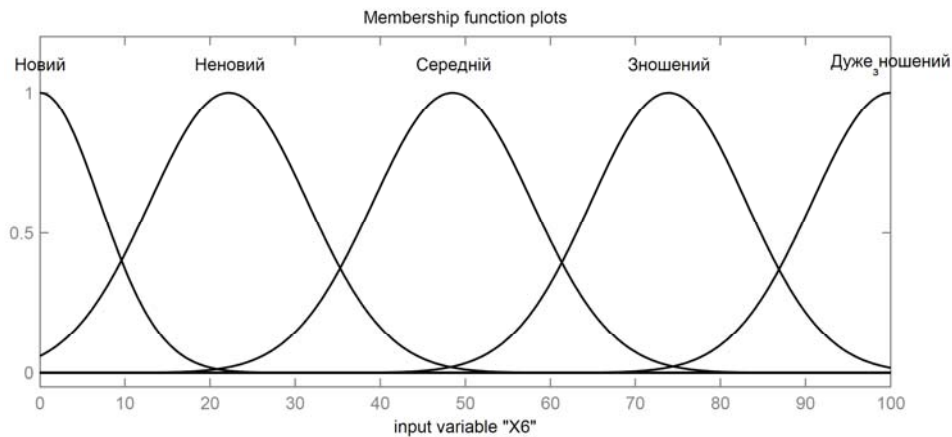


Рис. 3. Функції належності для параметра X6 «Стан зношеності пристрою РПН» до застосування процедури оптимізації

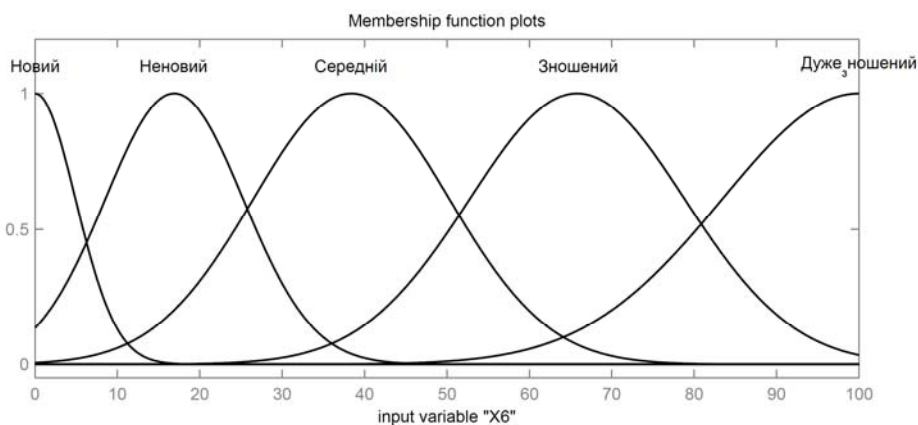


Рис. 4. Функції належності для параметра X6 «Стан зношеності пристрою РПН» після застосування процедури оптимізації

Висновки:

1. Запропонована математична модель автоматичного регулятора системи поздовжньо-поперечного регулювання напруги з використанням генетичного алгоритму для настройки нечіткої моделі, що враховує стан зношеності пристроїв РПН.

2. Запропонований метод дозволяє побудувати уточнену математичну модель з врахуванням інших чинників, які можуть мати пріоритетний характер.

3. Технічну реалізацію запропонованого підходу легко здійснити програмним або апаратним шляхом для забезпечення ефективного управління пристроями РПН в системі з поздовжньо-поперечним регулюванням напруги.

Література

1. Пантелеєв В. И. Аппарат нечетких регуляторов в задачах ситуационного управления режимами систем электроснабжения предприятий / В. И. Пантелеєв, А. Н. Туликов // Интеллектуальные ресурсы ХТИ – Красноярск: ИПЦ КГТУ. – 2005. – С. 85–87.

2. Любченко В. Я. Оптимизации коэффициентов трансформации подстанций на основе генетического алгоритма / В. Я. Любченко, Д. А. Павлюченко // ВИНТИ РАН «ТРАНСПОРТ: наука, техника, управление», 2008. – №6. – С. 30–32.

3. Ерємин О. И. Разработка методики решения задачи компенсации реактивной мощности с использованием многоцелевой оптимизации : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук : спец.

05.14.01 „Энергетические системы и комплексы” / Ерёмин О. И. – Н. Новгород, 2007. – 20 с.

4. Левицький С. М. Математична модель пристрою керування трансформатором поперечного регулювання напруги / С. М. Левицький // Тези доповідей X міжнародної наукової конференції «Контроль і управління в складних системах». – Вінниця. – 2010. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до каталогу : http://www.vstu.vinnica.ua/mccs2010/ukr/abstracts_UA.html.

5. Францкевич Г. И. Нейросетевые и генетические модели и методы анализа данных / Г. И. Францкевич, А. А. Букарев, В. П. Костюк. // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. – 2001. – № 4 (8). – С. 25–41.

6. Голубин А. В. Определение параметров генетического алгоритма с помощью программного комплекса "Gensearch" / А. В. Голубин. // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. – 2004. – № 3 (19). – С. 42–47.

Надійшла 23.11.2010 р.

УДК 621.321

О.С. ПИВОВАР, Я.О. БОЖОК
Хмельницький національний університет

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТОПОЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ ПРОВІДНИКІВ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ БАГАТОШАРОВИХ ПЕЧАТНИХ ПЛАТ

У статті розглядаються топологічні елементи фізичної реалізації печатних провідників високошвидкісних інтерфейсів в аспектах побудови шарової структури, диференційних ліній передач та вибору типу перехідних отворів. Визначено оптимальну структуру шарів. Запропоновано методику отримання оптимальної геометрії диференційної лінії передачі за заданим диференційним хвилевим опором. Проаналізовано можливості використання різних типів отворів в умовах швидкісної передачі сигналів.

In the article examined topological elements of physical realization of PCB traces of high-speed interfaces in the aspects of construction of the layered structure, differential transmission lines and choice of via type. The optimal structure of layers is certain. The methods of receipt of optimal geometry of differential line are offered after the set differential impedance. Possibilities of the use of different types of vias are analyzed in the conditions of high-speed transmission of signals.

Ключові слова: багатошарова печатна плата, диференційна лінія передачі, диференційний опір.

Вступ

Застосування печатної технології під час складання радіоелектронних вузлів домінує в сучасному виробництві радіоелектронної та цифрової апаратури. Більше того, виходячи із печатної технології розробляються корпусні елементи напівпровідникових інтегральних схем, резисторів, конденсаторів тощо. Постійно зростаючий рівень вимог швидкості та обсягу обробки інформації потребує збільшення носійних та тактових частот, а це вимагає удосконалення якісних характеристик компонентних комутацій як на внутрішньо платному, так і міжплатному і міжблочному рівнях. Прикладами таких ліній передачі є фізична реалізація універсальної послідовної шини IEEE-1394 (FireWire), інтерфейсів SATA (Serial ATA) і PCI Express тощо. Такі і подібні інтерфейси є наслідками переходу з паралельної архітектури на швидкісну послідовну архітектуру, що забезпечує високу пропускну здатність і надзвичайно великий потенціал за маштабованістю, але висуває надзвичайно високі конструкторські та технологічні вимоги до конструкції компонентних комутацій. Тому дослідження, спрямовані на удосконалення печатних плат як основних комутаційних елементів для систем максимальної швидкодії, залишаються актуальним завданням.

Основна частина

Високошвидкісними інтерфейсами, зазвичай, називають інтерфейси із бітовим інтервалом по одиночній лінії менше 1 нс. Для їх фізичної реалізації печатна плата має бути багатошаровою, але забезпечувати мінімально необхідну кількість шарів, потрібних для формування найбільш стабільних і завадозахищених ліній зв'язку у вигляді смужкових диференційних ліній передачі. Кількість шарів печатної плати дуже сильно визначається іншими вимогами окрім вимог побудови високошвидкісних інтерфейсів, наприклад, кількістю напруг живлення, щільністю інших зв'язків, типом корпусів компонент і комутаційного устаткування тощо.

Визначимося із мінімальною кількістю шарів плати. Сучасні плати, виходячи із вимог мікромініатюризації, мають планарні елементи, що розташовуються на обох боках плати, таким чином, для встановлення планарних компонент потрібно 2 шари. Зваживши на те, що на платах будуть присутні високошвидкісні інтерфейси, ці два шари мають виконуватись у вигляді мікросмужкових ліній передачі заданого хвилевого опору, отже необхідно формувати ще 2 потенційних шари для утворення мікросмужкових ліній з обох боків встановлення компонент. Використавши обидві поверхні потенційного шару як екрани смужкової лінії і розташували між ними ще один шар провідників можливо отримати мінімально можливу шарову структуру для передавання даних високошвидкісними інтерфейсами із 5 шарів.

З точки зору виробництва утворити плату із непарної кількості шарів можливо, але не технологічно.