

АВТОМАТИКА ТА ІНФОРМАЦІЙНО- ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА

УДК 621.316

Л. Н. Добровольська, к. т. н., доц.; І. В. Вітт; О. М. Нанака, асп.;
І. П. Чайка, асп.

СПОСІБ І ПРИСТРІЙ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ КОНДЕНСАТОРНИМИ БАТАРЕЯМИ

Проаналізовано відомі способи і пристрої автоматичного керування конденсаторними батареями. Запропоновано новий спосіб і пристрій, що його реалізує, та дозволяє оптимізувати залишкові (після компенсації) перетоки реактивної потужності в різних мережах (радіальних, магістральних і змішаних), тобто суттєво розширити область його застосування.

Постановка проблеми

Для забезпечення оптимального (за критерієм мінімальних втрат) автоматичного керування компенсувальними установками (КУ) в процесі створення технічних засобів керування потрібно дотримуватись низки вимог:

- забезпечення мінімуму втрат електроенергії в мережах споживачів в усіх можливих режимах добового електроспоживання;
- підтримання в допустимих межах рівня напруги;
- виконання вимоги енергопостачальної компанії щодо споживання реактивної потужності з мережі;
- максимальне використання наявних КУ в періоди позапікового електроспоживання і максимальних навантажень;
- забезпечення контролю фактичної вхідної реактивної потужності (ВРП) на вводах підприємства і окремих вузлах його мережі;
- визначення і задавання оптимальних значень уставок ВРП на вводах підприємства і окремих вузлах його мережі для характерних добових режимів електроспоживання;
- забезпечення автоматичного перемикавання уставок зі зміною режимів електроспоживання.

Крім того, оптимальний регулятор повинен діяти однаково ефективно в мережах різної конфігурації.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Серед відомих способів і систем керування батареями конденсаторів (БК) слід відмітити спосіб автоматичного керування пропорційно поточними втратами. Цей спосіб ґрунтується на контролі фактичних значень ВРП та аналізі величини втрат потужності в мережах підприємства кожен раз, коли фактична ВРП відхиляється від значення, заданого енергосистемою. Секції БК вмикаються в мережах того приєднання, де втрати в цій момент максимальні, і вимикаються в мережах приєднання з мінімальними втратами. Технічний пристрій, який реалізує згаданий спосіб керування, описаний в роботі [1]. Недоліком цього пристрою є відсутність автоматичного перемикача уставок, і його застосування обмежується радіальними мережами.

Технічний пристрій, описаний в роботі [2], є удосконаленим варіантом згаданого вище. Він доповнений блоком автоматичного перемикавання уставок. Проте цей пристрій має недоліки, а саме: не може використовуватись в магістральних та змішаних мережах, а також у визначенні втрат реактивної потужності не враховує рівень напруги.

Формулювання мети статті

Зважаючи на недоліки існуючих регуляторів, які реалізують спосіб регулювання за поточними втратами, доцільно створити автоматичний регулятор БК, у якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків забезпечується можливість визначення втрат потужності в мережах будь-якої конфігурації та підтримання напруги в допустимих межах. Це розширює функціональні можливості і, відповідно, сферу його застосування.

Основні результати дослідження

Розроблено новий автоматичний регулятор БК [3], який складається з датчиків реактивної потужності, блока ВРП, задавача уставок ВРП, виконавчих органів, блока конфігурації мережі, блока опорів схеми заміщення та блока базової напруги, виходи яких з'єднані з обчислювальним пристроєм регулятора. Крім того, датчики реактивної потужності, блок ВРП, задавач уставок ВРП приєднані до обчислювального пристрою, виводи якого під'єднані до виконавчих органів.

На рис. 1 подано блок-схему автоматичного регулятора БК. Пристрій автоматичного регулювання потужності БК має n датчиків реактивної потужності $1_1 - 1_n$, встановлених у вузлах мережі, в яких розміщені БК. Виходи датчиків підключені до входу обчислювального пристрою 2. До інших входів обчислювального пристрою підключені: 3 – задавач уставки ВРП на ввіді підприємства, 4 – датчик фактичної ВРП, 5 – датчик опорів ліній схеми заміщення підсистеми, 6 – датчик базової напруги, до якої приведені опори віток схеми заміщення, 7 – пристрій, який задає конфігурацію мережі (матрицю шляхів). Виходи обчислювального пристрою підключені до входів виконавчих органів $8_1 - 8_n$, які вмикають або вимикають секції БК.

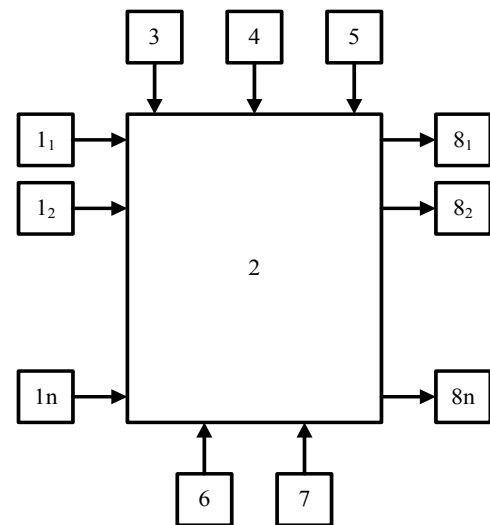


Рис. 1. Блок-схема автоматичного регулятора конденсаторних батарей: $1_1 - 1_n$ – датчики реактивної потужності; 2 – обчислювальний пристрій; 3 – задавач уставки ВРП; 4 – датчик фактичної ВРП; 5 – датчик опорів ліній схеми заміщення підсистеми; 6 – датчик базової напруги; 7 – пристрій, який задає конфігурацію мережі; $8_1 - 8_n$ – виконавчі органи

За допомогою запропонованого пристрою здійснюється контроль фактичного значення ВРП на ввіді підсистеми Q_{ϕ} та порівнюється з уставкою економічного значення ВРП Q_e . За наявності відхилення фактичного значення ВРП від уставки в обчислювальному пристрої 2 відбувається розрахунок втрат активної потужності за реактивними навантаженнями вузлів.

Втрати активної потужності за реактивними навантаженнями вузлів визначаються за формулою

$$\Delta R = \frac{10^{-3}}{U_H^2} [\dot{Q}_H^d \cdot \dot{I} \cdot \dot{R} \cdot \dot{I}_t \cdot \dot{Q}_H], \quad (1)$$

де U_H – базова номінальна напруга, до якої приведені опори віток схеми заміщення мереж підсистеми, кВ; $\dot{Q}_H^d = \text{diag}(Q_{H,1}, \dots, Q_{H,n})$ – діагональна матриця реактивних навантажень вузлів підсистеми, квар; \dot{I} – матриця шляхів, за допомогою якої задається топографія розімкненого графу будь-якої складності; $\dot{R} = \text{diag}(R_1, \dots, R_n)$ – діагональна матриця активних опорів віток схеми заміщення мереж підсистеми, Ом; \dot{I}_t – транспонована матриця шляхів; \dot{Q}_H – матриця-стовпець реактивних навантажень вузлів мереж підсистеми, квар.

За результатами розрахунку відбувається ввімкнення або вимкнення БК у відповідних

вузлах. Після відповідних перемикачів здійснюється порівняння Q_{ϕ} та Q_e і т. д.

Пристрій працює за описаним вище циклом до моменту виконання умови балансу реактивної потужності на ввіді підсистеми $Q_{\phi} = Q_e$.

Запропонований пристрій працює таким чином. Датчики реактивної потужності $1_1 - 1_n$, які встановлені у вузлах мережі, фіксують їх реактивне навантаження. Інформація про ці потужності надходить до обчислювального пристрою 2. На інші входи обчислювального пристрою надходить інформація з датчика 3 про уставки економічних або технічних значень ВРП підсистеми, з датчика 4 – про фактичну ВРП на вході підсистеми, з датчика 5 – про опори ліній схеми заміщення підсистеми, з датчика 6 – про базову напругу, до якої приведені опори схеми заміщення, з датчика 7 – інформація про конфігурацію мережі підсистеми. Обчислювальний пристрій 2 на основі вхідної інформації контролює виконання умови $Q_{\phi} = Q_e$. У разі невиконання згаданої умови пристрій автоматично розпочинає роботу. Коли $Q_{\phi} > Q_e$ обчислювальний пристрій формує сигнал на ввімкнення БК у вузлі, де за результатами розрахунку отримане найбільше значення втрат активної потужності. У разі $Q_{\phi} < Q_e$ обчислювальний пристрій формує сигнал на вимкнення БК у тих вузлах, де зафіксоване мінімальне значення втрат. Результуючий сигнал поступає на виконавчий орган 8.

Функції блоків автоматичного перемикача та аналізу втрат і визначення місця комутації виконуються в обчислювальному пристрої за допомогою відповідних програм.

Блок-схема алгоритму керування наведена на рис. 2. Кожний цикл керування починається з введення значення фактичної ВРП (блок 2). За допомогою блоків 3, 4, 5 здійснюється перегляд усіх вузлів мережі для визначення реактивної потужності, яка споживається кожним вузлом (блок 4), і визначення втрат активної потужності від передавання реактивної потужності в цей вузол (блок 5) за формулою (1). В блоці 6 здійснюється порівняння фактичної ВРП із заданим значенням Q_e . Якщо реактивне навантаження менше Q_e , то за допомогою підпрограми (блок 7) визначаються найменші втрати ($\min \Delta P_i$), номер вузла Z_{\min} , для якого вони мають місце. Далі формується команда на ввімкнення секції БК в цьому вузлі, що приводить до зміни споживання реактивної потужності у вузлі і на ввіді підприємства та обчислюється нове значення втрат. Процес увімкнення (вимкнення) секції БК буде продовжуватись поки не буде виконуватись умова $Q_{\phi} = Q_e$.

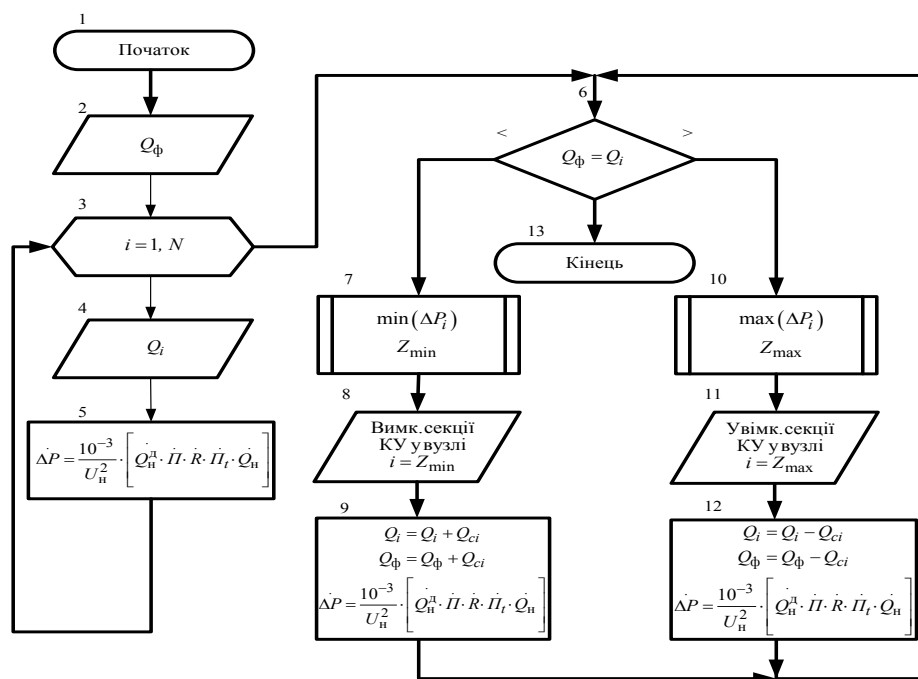


Рис. 2. Блок-схема алгоритму керування БК за величиною поточних втрат

Висновки

1. Вдосконалено структуру автоматичного регулятора конденсаторних батарей введенням в схему пристрою, який задає конфігурацію мережі, та датчика базової напруги.
2. За рахунок введення нових елементів і зв'язків визначення втрат активної потужності стає можливим в мережах будь-якої конфігурації, що забезпечує розширення сфери застосування регулятора та його функціональних можливостей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. А. с. 1259237(СССР), МКИ О05Р1/70. Автоматический регулятор конденсаторных батарей Рогальский Б. С., Непийвода В. М., Демов А. Д., Дмитраш А. В. // Заявл. 2.09.85; Опубл. 23.03.87. Бюл. № 11. — Зс.ил.
2. А. с. 1416961 (СССР), МКИ С05Р1/70. Автоматический регулятор конденсаторных батарей. Рогальский Б. С., Дмитраш А. В., Непийвода В. М., Демов А. Д. // Заявл. 11.08.86; Опубл. 15.08.88; Бюл. № 30. — без.ил.
3. Декларацийний патент на корисну модель 48141 Україна. Автоматичний регулятор конденсаторних батарей: Пат. 48141 Україна, МПК (2006) G05F1/70 / Б. С. Рогальський, О. М. Нанака, О. Д. Демов, І. П. Чайка, І. В. Вітт; заявник та патентоутримувач Вінницький національний технічний університет. — № u 200909016; Заявл. 31.08.2009; Опубл. 10.03.2010, бюл. № 5.

Рекомендована кафедрою електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Надійшла до редакції 25.06.10
Рекомендована до друку 30.08.10

Добровольська Любов Наумівна — завідувач кафедри, **Вітт Ірина Василівна** — асистент.

Кафедра електропостачання Луцького державного технічного університету;

Нанака Олена Миколаївна — аспірант, **Чайка Ірина Петрівна** — аспірант.

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту Вінницького національного технічного університету