

Применение защитных диодов

Ковалев Н.С. bec@telros.net

Защитные диоды (Protection Diodes, Transil Diodes, Transient Voltage Supression Diodes, Semiconductor Arresters) представляют собой полупроводниковые приборы, аналогичные по принципу действия полупроводниковым стабилитронам. Однако они имеют некоторые особенности по сравнению с обычными стабилитронами. Во-первых, большую часть времени они работают в ждущем режиме, т.е. в допробойной области обратной ветви вольт-амперной характеристики. При этом они имеют малые токи утечки и практически не оказывают воздействия на работу схемы, в которой они установлены (если не считать влияния собственной емкости диода). Обычно этот режим нормируется. В предпробойной области нормируется значение напряжения, при котором обратный ток диода достигает определенной заданной величины (например, 1мА или 10мА).

В области обратимого пробоя защитные диоды имеют крутую вольт-амперную характеристику с малым значением дифференциального сопротивления, что позволяет пропускать через них в течение короткого времени (обычно до 10 мс) весьма большие токи (до сотен Ампер). При этом обычно оговаривается максимальное значение импульсной мощности, которую может рассеивать защитный диод при определенных временных параметрах импульса (обычно оговаривается длительность фронта и длительность импульса). Это говорит о том, что диод может поглотить определенную ограниченную величину энергии (произведение мощности на длительность импульса). Если эта величина по каким-либо причинам превышает, то защитный диод выходит из строя, но он устроен таким образом, что при этом его выводы закорачиваются и это обычно особо оговаривается фирмой-изготовителем. Это свойство весьма ценно, так как во многих случаях лучше пожертвовать недорогим защитным диодом, чем дорогой аппаратурой, которую он защищает.

Защитные диоды выпускаются двух видов-однонаправленные и двунаправленные. Однонаправленные используются в обратном направлении в режиме обратимого пробоя, а в прямом направлении ведут себя как обычные диоды с малым дифференциальным сопротивлением. Двунаправленные эквивалентны встречному включению двух однонаправленных защитных диодов и в допробойной области имеют большое сопротивление в обоих направлениях.

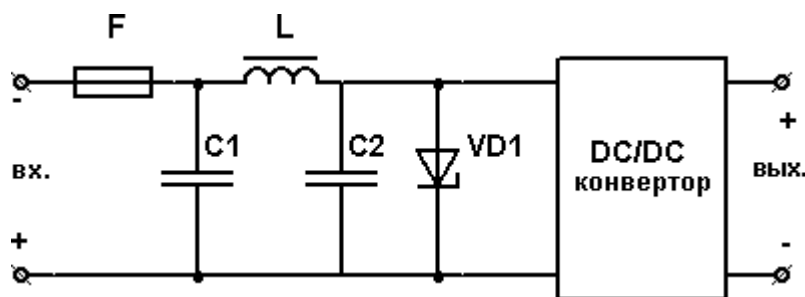


Рисунок 1

Весьма полезно установить однонаправленный защитный диод на входе DC/DC конвертора (VD1 на рис.1). В этом случае он защищает конвертор от двух неблагоприятных воздействий - от перенапряжений и от переполюсовки. Если диод установить после дросселя L входного фильтра, то дроссель будет несколько ограничивать амплитуду тока через диод при его срабатывании. При длительном перенапряжении или переполюсовке предохранитель F далеко не всегда спасает защитный диод от выхода из строя. Все зависит от времени срабатывания предохранителя. Но недорогой защитный диод спасает значительно более дорогой DC/DC конвертор.

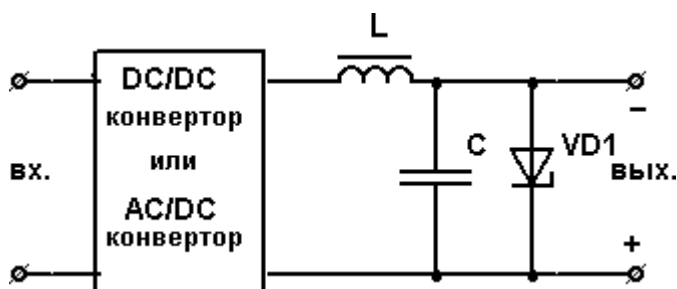


Рис2

Защитный диод (VD1 на рис.2), установленный на выходе DC/DC или AC/DC конвертора защищает не его, а питаемую им аппаратуру. В случае отказа цепи обратной связи конвертора, связанного с ее обрывом или отказом какого-либо элемента (например, оптрона) на питаемую аппаратуру, содержащую часто весьма дорогие компоненты (например, микропроцессоры), может быть подано напряжение, значительно превышающее допустимое, что может привести к выходу из строя всех активных компонентов и конденсаторов. При установке защитного диода в этом случае ток через него резко возрастает, что приводит либо к срабатыванию устройства защиты по току конвертора, либо к его отключению, либо, в крайнем случае, к срабатыванию сетевого предохранителя. Выйдет ли при этом из строя защитный диод, зависит от вида, быстродействия, характера срабатывания устройств защиты конвертора. Но даже при выходе из строя защитного диода он, закорачиваясь, защитит нагрузку от перенапряжения. Кроме того, при использовании защитного диода на выходе конвертора он защищает последний и нагрузку от переполюсовки в случае неправильного подключения какого-либо внешнего источника питания на выход конвертора.

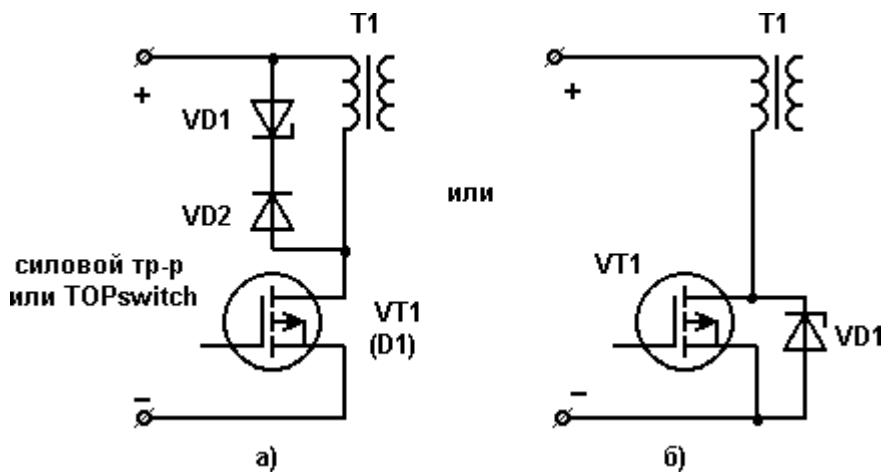


Рис.3

Защита активных ключевых элементов DC/DC и AC/DC конверторов (мощных полевых или биполярных транзисторов или силовых микросхем, например, типа TOPSwitch и т.п.) от выбросов напряжения, обусловленных реакцией индуктивности рассеяния трансформатора T1, также может осуществляться с помощью защитных диодов. При этом защитный диод подключается либо через обычный быстродействующий диод параллельно первичной обмотке трансформатора, как показано на рис. 3а, либо параллельно силовому транзистору или выходному транзистору силовой микросхемы (рис. 3б). В первом случае напряжение пробоя защитного диода должно быть выше напряжения обратного хода первичной обмотки трансформатора, определяемого по плоской части вершины импульса. Во втором случае напряжение пробоя защитного диода выбирается выше суммы максимального напряжения питания и напряжения обратного хода первичной обмотки трансформатора, также определяемого по плоской части вершины импульса. При этом следует иметь в виду, что параллельно транзистору подключается емкость защитного диода, которая при отпирании транзистора разряжается через него и создает выброс тока в начале прямого хода.

При подключении защитного диода к первичной обмотке трансформатора диод выбирается на меньшее напряжение, чем во втором случае, а выброс тока при включении транзистора обуславливается зарядом емкости разделительного диода.



Рис. 4

Защитные диоды с успехом могут быть использованы также для защиты линий телекоммуникаций, если частоты сигналов не очень высокие и емкость защитных диодов не окажет существенного влияния на работу линии (рис. 4). Здесь защитные диоды VD1 и VD2 защищают аппаратуру связи на приемном и передающем концах линии от импульсных перенапряжений, вызванных электромагнитными импульсами, грозовыми разрядами, замыканиями на линию связи цепей переменного тока частотой 50 Гц. Целесообразно использовать двунаправленные приборы для исключения влияния на полезный сигнал и для защиты от импульсов обеих полярностей. В данном применении также следует учитывать, что защитные диоды могут поглотить энергию ограниченной величины, и, для предотвращения выхода линии из строя ее необходимо защитить предохранителями F1...F4. В качестве таких предохранителей могут быть использованы самовосстанавливающиеся предохранители, например, типа PolySwitch или аналогичные, но при этом следует учитывать их инерционность и то обстоятельство, что при слишком большой энергии, поглощаемой защитным диодом, он выходит из строя и при этом закорачивается.