

Вячеслав Гавриков (г. Смоленск)

ОБОРОНИТЕЛЬНЫЕ УКРЕПЛЕНИЯ: МИКРОСХЕМЫ MAXIM ДЛЯ ЗАЩИТЫ СИГНАЛЬНЫХ ЛИНИЙ И ЛИНИЙ ПИТАНИЯ



Компания **Maxim Integrated** известна своими решениями в области защиты от помех и электростатики. Новые специализированные интегральные микросхемы используют активный способ защиты устройств от перенапряжений, перегрузки по току, обратной полярности питания и электростатических помех. Созданные специально для промышленной и автомобильной электроники, эти микросхемы имеют широкий диапазон входных напряжений, высокую стойкость к негативным воздействиям, большой температурный диапазон.

Промышленные установки и автомобильное оборудование являются мощными источниками помех. Поэтому необходимо обеспечивать защиту линий питания, перегрузок по току, неверной полярности питающих напряжений, электростатических разрядов. Существует несколько способов защиты:

- использование компонентов со встроенной защитой от аварийных ситуаций;
- построение внешних схем защиты на дискретных компонентах;
- использование внешних специализированных микросхем активной защиты.

Использование микросхем со встроенной защитой не всегда возможно, так как они имеют более высокую стоимость и не способны справляться с мощными помехами. В жестких условиях промышленной и автомобильной электроники использование внешних цепей остается единственным надежным способом избежать повреждения оборудования.

Схема защиты от помех на дискретных элементах и ее недостатки

Типовая схема защиты на дискретных компонентах (рисунок 1) позволяет достаточно эффективно бороться со всеми типами помех. Для защиты от перенапряжений используют TVS-диод (D2), либо варистор (U). Защиту от перегрузки по току обеспечивает предохранитель (FU1), или термистор (R1). Диод (D1) необходим на случай неправильной полярности питающего напряжения и для защиты от импульсов

обратной полярности. Помехи от переключений нагрузок фильтруются при помощи конденсатора (C1).

Реализация защиты на дискретных элементах имеет следующие преимущества: низкую стоимость, простоту монтажа, высокую степень защиты от самых мощных помех. Однако, есть и недостатки (таблица 1).

Недостатки защиты от перенапряжений с помощью TVS-диодов (D2) достаточно очевидны. Дело в том, что ВАХ TVS-диода (рисунок 2а) имеет наклон в области ограничения. Величина напряжения ограничения ($U_{огр}$) зависит от величины тока, а значит — и от мощности помехи. Так у TVS-диода **SM6T30A** напряжение пробоя $U_{пр} = 28,5$ В, а напряжение ограничения $U_{огр} = 41,5$ В при токе 14,5 А. Соответственно, сама микросхема питания, имея рабочее напряжение до 28,5 В, должна выдерживать пульсации до 41,5 В.

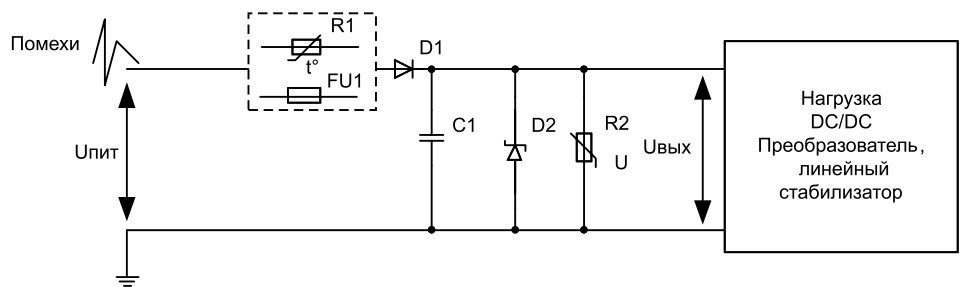


Рис. 1. Схема защиты на дискретных компонентах

Таблица 1. Недостатки дискретной защиты

Тип защиты	Реализация	Недостатки
Защита от перенапряжения	TVS-диод	Величина напряжения ограничения зависит от мощности помехи Микросхемы питания устройства должны иметь широкий диапазон входных напряжений
	Варистор	Величина напряжения ограничения зависит от мощности помехи Большое время срабатывания
Защита от перегрузки по току	Предохранитель	Необходимость замены при выгорании
	Термистор	Большая рассеиваемая мощность Повышение нижнего порога питающего напряжения
Защита от неверной полярности питающего напряжения	Диод	Большая рассеиваемая мощность Повышение нижнего порога питающего напряжения

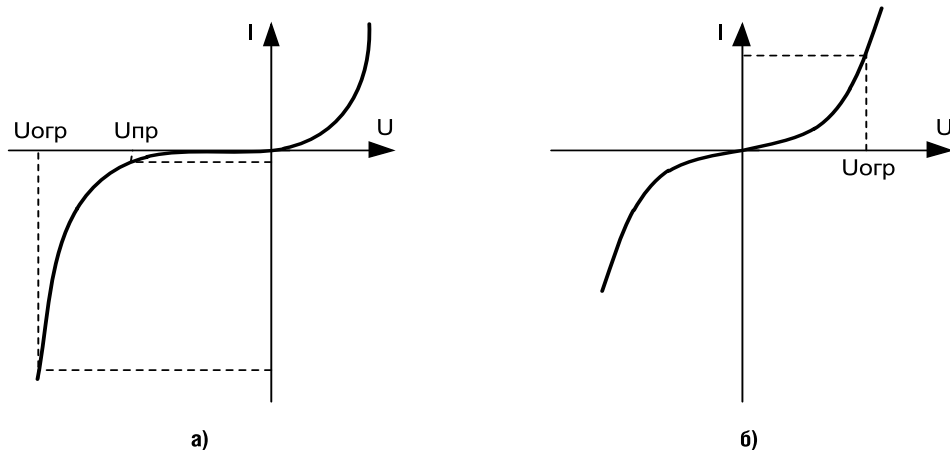


Рис. 2. ВАХ TVS диода (а) и варистора(б)

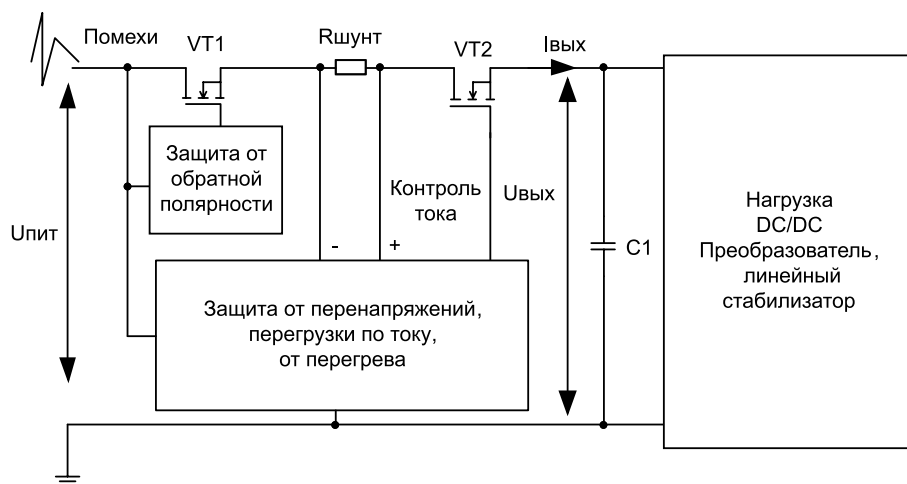


Рис. 3. Упрощенная схема активной защиты

Аналогичным недостатком обладает варистор, у которого еще более пологая ВАХ (рисунок 2б), в результате разница между рабочим напряжением и напряжением ограничения еще больше, чем в случае с TVS.

Плавкие предохранители (F1), используемые для защиты от перегрузки по току, требуют ручной замены в случае выхода из строя, что весьма проблематично, так как для этого необходим обслуживающий персонал. При использовании термистора (R1), на нем выделяется большая мощность, если прибор потребляет большой ток.

Диод D1, защищающий схему от неверной полярности питания, имеет два главных недостатка. Во-первых, при протекании прямого тока на нем выделяется большая мощность. Нетрудно подсчитать, что при токе в 10 А на диоде Шоттки ($U_{пр} = 0,5 \text{ В}$) выделится 5 Вт. Отвод тепла в этом случае станет серьезной задачей. Во-вторых, падение напряжения увеличит минимальный порог входного напряжения. Так, например, если микросхема питания защищаемого устройства работает в диапазоне 7...30 В, то падение напряжения на диоде ($U_{пр} = 0,5 \text{ В}$) приведет к тому, что минимальное входное напряжение увеличится до 7,5 В.

Метод активной защиты от мощных помех

Активная схема защиты от помех лишена недостатков дискретной схе-

Таблица 2. Защитные микросхемы для промышленных и коммерческих приложений

Наименование	Диапазон входных напряжений, В	Максимальный ток, А	Сопротивление, мОм	Особенности	Корпус
MAX14586 MAX14590	2,2...36	3	40	Защита от перенапряжений Программируемый уровень перенапряжения Встроенная установка уровня перенапряжения 7 В (MAX14586) и 15 В (MAX14590) Защита от перегрева Система плавного включения	8 TDFN-EP
MAX14571 MAX14572 MAX14573	4,2...36	4,2	100	Программируемый уровень перенапряжения Программируемый уровень тока Программируемый нижний порог напряжения Выход состояния FAULT Работа в режиме автовключения (MAX14571) Работа в режиме без автовключения (MAX14572) Работа в режиме ограничения тока (MAX14573) Защита от перегрева	14 TSSOP-EP
MAX14588	4,5...36	1	190	Программируемый уровень перенапряжения Программируемый уровень тока Программируемый нижний порог напряжения Выход состояния FAULT Работа в режиме автовключения (CLTS2 = 0, CLTS1 = 1) Работа в режиме без автовключения (CLTS2 = 0, CLTS1 = 0) Работа в режиме ограничения тока (CLTS2 = 1) Защита от перегрева	16 TQFN-EP
MAX14575	2,3...5,5	2,5	32	Программируемый уровень тока Защита от обратного тока и короткого замыкания Защита от перегрева Работа в режиме автовключения (MAX14575A, MAX14575AL) Работа в режиме без автовключения (MAX14575B) Работа в режиме ограничения тока (MAX14575C)	8 TDFN-EP

мы. Суть данного решения заключается в том, что неэффективные элементы (диоды, предохранители) заменяются транзисторами (рисунок 3), управление которыми осуществляется при помощи дополнительных интеллектуальных элементов.

Транзистор VT2 заменяет TVS-диод D2 (рисунок 1) и служит для защиты от перенапряжений. Система защиты постоянно контролирует входное напряжение. Как только входное напряжение превысит пороговое значение, схема защиты отключает транзистор VT2. При этом, возможно несколько вариантов повторного включения (рисунок 4).

1. Без автоматического включения — включение транзистора произойдет только после сброса схемы защиты, либо после повторной подачи питания (рисунок 4а).

2. С автовключением — в этом случае происходит автоматический сброс схемы защиты по истечении таймаута Tretray и транзистор включается вновь (рисунок 4б).

3. Схема с активным ограничением напряжения. Транзистор включается только после того, как напряжение вернется в допустимый диапазон с учетом гистерезиса (рисунок 4в).

Очевидно, что главный недостаток TVS-диода устраняется — напряжение ограничения может быть задано с точностью до милливольт.

Защита от перегрузки по току осуществляется с помощью VT2. Как и в случае с перегрузкой по напряжению, при превышении значения допустимого тока схема защиты выключает транзистор VT2. Повторное включение также возможно различными способами: с автоматическим включением после таймаута (рисунок 5а), без автоматического включения (рисунок 5б), с активным ограничением тока (рисунок 5в). Таким образом, отпадает необходимость менять сгоревший предохранитель. Малое значение сопротивления шунта уменьшает выделение тепла и не повышает нижний порог напряжения, в отличие от термисторов.

Защита от отрицательных выбросов напряжения и от неверной полярности питания реализована с помощью транзистора VT1 (рисунок 2) вместо диода VD1 (рисунок 1). При работе в нормальном режиме транзистор открыт. Благодаря низкому сопротивлению канала, потери мощности и падение напряжения на нем гораздо меньше, чем на диоде.

Помимо прочего, можно контролировать и нижний порог входного напряжения. При понижении входного напряжения ниже допустимого уровня транзистор VT2 отключается. С одной стороны, это дает дополнительную защиту от короткого замыкания, с дру-

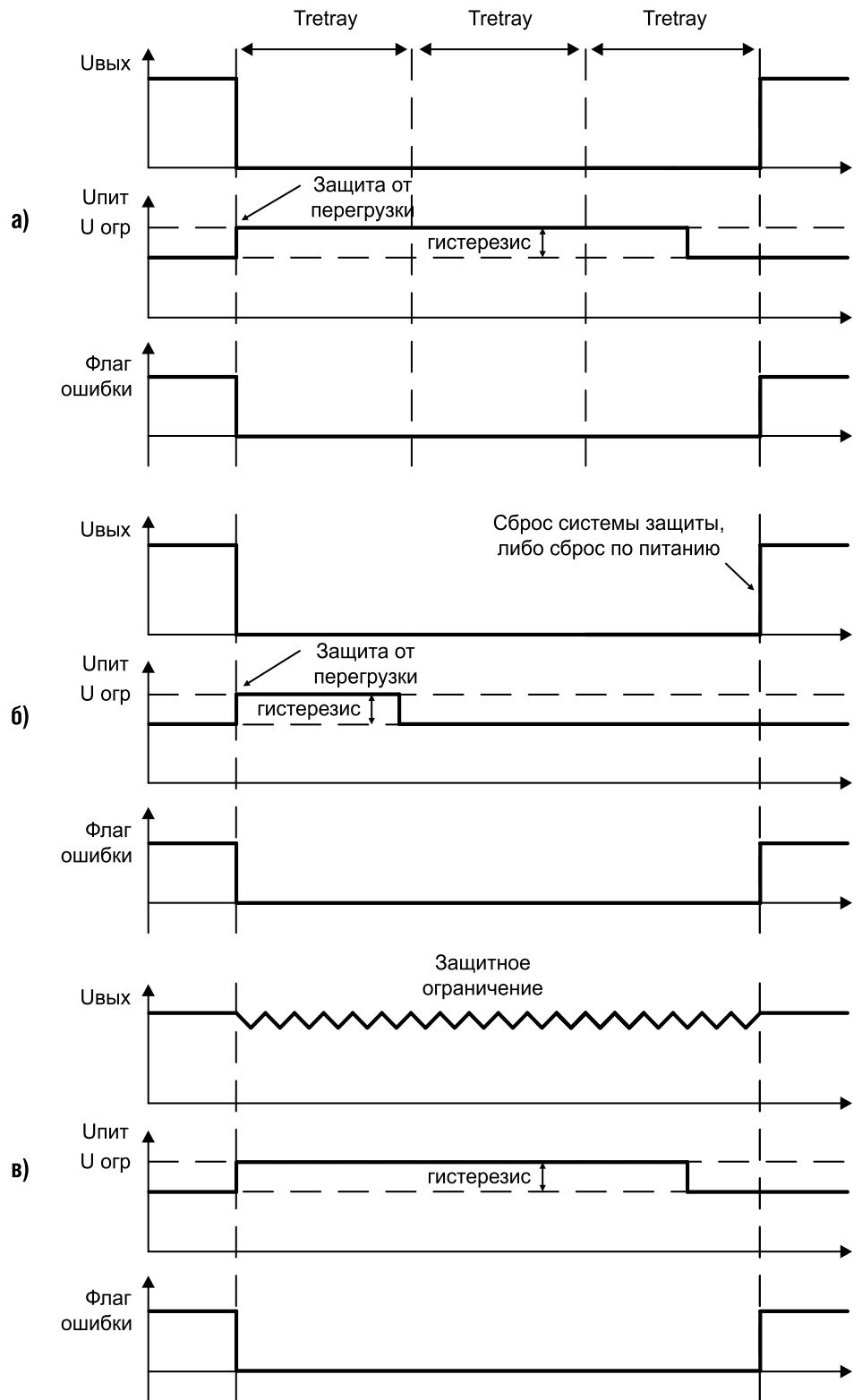


Рис. 4. Активная защита от перенапряжений

гой — позволяет разрешать работу устройств только в жестко заданном диапазоне входных напряжений.

Следует четко понимать, что, хотя схема активной защиты по ряду параметров превосходит схему на дискретных элементах, она все же не может в одиночку обеспечить надежную защиту в жестких условиях. Поэтому для защиты от самых мощных помех необходимо использовать дополнительные дискретные элементы.

Компания Maxim Integrated выпускает несколько линейк микросхем активной защиты для различных областей, таких как промышленные приложения, автомобильная техника, потребительская электроника.

Микросхемы защиты от мощных помех в промышленной и коммерческой электронике

Maxim Integrated постоянно расширяет спектр интегральных микросхем

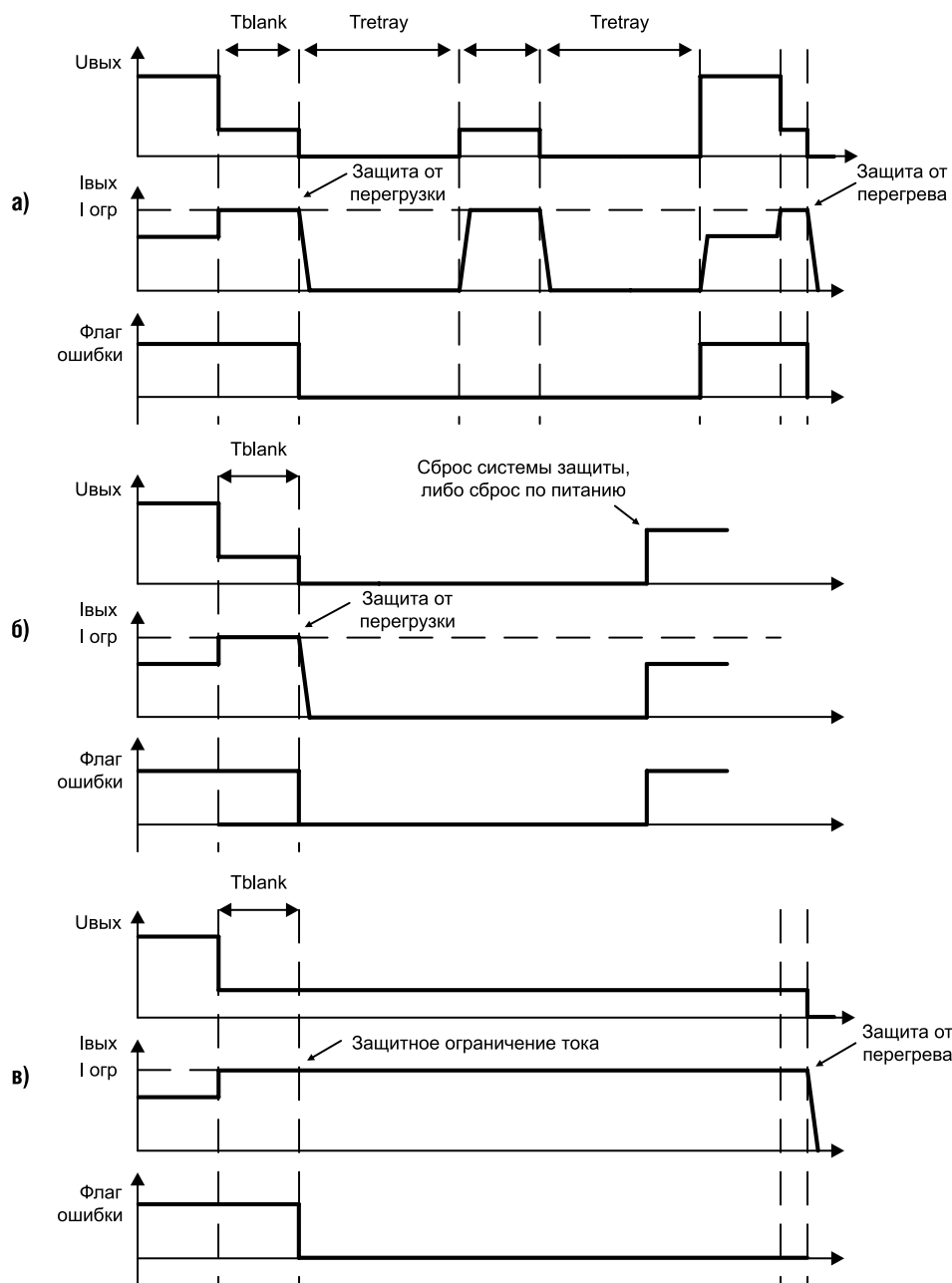


Рис. 5. Активная защита от перегрузки по току

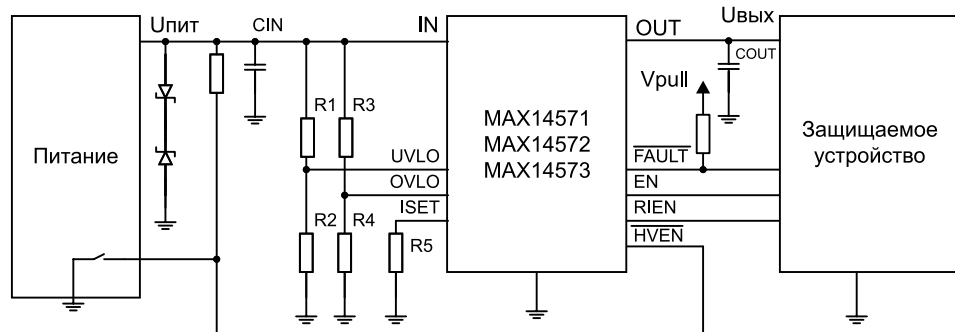


Рис. 6. Применение специализированной микросхемы со встроенным ключом на примере MAX14575

для защиты линий питания. Новые образцы для промышленной и коммерческой электроники (таблица 2), имеют в своем составе встроенные ключи, что упрощает схему (рисунок 6) и уменьшает занимаемую площадь.

Серия **MAX14571/72/73** представляет собой интеллектуальные микросхемы с полным комплектом защитных механизмов (рисунок 6):

- Защита от перегрузки по току имеет программируемый уровень тока

ограничения (вплоть до 4,2 А). Уровень тока задается резистором R5. **MAX14571** работает в режиме автовключения (рисунок 3а), **MAX14572** – в режиме без автовключения (рисунок 3б), а **MAX14573** – в режиме ограничения тока (рисунок 3в).

- Защита от перенапряжения позволяет задавать уровень напряжения ограничения с помощью резистивного делителя R3/R4. Это позволяет защищать устройства с различными уровнями питания 4,2...36 В.
- Защита от пониженного напряжения питания позволяет задавать окно рабочих напряжений.
- Все микросхемы имеют встроенную защиту от перегрева.
- Дополнительной особенностью является защита от обратно протекающего тока.

Выход ошибки FAULT позволяет судить о состоянии микросхемы.

Для расширения защитного диапазона напряжений на входе необходимо разместить пару встречных TVS-диодов. Это особенно важно для промышленных модульных систем, в которых используется «горячее» подключение устройств. Так, например, для питающего напряжения 24 В импульсы при подключении могут превосходить 40 В.

Помимо низковольтного входа разрешения работы (EN) микросхемы имеют и высоковольтный вход (HVEN), который может управляться внешней системой.

Широкий диапазон обеспечиваемых напряжений питания позволяет применять эти микросхемы в промышленных системах (в том числе – с напряжениями 24 В), в бытовой электронике и в устройствах с батарейным питанием.

Микросхема **MAX14588** по своим характеристикам и защитным механизмам близка к семейству MAX14571/2/3, но имеет еще большие возможности. Главная ее особенность – возможность программирования режима работы при перегрузках по току (таблица 2). При помощи дополнительных входов (CLTS1, CLTS2) можно установить режим как с ограничением тока, так и с защитным отключением (с автовключением, либо без него). Столь обширные защитные и интеллектуальные возможности позволяют применять данную микросхему в системах промышленных датчиков, системах сбора информации, автоматического контроля и др.

Микросхемы **MAX14586** и **MAX14590** разработаны специально для портативных устройств (планшеты, смартфоны). Мобильные устройства всегда имеют разъем для подключения зарядного устройства, на котором при подключении/отключении (особенно в процессе заряда батареи) могут генерироваться большие выбросы напряжения.

Таблица 3. Краткое описание тестовых импульсов

Тип	Описание	Амплитуда (12 В/24 В), В		Число импульсов или время теста	Длительность, с	
		мин.	макс.		мин	макс
1	Выброс обратной полярности. Возникает, например, когда устройство и включенная параллельно ему индуктивность совместно отключаются от питающей сети.	-75/-450	-100/-600	5000 импульсов	0,5	5
2a	Выброс положительной полярности. Если несколько устройств подключены к питанию одним высокоиндуктивным проводом, то отключение одного из них вызовет скачок напряжения на другом.	+37/+37	+50/+50	5000 импульсов	0,2	5
2b	Импульсы положительной полярности. Возникают, когда после выключения двигателя постоянного тока он продолжает некоторое время вращаться и работать в режиме генератора.	+10/+20	+10/+20	10 импульсов	0,5	5
3a	По природе аналогичен импульсу 1, но имеет более короткую длительность и меньшую энергию. Также возникает в результате коммутационных процессов.	-112/-150	-150/-200	1 час	0,09	0,1
3b	По природе аналогичен импульсу 2a, но имеет более короткую длительность и меньшую энергию. Также возникает в результате коммутационных процессов.	+75/+150	+100/+200	1 час	0,09	0,1
4	Представляет собой «просадку» питающего напряжения. Возникает, например, при заводе холодного двигателя.	-6/-12	-7/-16	1 импульс	не чаще 1 в минуту	не чаще 1 в минуту
5a	Имитирует аварийное отключение (обрыв) аккумулятора при работающем генераторе. Система без защитных диодов на генераторе	+65/+123	+87/+173	1 импульс	0,04	0,4
5b	Имитирует аварийное отключение (обрыв) аккумулятора при работающем генераторе. Система со встроенными защитными ограничивающими диодами	+65/+123	+87/+173	1 импульс	не чаще 1 в минуту	не чаще 1 в минуту

MAX14586 и MAX14590 обеспечивают защиту от перенапряжений. Уровень ограничения задается внешним делителем. При необходимости можно использовать интегрированный делитель — при этом напряжение ограничения составляет 7 В (MAX14586) и 15 В (MAX14590).

Микросхемы отвечают специфическим требованиям мобильных устройств: работают с питающими напряжениями вплоть до 2,2 В; выпускаются в миниатюрном высокоэффективном TDFN-корпусе; имеют низкое собственное потребление; требуют минимума внешних компонентов; имеют возможность плавного пуска.

Микросхемы **MAX14575x** представляют собой устройства с защитой от перегрузки по току, предназначенные для защиты внешних интерфейсов (например, USB). Уровень ограничиваемого тока задается с помощью одного внешнего резистора. Малый размер корпуса, низкое потребление (130 мкА), минимальное сопротивление ключа (32 мОм) позволяют использовать **MAX14575** в мобильных и портативных устройствах. Варианты MAX14575 имеют различные режимы ограничения тока (таблица 2).

Способы защиты от помех в промышленной и автомобильной электронике похожи, однако имеется ряд от-

Таблица 4. Классификация устройств по защищенности от помех по питанию

Класс	Описание
A	Все свойства прибора сохраняются в течение тестирования и после его завершения.
B	Все свойства прибора сохраняются в течение тестирования. Однако один или несколько параметров могут выйти за границы заданной точности. Все функции автоматически возвращаются в заданные рамки после снятия воздействия. Функции памяти должны соответствовать классу А.
C	Прибор не способен выполнять одну или несколько своих функций в течение испытаний. Однако при снятии воздействий все функции автоматически восстанавливаются.
D	Прибор не способен выполнять одну или несколько своих функций в течении испытаний. Функциональность восстанавливается по истечении испытаний, но только после ручного сброса оператором/пользователем.
E	Прибор не способен выполнять одну или несколько своих функций в течении испытаний. Функциональность не восстанавливается после испытаний. Восстановление возможно только после ремонта или замены прибора.

личий. Требования к автомобильной электронике описываются в отдельных стандартах.

Требования стандарта ISO7637 к автомобильной электронике

Одним из основных стандартов автомобильной электроники является ISO7637. Стандарт применим к электронному и электрическому оборудованию, установленному на борту легковых пассажирских и коммерческих автомобилей с бортовой сетью 12 и 24 В. Документ состоит из трех частей. Вторая часть (ISO7637-2) классифицирует ав-

томобильное оборудование по устойчивости к помехам, распространяемым по линиям питания.

Стандарт определяет схемы проведения испытаний, типы тестовых воздействий (помех), измерительное оборудование и сами методы измерений. Заданные типы воздействий (таблица 3) призваны имитировать реальные ситуации, происходящие в автомобильной бортовой сети.

Стандарт описывает параметры импульсов (амплитуду, длительность), их количество. По результатам испытаний на устойчивость к каждому типу помех

Таблица 5. Защитные микросхемы для автомобильной электроники

Наименование	Напряжение ограничения, В	Тип защиты от перенапряжений	Особенности	Корпус
MAX16126	подстраиваемое 3...30 В	ограничение	Есть выход ошибки FAULT	12 TQFN-EP
MAX16127TCA		выключение с автозапуском	Защита от перегрева	
MAX16127TCB		выключение с одним перезапуском	Защита от обратной полярности батареи	
MAX16127TCC		выключение с тремя перезапусками	Защита от низкого уровня напряжения	
MAX16127TCD		выключение		
MAX16128	13,64; 15; 18,6; 20,93; 24,16; 28,66; 31,62	выключение с автозапуском	Есть выход ошибки FAULT	8 uMAX
		выключение с одним перезапуском	Защита от перегрева	
		выключение с тремя перезапусками	Защита от обратной полярности батареи	
		выключение	Защита от низкого уровня напряжения	
MAX16129	ограничение	Защита от холодного запуска двигателя		

Таблица 6. Защитные диодные сборки Maxim

Наименование	Число каналов	Рабочее напряжение, В	Входная емкость, пФ	Корпус	Область применения
MAX3202E	2	0,9...5,5	5	4WLP	USB, USB2.0
MAX3203E	3			6TDFN-EP	Ethernet
MAX3204E	4				FireWire
MAX3206E	6				SVGA
MAX3205E	6		9WLP, 16TQFN-EP	DVI	
MAX3207E	2		6SOT23	USB, USB2.0	
MAX3208E	4		10uMAX, 16TQFN-EP	FireWire	

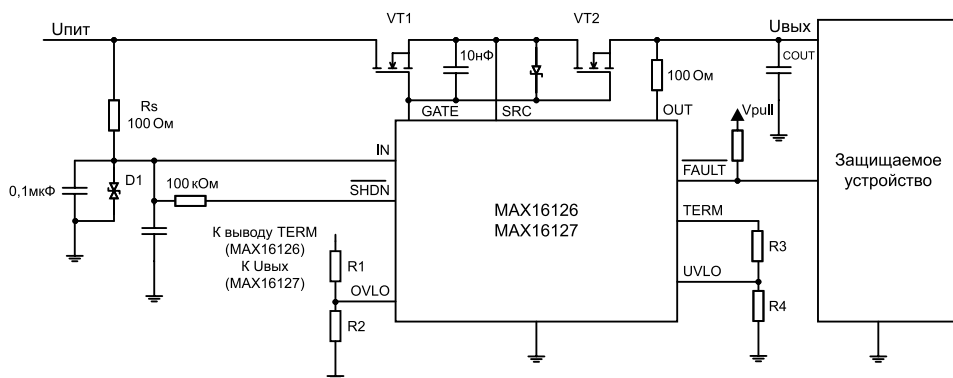


Рис. 7. Схема защиты для автомобильной электроники

устройству присваивается уровень защищенности (таблица 4).

Стоит отметить, что в автомобилях основная защита от коротких замыканий всегда осуществляется предохранителями. В итоге необходимость в защите от перегрузки по току не нормируется стандартом.

Стандарт достаточно строг, но использование защитных микросхем Maxim Integrated позволяет обеспечить требуемый уровень защиты.

Микросхемы защиты от мощных помех в автомобильной электронике

Инженеры Maxim Integrated с учетом требований стандарта выпустили специальную линейку микросхем активной защиты для автомобильной электроники (таблица 5). Микросхемы рассчитаны на защиту мощных потребителей.

Для повышения мощности используется пара внешних транзисторов. Один из транзисторов необходим для защиты от переплюсовки аккумулятора.

Микросхемы **MAX16126**/**MAX16127** могут работать в автомобилях с бортовой сетью как 12 В, так и 24 В. Уровень рабочих напряжений составляет 3...30 В. В таких же диапазонах могут задаваться значения напряжений ограничения (максимально и минимально допустимые напряжения).

Максимально допустимое напряжение задает делитель R1/R2 (рисунок 7). Интересной особенностью MAX16127 является то, что данный делитель подключается непосредственно к выходу. Такая схема позволяет контролировать непосредственно уровень выходного напряжения. В результате при работе в режиме с автовключением за-

щищаемое устройство получает питание даже при постоянном перенапряжении. Существуют модификации, работающие в различных режимах в условиях перенапряжения (таблица 5). В микросхеме MAX16126 реализован метод ограничения напряжения в случае перегрузки (см. рисунок 4в).

Делитель R3/R4 задает минимальное значение входного напряжения.

Дополнительными особенностями микросхем является защита от обратной полярности батареи при помощи VT 1 (рисунок 7) и защита от перегрева.

Для расширения защитного диапазона необходимо использовать пару встречных TVS-диодов. Это позволяет расширить диапазон -36...+90 В.

Микросхемы **MAX16128**/**MAX16129** сходны с микросхемами MAX16126/MAX16127. Однако они имеют две основные особенности:

1. Уровень ограничения напряжений жестко задан и отражается в маркировке микросхемы. Первый суффикс определяет уровень ограничения от перенапряжений. Второй суффикс отражает минимально допустимое напряжение питания. Отсутствие внешних резистивных делителей позволяет уменьшить число внешних компонентов и сократить занимаемую площадь.

2. Защита от холодного пуска позволяет отключать транзистор, как только напряжение питания просядет до величины, меньшей чем заданное значение. Уровень ограничения задается жестко и

отражается при помощи третьего суффикса в маркировке микросхемы.

Микросхемы защиты токовой петли

Кроме защиты линий питания, необходимо защищать сигнальные входы/выходы.

Одна из проблем промышленного оборудования – защита токовых датчиков (рисунок 8). Для защиты токовых петель создана микросхема **MAX14626**. Она имеет встроенный транзистор и схему защиты от перегрузки по току. Ток ограничения составляет 30 мА. Широкий диапазон напряжений (2,3...40 В) и низкое потребление (50 мкА) позволяют применять микросхему в мобильных устройствах.

Помимо защиты от перегрузки по току, имеется защита от перенапряжений, которая обеспечивается интегрированными защитными диодами. Защита от перегрева и от неверной полярности напряжения делают микросхему более живучей в промышленных условиях.

MAX14626 выпускается в 6-TDFN-корпусе для рабочего диапазона температур -40...85°C.

Внешняя защита от статического электричества

Как показывает практика, главным разрушающим фактором, помимо мощных помех, являются электростатические разряды. Они возникают при сближении разнозаряженных элементов. Например, при подключении/отключении устройств или при прикосновении. Известно, что человек в кожаной обуви при ходьбе генерирует электрическое напряжение 25 кВ. Очевидно, что в промышленной и автомобильной технике вращающиеся и трущиеся части механизмов создают колоссальные статические заряды. Статика приводит к катастрофическим для электроники последствиям. Пробой затворов транзисторов, деградация полупроводников и даже разрушение контактных соединений – вот лишь часть возможных повреждений.

Надежным и доступным способом защиты от электростатики являются защитные диоды. Компания Maxim Integrated выпускает широкий спектр дискретных элементов защиты (таблица 6).

MAX3202/3/4/6 соответствуют уровню защиты от следующих уровней разрядов: ±15 кВ (Human Body Model), ±8 кВ (IEC 61000-4-2, Contact Discharge), ±15 кВ (IEC 61000-4-2, Air-Gap Discharge). Применяются для высокоскоростных интерфейсов (таблица 5).

MAX3205/7/8 предназначены для защиты высокоскоростных дифференциальных интерфейсов. Имеют расширенный диапазон рабочих температур -40...125°C. Уровень защиты соответствует: ±15 кВ (Human Body

Model), ±8 кВ (IEC 61000-4-2, Contact Discharge), ±15 кВ (IEC 61000-4-2, Air-Gap Discharge).

Заключение

Микросхемы активной защиты Maxim Integrated для промышленной и коммерческой техники имеют встроенные транзисторы, возможность задания допустимых уровней напряжений и токов. Все это делает их идеальными для защиты от перегрузки по току, перенапряжений и статики.

Серия MAX12126/7/8/9 разработана для автомобильной электроники и помогает создавать устройства, соответствующие самым строгим требованиям стандарта ISO 7637.

Цепи токовых датчиков могут быть защищены при помощи MAX14626. Ограничение тока 30 мА и защита от статики позволяют защитить чувствительные измерительные цепи от жестких внешних условий.

Помимо микросхем активной защиты, выпускается широкий спектр диодов для борьбы со статикой. Высокоскоростные интерфейсы мобильных устройств, такие как USB, FireWire, Ethernet, надежно защищаются диодами серии MAX320x.

Литература

1. Robert Regensburger. APPLICATION NOTE 4240. Active

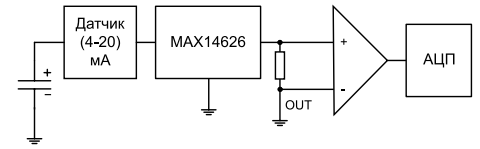


Рис. 8. Схема защиты токовой петли

High-Voltage Transient Protectors Trump Conventional Approaches in Automotive Electronics. Maxim Integrated. 2008

2. APPLICATION NOTE 5260. Design Considerations for a Harsh Industrial Environment. Maxim Integrated. 2012

3. Anatoly Andrushevich. APPLICATION NOTE 4850. Microcontroller Controls Current-Loop AFE Protection. Maxim Integrated. 2011

4. APPLICATION NOTE 651. ESD Protection for I/O Ports. Maxim Integrated. 2000

5. Datasheets, по представленным компонентам, взяты с официального сайта Maxim Integrated www.maximintegrated.com.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: analog.vesti@compel.ru

MAX16126/MAX16127
схемы защиты от перегрузки/переплюсовки

- Диапазон входных напряжений: -36...+90 В
- Быстрое отключение с полной изоляцией нагрузки
- Программируемые пороги срабатывания
- Низкий ток питания и ток утечки

Москва
Тел.: (495) 234-7764, доб. 2328
Соколов Андрей
E-mail: a.sokolov@compel.ru

Санкт-Петербург
Тел.: (812) 327-9403, доб. 4219
Червинский Михаил
E-mail: cmv.spb@compel.ru

Компэл
www.compel.ru