

РАЗРАБОТКА МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ШЕСТИСТУПЕНЧАТОГО КОМПЕНСАТОРА РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Ю. С. Игольников, О. Ю. Герман

На сегодняшний день в Российской Федерации микропроцессорные системы управления используются не повсеместно, а только в сетях с напряжением свыше 10кВ. Представленная разработка позволяет решить проблему использования компенсаторов реактивной мощности, рассчитанных на низкое напряжение и большие токи. По сравнению с существующими аналогами, выпускаемыми в ближнем и дальнем зарубежье, данный комплекс отличается рядом технических решений как в области силовой электроники, так и в области микропроцессорных систем управления.

Ключевые слова: компенсация, реактивная мощность, микропроцессорная система управления, датчик тока.

DEVELOPMENT OF MICRO-PROCESSING CONTROL SYSTEM FOR SIX-STAGE REACTIVE POWER COMPENSATOR

Yu. S. Igo'nikov, O. Yu. German

Today such systems in the Russian Federation are not used universally, usually they are applied in networks with tension with above 10kV. This lay-out allows to solve a problem use of jet power jacks, designed for a low voltage and big currents. In comparison with existing analogs which are let out in Former Soviet Union and abroad, this complex differs with a number of technical solutions, both in the field of power electronics and in the field of microprocessor control systems.

Keywords: compensation, jet capacity, microprocessor, control system, current sensor.

В современном мире стоит проблема повышения качества электроэнергии без потери мощности в сетях переменного тока. В связи с этим существуют различные способы и методы повышения качества параметров электросети, работающие на различные типы нагрузки (выпрямители для гальванических ванн, тяговые подстанции, дуговые плавильные печи и т. д.).

Рассмотрим наиболее часто встречающийся случай цеховых сетей, работающих с различными устройствами преобразовательной аппаратуры (электрические машины, выпрямители, инверторы) и потребляющих значительную мощность из сети. Все вы-

шеуказанные потребители при работе производят сброс части потребляемой энергии в сеть, что отрицательно сказывается на потребителях, приводит к ухудшению гармонического состава, снижению $\cos\varphi$ [1].

Существует три основных способа увеличения коэффициента мощности: компенсация за счет перевозбужденной синхронной машины; за счет транзисторных корректоров коэффициента мощности; индуктивно-емкостная компенсация коэффициента мощности.

Рассмотрим более подробно индуктивно-емкостной компенсатор реактивной мощности, основанный на выравни-

вании угла между током и напряжением с помощью косинусных конденсаторов и индуктивностей, работающих в режиме фильтра высших гармоник. Анализ стандартных схемотехнических решений индуктивно-емкостных компенсаторов реактивной мощности показал, что использование статических и динамических компенсаторов имеет ряд существенных недостатков:

- достаточно высокий коммутационный ток в статических компенсаторах;
- резкое снижение надежности динамических компенсаторов за счет возникновения лавинного тока при включении тиристоров в ступенях;
- наличие значительного числа фильтра высших гармоник и числа коммутирующих элементов.

На основании вышесказанного была разработана и заявлена система микропроцессорного управления шестиступенчатым компенсатором реактивной мощности, в котором отсутствуют вышеперечисленные недостатки. На рис. 1 представлена доработанная версия микропроцессорной системы управления компенсатором реактивной мощности. Данная структурная схема позволяет полностью отслеживать все изменения

токов и напряжений в нагрузке, а также осуществлять управление силовыми ключами, включением необходимой емкости конденсаторных батарей в зависимости от изменения $\cos\varphi$.

Согласно рис. 1, измерение входных и выходных токов происходит за счет датчиков тока D_{1a1} – $D_{1c3.1}$, работающих на эффекте Холла. Процесс отслеживания напряжения на входе компенсатора по фазе «А» производится с помощью датчика напряжения D_{Va} . Датчики, отслеживающие переходы фазы через ноль, предназначены для формирования управляющего сигнала, сигнализирующего микроконтроллеру о необходимости выдачи сигнала управления тем или иным ключом, подключающим конденсаторные батареи в зависимости от изменения коэффициента мощности. Основой для построения микропроцессорной системы является контроллер Atmega2560, выпускаемый фирмой Atmel. Параметры всей системы задаются с помощью клавиатуры Keyboard или с помощью ПК через RS232 интерфейс. Система имеет LCD дисплей, предназначенный для индикации параметров сети и системных установок, а также индицирует о наличии удаленного подключения по интерфейсу RS485.

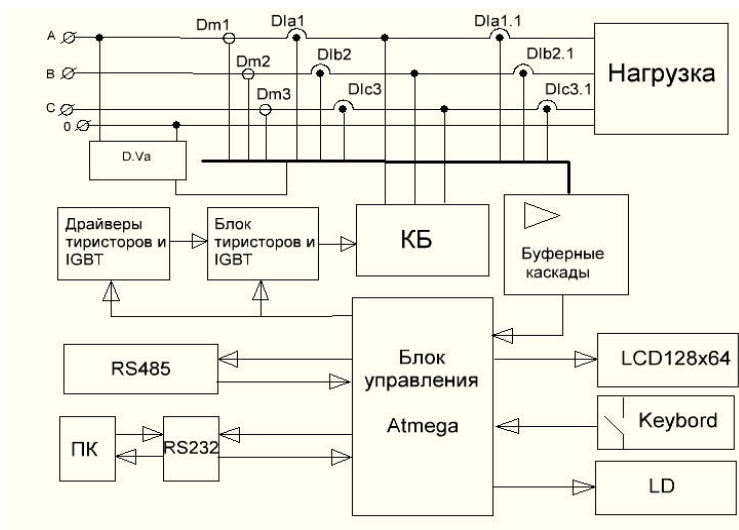


Рис. 1. Структурная схема микропроцессорной системы управления компенсации реактивной мощности

Разработанная микроконтроллерная система управления отличается от существующих аналогов низкой ценой, простотой реализации системы управления, особенностями управления силовой частью (мягкое включение ступеней). На рис. 2 представлена схема силовой части шестиступенчатого компенсатора реактивной мощности, состоящего из трех батарей конденсаторов различной емкости; элементов коммутации, выполненных на не полностью управляемых вентилях Т1-Т6, и диодно-транзисторных коммутаторах, выполненных на элементах VD1-

VD12 и VT1-VT4; фильтров высших гармоник L1-L6 [3].

Согласно рис. 2, переключение первой ступени осуществляется за счет работы диодно-транзисторного коммутатора (VD1-VD6, VT1,VT2) в активном режиме, что позволяет перевести схему в режим компенсации. Вторая ступень работает аналогичным образом, только производится коммутация элементов (VD7-VD12, VT3,VT4). Третья ступень основана на включении тиристорных Т1-Т6 в моменты перехода фазы через ноль. Оставшиеся три ступени являются комбинацией переключения первых трех [2].

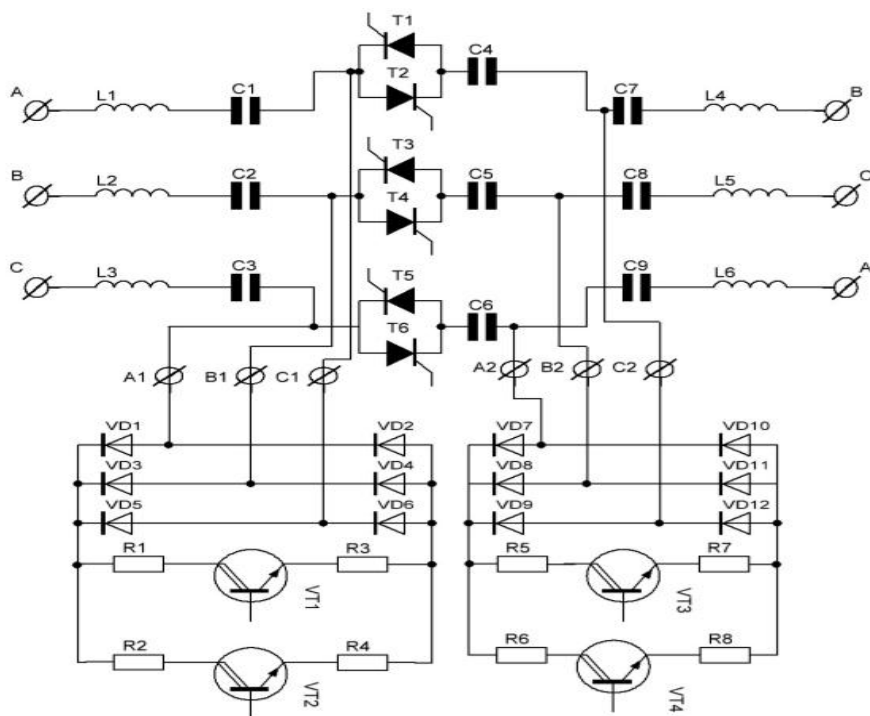


Рис. 2. Схема силовой части шестиступенчатого компенсатора реактивной мощности

Проведенные исследования показали возможность использования данной системы в различных сетях переменного тока с разным типом нагрузок, продемонстрировав лучшие параметры по сравнению с другими аналогами [3]. Внедрение представленной системы на российских энер-

гозатратных предприятиях существенно увеличит их экономическую эффективность. Использование данной технологии в промышленности позволит управлять коэффициентом мощности на удаленном расстоянии от установки, что снизит затраты на обслуживание. В процессе про-

веденных теоретических исследований было установлено, что система данного типа позволит потребителю существенно экономить на оплате электроэнергии от 12 до 30% независимо от времени года.

Таким образом, внедряемая система микропроцессорного управления

шестиступенчатым компенсатором реактивной мощности существенно увеличит экономическую эффективность, технические и эксплуатационные параметры нагрузки. В дальнейшем такие комплексы могут быть распространены на всех энергоснабжающих предприятиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Железко, Ю. С. Компенсация реактивной мощности и повышение качества электроэнергии / Ю. С. Железко. – Москва : Энергоатомиздат, 1985. – 224 с.
2. Игольников, Ю. С. Шестиступенчатый компенсатор реактивной мощности с микропроцессорной системой управления / Ю. С. Игольников, О. Ю. Герман // Промышленная энергетика. – № 1. – 2013.
3. Патент 2210156 Российская Федерация. Система компенсации реактивной мощности / Ю. С. Игольников ; опубл. 15.02.2007.

Поступила 14.11.2013 г.

Об авторах:

Игольников Юрий Соломонович, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретических основ электротехники факультета светотехники ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева» (г. Саранск, Россия), I.U.S@mail.ru

Герман Олег Юрьевич, аспирант кафедры теоретических основ электротехники факультета светотехники ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева» (г. Саранск, Россия), shefzt@rambler.ru

Для цитирования: Игольников, Ю. С. Разработка микропроцессорной системы управления шестиступенчатого компенсатора реактивной мощности / Ю. С. Игольников, О. Ю. Герман // Вестник Мордовского университета. – 2014. – № 1. – С. 182–185.

REFERENCES

1. Zhelezko Y. S. Kompensacija reaktivnoj moshhnosti i povyshenie kachestva jelektrojenergii. [Power factor correction and improvement of the quality of electric power]. Moscow, Jenergoatomizdat Publ., 1985, 224 p.
2. Igol'nikov Yu. S., German O. Yu. Shestistupenchatyj kompensator reaktivnoj moshhnosti s mikroprocessornoj sistemoj upravlenija [Six-stage reactive power compensator with a microprocessor control system]. *Promyshlennaja jenergetika* – Industrial Energetics. 2013, no. 1.
3. Igol'nikov Yu. S., patent 2210156, Rossyiskaya Federazija, Sistema kompensatsii reaktivnoy moshchnosti [Patent 2210156, Russia, Power compensation system], published 15.02.2007.

About the authors:

Igol'nikov Yuri Solomonovich, Associate Professor (docent), Department of Theoretical Electrotechnics, Faculty of Light Engineering, Ogarev Mordovia State University (Saransk, Russia), Kandidat Nauk (PhD) degree holder in Engineering sciences, I.U.S@mail.ru

Germann Oleg Yuriyevich, graduate student, Department of Theoretical Electrotechnics, Faculty of Light Engineering, Ogarev Mordovia State University (Saransk, Russia), shefzt@rambler.ru

For citation: Igol'nikov Ju. S., German O. Ju. Razrabotka mikroprocessornoj sistemy upravlenija shestistupenchatogo kompensatora reaktivnoj moshhnosti [Development Of Micro-Processing Control System For Six-Stage Reactive Power Compensator]. *Vestnik Mordovskogo Universiteta* – Mordovia University Bulletin. 2014, no. 1, pp. 182 – 185.