

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Кафедра «Промышленная электроника»

11.03.04 – Электроника и нанoeлектроника
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Промышленная электроника
(направленность (профиль), специализации)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Лабораторный стенд «Импульсный стабилизатор напряжения»

Студент

П.В. Хлевной

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.К. Кудинов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультант

О.Н. Брега

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент А.А. Шевцов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

(институт)

Промышленная электроника

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «Промышленная электроника»

А.А. Шевцов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« » 20 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной бакалаврской работы

Студент Хлевной Павел Витальевич

1. Тема Лабораторный стенд «Импульсный стабилизатор напряжения»
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 30 мая 2017 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе Входное напряжение: 12В 50Гц. Ток нагрузки, не более 20мА. Основные измеряемые параметры: коэффициент стабилизации, выходное сопротивление. Выходное напряжение: регулируемое, 13...25В.
4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) Введение. 1. Состояние вопроса. 1.1. Описание существующего лабораторного стенда. 1.2. Обзор импульсных стабилизаторов напряжения. 1.3. Задачи БР. 2. Основная часть. 2.1. Расчет схемы стабилизатора. 2.2. Модернизация схемы. 2.3. Конструкция лабораторного стенда. 2.4. Методика измерения параметров. 2.5. Экспериментальные исследования. 3. Экономическое обоснование работы. Заключение.
5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала 1. Внешний вид стенда. 2. Импульсный стабилизатор напряжения. Схема электрическая принципиальная. 3. Обзор схем импульсных стабилизаторов. 4. Временные диаграммы работы стенда. 5. Экспериментальные данные. 6. Модернизированный стенд. Общий вид.
6. Консультанты по разделам: нет
7. Дата выдачи задания «02» февраля 2017г.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

А.К. Кудинов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

П.В. Хлевной

(подпись)

(И.О. Фамилия)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

(институт, факультет)

Промышленная электроника

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «Промышленная электроника»

А.А. Шевцов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ___ » _____ 20__ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

выполнения выпускной бакалаврской работы

Студента Хлевногo Павла Витальевича

по теме Лабораторный стенд «Импульсный стабилизатор напряжения»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Состояние вопроса	10.02.2017	17.02.2017	Выполнено	
Описание существующего лабораторного стенда	18.02.2017	5.03.2017	Выполнено	
Обзор импульсных стабилизаторов напряжения	06.03.2017	18.03.2017	Выполнено	
Расчет схемы стабилизатора	19.03.2017	29.03.2017	Выполнено	
Модернизация схемы	20.03.2017	01.04.2017	Выполнено	
Конструкция лабораторного стенда	02.04.2017	20.04.2017	Выполнено	
Методика измерения параметров	21.04.2017	02.05.2017	Выполнено	
Экспериментальные исследования	03.05.2017	10.05.2017	Выполнено	
Экономическое обоснование работы	11.05.2017	15.05.2017	Выполнено	
Оформление пояснительной записки	16.05.2017	30.05.2017	Выполнено	
Оформление чертежей	31.05.2017	07.06.2017	Выполнено	

Руководитель выпускной
квалификационной работы

А.К. Кудинов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

П.В. Хлевной

(подпись)

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Объем 54 с., 45 рис., 4 табл., 24 источников.

Данная бакалаврская работа посвящена изготовлению стенда «Импульсный стабилизатор напряжения» повышающего типа для лабораторной работы по дисциплине «Источники питания». Данная работа состоит из пояснительной записки объемом 54 листов и графической части объемом 6 листов формата А1.

Цель работы заключается в том, чтобы поднять уровень знаний студентов при прохождении курса «Источники питания». Также целью работы является научить студентов измерять показатель качества стабилизатора напряжения, а также рассчитывать такие параметры как коэффициент стабилизации $K_{СТ}$ и выходное сопротивление стабилизатора $R_{СТ}$.

Задачи бакалаврской работы следующие: разработать конструкцию стенда, выбрать и рассчитать схему импульсного стабилизатора напряжения повышающего типа, разработать метод нахождения параметров стабилизатора напряжения, усовершенствовать выбранную схему для простоты и удобства измерения величин, а также написать методические указания для проведения лабораторной работы.

В первой части пояснительной записки рассматриваются состояние вопроса, описание существующего лабораторного стенда и обзор импульсных стабилизаторов напряжения.

Во второй части пояснительной записки производится расчёт и модернизация схемы, описание конструкции стенда и измерение параметров с пояснением.

В третьей части пояснительной записки показано экономическое обоснование работы.

ABSTRACT

The topic of the given diploma paper is laboratory stand "Switching voltage regulator" of boost type for laboratory work on discipline "Power sources".

The graduation work consists of an explanatory note on 54 pages, and the graphic part on 6 A1 sheets.

The aim of the work is to increase the level of knowledge of students, and to teach them to measure the values of the voltage regulator, and also to calculate such parameters as the stabilization factor and the output resistance of the stabilizer.

The tasks of the graduation work are as follows: to develop the stand design, to select and design the scheme of the switching voltage regulator of the boosting type, to develop a method for finding the parameters of the voltage regulator, to improve the chosen circuit for the simplicity and convenience of measuring the quantities, and to write methodological instructions for laboratory work.

In the first part of the explanatory note, the status of the issue, the description of the existing laboratory stand and a review of the impulse voltage regulators are examined.

In the second part of the explanatory note, the calculation and modernization of the circuit, the description of the stand design and measurement of the parameters with explanation are made.

The third part of the explanatory note shows the business case.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. Состояние вопроса.....	8
1.1 Описание существующего лабораторного стенда.....	8
1.2 Анализ исходных данных.....	13
1.3 Обзор импульсных стабилизаторов напряжения.....	14
1.4 Задачи бакалаврской работы.....	25
2. Основная часть.....	26
2.1 Расчет схемы стабилизатора.....	26
2.2 Модернизация схемы.....	29
2.4 Методика измерения параметров.....	36
2.5 Экспериментальные исследования.....	41
2.6 Экономическое обоснование работы.....	49
Заключение.....	51
Список использованных источников.....	52

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время импульсные источники питания играют важную роль в преобразовании сетевого напряжения в постоянное напряжение нужной величины. Это связано с тем, что данный вид источников имеет много преимуществ, таких как: малые габариты источника, малый вес, высокий КПД, небольшая стоимость. В связи с этим, аналоговые источники питания сейчас не так популярны, в отличие от импульсных источников. Выходное напряжение импульсных источников является стабилизированным, за счет отрицательной обратной связи, которая удерживает его на одном уровне. [1] Основными параметрами импульсного стабилизатора напряжения являются коэффициент стабилизации и выходное сопротивление. На аналоговых стабилизаторах, стенды которых находятся в лабораторном классе кафедры «Промышленная электроника», практически невозможно экспериментально снять данные параметры, так как достаточно сложно отследить изменение выходного напряжения. Измерять и рассчитывать показатели качества стабилизатора напряжения очень важно, для того, чтобы сравнивать различные стабилизаторы и выбрать лучший вариант. Поэтому важно облегчить данные измерения. Повышение уровня знаний студентов является основной целью данной работы. Главной задачей, для достижения данной цели, является разработка стенда «Импульсный стабилизатор напряжения», с помощью которого можно будет экспериментально снять показатели качества стабилизатора. Написание методического пособия по дисциплине «Источники питания», также входит в число задач для достижения данной цели.

1. Состояние вопроса

1.1 Описание существующего лабораторного стенда

Во время прохождения дисциплины «Источники питания», одной из лабораторных работ было «Исследование параметрического стабилизатора напряжения». Целью данной работы было понять, как реагирует схема на изменение входного напряжения и изменение нагрузки, а также произвести расчет коэффициента стабилизации и выходного напряжения. Чтобы снять необходимые осциллограммы, нужно использовать универсальный компьютерный стенд (см. рисунок 1). [2]



Рисунок 1 – Универсальный лабораторный стенд.

В конструкцию лабораторного стенда входит: монтажное поле 1, на котором вставляются элементы, необходимые для исследования схем, двух мультиметров 2, благодаря которым можно измерять сопротивления, токи, напряжения, коэффициент передачи тока транзисторов, емкость, индуктивность, также есть сигнальный выход 3, чуть ниже выход синхронизации генератора 4, также в данном стенде присутствуют сигнальные входы в количестве двух штук 5, вход синхронизации осциллографа 6, гнезда 7 нужны для измерения коэффициента передачи тока базы биполярных транзисторов, рядом со стендом есть компьютер 8 для отображения

полученных результатов. Чуть ниже монтажного поля находятся выводы источников питания 9.

1.1.1 Монтажное поле

На рисунке 2 изображено монтажное поле нужно для вставления навесных элементов, которые необходимы для проведения лабораторной работы. На монтажном поле установлены гнезда, куда как раз и вставляются элементы. С двух сторон монтажного поля можно прикрепить специальные деревянные планшеты, на которых изображена нужная для исследования схема.

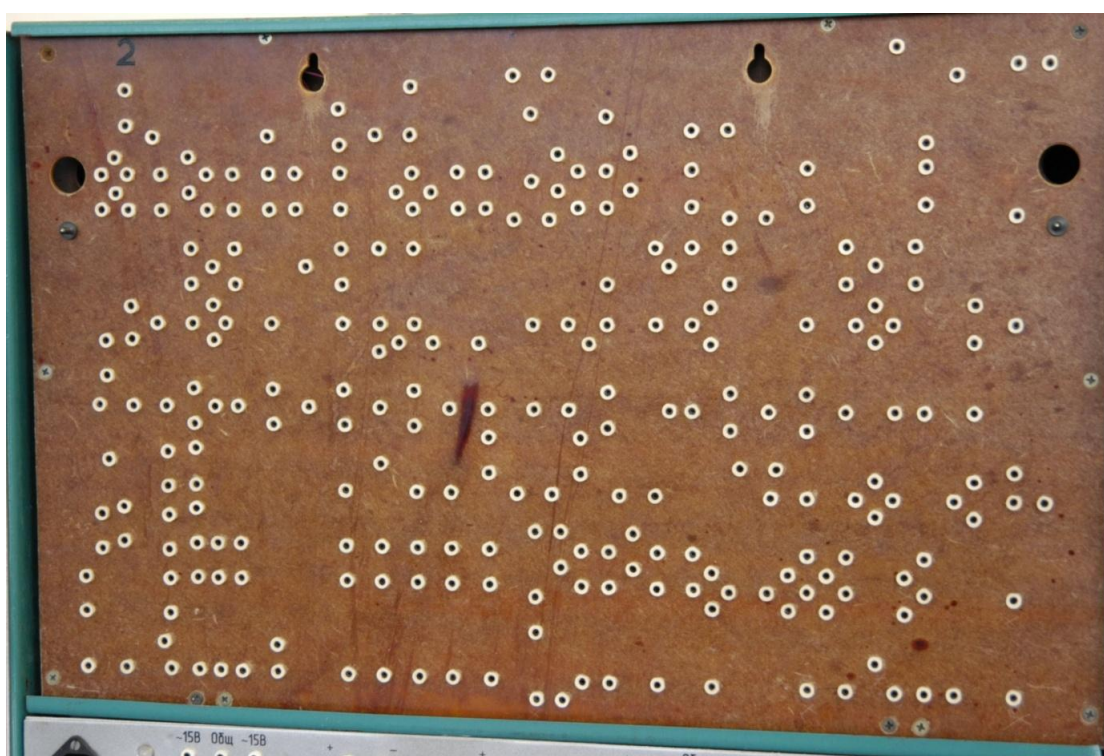


Рисунок 2 – Монтажное поле универсального лабораторного стенда

1.1.2 Источники питания

В лабораторный стенд встроены источники питания, который нужен для питания исследуемых схем в ходе выполнения лабораторной работы. Данный блок показан на рисунке 3. Данный блок состоит из источников, которые не зависят друг от друга:

- источник постоянного напряжения, величина которого +5В. Данный источник обозначается ИП1;

- источник переменного напряжения 15В. Здесь можно выбрать величину напряжения +15В и -15В +15%. Данный источник обозначается ИП2.

- источник постоянного тока, максимальное значение которого 10мА. Нужная величина тока настраивается рукоятками ГРУБО и ТОЧНО. Данный источник обозначается ГТ;

- регулируемый источник постоянного напряжения от +0,5В до -7В, нужная величина напряжения настраивается рукоятками ГРУБО и ТОЧНО; Данный источник обозначается ГТ1;

- источник постоянного напряжения от 0,5 до 15В, нужная величина напряжения настраивается рукоятками ГРУБО и ТОЧНО. Данный источник обозначается ГН2;

- источник напряжения с выходным напряжением от 0 до 100В, нужная величина напряжения настраивается рукоятками ГРУБО и ТОЧНО. Данный источник обозначается ГН3;

- источник двуполярного напряжения $\pm 12В$. Данный источник обозначается ИП3;



Рисунок 3 – Блок независимых источников питания на нижней панели
стенда

1.1.3 Блок мультиметров

Важной частью лабораторного стенда являются блок мультиметров модели UNI-TUT54 в количестве двух штук. С их помощью происходит снятие значений, которые необходимы по заданию для определенной работы.

С помощью мультиметра можно измерять значения постоянного тока, постоянного напряжения, переменного тока, переменного напряжения, а также сопротивление. Данный мультиметр показан на рисунке 4.



Рисунок 4 – Мультиметр модели UNI-TUT54

1.1.4 Осциллограф

Электронный осциллограф встроен в стенд и с его помощью, можно снимать осциллограммы исследуемых схем. Данный осциллограф подключен к компьютеру, на мониторе которого и показываются полученные осциллограммы. Данный осциллограф имеет два канала, и вход синхронизации. На правой стороне стенда (см. рисунок 5) есть выключатель, который включает и выключает осциллограф.



Рисунок 5 – Правая сторона лабораторного стенда

1.1.5 Универсальный функциональный генератор

Универсальный генератор является приставкой, который подсоединяется к персональному компьютеру. С помощью генератора можно получить синусоидальные сигналы, а также импульсы прямоугольной и треугольной формы.

Для того чтобы настроить генератор нужно зайти в программу PC-Lab 2000 и открыть окно Function Generator. Откроется специальное окно для управления работы осциллографа (см. рисунок 6)

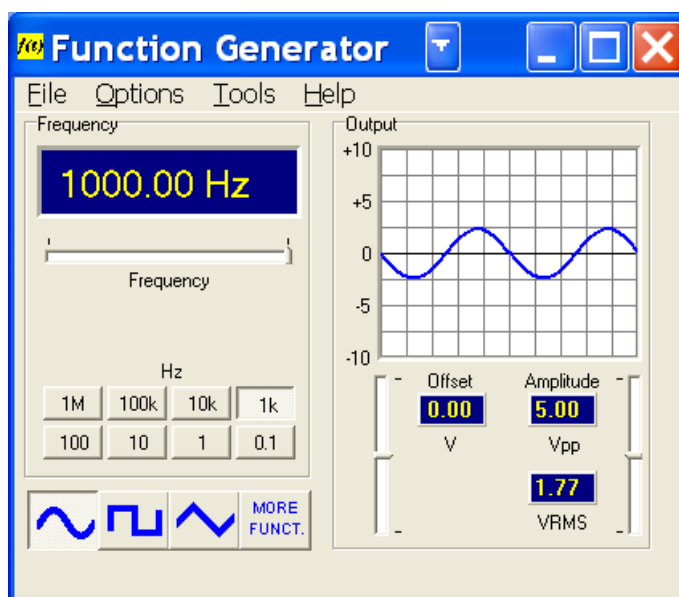


Рисунок 6 – Окно Function Generator

В данном окне можно настроить форму сигнала и значение частоты.

Более подробную информацию об универсальном лабораторном стенде с его необходимыми компонентами можно найти в методическом пособии.[3]

1.2 Анализ исходных данных

Исходные данные к выпускной квалификационной работе:

- Входное напряжение: 12В, 50Гц.
- Ток нагрузки, не более 20 мА.
- Выходное напряжение: регулируемое, 13...25В.

Исходя из исходных данных, можно определить, что необходимо использовать повышающий стабилизатор напряжения, так как при входном

напряжении 12В, нужно получить регулируемое напряжение на выходе 13...25В. Так как ток нагрузки небольшой, то для данного стабилизатора можно использовать маломощные источники питания, которые включены в уже имеющийся лабораторный стенд.

Данный стенд можно было бы использовать и для исследования импульсного стабилизатора напряжения, но для данной работы отсутствует специальный планшет со схемой импульсного повышающего стабилизатора напряжения. Даже в случае решения данной проблемы, будет достаточно высокий уровень помех, а также в случае неправильного подключения элементов или проводов, может произойти короткое замыкание, что приведет к выходу элемента из строя. Чтобы избежать подобных проблем, а также упростить снятие параметров импульсного стабилизатора, было принято решение сконструировать лабораторный стенд «Импульсный стабилизатор напряжения» повышающего типа.

1.3 Обзор импульсных стабилизаторов напряжения

Импульсные стабилизаторы напряжения – это устройства, которые поддерживают постоянную величину напряжения на нагрузке регулирующим элементом, работающим в ключевом режиме. Из-за этой способности, стабилизаторы имеют высокий КПД, > 91%. Данных стабилизаторов существует огромное количество. Существенным недостатком данного вида стабилизаторов является присутствие электромагнитных помех.

Существует два типа импульсных стабилизаторов: последовательного типа и параллельного типа. В качестве ключа достаточно часто используют транзисторы. Стабилизация напряжения осуществляется тремя видами регулирования: Широтно-импульсное регулирование (ШИР), когда изменяется длительность импульсов, а частота равна константе; Частотно-импульсное регулирование (ЧИР), изменяется частота импульсов, а длительность импульсов равна константе; Комбинированное регулирование, когда изменяются оба этих параметра.

На выходе импульсных стабилизаторов необходимо ставить сглаживающий фильтр.

Схема принципа действия импульсных стабилизаторов (см. рисунок 7).

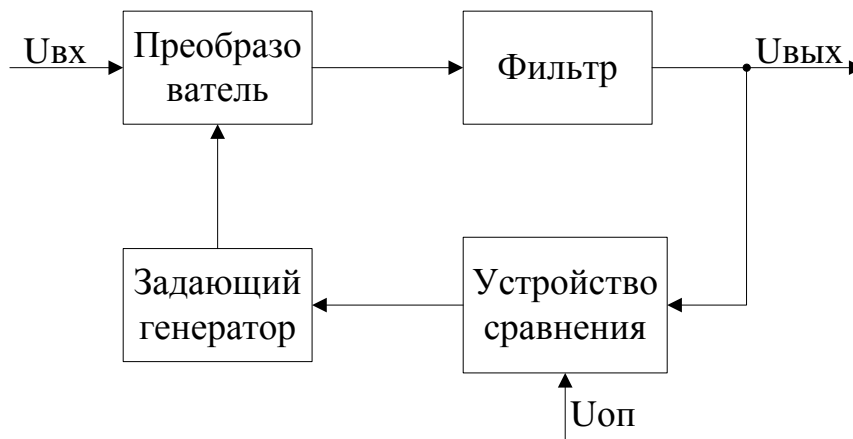


Рисунок 7 – Импульсный стабилизатор напряжения

Импульсный стабилизатор включает в себя импульсный преобразователь, содержащий регулирующий прибор, задающий генератор, сглаживающий фильтр на выходе и компаратор.

Существуют различные типы импульсных стабилизаторов напряжения: повышающие, понижающие и инвертирующие стабилизаторы напряжения. [4]

Так как основной задачей данной бакалаврской работе является разработать стенд «Импульсный стабилизатор напряжения» повышающего типа, то далее будет рассматриваться импульсный повышающий стабилизатор напряжения.

1.3.1 Повышающий стабилизатор

Принцип действия повышающего стабилизатора (см. рисунок 8) следующий: транзистор VT1 выполняет функцию ключа и когда прикладывается напряжение между затвором и истоком транзистор открыт. Ток течет по цепи $+U_{ВХ} - L1 - VT1 - -U_{ВХ}$. Ток дросселя увеличивается, значит увеличивается и энергия дросселя. При снятии отпирающего напряжения с

VT1, ключ размыкается. В дросселе возникает ЭДС самоиндукции, которая суммируется с входным напряжением. Данная величина напряжения приложена через диод VD1 к нагрузке. В данном случае ток течет по цепи $+U_{ВХ} - L1 - VD1 - \text{нагрузка} - -U_{ВХ}$. Дроссель отдает энергию в нагрузку. Энергия запасается на конденсаторе C1 и когда транзистор снова откроется, конденсатор будет поддерживать напряжение на нагрузке. Роль диода в схеме заключается еще в том, чтобы не давать конденсатору разрядиться. [5]

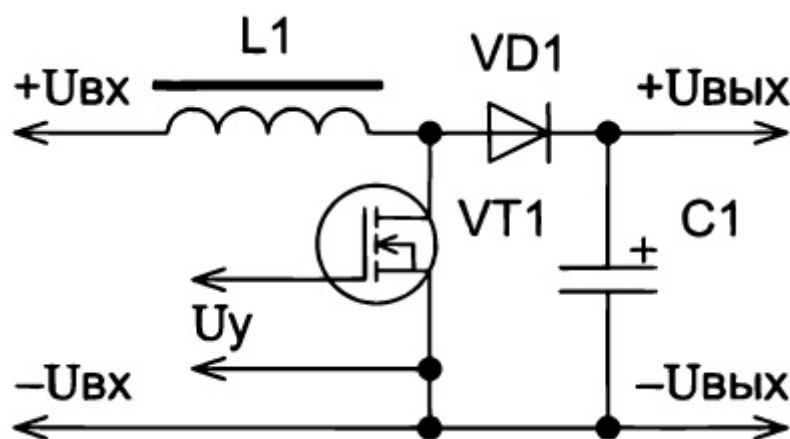


Рисунок 8 – Повышающий стабилизатор

1.3.2 Преобразователь Кука

Принцип действия схемы Кука или повышающе - понижающего преобразователя (см. рисунок 11) следующий: когда ключ S закрыт, ток течет по цепи $+U_{ВХ} - L1 - S - -U_{ВХ}$ ток дросселя возрастает и в дросселе L1 запасается энергия. Вместе с этим конденсатор C1 через L2 передает энергию в конденсатор C2, от этого конденсатора питается R, который в схеме представлен в качестве нагрузки. Когда ключ выключен, открывается диод VD за счет ЭДС самоиндукции L2 с током дросселя L2. Ток L1 подзаряжает C1, так как сам конденсатор C1 отдавал энергию в конденсатор C2.

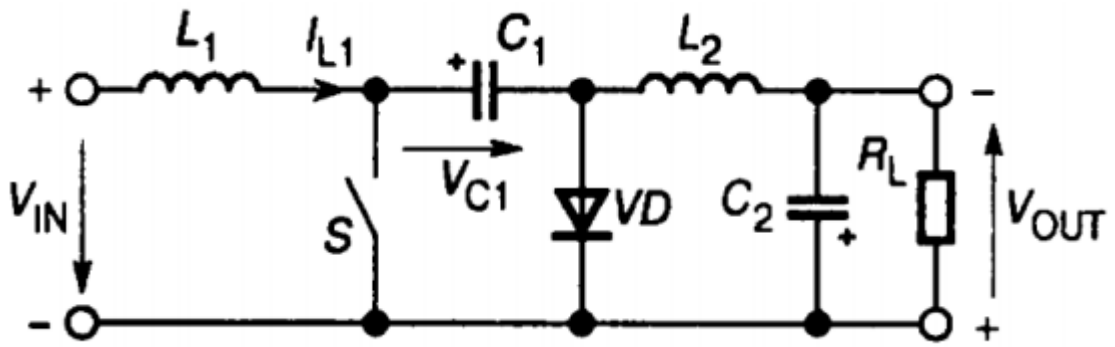


Рисунок 11 – Преобразователь Кука

Плюсами данной схемы считается непрерывный характер входного тока, из-за чего не нужен LC - фильтр, непрерывный ток L2, питающий выходную цепь[6].

1.3.3 Преобразователь типа Seric

Принцип действия преобразователя типа Seric (см. рисунок 12), схож с преобразователем Кука, только в данной схеме заменены диод VD1 и дроссель L2. Еще одна отличительная особенность данной схемы от схемы Кука, что Обмотка L1 и L2 реализована на одном сердечнике из-за чего снижается цена, а также уменьшается место на макетной или печатной плате. Нормальная работа данного преобразователя при $U_{ВХ} > U_{ВЫХ}$ обеспечивается дросселем L2 и C1. И еще следует, чтобы индуктивность дросселя L1 равнялась индуктивности L2 [7].

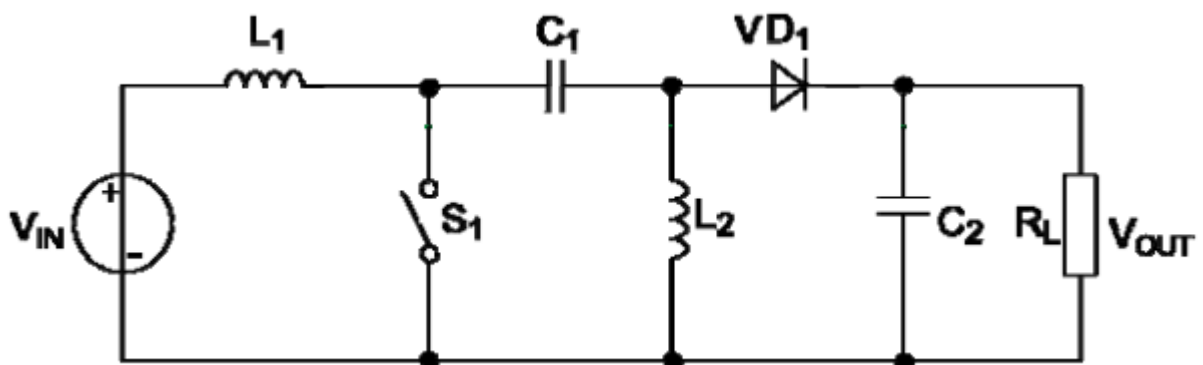


Рисунок 12 – Преобразователь типа Seric

Далее рассмотрим схемы импульсных повышающих стабилизаторов напряжения на различных микросхемах и выберем наиболее подходящий вариант для дальнейшей разработки стенда. Микросхемы с повышающе - понижающим преобразователем рассматриваться не будут, так как понижающий тип стабилизации по исходным данным нам не нужен.

1.3.4 Импульсный повышающий стабилизатор на микросхеме NCP3063

Микросхема NCP3063 – это более новый вариант микросхемы MC34063A монолитных DC-DC преобразователей. В состав микросхемы входит: компаратор, генератор с ограничением тока, управляющий блок и выходной переключатель. Эта серия микросхемы может быть включена в понижающем, повышающем и инвертирующем режиме.

Особенности:

- $U_{ВХ.МАХ} = 40В$;
- Низкий ток в режиме ожидания;
- $I_{ВЫХ.МАХ} = 1,5А$;
- Регулируемое $U_{ВЫХ}$;
- Рабочая температура от 0° до 70°

Блок - схема данной микросхемы показана на рисунке 9.

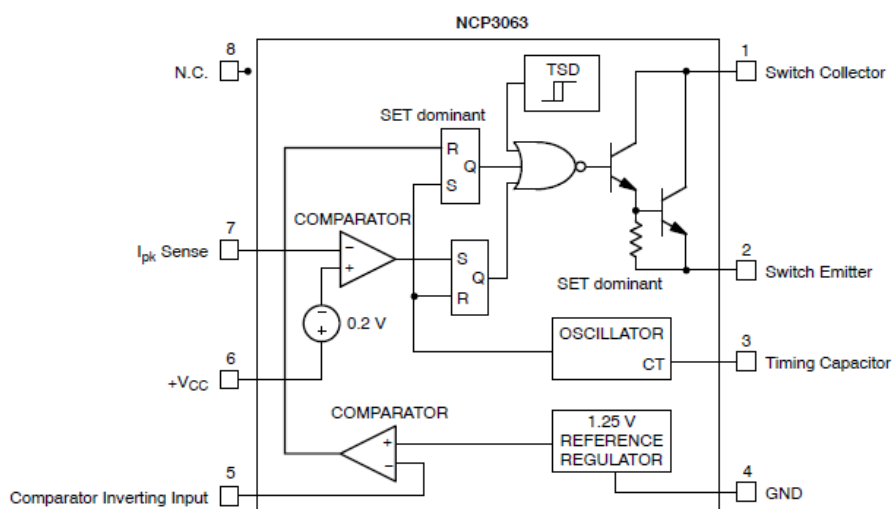


Рисунок 9 – Блок - схема NCP3063

NCP3063 – это монолитный регулятор мощности, оптимизированный для

DC-DC преобразователей. Комбинация его функций дает право разработчику собрать повышающий, понижающий и инвертирующий преобразователи напряжения.

Рассмотрим схему включения NCP3063 в повышающем режиме (см. рисунок 10).

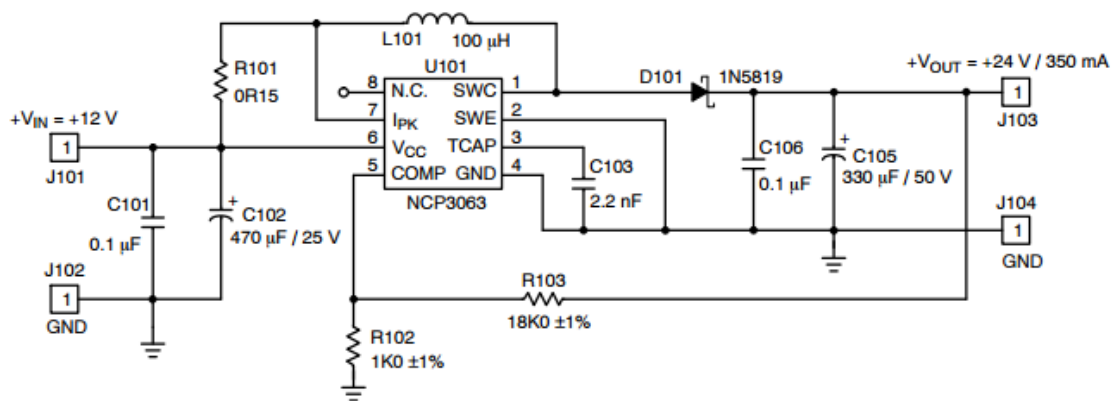


Рисунок 10 – Схема повышающего стабилизатора

Когда ключ микросхемы замкнут, ток течет по цепи источник питания – L101 – ключ – источник питания. Ток дросселя увеличивается, значит увеличивается и энергия дросселя. При размыкании ключа в дросселе L101 возникает ЭДС самоиндукции, которая суммируется с входным напряжением. Данная величина напряжения приложена через диод VD101 к нагрузке. В данном случае ток течет по цепи источник питания – L101 – VD101 – нагрузка – источник питания. Дроссель L101 отдает энергию в нагрузку. Энергия запасается на конденсаторе C105 и когда ключ микросхемы снова откроется, конденсатор будет поддерживать напряжение на нагрузке.

Резисторы R103 и R102 находятся в цепи обратной связи, которая подключена к выводу 5 (COMP). Возвращаясь к блок - схеме NCP306, видно, что вывод 5 микросхемы подключен к компаратору. Данный компаратор сравнивает значения напряжения на выводе 5 с фиксированным значением 1.25В. Если напряжение на выводе 5 меньше, чем 1.25В, то внутренний транзистор микросхемы будет работать в ключевом режиме, если напряжение на выводе 5 будет больше, чем 1.25, транзистор работать не будет. Микросхема NCP3063 в повышающем режиме вполне подходит для разрабатываемого

стенда «Импульсный стабилизатор напряжения» повышающего типа. Уже имеющий лабораторный стенд имеет нужный источник питания и приборы для снятия необходимых характеристик. [8]

1.3.5 Импульсный стабилизатор повышающего типа на микросхеме MAX 1674

На рисунке 11 представлен повышающий стабилизатор на микросхеме MAX 1674

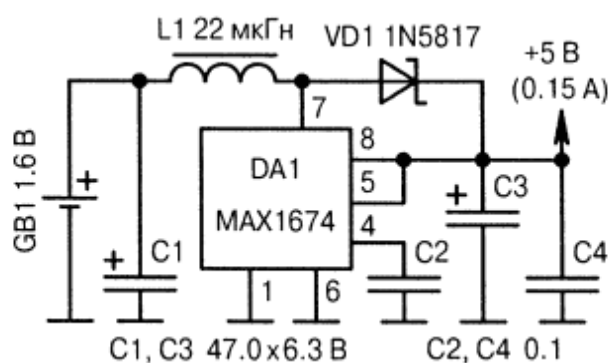


Рисунок 11 – Импульсный повышающий стабилизатор

Внутри микросхемы MAX 1674 встроен транзистор, который работает в ключевом режиме. Когда транзистор открыт, ток дросселя L1 растет, значит энергия дросселя растет. При размыкании ключа в дросселе L1 возникает ЭДС самоиндукции, которая суммируется с входным напряжением источника питания GB1. Данная величина напряжения приложена через диод VD1 к нагрузке. L1 отдает энергию в нагрузку. Энергия запасается на конденсаторе C3. КПД данной схемы равно 94%, ток нагрузки не более 200мА. [9] [10]

Данный стабилизатор напряжения так же, как и стабилизатор на микросхеме NCP3063 вполне подходит для разрабатываемого стенда.

1.3.6 Повышающий стабилизатор напряжения на основе таймера NE555

Повышающий стабилизатор на основе таймера NE555 показан на рисунке 12.

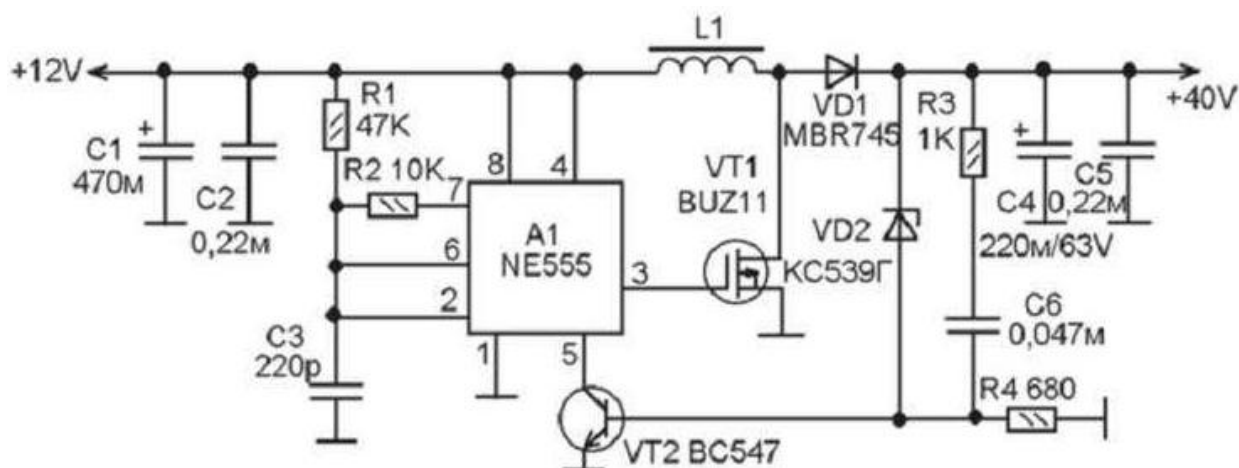


Рисунок 12 – Повышающий стабилизатор напряжение на основе таймера NE555

Выходное напряжение в данной схеме зависит от стабилитрона VD2, а именно, на какое напряжение стабилизации он рассчитан. Питание поступает на таймер NE555. В данном таймере присутствует генератор импульсов. Эти импульсы поступают на транзистор VT1, который выполняет роль ключа.

Транзистор VT2 и стабилитрон VD2 входят в схему стабилизации. Эта схема работает, как компаратор. Опорным значением напряжения на компараторе – это напряжение стабилизации VD2. Если напряжение на конденсаторе C4 будет больше напряжений порога открывания транзистора VT2 и стабилизации VD2, то открывается транзистор VT2. Из-за этого уменьшается скважности импульсов на выходе 3. VD2 поддерживает напряжение на выходе равный 40В. Значение выходного напряжения может быть разным, это зависит оттого, на какое напряжение рассчитан данный стабилитрон. [11]

На рисунке 13 приведена упрощенная схема таймера. [12]

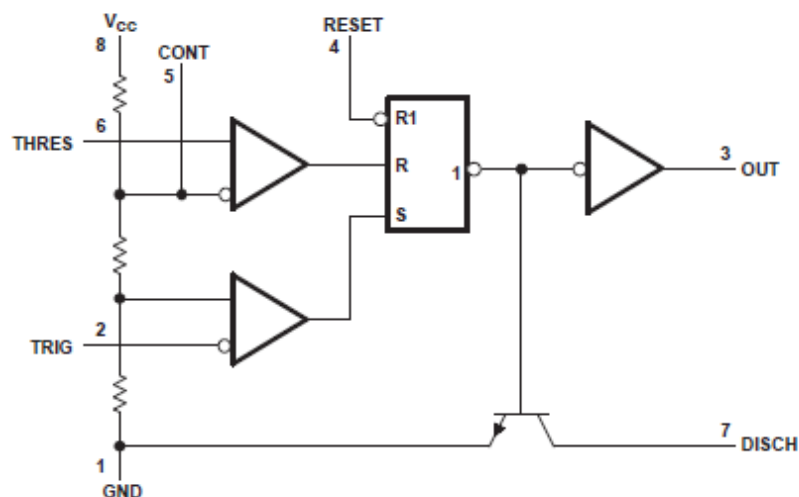


Рисунок 13 – Упрощенная схема NE555

Данная микросхема не является специализирующей для импульсных стабилизаторов, именно поэтому, этот стабилизатор имеет больше элементов. Было решено не брать данный стабилизатор в число тех стабилизаторов, которые будут рассматриваться при разработке стенда

1.3.7 Импульсный повышающий стабилизатор напряжения SCV0036-12V

Повышающий стабилизатор SCV0036-12V показан на рисунке 14.



Рисунок 14 – SCV0036-12V

SCV0036-12V – стабилизатор, имеющий фиксированное $U_{ВЫХ}$. Он имеет высокий КПД. Ему не нужен теплоотвод. Специальный модуль на плате снимает максимальный $I_{ВЫХ}$. Если модуль нагревается до $85\text{ }^{\circ}\text{C}$, то на него ставится радиатор. Стабилизатор имеет ограничение по $I_{ВХ}$, а также тепловую

защиту. [13]

Параметры стабилизатора:

- Входное напряжение $U_{BX} = 5-12\text{В}$
- Выходное напряжение $U_{ВЫХ} = 12\text{В}$
- Ограничение по входному току $I_{BX} \sim 3\text{А}$
- Частота преобразования 400 кГц

Схема модуля данного стабилизатора показана на рисунке 15.

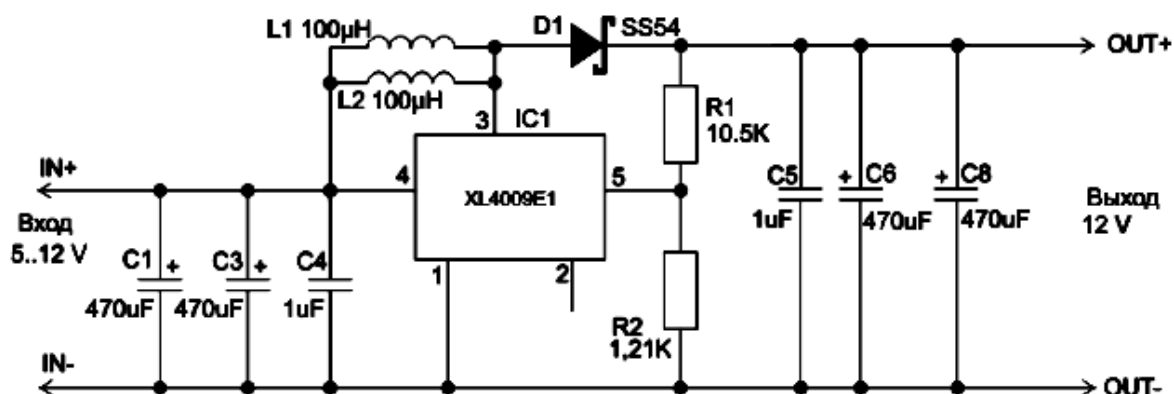


Рисунок 15 – Схема модуля

С помощью резистора R1 регулируется выходное напряжение на выходе микросхемы. Параллельно соединенные конденсаторы C1 и C2, а также C6 и C8 снижают габариты данной схемы. Параллельно соединенные катушки индуктивности L1 и L2 позволяет распределять ток дросселя на 2 катушки. [14]

Так как данный стабилизатор по принципу действия схож с принципом действия повышающего стабилизатора NCP3063, то данная схема также подходит конструирующегося стенда.

1.3.8 Импульсный стабилизатор повышающего типа на основе микросхемы XL6009

Данным стабилизатор показан на рисунке 16.

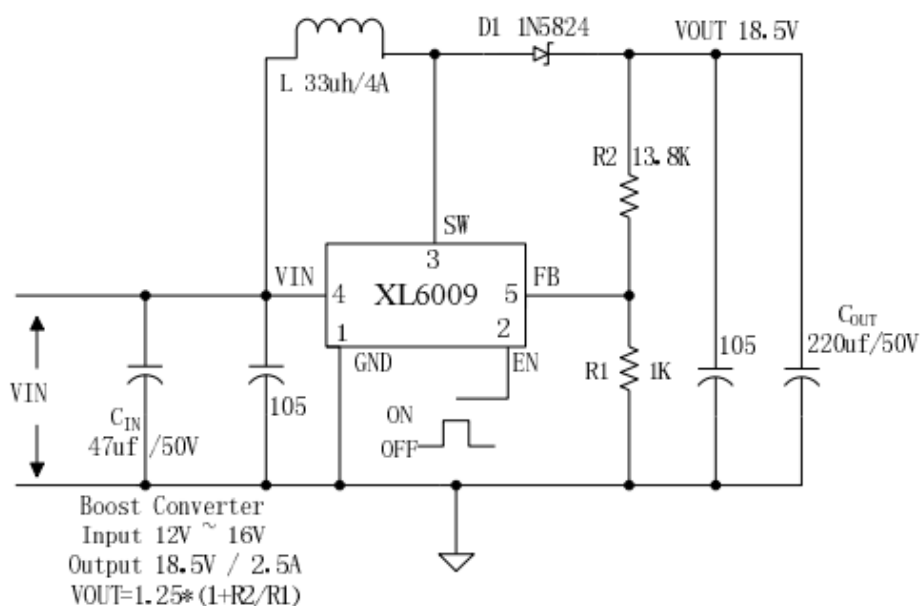


Рисунок 16 – Повышающий стабилизатор

Основные параметры:

- Входное напряжение $U_{BX} = 5...32V$
- Регулируемое выходное напряжение $U_{ВЫХ}$ до 50V
- Ток нагрузки I_H до 3A

Принцип работы аналогичен с работой стабилизатора на NCP 3063 и данная схема по параметрам, набору элементов и принципу действия тоже подходит для стенда. [15]

1.3.9 Импульсный стабилизатор основе микросхемы MT3608

Стабилизатор на основе MT3608 показан на рисунке 17.

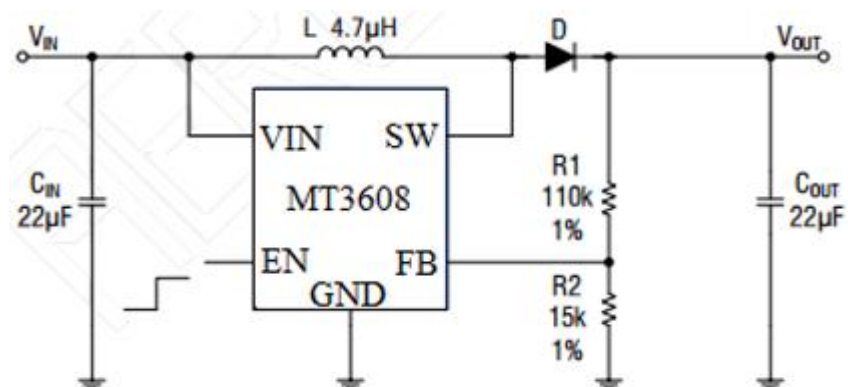


Рисунок 17 – Повышающий стабилизатор на микросхеме MT3608

Данная микросхема имеет двусторонний монтаж, обратная сторона является теплоотводом. С помощью резистора R1, который является подстроечным, можно регулировать выходное напряжение.

Технические характеристики:

- Входное напряжение $U_{ВХ} = 2...24В$
- Регулируемое выходное напряжение $U_{ВЫХ}$ до 28В
- Выходной ток до 2А

Внутри данной микросхемы находится транзистор, который работает в ключевом режиме. [16]

Большинство рассмотренных схем имеют одинаковую структуру с небольшими отличиями в параметрах элементов. Рассмотрение большего количества микросхем не имеет смысла, так как уже из рассмотренных можно выбрать подходящую схему для стенда. Выберем схему NCP3063, работающую в повышающем режиме. Данная схема достаточно понятна по принципу действия, содержит небольшое количество элементов. Для питания данной схемы можно использовать маломощный источник, который есть уже на имеющемся стенде. Еще данную микросхему можно купить практически в любом магазине радиоэлектроники.

1.4 Задачи бакалаврской работы

- 1) Разработать конструкцию стенда.
- 2) Выбрать и рассчитать схему импульсного стабилизатора.
- 3) Разработать метод нахождения параметров стабилизатора.
- 4) Усовершенствовать выбранную схему для простоты и удобства измерения величин.
- 5) Написать методические указания для проведения лабораторной работы.

2. Основная часть.

2.1 Расчет схемы стабилизатора

Схема электрическая принципиальная модернизированного импульсного стабилизатора напряжения повышающего типа показана на рисунке 18.

Рассчитали значения элементов для данной схемы. Величины элементов L1, R3, C8, C2, C1, R4, VD Шоттки берутся такие же, как показаны в п.1.2 рисунок 10.

Если брать переменный резистор R5, равный значению 20кОм, то при включении его в схему, будет свободный ход ручки резистора, т. е. при минимальном выходном напряжении ручка R5 будет крутиться дальше. Чтобы этого избежать, измеряем сопротивление резистора R5 в тот момент, когда только начинается свободный ход. Получилось сопротивление 19кОм. Ставим последовательно резистору R5 подстроечный резистор R6 и настраиваем его на 19 кОм, а резистор R5 заменяем переменным резистором 1 кОм.

Так как для питания данного лабораторного стенда используются маломощные источники питания, ток, протекающий в данном стенде, невелик. Минимальная рассеиваемая мощность на резисторах 0,25Вт. Этого вполне достаточно при данном источнике питания.

При подаче питания к схеме начальный ток может возрасти, именно поэтому был выбран диод 1N4007 (см. рисунок 19) номинальный ток которого равен 1А. [17]



Рисунок 19 – Диод 1N4007

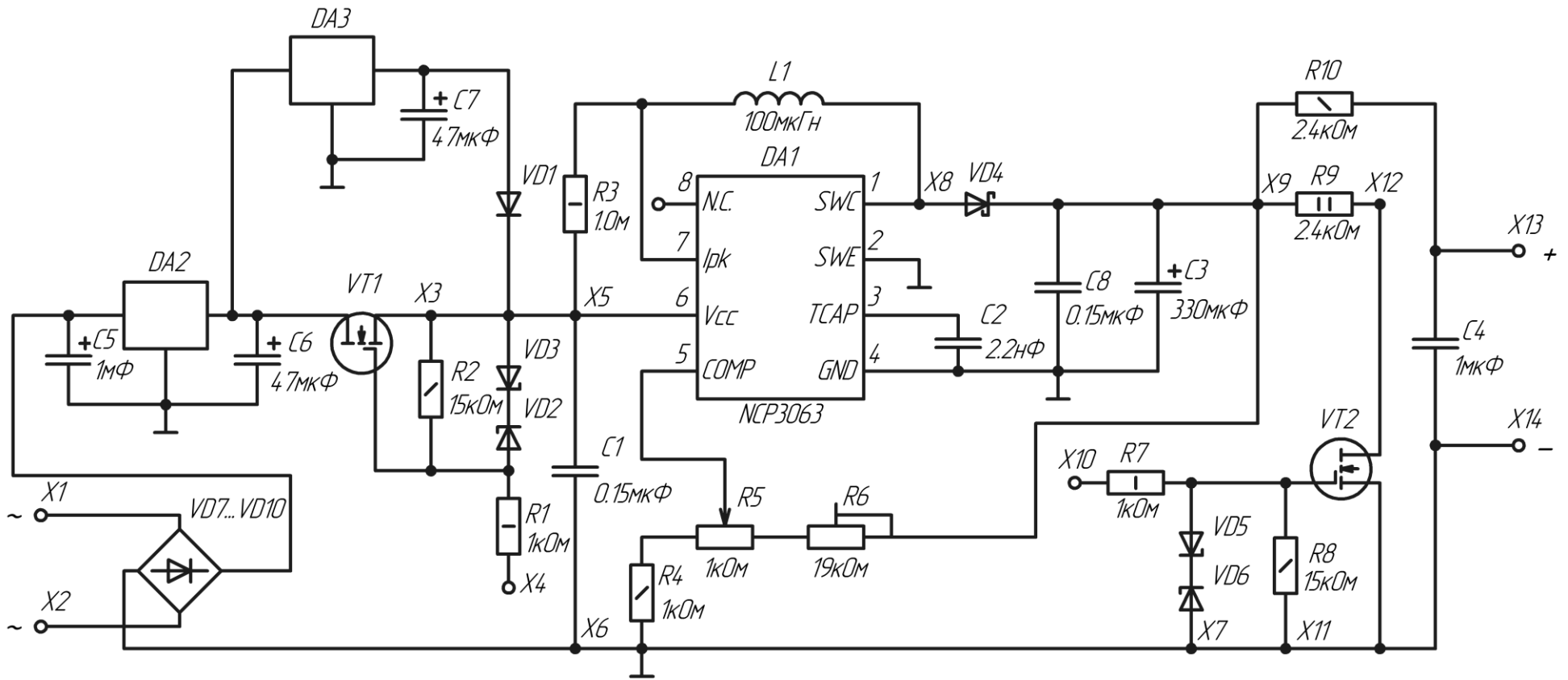


Рисунок 18 – Модернизированная схема импульсного повышающего стабилизатора напряжения

Резистор R10 нужно подобрать так, чтобы постоянная времени τ равнялась 2мс, чтобы конденсатор успел зарядиться:

$$R10 = \frac{\tau}{C} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-6}} = 2000 \text{ Ом} \quad (1)$$

Выбираем резистор R10 на 2.4 кОм.

Транзисторы VT1 и VT2 имеют большой ток, а также имеют маленькое напряжение на затворе. Выбор пал на транзисторы КП723А. [18]

(см. рисунок 20).



Рисунок 20 – Транзистор КП723А

Стабилитроны VD2, VD3 и VD5, VD6 рассчитаны на минимальное напряжение открытия транзисторов. Был выбран стабилизатор VZX55C15-15В-0,5Вт (см рисунок 21). [19]

Ёмкость конденсатора C4 равна 1мкФ, данная величина подобрана так, чтобы не срезать импульсы $U_{ВЫХ}$.



Рисунок 21 – Стабилизатор VZX55C

Также были выбраны стабилизаторы DA2 и DA3 напряжения на 12 и 8 вольт соответственно. Между этими двумя напряжениями будет изменяться входное напряжение микросхемы, при работе транзистора VT1 в ключевом

режиме. Источником питания, подключаемым к стенду, является переменное напряжение 30В. Экспериментальным путем было выяснено, что это данное напряжение является оптимальным, так как при переменном напряжении 15В, напряжение просаживается на нагрузке источника и получается, что входное напряжение на входе стабилизатора DA2 становится меньше 12В. При 30В данного эффекта не наблюдается. [20]

2.2 Модернизация схемы

Схема импульсного стабилизатора напряжения повышающего типа показана на рисунке 18. Модернизация данной схемы заключается в том, что на вход и на выход схемы были установлены два транзистора VT1 и VT2. С помощью этих транзисторов повышается удобство снятия показателей качества. Для расчета k_{CT} , транзистор VT1 работает в ключевом режиме, изменяя входное напряжение. Для расчета $R_{ВЫХ}$, работает в ключевом режиме транзистор VT2, изменяя значения нагрузки.

Принцип действия схемы следующий:

К диодному мосту, построенный на четырёх выпрямительных диодах VD7-VD10, подается питание 30В. Данный диодный мост выпрямляет поданное на него переменное напряжение в постоянное. Электролитический конденсатор C5, подключенный параллельно диодному мосту, сглаживает импульсы напряжения. Конденсатор C5 заряжается короткими импульсами тока большой амплитуды. Далее стоит стабилизатор напряжения DA2, на выходе которого будет 12В. Стабилизатор напряжения DA3 на выходе выдает 8В.

Электролитические конденсаторы C6 и C7 сглаживают импульсы напряжения на выходе стабилизаторов. Транзисторы VT1 и VT2 работают в ключевом режиме. С помощью этих транзисторов, на входе образуются прямоугольные импульсы, а на выходе с помощью осциллографа снимаются диаграммы, по которым можно снять показатели качества данного

стабилизатора. Когда работает транзистор VT1 в ключевом режиме, на вход микросхемы DA1 поочередно подаются напряжения 12В и 8В со стабилизаторов напряжения DA2 и DA3 соответственно. Когда транзистор VT1 открыт, то диод VD1 закрыт и входное напряжение равно падению напряжения на конденсаторе C6, $U_{BX}=U_{C6}$. При закрытом ключе VT1 и открытом диоде VD1 входное напряжение равно разности напряжений на конденсаторе C7 и на диоде VD1, $U_{BX}=U_{C7}-U_{VD1}$. Конденсатор C1 ставится на входе микросхемы для сглаживания высокочастотных импульсных помех. Если напряжение $U_{ЗИ}$ на транзисторах VT1 и VT2 окажется выше максимального значения, то произойдет пробой затвора. Чтобы этого избежать, ставятся защитные цепочки, состоящие из двух стабилитронов VD2-VD3 и VD5-VD6, а также резисторов R1 и R7. Когда к транзисторам VT1 и VT2 напряжение не прикладывается, они находятся в закрытом состоянии, резисторы R2 и R8 поддерживают их в закрытом состоянии, замыкая затворы транзисторов. Резистор R3 защищает микросхему от больших токов и не даёт ей выйти из строя. Конденсатор C2 задаёт частоту генерации выходных импульсов. Резисторами R4, R5 и R6 регулируется выходной ток $I_{ВЫХ}$ и амплитуда выходного напряжения $U_{ВЫХ}$, если изменять величину сопротивления переменного резистора R5. Катушка индуктивности L1 сглаживает пульсации тока нагрузки I_H .

Конденсаторы C8 и C3 выполняют роль сглаживающих фильтров для подавления высокочастотных и низкочастотных импульсных помех. Ток нагрузки определяет резистор R9. В том случае, когда транзистор VT2 открыт, ток нагрузки равен отношению $U_{ВЫХ}$ к сопротивлению резистора R9. Когда ключ VT2 закрыт, нагрузка отсутствует. В данном случае, можно снять показатели качества, для расчета $R_{ВЫХ}$. На выходе схемы ставятся резистор R10 и конденсатор C4, которые образуют RC фильтр. Он нужен для уменьшения помех пульсаций приращения $U_{ВЫХ}$.

2.3 Конструкция лабораторного стенда

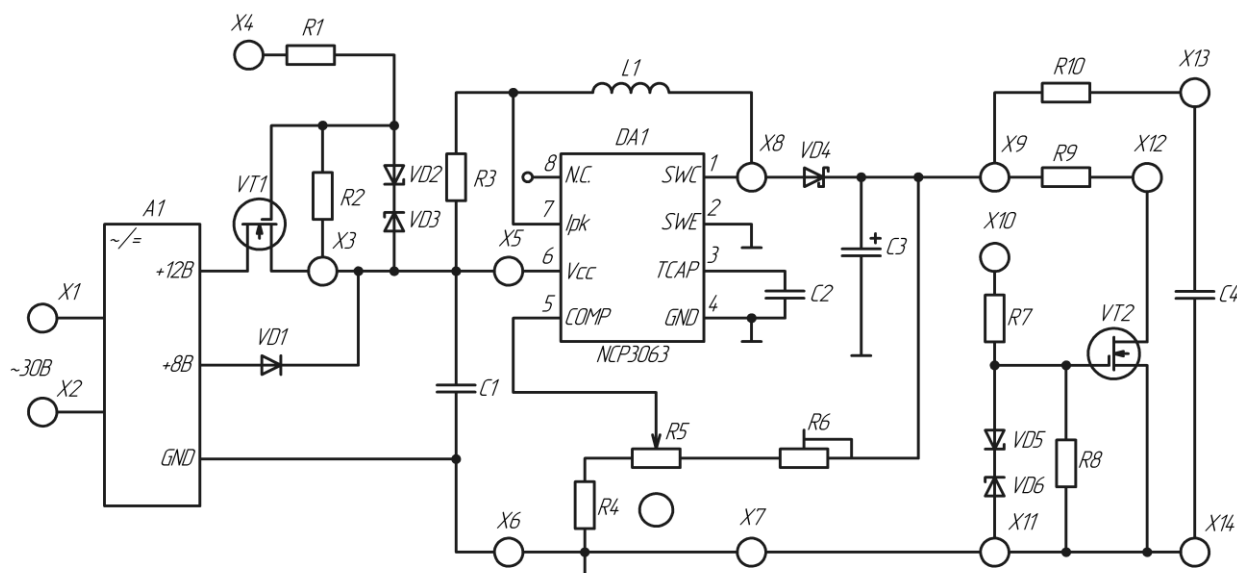
Лабораторный стенд состоит из корпуса, макета электрической схемы, макетной платы с припаянными элементами, гнезд и проводов, соединяющих гнезда с макетной платой.

Корпус BOXG769 (см. рисунок 22) относится к виду корпусов для настольных приборов. Данный корпус состоит из высокопрочного ABS-пластика UL 94-НВ. Цвет корпуса светло-серый. Цвет боковой панели темно-серый. Матовая поверхность. В комплект корпуса входят резиновые ножки и винты для крепления верхней и нижней частей корпуса. Размеры составляют, по длине 200мм, по ширине 280мм и по высоте 40мм. Внутри корпуса имеются специальные стойки для размещения плат [21].



Рисунок 22 – Корпус BOXG769

Макет исследуемой схемы (см. рисунок 23) прикреплен к передней части корпуса.



Лабораторный стенд "Импульсный повышающий стабилизатор напряжения"

"Разработал: Хлебной П.В. (гр. Элб-1301)"

Рисунок 23 – Макет электрической схемы

В данном макете электрической схемы диодный мост VD7-VD10, конденсаторы C5, C6, C7, стабилизаторы DA2, DA3 заменены блоком A1.

Макет схемы выполнен на листе размерами по длине 152мм, по ширине 265мм. Макет был заламинирован плёнкой формата А4 жёсткостью 250 микрон и с помощью канцелярского ножа данный формат был уменьшен до размеров по длине 162мм, по ширине 275мм.

Чтобы проводить опыты были просверлены 15 отверстий. 14 отверстий для гнезд диаметром 6мм и одно отверстие для переменного резистора R5 диаметром 7мм.

Печатный узел (см. рисунок 24) прикреплен винтами внутри корпуса.

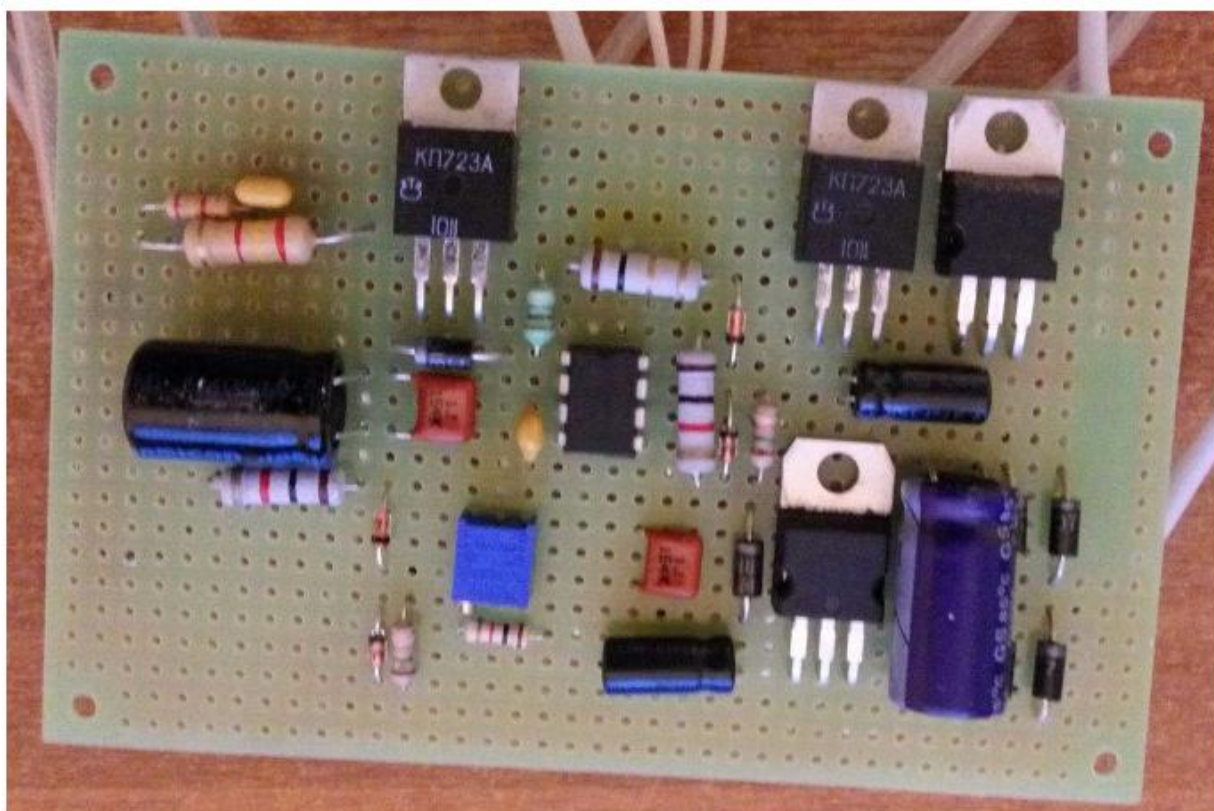


Рисунок 24 – Печатный узел схемы

Печатный узел сделан в виде односторонней макетной платы без металлизации отверстий (см. рисунок 25). Размеры данной макетной платы по длине 65мм по ширине 100мм.

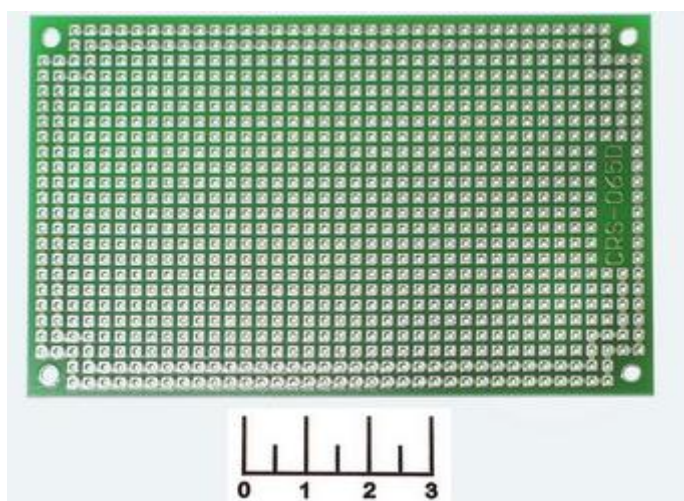


Рисунок 25 – Макетная плата CRS-065D

На печатной плате собрана схема повышающего стабилизатора напряжения. Выводы элементов схемы впаяны в не металлизированные

отверстия платы и соединены между собой гибкими изолированными проводами (см. рисунок 26).

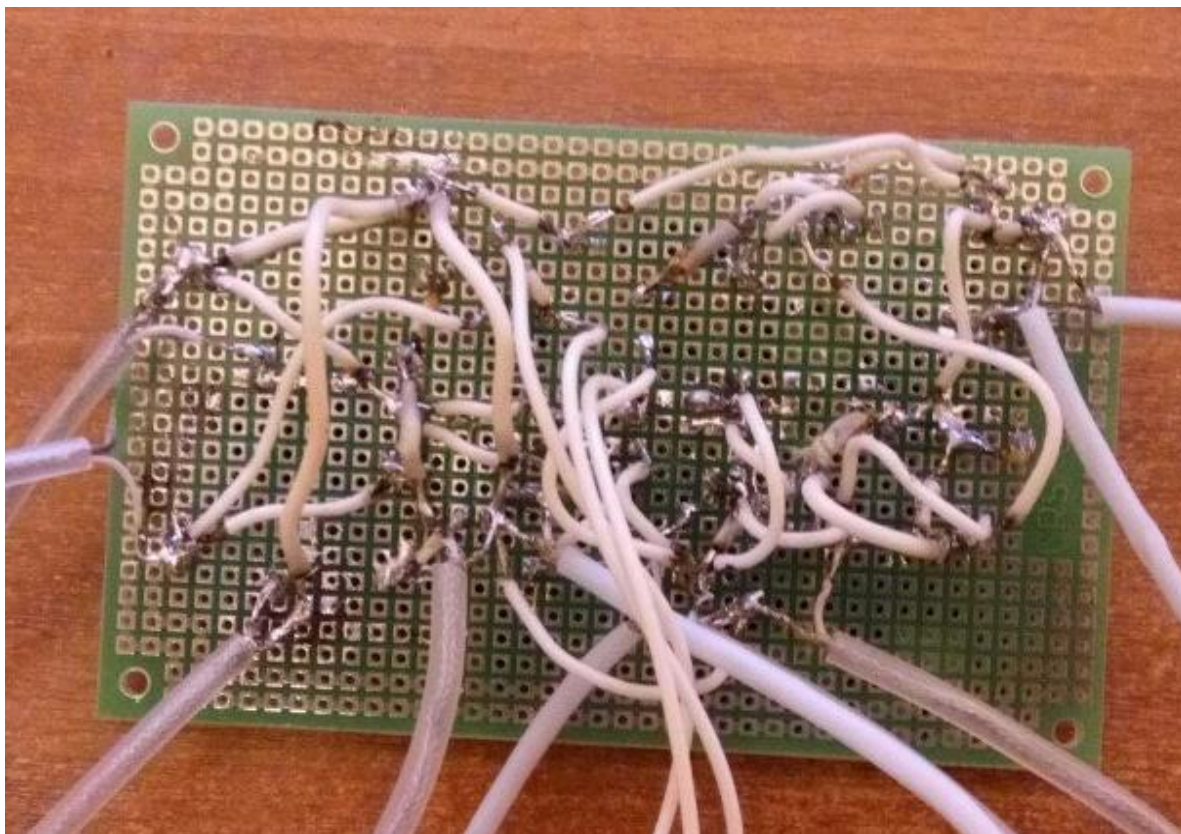


Рисунок 26 – Соединение выводов элементов схемы

Гнезда (см. рисунок 27) и переменный резистор R5 крепятся в отверстия на корпусе.



Рисунок 27 – Гнездо лабораторного стенда

Для уменьшения помех к выводам были использованы экранирующие провода. Каждый экранирующий провод был помещен в силиконовую трубку для предотвращения короткого замыкания.

Для более качественной пайки использовался канифоль (см. рисунок 28).



Рисунок 28 – Канифоль "А" в банке 20г

Также использовался припой ПОС-61 1мм 250г (см. рисунок 29)



Рисунок 29 – Припой ПОС-61 1мм 250г

В качестве паяльного устройства использовался паяльник ЭПЦН- 30Вт (см. рисунок 30).



Рисунок 30 – Паяльник ЭПЦН-30Вт

2.4 Методика измерения параметров

Чтобы сделать данную лабораторную работу, помимо стенда, необходим источник переменного напряжения, генератор, мультиметр, электронный осциллограф с двумя каналами и компьютер с программой PC-Lab 2000.

Перед началом выполнения лабораторной работы, все приборы должны быть выключены. На месте проведения лабораторной работы не должно быть посторонних предметов, а именно: электронных и магнитных приборов, еды, напитков.

Порядок измерения параметров:

1) Включить персональный компьютер и запустить PC-Lab 2000. Включить генератор, в окне Function Generator, задать частоту импульсов 50Гц для транзистора VT1 или 25Гц для транзистора VT2 и установить импульсы прямоугольной формы, амплитуды напряжения должна быть достаточной для работы полевых транзисторов VT1 и VT2. Подать питание 30В к точкам X1, X2. Для работы транзистора VT1 подключить генератор красным проводом к

точке X4, а черным к точке X3, соединить точки X12 и X11, чтобы подключить нагрузку и снять осциллограммы напряжений в точках X5, X7, X13, X14 (см. рисунок 31). Для работы транзистора VT2 подключить генератор красным проводом к точке X10, а черным к точке X11, точки X12 и X11 соединять не нужно, снять осциллограммы в точках X12, X7, X13, X14 (см. рисунок 32), напряжение на выходе микросхемы в точках X8, X7 (см. рисунок 33). Данные осциллограммы снять при трех положения переменного резистора R5: когда выходное напряжение $U_{ВЫХ}$ будет 14В, 19В, 24В соответственно. Данные выходные напряжения измеряются с помощью мультиметра в точках X13 и X14.

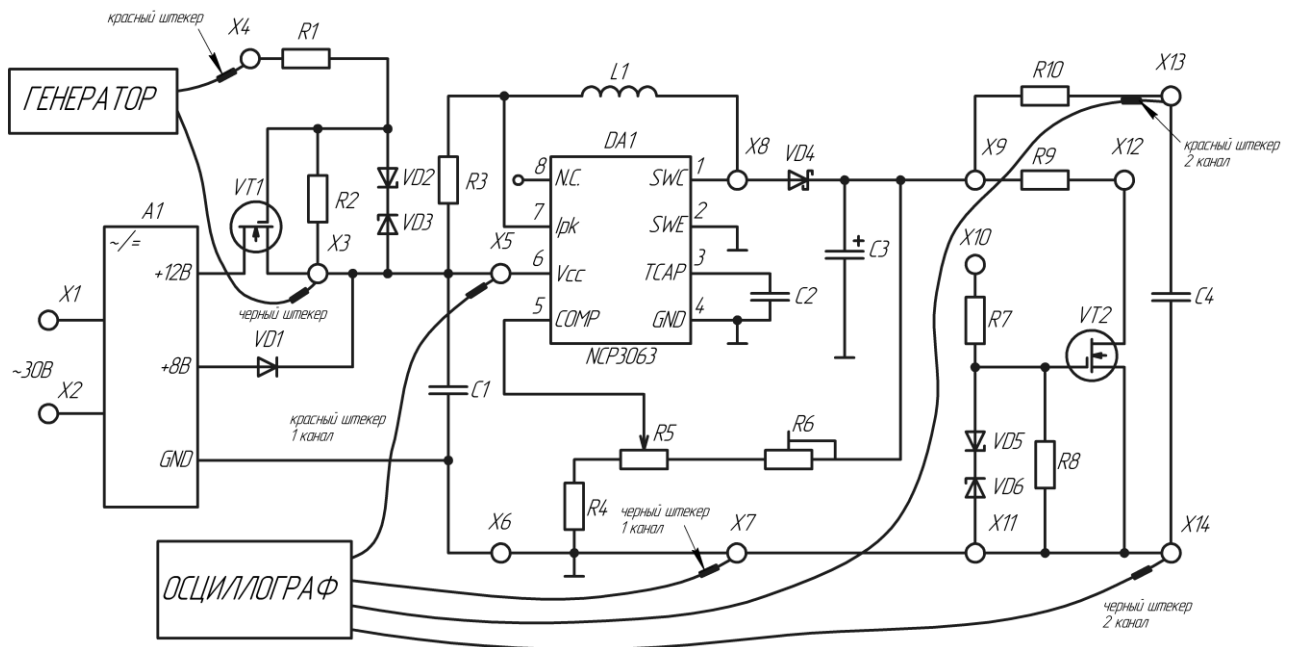


Рисунок 31 – Измерение показателей качества осциллографом при работе транзистора VT1

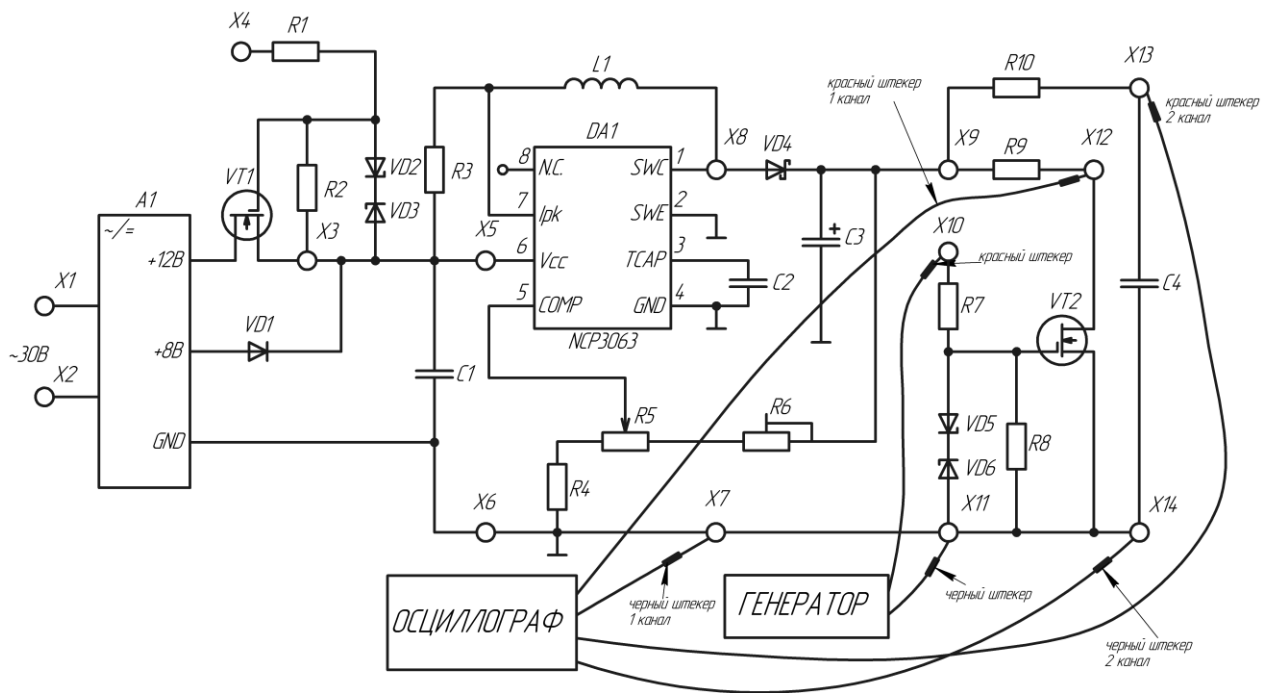


Рисунок 32 – Измерение показателей качества осциллографом при работе транзистора VT2

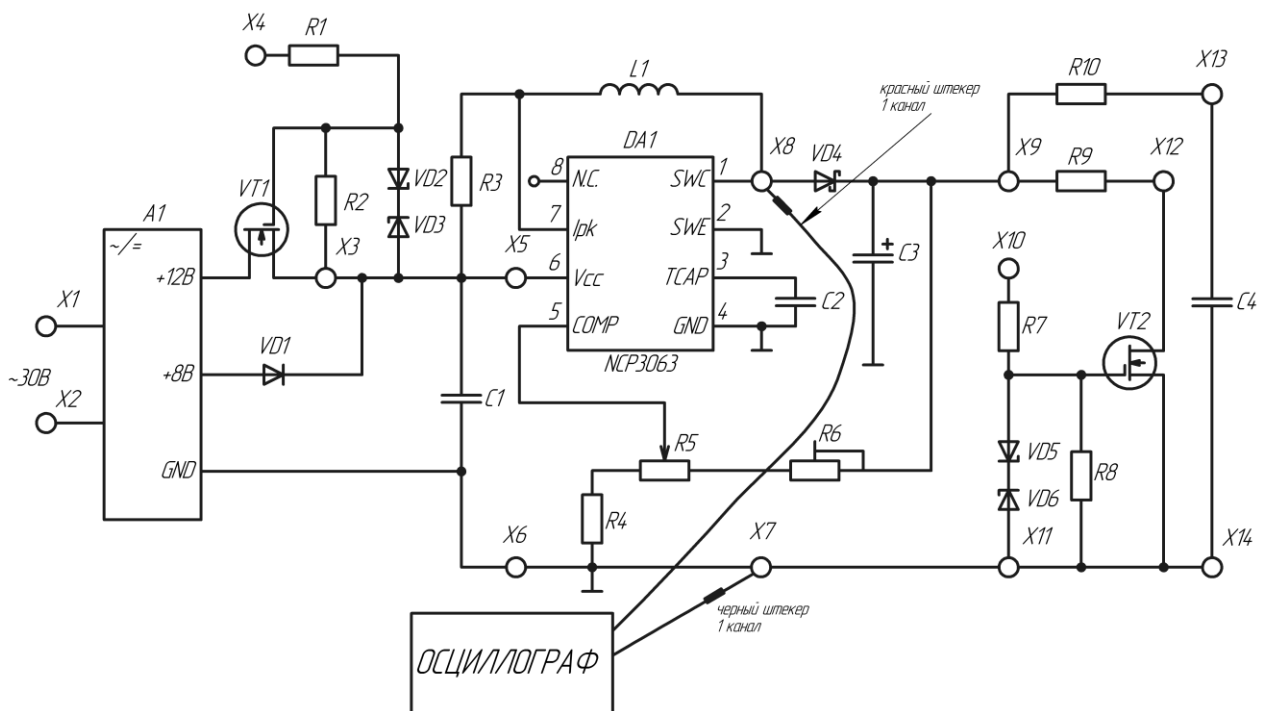


Рисунок 33 – Измерение величин напряжений на выходе микросхемы NCP3063

2) По полученным осциллограммам вычислить значения коэффициента стабилизации k_{CT} и выходного сопротивления $R_{ВЫХ}$.

Данные величины находятся по формулам (2), (3), (4).

$$k_{CT} = \left| \frac{\Delta U_{ВХ}}{\Delta U_{ВЫХ}} \cdot \frac{U_{ВЫХ.СР}}{U_{ВХ.СР}} \right|, \quad (2)$$

где $\Delta U_{ВХ}$ - изменение входного напряжения;

$\Delta U_{ВЫХ}$ - изменение выходного напряжения из-за изменения входного;

$U_{ВХ.СР}$ и $U_{ВЫХ.СР}$ - среднее входное и выходное напряжение.

$$R_{ВЫХ} = \left| \frac{-\Delta U_{ВЫХ}}{\Delta I_{ВЫХ}} \right|, \quad (3)$$

где $\Delta U_{ВЫХ}$ - изменение выходного напряжения из-за изменения входного;

$\Delta I_{ВЫХ}$ - изменение выходного тока.

При расчете коэффициента стабилизации и выходного сопротивления стабилизатора итоговое значение берется по модулю, так как снятые пульсации носят инверсный характер.

Изменение выходного тока стабилизатора $\Delta I_{ВЫХ}$ рассчитывается по формуле:

$$\Delta I_{ВЫХ} = \frac{U_{ВЫХ}}{R_H}, \quad (4)$$

где $U_{ВЫХ}$ - выходное напряжение стабилизатора;

R_H - сопротивление нагрузки (на схеме R_H обозначен как R9). [22]

3) Значения $\Delta U_{ВХ}$, $\Delta U_{ВЫХ}$, $U_{ВХ НОМ}$, $U_{ВЫХ НОМ}$, $U_{ВХ МАХ}$, $U_{ВХ МИН}$ находятся по осциллограммам следующим образом (см. рисунок 34-36). Данные осциллограммы приведены для идеальной работы стабилизатора напряжения.

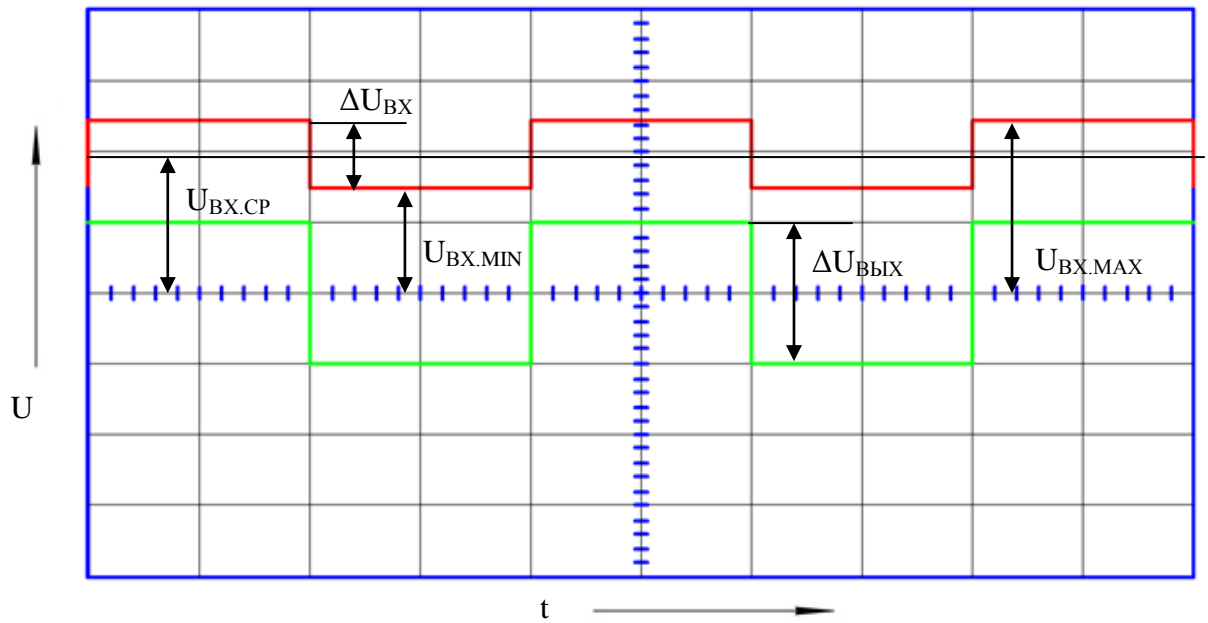


Рисунок 34 – Осциллограмма входного напряжения стабилизатора и пульсаций на выходе

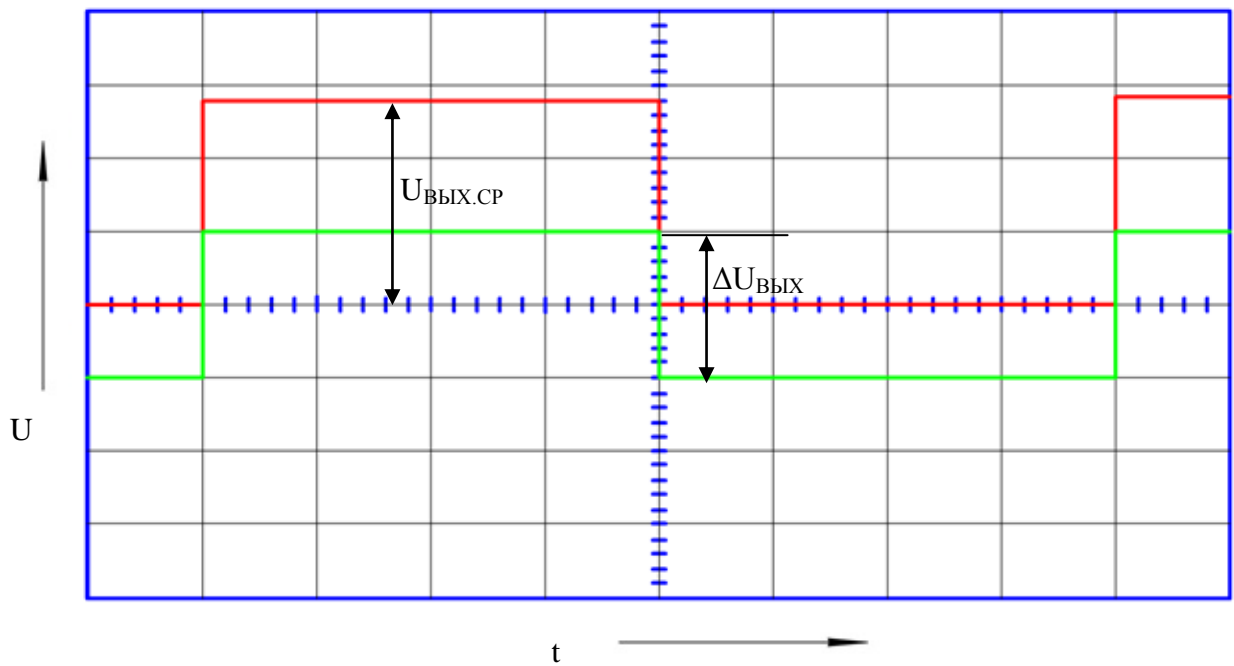


Рисунок 35 – Осциллограмма выходного напряжения стабилизатора и пульсаций на выходе

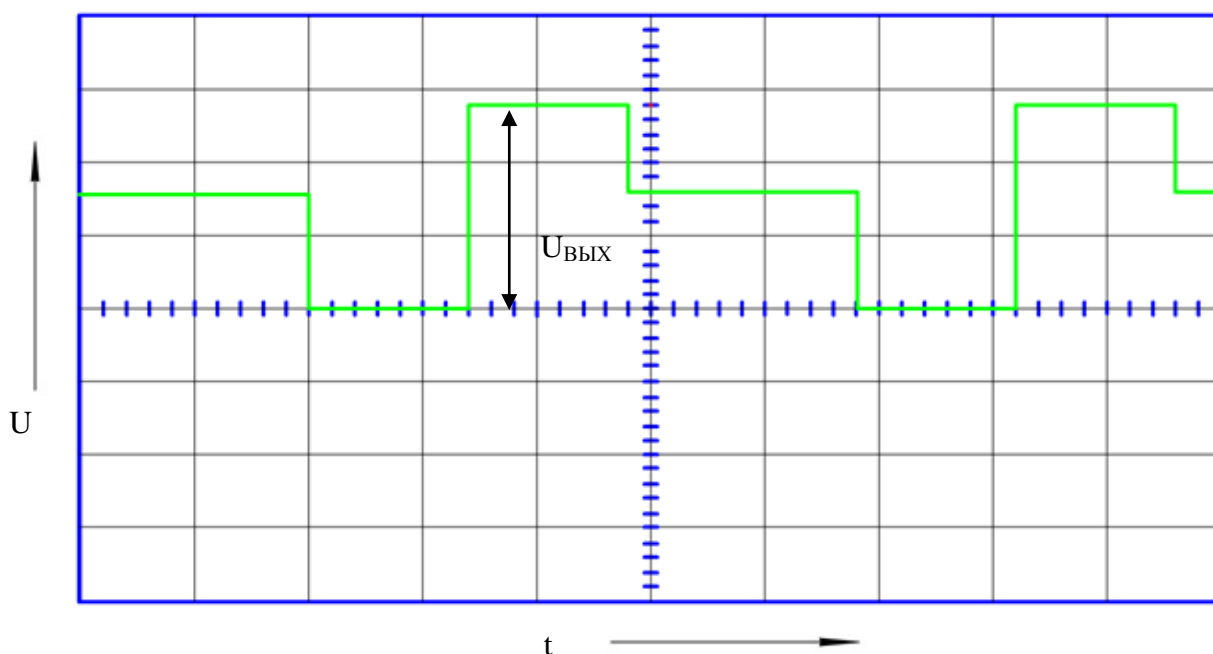


Рисунок 36 – Осциллограмма напряжений на выходе микросхемы NCP3063

2.5 Экспериментальные исследования

Сняли осциллограммы при трех положениях переменного резистора R5, при которых выходное напряжение равнялось 14В, 19В, 24В. По данным осциллограммам нашли значения, при которых можно рассчитать коэффициенты стабилизации $k_{СТ}$ (см. рисунок 37-39), выходные сопротивления $R_{ВЫХ}$ (см. рисунок 40-42), и еще такие осциллограммы, по которым можно описать работу импульсного повышающего стабилизатора напряжения (см. рисунок 43-45) по методикам из предыдущего пункта. Были сняты значения $\Delta U_{ВХ}$, $\Delta U_{ВЫХ}$, $U_{ВХ\text{ ном}}$, $U_{ВЫХ\text{ ном}}$, $U_{ВХ\text{ макс}}$, $U_{ВХ\text{ мин}}$ для трех состояний резистора R5. [23].

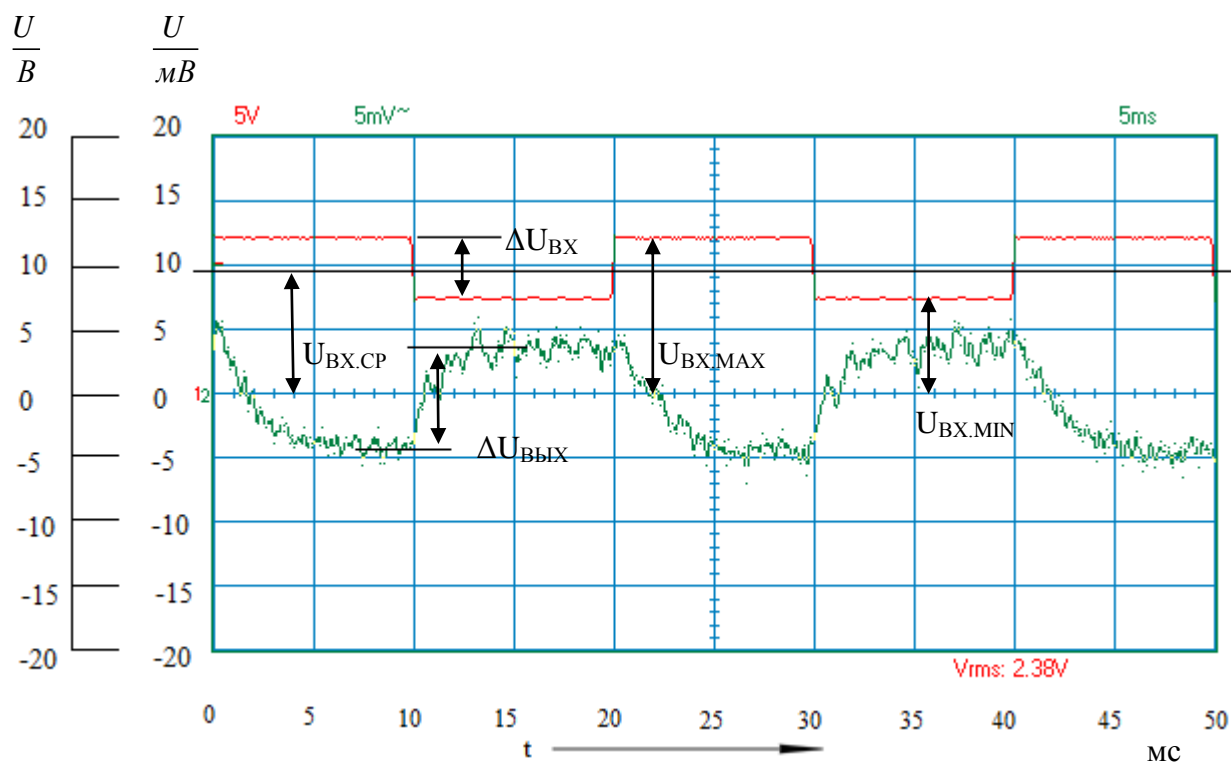


Рисунок 37 – Осциллограмма входного напряжения стабилизатора и пульсаций при выходном напряжении 14В

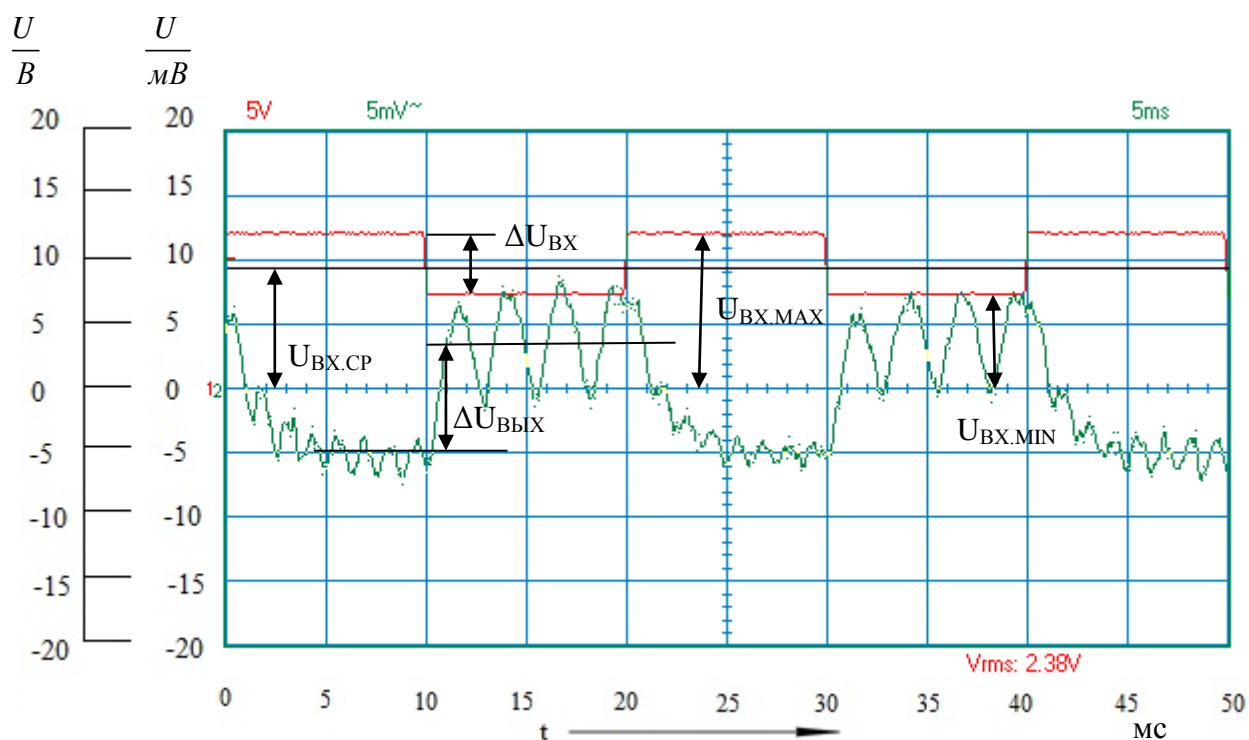


Рисунок 38 – Осциллограмма входного напряжения стабилизатора и пульсаций при выходном напряжении 19В

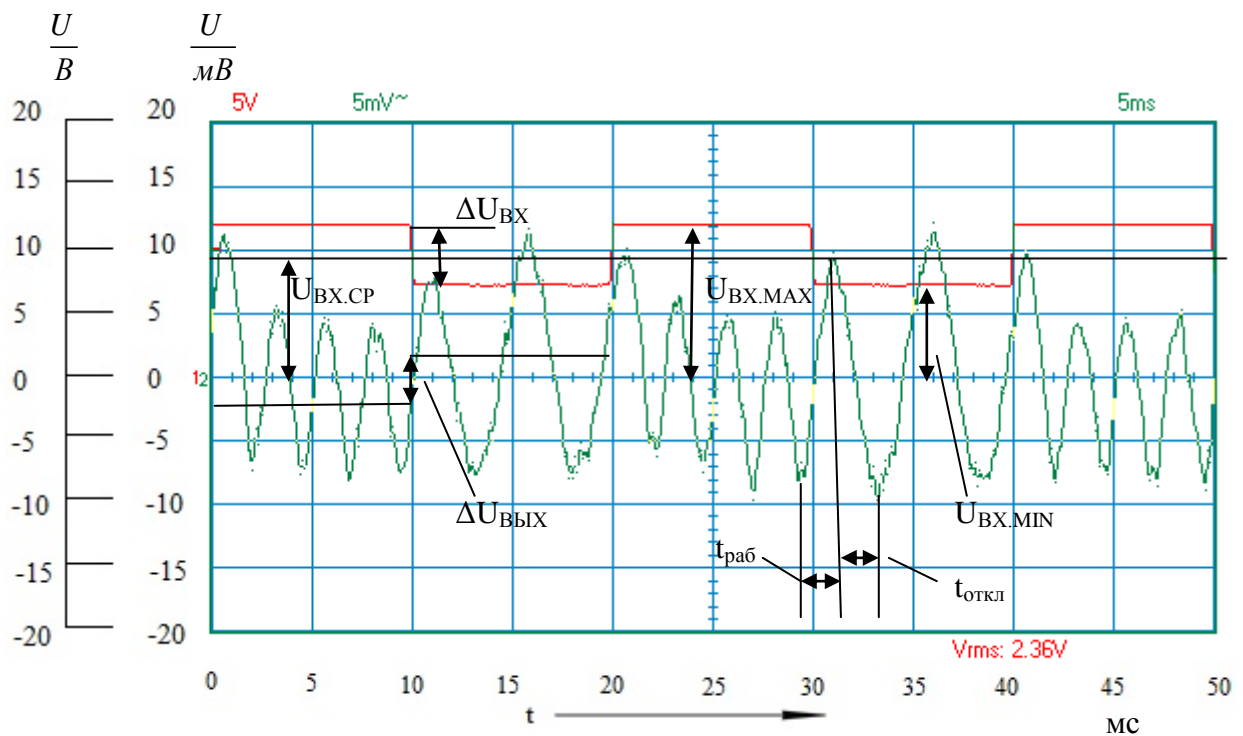


Рисунок 39 – Осциллограмма входного напряжения стабилизатора и пульсаций при выходном напряжении 24В

Рассчитали коэффициент стабилизации $k_{СТ}$ для трех выходных напряжений стабилизатора исходя из формулы (2) пункта 2.4.

$$k_{cm.(U_{ВЫХ}=14)} = \left| \frac{-4.78}{0,00777} \cdot \frac{14}{9.61} \right| = 896.21;$$

$$k_{cm.(U_{ВЫХ}=19)} = \left| \frac{-4.78}{0,00833} \cdot \frac{19}{9.61} \right| = 1134.52;$$

$$k_{cm.(U_{ВЫХ}=24)} = \left| \frac{-4.78}{0,003889} \cdot \frac{24}{9.61} \right| = 3069.57.$$

Результаты измерений и расчетов занесли в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты измерений и расчетов

Выходное напряжение	14В	19В	24В
$ \Delta U_{ВЫХ} , В$	4.78	4.78	4.78
$ \Delta U_{ВЫХ} , В$	0.00777	0.00833	0.003889
$U_{ВЫХ.МАХ}, В$	12	12	12
$U_{ВЫХ.МІН}, В$	7.22	7.22	7.22
$U_{ВЫХ.СР}$	9.61	9.61	9.61
$U_{ВЫХ.СР}$	14	19	24

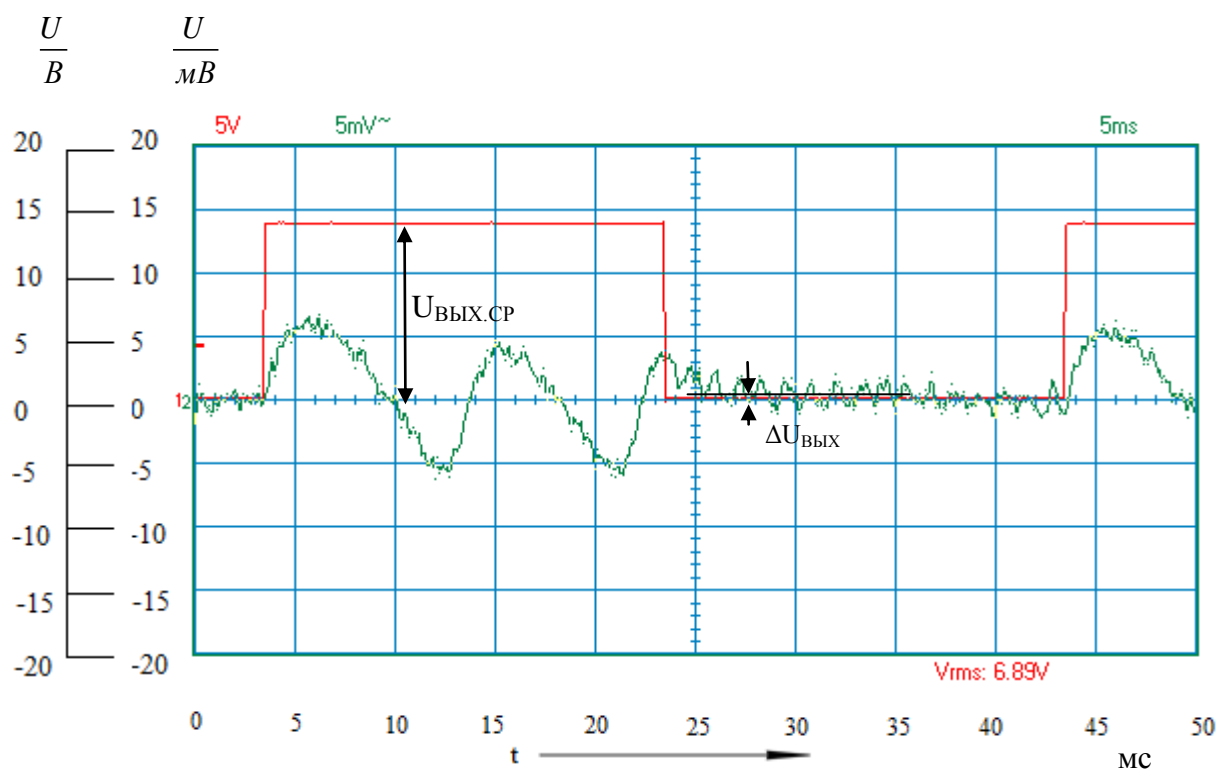


Рисунок 40 – Осциллограмма выходного напряжения стабилизатора и пульсаций при выходном напряжении 14В

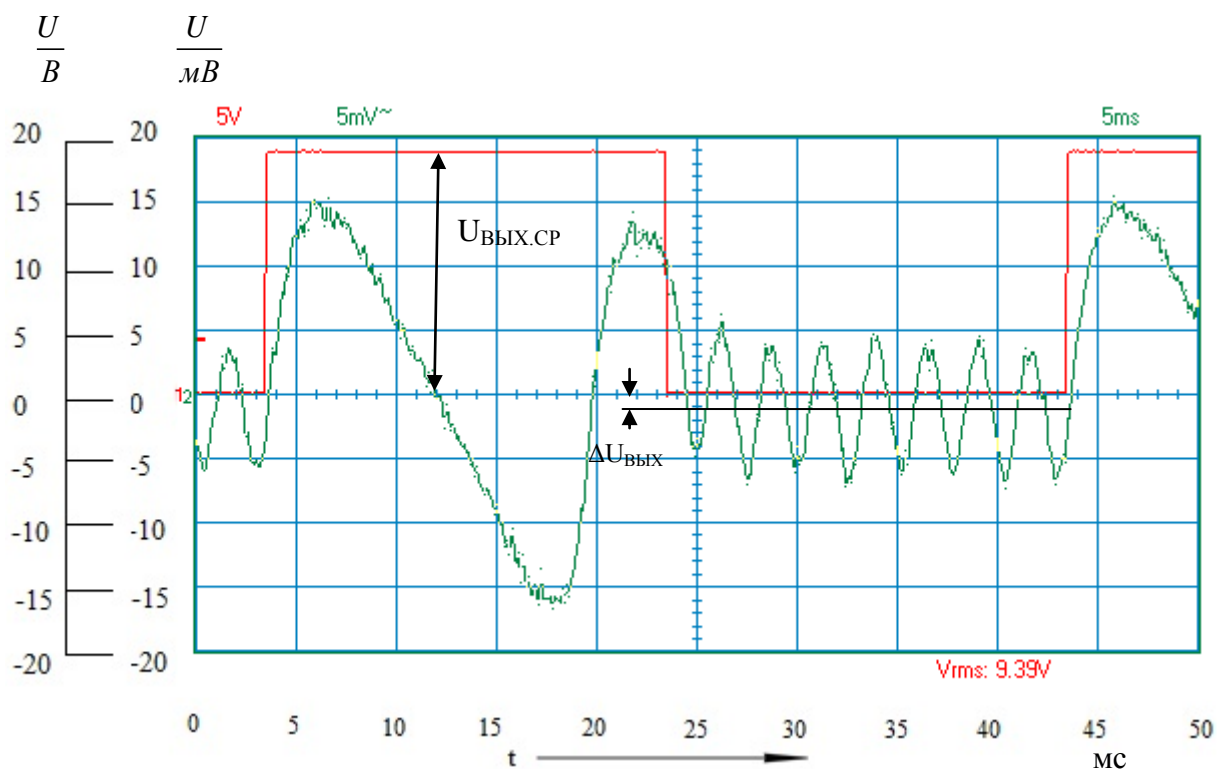


Рисунок 41 – Осциллограмма выходного напряжения стабилизатора и пульсаций при выходном напряжении 19В

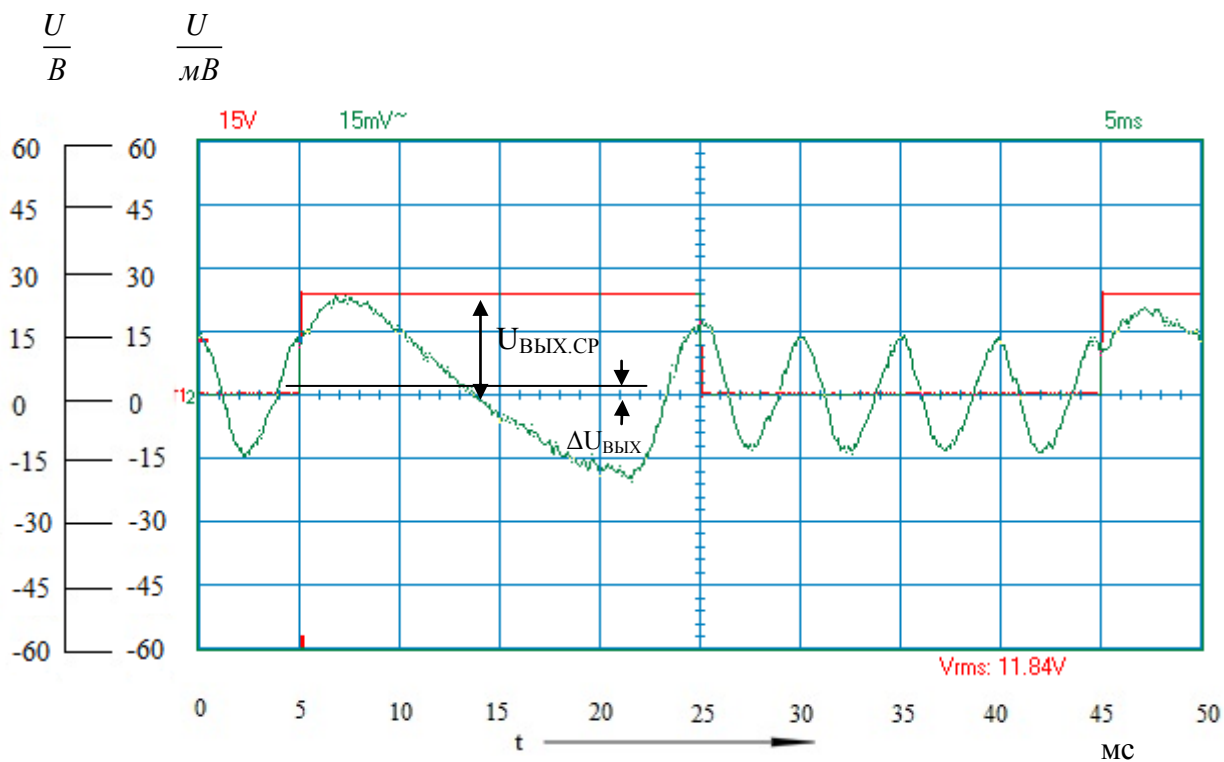


Рисунок 42 – Осциллограмма выходного напряжения стабилизатора и пульсаций при выходном напряжении 24В

Поскольку $R_H = R_9 = 2,4\text{кОм}$ по формулам (3) и (4) из пункта 2.4 рассчитали $\Delta I_{\text{ВЫХ}}$ и $R_{\text{ВЫХ}}$ для трёх состояний резистора R5.

$$\Delta I_{\text{ВЫХ}}(U_{\text{ВЫХ}} = 14) = \frac{14}{2400} = 5.83\text{мА}; \quad R_{\text{ВЫХ}}(U_{\text{ВЫХ}} = 14) = \left| \frac{-0,000555}{0.00583} \right| = 0.095\text{Ом};$$

$$\Delta I_{\text{ВЫХ}}(U_{\text{ВЫХ}} = 19) = \frac{19}{2400} = 7.91\text{мА}; \quad R_{\text{ВЫХ}}(U_{\text{ВЫХ}} = 19) = \left| \frac{-0,001111}{0.00791} \right| = 0.14\text{Ом};$$

$$\Delta I_{\text{ВЫХ}}(U_{\text{ВЫХ}} = 24) = \frac{24}{2400} = 10\text{мА}; \quad R_{\text{ВЫХ}}(U_{\text{ВЫХ}} = 24) = \left| \frac{-0,01111}{0.01} \right| = 1.111\text{Ом}.$$

Результаты измерений и расчетов занесли в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты измерений и расчетов

Выходное напряжение	14В	19В	24В
$ \Delta U_{\text{ВЫХ}} , \text{мВ}$	0.555	1.111	11.11
$U_{\text{ВЫХ.СР}}, \text{В}$	14	19	24
$ \Delta I_{\text{ВЫХ}} , \text{мА}$	5.83	7.91	10
$R_{\text{ВЫХ}}, \text{Ом}$	0.095	0.14	1.111

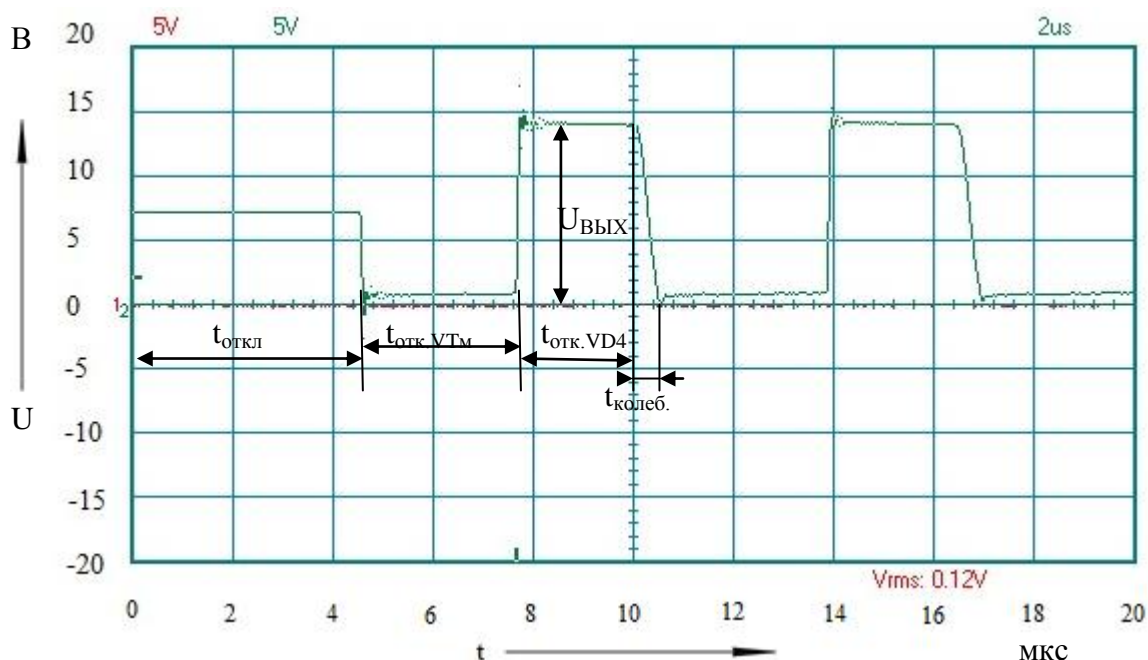


Рисунок 43 – Осциллограмма напряжения на выходе микросхемы при выходном напряжении стабилизатора 14В

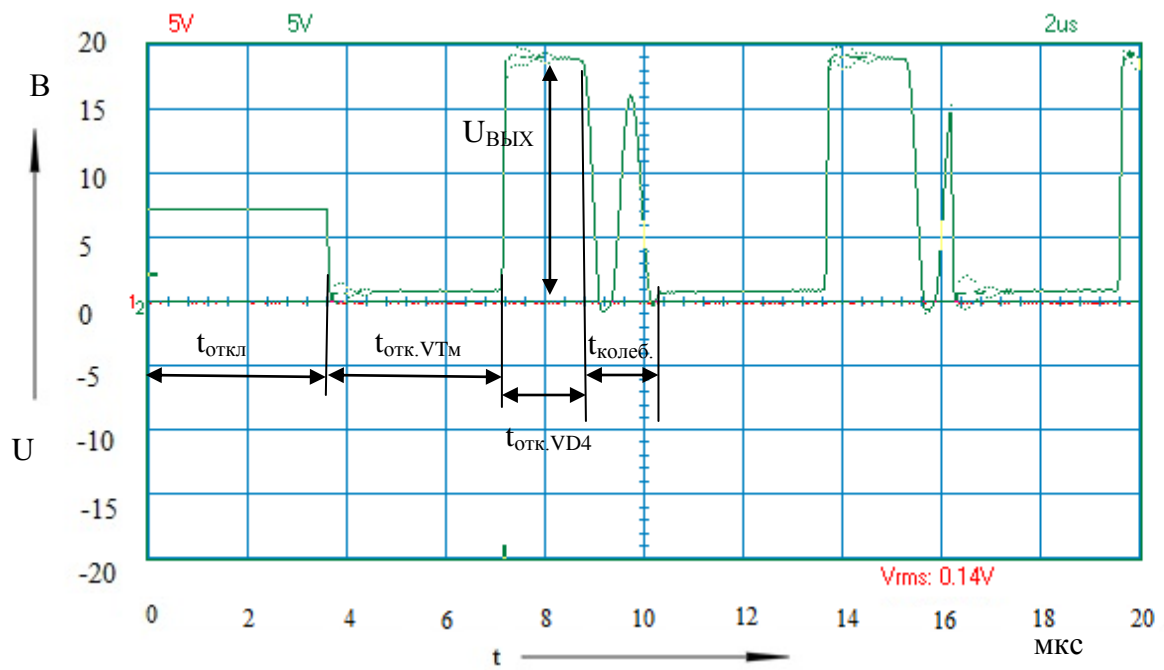


Рисунок 44 – Осциллограмма напряжения на выходе микросхемы при выходном напряжении стабилизатора 19В

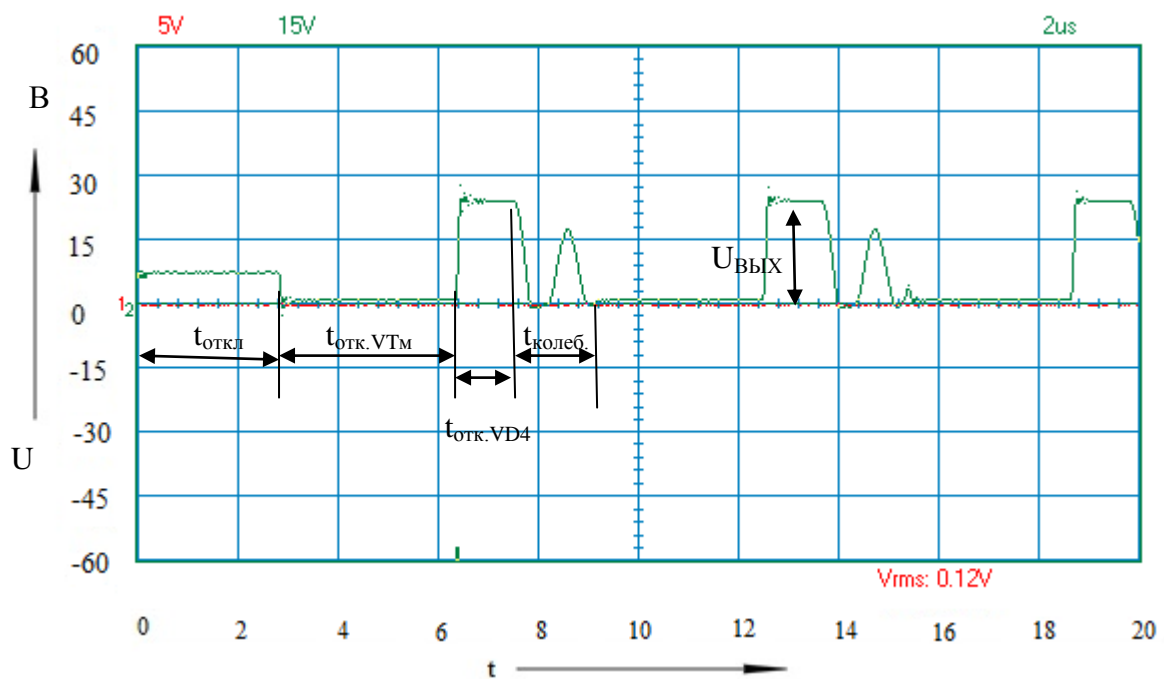


Рисунок 45 – Осциллограмма напряжения на выходе микросхемы при выходном напряжении стабилизатора 24В

Исходя из полученных диаграмм (см. рисунки 37-39), можно сделать вывод, что пульсации имеют инверсный характер по отношению к изменению входного напряжения. Данный фактор относится к особенностям импульсных стабилизаторов напряжения, но даже, несмотря на это можно определить показатели качества стабилизатора и по этим данным рассчитать коэффициент стабилизации. С увеличением выходного напряжения, заметно, что микросхема работает более нестабильно. Это видно по пилообразному характеру пульсаций. Особенно заметно это по рисунку 39. В момент времени $t_{\text{раб}}$, транзистор микросхемы NCP3063 работает в ключевом режиме с максимальным заполнением. В данный промежуток времени на вывод 5 (COMP) прикладывалось напряжение меньше заданного 1.25В. В момент времени $t_{\text{откл}}$ в работе появился пропуск, транзистор не включается, так как к выводу 5 (COMP) приложено напряжение обратной связи больше, чем 1.25В. Это будет продолжаться до тех пор, пока напряжение не станет меньше 1.25В.

По рисункам 40-42 видно, что пульсации так же, как и в первом опыте носят инверсный характер. Пилообразный характер пульсаций с увеличением выходного напряжения появляется по той же самой причине, что и на рисунках 37-39. По рисункам 43-45 можно понять, как работает данный стабилизатор. В момент $t_{\text{отк.VTm}}$ открыт транзистор в микросхеме, ток дросселя увеличивается. В момент времени $t_{\text{отк.VD}}$ закрывается транзистор и открывается диод. Заряжается конденсатор С3. Видно, что с увеличением выходного напряжения уменьшается время открытого состояния диода, из-за того, что ток на дросселе спадает быстрее. Когда напряжение на конденсаторе будет выше входного, то диод закрывается. Промежуток $t_{\text{колеб}}$ показывает, что в схеме присутствует колебательный процесс за счет паразитических емкостей транзистора микросхемы и диода. На данном промежутке и транзистор, и диод закрыты. Также на данных осциллограммах присутствует момент времени $t_{\text{откл}}$, когда в работе транзистора появляются пропуски. Это, когда напряжение обратной связи больше номинального значения 1.25В. На данном промежутке напряжение на выходе микросхемы равняется величине входного напряжения

7.22В со стабилизатора DA3. Значение 7.22В получилось за счет падения напряжения на диоде VD1, в идеале должно быть 8В.

2.6 Экономическое обоснование работы

В ходе выполнения бакалаврской работы был собран один лабораторный стенд «Импульсный стабилизатор напряжения» повышающего типа. Цены элементов и материалов, а также их количество написаны в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Стоимость радиоэлементов

Наименование	Стоимость за единицу, руб.	Кол.	Общ. стоимость, руб
Микросхема NCP3063	95	1	95
Стабилизатор напряжения L7812CV	13	1	13
Стабилизатор напряжения L7808CV	12	1	12
Резистор 1Вт 5%	3,80	3	11,40
Резистор 0,25Вт	1,90	4	7,60
Резистор 16К1-В1К-L20КС	19	1	19
Резистор 3266P-1-203LF	76	1	76
Диод 1N4007 # 346	1,90	5	9,50
Стабилитрон BZX55C15	5	4	20
Диод Шоттки 1N5819 #102	2,85	1	2,85
Дроссель LGA0307 100мкГн #D10	9,50	1	9,50
Конденсатор ЕСАР 1000мкФ 25В	14,25	1	14,25
Конденсатор К73-17b 0,15мкФ 63В	1,90	2	3,80
Конденсатор К10-17 2200пФ-50В	2,85	1	2,85
Конденсатор ЕСАР 330мкФ 50В	5,70	1	5,70
Конденсатор ЕСАР 1мкФ 50В 20%	1,90	1	1,90
Транзистор КП723А #F18	52,25	2	104,50
Общая стоимость, руб.			408,85

Таблица 4 – Стоимость материалов и специальных инструментов

Наименование	Стоимость за единицу, руб.	Кол.	Общ. стоимость, руб
Макетная плата CRS-065D 1-стор.	165	1	165
Корпус BOX-G 769	769	1	769
Припой ПОС 61 1 мм 10г с/к	40	1	40
ЭПЦН- 30Вт Паяльник	260	1	260
Канифоль "А" в банке 20Г	70	1	70
Общая стоимость, руб.			1304

Общая стоимость составила: $408,85 + 1304 = 1712,85$ руб.

Элементы покупались в магазине «Электронные компоненты» [24].

Заключение

В ходе данной работы был разработан и сконструирован лабораторный стенд «Импульсный стабилизатор напряжения». Данный стабилизатор напряжения относится к повышающему типу. Данный стенд позволяет снимать осциллограммы, по которым рассчитываются коэффициент стабилизации $k_{СТ}$ и выходное сопротивление $R_{ВЫХ}$. Также по осциллограмме, которая снимается с выхода микросхемы, можно понять, как работает ключевой транзистор микросхемы и диод Шоттки. Работа за данным стендом поднимет уровень знаний студентов.

Схема стабилизатора была усовершенствована так, чтобы за счет изменяющегося входного напряжения, понять, как изменяются амплитуда пульсаций на выходе. Для облегчения измерения коэффициента стабилизации ставится транзистор на входе схемы, а для измерения выходного сопротивления - на выходе схемы. Оба транзистора работают в качестве ключей.

Для того, чтобы сделать лабораторную работу на данном стенде, было написано методическое пособие, где пошагово написано, как выполнить данную работу.

Также была подсчитана стоимость элементов, из которых был собран стенд.

Список использованных источников

1. Импульсные источники питания, теория и простые схемы [Электронный ресурс] URL: <http://radiostorage.net/?area=news/3806> (дата обращения 01.03.2017)
2. Методические рекомендации по проведению лабораторный работ по курсу «Источники питания» /В. И. Чепелев, А.А. Шевцов - Тольятти: ТГУ, 2014. - 19с.
3. Описание и указания по эксплуатации лабораторного компьютерного стенда. Учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] URL: <http://www.studfiles.ru/preview/4200734/> (дата обращения 01.03.2017)
4. Импульсный стабилизатор напряжения. Принцип работы. [Электронный ресурс] URL: <http://ostabilizatore.ru/impulsnyj-stabilizator-naprjazhenija.html> (дата обращения 01.03.2017)
5. Импульсные стабилизаторы напряжения [Электронный ресурс] URL: <http://meandr.org/archives/25095> (дата обращения 01.03.2017)
6. Основы силовой электроники. [Электронный ресурс] URL: http://www.in itkms.ru/umk/etf/d/Osnovu_silovoy_elektroniki_c2_Zinivev_1.pdf (дата обращения 01.03.2017).
7. Стабилизаторы напряжения. Вступление. [Электронный ресурс] URL: https://www.terraelectronica.ru/files/news/Notes_RECOM_1.pdf (дата обращения 01.03.2017)
8. NCP3063, NCP3063B, NCV3063 1.5 A, Step-Up/ Down/ Inverting Switching Regulators [Электронный ресурс] URL: <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/NCP3063-D.PDF> (дата обращения 01.03.2017).
9. MAX1674/MAX1675/MAX1676 [Электронный ресурс] URL: <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX1674-MAX1676.pdf> (дата обращения 01.03.2017).
10. Импульсные преобразователи [Электронный ресурс] URL: <http://3faz.ru/?p=2268> (дата обращения 01.03.2017).
11. Преобразователь напряжения [Электронный ресурс] URL: <http://ra3tox>.

- qrz.ru/s21/pit_pr_12-40V.htm (дата обращения 01.03.2017).
12. NE555 [Электронный ресурс] URL: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/na555.pdf> (дата обращения 01.03.2017).
 13. SCV0036-12V - Импульсный повышающий стабилизатор напряжения [Электронный ресурс] URL: <http://lib.chipdip.ru/164/DOC001164817.pdf> (дата обращения 01.03.2017).
 14. Катушка индуктивности [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Катушка_индуктивности (дата обращения 01.03.2017).
 15. XRP7665 [Электронный ресурс] URL: <http://www.alliedelec.com/m/d/df6e5147d0dd30e0607d5a77ebbb972e.pdf> (дата обращения 01.03.2017).
 16. MT3608 [Электронный ресурс] URL: <https://www.olimex.com/Products/Breadboarding/BB-PWR-3608/resources/MT3608.pdf> (дата обращения 01.03.2017).
 17. 1N4001 thru 1N4007 [Электронный ресурс] URL: <https://www.vishay.com/docs/88503/1n4001.pdf> (дата обращения 01.03.2017).
 18. КП723 мощный вертикальный и канальный МОП транзистор [Электронный ресурс] URL: <http://www.transistor.by/i/pdf/kp723.pdf> (дата обращения 01.03.2017)
 19. BZX55 Series [Электронный ресурс] URL: <http://www.vishay.com/docs/85604/bzx55-se.pdf> (дата обращения 01.03.2017)
 20. Внутреннее сопротивление источника питания [Электронный ресурс] URL: <http://www.texnic.ru/konstr/pitalo/pit46.htm> (дата обращения 01.03.2017)
 21. Чип и Дип [Электронный ресурс] URL: <http://www.gainta.com/g769.html> (дата обращения 01.03.2017)
 22. Параметры стабилизаторов [Электронный ресурс] URL: <http://digteh.ru/ВР/Stabilizat/> (дата обращения 01.03.2017)
 23. Савилов, Г. В. Электротехника и электроника: курс лекций / Г. В. Савилов. – М. :Дашков и К, 2008. – 323 с. – ISBN 978-5-91131-689-1

24. Импульс [Электронный ресурс] URL: <http://www.impulsi.ru/> (дата обращения 01.03.2017)