

ЗАЩИТА РЭА ОТ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИМПУЛЬСОВ В СЕТИ

В. КОЛОСОВ, г. Москва; А. МУРАТОВ, г. Ташкент, Узбекистан

Авторы знакомят с малоизвестной большинству читателей проблемой — защитой бытовой аппаратуры от одиночных высоковольтных (более 400 В) импульсов напряжения в питающей сети 220 В, рассказывают о вариантах ее реализации, сообщают о выпускаемых промышленностью компонентах защитных устройств.

Присутствие в питающей сети переменного тока 220 В × 50 Гц импульсов напряжения, достигающих 1000 В и более, для специалистов не новость. Для широкого же круга потребителей электроэнергии эти импульсы — открытие. В статье рассмотрены возможности защиты аппаратуры от возникающих в сети импульсов длительностью от десятых долей микросекунды до единиц миллисекунд. Более длительные выбросы напряжения — свыше полупериода синусоиды частотой 50 Гц — ликвидируются иными способами, которые здесь не освещены. Причины возникновения указанных импульсов различны и описаны в литературе, например в [1].

Энергия высоковольтных импульсов в питающей сети может достигать нескольких килоджоулей. Известные и широко распространенные методы снижения импульсных помех в цепях питания с помощью LC- и RC-фильтров, экранов между обмотками сетевых трансформаторов и другие методы часто не дают необходимого уменьшения энергии импульсов на выводах питания микросхем. Отмечено, что до микросхем реально доходят импульсы с энергией до миллиджоуля, вполне способные вывести аппаратуру из строя.

Другие известные методы ограничения уровня импульсов в различных цепях радиоэлектронной аппаратуры, в частности, на распределительных сетевых электрических щитах, связаны с использованием газоразрядных и полупроводниковых приборов. Газоразрядные приборы, в практике чаще называемые разрядниками, не всегда обеспечивают необходимый результат из-за сравнительно низкого быстродействия и довольно громоздки.

К полупроводниковым приборам, широко применяемым для уменьшения импульсных помех, относят металлооксидные варисторы, полупроводниковые приборы общего назначения и специальные полупроводниковые ограничители напряжения. Варисторы — это резисторы с резко нелинейной вольт-амперной характеристикой, их сопротивление значительно уменьшается при увеличении приложенного напряжения. Под полупроводниковыми приборами общего назначения имеют в виду стабилитроны, диоды импульсные и с барьером Шотки, дефензоры.

У специальных полупроводниковых ограничителей напряжения, о которых далее и пойдет речь, вольт-амперная характеристика аналогична стабилитронной. Их основное отличие от стабилитронов и других полупроводниковых приборов общего назначения — способность рассеивать большую импульсную мощность. Современные варисторы, незна-

чительно уступая рассматриваемым ограничителям по времени срабатывания, конкурируют с ними по технологичности и стоимости. Однако характеристики варисторов ухудшаются на некоторое время после воздействия каждого импульса помехи. У полупроводниковых ограничителей это явление отсутствует. Учитывая, что для защиты РЭА необходимы приборы с максимальным быстродействием и стабильностью характеристик, именно им следует отдать предпочтение.

Фирма GSI (США) выпускала в начале 90-х годов свыше тысячи разновидностей полупроводниковых ограничителей напряжения с максимальной допустимой импульсной мощностью до 60 кВт и напряжением ограничения от 0,7 до 3000 В. В настоящее время в СНГ также производят подобные ограничители мощностью до 30 кВт на напряжение в пределах 3...1000 В.

Принцип действия ограничителя заключается в открывании его закрытого р-п перехода, если приложенное к нему обратное напряжение превысит пороговый уровень. Иначе говоря, ограничитель ведет себя аналогично стабилитрону, однако туннельно-лавинному процессу в нем характерно то, что заряды переносят лишь основные носители, поэтому не происходит нежелательного накопления неосновных носителей. Этому в основном и обязано высокое быстродействие ограничителя.

Вольт-амперная характеристика (ВАХ) ограничителя показана на рис. 1. Как и у стабилитрона, она несимметрична. Для ограничения импульсов обоих знаков удобно два ограничителя включить встречно-последовательно. ВАХ такой пары симметрична (рис. 2).

Серийно выпускаемые полупроводниковые ограничители напряжения обычно оценивают по следующим характеристикам:

$I_{\text{имп макс}}$ — импульсная максимальная допустимая мощность рассеяния при заданных форме и коэффициенте заполнения (K_3) импульсов и температуре окружающей среды $T_{\text{окр. ср}}$. Наиболее часто указывают значение этого параметра при длительности экспоненциального импульса 1 мс на уровне $I_{\text{огр. имп макс}}$, при длительности фронта 10 мкс и K_3 меньше

0,01%, с обеспечением не превышения допустимой средней мощности рассеяния кристаллом или корпусом прибора;

$I_{\text{обр макс}}$ — обратный максимальный ток, протекающий при максимальном обратном напряжении;

$U_{\text{обр макс}}$ — обратное максимальное напряжение, которое не должно превышать рабочего значения (ограничения рабочего напряжения при этом не должно происходить); значение $U_{\text{обр макс}}$ обычно принимают равным 0,8 от напряжения открывания прибора;

$U_{\text{откр}}$ и $I_{\text{откр}}$ — напряжение и ток открывания прибора, соответствующие точке перегиба на рабочей ветви вольт-амперной характеристики;

$U_{\text{огр. имп}}$ — напряжение ограничения — импульсное обратное напряжение при максимальном значении импульсного тока ограничения, зависящее от максимальной допустимой импульсной мощности рассеяния;

$I_{\text{пр. имп макс}}$ — прямой импульсный максимальный ток — допустимый прямой ток при заданных его форме, коэффициенте заполнения и температуре окружающей среды;

$U_{\text{пр. имп макс}}$ — прямое импульсное максимальное падение напряжения на ограничителе при токе $I_{\text{пр. имп макс}}$;

$K_{\text{огр}}$ — коэффициент ограничения, равный отношению $U_{\text{огр. имп макс}} / U_{\text{откр}}$; $K_{\text{огр}}$ изменяется примерно от 1,3 при максимальной импульсной мощности $P_{\text{имп макс}}$ до 1,2 при $0,5P_{\text{имп макс}}$;

$t_{\text{вкл}}$ — время включения, в течение которого происходит открывание прибора в обратном направлении (для симметричных ограничителей $t_{\text{вкл}} < 10^{-9}$ с).

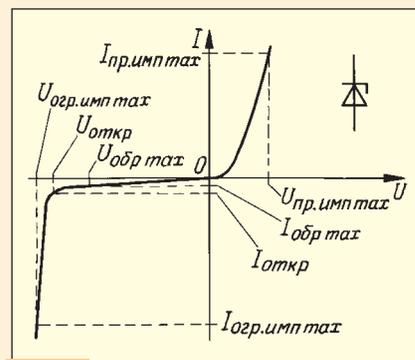


Рис. 1

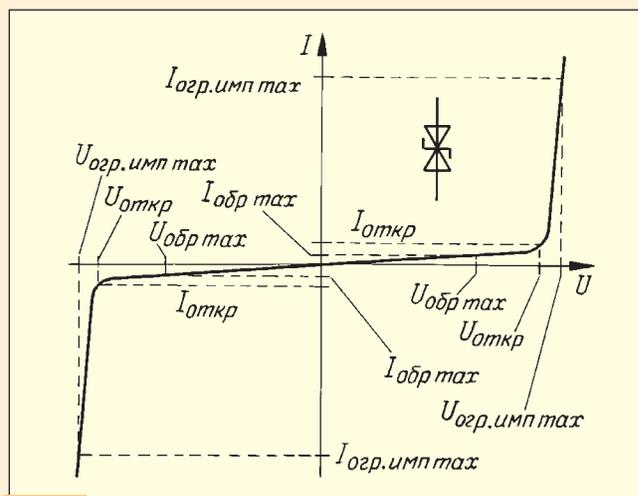


Рис. 2