

Виктор Беседин (UA9LAQ)
г. Тюмень
E-mail: ua9laq@mail.ru

Лабораторный БП на унифицированном трансформаторе ТН

В лаборатории радиолюбителя не будет лишним описываемый блок питания с использованием готового силового трансформатора, например, накаливого серии ТН – ТН60. Этот трансформатор имеет четыре (почти) одинаковые обмотки по 6,3 В, причём две из них имеют отводы от 5 В, максимальный ток, снимаемый с каждой обмотки, имеет величину 5,9 А (у двух)/6,1 А (у двух других). Так что может вполне служить основой для лабораторных блоков питания на токи 1...5 А (при снижении напряжения, при использовании четырёх обмоток 6,3 В, включённых параллельно, от БП с этим трансформатором, используя соответствующий стабилизатор, можно получить ток более 20 А).

Обратимся к принципиальной схеме блока (рис. 1).

Напряжение из сети переменного тока через замкнутые контакты выключателя SA1 поступает на обмотку I силового трансформатора через плавкий предохранитель FU1 и сетевой фильтр помех С1Т1С2. Переменное напряжение со вторичных обмоток, в зависимости от положения переключателя SA6, может быть подано на выходные клеммы для вывода переменного напряжения или на мостовой диодный выпрямитель VD1...VD4. Выпрямленное напряжение подаётся на ёмкостный фильтр – конденсатор С7 и, через

контакты переключателя выбора стабилизаторов SA7.1, – на вход одного из стабилизаторов с необходимой величиной выходного напряжения. С выхода выбранного стабилизатора, через контакты переключателя SA7.2 (переключатели SA7.1 и SA7.2 заблокированы механически), напряжение подаётся на "сглаживающий" конденсатор С16 и фильтр С17Т3С18, после – на измерительные приборы и выходные клеммы для питания радиоаппаратуры. Резистор R1 предназначен для разрядки конденсатора С16, при переключении стабилизаторов с высоким напряжением стабилизации на стабилизатор с более низким напряжением стабилизации и выполняет, таким образом, защитную функцию, устраняя высокое (обратное для последующего низковольтного стабилизатора) напряжение. Переключатели SA2...SA5 предназначены

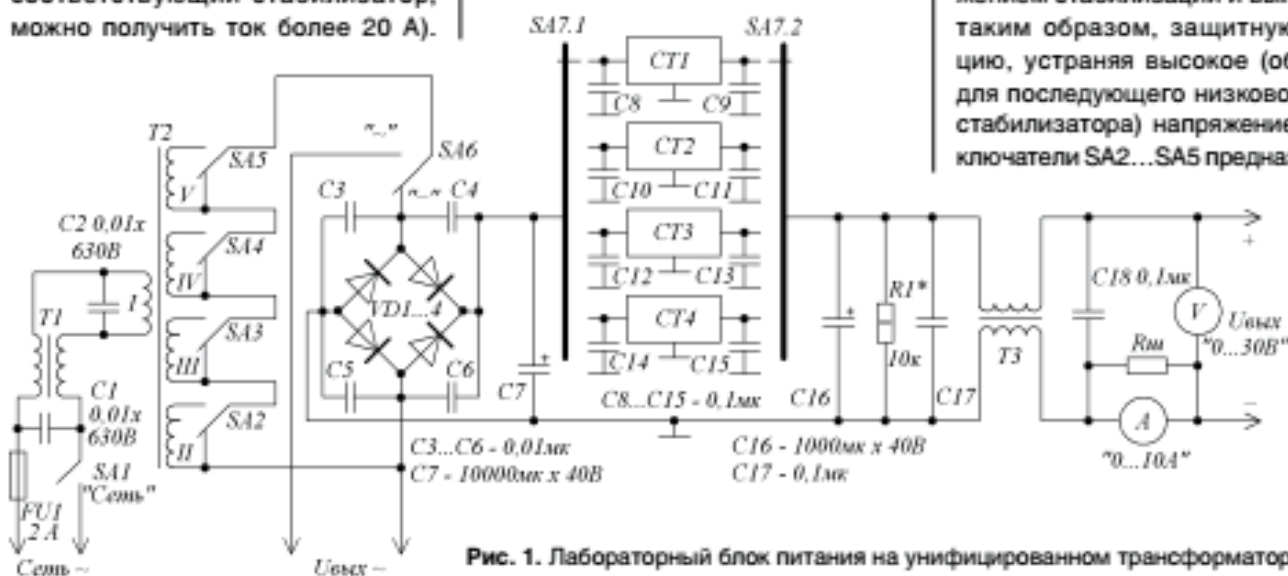


Рис. 1. Лабораторный блок питания на унифицированном трансформаторе ТН-60

для изменения входного переменного напряжения, подаваемого на выпрямитель, их применение позволяет, подбирая величину этого напряжения, минимального с точки зрения устойчивой стабилизации, увеличить КПД БП, уменьшить потребление электроэнергии из сети и снизить нагрев интегрального стабилизатора или регулирующих транзисторов в дискретном стабилизаторе. Конденсаторы С3...С6 способствуют устранению мультипликативного фона в питаемых конструкциях, физически же, с помощью этих конденсаторов, ограничивается частота выпрямляемого тока – высокочастотные наводки, просто не выпрямляются, а замыкаются накоротко через выше упомянутые конденсаторы. В качестве силового трансформатора Т2 в БП, в зависимости от требуемых токов, могут быть применены и другие унифицированные и неунифицированные трансформаторы промышленного изготовления или самодельные. Интересны те, у которых есть одинаковые обмотки (ТН-36, ТН-46), в противном случае, обмотки, рассчитанные на большие токи, следует использовать в качестве низковольтных (обмотки II, III). Интересна, так называемая, "цифровая" комбинация отдельных обмоток, когда в самодельном трансформаторе делаются вторичные обмотки с выходными напряжениями 1, 2, 4, 8, 16 В (ряд можно продолжать), комбинацией переключателей (по схеме как на рис. 1 – тумблерами), можно изменять выходные напряжения, при этом, от нуля до 31 В с шагом 1 В, при небольшом количестве отдельных обмоток (и, соответственно, выводов). В качестве диодов VD1...VD4 выпрямительного моста можно применить любые выпрямительные диоды, допустимое обратное напряжение которых превышает 50...100 В, а максимально допустимые прямые токи в 2...4 раза превышают максимальный потребляемый аппаратурой от БП ток (здесь: КД213, КД202, КД2997 и т.п.). Стабилизаторы СТ1...СТ4 – интегральные стабилизаторы серии КРЕН (К142ЕН...) – КРЕН5, КРЕН-6...; серии 78 – 7805, 7806,

7808, если необходимые токи не превышают 1 А, более "серьезные" регулируемые LM338, LT-1085 – 3 А, LT1084 – 5 А, LT1083 – 7,5 А, LM396 – 10 А и вплоть до изготавливаемых на дискретных элементах с регулирующими транзисторами, установленными на радиаторах, например [1], чем больше потребляемый от БП ток, тем мощнее должен быть силовой трансформатор, тем больше будут радиаторы, габариты и вес БП. Переключатель можно изготовить на большее число положений со стабилизаторами с фиксированными выходными напряжениями, либо, используя стабилизаторы с регулируемым напряжением, сократить количество переключений. Каждый стабилизатор обладает характеристическими значениями минимально необходимого входного напряжения, при максимальном допустимом токе стабилизации. Пользуясь переключателями SA2...SA5, можно выбрать щадящий режим применяемого стабилизатора, уменьшив потребляемый от сети ток, увеличив КПД системы, например: установив переключатель SA2 в верхнее по схеме положение и переключателем SA7 выбрав, например, стабилизатор 7805, можно питать аппаратуру от БП до тока, примерно, 1А. При больших токах придется перевести в верхнее положение и переключатель SA3 (сменив стабилизатор). Наличие более мелкого шага переключений входных напряжений стабилизатора (например, с шагом 1 В) послужило бы лучше выше обозначенной задаче экономии (точнее, подбор входного напряжения стабилизатора у нижней границы допустимого), но что есть у готового трансформатора, то и есть. Другим способом переключения входного напряжения выпрямителя можно считать обычный, когда все вторичные обмотки соединяются последовательно, а с помощью переключателя производится подключение выпрямителя к отводам от совокупности обмоток. Так, здесь это может быть выполнено по такой схеме (рис. 2). Здесь учтены и те "пятивольтовые" отводы от шестивольтовых обмоток, и напряжения могут изменяться в

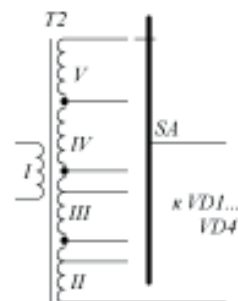


Рис. 2. Вариант переключения вторичных обмоток силового трансформатора БП

следующей последовательности: 0 – 5 – 6,3 – 11,3 – 12,6 – 18,9 – 25,2 В (возможен и обратный вариант при синфазном включении обмоток: 0 – 6,3 – 12,6 – 17,6 – 18,9 – 23,9 – 25,2 В). Этот способ удобен при небольшом количестве отводов, при "цифровом" способе переключения напряжения через 1 В – удобен первый вариант с рис. 1. Комбинацией обмоток с различными напряжениями и синфазным и противофазным включением можно шире регулировать входное напряжение выпрямителя, например, включив две обмотки по 6,3 В синфазно последовательно, включаем одну из обмоток с отводом на 5 В последовательно противофазно, при этом получим с отводом: $6,3 + 6,3 - 5 = 7,6$ В; с другой стороны обмотки относительно отвода, при оговоренных условиях, получим: $6,3 + 6,3 - 1,3 = 11,3$ В, однако, это усложняет коммутацию обмоток.

Примененный в БП вольтметр рассчитан на 30 В постоянного напряжения – полное отклонение стрелки головки на всю шкалу. Амперметр на 10 А – полное отклонение стрелки этой головки, при таком токе, подбирается изменением сопротивления шунта Rш.

Поскольку шкалы измерительных головок (миллиамперметров) линейные, можно осуществить подгонку сопротивления шунта и при меньших токах, например, при токе в 3 А, установив стрелку на 30-м делении при 100 делениях – на всю шкалу.

Многие БП, удовлетворяющие многим запросам, не имеют выхода переменного напряжения, а таковой

необходим в лаборатории экспериментатора и позволяет расширить область применения БП: испытывать и выпрямители... Изменение величины выходного переменного напряжения осуществляется скачкообразно с помощью тех же переключателей SA2...SA5 в верхнем по схеме рис. 1 положении переключателя SA6. Если переменное напряжение можно снимать с блока одновременно с его подачей на выпрямитель (при этом следует учесть суммарную нагрузку силового трансформатора), то переключатель SA6 можно упразднить, соединив общий контакт переключателя SA5 как с диодным мостом, так и с выходной клеммой переменного напряжения (левой по схеме рис. 1).

Токовый трансформатор помехоподавляющего сетевого фильтра T1 выполнен на ферритовом стержне от магнитных антенн ДВ-СВ радиоприёмников, намотка производится сетевым плоским шнуром до заполнения. Можно здесь применить и готовый сетевой фильтр, например, от блока питания компьютера. Трансформатор T3 выполнен на ферритовой трубке от старых мониторов или ферритовой "защёлке" (что несколько хуже), питающими проводами нужно намотать обмотки до заполнения. При симметричной намотке помеха, приходящая

по одному проводу, полностью компенсируется обратным направлением тока помехи в другом.

Стабилизаторы имеют собственные развязывающие конденсаторы, расположенные как можно ближе к их входам и выходам, – этим устраняется склонность стабилизаторов к самовозбуждению. Монтаж блока питания выполнен по навесной технологии. Стабилизаторы со всеми относящимися к ним элементами монтируются на собственных платах, согласно их принципиальных схем, в простейшем случае: интегральные стабилизаторы с развязывающими конденсаторами располагаются на небольших радиаторах, выводы, вместе с развязывающими конденсаторами, распаяны на небольших кусочках фольгированного стеклотекстолита ("пяточках"), которые приклеены к поверхности радиатора.

Применение в лаборатории сдвоенных или счетверённых БП даёт дополнительные возможности конструктору, позволяя питать аппаратуру с самыми разными "запросами" [2]. Определённый

выигрыш в КПД БП получается при применении выпрямительных диодов с барьером Шоттки и стабилизаторов с низким перепадом напряжений между входом и выходом на них [1]. При низких напряжениях (до 15 В) и больших токах особо рекомендуемой является схема выпрямления со средней точкой и использованием диодов Шоттки (сильно уменьшаются потери) – [1].

Конструктив БП здесь, из-за множества вариантов (из-за многоопциональности), не приводится. При практической реализации БП, удобнее силовой трансформатор T2 расположить в задней части корпуса, ответную часть сетевого соединителя (или кабельный ввод) – на задней стенке корпуса, все органы управления (выключатели, клеммы для питания аппаратуры, переключатели и индикацию) – на передней. Для обеспечения защиты от наводок, следует предусмотреть клемму соединения корпуса БП с качественным заземлением.

При применении в качестве переключателей SA2...SA5 сдвоенных тумблёров, их контакты для надёжности следует включить параллельно.

Литература

1. http://www.cqham.ru/pow85_44.htm
2. В. Беседин. Получение низких стабилизированных напряжений. - Радиолобитель, 2016, №2, стр. 40...41.