

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

Однополупериодное ЗУ

На рис. 1 приведена простейшая схема ЗУ – однополупериодная, имеющая минимум деталей. Такая схема ЗУ условно может иметь практическое применение, при тщательном подборе напряжения, поступающего на выпрямитель, и применима только для того типа аккумулятора (АК) или аккумуляторной батареи (АКБ) (далее, для простоты, условно, – АКБ), на который настроена. Возможно лишь пополнение энергии работоспособной АКБ, “сульфатированные” АКБ с помощью такого ЗУ не зарядишь, конечно, всё зависит от степени сульфатации, но улучшения состояния АКБ с такой схемой точно не добиться.

Переменное напряжение понижается с помощью сетевого трансформатора T1, переменный ток выпрямляется с помощью диода VD1 и подаётся на клеммы АКБ GB1. В положительный полупериод АКБ принимает порцию энергии для зарядки, в отрицательный – отдаёт.

Рассмотрим также простейшую схему зарядного устройства (ЗУ), также – однополупериодную, однако, обладающую неоспоримым преимуществом по отношению к выше приведённому. Преимущество заключается в так называемом “десульфатирующем” эффекте (рис. 2).

Переменное сетевое напряжение понижается с помощью трансформатора T1, в цепь первичной обмотки которого включается плавкий предохранитель FU1 и сетевой выключатель SA1. Переменный ток, поступающий со вторичной обмотки трансформатора T1, выпрямляется диодом VD1 и через

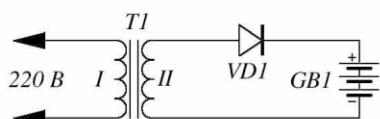


Рис. 1. Простое ЗУ. Схема принципиальная электрическая

ограничительный резистор R1 и регулятор тока – переменный резистор R2, поступает на зарядку аккумулятора (АК) или аккумуляторной батареи (АКБ) GB1. Параллельно заряжаемым АК или АКБ включен переменный резистор с ограничительным резистором (R4 и R3, соответственно), который и позволяет произвести “десульфатирующий эффект” за счёт раскачки компонентов пластин и электролита быстро меняющимися токами противоположных направлений. Изменять величину токов зарядки и разрядки позволяют реостаты (проводочные переменные резисторы, включенные реостатами) R2 и R4, соответственно. Для контроля токов, протекающих в цепях заряда и разряда, служат (милли)амперметры M2 и M1, соответственно; если быть более точным, то их показания будут не совсем соответствовать истинным. В положительном полупериоде обе цепи (зарядная и разрядная) подключены к своей нагрузке, и M1 и M2 показывают истинные токи, в отрицательном полупериоде ток начинает течь

в противоположном направлении (при отсутствии тока заряда, от АКБ к R3 и R4) для M2, а ток через M1 несколько уменьшается – напряжение аккумулятора меньше напряжения зарядки от ЗУ, но инерция стрелок приборов не позволяет отслеживать истинные значения тока при одном и другом полупериоде, поэтому лучше измерить ток заряда отдельно (без цепи разряда) и сравнить показания прибора в том и другом случае и внести поправки (обычно этим пренебрегают, придерживаясь лишь примерных показаний). Если для заряда использовать один и тот же АК (или одну и ту же АКБ), или одинаковые, то резисторы R3 и R4 можно заменить одним мощным постоянным. Всё время следить за током заряда, постоянно подкручивая движок резистора R2, не всегда удобно, поэтому последовательно с зарядной цепью можно включить бареттер (стабилизатор тока), в качестве которого применить лампу накаливания, например, от автомобиля или щитовую индикаторную (рис. 3).

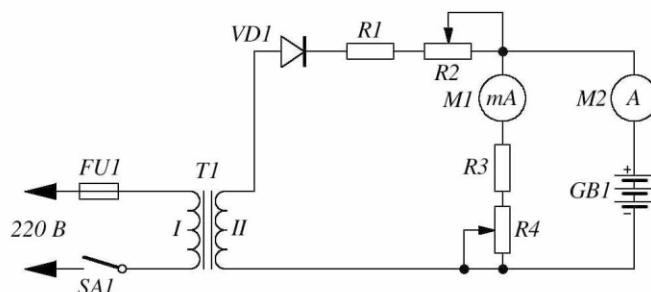


Рис. 2. ЗУ с “десульфатирующим” эффектом.
Схема принципиальная электрическая

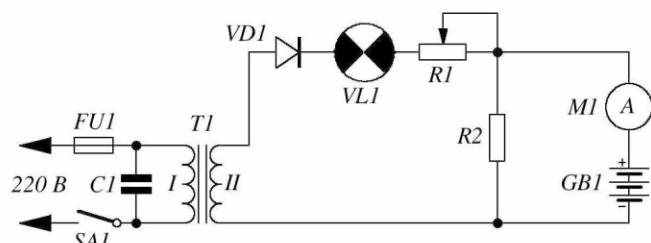


Рис. 3. ЗУ со стабилизатором тока и десульфатацией.
Схема принципиальная электрическая

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Ограничительный резистор в цепи заряда можно тоже упразднить, крайнее положение реостата (со стороны минимального сопротивления) будет сигнализироваться яркой вспышкой лампы-бареттера, на которой упадёт избыток напряжения зарядки. Установив, с помощью R2, начальный ток зарядки разряженного АК (АКБ), можно заняться другими делами, ток зарядки АК или АКБ будет с достаточной степенью точности стабилизирован, что и требуется для заряда АК или АКБ. Лампу VL1 подбирают по току заряда АКБ, обычно он примерно равен собственному рабочему (паспортному) току лампы-бареттера. Лампа, в исходном (не накаленном) состоянии, обладает достаточно низким сопротивлением нити накаливания, приложив к ней напряжение, включив в разрыв цепи зарядки АКБ, мы обеспечиваем её накал и увеличение сопротивления, на котором и падает избыток напряжения, при токе заряда АКБ. По мере заряда, напряжение на клеммах АКБ растёт, напряжение, приложенное к лампе, падает, накал лампы уменьшается, уменьшая сопротивление нити накала, соответственно, растёт напряжение на АКБ и компенсирует падение тока заряда. Немного картины будет портить цепь разряда, но этим можно пре-небречь. Ток разряда АК (АКБ), из-за простоты ЗУ, будет присутствовать постоянно, а ток заряда, только в положительный полупериод сетевого напряжения – эти токи по

величине относятся как 1 : 10, а общий ток потребляемый от ЗУ будет относиться как 1 : 11 (ток разряда : общий потребляемый от ЗУ ток) и 10 : 11 (ток заряда : общий потребляемый от ЗУ ток), переключателем заряд-разряд служит само сетевое напряжение с частотой 50 Гц, постепенно, несмотря на "утечку" (ток разряда), АКБ заряжается, правда, время зарядки приходится увеличивать на 10%, но последующее увеличение рабочей ёмкости видавшего виды АК (АКБ), заставляет поступать именно таким образом, это стоит того, АК и АКБ старятся, их рабочая ёмкость уменьшается, а цены на новые – растут. Применение однополупериодного ЗУ, равно как и другие устройства, имеющие однополупериодные выпрямители, искажают форму синусоиды сетевого напряжения (чем мощнее устройство, тем искажения больше). Несколько сглаживают эффект реактивные элементы, такие как обмотки трансформаторов, конденсаторы сетевых фильтров (T1, C1). Использование альтернативных (здесь: отрицательных) полуволн сетевого напряжения возможно, например, применением "двухместного" ЗУ, несмотря на то, что эти ЗУ однополупериодные, используются оба полупериода, с сохранением функции десульфатации для каждого места, что позволяет производить одновременную зарядку двух АК, например, сменных АКБ для портативной радиостанции (рис. 4).

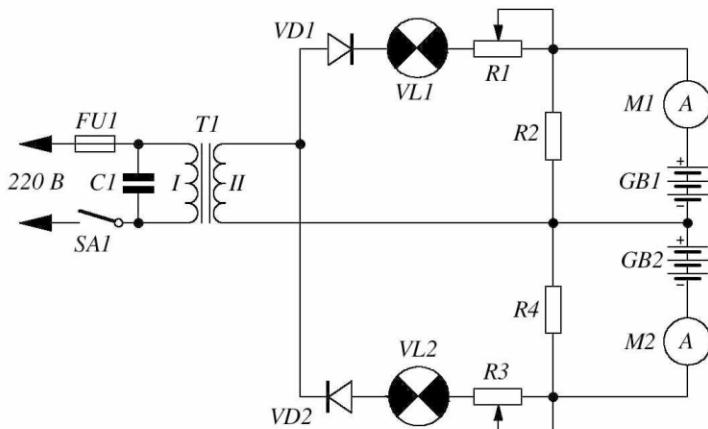


Рис. 4. Десульфатирующее ЗУ с использованием обоих полупериодов сетевого напряжения. Схема принципиальная электрическая

Так как ток зарядки АКБ зависит от напряжения питания цепи заряда, к подбору или созданию трансформатора T1 следует отнести со всей серьёзностью. Во-первых, он должен, с запасом не менее 10%, обеспечивать мощность, необходимую для зарядки АКБ (в схеме – **рис. 4** – двух АКБ). Во-вторых, этот трансформатор должен обеспечивать этот ток в течении 12...14 часов без перегрева, следует подобрать ток холостого хода трансформатора (ток без нагрузки в первичной обмотке T1) не более пары-тройки десятков мА, диаметры проводов обмоток должны быть подобраны по плотности тока не более 2 А/кв.мм (диаметр провода обмотки, как первичной, так и вторичной рассчитывается по формуле:

$$d = 0,8\sqrt{I},$$

здесь d – диаметр обмоточного провода, мм; I – для вторичной обмотки: суммарный ток зарядной и разрядной цепей, А). Для установки тока зарядки к каждому новому типу АКБ, при одном и том же ЗУ, следует не только изменять сопротивления реостатов, но и иметь возможность подачи различных напряжений с обмоток трансформатора T1. Можно применить для ЗУ, например, унифицированный накальный трансформатор TH-60 или ему подобный и переключать отводы от его обмоток, соединённых последовательно. Дискретность переключения получается довольно большой, хотя и сглаживается возможностью установки тока заряда с помощью реостата и наличием бареттера, лучше изготовить специальный для ЗУ трансформатор с возможностью регулировки напряжения ступенями по 1 В. Сразу перед глазами возникает обмотка, от которой производится масса отводов пайкой, что влияет и на эстетику, а эстетика – на настроение изготавливать такие трансформаторы с отводами. Существует и так называемая "цифровая" реализация обмоток трансформатора, которая позволяет, не делая отводы, использовать несколько

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

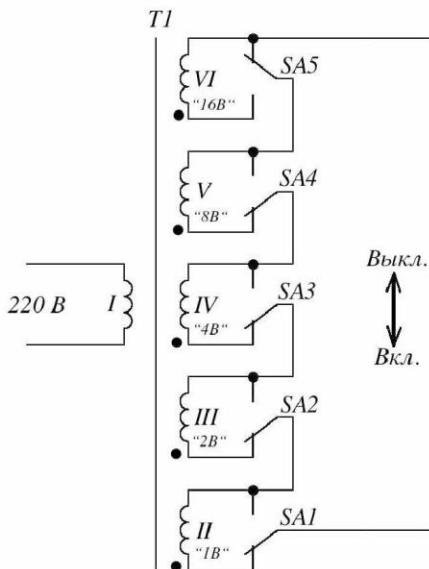


Рис. 5. Переключение обмоток трансформатора с целью получения напряжения с шагом в 1 В. Схема принципиальная электрическая. Положение "включено" для переключателей SA1...SA5 – нижнее (по схеме). Точками обозначены начала обмоток

переключаемых обмоток для получения нужного напряжения с шагом в 1 В (рис. 5).

Изменение выходного напряжения от трансформатора обеспечивается пятью тумблерами на переключение, если используются сдвоенные тумблеры, то для надёжности следует соединить их одноимённые выводы параллельно. Переключение напряжения ступенями по 1 В производится по тому же принципу, как переключаются выходы цифровых счётчиков ("1-2-4-8-16") в пределах 0...31 В. Например, на рис. 5 переключатели (тумблеры) установлены на выходное напряжение 15 В. При этом, обмотка II выдаёт 1 В, обмотка III – 2 В, обмотка IV – 4 В, обмотка V – 8 В, обмотка VI – 16 В – на рис. 5 не используется. Тумблеры SA1, SA2, SA3 и SA4 – включены, SA5 – выключен. Можно составить таблицу "истинности" для включения тумблеров с соответствием выходному напряжению и обусловить алгоритм последовательного увеличения или уменьшения напряжения с шагом 1 В. Например, следующее значение (16 В) выходного напряжения наступит при выключении всех

ранее включенных тумблёров (SA1...SA4) и включении SA5. Для уменьшения напряжения на 1 В (14 В), нужно выключить SA1 и т.д. Следует предупредить пользователя от бездумного переключения тумблёров, так как включение, например, одного только тумблёра SA5 повышает напряжение ЗУ сразу на 16 В, что может привести к непоправимым последствиям; правда, если в качестве бареттера применена относительно высоковольтная лампа, например, на 28 В, то "печальных" последствий не будет, просто лампа вспыхнет ярким светом. Для установки нужного напряжения ЗУ, необходимо обозначить каждый тумблёр количеством вольт, которое он, при включении, добавляет, например: необходимо напряжение 13 В = 8 В + 4 В + 1 В, включаем тумблёры SA4, SA3 и SA1, соответственно, остальные – выключены. Контакты тумблёров должны быть рассчитаны на коммутацию токов зарядки; переключения, однако, лучше производить при выключенном блоке питания (ЗУ) из сети или при отключенной нагрузке.

Изготавливая лабораторные блоки питания, для большей функциональности, следует выводить на дополнительные клеммы через предохранители и переменное напряжение. Например, как на рис. 6.

Использовать диоды БП тоже можно, если у них имеется запас по току, но, лучше, их не "трагать", применить внешние, применяя трансформатор T1 от БП, не следует превышать габаритную мощность T1, в большинстве случаев

применение будет таким: либо – работа со стабилизатором, либо – ЗУ, если заранее в лабораторный блок не заложен запас по мощности трансформатора T1. Изменять напряжение (регулировать ток зарядки) с T1 можно с помощью ЛАТ-Ра, включенного в цепи первичной обмотки T1.

При зарядке в десульфатирующем устройстве используются следующие соотношения: ток зарядки ($I_{зар}$) составляет одну десятую часть от паспортной ёмкости АК или АКБ, а ток разряда ($I_{разр}$) – одну десятую часть от тока заряда. Например, имеем АКБ ёмкостью 600 мА/час, ток заряда составит 60 мА, а ток разряда – 6 мА. Соответственно, по закону Ома, высчитывается сопротивление резистора разрядки, например, паспортное значение напряжения АКБ равно 9,6 В. $R_{разр} = U_{акб} : I_{разр} = 9,6 \text{ В} : 0,006 \text{ А} = 1600 \Omega = 1,6 \text{ к}\Omega$. Мощность рассеяния резистора в разрядной цепи $P_{разр} = I_{разр} * I_{разр} * R_{разр} = 0,006 * 0,006 * 1600 \approx 0,06 \text{ Вт}$, т.е., подойдёт любой резистор с мощностью рассеяния 0,125 Вт и выше (лучше поставить, в этом примере, с запасом, – хотя бы одиннадцатый). Ток заряда ($I_{зар}$) – на порядок выше, если для регулировки начального тока заряда установить реостат с максимальным сопротивлением, например 300 Ом, то падение напряжения на нём, при номинальном токе зарядки + ток разрядки – $I_{зар}+I_{разр}$ ($60 \text{ мА} + 6 \text{ мА} = 66 \text{ мА}$) и полном его сопротивлении (R_p) составит: $U_{пад} = I_{зар}+I_{разр} * R_p = 0,066 \text{ А} * 300 \Omega = 19,8 \text{ В}$, если учесть ещё,

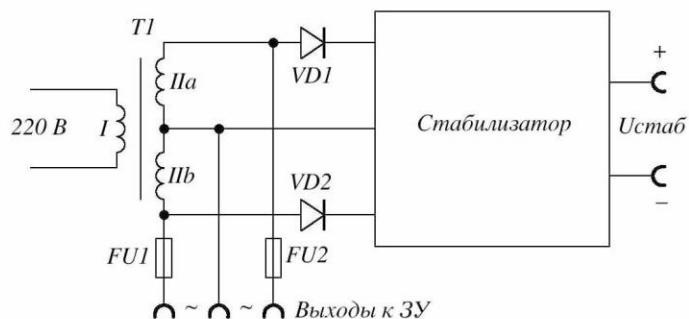


Рис. 6. Пример использования для "двухместного" ЗУ (рис. 4) трансформатора лабораторного блока питания с возможностью расширения до "четырёхместного" с десульфатацией (средняя клемма – общая). Схема принципиальная электрическая

[ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ]

что на барреттере, в зависимости от его мощности, тоже падает значительная часть напряжения, то напряжение питания ЗУ станет высоковольтным, по крайней мере, в районе 30 В и выше. Однако, реостат – переменный резистор, и, уменьшая его сопротивление, мы уменьшаем падение напряжения на нём, и этим создаём условия для зарядки АКБ от более низковольтного источника. Перемещая движок реостата, установим сопротивление, например, 10 Ом, тогда: $U_{пад} = 0,066 * 10 = 0,66$ В. То есть перед реостатом нам необходимо получить, как минимум, напряжение: $U_{акб} + U_{пад} = 9,6$ В + 0,66 В = 10,26 В, естественно, для обеспечения регулировки начального тока зарядки, при установке движка реостата ближе к середине, чтобы обеспечить больший диапазон регулировки тока заряда, напряжение должно быть выше. Установим регулировкой (переключением обмоток) с трансформатора T1 (или ЛАТРом из сети), например, напряжение 12 В в точке перед реостатом, реостатом установим ток зарядки + ток разрядки = 66 мА, оставальное до полной зарядки АКБ осуществит барреттер. Полезно за время зарядки АКБ (12...14 часов) два-три раза проконтролировать процесс – неизвестна характеристика изменения сопротивления лампы-барреттера (её рабочий ток, желательно, выбирать такого же порядка как I_{зар} + I_{разр} АКБ), возможно, потребуется коррекция тока зарядки реостатом или подачей иного напряжения с трансформатора T1 (переключением вторичных обмоток или с ЛАТРа). Показателем окончания зарядки может служить наличие предельного напряжения, например, у 12-вольтовых аккумуляторов – 14,2 В, при отключенном ЗУ на, например, том же разрядном резисторе, или, что лучше, резисторе, обеспечивающем рабочий ток в нагрузке, при котором будет работать АКБ. Для других АКБ конечное напряжение зарядки должно быть, примерно, на 15...20% больше паспортного, указанного на корпусе АКБ, если

это напряжение, после полного цикла зарядки, меньше (имеются короткозамкнутые элементы и нужен ремонт АКБ) или больше, но быстро падает, при подключении рабочей нагрузки, – АКБ сульфатирована и требует восстановления. Чем медленнее падает напряжение на АКБ в сторону паспортного, при подключении рабочей нагрузки, тем лучше АКБ. Если оставить АКБ в покое, то она "остынет", и напряжение, постепенно, установится процентов на 10 выше паспортного и не будет больше падать; если напряжение падает без нагрузки и далее и становится ниже паспортного, то в АКБ присутствует саморазряд через материал осыпавшихся пластин и АКБ или её часть – один или несколько АК – требуют замены.

В выпрямителе ЗУ можно использовать любые диоды: германевые (Д302, Д305), кремниевые (Д242, КД202), диоды Шоттки (1N5822 и т.п.). Выбор диодов обусловлен требованием получения необходимого тока зарядки, запас в половину – три четверти, как по максимальному току, так и по допустимому обратному напряжению диодов будет играть положительную роль в смысле надёжности. Если потребуется параллельное (как более предпочтительное, чем последовательное) соединение (одинаковых!) АКБ, то их следует подключать (каждую) через диоды Шоттки (для уменьшения потерь), при этом каждая АКБ будет заряжаться независимо от других, не разряжаясь на них и не испытывая собственный разряд с их стороны (и их резисторов разрядки), ЗУ, при этом, должно быть рассчитано на все заряжаемые АКБ по току (мощности), а разрядные резисторы у каждой АКБ должны быть индивидуальными и равными по сопротивлению и мощности рассеяния. Поскольку диоды Шоттки обладают относительно малым обратным сопротивлением, и к АКБ подключен разрядный резистор, то АКБ от ЗУ нужно отключить сразу же по окончанию зарядки, во избежание её разряда.

Отсутствие номиналов деталей на схемах объясняется разными нагрузками (разными емкостями заряжаемых АКБ, разница – до двух порядков), разными рабочими напряжениями АК или АКБ. Чем больше ток зарядки, тем меньше должно быть сопротивление реостата регулировки и резистора разрядного тока, больше их мощности рассеяния, а также мощнее должны быть барреттер-лампа накаливания, выпрямительные диоды, силовой трансформатор и контакты в узлах коммутации. Основные соотношения между ёмкостью АКБ, током её зарядки и током разрядки изложены выше, все элементы рассчитываются по несложным формулам, вытекающим из закона Ома, расчётные формулы для трансформаторов питания неоднократно публиковались в печати, интернете. Применение ЗУ, выпрямление переменного тока в котором выполнено по двухполупериодной схеме, не даёт желаемого эффекта десульфатации и при подключении разрядной цепи параллельно АКБ, не говоря уже о зарядке АКБ сгаженным с помощью фильтров или стабилизированным напряжением. Конечно, из-за простоты описанного ЗУ, здесь нет регулировки скважности прилагаемого к АКБ напряжения, обеспечения превышения этого напряжения в коротком импульсе в разы, но эффект десульфатации есть и грех его не использовать...

Существует схема зарядки, например, автомобильной АКБ без трансформатора (**рис. 7**), но она опасна в применении из-за поражения током и не рекомендуется даже для опытных, применяющих средства защиты, требует тщательного подбора элементов, начиная с малых

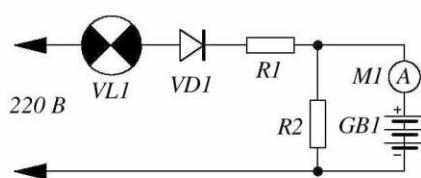


Рис. 7. Бестрансформаторная зарядка АКБ с десульфатирующим эффектом. Схема принципиальная электрическая

|| ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ||

токов заряда и, постепенно увеличивая их, но, для ознакомления и более наглядного объяснения процесса зарядки, приводится здесь.

В качестве разрядной цепи в мощных аккумуляторах можно применить лампу накаливания, поскольку рассеиваемая резисторами мощность становится большой (применяются мощные проволочные резисторы с теплоотводами). Однако, для разрядной цепи требуется более жёсткая характеристика, а при увеличении напряжения на

АКБ ток разрядки через лампу стабилизируется. Лампу VL1, для зарядки автомобильных АКБ, выбирают мощностью в 500...1000 Вт на напряжение 220 В. Резисторы R1 и R2 – проволочные, R2 рассчитывается, как указано выше, а R1 – подбирается, коль скоро речь идёт о зарядке автомобильной АКБ, уменьшением, взятого вначале сопротивления резистора R1 в 10 Ом – до достижения желаемого тока зарядки.

При исчезновении напряжения в сети все батареи в схемах с десуль-

фатацией должны быть отключены от ЗУ, во избежание разряда через резисторы разрядных цепей.

ВНИМАНИЕ:

Ещё раз предупреждаю, что на деталях последнего ЗУ (**рис. 7**) имеется опасное фазное напряжение относительно земли, поэтому применять его можно только в крайнем случае и лицам, имеющим допуск работы под напряжением!

