**СОДЕРЖАНИЕ**

Перечень условных обозначений, символов и терминов 3

Введение 4

1. Анализ литературно – патентных исследований 5

1.1 Обзор методов и средств синтеза частот большой мощности 5

1.2 Анализ патентных исследований 8

2. Разработка конструкции проектируемого изделия 11

2.1 Выбор и обоснование элементной базы 11

3. Схемотехнический анализ радиоэлектронного средства 16

Заключение 19

Список использованных источников 21

Приложение А (обязательное) Техническое задание 21

Приложение Б (обязательное) Справка о результатах патентных   
исследований 22

Приложение В (обязательное) План-проспект дипломного проекта 23

Приложение Г (обязательное) Схема электрическая структурная 26

Приложение Д (обязательное) Схема электрическая принципиальная 27

**ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ,**

**СИМВОЛОВ И ТЕРМИНОВ**

|  |  |
| --- | --- |
| AD  *GPIO*  *PWM*  *SPI*  *UART*  ЖК  ПЛК  РЭС  СВЧ  ШИМ  ЭРЭ | *– Analog-digital*  – *General Purpose Input/Output*  *– Pulse-width modulation*  – Serial Peripheral Interface  – Universal Asynchronous Receiver-Transmitter  –Жидкокристаллический  – Программируемый логический контроллер  – Радиоэлектронное средство  – Сверхвысокие частоты  – Широтно-импульсная модуляция  – Электрорадиоэлемент |

**ВВЕДЕНИЕ**

Дистанционно управляемый источник питания СВЧ магнетрона средней мощности – это электронное устройство способное на расстоянии осуществлять запуск и выключение подключённого к нему устройства (СВЧ магнетрона), так же регулирование режима его работы.

Разработка и проектирование дистанционно управляемого источника питания является актуальной темой, поскольку практические задачи с применением современных магнетронных систем требуют постоянного улучшения технических характеристик, расширения функциональных возможностей, снижения габаритов, энергопотребления и конечной стоимости.

Составные части процесса проектирования включают в себя стадии разработки, этапы проектирования, проектные процедуры, проектные операции.

Этап проектирования – часть процесса проектирования, связанная с получением описания одного уровня или одного аспекта. Может совпадать или не совпадать со стадиями разработки. Стадии разработки выделяются как части процесса проектирования, объединяющие проектные работы по соображениям рационального планирования и организации работ, заканчивающихся заданным результатом. При разработке технического задания определяется техническая функция и частично функциональная структура системы; на стадиях технического предложения и частично эскизного проекта формируются функциональная структура и принципиальная схема изделия, а также основные технические решения; на стадии технического проекта завершается формирование технических решений; рабочая документация содержит полное описание изделия как физического объекта необходимое для проектирования технологического процесса его   
изготовления и подготовки управляющих программ для обработки деталей на автоматизированном оборудовании; спецификация изделия, а также информация о необходимых ресурсах используются для планирования производства [1].

Целью преддипломной практики является проектирование конструкции дистанционно управляемого источника питания СВЧ магнетрона средней мощности.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

1. Анализ литературно - патентных исследований, в которых проводится обзор методов и средств синтеза частот, а также анализ самих патентных исследований.

2. Разработка план-проспекта дипломного проекта.

3. Разработка конструкции проектируемого изделия, которая включает выбор элементной базы с описанием основных характеристик модулей.

**1 АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

* 1. **Обзор методов и средств синтеза частот большой мощности**

Термином «магнетрон» – называют специальный электронный прибор, в котором генерирование сверхвысокочастотных колебаний осуществляется модуляцией электронного потока по скорости. Магнетроны значительно расширили область применения нагрева токами высокой и сверхвысокой частоты.

Менее распространены основанные на том же принципе амплитроны клистроны, лампы бегущей волны. Магнетрон является наиболее совершенным генератором сверхвысоких частот большой мощности. Это хорошо эвакуированная лампа с электронным потоком, управляемым электрическим и магнитным полями. Они позволяют получать весьма короткие волны при значительных мощностях.

В магнетронах используется движение электронов во взаимно перпендикулярных электрическом и магнитном полях, создаваемых в кольцевом зазоре между катодом и анодом. Между электродами подается анодное напряжение, создающее радиальное электрическое поле, под действием которого вырываемые из подогретого катода электроны устремляются к аноду [2]

Анодный блок, показанный на рисунке 1.1, помещается между полюсами электромагнита, который создает в кольцевом зазоре магнитное поле, направленное по оси магнетрона. Под действием магнитного поля электрон отклоняется от радиального направления и движется по сложной спиральной траектории. В пространстве между катодом и анодом образуется вращающееся электронное облако с языками, напоминающее ступицу колеса со спицами. Пролетая мимо щелей объемных резонаторов анода электроны возбуждают в них высокочастотные колебания.

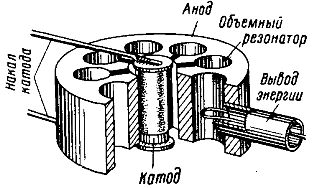


Рисунок 1.1 – Анодный блок магнетрона

Каждый из объемных резонаторов представляет собой колебательную систему с распределенными параметрами. Электрическое поле концентрируется у щелей, а магнитное поле сосредоточено внутри полости.

Вывод энергии из магнетрона, устройство которого показано на рисунке 1.2, осуществляется при помощи индуктивной петли, помещаемой в один или чаще два соседних резонатора. По коаксиальному кабелю энергия подводится к нагрузке.

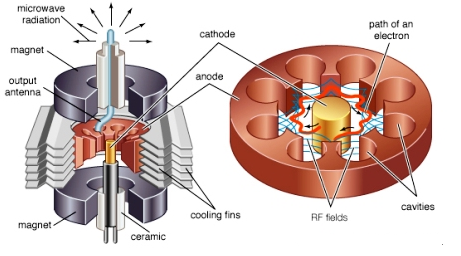


Рисунок 1.2 – Устройство магнетрона

Нагрев токами СВЧ осуществляется в волноводах круглого или прямоугольного сечения или в объемных резонаторах, в которых возбуждаются электромагнитные волны простейших форм. Нагрев может осуществляться и излучением электромагнитной волны на объект нагрева [2].

Магнетроны могут работать на различных частотах от 0,5 до 100 ГГц, с мощностями от нескольких Вт до десятков кВт в непрерывном режиме, и от 10 Вт до 5 МВт в импульсном режиме при длительностях импульсов главным образом от долей до десятков микросекунд.

Простота устройства и относительно невысокая стоимость магнетронов в сочетании с высокой интенсивностью нагрева и разнообразием применения токов СВЧ открывают перед ними большие перспективы применения в различных областях промышленности, сельского хозяйства и в быту.

Питание магнетронов осуществляется выпрямленным током с упрощенной схемой выпрямителя. Установки очень малой мощности могут питаться переменным током. Блок питания магнетрона должен обеспечивать подачу постоянного анодного напряжения на магнетрон Uа = 4,0 кВ и переменное напряжение накала 3,15 В. Упрощённая схема блока питания магнетрона изображена на рисунке 1.3. При этом величина анодного тока составляет примерно 300 мА, а тока накала 10 А. Указанные величины могут незначительно изменяться в ту или иную сторону в зависимости от типа магнетрона и требуемой мощности [3].

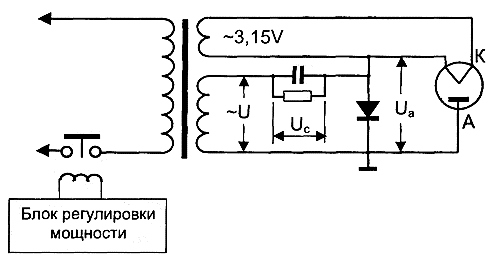


Рисунок 1.3 – упрощённая схема блока питания магнетрона

**1.2 Анализ патентных исследований**

Патентные исследования – это инструмент анализа, который позволяет решать технические, конъюнктурные и правовые задачи, связанные с разработкой и продвижением на рынок продукции, которая содержит научно-технические достижения [4].

Патентные исследования – исследования технического уровня объектов хозяйственной деятельности, их патентоспособности, патентной чистоты, конкурентоспособности (эффективности использования по назначению), которые базируются на патентной и прочих видах информации. Сегодня проведение патентных исследований выстраивается с опорой на анализ рынка продукции, которая является объектом патентных исследований [4].

Патентный поиск – это [5]:

– часть патентных исследований, которая должна проводиться на самых ранних этапах создания инновационных решений, перед регистрацией изобретения или полезной модели;

– процедура отбора информации, которая позволяет получить информацию, имеющую ключевое значение при принятии решений предприятием;

– выборка по фондам патентной документации для оценки охраноспособности изобретения, полезной модели, промышленного образца, а также для определения уровня техники – совокупности технических сведений, имеющих отношение к данному решению.

Такой поиск может производиться по нескольким различным признакам: конструкция, функции устройства, способ, вещество, элементы, параметры, свойства и явления [5].

Патентный поиск проводится в следующих целях [4]:

– проверка новизны технического решения;

–формирование базы знаний по той сфере деятельности, в которой производится выпуск продукции;

– выявление перспективных направлений для научно-исследовательской деятельности и динамики патентования в данной области, прогнозирование развития науки и техники;

– проверка возможности нарушения чужих авторских прав на схожее техническое решение.

При принятии решения о необходимости проведения патентного поиска следует учитывать тот факт, что сведения, содержащиеся в патентных документах, примерно на 80% являются уникальными и не дублируются в иных источниках.

В результате патентного поиска, исходя из понятий и задач патентного исследования, были выявлены схожие по функциональным особенностям изделия, началом действия патентов не более 15 лет:

1. Источник питания для магнетрона. Настоящее изобретение относится к области электорадиотехники.

Известно, что магнетроны могут изменять режим неожиданно, то есть они могут неожиданно прекращать генерировать на одной частоте и начинать генерировать на другой. В таких условиях они могут демонстрировать отрицательное полное сопротивление. Это может приводить к разрушительно высокому току. По этой причине известно, что источники питания постоянного/регулируемого напряжения для магнетронов не подходят; для их питания обычно используются источники питания постоянного/регулируемого тока. [5]. Решение, представленное в данном изобретении, имеет один недостаток – недостаточная стабильность выходного напряжения.

2. Полезная модель относится к области техники источников питания магнетронов. Источник питания конкретно относится к источнику питания магнетрона. Устройство состоит из аналогового интерфейса 0-5 В, цифрового интерфейса ПЛК, микроконтроллера, аналоговой схемы и контроллера источника питания. Аналоговый интерфейс 0-5 В и цифровой интерфейс ПЛК используются для ввода внешних управляющих сигналов; аналоговый интерфейс AD и цифровой последовательный интерфейс микроконтроллера используются соответственно для приема управляющих сигналов от аналогового интерфейса 0-5V и цифрового интерфейса ПЛК; вычисляемый, при этом схема широтно-импульсной модуляции используется для преобразования сигнала в импульсную ШИМ-волну с плавно регулируемой скважностью и амплитудой 5 В и подачи импульсной ШИМ-волны в аналоговую схему, и аналоговая схема используется для преобразования внешнего сигнала напряжения в переменный резистор и регулировки значения сопротивления R в колебательном RC-цепи контроллера источника питания, так что частота переключения контроллера привода источника питания изменяется. Режим управления аналоговой схемой используется для управления мощностью источника питания магнетрона, весь процесс питания регулируется линейно [6].

В данном устройстве, как и в проектируемом, для регулировки выходной мощности присутствует ШИМ-модулятор, позволяющий регулировать скважность управляющего сигнала. Однако используемый аналого-цифровой интерфейс является неоправданно усложненным для данного типа устройств.

3. Источник питания для магнетрона относится к области электорадиотехники. Принцип работы данного устройства практически не отличается от аналогов, существуют лишь минимальные отличия в электрорадиоэлементах использованных для его реализации. Однако в данном источнике питания, построенном на основе преобразования переменного напряжения в постоянное с повышающим коэффициентом не возможен контроль устройства через приложение на мобильном устройстве посредством wi-fi, что в свою очередь является недостатком относительно проектируемого устройства с точки зрения удобства и безопасности его эксплуатации.

4. Изобретение относится к преобразователям переменного напряжения в постоянное и может быть использовано при создании блоков питания магнетронов непрерывного генерирования в станциях активных помех радиолокации, в микроволновых СВЧ печах и других устройствах подобного типа. Блок питания содержит два накальных и высоковольтный трансформаторы, два магнетрона, два высоковольтных диода и дроссель. Высоковольтные диоды и магнетроны включены в мостовую схему выпрямления, при этом два плеча моста представлены высоковольтными диодами, а два других - магнетронами, причем высоковольтный трансформатор выполнен без средней точки, а дроссель включен в диагональ моста [7]

Принципы, приведенные в настоящей заявке, обеспечивают достаточно стабильною работу магнетрона с возможностью регулировки выходной характеристики. Однако явным недостатком является сложность конструкции чем и обуславливается высокая стоимость.

5.Самым главным отличием данного изобретения является преобразование только однофазного переменного напряжения в постоянное. Методы преобразований достаточно похожи, однако в проектируемом устройстве используются три фазы переменного напряжения, что является преимуществом.

Справка об исследовании патентной и научно-технической литературы представлена в приложении Б.

**2 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРОЕКТИРУЕМОГО  
ИЗДЕЛИЯ**

**2.1 Выбор и обоснование элементной базы**

Выбор элементной базы проводится согласно структурной схеме.

Для правильного выбора типа элементов необходимо на основании требований к установке в части климатических, механических и других воздействий проанализировать условия работы каждого элемента и определить эксплуатационные факторы: интервал рабочих температур, относительную влажность окружающей среды, атмосферное давление, механические нагрузки и др.

Критерием отбора электрорадиоэлементов (ЭРЭ) является соответствие технических и эксплуатационных характеристик ЭРЭ заданным условиям работы и эксплуатации [8].

Выбор элементной базы по вышеназванным критериям позволяет обеспечить надежную работу изделия [8].

Дополнительными критериями при выборе ЭРЭ являются:

– унификация;

– масса и габариты;

– наименьшая стоимость;

– надежность.

С учетом всех вышеперечисленных параметров был осуществлен выбор элементной базы дистанционно управляемого источника питания СВЧ магнетрона.

Основные технические параметры модуля одноканального *ESP8266* для *WiFi-*контроллера *ESP-01/01S* приведены в таблице 3.1 [9].

Таблица3.1 – Технические параметры модуля *ESP8266*

|  |  |
| --- | --- |
| Технические параметры | Значения параметров |
| Рабочее напряжение, В | 3,3 |
| Максимально допустимый ток, мА | 220 |
| Габаритные параметры, д×ш×в, мм | 24,8 × 14,3 × 8 |
| Масса, г | 20 |
| Рабочая частота, ГГц | 2,4 |
| Flash память, кб | 1024 |
| Количество GPIO, шт | 2 |

Модуль *ESP8266* представлен на рисунке 3.1

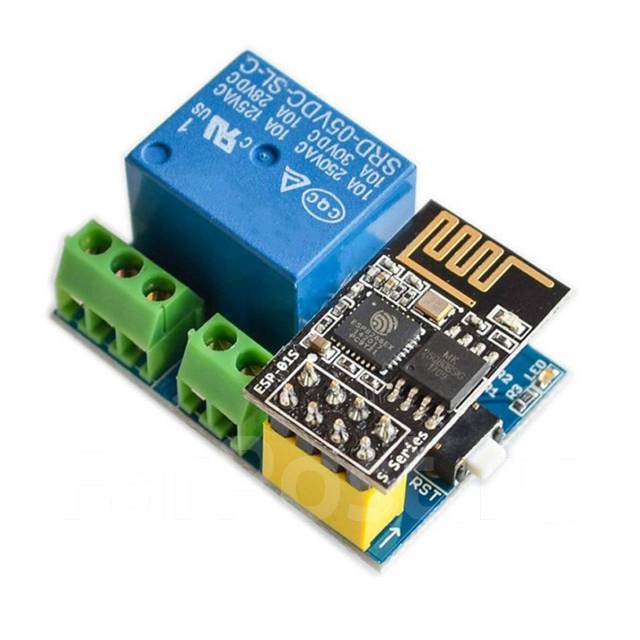


Рисунок 3.1­ модуль *ESP8266*

Генератор ШИМ сигнала – электронное устройство, позволяющее управлять уровнем мощности, подаваемой к нагрузке, путём изменения продолжительности импульсов при их постоянной частоте. Основные технические параметры генератора ШИМ сигнала сигналов приведены в таблице 3.2 [10]. Модуль генератор ШИМ сигнала представлен на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – модуль генератор ШИМ сигналов

Таблица3.2 – Технические параметры генератора ШИМ сигналов

|  |  |
| --- | --- |
| Технические параметры | Значения параметров |
| Модель | *XY-LPWM* |
| Микроконтроллер | *Nuvoton N76E003AT20* |
| Диапазон частоты выходного сигнала, Гц | 1 – 150×103 |
| Точность частоты, % | 2 |
| Габаритные параметры, д×ш×в, мм | 52×32×10 |
| Масса, г | 13 |
| Скважность выходного сигнала, % | 0 – 100 |
| Максимальный коммутируемый ток, мА | 30 |
| Напряжение питания, В | 3,3 – 30 |

Релейные модули с опторазвязкой выступают в роли связывающего звена между низковольтным управляющим устройством или иной аналогичной электрической схемой, и исполняющей частью. Интегрированное реле оснащено блоком винтовых терминалов, предназначенных для коммутации внешних схем, и состоит из трёх линий подключения. Реле позволяет замыкать/размыкать как одну независимую цепь переменного или постоянного напряжения, так и переключаться между двумя зависимыми цепями с одной общей линией питания Основные технические параметры реле приведены в таблице 3.3 [11]. Модуль модуль реле с опторазвязкой представлен на рисунке 3.2.



Рисунок 3.3 – модуль реле с опторазвязкой

Таблица3.3 – Технические параметры релейного модуля

|  |  |
| --- | --- |
| Технические параметры | Значения параметров |
| Рабочее напряжение, В | 12 |
| Потребляемый ток, мА | 100 |
| Габаритные параметры, д×ш×в, мм | 50×26×18,5 |
| Масса, г | 21 |
| Модель реле | JQC-3FF-S-Z |
| Коммутируемое напряжение: постоянное / переменное, В | 30 / 250 |
| Ток нагрузки: постоянный / переменный, А | 7 / 5 |
| Пиковый кратковременный ток, А | 10 |

Основные технические параметры релейного модуля с таймером приведены в таблице 3.4 [12]. Модуль реле с таймером представлен на рисунке 3.4.

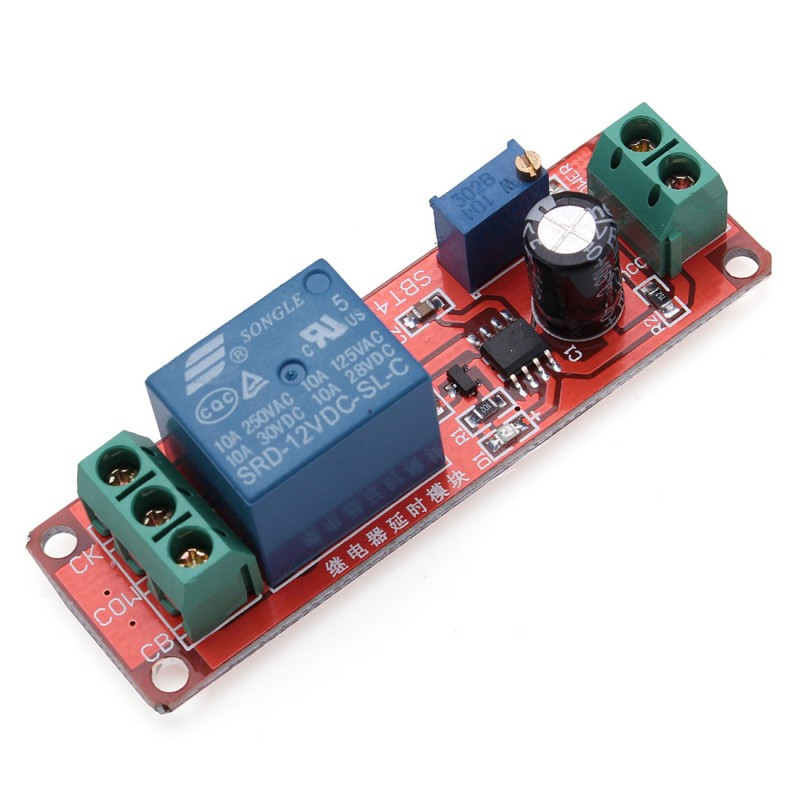


Рисунок 3.4 – модуль реле с таймером

Таблица3.4 – Технические параметры релейного модуля с таймером

|  |  |
| --- | --- |
| Технические параметры | Значения параметров |
| Коммутирующее напряжение, В | 5 – 220 |
| Рабочий ток, А | 0,05 |
| Пределы задержки, с | 0 – 10 |
| Максимальная нагрузка, Вт | 2000 |
| Габаритные параметры, д×ш×в, мм | 60×67×15 |
| Масса, г | 30 |

Датчик тока *ACS712* – состоит из датчика Холла и медного проводника. Основные технические параметры конденсаторов приведены в таблице 3.5 [13].

Таблица3.5 – Технические параметры конденсаторов керамических

|  |  |
| --- | --- |
| Технические параметры | Значения параметров |
| Рабочее напряжение, В | 5 |
| Ток потребления, мА | 11 |
| Рабочая температура, *˚С* | –40 … +85 |
| Габаритные параметры, д×ш×в, мм | 31×13×10 |
| Масса, г | 10 |

Модуль реле с таймером представлен на рисунке 3.5.

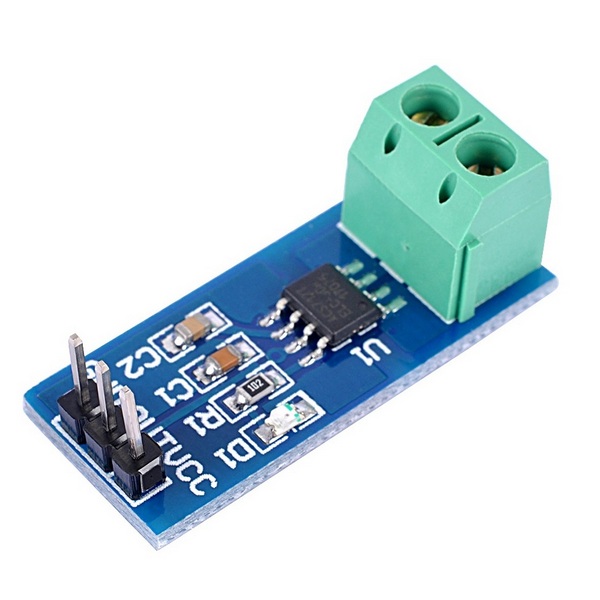


Рисунок 3.5 – модуль датчика тока

**3 СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАДИОЛЕКТРОННОГО СРЕДСТВА**

Схема электрическая принципиальная структурная дистанционно управляемого источника питания СВЧ магнетрона средней мощности показана на рисунке 3.1, приведена в графических материалах к дипломному проекту.

Источник питания имеет следующие основные возможности:

– дистанционный запуск/выключение при помощи смартфона;

– регулировка выходной мощности без изменения частоты питания;

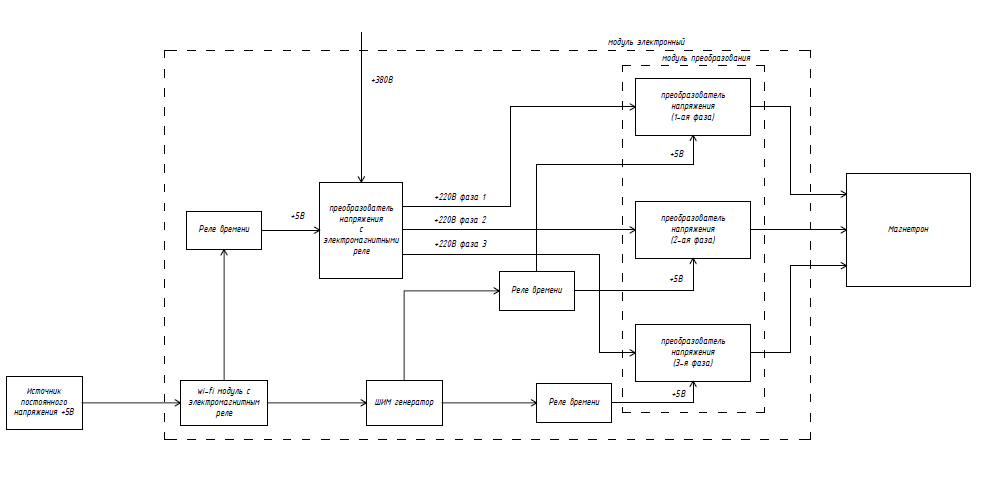


Рисунок 3.1 – Схема структурная

Источник постоянного напряжения номинальным значением 5В напрямую подключается к модулю *ESP8266* который содержит в себе *WI-FI* модуль и реле*.*

*WI-FI* модуль включает в себя полноценный 32 битный микроконтроллер со своим набором *GPIO*, в том числе *SPI*, *UART*, *I2C*. При этом схема модуля состоит из минимального количества деталей: самого чипа *ESP8266*, flash памяти, кварца. Изначально в модуль загруженна прошивка, которая образует *WIFI-UART* мост для подключения к другому микроконтроллеру, в том числе и к *Arduino*. Настройка и обмен данными происходят с помощью *АТ* команд. *PCB* антенна обеспечивает дальность до 400м на открытом пространстве. Таким образом появляется возможность подключения блока питания к мобильному устройству.

Электромагнитное реле при подаче на него сигнала логической единицы с *WI-FI* модуля замкнёт цепь питания. Как только *WI-FI* модуль подаст сигнал логического нуля цепь разомкнётся.

К *ESP8266* параллельно подключаются 2 модуля, а именно ШИМ генератор и электромагнитное реле с механически настраиваемым таймером.

Генератор ШИМ сигнала сигналов ЖК 1Гц-150КГц 3.3-30В XY-LPWM используется для ручного или программного регулирования параметров выходных импульсов в широких пределах. Модуль генерирует последовательность прямоугольных импульсов (дискретный сигнал, ШИМ) частотой 1 Гц – 150 кГц.

Генератор прямоугольных импульсов *XY-LPWM* имеет четыре группы контактов:

1. Контакты, обозначенные *VIN*+ и *VIN-*, используются для подключения питания;

2. Контакты, обозначенные *GND*, *TXD*, *RXD*, используются для подключения к генератору управляющего сигнала от компьютера или микроконтроллера:

Команда "F101": установит частоту 101 Гц (от 1 Гц до 999 Гц);

Команда "F1.05": установит частоту 1,05 кГц (от 1 кГц до 9,99 кГц);

Команда "F10.5": установит частоту 10,5 кГц (от 10 кГц до 99,9 кГц);

Команда "F1.0.5": установит частоту 105 кГц (от 100 кГц до 150 кГц);

Команда "D050": установит скважность 50%.

3. Контакты, обозначенные *PWM* и *GND*, выходной сигнал прямоугольных импульсов;

4. Группа контактов, обозначенная *J3*, используется для прошивки микроконтроллера *Nuvoton N76E003AT20*.

Генератор прямоугольных импульсов *XY-LPWM* имеет две группы кнопок:

Кнопки, обозначенные *DUTY*+ и *DUTY*-, используются для регулировки скважности выходного сигнала от 0 до 100% с шагом 1%;

Кнопки, обозначенные *FREQ*+ и *FREQ*-, используются регулировки частоты выходного сигнала от 1 Гц до 150 кГц. В пределах от 1 Гц до 999 Гц – шаг 1 Гц, от 1 кГц до 9,99 кГц – шаг 0,01 кГц, от 10 кГц до 99,9 кГц – шаг 0,1 кГц, от 100 кГц до 150 кГц – шаг 1 кГц.

В пределах от 1 Гц до 999 Гц изображение на дисплее будет без точки, в пределах от 1 кГц до 99,99 кГц – с одной точкой, в пределах 100 кГц до 150 кГц – с двумя точками.

Напряжение питания генератора составляет 3,3 – 30 В, максимальный выходной ток составляет 30 мА. Амплитуда выходного сигнала будет равна напряжению питания. Генератор оснащен защитой от перегрузки.

После отключения питания все настройки сохраняются в энергонезависимой памяти [14].

Подключенное к *ESP8266* реле формирует задержку сигнала, который далее попадает на преобразователь напряжения.

Блок преобразователя напряжения подключен к однофазному питанию величиной 380В. Сигнал, поступающий от реле, является для этого блока управляющим. На выходе этого блока мы получаем трёхфазное напряжение величиной 220В.

Следующий модуль состоит из трёх независимых одинаковых элементов, каждый из которых отвечает за отдельную фазу напряжения, приходящего из предыдущего блока. Также, к этому модулю определённым образом подключается ШИМ генератор. Подключение к первым двум элементам текущего модуля производится через реле с таймером со значением, отличным от значения таймера для реле, через которое подключается ШИМ генератор к третьему элементу. Различные значения таймеров нужны для корректной работы блока. Схема электрическая принципиальная элемента данного модуля представлена на рисунке 3.2.

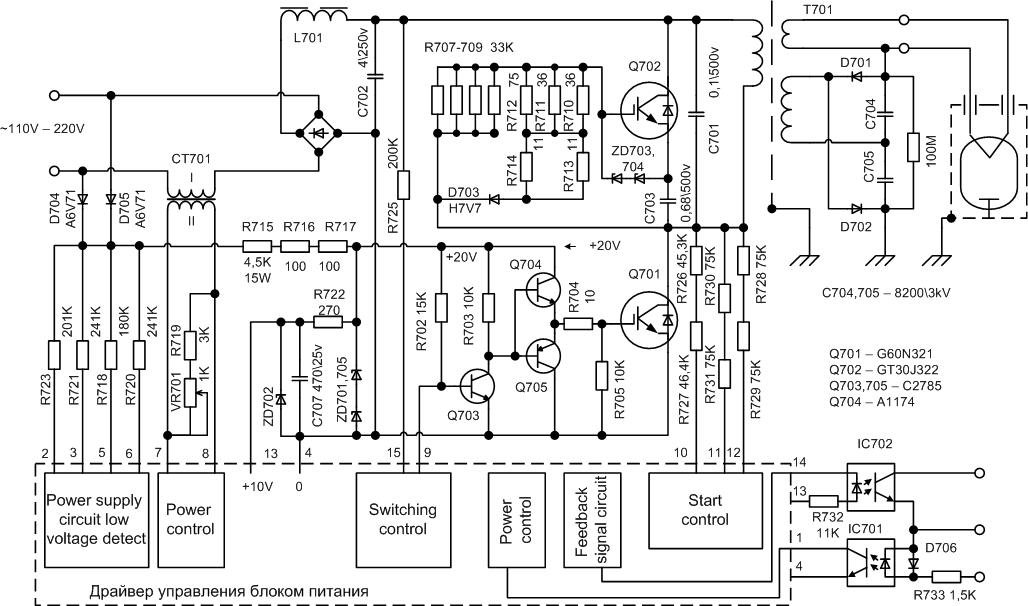


Рисунок 3.2 – схема электрическая принципиальная элемента модуля преобразования напряжения

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате выполнения преддипломной практики проведен анализ литературно *–* патентных исследований и обзор методов и средств синтеза частот большой мощности; проведено общетехническое обоснование разработки устройства, которое включает в себя анализ исходных данных, формирование основных технических требований к разрабатываемой конструкции, схемотехнический анализ проектируемого средства.

Проработаны два основных раздела дипломного проекта: анализ литературно – патентных исследований и выбор элементной базы в котором описывается, какие функциональные модули используются в процессе проектирования устройства.

Составлен план проспект пояснительной записки и графической части дипломного проекта.

Схема электрическая структурная оформлена с применением пакета прикладного программного обеспечения *AutoCAD*.

Схема электрическая принципиальная модуля преобразования напряжения оформлена с применением пакета прикладного программного обеспечения *AltiumDesigner*.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

[1] Алексеев В.Ф. Электронный ресурс по учебной дисциплине «Проектирование электронных модулей, устройств и систем». Комплекс для студентов специальности 1–39 02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование РЭС» / В.Ф. Алексеев, Г.А. Пискун // ЭРУД БГУИР [Электронный ресурс] / БГУИР. – Минск, 2016.

[2] Магнетрон [Электронный ресурс]– Режим доступа: <http://electricalschool.info/spravochnik/eltehustr/1247-kak-ustroen-i-rabotaet-magnetron.html>

[3] Магнетрон [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: https://www.elremont.ru/svch/bt\_rem23.php

[4] Патентные исследования: виды, порядок и стоимость проведения [Электронный ресурс]– Режим доступа: https://patentural.ru/zhurnal/patentnii-issledovania/

[5] Источник питания для магнетрона [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.freepatent.ru/patents/2575166>

[6] Источник питания магнетрона [Электронный ресурс]– Режим доступа: <https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=2&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20211116&CC=CN&NR=214736058U&KC=U>

[7] Блок питания магнетронов непрерывного генерирования [Электронный ресурс]– Режим доступа: http://allpatents.ru/patent/2450414.html

[8] Конструирование и технология электронных систем: пособие к кур-совому проектированию для студентов специальности «Электронно–оптические системы и технологии» / А. А. Костюкевич [и др.]. – М. : БГУИР, 2011. – 119 с.

[9] Wi-Fi модуль, на чипе ESP8266 [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://robotchip.ru/obzor-modulya-esp-01-na-chipe-esp8266/

[10] ШИМ генератор сигналов [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://freedelivery.com.ua/arduino-100/moduli-137/generator-shim-signala-signalov-zhk-1gts-150kgts-3-3-30v-xy-lpwm.html

[11] 1-канальное реле с опторазвязкой [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://compacttool.ru/modul-1-kanalnogo-rele-s-optorazvyazkoj-12-v

[12] Релейный модуль с таймером [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://arduinopro.ru/product/modul-rele-5v-s-tajmerom/?utm\_term=9651

[13] Датчик тока ACS712 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-datchiki/datchik-toka-acs712/>

[14] ШИМ генератор сигналов [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://freedelivery.company/p/1207518159-generator-shim-signala-signalov-zhk-1gc-150kgc-3-3-30v-xy-lpwm/

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**(обязательное)**

Техническое задание

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

**(обязательное)**

Справка о литературно-патентном поиске

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**

**(обязательное)**

План-проспект дипломного проекта

**Пояснительная записка**

Таблица 1 – План проспект для пояснительной записки

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование**  **этапа** | **Срок**  **выполнения** | **Краткое содержание**  **этапа** |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 Введение | 06.05.2022 | Во «Введении» должны быть изложены основные задачи, которые следует решать в процессе дипломного проектирования, а также должно быть приведена актуальность выбранной темы. |
| 2 Анализ литературно-патентных исследований | 18.03.2022 | Данный раздел должен содержать литературный обзор по методикам синтеза частот большой мощности.  Данный раздел должен содержать сравнительный анализ имеющихся патентов и разрабатываемого устройства. |
| 3 Общетехническое обоснование разработки устройства | 18.03.2022 | В данном разделе должен присутствовать анализ исходных данных, сформировано техническое задание к разрабатываемому устройству. |
| 4 Схемотехнический анализ источника питания | 18.03.2022 | В данном разделе должны быть описаны принцип работы устройства и функциональная схема устройства. |
| 5 Разработка конструкции проектируемого изделия | 30.04.2022. | Раздел «Разработка конструкции проектируемого изделия» включает:  – выбор и обоснование элементной базы, конструктивных элементов, установочных изделий, материалов конструкции и защитных покрытий, маркировки деталей и сборочных единиц;  – выбор типа электрического монтажа, элементов крепления и фиксации;  – выбор способов обеспечения нормального теплового режима;  – выбор метода изготовления печатной платы;  – выбор конструкторских решений, обеспечивающих удобство ремонта и эксплуатации устройства;  – обеспечение требований стандартизации, унификации и технологичности конструкции. |

Продолжение таблицы 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 6 Расчет параметров проектируемого изделия | 06.05.2022 | Раздел «Расчет параметров проектируемого изделия» содержит следующие виды расчетов:  – теплового режима;  – на механические воздействия;  – конструктивно-технологических параметров ПП;  – электромагнитной совместимости;  – надежности. |
| 7 Современные системы компьютерного анализа и моделирования схем проектируемого устройства | 06.05.2022 | Данный раздел описывает методику построения трехмерной модели и моделирования. Необходимо создать 3D модель проектируемого устройств, а также необходимо обосновать пакеты прикладного программного обеспечения |
| 8 Экономическая часть. | 30.04.2022 | Данный раздел должен содержать расчет экономического эффекта от применения разрабатываемой конструкции, а также затрат на изготовление источника питания |
| 9 Заключение | 15.05.2022 | «Заключение» должно содержать выводы и анализ полученных результатов по всем разделам проекта и разработки устройства. |

**Графический материал**

Таблица 2 – План – проспект для графических материалов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование этапа** | **Срок**  **выполнения** | **Краткое содержание этапа** |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 Схема устройства функциональная(0,5 листа А1) | 18.03.2022 | Чертеж, который определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи. |
| 2 Сборочный чертеж  (1 лист А1) | 30.04.2022 | На данном чертеже должна быть приведена полная конструкция разработанного синтезатора частоты, а также спецификация |
| 3 Чертеж нестандартной детали  (1 лист А1) | 06.05.2022 | Чертеж печатной платы должен содержать все сведения, необходимые для ее изготовления и контроля: размеры, предельные отклонения, шероховатость поверхностей печатной платы и всех ее элементов (отверстий, проводников), а также размеры расстояний между ними; необходимые технические требования; сведения о материале. |

Продолжение таблицы 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| 4 Чертежи сборочных единиц  (1 лист А1) | 18.03.2022 | Сборочный чертеж печатной платы при минимальном количестве изображений должен давать полное представление о расположении и выполнении всех печатных и навесных элементов и деталей, а также составляется спецификация |
| 5 Плакаты, отображающие результаты дипломного проектирования  (2 листа А1) | 06.05.2022 | 3D моделирование с помощью программных средств*,* *SolidWorks.* |

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**

**(обязательное)**

Схема электрическая структурная

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д**

**(обязательное)**

Схема электрическая принцииальная