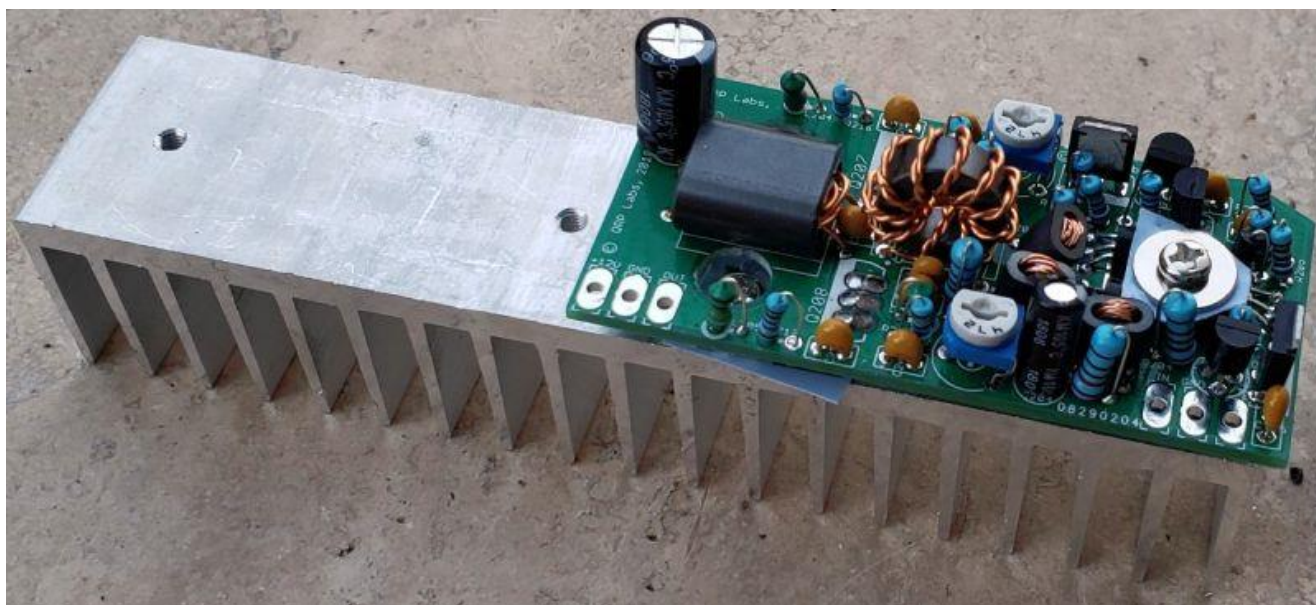
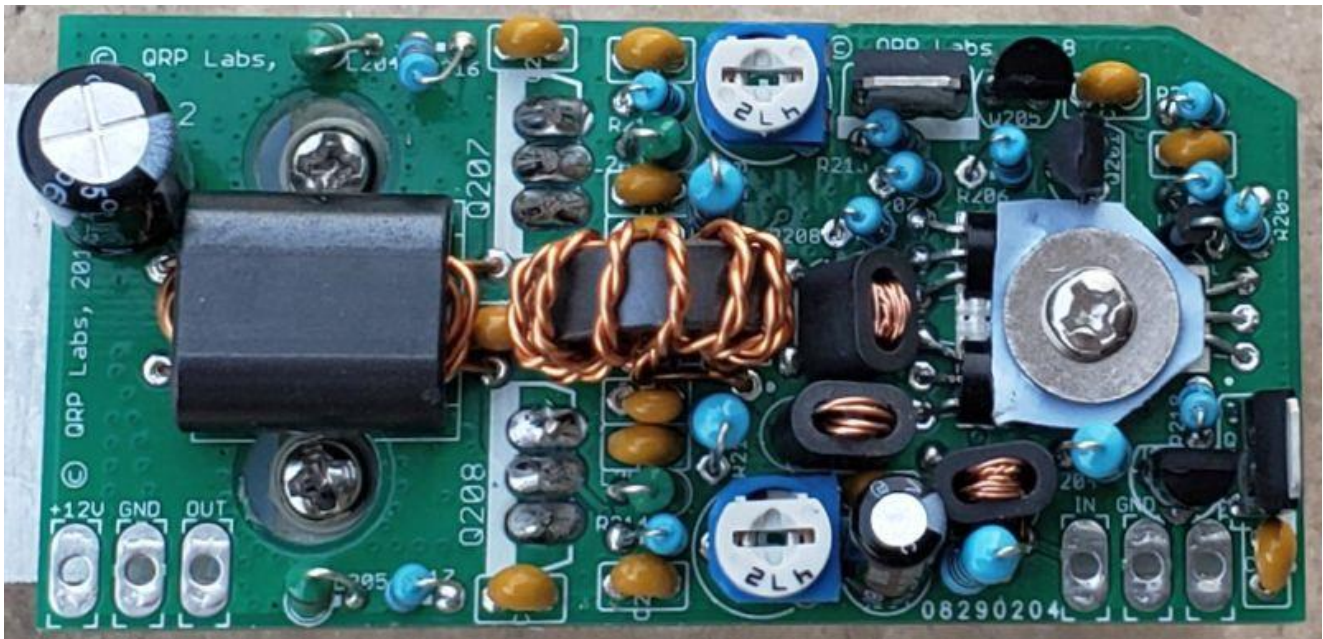

Комплект линейного ВЧ усилителя мощности 10 Вт руководство по сборке

Низкая стоимость, высокая эффективность ВЧ
линейный УМ

диапазоны 2-30MHz

Разработан и произведен в QRP Labs, 2018





Содержание

1.	Общее описание.....	4
2.	Общие рекомендации по сборке	4
3.	СБОРКА	6
3.1.	Перечень комплектующих.....	7
3.2.	Печатная плата и компоновка деталей	9
3.3.	Схема усилителя	12
3.4.	Намотайте и установите индуктивность L201	13
3.5.	Намотайте и установите трансформатор T201	14
3.6.	Намотайте и установите трансформатор T202	17
3.7.	Намотайте и установите трансформатора T203	19
3.8.	Установите конденсатор C213.....	21
3.9.	Намотайте и установите трансформатор T204	21
3.10.	Установите конденсаторы C211 и C212.....	24
3.11.	Установите остальные керамические конденсаторы	24
3.12.	Установите дроссели L202, L203, L204 и L205	25
3.13.	Установите резисторы R203, R204, R209, R210	25
3.14.	Установите резисторы R201, R216 и R217	26
3.15.	Установите резисторы R207 и R208	26
3.16.	Установите резисторы R213 и R218	27
3.17.	Установите резисторы R212 и R214	27
3.18.	Установите резистор R202	28
3.19.	Установите резистор R205	28
3.20.	Установите резистор R206	29
3.21.	Установите подстроечные резисторы R211 и R215	29
3.22.	Установите конденсатор C204.....	30
3.23.	Установите конденсатор C214.....	30
3.24.	Установите диод D201	31
3.25.	Установите транзистор Q201	32
3.26.	Установите транзисторы Q202, Q203 и Q204	32
3.27.	Установите транзисторы Q206 и Q209.....	33
3.28.	Установите транзистор Q205	33
3.29.	Установите регулятор напряжения IC201.....	34
3.30.	Установите транзисторы Q207 и Q208.....	35



3.31. Установите радиатор.....	37
4. Информация об использовании РА.....	39
3.9. Меры предосторожности при работе с РА	39
4.2. Соединения.....	40
3.10. Регулировка	40
3.9. Проведенные испытания.....	40
5. История версий.....	43

1. Общее описание

Линейный ВЧ усилитель мощности 10W обладает следующими параметрами и преимуществами:

- 10W на выходе в диапазоне от 2 до 30 МГц при 12В напряжении питания
- Большой размер радиатора, не перегревается даже в 100% непрерывном режиме рабочего цикла
- Двухступенчатый усилитель, выдает 26dB усиления
- Двухтактный драйвер и двухтактный оконечный каскад, для высокой линейности и низкого содержания гармоник
- +/- 1 дБ линейная АЧХ в диапазоне от 2 до 30 МГц
- Усиление на 4dB меньше на 6м (50МГц) и на 8dB меньше на 4м (70MHz)
- Стандартный выход с импедансом 50 Ом
- Плата с покрытием сквозного отверстия, все компоненты устанавливаются в сквозные отверстия (без поверхностного монтажа)
- Печатная плата размера 69.69 мм x 33.97 (2.744 x 1.338 дюйма)
- Используются обычные недорогие компоненты
- Испытано в течение 1 часа при полной мощности 10 Вт, 100% непрерывного рабочего цикла без принудительного воздушного охлаждения
- Испытано в течение 15 минут при 20 Вт, 100% непрерывного рабочего цикла без принудительного воздушного охлаждения
- Проверено при напряжении питания 20 В
- Проверено при отсутствии нагрузки, коротком замыкании и других проблемах

Мы надеемся, что вам понравится процесс сборки и эксплуатации этого комплекта! Пожалуйста, внимательно прочитайте это руководство по сборке и следуйте инструкциям шаг за шагом в указанном порядке.

Двухтактный выходной каскад с использованием двух транзисторов BS170 также используется на выходе передатчика SoftRock.

Я очень благодарен Allison KB1GMX за крайне полезные советы в процессе проектирования и разработки этого усилителя, за бета-тестирование прототипов, измерения и моральную поддержку!

2. Общие рекомендации по сборке

Сборка этого набора довольно проста. Он включает в себя довольно много компонентов. Поэтому, пожалуйста, храните их упорядоченно в лотках или нескольких удобных коробках. Будьте внимательны, старайтесь ничего не потерять. Следуйте обычным рекомендациям при сборке: работа в хорошо освещенном месте, тишина и спокойствие, чтобы ничего не отвлекало. Некоторые из полупроводников в наборе чувствительны к статическому разряду. Следовательно, **следуйте мерам предосторожности по электростатическому разряду (ESD)**, а также - **СЛЕДУЙТЕ ИНСТРУКЦИЯМ!!** Не пытайтесь быть героем и выполнить сборку без инструкции!



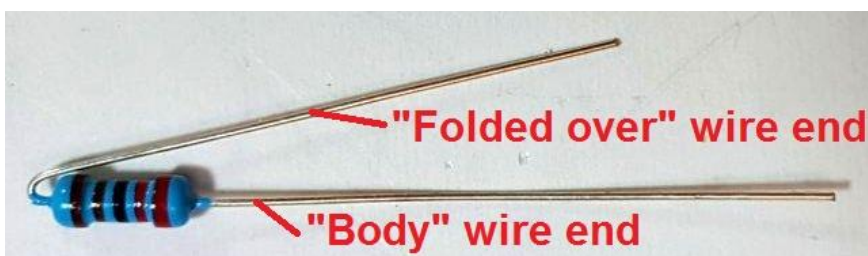
Для осмотра небольших компонентов и пайки будет крайне полезна ювелирная лупа. Для пайки вам понадобится паяльник с тонкими жалами. Хорошей практикой будет проверять каждое соединение сразу после пайки при помощи увеличительного стекла или ювелирной лупы (такой как на картинке). Таким образом, вы можете легко идентифицировать любые непропаянные соединения или ненужные капли припоя, до того, как они приведут к проблемам далее, когда вы попытаетесь запустить усилитель.



Вы также можете делать фотографии с помощью мобильного телефона и использовать функции увеличения на телефоне.

Трижды проверьте величину каждого элемента и правильность места его установки ПЕРЕД пайкой! Достаточно легко установить выводы элементов не в те отверстия, поэтому проверьте, проверьте и еще раз проверьте! Выпаять и заменить компоненты очень трудно, поэтому гораздо лучше их сразу правильно установить. Если вы все же ошиблись, то всегда лучше обнаруживать и исправлять любые ошибки как можно раньше (сразу после пайки неправильного компонента). Опять же, напомним: выпаять элемент и повторно запаять его позже зачастую крайне сложно!

Все резисторы в трансивере установлены вертикально, потому что пространство на печатной плате ограничено. Вам нужно будет согнуть выводы резисторов, как показано на рисунке ниже. На схеме компоновки деталей есть небольшая окружность вокруг отверстия, где должен быть установлен корпус резистора. Это не критично (резисторы не имеют полярности), но рекомендуется, просто убедиться, что согнутый конец вывода резистора не касается какого-либо другого вывода или металлической части.



Сверьтесь со схемой и расположением дорожек печатной платы, и внимательно следуйте инструкциям.

Цветовое кодирование схемы компоновки на каждом шаге инструкций сборки выглядит следующим образом (вид: компоненты до этого этапа, данного этапа и следующих этапов):

- Компоненты, обозначенные серым цветом, уже установлены
- Компоненты, обозначенные красным цветом, те, которые устанавливаются на текущем этапе сборки
- Компоненты, обозначенные белым цветом, еще не установлены к моменту этапа.

ОЧЕНЬ ВАЖНАЯ РЕКОМЕНДАЦИЯ ПО ПАЙКЕ: при пайке вывода компонента, который идет на землю, нужно уделить ей дополнительное время. Площадки заземления отделены от плоскости заземления так называемыми «термалами», зазором между площадкой и платой заземления, который соединен в 4 местах на 0, 90, 180 и 270 градусов вокруг точки пайки. Это стандартная практика. Тем не менее, вы все равно можете обнаружить, что паять соединения заземления труднее, так как тепло паяльника рассеивается быстрее. Если соединение компонента с землей нарушено, это может иногда иметь негативные последствия. Поэтому, пожалуйста, проверьте и перепроверьте места пайки, особенно если точка пайки связана с заземлением.

3 СБОРКА

Плата усилителя установлена вертикально обратной стороной платы назад. Фланцы выходных транзисторов и драйвер крепятся болтами непосредственно к мощному радиатору, входящему в комплект.

Используйте сверло, проворачиваемое вручную, в каждом отверстии бинокулярных сердечников, чтобы сгладить острые края и не поцарапать проволочную эмаль.

Примечание: Два бинокулярных сердечника BN61-2402 поставляются в небольшом маркированном пакете. Это сделано потому, что они визуально идентичны бинокулярным сердечникам BN43-2402. Не доставайте BN61-2402 из их упаковки, иначе вы рискуете перепутать их с BN43-2402.

Если вы случайно перепутаете бинокли BN61-2402 и BN43-2402 типов, и у вас есть измеритель индуктивности: один провод, проходящий через тип -43 будет иметь в 3 раза выше индуктивность, чем у типа -61 (спасибо Кеннету WA2MZE за подсказку). Существует также очень тонкое различие в текстуре поверхности, которая может быть видна под оптическим увеличением.

3.1. Перечень комплектующих

Данный список деталей содержит выводные компоненты для учета и сборки.

Резисторы

R201, 216, 217	220 Ом $\frac{1}{4}W$, красно-красно-черно-черно-коричневый (3шт)
R203, 204, 209, 210	220 Ом $\frac{1}{2}W$, красно-красно-черно-черно-коричневый (4 шт.)
R202	22K, красно-красно-черно-красно-коричневый
R205	2.2K, красно-красно-черно-коричневый-коричневый
R213, 218	10K, коричневый-черный-черно-красно-коричневый (2 шт.)
R212, 214	47 Ом, желто-фиолетово-черное золото-коричневого цвета (2 шт.)
R207, 208	2.2 Ом, красно-красно-черно-серебристо-коричневый цвет (2 шт.)
R206	33-ом, оранжево-оранжево-черно-золотисто-коричневый
R211, 215	4.7K подстроечный резистор, метка «472» (2 шт.)

Конденсаторы

C201 - 203, 205 - 210, 215	0.1uF, код «104» (10pcs)	C204 10 uF 25V электролитический
C214	470uF 25V электролитический	
C211, C212	1uF, код «105» (2 шт.)	
C213	33pF, код «330»	

Полупроводники

D201	1N4004
Q201	2N3904
Q202, 203, 204, 205	BS170 (4шт)
Q206, 209	IRFU9024, замена BS250 (2pcs)
Q207, 208	IRF510 (2 шт.)
IC201	78L05, регулятор напряжения 5V

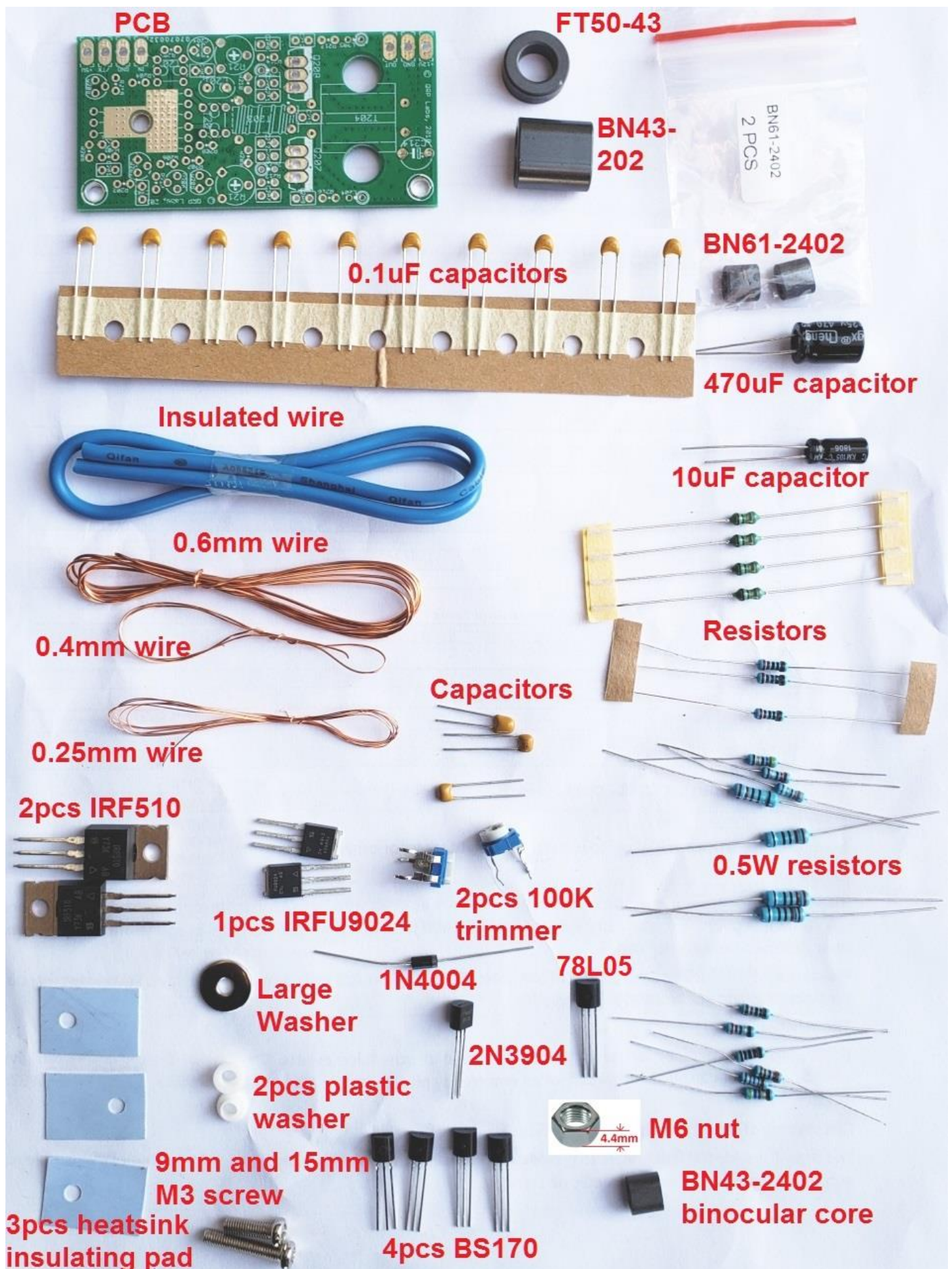
Индукторы

L201	BN43-2402 бинокулярного ядро
L202, L203, L204, L205	1uH готовые индуктивности
T201, 202	BN61-2402 бинокулярного ядро (2pcs, Отдельный пакет)
T203	FT50-43 тороидальный сердечник
T204	BN43-202 бинокулярный сердечник

Прочее

печатная плата	печатная плата
0.6mm провод	80см 0.6mm эмалированных проводов
0.4mm провод	15 см из проволоки 0,4 мм эмалированной
0.25mm провод	60 см 0,25 мм эмалированных проводов
Изоляционная прокладка радиатора	Изоляционная прокладка радиатора из силикона (3шт)
M6 гайка	M6 гайка
Шайба	Большая шайба
Изолирующая шайба	2шт. белая пластиковая изолирующая шайба
Болт 9 мм M3	Болт 9 мм M3
Болт 15 мм M3	Болт 15 мм M3
Резиновая трубка	короткий ~ Длина 4 мм из резиновой трубки

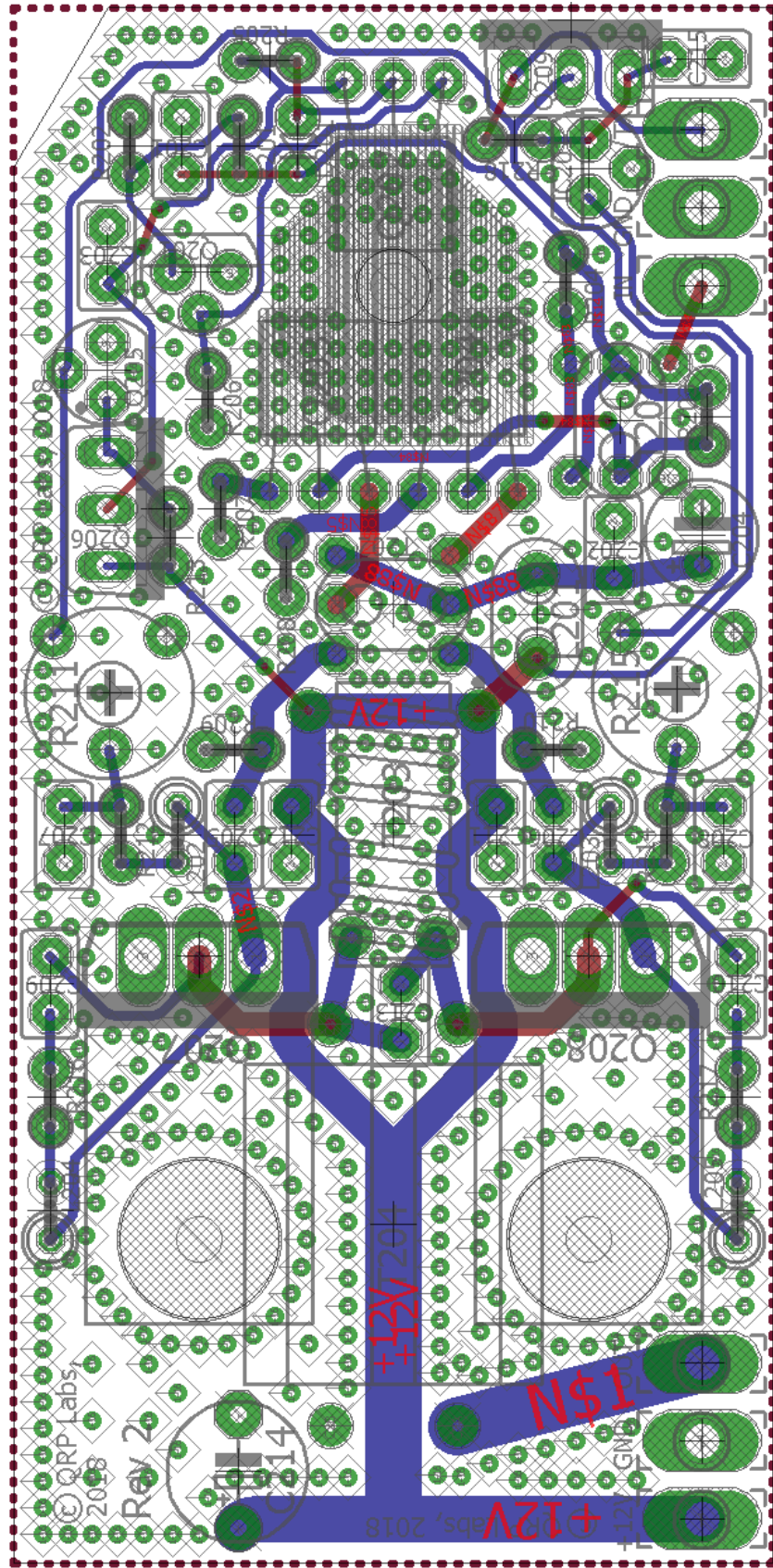


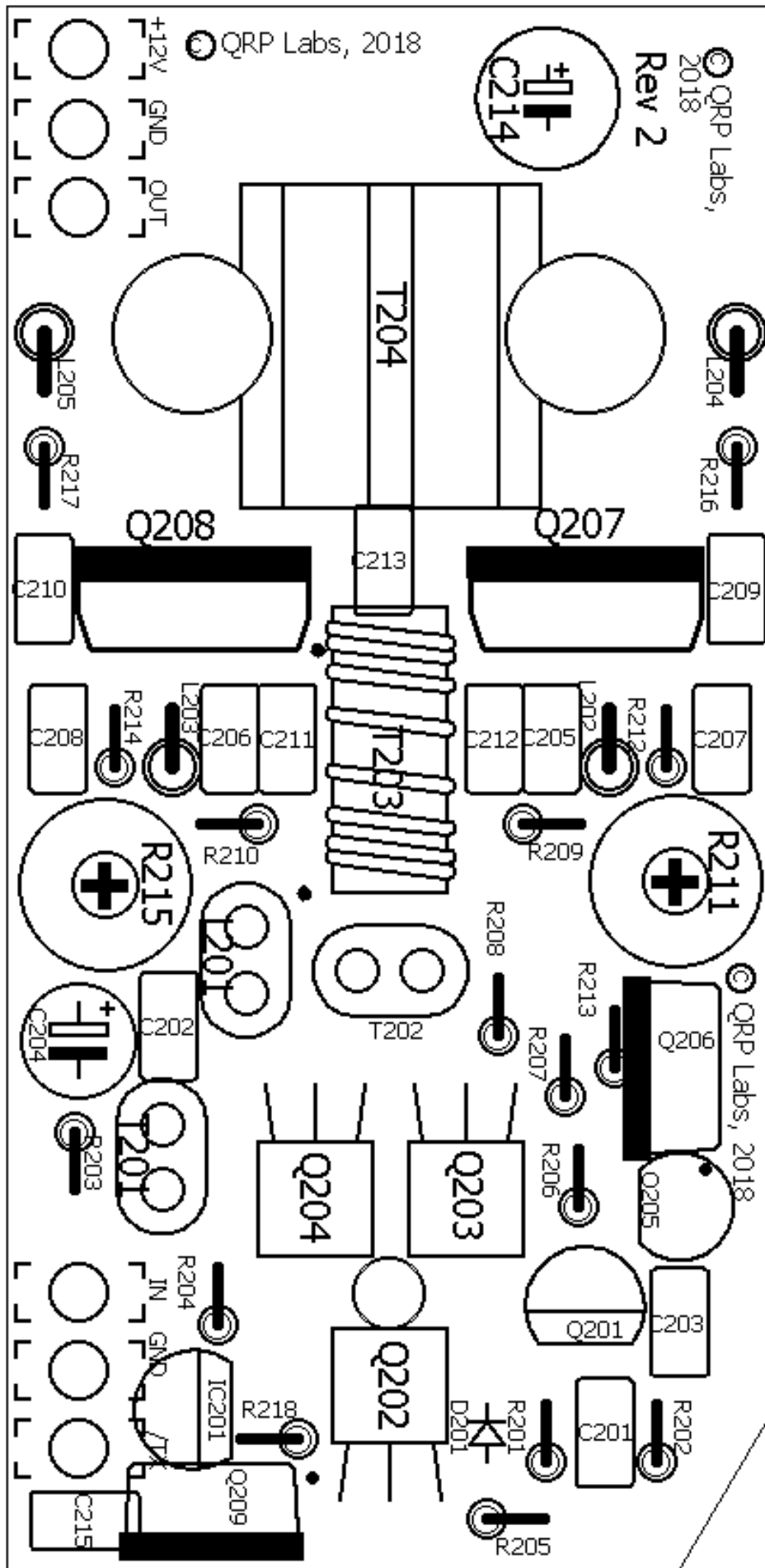


3.2. Печатная плата и компоновка деталей

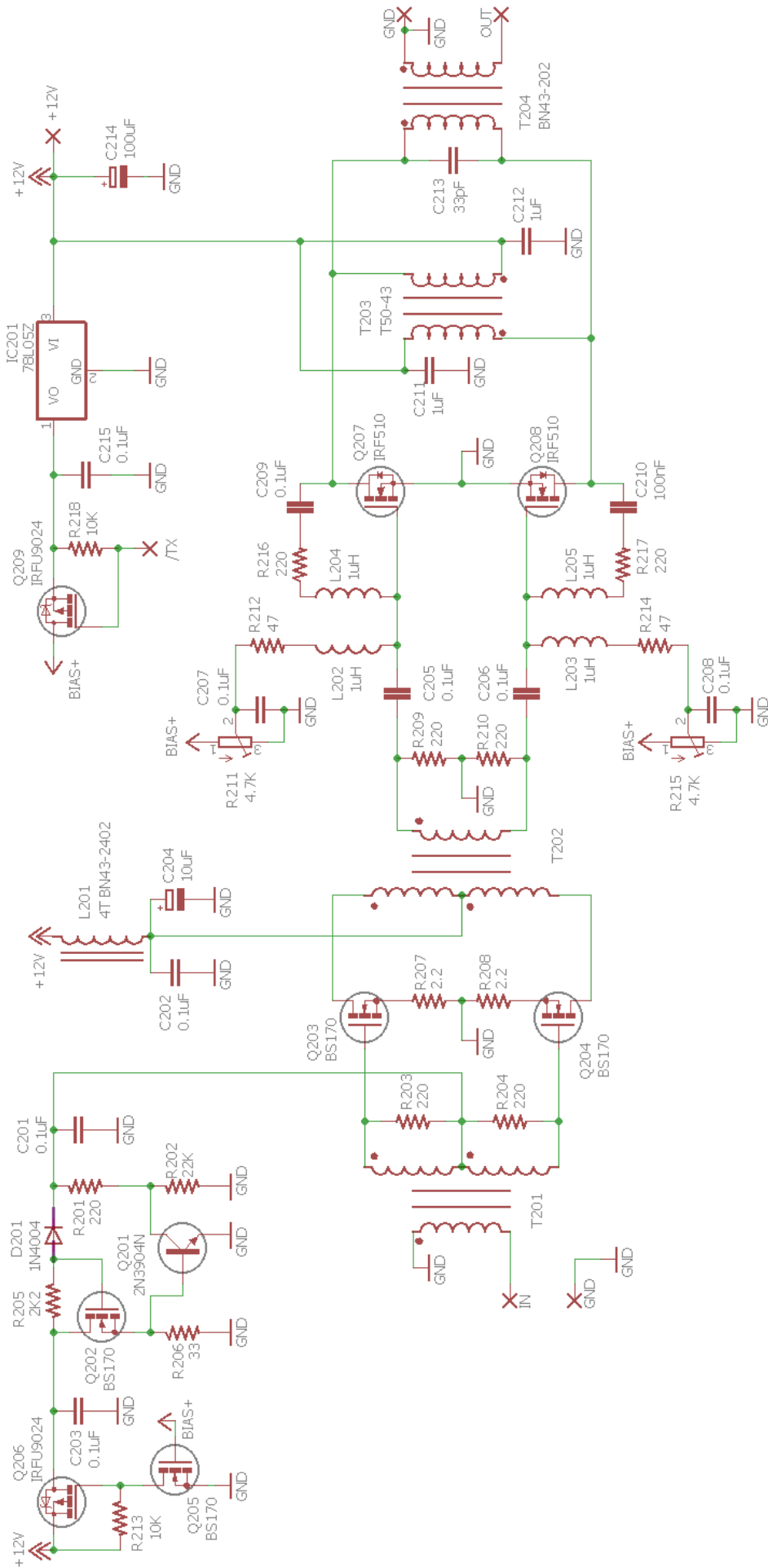
Красный = лицевая сторона; синий = обратная сторона; зеленый = колодки и переходы.

Имеется два слоя платы (в середине платы слоев нет). На диаграммах не показаны обширные «заземленные» плоскости с обеих сторон печатной платы. Практически все на обоих слоях, что не обозначено КРАСНЫМ или СИНИМ, является «землей»! Две заземленные площадки соединены через короткие промежутки (не более 0,1 дюйма) через переходные отверстия.





3.3. Схема усилителя



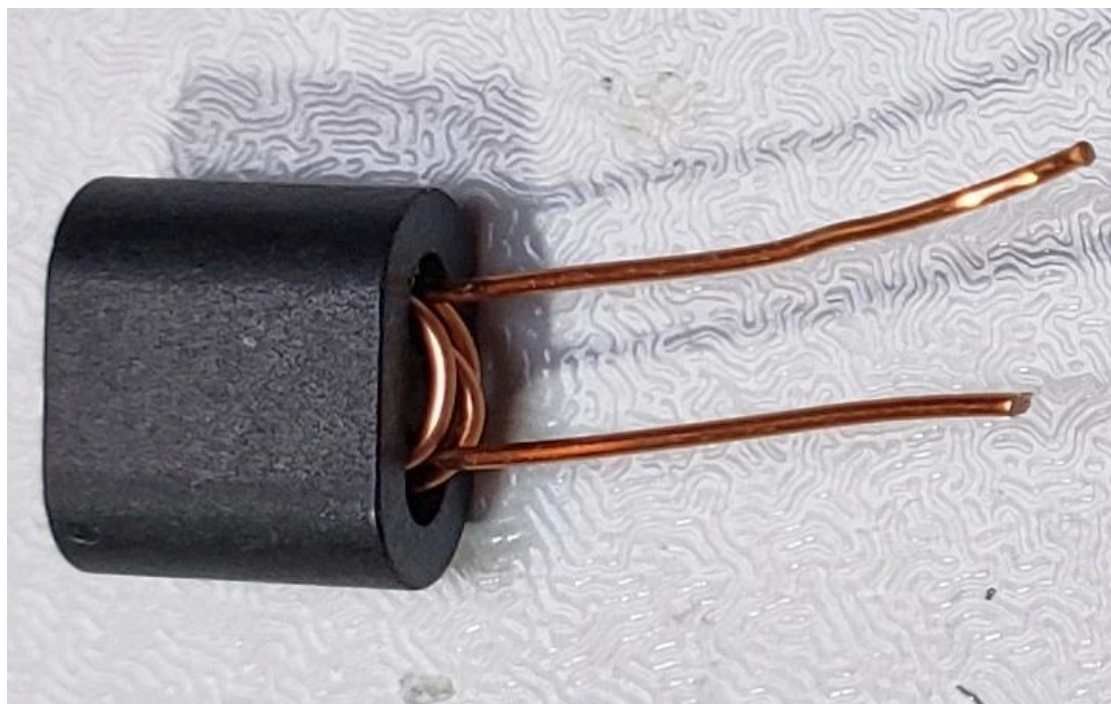
3.4. Намотайте и установите индуктивность L201

Начните с индуктивностей и трансформаторов, потому что их трудно будет установить, когда другие компоненты вокруг будут установлены.

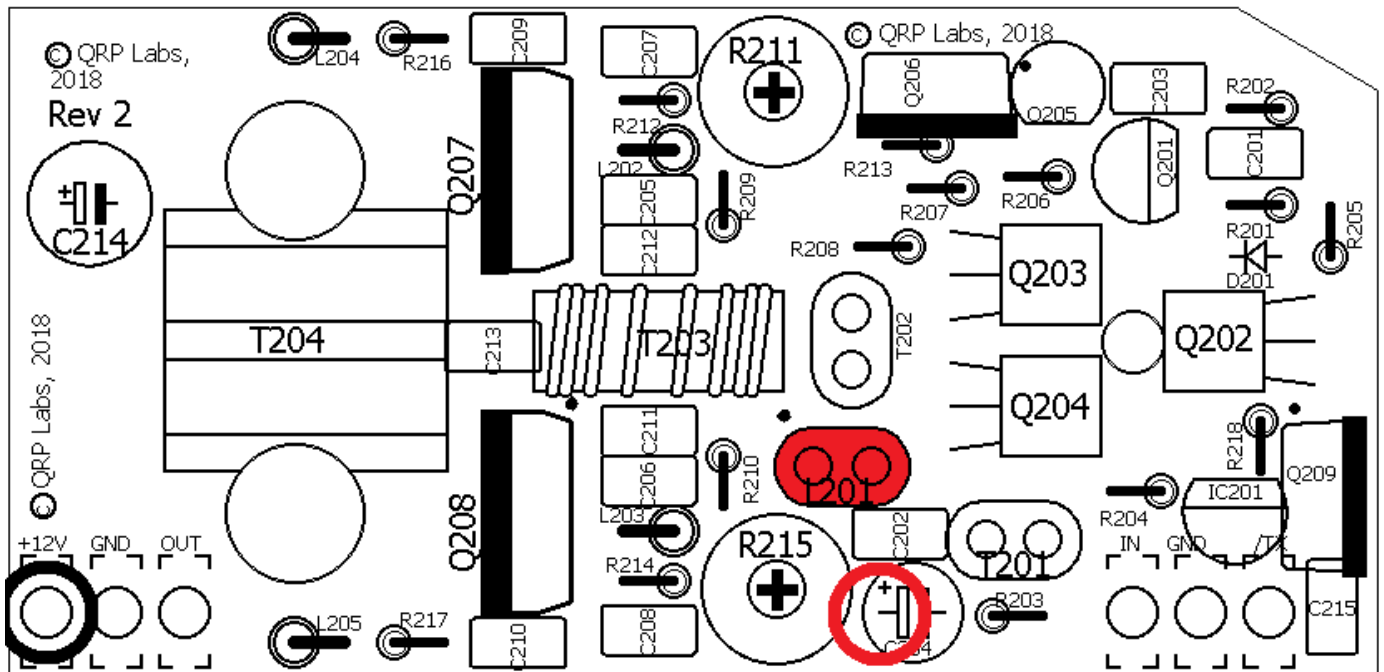
Сердечник BN43-2402 поставляется в единичном количестве не в отдельном пакете, а вместе с другими деталями. Сначала используйте сверло, которым вручную аккуратно удалите все острые кромки в отверстиях, которые могли бы разрезать провод обмотки.

L201 представляет собой простую индуктивность, выполненную из 4-х витков 0.4 мм (средняя толщина) проволоки, намотанной на вокруг ядра бинокулярного BN43-2402. «Один оборот» означает, что провод проходит один раз через оба отверстия. Таким образом, начальные и конечные концы провода должны оказаться на одной и той же стороне тороида.

Установите его на печатной плате, откусите, оставив около 2 мм провода и, как обычно, припаяйте его в течение по крайней мере 10 секунд, чтобы обеспечить обгорание эмали.



Протестируйте на наличие соединения по постоянному току между контактом 12В печатной платы (показано черным кругом на рисунке) и положительным выводом конденсатора C204 (указано в красном круге).



3.5. Наматывайте и установите трансформатор T201

T201 наматывается на бинокулярного сердечника BN61-2402 (их две штуки, они находятся в маленьком пакете с защелкой). Опять же, используйте сверло, и аккуратно удалите вручную острые края каждого из бинокулярных отверстий сердечника, которые могли бы прорезать эмаль провода обмоток.

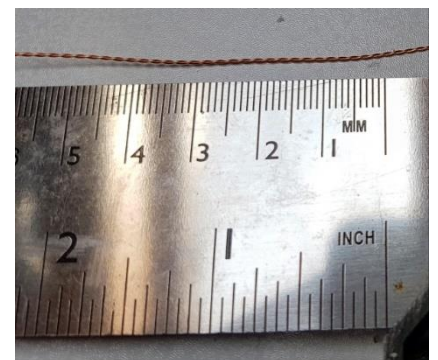
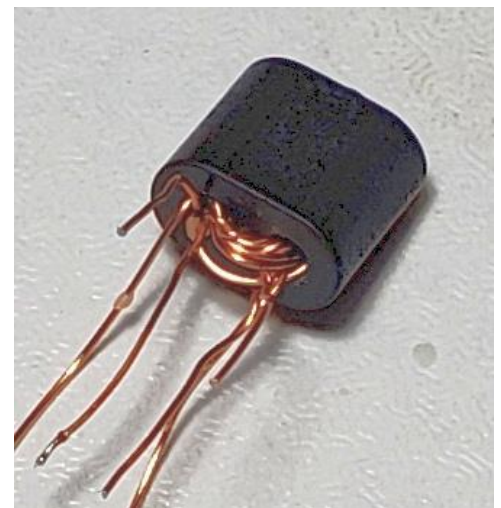
T201 имеет первичную обмотку, состоящую из 6 витков, и вторичные составленные из 3 бифилярных скрученных обмоток.

Размотайте тонкий провод. Лучший способ размотать, не запутав его, состоит в том, чтобы подумать, что упаковщик, который смотал его, сделал. Затем выполните его шаги в обратном порядке. Итак, сначала размотайте плотно завернутую часть. Затем разогните моток с проводом, чтобы получился круг. Затем размотайте катушку вокруг пальцев в порядке, обратном намотке. Аккуратно выровняйте провод и убедитесь, что нет перегибов.

Разрежьте тонкий провод на 4 равные части. Возьмите одну из этих частей, согните ее в середине (пока не разрезая его), и скрутите бифилярно. Есть много способов сделать это. Вы можете зажать один конец и вращать второй конец с помощью дрели на очень малой скорости или с помощью электрической отвертки. Или просто закрутите вручную, я обычно использую этот метод.

Число скручиваний не имеет решающего значения, и это не будет концом света, если скрученный провод не выглядит идеально аккуратным.

Намотайте 3 оборота этой бифилярной обмотки на сердечнике, помните, что один «поворот» проходит через оба отверстия, так что в конце концов все провода выходят на ту же сторону тороида.

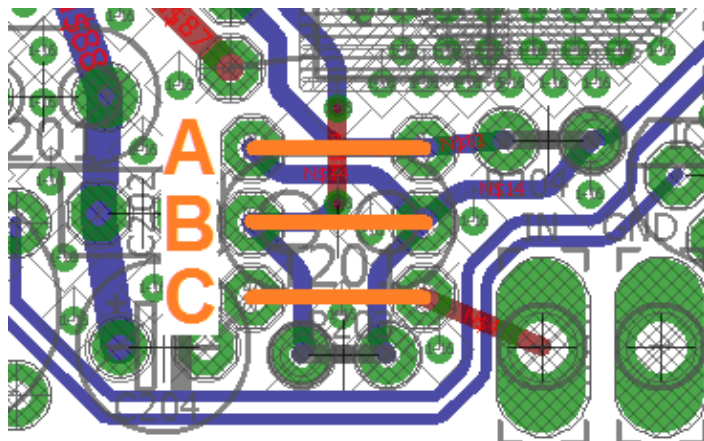


Теперь возьмите еще один кусок тонкой проволоки, и намотайте 6 оборотов. Помните, что один оборот означает, что провод проходит через оба отверстия тороида.

Иногда трудно сделать 6 оборотов. Это требует некоторого терпения. В данной ситуации может помочь использовать деревянную зубочистку, чтобы просунуть в отверстия, переместить уже намотанные провода в одну сторону, чтобы освободить место для оставшихся, и пропустить еще провод. Старайтесь не использовать ничего металлического для этой операции (например, отвертку), можно поцарапать эмаль провода.

Не сомневайтесь, это возможно, я так испортил много обмоток, чтобы доказать это!

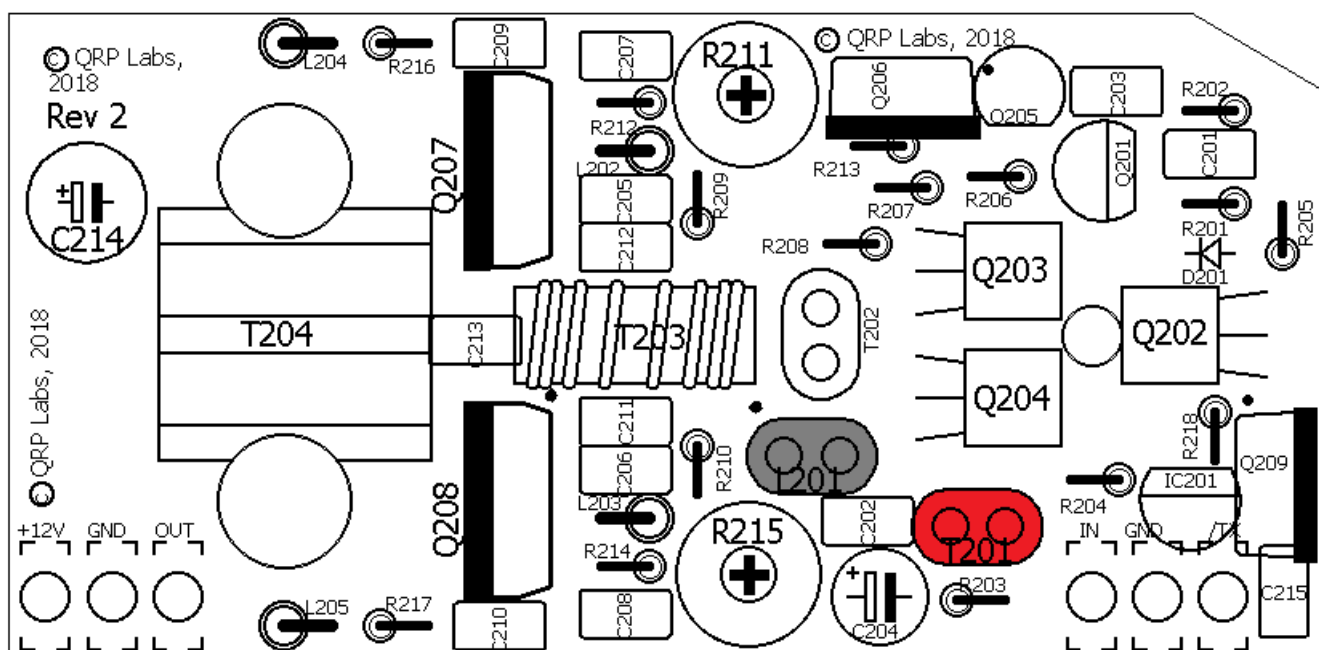
В конце этой процедуры у вас получился трансформатор, такой как на картинке, с 6 проводами, выходящими из него. Две пары проводов будут бифилярными обмотками. Размотайте концы этих обмоток целых, но не удаляйте изломы из провода. Этим вы можете определить первичную обмотку: так как он никогда не была скручена в бифилярную скрутку.



Теперь необходимо определить выходы бифилярной обмотки. Таким образом, облудите концы (путем соскабливания эмали, или удерживая концы проводов в капле расплавленного припоя в течение 10 секунд). Используйте тестер, чтобы определить, какие пары проводов имеют контакт друг с другом.

Теперь, если витки A и B относятся к идентифицированным как бифилярным обмоткам, и C представляет собой первичную обмотку, установить провода в печатной плате в соответствии со схемой. Обратите внимание, что ориентация сердечника соответствует шелкографической надписи на печатной плате.

Убедитесь в том, что C является первичной обмоткой - вы можете убедиться в этом, потому что только это провод на каждой стороне, которая не был плотно скрученная бифилярно. A и B являются бифилярными; C представляет собой одиночный провод.



Теперь проверьте наличие контактов снова между всеми тремя наборами проводов (А, В, С) перед пайкой, чтобы убедиться, что нет никаких ошибок.

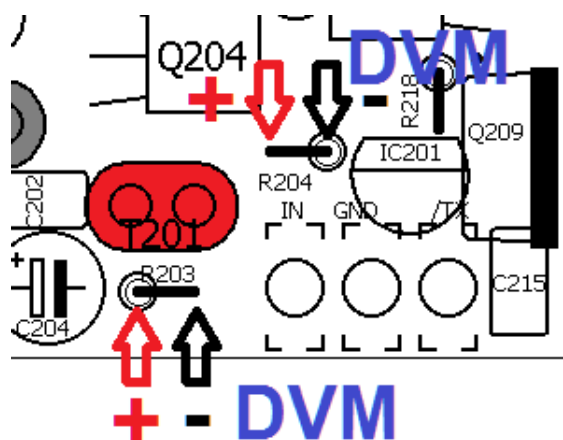
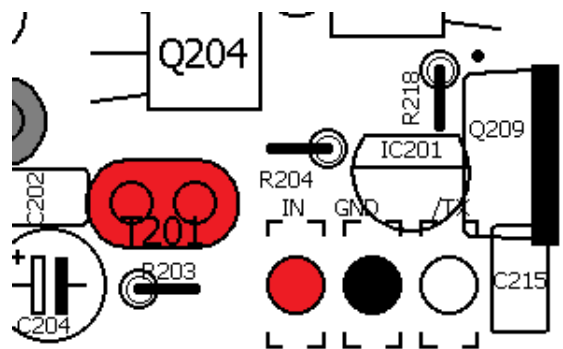
Также убедитесь, что не существует никакого замыкания между обмотками А, В и С, которые указывали бы на короткое замыкание где-то в проводке, возможно, вызванной разрывом в эмали изоляции.

Когда все полностью проверено, откусите провода, оставив около 2 мм от печатной платы и припаяйте их, удерживая в течении 10 секунд в капле припоя, чтобы сжечь таким образом эмаль. Проверьте соединения с помощью лупы или увеличительного стекла.

Наконец, проверьте соединения, соединение между «IN» и «GND» площадками печатной платы PA, держа черные и красные щупы тестера, как показано черными и красными кругами, на схеме.

Если нет контакта, то это указывает на проблему с пайкой первичной обмотки, которую мы обозначили «С».

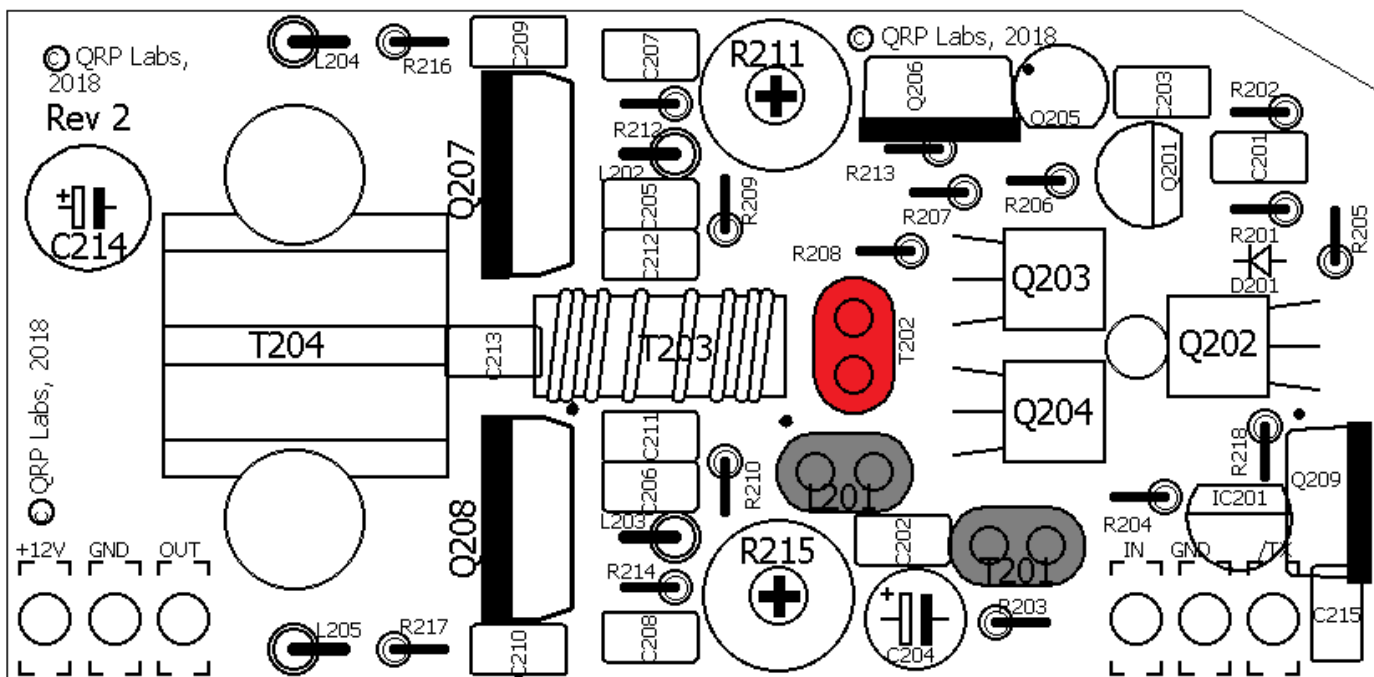
Следующий тест на соединение между контактами R203, который есть обмотка "В", и контакт на выводах R204, который и есть "А". Если ни один из этих тестов не показал короткого соединения по постоянному току, проверьте обмотку трансформатора T201.



3.6. Намотайте и установите трансформатор T202

T202 наматывается на BN61-2402 бинокулярного сердечника. Он имеет первичную обмотку, состоящие из 3х бифилярных витков, и вторичные из одного 5-оборота обмотки. Не забудьте, используя сверло, аккуратно удалить вручную острые края каждого из бинокулярных отверстий сердечника, которые могли бы прорезать эмаль провода обмоток.

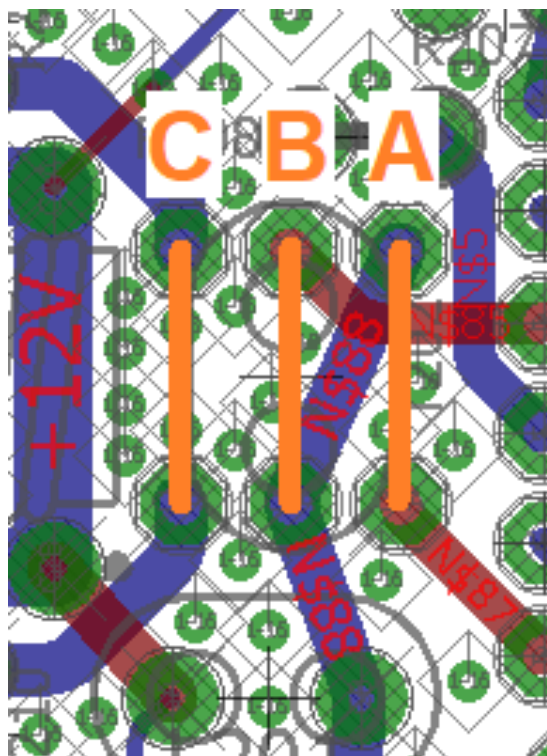
В то время как определение электрического «первичный» и «вторичный» поменялось по сравнению с T201 в предыдущем разделе, физическая конструкция трансформатора T202 очень похожа на T201. Единственное отличие состоит в том, что однопроводная обмотка должна содержать на этот раз 5 оборотов на этот раз. Поэтому, просто повторите процедуру намотки на сердечник, расписанную в предыдущем разделе, только наматывая 5 оборотов для одинарной обмотки.



Как и в предыдущем разделе, давайте идентифицировать бифилярные обмотки как А и В, а одиночную обмотку как С. Таким же образом, раскручивать концы бифилярной обмотки и идентифицируйте пары проводов тестером. Обязательно держать С обмотку (однопроводную) отдельно и не спутайте её с двумя другими обмотками.

Монтаж на печатной плате в случае Т202 очень похож на Т201, но с разворотом на 90 градусов. Опять же, расположение должно соответствовать форме бинокулярного сердечника чертежу на трафарете печатной платы.

Таким же образом, проверьте обмотки А, В и С прозвонкой концов проводов, через соответствующие пары отверстий А, В и С перед пайкой. Только тогда, когда вы уверены, что все 6 провода находятся в нужных отверстиях, откусите их на 2 мм, обожгите эмаль и запаяйте их. Паять провода надо в течение 10 секунд или более, пока эмаль не сожжется и получится хорошее соединение. На тонком проводе метод сжигания эмали выполняется достаточно легко.



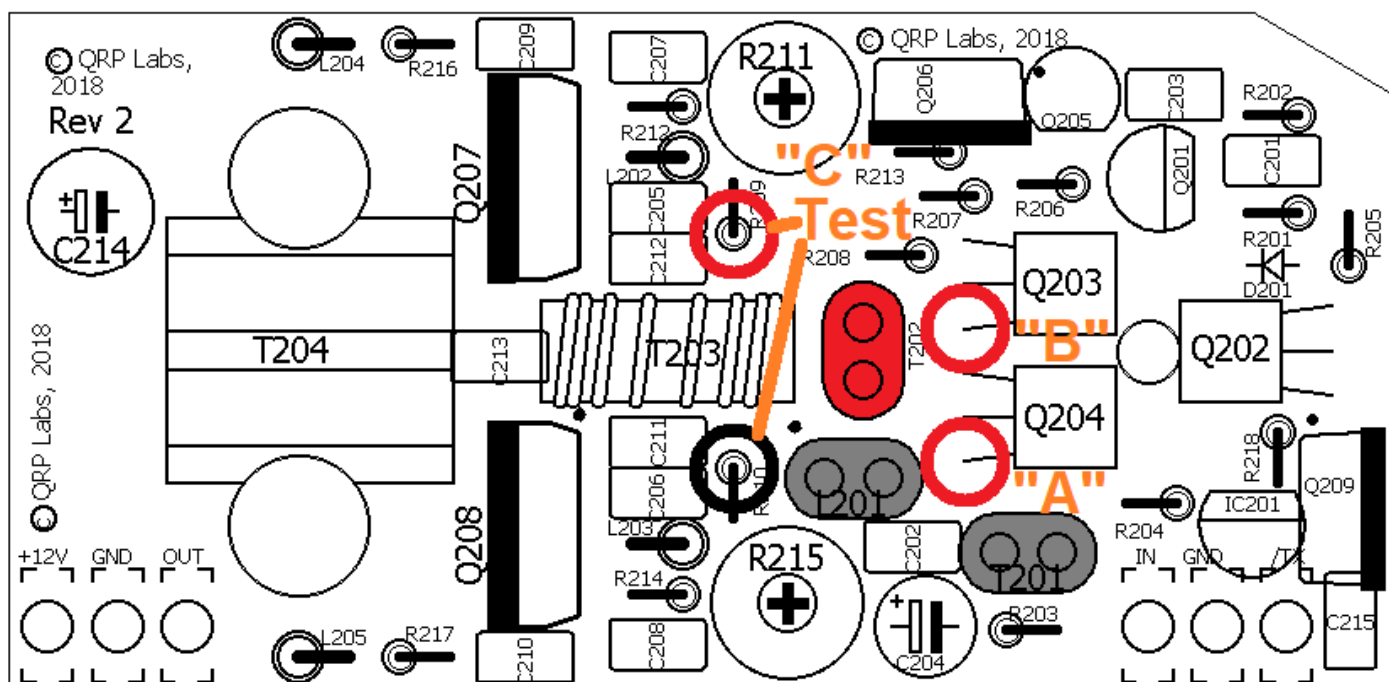
После пайки необходимо провести обычную проверку соединений.

Для проверки однопроводной обмотки «С», подключите щупы тестера к верхним колодкам R210 и нижней колодке R209. Если вы не видите соединения, вернитесь на шаг назад и проверьте пайку обмотки «С».

Для того, чтобы проверить бифилярную обмотку «В», подключите щупы тестера к левой стороне колодки C204 и указанному контакту транзистора Q203. Если вы не видите соединения, вернитесь на шаг назад и проверьте пайку обмотки «В».

Для проверки бифилярной обмотки «А», подключите щупы тестера к левой стороне колодки C204 и указанному контакту транзистора Q204. Если вы не видите соединения, вернитесь на шаг назад и проверьте пайку обмотки «А».

Опять же, это имеет смысл, чтобы проверить наличие короткого замыкания между обмотками С и А / В. Вы не должны видеть короткое замыкание между любым контактом обмоток А / В с контрольными точками С. С другой стороны, обмотки А и В в контрольных точках будут показывать соединение друг с другом, так как обмотки имеют контакт в цепи.



3.7. Намотайте и установите трансформатор T203

T203 наматывается на тороидальном сердечнике FT50-43. Он состоит из 10 витков бифилярного витой проволоки 0.6mm.

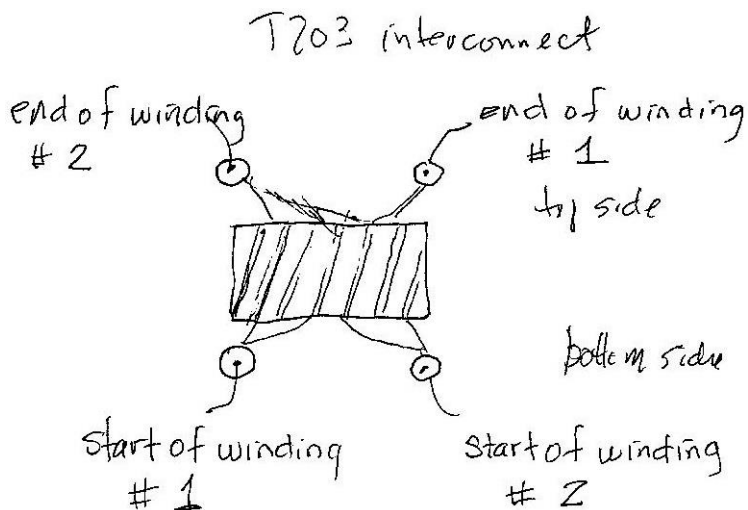
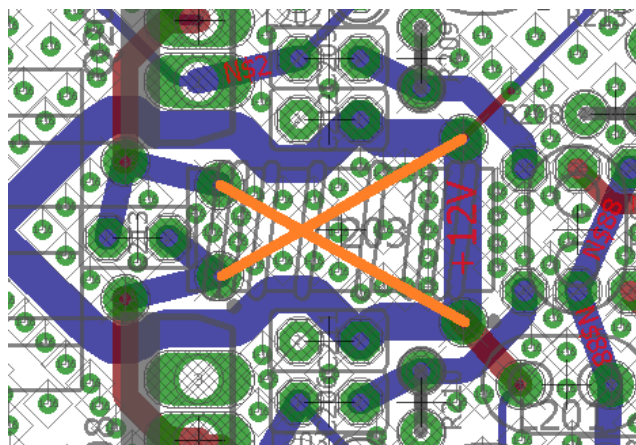
10 витков проволоки толщиной 0.5 дюйма потребуют 22 см бифилярно намотанного провода. Таким образом, вы должны начать с отрезания, скажем, 50 см провода 0.6mm. Подготавливают его путем скручивания плотно вместе так же, как и предыдущие провода бифилярно. Намотайте 10 витков (10 раз через отверстие в тороиде).



Размотайте концы, и облудите концы проводов. У этого толстого провода не так легко прожечь эмаль методом капли припоя. Таким образом, чтобы зачистите немного концы проводов, используя кусачки, а затем уже сожгите оставшуюся эмаль припоем в течение 10 секунд.

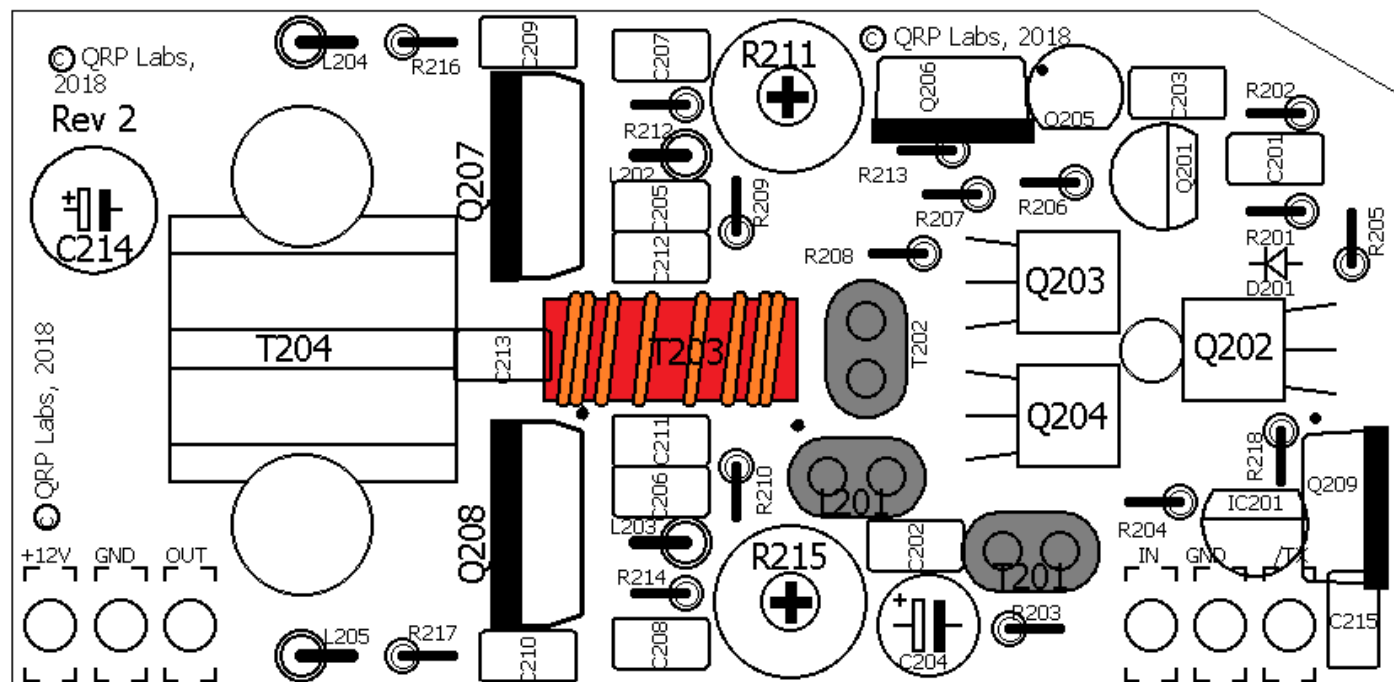
Определение пар обмоток. Это может привести к путанице: теперь обмотки пересекаются, когда они вставляются в отверстие печатной платы.

Другими словами, обратите внимание, что тороид устанавливается горизонтально на плате. Одна пара скрученных проводов выходит на верхней стороне, другая пара скрученных проводов выходит на нижней стороне. Верхние два скрученных провода помещаются в верхние два отверстия; нижние два витых провода помещаются в нижние два отверстия. Но есть дополнительное перекрещивание проводов таким образом, что электрическое соединение обмоток будет, как это показано оранжевыми линиями на диаграмме (внизу слева). Эскиз (справа внизу) Фреда WD9HNU также может помочь в понимании этого этапа.



Перед разрезанием или пайке проводов, проверьте еще раз очень внимательно

тестером на концах обмоток, что у вас есть соединение между двумя парами точек, как показано оранжевыми линиями. Только тогда, когда вы полностью уверены, что четыре провода находятся в соответствующих отверстиях, разрезать их на 2 мм над платой, процарапать их эмаль немного, а затем припаять их (по крайней мере, в течение 10 секунд).

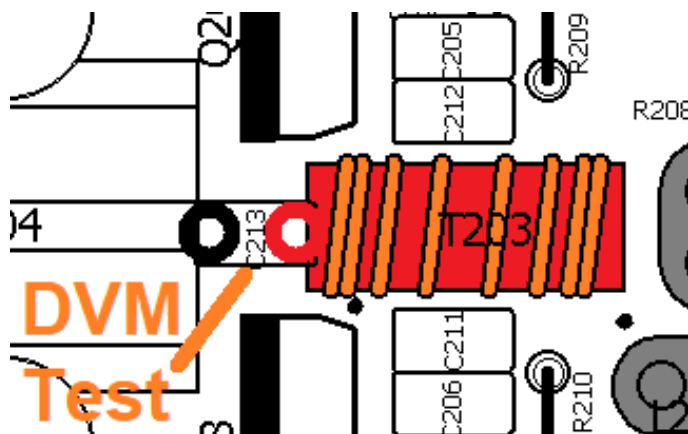


Для проверки непрерывности, чтобы убедиться, что все четыре провода были правильно припаяны, просто подключите тестер к контактам для C213.

Если есть электрический контакт, это подтверждает, что все четыре провода правильно припаяны к их контактным площадкам.

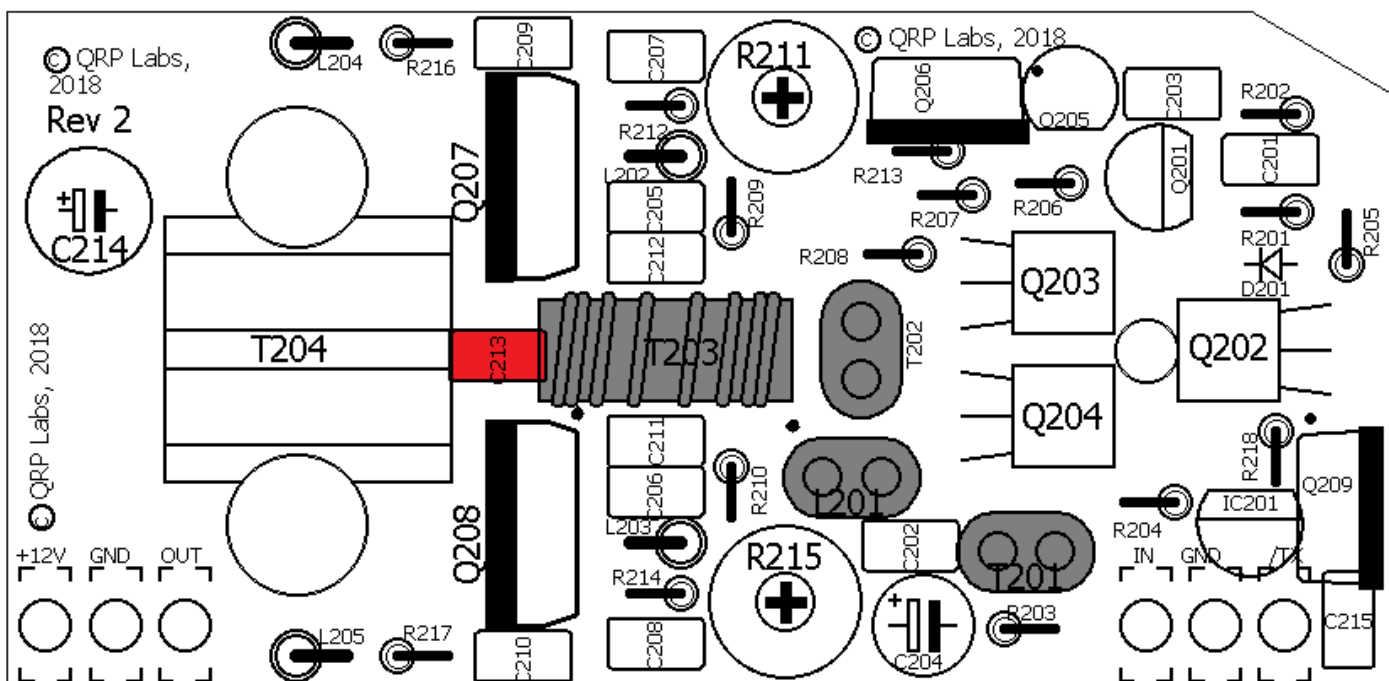
Данный тест не говорит о том, что все 4 провода находятся в правильных 4х отверстиях платы - вы должны были правильно определить провода, как описано выше.

Если контакта нет, вернитесь на шаг назад и проверьте пайку 4х проводов (и убедитесь, что эмаль правильно зачищена / обожжена).



3.8. Установите конденсатор C213

Хотя мы собирались установить сначала трансформаторы и дроссели, вы можете увидеть, что C213 находится вплотную между T203 и T204, и будет проще установить его сейчас, а не позже. Это 33pF конденсатор с кодом «330».



3.9. Намотайте и установите трансформатор T204

T204 наматывается на бинокулярном сердечнике BN43-202, в соотношении 2: 3, с использованием оставшегося провода 0.6 мм (толстый провод). Первичная обмотка содержит 2 витка, а вторичная – 3 витка. Этот трансформатор относительно легко наматывать.

Перед намоткой трансформатора вручную удалите острые углы бинокулярного сердечника с помощью сверла.

Расположите бинокулярный сердечник, чтобы он был ориентирован так же, как на схеме компоновки, то есть ось отверстий должна быть в горизонтальном положении.

Начните 2-х витковую обмотку с правой части бинокулярных отверстий. Помните, что каждый «1 виток» означает, что провод проходит через оба отверстия бинокулярного сердечника. Таким образом, проденьте провод к левому концу, а затем обратно через другое отверстие справа; то же самое еще раз для второго витка. Концы 2-витковой обмотки будут находиться с правой стороны.

Теперь то же самое для 3-витковой обмотки, на этот раз, начиная с левой стороны (расположение бинокулярного сердечника в соответствии с ориентацией схемы компоновки печатной платы). Концы 3-го оборота обмотки выйдут на левой стороне бинокулярного сердечника BN43-202.

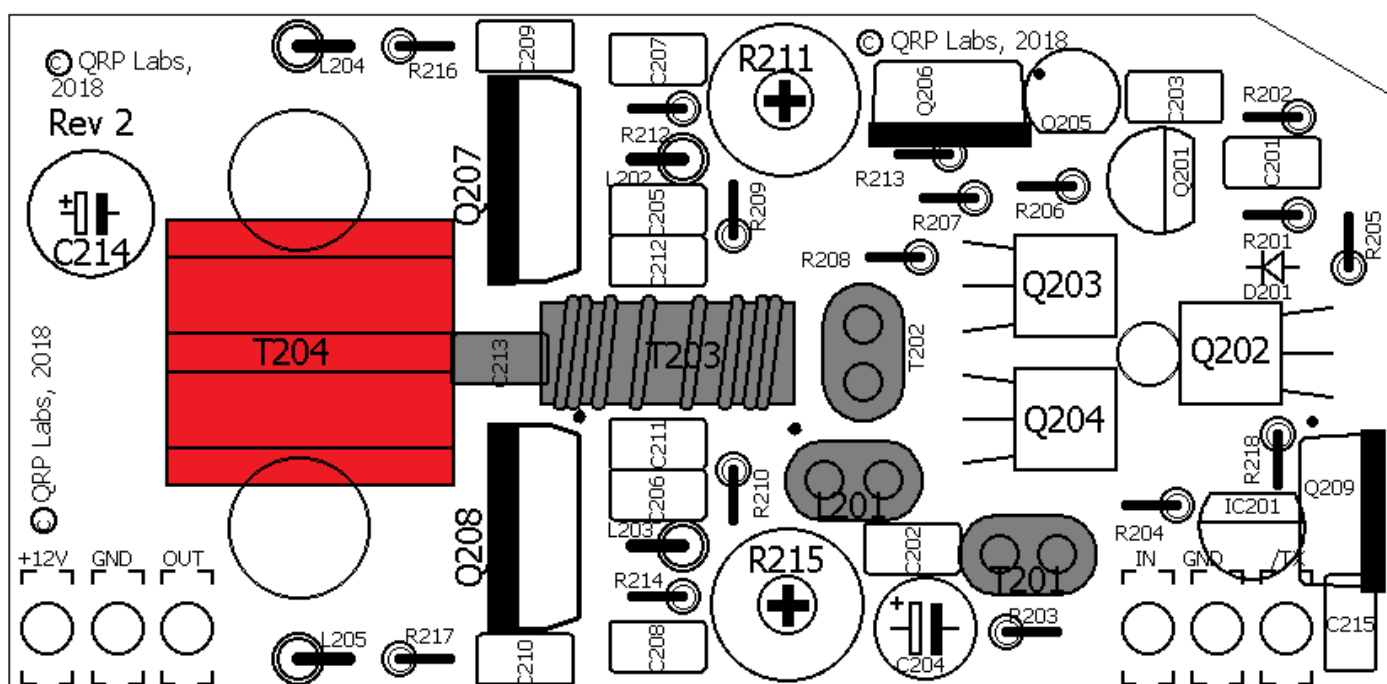
Существует опасность, что вы уроните сердечник или как-то запутаетесь в его расположении, и забудете, с какого конца бинокулярного сердечника обмотка с 2 витками, а с какой – 3-х витковая.

Будьте очень осторожны, не теряйте контроль над бинокулярным сердечником трансформатора и помните его ориентацию. Усилитель не будет работать корректно, если вы перепутаете 2-витковую и 3-витковую обмотки.

Вставьте две правые концы обмотки (2-витковой) в соответствующие два отверстия в печатной плате, которые находятся по обе стороны от конденсатора C213.

Затем вставьте две левые концы обмотки (3-витковой) в соответствующие два отверстия также.

Вытяните провода на обратной стороне платы. Откусите провода, оставив 2 мм, и процарапайте эмаль провода кусачками. Эта толстая проволока не позволяет легко прожечь эмали паяльником, поэтому необходимо сначала зачистить эмаль. Толстый провод легко поглощает тепло, поэтому обязательно держите паяльник на месте пайки в течение по крайней мере 10 секунд, чтобы быть уверенными в хорошем контакте.

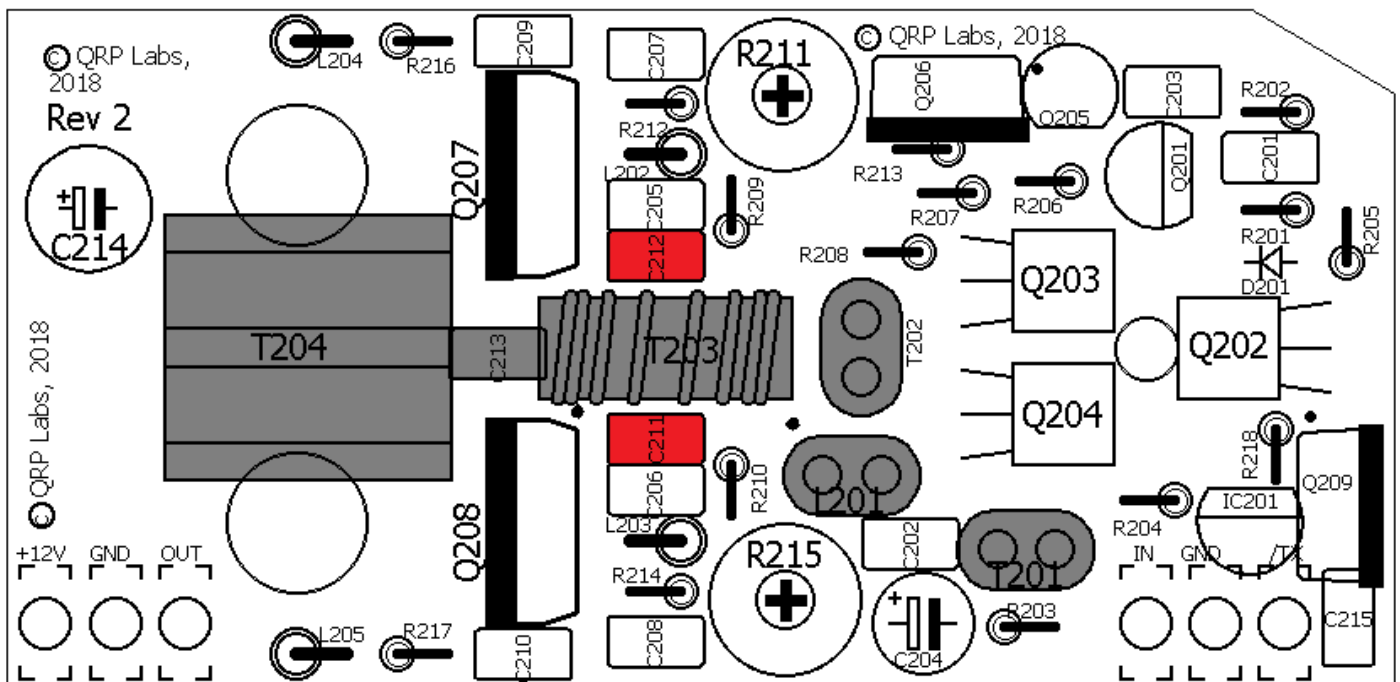


«Выход» 3-витковой обмотки может быть проверен на электрический, должен быть электрический контакт между выводами «GND» и «OUT» в нижнем левом углу печатной платы.

К сожалению, нет способа проверить непрерывность 2-витковой «входной» обмотки T204, потому что уже имеется электрический контакт через обмотку T203. Поэтому возможно только внимательно проверить соединение с помощью лупы.

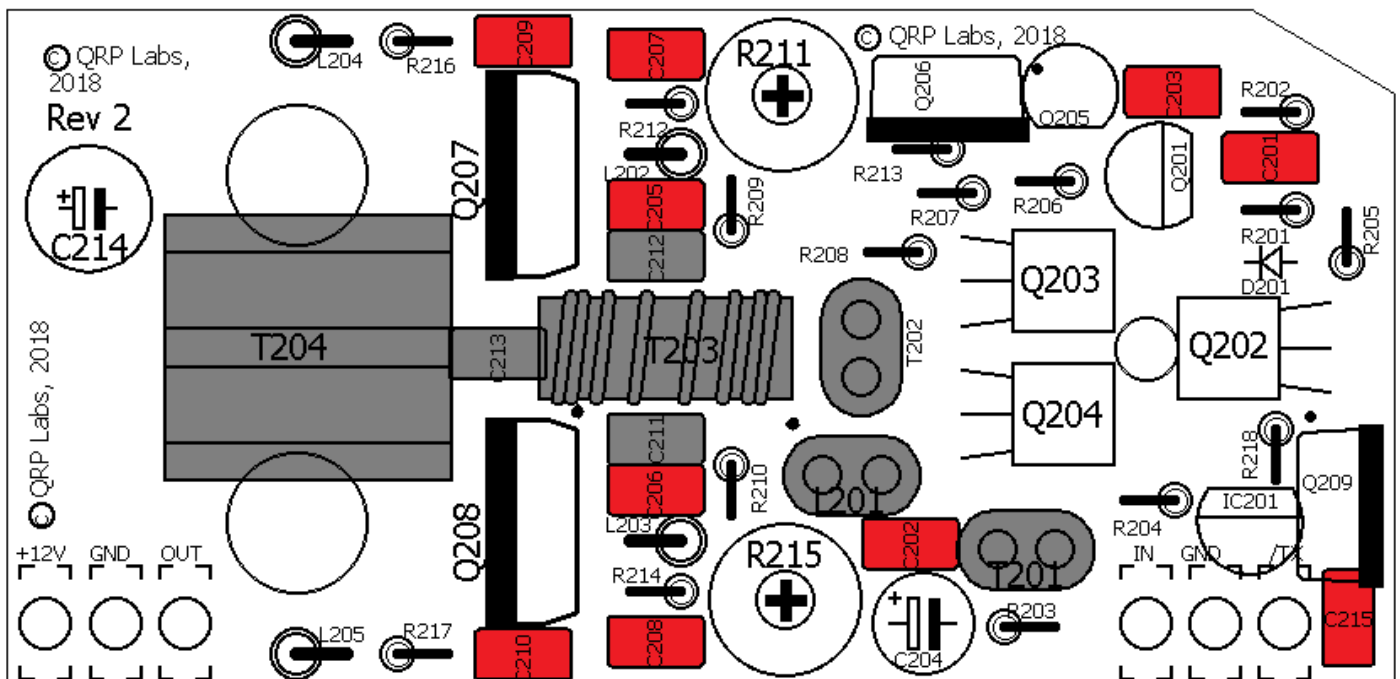
3.10. Установите конденсаторы C211 и C212

Эти два конденсатора являются 1uF керамическими конденсаторами с меткой «105».



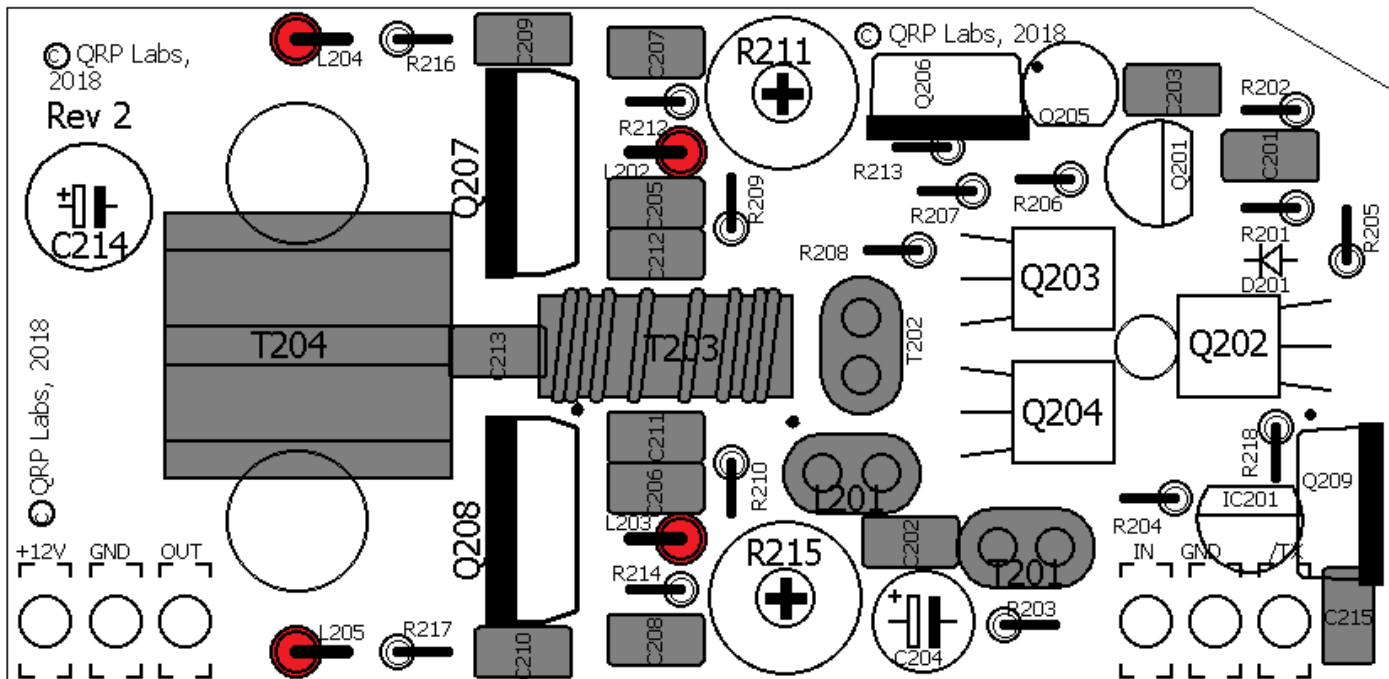
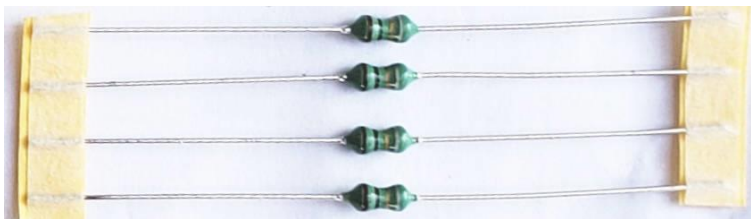
3.11. Установите остальные керамические конденсаторы

Оставшиеся 10 керамических конденсаторов, все по 0.1uF с меткой «104».



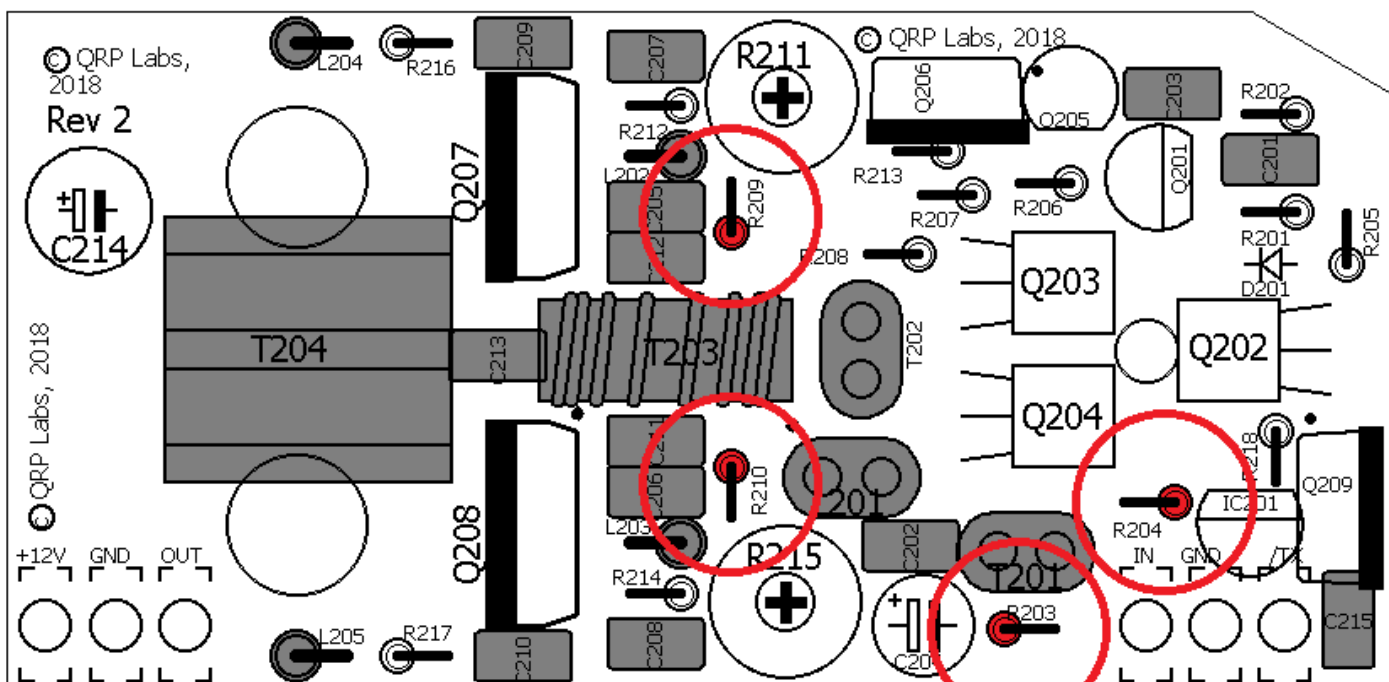
3.12. Установите дроссели L202, L203, L204 и L205

Эти 1μH осевые формованные индуктивности. Один вывод должен быть изогнут так, чтобы они были установлены вертикально, как резисторы.



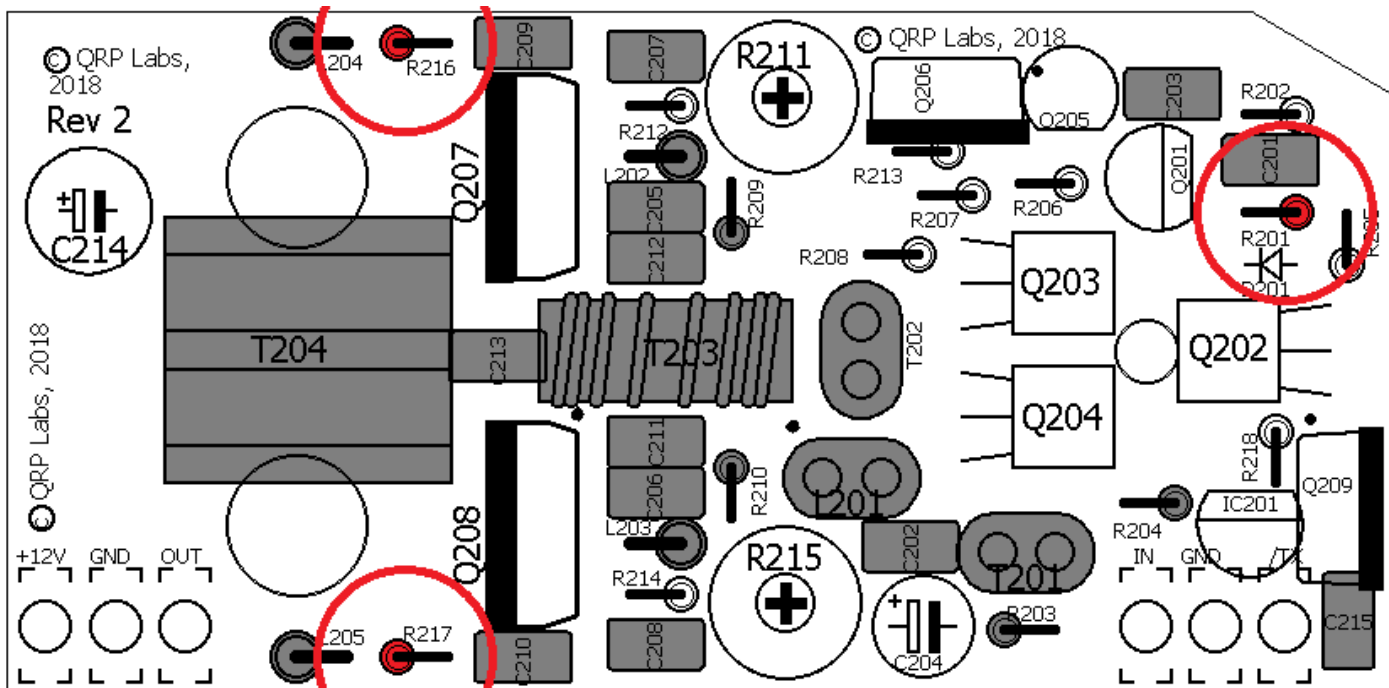
3.13. Установите резисторы R203, R204, R209, R210

Эти 220 Ом 0.5W резисторы. Они имеют красно-красно-черно-черно-коричневый цветовой код, но вы также можете легко идентифицировать их, так как они больше размером, чем остальные резисторы.



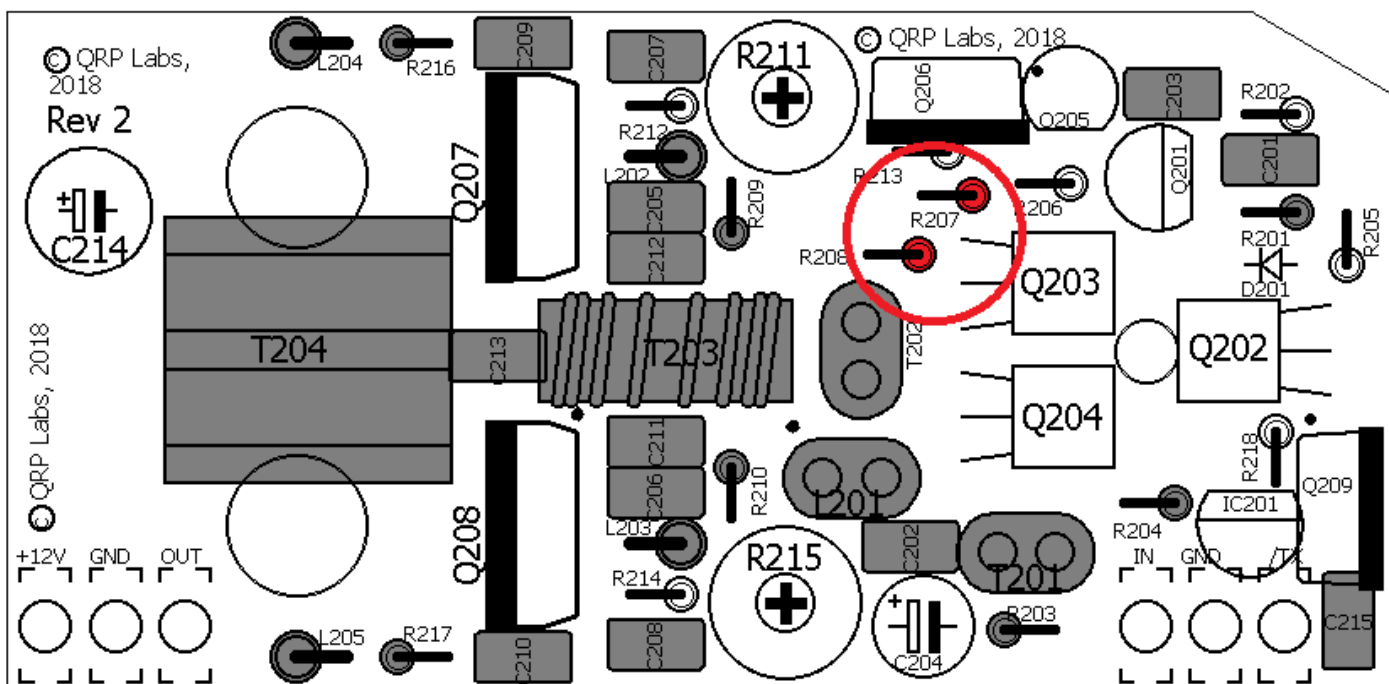
3.14. Установите резисторы R201, R216 и R217

Эти резисторы 220 Ом с красно-красно-черно-черно-коричневым цветовым кодом. Будьте внимательны с идентификацией резисторов на этой плате РА, потому что многие из них начинаются с цветовой кодировкой красно-красным цветом.



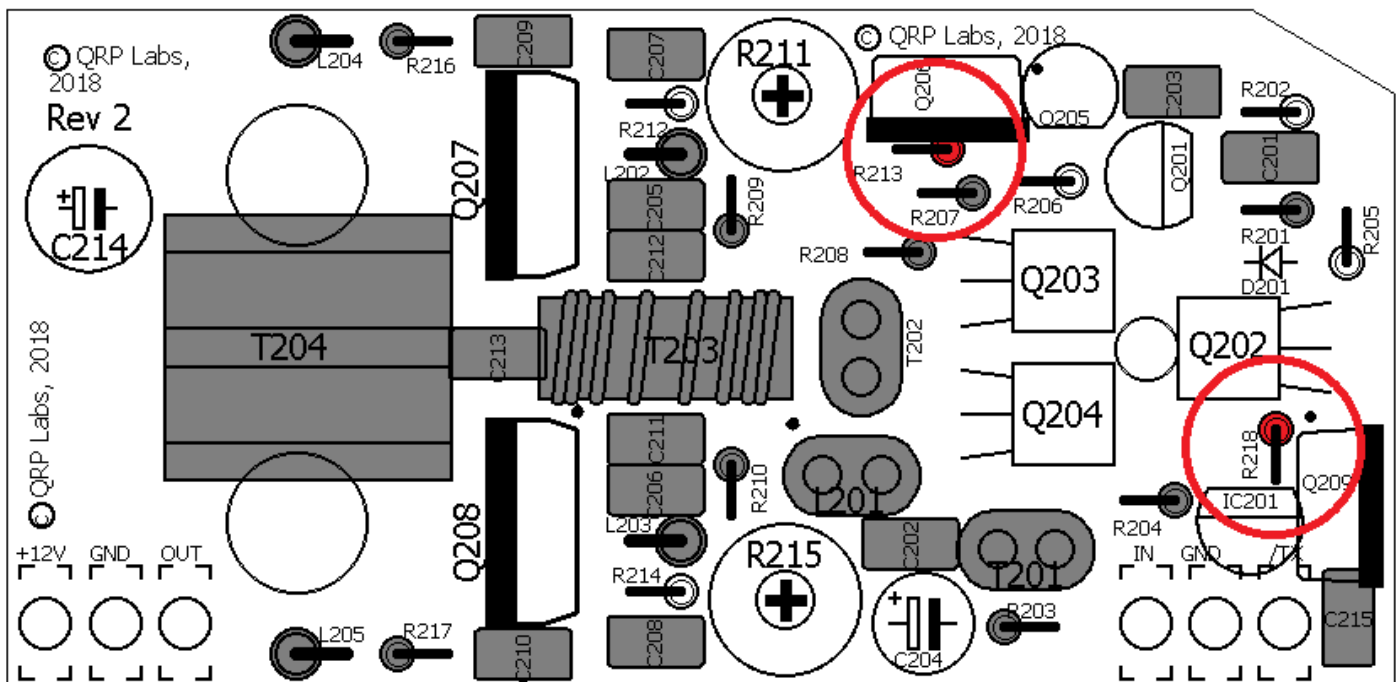
3.15. Установите резисторы R207 и R208

Это резисторы 2,2 Ом с красно-красно-черно-серебристо-коричневым цветовым кодом.



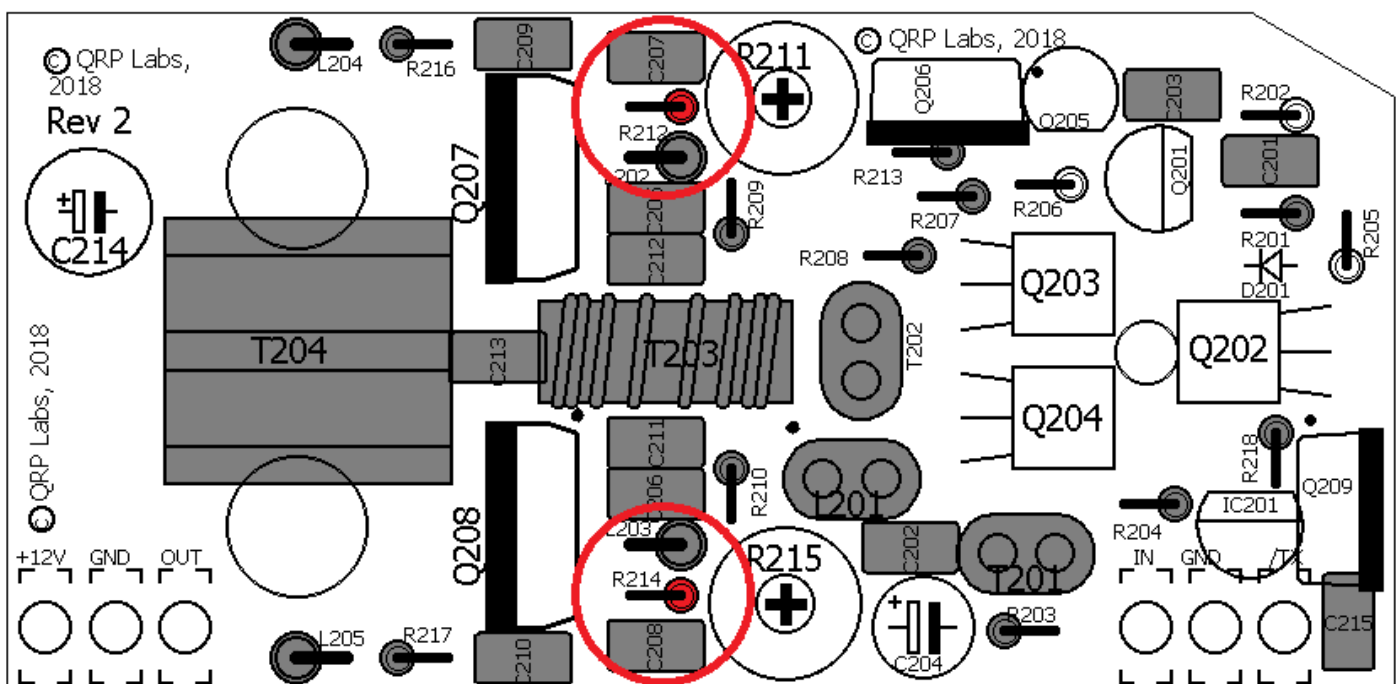
3.16. Установите резисторы R213 и R218

Это 10K резисторы с коричнево-черно-черно-красно-коричневым цветовым кодом.



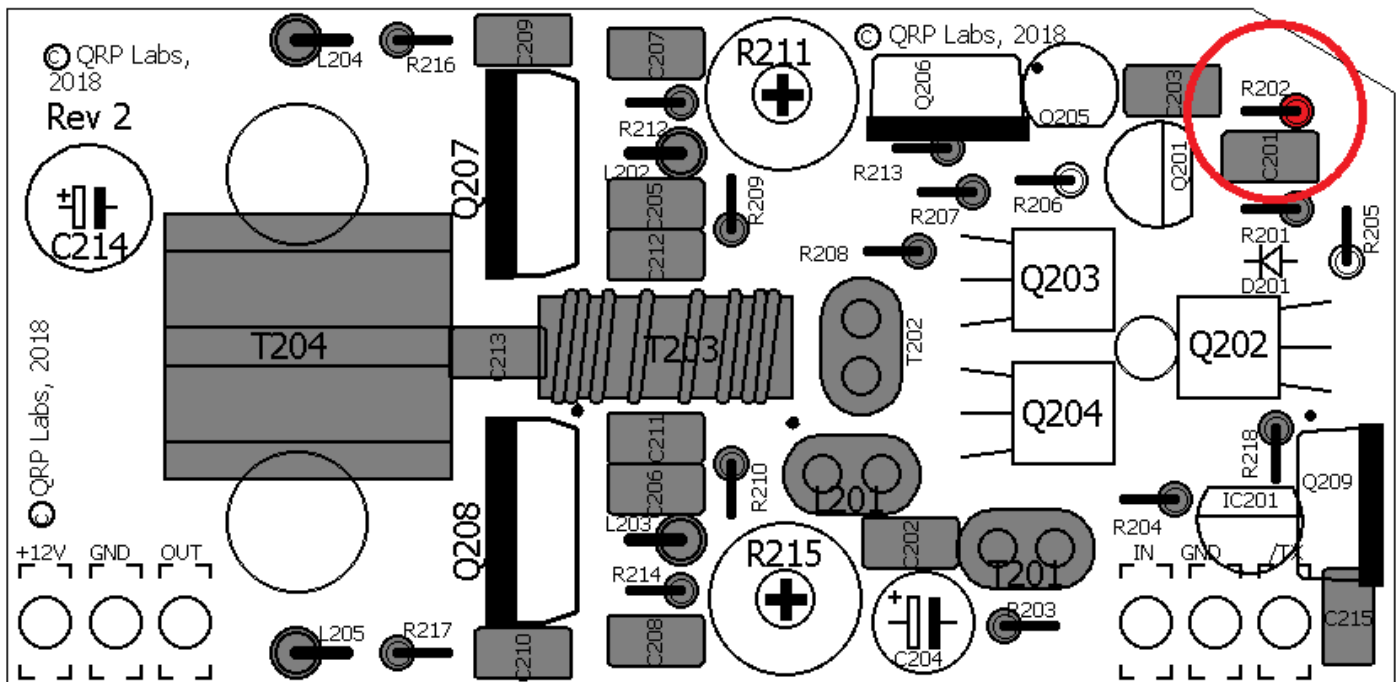
3.17. Установите резисторы R212 и R214

Это 47 Ом резисторы с желто-фиолетово-черным-золотом-коричневым цветовым кодом.



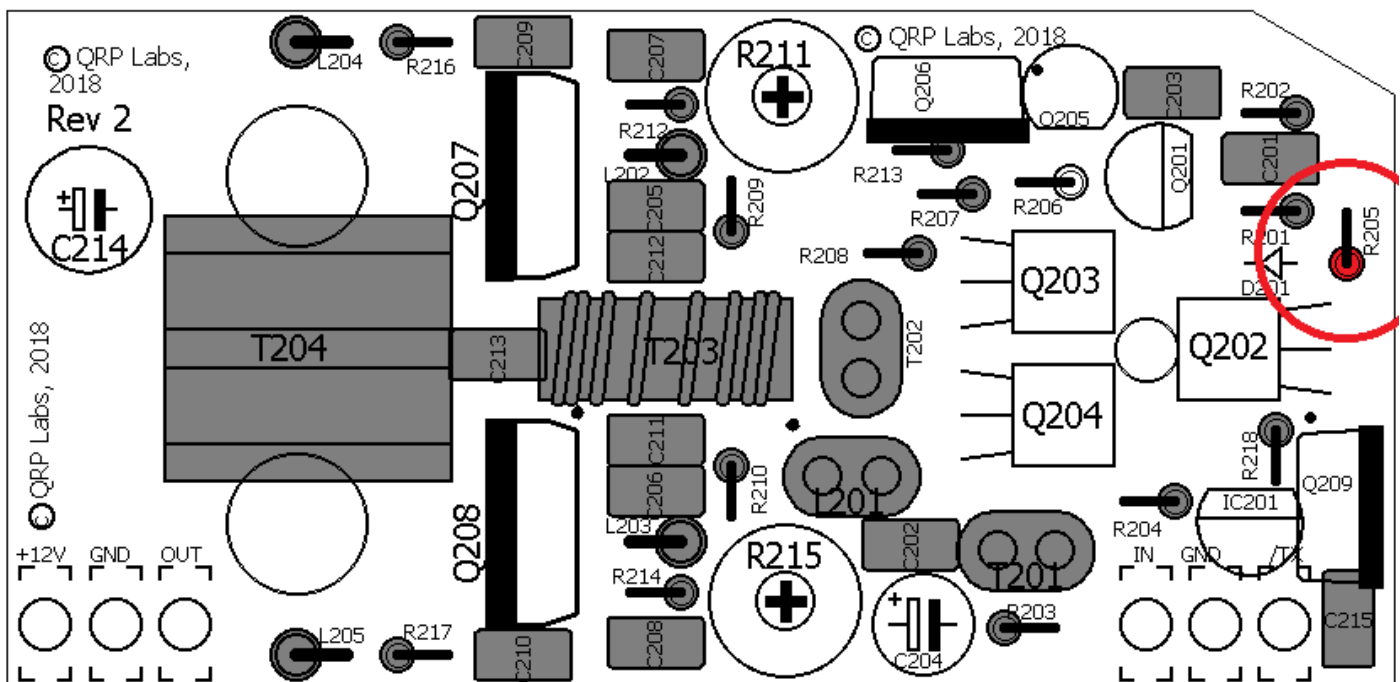
3.18. Установите резистор R202

R202 представляет собой резистор 22K красно-красно-черно-красно-коричневым цветовым кодом.



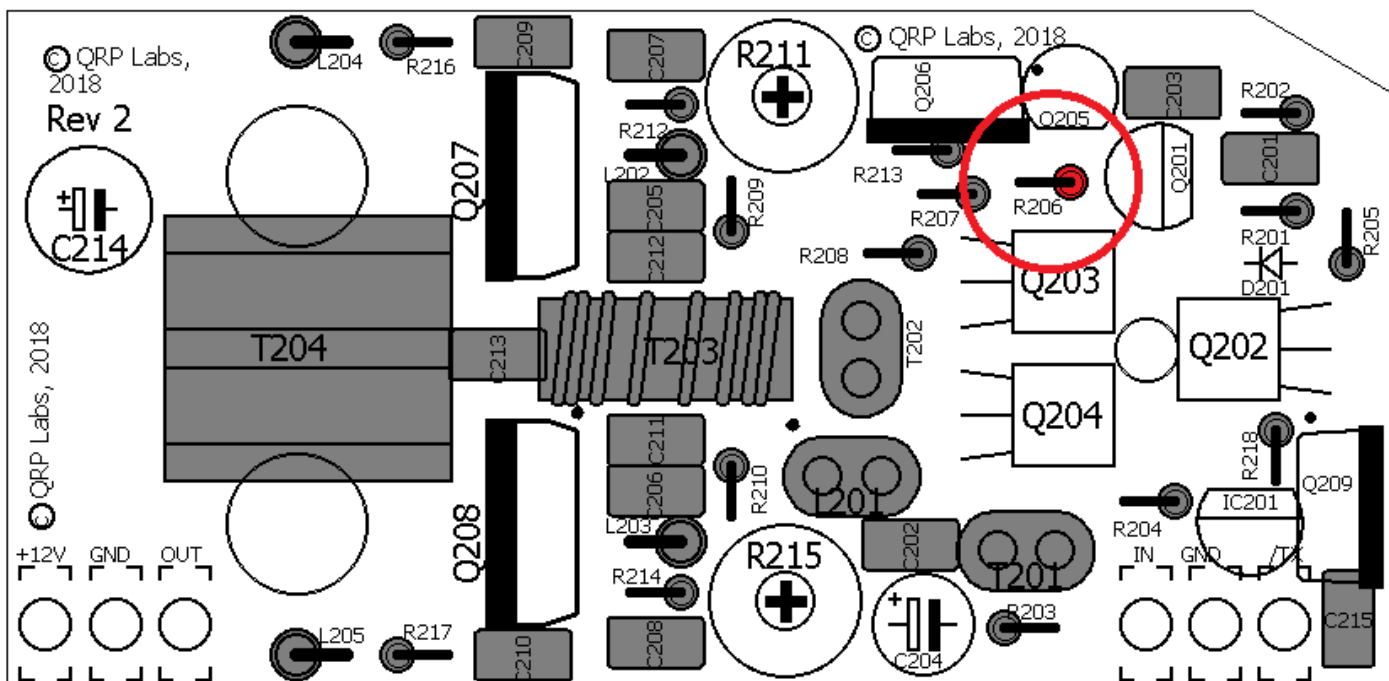
3.19. Установите резистор R205

R205 представляет собой 2.2K резистор с красно-красно-черно-коричневым-коричневым цветовым кодом.



3.20. Установите резистор R206

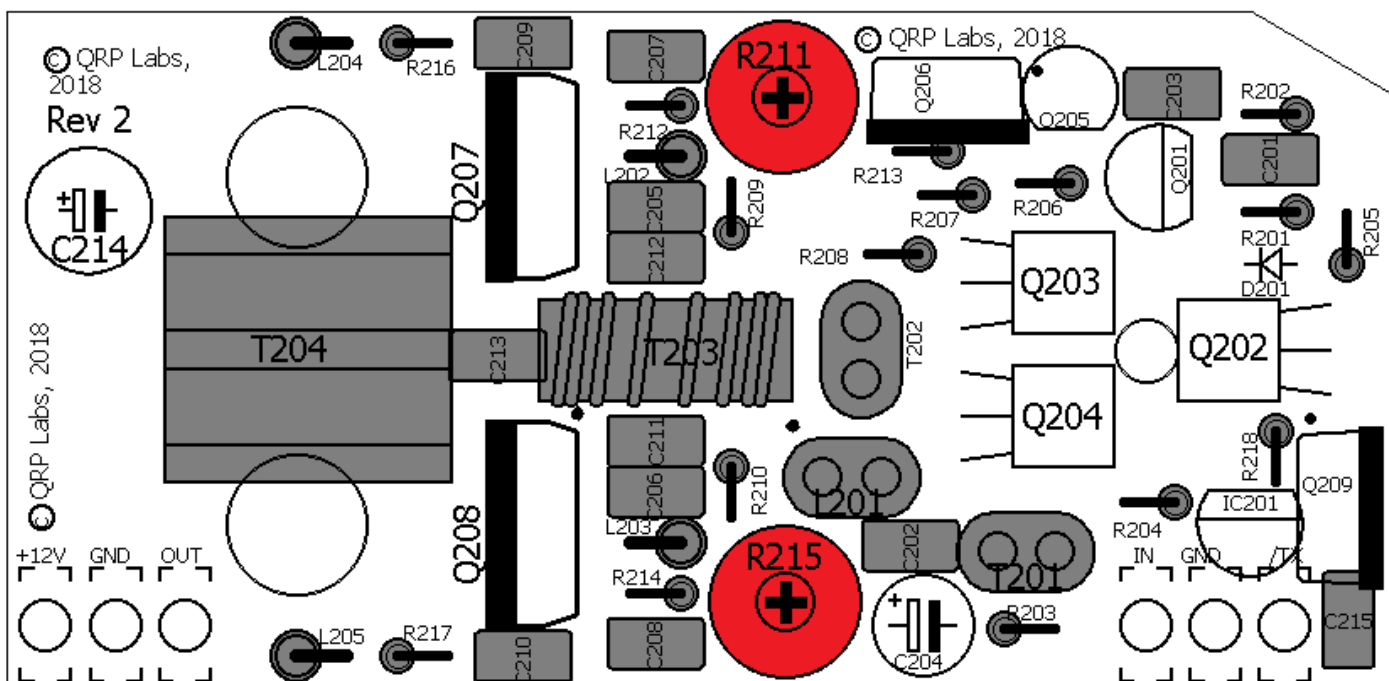
R206 представляет собой 33-омный резистор с оранжево-оранжево-черным-золотым-коричневым цветовым кодом.



3.21. Установите подстроечные резисторы R211 и R215

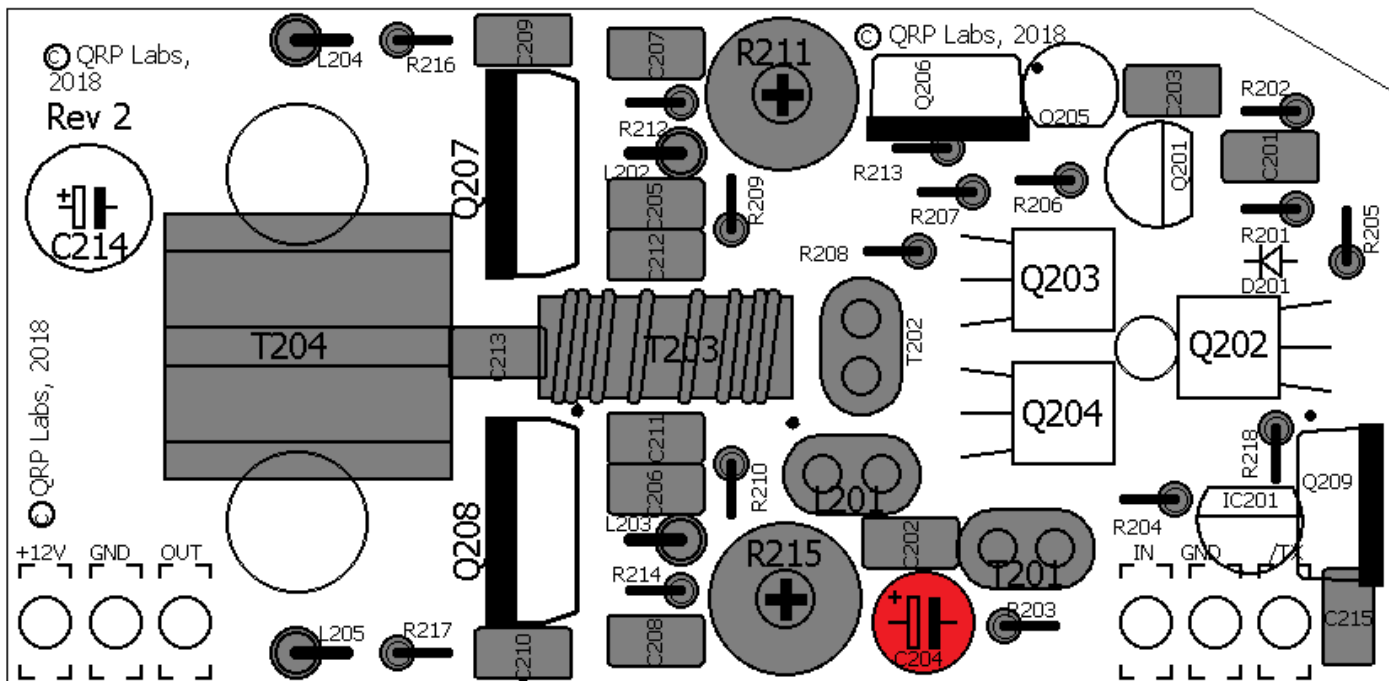
Это подстроечные резисторы с кодом «472»

Поверните регуляторы потенциометров полностью против часовой стрелки после установки и пайки!



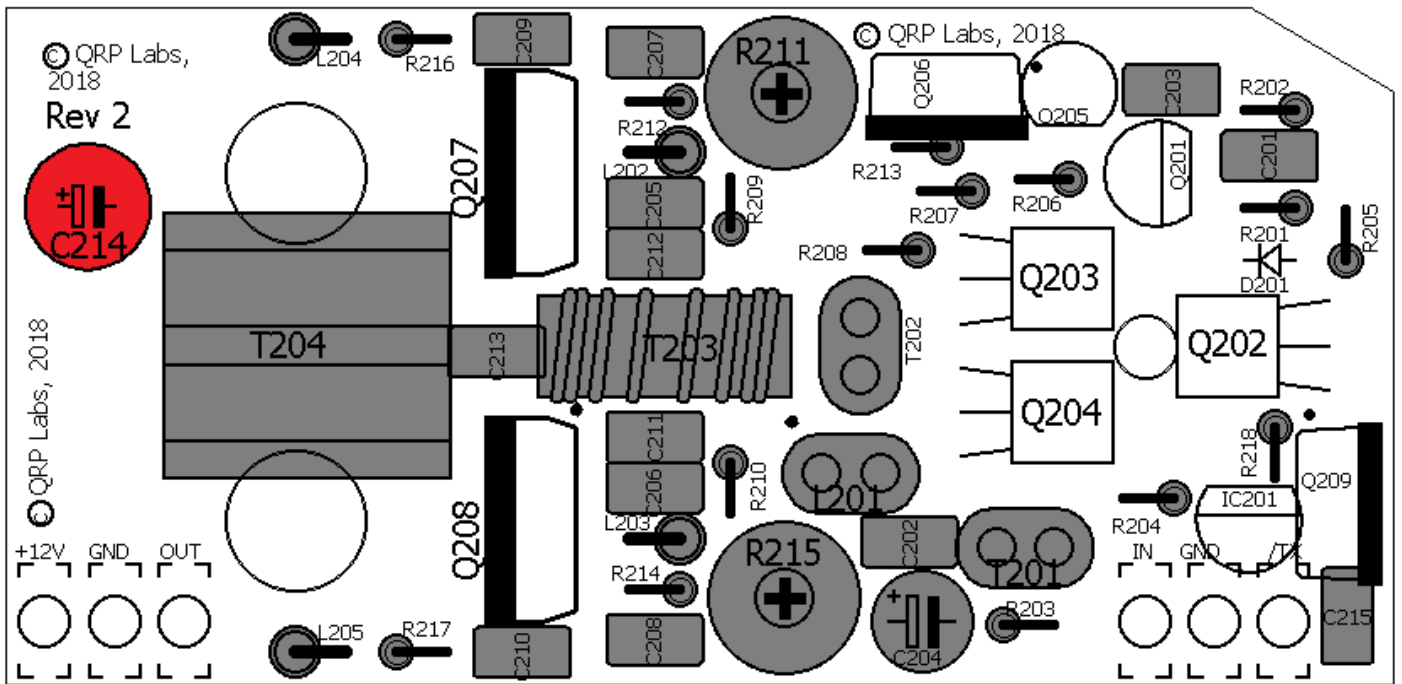
3.22. Установите конденсатор C204

C204 является поляризованным электролитическим конденсатором ёмкостью 10 uF. Как и ранее, убедитесь, что конденсатор ориентирован правильно, как на трафарете печатной платы. Длинный провод является положительным и должен быть вставлен в отверстие с пометкой +.



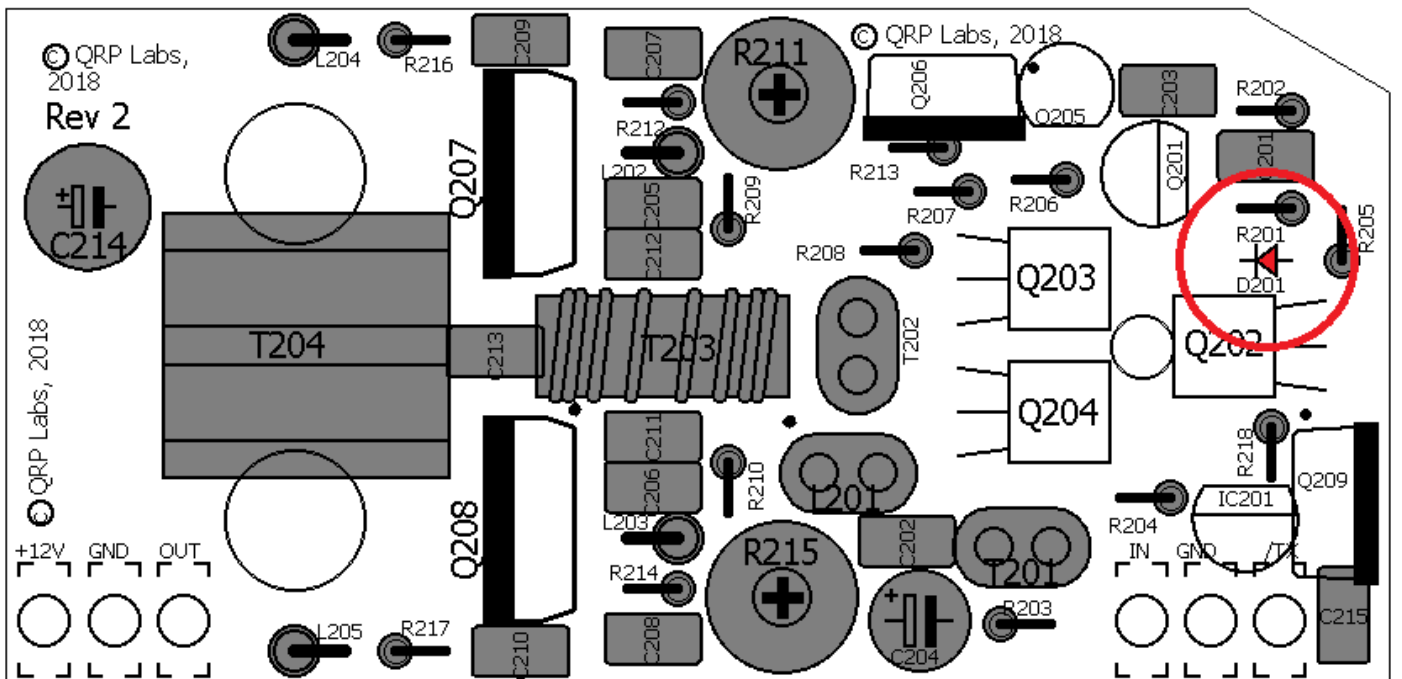
3.23. Установите конденсатор C214

C214 является поляризованным электролитическим конденсатором ёмкостью 470uF. Как и ранее, убедитесь, что конденсатор ориентирован правильно, как на трафарете печатной платы. Длинный провод является положительным и должен быть вставлен в отверстие с пометкой +.



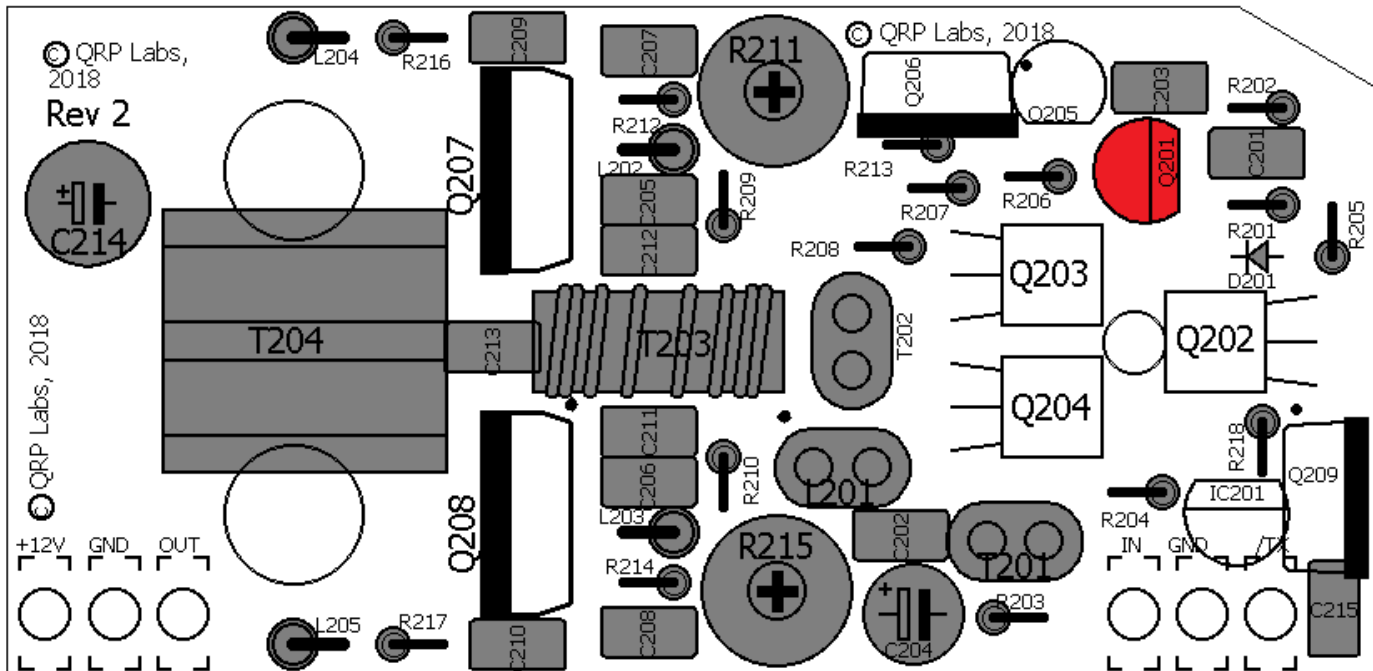
3.24. Установите диод D201

Диод D201 имеет тип 1N4004, направление установки имеет принципиальное значение. Белая полоса на корпусе диода должна быть приведена в соответствие с левой стороной (полоска) символом диодной стрелки на печатной плате. Диод установлен вертикально. Согните конец провода в U-образной форме, на конце корпуса диода расположите белую полосу. Затем установите вывод с белой полосу справа от двух отверстий и загнутый конец провода (вывод без белой полосы). Это гарантирует, что отогнутый вывод будет находиться рядом с установочной шайбой транзисторов BS170; поэтому никакого короткого замыкания с ней не произойдет.



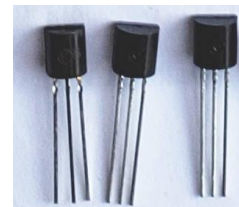
3.25. Установите транзистор Q201

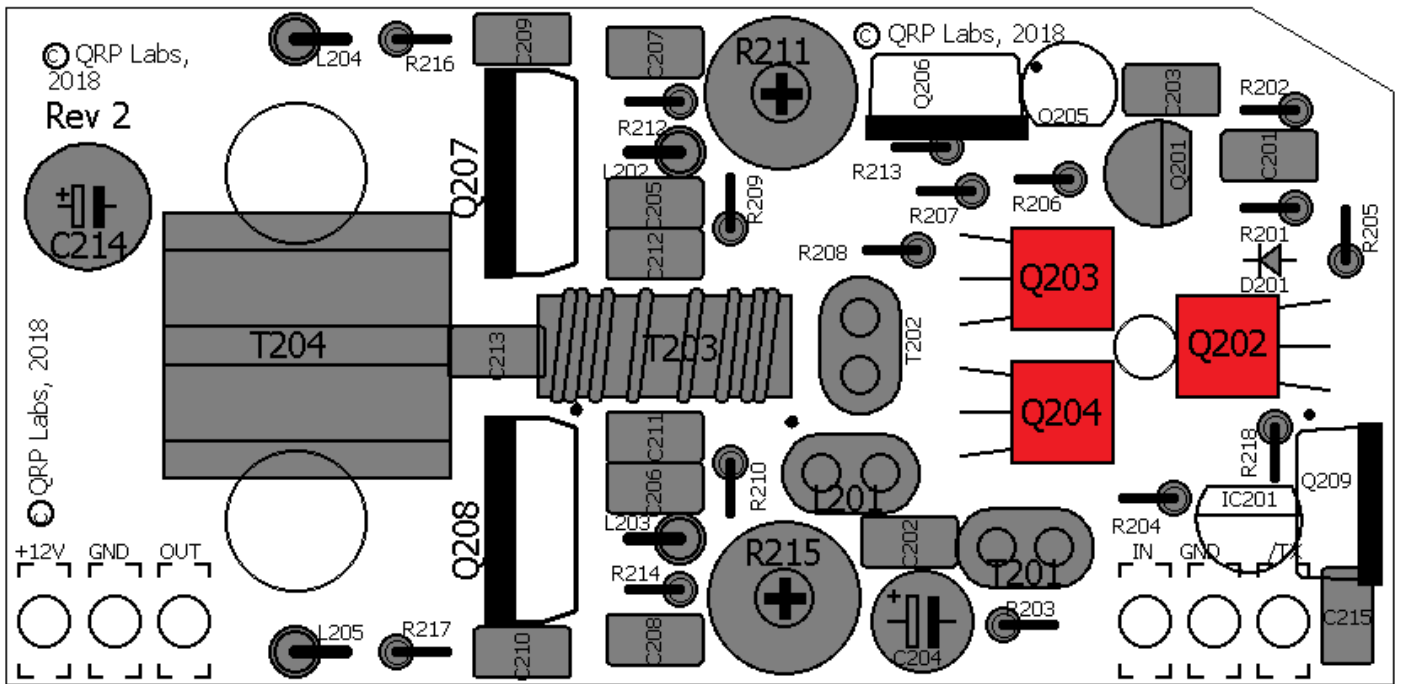
В качестве Q201 используется транзистор 2N3904. Он похож на транзисторы BS170 транзисторы, так что тщательно проверьте его маркировку. Согните его среднюю ногу немного в сторону от плоскости так, чтобы выводы соответствовали треугольным отверстиям на печатной плате. Убедитесь, что транзистор плоской частью корпуса ориентирован так же, как в обозначении на плате.



3.26. Установите транзисторы Q202, Q203 и Q204

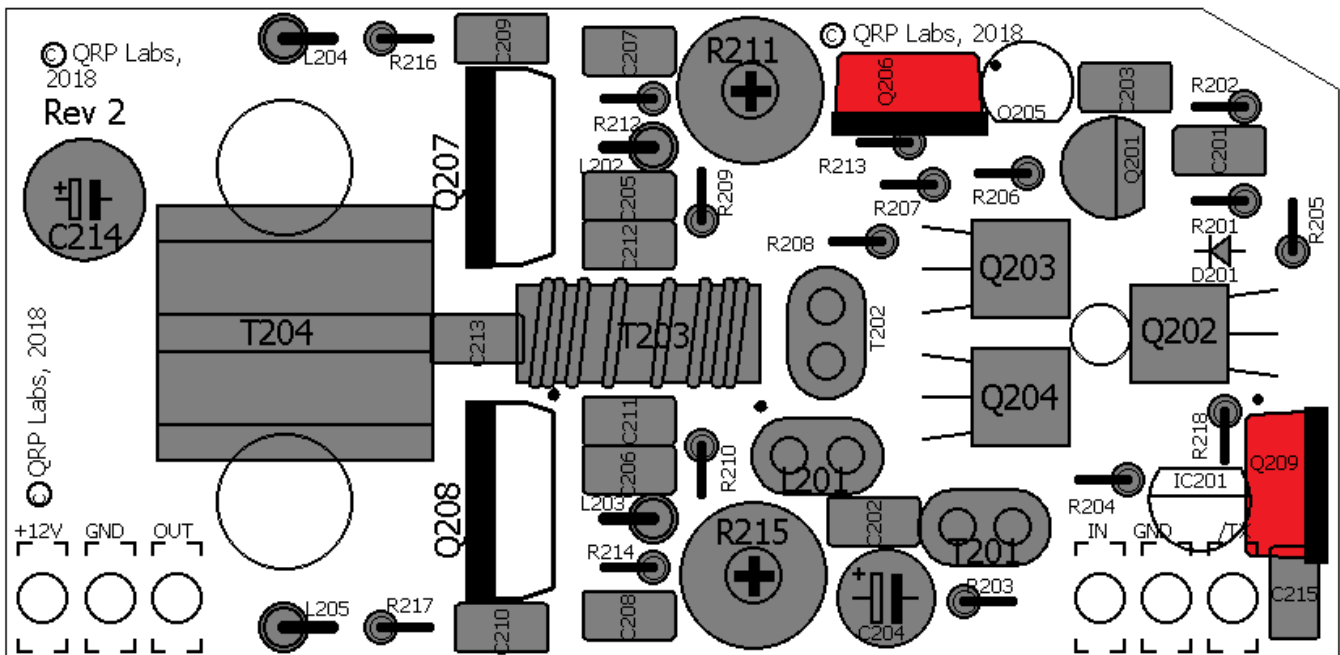
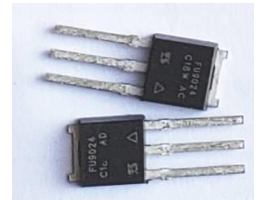
Используются MOSFETы BS170. Транзисторы должны быть установлены в положениях, показанных на рисунке, их плоские грани должны быть перед отверстием в центре расположения трех BS170. **Не припайвайте их пока.** Наклоните транзисторы так, чтобы они лежали ровно на печатной плате, в пределах прямоугольных очертаний, показанных на трафарете печатной платы. Когда транзисторы будут расположены их плоскими гранями вплотную к печатной плате, и они не заслоняют отверстие в печатной плате в их центре, вы можете припаять их в этом положении.





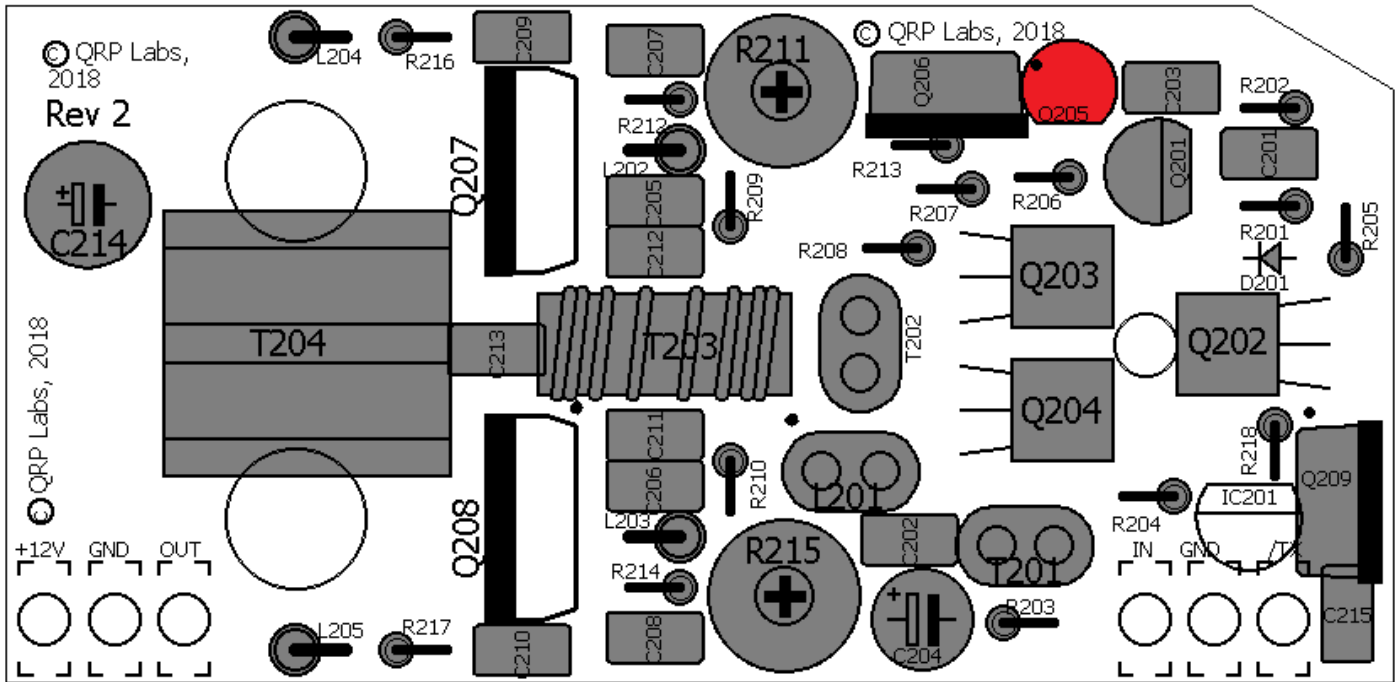
3.27. Установите транзисторы Q206 и Q209

Эти P-канальные МОП-транзисторы IRFU9024. Транзисторы должны быть установлены правильно, с открытой металлической подложкой в нижней части транзистора на одной линии с сплошной черной линией шелкографии печатной платы. Проверьте соединения с помощью увеличительного стекла, чтобы быть уверенными, что соединения были выполнены качественно.



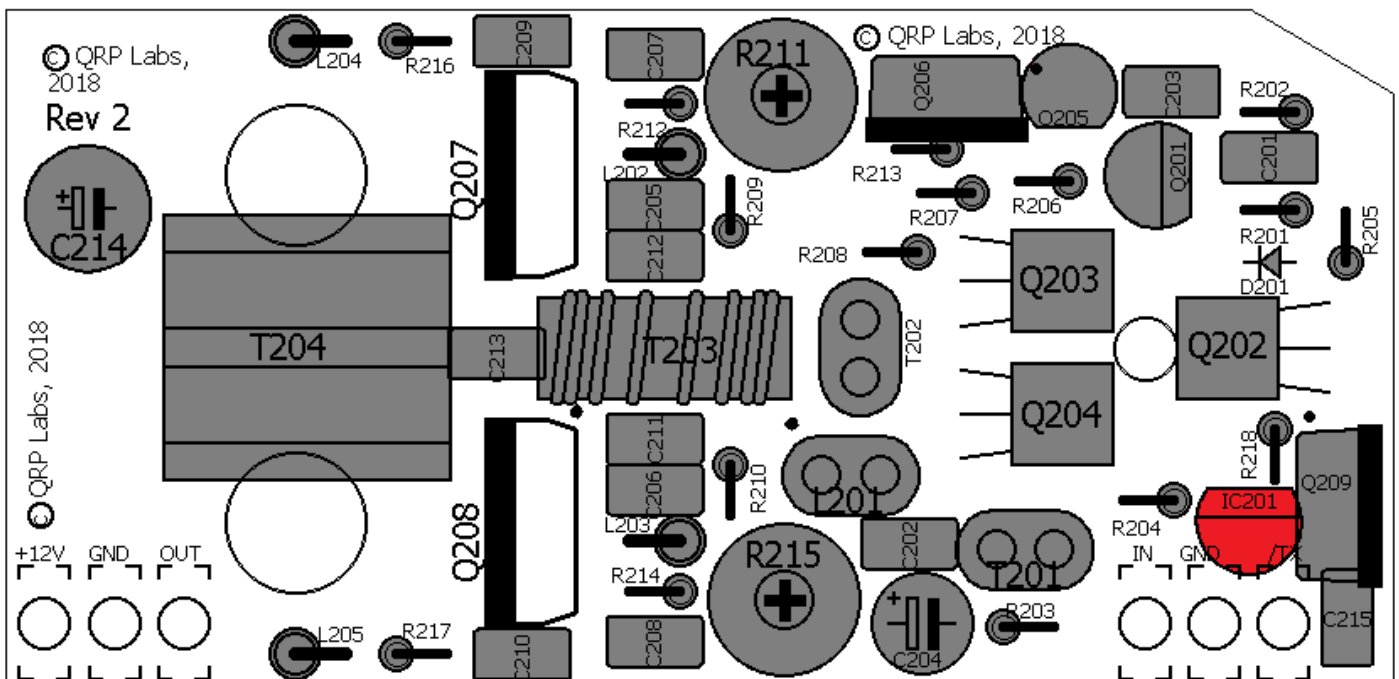
3.28. Установите транзистор Q205

Q205 является транзистором BS170. Согните среднюю ногу немного в сторону от плоскости так, чтобы выводы соответствовали треугольным отверстиям на печатной плате. Убедитесь, что транзистор плоской частью корпуса ориентирован так же, как в обозначении на плате.



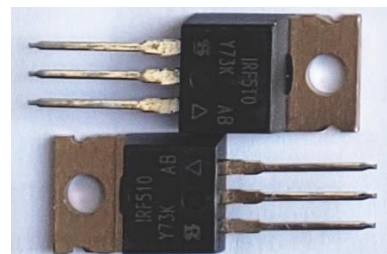
3.29. Установите регулятор напряжения IC201

IC201 является регулятором напряжения IC 78L05 в корпусе TO92. Он похож на BS170, обязательно проверьте маркировку транзистора, чтобы их не перепутать. Согните среднюю ногу немного в сторону от плоскости так, чтобы выводы соответствовали треугольным отверстиям на печатной плате. Убедитесь, что регулятор плоской частью корпуса ориентирован так же, как в обозначении на плате. Правильная ориентация данного элемента имеет крайне важное значение.



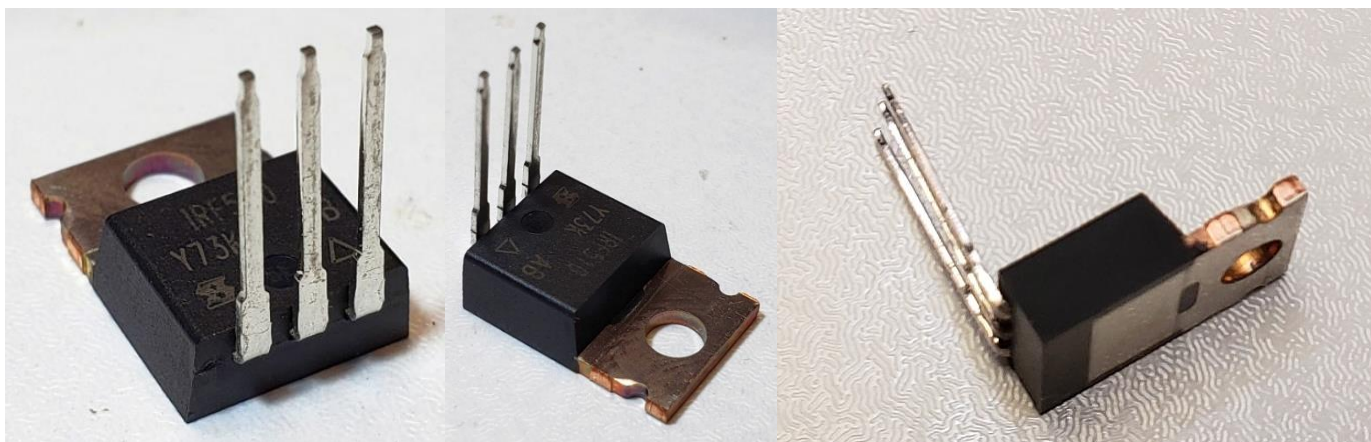
3.30. Установите транзисторы Q207 и Q208

Это транзисторы усилителя мощности транзисторы, МОП-транзисторы IRF510.



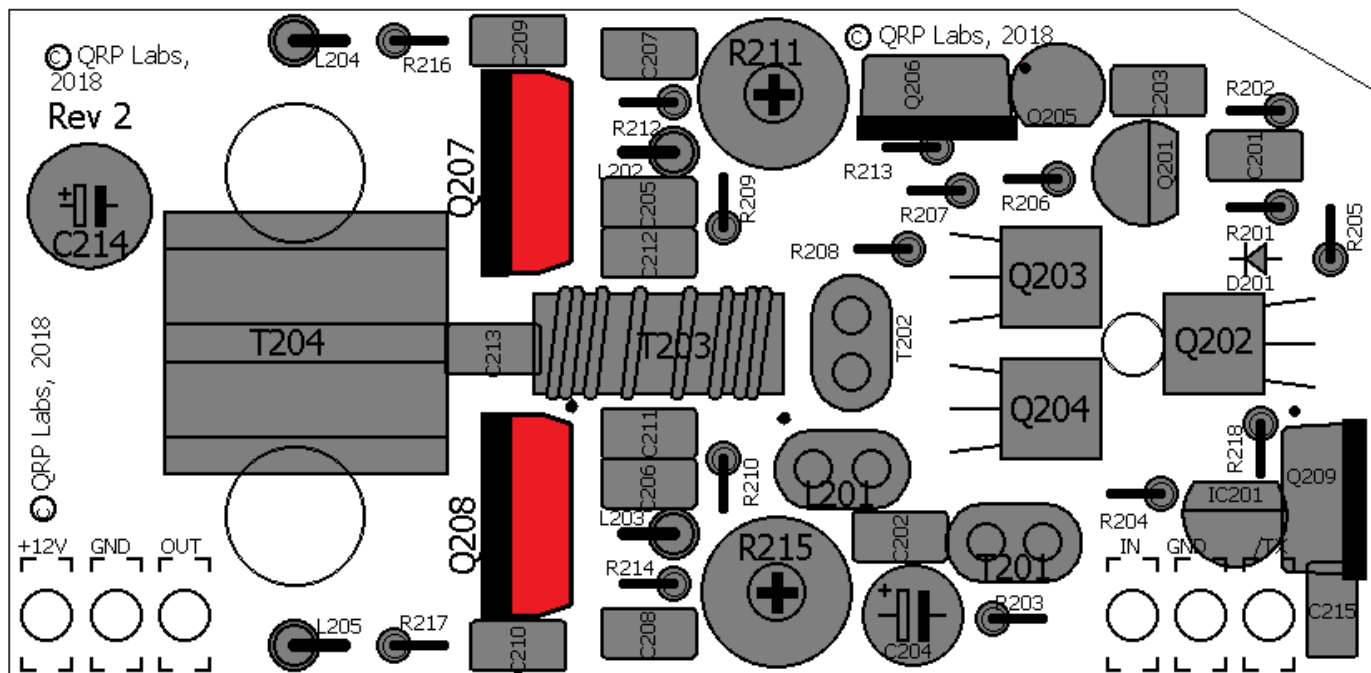
Данные транзисторы должны быть установлены на нижней стороне платы, так что они могут быть притянуты болтами непосредственно к радиатору.

Выводы IRF510 должны быть изогнуты вверх на 90 градусов сразу же при их выходе из корпуса IRF510. **У вас есть только один шанс сделать это - если вы согнете их неправильным образом, и пытаетесь согнуть их обратно, чтобы исправить это, провода будут обломаны.** Следующие три фотографии показывают IRF510 с правильно согнутыми выводами.

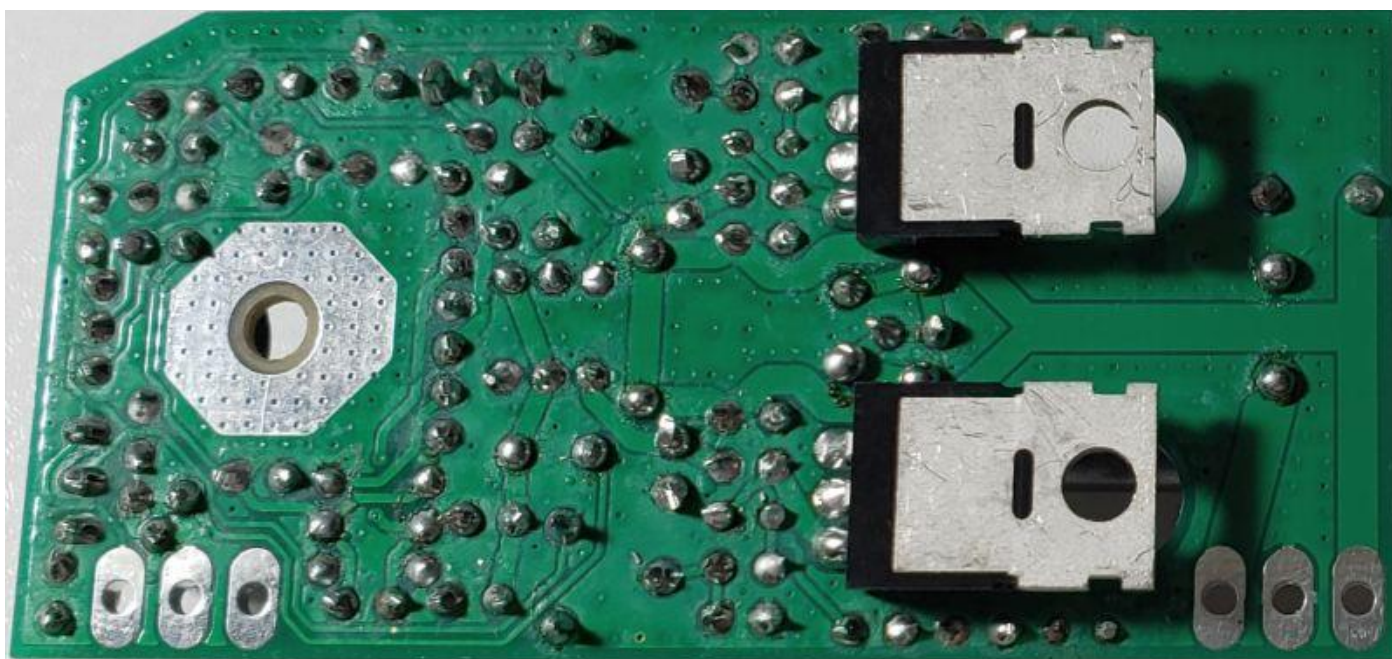


Проверьте фотографии и диаграммы на следующих страницах. Теперь вставьте IRF510 снизу платы и припаяйте их на верхней стороне (компонент боковой) платы. ИЛИ ЖЕ...

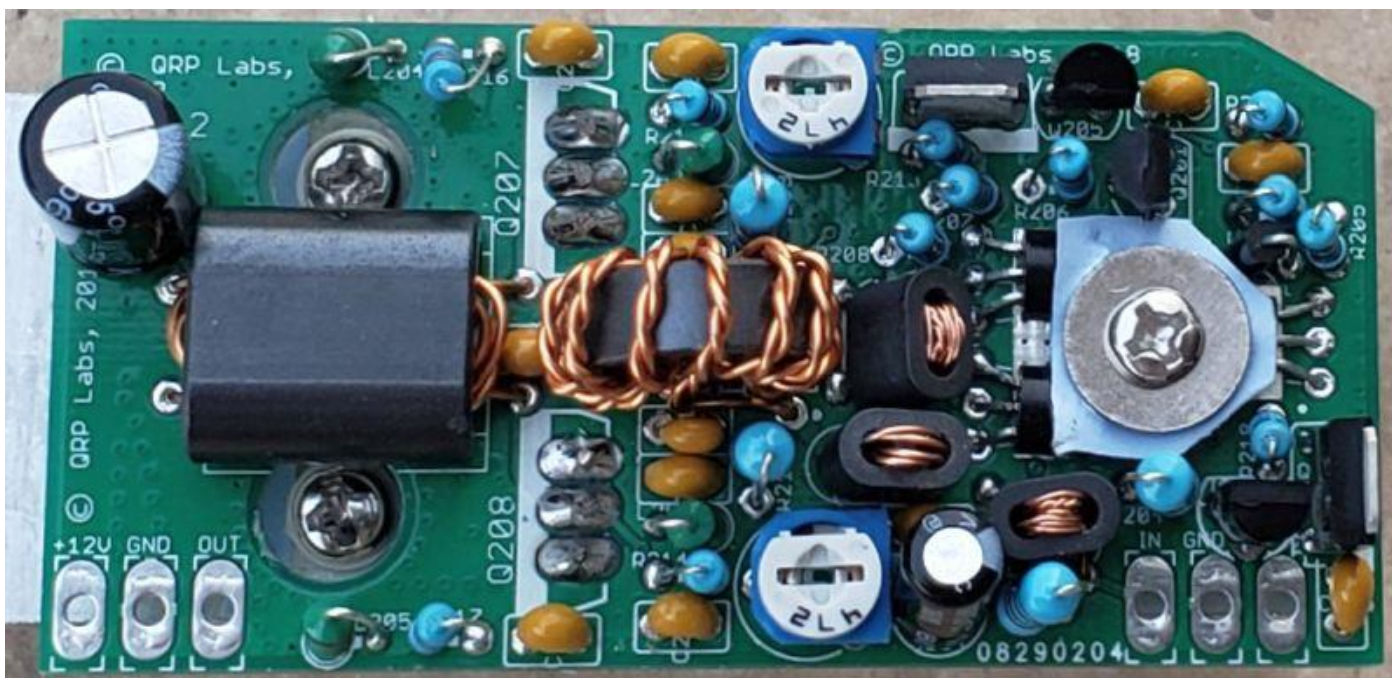
Примечание: вы можете притянуть транзисторы к радиатору перед пайкой. Это позволит значительно легче выровнять синюю силиконовую изолирующую прокладку, и вставить белую пластмассовую шайбу. Обратитесь к схемам в следующем разделе.



Посмотрите на фотографии – вид с обратной стороны печатной платы. Проверьте его перед пайкой Q207 / 8.



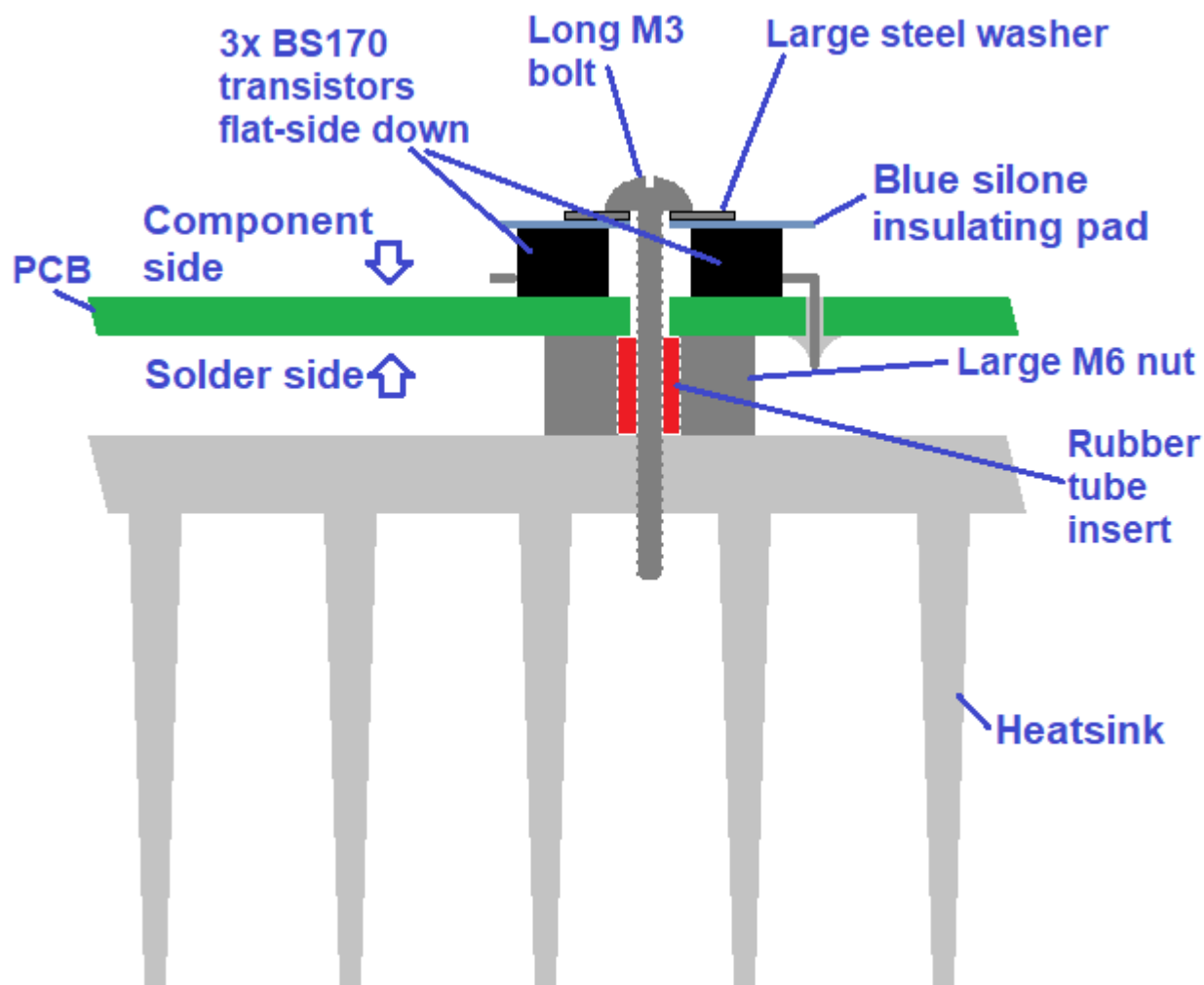
Вид с лицевой стороны готовой платы PA выглядит следующим образом. (Обратите внимание, здесь плата показан установленный на радиаторе тремя винтами, по одному на каждом из IRF510s и один на сборке драйвера BS170).



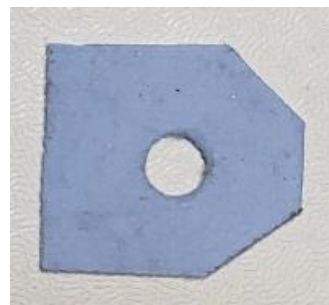
3.31. Установите радиатор

В зависимости от предполагаемого применения, вы можете отложить установку на радиаторе, например, до установки PA в корпус своего трансивера; или после того, как он будет установлен в корпус. Задняя панель из алюминия может быть прикручена между транзисторами и радиатором.

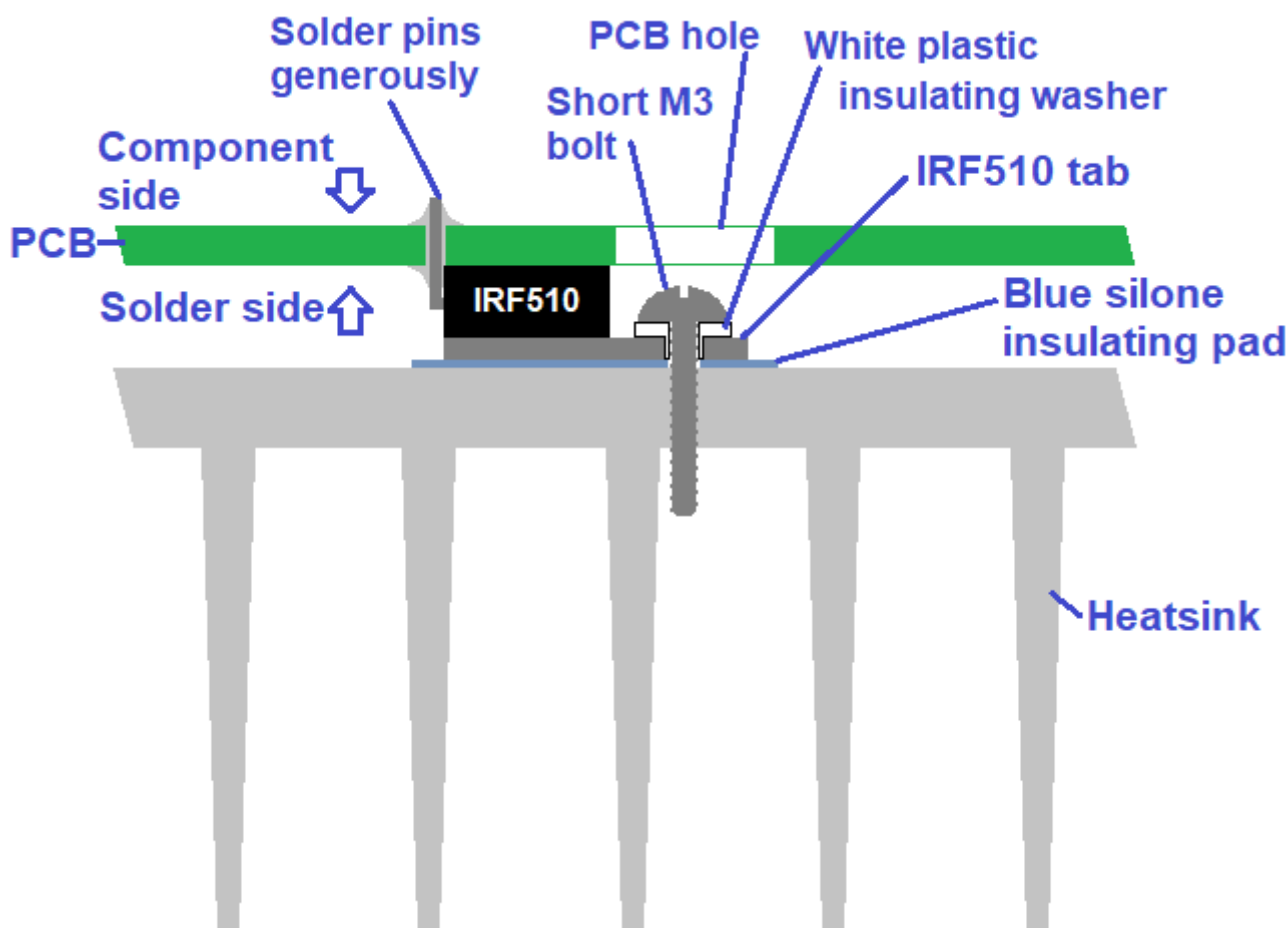
Этот разрез поперечного сечения показывает схему предполагаемой установки задающего каскада PA (три транзистора BS170, прижатые к печатной плате и отведение от них тепла через большую гайку M6 к радиатору).



- 1) Вырежьте синюю силиконовую изолирующую прокладку так, чтобы она имела форму, такую, как показано на рисунке.
- 2) Поместите прокладку на верхней части PA BS170 транзисторов Q202, Q203 и Q204.
- 3) Наденьте большую шайбу на 15-миллиметровый болт M3, пропустите болт через силиконовую изолирующую прокладку и через отверстие в печатной плате в центре трех транзисторов BS170.



- 4) Вставьте резиновую трубку 4 мм в гайку М6, как показано на рисунке. Причиной необходимости резиновой трубки является то, что он держит гайку М6 центральную на болт; в противном случае это может касаться окружающего соединения припоя и стать причиной короткого замыкания. Наденьте это на 15-миллиметровый болт, который был пропущен через печатную плату, на шаге 3. Эта гайка будет действовать как распорка между платой РА и фактическим радиатором. Это также будет являться проводником тепла от платы к радиатору.



- 5) Вставьте две белые пластиковые изоляционные шайбы в отверстия в IRF510 и пропустите два 9-мм болта.
- 6) Внизу каждой площадки IRF510 поместите одну из оставшихся двух синих изолирующих прокладок TO220. Очень важно убедиться, что площадка полностью закрывает прокладку IRF510. Он должен изолировать контактную площадку, поскольку она не должна касаться заземленного радиатора. Проверьте с помощью тестера, чтобы убедиться в отсутствии контакта между радиатором и фланцем транзисторов IRF510.
- 7) Радиатор содержит еще два отверстия, которые могут быть использованы для механического монтажа в проекте, или для дополнительных устройств, например, регулятора напряжения 7805. Эти отверстия используются, когда линейный усилитель установлен в комплекте приемопередатчика QSX.

- 8) Теперь затяните все болты. Затяните их плотно, но не настолько сильно, чтобы сорвать резьбу и / или никогда не будучи в состоянии отвинтить их когда-нибудь.
- 9) Наконец, очень важно проверить сейчас, что не появилось в процессе сборки короткого замыкания между фланцами IRF510 и радиатором. Чтобы сделать это, вы можете поставить щупы тестера между GND и шиной + 12В. Удобное место, чтобы это сделать, находится на соединении печатной платы РА к обратной стороне платы. Левые два провода + 12В и GND соответственно. Вы проверить соединение щупами тестера в этих точках, если перевернуть плату лицом вниз.
- 10) При включении схемы лучше всего использовать источник питания с ограничением тока 300мА, в качестве еще одной меры предосторожности.

4. Информация об использовании РА

4.1. Меры предосторожности при работе с РА

Чтобы избежать внезапного и ненужного отказа компонентов, необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- 1) Проверьте все компоненты снова и снова, до подачи питания на плату усилителю! Проверьте, что резисторы находятся в правильных местах, убедитесь, что все эмалированные провода катушки индуктивности и трансформаторы правильно намотаны и запаяны. Убедитесь, что конденсаторы установлены правильно (с правильной полярностью). То же самое относится к диодам, транзисторам и регулятору напряжения. Обратите особое внимание на земляные выводы всех компонентов: очень частая неисправность - недостаточный прогрев, чтобы обеспечить хорошую пайку на землю - общий провод будет рассеивать тепло и забирать его от паянного соединения.
- 2) Перед подачей питания, убедитесь, что два подстроечных резистора (смещение РА) выкручены против часовой стрелки.
- 3) Проверить на короткое замыкание между металлическими фланцами IRF510 и землей! Убедитесь, что нет других коротких замыканий, сопротивление по постоянному току между контактом +12 В и землей не должно быть близко к нулю.
- 4) Не подавайте питание к усилителю, если установка радиатора не была выполнена, и все винты не были затянуты.
- 5) Всегда используйте фильтр низких частот между выходом усилителя и вашей антенной системой.
- 6) При первом включении усилителя, и во время наладки, используйте ограничение по току источника питания. Если что-то пойдет не так, вы будете иметь больше времени, чтобы заметить это прежде, чем пойдет дым.

4.2. Соединения

Этот усилитель имеет выход 50 Ом ВЧ. Входной импеданс и КСВ будет изменяться. Если вам требуется на вход ровно 50 Ом, то используйте 6дБ Pi-сети площадку; это приведет к снижению коэффициента усиления на 6 дБ, конечно. Усилитель требует хорошего стабильного источника питания постоянного тока от 12 до 14В, который способен обеспечить ток до 2.5А. Используйте толстые провода для подключения источника питания к усилителю, чтобы избежать нежелательного падения напряжения.

Держите ВЧ вход подальше от выхода. Эти соединения находятся на противоположных концах платы, чтобы избежать нежелательной обратной связи, которая может привести к нестабильности усилителя.

Входной сигнал / TX подает ток смещения к транзисторам PA. Это активный низкий входной сигнал: он должен быть соединен с землей для включения смещения.

4.3. Регулировка

Единственные необходимые настройки являются два подстроечные резистора, которые выставляют окончательный ток смещения для транзисторов PA (IRF510). Убедитесь, что подстроечные резисторы изначально вывернуты против часовой стрелки.

Подайте питание, наблюдая за потреблением тока. Вы можете сделать это с помощью источника питания с текущим измерением тока, или с помощью амперметра последовательно с источником питания.

Замкните вход /TX на землю, чтобы включить усилитель. Не подавайте на вход усилителя никаких сигналов.

Следите за текущим потреблением тока на миллиамперметре.

Отрегулируйте один подстроечный резистор, очень осторожно и медленно по часовой стрелке, поворачивая его, и следите за увеличением тока (по сравнению с изначальным значением) в 125mA.

Отрегулируйте второй подстроечный резистор, снова очень аккуратно, для дальнейшего увеличения потребления тока еще на 125 mA.

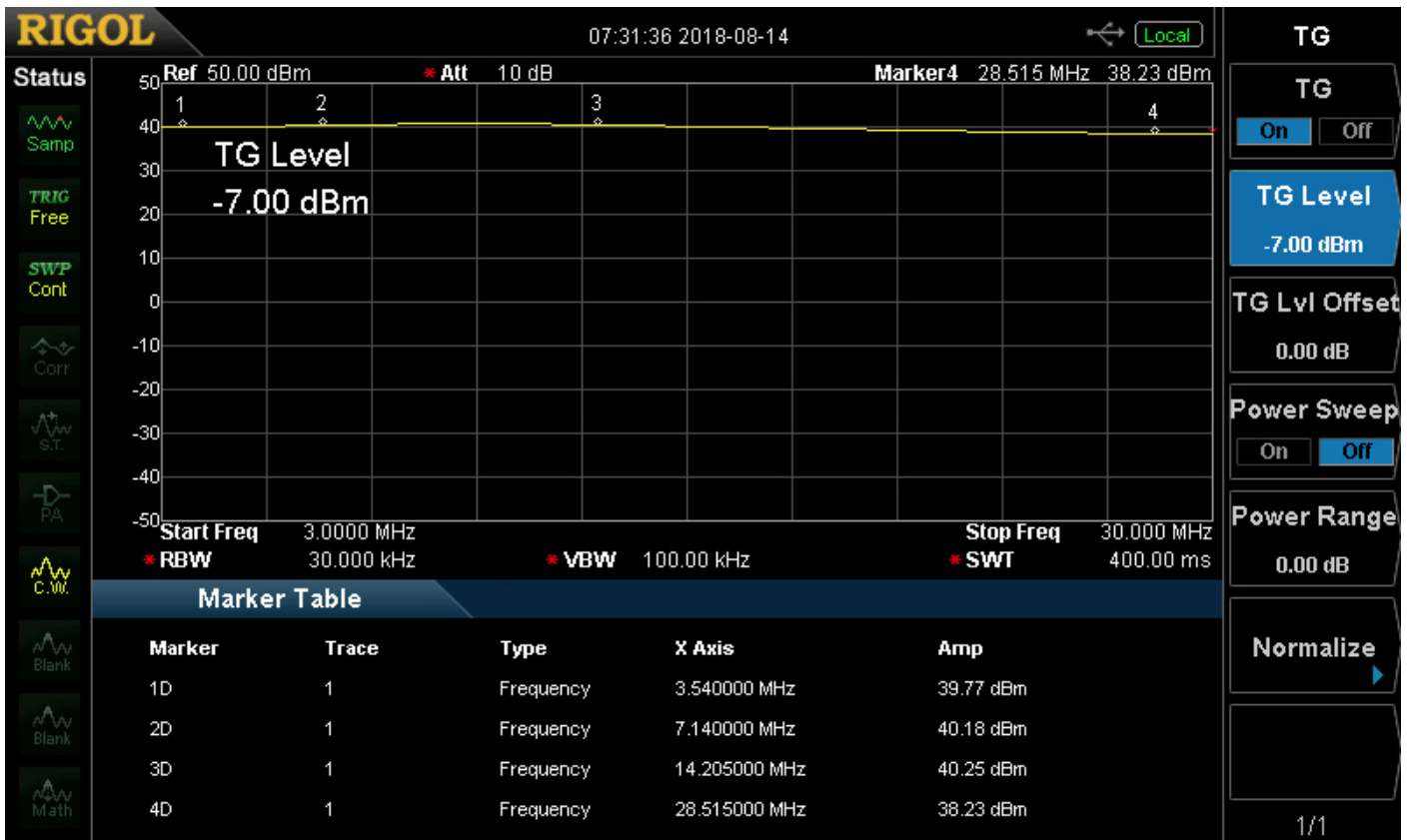
Как только смещение обоих PA-транзисторов выставлено на 125 mA (всего 250 mA), это устанавливает режим работы линейного усилителя мощности для оптимальной работы.

3.9. Проведенные испытания

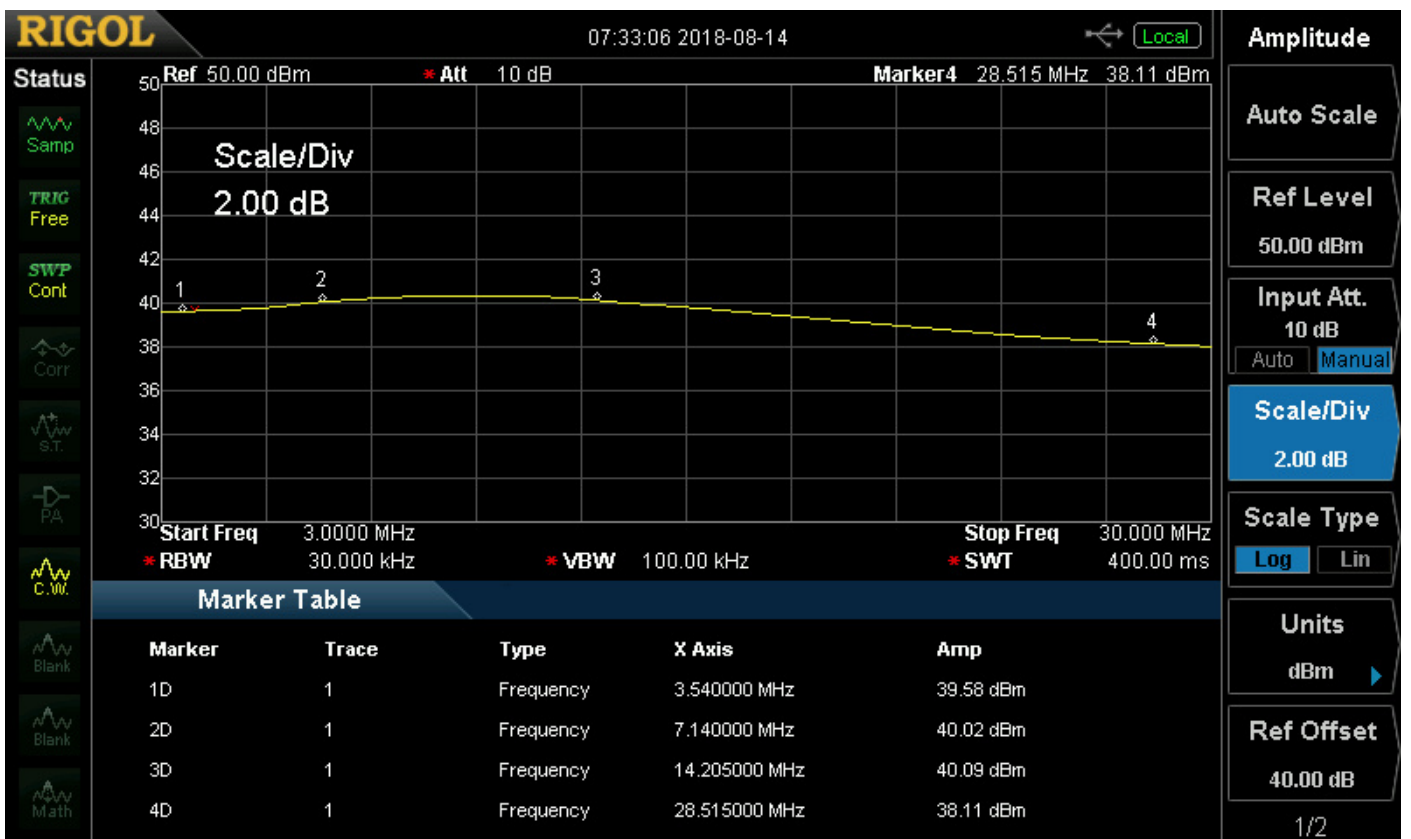
Следующие испытания были проведены Эллисоном KB1GMX на готовом образце. Они были воспроизведены на трех различных экземплярах усилителя.

Во всех тестах, не было замечено никаких сбоев компонентов и не снижение производительности.

- 1) Усиление: от 26 до 28 дБ, с +/- 1 дБ Неравномерность усиления в диапазоне 2-30MHz. Показано на следующих изображениях.



Следующее изображение показывает то же самое, но вертикальный масштаб увеличивается до 2 дБ / деление:



- 2) Работа на полную мощность в открытом выходе, короткое замыкание выхода, 20-футов длиной кабеля открытым, открытым кабелем с короткими - все это без проблем или выхода PA из строя

- 3) Усилитель еще работоспособен выдавать 10 Вт на 50 МГц (диапазон 6м), хотя коэффициент усиления снижается на 4 дБ по сравнению с ВЧ
- 4) Коэффициент усиления составляет на 8dB ниже на 70MHz (4м диапазон) по сравнению с HF
- 5) При достаточной раскачке, усилитель способен давать на выходе 20W при питании 13.8В, сигнал на входе + 15 dBm, в диапазоне 3-30MHz
- 6) Работает при питании + 20В
- 7) При подаче питания +10V все еще более 7W на выходе
- 8) При чистом источнике 3.5MHz (80м диапазон) и на выходе 10Вт, 2-я гармоника составила -38dBc и 3-я гармоника -31dBc - очень хорошая линейность
- 9) PA проработал при полной мощности непрерывной несущей, 100% рабочего цикла в течение 1 часа, без повреждения или ухудшения характеристик.

5. История версий

- | | | | |
|---|-----------------|------|--|
| 1 | 09-Октябрь-2018 | 1.00 | Исходная версия |
| 2 | 10-Октябрь-2018 | 1.01 | Исправление некоторых опечаток по тексту |
| 3 | 30-Октябрь-2018 | 1.02 | Удалена фраза «изолированный провод 30см» из списка деталей (не входит в комплект). Убран текст «50 Ом вход». Обновлены соединения текста, комментируя подачу на вход, если требуется 50-Ом. |
| 4 | 20-Ноябрь-2018 | 1.03 | Исправлена опечатка в разделе 3.4: BN43-202 должен быть BN43-2402.
Исправлена опечатка в разделе 3.23: C204 следует читать C214. Added примечание к разделу 3 о том, как определить BN43-2402 и BN61-2402, если вы случайно перепутали их.

Добавлен эскиз раздел 3.7 для уточнения установки T203 (Фред WD9HNU). |