

### Список литературы

1. Шуберт Ф. Светодиоды / Пер. с англ. Под ред. А. Э. Юновича. – 2-е изд. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 496 с.
2. Маниктала С. Импульсные источники питания от А до Z: Пер. с англ. – К.: «МК-Пресс», СПб: «КОРОНА-ВЕК», 2008. – 256 с.
3. Техническая инф. по ИС TPS92020. Электронный ресурс. Режим доступа: [www.ti.com/TPS92020](http://www.ti.com/TPS92020).
4. Сурайкин А. И., Курынов Б. В., Сеськин М. В., Сурайкин А. А. Высокоэффективные источники питания для светодиодного освещения // Электроника и электрооборудования транспорта, 2020. № 3. С.25-28.
5. Техническая инф. по САПР TINA-TI. Электронный ресурс. Режим доступа: [www.ti.com/tool/TINA-TI](http://www.ti.com/tool/TINA-TI).

*Материал принят к публикации 06.10.21.*

УДК 621.3.072

DOI: 10.30987/conferencearticle\_61c997f1072a27.62012416

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ПОВЫШЕННОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОДИОДАМИ

**Александр Иванович Сурайкин**, доцент, к.т.н., [suraykin@mail.ru](mailto:suraykin@mail.ru)

**Андрей Дмитриевич Кудряшов**, магистрант первого года обучения направления подготовки «Электроника и нанoeлектроника», [and\\_kud@mail.ru](mailto:and_kud@mail.ru)

**Максим Сергеевич Лабутин**, магистрант первого года обучения направления подготовки «Электроника и нанoeлектроника», [labutin99-m@mail.ru](mailto:labutin99-m@mail.ru)

**Алексей Александрович Сурайкин**, магистрант первого года обучения направления подготовки «Электроника и нанoeлектроника»  
[mister.suraykin@mail.ru](mailto:mister.suraykin@mail.ru)

НИ МГУ им. Н. П. Огарёва, кафедра электроники и нанoeлектроники  
Россия, Саранск

*Аннотация. Приведены результаты компьютерного моделирования импульсного источника питания повышенной мощности на основе разработанной имитационной модели микросхемы ШИМ-контроллера в составе светодиодных светильников. Представлены результаты компьютерного моделирования в САПР TINA-TI.*

*Ключевые слова: имитационная модель, импульсный источник питания, ШИМ-контроллер, временные диаграммы.*

### SIMULATION OF SWITCHING SUPPLY POWER OF INCREASED POWER FOR LIGHT EMITTING DIODES CONTROL

Alexander Iv. Suraykin, assistant professor, candidate of technical sciences, [suraykin@mail.ru](mailto:suraykin@mail.ru)

Andrey Dm. Kudryashov, undergraduate of first year studies «Electronic and nanoelectronic» direction of training, [and\\_kud@mail.ru](mailto:and_kud@mail.ru)

Maxim S. Labutin, undergraduate of first year studies «Electronic and nanoelectronic» direction of training, labutin99-m@mail.ru

Alexey Al. Suraykin, undergraduate of first year studies «Electronic and nanoelectronic» direction of training, mister.suraykin@mail.ru

National Research Mordovia State University, Department of Electronics and Nanoelectronics, Russia, Saransk City

*Abstract. The article provides results of computer simulation of switching power supply of increased power on base designed of imitation block-diagram of IC PWM-controller for light emitting diodes. Represented results of computer design at CAD TINA-TI.*

*Keywords: imitation block-diagram, switching power supply, PWM-controller, time-diagram.*

В настоящее время большой номенклатурный диапазон начинают занимать мощные светодиодные светильники, предназначенные как для бытового применения, так и уличного освещения - например, подъезды домов, пешеходные дорожки, парковые зоны и т. п. Это требует создания всё более разнообразных источников питания с различными функциями для практически всех сфер применения: коммерческое, частный сектор, уличное и инфраструктурное.

В этой связи, одним из главных этапов разработки источника питания является его компьютерное моделирование в SPICE-симуляторе. Проведение имитационного моделирования позволяет сократить сроки разработки и заметно снизить вероятность возникновения ошибки.

Для решения задачи разработки светильника повышенной мощности, необходимо устройство питания или просто – источник питания (ИП с возможностью установки удвоенного значения тока светодиодов – 700 мА [1].

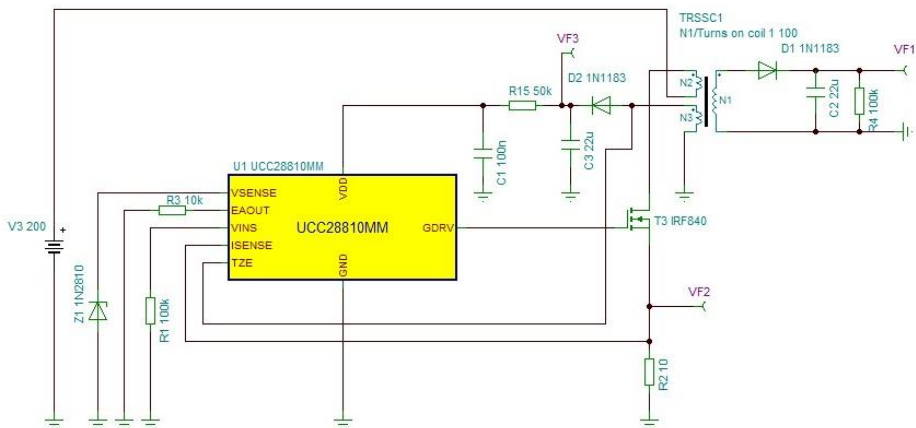
Предлагаемый источник питания представляет собой обратноходовой преобразователь с обратной связью по току. Для построения данного источника питания была выбрана микросхема ШИМ-контроллера UCC28810D от фирмы-производителя Texas Instruments (США). Её основные характеристики можно найти на сайте производителя [2].

Основной трудностью при расчёте основных параметров ИП являлось то, что невозможно было провести компьютерное имитационное моделирование ИП в САПР, так как производитель микросхемы UCC28810D не представил её SPICE-макромодель. Поэтому первой и, наверно, главной задачей настоящей работы - было создание её макромодели – SPICE-модели с применением блочно-иерархического принципа. Разработка макромодели микросхемы UCC28810D была проведена в САПР TINA-TI, являющейся продуктом компании Texas Instruments [3]. Применение данной САПР обусловлено тем, что это свободно распространяемая некоммерческая САПР, а также тем, что многие вычислительные алгоритмы для импульсных устройств в этой среде хорошо отлажены

Макромодель микросхемы UCC28810D представляет собой функциональную схему, содержащую три уровня иерархии:

- первый уровень – уровень элементов, на которых выполнены принципиальные электрические схемы функциональных узлов;

- второй уровень – функциональный уровень, представляющий собой фактически функциональную схему микросхемы UCC28810D;
- третий уровень – уровень микросхемы как устройства («чёрного ящика») на котором можно строить схемы различных источников питания.

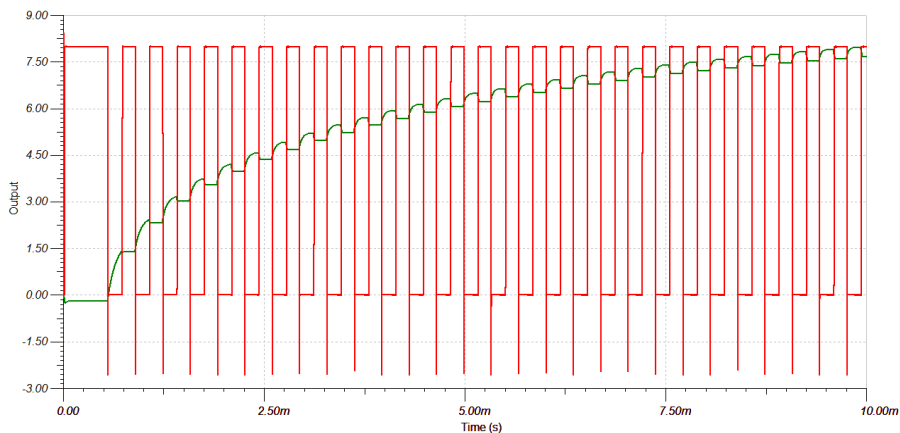


*Рисунок 1 – Имитационная модель импульсного источника питания на основе макромодели микросхемы UCC28810D*

На рисунке 1 приведена имитационная модель импульсного источника питания на основе SPICE-макромодели микросхемы UCC28810D для анализа в САПР TINA-TI.

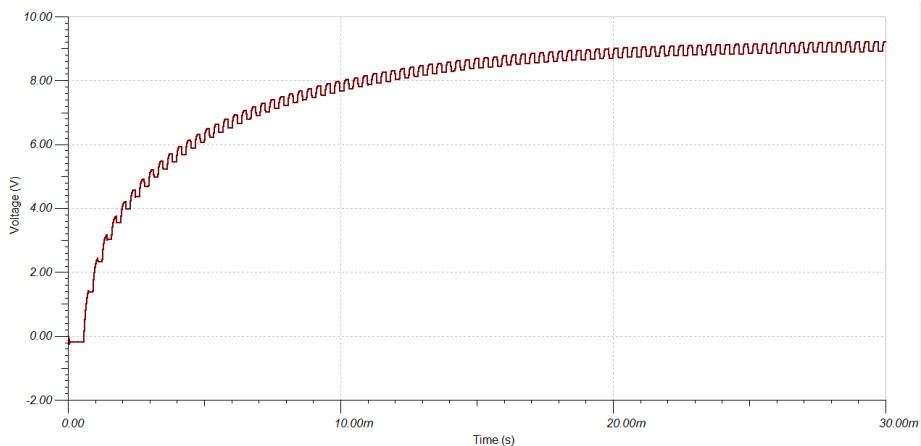
Имитационное моделирование разрабатываемого импульсного источника питания позволяет строить временные диаграммы в различных временных интервалах обеспечивая, тем самым, как анализ начального режима работы (инициализация), так и установившейся (стационарный) режим работы в заданных временных интервалах, то есть проводить оценку режима стабилизации рабочего тока светодиодов [5].

На рисунке 2 приведены временные диаграммы перехода источника питания на стационарный режим.



*Рисунок 2 – Временные диаграммы напряжения на датчике тока (непрерывный импульсный сигнал на резисторе R2) и напряжения на вторичной обмотке трансформатора (экспоненциально нарастающий сигнал на резисторе R4)*

На рисунке 3 приведена временная диаграмма установки напряжения на дополнительной обмотке (обмотке обратной связи) трансформатора, которое служит питающим напряжением микросхемы UCC28810D.



*Рисунок 3 – Временная диаграмма напряжения на обмотке обратной связи трансформатора*

Проведённый анализ полученных результатов моделирования позволил в первом приближении провести расчёт алгоритма работы источника питания и

определить основные требования к навесным компонентам микросхемы, включая трансформатор.

В качестве основных технических данных для ИП можно привести следующие:

- 1 Диапазон напряжения питания: 90 – 250 В (переменное);
- 2 Число последовательно включенных светодиодов: 24;
- 3 Число параллельных светодиодных цепей: 3;
- 4 Прямое падение напряжения на одном светодиоде: 3,5 В;
- 5 Полное падение напряжения на светодиодах:

$$U_{LED}=24 \times 3,5=54 \text{ В.}$$

Применяя SPICE-макромодель микросхемы UCC28810D, приведённой на рисунке 1 можно проводить разработку (расчёт) различных вариантов схем ИП повышенной мощности с перспективой сборки макетных образцов печатных плат импульсных ИП. Форму и размеры печатных плат целесообразно выбирать исходя из размеров корпуса предполагаемого светодиодного светильника. Для светодиодов необходимо изготовить отдельные печатные платы с учётом их габаритов и размеров теплоотвода.

#### Список литературы

1. *Шуберт Ф.* Светодиоды / Пер. с англ. Под ред. А. Э. Юновича. – 2-е изд. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 496 с.
2. Техническая инф. по ИС UCC28810D. Электронный ресурс. Режим доступа: [www.ti.com/UCC28810D](http://www.ti.com/UCC28810D).
3. Техническая инф. по САПР TINA-TI. Электронный ресурс. Режим доступа: [www.ti.com/tool/TINA-TI](http://www.ti.com/tool/TINA-TI).
4. *Сурайкин А. И., Курынов Б. В., Сеськин М. В., Сурайкин А. А.* Высокоэффективные источники питания для светодиодного освещения // *Электроника и электрооборудования транспорта*, 2020. № 3. С.25-28.
5. *Маниктала С.* Импульсные источники питания от А до Z: Пер. с англ. – К.: «МК-Пресс», СПб.: «КОРОНА-ВЕК», 2008. – 256 с.

*Материал принят к публикации 06.10.21.*