

Рис. 3

ки невелика, но при дальнейшем повышении температуры она возрастает. Если в процессе работы нагрузка уменьшится и температура теплоотвода снизится до приемлемого значения, транзистор вновь закроется и напряжение на вентилятор перестанет поступать.

Большинство деталей блока питания монтируют на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, чертеж которой показан на рис. 2. Плата рассчитана на применение постоянных резисторов P1-4, МЛТ, подстроечного СП3-19а, пленочного конденсатора К73-17 (С5) и ок-

сидных серии ТК фирмы Jamicon (остальные). Если не требуется выходной ток более 1,5 А, вместо LM1084IT-ADJ допустимо использовать интегральный стабилизатор LM317Т или КР142ЕН12А. В выпрямителе можно применить диоды Шотки с допустимым прямым током не менее 3 А и обратным напряжением более 50 В. Светодиод HL1 — любой красного цвета свечения с прямым напряжением около 2 В и предельным током 10...20 мА. Для охлаждения микросхемы DA1 применен теплоотвод с вентилятором от микропроцессора персонального компьютера. К нему крепят смонтиро-

ванную плату и микросхему, а в непосредственной близости от нее (со стороны установки микросхемы) эпоксидным клеем приклеивают терморезистор RK1.

Внешний вид смонтированной платы и примененного трансформатора показаны на рис. 3. Их помещают в корпус, на передней стенке которого крепят светодиод, переменный резистор R3 (СПО, СП4-1), выключатель питания SA1 и выходные гнезда XS1, XS2.

Наладивание блока питания сводится к установке движка подстроечного резистора R2 в такое положение, при котором вентилятор включается по достижении температурой теплоотвода заданного значения (например, +45 °С). Интервал регулирования выходного напряжения можно изменить подбором резистора R4.

В процессе эксплуатации блока следует помнить, что при выходном напряжении 10,5...12 В ток нагрузки не должен превышать 1,5...2,5 А, иначе возрастет амплитуда пульсаций. Обусловлено это тем, что для нормальной работы стабилизатора DA1 будет недостаточно напряжения на выходе выпрямителя. При выходном напряжении менее 8...9 В ток нагрузки может достигать 4 А. Если же необходим больший ток, придется применить более мощный трансформатор, однако следует учесть, что предельное значение тока стабилизатора LM1084IT-ADJ всего 5 А.

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов, фото — автора

Преобразователь напряжения для питания ноутбука от автомобильного аккумулятора

С. МУРАЛЕВ, г. Димитровград Ульяновской обл.

Предлагаемый преобразователь напряжения предназначен для питания ноутбука от бортовой сети автомобиля. В статье приведены пример расчета такого преобразователя и вариант его конструктивного исполнения. Предложенная методика применима для расчета аналогичных преобразователей напряжения мощностью до 60 Вт.

Для автомобильного путешествия потребовался повышающий преобразователь напряжения 12/18 В с выходным током до 3,2 А, который бы обеспечивал питание ноутбука Iru Stilo 1514 от автомобильной аккумуляторной батареи.

Такое устройство можно сделать на основе популярной отечественной микросхемы КР1156ЕУ5 или ее иностранном аналоге MC34063 [1, 2]. Схема преобразователя напряжения, отвечающего этим требованиям, показана на рис. 1.

Технические характеристики устройства

Входное напряжение, В	12...14
Выходное напряжение, В	18 В ±1%
Максимальный выходной ток, А	3,2
Максимальная выходная мощность, Вт	57,6
КПД, %	85
Частота преобразования, кГц	40
Пульсации выходного напряжения, В	0,18
Габаритные размеры, мм	115×90×55
Масса, кг	0,6

Для выбора номиналов, типов элементов и их конструктивного исполнения была использована методика, изложенная далее. Сначала определяли сопротивление резисторов R1—R3, емкость конденсаторов C3—C5 и индуктивность дросселя L1 [3, 4]. Расчет проводят в следующей последовательности.

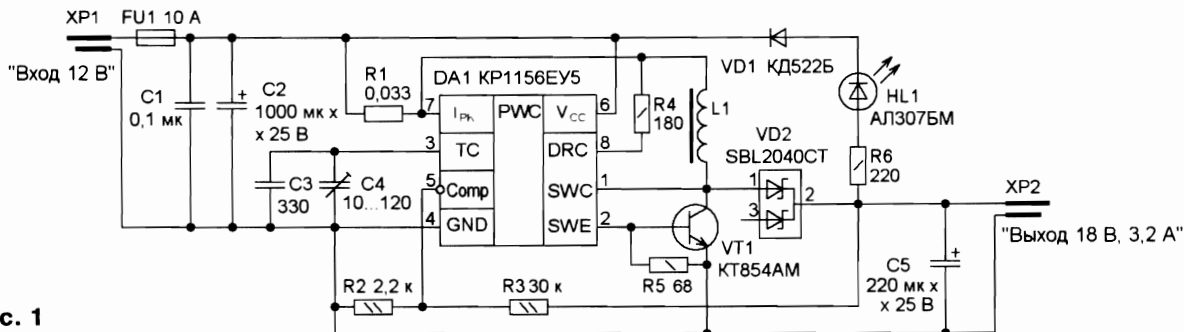


Рис. 1

Рассчитывают соотношение

$$\frac{t_{\text{вкл}}}{t_{\text{выкл}}} = \frac{U_{\text{вых}} + U_{\text{д}} - U_{\text{вх}}}{U_{\text{вх}} - U_{\text{нас}}} = 0,56,$$

где $t_{\text{вкл}}$, $t_{\text{выкл}}$ — интервалы времени, в течение которых транзистор VT1 открыт и закрыт соответственно; $U_{\text{вх}}$ — входное напряжение (12 В); $U_{\text{вых}}$ — выходное напряжение (18 В); $U_{\text{д}}$ — падение напряжения на выпрямительном диоде VD2 (0,6 В); $U_{\text{нас}}$ — напряжение насыщения транзистора VT1 (0,3 В).

Пиковый ток $I_{\text{пик}}$ транзистора VT1:

$$I_{\text{пик}} = 2I_{\text{вых}} \left(\frac{t_{\text{вкл}}}{t_{\text{выкл}}} + 1 \right) = 9,98 \text{ А},$$

где $I_{\text{вых}}$ — выходной ток (3,2 А).

Полученное значение следует учитывать при выборе типа транзистора VT1. Далее находят сопротивление резистора R1:

$$R1 = \frac{0,33}{I_{\text{пик}}} = 0,033 \text{ Ом}.$$

Резистор такого сопротивления можно изготовить из отрезка нихромовой проволоки диаметром 2 и длиной 95 мм.

Для расчета индуктивности дросселя L1 можно воспользоваться он-лайн калькулятором "Boost Converter" [5]. Выбрав частоту преобразования $F = 40 \text{ кГц}$, в соответствии с рекомендациями [3], и подставив значения входного напряжения и выходных тока и напряжения, получим $L1 = 172 \text{ мкГн}$, что близко к рекомендованному значению (180 мкГн) [4]. Был выбран тороидальный альсиферовый магнитопровод K45×28×20 с начальной магнитной проницаемостью $\mu = 35$. Длина средней магнитной линии магнитопровода

$$l_{\text{ср}} = \frac{\pi(D_{\text{внеш}} + D_{\text{внутр}})}{2},$$

где $D_{\text{внеш}}$, $D_{\text{внутр}}$ — внешний и внутренний диаметры магнитопровода. Расчет числа витков выполнен с помощью программы "L.Ferrum v2.2" [6], полученное значение $N = 51$ виток. Для намотки применен провод ПЭВ-2 0,8, витки следует равномерно распределить по магнитопроводу — это рекомендуется делать для снижения потерь.

Далее следует найти максимальную магнитную индукцию $B_{\text{макс}}$ в магнитопровод, чтобы определить, не будет ли он входить в насыщение:

$$B_{\text{макс}} = \frac{\mu_0 I_{\text{пик}} N}{l_{\text{ср}}} = 0,195 \text{ Тл},$$

где μ_0 — абсолютная магнитная проницаемость вакуума ($4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$).

$B_{\text{макс}}$ должна быть менее 0,3 Тл для ферритовых магнитопроводов и менее 1 Тл для магнитопроводов из альсифера [3]. Полученное значение удовлетворяет этим требованиям.

Сопротивления резисторов R2, R3 определяют из соотношения

$$U_{\text{вых}} = 1,25 \left(1 + \frac{R3}{R2} \right).$$

Приняв $R3 = 30 \text{ кОм}$, получим $R2 \approx 2,2 \text{ кОм}$.

Конденсаторами C3 и C4 устанавливают частоту преобразования, их емкость (пФ) находят из соотношений

$$t_{\text{выкл}} = \frac{1}{\left(\frac{t_{\text{вкл}}}{t_{\text{выкл}}} + 1 \right) F}$$

$$C3 + C4 = 4t_{\text{выкл}} \cdot 10^{-5} = 360 \text{ пФ}.$$

В заключение расчетов находят емкость конденсатора C5:

$$C5 = \frac{I_{\text{п.вых}} t_{\text{вкл}}}{U_{\text{п.вых}}},$$

где $U_{\text{п.вых}}$ — амплитуда пульсаций выходного напряжения.

Приняв амплитуду пульсаций 1 % от выходного напряжения, получим $C5 = 160 \text{ мкФ}$ и выбираем 220 мкФ.

Светодиод HL1 индицирует включение преобразователя напряжения, диод

VD1 защищает светодиод от обратного напряжения.

Большинство деталей монтируют на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на рис. 2. Транзистор VT1 и диод VD2 через теплопроводящие изолирующие прокладки устанавливают на ребристом теплоотводе размерами 55×20×30 мм, который затем крепят на плате.

Применены постоянные резисторы МЛТ, C2-23, оксидные конденсаторы К50-35 или импортные, подстроечный TZ03R121E169 фирмы Murata, конденсатор C1 — К73-17, C3 — К10-17. Транзистор КТ854АМ можно заменить на КТ854БМ, КТ819БМ с коэффициентом передачи по току не менее 15. Диодную

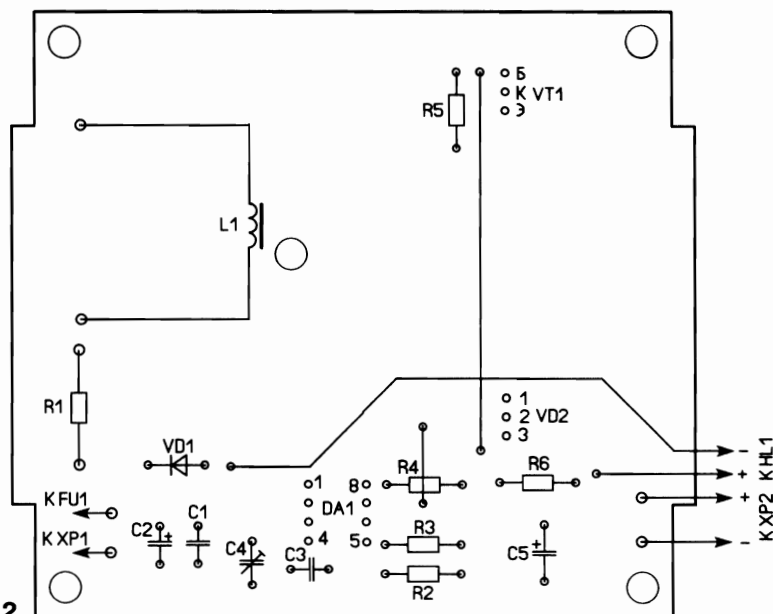
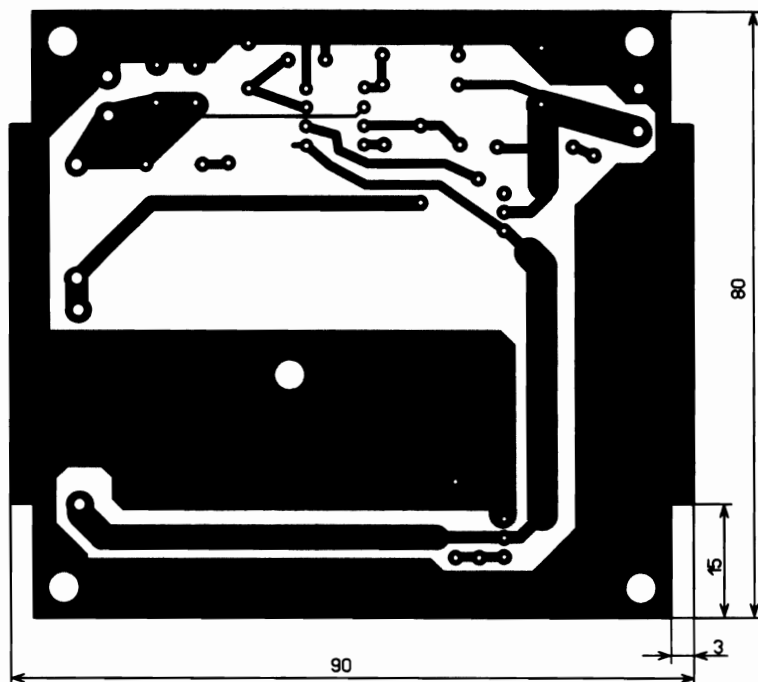


Рис. 2

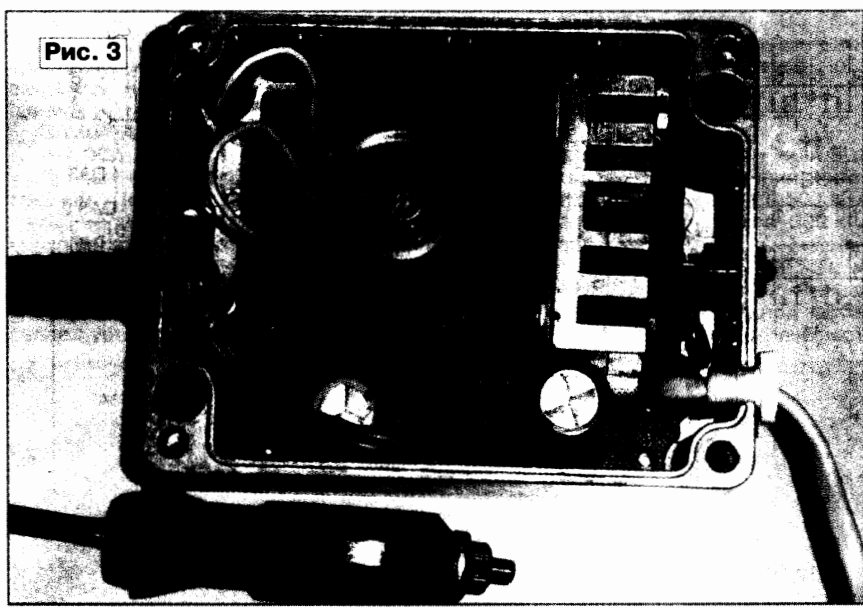


Рис. 3

сборку SBL2040CT — на сборку MBR1535CT—MBR1560CT, КД270BC—КД270EC. Светодиод может быть любой из серий AL307, КИПД21, КИПД24, диод VD1 — любой маломощный выпрямительный.

Налаживание сводится к установке частоты преобразования, соответствующей максимальному КПД. Для этого вход преобразователя через амперметр подключают к источнику постоянного напряжения 12 В и мощностью не менее 100 Вт, в качестве которого можно применить импульсный блок пи-

тания от компьютера. К выходу преобразователя подключают нагрузочный резистор сопротивлением 5,1 Ом и мощностью 50 Вт (например, ПЭВ-50) и параллельно ему — вольтметр постоянного тока. Плавно изменяя конденсатором С4 частоту преобразования, добиваются минимального значения входного тока при неизменном выходном напряжении. Если не требуется получить максимальный КПД преобразователя, конденсатор С4 можно не устанавливать, но емкость конденсатора С3 должна быть 360 пФ.

Печатную плату размещают в литом алюминиевом корпусе (наименование G113, производитель — фирма Gainta) размерами 115×90×55 мм (рис. 3). Для подключения к бортовой сети автомобиля применена вилка прикуривателя с внутренним предохранителем, для подключения к ноутбуку — вилка NP-117A, ее центральный контакт соединяют с "+" конденсатора С5. Для соединения использован медный многожильный провод в ПВХ изоляции сечением не менее 2,5 мм².

Эксплуатация преобразователя в шестнадцатидневном автомобильном путешествии показала его высокую надежность и подтвердила правильность приведенных расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов Б. Ю. Силовая электроника для любителей и профессионалов. — М.: Солон, 2001.
2. Бирюков С. Преобразователи напряжения на микросхеме KP1156EY5. — Радио, 2001, № 11, с. 38, 39, 42.
3. Кузнецов А. Трансформаторы и дроссели для импульсных источников питания. — <<http://members.kern.com.au/users/akouz/chokes.html>>.
4. Theory and Applications of the MC34063 and uA78S40 Switching Regulator Control Circuits. — <<http://www.onsemi.com/pub/Collateral/AN920-D.PDF>>.
5. Он-лайн калькулятор расчета индуктивности для повышающего преобразователя "Boost Converter". — <http://schmidt-walter.eit.h-da.de/smps_e/aww_smps_e.html>.
6. Программа "L.Ferrum v2.2". — <<http://ua1zh.narod.ru/program/lf220.exe>>.

Редактор — И. Нецаев, графика — И. Нецаев, фото — автора

Лабораторный блок питания на микроконтроллере

Д. МАЛЬЦЕВ, г. Москва

Предлагаемый лабораторный блок питания имеет ручную регулировку выходного напряжения и встроенную защиту по току, порог и задержку срабатывания которой можно изменять в широких пределах. Режимы работы устройства, а также текущие значения выходного тока и напряжения отображаются на ЖК индикаторе.

Выходное напряжение блока питания можно изменять в пределах 1,25...26 В, максимальный выходной ток — 2 А. Порог срабатывания защиты по току можно изменять в пределах 0,01...2 А с шагом 0,01 А, а задержку срабатывания — в пределах 1...10 мс с шагом 1 мс и 10...100 мс с шагом 10 мс.

Стабилизатор напряжения (рис. 1) собран на микросхеме LT1084-ADJ (DA2). Она обеспечивает выходной ток до 5 А и имеет встроенные узлы защиты как от перегрева (температура срабатывания около 150 °С), так и от превышения выходного тока. Причем порог срабатывания защиты по току зависит от падения напряжения на микросхеме (разности входного и выходного напряжений). Если падение напряжения не превышает 10 В, максимальный выход-

ной ток может достигать 5 А, при увеличении этого напряжения до 15 В он уменьшится до 3...4 А, а при напряжении 17...18 В и более не превысит 1 А. Регулировку выходного напряжения в интервале 1,25...26 В осуществляют переменным резистором R8.

Для обеспечения в блоке питания выходного тока до 2 А во всем интервале выходных напряжений применено ступенчатое изменение напряжения на входе стабилизатора DA2. Четыре двухполупериодных выпрямителя собраны на понижающем трансформаторе Т1 и диодах VD1—VD8. Выпрямитель на диодах VD1, VD2 и стабилизатор напряжения DA1 предназначены для питания микроконтроллера DD1, ОУ DA3 и цифрового индикатора HG1. Выходное напряжение выпрямителя на диодах VD5,

VD6 составляет 9...10 В, на диодах VD4, VD7 — 18...20 В, а на VD3, VD8 — 27...30 В. Выходы этих трех выпрямителей, в зависимости от значения выходного напряжения блока питания, через полевые транзисторы оптореле U1—U3 могут быть подключены к сглаживающему конденсатору С4 и входу стабилизатора DA2. Управление оптореле осуществляет микроконтроллер DD1.

Переключаемый транзистор VT1 выполняет функцию электронного ключа, он по команде микроконтроллера DD1 подключает или отключает напряжение стабилизатора от выхода (гнездо XS1) блока питания. На резисторе R14 собран датчик тока, напряжение на нем зависит от выходного тока. Это напряжение усиливается масштабирующим усилителем постоянного тока на ОУ DA3.1 и с выхода буферного усилителя на ОУ DA3.2 поступает на линию PC0 (вывод 23) микроконтроллера DD1, которая сконфигурирована как вход встроенного АЦП. Отображение режимов работы блока питания, а также текущих значений тока и напряжения осуществляет ЖК индикатор HG1.

При включении блока питания на выходе PC3 микроконтроллера DD1, независимо от выходного напряжения, установится высокий логический уровень, полевые транзисторы оптопары U1 откроются и ко входу стабилизатора DA2 будет подключен выпрямитель на диодах VD3, VD8 (27...30 В). Далее осу-