

## ОТЗЫВ

официального оппонента диссертационную работу Подгузовой Марии Андреевны на тему «Драйверы с трансформаторной гальванической развязкой для высоковольтных транзисторных ключей», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. «Электротехнические комплексы и системы»

### **Актуальность темы диссертационной работы:**

Драйверы СТК являются неотъемлемой составной частью различных импульсных устройств преобразования электроэнергии таких как:

- источники вторичного электропитания;
- преобразователи постоянного напряжения в переменное (инверторы);
- зарядные устройства аккумуляторных батарей;
- преобразователи переменного напряжения в постоянное (Конвертеры);
- источники бесперебойного питания;
- силовые активные фильтры;
- преобразователи частоты (Циклоконевертеры);
- устройства и системы стабилизации выходного напряжения синхронных генераторов;
- устройства и системы стабилизации выходного напряжения генераторов постоянного тока;
- импульсные регуляторы коллекторных, бесколлекторных, асинхронных и шаговых электродвигателей;
- бесконтактная полупроводниковая коммутации и защиты распределительных электросетей.

В связи с этим разработка и исследования драйверов на современной отечественной элементной базе является актуальной научно-технической задачей.

Безусловным достоинством работы является тщательное исследование влияния неизбежных паразитных параметров ТГР и эффекта  $du/dt$  на процессы переключения

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ  
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ  
ДОКУМЕНТОВ МАИ

9.12.2024  
Михайлов

драйверов верхнего и нижнего уровня и предложенные структурные и схемотехнические решения для исключения и предотвращения такого негативного влияния. Другим достоинством представленной диссертации является обязательная проверка работоспособности и эффективности всех предложенных схемотехнических решений, как с помощью имитационного компьютерного моделирования, так и с помощью экспериментального исследования макетных образцов спроектированных драйверов.

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

По диссертации можно сделать следующие замечания:

1. Недостаточно подробно описан принцип функционального узла, предназначенного для исключения негативного влияния синфазных помех на процессы переключения драйвера, которые возникают от воздействия  $du/dt$  на паразитные межобмоточные ёмкости ТГР при коммутации СТК.
2. Из текста диссертации не ясно, какого соотношения между уровнями полезного дифференциального сигнала управления и паразитной синфазной помехи, обусловленной воздействием  $du/dt$  и наличием паразитной межобмоточной ёмкости ТГР
3. Не показаны пути протекания паразитных токов через межобмоточные ёмкости ТГР, обусловленные воздействием  $du/dt$  при переключении СТК верхнего и нижнего уровня, как одиночных, так и в составе полумостовых и мостовых схем.
4. Некоторые временные диаграммы процессов представлены без подробного описания их характерных особенностей.
5. Не указаны типы полупроводниковых элементов, которые использовались при моделировании и макетировании экспериментальных образцов драйверов с различными способами сигнала управления через ТГР.
6. Не приведены полные принципиальные электрические схемы спроектированных драйверов с перечнем использованных элементов.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованных источников и 2-х приложений. Основная часть работы содержит 148 машинописных страниц, в том числе 94 рисунка и 2 таблицы. Список использованных источников включает 115 наименований. Общий объем работы - 160 страниц

**Во введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи диссертации, определена научная новизна и практическая значимость работы, сформулированы положения, выносимые на защиту, дана информация о структуре и объеме диссертации.

**В первой главе** перечислены основные требования, предъявляемые к драйверам. Дана подробная классификация драйверов с трансформаторной гальванической развязкой. Предложена обобщенная структурная схема драйвера с ТГР. Перечислены основные проблемы проектирования драйверов с ТГР такие как предотвращение негативного влияния неизбежных паразитных параметров ТГР, и эффекта  $du/dt$  на процессы переключения самого драйвера и СТК.

**Во второй главе** Синтезированы принципиальные электрические схемы формирователей управляющих импульсов (ФУИ) первичной стороны драйвера для передачи информационного сигнала через ТГР с закорачиванием его первичной обмотки во время паузы:

- на частоте сигнала управления;
- по фронтам;
- на высокой несущей частоте.

Предложена методика проектирования ТГР для драйверов с различными способами передачи сигнала управления. Отличительной особенностью этой методики является возможность проектирования импульсных ТГР для драйверов с различным способом сигнала управления.

**В третьей главе** с помощью ИКМ проведено исследование влияния паразитных параметров ТГР – таких как индуктивность рассеяния обмоток и межобмоточные ёмкости - на процессы переключения драйверов верхнего и нижнего уровня, и управляющими, как одиночными СТК, так и СТК в составе полумостовых и мостовых схем. Приведены аналитические соотношения для количественной оценки паразитных параметров ТГР.

**В четвертой главе** предложены принципы построения четырех

разновидностей драйверов с ТГР:



- с общим энергетическим и информационным каналом связи между передающей и приемной сторонами на частоте сигнала управления;
- с отдельными энергетическим и информационным каналами и динамическим управлением по фронтам;
- с отдельными энергетическим и информационным каналами связи и передачей управляющего сигнала на высокой несущей частоте;
- с двумя отдельными высокочастотными информационными каналами связи на включение и выключение СТК, одновременно выполняющими функцию энергетического канала.

Работоспособность и эффективность предложенных схемотехнических решений исследована и подтверждена с помощью имитационного компьютерного моделирования.

**В пятой главе** предложены варианты схемотехнических решений, позволяющие расширить функциональные возможности драйверов с ТГР. В частности, предложена схема защиты СТК от аварийного выхода в активную область по уровню остаточного напряжению на включенном СТК. Работоспособность предложенных схемотехнических решений подтверждена с помощью имитационного компьютерного моделирования

**В шестой главе** дано описание испытательного стенда для экспериментального исследования параметров и характеристик макетных образцов спроектированных драйверов с различными способами передачи сигнала управления через ТГР. По результатам проведенных экспериментальных исследований составлена таблица основных технических параметров макетных образцов драйверов с ТГР. Представлены фотографии осциллограмм процессов переключения драйверов при управлении силовыми высоковольтными МДП и IGBT транзисторами.


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.

## Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Подгузовой Марии Андреевны носит завершённый научный характер, так как содержит широкое исследование и обобщение ранее достигнутых результатов и дальнейшее развитие теории, что позволило создать алгоритм построения высокоэффективных драйверов с трансформаторной гальванической развязкой и различными способами передачи сигнала управления через его обмотки. 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, Подгузова Мария Андреевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. – «Электротехнические комплексы и системы».

 Рощупкин Г.В.

Дата: 02.12.2024

Подпись Рощупкина Г. В. заверяю:

Генеральный директор ООО «Парус электро»

Жовнер М. С.

