

Недорогие источники питания

для работы в экстремальных условиях окружающей среды

Широко известно, что разработка источника питания для работы в экстремальных условиях окружающей среды — весьма непростая задача. Источник питания должен работать в условиях высокой температуры и повышенной влажности, соответствовать стандартам ЭМИ и безопасности, а также строгим стандартам энергосбережения.

Сильвестро Фимини
(Silvestro Fimiani)

При этом понятие энергопотребления выходит далеко за рамки использования электрической энергии. Дополнительные факторы, которые должны быть рассмотрены, — это использование других материалов и ресурсов, образование отходов и выбросов, загрязняющих окружающую среду. Подсчитано, что более 80% всех факторов, влияющих на окружающую среду, определяются в процессе разработки продукта. Поэтому Европейская Комиссия выпустила экологическую директиву (Ecodesign Directive), согласно которой все энергопотребляющие устройства (EuPs), продаваемые в Европе, должны быть спроектированы так, чтобы их влияние на окружающую среду было минимально. В частности, эта директива (EuP Lot 6) преследует цель — свести к минимуму потребление энергии на протяжении всего жизненного цикла устройства. Для вспомогательных источников питания приборов в директиве установлены следующие ограничения (табл. 1).

Для того чтобы продемонстрировать, что требования экологической директивы EuP Lot 6 могут быть экономически оправданы и технически соблюдены, компания Power Integrations разработала два источ-

ника питания для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды. Их особенности:

- низкая стоимость комплектующих;
- точное и стабильное выходное напряжение для питания микроконтроллеров и цифровой логики;
- работа в экстремальных условиях окружающей среды: $T_{\text{окр}} = 85 \dots 105 \text{ } ^\circ\text{C}$, влажность 85%;
- простота проектирования, минимальное время выхода в серийное производство;
- соответствие международным стандартам (ЭМИ, безопасность, энергетическая эффективность).

Первый источник питания обеспечивает на выходе 9 В, 250 мА при входном напряжении 175–265 В АС и работает в диапазоне температур окружающей среды 0...105 °С. Подробное описание этого источника питания можно найти в документе Design Engineering Report DER-214 на сайте Power Integrations. Схема источника питания представлена на рис. 1.

Схема источника питания основана на микросхеме LNK623PG семейства LinkSwitch-TN от Power Integrations. Микросхема включает в себя силовой MOSFET-ключ на 700 В, а также цепи управления этим ключом. Одной из особенностей семейства LinkSwitch является управление выходным напря-

Таблица 1. Директива для вспомогательных источников питания (EuP Lot 6)

Предельный срок	Спецификация
1 год после того как директива вступит в силу ¹	1 Вт — отключен ² 1 Вт — функция возобновления деятельности (standby) 3 Вт — функция возобновления деятельности с дисплеем ³ (standby)
4 года после того как директива вступит в силу ⁴	0,5 Вт — отключен ² 0,5 Вт — функция возобновления деятельности (standby) 1 Вт — функция возобновления деятельности с дисплеем ³ (standby)

Примечания: ¹ — изначально сроком вступления директивы в силу считается 01.01.2010.

² — для предотвращения траты энергии в режиме «отключено» устройства должны работать в режиме энергопотребления «0 Вт».

³ — в данном контексте «дисплей» означает функцию постоянного представления информации о статусе устройства, включая часы.

⁴ — в данный стандарт входит требование снизить энергопотребление с 1 до 0,5 Вт к 2013 году.

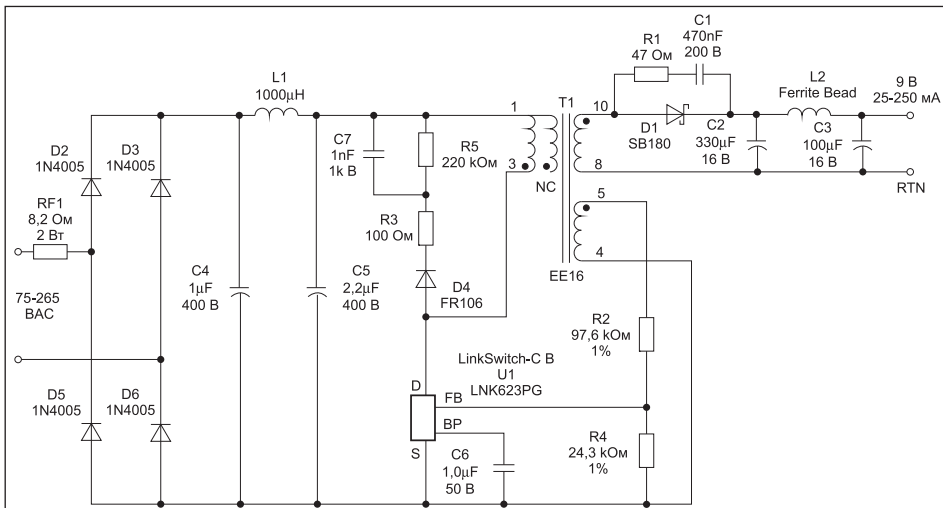


Рис. 1. Схема источника питания 9 В на микросхеме LNK623PG

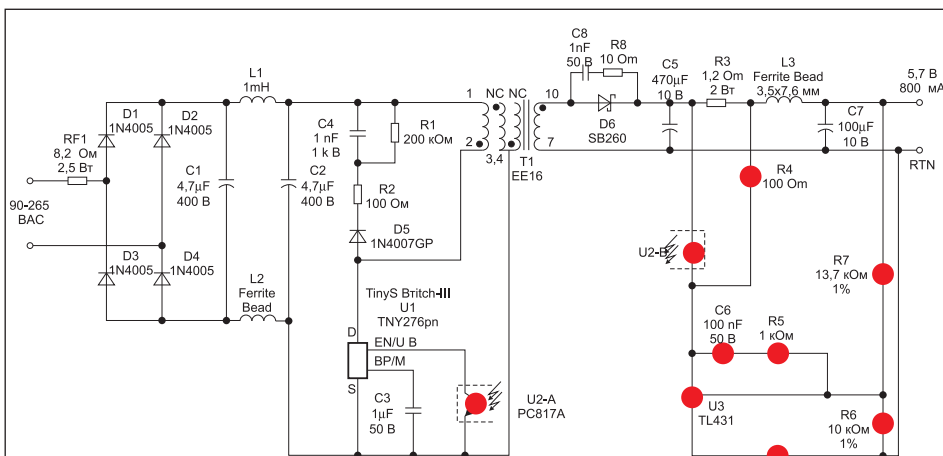


Рис. 2. Компоненты, которые становятся ненужными при использовании методики контроля по первичной стороне

жением путем контроля первичной стороны. Такой способ контроля гарантирует точность выходного напряжения на уровне 5%, сигнал ОС снимается со вспомогательной обмотки (выводы 4–5) трансформатора.

Метод контроля выходного напряжения по первичной стороне схемы имеет положительный эффект при оценке общей стоимости комплектующих изделия, благодаря тому, что здесь не требуется обратная связь и цепь ее компенсации. На рис. 2 красными точками показаны элементы, которые становятся ненужными.

Схема, показанная на рис. 1, построена по обратнотоположной топологии. Выпрямленное напряжение от источника питающего переменного напряжения коммутируется через первичную обмотку трансформатора T1 силовым ключом, встроенным в U1. При каждом заперении ключа энергия передается на вторичную обмотку (выводы 8–10). Напряжение с вторичной обмотки выпрямляется. Управление силовым ключом производится релейным способом в зависимости от напряжения на выводе FB (рис. 3). Напряжение на FB пропорционально напряжению на вспо-

могательной обмотке (выводы 4–5), которое, в свою очередь, пропорционально напряжению на вторичной обмотке (выводы 8–10).

В то время как напряжение на FB остается ниже определенного уровня (V_{FBTH} — обычно 1,84 В), U1 постоянно переключается, обеспечивая максимальную передачу энергии на выход. Это приводит к тому, что выходное напряжение растет, а вместе с ним растет и напряжение на FB. Как только напряжение на FB превышает V_{FBTH} , переключение ключа приостанавливается до тех пор, пока выходное напряжение не опустится. Путем соотношения совершенных и пропущенных рабочих циклов уровень выходного напряжения поддерживается на уровне $\pm 5\%$ от номинального. При низких нагрузках ограничение тока MOSFET-ключа также снижает плотность потока трансформатора и предотвращает аудиозумы.

Релейный метод управления силовым ключом обеспечивает серьезные преимущества в устройствах с жесткими техническими требованиями (например, для соответствия Энергетической директиве). 9-вольтовый источник питания обеспечивает КПД на уровне 70% и, что важно, делает это во всем диапазоне нагрузок. К примеру, источники питания с ШИМ-управлением силовым ключом не обладают таким достоинством: у них КПД существенно падает при снижении нагрузки. При работе в режиме standby ($I_0 = 25$ мА), мощность, потребляемая от источника питания, составляет всего 115 мВт, что соответствует требованиям EuP Lot 6. Еще более низкого энергопотребления можно добиться, добавив диод, конденсатор и резистор для обеспечения питания U1 от вспомогательной обмотки трансформатора.

Важным требованием для ИП, применяемых в неблагоприятных условиях окружающей среды, является также безопасность и надежность. В условиях повышенной влажности и температуры на компонентах может появляться загрязнение. Это может привести к утечкам или даже искрениям между высоковольтными выводами. Для предотвращения этого Power Integrations спроектировала пластиковый DIP и SO-8 корпус для микросхем LinkSwitch с увеличенным расстоянием между высоковольтными выводами (рис. 4).

Второй пример источника питания, спроектированного Power Integrations, показывает, как можно получить схему с двумя выходными напряжениями путем добавления всего нескольких дополнительных компонентов. Этот источник питания подробно описан в до-

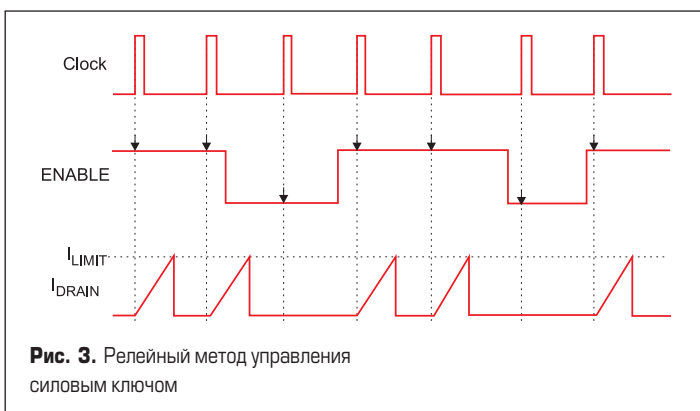


Рис. 3. Релейный метод управления силовым ключом

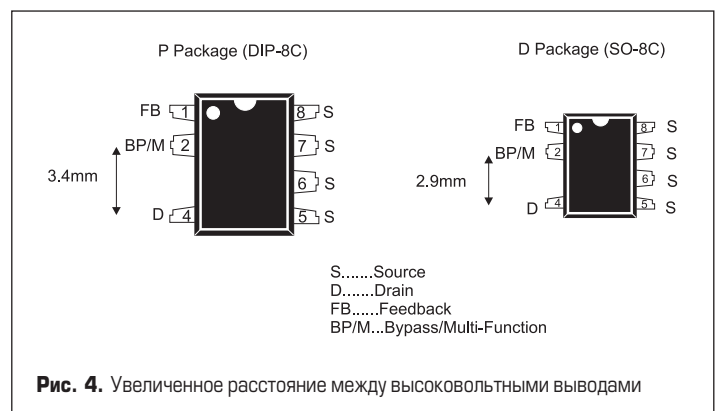


Рис. 4. Увеличенное расстояние между высоковольтными выводами

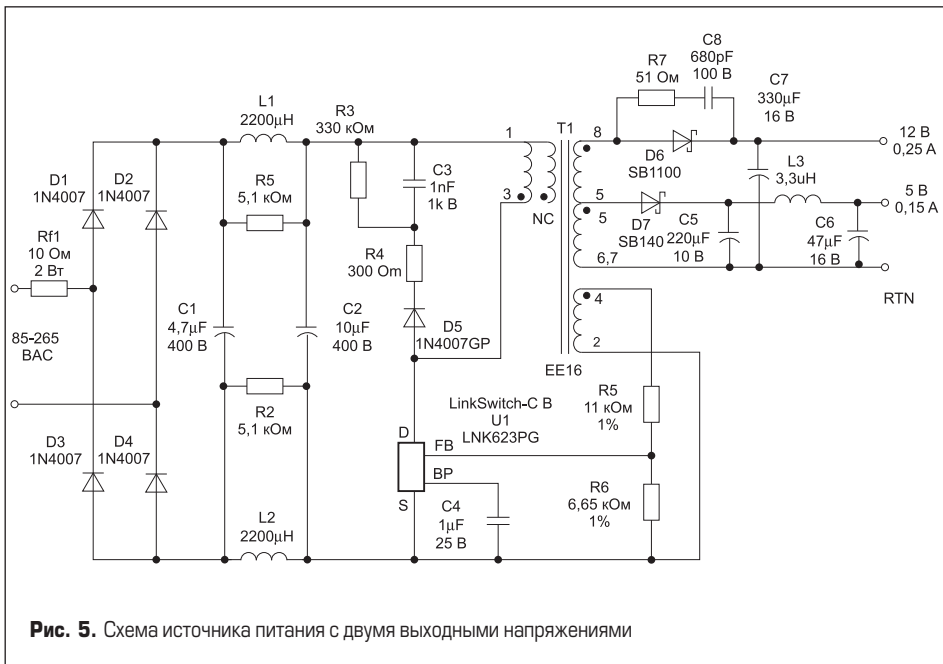


Рис. 5. Схема источника питания с двумя выходными напряжениями

кументе Design Engineering Report DER-213 на сайте Power Integrations. Схема источника питания представлена на рис. 5.

Несмотря на малое количество компонентов, эта схема также выполняет все требования стандартов энергетической эффективности. Метод управления выходным напряжением по первичной стороне здесь такой же, как и в предыдущей схеме. Токи обоих каналов — 12 и 5 В — влияют на напряжение на обмотке смещения. Это позволяет схеме легко поддерживать напряжение на уровне $\pm 5\%$ на обоих каналах.

Обе приведенные схемы полностью работоспособны, они включают в себя: интеллектуальную тепловую защиту, схему подавления ЭМИ и прочие защитные механизмы. На их примере мы показали, как инженер легко и быстро, используя всего несколько компонентов, может спроектировать источник питания, годный для применения в электронике работающей в экстремальных условиях окружающей среды и при этом соответствующий как действующим, так и предложенным будущим стандартам энергетической эффективности.