



ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

ЗАНЯТИЕ 15

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ	II
ЗАЩИТА ВЫВОДОВ МИКРОСХЕМ.....	3
ПЕРЕПОЛЮСОВКА.....	3
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ.....	5
ESD.....	8

Защита выводов микросхем

Защита выводов микросхем является критическим аспектом в проектировании электронных устройств, поскольку выводы микросхем могут быть подвержены различным угрозам, которые могут нанести ущерб их нормальной работе. Основные факторы, от которых необходимо защищать микросхемы: переполюсовка (перепутаны плюс и минус питания), перенапряжения (Overvoltage), короткое замыкание (Short Circuits), электромагнитные помехи (EMI), электростатические разряды (ESD).

Переполюсовка

Защиту от ошибочно подключенного плюса и минуса питания минимально возможно организовать при помощи одного диода.

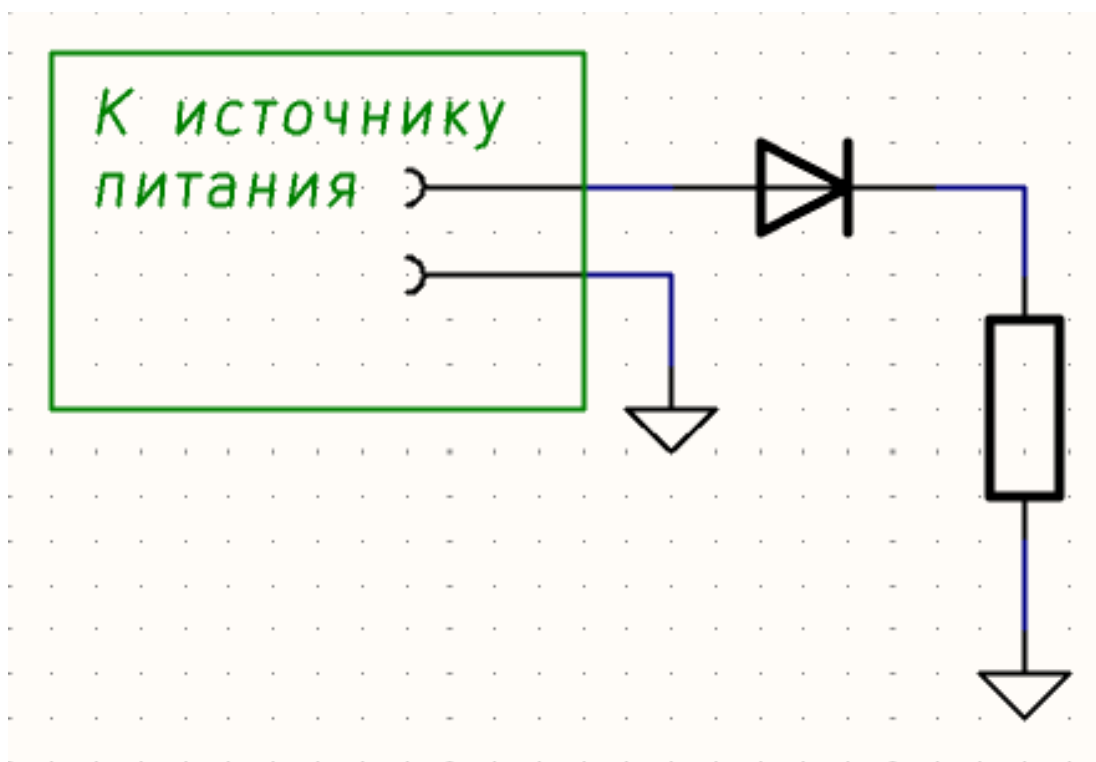


Рис. 1

Из плюсов- простота решения. Из минусов- потеря напряжения и выделение тепла на самом диоде, с точки зрения энергоэффективности данное решение весьма нерационально.

Более энергоэффективной будет схема на полевом транзисторе.

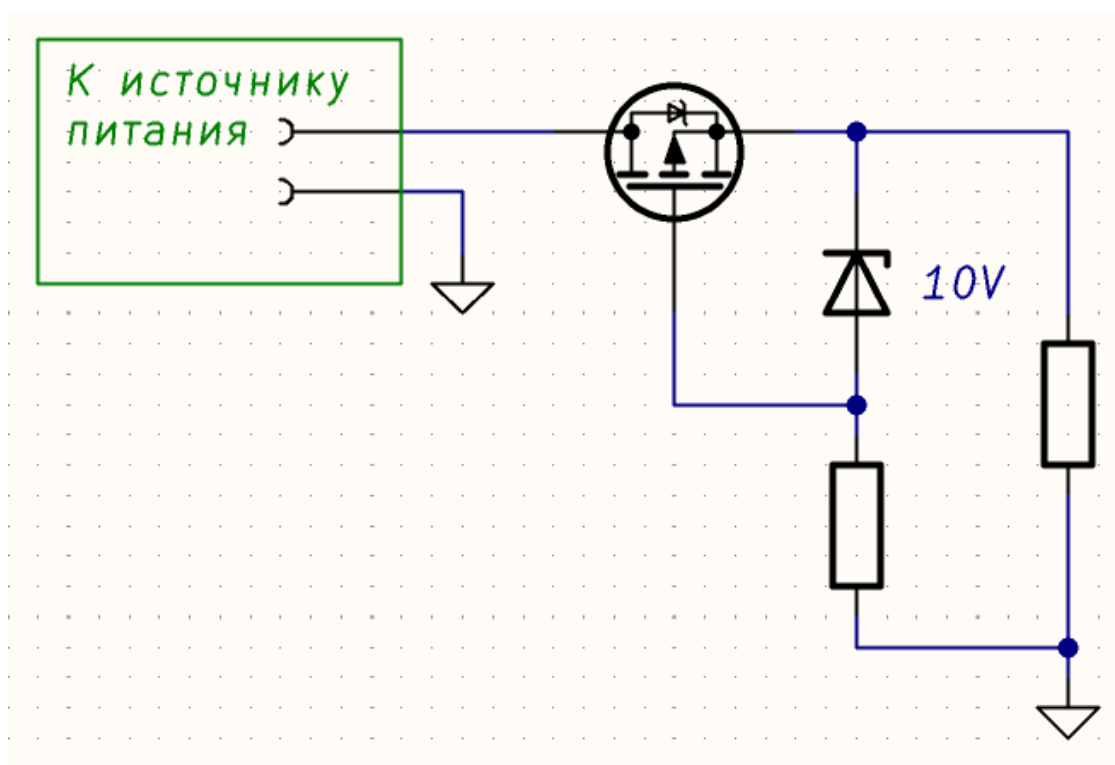


Рис. 2

В данном случае падение напряжения будет меньше, в отличие от предыдущей схемы, и зависеть будет уже от характеристики самого транзистора, от сопротивления открытого канала.

Перенапряжение

Простейшим вариантом защититься от перенапряжения является использование варистора в связке с предохранителем. Если повышается напряжение выше порогового значения варистора, то он начинает резко снижать свое сопротивление и пропускать через себя большой ток, как следствие должен сгореть предохранитель, защитив этим всю остальную цепь.

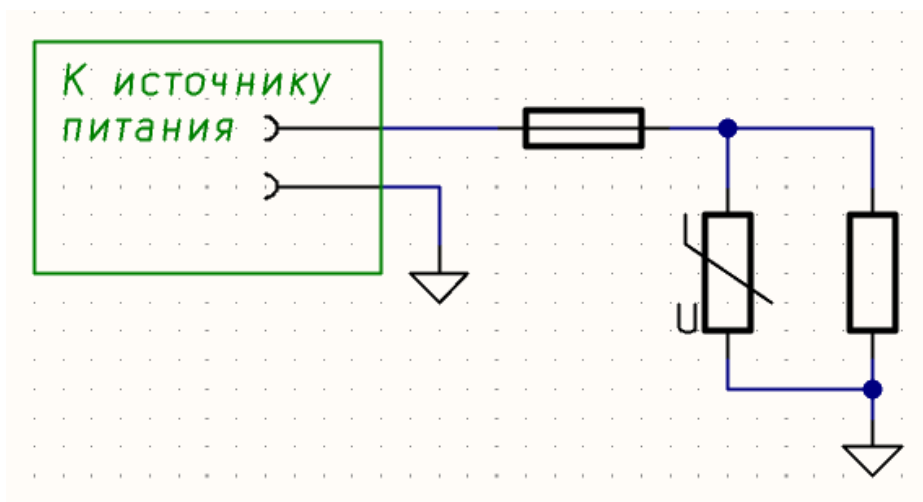


Рис. 3

Подобное решение можно встретить на входе многих бытовых приборов.

Помимо данных простых решений существуют специализированные микросхемы. Микросхемы электронных предохранителей предлагают широкий спектр функциональности для защиты электронных устройств от различных видов повреждений и сбоев. В настоящее время разработчики могут использовать готовые микросхемы с функциями электронного предохранителя (eFuse), чтобы обеспечить наносекундную защиту от короткого замыкания. Эти устройства действуют намного быстрее, чем обычные предохранители.

Чипы eFuse предоставляют расширенные возможности защиты и более высокий уровень контроля параметров в цепи по сравнению с обычными одноразовыми предохранителями. В дополнение к функции защиты от замыкания они обеспечивают точное подавление перенапряжения в цепи, регулирующую защиту от перегрузки по току, стабилизированное выходное напряжение и позволяют контролировать скорость нарастания тока для минимизации пусковых токов. Кроме того, они содержат термовыключатель. Некоторые версии также включают

функцию блокировки обратного тока. Одним из основных компонентов, обеспечивающих высокую производительность eFuse, является внутренний силовой полевой MOSFET-транзистор (Рис. 3) с низким сопротивлением канала, измеряемым в миллиомах, который способен передавать большие выходные токи. В обычном режиме работы его низкое сопротивление практически не создает дополнительного напряжения на выводе VOUT по сравнению с напряжением на входе VIN. Когда обнаруживается короткое замыкание, MOSFET быстро отключается, а при подаче напряжения этот элемент используется для ограничения пускового тока.

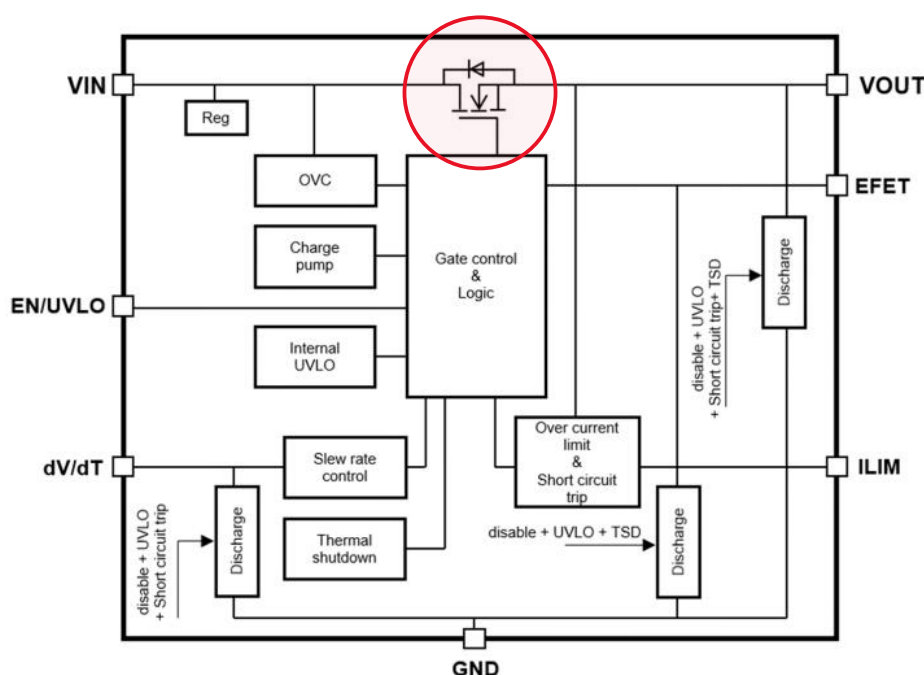


Рис. 4

Для выбора подходящего элемента защиты для силовых шин обычно начинают с учета требуемого напряжения и силы тока. Например, для напряжений от 5 до 12 В серия TSC8xx представляет собой неплохой вариант (хотя и малодоступный в настоящее время). Эти элементы работают при напряжении до 18 В и силе тока до 5 А, соответствуют стандартам безопасности IEC 62368-1 и требованиям UL2367. Они доступны в корпусе WSON10B размером 3x3x0,7 мм с зазором 0,5 мм

Эти микросхемы предоставляют гибкую настройку пределов перегрузки по току с использованием внешнего резистора, а также возможность регулировки скорости нарастания напряжения с помощью внешнего конденсатора. Они также обеспечивают защиту от перенапряжения и пониженного напряжения питания. Важными характеристиками являются также наличие термовыключателя и

специального контакта управления для подключения дополнительного внешнего полевого транзистора для блокировки обратного тока.

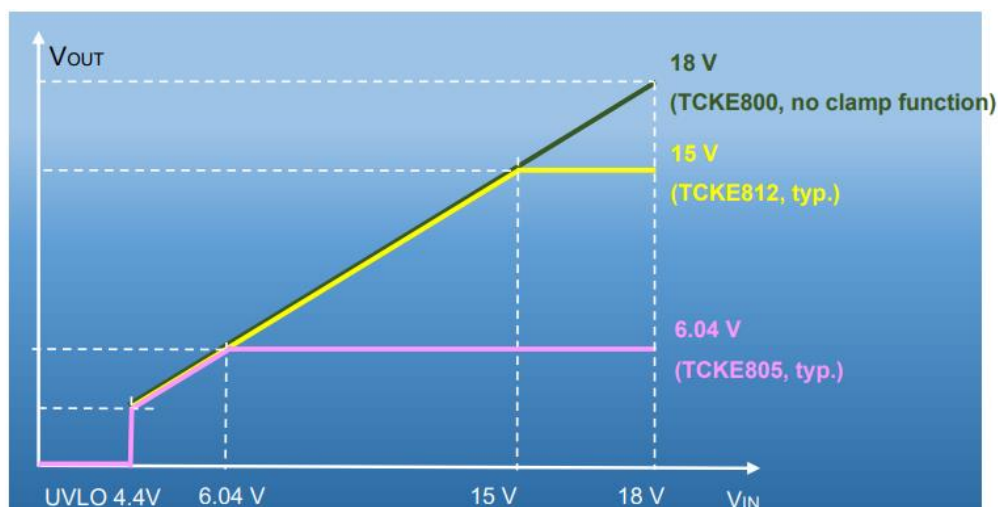


Рис. 5

Предлагается выбор из трех уровней ограничения перенапряжения: 6,04 В для систем с питанием 5 В (например, TCKE805NL, RF), 15,1 В для систем с напряжением питания 12 В (TCKE812NL, RF), а также версия без ограничителя (TCKE800NL, RF). Защита от перенапряжения может быть настроена в режиме Normal или Lockout, а уровни активации регулируются с шагом 7%. Блок минимального напряжения настраивается с помощью внешнего резистора. Термовыключатель обеспечивает защиту от перегрева и срабатывает при 160°C. Версии с автоматическим перезапуском начинают функционировать снова при снижении температуры на 20°C.

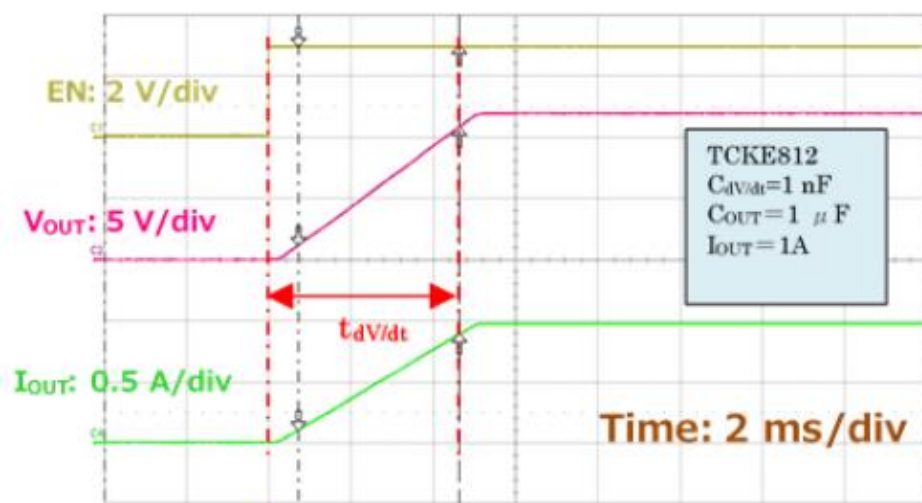


Рис. 6

Для обеспечения стабильной работы устройств предохранители позволяют регулировать скорость нарастания выходного тока и

напряжения при включении питания. Без такой регулировки при включении большой пусковой ток может привести к срабатыванию предохранителя и вызвать нестабильную работу. Использование внешнего конденсатора позволяет контролировать скорость нарастания напряжения и тока, что предотвращает нежелательное отключение питания.

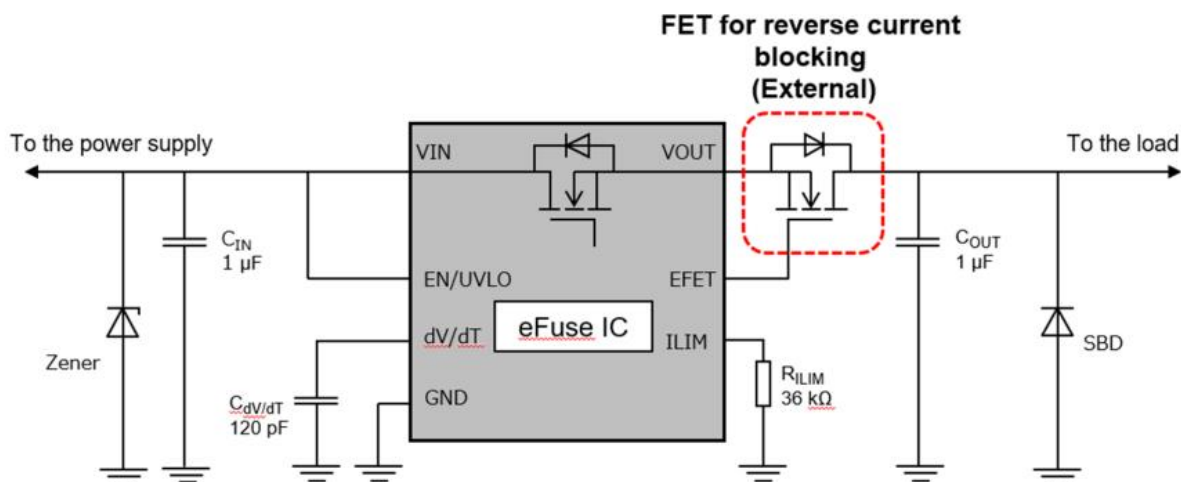


Рис. 7

При необходимости можно добавить внешний N-канальный силовой MOSFET для блокировки обратного тока (от выхода к входу), TVS-диод для защиты от входных переходных процессов, а также диод Шоттки для защиты от отрицательных напряжений на выходе. Блокировка обратного тока может оказаться полезной в импульсных блоках питания и зарядных устройствах для аккумуляторов. Управление внешним MOSFET осуществляется через вывод EFET.

ESD

ESD расшифровывается как "электростатический разряд" (Electrostatic Discharge). Это явление возникает при разряде статического электричества между двумя объектами с разным электрическим потенциалом. Электростатический разряд может возникать при контакте или разделении двух материалов, а также при движении или трении.

ESD может привести к различным нежелательным эффектам, особенно в электронике. Например, электростатический разряд может повредить чувствительные электронные компоненты, такие как микрочипы, транзисторы, микросхемы, что приведет к их неисправности или поломке. Поэтому защита от ESD является важным аспектом в проектировании и производстве электронных устройств.

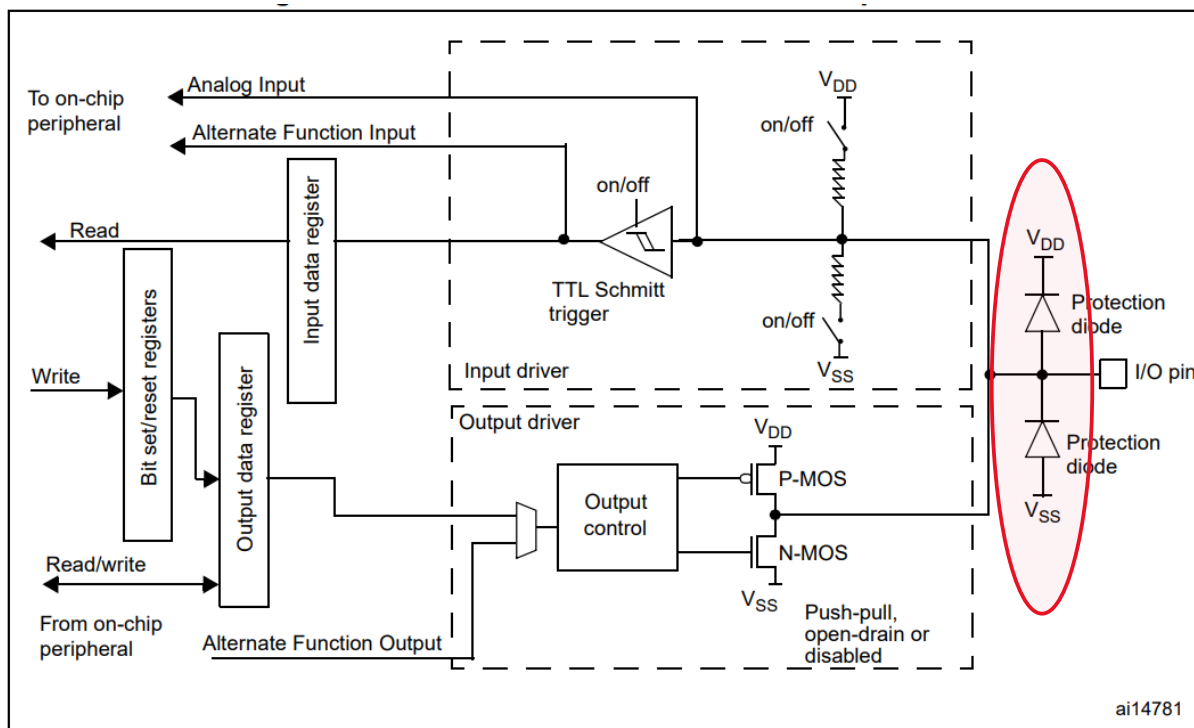


Рис. 8

На рис.8 уже знакомая структура порта ввода-вывода микроконтроллера, здесь нас интересуют Protection diode, расположенные внутри микросхемы на возле вывода. В идеальных условия они могут защитить микроконтроллер, но при большом напряжении электростатического разряда и его длительности они выйдут из строя.

Поэтому можно воспользоваться RC-цепочкой, которая может привести к неправильной работе на высоких частотах, так как это по-сути фильтр нижних частот.

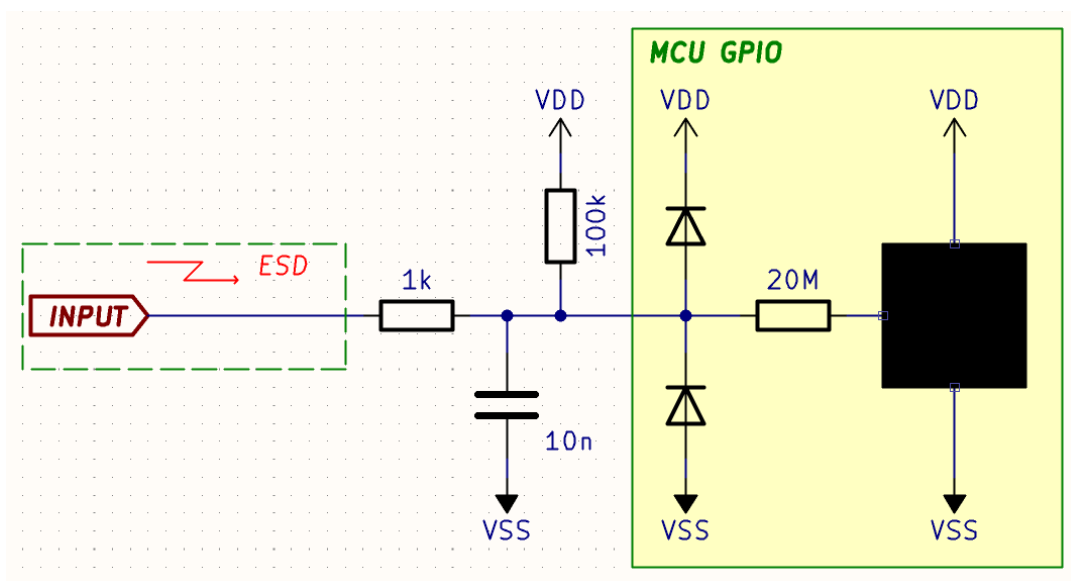


Рис. 9

Чуть лучше с ESD справится схема с внешними диодами Шоттки.

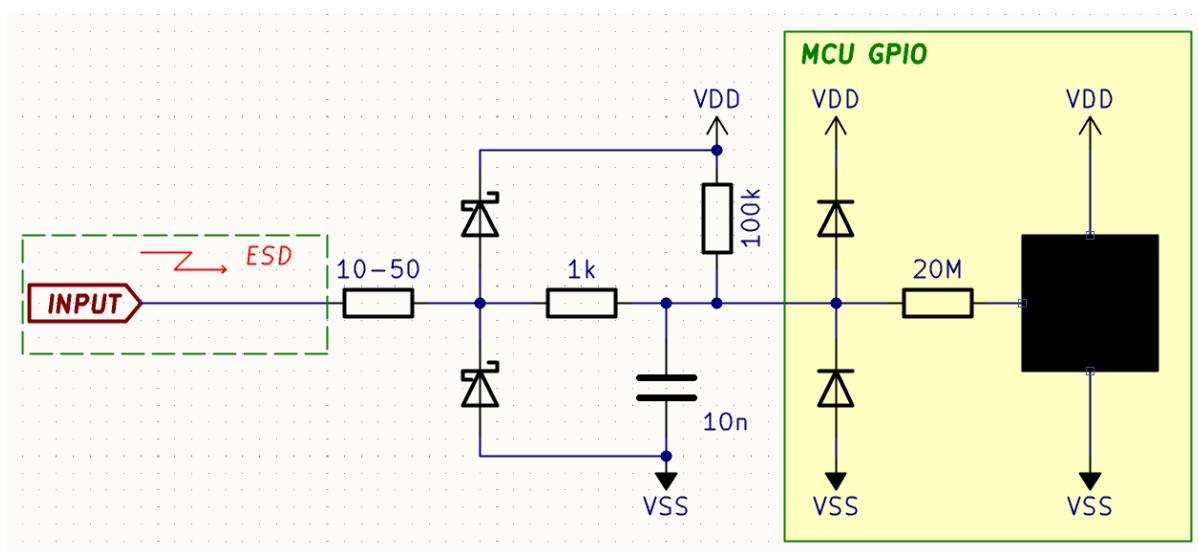


Рис. 10

Существуют специальные диодные сборки для облегчения проектирования и трассировки.

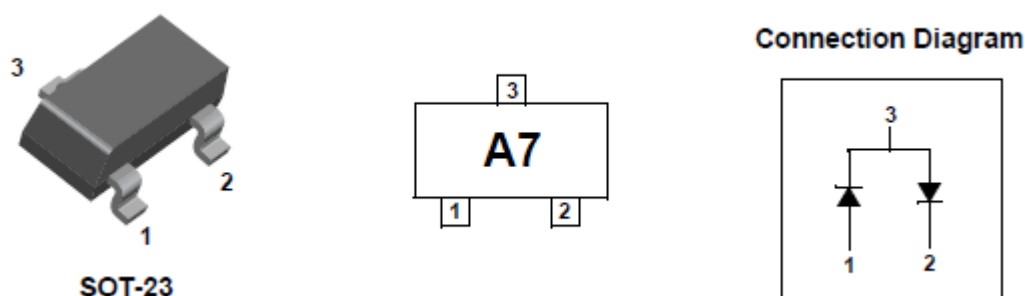


Рис. 11

Помимо вышеуказанных способов весьма распространенный и эффективный способ борьбы с ESD — это использование TVS-диодов.

В нормальных условиях TVS-диод (Transient Voltage Suppression diode) находится в высокоомном состоянии. Когда на диод подается высокое напряжение, вызванное ESD или другими источниками, TVS-диод мгновенно включается и поглощает избыточную энергию, перенаправляя ее в землю или в другие пути с низким сопротивлением. При достижении определенного напряжения, называемого напряжением обратного пробоя (Reverse Breakdown Voltage), TVS-диод начинает проводить и обеспечивает стабильное напряжение на выходе, что предотвращает повреждение защищаемого устройства. После того как напряжение на линии вернется к нормальным значениям, TVS-диод возвращается к своему нормальному состоянию. На рис. 12 представлен базовый принцип подключения.

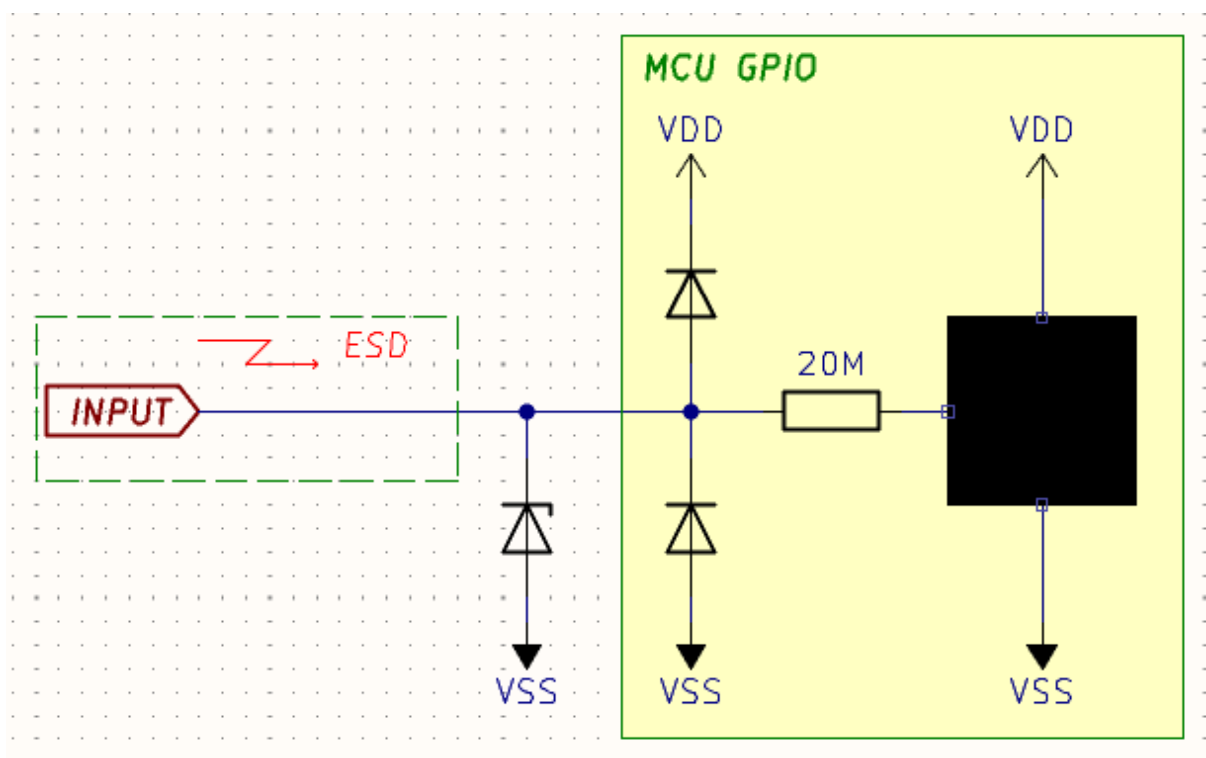


Рис. 12

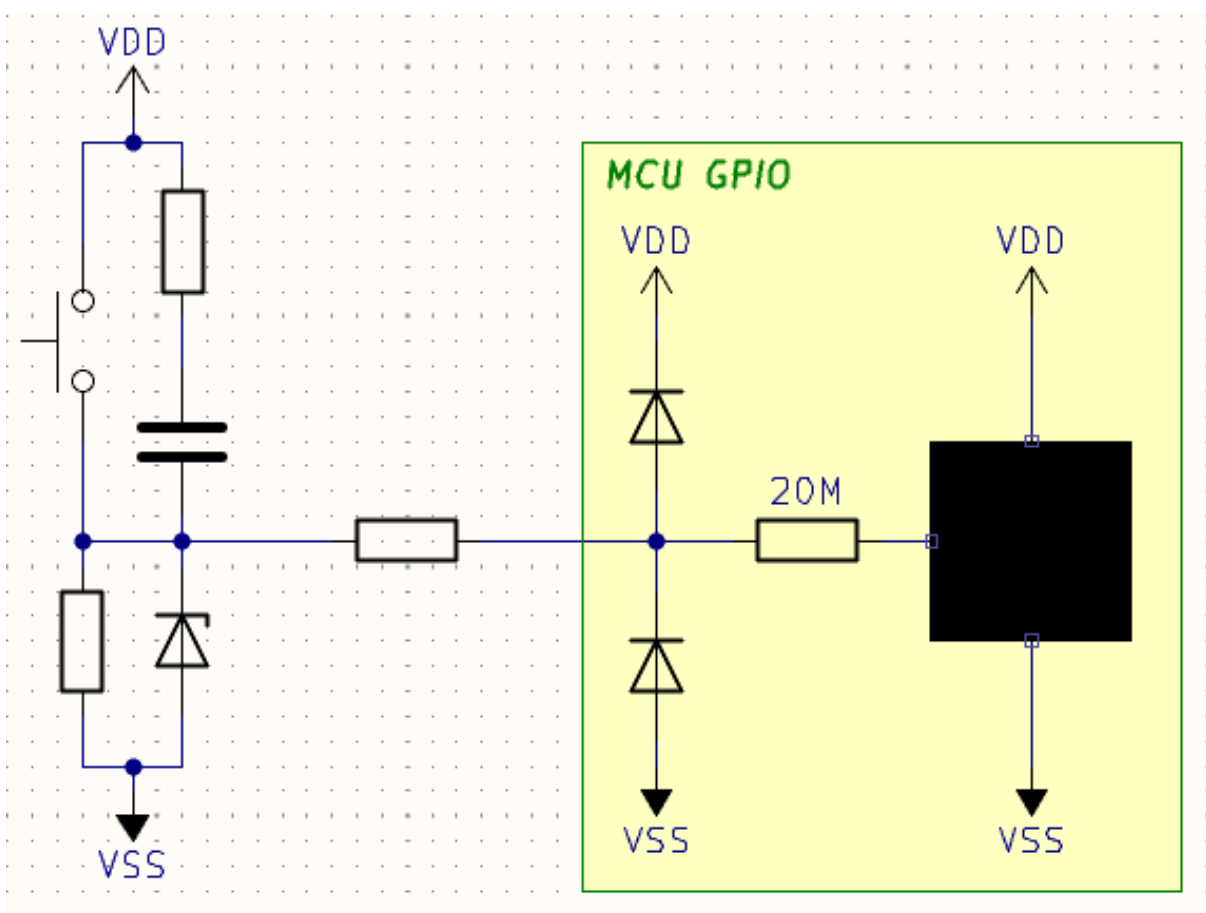


Рис. 13

На рис. 13 один из вариантов рекомендаций от ST при подключении пользовательской тактовой кнопки.

Помимо отдельных и спаренных компонентов существуют целые сборки на 2-3-4-6-8 и более каналов. Их можно использовать для подключения различных интерфейсов, USB, SD-карты и многое другое.

Еще одним способом защиты можно выделить специальные буферные микросхемы, которые могут переносить ESD разряды.

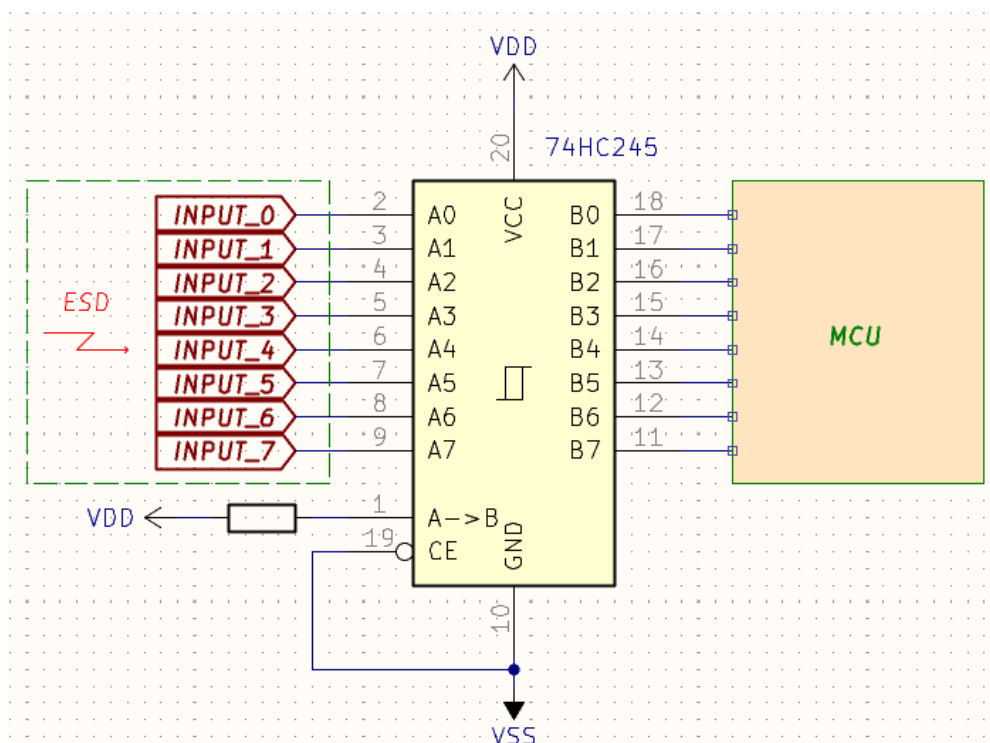


Рис. 14