

Трансформаторный блок питания для приёмопередатчика

Виктор Беседин (UA9LAQ)

г. Тюмень

E-mail: ua9laq@mail.ru

После публикаций на тему бестрансформаторного блока питания (БП), я считаю, нужно обратиться и к традиционному способу подачи требуемых напряжений к лампам, транзисторам и микросхемам. Цель публикации: обеспечить радиолюбителю выбор альтернативы, тем более, что работа с бестрансформаторными схемами БП требует особой осторожности. Этот БП построен на основе выпускавшихся серийно унифицированных трансформаторов, этим сокращается время от начала работ до ввода БП в эксплуатацию. Это несколько не умаляет инициативы конструктора, который может и намотать аналоги применённых в данном БП трансформаторов или применить всего один, но помощнее, с большим окном в сердечнике под все обмотки.

Итак, БП предназначен для питания приёмопередатчика с ламповым каскадом [1] (или каскадами [2]) на выходе передатчика (выходная мощность в кластере до 100 Вт – выходная лампа ГУ-19, ГУ-29) и возбuditеля с приёмником, выполненными на полупроводниковых приборах (транзисторах и микросхемах). Для получения некоторого набора рабочих напряжений, применено три силовых трансформатора: ТА-248, ТА-37 и ТН-46. Сначала о “возможностях” каждого трансформатора, согласно их, приводимых в печати, характеристик. Все трансформаторы изготавливаются ныне в варианте на подключение к сети 220 В (только одна первичная (сетевая) обмотка) и имеют ту же маркировку выводов, как и предыдущая версия с набором обмоток и отводов от них для подключения в сеть с напряжением 127 В (возможно подключение и на другие напряжения (110, 237 В)). Соединений в трансформаторах много – будьте внимательны! Здесь специально приводится подробное описание.

ТА-248: Сердечник ПЛ20х40х50 мм. Габаритная мощность – 170 Вт. Ток первичной обмотки при полной нагрузке: 220 В - 0,85 А, 127 В - 1,46 А. Масса: 2,95 кг. Напряжения между выводами первичной обмотки трансформатора ТА-248-127/220-50: 1-2, 6-7 – по 110 В; 2-3, 7-8 – по 10 В; 3-4, 8-9 – по 7 В; 4-5, 9-10 – по 7 В. При подключении этого трансформатора на сетевое напряжение 127 В, необходимо соединить между собой выводы 1 и 9, 4 и 6, при этом, магнитные потоки первичных обмоток обоих стержней сердечника трансформатора суммируются, напряжение 127 В подаётся на выводы 1 и 4. Подключение к сети с напряжением 220 В производится через выводы 1 и 6, при этом, выводы 2 и 8 должны быть соединены между собой. Такая же нумерация выводов присутствует (подключение к сети через выводы 1 и 6) и на трансформаторе ТА-248-220-50 (с одной первичной обмоткой

без отводов) – производство которых началось с 1979 г. Вторичные обмотки: выводы 11-12 и 17-18 – по 355 В при токе до 0,11 А (на обмотку); выводы 13-14 и 19-20 – по 200 В при токе до 0,204 А; выводы 15-16 и 21-22 – по 40 В при токе 0,204 А. Исходя из предложенного, соединяем обмотки наиболее приемлемым для нас способом: чтобы не нагружать одну обмотку другой, из-за неидеальной идентичности, при непосредственном параллельном их соединении, при необходимости сложения допустимых токов (выводы 11-12 и 17-18), соединяем эти обмотки синфазно последовательно (вывод 12 с выводом 17) и эту точку будем использовать в качестве минусового общего провода высоковольтного выпрямителя части анодного для выходной лампы напряжения, выводы 11 и 18 подключаются к анодам высоковольтных диодов, образуя в общей схеме выпрямления со средней точкой (цель достигнута: обмотки не нагружают друг друга при сложении токов, работают последовательно в каждом полупериоде, экономится количество диодов и увеличивается, из-за устранения сопротивления “лишних” диодов, например, моста, – динамика выпрямителя). Получаем выпрямитель со входными параметрами 355 В при токе в 0,22 А. Оставшиеся обмотки будем использовать точно также в схеме выпрямителя со средней точкой, для чего выводы 14-15 и 20-21 соединяем между собой и получаем две обмотки с напряжением по 240 В (200+40), затем, соединяем вывод 16 с выводом 19 и получаем среднюю точку – общий минусовой вывод этого выпрямителя, выводы 13 и 22 будут подключаться к анодам диодов этого выпрямителя со входными параметрами: 240 В, при токе 0,408 А. Этот выпрямитель будет питать цепь экранной сетки лампы оконечного каскада и (если имеется) цепь анода и экранной сетки предоконечного каскада (драйвера) [2]. В П-образном фильтре сглаживания пульсаций напряжения этого выпрямителя используется дроссель, в качестве которого можно взять первичную обмотку малоомощного силового трансформатора, выходного трансформатора звука или кадровой развёртки, дроссель питания старых телевизоров, применить, соединив последовательно синфазно все обмотки, силовой 400-герцовый силовой трансформатор. Для получения достаточного анодного напряжения для лампы оконечного каскада, два выпрямителя (последний и описанный до того) соединяются последовательно (плюс с минусом, соответственно), что в результате – зависит от ёмкости конденсаторов фильтров, – даст на нагрузке (в анодной цепи лампы оконечного каскада) постоянное напряжение порядка 700... 800 (с “хвостиком”) вольт. В разрыв цепи включен миллиамперметр для контроля

анодного тока лампы оконечного каскада. Параллельно миллиамперметру измерения анодного тока лампы оконечного каскада передатчика (рис. 1) следует включить конденсатор, например, типа КСО 4700 пФ, 250 В.

ТА-37: Сердечник ШЛ16х32. Мощность – 36 Вт. Ток первичной обмотки: 220 В - 0,2 А; 127 В - 0,35 А. Вес – 1,0 кг. Трансформатор выпускался и ныне (с 1979 г.) выпускается в двух модификациях: ТА-37-127/220-50 и ТА-37-220-50 (первый с секционированной первичной обмоткой, второй с одной обмоткой на 220 В - 50 Гц). Между выводами первичной обмотки (ТА-37-127/220-50) 1-2 и 6-7 – по 110 В; 2-3 и 7-8 – по 10 В; 3-4 и 8-9 – по 7 В; 4-5 и 9-10 – по 7 В. Для сети 127 В: выводы 1-6 и 4-9 соединяются между собой, при этом, первичные обмотки 1-6 и 4-9 соединяются параллельно. Для сети напряжением 220 В: соединяются между собой выводы 2-6, напряжение подаётся на выводы 1 и 8. Эта же нумерация сохранена для ТА-37-220-50. Вторичные обмотки допускают токи по 0,09 А по обмоткам с выводами 11-12 и 13-14, при напряжениях по 80 В, каждая; по 0,15 А по обмоткам с выводами 15-16 и 17-18, при напряжениях по 56 В, каждая; по 0,15 А по обмоткам с выводами 19-20 и 21-22, при напряжениях 20 и 12 В, соответственно.

Этот трансформатор применяется в данном БП для получения напряжения смещения для выходной лампы

(и лампы драйвера, если есть) передатчика и питания реле управления.

В связи с идентичностью обмоток их можно включить по той же схеме, в выпрямителе со средней точкой, применив обмотки, либо: по 80 В, либо по 56 В, не забыв, что выводы подключаются к катодам диодов, а аноды соединяются вместе (получение отрицательного напряжения). Для питания реле можно использовать и обмотки на 20 и (или) 12 В с мостовой схемой выпрямителя (их можно применять как отдельно, так и соединить обмотки последовательно). На схеме рис. 1 приведена схема выпрямителя для высоковольтных реле, например, на 27 В, с дополнительными резисторами под каждое реле (обмотку).

ТН-46: сердечник ШЛ20х25. Мощность – 58 Вт. Ток первичной обмотки: 220 В - 0,32 А, 127 В - 0,53 А. Масса 1,45 кг. Накальный трансформатор также выпускался в двух модификациях: ТН-46-127/220-50 и (с 1979 г.) ТН-48-220-50, последний имеет только одну первичную обмотку и нумерацию выводов, как у первого. Между выводами 1-1а, 4-4а – по 3,2 В; между выводами 1-1б, 4-4б – по 6,3 В; между выводами 1-2, 4-5 – по 110 В; между выводами 1-3, 4-6 – по 127 В. На сетевое напряжение 127 В соединяются выводы 1-4 и 3-6, напряжение подаётся на выводы 1 и 3. При сети 220 В, соединяются выводы 2-4, напряжение подаётся на выводы 1 и 5.

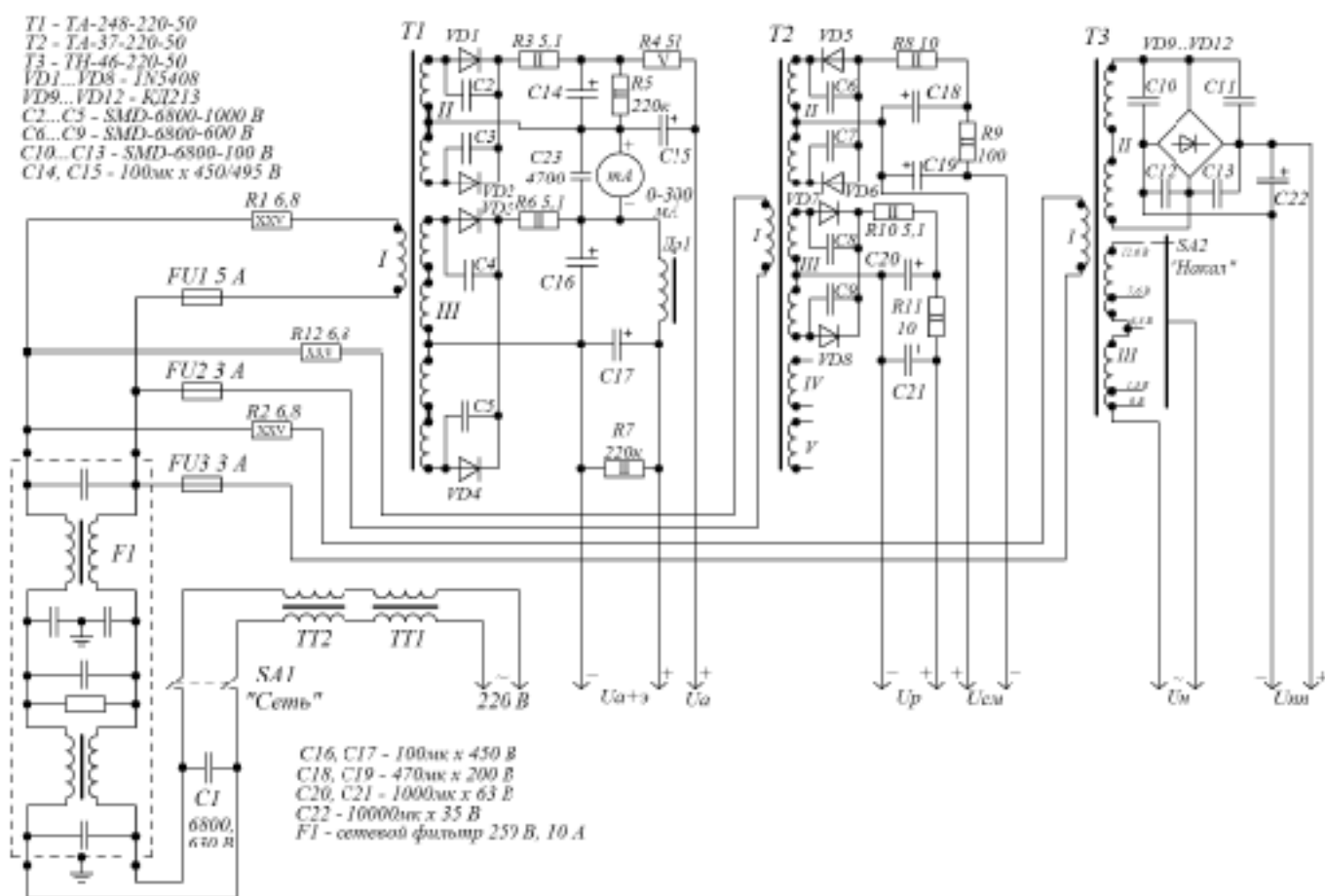


Рис. 1. Трансформаторный БП для приёмопередатчика. Схема принципиальная электрическая

Следует отметить, что ныне стандарт на сетевое напряжение повышен с 220 до 230 В. Следовательно, для надёжности, следует подключать старые трансформаторы либо через мощные резисторы (25 Вт) сопротивлением до 10 Ом (в пределе), либо подобрать напряжение питания под Вашу сеть с помощью отводов в первичной обмотке трансформаторов (**-127/220-50).

Вторичные обмотки: их всего четыре: выводы 7-8 и 9-10 рассчитаны на выходное напряжение по 6,3 В – они, будучи соединёнными согласно последовательно, – выводы 8-9, могут быть использованы с мостовым выпрямителем и фильтром (с возможным стабилизатором напряжения) для питания полупроводниковой части приёмопередатчика. Оставшиеся обмотки с выводами 11-12-13 и 14-15-16 (напряжения: 5+1,3 В) использованы для питания цепей накала ламп (12,6 В – соединить выводы 13-14) причём, если соединить эти цепи через переключатель, можно будет продлить срок службы ламп, подавая на них накал ступенчато (хотя бы, сначала, подавать половину номинального – 6,3 В).

В блоке питания применён сетевой фильтр заводского изготовления F1 типа DL-10T1, рассчитанный на напряжение сети до 250 В и ток 10 А, для улучшения фильтрации напряжения в области высоких частот применён ещё один самодельный Г-образный сетевой фильтр, состоящий из двух, включённых последовательно, токовых трансформаторов ТТ1 и ТТ2 (см. рис. 1) и конденсатора С1. Эти трансформаторы намотаны сетевым проводом (внешнюю общую изоляцию со шнура нужно снять и пропустить два-три раза изолированные провода в ферритовые трубки от кинескопных мониторов компьютеров, соблюдая симметричность намотки). В выпрямителях БП применены (кроме выпрямителя для полупроводниковых приборов, там КД213) однотипные диоды 1N5408 (1000 В, 3 А). Конструктивно на платах под диодами впаиваются SMD-конденсаторы (рис. 2-5), эти конденсаторы обеспечивают замыкание для РЧ-токов, не позволяют их детектировать переходами диодов, что, в режиме приёма, подавляет мультипликативный фон, в режиме передачи – шумы и шипение, которые накладываются на передаваемый сигнал. Резисторы R3, R6, R8 и R10 служат для уменьшения стресса для диодов выпрямителей в момент включения. Той же цели служат и дополнительные резисторы R1, R2 и R12, которые, к тому же, служат для согласования 220-вольтных обмоток старого стандарта с новым 230-вольтным. Лампы (лампы) питаются напряжением 12,6 В, что обеспечивает (по сравнению с 6,3 В) вдвое меньший ток накала, что, в свою очередь, уменьшает потерю напряжения на соединительных проводах. Перед включением БП в сеть, переключатель SA2 устанавливается в положение "0В", затем, после включения, – последовательно нужно переключать напряжение до номинальных 12,6 В, задерживаясь на каждой ступени по 10...20 секунд. Если произойдёт случайное отключение сети

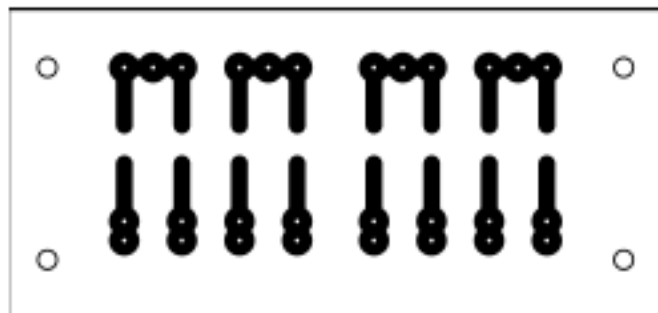


Рис. 2. Эскиз платы диодных выпрямителей (VD1...VD8). Размеры: 85x40x1,5 мм. Материал: стеклотекстолит толщиной 1,5 мм, фольгированный с одной стороны. После выравливания печатных проводников, монтаж ведётся с их стороны. Плата установлена на стойках высотой 8...10 мм, крепление винтами М3 через обозначенные окружностями отверстия

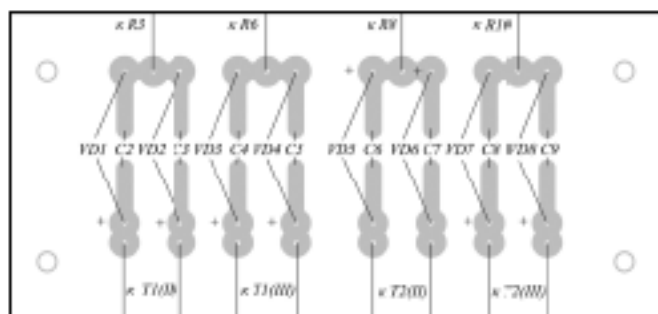


Рис. 3. Эскиз платы диодных выпрямителей (VD1...VD8) с позиционным обозначением деталей. Знаком "+" обозначены аноды диодов

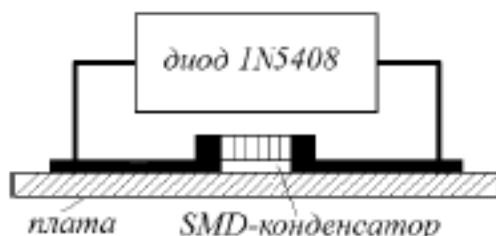


Рис. 4. Эскиз монтажа диодов и SMD-конденсаторов на плату. Чёрной заливкой обозначены проводники фольгированной платы с припаянными к ним выводами SMD-конденсаторов



Рис. 5. Фото с установленными на плате диодами 1N5408, под ними видны впаиваемые, согласно схеме рис. 1, SMD-конденсаторы

и, после, снова включение, то ослабить разрушение нити (нитей) накала лампы поможет резистор R2. При нежелании устанавливать многопозиционный переключатель в качестве SA2, необходимо установить, хотя бы, двухпозиционный – 6,3 В – 12, 6 В. R1, R2 и R12 – резисторы с узлами крепления к радиатору или металлическому шасси с мощностью рассеяния до 25 Вт. SA1 – тумблёр с максимальным током 10 А при 250 В, позволяет включать и выключать БП сразу по двум цепям. Резисторы R5 и R7 служат для разряда высоковольтных конденсаторов после выключения БП из сети и защищают конденсаторы фильтров выпрямителей от чрезмерного повышения напряжения в условиях потребления нагрузкой малого тока. Конденсаторы C18...C19 даны с минимальной ёмкостью из-за их габаритов, это может привести к сеточной АМ-модуляции выходных сигналов передатчика остатком пульсаций 100 Гц, так как отсюда питаются цепи управляющих сеток ламп (смещение). Выход из положения: либо применение после выпрямителя и фильтра стабилизатора напряжения смещения, либо применение вышеупомянутых конденсаторов с ёмкостью до 4700 мкФ, их рабочее напряжение можно снизить до 160 В.

Если блок питания монтируется отдельно, то на соединительные провода следует установить токовые трансформаторы (питающие провода симметрично несколько раз продёрнутые в ферритовые трубки). Такие трансформаторы следует обязательно установить со стороны приёмопередатчика, установка таких же токовых трансформаторов ещё и со стороны БП только улучшит развязку устройств по РЧ.

Имея старые унифицированные трансформаторы структуры (**127/220-50), можно точнее подобрать сетевое напряжение, действующее в Вашей местности под первичные обмотки силовых трансформаторов. Обозначения на **рис. 1**: Ua+э – анодное и экранированное напряжение, Ua – анодное напряжение лампы оконечного каскада, Up – напряжение питания реле, Uсм – напряжение смещения, Un – напряжение накала, Uпл – напряжение питания полупроводниковых приборов.

Литература

1. В. Беседин. И на 144 МГц... - Радиоловитель, 2017, №2, стр. 40.
2. В. Беседин. РА на двухметровый диапазон. – Радиоловитель, 2016, №7, стр. 50.



Трансформаторный блок питания для приёмопередатчика

Возвращаясь к напечатанному
("РЛ", №8/2019, с. 26-29)

Под таким заголовком в номере 8 журнала за этот (2019) год было помещено описание БП, на принципиальной схеме которого отсутствовали обозначения выводов обмоток трансформаторов.

T1 – TA-248-220-50: I – 220 В – подаётся на выводы 1 и 6; II – выводы 12 и 17 соединяются между собой – это общий провод выпрямителя VD1...VD2, напряжения 2x355 В подаются на аноды этих диодов с выводов 11 и 18, соответственно; III – выводы 14 и 15 – соединяются между собой как и (отдельно) выводы 20 и 21, выводы 16 и 19 соединяются между собой – это общий провод выпрямителя на диодах VD3...VD4, напряжения 2x240 В подаются на аноды этих диодов с выводов 13 и 22, соответственно.

T2 – TA-37-220-50: I – 220 В – подаётся на выводы 1 и 8; II – выводы 12 и 13 соединяются между собой – это общий провод выпрямителя на диодах VD5 и VD6, напряжения 2x80 В подаются на катоды этих диодов с выводов 11 и 14, соответственно; III – выводы 16 и 17 соединяются между собой – это общий провод выпрямителя на диодах VD7 и VD8, напряжения 2x55 В подаются на аноды этих диодов с выводов 15 и 18, соответственно; IV – выводы 19 и 20, напряжение 20 В – не используется (резерв); V – выводы 21 и 22, напряжение 12 В – не используется (резерв). Резервные обмотки можно использовать для питания низковольтных реле и полупроводниковой части приёмопередатчика с соответствующими выпрямителями, фильтрами и стабилизаторами.

T3 – TH-46-220-50: I – 220 В – подаётся на выводы 1 и 5; II – выводы 8 и 9 соединяются между собой, напряжение 12,6 В подаётся на диодный выпрямительный мост VD9...VD12; III – выводы 13 и 14 соединяются между собой, отсюда на переключатель SA2 сделан отвод (6,3 В), ещё на этот переключатель отводы сделаны: 0 В – вывод 16; 1,3 В – вывод 15; 7,6 В – вывод 12 и полное напряжение накала ламп 12,6 В подаётся с выводов 11 и 16 T3.

При такой многотрансформаторной схеме питания может возникнуть один нюанс: представьте себе, что в цепях смещения произошла авария (как следствие – сгорел предохранитель FU2). Лампа (лампы) передатчика лишится фиксированного смещения – откроется с максимальным током, что может привести к выходу из строя этой лампы (ламп) и последующей аварии в высоковольтных цепях. Если взять и соединить обмотки I трансформаторов T1 и T2 с сетью переменного тока через один предохранитель, то его сгорание, в результате ава-

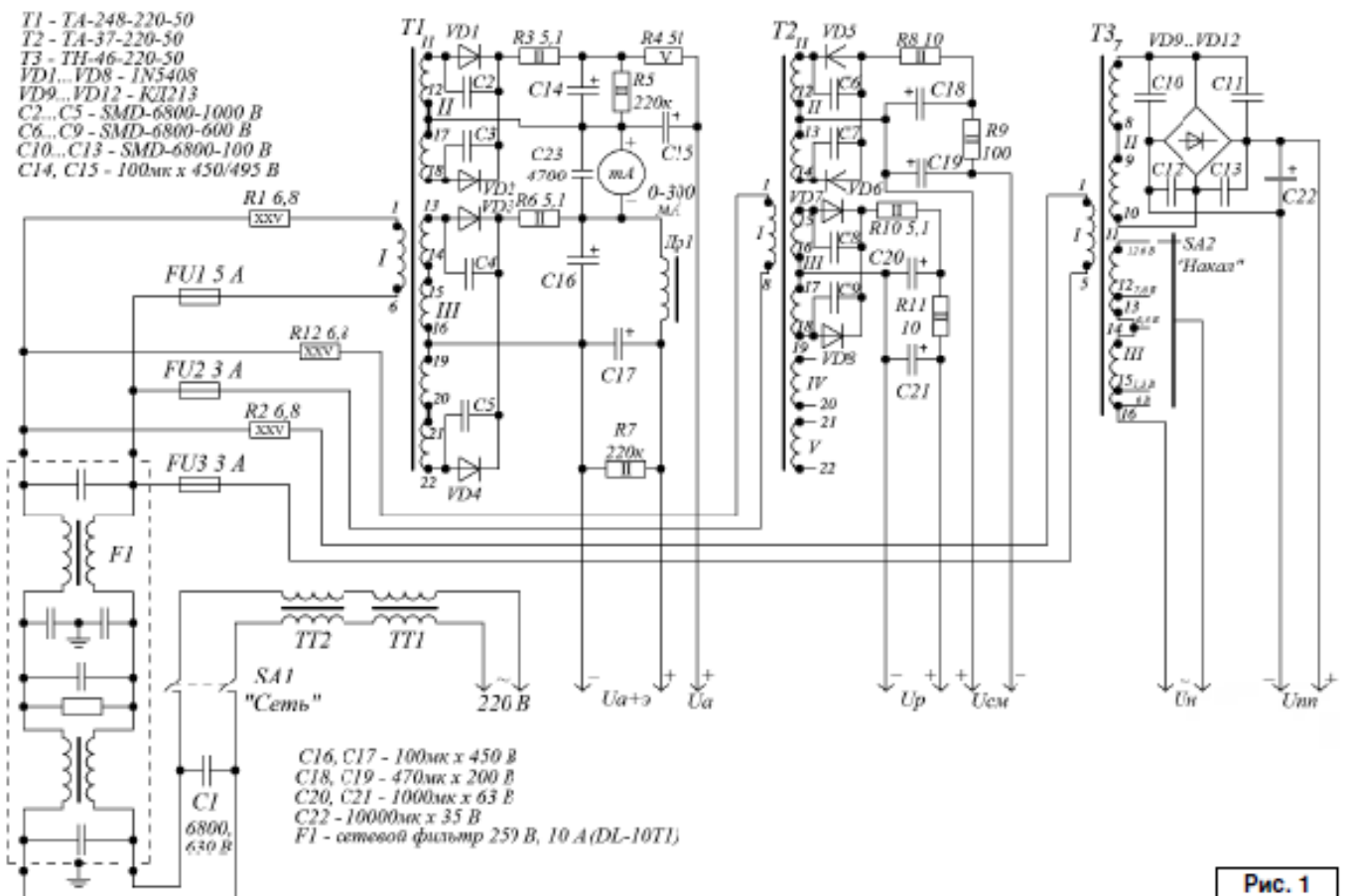


Рис. 1

рии в цепях смещения, отключит сразу и высоковольтные цепи – лампы останутся целыми. Такой проблемы не возникает, когда используется один трансформатор для питания анодных, экранных цепей и цепей смещения (там – один предохранитель на сетевой обмотке).

Как видно из принципиальной схемы БП в статье, в цепь первичной обмотки включены дополнительные резисторы (R1, R2, R12) как компенсаторы увеличившегося, из-за смены стандарта, напряжения сети с 220 В, на которые рассчитаны первичные обмотки унифицированных трансформаторов, на 230 В. Эти же резисторы позволяют включать обмотки нагруженных трансформаторов более плавно, минуя “ударные” включения. Для ещё более плавного пуска нужно увеличивать сопротивления этих резисторов, однако, начиная с какого-то номинала, эти резисторы не будут обеспечивать питаемые нагрузки необходимыми токами, из-за просадки на них сетевого напряжения. В этом случае, придётся применять ступенчатое включение БП, в простейшем случае, подключив контакты реле параллельно выше упомянутым резисторам. Подаётся питание на БП, конденсатор(ы) сглаживающего пульсации фильтра после выпрямителя питания реле постепенно заряжаются, напряжение на них растёт, достигнув максимума, это напряжение включает реле, его контакты замыкают дополнительный резистор в цепи первичной обмотки и БП будет полностью подключен к сети – готов к работе [1]. Для обеспечения работы передатчика, необходимо предусмотреть переключение режимов работы (“приём – передача”). Эту задачу можно решить разными способами: в данном БП – отключать высоковольтную часть, установив выключатель или реле в разрыв провода, идущего от миллиамперметра к минусам конденсаторов С14-С15, но лучше здесь ничего не трогать, а снимать с выходной лампы (ламп) передатчика экранированное напряжение в режиме приёма.

Соединения в блоке питания и вне его следует производить проводами разумно большого сечения, так: высоковольтные цепи (анодно-экранные) – проводами сечением 0,5...0,75 кв.мм с хорошей изоляцией, смещение и цепи питания реле – 0,2...0,5 кв.мм, накал ламп – 0,75...2,5 кв.мм. Если есть возможность, на все провода, особенно, укладываемые в жгут, нужно одеть экранирующие чулки и соединять этот чулки с заземляемым шасси приёмопередатчика (БП).

Литература

1. В. Беседин. Защищаемся... - Радиолюбитель, 2019, №2, стр. 25.

Виктор Беседин (UA9LAQ)

г. Тюмень

E-mail: ua9laq@mail.ru