

Научный руководитель: Н.А. Воронина, к.т.н., каф. ЭПЭО ЭНИН ТПУ.

РАЗРАБОТКА ЦОКОЛЯ E14 ПОД ЛАМПОЧКУ «ТОМИЧА»

Р.Е. Кадыров

Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭПЭО, группа 5ГЗБ

Объединив преимущества классических ламп накаливания и светодиодных излучателей источников света, можем получить лампу, выполненную по технологии *Filament LED*. Основными компонентами этой лампы являются: колба; излучающий элемент; опорная конструкция; устройство питания (драйвер); цоколь.

По внешнему виду и характеристикам излучения она близка к классическим электролампам, что ее с полным правом можно назвать светодиодной лампой накаливания. Самое главное отличие осветительных устройств *LED Filament* от классических светодиодных ламп – это диаграмма светового потока, практически полностью аналогичная диаграмме лампы накаливания. То есть светодиодные излучатели светят практически равномерно во все стороны, так же как и обычные.

Светодиоды, как и все диоды, имеют нелинейную вольт-амперную характеристику. Это означает, что при изменении напряжения на светодиоде, ток изменяется непропорционально. По мере увеличения напряжения, сначала ток растёт очень медленно, источник освещения при этом не светится. Затем, при достижении порогового напряжения, светодиод начинает светиться, и ток возрастает очень быстро. При дальнейшем увеличении напряжения, ток резко возрастает, и лампа выходит из строя.

Требования к питанию светодиодов. Для того чтобы светодиодное освещение вошло в перечень традиционных источников света помимо увеличения световой отдачи и уменьшения стоимости самих светодиодов необходимо решить еще одну проблему. Это проблема специализированного электрического питания светодиодов и светодиодных модулей.

Во-первых, блок электропитания должен сохранять работоспособность в течение незначительного временного ресурса порядка 50000 часов и более, обеспечивая при этом требуемые характеристики.

Во-вторых, питание должно быть стабилизированным по току, иметь защиту от импульсов перенапряжения и обратной полярности.

В-третьих, цена всего вышеуказанного не должна существенно превышать стоимость светодиодного модуля.

Светодиоды могут быть соединены по различным схемам. Существует несколько вариантов включения светодиодов. Они делятся на схемы с параллельным, последовательным и смешанным включением.

Наиболее эффективным является смешанное последовательно-параллельное включение. В этом случае число последовательных излучателей ограничено напряжением питания, а число параллельных ветвей выбирается в зависимости от требуемой мощности. Целью данной работы является разработка цоколя E14 для светодиодной лампы со встроенным источником питания.

Экспериментальная часть. Для сравнения источников питания произведем расчет коэффициента полезного действия.

Для источника питания с *линейным стабилизатором тока* примем минимальное напряжение на нагрузке $U_H = 75 (В)$. Номинальное напряжение сети $U_{ном} = 220 В$. Рабочая частота $f_{раб} = 50$ кГц. Ток нагрузки $I_H = 20$ мА. Сопротивление и индуктивность схемы соответственно $R_{сх} = 14$ Ом и $L = 15$ мГн.

КПД определяется по формуле:

$$\eta = \frac{U_H \cdot I_H}{U_H \cdot I_H + I_H \cdot (U_{вх} - U_H)} = \frac{75 \cdot 0.02}{75 \cdot 0.02 + 0.02 \cdot (310.2 - 75)} = 0.24$$

где U_H, I_H – соответственно напряжение и ток на нагрузке;

$U_{вх}$ – входное напряжение, $U_{вх} = \sqrt{2} \cdot U_{ном} = \sqrt{2} \cdot 220 = 310.2 (В)$.

Для источника питания с *импульсным стабилизатором тока*.

КПД вычисляется по выражению:

$$\eta = \frac{U_H \cdot I_H}{U_H \cdot I_H + k_{зап} \cdot I_{max} \cdot R_{сх}} = \frac{75 \cdot 0.02}{75 \cdot 0.02 + 0.24 \cdot 0.058 \cdot 14} = 0.88$$

где $k_{зап}$ – коэффициент заполнения, $k_{зап} = \frac{U_H}{U_{вх}} = \frac{75}{310.2} = 0.24$; I_{max} – максимальный ток,

$$I_{max} = U_{вх} \cdot \left(\frac{k_{зап}}{R_H} + \frac{k_{зап}(1-k_{зап})}{2 \cdot f_{раб} \cdot L} \right) = 310.2 \cdot \left(\frac{0.24}{3750} + \frac{0.24(1-0.24)}{2 \cdot 50000 \cdot 15 \cdot 10^{-3}} \right) = 0.058 (А)$$

$$R_H \text{ – сопротивление нагрузки, } R_H = \frac{U_H}{I_H} = \frac{75}{0.02} = 3750 \text{ Ом.}$$

Далее расчёт КПД производится при напряжениях на нагрузке равных (150, 225 и 300)В. Напряжение в сети может изменяться в пределах $220_{-15\%}^{+10\%}$. Поэтому необходим расчет КПД при минимальном напряжении питающей сети $U_{мин пит} = U_{ном} - 0.15 \cdot U_{ном} = 220 - 0.15 \cdot 220 = 187 (В)$. При этом минимальное напряжение на выходе стабилизатора будет равно $U_{мин стаб} = 187 \cdot \sqrt{2} - 2 = 262 (В)$.

Результаты расчетов показывают что, коэффициент полезного действия линейного стабилизатора тока, в отличие от импульсного, изменяется весьма значительно, а при определенных значениях напряжения на нагрузке больше, чем у импульсного.

Из этого можно сделать вывод о том, что при правильном выборе напряжения, путем изменения числа линеек светодиодов и способа их подключения,

КПД линейного и импульсного стабилизаторов тока приблизительно равны, что делает целесообразным применение линейного стабилизатора, так как его основными преимуществами являются: простота реализации, высокая надежность, низкая стоимость, отсутствие высокочастотных пульсаций выходного тока, электромагнитная совместимость.

По результатам исследования был изготовлен драйвер питания для светодиодной лампы с цоколем E14. Испытания данных источников показали, что их КПД приблизительно равны.

Источник питания должен обеспечивать стабильный ток через светодиоды. На рисунке 1 приведена осциллограмма напряжения на светодиодах.



Рис. 1. Напряжение на светодиодах

На рисунке 2 приведена осциллограмма переменной составляющей тока через светодиодную сборку.



Рис. 2. Переменная составляющая тока через светодиоды

Из рисунков 1 и 2 видно, что пульсации составляют менее 2%, а переменная составляющая практически равна 0, что означает, что пульсации тока, а следовательно и светового потока отсутствуют.

На рис. 3 приведена осциллограмма включения источника питания на осветительную нагрузку.

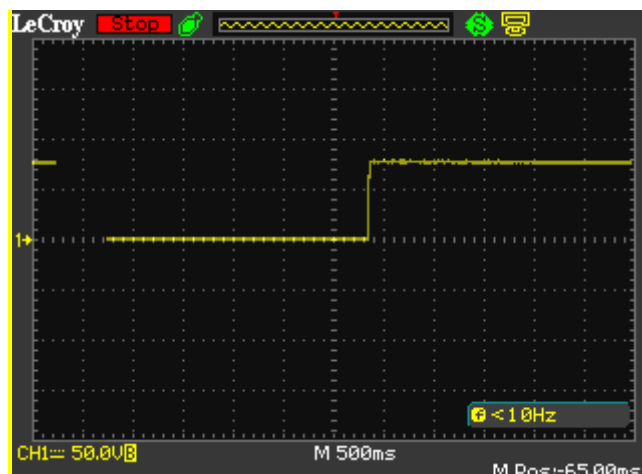


Рис. 3. Включение источника питания на нагрузку

Из осциллограммы видно, что включение происходит без перерегулирования, что увеличивает срок службы светодиодов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Махлин А. Особенности проектирования блока питания для светодиодных ламп. Полупроводниковая светотехника, 2011. – №1. – С. 30-33.
2. Семёнов Б.Ю. Экономическое освещение для всех / Б.Ю. Семёнов. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2010. – 224 с.
3. Китаев В.Е. Расчёт источников электропитания устройств связи / В.Е.Китаев. Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1993. – 232 с.
4. Обзор светодиодной лампы Эдисона. Режим доступа: http://www.superfonarik.ru/article_info.php?articles_id=29.
5. E27 35W 5630 SMD 165. Режим доступа: <http://mysku.ru/blog/china-stores/30817.html>
6. Д. Рудаковский, Е. Цевелюк, А. Тарайкович, Т. Яцко. Регуляторы тока светодиодов «Микроника» Полупроводниковая светотехника №4, 2012.
7. Б. Ю. Семенов. Силовая электроника для любителей и профессионалов. М. Солон-Р, 2001 г.

Научный руководитель: Н.В. Гусев, к.т.н., доцент каф. ЭПЭО ЭНИН ТПУ, А.В. Иванов, младший научный сотрудник НИИ АЭМ.

АНАЛИЗ ПОТЕРЬ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКО ЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ И СИМУЛИРОВАНИЕ В СРЕДЕ MATLAB

М.С. Литвиненко, А.И. Каштанов
Казанский государственный энергетический университет

Человечество тесно связано с окружающей средой, и как только появилось высокоиндустриальное общество, расход невозобновляемых видов сырья