

Исх. № ПЭ-Исх1217/2025 от 19.11.2025

ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу

Лукошина Ильи Владимировича

на тему: «Полумостовой преобразователь постоянного повышенного напряжения с
фазовым регулированием»,

представленной на соискание ученой степени

кандидата технических наук

по специальности 2.4.2.

«Электротехнические комплексы и системы»

Актуальность темы диссертационной работы

Такие тенденции, как «более электрический самолет» и их эволюция в сторону «полностью электрического самолета», а также повсеместное распространение электромобилей требуют создания качественно новых, высокоэффективных и компактных систем электроснабжения. Наиболее перспективным путем оптимизации массогабаритных показателей электроэнергетических комплексов является переход к системам постоянного повышенного напряжения. Такой переход позволяет добиться значительного снижения массы кабельных сетей и исполняющих электромеханических приводов, однако требует преобразователей, рассчитанных на высокие напряжения, необходимых для согласования напряжений.

Таким образом, комплексная научная задача по разработке и исследованию принципов построения преобразователей постоянного повышенного напряжения, является чрезвычайно актуальной и имеет высокую научно-техническую значимость.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка используемых источников и 3-х приложений. Основная часть работы содержит 137 машинописных страницы, в том числе 83 рисунка и 4 таблицы. Список используемых источников включает 113 наименований. Общий объем работы – 140 страниц.

В первой главе дана классификация основных видов преобразователей постоянного напряжения (ППН), рассмотрены основные сферы применения различных типов ППН.

Приведены известные полумостовые силовые каскады, с рассмотрением их достоинств и недостатков. Рассмотрены варианты применения различных структур силовых транзисторов, проведено сравнение их достоинств и недостатков.

Приведена оригинальная структура полумостового силового каскада, позволяющая снизить в 2 раза напряжение на силовых ключах, относительно входного напряжения. Рассмотрены алгоритмы управления, позволяющие добиться малых динамических потерь в разработанном силовом каскаде.

Во второй главе проведен анализ существующих ШИМ контроллеров с фазовым регулированием. Изложена основная проблема распределителей импульсов под фазовую ШИМ. Для ее исключения предлагается авторское схемотехническое решение распределителя импульсов на основе двух D- триггеров с перекрёстными обратными связями.

Приведены функциональная и принципиальная схемы ШИМ контроллера с фазовой ШИМ, а также приведена компьютерная модель, подтверждающая работоспособность предложенных технических решений.

В третьей главе рассмотрена проблема таковой неустойчивости преобразователей. Предложен метод исключения субгармонических колебаний, за счет введения корректирующего пилообразного напряжения (КПН). Предложены различные варианты формирования КПН, а также разработана методика расчета КПН.

Установлены причины расхождения напряжений на конденсаторах делителя напряжения силового полумостового каскада. Рассмотрена степень расхождения напряжений на конденсаторах делителя в различных полумостовых структурах, при различных параметрах схемы.

Рассмотрено явление намагничивания сердечника силового трансформатора в двухтактных преобразователях.

Разработано решение, позволяющее получить как симметрирование напряжений на конденсаторном делителе, так и симметрирование режима перемагничивания сердечника силового трансформатора, с последующей верификацией с помощью компьютерного моделирования.

Установлена неэффективность одноконтурных систем защиты по току, поскольку они могут приводить к неконтролируемому росту тока при низких сопротивлениях нагрузки. Приведены и проанализированы возможные методы исключения данной проблемы.

В четвертой главе рассмотрены основные проблемы проектирования драйверов, при этом ключевыми являются: межобмоточные емкости и индуктивность рассеяния развязывающего трансформатора; воздействие du/dt .

Предложены три схемы драйверов, разного уровня сложности и эффективности, что позволяет использовать их в большинстве устройств.

Работоспособность предложенных схем подтверждается с помощью компьютерного моделирования.

В пятой главе приведен алгоритм проектирования ППН. Разработан и описан экспериментальный макетный образец ППН, а также испытательный стенд.

Приведены параметры и осциллограммы работы макетного образца ППН, полученные в результате экспериментальных исследований.

Оценка диссертационной работы

Несомненным достоинством представленной диссертационной работы является разработанный силовой полумостовой каскад, позволяющий не только снизить напряжение на силовых ключах, но и добиваться дополнительного деления/умножения напряжения, не меняя соотношения витков силовых трансформаторов. Следует отметить интересное решение распределителя импульсов на основе двух D- триггеров с перекрёстными обратными связями, позволяющего добиться большей помехоустойчивости. Довольно подробно рассмотрена проблема тактовой неустойчивости, с приведением интересных схемотехнических решений. Также стоит отметить метод одновременного симметрирования напряжения на конденсаторном делителе и режима перемагничивания силового полумостового каскада.

Однако по диссертации имеются следующие замечания:

1. Структура работы является логичной и последовательной, но введение избыточно подробно описывает коммерческие образцы, в то время как этот материал можно было бы вынести в отдельный аналитический раздел.

2. Научная новизна сформулирована четко и содержит конкретные пункты, однако некоторые пункты (например, п.7) звучат несколько обобщенно и требуют более детальной расшифровки относительно их уникальности.

3. Разработка распределителя импульсов на двух D-триггерах является оригинальным решением проблемы "логических гонок", однако в тексте не приведен анализ его быстродействия и потенциальных задержек по сравнению с классическими схемами.

4. Метод тактовой коррекции с помощью пилообразного напряжения эффективно решает проблему тактовой устойчивости, однако не до конца ясен практический метод выбора номиналов корректирующей цепи (R51, C21) для конкретной системы.

5. Реализация ZVS режима подтверждена осциллограммами, что является сильной стороной работы, однако количественная оценка снижения потерь на переключение и его вклада в общий КПД приведена лишь косвенно.

6. Экспериментальные исследования доказывают высокие характеристики макета, но не хватает данных об испытаниях в экстремальных режимах, таких как длительные перегрузки или работа при критических температурах.

Указанные замечания не являются перечнем недостатков работы и никоим образом не умаляют ценность и значимость научных и практических результатов, полученных соискателем в результате проведенных им исследований.

Представленные в диссертации результаты исследований имеют существенное значение для проектирования и разработки перспективных импульсных устройств преобразования, регулирования и распределения электроэнергии.

Автореферат правильно отражает основное содержание диссертации. Научная новизна и практическая полезность работы подтверждается тремя патентами на изобретения и актами о внедрении результатов работы.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Лукошина Ильи Владимировича носит заверченный научный характер, так как содержит широкое исследование и обобщение ранее

достигнутых результатов, и дальнейшее развитие теории, что позволило создать алгоритм построения полумостового преобразователя постоянного повышенного напряжения. Таким образом, в диссертационной работе решена актуальная научно-техническая задача, имеющая важное народнохозяйственное значение, в области развития устройств преобразования, регулирования и распределения электроэнергии.

По содержанию, новизне, ценности и практической значимости полученных новых научных и практических результатов, обоснованности сформулированных научных положений, представленная диссертационная работа полностью соответствует специальности 2.4.2. — «Электротехнические комплексы и системы» и требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Лукошин Илья Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. — «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент,
к.т.н, руководитель направления ИБП
ООО «Парус электро»

Г.В. Рощупкин

Подпись Рощупкина Г.В. удостоверяю.

И.О. Технического директора
ООО «Парус электро»

Д.Н. Лапкин

Подпись

Контактная информация:

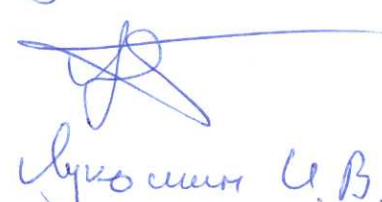
Адрес: 115404, г. Москва, ул. 6-я Радиальная, д. 9, корп. Б1

Тел.: +7 (495) 518-92-92

Эл. почта: info@parus-electro.ru

Сайт организации: <https://parus-electro.ru>



С отзывом
21.11.2025 Озкокоммен

Лукошин И.В.