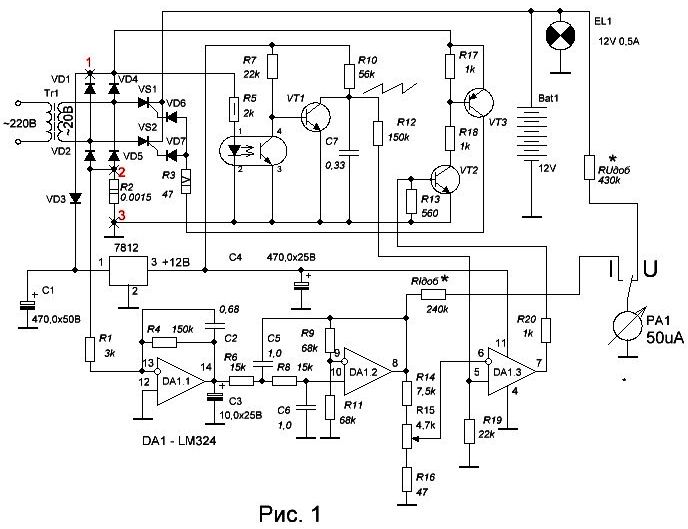
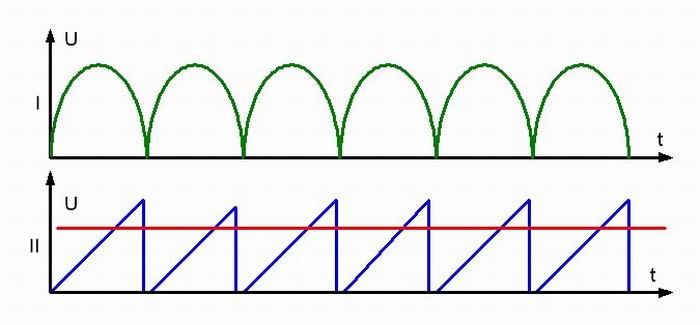
Тиристорное зарядное устройство со стабилизацией тока для автомобильных аккумуляторов

В статье рассматривается схема устройства для зарядки двенадцативольтовых автомобильных аккумуляторов с управляемым тиристорным выпрямителем. Данное устройство рассчитано на зарядный ток до семи с половиной ампер и имеет функцию стабилизации тока заряда. Электрическая схема представлена на рисунке 1.

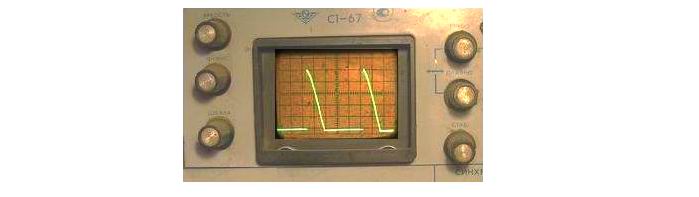


В качестве сетевого трансформатора можно использовать перемотанный трансформатор от старых телевизоров ТС 180. Переменное напряжение вторичной обмотки трансформатора должно быть в районе 20 вольт. В управляемый выпрямитель входят диоды VD2, VD5 и тиристоры VS1, VS2. Эти диоды и тиристоры должны быть рассчитаны на ток минимум десять ампер. Диоды VD1 и VD4, это вспомогательные диоды, используемые для получения двухпериодного выпрямленного напряжения – график I. Напряжение такой формы необходимо для формирования пилообразного напряжения, которое в свою очередь используется для формирования импульсов управления тиристорами в определенное время, график II, синий.



Работа формирователя пилообразного напряжения.

Предположим, что напряжение в точке 1 равно нулю, в этот момент ток через светодиод оптрона не течет. Фототранзистор оптрона закрыт и не шунтирует переход база-эмиттер транзистора VT1. Транзистор VT1 открывается и разряжает через свой переход коллектор-эмиттер формирующий конденсатор С7. На графике II – синяя вертикальная прямая. Через некоторое время напряжение в точке 1 начнет возрастать и это приведет к появлению тока через светодиод оптрона, светодиод засветится, фототранзистор откроется и зашунтирует переход база-эмиттер транзистора VT1. VT1 закроется и начнется заряд С7 через резистор R10 от стабилизатора напряжения LM7812, синяя наклонная линия на графике II. Далее процесс повторяется. Таким образом, мы получаем пилообразное напряжение, полностью синхронизированное с первичной сетью 220 вольт. Далее это напряжение подается через резистор R12 на прямой вход компаратора, реализованного на ОУ DA1.3 микросхемы LM324. На инверсный вход компаратора подается напряжение пропорциональное зарядному току, протекающему через шунт R2. Форма зарядного тока импульсная и имеет вид, показанный на фото ниже.



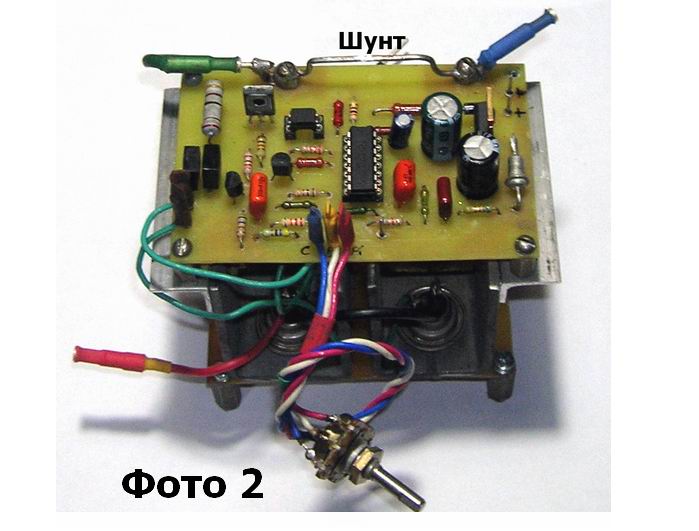
Вернее это форма напряжения, падающего на шунте. Работать с сигналом такой формы практически не возможно, поэтому в схему введены еще два каскада на операционных усилителях. На DA1.1 реализован усилитель падения напряжения шунта с коэффициентом усиления, примерно, равным 50. Конденсаторы С2 и С3 предварительно сглаживают импульсы напряжения. На DA1.2 реализован фильтр нижних частот Саллена-Кея. Частота среза этого фильтра составляет 10 Гц. В результате этого фильтр выделает постоянную составляющую из входного напряжения и активно подавляет пульсацию, равную удвоенной частоте сети (100 Гц). Таким образом, на выводе 8 DA1.2 будет присутствовать постоянное напряжение пропорциональное зарядному току, часть которого, пройдя через делитель R14,R15,R16 поступает на инверсный вход компаратора DA1.3(красная линия на графике II). На выходе компаратора при сравнивании этого напряжения и напряжения «пилы» появляются импульсы управления тиристорами. Начало каждого импульса совпадает по времени с моментом пересечения наклонной линии «пилы» и горизонтальной красной линии – напряжения сигнала шунта. Отсюда не сложно заметить, что чем больше величина напряжения шунта или чем больше ток заряда, тем позже появляется импульс на открывание тиристоров и наоборот, если напряжение сигнала шунта меньше – меньше ток заряда, то импульс управления тиристорами появляется раньше. Выставляя на инверсном входе определенное напряжение сигнала шунта, мы имеем возможность стабилизировать ток заряда аккумулятора. Допустим, по мере зарядки аккумулятора ток начинает падать, начинает уменьшаться напряжение сигнала шунта, это приведет к тому, что импульс управления тиристорами сформируется раньше, и тиристор будет находиться в открытом состоянии дольше, тем самым поддерживая ток заряда на определенном уровне.

Параллельно аккумулятору, при его зарядке, подключается нагрузка для разрядки током величиной 0,01 емкости аккумулятора. Т.е. зарядка производится асимметричным током – импульс заряда в 0,1 емкости и импульс разряда в 0,01 емкости. Принято считать, что такой вид зарядки замедляет сульфатацию пластин аккумуляторной батареи. В данном устройстве в качестве нагрузки для разряда применена автомобильная лампочка на пять ватт.

Транзисторы VT2 и VT3 образуют ключ управления тиристорами. VT3 – КТ973А, VT2 – любой маломощный соответствующей структуры. У меня стоит 2SC945 – из плат старых телевизоров, их там много. Оптрон LTV817. VT1 такой же, как VT2. Диоды VD1,VD4, VD6,VD7 – 1N4002.

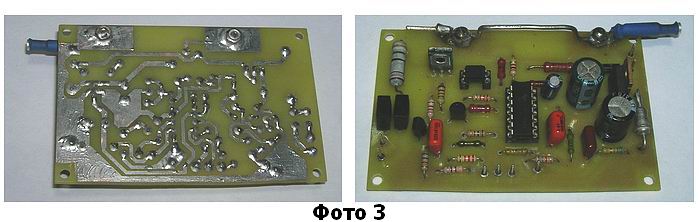
Ток заряда измеряется в данном устройстве косвенным путем. Измеряется напряжение сигнала на выводе 8 ОУ DA1.2, которое пропорционально величине зарядного тока. Конечно, о точности речь не идет. Все примерно, хотя, очень много разных схем и тиристорных, и транзисторных с импульсным зарядным током и никто о точности измерения зарядного тока по большому счету даже и не задумывается. Рисуют просто на схеме амперметр, а что он измеряет…? Как настроить амперметр, хотя бы приблизительно. Я поступил следующим образом. Пропустил через шунт постоянный ток величиной 6 ампер. Замерил температуру шунта, она составила +64С. Потом выставил ток заряда аккумулятора таким, при котором шунт так же нагревался до +64С. Затем, изменяя величину резистора Riдоб добился соответствующих показаний измерительной головки.

На фото ниже показан готовый узел управляемого выпрямителя.



Вольтметр, я думаю, настроить у вас труда не составит.

Почти все элементы схемы расположены на печатной плате, см. фото 3. Плата, как всегда экспериментальная. В архиве печатная плата будет немного другая, доработанная.



Мощные диоды и тиристоры расположены на двух П образных радиаторах.

Все необходимые файлы можно скачать архивом. Как работает устройство можно посмотреть и в видео.

Удачи во всем и всегда. К.В.Ю.