

Защита систем передачи данных от переходных процессов

«Устройства должны обеспечивать высокий уровень защиты, не препятствуя нормальному функционированию схемы».

Билл Рассел, конструктор Semtech Corp.

Переходные процессы, имеющие место в телекоммуникационном оборудовании, — это факт, с которым рано или поздно сталкиваются все разработчики. Возрастающая сложность и комплексность устройств наряду с общим стремлением к уменьшению их массогабаритных параметров ведут к повышению чувствительности полупроводников к перенапряжениям. Вопрос защиты от перенапряжений становится, таким образом, все более важным и сложным. При этом схемы защиты должны обеспечивать высокий уровень защиты, не препятствуя нормальному функционированию основной схемы. Для высокоскоростных систем это особенно важно, так как любой добавленный компонент может стать причиной значительного искажения и затухания сигнала.

Александр Слабухин

alex@icquest.ru

Компания Semtech

Semtech — известный мировой производитель устройств аналоговых и аналого-цифровых интегральных схем для телекоммуникаций и высокоскоростных систем связи, портативных устройств, компьютерного и промышленного оборудования. Компания занимается разработкой и развитием технологии устройств управления электропитанием, защиты и автоматического контроля. Кроме того, Semtech разрабатывает и производит устройства ввода-вывода, синхронизации сетей, а также устройства, построенные на основе технологии эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ). Последние используются в микросхемах с высокой скоростью переключения элементов, включающих в себя различные устройства распределения тактовых сигналов.

Компания Semtech основана в 1960 году. В период с 1985 по 2003 год компания пережила значительный деловой рост и подверглась существенному реструктурированию. В этот период целый ряд ранее независимых производителей и разработчиков полупроводниковых устройств был включен в состав компании Semtech, тем самым значительно расширив ее производственный и интеллектуальный потенциал (Lambda — 1990; ECI Semiconductor — 1995; Edge Semiconductor — 1997; Acapella — 1998; USAR Systems — 1999). Сегодня Semtech — динамично развивающаяся компания, оперирующая на мировом рынке в глобальном масштабе и занимающая лидирующие позиции на рынке компонентов для устройств мобильной и высокоскоростной связи, устройств защиты телекоммуникационных сетей, высокоскоростных интерфейсов передачи данных и видеосигнала.

В настоящей статье приводится краткий обзор основных принципов защиты телекоммуникационных сетей, реализованных в устройствах, предлагаемых компанией Semtech.

Источники возникновения переходных процессов

Перепад напряжения — это случайные пульсации напряжения с амплитудой большей, чем рабочее напряжение в цепи. Типичное явление такого перепада может возникнуть где угодно и длиться от десятков наносекунд до нескольких миллисекунд. Для нормального функционирования РЭА опасными являются как стойкие, так и кратковременные превышения напряжения питающей сети. Известно, что в бытовой сети (220 В, 50 Гц) достаточно часто присутствуют опасные для аппаратуры высоковольтные (свыше 400 В) импульсы напряжения длительностью от десятых долей микросекунды до единиц миллисекунд.

Грозовые и статические разряды — два наиболее распространенных источника возникновения перепадов напряжения. Электростатический разряд может возникнуть, когда аккумулярованный статический заряд переходит от одного объекта к другому, обладающему более низким потенциалом.

Человеческое тело является отличным аккумулятором статического напряжения. Представьте себе человека, который идет по коврам из синтетического материала в обуви с изолирующей подошвой, например резиновой. Ковер и резиновая подошва ботинок соприкасаются друг с другом, заряд на подошвах растет, переходя, в конечном итоге, на тело человека. Когда человек вступает в контакт с токопроводящим объектом, происходит разряд.

Методы снижения импульсных помех в цепях питания с помощью LC- и RC-фильтров, а также экранов между обмотками сетевых трансформаторов, зачастую не спасают положения. Избежать негативных последствий скачков напряжения позволяют устройства защиты, которые вводятся в состав схемы и принимают на себя все удары, которые могли бы привести к отклонениям от ее нормального функционирования.

Использование элементов защиты в целях профилактики



Не только человеческое тело может быть носителем статического заряда. Например, сетевые кабели накапливают потенциал при работе, а статический разряд может произойти, когда кабель присоединяется к разъему ПК.

Профилактика электростатического разряда и его последствий заключается в использовании схем защиты чувствительных устройств от импульсных всплесков при переходных процессах. Этого можно достичь, разместив параллельно основной схеме элементы защиты — устройства гашения импульсов. К полупроводниковым приборам, применяемым в качестве устройств защиты, относят металлооксидные варисторы, полупроводниковые приборы общего назначения и специальные полупроводниковые ограничители напряжения. В течение переходного процесса ток будет протекать через устройство гашения импульсов. В свою очередь, это приведет к снижению значения переходного напряжения в основной схеме.

Устройства гашения импульсов, предлагаемые компанией Semtech, можно подразделить на две категории: ограничители сигнала и электронные ключи. Каждый из типов устройств оптимизирован для определенных условий переходного процесса. В качестве ограничителей и ключевых устройств выступают TVS-тиристоры и TVS-диоды.

1. Электронные ключевые устройства

На первоначальном этапе устройства гашения импульсов (электронные ключи — TVS-тиристоры) находятся в закрытом состоянии. Это состояние длится до тех пор, пока не будет подано напряжение переключения, замыкающее ключ. По сравнению с ограничителями

(см. ниже) электронные ключи способны манипулировать большими значениями экстрапиков. Недостатком электронных ключей является то, что для возврата устройства в непроводящее состояние необходимо понижать значение прямого тока до определенного уровня отключения.

2. TVS-диоды

Ограничитель напряжения — это полупроводниковый диод, работающий на обратной ветви ВАХ с лавинным пробоем или на прямой ветви ВАХ. Он предназначен для защиты от перенапряжения интегральных и гибридных схем, радиоэлектронных компонентов и пр. У полупроводниковых ограничителей напряжения ВАХ аналогична стабилитрону. В условиях нормальной работы ограничители являются высокоимпедансной нагрузкой по отношению к защищаемой схеме и служат для защиты цепи. В идеале устройство выглядит как разомкнутая цепь с незначительным током утечки. Когда напряжение переходного процесса превышает рабочее напряжение цепи, импеданс ограничителя понижается и ток переходного процесса начинает течь через ограничитель. Мощность, образовавшаяся при переходном процессе, рассеивается в пределах устройства и ограничивается максимально допустимой температурой перехода.

Когда линейное напряжение достигает нормального уровня, ограничители автоматически возвращаются в высокоимпедансное состояние. TVS-диоды — пример таких ограничителей.

На рис 1. показаны переходные процессы, возникшие в цепи в результате разряда молнии. Отчетливо видно, что ограничитель (LC03-3.3) отлично справляется со своей задачей и обеспечивает необходимое защитное от разрядов. По этому принципу работают все ограничительные устройства компании Semtech.

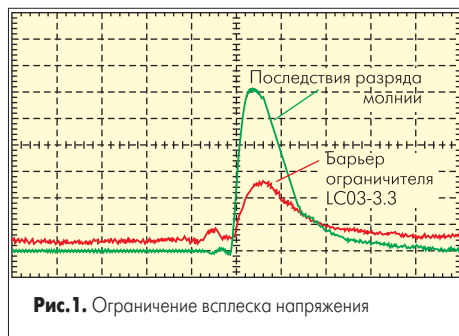


Рис. 1. Ограничение всплеска напряжения

Основной атрибут TVS-диодов — параметр времени реакции. Время реакции на обратной ветке ВАХ (ветка лавинного пробоя) составляет несколько пикосекунд. Компания Semtech представляет широкую номенклатуру TVS-диодов с различным диапазоном рабочих напряжений (от 2,8 до 70 В).

Влияние емкостной нагрузки, которую традиционный TVS-диод создает высокоскоростному сигналу или передаче через длинную линию, приводит к значительному ухудшению или отражению сигнала. Инновационные разработки TVS-диодов последних лет включают в себя устройства защиты, обладающие низким емкостным сопротивлением. Методы защиты на основе этих устройств делятся на три группы: низкоемкостное шунтирование, защита на основе информации о скачках напряжения и низкоемкостной мост.

Методы защиты устройств

Низкоемкостное шунтирование. Этот метод имеет преимущество перед другими методами, заключающееся в том, что емкостные элементы соединены здесь последовательно (в качестве емкостных элементов выступают компенсационный и TVS-диоды). Величина эффективной емкости двух последовательно соединенных элементов всегда меньше величины емкости наименьшего из них. В этом случае TVS-диод выигрывает за счет наличия соединенного последовательно низкоемкостного компенсационного выпрямителя. Две пары TVS+выпрямитель соединены встречно-параллельно для гарантии того, что в условиях переходного процесса компенсационный диод не перейдет в обратное смещение. Устройства, доступные сегодня, включают в себя одну или несколько пар элементов TVS+выпрямитель, в зависимости от сферы применения.

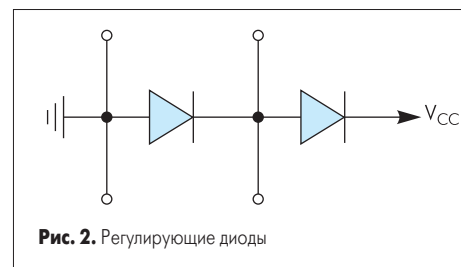
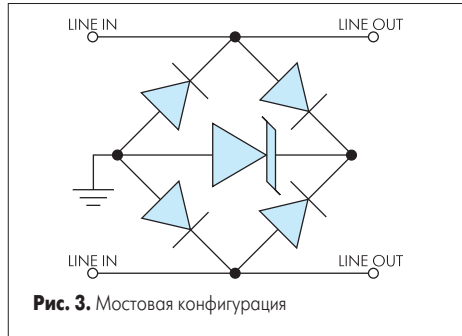


Рис. 2. Регулирующие диоды

При защите высокоскоростных устройств передачи данных на основе информации о скачках напряжения используются низкоемкостные регулирующие диоды (рис. 2).

Между двух устройств, размещенных на линии в ряд, подведены два вывода с фиксированным напряжением — «земля» и опорное напряжение. В тот момент, когда импульс напряжения на линии превысит сумму прямого напряжения диода и опорного напряжения, диод направит его на питающую шину или «землю». Достоинства этого метода — низкая емкостная нагрузка, быстрое время реакции и двунаправленность (относительно опорного напряжения). Однако есть и недостатки, заключающиеся в том, что дискретные компоненты не рассчитаны на высокие скачки тока, связанные с электростатическим разрядом (при повышении номинальной мощности диода он может выйти из строя, поскольку выпрямители обладают маленькой площадью перехода). Другая проблема этого метода — перенаправление импульса на питающую шину — может привести к повреждению компонентов источника питания. Добавив TVS-диод на питающую шину источника питания, мы легко этого избежим.

Третий метод низкоемкостной защиты — мостовая конфигурация (рис. 3). Мостовые выпрямители работают на уменьшение эффективной емкостной нагрузки, а также направляют входящий переходный ток через TVS-диод. Использование данной топологии позволяет защитить линии передачи данных как от помех общего вида, так и от помех при дифференциальном включении. Однако использование подобной топологии на дискретных компонентах будет рискованно в силу вышеприведенных причин. Решением будет

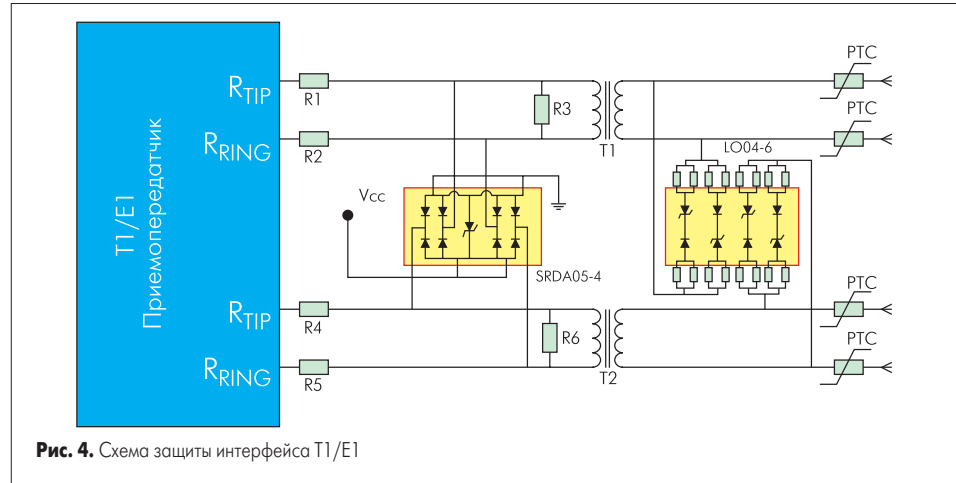


применение интегрированного устройства, включающего в одном корпусе контролирующий всплески диодный мост и высокоомощный TVS-диод.

Устройства защиты интерфейсов передачи данных

Компания Semtech выпускает устройства для защиты интерфейсов передачи данных от последствий электростатического разряда, грозовых разрядов и других электростатических явлений. Все выпускаемые устройства обладают описанными выше свойствами. В каждом отдельно взятом устройстве может быть использована либо одна из перечисленных выше топологий исполнения, либо их комбинация. Эти устройства используются для защиты интерфейсов передачи данных, таких как T1/E1, T3/E3, DS-3, STS-1 и ISDN.

Защита интерфейса передачи данных T1/E1 — один из примеров комбинации метода низкоомного шунтирования и метода на основе информации о скачках напряжения. Типичная схема защиты интерфейса T1/E1 представлена на рис. 4. К разъемам трансформатора подключен набор низкоомных



TVS-диодов (SRDA05-4), которые обеспечивают защиту от последствий, связанных с ударом молнии и электростатических разрядов. Устройство выдерживает номинальные импульсные перегрузки, связанные с разрядом молнии. Условие максимальной защиты интерфейса — барьер для напряжений выше 6 В.

К остальным выводам трансформатора подключено устройство (LC04-6), используемое для предохранения триггера. Оно ограничивает линейное напряжение до уровня напряжения питающей шины. Встроенный TVS-диод сохраняет потенциал между напряжением источника питания и «землей» в пределах напряжения пробоя устройства.

Заключение

Телекоммуникационные устройства высокоскоростной передачи данных уязвимы для неожиданных скачков напряжения, вызванных грозовыми, электростатическими разря-

дами и другими причинами. Использование устройств защиты помогает избежать негативных последствий таких скачков напряжения. Компания Semtech выпускает широкую номенклатуру устройств защиты для самых разнообразных применений — для различных приемопередатчиков, мобильных устройств связи, сенсорных экранов — практически для любых чувствительных к скачкам напряжения электронных устройств. Достаточно лишь определить, какая топологическая схема будет выполнять защиту в вашем телекоммуникационном оборудовании.

Литература

1. Russell W. Protecting telecom systems from transients. Semtech Corp.
2. Protection Products. Data Book. Semtech Corp. 2004–2005.
3. Russell W. Solve transient-protection problems with device and topology. Semtech Corp.