

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет МГТУ им. Н.Э. Баумана) »**

ФАКУЛЬТЕТ Информатика и системы управления (ИУ)

КАФЕДРА Проектирование и технология производства электронной аппаратуры (ИУ4)

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

НА ТЕМУ:

***Разработка, моделирование и экспериментальное
исследование Блока питания***

Студент ИУ4-52
(Группа)

(Подпись, дата) **Исмаилов А.К**

Проверил:

(Подпись, дата) **Сергеева М.Д**

Руководитель курсовой работы

(Подпись, дата) **Семенцов С.Г**

2019 г.

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена разработке Блока питания (в дальнейшем — изделия).

В работе представлена схемотехническая часть, содержащая информацию об элементной базе и описание электрической принципиальной схемы. Работа представляет собой комплекс графических документов. Содержание графической части: схема электрическая принципиальная, чертеж печатной платы, сборочный чертеж, спецификации. В заключении представлены выводы о проделанной работе и соответствии разработанного устройства техническому заданию.

Ключевые слова: Блок питания, схемотехническое проектирование.

ABSTRACT

The work is devoted to the development of a power supply unit (hereinafter referred to as products).

The work presents the circuit parts in which there is information about the elementary base and a description of the electrical circuit diagrams. The work is a set of graphic documents. The contents of the graphic part: electrical schematic diagram, assembly diagram, specification. In conclusion, conclusions are presented about the work done and the compliance with the terms of reference developed by the device.

Key words: power supply, circuit design.

СОДЕРЖАНИЕ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ И ТЕРМИНЫ	
1 СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ.....	8
1.2 Анализ и разработка схемы электрической принципиальной (ЭЗ) изделия.....	9
Основные характеристики BD106.....	11
Транзистор ST13003 служит для усиления электрического тока и управления им.....	11
Основные характеристики ST13003.....	11
Вывод: данный транзистор был выбран в виду своей доступности и простоты	
использования.....	11
Транзистор BD135 способен от небольшого входного сигнала управлять значительным	
током в выходной цепи.....	12
Основные характеристики BD135.....	12
Макс. напр. к-б при заданном обратном токе к и разомкнутой цепи эмиттера 45В.....	12
Вывод: данный транзистор был выбран так как его описание подходит требованиям	
технического задания.....	12
Оптопара PC817В обеспечивает гальваническую развязку вторичных цепей блока	
питания от напряжения сети.....	12
Основные характеристики PC817В.....	12
Вывод: данный элемент был выбран так как его характеристики удовлетворяют	
требованиям технического задания.....	12
Выводы.....	13
2 КОНСТРУКТОРСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ.....	14
2.1 Анализ и выбор конструкции и материала печатной платы изделия.....	14
2.2 Анализ соединений КМО электронного модуля.....	15
Выводы.....	16
3 Моделирование устройства.....	17
3.1 Компьютерное моделирование работы изделия.....	17
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	22
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	23
1 СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ.....	7
1.1 Анализ и разработка схемы электрической структурной (Э1) изделия.....	7
1.2 Анализ и разработка схемы электрической принципиальной (ЭЗ) изделия.....	8

Выводы.....	10
2 КОНСТРУКТОРСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ.....	11
2.1 Анализ и выбор конструкции и материала печатной платы изделия.....	11
2.2 Анализ соединений КМО электронного модуля.....	12
Выводы.....	13
3 Моделирование устройства.....	14
3.1 Компьютерное моделирование работы изделия.....	14
Выводы.....	16
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	17
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	18

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ И ТЕРМИНЫ

ГОСТ	– Государственный стандарт;
ЕСКД	– Единая система конструкторской документации;
КМО	– Компонент монтируемый в отверстие;
ПП	– Печатная плата;
СТФ	– Стеклотекстолит фольгированный;
РПЗ	– Расчётно-пояснительная записка;
РТЗ	– Расширенное техническое задание;
РЭС	– Радиоэлектронные средства;
РЭА	– Радиоэлектронные аппаратура;
ТЗ	– Техническое задание;
ТЭЗ	– Типовой элемент замены;
ЭРЭ	– Электрорадиоэлементы;

ВВЕДЕНИЕ

Работа посвящена разработке Блока питания, изготовлению и экспериментальному исследованию

В работе представлена схемотехническая часть, содержащая информацию об элементной базе и описание электрической принципиальной схемы. Работа представляет собой комплекс графических документов

Целью работы является разработка макетного образца изделия, которое преобразует из сетевого переменного напряжения в постоянное, и проектирование сопровождающего комплекта конструкторской документации.

Для достижения поставленных целей в работе был решен следующий комплекс задач:

- разработка схемы электрической структурной изделия
- разработка схемы электрической принципиальной изделия;
- изготовления изделия;
- разработка топологии печатной платы устройства и создание соответствующих чертежей
- создание макетного образца устройства
- экспериментальное исследование устройства

Исходными данными для работы являются:

- задание на выполнение курсовой работы.

Результатами работы являются:

- схема электрическая структурная изделия (Э1);
- схема электрическая принципиальная изделия (Э3);
- сравнение макетного образца с теоретическим исследованием (ПД1);
- перечень элементов;
- чертеж печатной платы изделия;
- сборочный чертеж;
- разработанный экспериментальный макет изделия;
- расчётно-пояснительная записка.

Структура и объём работы. Работа разделена на 4 главы.

В первой главе приведено схемотехническое проектирование изделия. В этой главе осуществляется разработка схемы электрической структурной и схемы электрической принципиальной изделия.

Во второй главе описывается разработанный для изделия алгоритм работы.

В третьей главе осуществляется разработка конструкции изделия. В главе проводится разработка конструкции, а также, последующие проверочные расчёты.

В четвёртой главе осуществляется исследование полученного макета изделия на работоспособность. В главе проводится разработка программы испытаний и осуществляется оценка результатов испытаний.

1 СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ

В главе представлены этапы схемотехнического проектирования изделия. Представлено описание принципа работы изделия, описание схемы электрической структурной (Э1), и схемы электрической принципиальной (Э3). Проведен выбор и обоснование элементной базы.

1.1 Анализ и разработка схемы электрической структурной (Э1) изделия

Разработка схемы электрической структурной (Э1) изделия предполагает первоначальную оценку и выделение основных структурных частей, из которых состоит робот. Разработанная схема электрическая структурная (Э1) изделия представлена на рисунке 1.1, а также на чертеже ИУ4.11.03.03.19.05.02.04.001 Э1. Схема электрическая структурная (Э1) разработана согласно требованиям ГОСТ 2.702-75 [1] и включает в себя следующие функциональные блоки: ограничитель пускового тока, выпрямитель с фильтром, силовые ключи, импульсный трансформатор, выходной выпрямитель на диоде шоттки, блок индикации, схема управление ключом, схема стабилизации.

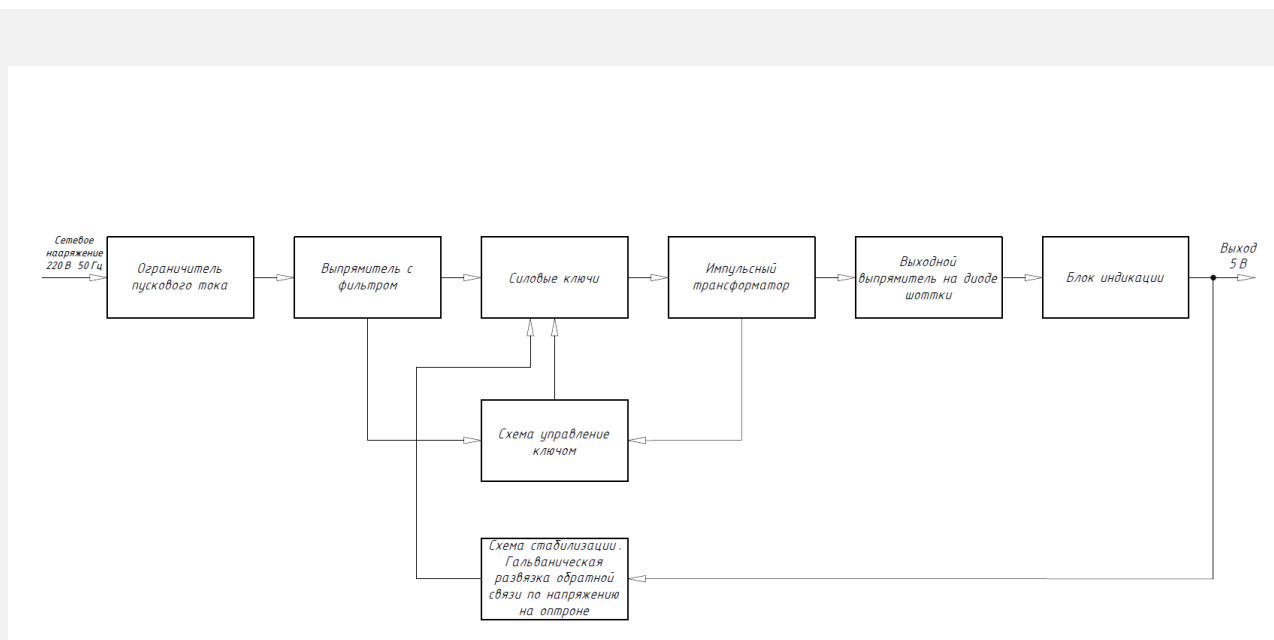


Рисунок 1.1 – Схема электрическая структурная (Э1) изделия

Главным элементом схемы является трансформатор, он выполняет основные функции изделия: преобразовывает переменное напряжение и гальваническую развязку

Он служит для трансформации кратковременных импульсов напряжения, обычно периодически повторяющихся с высокой скважностью.

В результате анализа схемы электрической структурной (Э1), представленной на рисунке 1.1, было получено общее представление о составных частях разрабатываемого изделия.

1.2 Анализ и разработка схемы электрической принципиальной (Э3) изделия

Схема электрическая принципиальная (Э3) изделия была разработана согласно требованиям ГОСТ 2.701-84[2], ГОСТ 2.702-75 [1] , ГОСТ 2.708-81 [3] , ГОСТ 2.728-74 [4] , ГОСТ 2.730-73 [5] , ГОСТ 2.743-91 [6] , ГОСТ 2.759-82 [7] . Схема электрическая принципиальная (Э3) изделия изображена на чертеже: ИУ4.11.03.03.19.05.02.04.003 Э3, также данный чертёж представлен на рисунке 1.2.

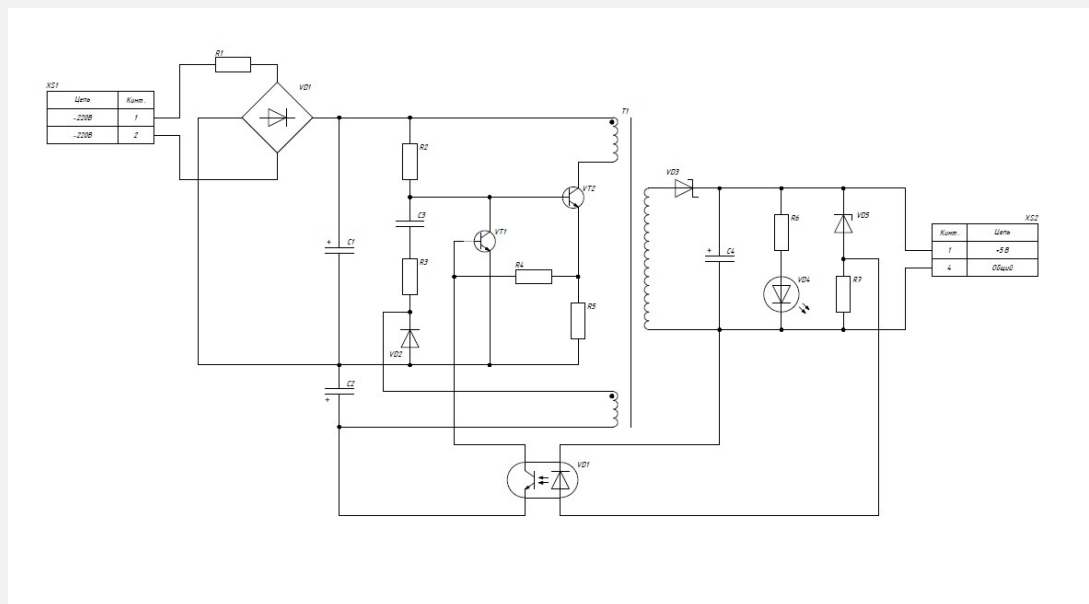


Рисунок 1.2 – Схема электрическая принципиальная (ЭЗ) блока управления

Диодный мост DB106, в изделии предназначен для преобразования переменного тока в пульсирующий.

Основные характеристики BD106

Максимальное постоянное обратное напряжение 800В

Максимальное импульсное обратное напряжение 960В

Максимальный прямой ток 1А

Максимальный допустимый прямой импульсный ток 30А

Максимальный обратный ток 10мкА

Максимальное прямое напряжение 1.1В

Рабочая температура -55...+125С

Вывод: данный диодный мост был выбран так как его характеристики удовлетворяют требованиям технического задания.

Транзистор ST13003 служит для усиления электрического тока и управления им.

Основные характеристики ST13003

Макс. напр. к-б при заданном обратном токе к и разомкнутой цепи эмиттера 700В

Макс. напр. к-э при заданном токе к и разомкнутой цепи б 400В

Максимально допустимый ток коллектора 1.5А

Максимальная рассеиваемая мощность 40Вт

Вывод: данный транзистор был выбран в виду своей доступности и простоты использования.

Транзистор BD135 способен от небольшого входного сигнала управлять значительным током в выходной цепи

Основные характеристики BD135

Макс. напр. к-б при заданном обратном токе к и разомкнутой цепи эмиттера 45В

Макс. напр. к-э при заданном токе к и разомкнутой цепи базы 45

Максимально допустимый ток коллектора 1.5А

Максимальная рассеиваемая мощность 8Вт

Вывод: данный транзистор был выбран так как его описание подходит требованиям технического задания.

Оптопара РС817В обеспечивает гальваническую развязку вторичных цепей блока питания от напряжения сети.

Основные характеристики РС817В

Напряжение изоляции 5кВ

Максимальный прямой ток 50мА

Максимальное выходное напряжение 70В

Напряжение коллектор-эмиттер 35 В

Ток коллектора 50 мА

Вывод: данный элемент был выбран так как его характеристики удовлетворяют требованиям технического задания.

Выводы

В главе проведено схемотехническое проектирование изделия. Была разработана схема электрическая структурная (Э1) изделия, в которой были выделены основные структурные узлы изделия.

Заключительным этапом схемотехнического проектирования стала разработка схемы электрической принципиальной (Э3) изделия, в которой подробно описаны соединения всех ЭРЭ изделия и благодаря условным графическим обозначениям однозначно определяется функционал каждого ЭРЭ. Данные схемы представлены на чертежах ИУ4.11.03.03.19.05.02.04.003 Э3, а также на рисунках 1.1.

2 КОНСТРУКТОРСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ

В главе представлены этапы конструкторского проектирования изделия. Проведена компоновка блоков изделия. Разработана печатная плата изделия и проведено моделирование устройства, подтверждающие работоспособность разработанной конструкции изделия.

2.1 Анализ и выбор конструкции и материала печатной платы изделия

Печатная Плата изделия представляет собой одностороннюю ПП. Разработанный чертеж печатной платы изделия представлена на рисунке 2.1, а также на чертеже ИУ4.11.03.03.19.05.02.04.004 ПП

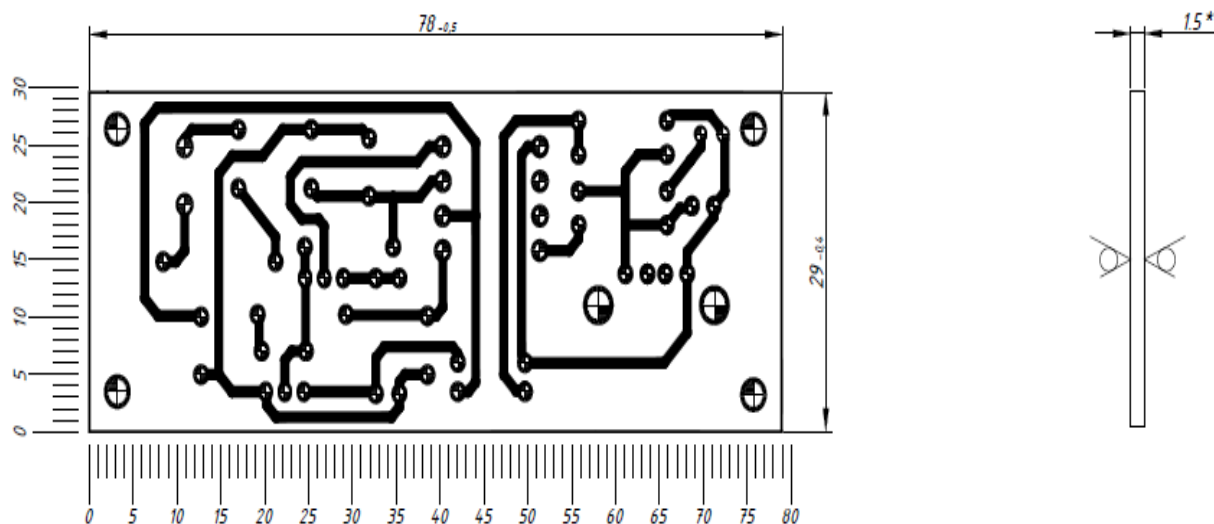


Рисунок 2.1 – Чертеж печатной платы

2.2 Анализ соединений КМО электронного модуля

Для установки КМО на ПП использовался припой ПОС-61 ГОСТ 21930-76. Пайка производилась паяльником. Разработанный сборочный чертеж (СБ) изделия представлен на рисунке 2.2, а также на чертеже ИУ4.11.03.03.19.05.02.04.005СП

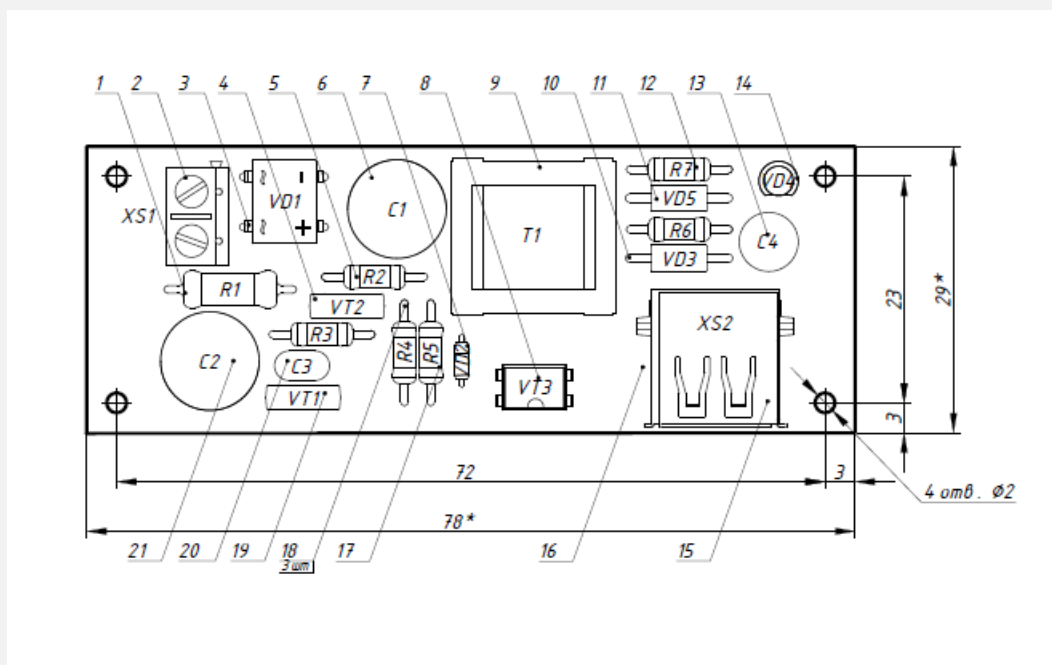


Рисунок 2.2 – Сборочный чертеж электронного модуля

Выводы

В данном разделе была проанализирована компоновка изделия.

В результате анализа ПП изделия была выбрана конструкция ПП, расположение печатных проводников ПП, а также материал изготовления ПП.

В результате анализа электрических соединений был выбран припой для установки КМО на ПП.

3 Моделирование устройства

3.1 Компьютерное моделирование работы изделия.

Моделирование работы устройства было проведено в программном пакете Multisim. Рабочее поле программы с моделью Изделия представлено на (Рис. 3.1).

В ходе моделирования была подтверждена работоспособность схемы, а так же подтверждены заявленные в техническом задании входные и выходные параметры: входное напряжение 220В 50Гц, выходное напряжение 5В, максимальная выходная мощность 3,5Вт. На основе полученных данных было принято решение о целесообразности изготовления этого изделия.

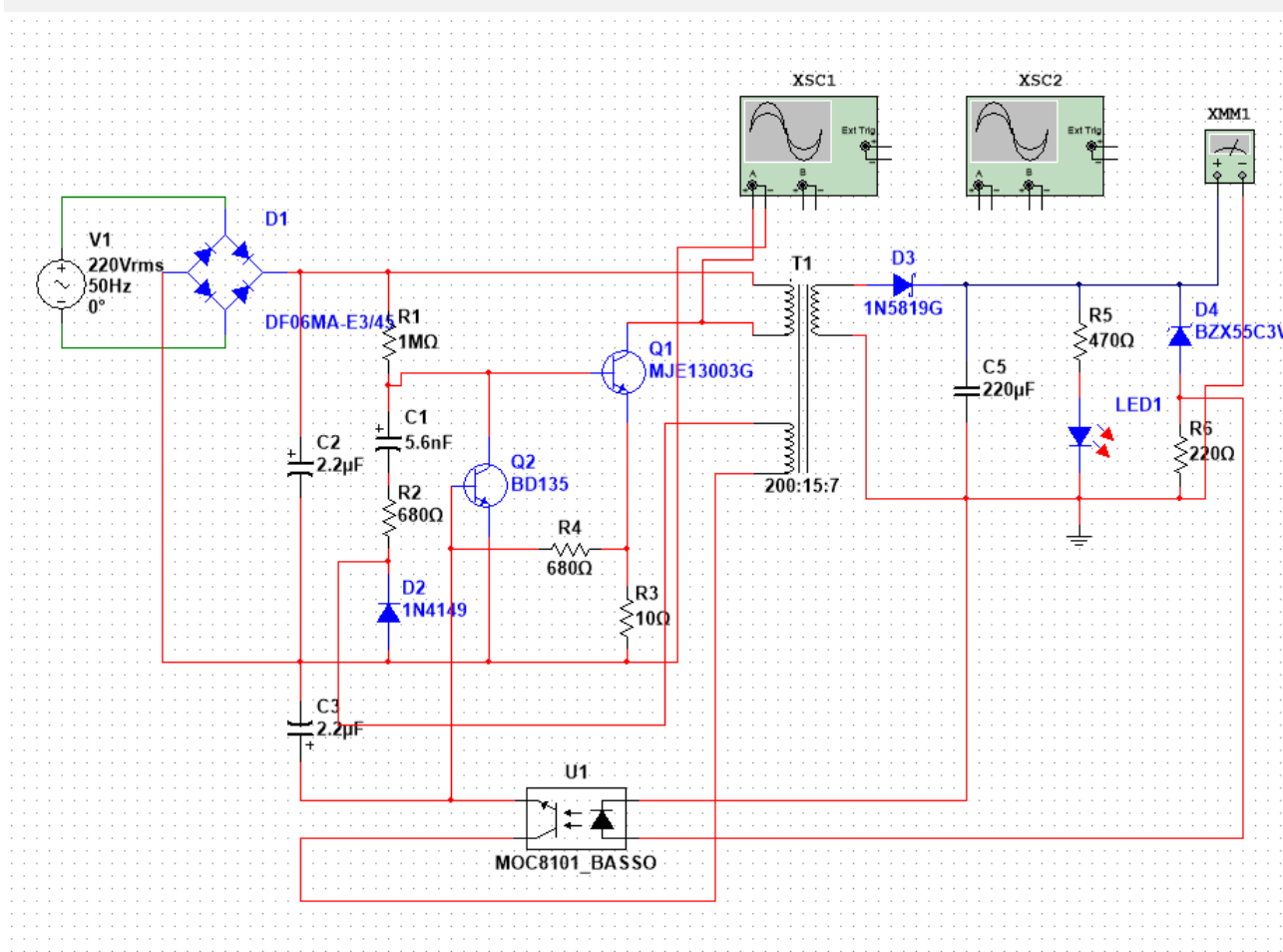


Рисунок 3.1 – Компьютерное моделирование работы изделия

В результате на компьютерной модели изделия были замерены потребляемые сила тока и напряжения, представленные на рисунке 3.2. Сила

тока составила 0,3А, а напряжение 4,97 В. Перемножив эти значения мы можем вычислить потребляемую мощность, равную 1,491 Вт.

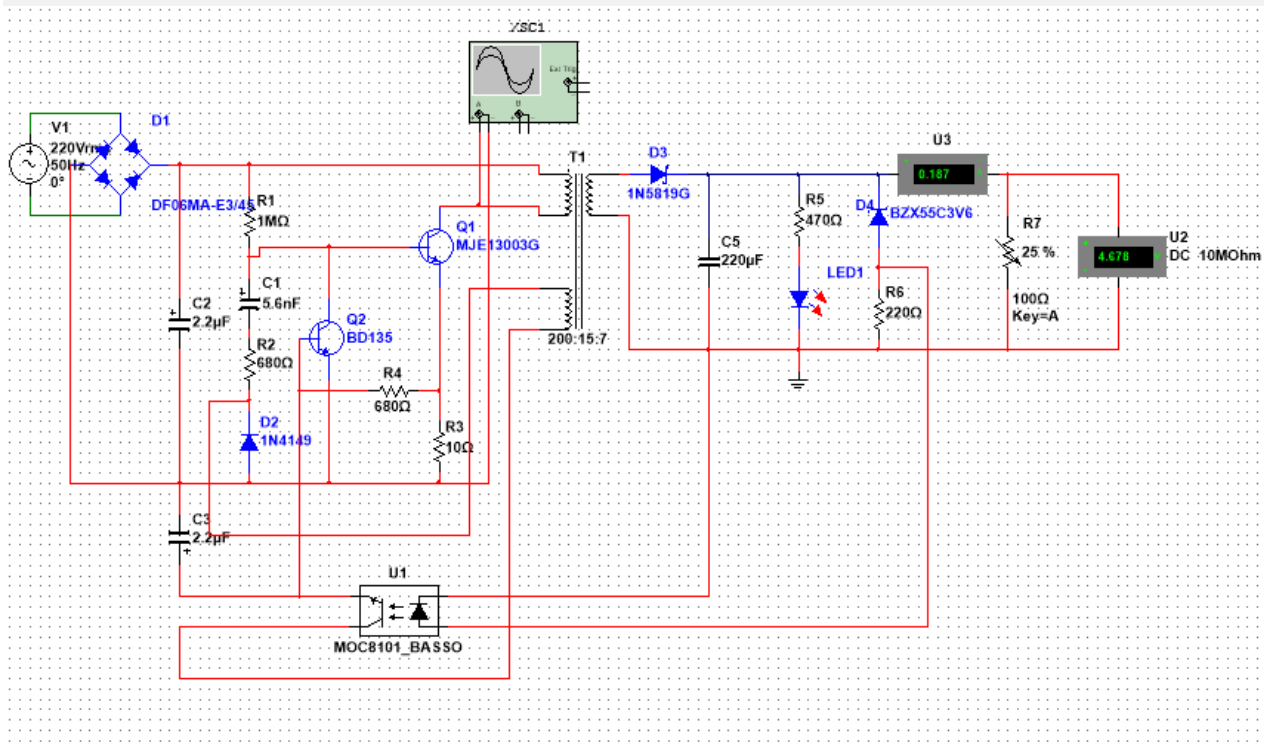


Рисунок 3.2 – Измерение максимального выходного тока

Блок питания стремится на выходе поддерживать постоянное напряжение равное 5В. При уменьшении сопротивления увеличивается выходной ток, но блок питания не может выдать бесконечно большой ток и это число ограничено характеристиками блока питания. При сопротивлении меньше 20 напряжение на выходе начинает падать, это связано с тем что ток на выходе перестал увеличиваться.

Схема обладает стабилизацией выходного напряжения и способна выдавать ток до 0.5 А. На самом деле блок может выдавать и больше, но при повышении тока на выходе начинает срабатывать защита от перегрузки и выходное напряжение начинает уменьшаться. Защита от перегрузок и КЗ реализована на резисторе 10 ом в цепи эмиттера силового транзистора и маломощном транзисторе BD135. При повышении тока через первичную обмотку трансформатора на эмиттерном резисторе создается падение напряжения, достаточное для открытия BD135, который в свою очередь притягивает базу силового транзистора к минусу, тем самым закрывая его и

уменьшая длительность импульсов через первичную обмотку. При изменении номинала данного резистора можно увеличить или уменьшить ток срабатывания защиты.

Сильно увеличивать тоже не надо, так как это повлечет за собой повышение нагрева силового транзистора и увеличит вероятность выхода последнего из строя. Стабилизация выполнена на распространенном оптроне рс817 и на стабилитроне 3.9 В (при изменении номинала которого можно менять выходное напряжение). При превышении выходного напряжения, светодиод оптрона начинает светиться ярче, вызывая повышение тока через транзистор оптрона на базу BD135 и, как следствие, закрытие силового ключа. При уменьшении выходного напряжения, наоборот, транзистор оптрона начнет закрываться и BD135 не будет обрывать импульсы на базе силового ключа, тем самым увеличивая их длительность и, соответственно, увеличение выходного напряжения.

Особое внимание стоит уделить намотке трансформатора. Поскольку блок однотактный, потребуется трансформатор с немагнитным зазором между половинками сердечника. Зазор нужен для быстрого размагничивания сердечника и для предотвращения вхождения феррита в на насыщение. Расчет трансформатора надо проводить в специальных программах, что в таких маломощных блоках питания первичная обмотка состоит из 190-220 витков провода 0.08-0.1мм. Чем больше сердечник, тем меньше витков. Поверх первичной в том же направлении мотается базовая обмотка. Она состоит из 7 – 15 витков того же провода. И в конце уже более толстым проводом мотается вторичная обмотка. Число витков 5-7. Крайне важно мотать все обмотки в одном направлении и помнить, где начало и конец. На схеме точками указаны начала обмоток.

Данный блок можно применять там, где не нужен высокий ток, а нужна компактность, например для питания микросхем или для зарядки устройств с аккумуляторами небольшой ёмкости. Из плюсов данного блока питания можно отметить компактность, наличие защиты и стабилизации и, конечно, простоту

сборки. Из минусов, пожалуй, только малая выходная мощность, которую можно поднять, увеличивая ёмкость входного фильтрующего конденсатора.

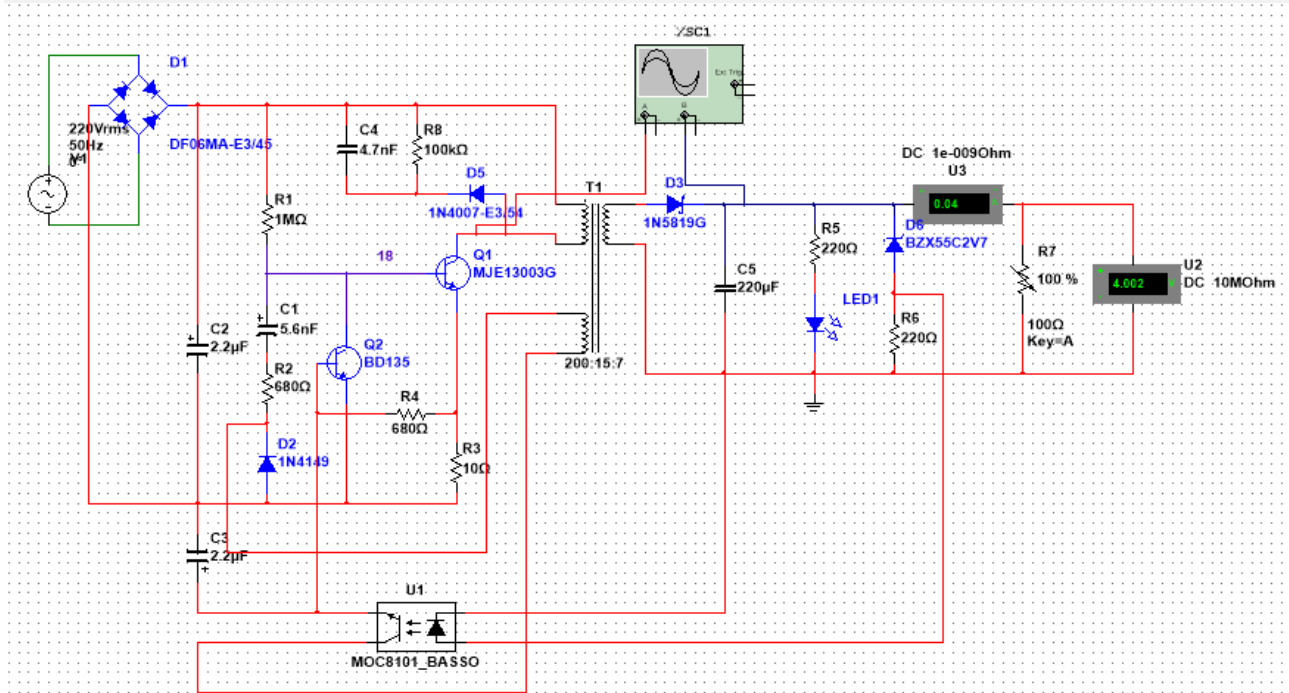


Рисунок 3.3 – Защита от кратковременного индуктивного выброса трансформатора.

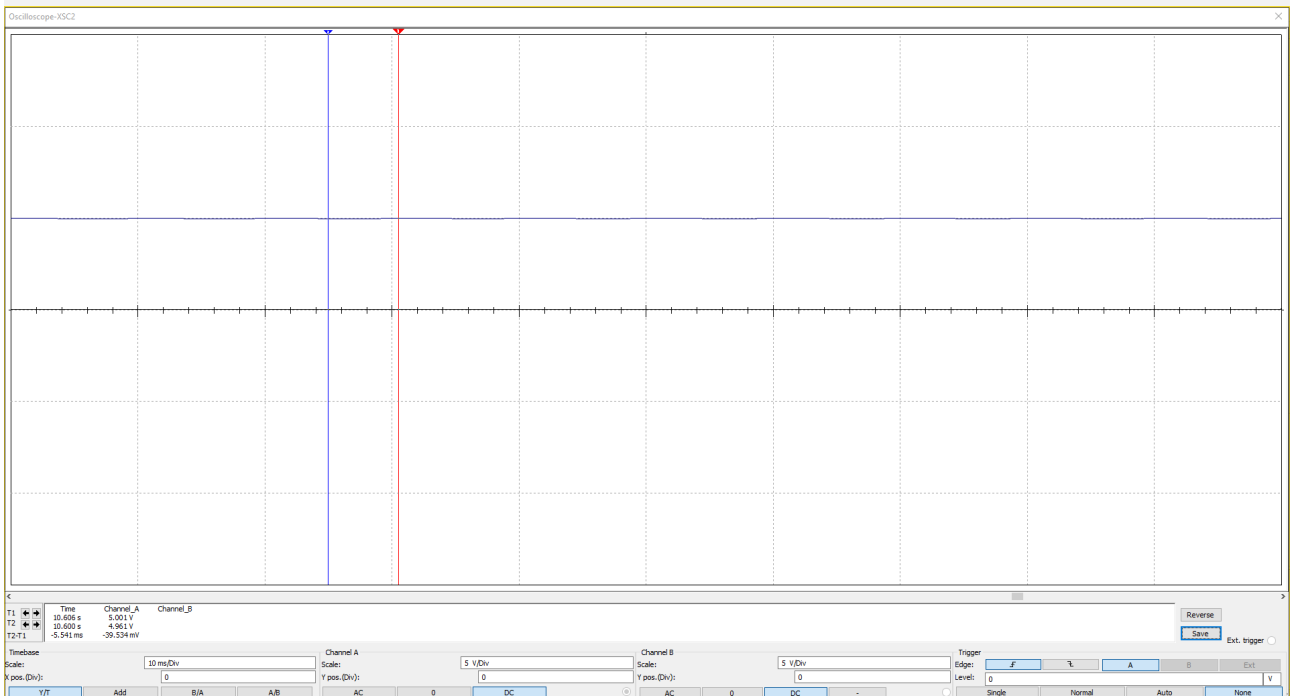


Рисунок 3.4 – Осциллограмма выходного напряжения

Выводы

В результате была получена стабильная система управления изделия. Выполнено моделирование схемы изделия в программе Multisim. Работа модели и потребляемая мощность практически полностью соответствует техническому заданию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Был проведен анализ РТЗ на проектирование изделия. Были выявлены основные требования к разрабатываемому изделию, его режимам работы, условиям эксплуатации и хранения.

Проведен обзор аналога разрабатываемого изделия. По результатам анализа и сопоставления технических характеристик и стоимостей была обоснована целесообразность разработки и изделия с характеристиками, указанными в РТЗ.

Проведено схемотехническое проектирование изделия. Была разработана схема электрическая структурная (Э1) изделия, в которой были выделены основные структурные узлы изделия. Заключительным этапом схемотехнического проектирования стала разработка схемы электрической принципиальной (Э3) изделия, в которой подробно описаны соединения всех ЭРЭ изделия и благодаря условным графическим обозначениям однозначно определяется функционал каждого ЭРЭ.

Проведена разработка алгоритма работы.

В результате анализа электронного модуля изделия, были выбраны конструкция ПП, расположение слоёв печатных проводников ПП, а также материал изготовления ПП.

В результате анализа электрических соединений были выбраны припой и паяльная паста для установки КМО и КМП, соответственно, на ПП.

Опытный образец изделия успешно прошёл испытания на измерительном стенде, а выходной сигнал изделия соответствует требованиям, указанным в техническом задании.

В итоге проделанной работы можно сделать вывод, что разработанное изделие соответствует требованиям технического задания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 2.702-75 «Правила выполнения электрических схем».
2. ГОСТ 2.701-84 «Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению».
3. ГОСТ 2.708-81 «Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники».
4. ГОСТ 2.728-74 «Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы».
5. ГОСТ 2.730-73 «Приборы полупроводниковые».
6. ГОСТ 2.743-91 «Элементы цифровой техники».
7. ГОСТ 2.759-82 «Элементы аналоговой техники».
8. ГОСТ 19.701-90 «Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения».
9. Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры: Учеб. Пособие для вузов/ Е.М. Парфёнов, Э.Н. Камышная, В.П. Усачёв. – М.: Радио и связь, 1989. – 272 с.: ил.
10. Конструкторско-технологические проектирование электронной аппаратуры: Учебник для вузов / К.И. Билибин, А.И. Власов, Л.В. Журавлева и др. Под общ.ред. В.А. Шахнова – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.
11. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Том 1. Линейные системы, М.: Физматлит, 2003. — 288 с
12. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Том 2. Нелинейные системы, М.: Физматлит, 2004. -464 с
13. Современные системы управления, Р. Дорф, Р. Бишоп. Пер. с англ. Б. И. Копылова. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. – 832 стр.

