

УДК 621.375.018.756

**ИМПУЛЬСНЫЙ БЛОК ПИТАНИЯ ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ****В.В. ЛОВКИС***(Представлено: канд. физ.-мат. наук, доц. С.А. ВАБИЩЕВИЧ)*

*Рассматривается импульсный блок питания высокой мощности. Изучены основные характеристики блока питания: коэффициент полезного действия, коэффициент пульсаций при номинальной мощности, мощность, температурная зависимость, нагрузочная характеристика. Установлено, что импульсный блок питания обладает высоким коэффициентом полезного действия, имеет малые пульсации, малое выходное сопротивление, устойчивую нагрузочную характеристику и небольшие размеры печатной платы.*

Уменьшение массы и габаритов и повышение экономичности источников питания является одной из актуальных задач при конструировании современной радиоэлектронной аппаратуры. Наиболее просто эта задача решается заменой традиционного выпрямителя (с громоздким сетевым трансформатором и емкостным фильтром) высокочастотным преобразователем с последующим выпрямлением высокочастотного напряжения.

Сама идея создания импульсного блока питания (ИБП) связана с уменьшением массогабаритных характеристик и стоимости. Но при этом возникает ряд новых проблем: с увеличением частоты растут требования к частотным характеристикам применяемых деталей, увеличиваются уровень импульсных помех и переключательные потери. Оптимальным решением в этом случае будет выбор частоты преобразователя в районе 40 – 70 кГц. Поднятие частоты до 100 кГц немного снизит размеры трансформатора, но именно немного. А если учесть, что блок питания состоит не из одного трансформатора, то выигрыш в размере будет совсем не значительным.

Основными функциональными частями ИБП являются: входной помехоподавляющий фильтр; сетевой выпрямитель; сглаживающий емкостной фильтр; схема пуска; ключевой преобразователь напряжения с импульсным силовым трансформатором (силовой инвертор); схема управления; цепи формирования выходных напряжений, гальванически развязанные от питающей сети.

В зависимости от назначения ИБП может содержать различные дополнительные схемы, например: линейные стабилизаторы в интегральном или дискретном исполнении; помехоподавляющие цепи; схемы защиты от перегрузок по току.

Для получения постоянных напряжений с помощью ИБП с бестрансформаторным входом в нем осуществляется тройное преобразование напряжения. Переменное напряжение сети выпрямляется и сглаживается. Полученное постоянное напряжение преобразуется в импульсное прямоугольное напряжение частотой несколько десятков килогерц, которое трансформируется с соответствующим коэффициентом на вторичную сторону, выпрямляется и сглаживается. Определяющим узлом любого ИБП является ключевой преобразователь напряжения и, в первую очередь, его силовая часть (мощный выходной каскад).

Значения КПД для этого вида блоков составляют до 96%, так как рабочая точка транзистора очень короткое время находится на линейном участке характеристики, потери в закрытом или полностью открытом состоянии минимальны, а ток через транзисторы при отсутствии нагрузки почти равен нулю.

Высокочастотный преобразователь является источником импульсных помех, что предъявляет к его схеме высокие требования в части электромагнитной совместимости с потребителем, а также с другими бытовыми электронными устройствами. Кроме того, в бестрансформаторных ИБП нет гальванической развязки части схемы от напряжения сети, что требует принятия специальных мер безопасности при его эксплуатации [1].

Целью данной работы было проектирование и создание импульсного блока питания для снятия его основных электрических параметров. При проектировании была решена задача оптимальной намотки импульсного трансформатора, а также проблема разводки печатной платы.

Переменное напряжение сети выпрямляется диодным мостом и сглаживается конденсаторами большой емкости. В результате на выходе выпрямителя появляется постоянное положительное напряжение  $U = +310$  В. Этим напряжением запитывается схема пуска, которая вырабатывает питающее напряжение для схемы управления сразу после включения ИБП. На выходе схемы управления вырабатывается управляющее напряжение в виде последовательности прямоугольных импульсов с частотой порядка несколько десятков килогерц. Эти импульсы управляют состоянием (открыт/закрыт) мощных ключевых высокочастотных транзисторов, нагрузкой которых является первичная обмотка импульсного высокочастотного трансформатора (ИВТ). В результате переключения транзисторных ключей во вторичных обмотках ИВТ наводятся импульсные ЭДС прямоугольной формы, которые затем выпрямляются и сглаживаются. На рисунке 1 представлена блок-схема ИБП.



Рис. 1. Блок-схема ИБП

Был изготовлен опытный образец импульсного блока питания, принципиальная схема которого представлена на рис. 2.

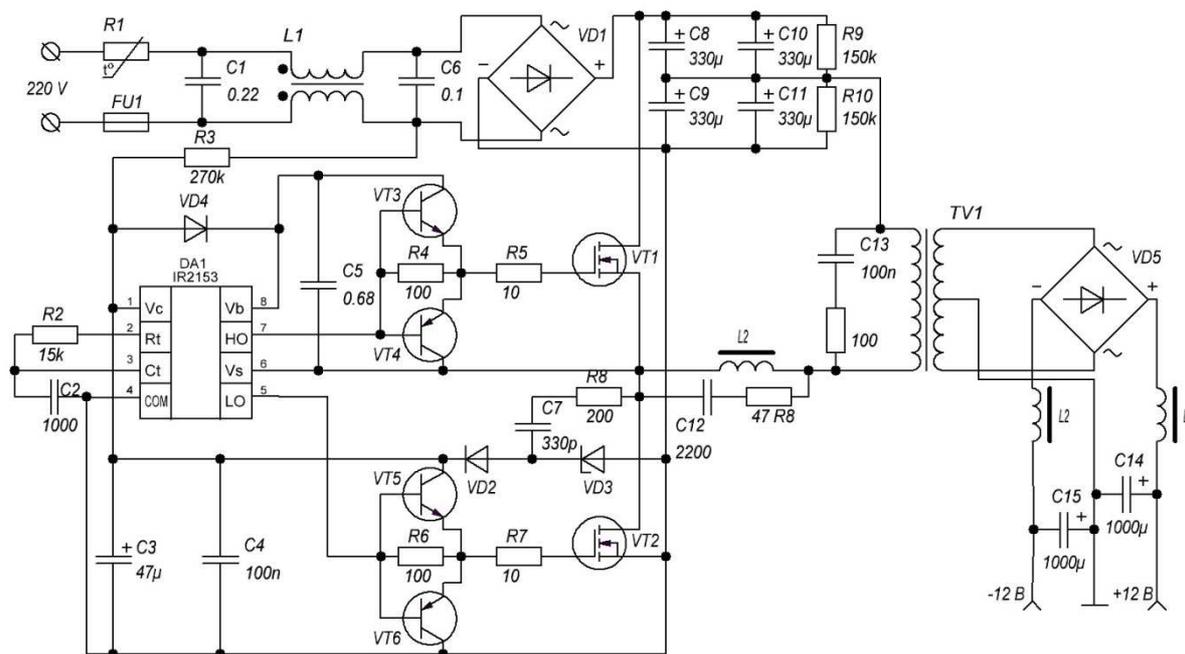


Рис. 2. Принципиальная схема ИБП

Для построения ИБП была выбрана микросхема IR2153 являющаяся драйвером управления полевыми и IGBT транзисторами полумоста. Разрабатывалась она для применения в схемах электронного балласта газоразрядных ламп. Микросхема позволяет создать простой блок питания, по своей сути это электронный трансформатор с выпрямителем [2].

Частота работы преобразователя определяется при расчете трансформатора. Здесь требовалось только определить номиналы R2 и C2 для задания частоты генерации микросхемы. Это удобно сделать с помощью программы «Freq2153» [3]. Исходя из этого была выбрана частота, равная 47 кГц. Для этой частоты был рассчитан трансформатор в программе «Ring Ferrite Extra Soft (1300)» [3].

Для поднятия КПД были использованы эмиттерные повторители верхнего ключа VT3 VT4 и нижнего ключа VT5 VT6. Они обеспечивают хорошее закрытие и открытие ключей, снижают нагрузку на драйверы микросхемы, уменьшают вероятность возникновения «сквозного» тока через выходные транзисторы.

Для уменьшения влияния скин-эффекта обмотки трансформатора были выполнены из нескольких проводов малого диаметра скученных в одну косу. Для уменьшения нагрева сердечника на холостом ходу была снижена индукция в нем, путем увеличения количества витков первичной обмотки. В результате всех этих действий удалось достичь высокой температурной стабильности блока питания в общем. Внешний вид собранного блока питания рисунок 3.

В таблице приведены основные характеристики, разработанного ИБП. Номинальная мощность 700 Вт была ограничена установленными ключевыми транзисторами, т.к. трансформатор и остальная часть схемы имеет запас по мощности еще на 50%. Выходное напряжение 24 В не стабилизированное,

ток до 24 А. КПД при номинальной мощности и частоте преобразования 47 кГц составил 90%. Малое выходное сопротивление не вынуждало делать выходные напряжения стабилизированными и коэффициент пульсаций составил 2 В, что не является критическим.



Рис. 3. Внешний вид платы усилителя класса D

Таблица

Характеристики усилителя класса D

Мощность, Вт	Выходное напряжение, В	Номинальный выходной ток, А	кпд, %	Частота преобразования, кГц	Выходное сопротивление, Ом	Коэффициент пульсаций, В
700	12+12	24	90	47	0.1	2

Таким образом, в результате исследования установлено, что импульсные блоки питания обладают характеристиками, позволяющими говорить об их преимуществе над обычными трансформаторными блоками питания: меньший вес, малые габариты, экономия на материалах, отсутствие больших и дорогостоящих накопительных конденсаторов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Семян, А.А. 500 схем для радиолюбителей. Источники питания / А.А. Семян. – СПб. : Наука и Техника, 2005. – 408 с.
2. Баширов, С.Р. Современные интегральные микросхемы / С.Р. Баширов, А.С. Баширов. – М. : Эксмо, Радио-электроника. – 2008. – 176 с.
3. Программы расчета трансформаторов и дросселей [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://cxem.net/index.php?showtopic=70885&st=0>.

УДК 621.371.39

### МЕТОДЫ ПОДПОВЕРХНОСТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ СЛОИСТЫХ СРЕД

**В.Н. ЛЕВОЩЕНКО**

(Представлено: канд. техн. наук, доц. В.Ф. ЯНУШКЕВИЧ)

*Представлены результаты исследования электромагнитной волны ее затухания и спектра отраженного от поверхности слоя толщиной  $h$ . Приведены графики частотной зависимости коэффициента затухания.*

Метод георадиолокационного подповерхностного зондирования (в общепринятой терминологии – георадиолокация, в англоязычной литературе этот метод называется «Ground Penetrating Radar» или GPR.) основан на изучении распространения электромагнитных волн в среде. Идея метода в излучении импульсов электромагнитных волн и регистрации сигналов, отраженных от границ раздела слоев зонди-