

36 Устройства защиты от импульсных перенапряжений

Жители частных домов и владельцы садовых домиков беззащитны перед стихией, разряд молнии в грозу может попасть в дом по воздушной линии электропередач и наделать бед. Именно для защиты потребителей в доме от таких наведённых импульсов напряжения служат устройства защиты от импульсных перенапряжений.

Первыми регулярный ущерб от удара молниями стали испытывать связисты – телеграфные линии, растянутые по полям на столбах, регулярно приносили к дорогому и нежному оборудованию станций кратковременные всплески высокого напряжения. Причём не только от ударов молнии в сами провода, но даже от ударов молний неподалёку от линий! И уже тогда пришлось изобретать способы защиты оборудования от этих всплесков. Когда, спустя десятилетия, свои провода стали растягивать на столбах уже энергетики для только появившегося электрического освещения, некоторые наработки телеграфистов пригодились.

Если кратко сформулировать физический смысл устройств защиты, то их задача сбросить в заземление всю энергию, наведённую в линиях молнией, не допуская чрезмерного роста напряжения. Эти устройства называли УЗИП – устройства защиты от импульсных перенапряжений.

Первым устройством был искровой разрядник

Идея защиты проста – между защищаемым проводником и заземлением в разряднике создаётся минимально допустимый зазор так, чтобы при нормальной работе напряжение не превышало напряжение пробоя зазора. Если в защищаемой линии по какой-то причине напряжение возрастёт (из-за удара молнии или из-за всплесков от работы электрооборудования), то в зазоре происходит электрический пробой – зажигается электрическая дуга, которая из-за ионизации газа неплохо проводит ток. Именно эта дуга обеспечивает временное электрическое соединение с

землём и гаснет, если напряжение понизилось ниже напряжения гашения дуги.

Разрядники применяются до сих пор и очень широко. Причём разрядники выпускаются огромным ассортиментом на все случаи жизни, от маленьких для защиты линий связи до огромных для защиты линий электропередач.

На замену разрядникам в деле защиты линий электропередач и линий связи пришли варисторы. Это особый тип резисторов, сопротивление которых зависит от приложенного напряжения.

То есть они ведут себя примерно как разрядники. Если напряжение ниже порогового – их сопротивление велико, есть только мизерный ток утечки. Если напряжение превышает пороговое, то варистор довольно сильно меняет своё сопротивление, начиная хорошо проводить ток. В отличие от разрядника, возвращается в исходное состояние с высоким сопротивлением, стоит лишь напряжению опуститься ниже порогового. В итоге напряжение на контактах варистора получается относительно стабильным, повышение напряжения он компенсирует увеличением тока через себя, что не даст напряжению расти.

Чисто технически, варистор представляет собой таблетку спечённой керамики из вещества, которое обладает свойством полупроводника, например, гранул оксида цинка в матрице из смеси оксидов металлов, поэтому его и называют MOV – Metal Oxide Varistor. Гранулы создают огромное количество *p-n* переходов, проводящих ток в одном направлении. Но так как их образуется много и в случайном порядке, для выпрямления тока они бесполезны. Свойство устраивать электрический пробой при превышении определённого напряжения (а электрический пробой *p-n* перехода обратим) оказалось очень кстати. Регулируя толщину таблетки, можно добиться достаточно стабильного порогового напряжения при производстве. А увеличивая объём шайбы, можно увеличить максимальную энергию импульса, который способен поглотить варистор.

Варистор получился не идеальным, поэтому он не заменил, а лишь дополнил разрядники. За огромный плюс – отсутствие разницы между напряжением пробоя и напряжением восстановления, варисторам прощают токи утечки, ограниченный ресурс (после некоторого количества срабатываний может потерять характеристики), достаточно крупные габариты при скромных допустимых энергиях разряда.

Варистор, от тяжелой работы по поглощению всплесков напряжения может со временем деградировать, устроив короткое замыкание. На этот случай необходимо предусмотреть защиту, в виде предохранителя.

Большие могучие варисторы на DIN рейку для защиты силовых линий часто содержат в себе дополнительную встроенную защиту, реагирующую на перегрев.

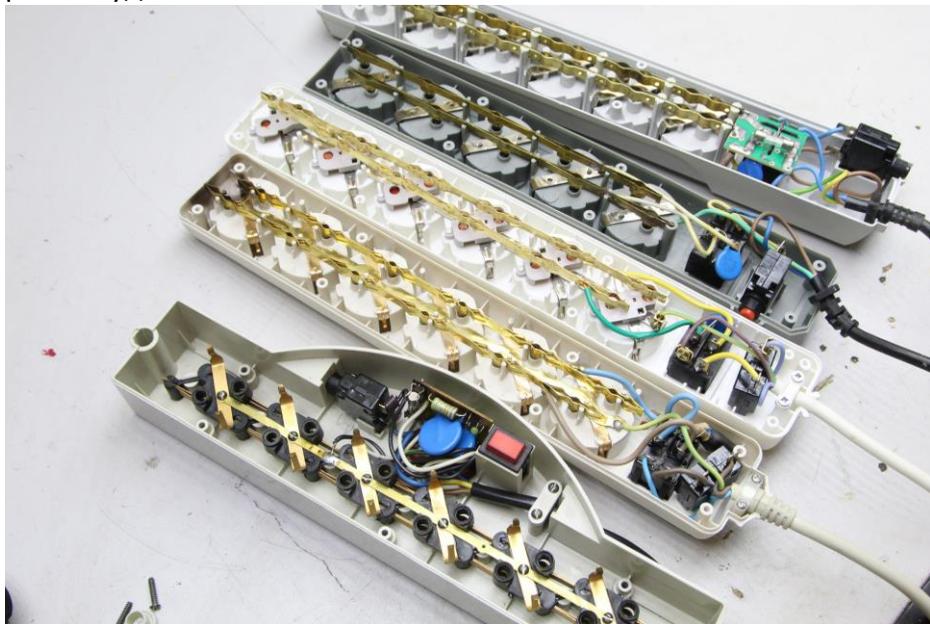


На рисунке начинка варистора в щиток от компании IEK.

Видно саму таблетку варистора (синего цвета). К ней присоединены электроды и подпружиненный флажок опирается на электрод, припаянный легкоплавким припоем. Если варистор нагревается свыше разумного (неважно, от пришедшего импульса с молнии, или по причине деградации), то припой плавится, электрод отсоединяется, разрывая цепь, и пружина опускает флажок, показывая неисправность варистора. Если защиты не предусмотреть, неконтролируемый нагрев варистора может устроить пожар.

Варисторы небольших размеров можно встретить во множестве электронных устройств для защиты от случайно пришедших по сети всплесков высокого напряжения. В большинстве удлинителей, именующих себя "сетевыми фильтрами", вся фильтрация сводится к наличию пары варисторов

внутри. На рисунке можно разглядеть варисторы (синего цвета) в разных удлинителях.



Если вы внимательно прочтаете документацию на устройства защиты от импульсных перенапряжений, то увидите, что многие производители требуют установку предохранителей для защиты от короткого замыкания – если устройство выйдет из строя, оно может устроить короткое замыкание защищаемой линии на землю. И при таком сценарии лучше, если сгорит предохранитель и отключит устройство защиты от линии, чем это сделает вводной автомат, обесточив нагрузку.

Представьте, что вы оснастили УЗИПами электропит, который питает метеостанцию в безлюдном месте. Рядом прошла гроза, УЗИПы выполнили свою функцию, спасли начинку станции от повреждения, но погибли сами – их отключила защита. И получается



ситуация, когда станция нормально работает, но при этом не имеет защиты, и следующая гроза может вывести её из строя. Именно от таких неприятных ситуаций существуют УЗИП с контактами, которые размыкаются/замыкаются, когда защита выходит из строя (например, на фото УЗП-220 это контакты 4 и 5). В таком случае умерший УЗИП может подать сигнал в систему диспетчеризации, что пора высылать монтажника для замены защиты.

Защита для самых нежных

Помимо варисторов и разрядников есть ещё одни устройства защиты – полупроводниковые супрессоры (TVS-transient voltage suppressor), они же TVS-диоды, они же полупроводниковые ограничители напряжения. Это специально спроектированные диоды, которые работают на обратной ветви вольт-амперной характеристики (да, той самой, где происходит обратимый электрический пробой у варисторов). Физически они выполняют ту же самую функцию, что и остальные устройства защиты – не проводят ток, если напряжение в норме, и начинают проводить ток, если напряжение почему-то превысило допустимое значение, тем самым выполняя роль ограничителя.

Полупроводниковые ограничители напряжения прекрасны почти всем, кроме одного – величина энергии импульса, который они способны ограничить, поглотив излишки, очень мала. Создание на их базе защиты, способной хоть как-то сравниться по характеристикам с разрядниками или варисторами, будет слишком дорогой. Поэтому они нашли применение там, где нужна компактная защита самой нежной и чувствительной электроники от небольших по мощности всплесков, например, от статического электричества. Будьте уверены – в вашем телефоне все контакты, что ведут внутрь (USB, наушники) защищены маленькими TVS диодами, которые не позволяют напряжению на этих контактах превысить 5 В, даже если вы случайно "щёлкнете" по ним электричеством, снимая свитер.



Этот раздел был добавлен для полноты, в энергетике TVS диоды не применяются, и вы можете встретиться с ними только как с компонентом электронной техники.