УДК 621.328:621.316

С.Н. Литовченко[1 2] **, А.Г. Литвинов**[1 2] **, Л.А. Назаренко**[1]

[1] *Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова*
[2] *ООО «Светодиодные технологии Украина»*

ИСЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМ СТАНДАРТНЫХ УПРАВЛЯЕМЫХ ДРАЙВЕРОВ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ УПРАВЛЯЕМЫХ СИСТЕМ ОСВЕЩЕНИЯ

Приведенные результаты исследований стандартных неуправляемых драйверов светодиодных светильников позволяют сделать выводы об их возможной доработке до управляемых. Анализ, расчеты и измерения, изложенные в данной статье, делают возможным внесение определенных изменений электрическую схему неуправляемого драйвера с целью создания цепи управления мощностью выходного светового потока светильника. Таким образом, возникает возможность реализовать управляемый драйвер обеспечивающий к тому же наличие функции коррекции мощности на основе однокаскадной схемы исполнения взамен стандартной двухкаскадной что приводит к резкому удешевлению изделия.

Ключевые слова: *коэффициент коррекции мощности (ККМ), ШИМ контроллер, драйвер светодиодного светильника, опорное напряжение, линейное диммирование.*

Введение

При эксплуатации современных светодиодных осветительных систем, а также отдельных светодиодных светильников часто возникает необходимость в осуществлении управления их световым потоком. При этом необходимо обеспечить высокое значение коэффициента коррекции мощности (ККМ). Для сочетания этих двух параметров в одном изделии применяется, как правило, двухкаскадная схема реализации драйвера светодиодного светильника, где первый каскад обеспечивает высокое значение ККМ а во втором каскаде реализовано управление (диммирование) световым потоком. При применении однокаскадной схемы довольно сложно осуществить одновременно и диммирование светового потока и функцию коррекции мощности. Практически все выпускаемые производителями широко используемые микросхемы ШИМ контроллеров для однокаскадных драйверов имеют только одну из этих функций – ККМ. В данной статье будет рассмотрена возможность реализации одновременно этих двух функций в однокаскадной схеме драйвера светодиодного светильника.

Изложение основного материала

Типовая схема однокаскадного светодиодного драйвера с корректором коэффициента мощности представлена на рис.1.

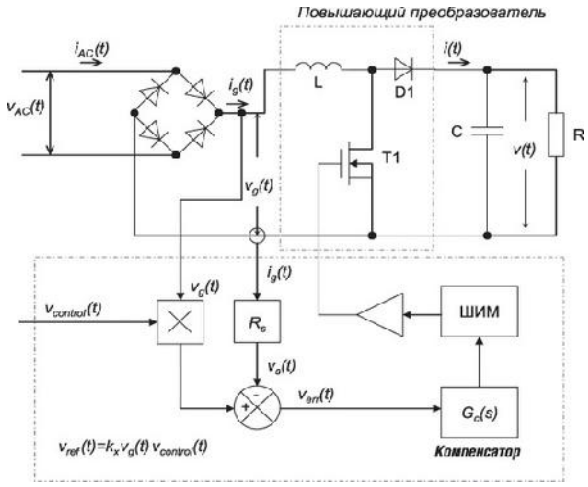

Рис.1. Типовая схема однокаскадного светодиодного драйвера с ККМ.

Рассмотрим типовые схемы включения однокаскадного драйвера светодиодного светильника различных производителей. В качестве первого примера остановимся на ШИМ контроллере со встроенным ККМ UCC28810/28811 фирмы Texas Instruments[1]. Типовая схема включения UCC28810/28811 приведена на рис.2.

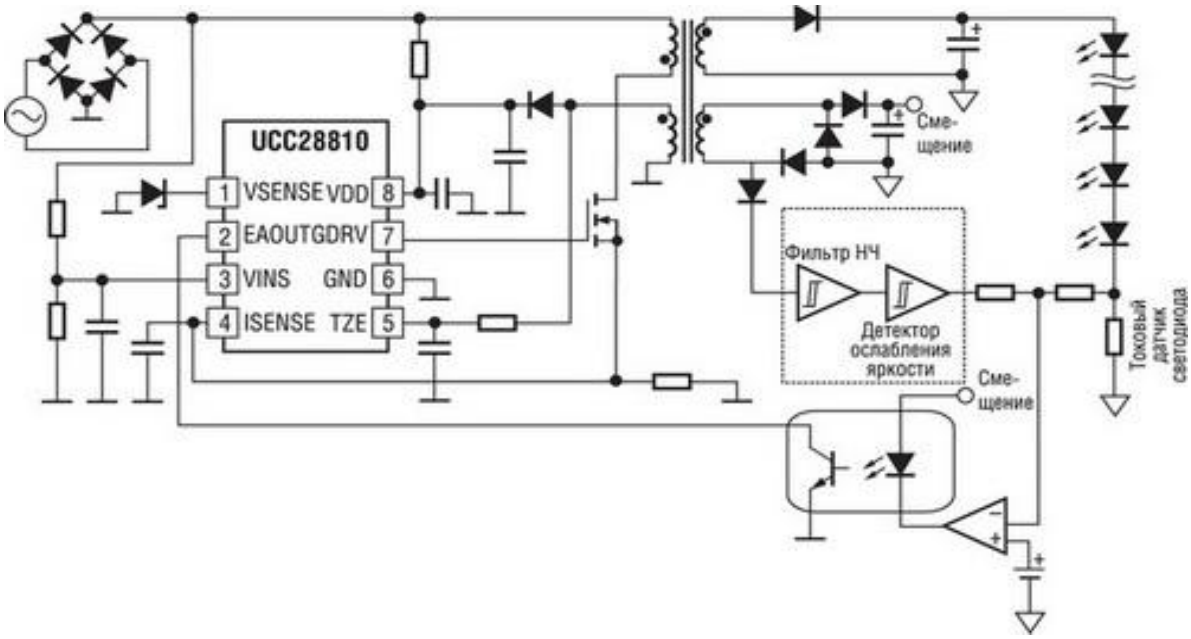

Рис.2 Типовая схема включения UCC28810/28811

Данный тип включения обеспечивает гальваническую развязку между питающей силовой и выходной цепью, что исключает возможность поражения электрическим током от первичной сети. Контроллеры UCC28810/28811 разработаны для управления обратноходовыми понижающими или повышающими преобразователями, работающими в режиме критической проводимости Transition Mode (TM). Данный режим был проанализирован в предыдущих публикациях как наиболее энергосберегающий при использовании его в обратноходовых преобразователях с гальванической развязкой от питающей сети AC 220V.

В качестве второго примера рассмотрим ШИМ контроллер на основе микросхемы L6562 [2,8] производителя STMicroelectronics с аналогичными функциями типовая схема включения, которого, приведена на рис.3.

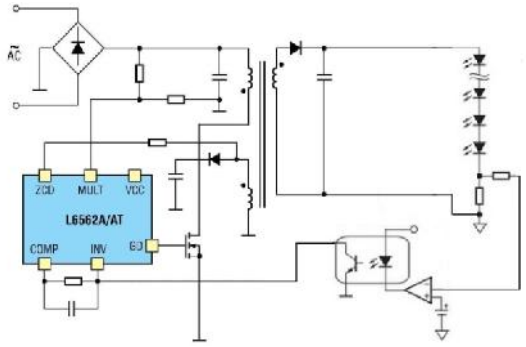

Рис.3. Типовая схема включения L6562

В этих ШИМ контроллерах предусмотрена также возможность диммирования светового потока на основе схемы Triak (обычный тиристорный диммер для ламп накаливания) , что отображено на рис.4. Однако такой режим диммирования сопровождается паразитной модуляцией светового потока удвоенной частотой питающей сети f=100 Гц, кроме того возрастает уровень электромагнитных помех отдаваемых драйвером в питающую сеть.

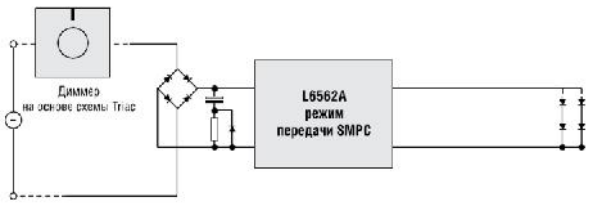

Рис.4. Диммирование на основе схемы Triak.

Далее будет рассмотрена возможность реализации диммирования в приведенных ШИМ контроллерах с обеспечением стабильного светового потока при отсутствии его паразитной модуляции. Остановим свай выбор на микросхеме L6562. Это обусловлено тем, что L6562 и UCC28810/28811 являются функциональными аналогами, но UCC28810/28811 имеют диапазон рабочих температур -40÷105 °C, а L6562 соответственно -40÷150 °C. Кроме того, ШИМ контроллер L6562 на момент написания статьи, имел закупочную стоимость в Украине 10 грн. против 15 грн. у UCC28810 и 30 грн. у UCC28811.

Схема электрическая принципиальная драйвера на L6562 представлена на рис.5.

На приведенной схеме включение ШИМ контроллера выполнено стандартно с реализацией функции ККМ с отсутствием диммирования. Для реализации функции диммирования проанализируем цепь обратной связи по выходному току на элементах R34, R35, R27 и цепь опорного напряжения DA4, R28, R30, R31 и C29. Здесь средний ток протекающий через светодиоды I_{led} будет определяться как

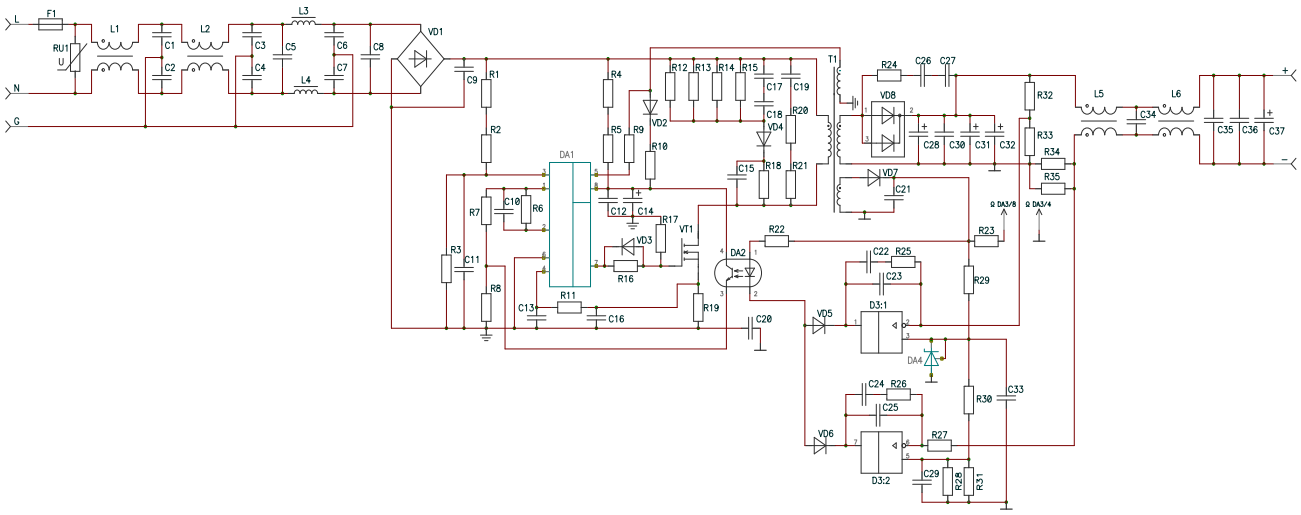

Рис.5. Схема электрическая принципиальная драйвера на L6562

$$I_{led} = \frac{U_{on} * R_{ycm}}{(R_{30} + R_{ycm}) * R_i} \qquad (1)$$

где U_{on} - стабилизированное опорное напряжение формируемое микросхемой DA4, R_{ycm} и R_i сопротивления, определяющие средний ток через светодиоды. Здесь

$$R_{ycm} = \frac{R_{28} + R_{31}}{R_{28} * R_{31}} = const \quad ; \qquad (2)$$

$$R_i = \frac{R_{34} + R_{35}}{R_{34} * R_{35}}; \qquad (3)$$

Напряжение $U_{on} = 2.5V = const$,

следовательно I_{led} также = const.

Для обеспечения в данной схеме функции линейного (аналогового) диммирования необходимо принципиальное изменение в цепи опорного напряжения. Идея заключается в следующем. В цепь опорного напряжения вместо Uоп=2,5V = const снимаемого с DA4 подаются ШИМ импульсы со стандартного программируемого контроллера с постоянным размахом напряжения Uк=3,3V. Для этого верхний вывод R30 (рис.5) должен быть отключен от стабилизатора опорного напряжения DA4 и подключен к стандартному контроллеру с программой управления. Схема подключения показана на рис.6. В качестве такого контроллера была использована микросхема MK20DX256VLH7 фирмы FREESCALE.

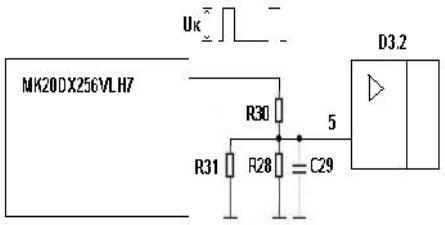

Рис.6. Схема подключения к стандартному контроллеру управления.

Максимальная величина I_{led} для драйвера рис.5 составляет 2А. При R_i=0,05 Ом, R30=51кОм и $U_{on} = U_k = 3.3V$ из формулы (1) имеем

$$R_{ycm} = \frac{I_{led} * R_{30} * R_i}{U_{on} - I_{led} * R_i} \qquad (4)$$

При приведенных выше значениях Rуст=1,593кОм (т. е. R31=1,6кОм и R28=∞ - не устанавливается). Частота ШИМ диммирования f=70 кГц = const. Для преобразования ШИМ сигнала контроллера управления в управляющее напряжение к выводу 5 компаратора подключен интегрирующий конденсатор C29=10мкФ. При практической реализации в данной схеме удалось

получить диапазон диммирования 10÷100%. При уровне выходного тока менее 10% от максимального проявилась нестабильность выходного тока драйвера в связи с низким уровнем управляющего напряжения Uупр на выводе 5 компаратора D3.2 Uупр=I led*Ri значение которого составляет при этом <15 мV. В этом случае вход управления компаратора становится чувствительным к помехам наводимым микросхемой драйвера ШИМ L6562.

Выводы

Проведенные исследования и расчеты позволяют утверждать что однокаскадные драйвера с функцией ККМ реализованные на выпускаемых на данный момент микросхемах и не предусматривающие возможность линейного диммирования светового потока могут быть доработаны до данной функции методом изменения схемы цепи опорного сигнала. В этом случае диапазон диммирования может достигать 10÷100% что приемлемо для большинства применений светодиодных светильников. При этом в результате отказа от второго каскада используемого при стандартном построении диммируемого драйвера удалось значительно упростить конструкцию и снизить стоимость изделия.

Литература

1. Texas instruments. LED lighting power controller// Документ: SLUS865 OCTOBER 2008. http://www.ti.com/lit/ds/slus865/slus865.pdf

2. Александр Калачев. С низким стартовым током: корректоры коэффициента мощности от СТМ// Новости электроники-№9(101)-2011-С.17-23.

3. Сергей Миронов (КОМПЭЛ). Интегральные драйверы для светодиодного освещения часть I: AC/DC-драйверы// Новости электроники-№10-2010-статья 2.

4. Б.Ю. Семенов. «Фли-бак» обратноходовой преобразователь напряжения// Силовая электроника для любителей и профессионалов. Солон-Р, Москва, 2001.

5. Построение импульсных источников питания для светодиодных светильников//http://led-ivelektro.ru/articles-one_id=3.html

6. Дмитрий Макашов. Обратноходовой преобразователь//http://zival.ru/sites/default/files/download/flyback.pdf

7. Владимир Бурлаенко. Корректоры коэффициента мощности от Microelectronics// Электронные компоненты-№9-2012.

8.ОАО Интеграл. IL6562D, с.22-25// http://integral.by/sites/default/files/svetotexnika_2016.pdf

9. Основные технические решения для импульсных источников питания, с12-14// http://www.symmetron.ua/files/p.pdf

10. Браун М. Проектирование цепи обратной связи по напряжению// Источники питания расчёт и конструирование, с92-97, «МК-Пресс», Киев, 2007.

11. Дмитрий Яблоков. Разработка AC/DC драйвера с коррекцией коэффициента мощности на UCC28810 и TPS92210 Texas Instruments. Февраль 2011// http://www.compel.ru/wordpress/wp-content/uploads/2012/03/05b_TI_LED_PFC_Drivers.pdf

References

1. Texas instruments. LED lighting power controller // Document: SLUS865 OCTOBER 2008. http://www.ti.com/lit/ds/slus865/slus865.pdf

2. Alexander Kalachev. With a low starting current: power factor correctors from STM // News-electronics №9 (101) -2011-S.17-23.

3. Sergei Mironov (Compel). Integrated drivers for LED lighting Part I: AC / DC-drivers // Electronics News-№10-2010-article 2.

4. BJ Semenov. "Flea-tank" flyback voltage converter // Power electronics for amateurs and professionals. Solon P, Moscow, 2001.

5. Construction of switching power supplies for LED lamps // http: //led-ivelektro.ru/articles-one_id=3.html

6. Dmitry Makashov. Flyback Converter // http//zival.ru/sites/default/files/download/flyback.pdf

7. Volodymyr Burlaenko. Power Factor of Microelectronics // E components Vol. 9 (2012).

8. OAO integral. IL6562D, s.22-25 // http://integral.by/sites/default/files/svetotexnika_2016.pdf

9. Basic technical solution for switching power supply, s12-14 // http://www.symmetron.ua/files/p.pdf

10. M. Braun Design feedback circuit voltage Power Supplies // calculation and design, s92-97, "MK-Press", Kyiv, 2007.

11. Dmitry Yablokov. Development of AC / DC driver with power factor correction on the UCC28810 and TPS92210 Texas Instruments. February 2011 // http://www.compel.ru/ wordpress/wp-content/uploads/2012/03/ 05b_TI_LED_PFC_Drivers.pdf

Автор: ЛИТОВЧЕНКО Сергей Николаевич
главный инженер
ООО «Светодиодные технологии Украина»
61145, Украина, Харьков, ул. Новгородская, 3
аспирант кафедры СИС Харьковского национального университета городского хозяйства им. А.Н. Бекетова,

Автор: ЛИТВИНОВ Александр Григорьевич
технический директор
ООО «Светодиодные технологии Украина»,
61145, Украина, Харьков, ул. Новгородская, 3
аспирант кафедры СИС Харьковского национального университета городского хозяйства им. А.Н. Бекетова
E-mail - alex7185047@gmail.com

Автор: НАЗАРЕНКО Леонид Андреевич
доктор технических наук, профессор кафедры СИС Харьковского национального университета городского хозяйства им. А.Н. Бекетова,

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ СТАНДАРТНИХ КЕРУЄ ДРАЙВЕР СВІТЛОДІОДНИХ СВІТИЛЬНИКІВ З МЕТОЮ СТВОРЕННЯ НА ЇХ ОСНОВІ КЕРОВАНИХ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ

С.М. Литовченко, О.Г. Литвинов Л.А. Назаренко

Наведені результати досліджень стандартних некерованих драйверів світлодіодних світильників дозволяють зробити висновки про їх можливе доопрацювання до керованих. Аналіз, розрахунки і вимірювання, викладені в даній статті, роблять можливим внесення певних змін електричної схеми некерованого драйвера з метою створення ланцюга управління потужністю вихідного світлового потоку світильника. Таким чином, виникає можливість реалізувати керований драйвер, що забезпечує до того ж наявність функції корекції потужності на основі однокаскадної схеми виконання замість стандартної двухкаскадной, що призводить до різкого здешевлення виробу.

Ключові слова: *коефіцієнт корекції потужності (ККП), ШІМ контролер, драйвер світлодіодного світильника, опорна напруга, лінійне диммірування.*

STUDY OF ELECTRICAL CIRCUITS STANDARD DRIVER CONTROLLED LED LUMINAIRES TO CREATE THE BASIS FOR THEIR CONTROL SYSTEMS LIGHTING

S.N. Litovchenko, A.G. Litvinov, L.A. Nazarenko

This article deals with the problems associated with the management of the power output of the luminous flux of LED lamps that have in its composition uncontrollable driver configured in accordance with single-stage circuitry. Based on the analysis of typical schemes of this class drivers for implementation of management functions in it chip PWM type controller L6562 from STMicroelecronics has been chosen. Next feedback circuit at the output current of LEDs has been investigated and the reference voltage circuit presented in the article scheme ofc circuit diagram on the basis of the controller whereby reconfigured reference voltage circuit, and values denomination electronic components corresponding circuits for implementing the driver functions dimming have been calculated. As a result of practical implementation of the circuit based on the above derived parameters refinement LED lamps that meet the requirements for their operation, thus resulting in failure of the second-stage used in construction standard of dimmable driver, the construction has been significantly simplified and the cost reduced.

Keywords: *power factor correction (PFC), a PWM controller, LED lamp driver, a reference voltage, linear dimming.*

