

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ У КОМПЕНСАТОРАХ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В ЕЛЕКТРОМЕРЕЖАХ

Тимчук С. О., Бовчалоук С. Я., Горбачов Я. І.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Запропоновано використання схеми нечіткого логічного висновку в системі керування компенсацією реактивної потужності в електромережах 6-10 кВ. Це суттєво спрощує алгоритм керування, дає можливість зручно корегувати алгоритм керування, дозволяє вводити керуючі впливи з випередженням негативних ситуацій.

Постановка проблеми. Реактивна потужність (РП) не перетворюється в інші види енергії і не виконує роботу, але споживається навантаженнями в яких є електромагнітні та електричні поля. Основними промисловими споживачами є асинхронні електродвигуни (біля 40%), електропечі та електротермічні установки (біля 8%), напівпровідникові перетворювачі (біля 10%); втрати в трансформаторах всіх ступенів трансформації складають біля 35%, в лініях електропередачі – біля 7%. Передавання РП з енергосистеми до споживачів не є раціональним, оскільки виникають додаткові втрати активної потужності у всіх елементах систем електропостачання, обумовлені завантаженням РП, та додаткові втрати в живлячих мережах. Введення джерела РП (конденсаторної установки) призводить до зниження втрат в середньому на 0,12 кВт/квар. Питоме зниження втрат електроенергії за рахунок компенсуючих РП пристроїв на напрузі 6-10 Кв складає 150-300 кВт•год/квар [1].

Проблема в системах керування комутацією конденсаторів, які здебільше здійснюють алгоритми комутації за фактом перевищення значень реактивної потужності певних порогів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Найбільш діючим і ефективним способом зниження споживаної з мережі реактивної потужності є застосування установок компенсації реактивної потужності (конденсаторних установок, рис. 1) [5].



Рисунок 1 – Конденсаторна компенсуюча установка

Керування компенсуючою установкою здійснюється регуляторами. Наприклад, регулятором ВК-06 /

ВК-12 [2] (рис. 2). Мікропроцесор регулятора вимірює значення напруги мережі і споживання загального струму, вираховує з них відношення активної та реактивної потужності навантаження.



Рисунок 2 – Загальний вигляд регуляторів реактивної потужності типу ВК

В довготривалому режимі вираховується необхідна компенсаційна потужність для отримання необхідного соєж. Приєднання здійснюється, якщо досягне 70% потужності меншої ступені. Ступені вмикаються і вимикаються програмно за необхідною компенсаційною потужністю.

Аналогічно працює регулятор RC9 – М [2] і регулятор реактивної потужності MRM-12 (Twelve Electric, Польща) [4]. Також використовуються схемні рішення на базі контролера DCRK/DCRJ [3].

Існуючі системи керування компенсацією реактивної потужності в основному будуються на основі ПЛК традиційної архітектури. Алгоритми керування побудовані по принципу багатопозиційного регулятора, що виробляє команди керування за наявності відповідних умов і не враховує невизначеність вихідної інформації.

Тому перспективним є застосування алгоритмів на основі нечіткої логіки.

Мета статті. Метою є підвищення якості та енергоефективності керування компенсацією реактивної потужності за рахунок застосування алгоритмів на основі нечіткої логіки.

Основні матеріали дослідження. Механізм логічного виводу складається з етапів: введення нечіткості (фазифікація), нечіткий вивід й приведення до чіткості, або дефазифікація. Фазифікація – перетворення вхідних параметрів: напруги U і зміни струму ΔI , у нечітку форму.

Пропонується ввести по три нечітких рівня для кожного з цих параметрів: U_- , U_0 , U_+ і I_- , I_0 , I_+ . Функції приналежності наведено на рис. 3.

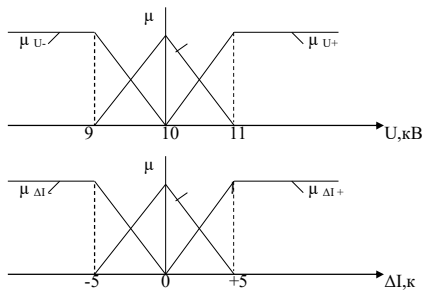


Рисунок 3 – Загальний вигляд функції приналежності вхідних параметрів

Побудова схеми нечіткого логічного виводу Мамдані.

Привласнимо кожному з умов рішення, тобто стан у якому повинні перебувати групи ємностей:

C_0 – відключення всіх груп компенсуючих ємностей;

C_1 – включення 1 групи компенсуючих ємностей;

C_2 – включення 1, 2 груп компенсуючих ємностей;

C_3 – включення 1, 2, 3 груп компенсуючих ємностей;

Розпишемо правила, при яких приймаються ці рішення.

$C_0=U_0$.

Сила спрацьовування правила визначається функцією приналежності виду

$$\mu_{C_0} = \mu_{U_0};$$

$C_1=U_- \wedge \Delta I_- \vee U_+ \wedge \Delta I_+$ із силою спрацьовування

$$\mu_{C_1} = \max(\min(\mu_{U_-}, \mu_{\Delta I_-}), \min(\mu_{U_+}, \mu_{\Delta I_+}));$$

$C_2=U_- \wedge \Delta I_0 \vee U_+ \wedge \Delta I_0$ із силою спрацьовування

$$\mu_{C_2} = \max(\min(\mu_{U_-}, \mu_{\Delta I_0}), \min(\mu_{U_+}, \mu_{\Delta I_0}));$$

$C_3=U_- \wedge \Delta I_+ \vee U_+ \wedge \Delta I_+$ із силою спрацьовування

$$\mu_{C_3} = \max(\min(\mu_{U_-}, \mu_{\Delta I_+}), \min(\mu_{U_+}, \mu_{\Delta I_+}));$$

Дефазифікація - видача чітких команд керування на основі нечіткого рішення. Пропонується найпростіший метод дефазифікації – за максимумом сили спрацьовування правил логічного висновку.

В даному випадку фазифікація, система нечітких логічних правил Мамдані, дефазифікація і складають нечіткий алгоритм керування компенсацією реактивної потужності.

Ефективність даного алгоритму було перевірено на моделі, що розроблено в SCADA GENIE. З результатів моделювання видно, що похибка або відхилення напруги при компенсації дорівнює 12,8% на відміну від режиму без компенсації, де похибка складає 27,3%. До того ж прийнятий вид функції приналежності при фазифікації вхідних параметрів (рис. 3) дозволив реалізувати упередження підвищення реактивної потужності в мережі за рахунок завчасного підк-

лючення реактивних ємностей. Систему досліджено як в штатних, так і в нештатних і аварійних режимах.

Висновки. На відміну від класичних систем керування, САК побудована на основі нечіткої логіки, може прогнозувати динаміку зміни процесу, що покращує якість електроенергії; нечіткий алгоритм керування компенсацією реактивної потужності у розподільчих електричних мережах швидко і адекватно реагує на аварійні ситуації.

Список використаних джерел

1. Компенсация реактивной мощности "Экологические системы". 2005. №5". Електронний ресурс. URL: http://journal.esco.co.ua/2005_5/art16.htm, вільний. Загол. з екрану.

2. Автоматизовані конденсаторні установки для компенсації реактивної потужності. Електронний ресурс, 2016. URL: <http://sutem.com.ua/282kku.php>, вільний. Загол. з екрану.

3. Компенсация реактивной мощности. Схемні рішення на базі контролера DCRK/DCRJ. Електронний ресурс, 2016. URL:

<http://www.svaltera.ua/solutions/typical/energy/6718.php>, вільний. – Загол. з екрану.

4. Регулятор реактивной мощности MRM-12 "Twelve electric". Електронний ресурс, 2016. URL: , вільний. Загол. з екрану.

Аннотация

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В КОМПЕНСАТОРАХ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРОСЕТЯХ

Тимчук С. А., Бовчалоук С. Я.,
Горбачев Я. И.

Предложено использование схемы нечеткого логического вывода в системе управления компенсацией реактивной мощности в электросетях 6-10 кВ. Это существенно упрощает алгоритм управления, дает возможность удобно корректировать алгоритм управления позволяет вводить управляющие воздействия с опережением негативных ситуаций.

Abstract

APPLICATION OF FUZZY LOGIC IN REACTIVE POWER COMPENSATORS IN POWER SUPPLIES

Tymchuk S., Bovchaliuk S., Gorbachov J.

It is suggested to use the scheme of fuzzy logic in the control system of reactive power compensation in 6-10 KV power grids. This greatly simplifies the control algorithm, makes it easy to adjust the control algorithm, allows you to enter control effects with the anticipation of negative situations.