

Андрей Самоделов (Москва)

СРЕДСТВА ПЕРВОЙ НЕОБХОДИМОСТИ: ЗАЩИТА ЦЕПЕЙ ПИТАНИЯ И ДРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ СХЕМ НА БАЗЕ РЕШЕНИЙ ST



Ограничители тока, приборы защиты от бросков напряжения разной длительности, приборы защиты от статического электричества и электрических разрядов – STMicroelectronics выпускает полный спектр полупроводниковых приборов защиты как шин питания, так и сигнальных линий, предназначенных для применения в бытовой, промышленной и лабораторной электронике.

Существует большое количество видов защиты электронной аппаратуры, таких как защита от бросков и пропадания напряжения питания; от статического электричества и электрических разрядов; от перегрузок по напряжению и току; от импульсных помех и побочных излучений; от перегрева и переохлаждения; от закливания встроенного ПО (firmware); от несанкционированного доступа и т.п. Для реализации перечисленных видов защиты используются как пассивные, так и активные электрические и электронные компоненты. В статье будут рассмотрены изделия компании STMicroelectronics, предназначенные для защиты цепей питания, сигнальных цепей и других элементов электронных схем.

Приборы защиты электронной аппаратуры производства ST

Компания **ST** выпускает большой спектр защитных приборов, которые отвечают всем промышленным требованиям и предназначены для:

- защиты от бросков напряжения (Electrical Overstress, EOS);
- защиты от разрядов статического электричества (ESD);
- защиты от дуговых электрических разрядов;
- защиты автомобильного оборудования;
- ограничения силы тока;

Приборы защиты электрических схем производства ST прошли все сертификации, отвечают международным стандартам (или даже превосходят их) защиты от опасных электрических воздействий и предназначены для применения в автомобилях, компьютерах, бытовой технике, промышленных и телекоммуникационных устройствах. Импульсные ограничительные диоды (TVS-диоды) и приборы на их основе компании ST выполнены по запатентованной технологии Transils, поэтому их часто называют TVS-приборами. В статье для обозначения приборов Transils будет использоваться терминология «TVS-

приборы» (например, TVS-диоды). Защитные Transils-диоды часто называют супрессорами. Супрессоры соответствуют стандартам ISO 7637-2 и ISO 10605 (таблица 1).

Электрические характеристики – определение параметров

Вольт-амперная характеристика супрессора напоминает вольт-амперную характеристику обычного стабилитрона. На рисунке 1 показаны вольт-амперные характеристики однополярного и двухполярного (симметричного) супрессоров, а в таблице 2 приведена расшифровка используемых на рисунке 1 обозначений, которые будут встречаться в статье при описании параметров рассматриваемых полупроводниковых приборов.

Кроме того, для мощных супрессоров приводится обозначение параметров протекающего через них в режиме пробоя импульса тока, стандартная форма которого приведена на рисунке 2, где

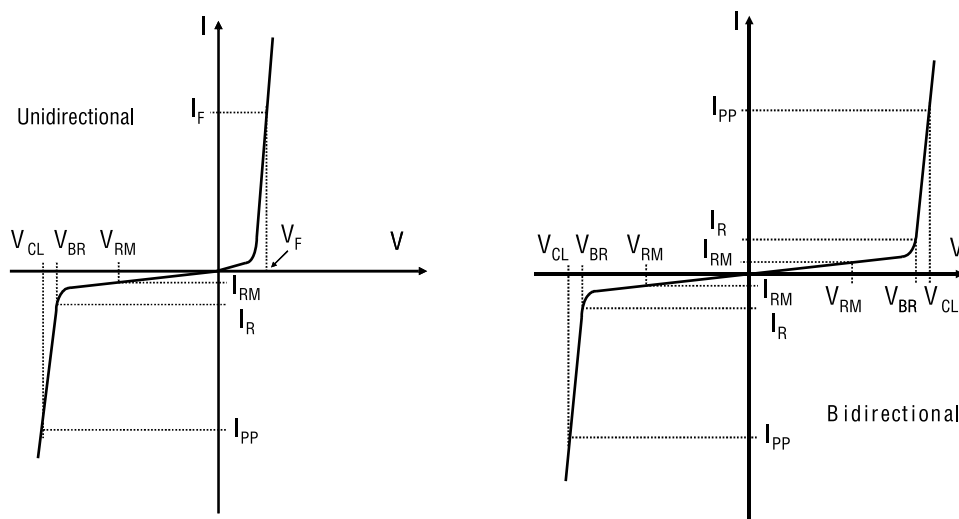


Рис. 1. ВАХ ограничительного диода (слева – однополярного, справа – двухполярного)

Таблица 1. Соответствие супрессоров международным стандартам

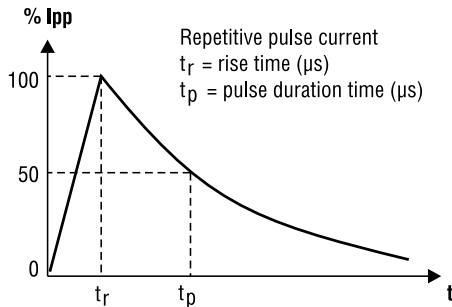
ISO 10605				ISO 7637-2			
C = 150 пФ, R = 330 Ом		C = 330 пФ, R = 330 Ом		VS			
Разряд по воздуху, кВ	Разряд при контакте, кВ	Разряд по воздуху, кВ	Разряд при контакте, кВ	Pulse 1, В	Pulse 2a, В	Pulse 3a, В	Pulse 3b, В
30	30	30	30	-100	+50	-150	+100

Таблица 2. Основные параметры ВАХ ограничительного диода

Обозначение	Параметр
V_F	Прямое падение напряжения
I_F	Прямой ток
V_{RM}	Напряжение переключения
I_{RM}	Ток утечки
V_{BR}	Напряжение пробоя
I_R	Ток пробоя
V_{CL}	Напряжение ограничения
I_{PP}	Пиковый импульсный ток
A_T	Температурный коэффициент напряжения
R_D	Динамическое сопротивление

Таблица 3. Назначение ограничителей тока

Наименование	Общее описание
CLT3-4B	Счетверенный ограничитель тока и напряжения
PCLT-2A	Сдвоенный ограничитель напряжения
SCLT3-8BT8	8-канальное устройство ввода с последовательным интерфейсом


Рис. 2. Форма повторяющегося импульса тока

t_r — время нарастания импульса тока (мкс) до значения пикового импульсного тока, равного IPP; t_p — время спада импульса тока (мкс) до значения, равного 50% IPP.

В таблицах параметров супрессоров значение импульсного тока обычно приводится вместе со значением временных параметров импульса. Например, строка таблицы параметров на рисунке 3 означает, что для импульса с временем нарастания до максимального значения 10

Параметр	Условие	Значение
...
Повторяющийся пиковый импульсный ток IPP	10/1000 мкс	75 А

Рис. 3. Пример строки из таблицы параметров супрессоров
Таблица 4. Основные параметры ограничителей тока

Наименование	Количество каналов	Тип цифрового входа	Входное напряжение (V_{in}), В		Входной ток ограничения (I_{LIM}), мА		Пиковый импульсный ток (I_{PP}), 8/20 мкс, max, А	Тип корпуса		
			min	max	min	max		HTSSOP14	TSSOP 20	HTSSOP38
CLT3-4B	4	Туре 3	-0,3	32	2,1	3,7	24	—	+	—
PCLT-2A	2	Туре 2	-30	32	6,1	8,8	24	+	—	—
SCLT3-8BT8	8	Туре 3	-0,3	30	2,1	2,6	24	—	—	+

- приборы защиты для автомобильных приложений;
- ограничители тока;
- приборы защиты от бросков напряжения 10/1000 мкс;
- приборы защиты от бросков напряжения 8/20 мкс;
- приборы защиты от статического электричества (ESD);
- приборы защиты от электрических разрядов.

В данной статье мы сконцентрируемся на решениях для промышленного сегмента.

Ограничители тока

Приборы ограничения тока (Current-limiting termination, CLT) предназначены для интеллектуальной защиты модулей устройств цифрового ввода и датчиков приближения, используемых в системах автоматизации заводов и зданий, а также для программируемых логических контроллеров (см. таблицы 3, 4).

Ограничители тока от ST имеют до восьми защищенных интегрированных каналов, скорость обмена данными по изолированному или неизолированному SPI-интерфейсу 2 МГц, защищают от импульсов мощностью до 600 Вт и обеспечивают степень защиты согласно IEC 61000-4

Новые 8-канальные микросхемы **SCLT3-8B** явились хорошим дополнением к **CLT3-4B** и **PCLT-2A**.

SCLT3-8BT8. Защищенная схема цифрового ввода

Микросхема **SCLT3-8BT8** имеет восемь защищенных линий цифрового ввода с последовательным интерфейсом. Обладая небольшим энергопотреблением (78 мВт на один вход), микросхема позволяет расширить возможности цифрового ввода/вывода, и уменьшить количество опто-транзисторов. Подстраиваемый цифровой фильтр и драйвер светодиода встроены в каждую входную секцию Туре 3. Выходные данные передаются по шине SPI с частотой 2 МГц.

Микросхема содержит программируемые 8-/16-разрядные регистры, поддерживает объединение по протоколу Multi SCLT. Сигнал OTA говорит о перегреве, а сигнал UVA — о перегрузке по напряжению. Для повышения на-

дежности обмена используется несколько бит четности и детектор пропадания напряжения питания.

На рисунке 4 представлена блок-схема, а в таблице 5 приведены основные характеристики SCLT3-8BT8.

Применение: защита цифровых входов программируемых логических контроллеров и децентрализованных модулей ввода/вывода. Защита цифровых входов с последовательной сериализацией состояний. Обеспечение соответствия цифровых входов стандарту IEC 61131-2 type 1 и 3. Совместимость с двухпроводным датчиком присутствия EN60947-5-2.

Типовая схема включения SCLT3-8BT8 приведена на рисунке 5.

Приборы защиты класса 10/1000 мкс

Большое портфолио ST супрессоров класса 10/1000 мкс включает TVS-ограничительные диоды и приборы Transil, обладающие высокой импульсной мощностью от 100 Вт до >5000 Вт, лучшей в классе производительностью даже при максимальной рабочей температуре, высокой плотностью мощности, позволяющей оптимизировать размеры и уменьшить стоимость изделий.

Использование 10/1000 мкс ограничителей производства ST позволяет заменить 1500 Вт прибор в корпусе SMC на миниатюрный 600 Вт в корпусе SMA. В результате снижается стоимость решения при сохранении степени защиты. Это особенно важно для таких приложений, как солнечные инверторы, точки продаж, базовые станции, а также для защиты силовых MOSFET и систем промышленного управления.

TVS-приборы, рассчитанные на мощность 400 Вт

Супрессоры на 400 Вт от ST (TVS или Transil) применяются в солнечных инверторах, точках продаж, используют-

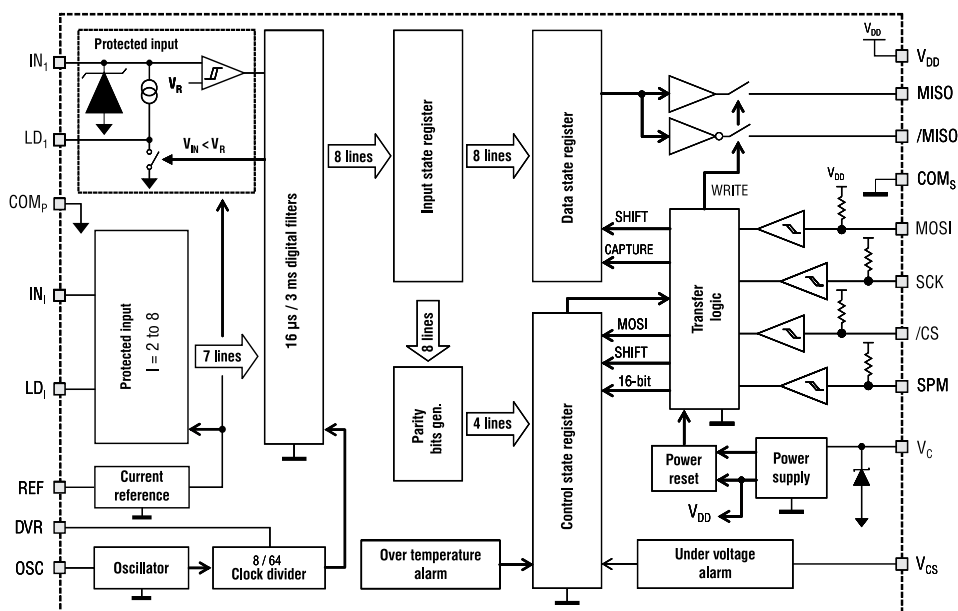


Рис. 4. Блок-схема SCLT3-8BT8

ся для защиты MOSFET, промышленного управления, базовых станций и блоков питания поверх Ethernet (PoE). Они обладают лучшей в классе производительностью на полной мощности при максимальной рабочей температуре, пиковой мощностью 400 Вт, и позволяют заменить мощные (600 Вт) SMBJ или SM6T.

Выпускаются в выводном корпусе DO-15 или SMD-корпусе (SMA и STmiteFlat)

В таблице 6 приведены параметры TVS-приборов на мощность 400 Вт.

TVS-приборы, рассчитанные на мощность 600 Вт

Аналогичны TVS-приборам ST на мощность 400 Вт и могут служить в качестве более дешевой замены мощных приборов SMCJ (1500 Вт).

Малогабаритные корпуса, аксиальный (DO-15) и SMD (SMA и SMB), обеспечивают гибкость разводки и эко-

номии места на печатной плате по сравнению со стандартными корпусами.

В таблице 7 приведены параметры TVS приборов на мощность 600 Вт

TVS-приборы, рассчитанные на мощность 1500 Вт

Супрессоры на 1500 Вт применяются в солнечных инверторах, точках продаж, используются для защиты MOSFET, промышленного управления, базовых станций и блоков питания Power-over-Ethernet (PoE).

Они обладают лучшей в классе производительностью на полной мощности при максимальной рабочей температуре, пиковой мощностью 1500 Вт, и позволяют заменить альтернативные устройства защиты мощностью до 3000 Вт, имея при этом меньшие габариты и большую плотность мощности. Выпускаются как в аксиальных корпусах (DO-201), так и в SMD (SMC).

Таблица 5. Основные параметры SCLT3-8BT8

Параметр	Значение
Входное напряжение V_I , В	-30...35
Порог включения, при $R_I = 2,2$ кОм, В	<11
Порог выключения	$I_{in} > 1,5$ мА или $V_i > 5$ В
Диапазон напряжения питания V_C , при выходном токе 10 мА, В	9...35
Защита от напряжения обратной полярности, В	-30
Активное ограничение тока, точность 10%, мА	2,35
Импульсная поглощаемая мощность для каждого входа, max, мВт	78
Регулируемая задержка для входного цифрового фильтра, мкс	20...3000
Защита источника питания и входов, $R_I = 2,2$ кОм	
От выбросов при переходных процессах, по IEC 61000-4-4, min, кВ	±4
От бросков напряжения, по IEC 61000-4-5, min, кВ	±1
От ESD при контакте, по IEC 61000-4-2, кВ	±8
От ESD, через воздух, по IEC 61000-4-2, кВ	±15

Таблица 6. Параметры TVS-приборов на мощность 400Вт

Наименование	Направленность	Мощность (10/1000 мкс) пом, Вт		Температура кристалла (Tj) max, °C	Тип корпуса
		25°C	150°C		
BZW04	Двух-; Одно-	400	220	175	DO-15
SM2T	Одно-	200	100	150	STmite
SM2T3V3A	Одно-	200	—	150	STmite
SMA4F	Одно-	400	200	175	SMA F2
SMAJ	Двух-; Одно-	—	270	150	SMA
SMM4F	Одно-	400	200	175	STmiteFLAT
SMM4F12AVCL	Одно-	400	320	175	STmiteFLAT
SMX1J	Одно-	85	77	150	DFN2

Таблица 7. Параметры TVS-приборов на мощность 600 Вт

Наименование	Направленность	Мощность (10/1000 мкс) пом, Вт		Температура кристалла (Tj) max, °C	Тип корпуса
		25°C	150°C		
BZW06	Двух-; Одно-	—	330	175	DO-15
P6KE	Двух-; Одно-	600	330	175	DO-15
SM6T	Двух-; Одно-	—	510	150	SMB
SMA6F	Одно-	600	300	—	SMA F2
SMA6J	Двух-; Одно-	600	300	175	SMA
SMBJ	Двух-; Одно-	600	510	150	SMB
SMLVT3V3	Одно-	600	330	175	SMB

Таблица 8. Параметры TVS-приборов на мощность 1500 Вт

Наименование	Направленность	Мощность (10/1000 мкс) пом, Вт		Температура кристалла (Tj) max, °C	Тип корпуса		
		25°C	150°C		DO-201	R6-2	SMC
1.5KE	Двух-; Одно-	1500	750	175	+	—	—
1N5908	Одно-	1500	1500	175	+	—	—
LDP35CA	Двух-	—	—	175	—	+	—
SM15T	Двух-; Одно-	1500	1250	150	—	—	+
SM5908	Одно-	1500	1500	175	—	—	+
SMCJ	Двух-; Одно-	1500	1250	—	—	—	+

Таблица 9. Параметры TVS-приборов на мощности более 1500 Вт

Наименование	Направленность	Мощность (10/1000 мкс) пом, Вт		Температура кристалла (Tj) max, °C	Тип корпуса
		25°C	150°C		
BZW50	Двух-; Одно-	5000	2750	175	R6
SMC30J	Двух-; Одно-	3000	2400	150	SMC

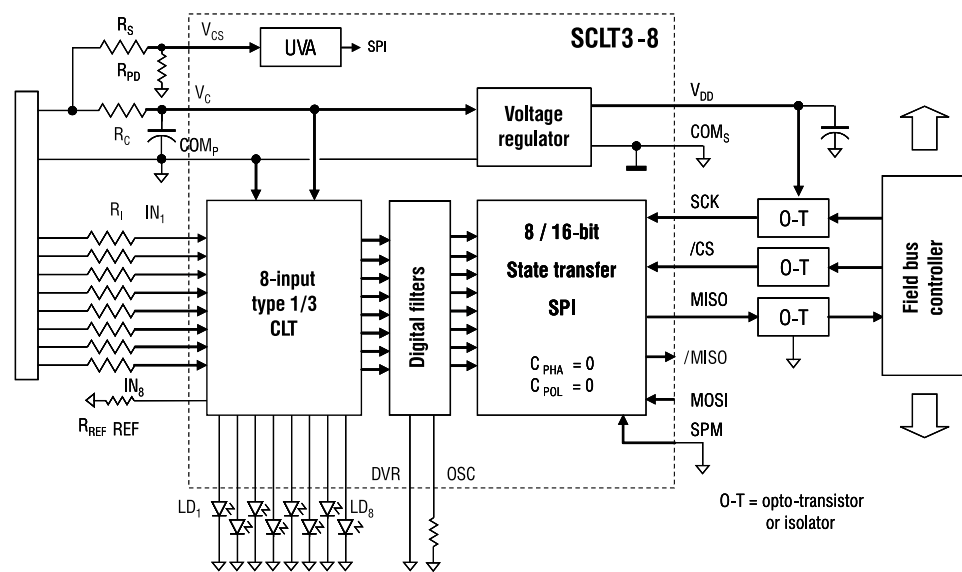


Рис. 5. Типовая схема включения SCLT3-8BT8

В таблице 8 приведены параметры TVS приборов на мощность 1500 Вт

TVS-приборы, рассчитанные на мощность более 1500 Вт

Супрессоры на мощность свыше 1500 Вт способны защитить от больших выбросов мощности такие приложения, как солнечные инверторы, системы промышленного управления и базовые станции.

Приборы обладают самой лучшей в классе производительностью при полной мощности, даже при самой высокой температуре. Супрессоры на мощность 3000 и 5000 Вт выпускаются в аксиальных и SMD-корпусах. Имеются как однополярные, так и двухполярные приборы на напряжение от 5 до 180 В.

В таблице 9 приведены параметры TVS приборов на мощность более 1500 Вт.

Таблица 10. Параметры TVS-приборов для высокой плотности мощности

Наименование	Мощность (10/1000 мкс) пом, Вт		Температура кристалла (Tj) max, °C	Тип корпуса
	25°C	150°C		
SM2T	200	100	150	STmite
SM2T3V3A	200	—	150	STmite
SMA4F	400	200	175	SMA F2
SMA6F	600	300	—	SMA F2
SMA6J	600	300	175	SMA
SMM4F	400	200	175	STmiteFLAT
SMM4F12AVCL	400	320	175	STmiteFLAT
SMX1J	85	77	150	DFN2 1.5x1x0.6

Таблица 11. Параметры приборов для защиты шин данных на ток менее 24 А

Наименование	Направленность	Количество каналов	Пиковый импульсный ток (IPP) (8/20 мкс) max, А	Температура кристалла (Tj) max, °C	Тип корпуса
ESDA-1K	Одно-	1	16	150	SOD-523
LFTVS10-1F3	Одно-	—	—	125	Flip-Chip 400u
LFTVS18-1F3	Одно-	1	5	125	Flip-Chip 400u
SPT01-335DEE	Одно-	3	2	175	uQFN-6L

TVS-приборы для высокой плотности мощности

Особую группу составляют приборы, параметры которых приведены в таблице 10, для защиты от импульсов тока и напряжения с высокой плотностью мощности.

Приборы EOS-защиты от импульсов 8/20 мкс

Приборы силовой защиты EOS 8/20 мкс производства компании ST и супрессоры совместимы со стандартом

Таблица 12. Основные параметры SPT01-335DEE

Параметр	Условие	Значение
Напряжение питания, В	—	6...32
Напряжение пробоя V _{BR} min, В	—	36
Напряжение ограничения max, В	8/20 мкс, 2 А	46
Прямой ток через датчик, mA	—	300
Прямое падение напряжения на блокирующем диоде V _F , В	IF = 300 mA	1
Ток в прямоугольном импульсе на блокирующем диоде I _{FSM} max, А	10 мс	1
Рабочая температура, °C	—	-25...85

Таблица 13. Параметры приборов для защиты шин питания на ток более 24 А

Наименование	Направленность	Количество каналов	Пиковый импульсный ток (IPP) (8/20 мкс) max, А	Температура кристалла (Tj) max, °C	Тип корпуса
ITAxxB1	Дву-	4	40	125	SO-8
ITAxxB3	Дву-	8	40	125	SO-20
ITAxxU1	Одно-	6	40	125	SO-8
LBP01	Дву-; Одно-	1	24	150	SMB; SOT23-5L
LNBTVS	Одно-	1	250	150	SMB
SMTY18AM	Одно-	1	—	150	STmite
STIEC45-XXAS	Одно-	1	500	150	SMC

IEC 61000-4-5 и предназначены для защиты от перегрузок силовых шин или линий данных.

Отдельные приборы оптимизированы на использование в конкретных приложениях, таких как Gigabit Ethernet, Power-over-Ethernet (PoE), защита датчиков, измерительные приборы и шины питания телекоммуникационного оборудования.

Большой выбор корпусов, от 0402 до SMC, обеспечивает гибкость в выборе необходимого прибора.

Приборы для защиты от импульсов тока 8/20 мкс делятся на две группы:

- приборы для защиты шин данных на ток менее 24 А;
- приборы для защиты шин питания на ток более 24 А.

Таблица 14. Основные параметры LNBTVS

Параметр	Условие	Значение
Пиковая импульсная мощность	10/1000 мкс 8/20 мкс	до 3 кВт до 22,5 кВт
Напряжение пробоя	—	23,1...30 В
Прямое падение напряжения V _F	3 А	1,2 В
Ток утечки	25°C	0,2 мкА
Рабочая температура Tj max	—	150°C
Снижение мощности при Tj max	10/1000 мкс	1250 Вт

Рассмотрим подробно каждую из этих групп.

Приборы для защиты шин данных на ток менее 24 А

Приборы защиты линий данных от ST удовлетворяют требования стандарта IEC 61000-4-5 и имеют малень-

кие корпуса, включая flip-chip, SOD и uQFN. Они имеют характеристики, оптимизированные для обеспечения надежности и гибкости защиты (таблица 11).

Поддерживаются такие специфичные приложения, как Power-over-Ethernet (PoE), Gigabit Internet, промышленные

Таблица 14. Параметры массивов ограничительных диодов

Наименование	Направленность	Кол-во каналов	Напряжение пробоя (Vbr) min, В	Емкость тип, пФ	IEC 61000-4-2 min, кВ	
					Разряд при контакте	Разряд по воздуху
<u>DA108S1</u>	Uni-	4	1,2	35	8	15
<u>DA112S1</u>	Uni-	4	1,2	35	8	15
<u>DALC112</u>	Uni-	6	1,3	7	8	—
<u>DALC208</u>	Uni-	—	1,2	7	8	15
<u>ESDA14V2-1BF3</u>	Bi-	1	14,2	10	8	15
<u>ESDA14V2-2BF3</u>	Bi-	2	14,2	12	8	—
<u>ESDA14V2-4BF2</u>	Bi-	4	14,2	15	8	15
<u>ESDA14V2-4BF3</u>	Bi-	4	14,2	14	8	0,1
<u>ESDA17-5SC6</u>	Uni-	5	17	33	—	—
<u>ESDA18-1F2</u>	Uni-	1	16	230	30	—
<u>ESDA25B1</u>	Bi-	6	25	15	8	15
<u>ESDA6V1-4BC6</u>	Bi-	4	6,1	45	8	15
<u>ESDA6V1-5M6</u>	Uni-	5	6,1	70	—	—
<u>ESDA6V1-5SC6</u>	Uni-	5	6,1	50	15	20
<u>ESDA6V1-5T6</u>	Uni-	5	6,1	70	8	15
<u>ESDA6V1BC6</u>	Bi-	4	6,1	20	8	15
<u>ESDA6V1S3</u>	Uni-	18	6,1	120	8	—
<u>ESDA6V1U1</u>	Uni-	6	6,1	100	8	15
<u>ESDA8V2-1J</u>	Uni-	1	8,2	210	—	—
<u>ESDA8V2-1MX2</u>	Uni-	1	8,2	350	—	30
<u>ESDAL</u>	Uni-	2	5,3	50...220	—	—
<u>ESDALC12-1T2</u>	Uni-	1	12	15	20	25
<u>ESDALC14V2-1U2</u>	Uni-	1	14,2	6	8	15
<u>ESDALC5-1BM2</u>	Bi-	1	5	26	30	—
<u>ESDALC5-1BT2</u>	Bi-	1	5	26	30	—
<u>ESDALC6-4N4</u>	Uni-	4	6	9,5	11	11
<u>ESDALC6V1-1BU2</u>	Bi-	1	6,1	5	—	15
<u>ESDALC6V1-1M2</u>	Uni-	1	6,1	22	30	30
<u>ESDALC6V1-1U2</u>	Uni-	1	6,1	12	—	—
<u>ESDALC6V1-5M6</u>	Uni-	5	6,1	12	8	—
<u>ESDALC6V1-5P6</u>	Uni-	5	6,1	12	8	15
<u>ESDALC6V1-5T6</u>	Uni-	5	6,1	7	8	—
<u>ESDALC6V1M3</u>	Uni-	2	6,1	11	11	—
<u>ESDALC6V1Px</u>	Uni-	4	6,1	12	—	15
<u>ESDALC6V1W</u>	Uni-	4	6,1	12	—	15
<u>ESDALCL5-1BM2</u>	Bi-	1	5	—	30	30
<u>ESDALCL6-2SC6</u>	Uni-	2	6	2,5	15	30
<u>ESDALCL6-4P6A</u>	Uni-	4	6	—	15	30
<u>ESDARF01-1BM2</u>	Bi-	1	.7	3	8	—
<u>ESDARF03-1BF3</u>	Bi-	1	6	0,6	—	—
<u>ESDAULC6-3BP6</u>	Bi-	3	6	1	15	—
<u>ESDAULC6-8F3</u>	Uni-	8	6	1	—	—
<u>ESDAVLC6-1BV2</u>	Bi-	1	6,1	7,5	12	15
<u>ESDAVLC8-1BM2</u>	Bi-	1	8,5	4,5	17	17
<u>ESDAVLC8-1BT2</u>	Bi-	1	8,5	4,5	17	17
<u>ESDAVLC8-1BU2</u>	Bi-	1	8,5	5	—	16
<u>ESDAVLC8-4BN4</u>	Bi-	4	8,5	4,5	16	16
<u>ESDAXLC4-1BF3</u>	Bi-	1	4	0,3	—	—
<u>ESDAXLC6-1BT2</u>	Bi-	1	6	—	16	25
<u>ESDAXLC6-1BU2</u>	Bi-	1	6	—	16	25
<u>ESDAXLC6-1MY2</u>	Uni-	1	6	0,5	8	8
<u>ESDAxxSCx</u>	Uni-	4	5,3	60...280	—	—
<u>ESDAxxxP6</u>	Bi-; Uni-	4/5	6,1	22...70	—	—
<u>ESDAxxxWx</u>	Uni-	2...5	6,1	30...90	—	15

Напряжение ограничения (V_{CL}) (30 нс) max, В	Напряжение переключения (V_{RM}) ном, В	Ток утечки (I_{RM}) max, мкА	Тип корпуса
—	—	2	SO-8
—	—	2	SO-8
—	—	2	SO-8
—	—	—	SOT23-6L
47	3	0,1	Flip-Chip 400u
—	—	—	Flip-Chip 400u
—	—	1	Flip-Chip 500u
—	—	0,5	Flip-Chip 400u
—	—	0,075	SOT23-6L
—	—	0,5	Flip-Chip 500u
—	—	2	SO-8
—	—	1	SOT23-6L
15	—	1	uQFN-6L
—	—	1	SOT23-6L
25	—	0,2	uQFN-6L
—	—	1	SOT23-6L
—	—	2	SO-20
—	—	2	SO-8
29	—	0,5	SOD-323
—	—	0,5	uQFN-2L
—	—	20	SOT23
—	—	0,2	SOD-882T
14,2	—	0,1	ST0201
12,3	—	0,05 пА	SOD-882
12,5	—	0,05 пА	SOD-882T
22	3	0,07	DFN4 1x0.8x0.4
21,5	—	0,1	ST0201
—	—	0,1	SOD-882
21	—	0,1	ST0201
—	—	1	uQFN-6L
—	—	0,07	SOT-666
28	—	0,1	uQFN-6L
—	—	0,5	SOT-883
—	—	0,5	SOT-666
—	—	1	SOT323-5L
—	3	0,001	SOD-882
23	5	0,001	SOT23-6L
25	5	0,001	SOT-666
28	—	0,3	SOD-882
—	—	0,1	Flip-Chip 400u
—	—	0,5	SOT-666
—	—	100	Flip-Chip 400u
50	3	0,05	CSPS0.275 SP 2-6
22,5	—	0,05 пА	SOD-882
22,5	—	0,05 пА	SOD-882T
21,5	—	0,1	ST0201
28	5	0,05	DFN4 1x0.8x0.4
32,5	—	0,05 пА	Flip-Chip 400u
36	3	0,07	SOD-882T
42	3	—	ST0201
23,6	—	0,1 пА	uQFN-2L
—	—	20	SOT23-5L; SOT23-6L
12	—	1	SOT-666
—	—	1	SOT-323; SOT323-5L; SOT323-6L

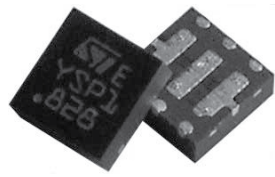
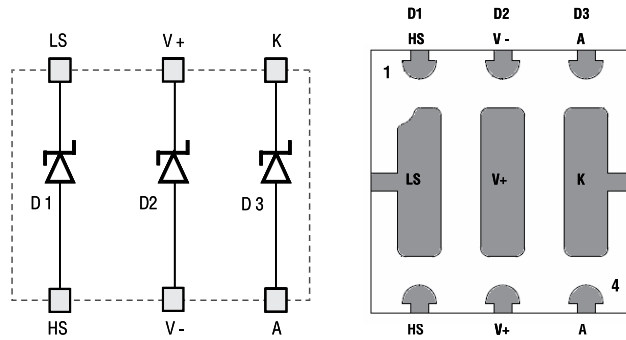

**QFN 3x3 6+3 lead
SPT01-335DEE**


Рис. 6. Внешний вид SPT01-335DEE

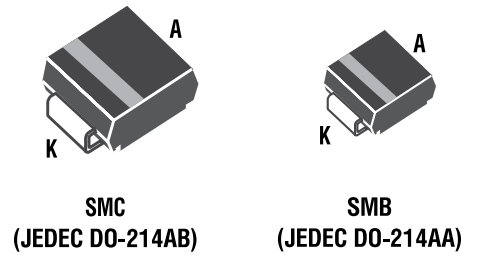


Рис. 7. Внешний вид LNBTVS

Таблица 16. Параметры ИС высокоскоростных устройств ESD-защиты

Наименование	Кол-во каналов	Ток утечки (I_{RM}) max, нА	IEC 61000-4-2 min, кВ		Напряже-ние пере-ключения (V_{RM}) ном, В	Напряже-ние про-боя (V_{br}) min, В	Полоса пропускан-ия (-3 dB) typ, ГГц	Емкость, пФ		Напряже-ние огра-ничения (V_{CL}) (30 нс) max, В	Тип корпуса
			Разряд при кон-такте	Разряд по воз-духу				Линия-земля	Линия-линия		
DSILC6-4xx	4	500	8	15	3	6	5	2	1	30	Flip-Chip 500u; SOT-666
DVIULC6-2x6	2	500	8	15	3	6	6	0,6	0,3	18	SOT-666; uQFN-6L
DVIULC6-4SC6	4	500	8	15	3	6	6	0,8	0,4	22	SOT23-6L
ESDAULC6-1U2	1	100	17	25	3	6	5,2	0,8	—	24	DFN2
HDMIULC6-2x6	2	500	8	15	3	6	6	0,6	0,3	18	SOT-666; uQFN-6L
HDMIULC6-4F3	4	100	8	15	3	6	7	0,7	0,4	17	Flip-Chip 400u
HDMIULC6-4SC6	4	500	8	15	3	6	6	0,8	0,4	22	SOT23-6L
HSP061-2	2	100	8	15	3	6	6	0,6	0,3	18	SOT-666; uQFN-4L; uQFN-6L
HSP061-4M10	4	70	8	15	3	6	8.7	0,6	0,3	27	DFN-10L
HSP061-4NY8	4	100	8	15	3	6	6	0,6	0,3	18	uQFN-8L
HSP061-8M16	8	100	8	15	3	6	6.5	0,6	0,3	14	uQFN-16L
HSP062-2	2	100	8	15	3	6	6	0,6	0,3	18	SOT-666; uQFN-6L
SATAULC6-2M6	2	500	8	15	3	6	6	0,6	0,3	18	uQFN-6L
SATAULC6-2P6	2	500	8	15	3	6	6	0,6	0,3	18	SOT-666

датчики, измерительные приборы и зарядные устройства.

SPT01-335DEE. Прибор для защиты автономных датчиков

Супрессор **SPT01-335** спроектирован специально для защиты 24 В датчиков приближения. Он реализует защиту от обратной полярности включения и перегрузок по напряжению, обеспечивая компактное и гибкое решение для PNP- и NPN-датчиков.

Благодаря передовым технологиям компании ST, SPT01-335 защищает датчик в полном соответствии со стандартами IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-4 и IEC 60947-5-2 / IEC 61000-4-5. Обеспечивается полная совместимость для интерфейсов с логическими входами type 1,

2 и 3 по стандарту IEC 61131-2. Прибор рекомендован для защиты любых трехпроводных датчиков по стандарту EN 60947-5-2.

Внешний вид SPT01-335 показан на рисунке 6, а основные параметры приведены в таблице 12.

Приборы для защиты шин питания на ток более 24 А

Приборы для защиты силовых линий от ST поддерживают такие приложения, как приемники спутникового вещания (LNB), мощные DC/DC-преобразователи и источники питания телекоммуникационного оборудования. Они разработаны с учетом требований стандарта IEC 61000-4-5, обеспечивают защиту по току до 500 А,

поддерживают специфичные приложения и выпускаются в различных корпусах (см. таблицу 13).

Приборы семейства ITA оптимизированы для промышленных приложений, SLVU и PEP01 – для Ethernet or PoE, а STIEC45 – для защиты шин питания постоянного тока.

LNBTVS – Transil для защиты малощумящих блоков

Супрессоры **LNBTVS** спроектированы для защиты стабилизаторов напряжения LNB от электростатических разрядов, согласно IEC 61000-4-2; MIL STD 883, method 3015 и электрических перегрузок согласно IEC 61000-4-4 и 5. Они способны обеспечить защиту от напряжения до 6 кВ в коммерческом

температурном диапазоне (до 85°C) и соответствуют IEC 61000-4-5 до температуры $T_j = 85^\circ\text{C}$.

LNBTVS выпускаются в корпусах SMB или SMC (по стандарту IPC 7531). Внешний вид LNBTVS показан на рисунке 7, а основные параметры приведены в таблице 14.

Защита от электростатических разрядов (ESD)

Следуя потребностям рынка, приборы ESD-защиты производства ST, включая супрессоры (TVS), ограничительные диоды и их массивы (Transils), фокусируются на соответствии IEC 61000-4-2, эффективности защиты при низком напряжении ограничения, надежности защиты при малом токе утечки и обеспечении целостности сигнала за счет низкой емкости и широкой полосы пропускания.

Приборы ESD-защиты выпускаются в различных типах стандартных корпусов и обеспечивают оптимизацию используемого пространства.

Приборы защиты от статического электричества (ESD) делятся на:

- массивы ограничительных диодов;
- приборы защиты высокоскоростных портов;
- приборы защиты USB-портов.

Массивы ограничительных диодов

Массивы ограничительных диодов производства ST применяются в большом количестве приложений, таких как смартфоны, аудиоаксессуары, точки продаж, глюкометры, измерительные приборы и домашние маршрутизаторы.

Они выпускаются в таких корпусах, как 0402, а также в корпусах минимального размера с 2...5 выводами.

В таблице 15 приведены параметры массивов ограничительных диодов.

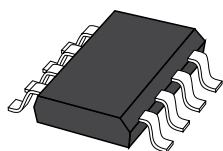
Защита высокоскоростных портов

Приборы для ESD-защиты семейства HSP производства ST предназначены для защиты высокоскоростных интерфейсов HDMI, DisplayPort™, USB3.0, Ethernet, DVI, MIPI, MHL и Thunderbolt.

К особенностям этих приборов можно отнести широкую полосу пропускания до 13 ГГц, компактные корпуса μQFN , WLCSР и стандартные SOT, для удобства разводки и облегчения тестирования.

Приборы семейства HSP обеспечивают эффективную защиту от статического напряжения до 15 кВ и высокую степень целостности высокоскоростных сигналов.

В таблице 16 приведены параметры ИС однополярных высокоскоростных устройств ESD-защиты.



SO-8

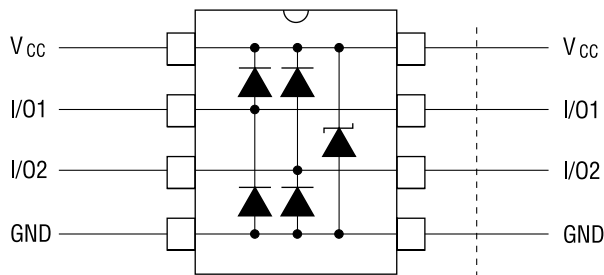
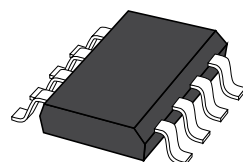


Рис. 8. Внешний вид и назначение выводов USB6B1



SO-8

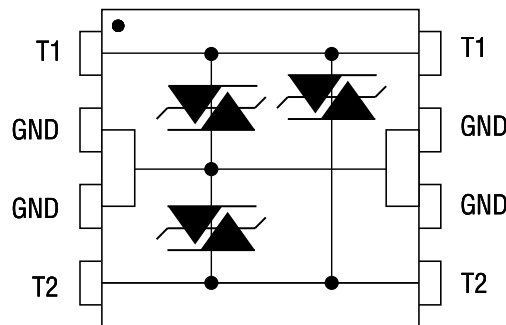


Рис. 9. Внешний вид и назначение выводов ETP01-xx21

Защита USB-портов

ST предлагает специализированные приборы для защиты линий данных USB-портов и приборы защиты VBus в одном корпусе, покрывая, таким образом, весь диапазон USB-устройств. Эти приборы пригодны для защиты линий всех USB-устройств, включая бытовые (сотовые телефоны, смартфоны, ноутбуки), промышленные и медицинские приложения.

Приборы защиты доступны для всех скоростей/версий USB, таких как USB2.0, USB3.0 и μUSB , и совместимы с VBus до напряжения 32 В

В таблице 17 приведены параметры приборов для защиты USB-устройств.

USB6B1 – супрессор для защиты шин данных

Для предотвращения выхода из строя высокоскоростных систем передачи данных компанией STMicroelectronics были разработаны специальные приборы защиты. Их очень низкая собственная емкость позволяет защищать шины с высокой скоростью передачи данных.

Прибор **USB6B1** содержит полный диодный мост с интегрированным ограничительным диодом и позволяет защитить от перегрузки две сигнальные линии. Кроме того, этот прибор, благодаря встроенному диоду Transil, защищает линии питания.

Внешний вид USB6B1 показан на рисунке 8, а основные параметры приведены в таблице 18.

Прибор USB6B1 предназначен для защиты USB портов, интерфейсов RS-

423/485, ISDN оборудования, карт T1/E1 и HDSL/ASDL интерфейсов.

Защита от электрических разрядов

Приборы защиты от электрических разрядов производства ST доступны как в виде дискретных, так и интегрированных решений и совместимы с хорошо известными мировыми телекоммуникационными стандартами:

- Telcordia GR-1089 соге и TIA-968-A (FCC part 68) для Америки
- ITU-T К для остальной части мира
- YDT для Китая, на базе ITU-T К

Устройства защиты от перегрузок по мощности и току от ST, включая защитные диоды и IC (Trisils), обеспечивают защиту и надежность работы как общего, так и специализированного телекоммуникационного оборудования, включая витые пары, CO/CP, маршрутизаторы, сетевые карты, T1/E1, Ethernet, EPON, GPON, XDSL-модемы и устройства голосовой связи, которые могут быть выведены из строя мощными электрическими разрядами.

Большое разнообразие типов используемых корпусов обеспечивает гибкость при разработке и надежность при эксплуатации различных конечных приложений.

В группу приборов защиты от электрических разрядов входят:

- Дискретные супрессоры.
- Приборы защиты линий Ethernet.
- Приборы защиты других телекоммуникационных линий.
- Приборы SLIC-защиты.
- Приборы защиты xDSL-линий.

Таблица 17. Параметры однополярных приборов для защиты шин данных и питания USB-портов

Наименование	Кол-во каналов	Напряжение переключения (V_{RM}) пом, В	Ток утечки (I_{RM}) max, мкА	Напряжение пробоя (V_{BR}) пом, В	Прямое падение напряжения (V_f) max, В
USB6B1	3	5,25	10	6	—
USBLC6-2	2	5,25	0,15	6	1,1
USBLC6-4	4	5,25	0,15	6	0,86
USBP01-5M8	5	3	0,07	6	1,5
USBULC1606-4M8	—	—	—	6,8	—
USBULC6-2F3	2	3	0,07	6	—
USBULC6-2M6	2	5	0,5	6	—
USBULC6-3F3	3	3	0,1	6	—

Таблица 18. Основные параметры USB6B1

Параметр	Условие	Значение
Пиковая рассеиваемая мощность P_{pp}	8/20 мкс	500 Вт
Пиковый импульсный ток	8/20 мкс 2/10 мкс	25 А 40 А
Напряжение пробоя V_{BR} min	—	6 В
Рабочий температурный диапазон T_{op}	—	-40...85°C

Таблица 19. Параметры дискретных супрессоров

Наименование	Пиковый импульсный ток (I_{pp}), А			Ток утечки (I_{RM}) max, мкА	Тип корпуса
	10/1000 мкс GR1089	5/310 мкс ITU-T K20/K21	2/10 мкс GR1089		
SMP100LC	100	150	500	5	SMB
SMP100MC	100	150	500	5	SMB
SMP30	30	40	100	5	SMA
SMP50	50	65	100	5	SMA
SMP75	75	120	250	5	SMB
SMP80MC	80	120	250	5	SMB
SMP8A	50	65	100	5	SMB
TPA	50	65	100	5	DO-15

Таблица 20. Параметры приборов для защиты линий Ethernet

Наименование	Направленность	Пиковый импульсный ток (I_{pp}) max, А				Напряжение переключения (V_{RM}) max, В	Ток утечки (I_{RM}) max, мкА	Емкость (линия-линия) тур, пФ	Тип корпуса
		10/1000 мкс GR1089	5/310 мкс ITU-T K20/K21	2/10 мкс GR1089	8/20 мкс				
ETP01-xx21	Дву-	—	40	150	100	—	1	12	SO-8
PEP01-5841	Одно-	—	—	—	24	58	0,2	55	SO-8
SLVU2.8	Дву-	—	—	—	30	2,8	0,2	3	SO-8

Рассмотрим подробнее все перечисленные разновидности защитных приборов.

Дискретные супрессоры

Дискретные супрессоры, или приборы Trisils, защищают чувствительное оборудование от электрических разрядов и замыкания шин питания. Они предназначены для использования в таких приложениях, как PLC-модемы, Ethernet, POTS, CO/CP, маршрутизаторы и линии передачи данных.

Супрессоры соответствуют таким стандартам, как GR-1089 core, ITU-

T-K20/K21, VDE0433, VDE0878, IEC 61000-4-5 и FCC part 68. Очень низкое напряжение ограничения, достигающее до 8 В, позволяет защищать низковольтные изолирующие трансформаторы в каналах T1/E1 и Ethernet. Высоковольтные версии с напряжением ограничения до 400 В предотвращают замыкание силовых линий, уменьшая стоимость обслуживания в удаленных точках за счет того, что отпадает необходимость менять плавкие предохранители.

Приборы выпускаются с низким (LC) и микро- (MC) уровнями собственной емкости для совместимости с

такими цифровыми линиями передачи данных, как ADSL2 и ADSL2+.

Новые поколения дискретных супрессоров обеспечивают дополнительную экономию затрат.

В таблице 19 приведены параметры дискретных супрессоров.

Приборы защиты линий Ethernet

Приемопередатчики Ethernet не сертифицируются по IEC 61000 и должны быть защищены внешними приборами. Для защиты линий Ethernet необходимо применять различные стандарты, поскольку они используются в разно-

Емкость тип, пФ		Напряжение ограниче- ния (V_{cl}) (30 нс) max, В	Полоса пропускания (-3 dB) тип, ГГц	IEC 61000-4-2 min (кВ)		Тип корпуса
Линия-земля	Линия-линия			Разряд при контакте	Разряд по воздуху	
25	15	—	—	15	8	SO-8
2,5	1,2	—	3	15	15	SOT-666; SOT23-6L
3	1,85	—	0,8	15	15	SOT23-6L
0,2	0,2	28	10	15	8	DFNф-8L-E
—	—	—	—	—	—	uQFN-8L
1,5	0,75	21,5	4	10	10	Flip-Chip 400u
0,95	0,5	—	6	15	15	uQFN-6L
0,85	0,43	20	8,5	8	8	Flip-Chip 400u

бразных устройствах, включая компьютеры, мультимедиа системы, устройства промышленной и домашней автоматизации и телекоммуникационное оборудование.

Приборы защиты линий Ethernet производства ST совместимы со стандартами IEC 61000-4-2 и IEC 61000-4-5, поддерживают стандарты 10/100/1G/10G Ethernet и могут использоваться для первичной и вторичной защиты разъемов RJ45 или приемопередатчиков, в зависимости от требований стандарта.

В таблице 20 приведены параметры приборов для защиты линий Ethernet.

ETP01-xx21 – защита линий Ethernet

Семейство приборов с малой собственной емкостью **ETP01** разработано для защиты высокоскоростных сетей передачи данных. Технология Planar обеспечивает соответствие стандартам Telcordia GR1089 Intrabuilding и ITU-T K20/21, а низкая собственная емкость предотвращает искажение таких высокоскоростных сигналов, как Ethernet. Приборы осуществляют как дифференциальный, так и общий режим защиты.

Таблица 22. Параметры приборов для защиты телекоммуникационных линий

Наименование	Пиковый импульсный ток (I_{pp}), А			Ток удержания (I_h) min, А	Тип корпуса
	10/1000 μ s GR1089	5/310 μ s ITU-T K20/ K21	2/10 μ s GR1089		
ТНВТ15011	30	—	—	150	SO-8
ТНВТ20011	30	—	—	150	SO-8
ТPI	30	40	90	150	SO-8
ТРP	30	40	75	180	SO-8

Таблица 23. Параметры приборов SLIC-защиты

Наименование	Кол-во каналов	Пиковый импульсный ток (I_{pp}), А			Рабочее напряжение, В		Ток удержания (I_h) min, мА	Тип корпуса
		10/1000 мкс GR1089	5/310 мкс ITU-T K20/ K21	2/10 мкс GR1089	Отрицательное min (V_{GN})	Положительное max (V_{GP})		
CLP30-200B1	2	30	40	150	200	0	150	SO-8
LCDP1521	4	15	25	70	150	0	150	SO-8
LCDP1521S	4	25	40	90	175	0	150	SO-8
LCP02-150B1	2	30	45	100	120	120	150	SO-8W
LCP12	2	45	75	150	120	120	150	SO-8W
LCP1521S	2	30	40	150	175	0	150	SO-8
LCP1531	2	25	37,5	90	175	0	150	SO-8

Таблица 21. Основные параметры ETP01-xx21

Параметр	Условие	Значение
Telcordia GR1089 Intrabuilding	2/10 мкс	150 А
ITU-T K20/21	5/310 мкс	40 А
Емкость max	0 В	13 пФ
Пиковый импульсный ток I_{pp}	5/310 мкс	40 А
	8/20 мкс	100 А
	2/10 мкс	150 А
Неповторяющаяся перегрузка по току I_{TSM}	t = 20 мс	8 А
Рабочий температурный диапазон T_j	—	-40...50°C

Внешний вид **ETP01-xx21** показан на рисунке 9, а основные параметры приведены в таблице 21.

Приборы защиты других телекоммуникационных линий

Решения ST для защиты телекоммуникационных линий удовлетворяют большинству телекоммуникационных мировых стандартов и могут использоваться для защиты устаревших устройств. Их четырехточечная конфигурация обеспечивает надежную защиту, устраняет броски напряжения, вызванные паразитной индуктивностью линий передачи данных (Ldi/dt), осо-

бенно – для очень быстрых переходных процессов. Для ISDN-интерфейса выпускается специализированное семейство **ТPI** – приборы триполярной защиты.

В таблице 22 приведены параметры приборов для защиты телекоммуникационных линий.

Приборы SLIC-защиты

Семейство приборов SLIC от ST предназначено для защиты абонентских точек, маршрутизаторов, EPON, GPON и оборудования для передачи голоса и удовлетворяет большинству мировых телекоммуникационных стандартов защиты от электрических разрядов, кон-

Таблица 24. Параметры приборов для защиты xDSL-линий

Наименование	Пиковый импульсный ток (I_{pp}) (8/20 μ s) max, А	Изменение емкости от напряжения (ΔC) тип, пФ	Ток утечки (I_{RM}) max, мкА	Тип корпуса
DDSL01	30	4	0,5	SOT23
DSL01-xxxSC5	30	3,5	0,5	SOT23-5L
DSL02	30	0,3	0,5	SOT23-5L

такта с силовыми линиями и индукционными наводок.

Выпускаемое ST семейство **LCP** предназначено для защиты всех существующих видов SLIC и совместимо с телекоммуникационными стандартами, поддерживает SLIC с одним и двумя напряжениями питания и обладает наиболее эффективной защитой благодаря программируемому логическим элементам.

Микросхемы LCP могут программироваться: напряжение порога срабатывания может следовать за напряжением цепей питания, что приводит к повышению эффективности защиты.

В таблице 23 приведены параметры приборов SLIC-защиты.

Приборы защиты xDSL-линий

Приборы для защиты DSL-линий производства ST созданы для защиты драйверов xDSL-линий от перегрузок, определенных в стандартах ITU-T K20/K21/K44 и Telcordia GR-1089 для DSL-шлюзов и DSLAM-приложений (см. таблицу 24). Они поддерживают все стандарты передачи данных, вклю-

чая ADSL, ADSL2, ADSL2+, VDSL и VDSL2. Выпускаются драйверы на весь диапазон рабочего напряжения. Наиболее широкое распространение получили драйверы в маленьких корпусах.

Основным преимуществом приборов защиты DSL-линий производства ST является то, что они объединяют возможность высокоскоростной передачи данных по DSL-линиям и эффективную защиту.

DSL01-xxxSC5 – приборы вторичной защиты для DSL-линий

Приборы **DSL01-xxxSC5** объединяют преимущества Transil, используемых для защиты от слабых выбросов напряжения, и Trisil, используемых для защиты от его мощных выбросов. Такая комбинация обеспечивает защиту высокоскоростных линий, таких как ADSL2+ и VDSL и выпуск приборов в маленьком корпусе SOT23-5L.

В режиме Transil происходит защита от ESD и слабых перегрузок без влияния на работу передающего драйвера, в то время как защита от мощных пере-

грузок будет блокировать работу драйвера, предотвращая его повреждение. Малая собственная емкость позволяет использовать DSL01-xxxSC5 для защиты линий ADSL2+ и VDSL.

Заключение

В статье были рассмотрены супрессоры (ограничительные диоды) и защитные приборы на их основе, выпускаемые компанией ST. Большая номенклатура и диапазон параметров позволяют использовать рассмотренные приборы для широкого спектра приложений, в которых необходима защита как шин питания, так и сигнальных линий. Возможность использования приборов одного производителя для обеспечения комплексной защиты узлов электронной аппаратуры может оказать существенное влияние на ценообразование при крупносерийном производстве. Маленькие корпуса позволяют использовать защитные приборы в печатных платах с высокой плотностью монтажа, что дополнительно снижает стоимость конечных изделий. Все это делает супрессоры от ST весьма привлекательными для разработчиков.

Литература

1. Protection Devices. http://www.st.com/web/en/catalog/sense_power/FM114
2. Automotive protection devices. http://www.st.com/web/en/catalog/sense_power/FM114/CL1801
3. Current limiters. http://www.st.com/web/en/catalog/sense_power/FM114/SC480
4. EOS 10/1000 microsecond surge protection. http://www.st.com/web/en/catalog/sense_power/FM114/CL1460
5. EOS 8/20 microsecond surge protection. http://www.st.com/web/en/catalog/sense_power/FM114/CL1799
6. ESD protection. http://www.st.com/web/en/catalog/sense_power/FM114/CL1137
7. Lightning surge protection. http://www.st.com/web/en/catalog/sense_power/FM114/CL1802
8. EMI Filtering and Signal Conditioning. http://www.st.com/web/en/catalog/sense_power/FM139



Компоненты защиты ST превосходят требования отраслевых стандартов

- Защита от скачков напряжения
- Защита от электростатического разряда
- Защитные диоды для антенных цепей
- Контроль и интеллектуальная защита мощной нагрузки
- Ограничители тока и перегрева

Поддержка разработчиков:
E-mail: st@compel.ru
www.compel.ru/projects-support

Компэл
www.compel.ru

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