

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

УДК 621.316.722.1

Стельмахов
Роман Владимирович

Интегральная микросхема стабилизатора напряжения на основе биполярных
транзисторов

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-41 80 01 «Твердотельная электроника, радиоэлектронные
компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах»

Научный руководитель

Бондаренко Виталий Парфирович

к.т.н., доцент

Минск 2019

ВВЕДЕНИЕ

Для функционирования любой электронной аппаратуры необходимо наличие одного или нескольких источников питания, стабильность которых обеспечивается с помощью устройства, называемого стабилизатором напряжения.

Стабилизатор напряжения – это устройство, которое вырабатывает постоянное напряжение, необходимое для работы схемы и для обеспечения тока в нагрузке. Внутренняя схема стабилизатора управляет выходным напряжением таким образом, чтобы оно незначительно зависело от тока, потребляемого нагрузкой, изменения напряжения питания, температуры окружающей среды и некоторых других параметров.

Данные микросхемы используются в оконечных стабилизаторах для импульсных источников питания, в аппаратуре с батарейным питанием, в источниках питания микропроцессоров, в источниках питания преусилителей. В последние годы все большее значение приобретает рынок компьютерной техники и телекоммуникаций. Это – ноутбуки, сотовые телефоны, сетевые карты, микропроцессоры, модули оперативной памяти, системы беспроводной связи, системы, питающиеся от батарей, и др. В настоящее время отечественной промышленностью выпускается широкий ряд интегральных микросхем (ИМС) стабилизаторов напряжения.

Большинство микросхем стабилизаторов напряжения изготовлены по биполярной технологии.

Ведущими производителями микросхем стабилизаторов напряжения в мире являются фирмы «Motorola» США, «Linear Technology Corporation» США, «LG Semicon Co Ltd» Корея, «LGS Elektronik» США, «Maxim» США, «Siemens» Германия, «Thomson» Франция и др. В республике Беларусь проблема приобретения этих микросхем решается путем закупки требуемых компонентов в странах СНГ и дальнего зарубежья.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Любая электронная аппаратура, от простейших функциональных блоков до сложнейших цифровых и микропроцессорных систем, требует для своей работы одного или нескольких источников питания, стабильность которых обеспечивается с помощью устройства, называемого стабилизатором напряжения. В последние годы все большее значение приобретает рынок компьютерной техники и телекоммуникаций. Это – ноутбуки, сотовые телефоны, сетевые карты, микропроцессоры, модули оперативной памяти, системы беспроводной связи, системы, питающиеся от батарей, и др. В настоящее время отечественной промышленностью выпускается большой ряд микросхем стабилизаторов напряжения.

Существует большое количество ИМС стабилизаторов напряжения, обеспечивающих как положительное, так и отрицательное выходное напряжение, включая регулируемые стабилизаторы напряжения, трехвыводные стабилизаторы с фиксированным выходным напряжением и импульсные стабилизаторы.

В трехвыводных стабилизаторах напряжения выходное напряжение имеет фиксированное значение, которое закладывается при разработке стабилизатора. Трехвыводные стабилизаторы наиболее просты в обращении, поэтому, несмотря на то, что их выходное напряжение фиксировано, существует большое число разнообразных стабилизаторов обеих полярностей.

Регулируемые стабилизаторы напряжения имеют дополнительный вывод, предназначенный для подключения делителя выходного напряжения. С его помощью можно изменять или подстраивать выходное напряжение.

Актуальность настоящей магистерской диссертации, направленной на разработку интегральной микросхемы стабилизатора напряжения на основе биполярных транзисторов, обусловлена отсутствием отечественных аналогов микросхем такого класса, возможностью расширения экспортного потенциала на рынке современных интерфейсных схем, требованиями современного производства к энергосбережению, необходимостью уменьшения массы, габаритов, снижения рассеиваемой мощности и повышения надёжности изделий электронной техники, возрастающим спросом на изделия этого класса. Разработка данной микросхемы позволит расширить ряд микросхем стабилизаторов напряжения новым конкурентоспособным изделием.

Цель и задачи исследования. Целью магистерской диссертации является разработка микросхемы мощного стабилизатора напряжения, предназначенной для формирования постоянного

термостабилизированного напряжения для использования в источниках питания радиоэлектронной аппаратуры, устойчивой к специальным внешним воздействующим факторам (СВВФ). Исходя из этого, конкретные задачи данной работы состояли в следующем: проведение комплекса работ по разработке интегральной микросхемы мощного стабилизатора напряжения, включающего разработку конструкции и технологии изделия, моделирование вольт-амперных характеристик (ВАХ) элементной базы, моделирование электрической схемы, исследование электропараметров и характеристик для получения высоконадёжного изделия электронной техники, используемого в источниках питания радиоэлектронной аппаратуры и дополнения ряда микросхем стабилизаторов напряжения новым конкурентоспособным изделием.

Объектом исследования является интегральная микросхема стабилизатора напряжения на основе биполярных транзисторов.

Предметом работы выступают особенности элементной базы биполярной технологии с изоляцией р-п переходом, а также электрические параметры интегральной микросхемы стабилизатора напряжения.

Область исследования. Содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-41 80 01 «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах».

Основные положения, выносимые на защиту

1. Описание работы основных блоков и электрических параметров разработанной микросхемы стабилизатора напряжения на основе модифицированной схемы Дарлингтона.

2. Для реализации мощного выходного каскада по модифицированной схеме Дарлингтона, обеспечивающей ток нагрузки не менее 2А, необходимо уменьшить величину “остаточного напряжения” в выходном каскаде до величины 1-1.5 В, по сравнению с 2-3 В для традиционных схем Дарлингтона, что обеспечивает возможность снижения мощности, рассеиваемой на выходном каскаде.

3. Результаты моделирования основных электрических параметров микросхемы стабилизатора, подтверждающие работоспособность схемы в диапазоне температур от -60 °С до +125 °С.

Личный вклад соискателя. Основные результаты, изложенные в работе, получены автором самостоятельно. Автор проводил расчеты и моделирование элементной базы и электрической схемы, которые подтверждают работоспособность микросхемы и соответствие электропараметров требованиям ТЗ для slow, type, fast моделей. Научному руководителю в совместных работах принадлежат предметные постановки задач, выбор направлений исследования, руководства при проведении экспериментальных исследований и анализе полученных результатов.

Структура и объем работы. Структура диссертационной работы обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введения, общей характеристики работы, трёх глав и заключения, и списка использованных источников, включающего 28 наименований. Общий объем диссертации – 82 страницы.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрено современное состояние проблемы разработки интегральных стабилизаторов напряжения, определены основные направления исследований, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В **общей характеристике работы** сформулированы ее цель и задачи, показана связь с научными программами и проектами, даны сведения об объекте исследования и обоснован его выбор, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации результатов диссертации и их опубликованность, а также, структура и объем диссертации.

В **первой главе** рассматриваются типы интегральных стабилизаторов напряжения, а также типы источников опорного напряжения.

Во **второй главе** приведена методика разработки интегральных микросхем стабилизаторов напряжения, включая описание основных блоков схемы электрической интегрального стабилизатора напряжения.

В **третьей главе** представлены результаты разработки топологии, моделирования элементной базы и электрической схемы интегрального стабилизатора напряжения.

В **выводах** кратко изложены основные результаты магистерской диссертации, основные выводы теоретической части и приведены основные результаты моделирования электрической схемы стабилизатора напряжения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведения работ по магистерской диссертации была разработана и промоделирована микросхема мощного регулируемого стабилизатора напряжения, а также проведена проверка функционирования микросхемы согласно требованиям спецификации на микросхему.

В процессе выполнения магистерской диссертации был проведен анализ существующих стабилизаторов напряжения, источников опорного напряжения, рассмотрены основные схемотехнические методы их построения. Разработанная микросхема стабилизатора напряжения содержит следующие основные блоки:

- схема защиты;
- схема запуска и стабилизации генератора тока;
- источник опорного напряжения;
- регулирующий элемент, гарантирующий выходной ток нагрузки не менее минус 2 А;
- схема тепловой защиты;
- схема защиты от перегрузок.

Разработанная микросхема соответствует предъявляемым требованиям к электрическим параметрам и режимам эксплуатации, требованиям по надежности и стойкости к внешним воздействиям и является уникальной на территории Республики Беларусь и СНГ.

В заключении, необходимо отметить, что применение разработанной микросхемы позволит расширить функциональные возможности и улучшить потребительские качества электронной аппаратуры, в том числе специального назначения.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Стельмахов Р.В. Радиационная стойкость биполярных интегральных микросхем // 55-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов.
2. Стельмахов Р.В. Методы оценки радиационной стойкости элементной базы биполярных интегральных микросхем // 55-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов.