

УДК 621.3.072

DOI: 10.30987/conferencearticle_61c997f0ed61e6.37817334

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ СВЕТОДИОДОВ С ДВУМЯ ТОКОВЫМИ КЛЮЧАМИ

Александр Иванович Сурайкин, доцент, к.т.н., suraykin@mail.ru

Максим Сергеевич Лабутин, магистрант первого года обучения направления подготовки «Электроника и наноэлектроника», labutin99-m@mail.ru

Андрей Дмитриевич Кудряшов, магистрант первого года обучения направления подготовки «Электроника и наноэлектроника», and_kud@mail.ru

Алексей Александрович Сурайкин, магистрант первого года обучения направления подготовки «Электроника и наноэлектроника»
mister.suraykin@mail.ru

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

Аннотация. Приводятся результаты разработки импульсного источника питания светодиодов с применением токовых ключей. Предлагается схемотехническое решение на основе ШИМ-контроллера с двумя внешними транзисторными ключами. Представлены результаты компьютерного имитационного моделирования источника питания в САПР TINA-TI на основе разработанной макромодели микросхемы ШИМ-контроллера.

Ключевые слова: импульсный источник питания, токовый ключ, широтно-импульсная модуляция, имитационное моделирование, макромодель.

COMPUTER SIMULATION OF POWER SUPPLY FOR LIGHT EMITTING DIODES WITH TWO CURRENT'S SOURCES

Alexander Iv. Suraykin, assistant professor, candidate of technical sciences, suraykin@mail.ru

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

Andrey Dm. Kudryashov, undergraduate of first year studies «Electronic and nanoelectronic» direction of training, and_kud@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 engineering design of switching power supply for light-emitting diodes with application current's sources. Propose a schematic design on base PWM-controller with two transistor keys. Represented results of computer imitation design of power supply at CAD TINA-TI on base of engineering design spice macros IC of PWM-controller.

Keywords: switching power supply, current key, pulse width modulation, imitation simulation, spice macros.

При разработке источников (ИП) для светодиодного освещения, необходимо учитывать определённую специфику. Кроме, собственно импульсного режима работы ИП, необходимо учитывать особенности сферы их применения. [1].

Имеется ряд критериев, необходимых почти во всех применениях:

- невысокая стоимость источника питания при серийном производстве;
- высокая электрическая эффективность (потери в драйвере приведут к увеличению размеров устройства и снизят экономичность светильника);
- надёжность (в большинстве случаев светодиодная техника позиционируется как необслуживаемая);
- корректор коэффициента мощности (ККМ) (в соответствии с действующими стандартами).

Классические или традиционные импульсные ИП работающие по push-pull алгоритму имеют ряд недостатков: большие динамические потери на высоких частотах работы, и как следствие, необходимость наличия больших радиаторов для охлаждения силовых транзисторов, большие габариты, сравнительно малый КПД [2].

Силовые транзисторы в подобных ИП работают в режиме жесткого переключения, при этом из-за наличия паразитных емкостей, вызывающих инерционность в работе, происходит накопление заряда, и фаза тока начинает сдвигаться относительно фазы напряжения. Транзисторы начинают разогреваться с появлением ряда существенных недостатков.

Одним из способов избежать этого, является применение не нового, но перспективного решения – резонансного алгоритма работы, и построенные на его основе резонансные и квазирезонансные импульсные преобразователи. Главное их преимущество – это «мягкое» переключение силовых транзисторов [3]. При всех достоинствах вышеприведённой схемы, следует отметить её некоторые недостатки:

- применение двух трансформаторов;
- сложность и трудоёмкость настройки.

В процессе исследования различных вариантов схем импульсных ИП на основе микросхемы TPS92020, было установлено, что микросхема TPS92020 позволяет реализовывать более простые схемы импульсных ИП [4]. Без применения трансформаторов с двумя источниками тока.

Поскольку такое схемотехническое решение и, соответственно, информация по применению микросхемы TPS92020 не представлены в технической информации компании Texas Instruments, необходимо проведение специального расчёта с применением компьютерного имитационного моделирования ИП на основе макромоделей микросхемы TPS92020. Однако на сайте производителя (Texas Instruments) отсутствует какая-либо информация по SPICE-макромоделям микросхемы TPS92020.

В связи с вышесказанным была выполнена разработка SPICE-макромоделей микросхемы TPS92020 для применения в составе САПР TINA-TI [5]. Применение указанной САПР связано тем, что это свободно

распространяемая некоммерческая САПР с хорошо отлаженными вычислительными алгоритмами для импульсных устройств. Разработка SPICE-макромодели микросхемы TPS92020 выполнена на основе блочно-иерархического принципа. Структурная схема разработанной SPICE-макромодели (2-й уровень иерархии) микросхемы TPS92020 приведена на рисунке 1.

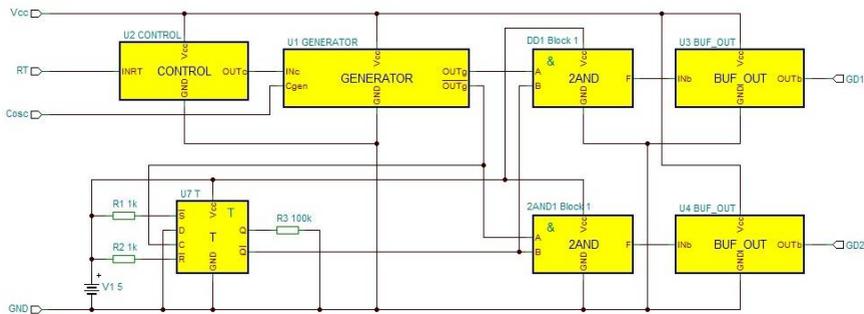


Рисунок 1 – Структурная схема SPICE-макромодели (2-й уровень иерархии) микросхемы TPS92020

Макромодель микросхемы TPS92020 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 TPS92020;
- третий уровень – уровень микросхемы как устройства («чёрного ящика») на котором можно выполнять схемы различных источников питания.

На рисунке 2 приведена имитационная модель импульсного ИП с источниками тока на основе SPICE-макромодели микросхемы TPS92020 для анализа в САПР TINA-TI. Эта модель позволяет проводить анализ и расчёт основных режимов работы импульсного ИП с применением навесных компонентов из состава встроенных библиотек САПР TINA-TI.

На рисунке 3 приведены временные диаграммы перехода источника питания на стационарный режим. Сигналы получены в разных точках, в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 2.

Измерители тока AM1, AM2 показывают токи светодиодов с выходом на стационарный режим.

В точках VF1, VF2 (стоковые контакты транзисторов T1, T2) показаны импульсные противофазные рабочие сигналы источников тока (транзисторы T1, T2).

На основании SPICE-макромодели микросхемы TPS92020, приведённой на рисунках 1 и 2 можно проводить разработку (расчёт) различных вариантов схем ИП с источниками тока без гальванической развязки.

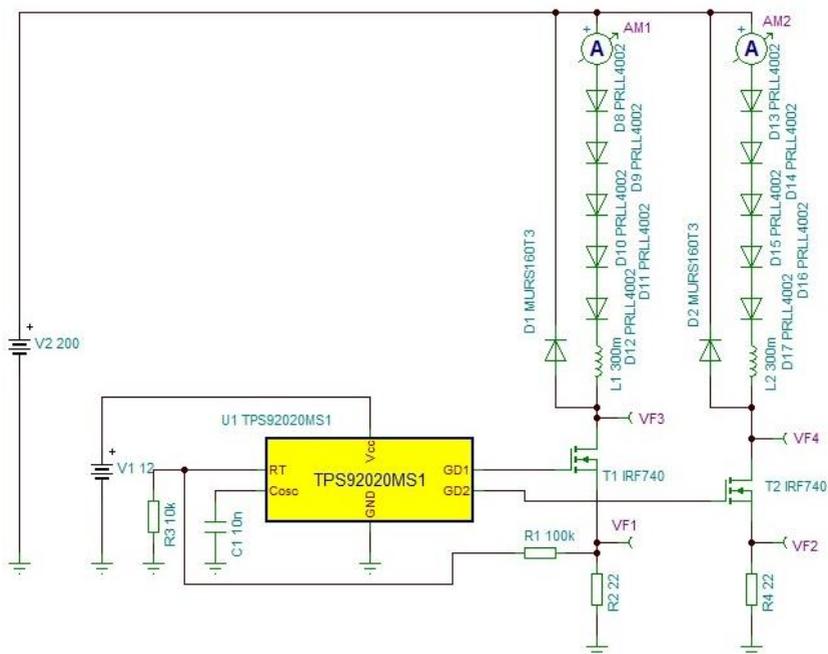


Рисунок 2 – Имитационная модель импульсного ИП с источниками тока на основе макромодели микросхемы TPS92020

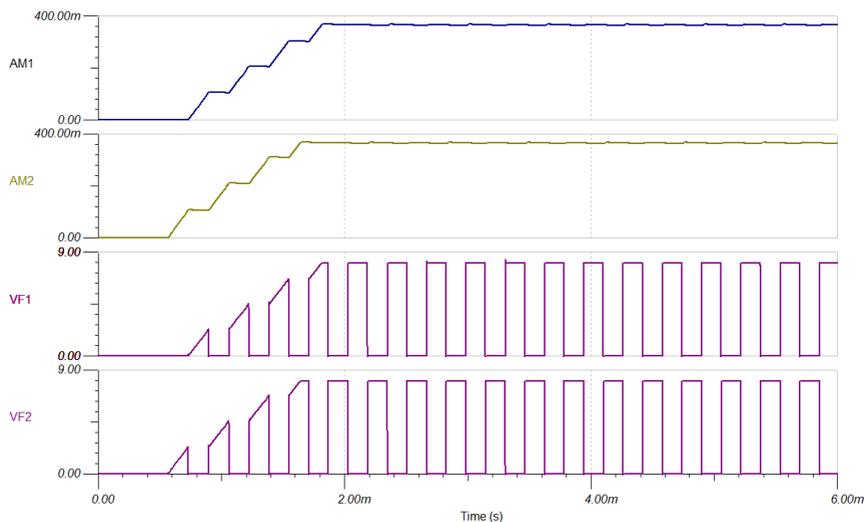


Рисунок 3 – Временные диаграммы работы импульсного ИП; AM1, AM2 – токи светодиода; VF1, VF2 – сигналы на стоковых контактах транзисторов T1, T2 (источников тока)

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.
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.

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

Андрей Дмитриевич Кудряшов, магистрант первого года обучения направления подготовки «Электроника и нанoeлектроника», and_kud@mail.ru

Максим Сергеевич Лабутин, магистрант первого года обучения направления подготовки «Электроника и нанoeлектроника», labutin99-m@mail.ru

Алексей Александрович Сурайкин, магистрант первого года обучения направления подготовки «Электроника и нанoeлектроника» 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
Andrey Dm. Kudryashov, undergraduate of first year studies «Electronic and nanoelectronic» direction of training, and_kud@mail.ru