

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора
Брованова Сергея Викторовича на диссертационную работу
Лисовской Татьяны Александровны на тему: «Компенсация реактивной мощности в
сети посредством активных выпрямителей напряжения»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
по научной специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

Актуальность темы диссертационной работы

Повышение эффективности преобразования и использования электроэнергии являются важными факторами электрификации производственных объектов. Развитие способов компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения посредством уже существующих двунаправленных преобразователей электрической энергии является перспективным научным направлением, которое направлено на решение проблем повышения качества электроэнергии и энергоэффективности различных электротехнических комплексов и систем без применения дополнительных компенсирующих устройств. В этой связи диссертационное исследование посвящено актуальной задаче по компенсации реактивной мощности с помощью активных выпрямителей напряжения.

Целью диссертации автор обозначил исследование и разработку способа компенсации реактивной мощности в питающей сети посредством генерирования и потребления реактивной мощности трёхуровневыми АВН. Анализ предметной области, представленный в диссертации, позволяет увидеть перспективы использования данного подхода по улучшению работы энергетических систем, имеющих в своём составе рекуперативные электроприводы переменного тока на базе активных выпрямителей напряжения, которые являются наиболее существенными потребителями реактивной мощности на промышленных предприятиях. В рамках решения задач для достижения поставленной цели Лисовской Т.А. был проанализирован принцип работы АВН в режиме генерации и потребления реактивной мощности, а затем разработан способ управления им при поддержании постоянного коэффициента модуляции. Для

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»
за № _____
Дата регистрации <u>22.02.2024</u>
Фамилия регистратора _____

подтверждения достоверности полученных результатов были разработаны математические модели исследуемых процессов и проведены экспериментальные исследования. Результаты исследований позволяют сделать вывод о том, что управление реактивной мощностью с помощью активных выпрямителей обеспечивают компенсацию реактивной мощности в питающей сети при необходимом уровне напряжения в звене постоянного тока.

Структура и содержание диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы из (144 наименований). Общий объём работы составляет 120 страниц.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы идея, цели и задачи исследования; определены предмет и объект исследования; изложены научная новизна и практическая значимость работы; приведены основные научные положения работы, выносимые на защиту; отражены вопросы реализации и апробации полученных результатов.

В первой главе выполнен обзор схем подключения к питающей сети трёхуровневых АВН; указаны их достоинства и недостатки, основные компоненты и характеристики; рассмотрен принцип генерации и потребления реактивной мощности АВН, и выполнен обзор проблем качества преобразованных токов и напряжений.

Во второй главе разработаны математические модели трёхуровневого АВН, учитывающие алгоритмы широтно-импульсной модуляции с удалением выделенных гармоник, проведен синтез системы автоматического регулирования токов и выпрямленного напряжения. Получены математические выражения и предложены рекомендации по определению величины генерируемой реактивной мощности при учёте уровня напряжения в звене постоянного тока. Показаны результаты математического моделирования в программе Matlab/Simulink.

В третьей главе изучено поведение амплитуд гармоник напряжения и потребляемых токов трёхуровневого АВН при нескольких шаблонах модуляции с удалением гармоник. Предложены выражения для расчёта спектров напряжений и токов трёхуровневого АВН для многопульсных схем подключения к питающей сети.

В четвёртой главе представлены результаты исследований на лабораторном оборудовании.

В заключении приведены основные выводы и результаты диссертационного исследования.

Достоверность и новизна основных результатов работы

Представленные в диссертационной работе теоретические положения, выводы и рекомендации являются достоверными. Это подкрепляется правильностью исходных положений, корректным применением математических методов и обоснованными допущениями в процессе математического моделирования, а также глубоким анализом исследований в данной области.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Разработан способ управления активным выпрямителем напряжения на базе программной широтно-импульсной модуляции (ПШИМ) с избирательным удалением гармоник (ИУГ).
2. Предложена математическая модель "Питающая сеть – трёхуровневый активный выпрямитель напряжения", которая отражает электромагнитные процессы с учетом управления реактивной мощностью, алгоритмом ПШИМ с ИУГ и вариантом схемы подключения преобразователя к питающей сети. Такой комплексный подход к моделированию значительно повышает качество полученных результатов и их применимость при проектировании реальных электроэнергетических систем.
3. Разработан метод определения уровней индивидуальных гармоник спектров напряжений и токов АВН при ПШИМ и ИУГ во всем диапазоне изменения коэффициента модуляции. Метод позволяет проводить анализ гармонических составляющих напряжения и тока в фазах выпрямителя, что является важным в контексте оценки качества преобразования электрической энергии.

Научная и практическая значимость

Полученные результаты исследования обладают широким спектром применимости, открывая перспективы для компенсации реактивной мощности в различных

электротехнических комплексах. Представленные решения могут быть использованы в области электротранспорта, возобновляемой энергетики, системах электроснабжения.

Полученные алгоритмы управления АВН предоставляют решения для снижения потерь активной мощности, возникающих из-за загрузки элементов системы электроснабжения реактивной мощностью. В частности, разработанные методы могут уменьшить дополнительные потери напряжения в точке общего присоединения потребителей к питающей сети. Такие технологии снижают загрузку трансформаторов, повышая их КПД, и способствуют увеличению пропускной способности сетей электроснабжения. Тем самым диссертационное исследование Лисовской Т.А. вносит вклад в развитие современной электроэнергетики и технологии умных сетей электроснабжения.

Публикации по работе

Основные положения диссертации достаточно полно представлены в 11 работах, опубликованных соискателем, в том числе 3 в журналах из перечня рецензируемых научных изданий, рекомендованного ВАК, 5 публикаций в изданиях, входящих в систему цитирования Scopus и WoS.

Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа технически грамотно изложена, содержит достаточное количество графического материала, поясняющего и иллюстрирующего соответствующие научные положения и технических решений.

По содержанию диссертации можно сделать следующие замечания:

1. На стр. 31 представлена система уравнений (2.4), в которых содержатся дискретные логические функции. Очевидно, уравнения данной системы должны содержать три дискретные функции f_a, f_b, f_c , а не одну f_a .
2. На стр. 34 в выражении (2.10) активная и реактивная мощности должны быть возведены в квадрат.

3. На стр. 36 приводится определение коэффициента модуляции как отношение выходной внутренней фазной ЭДС трехфазного мостового АВН к напряжению звена постоянного тока. Однако внутренняя ЭДС АВН содержит спектр гармонических составляющих, поэтому правильнее было бы говорить об отношении первой гармоники внутренней фазной ЭДС к напряжению звена постоянного тока.
4. В третьей главе автор приводит расчет и анализ гармоник фазного напряжения и тока при исключении из их спектров некоторых гармонических составляющих. Однако не понятно, как данный материал соотносится с целью и задачами диссертационного исследования по компенсации реактивной мощности.
5. В диссертации нет определений таких показателей и терминов, как: «номинальный коэффициент модуляции», «суммарное гармоническое искажение», «показателей суммарных индексов гармонических искажений».
6. По тексту диссертации имеются опечатки, такие как: стр. 7 в задаче №2— ... «на его основе разработана способ» ...; стр. 10, третий абзац – ...«при программная широтно-импульсной модуляции»...; стр. 36, второй абзац – «Таким образом, напряжение в звене U_{dc} *быть* выше»...

Заключение

Результаты диссертационной работы отражены в изданиях, рекомендованных ВАК, и доложены на научно-технических конференциях и семинарах международного и российского уровня.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Диссертационная работа Лисовской Татьяны Александровны «Компенсация реактивной мощности в сети посредством активных выпрямителей напряжения» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, обладающей признаками актуальности, новизны, внутреннего единства и практической значимости.

Диссертационная работа Лисовской Т.А. соответствует паспорту научной специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

Считаю, что представленная диссертационная работа «Компенсация реактивной мощности в сети посредством активных выпрямителей напряжения» соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с пунктами 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» в редакции постановления правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г., а её автор, Лисовская Татьяна Александровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент –

доктор технических наук, профессор,

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»,

Профессор кафедры «Электроника и электротехника» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»,
(г. Новосибирск)

Брованов Сергей Викторович

15.02.2024 г.

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»

Адрес: 630073, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20

Тел./факс: +7 (383) 346 08 43/ +7 (383) 346 02 09

E-mail: rector@nstu.ru

Сайт: www.nstu.ru

