

Защита от перенапряжения средств подвижной связи

По мере увеличения спроса на все более компактные дорожные компьютеры, сотовые телефоны и принтеры растет и спрос на малогабаритную электронную “начинку” повышенной сложности. Появление множества полупроводниковых приборов, работающих при низких напряжениях питания (3,3 В и менее), существенно обостряет проблему влияния окружающей среды и состояния источников питания на работу электронных систем. В частности, все острее встает задача их защиты от перенапряжения.

Европейское сообщество пытается решить вопрос перенапряжения и переходных процессов, возникающих в портативных средствах вычислительной техники и связи, путем принятия постановлений об обязательности выполнения стандартов на стойкость к воздействию переходных процессов для оборудования, приобретаемого в европейских странах. С начала 1996 года здесь введен стандарт Международной электротехнической комиссии (МЭК) IEC 1000-4, касающийся защиты электронного/электротехнического оборудования. Его соблюдение строго контролируется. Руководители фирм, неправоммерно объявившие о соответствии своих изделий стандарту, подвергаются крупным штрафам и даже тюремному заключению.

Стандарт IEC 1000—4 содержит информацию о перенапряжениях, вызываемых переходными процессами: IEC 1000—4—2 – электростатический разряд (ЭСР); IEC 1000—4—4 – быстрые электрические переходные процессы/выбросы; IEC 1000—4—5 – устойчивость к выбросам напряжения.

Для портативного оборудования систем связи между подвижными объектами наиболее важны стандарты IEC 1000—4—2 и IEC 1000—4—4. В первом определены требования к устойчивости к ЭСР, вызываемому в оборудовании непосредственно (через порты ввода/вывода, переключателями, клавишной панелью, дисплеем панели управления и корпусом) или в результате разряда двух тел вблизи оборудования. Второй определяет опасность, вызываемую быстрыми переходными процессами/выбросами в линиях питания и передачи данных вследствие искрения контактов электромеханических переключателей, используемых для включения/отключения индуктивных нагрузок.

На рынке предлагается множество приборов, обеспечивающих хорошую защиту от перенапряжения, но чтобы выбрать наиболее эффективный, нужно тщательно сопоставить их параметры с учетом рабочих условий системы. В подвижных системах связи наибольшую угрозу эксплуатации и надежности системы представляют переходные напряжения, вызываемые молниями вследствие электростатического или индуктивного разряда при переключении.

Другая серьезная опасность – электростатический разряд, амплитуда которого достигает 30 кВ. Хотя энергия, выделяемая при возбуждении импульса ЭСР невелика, чрезвычайно малое время нарастания сигнала и большое пиковое значение выброса напряже-

ния могут вызвать катастрофическое разрушение полупроводниковых приборов. В МОП схемах это точечный пробой оксидного слоя и разрушение затвора структуры. В результате ухудшения диэлектрической прочности оксидного слоя даже незначительная рассеиваемая мощность приводит к перегреву и разрушению структуры прибора. Разрушения, вызываемые ЭСР в МОП схемах, приводят к ошибкам при выполнении программ, сбою синхронизации или случайным ошибкам в памяти.

Немалую угрозу эксплуатации и надежности системы представляет индуктивный разряд, который возникает при выключении реактивной нагрузки, например двигателя или реле, и, как правило, приводит к появлению

Сравнение различных средств подавления выбросов напряжения в электронных системах

Средство подавления перенапряжения	Достоинства	Недостатки	Срок службы
Газоразрядные трубки	Возможность работы с большими токами; малая емкость; высокая стойкость к разряду	Высокое напряжение зажигания; ограниченный срок службы; большое время отклика; разогрев при ЭСР	Ограничен
Электро-механические средства защиты от перенапряжения	Возможность выдерживать большие токи; широкий диапазон рабочих токов и напряжений	Постепенная деградация характеристик; высокое напряжение фиксирования уровня; высокая емкость	Малый
TVS диоды	Низкое напряжение фиксирования уровня; отсутствие деградации характеристик; широкий диапазон рабочих напряжений; чрезвычайно малое время отклика	Величина выдерживаемого выброса тока ограничена; большая емкость у приборов на низкие напряжения	Длительный
TVS тиристоры	Характеристики не деградируют; малое время отклика; выдерживают большие значения выброса тока	Не восстанавливаются при постоянном токе; узкий диапазон рабочих напряжений; задержка времени выключения	Длительный

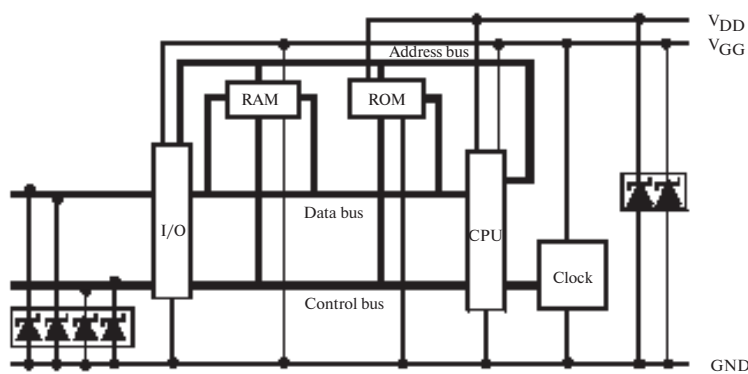


Рис. 1. TVS диоды, включаемые между сигнальной шиной и землей

мощного импульса малой длительности, способного вызвать катастрофические и скрытые повреждения ИС.

Величина переходного напряжения во всех трех случаях зависит от нескольких факторов. Поэтому разработчики должны предусматривать различные уровни защиты в зависимости от условий работы и применения электронного оборудования. Так, для систем связи между подвижными объектами в первую очередь необходимо обеспечить защиту на уровне схемных плат, где величина выброса напряжения — от нескольких десятков до нескольких тысяч вольт при значениях тока от десятков до сотен ампер. В связи с переходом от схем на напряжение 5 В к устройствам на 3 В степень опасности таких выбросов значительно повышается, особенно для схем с малыми шириной линий, длиной затвора и толщиной оксидного слоя.

При проектировании схем защиты от перенапряжения необходимо следить за тем, чтобы напряжение, выдерживаемое схемой, было равно или превышало номинальное рабочее напряжение защищаемого оборудования. Кроме того, используемые приборы должны рассеивать ожидаемые импульсы тока, а напряжение фиксации уровня защитного прибора — быть меньше максимального значения этого напряжения, выдерживаемого ИС.

Любое устройство, подключаемое к быстродействующей шине передачи данных (например, интерфейс передачи данных по волоконно-оптическим линиям FDDI или линии, работающие в режиме асинхронной передачи АТМ), должно иметь малую емкость относительно земли. Большая емкость нагрузки может вызвать закругление фронтов сигнала и затруднить отличие логических “1” и “0”. Кроме того, из-за наличия паразитной емкости время задерж-

ки сигнала может достигать 25 пс/пФ.

Устройство защиты от перенапряжения в оборудовании систем связи между подвижными объектами должно характеризоваться чрезвычайно

малым временем отклика; низким рабочим напряжением фиксации уровня по сравнению с значениями аналогичных напряжений; способностью выдерживать большие пиковые значения тока; способностью сохранять работоспособность в условиях повторяющихся выбросов напряжения; малыми габаритами; минимальным обратным током утечки. Эти требования могут быть выполнены с помощью различных технологий, в том числе газоразрядных ламп, электромеханических устройств защиты от перенапряжения, подавляющих выбросы напряжения (TVS) диодов и тиристоров (табл.).

Как видно из таблицы, наиболее подходящим средством защиты от перенапряжения в портативном оборудовании являются TVS диоды, характеризующиеся низкими рабочим напряжением и напряжением уровня фиксации, отсутст-

вием износа и чрезвычайно малым временем отклика, хорошо согласующимся с временем нарастания переднего фронта ЭСР сигнала (0,7—1,0 в соответствии со стандартом IEC 1000—4—2).

Теоретически в системах подвижной связи на базе схем с напряжением питания менее 5 В существуют три основных вида неисправностей: нарушение работы зарядного устройства/адаптера, вызываемое переходными процессами в линии переменного тока; искажение данных вследствие ЭСР; ошибка в системе программного обеспечения, приводящая к замораживанию ОС. Каждая из перечисленных неисправностей может быть устранена путем включения в схему TVS диодов, позволяющих предотвратить прохождение выбросов напряжения через чувствительные полупроводниковые приборы. Так, для защиты за-

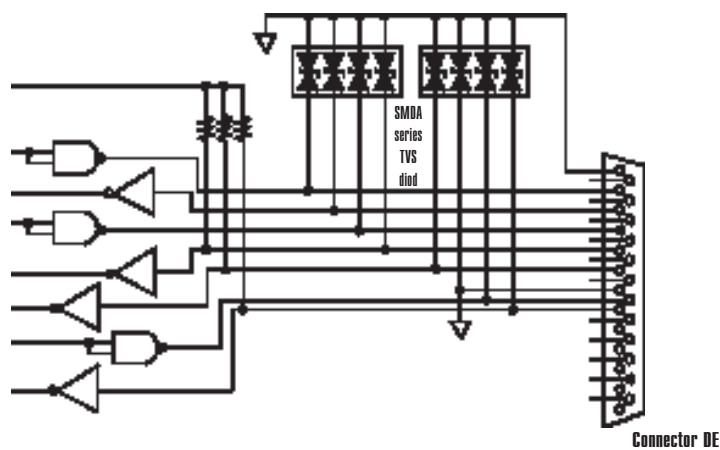


Рис. 2. TVS-диоды, включаемые между шинами питания и землей

ряжающего устройства/адаптера в системе подвижной связи целесообразно применять TVS диоды, включаемые между сигнальной шиной и землей. В случае превышения напряжением переходного процесса рабочего значения диоды образуют шунтирующий путь с низким сопротивлением, отводя возбужденный сигнал на землю (рис. 1). В случаях, когда необходимо помимо защиты от перенапряжения, обеспечить высокую помехозащищенность (например, при работе со стандартным последовательным интерфейсом RS-232 и быстродействующим интерфейсом шины данных RS-485), для защиты можно использовать две матрицы TVS диодов, каждая из которых содержит множество электрически независимых друг от друга устройств (рис. 2).

*Electronic Design,
1996, v.44, N23, p.133-141*