

Построение источников тока для питания светодиодов

на базе структуры обратноходового преобразователя

Задача повышения эффективности светодиодных светильников делает необходимым использование в качестве элемента, преобразующего сетевое напряжение питания в выходной ток питания светодиодов, модуля с высокочастотным импульсным преобразованием потока электрической энергии. Схема такого модуля может быть индивидуальной в зависимости от характера эксплуатации светильника. Однако существует ряд специфических вопросов проектирования таких модулей, актуальных для всех классов преобразователей.

Функциональную структуру преобразователя можно представить в виде схемы, приведенной на рис. 1.

Процесс преобразования переменного питающего напряжения в постоянный выходной ток приводит к необходимости использования буферного реактивного элемента, накапливающего энергию в моменты действия высоких мгновенных значений напряжения каждого полупериода и отдающего ее в нагрузку в моменты действия низких мгновенных значений питающего напряжения на каждом полупериоде. В зависимости от структуры преобразователя место расположения реактивного элемента может изменяться. Так, наиболее типичным решением является размещение накопительного элемента непосредственно после сетевого выпрямителя. Такое решение позволяет использовать высоковольтные накопительные конденсаторы, имеющие высокую удельную энергоемкость, что приводит к уменьшению массо-габаритных показателей изделия. Существуют также структуры с расположением накопительного элемента на выходе импульсного преобразователя и с накопительным элементом внутри многоступенчатого импульсного преобразователя.

Традиционная схема импульсного преобразователя содержит на входе звено двухполупериодного выпрямителя с емкостным сглаживающим фильтром (рис. 2).

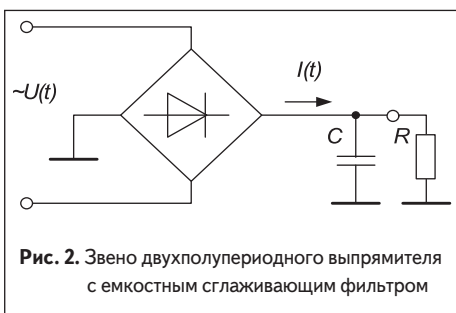


Рис. 2. Звено двухполупериодного выпрямителя с емкостным сглаживающим фильтром

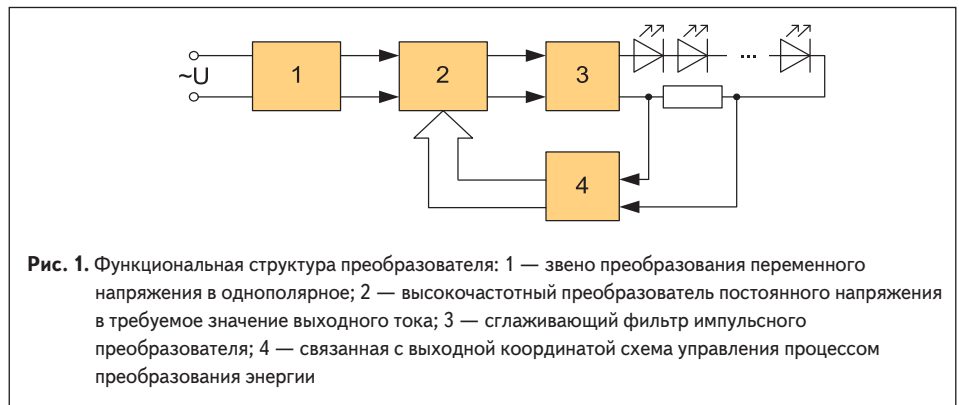


Рис. 1. Функциональная структура преобразователя: 1 — звено преобразования переменного напряжения в однополярное; 2 — высокочастотный преобразователь постоянного напряжения в требуемое значение выходного тока; 3 — сглаживающий фильтр импульсного преобразователя; 4 — связанная с выходной координатой схема управления процессом преобразования энергии

Особенностью энергопотребления такой схемы является характерная форма потребляемого тока (рис. 3), обусловленная процессом открывания и запаривания выпрямительных диодов.

Несинусоидальная форма потребляемого тока приводит к искажению формы питающего напряжения и снижению эквивалентного коэффициента мощности нагрузки.

Использование накопительного конденсатора непосредственно после сетевого выпрямителя

делает невозможным управление формой потребляемого тока.

Для устранения указанного недостатка может использоваться структура с расположением накопительного элемента в сглаживающем фильтре (блок 3, рис. 1) или внутри самого многоступенчатого блока импульсного преобразования (блок 2, рис. 1). Система управления импульсным преобразователем (блок 4, рис. 1) обеспечивает форму потребляемого тока в со-

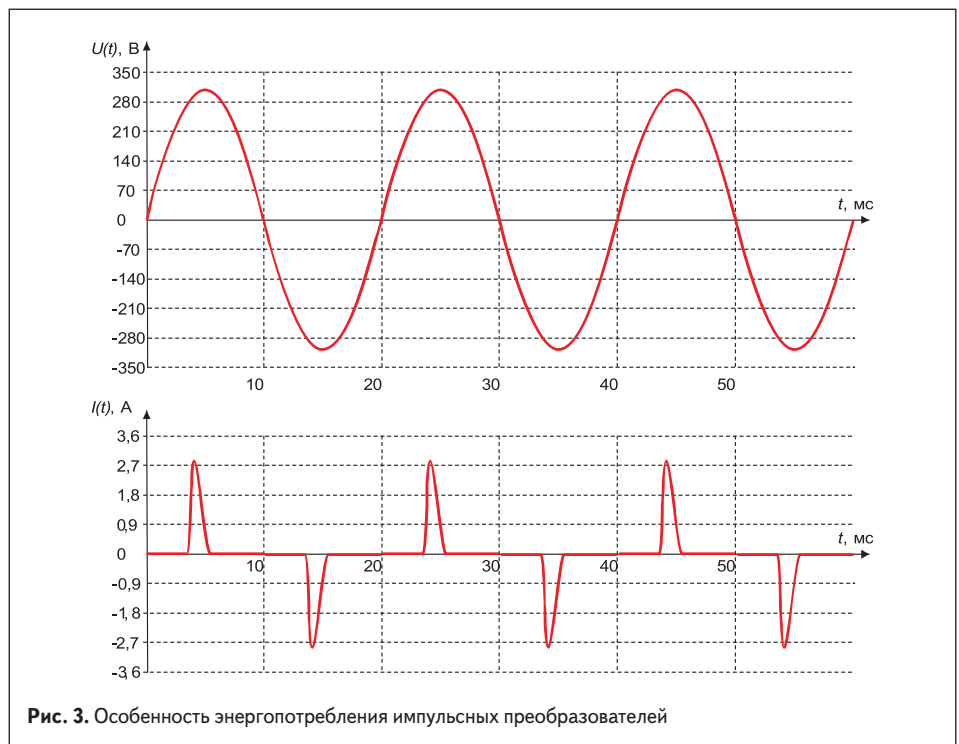


Рис. 3. Особенность энергопотребления импульсных преобразователей

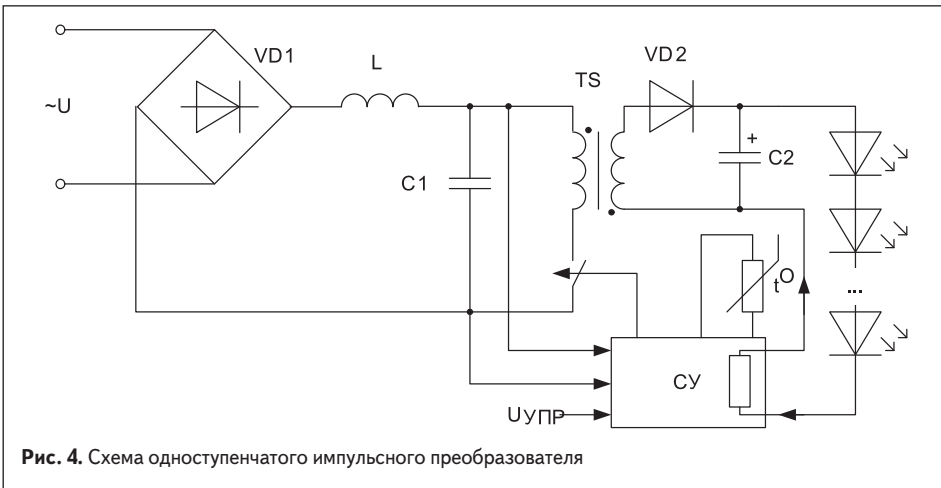


Рис. 4. Схема одноступенчатого импульсного преобразователя

ответствии с формой напряжения питающей сети. Схема одноступенчатого импульсного преобразователя представлена на рис. 4.

В этом случае накопление энергии перемещается в конденсатор C2, стоящий в фильтре на выходе преобразователя. Конденсатор C1 работает с большим коэффициентом пульсаций, устраняя лишь моменты времени равенства нулю сетевого напряжения.

Для придания потребляемому току формы, соответствующей форме полупериода питающего напряжения, система управления формирует алгоритм коммутации электронного ключа, при котором изменяется длительность включенного и выключенного состояний.

В общем случае схема импульсного преобразователя может быть различной: прямоходовой, двухполупериодной, обратногоходовой и т. д. В случае данного применения следует отметить характерные эксплуатационные особенности преобразователя:

- широкий диапазон изменения питающего напряжения;
- широкий диапазон изменения выходного напряжения нагрузки, обусловленный возможностью подключения разного количества светодиодов;
- необходимость надежной и эффективной защиты от короткого замыкания.

Указанные требования определяют наиболее эффективное применение обратногоходовой схемы преобразования, поскольку в прямоходовых схемах, с одной стороны, пропорционально взаимосвязаны мгновенные значения входного и выходного токов, что делает затруднительным построение схем защиты.

С другой стороны, соотношение входного и выходного напряжений определяется соотношением чисел витков первичной и вторичной обмоток трансформатора и коэффициентом заполнения ключевой схемы.

Обратногоходовой преобразователь имеет существенное отличие от прямоходовых с точки зрения алгоритма работы. Его действие основано на использовании двух последовательных независимых временных интервалов: интервала накопления энергии в магнитопроводе трансформатора-дросселя и интервала передачи порции энергии из сердечника магнитопровода в цепь нагрузки. Указанный алгоритм работы обратногоходового преобразователя позволяет обеспечить естественную защиту выхода ограничением энергии, накапливаемой в магнитопроводе.

В обратногоходовых преобразователях с функцией коррекции коэффициента мощности ограничение энергии, накапливаемой в магнитопроводе, происходит динамически по закону, при котором форма потребляемого тока соответствует форме полупериода сетевого напряжения. Общий уровень энергии при этом соответствует стабилизируемой выходной величине.

Выводы

Импульсные преобразователи с накопительным конденсатором после двухполупериодного выпрямителя имеют хорошие массо-габаритные показатели, но не позволяют обеспечить требования по коэффициенту мощности, поскольку не допускают управление формой

потребляемого тока. Такая структура может быть рекомендована для преобразователей с малыми мощностями, в которых не регламентируется значение коэффициента мощности.

В импульсных преобразователях с накопительным элементом после высокочастотного преобразователя появляется возможность обеспечения требуемого значения коэффициента мощности, однако при этом повышаются требования к массо-габаритным показателям фильтрующего элемента, который используется при более низком рабочем напряжении, чем выпрямленное сетевое. Емкость фильтрующего элемента вычисляется исходя из требований к уровню пульсаций выходного тока, рассчитываемых через малое динамическое сопротивление работающих светодиодов. Такая структура рекомендована для построения преобразователей средней мощности.

Построение мощных импульсных преобразователей рекомендуется производить по структуре с многоступенчатым преобразованием энергии. Обратногоходовая схема является наиболее предпочтительной для преобразователей напряжения в ток в силу особенностей ее эксплуатационных характеристик.

Литература

1. Барбасова Т. А., Вставская Е. В., Константинов В. И. Выбор оптимального режима работы светодиодных излучателей // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2010. Вып. 11, № 2 (178).
2. Пат. № 84160 (РФ) МПК Н 01 L 33/00. Устройство светодиодного излучателя / А. Ю. Вставский, В. И. Константинов, Е. В. Вставская, О. В. Константинова // № 2009108703/22. Бюл. 2009. № 18 (IV ч.).
3. Казаринов Л. С., Шнайдер Д. А., Барбасова Т. А., Вставская Е. В. и др. Автоматизированные системы управления энергоэффективным освещением. Монография. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ. 2011.
4. Барбасова Т. А., Вставская Е. В., Константинов В. И. Оптимизация режима работы светодиодных светильников // Электротехнические комплексы и системы управления. 2011. № 4.
5. Барбасова Т. А., Вставская Е. В., Захарова А. А., Костарев Е. В. Энергоэффективное управление комплексами наружного освещения // Фундаментальные и прикладные проблемы науки. Т. 2. Материалы VI Международного симпозиума. М.: РАН. 2011.