

Автор: Юрий Кузьменко (zuboka)

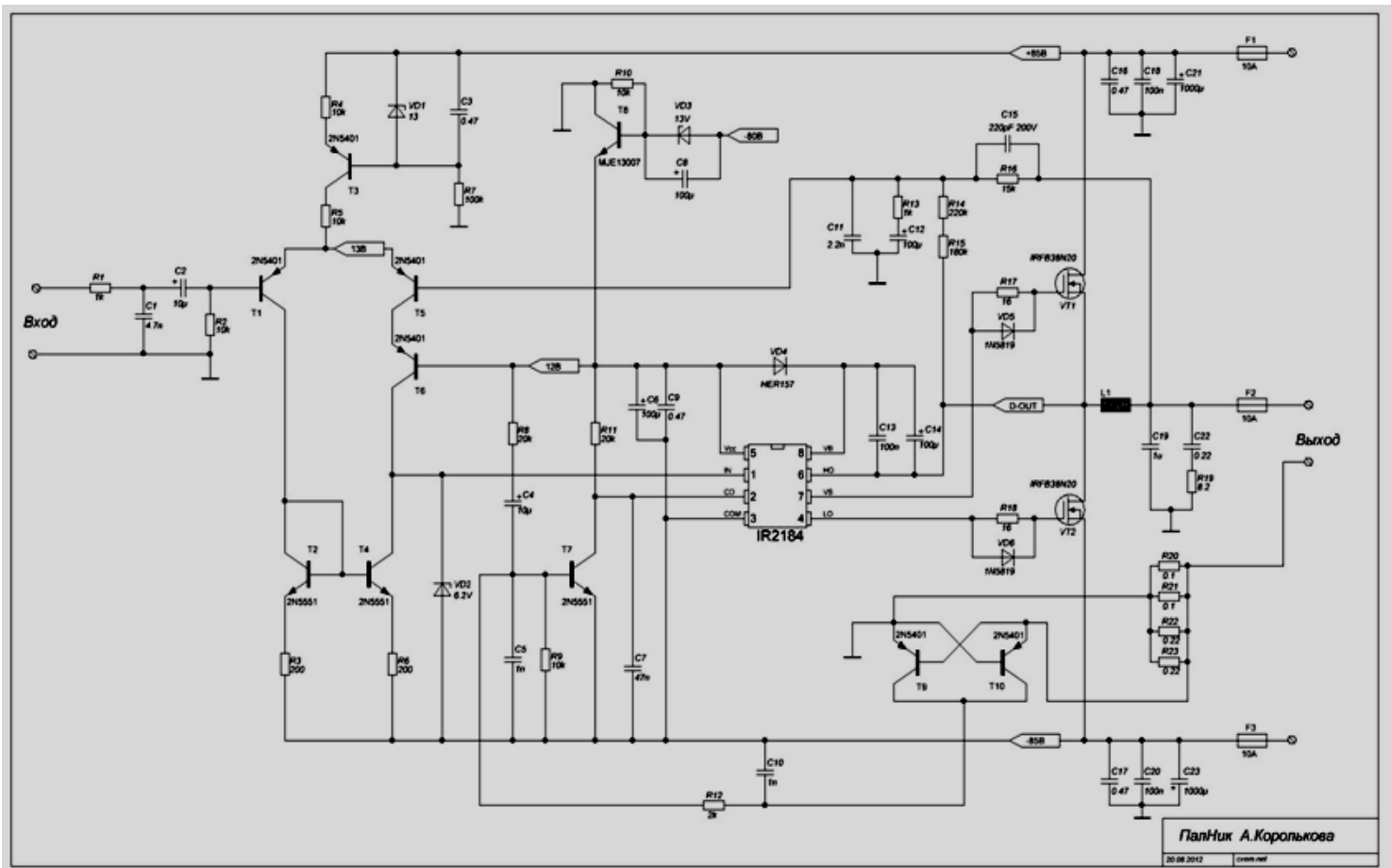
Сразу оговорюсь, автор схемы Алексей Корольков, я к ней не имею никакого отношения. Я всего лишь хочу суммировать все Ваши вопросы по данной схеме и дать на них исчерпывающие ответы, которые, я уверен, помогут Вам собрать этот усилитель.

ПалНик - инструкция по сборке

Если Вы после сборки таких усилителей как Ланзар, Холтон, ОМ, начинаете присматриваться к Д-классу, то этот усилитель как раз для первого ознакомления с Д-классом.

ПалНик обладает довольно не плохими характеристиками, не сложной схемой и не требует ни каких настроек. Если все собрано, верно - ПалНик заводится **сразу**.

Схема усилителя



Выходная мощность зависит от напряжения питания УМ. Максимальное напряжение питания зависит от выходных транзисторов, при применении 100Вольтовых (ключей) транзисторов (пример

IRF540) на выходе усилителя, питание нельзя поднимать выше +-45В, при 150Вольтовых ключах нельзя поднимать выше 65В, при 200сот Вольтовых ключах нельзя поднимать выше +-85В, при 250Вольтовых ключах нельзя поднимать выше +-110В.

При +-85В получаем 800Вт на 4Ома. Если нужно меньше, то нужно уменьшить напряжение питания УМ в соответствии с таблицей (ниже). Таблица для **двухсот вольтовых ключей**, корпус ТО-220!

Напряжение питания УМ, В	Сопротивление нагрузки, Ом		
	2	4	8
Макс.вых.мощность			
+35	240	120	60
+45	400	200	100
+55	640	320	160
+65	900	450	230
+75	1200	620	310
+85	-----	800	400

Так же при выборе выходных транзисторов следует обратить внимание на максимальный рабочий ток транзистора. Пример: напряжение питания усилителя +85В, сопротивление нагрузки 4 Ома, тогда $85/4=22$, $22+20\%=26$ т.е. выходные транзисторы должны быть рассчитаны на ток 26 Ампер при 100гр. Цельсия. Под эти требования подходят транзисторы, например: IRFB42N20 (200В, 30А), IRFB4227 (200В, 46А).

Следует обратить внимание на емкость затвора (Ciss) выходных транзисторов. Чем меньше емкость затвора, тем легче управляющей микросхеме (ШИМ-ке) IR управлять транзисторами, тем, естественно, больше можно поднять несущую частоту, но, как правило меньший рабочий ток у таких транзисторов.

Еще один немаловажный параметр при выборе выходных транзисторов – это сопротивление открытого канала Rdc on. Чем меньше Rdc on, тем меньше будет греться усилитель. Если сравнивать тот же IRFB42N20 Rdc on = 55мОм и IRFB4227 Rdc on = 26мОм, то вторые (4227) будут греться меньше. Но не стоит забывать о потерях в транзисторах при работе на нагрузку.

Потери в транзисторах двух видов: статические и динамические.

Статические - это потери на открытом канале вследствие наличия некоего сопротивления канала в открытом состоянии Rds(on). Чем больше это сопротивление - тем больше потери в статическом режиме.

Динамические - это потери, обусловленные тормознутостью выбранного транзистора, вследствие большого времени Td(on), Td(off), высокой емкости затвора и заряда. Эти потери растут с ростом частоты и перечисленных характеристик.

В итоге оба вида потерь суммируются. При подходе к расчету и выбору транзистора следует помнить, при производстве невозможно добиться идеальных параметров (минимального

Rds(on) при низкой емкости затвора и "шустрым" временем открытия и закрытия). По этому мы имеем либо низкий Rds(on) и большой ток, Но тормознутые скоростные параметры, либо шустрый транзистор и большой Rds(on) следовательно, меньший ток. Например, взять 2 ключа, 42н20 (200Вольтовый) и 23н15 (150Вольтовый) первый мощнее в разы, но при повышении частоты выше 250кГц начинают сказываться динамические потери (греется даже в холостом ходу), а 23н15 имея сопротивление канала вдвое больше не греются при 400кГц.

Поэтому тут следует балансировать и выбирать оптимум, идеальных решений нет. Найти компромисс иногда трудно, но выбор ключей сейчас достаточный.

Следует отметить, что передача тепла от фланца транзистора к радиатору зависит от корпуса транзистора. Корпус ТО-247 отдает тепло на радиатор быстрее, чем транзистор в корпусе ТО-220.

Все эти параметры можно узнать, скачав даташит на нужные транзисторы или из таблиц, которые можно скачать в первом посту темы про этот усилитель

<http://forum.cxem.net/index.php?showtopic=97582&#entry1078015>

Варианты замены деталей

В затворах используются любые быстрые диоды не медленнее 50ns, напряжение не менее 20В, continuous forward current 0.5...1А. Из серий SF, HER, MUR, Например HER207, UF5408. Можно поставить Шоттки 1N5817-5819. D3 любой не менее 200В, 50ns, continuous forward current 0.5...1А. Можно тот же HER207.

Если нет стабилитронов на 13В можно поставить на 12В.

На схеме и печатной плате установлен параметрический стабилизатор для питания IR2184 на транзисторе MJE13007. Этот транзистор можно заменить на TIP41, TIP122 или наш КТ817Г(815Г) Цоколевка **зеркальная!**

IR2184 можно заменить на IR2104 – **Цоколевка другая!**

Дроссель

Для расчета дросселя есть программы, которые легко можно найти в сети. Самая распространенная программа под названием Drossel 3000 и DrosselRing 2100 - Владимира ака (Starichok-a), которые можно скачать по ссылке

<http://forum.cxem.net/index.php?showtopic=70885&st=0> В этих программах в базе уже есть куча самых основных импортных и наших отечественных сердечников.

Расчет дросселя (Версия 3000)

Помощь О программе...

Исходные данные

Выходной дроссель Другого применения

1 Индуктивность дросселя 100 мкГн

2 Напряжение на дросселе, ключ включен 100 В

3 Напряжение на дросселе, ключ выключен 50 В

4 Номинальный выходной ток 12 А

5 Частота 200 кГц

6 Плотность тока 10 А/мм²

7 Диаметр провода 0.8 мм

Использовать желаемый диаметр провода

Сердечник

8 Величина немагнитного зазора, мм 3.5

Требуемый немагнитный зазор 3.099 мм

Индуктивность сердечника, нГн/виток² 125.9

Амплитуда индукции (не более 0.200 Т) 0.194 Т

Мощность потерь в магнитопроводе 0.060 Вт

Коэффициент заполнения окна 0.202

Дроссель

Индуктивность дросселя 105.853 мкГн

Число витков дросселя 929

10 Диаметр провода x число жил в обмотке 0.80 x 3

Плотность тока, максимальная, А/мм² 8.265

Амплитуда тока дросселя 12.787 А

Размах пульсации тока в дросселе 1.575 А

Магнитопровод

E Ш12x20 2000НМ Россия

Форма E EI ER ETD R Другая

Материал 2000НМ Россия

Размеры магнитопровода:

A, мм	B, мм	C, мм	D, мм	H, мм	h, мм	I, мм

Данные магнитопровода:

Эффективная проницаемость 1445

Площадь сечения магнитопровода 240.00 Ae, мм²

Площадь окна магнитопровода 216.00 Ap, мм²

Длина средней линии 96.85 le, мм

Объем 23.244 Ve, см³

Добавление в базу (ввод размеров)

Добавление в базу (ввод данных)

Добавить в базу Удалить из базы

Сохранить Загрузить **Рассчитать!** Выход

Выбирается из базы имеющийся магнитопровод. (в моем случае это ТПИ).

Для усилителей Д-класса устанавливается галка в строке "**Дроссель другого применения**". Вводятся исходные данные:

1 Индуктивность дросселя 100мкГн.

2 Напряжение между плечами БП - 100В.

3 Напряжение одного плеча питания - 50В.

4 Номинальный ток в нагрузке: напряжение питания плеча деленное на сопротивление нагрузки - $50/4 = 12\text{A}$

5 Частота, для "ПалНика" 150-200кГц, частота устанавливается конденсатором С11. У этой топологии больше 180-220кГц квантования, суммарные искажения начинают увеличиваться.

6 Плотность тока устанавливаем $10\text{A}/\text{мм}^2$ (для звука можно и более, до $15\text{A}/\text{мм}^2$)

7 Диаметр имеющегося в наличии провода - 0.8 (у меня его много 😊). Для больших частот лучше намотать 12жил проводом 0.35, чем 1жилу проводом 1мм

8 Ставим такой зазор чтобы программа при расчете не ругалась (чуть больше требуемого 3,099мм) - 3.5мм

Расчетные данные:

8 Зазор 3.5мм

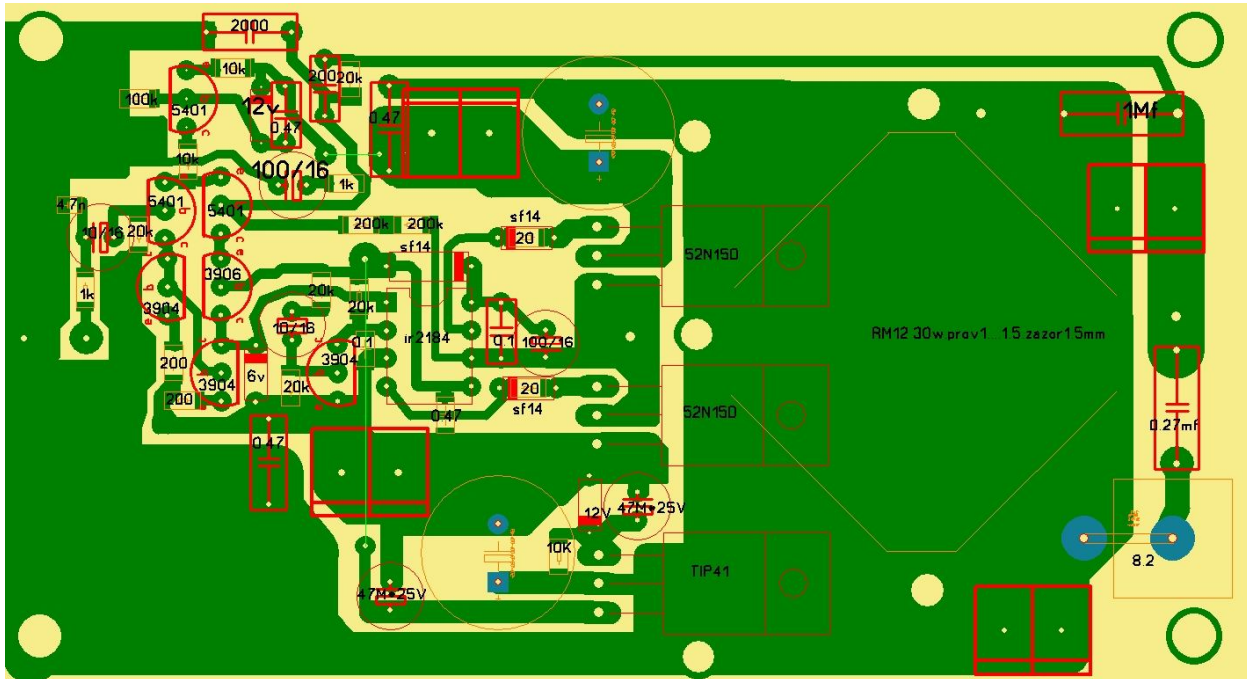
9 Кол-во витков в дросселе - 29

10 Диаметр провода и кол-во жил 0.8мм * 3 жилы

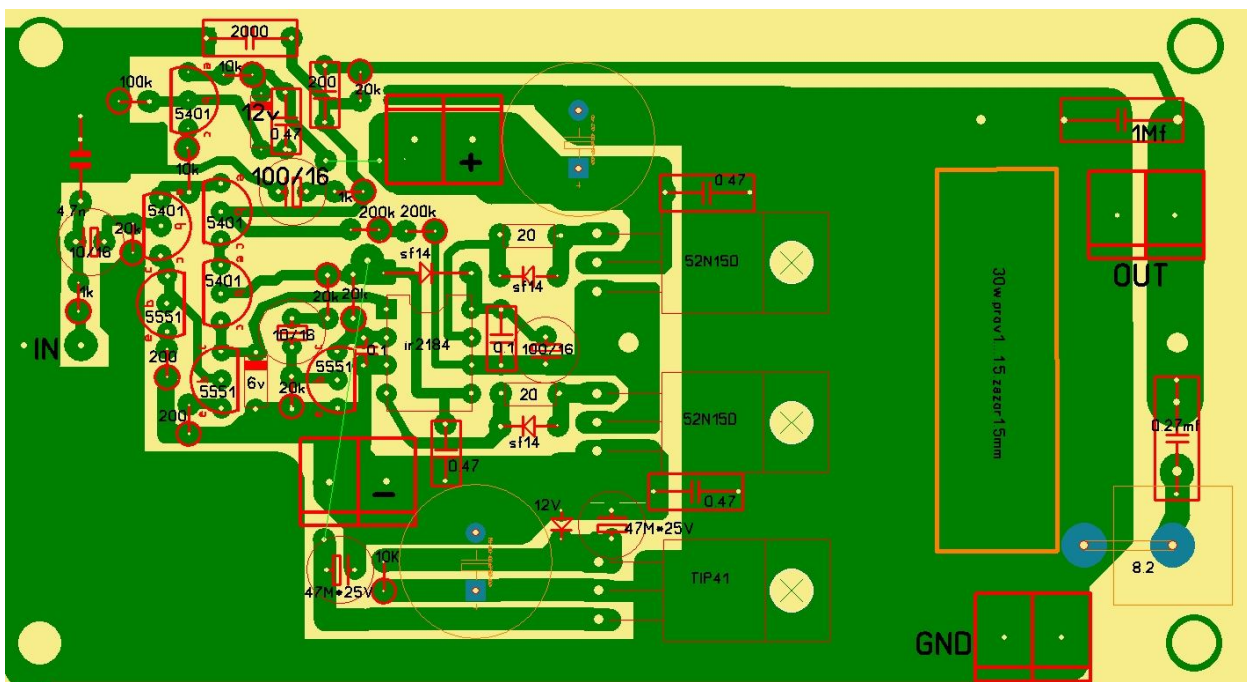
Здесь <http://forum.cxem.net/index.php?showtopic=113816&st=0> тема по дросселям Д-класса, там можно прочитать много полезного.

Печатных плат есть несколько видов:

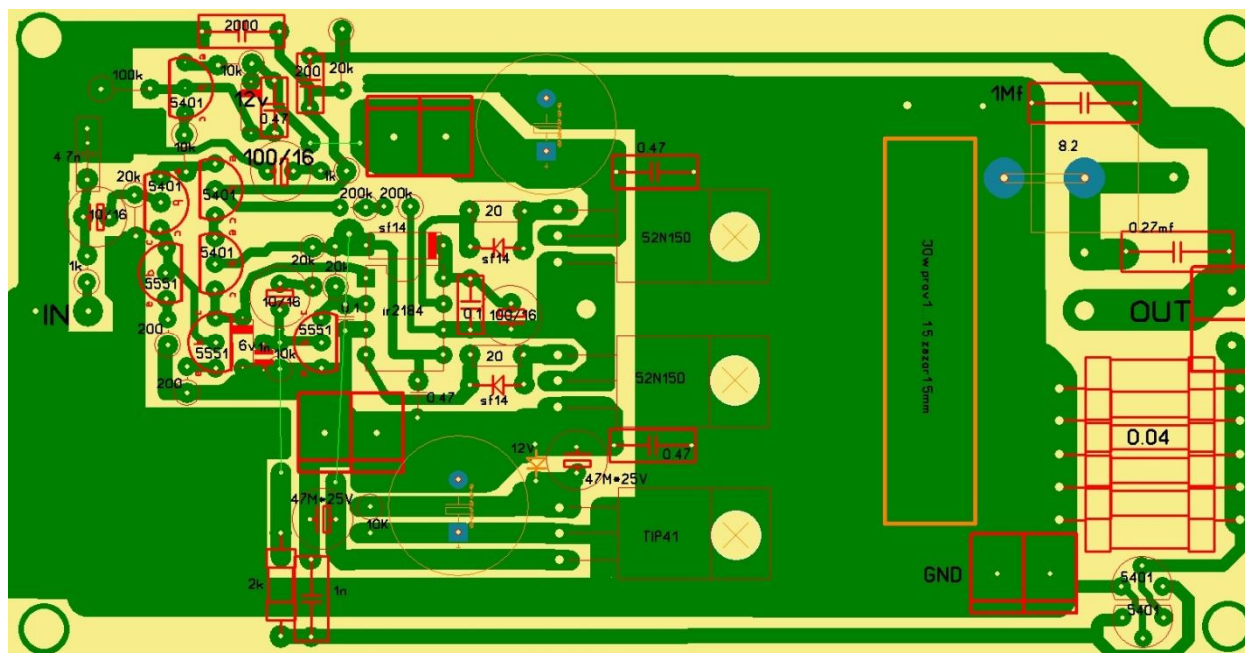
От **Peregar** на СМД компонентах.



Та же плата, но переделанная на обычные (выводные) детали. С перестановкой пленочных или керамических конденсаторов по питанию, ближе к выходным транзисторам для лучшей стабильности.



Есть печатная плата и с защитой от КЗ в нагрузке переделанная так же под обычные (выводные) детали. Так же заменен токовый резистор 0.04Ома на несколько соединенных резисторов в параллель.

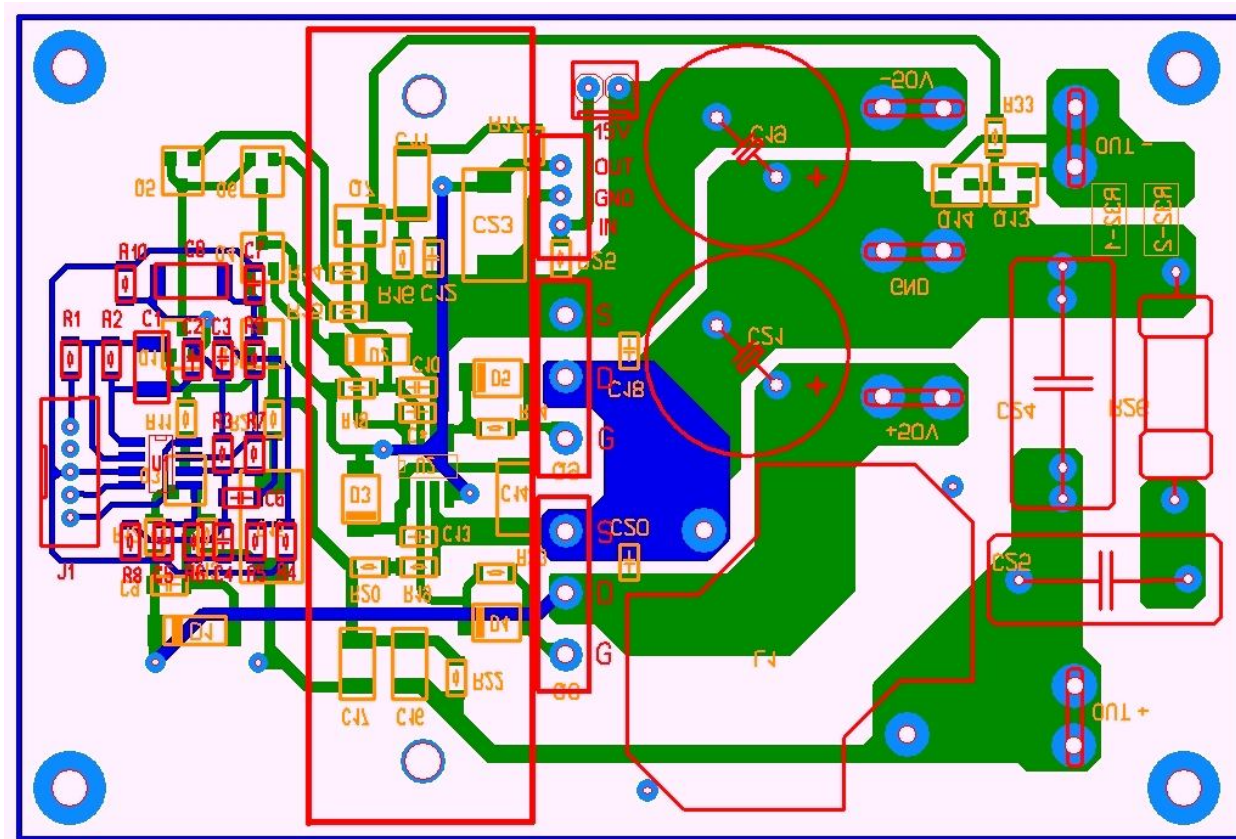


Т.к. защита работает от падения напряжения на токовом резисторе, то чем больше сопротивление этого резистора, тем меньше ток сработки защиты и наоборот. Номинал токового резистора зависит от напряжения питания и сопротивления нагрузки. Настроить можно путем подбора этого резистора при работе усилителя на АС. Сначала впаиваем три резистора 0.1 Ом*2Вт, если при работе на максимальной громкости слышны громкие пощелкивания в АС, то добавляем еще один резистор 0.22 Ом*2Вт. Далее снова слушаем. Если пощелкивания остались, добавляем еще один резистор.

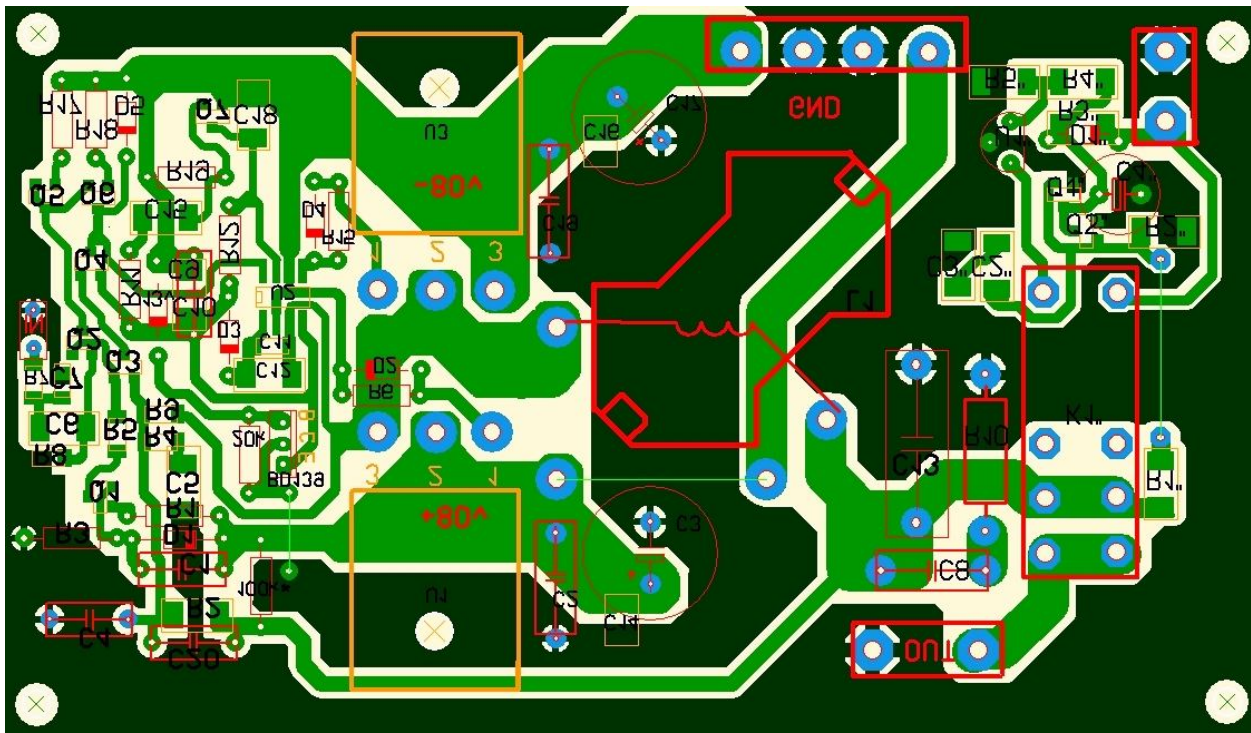
Если Вы собрали плату с защитой, а нужно временно проверить работу УМ без защиты, то транзисторы Т9, Т10 не запаиваются.

Есть плата разведенная Александром Лысенко ([Superamplifier](#)), здесь IR2184S в СМД корпусе и на выходе IRF540N. Автор платы советует снимать с нее не более 200Вт. Напомню, что для IRF540 питание усилителя не должно превышать +45В.

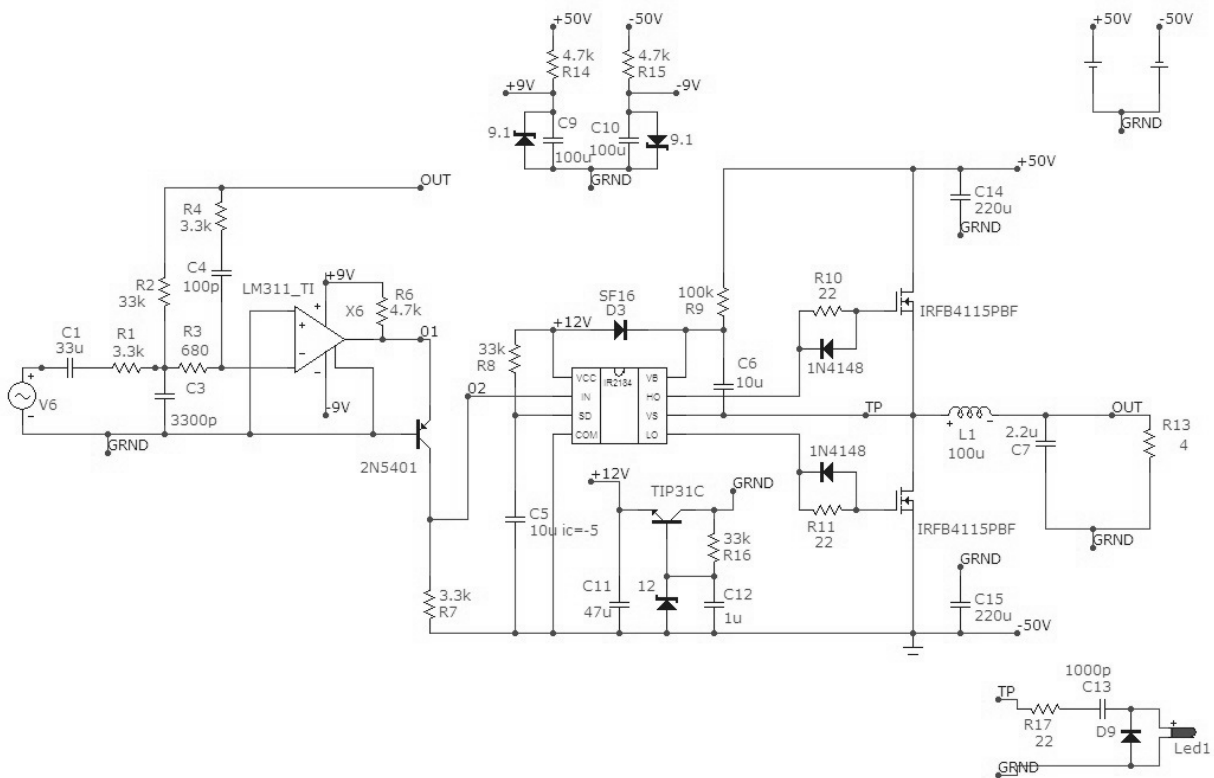
Плата Максима Владимировича ([Максим_Владимирович](#)) Здесь тоже есть предусилитель + ФНЧ. Есть защита от КЗ в нагрузке. Выходные транзисторы в корпусе ТО-247. На плате установлен стабилизатор 7812 для питания IR2184S, питание осуществляется дополнительным источником на 15В. ШИМ и ОУ в СМД. В архиве схема, ПП, фото собранной платы.



Более ранняя плата Максима Владимировича ([Максим_Владимирович](#)) Здесь ШИМ в СМД корпусе, выходные транзисторы в ТО-247. На плате встроена защита от постоянного напряжения на реле.



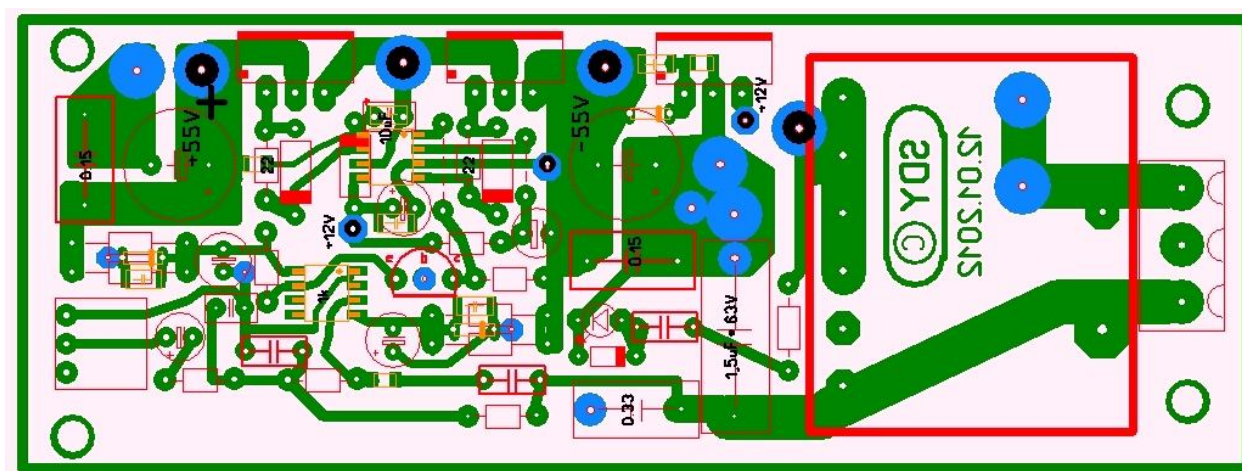
Разработка Дмитрия (Dimonis) Палник 311. Гибрид – модификация Палника т.к. драйвер IR2184 применяется только в нем.



Вместо транзисторного усилителя на входе – компаратор, усиление у него больше, соответственно глубже обратная связь, позволяет снизить искажения. С комбинированной обратной связью, как в ПалНике, **искажения уменьшились раза в три**. Но включив ОС UcD 2-nd удалось еще снизить около 2 раз, особенно на малом уровне сигнала.

В отличие от ПалНика генерация начинается **без сигнала**. Частота около 160кГц, выше – искажения растут, сказывается дедтайм 2184, а ниже если делать – размер дросселя вырастет.

Диапазон по уровню -3дБ до 20кГц, UcD выравнивает характеристику фильтра. Выходные транзисторы с боковым расположением выходных транзисторов перпендикулярно плате. ШИМ и компаратор в корпусе СМД. Светодиод Led1 информирует о начале генерации. В архиве схема, ПП, фото готовой платы.



Все ПП нарисованы со стороны деталей. Зеркалить **не нужно!**

Сборка усилителя

Перед впаиванием **каждая** деталь должна быть проверена на исправность, измерено сопротивление резисторов во избежание ошибки в номинале. Транзисторы проверены прозвонкой тестером и т.д. Искать ошибки на собранной плате будет гораздо сложнее, так что лучше не торопится и все проверить. Перемычки делать изолированными проводами.

Выходные транзисторы установить на общий радиатор через керамические или слюдяные прокладки с использованием теплопроводной пасты. После установки транзисторов на радиатор следует **прозвонить** средние ножки на отсутствие к.з. с радиатором. Т.к. на коллекторе параметрического стабилизатора масса, то его можно не изолировать от радиатора.

Т.к. на плате усилителя большие емкости не влезут, провода питания следует делать как можно короче, сечение не менее 1.5 см², лучше 2.5 см²

Первый запуск усилителя проводить с лампой 220В*60-100Вт последовательно с первичной обмоткой силового трансформатора и с токоограничительными резисторами в плечах питания усилителя (От 50 до 100 Ом*5Вт в каждом плече), тогда шанс спалить, что-то сильно уменьшается.

Во время первого запуска усилителя проверяют 13В на 5 ноге IR2184 (**Относительно минусового** плеча питания УМ). Проверяют отсутствие постоянного напряжения на выводах для подключения АС (Допустимый уровень постоянного напряжения +- 0.2 : 0.3В). После подключаем АС и подаем звук на вход УМ. Мощность при этом будет мала т.к установлены токоограничительные резисторы. Тут самое главное услышать в АС усиленный сигнал. Токоограничительные резисторы могут нагреться – это нормально. Если со звуком все в порядке, убираем токоограничительные резисторы, лампы с первички.

Полезная информация

Самовозбуждение усилителя: косвенно определяется по разогреву резистора в цепи Цобеля - R19. Можно попробовать заземлить радиатор на банках БП или на входе земли в ПП усилителя мощности.

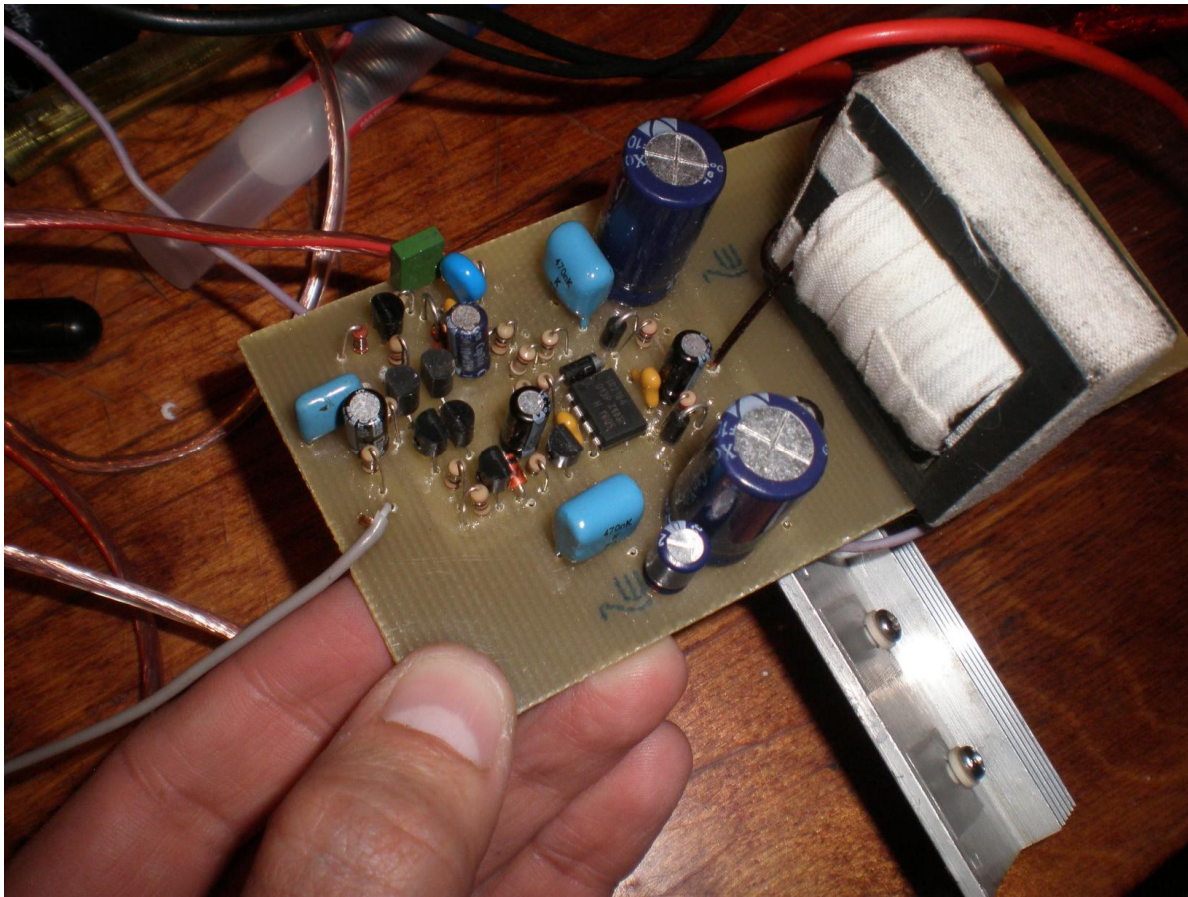
Усилитель позиционируется как сабвуферный, но и на ШП у него вполне не плохие хар-ки. Входное сопротивление усилителя 10кОм.

На каждое плечо питания усилителя в БП нужно поставить по предохранителю. Ток зависит от напряжения питания и сопротивления нагрузки.

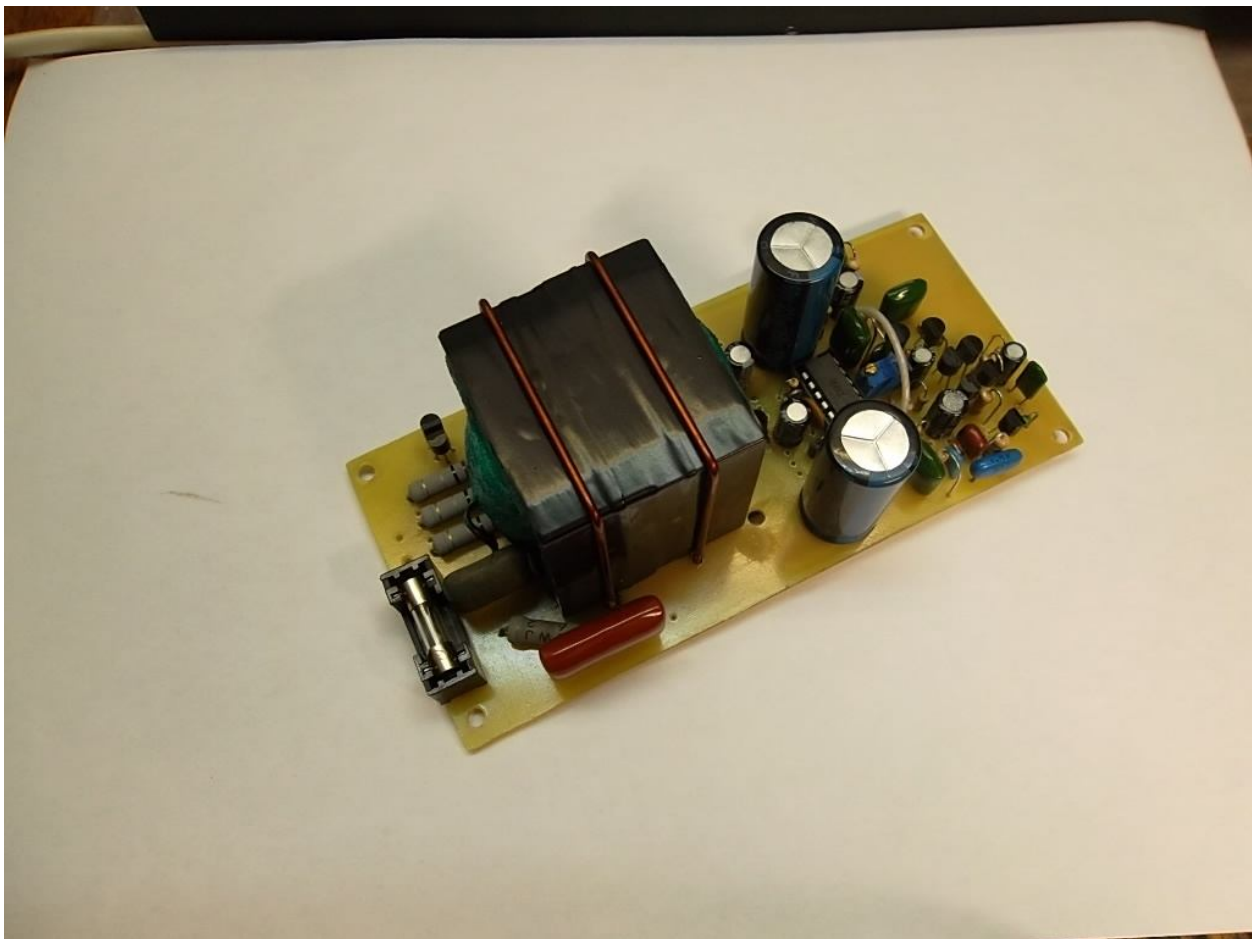
Частота у ПалНика 200...250кГц, зависит от транзисторов, топологии, и немного от дросселя. Чувствительность у ПалНика около 5-7В, уровень выхода звуковой карты компьютера или dvd не хватит, так что чтобы раскачать УМ на максимум нужно будет ставить предусилитель.

КПД усилителя более 90% зависит от выходных транзисторов (ключей), дросселя.

Фото собранного УМ собирал Женя ([Dermengy](#))



Собирал я, платы без СМД.



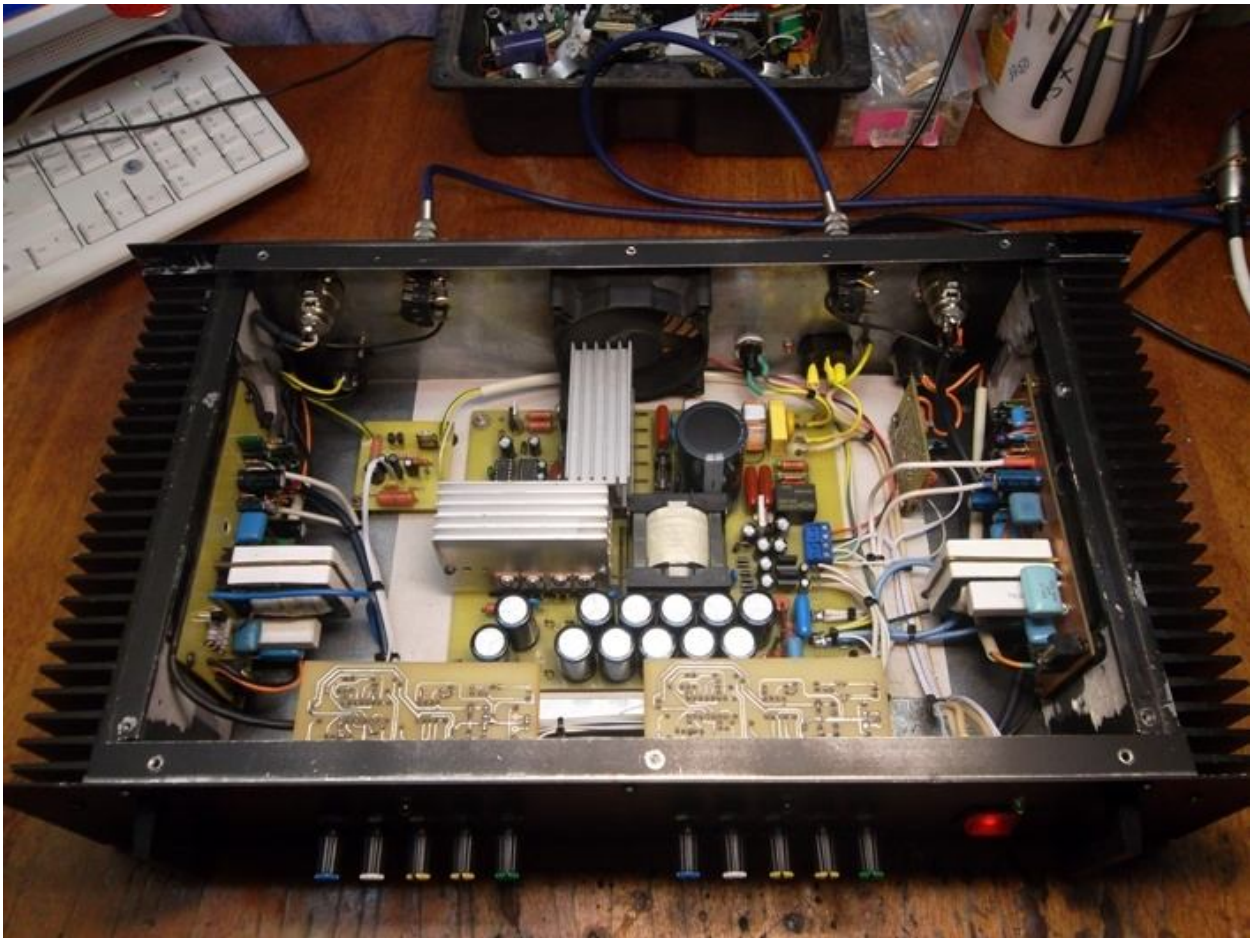


Фото собранной платы на ПП Дмитрия ([Dimonis](#)), собирал автор платы.

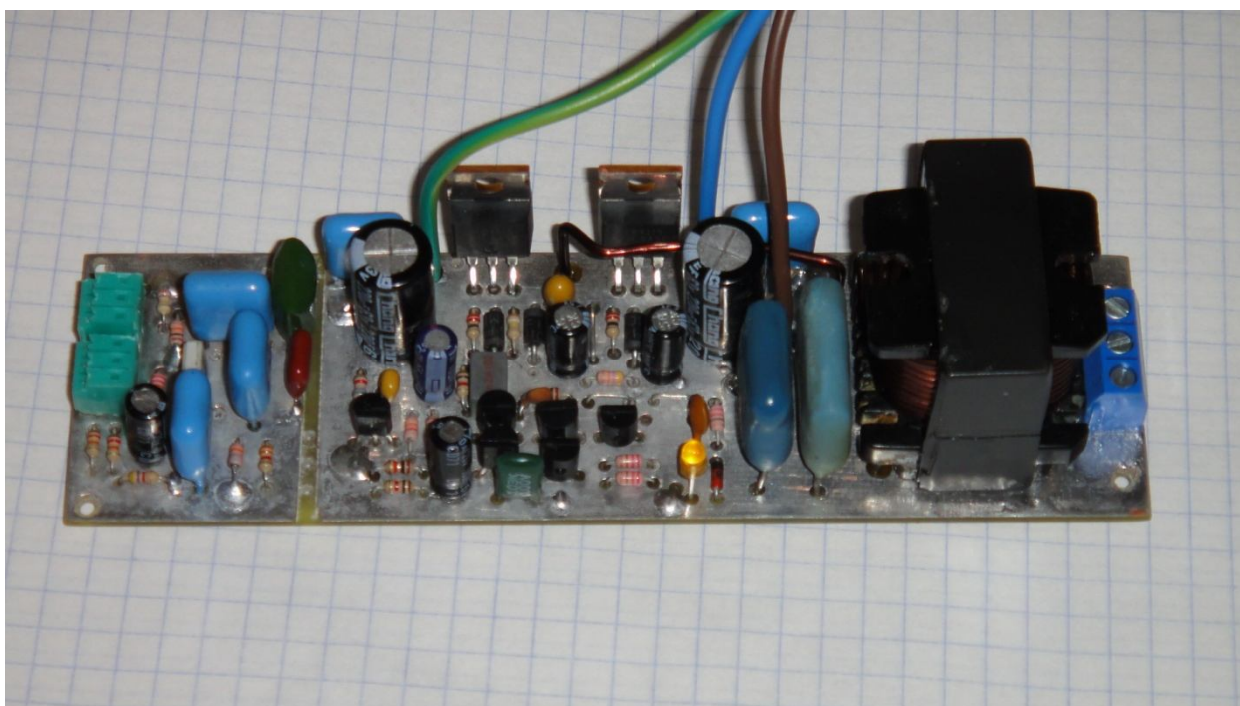
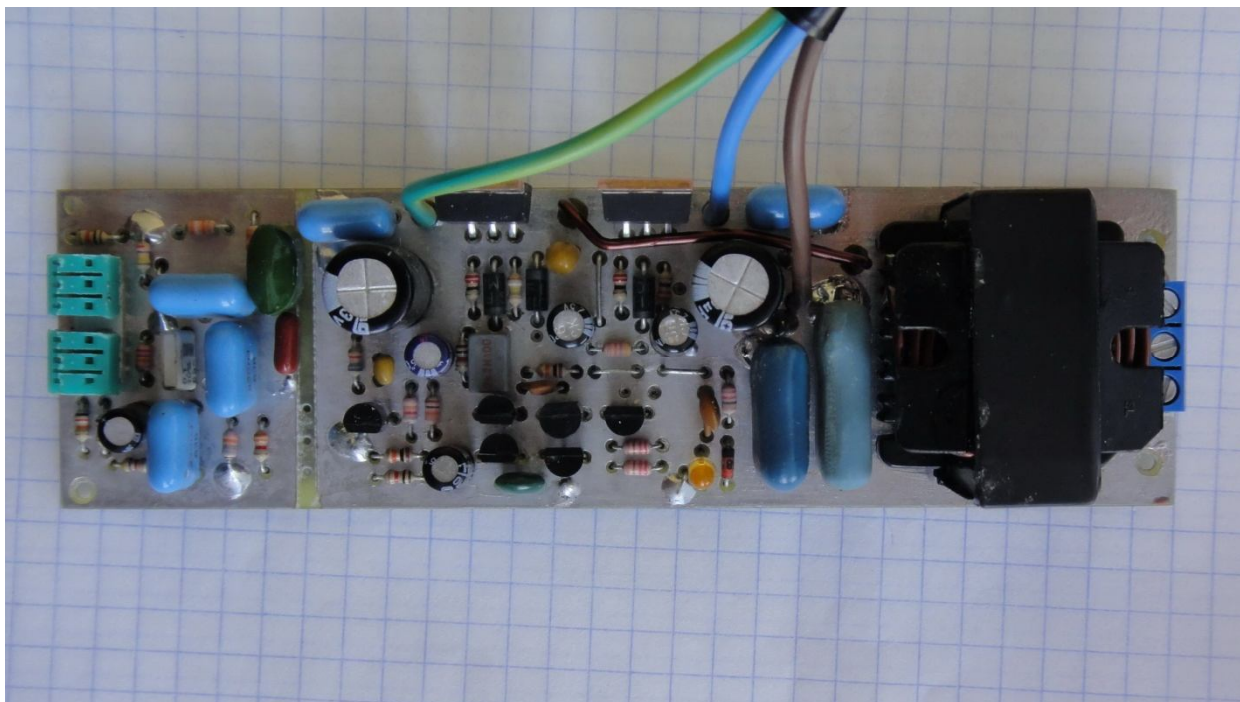


Фото собранной платы по ПП Максима Владимировича ([Максим_Владимирович](#))

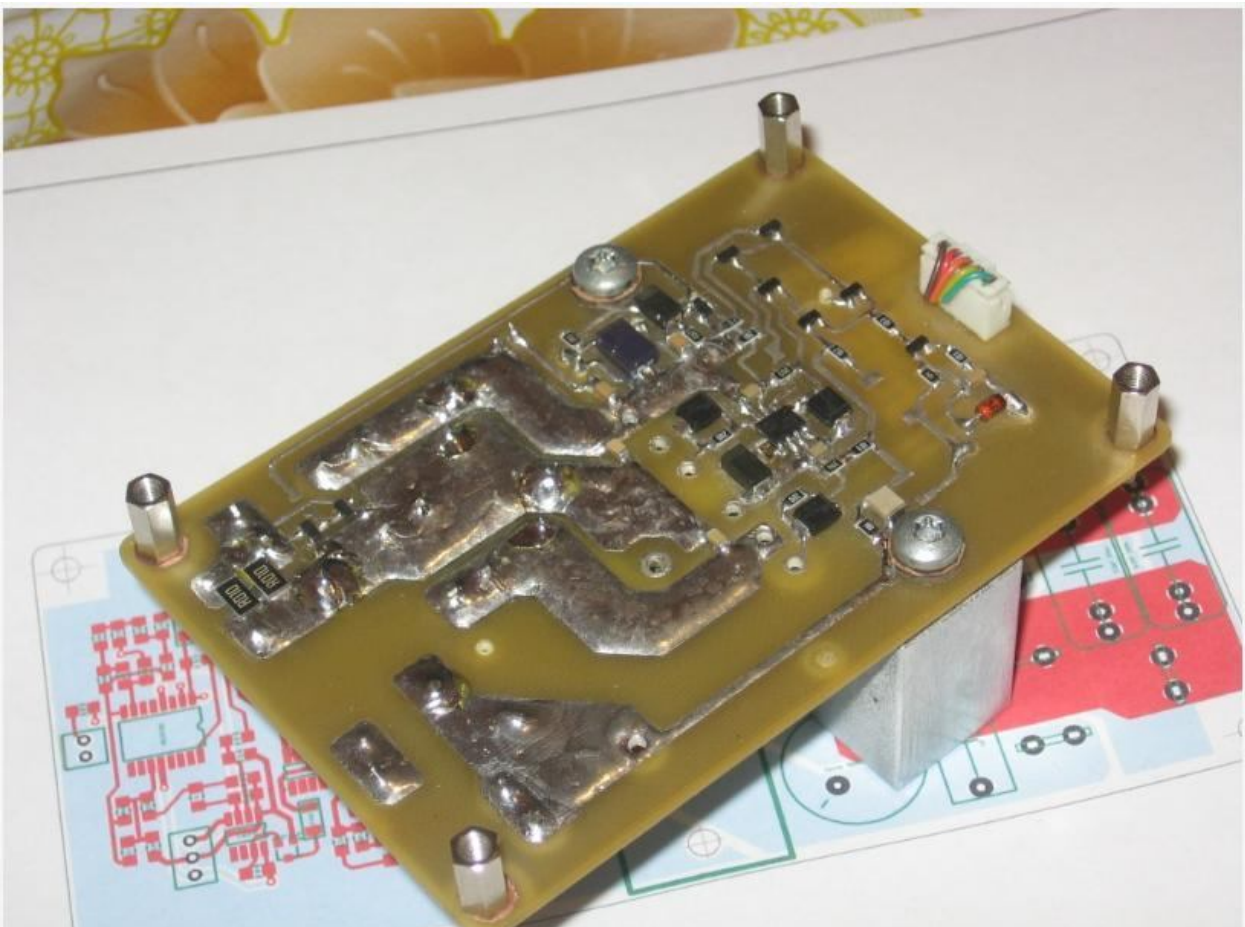
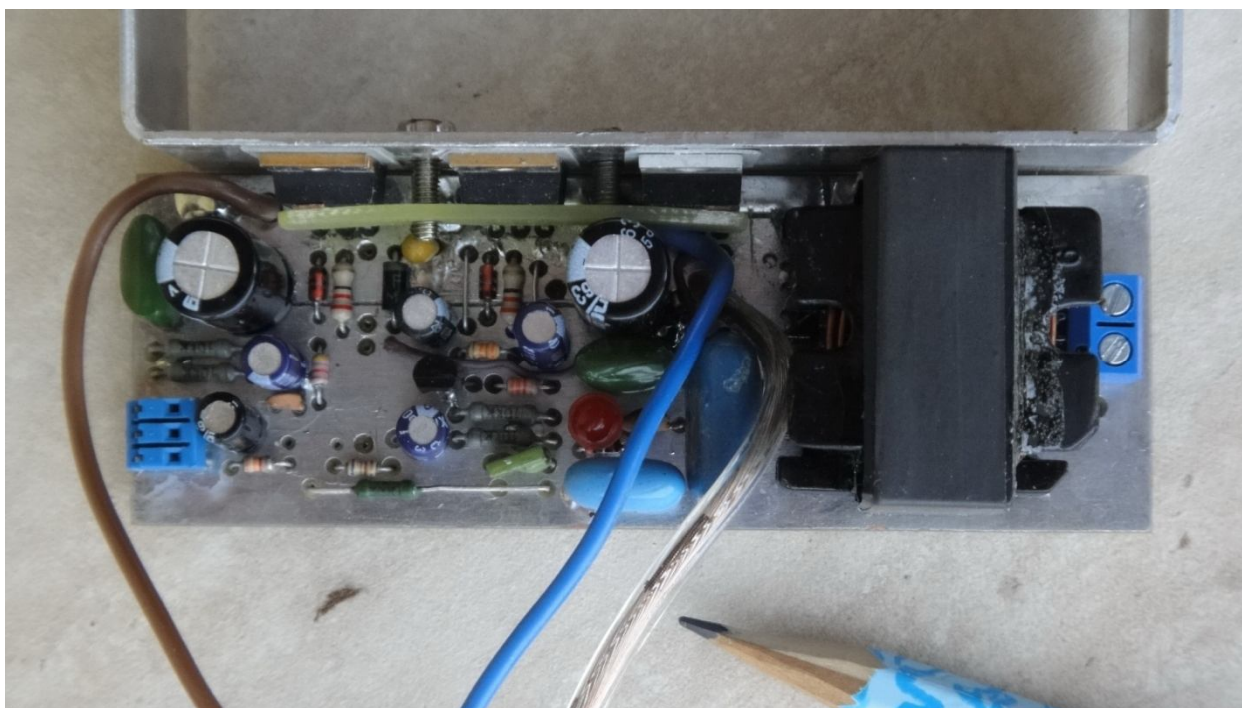


Фото собранной платы ПалНик 311 на ПП Дмитрия (Dimonis), собирал автор платы.



Удачной сборки.

Схема простейшего двухполярного БП выглядит так

