

Научно-практическое решение задачи создания такой АУЗВ (см. рис. 1) усложняется, поскольку общим недостатком методов водоочистки (особенно при их комбинировании) является то, что необходимо контролировать в режиме реального времени десятки параметров качества воды и технологических процессов, а существуют и надёжно работают на промышленных объектах только единицы автоматизированных измерительных приборов [3]. При этом при классическом проектировании АУЗВ не учитывается возможность действия нештатных ситуаций, хотя для рационального использования такого оборудования это необходимо.

Выводы. Создание ресурсоэффективных автоматизированных установок замкнутого водоснабжения обосновано должно включать: первичное комплексное проектирование аквапонного, рыбоводного водоочистительных элементов с системой автоматизации и обвязкой; синтез ресурсных балансов и оптимизация предыдущих проектных решений согласно критерия минимизация затрат на выполнения технологических процессов; практическая реализация АУЗВ с физическим моделированием функционирования блоков водоочистки; уточнение режимных параметров и структуры системы автоматизации.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Machiels M.A.M. and Henken A.M. A dynamic simulation model for growth of the African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). III. The effect of body composition on growth and feed intake. // *Aquaculture*, 1986. 60,-P. 55-71
2. Штепа В.Н. Экспериментально-аналитические исследования комбинированных систем водоочистки / В.Н. Штепа // *Агропанорама: научно-технический журнал*. – Минск, БГАТУ. – 2015. – № 6 (112) – С. 31 – 37.
3. Вероятностные нейронные сети в задачах управления комбинированными системами водоочистки / В.Н. Штепа, Н.А. Заец, О.Н. Прокопеня, Н.Н. Луцкая // *Вестник Брестского государственного технического университета. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология: научно теоретический журнал*. – 2018. – № 2 (110). – С. 88–90.

УДК 621.316.7

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЯЕМОЙ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Ярошевич А.В., Клопоцкий А.А.

Брестский государственный технический университет
Брест, Республика Беларусь

Объектом исследования являются методы компенсации потерь при снабжении электроэнергией бытовых потребителей.

Цель исследования – разработать эффективный метод и простую и недорогую схему компенсации реактивной мощности в электрических сетях с нагрузками до 10 кВт.

Анализ многообразия методов управления компенсацией реактивной мощности позволяет сделать следующие выводы.

1. Все методы базируются на косвенной оценке величины реактивной мощности и не обеспечивают требуемое значение $\cos \varphi$ сети.
2. Оценка компенсируемой мощности требует изучения специфических особенностей нагрузки и технологии производственных процессов.
3. Схемы управления компенсацией требуют индивидуального подхода в проектировании и наладке под конкретную ситуацию.
4. Схемы управляющих устройств компенсаторов не отличаются простотой и надёжностью.

На основе этих выводов можно сделать заключение о том, что исключить названные недостатки можно при использовании автоматического управления компенсацией реактивной мощности на основе измерения величины реактивной мощности в нагрузке или электрических параметров нагрузки, по которым можно вычислить величину компенсируемой реактивной мощности.

Современные контроллеры коррекции коэффициента мощности строятся на основе микропроцессоров [1]. Микропроцессор анализирует сигнал от трансформатора тока и подает команды на управление батареями конденсаторов, подключая или отключая отдельные конденсаторы или целые батареи. Промышленные устройства ступенчатого регулирования реактивной мощности построены с применением микропроцессорного контроллера и являются сложными и дорогими для массового использования в квартирных и других электрических сетях до 0,4 кВ с нагрузками до 50 кВт.

Исходя из этого, можно сформулировать основные требования к вычислителю компенсатора реактивной мощности для бытовых нагрузок. Для обеспечения экономической целесообразности применения решающим параметром должна быть стоимость устройства. Стоимость определяется построением электрических схем из простых и надёжных элементов, количество которых должно быть невелико. Такой подход позволит обеспечить другое важнейшее требование – небольшие габариты – позволяющие встраивать компенсаторы реактивной мощности в квартирные щиты энергоснабжения.

На основе анализа основных схем электроснабжения и опыта разработки и использования устройств компенсации реактивной мощности (КРМ) ясно, что выпускаемые в настоящее время мощные КРМ с контроллерами для вычисления ёмкости компенсирующих конденсаторов не пригодны для использования в сетях бытовых и офисных относительно небольших нагрузок. Подтверждённая патентом полезная модель построения аналогового вычислителя для управления КРМ позволяет построить простое и недорогое устройство, пригодное для использования в электроснабжении квартирного сектора.

Для реализации идеи разработана принципиальная схема реализации основных функций аналогового КРМ. Основные элементы устройства выполнены на интегральных схемах. Работа наиболее важных элементов проверена компьютерным моделированием. Способ решения этой задачи и некоторые требования к устройствам предложены в [1] путём применения аналоговой схемы вычислителя для КРМ.

При реализации схемы КРМ необходимо решить следующие задачи:

- измерение величины коэффициента мощности в реальном времени;
- определение ёмкости компенсирующего конденсатора;
- коммутация к сети конденсаторной батареи требуемой ёмкости.

Общая схема предлагаемого устройства для КРМ бытового потребителя электрической энергии представлена на рисунке 1.

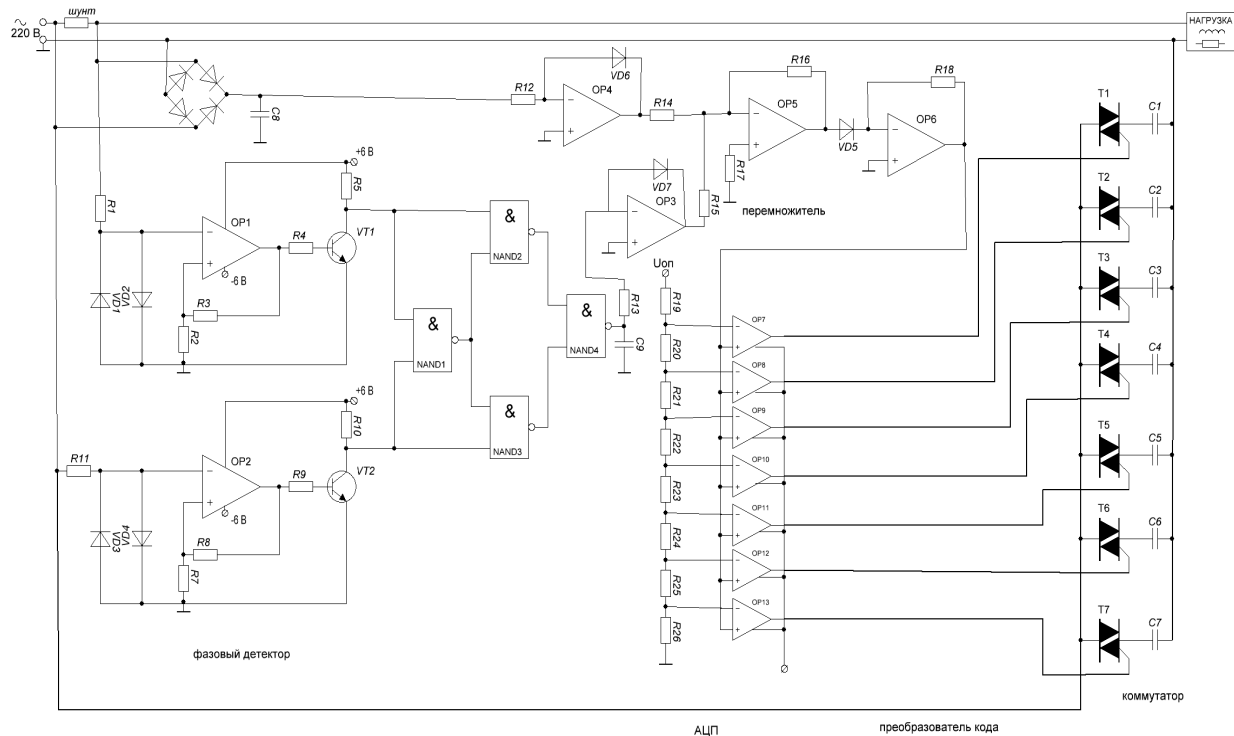


Рисунок 1 – Схема компенсатора

Схема КРМ подключается между счётчиком электроэнергии и нагрузкой потребителя. Основными узлами схемы являются:

- схема измерения разности фаз сетевого напряжения и потребляемого тока, отражающей долю реактивной мощности в нагрузке;
- схема управления тиристорными ключами для коммутации компенсирующей ёмкости;
- линейка тиристорных ключей между конденсаторами батареи и фазным проводом;
- компенсаторная батарея конденсаторов.

Выбор схемы фазового детектора для КРМ выполнен по результатам компьютерного моделирования.

Схему управления ключами предлагается реализовать на основе асимптотических формул для расчёта ёмкости компенсирующего конденсатора [2]

$$C \approx \frac{I_H \varphi}{2\pi f U (1-\varphi)} (\Phi).$$

С учётом значений $f = 50$ Гц, $U = 220$ В

$$C \approx k I_H \varphi (\Phi), \text{ где } k \approx 0,000015.$$

Для вычисления значения ёмкости в мкФ коэффициент $k = 15$, тогда

$$C \approx 15 I_H \varphi \text{ (мкФ)}.$$

Эта асимптотическая формула может быть основой для построения схемы управления ключами.

Перемножение аналоговых сигналов I_H и φ выполняется схемами на операционных усилителях (ОУ).

С помощью логарифмических схем на ОУ можно выполнять арифметическую операцию

$$X \cdot Y = e^{(\ln X + \ln Y)}.$$

Логарифмические схемы изготавливаются на основе диода, включенного в петлю обратной связи ОУ. Для данной схемы

$$U_{\text{Вых.}} = \frac{kT}{q} \ln \left(\frac{U_{\text{Вх.}}}{R_{\text{Вх.}} I_0} \right).$$

Реализация антилогарифмического усилителя производится аналогично, только в его структуре переставлены местами входной резистор и логарифмический элемент (диод) в цепи ОС.

Функциональная схема умножителя аналоговых сигналов, построенного логарифмического и антилогарифмического усилителей, приведена на рисунке 2.

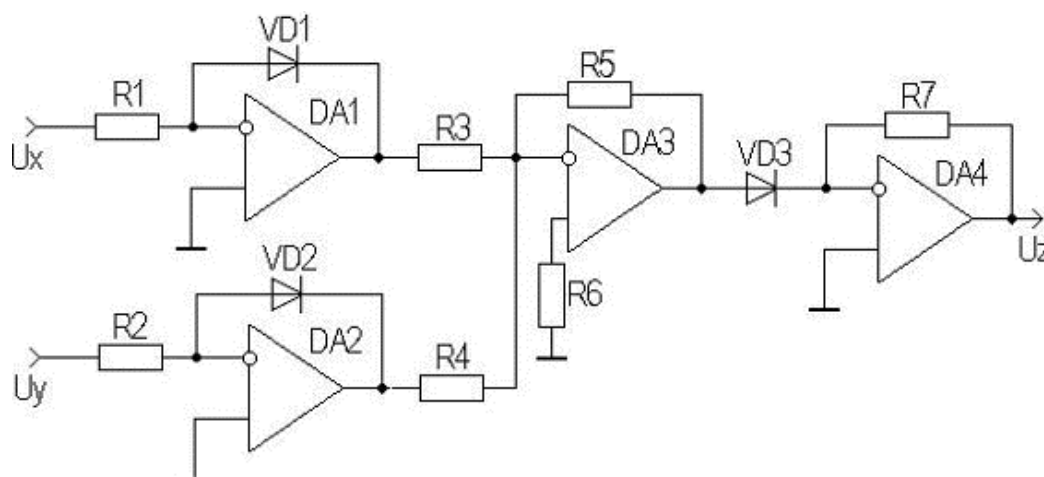


Рисунок 2 – Функциональная схема умножителя

Входная часть схемы управления тиристорными ключами реализуется на аналого–цифровом преобразователе.

Предложенная схема КРМ достаточно проста в реализации и может эффективно использоваться для потребителей малой и средней мощности.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А.В. Ярошевич. Схема компенсации реактивной мощности в квартирных электрических сетях // Вестник Брестского государственного технического университета - Физика, математика, информатика. Вып. 5(71) – Брест: БрГТУ. 2011. С. 66-67.
2. Регулятор реактивной мощности с аналоговым вычислителем. Республика Беларусь / ПАТЭНТ на карысную мадэль № 8066 / Аутар Ярошевич А.В. / Зарэгістравана у Дзяржауным рээстры карысных мадэляу 2011.12.15.