

Александр Донцов (г. Барнаул)

## ЗАЩИТА СИСТЕМ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ОТ ПЕРЕГРУЗОК



*Срок службы светодиодных систем для наружного освещения может быть сильно сокращен из-за импульсных перенапряжений в их силовых цепях питания. Решить эту проблему помогут специальные защитные приборы от компании Littelfuse, в частности, SMD-модули на основе варисторных сборок.*

Светодиодное освещение стремительно вытесняет традиционные источники света. Более высокий КПД и возможность улучшения освещения при помощи вторичной оптики (линзы и отражатели) делают применение LED-светильников хорошо оправданным как с технологической, так и с экономической точек зрения.

Несмотря на существенную экономию энергии, затраты на покупку и установку светодиодной осветительной системы достаточно велики по сравнению со старыми световыми технологиями. Они могут окупиться только в случае гарантированного бесперебойного функционирования светодиодного освещения в течение 3...5 лет. Срок эксплуатации светильников может сильно сократиться под влиянием импульсных перенапряжений в силовых цепях питания, вызванных ударом молнии, сбоем в электросети или искрением контактов городского электрического транспорта. Особенно таким импульсам могут быть подвержены светильники, расположенные на открытых участках местности, смонтированные на высоких опорах. Эти импульсы значительно сокращают срок службы светильников, что значительно снижает экономический эффект от их применения.

В соответствии с требованиями нормативно-технических документов, все уличные светильники заземлены. При близком ударе молнии в землю происходит «растекание» заряда молнии, что вызывает разность потенциалов между различными точками заземления. Помимо заземления, для защиты электронной начинки осветительного оборудования применяются специальные защитные компоненты и приборы. Одним из производителей таких приборов является компания Littelfuse, ко-

торая, помимо иных защитных компонентов, производит и высококлассные средства защиты LED-светильников.

При питании прибора от сети переменного тока целостность его электрической цепи может быть нарушена перенапряжением. Некоторые виды перенапряжений являются неизбежными при эксплуатации линий, так как следуют из физических свойств самой линии и природы протекающих в них процессов.

Причины перенапряжения могут быть

- Внутреннего происхождения:
  - заземление линии;
  - зануление линии;
  - изменение нагрузки;
  - включение и выключение линии, в частности — автоматическое повторное включение;
  - перемещающиеся (неустойчивые) дуговые короткие замыкания на линии;
  - резонанс и феррорезонанс в сети (например, при смещении и колебании нейтрали трехфазной сети).
- Внешнего происхождения:
  - атмосферные явления;
  - молнии, в том числе — шаровые.

В момент, когда поблизости от светодиодного прибора включается или выключается электрическое оборудование, перенапряжение, вызванное переходными процессами (рисунок 1), может вызвать скачки напряжения. Также причиной перенапряжения может быть молния, что особенно актуально для уличного освещения.

Светильники могут выйти из строя и из-за так называемого непрямого удара молнии (рисунок 2), когда ее разряд на расстоянии нескольких десятков или сотен метров от прибора генерирует электромагнитные поля, которые индуцируют импульсы порядка тысяч вольт в электросети.



**Littelfuse®**

Expertise Applied | Answers Delivered

Непрямым ударам молнии подвержены как открытые (воздушные), так и подземные силовые линии электропитания.

Для России весьма актуальна защита от разрядов молний. На рисунке 3 представлена мировая карта частоты ударов молний.

Больше всего ударам молний подвержена тропическая зона, а наиболее грозобезопасными являются Арктическая и Антарктическая — всего 0,1...1 удар молний на км<sup>2</sup> в год.

Как видно на карте, на территории нашей страны тоже есть районы с высокой частотой гроз, где удары молний случаются до 15...20 раз в год на 1 км<sup>2</sup>. В этих местах вероятность выхода из строя электрооборудования и светодиодных ламп особенно велика.

Светильник чувствителен к повреждению как в дифференциальном, так и в общем режиме.

**Дифференциальный режим** — большие скачки напряжения и тока на входе источника питания светильника между фазой и нейтралью, которые могут повредить компоненты цепи.

**Обычный режим** — большие скачки напряжения и тока на входе источника питания светильника между фазой

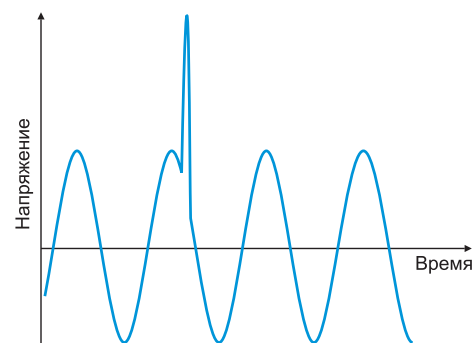


Рис. 1. Перенапряжения на линии питания переменного тока из-за переходного процесса

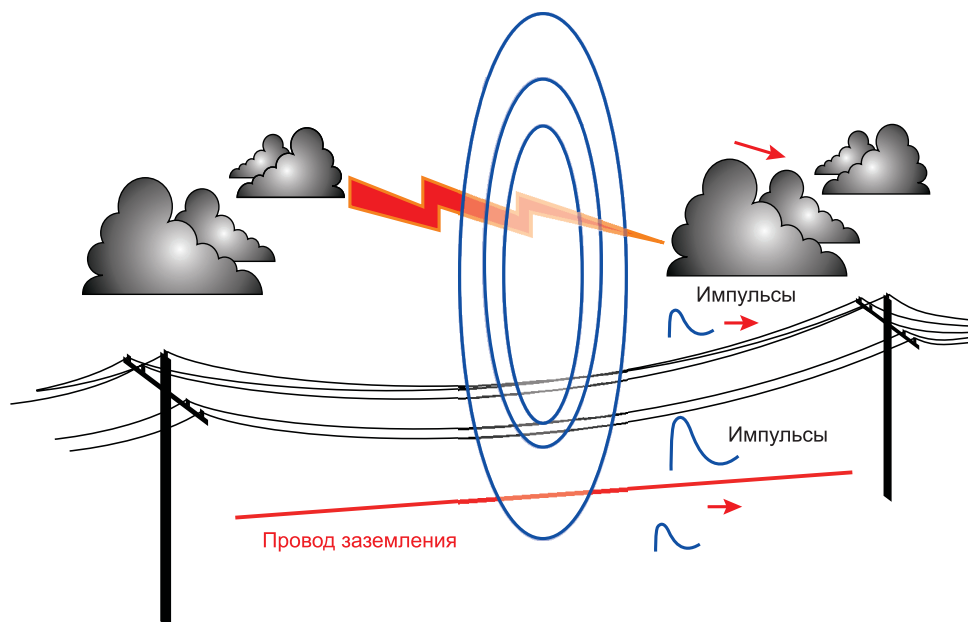


Рис. 2. Воздействие непрямого удара молнии

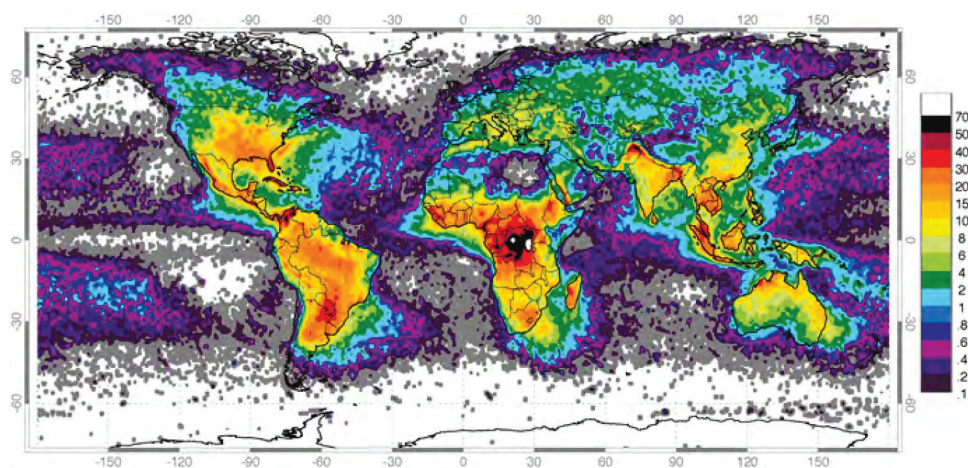


Рис. 3. Глобальная карта частоты ударов молний/км²/год

и земель или нейтралью и земель, которые могут повредить его изоляцию и даже сами светодиодные линейки, пробив изоляцию между светодиодной платой и радиатором.

Компания Littelfuse производит устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) для защи-

ты уличных и промышленных LED-светильников, которые удовлетворяют требованиям UL1449/IEC61643-11. В зависимости от предъявляемых требований к защите источника питания могут применяться модули разной мощности, и, соответственно, величины максимального пропускаемого импульсного

тока: 20 кА у LSP10 и 10 кА у LSP05 с максимальной защитой от перенапряжений до 20 кВ. УЗИП выполнены из варисторов с термозащитным элементом серии **TMOV** или **TMOV25S**. Данный тип варисторов выходит из строя при достижении критической температуры корпуса без возгорания или взрыва элемента. Существует две версии: для подключения модулей в параллель и последовательно.

#### Преимущества:

- привлекательная стоимость;
- пожаробезопасность;
- простая замена компонентов, вышедших из строя;
- герметичность (IP66);
- компактные размеры (48х48х30 мм).

#### Применение:

- уличное освещение;
- промышленное освещение;
- светофоры;
- посадочные огни аэродромов.

#### Мировые стандарты защиты светодиодного освещения

Во многих странах разработаны или разрабатываются стандарты защиты для светодиодного освещения. С развитием светодиодного освещения меняются и стандарты его защиты — как правило, они становятся все более жесткими.

Безопасность определяется максимальной токовой защитой, в частности, от короткого замыкания, и защитой от перегрузки. В Северной Америке UL8750 является стандартом безопасности светодиодного оборудования, относящегося к бытовым светодиодным лампам и уличным светильникам. Целью этого требования является свести к минимуму риск поражения электрическим током и снизить возможность возникновения пожара. Оно устанавливает нормы эксплуатации устройства защиты от перегрузок по току, чтобы прервать или ограничить ток во время короткого замыкания или состояния перегрузки. Плавкие предохранители являются надежной технологией защиты от таких

Таблица 1. Сводные показатели уровней перенапряжения и требования к испытаниям IEEE C.62.41-2002 для светодиодных светильников

| Категория местоположения     | Макс. имп. напряжение, кВ | Макс. имп. ток, кА | Источник     | Применение                                                       |
|------------------------------|---------------------------|--------------------|--------------|------------------------------------------------------------------|
|                              | 1,2/50 мкс                | 8/20 мкс           | Импеданс, Ом |                                                                  |
| А (в закрытом помещении)     | 6                         | 0,5                | 12           | Закрытые помещения, жилые помещения, офисы                       |
| В                            | 6                         | 3                  | 2            | Уличное освещение возле зданий                                   |
| С (низкий)                   | 6                         | 3                  | 2            | Коммерческое промышленное освещение, освещение складов и гаражей |
| С High (на открытом воздухе) | 20                        | 10                 | 2            | Уличное освещение, парковки, освещение на открытом воздухе       |

Таблица 2. Характеристики SPD-модулей серии LSP05

| Наименование | Ураб. АС, В | Увкл, В    | Ипик. ном. при 8/20 мкс, А | Ипик. макс. при 8/20 мкс, А | Уогр.ср. при 8/20 мкс, В | Уогр. макс. при 8/20 мкс, В | Траб., °С |
|--------------|-------------|------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------|
| LSP05120P    | 120         | 150        | 10000                      | 5000                        | L-N: 680                 | 800                         | -45...85  |
| LSP05240P    | 240         | 275        |                            |                             | L-G: 680                 |                             |           |
|              |             |            |                            |                             | N-G: 630                 |                             |           |
|              |             |            |                            |                             | L-N: 1100                | 1200                        |           |
|              |             |            |                            |                             | L-G: 1100                |                             |           |
|              |             |            |                            |                             | N-G: 1100                |                             |           |
| LSP05277P    | 277         | 320        |                            |                             | L-N: 1270                | 1400                        |           |
|              |             |            |                            |                             | L-G: 1270                |                             |           |
|              |             |            |                            |                             | N-G: 1220                |                             |           |
| LSP05347P    | 347         | 420        |                            |                             | L-N: 1600                | 1700                        |           |
|              |             |            |                            |                             | L-G: 1600                |                             |           |
|              |             |            |                            |                             | N-G: 1580                |                             |           |
| LSP05480P    | 480         | 510        |                            |                             | L-N: 1780                | 1900                        |           |
|              |             |            |                            |                             | L-G: 1780                |                             |           |
|              |             |            |                            |                             | N-G: 1730                |                             |           |
| LSP05240LLP  | L-L: 240    | L-L: 275   |                            |                             | L-L: 1100                | L-L: 1200                   |           |
|              | L-N/G: 120  | L-N/G: 150 |                            |                             | L-N/G: 680               | L-N/G: 800                  |           |
| LSP05240LLP  | L-L: 480    | L-L: 510   |                            |                             | L-L: 1780                | L-L: 1900                   |           |
|              | L-N/G: 277  | L-N/G: 320 |                            |                             | L-N/G: 1270              | L-N/G: 1400                 |           |

Таблица 3. Характеристики SPD-модулей серии LSP10

| Наименование | Ураб. АС, В | Увкл., В   | Ипик. ном. при 8/20 мкс, А | Ипик. макс. при 8/20 мкс, А | Уогр. ср. при 8/20 мкс, В | Уогр. макс. при 8/20 мкс, В | Траб, °С |
|--------------|-------------|------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------|
| LSP10120P    | 120         | 150        | 20000                      | 10000                       | L-N: 740                  | 900                         | -45...85 |
| LSP10240P    | 240         | 275        |                            |                             | L-G: 740                  |                             |          |
|              |             |            |                            |                             | N-G: 670                  |                             |          |
|              |             |            |                            |                             | L-N: 1130                 | 1200                        |          |
|              |             |            |                            |                             | L-G: 1130                 |                             |          |
|              |             |            |                            |                             | N-G: 1060                 |                             |          |
| LSP10277P    | 277         | 320        |                            |                             | L-N: 1330                 | 1400                        |          |
|              |             |            |                            |                             | L-G: 1330                 |                             |          |
|              |             |            |                            |                             | N-G: 1260                 |                             |          |
| LSP10347P    | 347         | 420        |                            |                             | L-N: 1750                 | 1900                        |          |
|              |             |            |                            |                             | L-G: 1750                 |                             |          |
|              |             |            |                            |                             | N-G: 1680                 |                             |          |
| LSP10480P    | 480         | 510        |                            |                             | L-N: 2020                 | 2100                        |          |
|              |             |            |                            |                             | L-G: 2020                 |                             |          |
|              |             |            |                            |                             | N-G: 1960                 |                             |          |
| LSP10240LLP  | L-L: 240    | L-L: 275   |                            |                             | L-L: 1130                 | L-L: 1200                   |          |
|              | L-N/G: 120  | L-N/G: 150 |                            |                             | L-N/G: 740                | L-N/G: 900                  |          |
| LSP10480LLP  | L-L: 480    | L-L: 510   |                            |                             | L-L: 2020                 | L-L: 2100                   |          |
|              | L-N/G: 277  | L-N/G: 320 |                            |                             | L-N/G: 1330               | L-N/G: 1400                 |          |

угроз и, соответственно, наиболее часто используются.

За пределами США стандартом для светодиодных драйверов (источников питания, стабилизированных по току) являются спецификации IEC/EN 61347 и IEC/EN 62031. В Европе требования к защите от перегрузок по перенапряже-

нию и току определяются такими документами как IEC/EN 61547, которые базируются на IEC/EN 61000-4-5. В них разграничиваются различные уровни пиков тока на основе 8 кА/20 мкс короткого замыкания и сочетания формы волны. Для применений в наружном освещении эти уровни могут варьиро-

ваться от 4 кВ/2 кА во многих азиатских странах до 10 кВ/5 кА в Европе.

В США очень важным стандартом для проверки защиты от скачков тока является ANSI/IEEE C.62.41-2002. Этот стандарт определяет две категории защиты освещения в зависимости от местоположения и связанных с ним

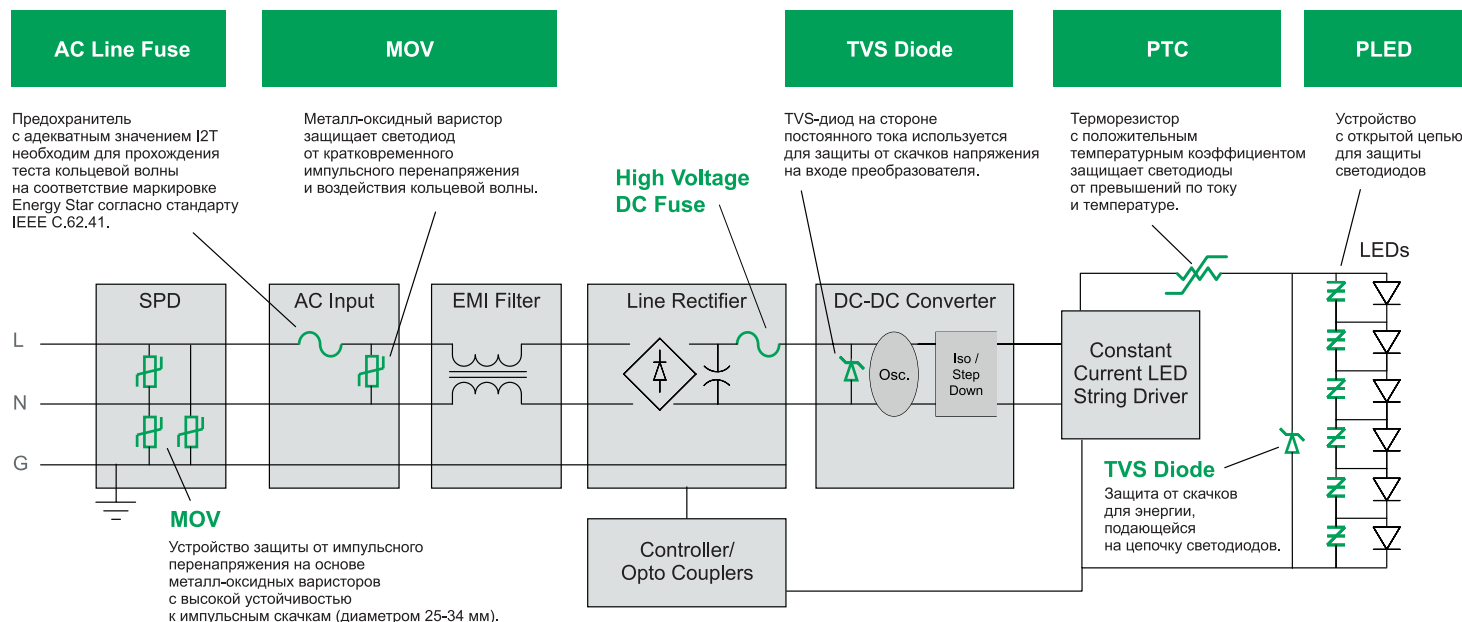


Рис. 4. Типовая схема драйвера LED-светильника с защитой от перенапряжения

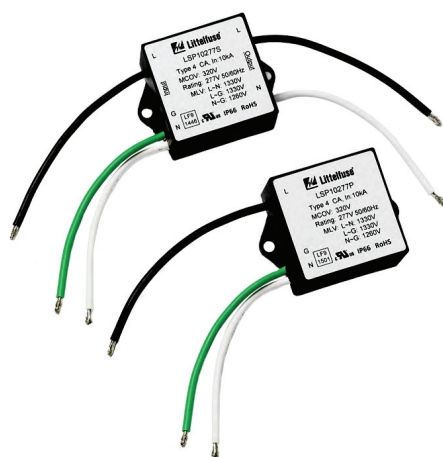


Рис. 5. SPD-модули серии LSP

требований к испытаниям, переходным перенапряжениям. В зависимости от места применения осветительного оборудования, например, в помещении или на улице, определяется категория. Скажем, на открытом воздухе светильники подпадают под категорию С (высокий или низкий тест требований) — они гораздо более подвержены ударам молний и, следовательно, будут подлежать испытаниям защиты от скачков тока. В таблице 1 представлены сводные показатели уровней перенапряжений IEEE C.62.41-2002 и их применение.

Плавкие предохранители, MOVs и TVS-диоды производства компании Littelfuse имеют важное значение в обеспечении защиты LED-ламп. Они соответствуют главным нормативным стандартам и нормам безопасности. В настоящее время Соединенные Штаты являются страной, где наиболее проработаны стандарты защиты освещения, эффективности и безопасности для коммерческих помещений, уличного освещения, промышленного и складского.

Существуют международные стандарты, которые определяются Международной электротехнической комиссией (МЭК), где указаны нормы защиты от перенапряжений, условия проведения тестирования в соответствии с МЭК 61000-4-5. Кроме того, часть IEC61547 «Оборудование для освещения общего назначения» требует тестирования на электромагнитную совместимость (ЭМС).

Все стандарты защиты можно разделить на две группы: стандарты безопасности, описывающие необходимую защиту от перегрузок по току, и стандарты, определяющие надежность и регламентирующие требования к устройству выдерживать перенапряжения.

#### Защита светодиодных осветительных систем с помощью изделий Littelfuse

Компания Littelfuse предлагает комплекты средств защиты на линии переменного тока, а также защиту от переходных процессов на стороне постоянного тока. Эти средства защиты могут быть использованы как на этапе производства светодиодного освещения, так и при модернизации для соответствия светильников отраслевым стандартам. На рисунке 4 изображена принципиальная схема устройства светодиодного светильника с защитой от перенапряжений, показаны основные блоки и компоненты. На этом рисунке показано, как предохранитель Littelfuse, соединенный последовательно с фазой, обеспечит безопасность и защитит от короткого замыкания и перегрузки по току. Эти предохранители доступны в широком диапазоне факторов, рассчитаны на разную силу тока, напряжение и способ монтажа, чтобы обеспечить гибкость конструкции для инженеров-проектировщиков. SPD-модули спроектированы специально для защиты светодиодных светильников

(рисунк 5) и выпускаются компанией Littelfuse в двух сериях: **LSP05** (таблица 2) и **LSP10** (таблица 3).

#### Основные характеристики модулей:

- наличие в составе мощной варисторной сборки для ограничения высокоэнергетических разрядов; номинальный ток ограничения до 5 кА для LSP05 и до 10 кА для LSP10;
- максимальный ток ограничения до 10 и 20 кА для LSP05 и LSP10 соответственно;
- предотвращение перегрева варисторной сборки с помощью встроенных термopредохранителей;
- рабочее напряжение: 120...480 В;
- герметичное исполнение IP66;
- рабочий температурный диапазон: -45...+85°C;
- соответствие требованиям IEC/EN 61347 и IEEE C62.41.2.

Встроенная варисторная сборка использует мощные и высоконадежные варисторы, которые позволяют ограничивать выбросы даже очень больших энергий.

Уровень токов и напряжений отвечает самым жестким требованиям стандартов IEC/EN 61347 и IEEE C62.41.2. По этой причине основными приложениями модулей серий LSP являются уличное и дорожное освещение, прожекторы подсветки зданий, стадионов и бассейнов, светофоры, промышленное освещение и так далее.

Несмотря на то, что большинство источников питания для светодиодного освещения имеет встроенную защиту, значительные скачки напряжения на входе светодиодного источника питания могут привести к выходу из строя его компонентов. Как правило, в источниках питания используют минимальную защиту, которая обеспечивает соответ-

ствие стандартам безопасности: плавкий предохранитель на входе и небольшой, стоящий за ним, варистор стандартной (маломощной) серии и небольшого размера — не более 10 или 14 мм. В реальных условиях эксплуатации такой варистор не может абсорбировать достаточное количество энергии входного импульса перенапряжения, чтобы защитить компоненты в источнике питания. Внешний модуль защиты от перенапряжения ограничит пики напряжения и ток, чтобы избежать губительных для светильника процессов.

Необходимо отметить некоторые особенности выбора модуля защиты:

- рабочее напряжение должно быть больше или равно максимально допустимому напряжению сети;
- напряжение срабатывания должно быть больше максимально допустимого напряжения сети;
- напряжение ограничения должно быть меньше, чем уровень допустимых помех;
- напряжение ограничения модуля должно быть меньше, чем у других защитных элементов в блоке питания.

Последний пункт объясняется тем, что защитные элементы в блоке питания, например, те же варисторы, будут

срабатывать до включения защитного модуля и в результате этого выйдут из строя быстрее, чем он.

### Заключение

Стремительный рост развития светодиодного освещения и его повсеместное применение диктуют необходимость использования защитных приборов. Правильно выбранное устройство защиты от перегрузок по току и напряжению, дает ряд преимуществ, начиная с повышенной надежности конструкции и заканчивая низкими расходами на гарантийное обслуживание. Компания Littelfuse предлагает множество продуктов и решений, которые смогут удовлетворить различным требованиям разработчиков.

### Литература

1. Led Lighting Surge Protection Modules Design and Installation Guide.
2. <http://littelfuse.com>.
3. Surge Protection Module LSP05 and LSP10 Series.

## Новое поколение защитных тиристоров серии Pxxx0MEL от Littelfuse



Компания **Littelfuse** — мировой лидер в области защитных компонентов и модулей — обновила серию мощных защитных тиристоров серии **Pxxx0MEL**. Данные тиристоры применяются для защиты по питанию от высокоамплитудных скачков напряжения. Их очень высокая скорость срабатывания, отсутствие деградации характеристик, способность пропускать через себя очень большой ток — до 5 кА в импульсе с формой 8/20 мкс, — низкое тепловыделение в открытом состоянии делают их почти идеальной защитой для источников питания, от которых требуется максимальная надежность и долговечность.

Инженерам-разработчикам наверняка захочется протестировать данные тиристоры и «сжечь» несколько образцов, чтобы определить и убедиться в их возможностях на предельных режимах. Для этого у них теперь появилась возможность легкой коммутации тиристора с помощью платы, на которой установлен удобный быстрозажимной разъем. Данная плата оборудована плавкими предохранителями на 20 А, чтобы предотвратить взрыв корпуса тиристора или сжигание дорожки платы при длительных нагрузках.

### Основные характеристики P3800MEL:

- Корпус: TO-218;
- VDRM = 350 В;
- IDRM@ VDRM = 5 мкА;
- Ihold = 50 мА;
- ITSM = 400 А @ 1 мин 50...60 Гц;
- di/dt = 630 А/мкс;
- Cmax = 500 пкФ;
- Диапазон рабочих температур: -40...150°C.

Прочитать о тиристорах можно здесь: <http://www.littelfuse.com/products/sidactor-protection-thyristors/high-exposure-surge-protection/pxxx0me.aspx>.

## Littelfuse® Варисторные модули для защиты уличного освещения

### ПРИМЕНЕНИЕ:

- Освещение трасс, проезжих частей
- Освещение туннелей, парковок, складов
- Наружная светодиодная реклама

### ОСОБЕННОСТИ:

- Максимальный ток: 20 кА
- Защита от перегрева
- Параллельное или последовательное подключение
- Соответствие UL1449 и IEC61643-111
- Защита от пыли и влаги IP66
- Напряжение электросети: 120...480 В AC

