

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Цзин Тао
на тему: «Разработка методов расчёта и алгоритма смены предварительно
запрограммированных широтно-импульсно модулируемых
последовательностей переключений полупроводниковых модулей трёхфазного
трёхуровневого активного выпрямителя напряжения с фиксирующими
диодами», представленной на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника»

В диссертационной работе рассматриваются актуальные научно-технические проблемы повышения эффективности работы силовых полупроводниковых преобразователей в области большой мощности.

Автором диссертации предложены методы и алгоритмы расчета предварительно запрограммированных ШИМ последовательностей переключений полупроводниковых модулей трехфазного трехуровневого активного выпрямителя напряжения с фиксирующими диодами. Полученные последовательности могут быть синтезированы вне зависимости от заданных начальных углов переключений. Продемонстрирована рассчитанная ШИМ последовательность переключений, обеспечивающая постоянство требуемого международными стандартами показателя THD и отдельных гармонических составляющих при 13 углах переключений за четверть периода напряжения на входе преобразователя. Снижение количества переключений ключей преобразователя при обеспечении его электромагнитной совместимости позволит увеличить КПД. Практическое использование разработанного алгоритма смены ШИМ последовательностей позволяет совместить преимущества методов удаления и подавления отдельных гармонических составляющих.

Результаты исследования показали перспективы повышения эффективности и улучшения качественных показателей потребляемой электроэнергии мощными высоковольтными преобразователями с помощью рассчитанных заранее запрограммированных ШИМ последовательностей переключений. Исследование имеет практическую ценность, научную новизну и актуальность.

По автореферату есть следующие замечания:

1. Блок-схема на рисунке 3.7 содержит жирную линию, к которой приходят и уходят несколько стрелок. Алгоритм работы в этом месте блок-схемы не ясен.

 8.12.2022

2. В главе 3 используются три обозначения состояний ключей - [P], [O], [N]. Не указано, какая буква какому состоянию соответствует. Что подразумевается под обозначением каждого ключевого состояния?

3. На основании каких данных сделано заключение, что выходной спектр напряжения при 13 переключениях на входе выпрямителя соответствует требованиям стандартов качества электроэнергии?

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы, представляющей собой законченное научное исследование по актуальной тематике.

В целом диссертационная работа Цзин Тао выполнена на высоком научно-техническом уровне и соответствует требованиям, предъявляемым ВАК России к кандидатским диссертациям, а соискатель Цзин Тао заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника».

профессор, д.т.н.,
специальность 05.09.03,
проф. каф. УИД НГТУ им. Р.Е. Алексеева,
e-mail: fov52@mail.ru,
603950, Н.Новгород,
Минина, д.24


8.12.2022

Федоров О.В



Подпись заверяю:

8.12.2022г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Цзин Тао

на тему: «Разработка методов расчёта и алгоритма смены предварительно запрограммированных широтно-импульсно модулируемых последовательностей переключений полупроводниковых модулей трёхфазного трёхуровневого активного выпрямителя напряжения с фиксирующими диодами», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника»

Проблема электромагнитной совместимости нелинейных источников и потребителей электрической энергии с питающей сетью препятствует развитию энергосберегающих технологий и является актуальной для промышленных предприятий. Диссертация Цзин Тао посвящена вопросам повышения энергоэффективности и качества трёхуровневых активных выпрямителей напряжения, что является наиболее целесообразным в условиях их широкого распространения.

В диссертационной работе Цзин Тао предлагается несколько методов расчета предварительно запрограммированных последовательностей переключения полупроводниковых модулей трехфазного трехуровневого активного выпрямителя с фиксирующими диодами. Полученные ШИМ последовательности позволят обеспечить требования международных и отечественных стандартов качества электроэнергии и электромагнитной совместимости, регламентирующих допустимый уровень кондуктивных электромагнитных помех в высокочастотных диапазонах, наводимыми мощными полупроводниковыми преобразователями.

Кроме того, автор предложил алгоритм смены ШИМ последовательностей, который может использовать преимущества методов удаления и подавления отдельных гармонических составляющих без дополнительных переключений.

Основные научные положения и выводы достаточно апробированы на региональных, всероссийских и международных конференциях. Также 2 статьи опубликованы в периодических изданиях, включенных в перечень, рекомендованный Минобрнауки России, и 9 статей в изданиях, входящих в базу данных Scopus.

Результаты диссертационной работы имеют практическую значимость ввиду возможности повышения энергоэффективности работы трехуровневых активных выпрямителей напряжения.

В качестве комментариев следует отметить следующее:

1. Из выводов работы неясно, будут ли влиять параметры питающей энергосистемы на выбор ШИМ последовательностей переключений активного выпрямителя;

2. Каким образом найдено решение системы уравнений, описывающих связь между углами переключений и гармоническим спектром сигнала на входе АВН?

В целом, диссертационная работа Цзин Тао выполнена на высоком научно-техническом уровне и соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а соискатель, Цзин Тао, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника».

Доцент кафедры «Электроснабжение и электропривод» Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова,
кандидат технических наук

Сухенко Николай Александрович

Наименование организации	ФГБОУ ВО «ЮРГПУ (НПИ) имени М. И. Платова»
Почтовый адрес организации	346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132
Тел.:	8 (8635) 255210
e-mail:	eie@npi-tu.ru

Подпись Н.А. Сухенко заверяю

Ученый секретарь Совета вуза



Н.Н. Холодкова

10.12.2021

Учёному секретарю диссертационного
совета Д 212.298.05 Григорьеву М.А.
454080, г. Челябинск, пр. им. Ленина, 76, главный учебный корпус,
Ученый совет ЮУрГУ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Южно-Уральский
государственный университет»

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Цзин Тао на тему «Разработка методов расчета и алгоритма смены предварительно запрограммированных широтно-импульсно модулируемых последовательностей переключений полупроводниковых модулей трехфазного трехуровневого активного выпрямителя напряжения с фиксирующими диодами» представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 05.09.12 – «Силовая электроника»

Многообразие существующих алгоритмов широтно-импульсной модуляции (ШИМ), используемых при построении активных выпрямителей напряжения в настоящее время сводится, в основном, к трем разновидностям, обеспечивающим определенный уровень гармонических искажений:

- синусоидальная широтно-импульсная модуляция (СШИМ);
- пространственно-векторная широтно-импульсная модуляция (ПВШИМ);
- предварительно запрограммированная широтно-импульсная модуляция (ПЗШИМ).

Однако ориентация на определенный фиксированный вид ШИМ при построении активных выпрямителей напряжения не всегда обеспечивает получение требуемого уровня гармонических искажений напряжения на входе преобразователя. Поэтому задача поиска требуемой последовательности переключений ПЗШИМ, обеспечивающая достижение нормативных требований показателей качества напряжения на входе преобразователя, при низкой частоте переключения полупроводниковых модулей представляется актуальной.

Соискатель теоретически обосновал предложенное решение по смене ПЗШИМ последовательности переключений полупроводниковых модулей трехфазного трехуровневого активного выпрямителя напряжения с фиксирующими диодами, позволяющее снизить уровень коэффициента гармонических искажений.

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований получены и обоснованы новые аналитические и технические решения, направленные на улучшение качества работы трехфазного трехуровневого активного выпрямителя напряжения с фиксирующими диодами.

Основные научные и практические результаты работы:

- разработан метод расчета ПЗШИМ последовательности переключений полупроводниковых модулей трехфазного трехуровневого активного выпрямителя напряжения с фиксирующими диодами на основе метода роя частиц;
- разработан алгоритм смены ПЗШИМ последовательности переключений полупроводниковых модулей трехфазного трехуровневого активного выпрямителя

напряжения с фиксирующими диодами, позволяющий осуществить переключение между различными последовательностями углов переключений;

- экспериментально доказана высокая эффективность предложенного подхода.

Вопросы и замечания по автореферату диссертации

1. Из текста автореферата не просматривается на основании каких критериев при расчете ПЗШИМ последовательностей переключения полупроводниковых модулей трехфазного трехуровневого активного выпрямителя напряжения с фиксирующими диодами автор остановился на методе роя частиц.
2. Приведенные на рисунке 4 кривые отражающие зависимость коэффициента гармонических искажений имеют резкие изломы (например, последовательность 3). В тексте автореферата нет пояснения чем это обусловлено?

Очевидно, что эти замечания не являются принципиальными и не затрагивают положений, выносимых на защиту.

По содержанию автореферата следует вывод, что диссертация Цзин Тао является законченным научным трудом, содержащим достоверные теоретические выводы, имеющим практическое значение для дальнейшего совершенствования системы управления трехфазным трехуровневым активным выпрямителем напряжения с фиксирующими диодами. Изложенное позволяет заключить, что диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 года, №842, а ее автор Цзин Тао заслуживает присуждения ему степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника»

Профессор кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», доктор технических наук (научная специальность 05.13.06), профессор

Соловьев Вячеслав Алексеевич

дата



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, д. 27,

тел. (4217) 53-23-04, e-mail: keparu@knastu.ru, <http://knastu.ru>

Подпись профессора Соловьева В.А. заверяю

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Цзин Тао
на тему: «Разработка методов расчёта и алгоритма смены предварительно запрограммированных широтно-импульсно модулируемых последовательностей переключений полупроводниковых модулей трёхфазного трёхуровневого активного выпрямителя напряжения с фиксирующими диодами», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника»

Представленное диссертационное исследование Цзин Тао посвящено разработке методов поиска и алгоритма смены предварительно запрограммированных ШИМ последовательностей переключений полупроводниковых модулей трёхфазного трёхуровневого активного выпрямителя напряжения с фиксирующими диодами.

Для достижения поставленной цели автор провел патентно-литературный обзор в области современных устройств выпрямления электрической энергии, обозначил основные проблемы, выявил наиболее часто используемые методы широтно-импульсной модуляции и получил несколько собственных ШИМ последовательностей переключений для исследуемого объекта.

В результате диссертационных исследований автором получены новые, аналогов которых нет в России и за рубежом, предварительно запрограммированные широтно-импульсно модулируемые последовательности переключений полупроводниковых модулей, позволяющие обеспечить лучшие показатели качества преобразования электроэнергии при минимизации количества переключений ключей. Результаты опубликованы в международных рецензируемых научных журналах.

Выдвинутые автором на защиту научные положения сформулированы вполне правильно и подтверждаются результатами экспериментальных исследований.

Все вышеизложенное подтверждает новизну, научную и практическую значимость представленных материалов.

Замечания по автореферату:

1. В тесте автореферата не отражена информация о практической реализации рассчитанных ШИМ последовательностей;

2. В работе не сказано о запланированном экономическом эффекте в стоимостном выражении от реализации результатов работы.

Отмеченные недостатки не снижают теоретической и практической ценности работы. Диссертационная работа Цзин Тао «Разработка методов расчёта и алгоритма смены предварительно запрограммированных широтно-импульсно модулируемых последовательностей переключений полупроводниковых модулей трёхфазного трёхуровневого активного выпрямителя напряжения с фиксирующими диодами» выполнена на современном научном уровне отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника».

Зав. кафедрой «Электропривод
и автоматизация промышленных установок»
Уральского Энергетического
института УрФУ, доцент, к.т.н.,

Костылев Алексей Васильевич

тел.: +7(343)3754566, эл.почта: a.v.kostylev@urfu.ru

Профессор кафедры «Электропривод
и автоматизация промышленных установок»
Уральского Энергетического
института УрФУ, доцент, д.т.н.

Зюзев Анатолий Михайлович

тел. +7(343)3754646, эл.почта: a.m.zyuzev@urfu.ru.

ФГАОУВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»
г. Екатеринбург, 620002
ул. Мира, 19, ауд. Э-205
Телефон: 8(343)3754646

14.12.2021

Подпись
заверяю



Чальник
ОРД УДИО
А.М. КОСАЧЕВА

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Цзин Тао
на тему: «Разработка методов расчёта и алгоритма смены предварительно
запрограммированных широтно-импульсно модулируемых
последовательностей переключений полупроводниковых модулей
трёхфазного трёхуровневого активного выпрямителя напряжения с
фиксирующими диодами», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
05.09.12 – «Силовая электроника»

В настоящее время высокоомощные силовые полупроводниковые преобразователи широко используются в промышленности и энергетике. В диссертационной работе автором для повышения эффективности преобразования электрической энергии силовыми полупроводниковыми преобразователями предложен алгоритм с предпрограммной модуляцией формы напряжения на входе трехуровневого преобразователя частоты, выполненного по топологии преобразователя с фиксированными диодами. Данный способ позволяет снизить динамические потери в полупроводниковых модулях в режиме коммутации за счет комбинированного использования метода широтно-импульсной модуляции с удалением и подавлением выделенных гармоник.

Одним из значимых результатов диссертационной работы Цзин Тао является разработанный им метод расчёта предварительно запрограммированных ШИМ последовательностей переключений полупроводниковых модулей трёхфазного трехуровневого преобразователя с фиксирующими диодами для создания напряжения, обладающего четвертьволновой симметрией формы на входе преобразователя при селективном подавлении отдельных гармонических составляющих. Особенностью данного алгоритма является возможность минимизировать количество коммутаций полупроводниковых ключей преобразователя в зависимости от требуемых коэффициентов индивидуальных гармонических составляющих напряжения или токов.

Практическое использование полученных последовательностей переключений ключей трехуровневого преобразователя частоты позволит снизить тепловые потери, улучшить массогабаритные показатели и повысить показатели качества потребляемой электроэнергии.

Материалы диссертации в автореферате изложены в объёме, достаточном для понимания. Автореферат имеет хорошую логическую структуру. Личный вклад автора не вызывает сомнений.

Из автореферата не ясно:

1. каким образом последовательности переключений полупроводниковых модулей трёхфазного трехуровневого преобразователя с фиксирующими диодами реализуются в замкнутой системе автоматического управления активным выпрямителем;
2. оценивался ли учет снижения амплитуды первой гармоники от количества и состава удаляемых и подавляемых гармоник.

Указанные замечания не затрагивают суть основных выводов и положений работы и не снижают общей положительной оценки работы.

Судя по автореферату, диссертация соответствует паспорту специальности 05.09.12 – «Силовая электроника» и требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а диссертант Цзин Тао заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника».

Директор научно-производственного
центра «Прецизионная электромеханика»

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
университет ИТМО»

доцент факультета систем

управления и робототехники,

канд. техн. наук

Тел.((812)233-83-36),

e-mail: tomasov@ets.ifmo.ru



 Томасов Валентин Сергеевич

197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, д.49

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский

университет ИТМО»



 Томасов В. С.
 Томасов В. С.
д. 12. 2021

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Цзин Тао
на тему: «Разработка методов расчета и алгоритма смены
предварительно запрограммированных широтно-импульсных
модулируемых последовательностей переключений полупроводниковых
модулей трехфазного активного выпрямителя напряжения с
фиксирующими диодами», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
05.09.12 – Силовая электроника**

Диссертация посвящена решению актуальной научно-технической задачи по разработке методов поиска и алгоритма системы управления трехфазного трехуровневого активного выпрямителя.

Автором диссертации получен ряд новых научных результатов, среди которых важными являются:

- разработанный алгоритм смены предварительно запрограммированных ШИМ последовательностей переключений полупроводниковых модулей трехфазного трехуровневого активного выпрямителя напряжений с фиксирующими диодами, позволяющий осуществить смену заданных последовательностей предварительно запрограммированной ШИМ без увеличения средней частоты переключений полупроводниковых модулей в пределах периода напряжения на входе активного выпрямителя напряжения;

- разработанный метод расчета предварительно запрограммированных ШИМ последовательностей переключений полупроводниковых модулей трехфазного трехуровневого активного выпрямителя напряжений с фиксирующими диодами.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. Тему диссертационной работы, на наш взгляд, необходимо было значительно сократить;

2. В автореферате представлен достаточно большой список зарубежных исследователей, однако число российских исследователей данного направления – представлен не достаточным;

3. В заключении автореферата прописана разработка 3 методов расчета (при удалении отдельных гармонических составляющих, при подавлении отдельных гармонических составляющих и т.д.), однако в научной новизне диссертационной работы (пункт 1) представлен только один метод расчета.

Вышеизложенные замечания носят частный характер и не снижают научной и практической ценности диссертации.

Диссертация «Разработка методов расчета и алгоритма смены предварительно запрограммированных широтно-импульсных модулируемых последовательностей переключений полупроводниковых модулей трехфазного активного выпрямителя напряжения с фиксирующими диодами», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 «Силовая электроника», соответствует требованиям Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. N 842 "О порядке присуждения ученых степеней", а ее автор – Цзин Тао – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.12 - Силовая электроника.

Доцент кафедры
«Энергетика и энергоэффективность
горной промышленности»
НИТУ «МИСиС»,
доцент, кандидат технических наук



Решетняк С.Н.



Решетняк С.Н.

Заведующий кафедрой
наальника Кузнецова А.Е.
кадров МИСиС

« 08 » 13 2021 г.

Адрес: 119049, г. Москва, Ленинский проспект, д. 6
Телефон: +7 499 230-23-35, e-mail: eegp@misis.ru