

Виктор Беседин (UA9LAQ)

г. Тюмень

E-mail: ua9laq@mail.ru

Energy Harvesting

Это словосочетание в английском означает буквально: "снятие энергетического урожая" или более приближённо к действительности: "утилизация электрической энергии". В Её Величестве Природе есть много мест и явлений, в которых эта самая электрическая энергия просто не иссякает, но взять её, без определённых усилий, не удастся. У автора по теме уже были публикации [1-4]. О том же писали и пишут и у нас, и "за кордоном" [4]...

Сегодня представляю небольшую модернизацию описанного в [2] устройства для зарядки аккумуляторных батарей с использованием двухтактных выходных силовых трансформаторов. Напоминаю, что минимум напряжения первичного источника, при котором описываемый DC-DC преобразователь начнёт работать, сильно зависит от материала полупроводника транзисторов, и в этом на первом месте – германиевые транзисторы. Если минимум напряжения не так важен, то можно применить и кремниевые. Мощность устройства и подключаемой к преобразователю нагрузки, в первую очередь, зависит от мощности первичного источника напряжения и, уж потом – от применённых в преобразователе деталей. Устройство можно дублировать как параллельно, здесь лучше использовать однотипные первичные источники напряжения, суммируя получаемые токи на общей нагрузке, либо последовательно, соединяя первичные источники подобно элементам в гальванической батарее или перекачивать энергию от первичного источника до потребителя путём ступенчатого преобразования с повышением напряжения, здесь: достаточно две-три ступени.

В качестве первичных источников можно применять широкий круг "поставщиков": солнечные элементы и батареи, гальванические

пары, термоэлементы и термобатареи, ветрогенераторы, пьезоэлементы, преобразователи радиоизлучений и статического электричества...

Генератор преобразователя (рис. 1) выполнен по схеме мультивибратора на германиевых р-р-р транзисторах с реактивными (индуктивными) коллекторными нагрузками VT1 и VT2. 100% положительная обратная связь в генераторе осуществляется через конденсаторы C2, C3, форма вырабатываемых генератором колебаний, из-за характера коллекторных нагрузок, оказывается отличной от меандра. Питание мультивибратора осуществляется током от первичного источника напряжения, КПД преобразования не превышает 50...60% и снижается с приближением к минимально допустимому для генерации напряжению. Параллельно первичному источнику G1 подключен оксидный конденсатор C1, снижающий внутреннее сопротивление этого первичного источника и служит накопителем, особенно положительный эффект от применения этого конденсатора заметен при очень слабых поставщиках электрической энергии. При работе, сначала заряжается конденсатор C1 до напряжения возникновения в генераторе колебаний, порция этих, затухающих по мере разряда конденсатора колебаний, через трансформатор уходит на выпрямитель и, через него, в нагрузку. Благодаря гистерезису, колебания в мультивибраторе исчезают при напряжении меньшем,

чем возникают. Когда конденсатор C1 разрядится, генерация в генераторе срывается и идёт новая зарядка C1, процесс переброски энергии повторяется. Трансформированные в T1 импульсы (повышенные по амплитуде) поступают со вторичной обмотки на удвоитель напряжения на диодах VD1 и VD2, в качестве которых, для уменьшения потерь, применены диоды Шоттки. В качестве нагрузки могут служить маломощные устройства, которые работают подключенными к аккумуляторной батарее, которая, в свою очередь, включена на выход преобразователя – работает в буфере. Использование преобразователя в качестве зарядника для батареи, например, от сотового телефона предполагает её правильное по полярности подключение и только после того, как к преобразователю будет подключен первичный источник напряжения G1 (облегчается запуск преобразователя, особенно, при низком напряжении первичного источника). После полного заряда батареи, её нужно сразу отключить от зарядника – диоды Шоттки обладают пониженным обратным сопротивлением и могут "посадить" её, если батарею не отключать при выключенном преобразователе.

Обратимся к принципиальной схеме – рис. 1. Первичный "утилизируемый" источник питает генератор-мультивибратор на транзисторах VT1, VT2. Мультивибратор запускается и последовательно (подобно двухтактному оконечному каскаду УЗЧ) отдаёт энергию в

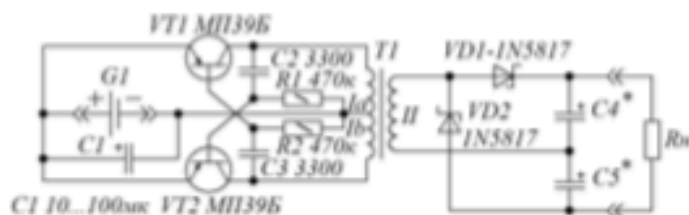


Рис. 1. Energy Harvester – "Утилизатор "бесхозной" электрической энергии".
Схема принципиальная электрическая

первичную обмотку трансформатора Т1, у каждого транзистора – своя нагрузка в виде половины первичной обмотки Ia и Ib. Во вторичной обмотке II трансформированная энергия с повышением напряжения, в отношении количества витков n_{II}/n_{Ia} (или n_{II}/n_{Ib}) раз, подаётся на удвоитель напряжения, выполненный, для уменьшения потерь, на диодах Шоттки. Конденсаторы С4 и С5, заряженные каждый в свой полупериод квази-переменного напряжения, соединены последовательно и подключены к нагрузке Rн, в качестве которой могут служить маломощные электронные устройства или заряжаемая аккумуляторная батарея, с которой выше упомянутые устройства могут работать и в буфере, такой режим более предпочтителен.

При достаточно мощном низковольтном первичном источнике, возможно применение, вместо указанных, более мощных транзисторов, с целью получения больших токов в нагрузке (подобрать сопротивления резисторов смещения). В качестве трансформатора Т1 можно применить унифицированные накаливающие серии ТН, развернув их наоборот. Имеющиеся парные одинаковые обмотки образуют первичную обмотку Ia-Ib, а сетевая – обмотку II (здесь: повышающую). В качестве диодов удвоителя напряжения можно применить диоды серии 1N5817...1N5822. Ёмкость конденсатора С1 подбирается по желательной частоте переброса энергии на преобразователь, чем больше ёмкость С1, тем дольше он будет заряжаться от первичного источника, тем реже (но более

мощный) будет осуществляться переброс энергии. Ёмкости конденсаторов С4 и С5 (равные друг другу) зависят от тока, потребляемого нагрузкой, и могут работать (без буферной батареи) также как С1, при недостатке энергии для питания Rн, т.е. прерывисто, таким образом перебрасывая энергию на следующую (если необходимо), идентичную первой, ступень преобразования, которая подключается к гнездам Rн, и весь преобразователь считается (схема на рис. 1) первичным источником – G1 для второй ступени. Смысл каскадирования преобразователей с целью получения больших напряжений может сохраняться до трёх ступеней. Далее, из-за низкого КПД преобразования, этот смысл улетучивается...

Преобразователь монтируется на выводах деталей и небольшом количестве изолированных контактов или стоек (можно нарезать канцелярским дыроколом из тонкого фольгированного стеклотекстолита и приклеить в необходимых местах внутри корпуса преобразователя).

Первичными источниками электроэнергии могут служить, кроме описанных в [1-4], и старые гальванические элементы, применение которых в аппаратуре непосредственно не предусматривается, а порцию энергии они ещё могут выдать до их полной разрядки.

Есть ещё один источник "дармовой" энергии, но эта энергия связана с сетью переменного тока и может представлять интерес только в экспериментальном ракурсе. Между нулевым проводом и проводом заземления существует

напряжение переменного тока, порой – до нескольких вольт. Можно сразу установить повышающий трансформатор и утилизировать энергию, выпрямив переменный ток. Напряжение между выше упомянутыми проводами возникает из-за конечного сопротивления проводов и протекающих по ним токов нагрузок. Напряжение между обозначенными проводами изменяется в широких пределах и может быть утилизировано как сразу с использованием повышающих трансформаторов и последующего выпрямления, так и с помощью выше описанного преобразователя, тогда напряжение нужно сначала выпрямить, например, с помощью диодного моста. В любом случае между проводами линии и преобразователем включаются плавкие предохранители на ток не более 0,25...0,5 А, а за ними, – параллельно входу, устанавливается варистор на максимально допустимое для преобразователя напряжение порядка 15...25 В. Опасность здесь – одна: если нулевой провод окажется оторванным, то он моментально превратится в фазный, соединённый с реальной "фазой" через приборы, включенные в сеть (электроплиты, лампочки освещения, электрочайники и т.п.), отсюда, – несколько вольт превратятся в почти полное напряжение сети, действующее относительно земли, со всеми вытекающими отсюда последствиями. Этот источник электроэнергии – единственный легальный бесплатный в электросети, без утилизации: энергия, просто, рассеивается на проводах, превращается в тепло – теряется.



Литература

1. В. Беседин. Утилизация энергии. - Радиолюбитель, 2015, №6, стр. 40...43.
2. В. Беседин. Утилизация энергии. - Радиолюбитель, 2015, №7, стр. 22...27.
3. В. Беседин. Утилизация энергии. - Радиолюбитель, 2018, №4, стр. 18...19.
4. Michael Franke. Kleinstspannungsquellen zum Stromversorgung nutzen. - FUNKAMATEUR, 2011, Nr.4, ss. 388...390.