

Разработка преобразователя постоянного напряжения с гальванической развязкой на микросхеме TOP104Y

Преобразователи постоянного напряжения (DC/DC конвертеры) используют принцип действия импульсных источников питания и применяются для того, чтобы преобразовать одно напряжение постоянного тока в другое.

Конвертеры DC/DC широко используются в оборудовании для вычислительной и авиационно-космической техники, автоматизированных системах управления, средствах связи и т. д. В последнее время широкое распространение получили интегральные DC/DC конвертеры. Они выпускаются в стандартных пластмассовых или металлических корпусах с возможностью монтажа на печатную плату. Во многих случаях преобразователи разных фирм-производителей взаимозаменяемы друг с другом.

Оптимальной стратегией применения DC/DC конвертеров является их использование в распределенных (децентрализованных) системах питания. Распределенной считается система, которая физически и функционально разделена таким образом, что конечный этап формирования питающего напряжения происходит непосредственно на плате, как можно ближе к нагрузке. Структурные типы системы питания показаны на рис. 1, а (централизованная система) и рис. 1, б (распределенная система).

Применение распределенной системы питания позволяет:

- снизить величину тока на шине питания, вследствие чего упрощается конструкция и уменьшаются габариты шины питания, объединяющей платы, и разъемов подачи напряжения к печатным платам;
- уменьшить электрические потери;
- применить модульный принцип построения системы, при котором выход из строя одной платы не влечет за собой выход из строя всей системы в целом.

В настоящее время такие фирмы, как, например, Analog Devices, Artesyn, Astec, Lucent Technologies, Ericsson и др. представили на рынке большое количество интегральных DC/DC конвертеров, пригодных практически для любого случая. Однако стоимость их, как правило, достаточно высока (порядка \$60-90).

В большинстве случаев при выборе преобразователя его миниатюрность не является необходимостью. Как правило, к преобразователю выдвигаются следующие требования: надежность, простота конструкции и умеренная стоимость. В этом случае возможно применение DC/DC конвертеров собранных на дискретных элементах с применением спе-

циализированных интегральных схем. В последние годы появилось много интегральных схем, успешно решающих эту проблему. Хорошие микросхемы для DC/DC преобразователей разработаны фирмами Power Integrations (серия микросхем TOPSwitch), ST-Microelectronics (серия микросхем Viper), Samsung (серия микросхем Samsung Power Switch) и другими.

Автором данной статьи была предпринята попытка разработать преобра-

зователь на дискретных элементах с применением специализированной микросхемы TOP104Y фирмы Power Integrations. TOP104Y — интегральная микросхема, поддерживающая основные функции, необходимые для DC/DC преобразователей, и рассчитанная на работу при входном напряжении от 18 до 90 В.

Выбор пал на микросхему именно этой фирмы по нескольким причинам. Во-первых, техническая информация о микросхемах TOPSwitch уже появилась в отечественной печати [1—3]. Во-вторых, на сайте фирмы [4] можно получить исчерпывающую техническую информацию о микросхемах и их применении. И в-третьих, фирма Power Integrations по запросу разработчиков высылает компакт-диск с технической документацией и программой автоматизированного проектирования PI Expert 2.5, причем делает это очень оперативно. Пример работы программы автоматизированного проектирования PI Expert 2.5 при-

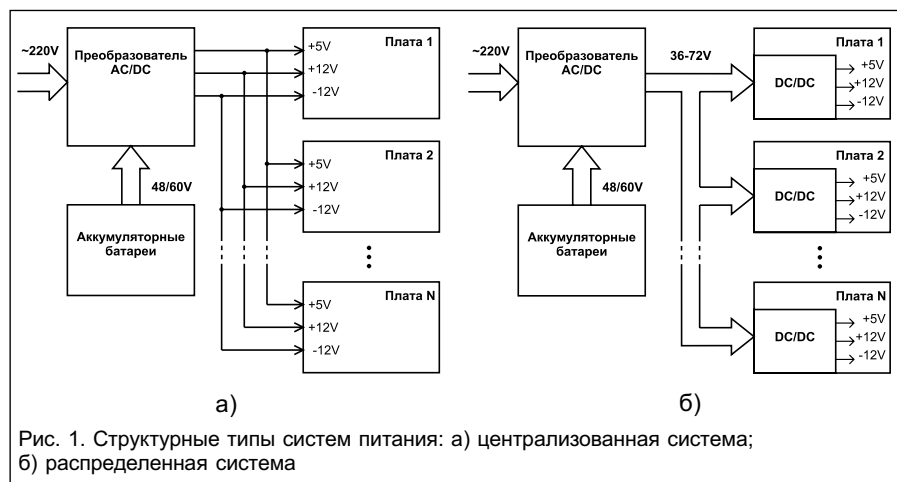


Рис. 1. Структурные типы систем питания: а) централизованная система; б) распределенная система

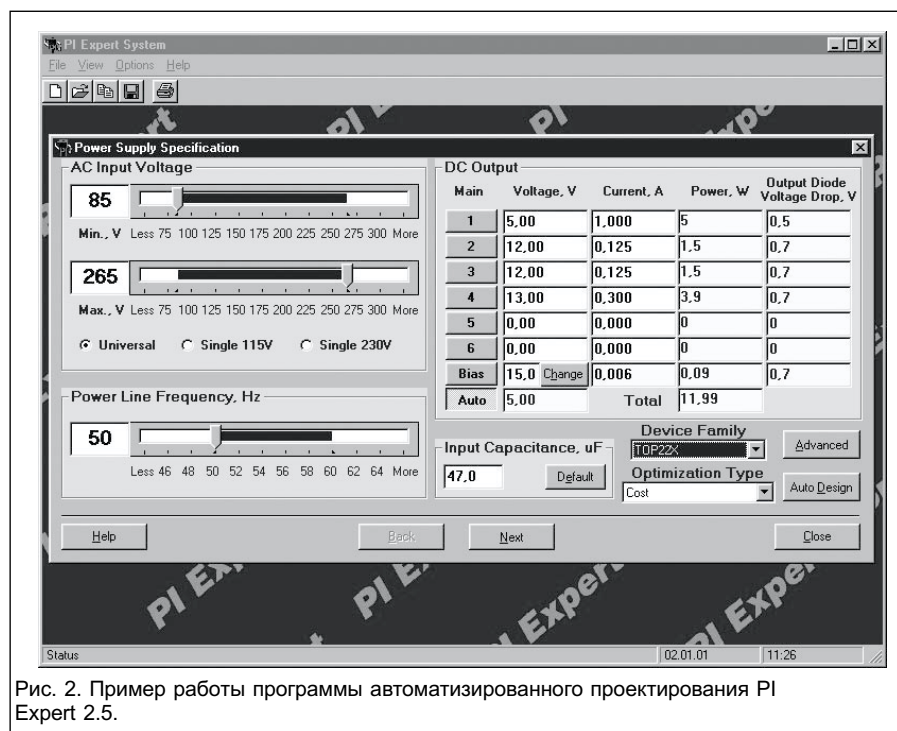


Рис. 2. Пример работы программы автоматизированного проектирования PI Expert 2.5.

веден на рис. 2. Интерфейс программы незамысловат, но очень удобен и понятен.

Кроме того, автору приходилось видеть существующее серийное как бытовое, так и промышленное оборудование, в котором применяются микросхемы серии TOPSwitch.

Габариты и выводы разработанного преобразователя повторяют конструктив интегрального DC/DC конвертора NFC25-48T05-12 фирмы Artesyn. Это было сделано специально для того, чтобы можно было сравнить работу конвертора в реально существующем устройстве и при необходимости заменить один на другой. Различие состоит в том, что в разработанном преобразователе введено дополнительное выходное напряжение +12 В. На схеме устройства оно показано как =12 В. Это было сделано, чтобы развязать питание по напряжению +12 В для аналоговых микросхем (± 12 В) и реле (=12 В).

Преобразователь работает при входном напряжении от 36 до 75 В. Выходные параметры DC/DC конвертора представлены в табл. 1.

Таблица 1. Выходные параметры DC/DC преобразователя

Напряжение, В	+5	+12	-12	-12
Ток (номинальный), мА	800	100	100	300

На рис. 3 показан внешний вид преобразователей.

Принципиальная схема DC/DC конвертора, показанная на рис. 4, представляет собой обратноходовый стабилизированный преобразователь напряжения, работающий по принципу регулирования по первичной цепи с использованием дополнительной обмотки смещения трансформатора. Выходная мощность DC/DC конвертора составляет 10 Вт. Коэффициент полезного действия (КПД) — порядка 82–84%.

Более подробное описание интегральных микросхем фирмы Power Integrations и описание работы преобразователей, собранных на этих мик-

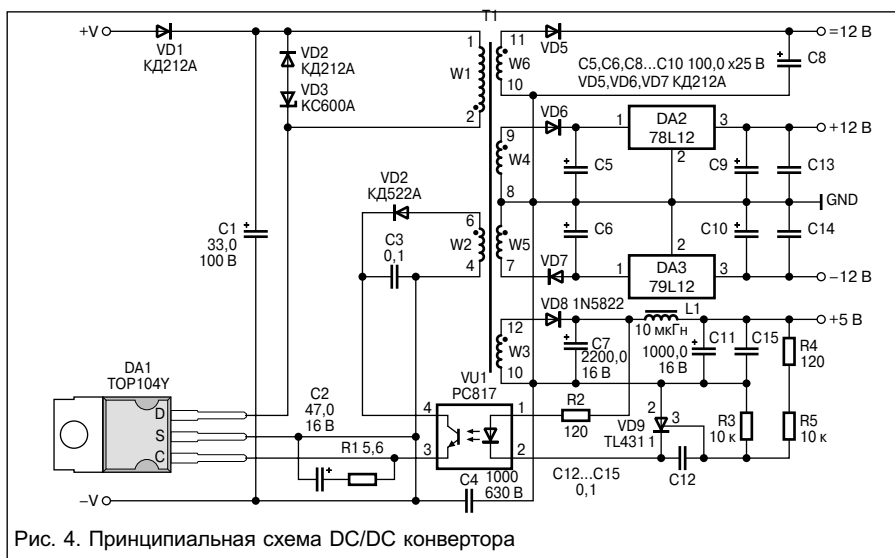


Рис. 4. Принципиальная схема DC/DC конвертора

росхемах можно посмотреть в [1, 2–4].

На рис. 5 показана топология печатной платы и расположение элементов на ней. Габариты печатной платы — 60x78 мм.

В преобразователе везде, где это было возможно, использованы детали отечественного производства. Конденсатор C2 — типа K50-35, C3, C12–C15 — типа K10-176 на напряжение не менее 25 В, C4 — типа K10-42 на рабочее напряжение 630 В. Все резисторы — типа C2-23 соответствующей мощности.

КПД преобразователя можно повысить, если из схемы исключить защитный диод VD1. Вместо диода VD1 необходимо впаять перемычку или предохранитель на 0,5 А.

В качестве магнитопровода трансформатора T1 используется сердечник типоразмера KB8 марки M2500HMC1-15-250 (величина зазора составляет 0,28 мм). Для намотки обмоток трансформатора используется намо-

точный каркас (КБВС.686440.212) и крепежные скобы (4а8.668.489). Все обмотки намотаны проводом ПЭЛШО 0,28. Первичная обмотка W1, обмотки W3–W6 и обмотка смещения разделены между собой слоем лакоткани. Данные о количестве витков и проводов в обмотках представлены в табл. 2.

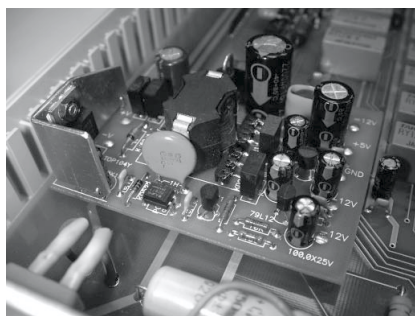
Микросхему DA1 необходимо разместить на радиаторе, как показано на рис. 3, а. Интегральную микросхему TOP104Y можно заменить на микросхему TOP226Y или TOP227Y. Эти микросхемы рассчитаны на входное напряжение от 85 до 275 В, но на практике оказалось, что они работают и на меньших входных напряжениях (от 18–20 В

Таблица 2. Намоточные данные трансформатора

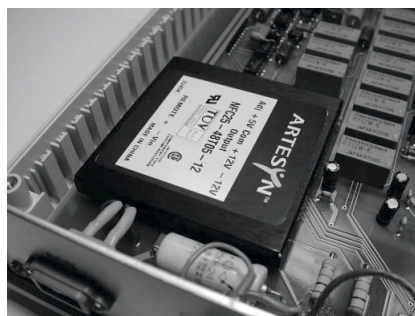
Обмотка	Назначение	Количество проводов	Количество витков
W1	первичная обмотка	один	55
W2	обмотка смещения	один	14
W3	обмотка +5 В	три	7
W4, W5	обмотки +/-12 В	один	19
W6	обмотка =12 В	два	17

и более). К тому же микросхемы серии TOP22_ получили большое распространение в России. Конечно, такое применение микросхемы является не нормативным, но для макетных работ и изделий радиолюбителей вполне приемлемо. Индекс «Y» в названии указывает на то, что микросхема изготовлена в корпусе TO-220.

Мощность преобразователя можно увеличить до 15 Вт. Для этого необходимо произвести некоторые доработки. При увеличении выходного тока с 0,8 до 1,2 А на выходе конвертора +5 В следует выпрямительный диод VD8 установить на радиатор. При увеличении выходного тока с 100 до 250 мА на выходах конвертора ± 12 В нужно микросхемы DA2 (78L12) и DA3 (79L12) в корпусе TO-92 заменить на их более мощные аналоги — 7812 и 7912, выпускающиеся в корпусах TO-220, либо

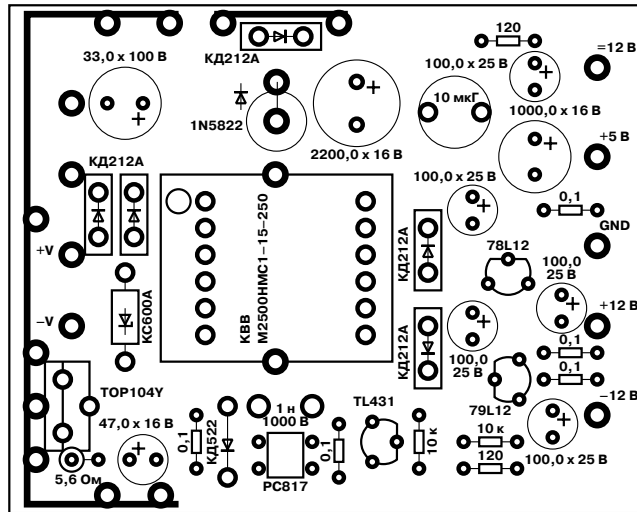


а)

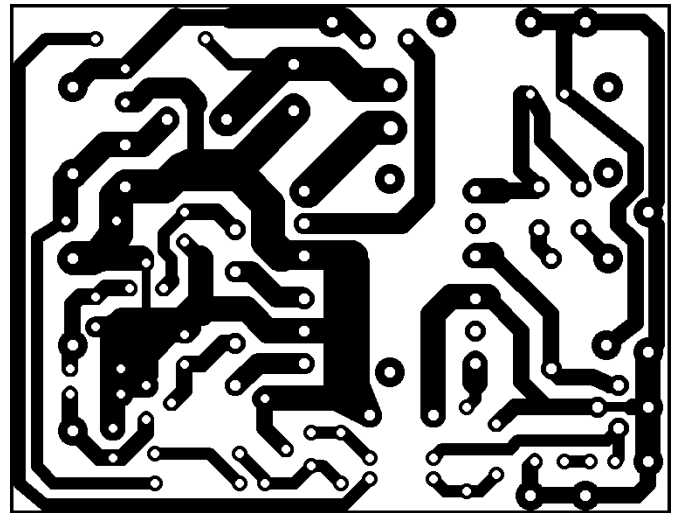


б)

Рис. 3. Внешний вид DC/DC конвертора: а) на специализированной микросхеме TOP104Y фирмы Power Integrations; б) NFC25-48T05-12 фирмы Artesyn



а)



б)

Рис. 5. а) расположение элементов на печатной плате; б) топология печатной платы

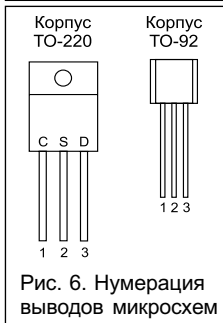


Рис. 6. Нумерация выводов микросхем

установить вместо микросхем DA2, DA3 индуктивности 25-33 мкГн, а количество витков на обмотках W4 и W5 трансформатора Т1 снизить до 17 витков, однако в этом слу-

чае пульсации на выводах ± 12 В немного возрастут. Выпрямительный диод VD5 также рекомендуется установить на небольшой радиатор.

Александр Павлов,
pavlov@lmail.loniis.ru

Литература

1. Кессених В., Воробьев О. Преобразователи напряжения с

TOPSwitch Power Integrations. — *ChipNews*, 1999, №9.

2. Колпаков А. Особенности применения микросхем TOPSwitch. — *Схемотехника*, 2000, №5.

3. Шинкаренко В. Блок питания с ШИМ-стабилизатором. — *Радио*, 2001, №№1-2.

4. www.powerint.com.

5. www.ferrite.ru.