

УДК 629.331:621.355

**ПИТАНИЕ ЭЛЕКТРОРАДИОТЕЛЕКОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ
ОТ АВТОМОБИЛЬНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ****канд. техн. наук, доц. С.Э. ЗАВИСТОВСКИЙ; П.П. РЕДЬКО**
(Полоцкий государственный университет)

Приведена схемотехника преобразователей постоянного тока для питания радиоаппаратуры, телевизионной и компьютерной техники, а также иных разновидностей электродных устройств различных питающих номиналов постоянного по знаку напряжения от автомобильных аккумуляторов. Уделено внимание использованию в этих целях доступной элементной базы, в том числе и демонтируемой отечественной радиотелеаппаратуры. Приоритетным направлением выбрано максимальное упрощение схемотехники с целью достичь высокой степени ремонтпригодности, низкой себестоимости изготовления, надежности и долговечности.

В ряде случаев возникает необходимость питания радиоэлектронных устройств: радиоприемников, автомагнитол, компьютерной, телевизионной и иной аппаратуры от аккумуляторов, напряжение которых не соответствует номиналу подключаемых устройств, а его завышает. В первую очередь это касается аккумуляторов большегрузных транспортных средств (мощной автомобильной, автобусной и автотракторной техники) с номиналом 24 В, а также автомобильной техники с напряжением аккумуляторов 12 В при питании радиоаппаратуры с меньшими номиналами (9, 6 и 5 В) и т.д. Этот вопрос представляет интерес при использовании аккумуляторов от автомобилей и иных по назначению в сторожевых и охранных целях.

Современным решением этого вопроса, как правило, является схемотехника преобразователей постоянного тока, работающих на повышенной частоте, например, с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), преобразующих постоянный по направлению ток в переменный с последующей высокочастотной трансформацией, выпрямлением и сглаживанием пульсаций. Однако в преимущественном их варианте (малогабаритности, облегченной массы и энергоэкономичности) они имеют недостаток – невысокая надежность, схемотехническая усложненность и низкая ремонтпригодность. Непосредственное гашение резистивным элементом в случае питания непрерывно изменяющихся по токопотреблению нагрузок в данном случае неприемлемо.

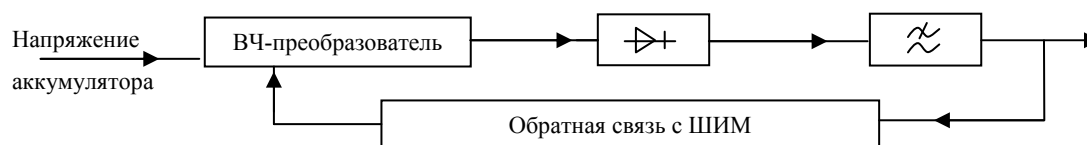


Рис. 1. Схема высокочастотного преобразователя

Отсутствие на рынке промышленной продукции Республики Беларусь преобразователей постоянного тока как таковых, а также существующие поставки с комплектным современным автотранспортным оборудованием на конкретный номинал подключаемой радиоэлектронной аппаратуры и отсутствие вообще таковых на ряде существующего автотранспорта не позволяют осуществлять использование огромного парка имеющегося радиотелекомпьютерного оборудования с постоянным по знаку питанием. Иногда в целях его использования постоянно транспортируют дополнительный отдельный массогабаритный аккумулятор на необходимое питающее напряжение.

Рассмотренный вариант решения по рисунку 1 ввиду его усложненности, отсутствия необходимых комплектующих в массовой реализации, а также необходимой технической документации с соответствующей схемотехникой, методикой изготовления и отладки в индивидуальной или производственной (некрупные фирмы, организации) практике не представляется возможным.

В предлагаемом варианте обобщения структурная схема приведена на рисунке 2. В первую очередь это касается большегрузных транспортных средств, автобусов с номиналом 24 В и иных номиналов. Обобщенная схема в этом случае представлена на рисунке 1.

Поскольку радиоаппаратура представляет собой переменную нагрузку, то основным звеном является стабилизатор напряжения, реализованный по различным схемотехническим решениям в зависимости от токопотребления, качества и иных требований. При существенных перепадах (24 В → 12 В) для улучшения теплового режима, повышения эффективности входное напряжение понижается до $U_{вх\text{ ном}}$

стабилизатора. В целях защиты аппаратуры на случай повреждений стабилизатора и подачи полного напряжения используется элемент защиты.

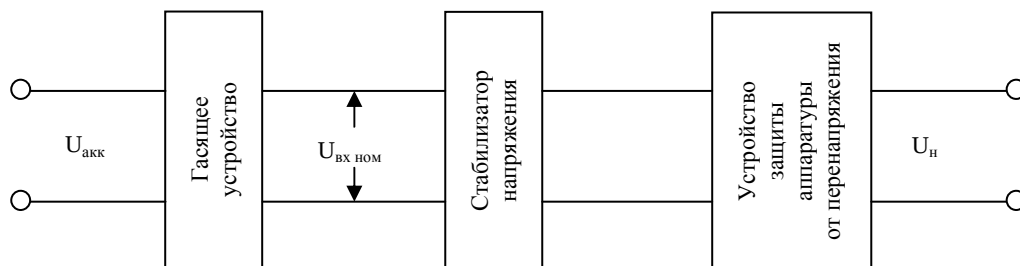


Рис. 2. Обобщенная схема преобразователя по бестрансформаторному режиму

Простейшим решением, удовлетворяющим условиям аккумуляторного питания на дискретной элементной базе, в том числе и демонтируемого радиотелевизионного оборудования, может быть схема, представленная на рисунке 3.

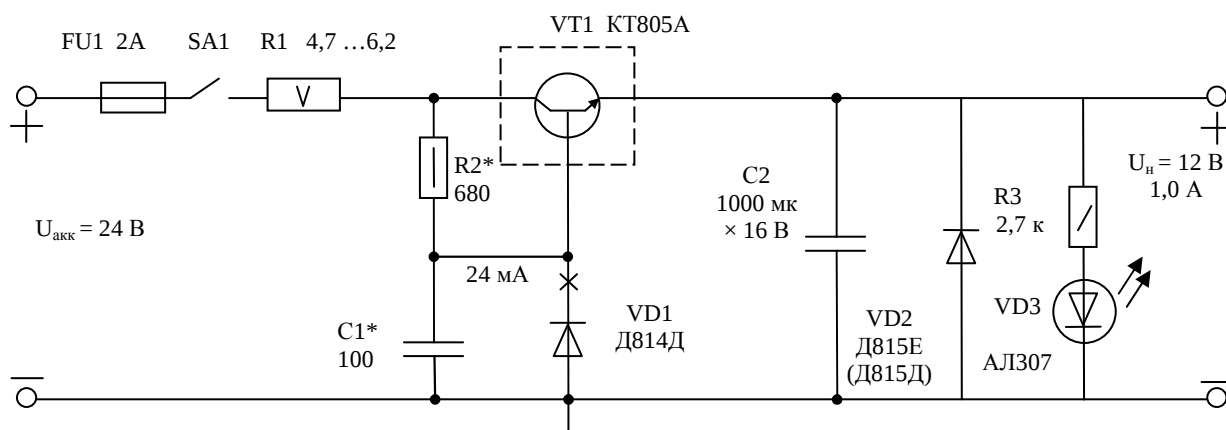


Рис. 3. Схема преобразователя 24 В → 12 В

Резистор R1 снижает рассеиваемую мощность электронного силового элемента, обеспечивая при этом номинальное его входное напряжение при максимальном токе нагрузки. Рассчитать его можно, как

$$R_{огр} = \frac{U_{акк} - U_{вх.ном.стаб.}}{I_{н.мах}} \text{ (Ом)}.$$

Допустимая рассеиваемая мощность

$$P = I_{мах}^2 \cdot R_{огр} \text{ (Вт)}.$$

Используются мощные силовые элементы типа ПЭВ или им аналогичные.

Допустимая мощность потерь на силовом элементе

$$P_{вт} = (U_{акк} - U_{н} - I_{мах} \cdot R_{огр}) \cdot I_{мах}.$$

Конденсатор C1 служит фильтром высокочастотных помех при работе генератора подзарядки. Конденсатор C2 во выходной цепи используется как резерв энергии при импульсном потреблении переменной нагрузкой, превышающей допустимые потери на R1. При элементах схемы, обеспечивающих больший ток нагрузки, его номинал также должен быть увеличен.

Стабилитрон VD2 предназначен для защиты подключенной аппаратуры от перенапряжений при неисправностях схемы. Тип его выбирают на напряжение, превышающее номинальное выходное, но не превышающее максимально допустимого для данного вида используемой нагрузки из класса мощных, в

данном случае Д815Е (15 В). Для $U_n = 12$ В возможно применение и Д815Д (12 В), подобрав с учетом разброса параметров на отсутствие тока или незначительное потребление в холостом режиме. Возможна и корректировка последовательным включением диода в прямом направлении, выдерживающего режим короткого замыкания в нагрузке. Применим и вариант последовательно соединенных нескольких мощных стабилитронов, в данном случае Д815А + Д815В, двух Д815В и т.д.

Схема сохраняет работоспособность и исправность после воздействий перегрузок и коротких замыканий в выходной цепи, так как таковые приводят лишь к понижению или отсутствию выходного напряжения, обеспечивая автоматическое ее самовосстановление работоспособности при снятии этих нагрузок в силу того, что выходной ток ограничен минимальным или его отсутствием через опорный стабилитрон.

В зависимости от типа используемого регулируемого элемента VT1 (его коэффициента передачи по току β) предельный ток по этой схеме можно изменять в некоторых пределах. Изменение предельного максимального тока нагрузки возможно и изменением тока стабилитрона VD1 (в большую и меньшую стороны) с подбором параметров R2, учитывая допустимый предельный ток на данный тип используемого стабилитрона, а также применением иного на другой допустимый ток, организовав последовательное соединение однотипных с иным предельным током. Повысить предельный ток в нагрузке возможно и применением в качестве VT1 составного транзистора.

В таблице 1 приведены сведения о типах элементов и их параметров при использовании аккумуляторных батарей напряжением 24 и 12 В для различных номиналов напряжений питаемых устройств.

Таблица 1

Элемент	Выходное напряжение, В (для аккумулятора 24 В)				Выходное напряжение, В (для аккумулятора 12 В)		
	12	9	6	5	9	6	5
R1, Ом (Вт)	4,7...6,2 (6)	6,8...8,2 (8)	8,2...10 (10)	10...11 (11)	–	–	–
	2 (50)	2,4 (60)	3 (75)	3,1 (77)	–	0,6 (15)	0,8 (20)
R2, Ом	680	680	910	510	910	270	120
	620	620	860	470	1	300	120
R3, кОм	2,7	2,4	1,2	0,82	2,4	1,2	0,82
VD1 ($I_{доп}$, мА)	Д814Д (24) Д813 (20) КС211Б (33)	КС196А, Б, В, Г (20) КС211В (33) Д814В (32) Д818Г (33) Д809 (29)	КС168А (45)	КС156А (55)	КС196А, Б, В, Г (20) КС211В (33) Д814В (32) Д818Г (33) Д809 (29)	КС168А (45)	КС156А (55)
VD2	Д815Е (Д815Д)	Д815Г	Д815Б	Д815А	Д815Г	Д815Б	Д815А
I_n макс., А	1,0	1,8	1,3	1,8	1,4	1,0	1,7
	5,0						

При использовании составного транзистора типа КТ829А (Б, В, Г) предельный выходной ток по схеме (рис. 3) составляет величину 5 А. В этом случае параметры элементов R1 и R2 указаны в таблице 1 во вторых строчках. Ограничительный резистор R1 представляет собой кусочек спирали высокоомного провода, выполненного с монтажом под винтовое соединение.

Емкость C2 в этом случае рекомендуется повысить до 4000 мкФ.

Возможна и схема, реализованная на составном транзисторе из дискретных элементов, например, для регулирования скорости вращения охлаждающего вентилятора в салоне (рис. 4).

Переключатель S1 преобразователя с регулируемым выходным напряжением обеспечивает коммутацию полного (прямого) и регулируемого напряжений. Эта схема при исключении R2, R3 добавлением гасящего резистора и выходных элементов аналогична реализованной на составном транзисторе в интегральном исполнении при $I_n = 5$ А и соответствующими параметрами элементов, указанных в таблице 1. Корректировке подлежит R1 по контролю максимального тока через стабилитрон.

Аналогичным образом может быть реализована и схема на ИМС (рис. 5).

Резистор R1 снижает рассеиваемую мощность интегральной микросхемы, обеспечивая таким образом номинальную величину для нее тока. Без использования R1 (VD1) максимальный ток в нагрузке на выходное напряжение 12 В из критерия предельно допустимой максимальной мощности для ИМС, учитывая напряжение аккумулятора в режиме доподзаряда ≈ 27 В, составит 0,6 А.

Для выходных номиналов напряжений 6 и 5 В (допустимое входное напряжение соответствующих ИМС составляет 15 В) по критерию повышения величины тока нагрузки до допустимого для ИМС возможно при использовании VD1 с обязательно подключенным $R_{\text{доп}}$, обеспечивающего минимальный ток примененных мощных стабилитронов, т.е. их работоспособность, создавая на них при этом напряжение потерь. Применение в качестве гасящего R1 в этом случае недопустимо из-за превышения предельного входного напряжения тока для данных ИМС при малых токах в нагрузке.

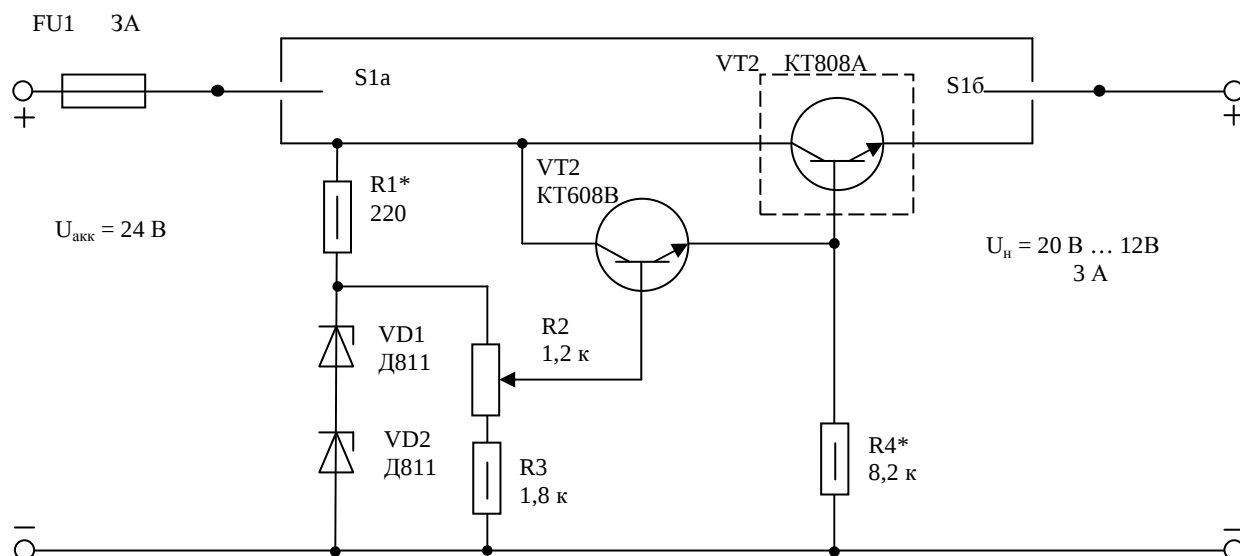


Рис. 4. Схема преобразователя с регулируемым выходным напряжением

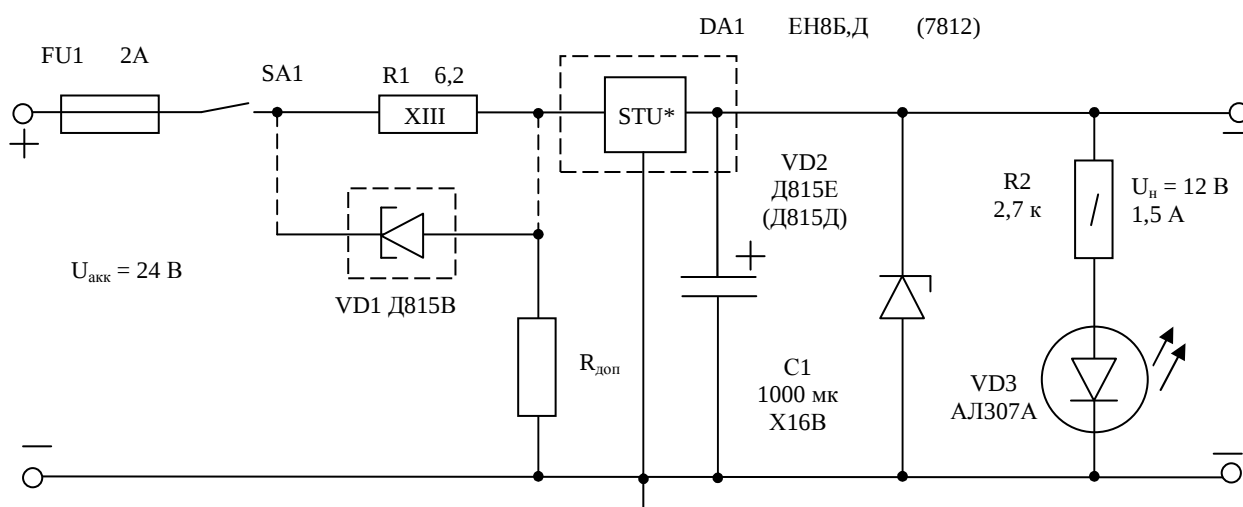


Рис. 5. Схема преобразователя напряжения 24 В → 12 В на ИМС

Использование мощного стабилитрона вместо гасящего резистора делает схему прецизионной и высокопомехоустойчивой. Однако в этом случае для иных выходных напряжений ток будет несколько ограничен допустимым для этого стабилитрона.

Типы элементов и их параметры для различных номиналов питающих напряжений представлены в таблице 2. Данные по VD2 и резистору в цепи светодиода соответствуют схеме по рисунку 3 и таблице 1.

Возможно использование схемы и двухступенчатого стабилизатора (рис. 6). Первый каскад обеспечит выходное напряжение 15 В и максимальный ток: при использовании резистора R1 4,3 Ом 1,5 А; VD1 1,4 А и прямом включении 0,75 А. В однокаскадном режиме его можно также использовать как самостоятельный преобразователь на 15 В. Защитным стабилитроном в этом случае может быть Д815Ж (18 В) или индивидуальным подбором Д815Е (15 В).

В двухкаскадном режиме для выходного номинала 6 В можно обеспечить максимальный ток в 1,5 А при включении R1 с заданными в схеме параметрами и R2 3 Ом, 7 Вт. Применение R1 или VD1 и VD2

составит 1,4 А, и прямое включение второго каскада с включенным R1 или VD2 обеспечат 1,1 А. Для напряжения на нагрузке 5 В максимальный ток в 1,5 А будет обеспечен включением R1 и R2 4,1 Ом 9 Вт. Включение R1 или VD1 и VD2 обеспечат ток в 1,4 А и R1 или VD1 и прямом включении DA2 1,1 А.

Таблица 2

U _{акк} , В	U _н , В	I _н , А	R1, Ом/Вт	Тип DA1	U _{вх} , В DA1	P _{доп} , Вт I _{доп} , А
			VD1 Тип/А			
			прямое включение			
24 (27 max)	12	1,5	6,2/13	ЕН8Б,Д (7812)	14,5...35	9/1,5
		0,95	Д815В/0,95			
		0,6	прямое включение			
	9	1,5	8,2/18	ЕН8А, Г (7809)	11,5...35	9/1,5
		0,65	Д815Д/0,65			
		0,5	прямое включение			
	6		не используется	ЕН8Б,Г (7806)	8,5...15	10/3
		0,55	Д815Е/0,55			
			не используется			
	5	0,55	Д815Е/0,55	ЕН5А,В (7805)	7,5...15	10/3
			не используется			
			не используется			
12 (15 max)	9		не используется	ЕН8А,Г (7809)	11,5...35	9/1,5
			не используется			
		1,5	прямое включение			
	6	1,6	1,1/10	ЕН5Б,Г (7806)	8,5 ... 15	10/3
			не используется			
		1,1	прямое включение			
	5	1,5	1,5/3	ЕН5А,В (7805)	7,5...15	10/3
			не используется			
		1,0	прямое включение			

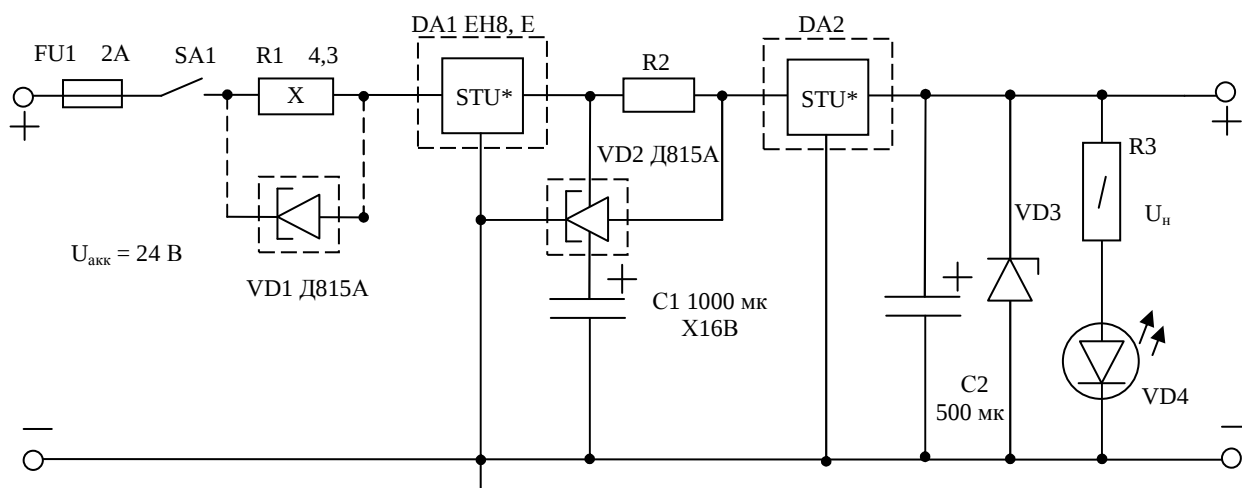


Рис. 6. Схема преобразователя на двух ИМС

Аналогичным образом могут быть реализованы преобразователи и на иные входные и выходные напряжения и токи в нагрузке, отличные от рассмотренных, а также с применением иной элементной базы.

С точки зрения экономичности все схемы можно рассматривать по коэффициенту полезного действия (η) как последовательное прохождение тока в нагрузку через схему преобразователя с процентными в ней потерями, соответствующими соотношению выходного и входного напряжений (табл. 3).

Таблица 3

Соотношение напряжений	24	24	24	24	24	12	12	12
	15	12	9	6	5	9	6	5
η , %	62,5	50	37,5	25	20,9	75	50	41,7

К примеру, максимальный ток автомагнитолы с излучателем звука в 4 Вт на максимальной громкости при питающем напряжении 12 В составляет $\approx 0,3$ А, что является незначительным относительно иных потребителей (освещение и т.п.) при соответствующих массогабаритных показателях.

Возможен, кроме рассмотренных схем, и упрощенный подход к реализации преобразователей с применением стабилитронов в последовательном или параллельном их включении относительно питающего аккумуляторного напряжения (рис. 7).

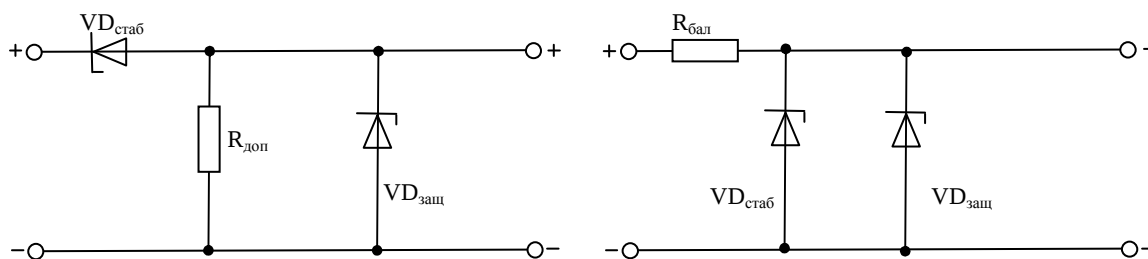


Рис. 7. Преобразователи с использованием стабилитронов

Резистор $R_{доп}$ выполняет функцию, аналогичную рисунку 5. Параллельное включение на нагрузку с изменяющимся токовым расходом менее экономично, так как при отсутствии тока или его незначительности через рабочий стабилитрон $VD_{стаб}$ протекает максимальный ток.

Закключение. Экспериментально изготовленные преобразовательные блоки в существенном количестве испытаны на протяжении ряда лет на двух предприятиях.

Внедрение преобразователей на автотранспорте и как адаптерное устройство для иных электронных потребителей позволит в некоторой степени устранить имеющийся пробел электроники, выражающийся в отсутствии возможности подключения ряда радио-, теле- и компьютерных устройств и использовании их в особенности на автотранспорте при соответствующей низкой себестоимости изготовления, дефиците комплектующих, а также надежности и длительности их эксплуатации ввиду доступной элементной базы. Кроме этого, для их восстановления не требуется высококвалифицированный персонал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интегральные стабилизаторы напряжения. Справочный листок // Радио. – 1990. – № 8. – С. 89–90.
2. Обозначения интегральных стабилизаторов напряжения и справочные данные // Радиомир. – 2005. – № 3. – С. 43.
3. Булычев, А.Л. Аналоговые интегральные схемы: Справочник / А.Л. Булычев, В.И. Галкин, В.А. Прохоренко. – Минск: Беларусь, 1993. – 382 с.
4. Полупроводниковые приборы: Транзисторы. Справочник / В.Л. Аронов [и др.]; под общ. ред. Н.Н. Горюнова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 304 с.
5. Редько, П.П. Питание радиоаппаратуры от аккумуляторов / П.П. Редько // Радиомир. – 2010. – № 3. – С. 13–14.
6. Редько, П.П. Питание радиоаппаратуры от аккумуляторов / П.П. Редько // Радиомир. – 2011. – № 4. – С. 11–12.

Поступила 06.06.2014

THE POWER SUPPLY OF THE ELECTRO-RADIO-TELECOMPUTER EQUIPMENT FROM AUTOMOBILE ACCUMULATORS

S. ZAVISTOVSKIY, P. REDKO

The circuitry of converters of direct current for power supply of radio, television, and computer equipment, as well as other kinds of electrode devices of various feeding values, constant on a voltage sign, from automobile accumulators are considered. The attention to use for this purpose of available element base, including the dismantled domestic radio television equipment is paid. The maximum simplification of circuitry in order to reach a high degree of maintainability, low cost of production, reliability, and durability is chosen as the priority direction.