

УДК 621.3.07

Кильдюшев Н.В.

Студен магистр заочно-вечернего факультета
Ульяновский Государственный Технический Университет

Россия, г. Ульяновск

Kildyushev N.V.

Master's student of the correspondence and evening faculty
Ulyanovsk State Technical University
Russia, Ulyanovsk

КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СИСТЕМАХ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК
REACTIVE POWER COMPENSATION IN POWER SUPPLY SYSTEMS OF
CONVERTER PLANTS

Аннотация: В данной статье рассмотрены тенденции развития устройств компенсации реактивной мощности, а так же произведен обзор перспективных разработок в этой области.

Abstract: This article discusses the trends in the development of reactive power compensation devices, as well as a review of promising developments in this area.

Ключевые слова: реактивной мощности, конденсаторных батарей, конденсаторно-реакторного оборудования, синхронные двигатели, шунтирующих реакторов.

Keywords: reactive power, capacitor banks, capacitor reactor equipment, synchronous motors, shunt reactors.

Когда возникают новые потери электрической энергии, сетях появляется вынужденная передача реактивной составляющей мощности, создаваемая индуктивной нагрузкой. Потребление реактивной мощности характеризуется косинусом φ . Чем больше косинус тем меньше дополнительных потерь в сетях. В связи с этим встает вопрос повышения косинуса для уменьшению потерь в сетях, обусловленными уменьшением потребления нагрузками реактивной мощности.

Для компенсации реактивной мощности, используют генераторы электростанций синхронные двигатели, а также дополнительно устанавливаемые компенсирующие устройства — синхронные компенсаторы, батареи конденсаторов и специальные статические источники реактивной мощности.

Важные аспекты в развитии устройств КРМ это:

- 1) плавное регулирование реактивной мощности [2];
- 2) увеличение диапазона изменения реактивной мощности [2];
- 3) исключение потерь активной мощности ;
- 4) использование техники на основе микропроцессорного контроллера для автоматического регулирования работы устройств КРМ [5];
- 5) Обеспечения безопасности устройств при эксплуатации;
- 6) возможность применения одного устройства на разных уровнях напряжения;
- 7) упрощение конструкции и снижение массогабаритных показателей устройств;

На схеме соединения статических батарей и шунтирующих реакторов [2], батарея статических конденсаторов одним вводом подключена к линейной шине, а другим вводом – к заземлению. Выключатель, подсоединяется параллельно части конденсаторов, которые располагаются в том месте где находится сторона заземления. Одна сторона выключателя ставится под

заземление. Следом подключается шунтирующий реактор под управлением и ставят для него выключатель и разъединитель.

Во время нормального режима работы сети возникает снижение напряжения из-за падения напряжения в линии. Трансформатор напряжения 16 реагирует на снижение напряжения, система автоматического управления 12, уменьшает реактивную мощность в шунтирующем реакторе 5. В следствие того, что возрастает емкостная составляющая тока БСК 4, падение напряжения в подводящей сети компенсируется. В тот момент когда появляется полная нагрузка, система автоматического управления 12 на это реагирует, и даёт сигнал включение выключателя 11. При этом дополнительно компенсируется падение напряжения, из за возросшей мощности батареи конденсаторов 4. В данном режиме источник реактивной мощности выдает в сеть максимально возможную реактивную мощность (рис.1).

Данная схема позволяет плавно регулировать реактивную мощность и увеличить диапазон изменения реактивной мощности. Это приводит к снижению потери мощности в сети и в нагрузке и улучшается качество стабилизации напряжения. Устройство так же используется в сетях переменного тока высокого напряжения, например на оборудованных подстанциях воздушных ЛЭП, батареями статических компенсаторов и шунтирующих реакторов.

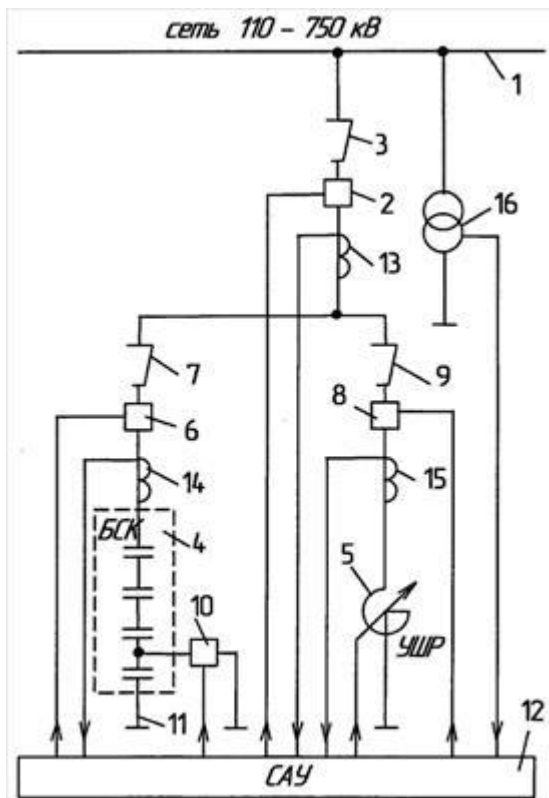


Рисунок 1 – Устройство КРМ

На рисунке 3 показано устройство для автоматического регулирования КРМ. Оно состоит из цепочки соединенных последовательно конденсаторных батарей и шунтирующих реакторов.

Назначение данного устройства в том чтобы регулировать мощности устройства КРМ в зависимости от напряжения сети и поддерживание напряжения сети в диапазоне от 21 кВ до 29 кВ. Существует такая особенность как возможность минимизировать установленную мощность компенсирующего оборудования в случае максимального использования этой мощности. В оперативной части переключения может использоваться электронное коммутирующее устройство (тиристорный ключ), который имеет

неограниченный ресурс работы, позволяет упростить управление (а значит, и повысить надежность) переключений конденсаторно-реакторного оборудования.

Цепочка из последовательных соединений конденсаторных батарей и шунтирующего реактора разделена на две части с заданным коэффициентом деления. Сами по себе они представляют основную цепь ($L1, C1$) и оперативную ($L2, C2$). Основная и оперативная цепь соединяются между собой последовательно и подключены через высоковольтный выключатель к контактному проводу. Параллельно оперативной цепи подключается биполярный коммутатор 2, который нужен для регулировки мощности компенсатора. Коммутатор 2 выполняется в виде тиристорного ключа. Блок управления 3 регулирует работу тиристорного ключа 2 (рис. 2).

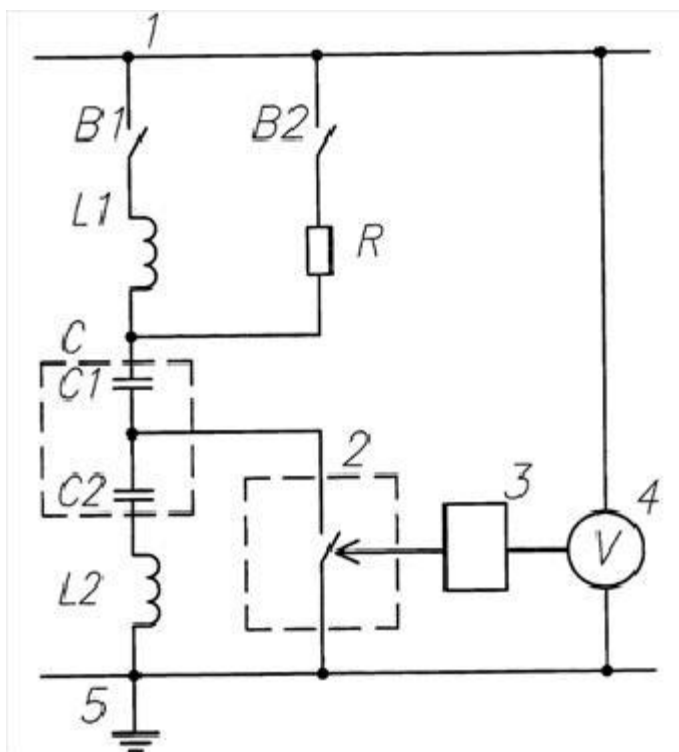


Рисунок 2 – Устройство регулируемой компенсации реактивной мощности переменного тока

Данное устройство обеспечивает электроснабжение железнодорожного транспорта на электрической тяге, обеспечивает компенсацию реактивной мощности, потребляемой электровозами на частоте 50 Гц, так же одновременно осуществляет фильтрацию высших гармоник, генерируемых электровозами.

Таким образом, это устройство выдает более обширный функционал возможностей решением нескольких задач одновременно, устройство позволяет не только компенсировать реактивную мощность, но и одновременно фильтровать высшие гармоники тока.

Статический компенсатор реактивной мощности(СКРМ) можно применять в качестве систем регулирования, автоматической стабилизации напряжения и компенсации реактивной мощности в электрических сетях высокого напряжения. Его главное отличие в том, что область применения не ограничивается классом напряжения. Сравнивая его с существующими СТК это устройство более эффективней и надёжней.

СКРМ состоит из регулируемой индуктивности, конденсаторной батареи и устройства фильтрации высших гармоник. Использование двухобмоточного трансформатора с регулятором насыщения магнитопровода дает возможность регулировать индуктивность для повышения надежности.(рис. 3).

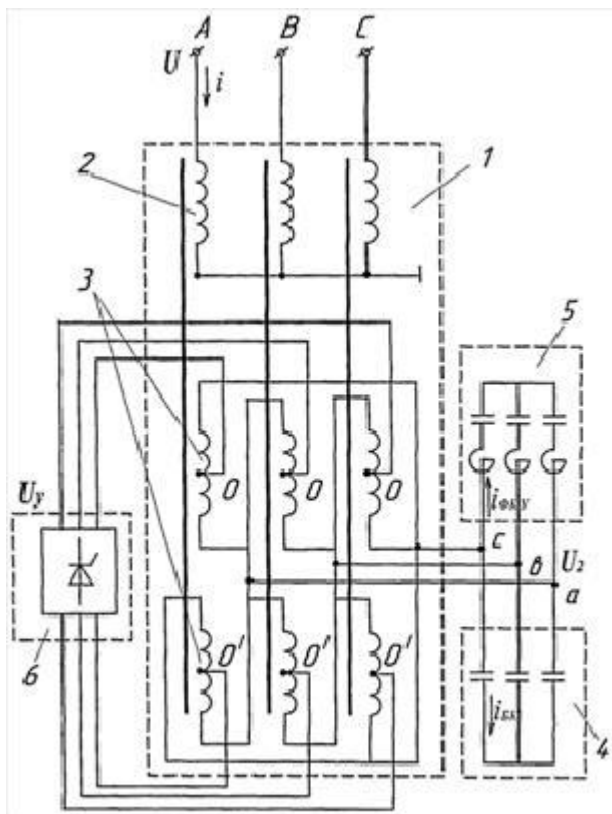


Рисунок 3 – Статический компенсатор реактивной мощности

Появление плавного регулирования мощности возможно благодаря тому, что шунтирующий реактор, входящий в состав прототипа, проектируется как управляемая индуктивность.

Устройство решает сразу несколько задач одновременно это компенсация реактивной мощности, стабилизация напряжения, расширение диапазона регулирования реактивной мощности.

Устройство для регулируемой компенсации реактивной мощности в электрических сетях высокого напряжения, имеющее устройство для защиты от перенапряжений оборудовано блоком изменения напряжения, соединенный с конденсаторной батареей, а выход блока управления присоединен к входу блока коммутации, в то время как его коммутирующие элементы соединены с цепью конденсаторной батареи.[5] Конденсаторная батарея представляет собой три конденсатора разной емкости, при этом имеет 7 ступеней переключения.

Устройство состоит блока конденсаторных батарей 1, устройства для защиты конденсаторных батарей от перенапряжения 5, блока измерения напряжения 6, блока управления 7 и блока коммутации 8 (рис.4).

Блок измерения напряжения 6 проверяет изменение напряжения в линии, подает сигнал блоку управления 7, соединенному с блоком коммутации 8 и выбирает какой набор выключателей необходимо включить, чтобы конденсаторная батарея скомпенсировала требуемое значение реактивной мощности.

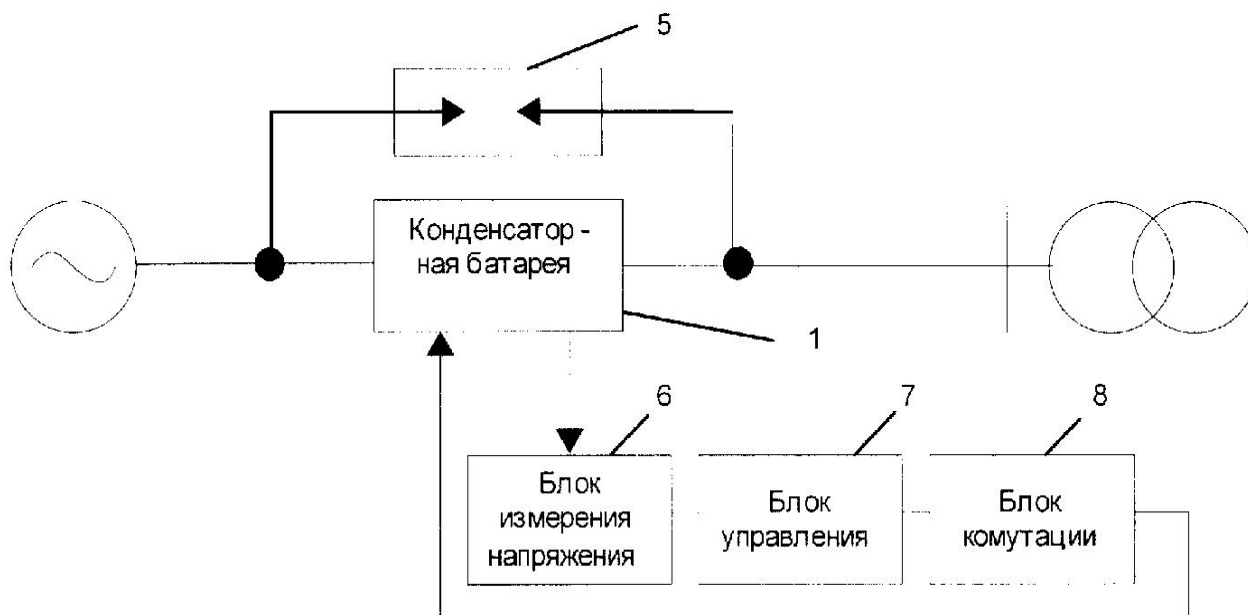


Рисунок 4 – Устройство КРМ

Устройство для регулируемой компенсации реактивной мощности в электрических сетях высокого напряжения, имеющее устройство для защиты от перенапряжений помимо плавного ступенчатого регулирования реактивной мощности способна защитить устройство компенсации реактивной мощности от перенапряжений.

Таким образом, на основе вышеизложенного в тенденциях развития устройств компенсации реактивной мощности сходятся к единому мнению в создании широко функциональных устройств КРМ, которые не будут уступать надежности и быстродействию, имея при этом минимальные массогабаритные показатели, простоте в изготовлении и эксплуатации. Но на данное время совместить все эти требования в одном устройстве считается невозможным, поэтому в каждом конкретном устройстве решается только одна или несколько поставленных задач.

Библиографический список

Тимофеев А.С. Компенсация реактивной мощности: учеб. пособие./ А.С. Тимофеев; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: СибГИУ, 2010. – 67 с.

Карымов Р.Р., Лурье А.И., Сафиуллин Д.Х. Устройство компенсации реактивной мощности // Патент РФ № 2479907, опубли. 20.04.2013.

Васильев С.Н., Гончаренко В.П., Латманисов М.В., Мизинцев А.В. Устройство автоматического регулирования компенсации реактивной мощности // Патент РФ № 2459335, опубли. 20.08.2012.

Брянцев А.М. Статический компенсатор реактивной мощности // Патент РФ № 2510556, опубли. 27.03.2014.

Титов, В. Г. Компенсация реактивной мощности в узле нагрузки распределенной сети электроснабжения с помощью средств интеллектуального электропривода [Текст] / В. Г. Титов, А. С. Плехов, О. В. Федоров // Промышленная энергетика. – 2012. – № 5. – С. 51-56.

Бастрон А.В., Давыдов Д.А., Костюченко Л.П. Устройство КРМ// Полезная модель РФ № 66620, опубли. 10.09.2007.