

По значениям указанных характеристик потребитель может выбрать ограничитель напряжения, необходимый для защиты радиоэлектронной аппаратуры. Симметричный (двулучевый) ограничитель включают в сеть переменного тока параллельно полезной нагрузке. В нормальном режиме сети оба его плеча закрыты и через него протекает лишь очень малый обратный ток при обоих полупериодах. Иначе говоря, ограничитель ничем себя не обнаруживает, потребляя некоторую — очень малую — мощность (сотые доли ватта).

Как только в сети появится высоковольтный импульс напряжения, превышающий  $U_{откр}$  ограничителя, откроются оба его плеча, одно — в прямом направлении, другое — в обратном. В результате импульс будет заблокирован, а на нагрузке в этот момент напряжение не превысит  $U_{огр}$ .

Следует заметить, что значение  $P_{имп\ max}$  зависит от длительности  $\tau_i$  гасимого импульса и в пределах  $\tau_i = 0,1 \dots 10$  мс приблизительно пропорционально отношению  $1/\tau_i$ . При увеличении температуры окружающей среды  $T_{окр, ср}$  от 40 до 100°C рассеиваемую мощность  $P_{имп\ max}$  необходимо уменьшать примерно пропорционально  $0,024 T_{окр, ср}$ .

Для снижения амплитуды высоковольтных импульсов на пути от сети 220 В до выводов питания микросхем наиболее целесообразно включать ограничители в состав блока питания [2].

Если в питающей сети появятся импульсы, энергия которых будет больше допустимой для примененного ограничителя, он, как и стабилитрон при слишком большом токе стабилизации, перегреется и выйдет из строя. С этого момента аппарата, включенная в сеть, окажется незащищенной.

Поэтому существенным недостатком применения ограничителей считают отсутствие информации об их работоспособности или выходе из строя после воздействия мощных импульсов. Чтобы обеспечить индикацию исправного состояния симметричного ограничителя, его составляют из двух одиночных и подключают к нему цепь из трех светодиодов и двух токоограничивающих резисторов (рис. 3).

Особенность работы индикатора исправности — использование светодиодов в нестандартном режиме. При исправных ограничителях VD1 и VD2 и положительном полупериоде напряжения сети (плюс — на верхнем по схеме сетевом проводе) ток беспрепятственно протекает через ограничитель VD1, открытый в прямом направлении, и через светодиод HL1. Ограничитель VD2 в это время закрыт.

В результате почти все сетевое напряжение оказывается приложенным

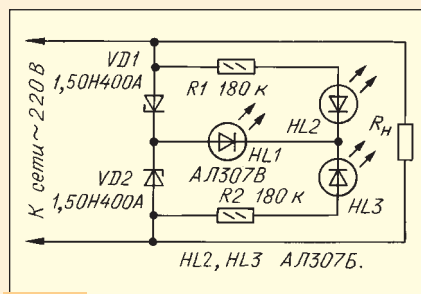


Рис. 3

к цепи HL3R2, причем к светодиоду — в обратном направлении. Поэтому светодиод HL3 открывается в обратном направлении\*; ток через него ограничивает резистор R2. Таким образом, через всю цепь от плюсового провода до минусового протекает ток около 2 мА. Этого достаточно, чтобы обеспечить заметное свечение “зеленого” светодиода HL1. Светодиод HL2 не светит, так как к цепи HL2R1 приложено слишком малое напряжение (менее 3 В).

При смене полярности напряжения сети происходят те же процессы, только меняются местами VD1 и VD2, R2 и R1, HL3 и HL2. То есть исправность ограничителей подтверждает зеленый сигнал индикатора. В ряде случаев описанный индикатор может одновременно служить индикатором наличия сетевого напряжения.

Легко видеть, что при выходе из строя (обрыве) ограничителя VD1 гаснет “зеленый” светодиод HL1 и включается “красный” светодиод HL2, а при порче ограничителя VD2 — “красный” HL3.

Описанный модуль, получивший наименование ЗА-0, разработан в ОАО “Вычислительная техника и промышленная электроника” (г. Москва) совместно с НПК “Кварк” (г. Ташкент) и освоен в серийном производстве. Внешний вид модуля представлен на фото (рис. 4).

**Основные характеристики модуля**

- Импульсная максимальная допустимая мощность, кВт, не менее, при температуре окружающей среды 25°C .....1,5
  - Амплитуда переменного напряжения открывания ограничителей, В, при температуре окружающей среды 25°C (ток открывания 1 мА) ... .400±20
  - Коэффициент ограничения, ... .1,2...1,3
  - Сила света светодиодов, мкд, не менее .....0,5
  - Мощность, потребляемая от сети при отсутствии высоковольтных импульсов, Вт, не более .....0,5
  - Габариты корпуса\*\*, мм, не более .....32×12×10
  - Масса, г, не более .....10
- Корпус модуля изготовлен из пластмассы способом заливки в форму. Климатическое исполнение УХЛ категории размещения 4.2 по ГОСТ 15150. По защите от поражения электрическим током изделие относится к II классу по ГОСТ 2757.0.

Модуль ЗА-0, кроме установки в блоки питания РЭА, рекомендуется широкому кругу пользователей и радиолюбителей для применения в лабораториях, офисах и квартирах для защиты промышленных и бытовых электронных приборов, включенных в розетки питаю-

\* Эту особенность светодиодов (и ряда других электронных компонентов) уже давно подметили, исследовали и широко применяют радиолюбители. В частности, укажем на статью И. Нецаева “Светодиод в роли стабилизатора” в “Радио”, 1997, № 3, с. 51 (Прим. редакции).

\*\* Без учета длины выводов — 9...12 мм и высоты выступающих корпусов светодиодов — 3...5 мм.



Рис. 4

щей сети переменного тока напряжением 220 В. Для этой цели разработан вариант изделия, получивший наименование ЗА-01. Здесь корпус модуля снабжен стандартными штырями, позволяющими включать его в любую свободную розетку помещения.

Разработка защитного модуля ЗА-0 одобрена Научно-техническим фондом “Энергетическая электроника”, который оказал содействие освоению изделий в серийном производстве.

Находятся в процессе освоения в производстве защитные модули на мощность 5 кВт (ЗА-1) и 30 кВт (ЗА-2), а также варианты этих изделий с вилками (ЗА-11 и ЗА-21). Эти модули следует применять в тех случаях, когда полупроводниковые не выдерживают сетевых высоковольтных импульсов. Разработаны также модули для защиты сетей постоянного тока, рассчитанные на импульсную мощность от 1,5 до 30 кВт и напряжение открывания от 6,8 до 450 В.

На первом этапе использования защитных модулей ЗА-0 и изделий на их основе поставщик обеспечит покупателям бесплатную замену вышедших из строя на новые. При повторном выходе модулей из строя потребителю будет рекомендовано приобрести более мощные приборы. При необходимости ОАО “Вычислительная техника и промышленная электроника” (тел. в Москве 330-06-38) проведет исследование сети потребителя и даст предложения по защите РЭА.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Черепанов В. П., Хрулев А. К., Блудов И. П. Электронные приборы для защиты РЭА от электрических перегрузок. Справочник. — М.: Радио и связь, 1994 (с. 17—21).
2. Колосов В. А. Электропитание стационарной РЭА. Теория и практика проектирования. — М.: Радио и связь, 1992 (с. 111, 112).

Защитные модули ЗА-0 можно приобрести в магазине редакции журнала “Радио” по адресу: г. Москва, Селиверстов пер., 10.