

## Достоинства и недостатки систем защиты от перенапряжения

Боб Золло (Bob ZOLLO)

При тестировании разрабатываемых устройств вам может понадобиться защита от перенапряжения. Большинство источников питания имеет ту или иную схему защиты от перенапряжения, которая должна обнаруживать избыточное напряжение и быстро его снижать, предотвращая повреждение тестируемого устройства. Однако чтобы в максимальной степени воспользоваться всеми преимуществами защиты от перенапряжения, нужно знать, как она работает в вашем источнике питания.

### Чем вызвано перенапряжение?

Бывает, что виновником перенапряжения становится сам источник питания. Если он неисправен, может возникнуть нежелательный и неконтролируемый бросок напряжения на тестируемом устройстве. Однако случается и так, что перенапряжение не связано с выходом из строя источника питания, а является следствием ошибки пользователя, запрограммировавшего источник на большее напряжение, чем способен выдержать тестируемое устройство.

Причина перенапряжения может находиться и за пределами источника питания. Например, если тестируемое устройство подверглось воздействию перенапряжения из-за короткого замыкания проводов в разъеме или жгуте. Кроме того, может произойти отказ матричного коммутатора, или он может быть неправильно запрограммирован, в результате чего на тестируемое устройство поступит высокое напряжение. В этих случаях на помощь приходит схема защиты от перенапряжения источника питания. Как только детектор обнаруживает превышение допустимого для тестируемого устройства порога напряжения, схема защиты от перенапряжения срабатывает и источник питания пытается устранить возникшее перенапряжение.

### Как работает защита от перенапряжения?

Схема защиты от перенапряжения бывает фиксированной или следящей, а также локальной или дистанционной.

Фиксированная защита от перенапряжения позволяет установить фиксированный порог напряжения. Это делается вручную или программируется дистанционно. Если выходное напряжение источника питания превысит данное фиксированное значение,

схема защиты от перенапряжения сработает и источник сам снизит выходное напряжение. Можно изменять выходное напряжение источника питания, но порог защиты при этом останется прежним.

Следящая схема защиты от перенапряжения позволяет задать порог, зависящий от выходного напряжения. К примеру, следящую схему защиты настраивают так, чтобы она срабатывала при превышении заданного выходного напряжения на 0,5 В или, скажем, на 10%. В этом случае защита от перенапряжения постоянно отслеживает установленное выходное напряжение. И хотя на первый взгляд здесь все хорошо, есть одна проблема — если запрограммировать источник питания неправильно, то неправильно запрограммируется и схема защиты от перенапряжения. Если вы хотите установить 2,5 В, а по ошибке установите 25 В, то защита будет отслеживать превышение напряжения 25 В и не защитит тестируемое устройство от перенапряжения, созданного самим пользователем.

Локальная схема защиты от перенапряжения контролирует перенапряжение

на выходных гнездах источника питания. Дистанционная схема защиты от перенапряжения контролирует перенапряжение на отдельном измерительном входе источника питания (подробно дистанционные измерения описаны в статье: <http://electronicdesign.com/test-amp-measurement/remote-sensing-improves-voltage-sourcing-high-current>).

### Ложное срабатывание и несрабатывание при перенапряжении

Иметь схему защиты от перенапряжения, безусловно, полезно, но если она сработает ошибочно, это будет неприятно. Но если защита пропустит реальное перенапряжение, это может стать опасным. А потому рассмотрим особенности поведения схем защиты от перенапряжения разного типа именно с такой точки зрения.

Фиксированная локальная схема защиты от перенапряжения (рис. 1) является наиболее распространенной. Представьте, что тестируемое устройство подключено к источнику питания длинными проводами,

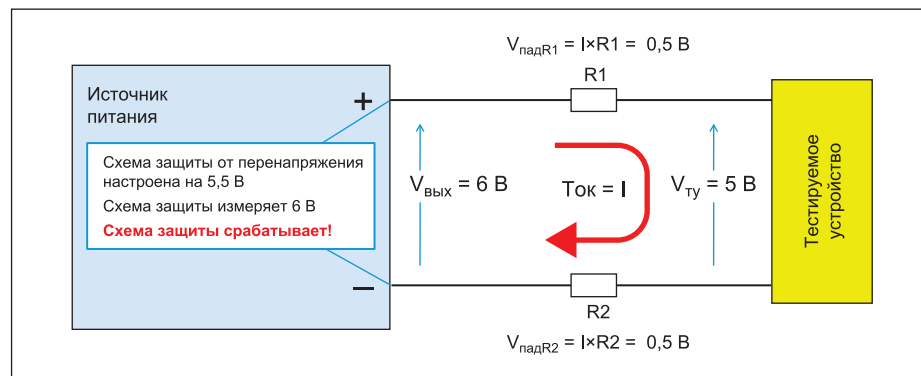


Рис. 1. Фиксированная локальная схема защиты от перенапряжения может ложно сработать при большом падении напряжения на проводах

и на них падает относительно большое напряжение. Если вы хотите подать на устройство 5 В, а падение напряжения на проводах равно 1 В, то для получения 5 В на тестируемом устройстве источник питания должен выдать на выходе 6 В. Как же задать порог срабатывания защиты? Если настроить защиту от перенапряжения на 5,5 В, произойдет ложное срабатывание, поскольку локальная схема защиты увидит напряжение 6 В, тогда как на тестируемом устройстве будет всего 5 В. Решение заключается в настройке защиты от перенапряжения на большее значение, что предотвратит ложное срабатывание, но ухудшит защиту. Другое решение заключается в дистанционном обнаружении перенапряжения на самом тестируемом устройстве (то есть в определенной точке тестируемой схемы, которая подключена отдельными проводами к специальному измерительному входу источника питания), а не локально на выходе источника питания.

На рис. 2 показана следящая локальная схема защиты от перенапряжения. Представьте, что в тестируемом устройстве есть конденсатор большой емкости в цепи питания. Вы настраиваете следящую локальную схему защиты от перенапряжения на 0,5 В выше запрограммированного напряжения. Подаете на тестируемое устройство 5 В, и, следовательно, следящая локальная схема защиты настраивается на 5,5 В. Теперь вы хотите снизить напряжение до 1 В и устанавливаете на источнике питания 1 В, а следящая локальная схема защиты настраивается на 1,5 В. Но конденсатор в тестируемом устройстве еще сохраняет напряжение около 5 В, поскольку для разряда большой емкости требуется некоторое время. Схема защиты от перенапряжения регистрирует превышение порога 1,5 В и ложно срабатывает из-за кратковременного (и ожидаемого) перенапряжения. Решение проблемы заключается в добавлении некоторой задержки, позволяющей конденсатору разрядиться, но такая задержка означает, что в течение какого-то времени тестируемое устройство остается без защиты.

Следящая дистанционная схема защиты от перенапряжения представлена на рис. 3. В этом случае следящая схема защиты (с задержкой) контролирует изменение напряжения, а схема дистанционного измерения компенсирует падение напряжения на проводах. Таким образом, следящая дистанционная схема защиты от перенапряжения (с задержкой) представляется наилучшим решением, но теперь защита тестируемого устройства зависит от нормальной работы измерительного входа. Хорошо ли это?

Провода, подключенные к измерительному входу, могут оборваться, что в испытательных системах случается довольно часто. Без этих проводов выходное напряжение источника питания обычно возрастает

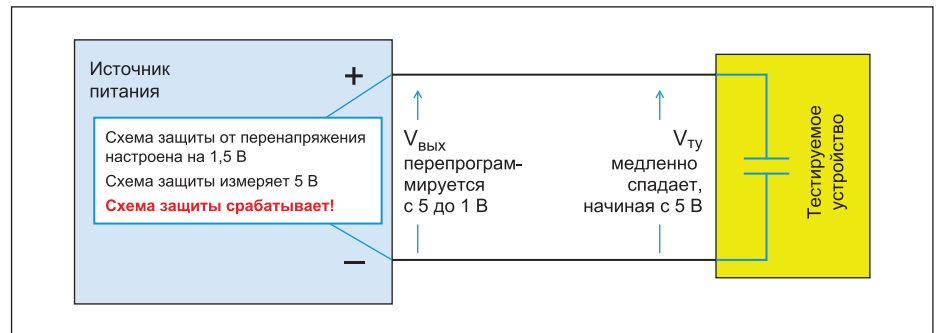


Рис. 2. Следящая локальная схема защиты от перенапряжения может ложно сработать из-за медленного разряда конденсатора в тестируемом устройстве при снижении выходного напряжения источником питания

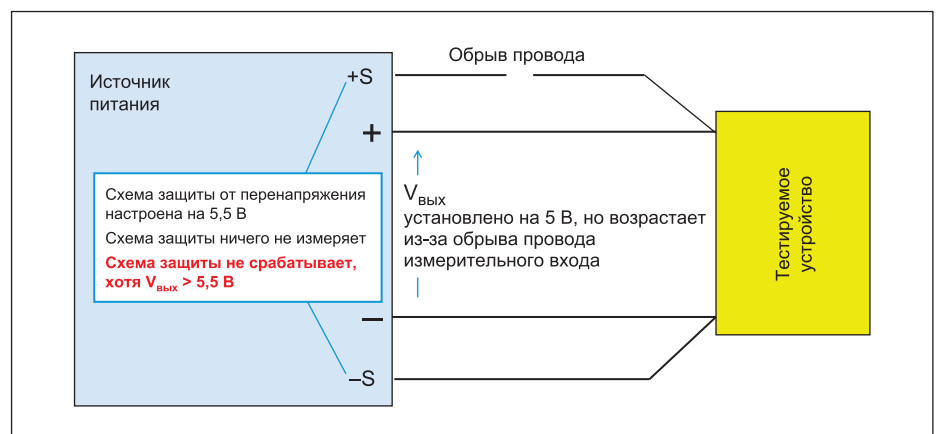


Рис. 3. Следящая дистанционная схема защиты от перенапряжения работает по сигналу на измерительном входе. Обрыв проводов, подключенных к этому входу, может вызвать перенапряжение, которое не будет обнаружено. В результате тестируемое устройство останется без защиты

(из-за отсутствия обратной связи в измерительной схеме). Это возросшее напряжение порождает перенапряжение. Но поскольку провода измерительного входа оборваны, схема защиты от перенапряжения не реагирует на такое перенапряжение и не срабатывает. Так что, хотя следящая дистанционная схема защиты кажется подходящим средством от ложных срабатываний, она обуславливает риск возникновения незамеченных реальных перенапряжений при обрыве проводов измерительного входа.

## Заключение

Когда речь идет о защите тестируемого устройства, всегда приходится выбирать между наивысшим уровнем защиты и вероятностью ложного срабатывания схемы защиты. Зная принципы работы защиты от перенапряжения и понимая, когда она способна ложно сработать или не зафиксировать перенапряжение, вы можете выбрать оптимальный способ защиты и оградить тестируемое устройство от вероятных неприятностей. ■