

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Однокопылов И.Г., Гнеушев В.В., Сизиков Д.А., Шишляев В.В. Автоматизация процесса нагнетания при гидродинамических исследованиях фильтрационных характеристик угольных пластов // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 322. – № 5. – С. 50-54.
2. Однокопылов И.Г., Гнеушев В.В., Филиппов А.С. Исследование динамических нагрузок электропривода подъема каротажной лебедки // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-7. – С. 1392-1396.
3. Черкасский В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учебник для теплоэнергетических специальностей вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с.

Научный руководитель: И.Г. Однокопылов, к.т.н., доцент каф. ЭПЭО ЭНИН ТПУ.

## СВЕТОДИОДНЫЕ НИТИ И ЛАМПЫ НА СВЕТОДИОДНЫХ НИТЯХ

И.Ю. Седокова  
Томский политехнический университет  
ЭНИН, ЭПЭО, группа 5ГЗБ

Светодиодные нити представляют собой стеклянную или сапфировую подложку, на которой размещено множество светодиодов, покрытых общим люминофором. Мощность каждой нити – 1Вт. В 6-ваттной лампочке используются шесть нитей, в 4-ваттной – четыре. В цоколе лампы располагается миниатюрная плата с электронной схемой драйвера (преобразователя напряжения, делающего из переменного напряжения сети постоянное напряжение без пульсаций для питания светодиодов). Лампы на светодиодных нитях имеют почти полное сходство с классическими лампами накаливания, как по внешнему виду, так и по диаграмме направленности. Нитевидные излучатели очень похожи на нить лампы накаливания.

В лампах на светодиодных нитях нет радиаторов, они очень лёгкие – 6-ваттная лампа весит 35 граммов, 4-ваттная – 20 граммов. Эффективность ламп на светодиодных нитях выше, чем у обычных светодиодных ламп (более 105 Лм/Вт), а нагрев корпуса заметно ниже. Скорее всего, будущее домашнего освещения именно за лампами на светодиодных нитях. Коэффициент пульсации света таких ламп минимален – менее 2% (коэффициент пульсации обычной лампы накаливания около 20%). По яркости 6-ваттная лампа соответствует 65-ваттной лампе накаливания, 4-ваттная – 45-ваттной (60-Ваттная прозрачная лампа накаливания даёт 550Лм, 40-ваттная прозрачная свечка – 340Лм).

## Устройства для проверки светодиодных нитей

Fluke 18b – цифровой мультиметр с возможностью выполнения измерений сопротивления, емкости, проверки диодов и целостности электрических цепей. С его помощью, возможно, не только производить диагностику электрооборудования и компонентов электронных устройств, но и выполнять проверку исправности светодиодов любого типа.

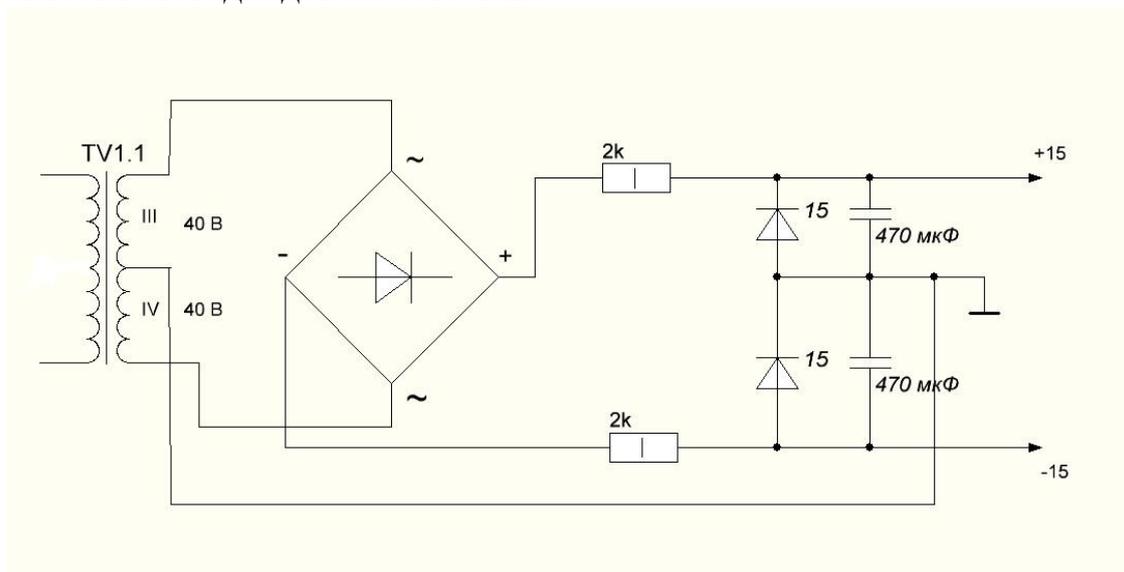


Рис. 1. Источник собственных нужд

Измеритель Fluke 18b способен фиксировать как перегорание, так и пробой LED устройств. В качестве устройства с аналогичными возможностями были разработаны схемы устройства для проверки светодиодных нитей. Схема источника собственных нужд представлена на рис. 1. Схема обратной связи по току представлена на рис. 2.

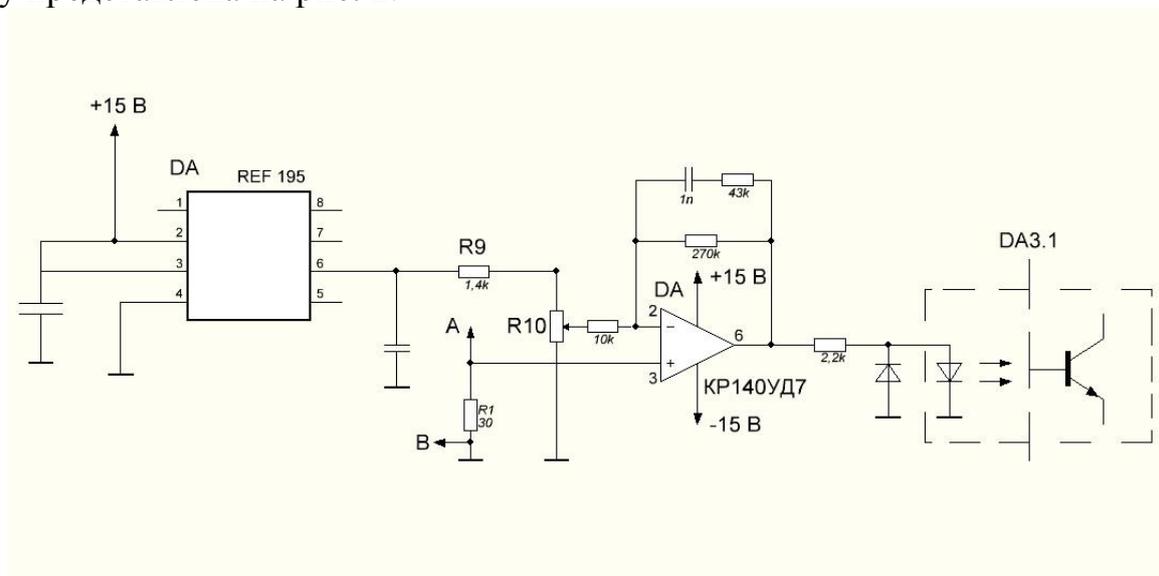


Рис. 2. Обратная связь по току.

На рис.3 представлена схема обратной связи по напряжению.

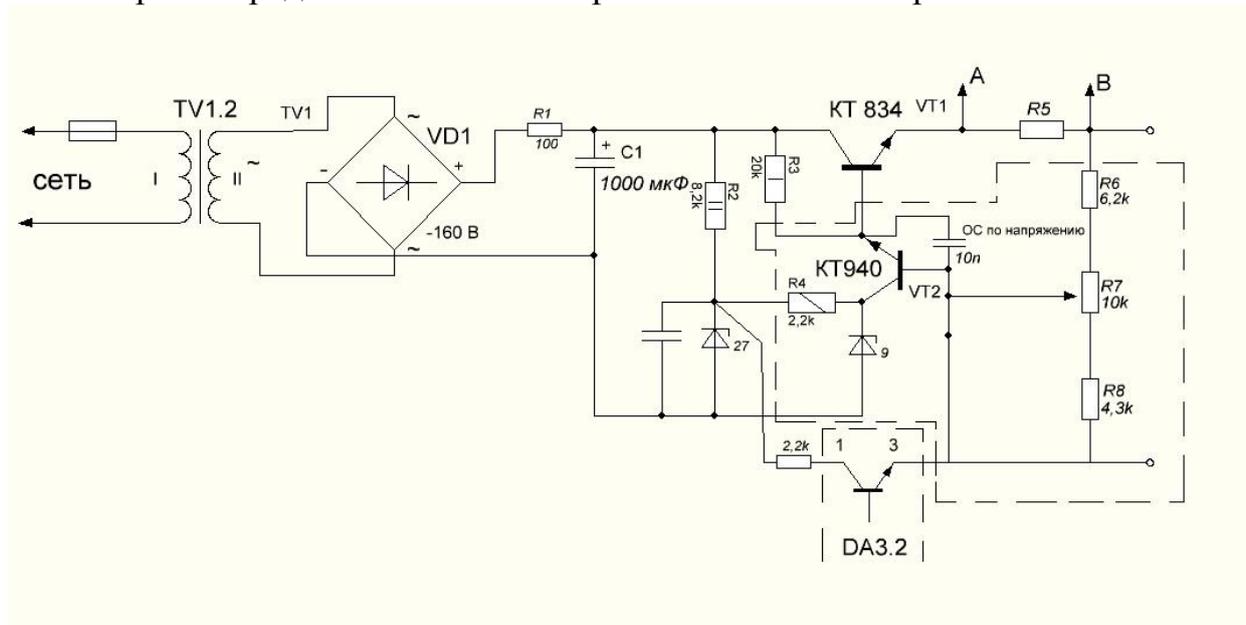


Рис. 3. Обратная связь по напряжению.

Характеристики устройства:  $I_{\text{ВЫХ}} = 1...20\text{мА}$ ;  $U_{\text{ВЫХ}} = 50...160\text{В}$ ; точность стабилизации тока 2%. Источник собственных нужд формирует напряжение от -15 до +15В, необходимое для питания операционного усилителя.

Устройство предназначено для неразрушающего контроля светодиодных нитей. Обеспечивает на выходе напряжение 50...160В и ток 1...20мА. Состоит из трансформатора, мостового выпрямителя, фильтра, линейного стабилизатора и источника собственных нужд. В линейном стабилизаторе заведены две обратные связи по току и напряжению.

Сетевое напряжение 220В понижается трансформатором *TV1*, выпрямляется *VD1* и сглаживается фильтром *R1C1*. На транзисторе *VT1* выполнен линейный стабилизатор, который преобразует нестабилизированное напряжение на конденсаторе *C1*.

При увеличении напряжения на входе через балластный резистор и базу транзистора *VT1* начинает протекать ток базы, через коллектор-эмиттер и сопротивление нагрузки начинает протекать ток нагрузки. Вспомнив принцип работы биполярного транзистора, увидим, что на эмиттере он всегда будет стараться поддерживать тоже напряжение, которое будет подаваться на базу. Как только напряжение на базе транзистора достигнет значения напряжения стабилизации стабилитрона, оно прекратит увеличиваться независимо от увеличения входного напряжения. Так транзистор будет автоматически изменять сопротивление коллектор-эмиттерного перехода, стабилизируя напряжение на уровне опорного базового, которое будет обеспечивать стабилитрон.

По сути, эта схема является делителем напряжения, верхнее плечо которого образовано переходом транзистора, а нижнее – нагрузкой. Этот принцип регулирования напряжения накладывает некоторые ограничения. Чем больше разница между входным и выходным напряжением, тем большую мощность должен рассеивать транзистор. Это значительно снижает КПД стабилизатора и требует использовать более мощный транзистор, устанавливая его на радиатор.

Тем не менее, такой стабилизатор оказывается весьма эффективен, когда выходное напряжение незначительно отличается от входного. Он прекрасно справляется с кратковременными перенапряжениями сети, а также с импульсными помехами, приходящими по сети во время грозовой активности, или при работе в той же сети мощных импульсных преобразовательных устройств. Для этого параллельно стабилитрону нужно добавить конденсатор небольшой ёмкости, который будет шунтировать импульс помехи, приходящий на базу. Сигнал обратной связи по току снимается с шунта R5 и подается на базу транзистора VT2 через оптрон DA3. Величина тока на выходе измеряется резистором R10, который меняет напряжение опоры на отрицательном входе операционного усилителя.

**Экспериментальная часть.** При помощи описанного устройства была снята вольт-амперная характеристика со светодиодной нити. По экспериментальным данным была построена ВАХ образца на рис.4. Из графика видно, что полученная характеристика имеет вид характерный для ВАХ светодиодов.



Рис. 4. ВАХ образца *GoVin* 1Вт, стекло

Также были сняты осциллограммы для включения устройства на рис.5 и в работу на осветительную нагрузку на рис.6.



Рис. 5. Включение устройства, уставка напряжения 100В, тока – 20 мА



Рис. 6. Включение в работу на осветительную нагрузку, уставка напряжения 100В, тока – 20 мА

**Выводы:** Если светодиод подключить к источнику питания и с нуля постепенно повышать на нем напряжение, то ток светодиода будет меняться согласно графику на рис.4. По нему видно, что после прохождения точки «загиба», ток через светодиод будет резко возрастать при небольших изменениях напряжения, по этой причине светодиод нельзя подключать к любому источнику питания без резистора, в отличие от лампочки накаливания. Чем выше ток, тем ярче светится светодиод. Однако повышать ток светодиода до бесконечности, естественно, нельзя.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Силовая электроника – территория энергосбережения. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.cleandex.ru/articles/2009/12/30/power-electronics-energy-saving>
2. Г. М. Кнорринг, И. М. Фадин, В. Н. Сидоров – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отд-е, 1992.
3. [Электронный ресурс] // Журнал «Компьютерра» 2009 № 25-26 07.07.2009 URL: <http://old.computerra.ru/terralab/peripheral/443300/> (дата обращения: 13.08.2016).
4. Юнович А.Э. Светодиоды как основа освещения будущего. Светотехника. 2003. № 3. С. 2-7.
5. [Электронный ресурс] // URL: <http://elektrik.info/main/praktika/299-kak-ustroeny-svetodiodnye-lampy.html> (дата обращения: 14.08.2016).

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

### **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА**

К.А. Змиева

Томский политехнический университет  
ЭНИН, ЭПЭО, группа 5ГЗБ

Светодиодные лампы и светильники находят все более широкое применение в осветительных установках в быту и на производстве. Поэтому разработка и использование устройств для испытания светодиодных источников света достаточно актуальна. Внешний вид устройства представлен на рисунке 1.