



Закрытое Акционерное Общество «ММП-ИРБИС»

Закрытое Акционерное Общество
« М М П – И р б и с »
(ЗАО «ММП-ИРБИС»)

т.ф. (495) 987-10-16 (многоканальный)
E-mail: main@mmp-irbis.ru; <http://www.mmp-irbis.ru>
Юр. адрес: ул. Стромьнка, д.19, к.2, г.Москва, 107076
Для почты: а/я 55, г.Москва, 109202
ОКПО 40039437, ОГРН 1027739033079,
ИНН/КПП 7718106006/771801001

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор ЗАО
«ММП-Ирбис»,
И.О.Ф.н., профессор

_____ Лукин А.В.

« ____ » _____ 2016 г.

№ _____

На № _____ от _____

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

закрытого акционерного общества «ММП-Ирбис»
на диссертацию Абрамова Сергея Владимировича
«Динамика понижающего импульсного преобразователя с одноконтурной
системой управления на серийной микросхеме», представленную
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника»

1. Актуальность темы диссертации

Импульсные преобразователи постоянного напряжения (ППН) находят широкое применение в различных отраслях. Появляются новые требования к технологии и конструкции самих преобразователей. Развиваются технологии производства силовых полупроводниковых приборов. Все чаще применяются элементы с бескорпусным исполнением. В связи с этим существенно облегчается тепловой режим элементов схемы, а отсутствие каркасов у намоточных элементов снижает ограничение на количество обмоток. Для многих современных цифровых устройств, например устройств на программируемых логических интегральных схемах, разрабатываются источники питания с низким выходным напряжением, в которых приходится учитывать прямое падение напряжения на силовом диоде ППН. В связи с

повышением частоты переключений появилась необходимость учета эквивалентного последовательного сопротивления выходного конденсатора. Это требует корректировки ранее разработанных динамических моделей и методик анализа динамических показателей импульсных ППН. В теоретическом плане одной из актуальных проблем остается исследование динамики импульсных ППН с учетом их дискретности, несмотря на значительное расширение круга стран, вовлеченных в решение этой проблемы. Поэтому тематика диссертации Абрамова С.В. является актуальной.

2. Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, 4 основных глав, заключения, приложения, выполнена на 148 страницах, содержит 57 рисунков, 2 таблицы, перечень литературы из 116 наименований.

В первой главе проведен анализ современного состояния исследований динамики импульсных ППН. Рассматриваются структурные динамические модели, разностные уравнения и усредненные модели, которые используются для описания импульсных ППН. Показано, что широкое распространение получили частотные методы исследования динамики импульсных ППН и отмечены недостатки используемых методов.

Во второй главе проводятся исследования динамики понижающего импульсного преобразователя с одноконтурной системой управления и ПИД-регулированием в режиме непрерывного тока. Приводится вывод выражения дискретной передаточной функции разомкнутой и замкнутой систем с использованием линеаризованной дискретной структурной динамической модели и смещенного z -преобразования. Построены и проанализированы годографы корней характеристического уравнения замкнутой системы. Построены частотные характеристики разомкнутой системы и по ним определены показатели качества переходных процессов замкнутой системы – запас устойчивости по фазе и показатель колебательности. Проверялась устойчивость замкнутой системы по критерию Найквиста. Показано совпадение выводов, следующих из анализа годографов корней характеристического уравнения замкнутой системы, и показателей качества переходных процессов, рассчитанных по частотным характеристикам разомкнутой системы.

В третьей главе проводятся исследования динамики понижающего импульсного преобразователя в режиме прерывистого тока. Было уточнено известное выражение для дискретной передаточной функции разомкнутой системы в режиме прерывистого тока, полученное с использованием линеаризованной дискретной структурной динамической модели, рассчитаны АЧХ и ФЧХ разомкнутой системы, и определены показатели качества переходных процессов замкнутой системы. Для сравнения построены частотные характеристики разомкнутой системы по непрерывной структурной модели. Переход в режим прерывистого тока проводился увеличением только лишь сопротивления нагрузки, при неизменных остальных параметрах. Показано, что для получения оптимальных процессов для этого режима необходимо уменьшить индуктивность силового дросселя и изменить параметры усилителя ошибки (регулятора) по сравнению со значениями, принятыми в РНТ. Тогда подтверждается улучшение динамики ППН в РПТ по сравнению с РНТ.

В четвертой главе приводятся результаты экспериментальных исследований понижающего преобразователя. Исследованы процессы переключений в силовой части, поскольку они приводят к искажениям формы импульсов напряжения на элементах силовой части, снижению точности теоретических соотношений и ограничивают выбор частоты переключений. Показано, что длительности интервалов переходного процесса при переключениях в силовой части ППН можно приближенно рассчитать, рассматривая процессы заряда и разряда паразитных емкостей транзистора, определяемых по зависимостям заряда затвора от напряжения затвор-исток и выходным характеристикам транзистора, которые приводятся в технических описаниях на транзисторы. Экспериментально проверены теоретические частотные характеристики неизменяемой части импульсного ППН, включающего в себя широтно-импульсный модулятор и выходной LC-фильтр.

В конце каждой главы приводятся краткие выводы, а в конце диссертации – общие выводы по проведенной работе.

3. Значимость полученных автором диссертации результатов для развития силовой электроники

Теоретическая значимость работы заключается в развитии методов анализа динамики импульсных ППН, расчета и анализа частотных характеристик, расчета показателей качества переходных процессов:

1. Впервые с использованием дискретных структурных динамических моделей в РНТ и РПТ получены выражения для дискретных передаточных функций импульсного ППН с ПИД-регулированием.

2. На основе полученных передаточных функций предложена методика расчета частотных характеристик и показателей качества переходных процессов в режимах непрерывного и прерывистого токов, позволяющих уточнить определение частотных оценок качества переходных процессов понижающего ППН и учитывать процессы, происходящие в системе между моментами дискретизации.

3. Проведено исследование процессов переключений в силовой части, поскольку они приводят к искажениям формы импульсов напряжения на элементах силовой части, снижению точности теоретических соотношений и ограничивают выбор частоты переключений.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

1. Полученные дискретные передаточные функции и основанные на них методики расчета частотных характеристик и показателей качества переходных процессов, могут применяться для проверки и уточнения результатов синтеза систем управления ППН при их проектировании и в учебном процессе в вузах при подготовке бакалавров и магистров по соответствующим специальностям.

2. Рекомендации, обоснованные в результате теоретического и экспериментального исследования, могут быть использованы разработчиками источников электропитания при выборе компонентов силовой части, системы управления ППН и конструировании печатной платы.

3. Результаты исследований использованы при выполнении НИР по гранту РФФИ № 15-48-02189-р_поволжье_а «Исследование и оптимизация схем полупроводниковых преобразователей для солнечных электростанций»; находят применение в ООО «Элсистемс» при проведении НИОКР по разработке и модернизации импульсных источников питания; в учебном процессе по дисциплинам «Источники вторичного электропитания», «Основы

преобразовательной техники», «Теория автоматического управления» и др. для направлений подготовки бакалавров 11.03.04 – «Электроника и наноэлектроника», 11.03.03 – «Конструирование и технология электронных средств», что подтверждается актом и справками об использовании результатов.

4. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Результаты диссертационной работы могут быть использованы научно-исследовательскими организациями и предприятиями, ведущими разработку, производство и сопровождение источников вторичного электропитания различного рода аппаратуры.

Рекомендуется включить в учебный процесс методики расчета частотных характеристик и показателей качества переходных процессов, а также в качестве лабораторных работ методику исследования импульсных преобразователей для направлений подготовки бакалавров «Электроника и наноэлектроника», «Конструирование и технология электронных средств».

5. Замечания по диссертации

1. В разделе 3.1 «Вывод выражения передаточной функции разомкнутой системы в РПТ», автор говорит следующее: «...«ток дросселя теряет свои динамические свойства», изменяясь как в статике». Непонятно, что имеет в виду автор, данное определение требует пояснения.

2. Не совсем ясно, по какой причине переход в РПТ осуществлялся именно увеличением сопротивления нагрузки, а, например, не уменьшением индуктивности силового дросселя.

3. Не объясняется, почему на рисунках 4.22 и 4.23 на графике фазочастотной характеристики наблюдается сильный разброс экспериментальных точек.

6. Заключение

Высказанные замечания не отрицают научной и практической ценности диссертации и могут быть учтены автором в дальнейшей работе. Диссертация Абрамова С.В. «Динамика понижающего импульсного преобразователя с одноконтурной системой управления на серийной микросхеме» представляет

собой научно-исследовательскую работу, направленную на решение актуальной и важной научно-технической проблемы разработки новых методов исследования динамики импульсных преобразователей с замкнутыми системами управления, отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.09.12 – «Силовая электроника», а ее автор Абрамов Сергей Владимирович, несомненно, достоин присвоения ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв на диссертацию Абрамова С.В. на тему «Динамика понижающего импульсного преобразователя с одноконтурной системой управления на серийной микросхеме» обсужден и одобрен на заседании « Отдела разработки DC-DC преобразователей» закрытого акционерного общества «ММП-Ирбис», протокол № 5 от 17.05.2016 г.

Начальник «Отдела разработки
DC-DC преобразователей
ЗАО «ММП-Ирбис», к.т.н.

Макаров Вячеслав Влади-
мирович