

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра радиотехники и электродинамики

**Импульсный мостовой DC-AC преобразователь на базе
микроконтроллера STM32**

Выпускная квалификационная работа бакалавра

студента 4 курса 4032 группы

направления 03.03.03 Физика и техника электронных средств
института физики

Семенова Владислава Андреевича

Научный руководитель

Ассистент

_____ Д. А. Колосов

Зав. кафедрой

д.ф.-м.н., профессор

_____ О. Е. Глухова

Саратов

2021

Введение

В настоящее время во многих регионах России существуют проблемы с качеством и количеством электроэнергии, достигающей до конечного потребителя. Это и плановые отключения, и перебои, вызванные как перегрузками, так и разного рода авариями. Чтобы избежать поломок электрооборудования от различных сбоев и помех нужно подключить к ним источник бесперебойного питания.

Различные электроприборы и электрооборудование имеют разные требования к качеству электропитания. Ряд устройств корректно работает только с сигналом «чистый синус», другие приборы могут без проблем использовать электропитание в форме «модифицированного синуса». С другой стороны, источники бесперебойного питания с выходным сигналом в форме чистого синуса существенно дороже, чем ИБП с модифицированным синусом.

Источник бесперебойного питания или ИБП – это прибор, позволяющий оборудованию, например, котлу отопления или компьютеру в течение определенного времени работать от аккумуляторных батарей. Таким образом, в случае отключения или выхода за пределы нормальных показателей, электрической сети, «бесперебойник» будет выдавать на выходе питание, которое полностью соответствует всем стандартам, что поможет избежать поломки котла и прочих неприятных последствий проблем с электроэнергией.

Для правильного и безопасного электропитания газовых котлов отопления необходимо использовать только ИБП с синусоидальной формой сигнала.

В конструкцию современного котла отопления входят:

- электронный блок управления;
- циркуляционные насосы;

-насосы или компрессоры для обогащения воздухом горючей смеси.

Все эти устройства требуют правильного синусоидального электропитания.

Использование источников бесперебойного питания с формой сигнала в виде модифицированного синуса приведет к сбоям в работе электронного блока и повышенному износу, и перегреву насосов котла отопления.

Источники бесперебойного питания (uninterruptible power supply – UPS) когда-то устанавливались только в вычислительных центрах или системах жизнеобеспечения. Сейчас ИБП являются сравнительно недорогим дополнением к любому электрическому оборудованию, которое легко окупает себя, продлевая срок службы этого электрооборудования.

Главная составляющая источников бесперебойного питания инвертор. Инвертор в широком смысле – это прибор, который преобразует одну форму энергии в другую форму. В электротехнике инвертором принято считать такое устройство, которое преобразует постоянный ток в переменный.

Форма получаемого напряжения на выходе может быть различной конфигурации: синусоидальное, приближенное к синусоидальной (квазисинусоида) и прямоугольное (импульсное).

Вид синусоиды определяет конструкция прибора и его предназначение (возможность использования).

Инвертор чистый синус – это более сложный прибор, чем его аналоги, обеспечивающий параметры напряжения, необходимые для нормальной работы сложных технических устройств, чувствительных к качеству напряжения питающей сети (медицинская и прочая сложная техника, автоматика газового и иного оборудования, сложные бытовые приборы).

Цель работы состоит в разработке, моделировании и создании устройства для получения синусоидального сигнала для силовых преобразователей на базе микроконтроллера STM32F103C8T6.

В задачи входит:

1. Моделирование схемы с помощью симулятора электрических цепей LTSpice.
2. Выбор топологии для формирования синусоидального сигнала.
3. Сборка полной схемы устройства, наладка, анализ результатов.
4. Корпусная сборка импульсного DC/AC преобразователя на базе микроконтроллера STM32.

Раздел 1 «Выбор топологии для формирования синусоидального сигнала» содержит обобщенные сведения о топологиях для формирования синусоидального сигнала.

Раздел 2 «Формирование синусоидальной формы сигнала с помощью ШИМ» содержит принцип формирования синусоидального сигнала, а также производится расчет для получения синусоидального сигнала.

Раздел 3 «Принцип работы DC/AC преобразователя на базе микроконтроллера» содержит принцип работы мостового преобразователя на базе микроконтроллера, также рассматривается принцип управления микроконтроллером для формирования синусоидального сигнала.

Раздел 4 «Написание встроенного программного обеспечения для микроконтроллера STM32F103C8T6» описывает структуру кода, для микроконтроллера.

Основное содержание работы

Предметом изучения данной работы является принцип работы импульсного мостового DC/AC преобразователя чистого синуса на базе микроконтроллера STM32, который служит для питания силовых преобразователей.

Разработка программного обеспечения для микроконтроллера STM32F103C8T6 для управления мостовым преобразователем.

Сначала проводится расчет принципиальной схемы (рис.1)

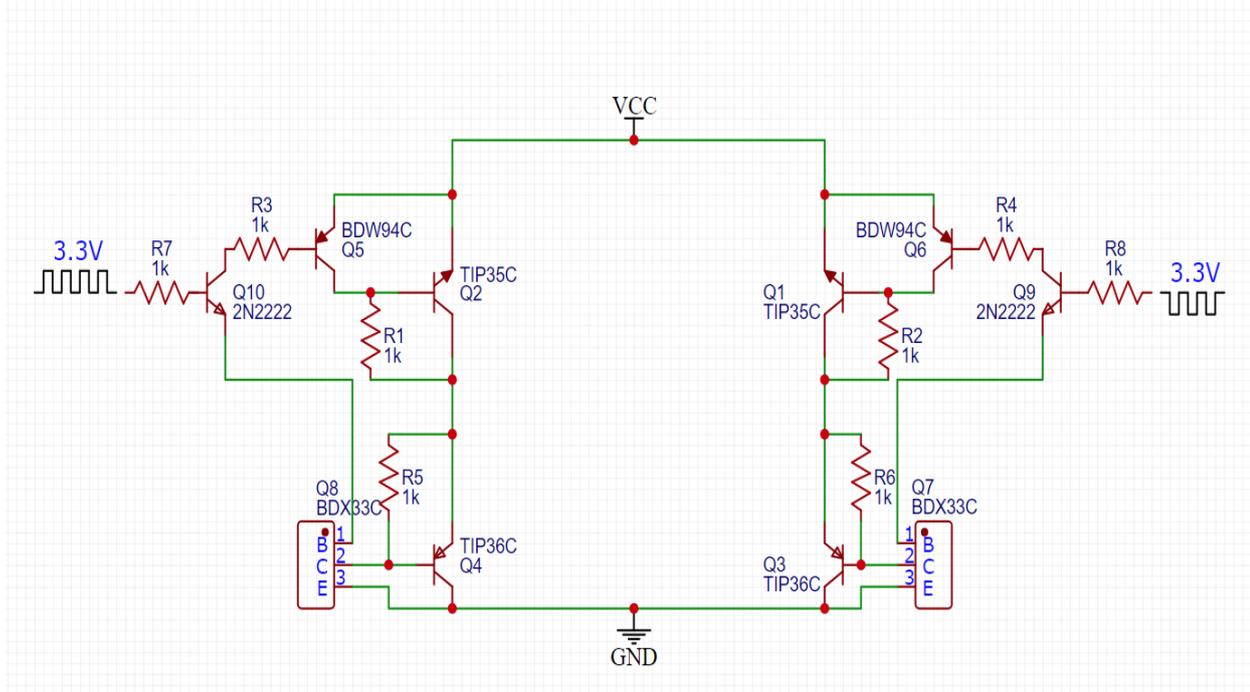


Рис. 1. Принципиальная схема мостового преобразователя.

Далее собирается схема и проводится исследование ее характеристик. Получены графики на выходе микроконтроллера (рис. 2) и на выходе схемы (рис. 3), также были получены спектры данных сигналов (рис. 4 – 5).

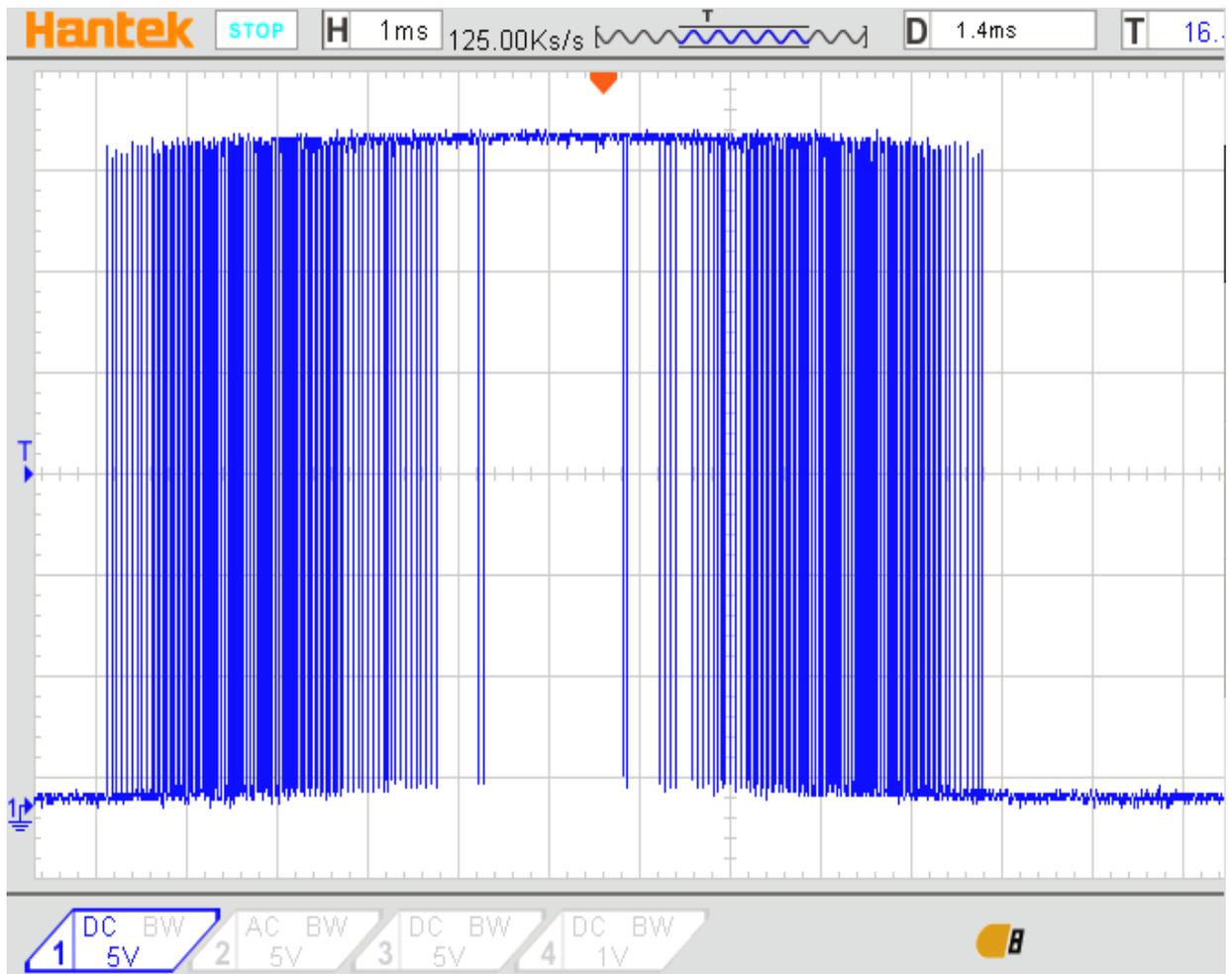


Рис.2. Модулированный ШИМ-сигнал на одном микроконтроллера с частотой дискретизации 20КГц и скважностью 2000.

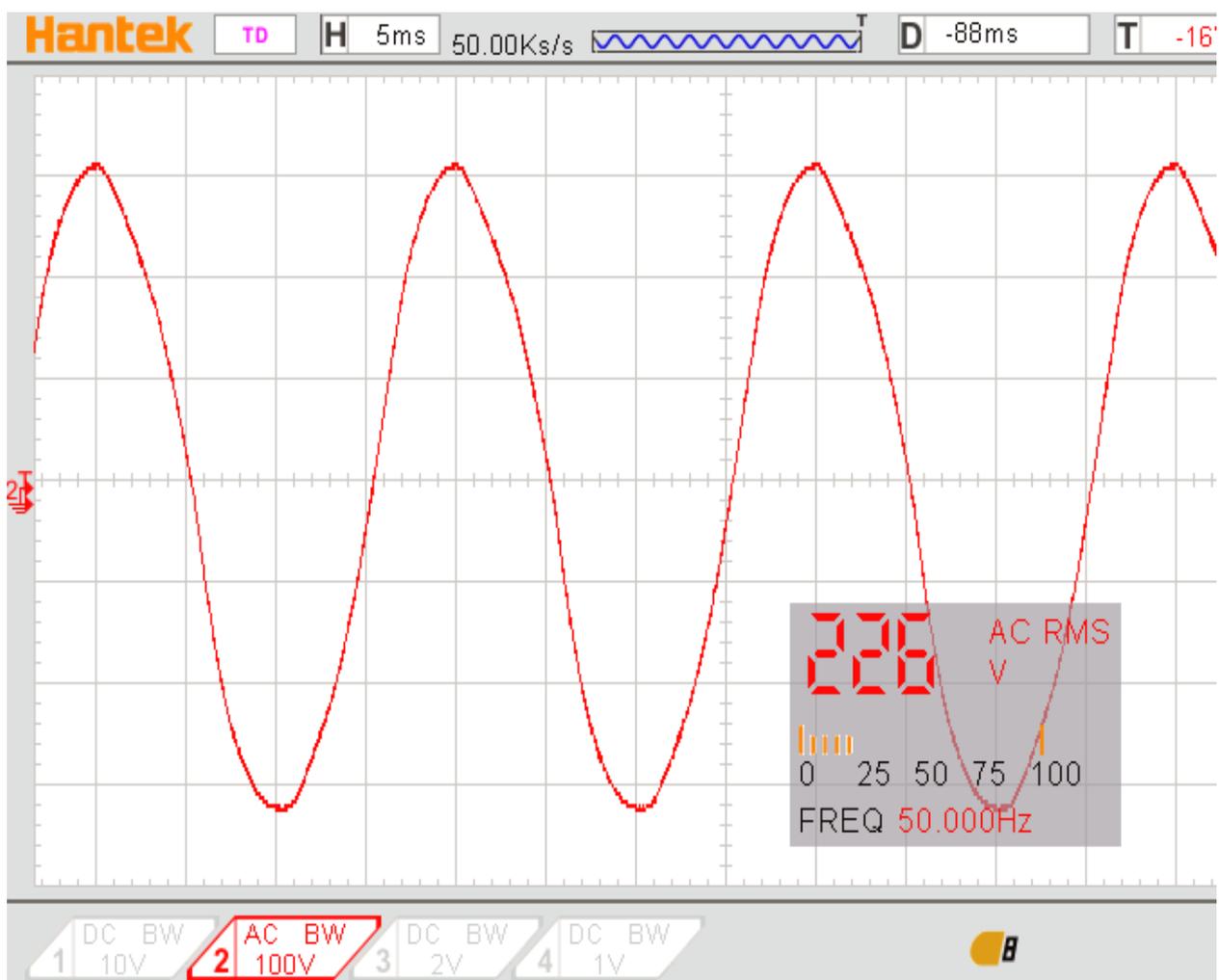


Рис.3. Сигнал с трансформатора при обоих включенных каналах микроконтроллера.

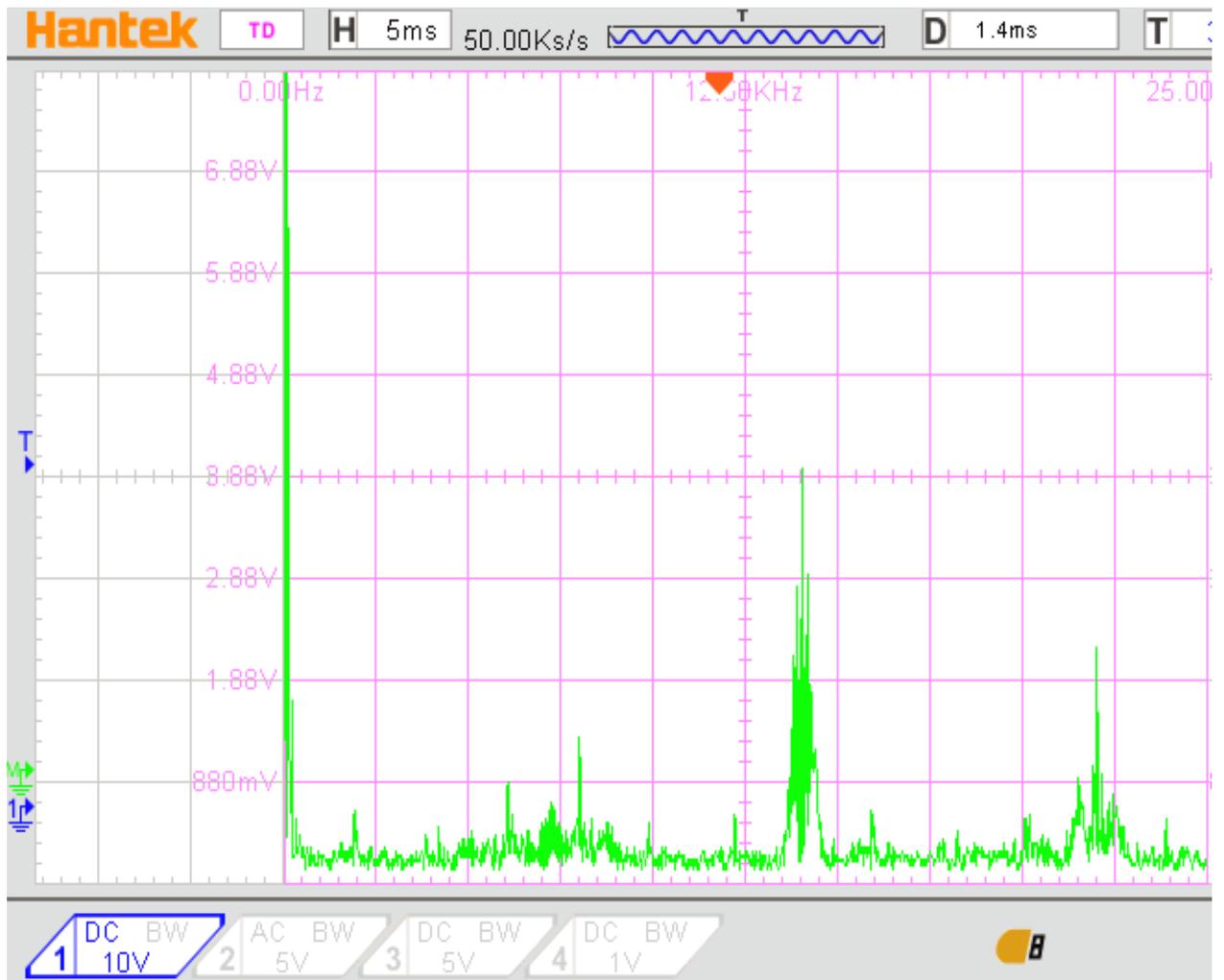


Рис. 4. Спектр модулированного ШИМ-сигнала на одном канале микроконтроллера.

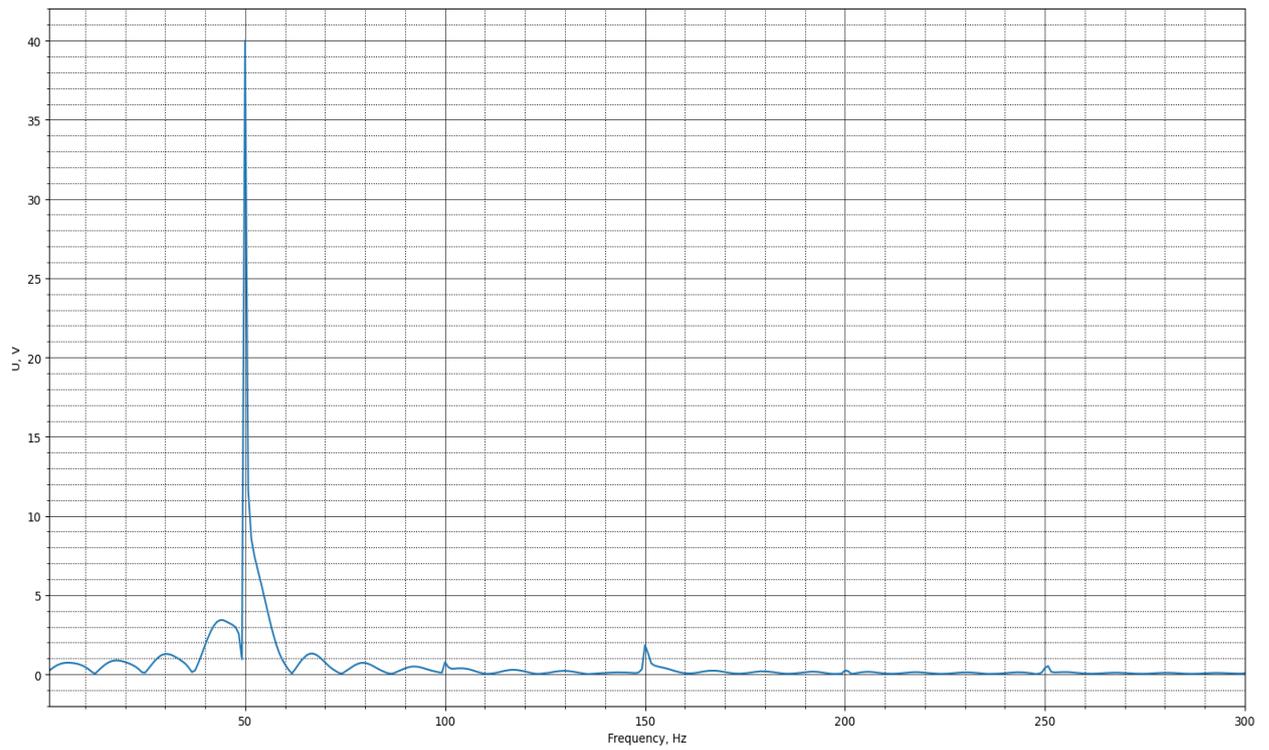


Рис.5. Спектр сигнала на выходе схемы.

После проведения всех расчетов и написания программного обеспечения происходит сборка устройства.

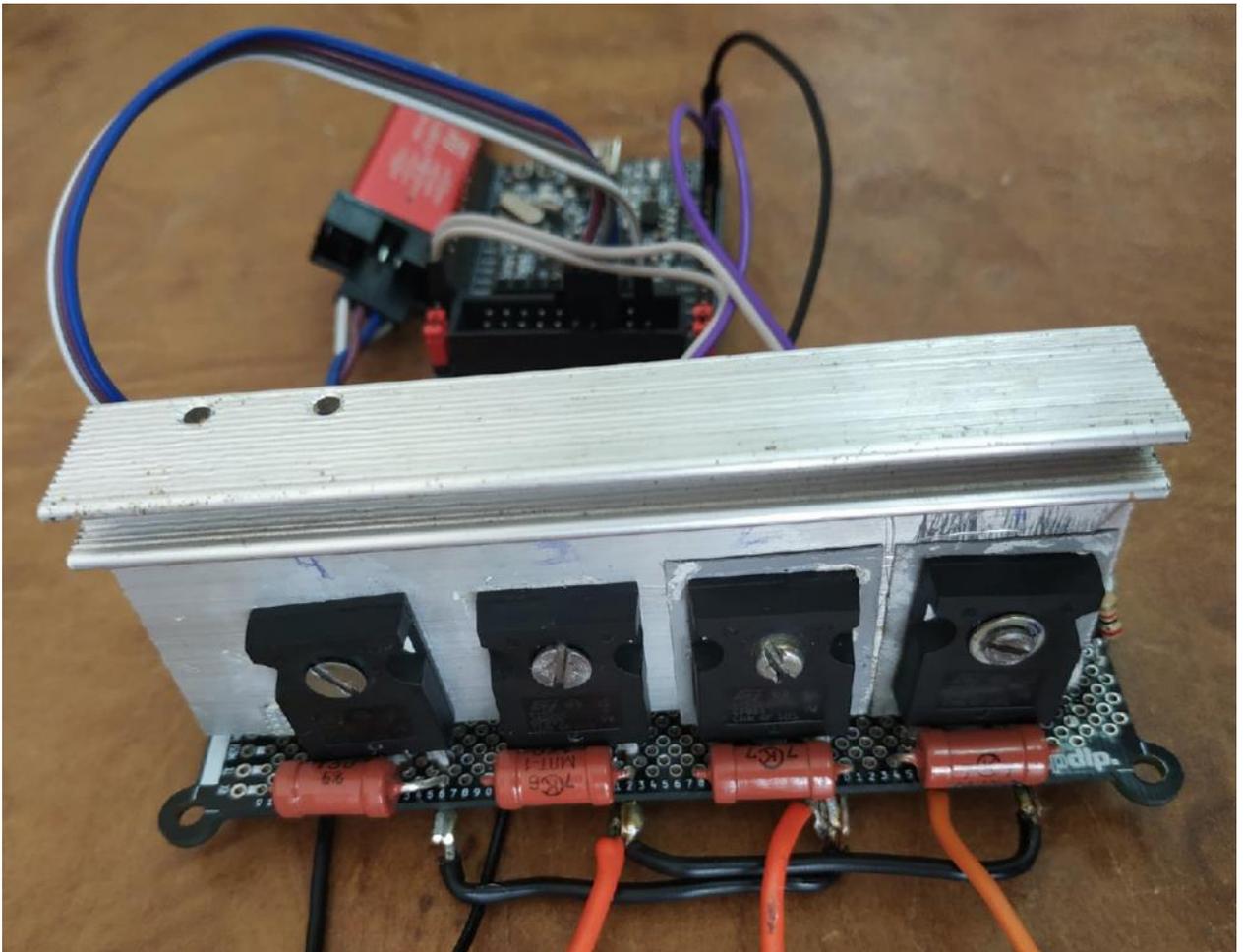


Рис.6. комплексная сборка устройства.

Заключение

В ходе разработки дипломной работы поэтапно были раскрыты основные цели и задачи, которые ставились перед началом исследования.

Было проведено моделирование работы с помощью программного пакета симулятора электрических цепей LTSpice, построены графики входных и выходных сигналов, выбрана топология формирования синусоидального сигнала исходя из поставленных задач.

Произведен расчет схемы для формирования синусоидального сигнала с помощью мостового преобразователя, собрана эквивалентная схема, из расчетов были подобраны компоненты для устройства.

Изучена научная и специализированная литература по программированию микроконтроллеров, настройке работы платы.

Так же было написано программное обеспечение для микроконтроллера для управления импульсным DC/AC мостовым преобразователем чистого синуса.

Собрано рабочее устройство импульсного мостового DC/AC преобразователя чистого синуса для силовых преобразователей на базе микроконтроллера STM32F103C8T6, КПД которого достигает 71%. Так же были сняты выходные характеристики устройства (рис. 19 - 20).

Были получены графики сигналов на выходе схемы и микроконтроллера, так же получены их спектры (рис. 13 - 20).

Сделан анализ полученного синусоидального сигнала и его спектра, сравнение его с математическим идеальным синусом. Рассчитан коэффициент нелинейных искажений, он равен 5.34%.

Коэффициент нелинейных искажений показывает, что сигнал на выходе, разработанного устройства, отличается от математического идеального синуса на 5.34%.

Устройство, разработанное в ходе разработки дипломной работы, предназначено для питания, проверки разного рода силового оборудования.