

ЕЩЕ ОБ ИСТОЧНИКАХ ПИТАНИЯ С ГАСЯЩИМ КОНДЕНСАТОРОМ

Ю. ПРОКОПЦЕВ, г. Москва

Использование конденсаторов для понижения напряжения, подаваемого на нагрузку от осветительной сети, имеет давнюю историю. В 50-е годы радиолюбители широко применяли в бестрансформаторных источниках питания радиоприемников конденсаторы, которые включали последовательно в цепь нитей накала радиоламп. Это позволяло устранить гасящий резистор, являющийся источником нагрева всей конструкции. В последнее время заметен возврат интереса к источникам питания с гасящим конденсатором; в недавних публикациях [1, 2] подробно рассмотрены варианты таких конструкций и их расчет. Присущий всем без исключения подобным устройствам недостаток — повышенная опасность из-за гальванической связи выхода с электрической сетью — ясно осознается, но допускается в расчете на грамотность и аккуратность пользователя. Однако эти сдерживающие факторы недостаточны, чтобы уберечь от беды, отчего бестрансформаторные устройства могут иметь лишь весьма ограниченное применение.

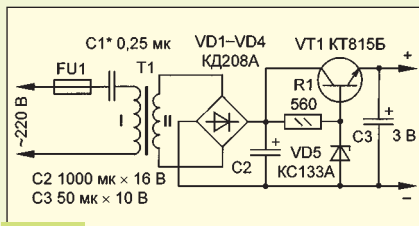


Рис. 1

Автор попробовал подойти к вопросу с несколько иных позиций. Зададимся вопросом: станет ли радиолюбитель рисковать, строя источник по одной из упомянутых схем, если имеется возможность использовать готовый, тем более малогабаритный трансформатор? Вряд ли. На такое решение он пойдет, скорее всего, не имея такого изделия и пасуя перед самостоятельным изготовлением. Понять это нетрудно: ведь для намотки 5...6 тысяч витков сверхтонкого (0,05 мм) провода не обойтись без намоточного станка со счетчиком и соответствующих навыков.

Здесь может представлять интерес компромиссный вариант источника, обеспечивающий электробезопасность, с гасящим конденсатором и простым, доступным начинающему радиолюбителю трансформатором. Таким трансформатором получится, если

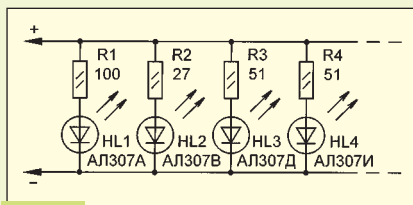


Рис. 2

напряжение на его первичной обмотке ограничить значением около 30 В. Для этого достаточно 600...650 витков сравнительно толстого, удобного при намотке провода; ради упрощения, можно для обеих обмоток использовать один и тот же провод. Излишек напряжения здесь примет на себя конденсатор, включенный последовательно с первичной обмоткой (конденсатор должен быть рассчитан на номинальное напряжение не менее 400 В). По такому принципу целесообразно организовывать питание низковольтных нагрузок с током в первичной цепи (с учетом небольшого коэффициента трансформации) до 0,5 А.

На рис. 1 представлена схема подобного устройства, подходящего для работы с гирляндой из светодиодов настольной мини-елочки или для аудио-плеера. Включению светодиодов (8—10 штук) производится параллельно (рис. 2); при этом устраняется обычная путаница проводов, их легче сделать незаметными в “хвое” ствола и веточек. Трансформатор можно собрать на магнитопроводе Ш12×15. Для намотки подойдет провод ПЭВ-1 диаметром 0,16 мм; число витков первичной и вторичной обмоток — 600 и 120...140 соответственно. Изготовить такой трансформатор удастся, как говорится, “на коленке”. Электрическую прочность не менее 2 кВ обеспечит изоляционная прокладка между обмотками из лавсановой пленки толщиной 0,1 мм или конденсаторной бумаги.

Для того чтобы устройство не вышло из строя при отключении нагрузки [1], к выходу моста VD1—VD4 следует подключить стабилизатор Д815Г. В нормальном режиме он не работает, поскольку имеет минимальное напряжение стабилизации выше рабочего на выходе моста. Предохранитель FU1 защищает трансформатор и стабилизатор при пробое конденсатора C1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюков С. Расчет сетевого источника питания с гасящим конденсатором. — Радио, 1997, № 5, с. 48—50.
2. Ховайко О. Источники питания с конденсаторными делителями напряжения. — Радио, 1997, № 11, с. 56, 57.

От редакции. Для ограничения тока при подключении блока питания к сети последовательно с конденсатором C1 необходимо включить резистор сопротивлением несколько сотен Ом, а для разрядки конденсатора после отключения — параллельно ему резистор сопротивлением несколько сотен кОм.

В цепи последовательно соединенных емкостного сопротивления (конденсатор C1) и индуктивного (трансформатор T1) может возникать резонанс напряжения. Об этом следует помнить при конструировании и налаживании подобных источников питания.

На мой взгляд, питать плеер значительно дешевле и удобнее от двух аккумуляторов ЦНК-0,45, подзаряжая их от того же “адаптера”. Но, к сожалению, имеющиеся в продаже адаптеры не обеспечивают технически грамотной эксплуатации аккумуляторов, а конструкция плееров не предусматривает подзарядку внутреннего источника при работе от “адаптера”. Предлагаемое устройство обеспечивает питание плеера от сети с одновременной подзарядкой батареи из двух аккумуляторов ЦНК-0,45.

Сразу же оговоримся: для эксплуатации этого устройства потребуются небольшая доработка плеера. Нужно вскрыть его заднюю крышку, найти на печатной плате контактные площадки, к которым подпаяны размыкающиеся контакты разъема внешнего источника питания, и замкнуть их.

Чтобы заботу пользователя о правильности эксплуатации устройства свести до минимума, надо проследить, чтобы выходное напряжение устройства на холостом ходу не превышало 2,7 В, т. е. напряжения полностью заряженной батареи аккумуляторов. Это избавит ее от перезарядки, сколь бы долго она ни была включена на зарядку. Выходное сопротивление устройства было достаточно малым, чтобы при максимальном токе нагрузки (около 200 мА) выходное напряжение уменьшалось незначительно, иначе после работы плеера от сети батарея аккумуляторов может оказаться полуразряженной, что потребует последующей дозарядки.

Обеспечение указанных условий, по сути, означает зарядку аккумуляторов батареи постоянным напряжением. Такой режим характерен, например, для бортовых сетей автомобилей, он применен и в “Варианте зарядного устройства”, описанного М. Дорофеевым в “Радио” №2 за 1993 г. В этом режиме ток зарядки непостоянен, он максимален в начале зарядки, затем, с течением времени, его значение уменьшается по экспоненциальному закону до минимума.

Применяя такой режим для зарядки герметизированных аккумуляторов (а к такому относится и аккумуляторы ЦНК-0,45), нужно быть осторожным: при зарядке полностью разряженных аккумуляторов начальный ток зарядки может быть столь значительным, что произойдет взрыв аккумуляторов. Поэтому для зарядки полностью разряженных аккумуляторов приходится вводить специальный режим, ограничивая ток зарядки — по крайней мере, в течение первого часа зарядки.

Схема предлагаемого устройства питания плеера приведена на рис. 1. Его выпрямитель образует сетевой трансформатор T1, диодный мост VD1—VD4 и фильтрующий конденсатор C1. Выходное напряжение выпрямителя на холостом ходу — 5 В, при максимальном токе нагрузки 200 мА — 4,2 В.

После подключения устройства к сети транзистор VT3 открыт и его коллекторный ток, текущий через резистор R4, снижает напряжение на базе транзистора VT2, включенного эмиттерным повторителем, до равновесного состояния. При подключении нагрузки падение напряжения на резисторе R5, которым транзистор VT3 и открыт, снижается, уменьшается коллекторный ток транзистора VT3, соответственно возрастает

СЕТЕВОЙ БЛОК ДЛЯ ПЛЕЙЕРА

Е. КОЛЕСНИК, г. Москва

Автор публикуемой статьи считает, что вопрос питания импортных малогабаритных плееров в наших условиях решается неудачно: конструкцией предусмотрено питание аппарата либо от двух гальванических элементов, аналогов нашим 316 (внутренний источник), либо через специальный "адаптер" от электросети (внешний источник). В первом случае питание плеера обходится дороговато, во втором — "привязывает" пользователя к сетевой розетке.

и напряжение на базе транзистора VT2 до наступления нового равновесного состояния.

При колебаниях тока нагрузки от нуля до максимального значения ток, текущий через цепь диодов VD5—VD7, изменяется незначительно — меньше, чем на 1 мА.

VD5—VD7. Введение развязывающего диода в эту цепь зарядки с целью предотвращения разрядки батареи сведет на нет меры по обеспечению низкого выходного сопротивления стабилизатора. Это неприятное обстоятельство приходится учитывать при эксплуатации опи-

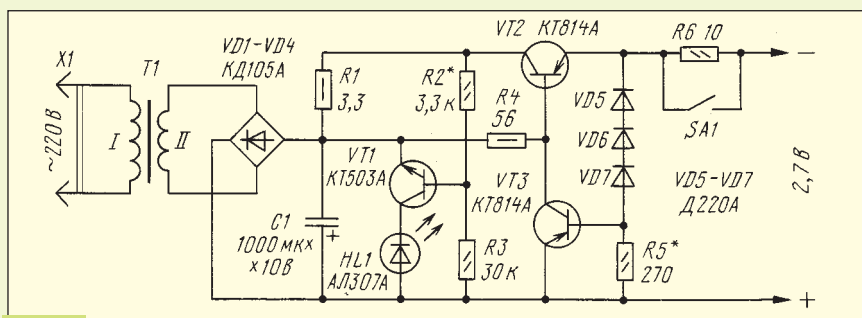


Рис. 1

Поэтому и изменение выходного напряжения оказывается близким к колебаниям напряжения на эмиттерном переходе транзистора VT3. В нашем случае это изменение напряжения равно примерно 0,2 В и не зависит от значения выходного напряжения выпрямителя. Максимальная нестабильность выходного напряжения устройства составляет 7 %, что не сказывается на качестве звучания плеера.

Существенный недостаток такого варианта стабилизатора напряжения заключается в том, что при отключении устройства от сети батарея аккумуляторов начинает разряжаться через диоды

сываемого устройства, о чем мы еще напомним в конце статьи.

Транзистор VT1, светодиод HL1 и резисторы R1, R3 образуют узел индикации, позволяющий по яркости свечения светодиода судить о значении тока, потребляемого плеером. Датчиком такой информации служит резистор R1, через который протекает только ток транзистора VT2 (током, отвечающим в резистор R2, ввиду его малости, пренебрегаем). С увеличением тока нагрузки падение напряжения на резисторе R1 возрастает, соответственно все больше открывается транзистор VT1 и ярче горит светодиод.

На холостом ходу через резистор R1 протекает лишь ток, потребляемый цепочкой диодов VD5—VD7. Этот ток мал, поэтому

падения напряжения на резисторе R1 недостаточно для выведения транзистора VT1 на порог открывания, что ухудшает чувствительность индикатора к слабым токам. Делитель R2R3 "подтягивает" это напряжение до уровня, при котором транзистор VT1 начинает открываться. В результате яркость свечения индикатора заметно увеличивается уже при токе нагрузки 3...4 мА. Резистор R2, кроме того, ограничивает ток базы и, следовательно, ток коллектора транзистора VT1.

Резистор R6 ограничивает начальный ток зарядки полностью разряженной батареи питания до 70 мА; при нормальной работе плеера его замыкают тумблером SA1.

Магнитопровод сетевого трансформатора T1 собран из пластин УШ12, толщина набора — 12 мм. Обмотка I содержит 5000 витков провода ПЭВ-2 0,05, обмотка II — 115 витков провода ПЭВ-2 0,4.

Диоды VD1—VD4 выпрямительного моста — на ток не менее 200 мА. Конденсатор C1 — К50-35 или аналогичный импортный.

Светодиод HL1 — любой из серии AL307. Наибольший ток, текущий через него, устанавливают подбором резистора R2 на уровне 80...90 % от максимально допустимого.

Диоды VD5—VD7 — любые кремниевые. Надо только иметь в виду, что в случае их замены номинал резистора R5 может заметно отличаться от указанного на схеме.

Транзистор KT503A (VT1) заменим на аналогичный кремниевый структуры p-p-n, например KT315Б, а транзисторы KT814A (VT2, VT3) — на KT816 с любым буквенным индексом.

Сопротивление резистора R1 может быть в пределах от 1,5 до 5...6 Ом — важно лишь, чтобы при максимальном токе нагрузки падение напряжения на транзисторе VT2 было не менее 1 В.

Конструкция блока питания показана на рис. 2. Большая часть его деталей смонтирована на печатной плате размерами 60x50 мм, выполненной из одностороннего фольгированного стеклотекстолита (рис. 3). Трансформатор T1 удерживают на плате дужки из медной проволоки диаметром 0,8 мм, припаянные с натягом к предназначенным для них фольгированным площадкам. Диоды VD5—VD7 и резистор R5 установлены перпендикулярно плате. Светодиод HL1 размещен со стороны печатных проводников. Тумблер SA1 (MT-1) с резистором R6, припаянным к его контактным выводам, укреплен

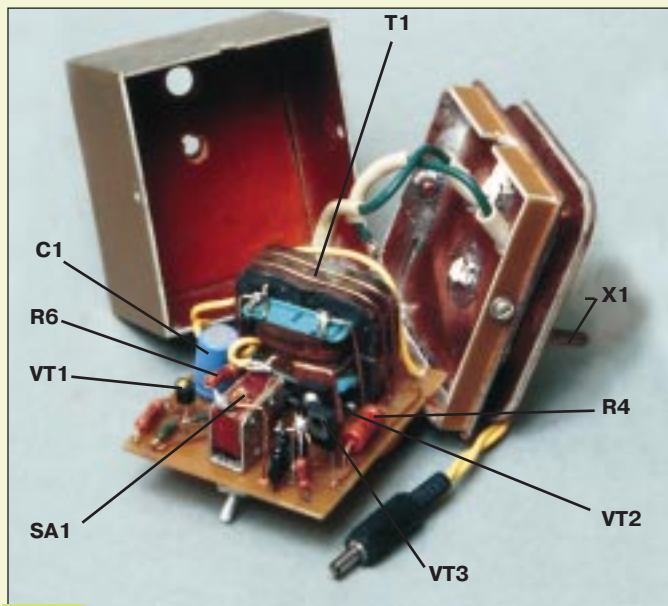


Рис. 2

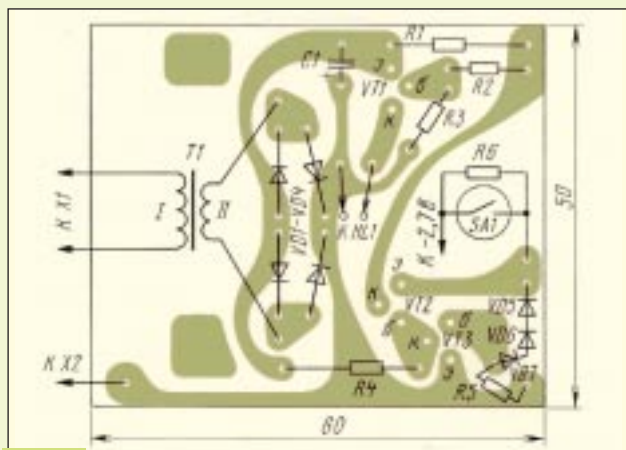


Рис. 3

гайкой на плате, а второй его гайкой плату крепят к внутренней стороне лицевой стенки корпуса.

Корпус устройства с внутренними размерами 65×55×45 мм спаян из пластин односторонне фольгированного стеклотекстолита. На его задней стенке укреплены разрезные штырьки сетевой вилки Х1.

Монтажная плата должна быть тщательно изолирована от внутренних фольгированных стенок корпуса.

Налаживание устройства начинают с установки выходного напряжения подборкой резистора R5. Без нагрузки оно должно быть в пределах 2,7...2,78 В. При полной нагрузке блока питания выходное напряжение не должно быть меньше 2,5 В, иначе после длительной работы плеера от сети его батарея аккумуляторов окажется недозаряженной.

В узле индикации измеряют значение тока, текущего через светодиод при полной нагрузке транзистора VT1 (прибор включают не последовательно со светодиодом, а вместо него). Затем проверяют чувствительность индикатора к малым токам, для чего к выходу стабилизатора подключают резистор сопротивлением около 1 кОм. При этом яркость свечения светодиода должна заметно возрасти — добиваются этого подборкой резистора R3.

В заключение — о практике пользования описанным устройством. Подключать плеер к сетевому блоку питания и отключать плеер от него следует лишь тогда, когда блок подключен к сети.

В случае отключения блока питания от сети при неотключенном плеере его аккумуляторная батарея начинает разряжаться через диоды стабилизатора. Ток разрядки батареи невелик, но если этим правилом пренебречь, скажем, по забывчивости, батарея существенно разрядится.

В устройстве нет защиты от глубокой разрядки батареи плеера. Но возможны случаи, когда батарея окажется разряженной до напряжения ниже двух вольт. В таком случае, ставя батарею на зарядку, надо обязательно включать в цепь зарядки резистор R6. Но если одновременно с зарядкой работает и плеер, то включать этот резистор не обязательно.

При перерывах в работе плеера, особенно длительных, блок питания с подключенным к нему плеером целесообразно держать включенным в сеть. Это обеспечит почти идеальные условия хранения, полную компенсацию саморазрядки и, как следствие, “долгожительство” аккумуляторной батареи.

От редакции. Резистор R6 (подобрал его сопротивление заново) лучше, по-видимому, включить между выводом коллектора транзистора VT2 и точкой соединения резисторов R1 и R2. Подбирают этот резистор по току зарядки сильно разряженной аккумуляторной батареи, равному 200 мА. При подборке батарее можно заменить на три последовательно включенных диода КД105А или Д226. Выключатель SA1 в таком варианте устройства не нужен.

ОБМЕН ОПЫТОМ

ЗАРЯДКА СТАБИЛЬНЫМ ТОКОМ

В. СЕВАСТЬЯНОВ, г. Воронеж

Существует несколько методов зарядки аккумуляторов: постоянным током с контролем напряжения на заряжаемом аккумуляторе; при постоянном напряжении, контролируя ток зарядки; по Вубриджу (правилу ампер-часов) и др.

Каждый из перечисленных способов имеет как преимущества, так и недостатки. Справедливости ради следует отметить, что самым распространенным, да и надежным, остается все же зарядка постоянным током. Появление микросхемных стабилизаторов напряжения, позволяющих работать в режиме стабилизации тока, делает применение этого способа еще более привлекательным. Кроме того, только зарядка постоянным током обеспечивает наилучшее восстановление емкости аккумулятора, когда процесс разбивают, как правило, на две ступени: заряжают номинальным током и вдвое меньше.

Например, номинальное напряжение батареи из четырех аккумуляторов

Д-0,25 емкостью 250 мА·ч — 4,8...5 В. Номинальный зарядный ток обычно выбирают равным 0,1 от емкости — 25 мА. Заряжают таким током до тех пор, пока напряжение на аккумуляторной батарее не достигнет 5,7...5,8 В при подключенных клеммах зарядного устройства, а затем в течение двух-трех часов продолжают заряжать током около 12 мА.

Зарядное устройство (см. схему) питают выпрямленным напряжением 12 В. Сопротивление токоограничительных резисторов рассчитывают по формуле: $R = U_{ст} / I$, где $U_{ст}$ — напряжение стабилизации микросхемного стабилизатора; I — зарядный ток. В рассматриваемом случае $U_{ст} = 1,25$ В; соответственно сопротивление резисторов — $R1 = 1,25 / 0,025 = 50$ Ом, $R2 = 1,25 / 0,0125 = 100$ Ом.

В устройстве можно применить микросхемы SD1083, SD1084, ND1083 или ND1084. Стабилизатор необходимо установить на теплоотвод. Можно снизить напряжение питания зарядного устройства и тем самым уменьшить выделяемую на стабилизаторе мощность, однако целесообразно питать таким напряжением, чтобы иметь возможность заряжать и другие типы аккумуляторных батарей.

От редакции. Близкий аналог стабилизатора SD1083 — отечественная микросхема КР142ЕН22. Применим и стабилизатор КР142ЕН12.

В технике широко используются низкочастотные электромагнитные элементы: трансформаторы и дроссели. Их основу составляет катушка с одной или несколькими обмотками и стальной магнитопровод различной конфигурации, который, в зависимости от назначения электроприбора, отвечает определенным техническим условиям, выполняемым в процессе его производства.

В радиолюбительской практике, к сожалению, приходится пользоваться случайным магнитопроводом. Его пригодность можно оценить следующим путем.

Не вдаваясь в теоретические вопросы, отметим, что основная кривая намагничивания $B = f(H)$ при других масштабах по осям абсцисс и ординат выражает примерную зависимость действующего значения напряжения на выводах обмотки от действующего значения тока в ней [1]. Откладывая по оси абсцисс значение тока, а значение напряжения — по оси ординат, получим вольт-амперную характеристику (ВАХ) катушки со стальным магнитопроводом. Эта зависимость нелинейная. По вольт-амперной характеристике можно оценить происходящие электромагнитные процессы. На рис. 1 представлена ВАХ автотрансформатора ЛАТР-2М для угла поворота регулятора, соответствующего отметке шкалы 10 В. На рис. 2 приведены ВАХ для других углов поворота регулятора до 130 В с шагом 20 В. Для анализа необходимо построить зависимость входного сопротивления z обмотки от тока I по формуле: $z = U/I$, где U и I — действующие значения напряжения и тока. Такая зависимость приведена на рис. 1 для значения напряжения $U = 10$ В. Аналогичные построения можно выполнить для любого трансформатора. Далее по тексту принято: $z_в$ — восходящая ветвь $z(I)$; $z_н$ — нисходящая ветвь; z_{max} — максимальное значение сопротивления. Характерные особенности графика $z(I)$ и $U(I)$ (рис. 1):

- отображает изменение полного входного сопротивления катушки от тока холостого хода $I_{хх}$;

- из формулы $z = (R^2 + X^2)^{1/2} = [R^2 + (2\pi fL)^2]^{1/2} \sim L$, где R , X и L — соответственно активное и индуктивное сопротивление и индуктивность обмотки, следует, что кривая $z(I)$ отображает зависимость индуктивности обмотки от тока.

Кроме того, исследования показали, что:

- импульс на синусоиде тока возникает задолго до насыщения и поэтому не должен связываться с ним [2];

- от $z_в = 0$ до $z_н = 0,9z_{max}$ искажений синусоиды входного тока на экране осциллографа не наблюдается, поэтому зависимость между током и напряжением можно считать линейной;

- от $z_в = 0,9z_{max}$ до $z_н = 0,9z_{max}$ (точка перегиба кривой) зависимость между током и напряжением нелинейная и наблюдается уплощение вершины синусоиды тока;

- при $z_н = 0,9z_{max}$ у синусоиды с уплощенной вершиной появляется выброс, который быстро нарастает с увеличением тока через обмотку.

В зависимости от магнитных свойств стали, технологии изготовления пластин магнитопровода и качества его сборки при определенном числе витков в обмотки и диаметре обмоточного провода

