



Импульсный источник питания (ИИП) предназначен для работы совместно с усилителями низкой частоты и относится к классу источников типа «электронный трансформатор».

Основа ИИП – микросхема IR2153 - двухтактный самоосциллирующий драйвер полевых транзисторов. На выходах микросхемы имеется полноценный сигнал для управления двумя полевыми транзисторами, включенными по полумостовой схеме, что позволяет строить источники питания мощностью вплоть до 300~400 ватт. Микросхема не имеет каких-либо средств для стабилизации выходных напряжений, внешнее управление возможно только на включение-выключение посредством замыкания вывода «Ct» на общий провод.

Схема источника питания представлена на рисунке 1.

«Горячая» часть особенностей не имеет. C1, L1, C2 – фильтр против проникновения импульсных помех в сеть. VD1, C3, C4, R1, R2 – выпрямитель. C3 и C4 должны быть одинаковой емкости, достаточной для сглаживания пульсаций. R1 и R2 выполняют двойную роль: во-первых, они разряжают конденсаторы фильтра при остановке блока, во-вторых, удерживают потенциал на средней точке, равный половине выпрямленного напряжения (если бы их не было, из-за неодинаковости утечек в конденсаторах потенциал мог бы значительно сместиться в ту или иную сторону).

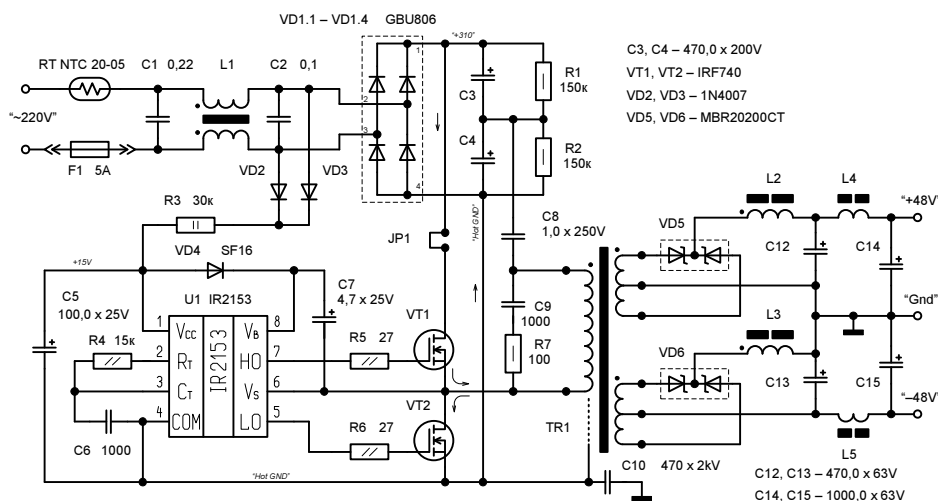


Рис.1. Первоначальная схема источника питания

VD2, VD3, R3 и C5 обеспечивают питание микросхемы. R3 задаёт максимальный ток, а напряжение стабилизируется на уровне от 15,0 до 15,5 вольт внутренним стабилизатором в микросхеме. Включение диодов VD2, VD3 обусловлено необходимостью устойчивого выключения блока при обесточивании.

R4 совместно с C6 задают рабочую частоту, в данном случае она находится в районе 45 кГц. Для увеличения частоты можно уменьшать R4, однако значительное увеличение рабочей частоты (свыше 50 кГц) нецелесообразно из-за значительного роста потерь в феррите трансформатора TR1.

VD4 совместно с C7 обеспечивают питание внутренней схемы управления «верхним» транзистором и к данным компонентам предъявляются повышенные требования: диод должен выдерживать обратное напряжение не менее 400 вольт (оптимально 600) и иметь малое время восстановления перехода (быть «супербыстрым»). Помимо указанного на схеме можно применять диоды из серий FR, SF, UF, HER и т.п. Конденсатор C7 должен обладать низким внутренним эквивалентным сопротивлением (т.н. LowESR), можно применить керамический конденсатор, при этом допустимо уменьшить его емкость вплоть до 0,47 мкФ, однако оптимальной будет ёмкость от 1,0 до 2,2 мкФ.

VT1 и VT2 могут быть почти любыми. Основные требования: напряжение сток-исток не менее 500 вольт, ёмкость затвора в пределах 1500 пФ. Не нужно увлекаться установкой более мощных приборов, чем необходимо – это связано с тем, что более мощные транзисторы имеют значительные ёмкости затворов, а значит, с учётом ограничений по токовой нагрузке на выходы драйвера, транзисторы будут медленнее открываться и закрываться, что приведёт к их излишнему нагреву и неоправданной нагрузке на микросхему.

Резисторы R5 и R6 в затворах ключевых транзисторов способствуют недопущению «звона» (резонансных явлений) и могут быть заменены на другие, номиналом от 10 до 33 Ом (должны быть одинаковые у обоих транзисторов).

Особые требования к C8. Его ёмкость и тип должны быть достаточны для обеспечения пропускания тока на полной мощности блока. Для мощностей до 200 Вт ёмкость 1,0 мкФ. От 200 до 350 – 1,5 мкФ. Свыше 300 – 2,2 мкФ. Чётких границ нет, однако стоит придерживаться указанных рекомендаций. Тип конденсатора K73-17 или импортный аналог, рабочее напряжение не менее 250 Вольт, при этом большие ёмкости лучше составлять из нескольких параллельно соединённых конденсаторов (у конденсаторов тоже есть ограничение по токовой нагрузке).

C9 совместно с R7 образуют «снаббер» - цепочку, превращающую паразитные выбросы от индуктивности в тепло.

«Холодная» часть представляет из себя два двуполупериодных выпрямителя со средней точкой, включенных последовательно друг с другом для получения двуполярного напряжения. Выбор такой схемы связан с желанием использовать имеющиеся мощные диодные сборки с общим катодом.

Фильтр каждого выпрямителя начинается с дросселя (L2, L3). Это необходимо для предотвращения токовых «иголок» в силовых цепях. Минимальная индуктивность этих дросселей должна быть такой, чтобы обеспечить неразрывность тока в течение «Dead Time», однако и чрезмерно завышать индуктивность также не следует. Оптимальное значение индуктивности следует брать из расчёта неразрывности тока в течение полупериода.

L4 и L5 с небольшой по сравнению с L2 и L3 индуктивностью образуют дополнительный фильтр от высокочастотных пульсаций. Ёмкости C12-C15 обязательно должны быть с низким внутренним эквивалентным сопротивлением. Значительно завышать их не рекомендуется (это негативно сказывается на перегрузке во время включения блока), а если возникает необходимость в уменьшении уровня пульсаций 100 Гц, то в качестве меры против этого лучше увеличить ёмкость конденсаторов C3 и C4 в «горячей» части блока.



Конструкции блока могут быть самыми разнообразными. Однако при размещении компонентов и проводников на печатной плате необходимо придерживаться некоторых правил, актуальных для силовых высокочастотных устройств:

соблюдать последовательность соединений с общим проводом (на схеме таковая уже соблюдена);

контур, охватываемый текущим ВЧ током должен быть минимальной площади (это означает как можно более близкое расположение ключевых транзисторов, трансформатора и конденсаторов фильтра С3, С4);

схема контроллера не должна быть размещена внутри контура силового ВЧ тока, также следует предусмотреть, чтобы через проводники контроллера (например, земляной) не текли «сквозные» токи. Расстояние от выходов контроллера до затворов транзисторов также желательно минимизировать.

Способ изготовления трансформатора TR1 рекомендую подсмотреть здесь:

<http://radiokot.ru/forum/viewtopic.php?f=11&t=85106>

Программы для расчёта трансформаторов и дросселей можно найти здесь:

<http://radiokot.ru/forum/viewtopic.php?f=11&t=33756>

Дроссели L2, L3 лучше всего изготовить на основе колец от дросселей вышедших из строя компьютерных блоков питания (диаметром 22-24 мм). Проводом 1,0~1,2 мм производится намотка в один или два слоя до заполнения. Дроссель L1 берётся готовый, также от какого-нибудь блока питания.

L4 и L5 также могут быть взяты с компьютерных блоков питания – представляют собой толстый провод, намотанный на ферритовый стержень. При отсутствии необходимости тонкой фильтрации могут не устанавливаться.

Термистор RT обязан без повреждений выдерживать пусковые токи, его сопротивление (нормируется при 20°C) может быть 5~7 Ом.

Если нет необходимости в столь высоких напряжениях, а достаточно, например, двуполярного 24~25 Вольт, то трансформатор TR1 также можно взять уже готовый от компьютерного блока, но при этом следует изменить схему «холодной» части – вместо двух выпрямителей со средней точкой необходимо использовать мостовую схему как на рисунке 3.

Налаживание при правильной разводке платы и качественно изготовленном трансформаторе сложностей не вызывает.

С помощью джампера JP1 следует отключить транзисторы от выпрямителя.

Затем, используя лабораторный блок питания, подать напряжение 12~13 вольт на 1 (+) и 4 (-) ножки микросхемы. С помощью осциллографа убедиться, что на ножках 5 (относительно 4) и 7 (относительно 6) присутствуют красивые сигналы управления полевыми транзисторами с нужной частотой.

Отключив лабораторный источник питания, включаем в сеть. Контролируем напряжение на выводе 1 микросхемы – оно должно установиться в пределах 15,0~15,5 вольт. Отключаем.

Далее, на место JP1 включаем лампу накаливания мощностью ватт 150. Подаём сетевое напряжение. Лампа при этом должна попытаться чуть зажечься и тут же потухнуть. Если лампа не тухнет – необходимо выяснять причину. Это могут быть как ошибки в монтаже, так и неправильно изготовленные моточные детали (в первую очередь трансформатор TR1). Если лампа тухнет (не горит), контролируем напряжения на выходе блока – они должны примерно соответствовать расчётным согласно коэффициенту трансформации TR1. Также можно проконтролировать импульсы на вторичной обмотке трансформатора

**Важно! Использовать осциллограф для контроля импульсов «горячей» части можно лишь при питании блока от изолированного источника питания, например, разделительного трансформатора. При питании напрямую от сети это недопустимо.**

В случае успеха, отсоединяем лампу, восстанавливаем JP1, и... блок готов – остаётся лишь проверить получившиеся нагрузочные характеристики.

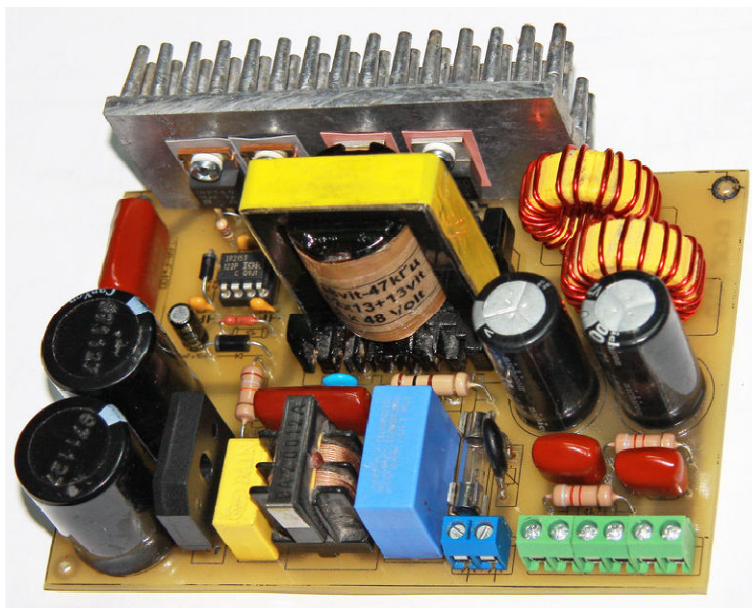


Рис.2. Фотография готового блока от Сергей

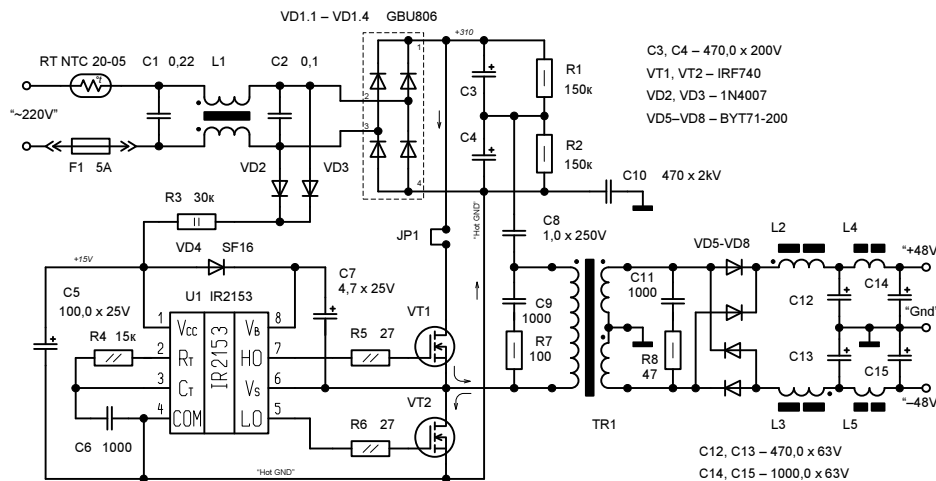


Рис.3. Та же схема, но с мостовым выпрямителем