

# «Вот пуля пролетела...», или О практическом применении УЗИП

Александр Соколов (Москва)

Будучи разработчиком электронных приборов, я неоднократно сталкивался с таким явлением, как выход из строя преобразователей-нормализаторов сигналов датчиков по какому-либо каналу измерений. «Пуля пролетела» – говорят в таких случаях электронщики...

Датчики стоят на агрегатах, а преобразователи – везде: в щитах, шкафах, специальных боксах с высоким IP и так далее (см. рис. 1). При проверке выясняется, что, к примеру, конвертер «ток 4...20 мА в напряжение 0...10 В», вышел из строя. Недолго думая, его просто заменяют на новый. И так из раза в раз – не часто, но регулярно.

Что же произошло? Почему после долгой безотказной работы вышел из строя надёжный прибор с гальванической развязкой выходных цепей и цепей питания? А выводит его из строя часто именно «пуля». Только «пуля» высоковольтная и очень короткая – от единиц до десятков микросекунд. Такую и осциллографом-то не сразу поймашь. Если входной каскад при этом сгорел – ещё полбеды. Бывает хуже – когда он не сгорел, а «подгорает», то есть конвертер продолжает имитировать работу, и даже из «зелёной»

зоны может не выходить, но о линейности характеристики можно забыть. Это самый затратный по времени случай ремонта измерительного канала – не сразу найдёшь, где притаилась неисправность. А ведь из года в год измерительные цепи становятся всё более чувствительными, а диапазоны входных напряжений АЦП – всё меньше.

Откуда взялось это самое перенапряжение? Оно может, например, индуктивным или ёмкостным путём навестись на измерительный тракт от силовых цепей мощного электрооборудования там, где они проходят рядом. Перенапряжение в силовых цепях, как правило, рождается в моменты пуска (большой пусковой ток) или отключения (всплески самоиндукции) электроагрегатов. Найти точку «передачи» помехи в большом машинном зале, где много электромоторов или генераторов в цепях разной мощности и про-

ходит огромное количество измерительных и питающих кабелей, – это «шаманство». И самое сложное при этом поиске – нестабильность появления скачков фатальной для измерительных цепей амплитуды. Дело в том, что включение/выключение агрегатов может происходить в разные моменты времени относительно амплитуды питающей волны в сети (в момент перехода через ноль или на пике полуволны), а перенапряжение может появляться, например, лишь в моменты одновременного включения нескольких агрегатов (наибольший пусковой ток). Следовательно, перенапряжение – это неудачное для измерительного оборудования стечение обстоятельств.

Что можно предпринять в таком случае? Перепроложить кабели или переместить измерительное оборудование? Нередко это утопия! Остаётся один вариант – защитить от перенапряжения выходные цепи датчиков, входные цепи преобразователей и линии связи преобразователей с центральными измерительными блоками. Для защиты всех этих цепей от высоковольтных коротких «пуль» и существует специально спроектированное оборудование – устройство защиты от импульсного перенапряжения (УЗИП).

Включается УЗИП непосредственно в цепи аналоговых и цифровых сигналов, не внося никаких изменений в параметры цепей передачи сигнала. Работает УЗИП очень просто. При появлении в защищаемой цепи нарастающего фронта перенапряжения (с первых наносекунд!), внутренняя схема УЗИП сразу начинает работать как ограничитель напряжения, уменьшая своё внутреннее сопротивление и беря на себя всю мощь разрушительного импульса.

Рассмотрим работу простейшего УЗИП на примере защиты двухпроводного канала измерения температуры. Будем считать (и это наиболее частый вариант), что мы изначально не знаем, в каком месте измерительной цепи располагается «антенна» (кусочек проводника), которая ловит помеху, приводящую к перенапряжению. Следовательно, УЗИП должно расположиться

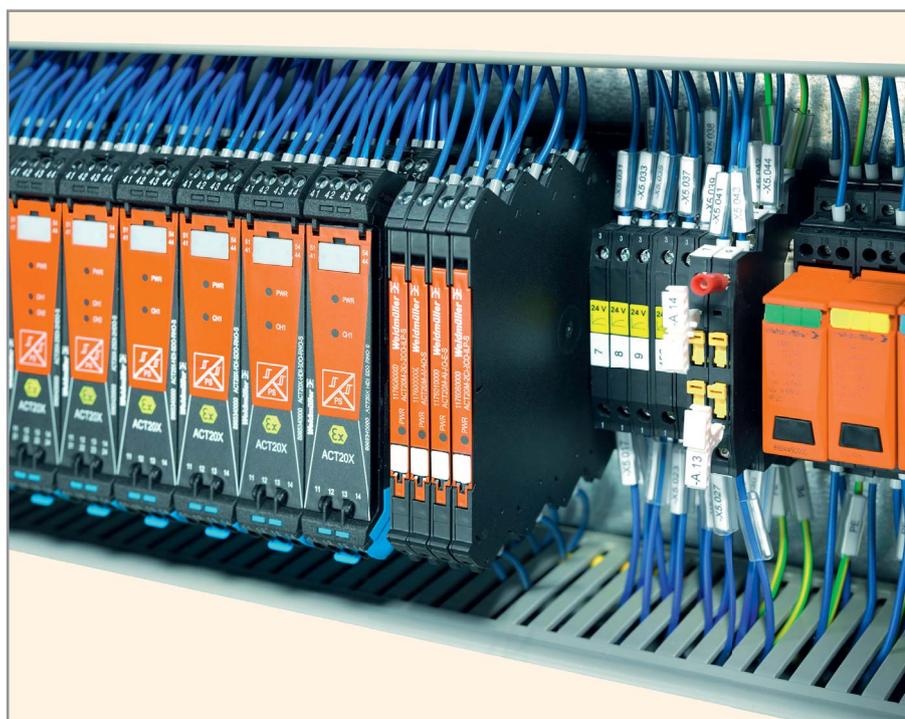


Рис. 1. Преобразователи (конвертеры, барьеры) компании Weidmüller

максимально близко к «чувствительным к перенапряжению» местам цепи: выходу датчика и входу преобразователя.

В рассматриваемом варианте (см. рис. 2) УЗИП состоит из супрессора VD1 и газового разрядника. ВАХ супрессора примерно такая же, как у симметричного стабилитрона, но обладает высокой (наносекундной) скоростью реакции и имеет очень малую внутреннюю ёмкость. Газовый же разрядник обладает высокой скоростью реакции, малой ёмкостью, но несколько плавающим порогом срабатывания, который зависит от формы переднего фронта импульса помехи. Пока на выводах супрессора напряжение меньше порогового, он не проводит электрического тока (его сопротивление велико и не влияет на измерения). Как только напряжение высоковольтной помехи в цепи достигает порогового уровня (уровня защиты), супрессор уменьшает своё сопротивление, стабилизируя амплитуду помехи на безопасном для измерительных цепей уровне. Если же амплитуда помехи превышает даже порог срабатывания газового разрядника, то весь ток помехи проходит сквозь разрядник, не доходя до чувствительных цепей.

Какие цепи следует защищать таким образом? Если мощные агрегаты работают в одном помещении с чувствительным измерительным оборудованием, то рекомендуется уже на стадии проектирования закладывать УЗИП во все чувствительные цепи.

Все ли УЗИП состоят из газовых разрядников и супрессоров? Основу

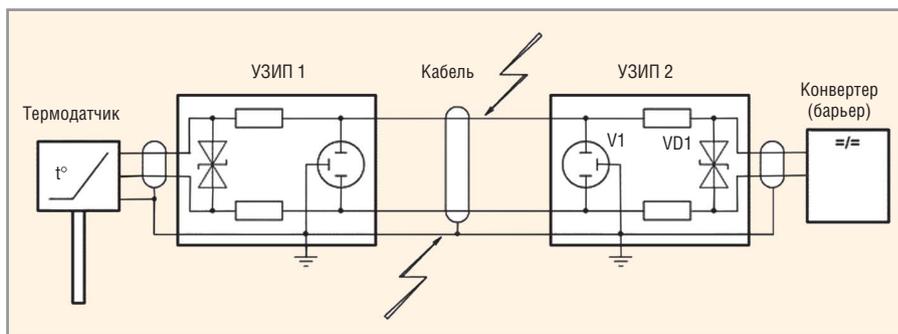


Рис. 2. Установка УЗИП в цепь, соединяющую датчик с конвертером

современных УЗИП составляют газовые разрядники, варисторы и супрессоры. Внутренние схемы УЗИП зависят от типа интерфейса, который они защищают от перенапряжения: иногда достаточно одного супрессора, а иногда в схеме УЗИП стоят все три элемента защиты. При этом основная задача УЗИП – защитить чувствительные устройства от помехи, но никак не влиять на параметры измерительной цепи.

Какие типы интерфейсов можно защитить с помощью УЗИП? В каталоге устройств защиты от перенапряжений компании Weidmüller перечислены 98 типов только низковольтных интерфейсов, для которых имеются УЗИП [1], например: 0(4)...20 mA; 0...10 В; Hart; PT 100; PT 1000; RS-232; RS-422 (V.11); RS-422A (V.11, X.27); RS-423A; RS-449; TTL; TTY; ARCNET (Plus); ASI; ASI; BITBUS; BLN; CAN-Bus; CANopen; C-BUS; C-Bus; CC-LINK; Data Highway (Plus), DH+; DATEX P; Device Net; Dupline / Miniplex; E1; EIB; ET 200; Ethernet Cat.6; Ethernet Cat.5; FIPIO / FIPWAY; Genius I/O Bus; HDSL; IEC-BUS;

Interbus; LON™ (Works); LON™ TP/XF 78; LUXMATE-Bus; M-Bus; MOD-Bus; MODBUS(-PLUS); MPI Bus; N1 LAN; N2 Bus (P-Bus); P-NET; Procontic CS3 1; Procontic T200; Profi bus; Profi bus DP; Profi bus DP/FMS; Process Bus, Panel Bus; RACKBUS; SDLC; SDSL; SecuriLan-LON™-Bus; SINEC L1; Sinec L2; SINEC L2 DP; Token Ring; TP/FTT 10+TP/LPT10; ADSL; ADVANT; HDSL; SHDSL; T-DSL; телефонный аналоговый; VDSL; X.21/X.24, X.25/X.31.

С появлением новых интерфейсов задачи их защиты будут также актуальны. И желательно, чтобы специалисты проектных институтов не обходили эту тему стороной: чтобы предъявить претензии разработчику, заложившему в схему преобразователь без УЗИП, нужно воссоздать то самое стечение обстоятельств, благодаря которому конвертер вышел из строя. Искусственно это, зачастую, повторить невозможно, поэтому и говорят: «пуля пролетела».

## ЛИТЕРАТУРА

1. www.weidmueller.ru.



## Новости мира News of the World Новости мира

### Применение изделий микроэлектроники в радиоэлектронной аппаратуре

На базе АО «ЦКБ «Дейтон» состоялся практический семинар на тему «Применение изделий микроэлектроники в условиях, отличных от указанных в документах на поставку». Организаторами семинара и совместного заседания выступили Комитет по приборостроению, системам управления, электронной и электротехнической промышленности СоюзМаш России, Ассоциация «Лига содействия оборонным предприятиям» и «ЦКБ «Дейтон».

Участники мероприятия сосредоточились на решении проблемных вопросов, связанных с применением изделий микроэлек-

троники в радиоэлектронной аппаратуре. В обсуждении приняли участие представители, специалисты, эксперты и профессорско-преподавательский состав таких организаций, как «Авиаавтоматика», «Аедон», «Ангстрем», АНО «Академия надёжности», «ГРЦ Макеева», «НИИ КП», «НИИ «Субмикрон», «НИИ ПП», НИУ МИЭТ, МИЭМ НИУ ВШЭ, МОКБ «Марс», «НПЦ «Полус», «ОРКК», «РКС», «Темп-Авиа», «ЦНИИАГ», «ЦКБА».

Участников семинара приветствовал заместитель исполнительного директора Ассоциации «Лига содействия оборонным предприятиям» Анатолий Шевляков. Он рассказал о совместной работе с «ЦКБ «Дейтон» по сбору и обобщению информации о продукции и совместно разработанном

издании о предприятиях радиоэлектроники, выпускающих продукцию во времена Великой Отечественной войны.

Были затронуты проблемы и решения единства терминологии, параметров и показателей, введения в действие стандарта ГОСТ 2.124–2014 и информационного обеспечения разработчиков радиоэлектронной аппаратуры.

Участникам семинара была предоставлена возможность ознакомиться с изданиями «ЦКБ «Дейтон» и получить информационные материалы по вопросам семинара. Учитывая интерес к обсуждаемым вопросам, «ЦКБ «Дейтон» планирует провести цикл таких обучающих мероприятий.

www.soyuzmash.ru