

Сравнение устройств управления светодиодами на основе преобразователей постоянного тока SEPIC, Чука и обратноходовых¹

Э. ШЕХИРЛИ

Университет Кастамону, Кастамону, Турция
E-mail: esehirli@kastamonu.edu.tr

Аннотация

Проведено сравнение схем устройств управления для светодиодов (СД), включающих в себя преобразователи постоянного тока с несимметрично нагруженной первичной индуктивностью (SEPIC), преобразователи Чука и обратноходовые преобразователи. Все схемы рассчитаны на мощность 8 Вт и работают в режиме прерывистых токов (DCM) с частотой переключения 88 кГц. Кроме того, намотка индуктивностей преобразователей SEPIC и Чука делает их индуктивно-связанными. Эти преобразователи реализуются с использованием микросхемы SG3524 в схемах без обратной связи и микроконтроллера PIC16F877 в схемах с обратной связью. Кроме того, для ограничения максимального тока СД в схемах с обратной связью используется датчик тока ACS712. Устройства управления для СД на основе преобразователей SEPIC, Чука и обратноходовых сравниваются по току СД, напряжению на СД, входному напряжению и входному току. Приведены преимущества и недостатки всех схем.

Ключевые слова: преобразователь Чука, обратноходовой преобразова-

тель, устройство управления для СД, преобразователь SEPIC.

1. Введение

Использование мощных светодиодов (СД) в освещении в последнее время стало очень популярным из-за их высокой эффективности по сравнению с другими источниками света, такими как люминесцентные лампы, лампы накаливания и металлогалогенные лампы. Но для питания имеющих разные световые потоки мощных СД требуется различная мощность постоянного тока. Эта мощность может подаваться с помощью преобразователей постоянного тока в постоянный (далее – преобразователь), основными из которых являются понижающие, повышающие и комбинированные преобразователи. В комбинированном преобразователе выходное напряжение может быть как ниже, так и выше входного напряжения. Таким образом, использование комбинированного преобразователя в качестве устройства управления (УУ) для СД более привлекательно. Преобразователи постоянного тока SEPIC, Чука (Cuk converter)² и обратноходовые яв-

² В отечественной литературе этот преобразователь иногда называют преобразователем Кука. – Прим. ред.

ляются комбинированными, и при малой мощности эти преобразователи лучше использовать в режиме прерывистых токов (DCM).

В литературе приведены результаты некоторых исследований по этой теме.

Проектированию и анализу преобразователей постоянного тока SEPIC, Чука и обратноходовых посвящены работы [1–8]. В [9–10] представлены УУ на основе преобразователя Чука. УУ на основе преобразователя SEPIC приведены в [11–12] для дорожных транспортных средств и общего применения. В [13–16] предлагаются имеющие один или несколько выходов УУ для СД на основе обратноходового преобразователя постоянного тока. Преобразователи переменного тока в постоянный и постоянного тока в постоянный, представляющие собой понижающие, повышающие, комбинированные и полумостовые преобразователи, рассматриваются в качестве УУ для СД в [17]. В [18] проводится сравнение УУ для СД на основе комбинированных преобразователей постоянного тока, и преобразователей SEPIC и Чука. Ещё одно сравнение проведено в [19] применительно к УУ для СД на основе понижающего и обратноходового преобразователей.

В этой статье проведено сравнение УУ для СД на основе преобразователей SEPIC, Чука и обратноходового. Все схемы подключены к источнику постоянного тока через входной фильтр и рассчитаны на мощность 8 Вт и частоту переключения 88 кГц. В схемах без обратной связи используется микросхема SG3524, а в схемах с обратной связью – микроконтроллер PIC16F877 и датчик тока ACS712, обеспечивающий невозможность превышения максимально допустимого тока. Кроме того, для всех схем измеряются напряжение на СД, ток СД, напряжение на расположенной на входе катушке индуктивности и ток через неё, а также входные напряжение и ток.

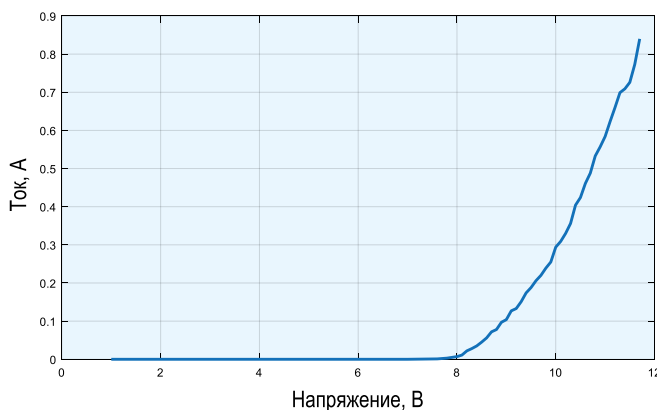
2. Мощные светодиоды

В этом разделе вольтамперные характеристики и модель электрических цепей мощных СД, которые используются в данной работе, как и в [20–23] получены с помощью мультиметров Fluke 15B и Fluke 17B.

На рис. 1 показана вольтамперная характеристика мощного СД, которая

¹ Перевод с англ. А.Г. Савицкой

Рис. 1. Вольтамперная характеристика мощного СД



была получена посредством увеличения напряжения на СД и построения зависимости тока от напряжения. Из рисунка следует, что ток экспоненциально зависит от напряжения и чрезвычайно быстро возрастает после включения СД. Кроме того, напряжение на СД не сильно изменяется в промежутке времени между включением СД и достижением током значения 0,8 А [20–23].

На основе рис. 1 была построена модель электрической цепи мощного СД, которая приведена на рис. 2. В этой модели предполагается, что, как и в [20–23], пороговое напряжение и сопротивление мощных СД составляют 7,6 В и 4,88 Ом соответственно.

3. УУ для СД

В этом разделе описаны УУ для СД, в которых используются преобразователи SEPIC, Чука и обратноходовые. Все УУ подключены к источнику постоянного тока через входной фильтр. Все эти схемы могут работать, как комбинированные преобразователи, а это означает, что выходное напряжение может быть как ниже, так и выше входного. Кроме того, входной фильтр используется для получения постоянного тока с низким уровнем шума, что обеспечивается благодаря работе в режиме DCM и высокочастотного переключения. В преобразователях SEPIC и Чука катушки индуктивности могут быть намотаны как сдвоенные, а в обратноходовом преобразователе использует высокочастотный трансформатор, который работает как катушка индуктивности.

3.1. Преобразователь SEPIC

На рис. 3 показан преобразователь SEPIC, который подключён к источнику постоянного тока с помощью входного фильтра, и этот преобразователь имеет две катушки индуктивности, которые намотаны как сдвоенные, а также два конденсатора. Кроме того, выходное напряжение имеет ту же полярность, что и входное напряжение.

На рис. 4 приведена схема преобразователя SEPIC во включённом и выключенном состояниях. Чтобы понять работу преобразователя SEPIC и выбор пассивных элементов, необходимо проанализировать преобразователь во включённом и выключенном состояниях. Когда контакты S замкнуты, на

L_1 подаётся напряжение от источника питания, а на L_2 подаётся питание от C_1 , в то время как C_2 питает нагрузку. Когда контакты S разомкнуты, C_1 заряжается от источника питания и L_1 , а токи, протекающие через L_1 и L_2 , протекают через D и нагрузку, и при этом заряжается C_2 [2, 3].

Преобразователь SEPIC может подавать на нагрузку напряжение, более низкое или более высокое, чем входное напряжение, и при этом выходное напряжение имеет ту же полярность, что и входное. Как и в [2, 3], пассивные элементы преобразователя SEPIC могут быть выбраны при помощи уравнений (1) – (3):

$$L_{1max} = L_{2max} = D \cdot V_{in} / (\Delta I_L \cdot f_{sw}), \quad (1)$$

$$C_2 \geq I_{out} \cdot D / (V_{ripple} \cdot f_{sw}), \quad (2)$$

$$C_2 \geq I_{out} \cdot D / (\Delta V_{C1} \cdot f_{sw}), \quad (3)$$

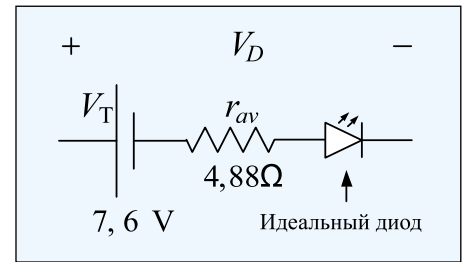


Рис. 2. Эквивалентная электрическая схема мощного СД

где L_{1max} и L_{2max} – максимальные значения индуктивности для работы в режиме DCM, D – коэффициент заполнения, V_{in} – входное напряжение, f_{sw} – частота переключения, ΔI_L – пульсация тока катушки индуктивности, ΔV_{C1} – пульсация напряжения на C_1 , I_{out} (I_{Led}) – выходной ток (ток, протекающий через СД), V_{ripple} – пульсация напряжения на C_2 .

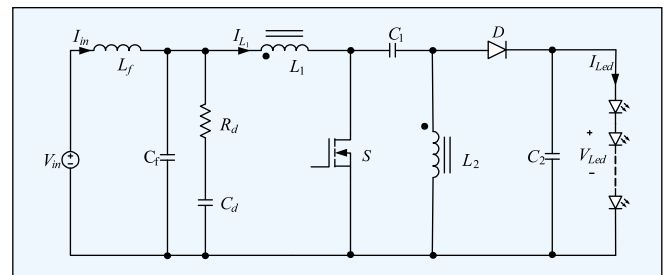


Рис. 3. Преобразователь постоянного тока SEPIC

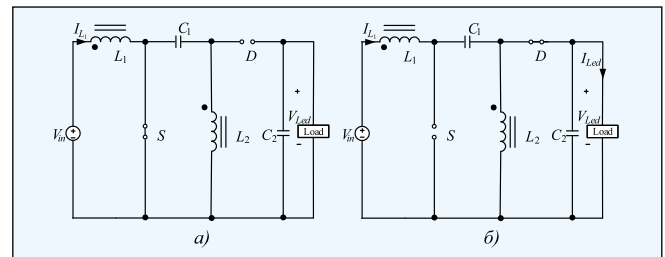


Рис. 4. Состояния преобразователя SEPIC: а – включён; б – выключен

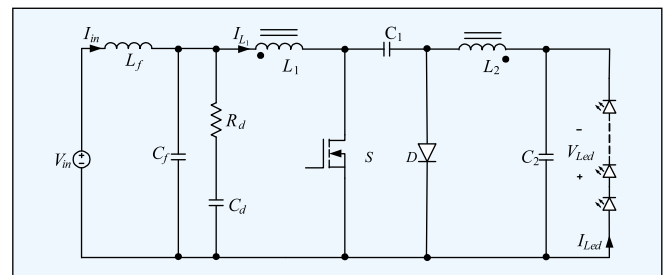


Рис. 5. Преобразователь постоянного тока Чука

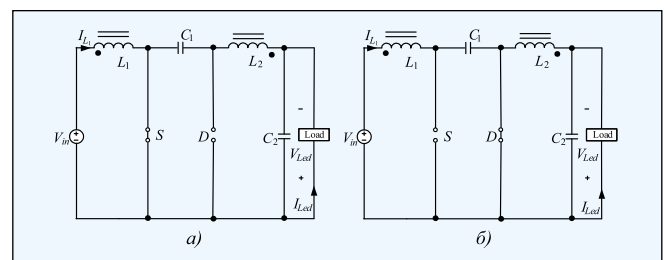


Рис. 6. Состояния преобразователя Чука: а – включён; б – выключен

Рис. 7. Обратногоходовой преобразователь постоянного тока

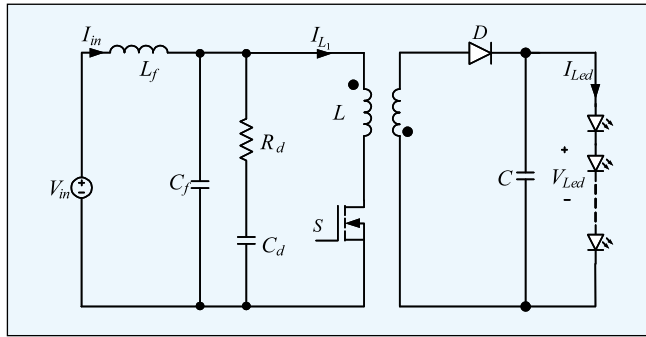


Рис. 9. Демпфирующий LC-фильтр

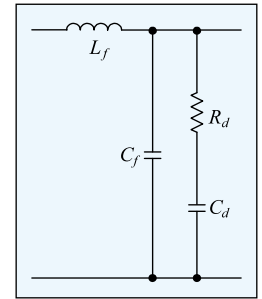


Рис. 8. Состояния обратногоходовой преобразователя:
а – включён;
б – выключен

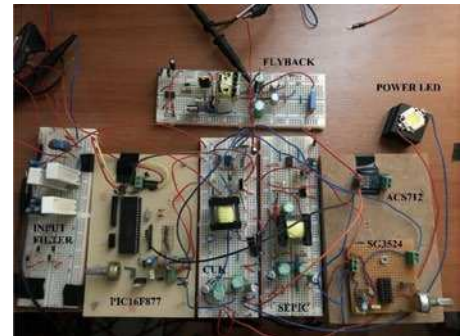
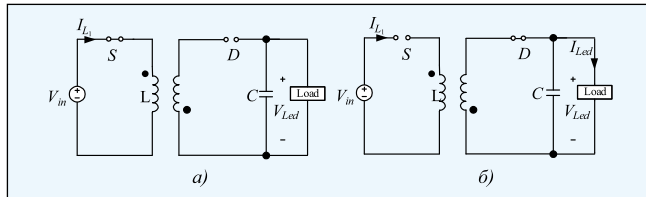


Рис. 10. Экспериментальная установка

3.2. Преобразователь Чука

На рис. 5 приведена схема преобразователя Чука, который также имеет две катушки индуктивности и два конденсатора. Кроме того, катушки индуктивности в преобразователе Чука также намотаны как сдвоенные, то есть расположены на общем сердечнике.

Схема преобразователя Чука во включённом и выключенном состоянии показана на рис. 6. Когда контакты S замкнуты, L_1 запитывается от источника питания, а C_1 разряжается через C_2 , нагрузку и L_2 . Когда контакты S разомкнуты, C_1 заряжается источником питания через L_1 , а ток протекает также через L_2 , D , нагрузку и C_2 [1, 8].

Преобразователь Чука также может подавать на нагрузку напряжение, более низкое или более высокое, чем входное напряжение. Однако при этом выходное напряжение имеет по-

лярность, обратную по отношению к полярности входного напряжения.

Как и в случае преобразователя SEPIC [1, 8], пассивные элементы преобразователя Чука могут быть выбраны при помощи уравнений (1) – (3).

3.3. Обратногоходовой преобразователь

На рис. 7 приведена схема обратногоходовой преобразователя с высокочастотным трансформатором и конденсатором, подключённого к источнику питания через входной фильтр. Кроме того, трансформатор этого преобразователя работает как катушка индуктивности.

Схема обратногоходовой преобразователя во включённом и выключенном состоянии показана на рис. 8. Когда контакты S замкнуты, первичная обмотка трансформатора запитывается от источника питания, а конденсатор C питает нагрузку. Когда контакты S

разомкнуты, энергия первичной обмотки передаётся во вторичную обмотку, ток которой через D поступает в нагрузку и C [1, 4–7].

Как и в [1, 4–7], пассивные элементы обратногоходовой преобразователя могут быть выбраны при помощи уравнений (4) и (5):

$$L_{max} = n^2 \cdot R_{Lmin} \cdot (1 - D)^2 / (2 \cdot f_{sw}), \quad (4)$$

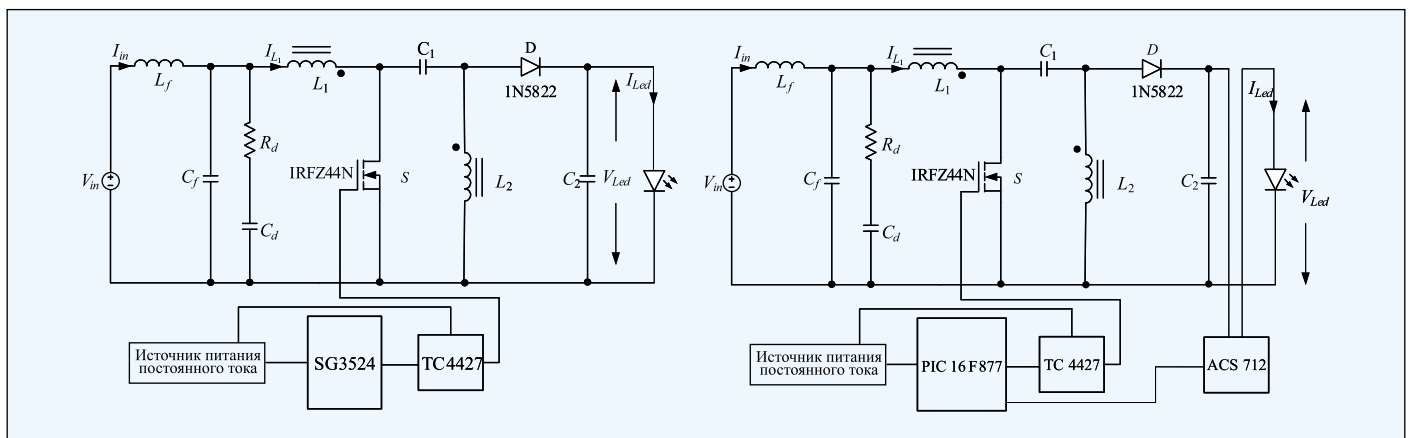


Рис. 11. Схемы УУ для СД на основе преобразователя SEPIC

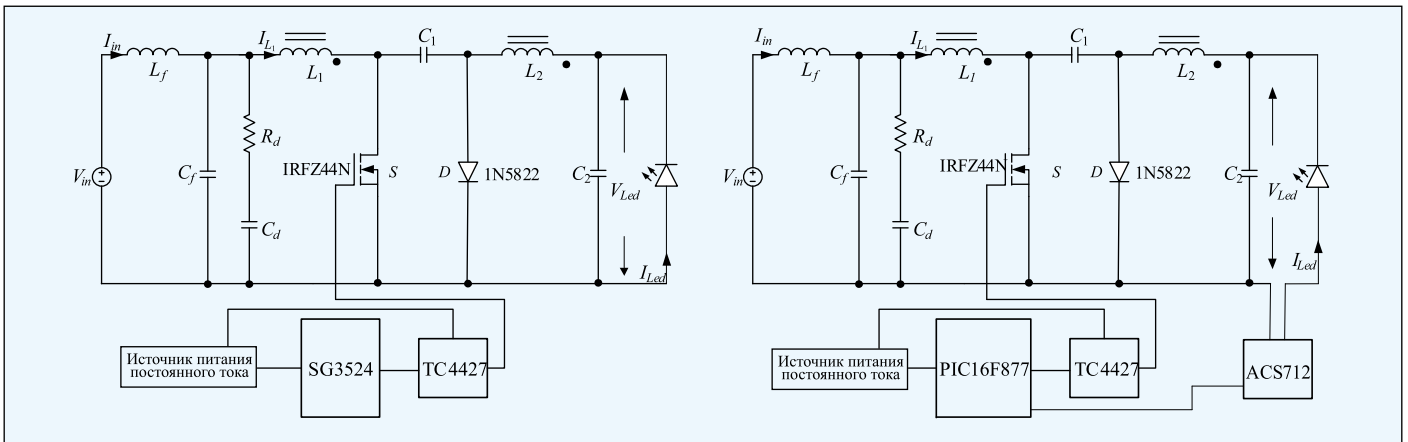


Рис. 12. Схемы УУ для СД на основе преобразователя Чука

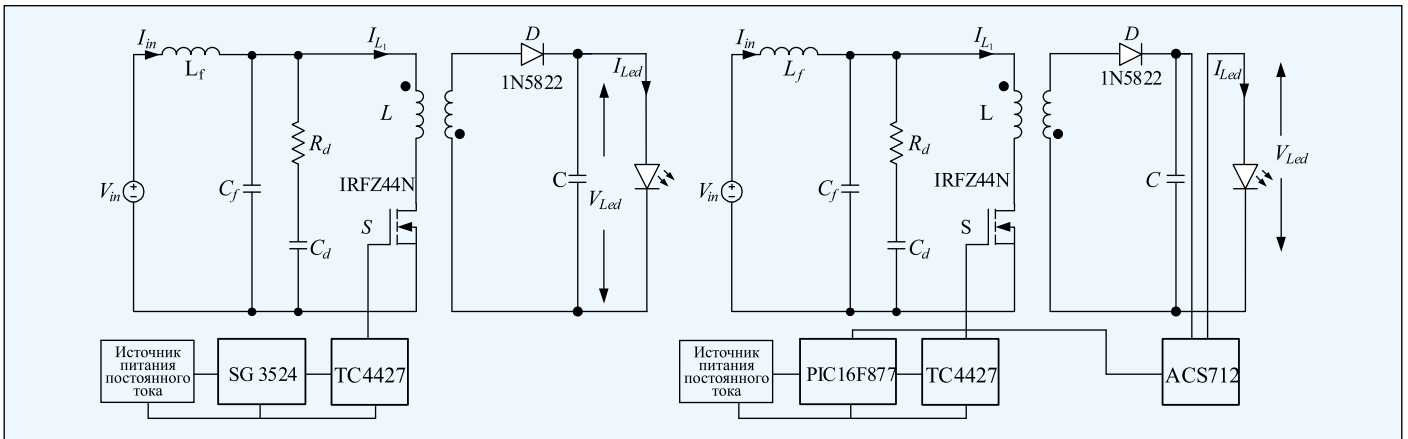


Рис. 13. Схемы УУ для СД на основе обратноходового преобразователя

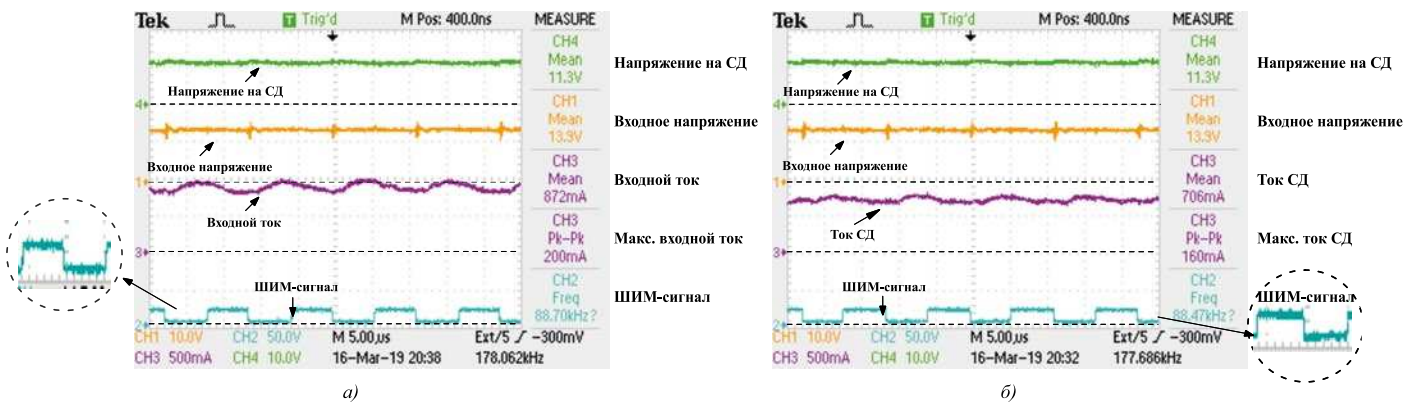


Рис. 14. Преобразователь SEPIC: а – напряжение на СД, входные напряжение и ток и ШИМ-сигнал; б – напряжение на СД, входное напряжение, ток СД и ШИМ-сигнал

$$C_{min} = I_{omax} \cdot D / (f_{sw} \cdot V_{cpp}), \quad (5)$$

где L_{mmax} – максимальное значение индуктивности намагничивания для работы в режиме DCM, D – коэффициент заполнения, R_{Lmin} – минимальная нагрузка, f_{sw} – частота переключения, C_{min} – минимальная ёмкость выходного конденсатора, V_{cpp} – пульсация напряжения на C , I_{omax} (I_{Ledmax}) – максимальный выход-

ной ток (протекающий через СД), n – отношение количества витков обмоток трансформатора.

3.4. Входной фильтр

На рис. 9 приведена схема входного фильтра, которая используется с преобразователями SEPIC, Кука и обратноходовым. Этот фильтр называют индуктивно-ёмкостным входным демпфирующим фильтром (LC-

фильтр). Все рассмотренные в этой статье преобразователи работают в режиме DCM, поэтому без использования входного фильтра ток питания будет прерывистым. Для обеспечения непрерывности тока питания и снижения высокочастотного шума используется LC-фильтр.

Как и в [24, 25], пассивные элементы входного фильтра могут быть выбраны при помощи уравнений (6) – (9):

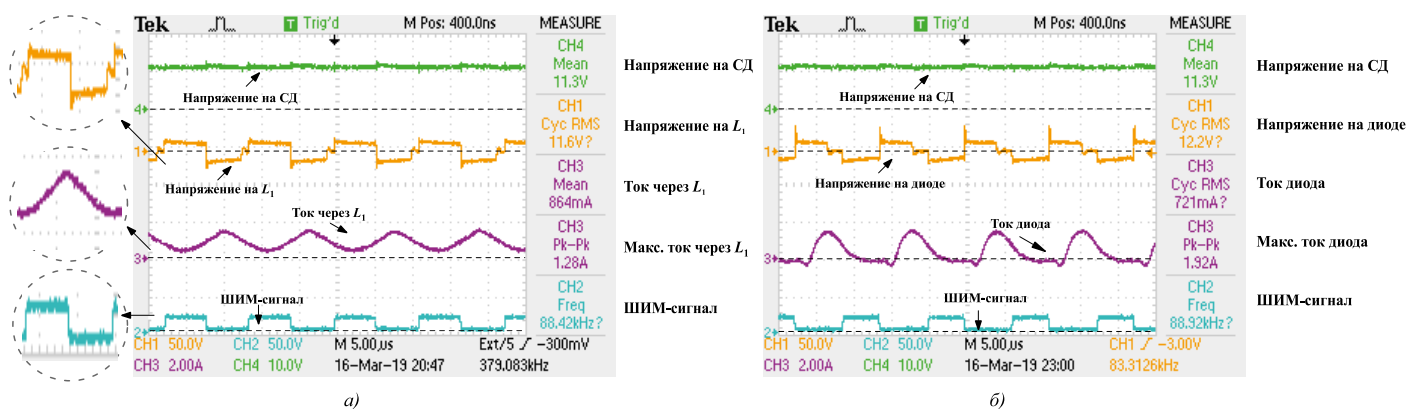


Рис. 15. Преобразователь SEPIC: а – напряжение на СД, напряжение на расположенной на входе катушке индуктивности, протекающий через неё ток и ШИМ-сигнал; б – напряжение на СД, напряжение на диоде, ток диода и ШИМ-сигнал

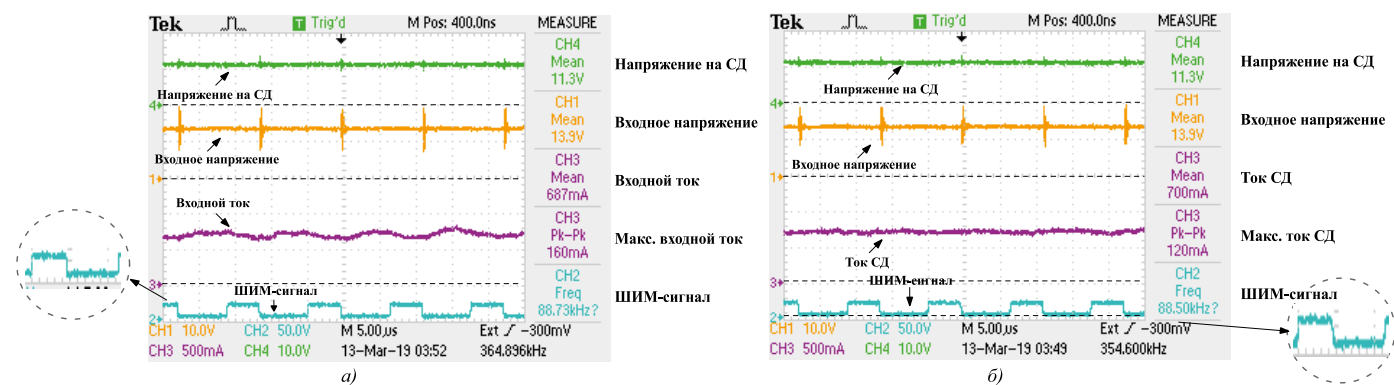


Рис. 16. Преобразователь Чука: а – напряжение на СД, входные напряжение и ток и ШИМ-сигнал; б – напряжение на СД, входное напряжение, ток СД и ШИМ-сигнал

$$f_f = 1 / (2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_f \cdot C_f}), \quad (6)$$

$$R_0 = \sqrt{L_f / C_f}, \quad (7)$$

$$R_d = R_0 \times \sqrt{(2+a) \cdot (4+3 \cdot a) / (2 \cdot a^2 \cdot (4+a))}, \quad (8)$$

$$a = C_d / C_f \quad (9)$$

где f_f – частота среза фильтра, L_f – индуктивность катушки индуктивности фильтра, C_f – ёмкость конденсатора фильтра, R_0 – характеристическое сопротивление недемпфированного фильтра, R_d – демпфирующее сопротивление, C_d – ёмкость демпфирующего конденсатора. В результате расчётов было получено, что L_f , C_f , R_d и C_d равны, соответственно, 160 мкГн, 10 мкФ, 2,47 Ом и 40 мкФ, и именно эти значения используются во всех УУ для СД.

4. Применение

В этом разделе описаны варианты применения преобразователей SEPIC,

Чука и обратных в УУ для СД. На рис. 10 показана экспериментальная установка. Все преобразователи подключены к источнику питания через входной LC-фильтр, а в качестве нагрузки выступает мощный СД типа COB, вольт-амперная характеристика которого приведена на рис. 1. Для проведения измерений используются осциллограф TPS2024B, токовый щуп A622 и мультиметры FLUKE15B и FLUKE17B. Переключение преобразователей из включённого состояния в выключенное и обратно осуществляется интегральной схемой SG3524 или микроконтроллером PIC16F877.

4.1. Преобразователь SEPIC

Схемы УУ для СД на основе преобразователя SEPIC показаны на рис. 11. При этом в схеме без обратной связи применяется микросхема SG3524, а в схеме с обратной связью – микроконтроллер PIC16F877 и датчик тока ACS712. Кроме того, в схеме включены мощный полевой МОП-транзистор IRFZ44N, УУ на полевом МОП-транзисторе TC4427 и диод

Шоттки 1N5822. L_1 и L_2 имеют индуктивности 18 мкГн, а ёмкости конденсаторов C_1 и C_2 составляют 10 и 460 мкФ соответственно [2,3, 26–31].

Коэффициент заполнения может быть изменён с помощью потенциометров, подключённых к SG3524 и PIC16F877, а частота ШИМ установлена равной 88 кГц. Для снижения высокочастотного шума и предотвращения прерывистости тока питания используется LC-фильтр. Кроме того, пассивные элементы имеют характеристики, рассчитанные при помощи уравнений (1) – (3).

4.2. Преобразователь Чука

Схемы УУ для СД на основе преобразователя Чука, одна из которых опять же является схемой без обратной связи, а вторая – схемой с обратной связью, показаны на рис. 12. В этих схемах применяются микросхема SG3524 или микроконтроллер PIC16F877, используемые для формирования сигналов ШИМ, а также мощный полевой МОП-транзистор IRFZ44N, УУ на полевом МОП-транзисторе TC4427 и диод Шоттки

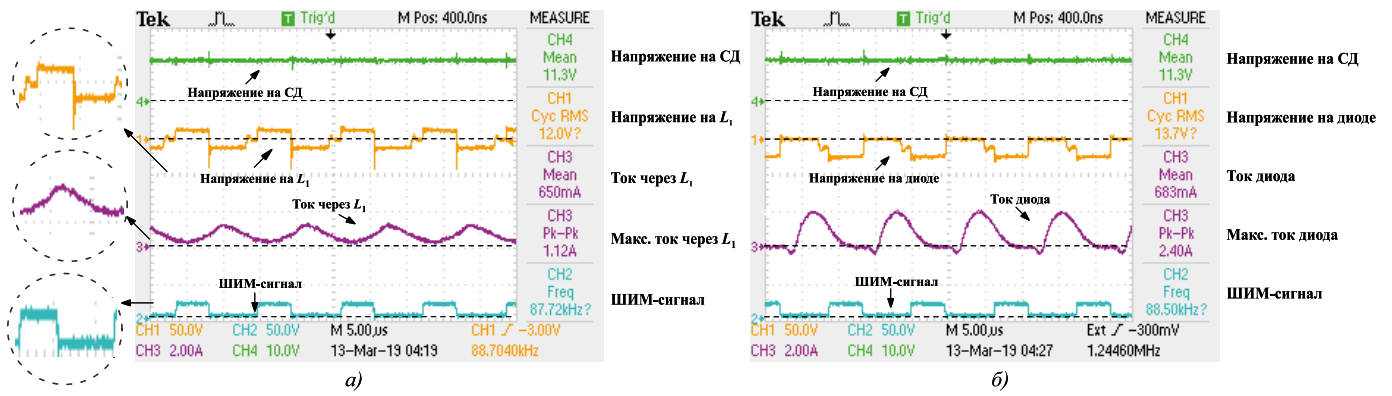


Рис. 17. Преобразователь Чука: *а* – напряжение на СД, напряжение на расположенной на входе катушке индуктивности, протекающий через неё ток и ШИМ-сигнал; *б* – напряжение на СД, напряжение на диоде, ток диода и ШИМ-сигнал

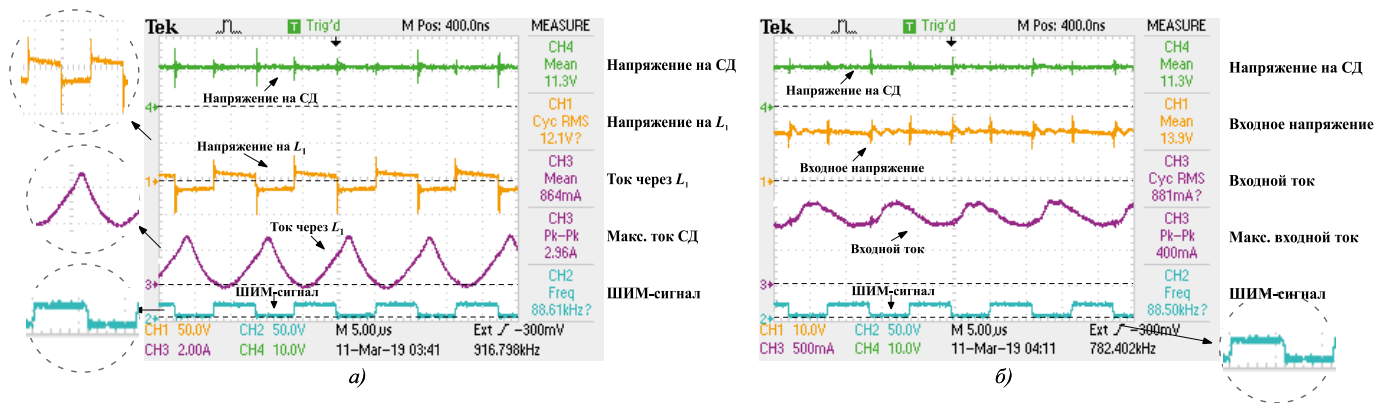


Рис. 18. Обратногодовой преобразователь: *а* – напряжение на СД, напряжение на первичной обмотке трансформатора, протекающий через неё ток и ШИМ-сигнал; *б* – напряжение на СД, входное питающее напряжение, питающий ток и ШИМ-сигнал

IN5822. L_1 и L_2 имеют индуктивности 18 мкГн, а ёмкости конденсаторов C_1 и C_2 составляют 10 и 460 мкФ соответственно [8, 26–31].

Коэффициент заполнения может быть изменён с помощью потенциометров, подключённых к *SG3524* и *PIC16F877*, а частота ШИМ и в этом случае установлена равной 88 кГц. Пассивные элементы опять же выбирают с использованием уравнений (1) – (3).

4.3. Обратногодовой преобразователь

Схемы УУ для СД на основе обратногодовой преобразователя, одна из которых опять же является схемой без обратной связи, а вторая – схемой с обратной связью, показаны на рис. 13. В этих схемах применяются микросхема *SG3524* или микроконтроллер *PIC16F877*, используемые для формирования сигналов ШИМ, а так-

же мощный полевой МОП-транзистор *IRFZ44N*, УУ на полевом МОП-транзисторе *TC4427* и диод Шоттки *IN5822*. Индуктивности первичной и вторичной обмоток трансформатора равны 18 мкГн, а конденсатор C имеет ёмкость 460 мкФ [4–7, 26–31].

Коэффициент заполнения может быть изменён с помощью потенциометров, подключённых к *SG3524* и *PIC16F877*, а частота ШИМ и в этом случае установлена равной 88 кГц. Пассивные элементы выбирают при помощи уравнений (4) и (5).

5. Результаты измерений

Напряжения на СД (V_{Led}), токи СД (I_{Led}), входные напряжения (V_{in}), входные токи (I_{in}), ШИМ-сигналы, протекающие через расположенные на входе катушки индуктивности (I_{L1}), и напряжения на них (V_{L1}) измеряли с помощью осциллографа *TPS2024B* и токового щупа *A622* для всех УУ.

Результаты измерений, проведённых применительно к схемам, изображённым на рис. 11а, 12а и 13а, приведены на рис. 14 и 15, 16 и 17 и 18 и 19 соответственно. Для схем, изображённых

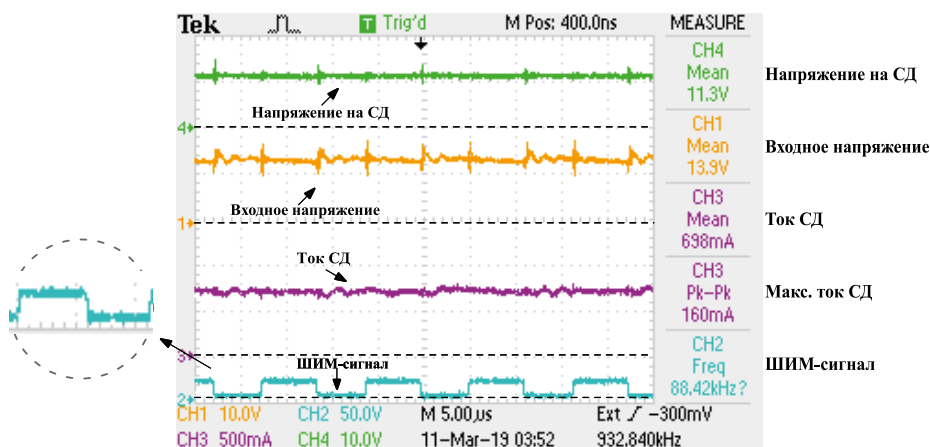


Рис. 19. Обратногодовой преобразователь: напряжение на СД, входное напряжение, ток СД и ШИМ-сигнал

ных на рис. 11б, 12б и 13 б, результаты остаются такими же, так как влияние дополнительного блока (*ACS712*) не отражается на общих характеристиках, которые приведены, соответственно, на рис. 14 и 15, 16 и 17 и 18 и 19.

5.1. Преобразователь *SEPIC*

На рис. 14а приведены напряжение на СД, входное напряжение, входной ток и ШИМ-сигнал, а на рис. 14б приведены напряжение на СД, входное напряжение, ток СД и ШИМ-сигнал. Данные получены по каналам осциллографа 1, 2, 3 и 4. Видно, что при использовании входного фильтра ток питания является непрерывным, а КПД составляет примерно 66 % при выходной мощности 8 Вт.

На рис. 15а приведены напряжение на СД, напряжение на расположенной на входе катушке индуктивности, протекающий через неё ток (I_{L1}) и ШИМ-сигнал, а на рис. 15б приведены напряжение на СД, напряжение на диоде, ток диода (I_{Led}) и ШИМ-сигнал.

Хотя I_{L1} , показанный на рис. 15а, является непрерывным, при работе преобразователя *SEPIC* в режиме *DCM* I_{L1} отклоняется от некоторого постоянного уровня, а не от нуля, как это было в [32]. А показанный на рис. 15б I_{Led} , который уменьшается до нуля и увеличивается от нуля, подтверждает работу в режиме *DCM*. В результате видно, что преобразователь *SEPIC* работает в режиме *DCM* при равном 11,3 В напряжении на СД.

5.2. Преобразователь Чука

На рис. 16а приведены напряжение на СД, входное напряжение, входной ток и ШИМ-сигнал, а на рис. 16б приведены напряжение на СД, входное напряжение, ток СД и ШИМ-сигнал. Данные получены по каналам осциллографа 1, 2, 3 и 4. Видно, что при использовании входного фильтра ток питания является непрерывным, а КПД составляет примерно 83 % при выходной мощности 8 Вт.

На рис. 17а приведены напряжение на СД, напряжение на расположенной на входе катушке индуктивности, протекающий через неё ток (I_{L1}) и ШИМ-сигнал, а на рис. 17б приведены напряжение на СД, напряжение на диоде, ток диода и ШИМ-сигнал.

Как и в случае преобразователя *SEPIC*, при работе преобразователя Чука в режиме *DCM* ток индуктивности L_1 отклоняется от уровня постоянного тока, а не от нулевого значения, как это было в [32]. А показанный на рис. 17б I_{Led} , который уменьшается до нуля и увеличивается от нуля, подтверждает работу в режиме *DCM*. В результате видно, что преобразователь Чука работает в режиме *DCM* при равном 11,3 В напряжении на СД.

5.3. Обратноходовой преобразователь

На рис. 18а приведены напряжение на СД, напряжение на первичной обмотке трансформатора, протекающий через неё ток и ШИМ-сигнал. Данные получены по каналам осциллографа 1, 2, 3 и 4. Видно, что обратноходовой преобразователь работает в режиме *DCM* с равным 11,3 В напряжением на СД. На рис. 18б приведены напряжение на СД, входное питающее напряжение, питающий ток и ШИМ-сигнал. Данные, опять же, получены по каналам осциллографа 1, 2, 3 и 4. Видно, что при использовании входного фильтра ток питания является непрерывным.

На рис. 19 приведены напряжение на СД, входное напряжение, ток СД и ШИМ-сигнал. Можно рассчитать, что в этом случае КПД составляет примерно 65 % при выходной мощности 8 Вт.

6. Выводы

В данной статье сравниваются УУ для СД на основе преобразователей *SEPIC*, Чука и обратноходового. Все преобразователи работают в режиме *DCM* как по схеме с обратной связью, так и по схеме без обратной связи. Кроме того, чтобы ограничить ток СД во избежание повреждения мощных СД, этот ток измеряется датчиком тока *ACS712*. В реализованных схемах были измерены токи СД, напряжения на СД, входные токи и напряжения, а также токи, протекающие через расположенные на входе катушки индуктивности, и напряжения на них.

При использовании одного и того же входного фильтра, у УУ для СД на основе преобразователей *SEPIC*, Чука и обратноходового колебания входного тока составляют 0,1; 0,08 и 0,2 А соответственно. Кроме того,

УУ для СД на основе преобразователя *SEPIC*, в отличие от остальных УУ, не искажает входное напряжение. УУ для СД на основе преобразователей *SEPIC*, Чука и обратноходового обеспечивают питание мощных СД с колебаниями тока, равными 80, 60 и 80 мА соответственно. В случаях УУ на основе преобразователей *SEPIC* и Чука напряжение на мощных СД является неизменным, тогда как при использовании обратноходового преобразователя имеют место небольшие пульсации. Помимо этого, преобразователь Чука имеет более высокий КПД, чем преобразователи *SEPIC* и обратноходовой.

Как следует из полученных результатов, УУ для СД на основе преобразователей Чука и *SEPIC* имеют схожие характеристики, но преобразователю Чука всё же соответствуют более хорошие результаты. С другой стороны, в случае преобразователя *SEPIC* выходное напряжение имеет ту же полярность, что и входное напряжение, тогда как в случае преобразователя Чука эти напряжения имеют противоположные полярности. Таким образом, если полярность напряжения важна, то лучше использовать преобразователь *SEPIC*. Следует, однако, отметить, что УУ для СД на основе обратноходового преобразователя имеет электрическую изоляцию, которая обеспечивается его высокочастотным трансформатором, и если такая изоляция нужна, то можно использовать УУ для СД на основе обратноходового преобразователя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kazmierczuk, M.K. Pulse Width Modulated DC-DC Power Converters // 1st edition, Singapore: Wiley, 2008.
2. <http://www.ti.com/lit/an/slyt309/slyt309.pdf>
3. <http://www.ti.com/lit/an/snva168e/snva168e.pdf>
4. <https://www.fairchildsemi.com/application-notes/an/an-4137.pdf>
5. https://www.fujielectric.com/products/semiconductor/model/power_supply/technical/box/pdf/Fly-Back_transformer_Design_Rev_1_0_E.pdf
6. <https://www.mouser.com/pdfdocs/2-8.pdf>
7. http://www.ridleyengineering.com/images/phocadownload/12_%20flyback_snumber_design.pdf
8. <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2611.pdf>

9. Mohammed, L., Saudin, N., Hamid, N.F.A., Ramly, N.H., Isa, Z.M., Ahamad, N.B. Cuk Converter as a Led Lamp Driver // IEEE International Conference on Power and Energy, Kota Kinabalu Sabah, Malezya, 7–10 October 2018. – P. 262–267.

10. Sepahvand, A., Kumar, A., Doshi, M., Yousefzadeh, V., Patterson, J., Afridi, K.K., Maksimovic, D. Current Control and PWM Dimming in an Automotive LED Driver based on a Cuk Converter // IEEE 18th Workshop on Control and Modeling for Power Electronics, Stanford, USA. – 2017. – P. 1–8.

11. Hsieh, Y., Liu, B., Wu, J., Fang, C., Tsai, H., Juang, Y. A SEPIC LED Driver with a Hybrid Dimming Technique for Road Vehicles // Proceedings of the 14th European Conference on Power Electronics and Applications, Birmingham, UK. – 2011. – P. 1–7.

12. Thungod, C., Tuptimkaew, A., Rattanachan, M., Buaban, S., Loakhen, D., Wansungnoen, P., Pattanapongthong, P., Khanngern, W. Design of Heat Management Model of 6,000 Lumen LED Worklamp Using Integrated SEPIC Drivers // International Electrical Engineering Congress, Chonburi, Thailand. – 2014. – P. 1–4.

13. Nazarudin, M.S.N., Arif, M., Aspar, Z., Yahya, A., Selvaduray, T.R. A Flyback SMPS LED Driver for Lighting Application // 10th Asian Control Conference, Kota Kinabalu Sabah, Malezya. – 2015. – P. 1–5.

14. Falcon, A., Lindstrom, E.O., D'Amico, M.B. Modelling and control of a Flyback converter to Drive a Dimmable LED Array // IEEE Biennial Congress of Argentina, Buenos Aires, Argentina. – 2016. – P. 1–6.

15. Hsu, L., Liang, T., Tseng, W., Lin, Y. Multiple-Output Dimmable LED Driver with Flyback Converter // IEEE International Conference on Industrial Electronics for Sustainable Energy Systems, Hamilton, New Zealand, 2018. – P. 134–139.

16. Jia, L., Lakshmikanthan, S., Liu, Y. Cascade Switching Modelling and Improvement in Flyback Converter for LED Lighting Applications // IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition, San Antonio, USA. – 2018. – P. 3444–3451.

17. Arias, M., Vazquez, A., Sebastian, J. An Overview of the AC-DC and DC-DC Converters for Led Lighting Applications. // Journal for Control, Measurement, Electronics, Computing and Communications. – 2012. – Vol. 53, No.2. – P. 156–172.

18. Cabral, H.G., Marques, A.R., Pedrollo, G.R., De Faria, P.F., Dos Reis, F.S. Performance Comparison of Buck-boost Family Converters for Driving LED Lamps // 11th IEEE/IAS International Conference on Industry Application INDUSCON, Cascatinha, Brazil, 2014.

19. Villanueva, I., Juarez, M.A., Martinez, P.R., Sosa, J.M., Vazquez, G. Comparative

Analysis of the Reliability of Drivers for Power Led // IEEE International Autumn Meeting on Power Electronics and Computing, Mexico. – 2015. – P. 1–6.

20. Sehirli, E., Altunay, M., Cakir, B. Comparison of a Single Phase Linear and Buck-boost Led Driver // Light&Engineering. – 2015. – Vol. 23, No.3. – P. 78–84.

21. Алтунай М., Чакур Б., Шехурли Э. Сравнение линейного и повышающе-понижающего преобразователей для питания светодиодов от сети переменного тока // Светотехника. – 2015. – № 4. – С. 59–63.

22. Sehirli, E., Altunay, M., Üstün, Ö., Cakir, B. Comparison of a Single Phase Buck-boost and SEPIC Led Driver // Light&Engineering. – 2017. – Vol. 25, No. 4. – P. 50–55.

23. Алтунай М., Чакур Б., Шехурли Э., Юстун Ё. Сравнение основных типов преобразователей для питания светодиодов в сети переменного тока // Светотехника. – 2017. – № 5. – С. 50–55.

24. <http://www.ti.com/lit/an/snva538/snva538.pdf>

25. http://ecee.colorado.edu/~ecen5807/course_material/Ch10slides.pdf

26. Data sheet SG3524. Regulating Pulse-Width Modulators. Texas Instrument. – 2003.

27. Data sheet PIC16F87X. 28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers. Microchip. – 2013.

28. Data sheet IRFZ44N. HexFET Power MOSFET. International Rectifier. – 2010.

29. Data sheet 1N5822. Schottky Barrier Plastic Rectifier, VISHAY. – 2013.

30. Data sheet TC4427. 1.5 A Dual High-Speed Power Mosfet Drivers, 2014.

31. Data sheet ACS712. Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1k VRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor. Allegro Microsystems. – 2017.

32. Spiazzi, G., Rosetto, L. High-Quality Rectifier Based on Coupled-Inductor Sepic Topology // Proceedings of Power Electronics Specialist Conference PESC'94, Taipei, Taiwan. 1994.



Эрдал Шехурли (Erdal Sehirli),

Ph.D. (2017 г.). Преподаватель Университета Кастамону. Область научных интересов: устройства управления для светодиодов, мощные электронные приборы, электрические машины и приводы, выпрямители напряжения и нелинейные системы управления

ные приборы, электрические машины и приводы, выпрямители напряжения и нелинейные системы управления

Новые светодиоды «chip-on-board» компании Lumileds для светильников направленного света и потолочных

Компания Lumileds LLC представила три линейки СД типа «CoB» – «LUXEON CX Plus CoB (Gen 2)», «LUXEON CX Plus CoB – High Density» и «LUXEON CX Plus CoB – High Density (Below BBL)», – являющиеся дешевой модернизацией существующих матриц СД как Lumileds, так и конкурирующих с ней компаний.

У изделий «LUXEON CX Plus CoB (Gen 2)» световой поток на 14 % больше, чем у матриц СД предшествующего поколения (Gen 1). Они имеют: излучающую поверхность (ИП) диаметром 4,5, 6, 12 или 14 мм; коррелированную цветовую температуру ($T_{кц}$) 2700–5000 К; световую отдачу выше 140 лм/Вт при $T_{кц}$ 3000 К и R_a 80 или 122 лм/Вт при $T_{кц}$ 3000 К и R_a 90.

Новые изделия «LUXEON CX Plus CoB – High Density» лидируют в отрасли по осевой силе света и поставляются как в варианте с координатами цветности, лежащими на линии чёрного тела (BBL) для имитации ГЛН, так и в варианте с координатами цветности, лежащими ниже этой линии (Below BBL) для обеспечения подбора освещению МГЛ с керамической горелкой. Изделия «LUXEON CX Plus CoB – High Density» имеют максимальный световой поток 1150 лм при $T_{кц}$ 3000 К и R_a 90 при наименьшем диаметре ИП – 4,5 мм. Этот поток на 10 % выше, чем у конкурирующих СД типа «CoB» с диаметром ИП 6 и 9 мм. Новые изделия поставляются в трёх вариантах диаметров ИП (4,5; 6 и 9 мм), с подложкой размером 12,35 × 13,35 мм и охватывают диапазон $T_{кц}$ 2700–5000 К при R_a не менее 80 или 90 и координатах цветности в пределах эллипса Мак-Адама второй или третьей ступеней. В варианте «Below BBL» $T_{кц}$ составляет 2700–4000 К при R_a не менее 95 и координатах цветности в пределах эллипса Мак-Адама второй или третьей ступеней.

Во всех названных изделиях LUXEON используются подложки с металлической основой для печатных плат, которые меньше подвержены растрескиванию при сборке светильников. Кроме того, низкое тепловое сопротивление таких подложек обеспечивает великолепный отвод тепла от СД, что позволяет уменьшать размеры как радиаторов, так и светильников в целом.

semiconductor-today.com
01.11.2019

