

Интерфейсные микросхемы компании STMicroelectronics и особенности их применения

Статья посвящена обзору микросхем компании STMicroelectronics, разработанных для реализации современных стандартов интерфейсов в области передачи данных. Основное внимание уделяется технологиям интерфейсов RS-485 и LVDS.

Анатолий Юдин,
к. т. н.

info@stmicro.ru

Стремительное развитие технологии передачи данных сопровождается появлением новых видов и стандартов интерфейсов. Интерфейсные схемы представляют собой совокупность стандартных функциональных блоков, которые обеспечивают сопряжение логического уровня, напряжения и тока различных линий передачи, соединительных шин и источников сигнала. В настоящее время для этих целей чаще всего используют международный стандарт RS.

RS-232 — несимметричное схемное решение последовательной передачи по стандарту RS. Макси-

мальная скорость передачи данных может достигать 120 кбайт/с по кабелю на расстояние 10–20 м с максимальной емкостной нагрузкой 2500 пФ. Для более высокой скорости и расстояния требуется балансировка соединительных линий.

Широко используемый в настоящее время интерфейс RS-232 достаточно хорошо изучен и освоен в применении. Принципиально новых идей для его реализации и качественного улучшения характеристик пока не наблюдается. Микросхемы для стандарта RS-232 выпускаются многими ведущими производителями, и для выбора конкретной схемы разработчику остается только сравнить их, исходя из предлагаемых дополнительных возможностей и цены. Тенденциями здесь являются, как и в других электронных компонентах, использование энергосберегающих технологий, расширение температурных диапазонов, встраивание систем защиты от электростатики и от различного рода перегрузок. Обобщенные данные по интерфейсным схемам ST для стандарта RS-232 приведены в таблице 1. Среди последних разработок компании можно выделить серии микросхем ST32xx.

ST3232E — схема связанного интерфейса стандартов EIA/TIA-232 и V.28/V.24 с трехвольтовым питанием, потреблением тока 300 мкА и высокими возможностями по передаче данных. Все выходы передатчиков и входы приемников защищены согласно IEC 1000-4-2 от искровых разрядов ± 8 кВ и от электростатических разрядов ± 15 кВ. ST3232E имеет встроенный преобразователь напряжения, который обеспечивает стандарт уровней RS-232 на передачу при питании от 3 до 5,5 В со скоростью нарастания выходного напряжения 6 В/мкс. Для работы схемы требуется только четыре внешних конденсатора емкостью по 0,1 мкФ и электропитание +3 В. ST3232E имеет два приемника и два передатчика. Гарантируется работа на скорости передачи данных 250 кбит/с с выходными уровнями RS-232. Данная схема рекомендуется для использования в субноутбуках, ПК, карманных компьютерах, принтерах, устройствах с батарейным питанием и ноутбуках. Внутренняя структура данной схемы и примеры ее применения

Таблица 1. RS-232

ST тип	Аналоги	Описание	Применение
ST232	MAX232	5V, 0.1µF Внеш.емкость, 2Dx/2Rx	Приставки, распределение
ST202	MAX202	5V, 0.1µF Внеш.емкость, 2Dx/2Rx,	Приставки, распределение
ST232A	MAX232A	5V, Внеш.емкость, 2Dx/2Rx, Высокоскоростная	Компьютеры, телеком., ширпотреб, распред.
ST232E	MAX232E	5V, 1µF Внеш.емкость, 2Dx/2Rx, 15 кВ ESD-защита	Приставки, распределение
ST202E	MAX202E	5V, 0.1µF Внеш.емкость, 2Dx/2Rx, 15 кВ ESD-защита	Приставки, распределение
ST207E	MAX207E, ADM207E	5V, 5Dx/3Rx, высокоскоростная, 15 кВ ESD-защита	модемы, приставки, распределение
ST207EH	SP207EH	5V, 5Dx/3Rx, высокоскоростная, 15 кВ ESD-защита	модем, приставки, распределение
ST75185	DS14185 SN75185	5V, +/-12V, 3Dx/5Rx	компьютер, распределение
ST75C185	SN75C185	BCD, 5V +/-12V, 3Dx/5Rx, шлейф, регулировка скорости	компьютер, распределение
MC1488	DS1488	Четыре линии Dx	Телеком., распределение, промэл-ка
MC1489	DS1489	Четыре линии Rx	Телеком., распределение, промэл-ка
ST3232	MAX3232	3V, 0.1µF Внеш.емкость, автовыключение, 2Dx/2Rx	Переносное распределительное оборудование
ST3222	MAX3222	3V, 0.1µF Внеш.емкость, с отключением, 2Dx/2Rx	Переносное распределительное оборудование
ST3243	MAX3243	3V, 0.1µF Внеш.емкость, автовыключение, 3Dx/5Rx	компьютеры, распределение.
ST3237	MAX3237	3V, 0.1µF Внеш.емкость, 5Dx/3Rx	Переносные устройства
ST3232E	MAX3232E	3V, 0.1µF Внеш.емкость, 2Dx/2Rx, 15 кВ ESD-защита	Переносное распределительное оборудование
ST3222E	MAX3222E	3V, 0.1µF Внеш.емкость, с отключением, 2Dx/2Rx, 15 кВ ESD-защита	Переносное распределительное оборудование
* ST3241E	MAX3241E	3V, Внеш.емкость, 3Dx/5Rx, 15 кВ ESD-защита	Ноутбуки
ST3237E	MAX3237E	3V, 0.1µF Внеш.емкость, 5Dx/3Rx, 15 кВ ESD-защита	Переносное распределительное оборудование
ST3243E	MAX3243E	3V, 0.1µF Внеш.емкость, автовыключение, 3Dx/5Rx, 15 кВ ESD-защита	Компьютеры
* ST3387E	MAX3387E	3V, 0.1µF Внеш.емкость, автоотключение, 3Dx/3Rx, 15 кВ ESD-защита	Компьютеры

* В разработке

Таблица 2. Таблица соответствия серий

ST	MAXIM	TI	AD	LTC
ST3232E	MAX3232E	MAX3232*	ADM3202*	LTC1386*
ST3243E	MAX3243E	MAX3243*		LTC1348*

* близкое соответствие

представлены на рис. 1, а соответствие аналогам — в таблицах 2 и 3.

Схема ST3243E в отличие от ST3232E состоит из 3 передатчиков, 5 приемников и одной двухканальной схемы подкачки питания. Кроме того, имеется встроенное устройство автоматического отключения питания при отсутствии передачи на линии или при отсоединении кабельной линии. В этом состоянии ток потребления составляет всего 1 мкА. Питание автоматически включается при наличии допустимого уровня на любом входе приемника. Эта схема доступна в корпусах разного исполнения: SO-28, SSOP28, Filp-Chip и TSSOP28. На рис. 2 изображен один из вариантов применения данной схемы.

RS-422 — этот стандарт обеспечивается только при дифференциальном подключении линии с использованием витой пары. Максимальная скорость передачи данных до 10 Мбит/с на расстояние до 1200 м. Каждый драйвер может управлять 10 приемниками.

RS-423 — используется для несбалансированной линии передачи с одним заземленным концом. Обеспечивает скорость передачи 120 кбайт/с на расстояние до 30 м или 3 Кб/с на расстояние до 1200 м.

Эти стандарты являются развитием RS-232 для высокоскоростной передачи данных (до 10 Мбит/с) на более далекие расстояния (до 200 м): RS-423 для несимметричных цепей и RS-422 (позже RS-485) для симметричных цепей. Несимметричные цепи RS-423, так же как и RS-232, имеют низкую защищенность от синфазной помехи, хотя дифференциальный вход приемника 423 дает несколько лучший результат. Существенными преимуществами в этом плане обладают двухточечный интерфейс RS-422 и его магистральный аналог RS-485, получивший более широкое распространение. Большинство электрических характеристик стандартов RS-485 и RS-422 одинаковы [9], отличия лишь в режимах работы и количестве подключаемых приемников. RS-485 реализует двунаправленную полудуплексную передачу данных с 32 приемниками для шинных конфигураций, а RS-422 определяет двухсторонний однонаправленный драйвер с 10 приемниками. В этом смысле RS-485 является более универсальным и может работать в паре с RS-422. Конструктивно эти два интерфейса

Таблица 5

ST тип	Аналоги	Описание	Применение
ST485E	MAX485E	Дифференциальный приемопередатчик шины	Телеком и промэл-ка
* ST485A		Дифференциальный приемопередатчик шины, 24 Мбит/с	Телеком и промэл-ка
ST485	MAX485, LTC485	Дифференциальный приемопередатчик шины	Телеком и промэл-ка
* ST1480A	LTC1480	3.3V, силовая схема, ±15kV ESD защита	Телеком и промэл-ка
* ST3485E	MAX3485E	3.3V, силовая схема, ±15kV ESD защита	Телеком и промэл-ка
ST75C176	SN75176, DS75176	Дифференциальный приемопередатчик шины	Телеком и промэл-ка
* ST490/1A	SN75179	КМОП-дифференциальный приемопередатчик	Телеком и промэл-ка

* В разработке

Таблица 3. Таблица соответствия суффиксов ST и аналогов

MAXIM	TI	AD	LTC
C = 0 до +70 °C	C = 0 до +70 °C	A = -40 °C до +85 °C	C = 0 до +70 °C
E = -40 до +85 °C	I = -40 до +85 °C	N = DIP RN = SO	I = -40 до +85 °C
P = DIP, S = SO	D = SO	RW = SO (Широкий)	G = SSOP
W = SO (Широкий)	DW = SO (Широкий)	RU = TSSOP	SW = SO
U = TSSOP	PWR = TSSOP	AD	
A = SSOP	DB = SSOP		

Таблица 4

ST тип	Аналоги	Описание	Применение
ST34C86	DS34C86	Четыре КМОП дифференциальных линейных Rx	Телеком и промэл-ка
* ST34C87	DS34C87	Четыре КМОП дифференциальных линейных Rx	Телеком и промэл-ка
ST26C31	DS26C31	Четыре КМОП дифференциальных линейных Rx	Телеком и промэл-ка
ST26C32A	DS26C32A	Четыре КМОП дифференциальных линейных Rx	Телеком и промэл-ка
* ST3293		Цифровой приемопередатчик с пред. искажениями	Промэлектроника

* В разработке

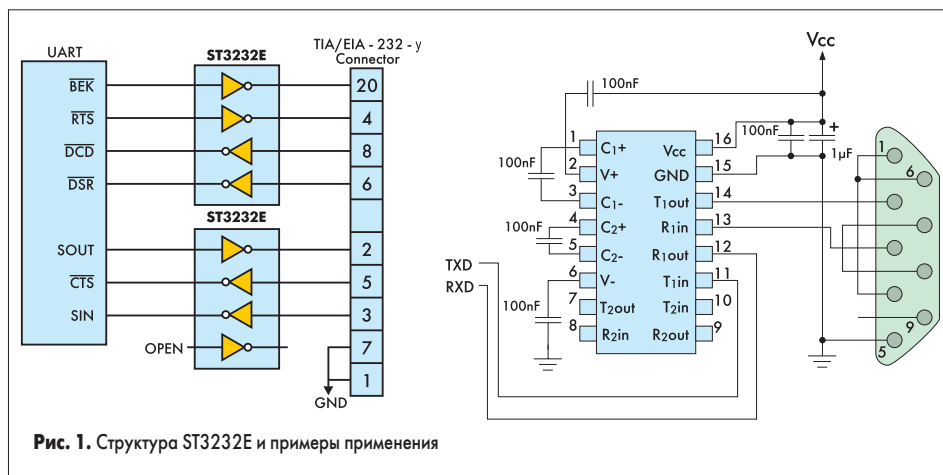


Рис. 1. Структура ST3232E и примеры применения

различаются тем, что в RS-422 и приемник и передатчик имеют свои витые пары, а в RS-485 приемник и передатчик делят одну витую пару. Данные по интерфейсным схемам ST для этих стандартов приведены в таблицах 4 и 5.

RS-485 — это, прежде всего, обновление RS-422 для многоточечной шины. Этот стандарт характеризуется улучшенными параметрами RS-422 и дополнительно обеспечивает до 32 драйверов и 32 приемников, связанных по одной шине.

Типичным представителем данных схем ST для RS-485 являются микросхемы серии ST485. Они обеспечивают полудуплексную двунаправленную передачу на большом расстоянии с высокой скоростью передачи данных. Типичными применениями этих схем являются локальные сети, промышленная электроника (устройства с программируемыми логическими контроллерами), автоэлектроника и компьютерные интерфейсы. Современные тенденции в области передачи данных ведут к развитию более быстрых устройств с меньшими ошибками бита данных, и ST485 выполняет все эти требования.

ST485 — это приемопередатчик для интерфейсов RS-485 и RS-422 с питанием от +5 В. Состоит из одного передатчика и одного приемника. Типовой ток потребления составляет 300 мА при полной нагрузке. Диапазон входного напряжения синфазного сигнала от -7 до +12 В с типовым входным гистерезисом 70 мВ. Скорость передачи данных более чем 10 Мбит/с.

Передатчик имеет защиту от перенапряжений при коротких замыканиях и от температурного перегрева, которая переводит его выходы в состояние высокого импеданса, а также защиту от искровых и электростатических разрядов.

На рис. 3 показана внутренняя структура ST485. Линейные выводы передатчика и приемника объединены, то есть двунаправленная связь фактически может быть только полудуплексной. Управление через выводы RE и DE осуществляется для доступа к приемнику или передатчику соответственно и во мно-

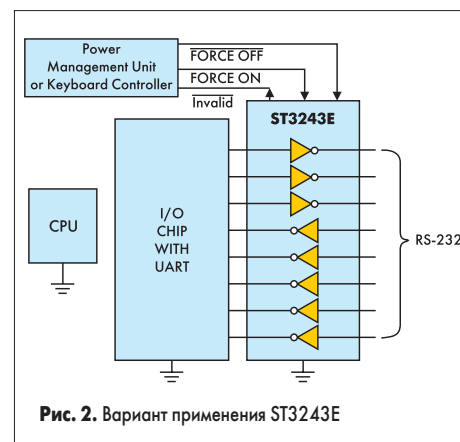


Рис. 2. Вариант применения ST3243E

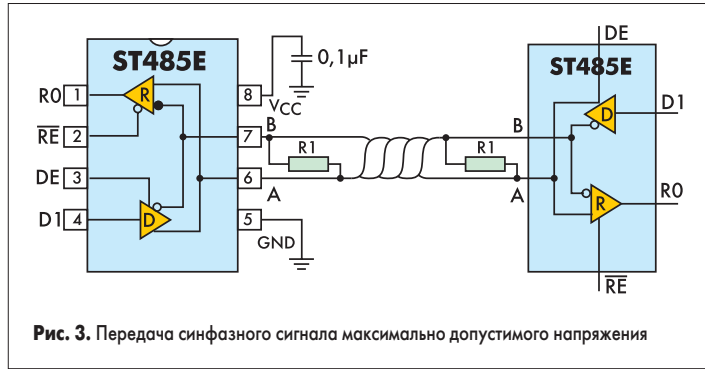


Рис. 3. Передача синфазного сигнала максимально допустимого напряжения

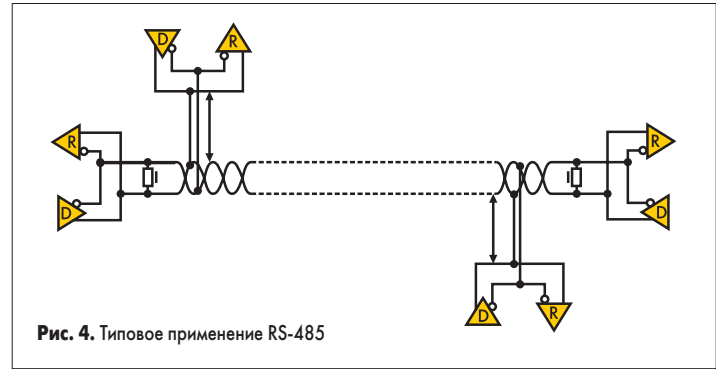


Рис. 4. Типовое применение RS-485

Таблица 6

Логический уровень	Несимметричная линия	Дифференциальная линия с использованием земли	Дифференциальная линия (VA-VB)
0	$V_{\text{вых}} = 0 \text{ В}$	$V_{\text{вых}}: A = 0 \text{ В}; B = 5 \text{ В}$	$V_{\text{дифф.}} = 0 \text{ В} - 5 \text{ В} = -5 \text{ В}$
1	$V_{\text{вых}} = 5 \text{ В}$	$V_{\text{вых}}: A = 5 \text{ В}; B = 0 \text{ В}$	$V_{\text{дифф.}} = 5 \text{ В} - 0 \text{ В} = +5 \text{ В}$

гих приложениях оно совместное. Передатчик имеет ввод TTL при дифференциальном выходе. Дифференциальный вход приемника внутренне связан с выходом передатчика.

Наиболее важными параметрами ST485, обеспечиваемыми по стандарту RS-485, являются [1]:

- Порог по входному сигналу приемника. Это $\pm 200 \text{ мВ}$, что гарантирует хорошую помехозащищенность.
- Входное сопротивление приемника. Оно должно быть достаточно высоким для обеспечения подключения нескольких приемопередатчиков вместе. ST485 имеет $R_{\text{вх}}$ больше, чем 40 кОм , что позволяет подключать до 64 модулей.
- Напряжение синфазного сигнала ($V_{\text{см}}$) для приемника, определяемое как алгебраическое среднее из двух его составляющих: $V_{\text{см}} = (V_{\text{а}} + V_{\text{в}}) / 2$. Этот параметр для RS-485 стандарта составляет от -7 до $+12 \text{ В}$. $V_{\text{см}}$ дает возможность различным устройствам работать правильно при различии в потенциале земли до $\pm 7 \text{ В}$.
- Дифференциальное выходное напряжение передатчика. Здесь зависимость от выход-

ного тока передатчика и, очевидно, от используемого сопротивления нагрузки. Это напряжение должно быть более чем $1,5 \text{ В}$ при сопротивлении нагрузки 27 Ом .

- Защита передатчика от короткого замыкания, которое может произойти при одновременной работе нескольких передатчиков. ST485 ограничивает ток короткого замыкания до 70 мА , что обеспечивает защиту для целой линии.

Дифференциальная линия передачи имеет ряд преимуществ по сравнению с несимметричной:

- При передаче данных по витой паре нахождение сигнала в линии влияет много факторов, например, импульсные помехи и наведенные токи. При дифференциальной передаче те же самые факторы создают помехи на входах А и В (рис. 3), так что различий здесь нет, но все синфазные составляющие помех на входе приемника при этом взаимно компенсируются.
- При несимметричной передаче перепад напряжения между логической единицей и нулем меньше, чем при дифференциальной (табл. 6). Простейшее согласующее ус-

тройство (120 Ом для витой пары или 54 Ом для экранированного кабеля) уменьшает этот перепад напряжения.

Типовое применение ST485 (Рис. 4) — локальная сеть до 64 устройств с резистивным согласованием только на первом и последнем модуле, значение которого зависит от импеданса линии (54 или 120 Ом). Во избежание проблем при передаче, длина шлейфа к подключаемому узлу должна быть небольшой (менее 15 см).

Для получения большей длины кабеля, более высокой скорости передачи данных и улучшения качества сигнала существуют определенные рекомендации. Например, подключение нагрузки в соответствии с рис. 5 позволяет осуществлять фильтрацию $V_{\text{см}}$ и тем самым уменьшать уровень синфазных помех. Значения $R = R_{\text{н}}/2$, а в качестве емкости C используют керамический (или полиэфирный) конденсатор на $0,1 \text{ нФ}$.

Во избежание неправильной передачи данных и отражений сигнала все приемопередатчики должны быть связаны последовательно.

Применение стандартного согласующего сопротивления часто приводит к увеличению потребления тока, поэтому для его минимизации в статических состояниях может быть полезна конфигурация согласно рис. 6. Значение R зависит от импеданса линии, обычно это — 120 Ом для неэкранированной витой пары; величина C зависит от длины кабеля

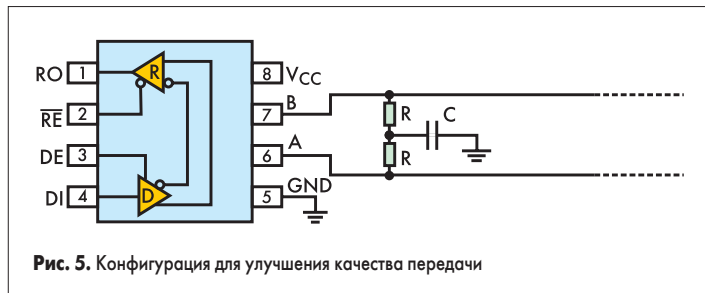


Рис. 5. Конфигурация для улучшения качества передачи

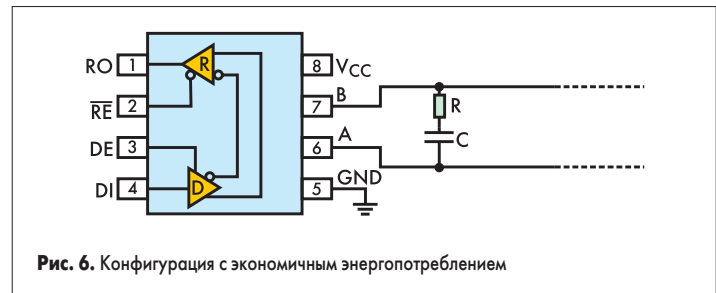


Рис. 6. Конфигурация с экономичным энергопотреблением

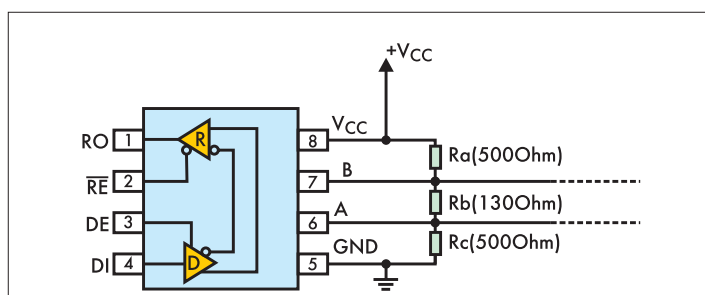


Рис. 7. Отказоустойчивая конфигурация

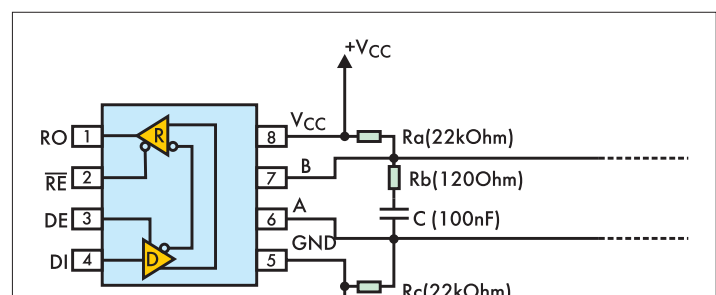


Рис. 8. Отказоустойчивая конфигурация с экономичным питанием

или от импеданса Z_0 линии и его значение рассчитывается. Емкость C фильтра нижних частот разрывает цепь контурного тока при отсутствии передачи, что уменьшает энергопотребление, но ограничивает скорость передачи данных, поэтому данную конфигурацию можно использовать на средних скоростях передачи данных.

ST485 имеет внутреннюю отказоустойчивую схему, полезную при отключении дифференциального входа, например, когда все

передатчики на линии находятся в состоянии высокого импеданса. Отказоустойчивая схема устраняет неопределенность состояния приемника, который остается на устойчивом логическом уровне, пока входное дифференциальное напряжение превышает ± 200 мВ.

Однако внутренняя отказоустойчивая резистивная схема находится под влиянием внешней оконечной нагрузки (54 или 120 Ом) и часто требуются дополнительные меры по согласованию. Типичная отказоустойчивая

оконечная конфигурация показана на рис. 7. Резисторы R_a (повышает напряжение) и R_c (понижает напряжение) должны быть по 500 Ом, а резистор R_b (нагрузочный) — 130 Ом.

Такое схемное решение уменьшает максимальное число приемопередатчиков в сети и увеличивает текущее энергопотребление. На рис. 8 показано отказоустойчивое схемное решение с экономным потреблением тока.

Продолжение следует