ИС ИНТЕРФЕЙСНЫХ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКОВ С УСТОЙЧИВОСТЬЮ К СТАТИЧЕСКОМУ ЭЛЕКТРИЧЕСТВУ НА УРОВНЕ 15 кВ

ВЛАДИМИР ТРАСКОВСКИЙ, вед. конструктор отдела филиала, НТЦ «Белмикросистемы», ОАО «Интеграл»
ОЛЕГ РУКАЛЬ, инженер-разработчик, филиал НТЦ «Белмикросистемы», ОАО«Интеграл»

В статье рассказывается о назначении, основных параметрах и особенностях применения интегральных микросхем (ИС) интерфейсных приемопередатчиков ILX3085E (стандарты RS-485 и RS-422), ILX3232E и ILX3221E (стандарт RS-232) с устойчивостью к статическому электричеству на уровне 15 кВ.

Получение данных от множества удаленных друг от друга источников и их дальнейшая обработка управляющим центром — актуальная потребность для многих специалистов. Средой для передачи цифровой информации служит двунаправленный интерфейс, обеспечивающий высокую скорость передачи данных на значительном удалении модулей друг от друга. Широкое распространение получили последовательные интерфейсы стандартов RS-485, RS-422 и RS-232. Особым требованием к микросхемам приемопередатчиков данных стандартов является уровень устойчивости к статическому электричеству.

В ОАО «Интеграл» были разработаны и освоены ИС интерфейсных приемопередатчиков ILX3085E (стандарты RS-485 и RS-422), ILX3232E и ILX3221E (стандарт RS-232) с устойчивостью к статическому электричеству на уровне 15 кВ. Но прежде на предприятии были сконструированы устойчивые к такому же уровню статического электричества входные/выходные порты интерфейсных ИС стандартов RS-485, RS-422 и RS-232, а затем и разработана технология их изготовления. После положительных результатов испытаний конструкции данных входных/выходных портов были использованы в серийно освоенных в 2008 г. микросхемах ILX3232 и ILX3221, а также в новой разработке — микросхеме ILX3085E. И на этих трех микросхемах также была достигнута устойчивость к статическому электричеству 15 кВ. В соответствии с общепринятой мировой классификацией, на уровень устойчивости к статическому заряду 15 кВ указывает индекс «E» в маркировке микросхем: ILX3085E, ILX3232E и ILX3221E.

Испытания на уровень устойчивости к статическому электричеству проводились по модели человеческого тела для выводов стандартов RS-485, RS-422 и RS-232 относительно вывода источника напряжения питания и относительно общего вывода. Схема стенда для испытаний приведена на рисунке 1, где $U_{ЭСР}$ — напряжение электростатического разряда.

ИС ILX3085E является интерфейсным приемопередатчиком стандартов RS-485, RS-422. Эта микросхема предназначена для применения в телекоммуникационных системах, трансляторах уровня, приемопередающих устройствах с жесткими требованиями к уровню шума, системах управления промышленными объектами. Микросхема обеспечивают надежную передачу данных на фоне высокого уровня помех при работе с линией на основе витой пары, длина которой может достигать 1200 м.

Таблица 1. **Назначения выводов микросхемы ILX3085E**

Номер вывода	Наименование вывода	Обозначение
01	Выход приемника	RO
02	Вход разрешения (низкий уровень) выхода приемника	$\overline{RE}$
03	Вход разрешения выхода передатчика	DE
04	Вход передатчика	DI
05	Общий вывод	GND
06	Неинверсный вход (выход) приемника (передатчика)	A
07	Инверсный вход (выход) приемника (передатчика)	B
08	Вывод питания от источника напряжения	UCC

ИС ILX3085E состоит из 1 передатчика и 1 приемника. Входы приемника электрически соединены с выходами передатчика, что обеспечивает полудуплексный режим передачи информации, а также уменьшает количество выводов корпуса. Входное сопротивление приемника составляет не менее 96 кОм, что позволяет работать с 256 абонентами на линии. Максимальная скорость передачи данных составляет не менее 500 Кбит/с. Блок-схема ИС ILX3085E приведена на рисунке 2. Назначение выводов указано в таблице 1.

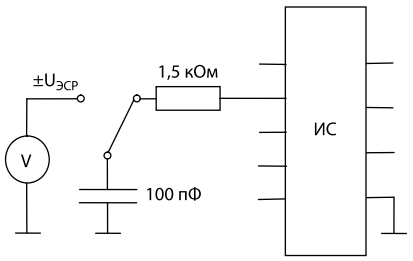


Рис. 1. **Схема стенда для испытаний ИС на устойчивость к статическому электричеству на уровне до 15 кВ**

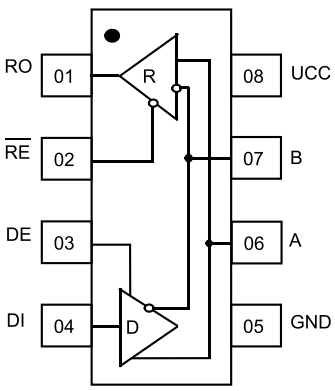


Рис. 2. **Блок-схема ИС ILX3085E**

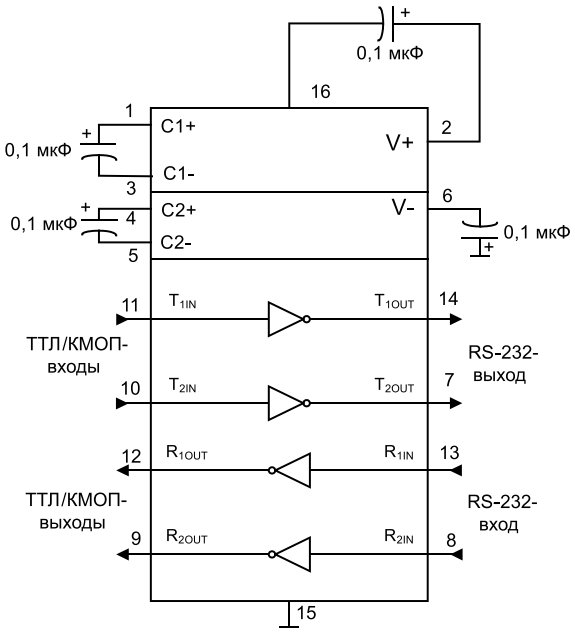


Рис. 3. **Блок-схема ИС ILX3232E**

Таблица 2. **Назначение выводов ИС ILX3232E**

Номер вывода	Наименование вывода	Обозначение
1	Вывод внешней емкости блока умножения положительного напряжения	C1+
2	Выход положительного напряжения блока умножения	V+
3	Вывод внешней емкости блока умножения положительного напряжения	C1-
4	Вывод внешней емкости блока умножения отрицательного напряжения	C2+
5	Вывод внешней емкости блока умножения отрицательного напряжения	C2-
6	Выход отрицательного напряжения блока умножения	V-
7	Выход данных передатчика (уровни RS-232)	$T2_{OUT}$
8	Вход данных приемника (уровни RS-232)	$R2_{IN}$
9	Выход данных приемника (уровни ТТЛ/КМОП)	$R2_{OUT}$
10	Вход данных передатчика (уровни ТТЛ/КМОП)	$T2_{IN}$
11	Вход данных передатчика (уровни ТТЛ/КМОП)	$T1_{IN}$
12	Выход данных приемника (уровни ТТЛ/КМОП)	$R1_{OUT}$
13	Вход данных приемника (уровни RS-232)	$R1_{IN}$
14	Выход данных передатчика (уровни RS-232)	$T1_{OUT}$
15	Общий вывод	GND
16	Вывод питания от источника напряжения	UCC

Передатчик ИС ILX3085E содержит встроенные блоки формирования выходных фронтов с определенной длительностью, что позволяет снизить уровень помех, излучаемых приемопередающим устройством, амплитуду отраженного сигнала от оконечной нагрузки линии, обеспечивая высокую степень безошибочной работы в режиме передачи информации.

Микросхема ILX3085E имеет несколько уровней защиты от перегрузки мощного выходного каскада в случае появления сильной помехи в линии. При увеличении напряжения в линии нагрузочная способность выходного каскада снижается, уменьшая мощность, рассеиваемую микросхемой. В случае действия более сильной помехи в диапазоне: –7…12 В срабатывает блок защиты кристалла от перегрева на основе встроенного температурного датчика, переключающий выходы передатчика в высокоимпедансное третье состояние с минимальной рассеиваемой мощностью. По окончании действия помехи температура микросхемы снижается, и она автоматически переходит в нормальный режим работы.

Конструкция микросхемы ILX3085E обеспечивает уровень логической «1» на выходе приемника, если состояние линии не определено, при этом входы приемника находятся в режиме холостого хода. Нормальная работа микросхемы в случае приема сигналов с пологими фронтами обеспечивается введением асимметрии в дифференциальный усилитель с гистерезисом 25 мВ.

В микросхеме ILX3085E предусмотрена возможность переключения в режим с пониженным энергопотреблением, ток потребления в котором не превышает 10 мкА. Режим перевода ИС в состояние с пониженным энергопотреблением реализуется только при одновременном переключении приемника и передатчика в третье состояние (на входе разрешения выхода приемника RE — высокий уровень; на входе разрешения выхода передатчика DE — низкий уровень сигнала) через определенное время удержания, оговоренное спецификацией. Задержка включения режима пониженного энергопотребления связана с необходимостью увеличения динамической помехоустойчивости микросхем в случаях, когда или выход приемника, или выход передатчика находятся в третьем состоянии.

Если входы RE и DE находятся в состоянии запрещения выходов менее 50 нс, то переключения в режим пониженного энергопотребления не происходит. Если входы RE и DE находятся в состоянии запрещения выходов в диапазоне 50…600 нс, ИС переключается в режим пониженного энергопотребления.

При нормальной работе микросхемы во всех режимах, предусмотренных спецификацией, в случае подачи внешнего напряжения на выходы передатчика выше напряжения питания или ниже уровня потенциала общей шины включатся специальные блоки управления. На входы (выходы) приемника (передатчика) допускается подача напряжения смещения в диапазоне –7…12 В в предельно-допустимом режиме и –13…13 В — в предельном режиме. На этих уровнях синфазной помехи приемник микросхемы надежно детектирует дифференциальный сигнал с минимальной разностью потенциалов –200 мВ (для логического «0» на выходе) и –50 мВ (для логической «1» на выходе). Конструктивно микросхема LX3085E выполнена в 8-выводном DIP-корпусе MS-001BA.

Микросхемы ILX3232E и ILX3221E являются интерфейсными приемопередатчиками стандарта RS-232. Они предназначены для применения в современных высокопроизводительных вычислительных системах, быстродействующих электронных устройствах с высокой надежностью обмена информацией между удаленными объектами. Сигналы с уровнями ТТЛ/КМОП поступают на вход передатчика, преобразуются внутри микросхем в уровни RS-232 (минимум –5…5 В) и поступают в длинную однопроводную линию. На входе приемника сигналы стандарта RS-232 детектируются, а затем происходит обратное преобразование в уровни ТТЛ/КМОП. Высокие уровни напряжения, соответствующие стандарту RS-232, формируются в блоке умножения напряжения. Для умножения напряжения используются четы-

ре внешних конденсатора емкостью 0,1 мкФ.

Микросхема ILX3232E состоит из двух передатчиков и двух приемников последовательных данных стандарта RS-232. Блок-схема ИС приведена на рисунке 3. Назначение выводов микросхемы ILX3232E приведено в таблице 2.

Микросхема ILX3221E состоит из одного передатчика и одного приемника последовательных данных стандарта RS-232. Блок-схема ИС приведена на рисунке 4. Назначение выводов микросхемы ILX3221E приведено в таблице 3.

Входы передатчиков и приемников ИС ILX3232E и ILX3221E содержат схему триггера Шмитта для обеспечения необходимой помехозащищенности. Выходные цепи передатчика построены по схеме превышения по выходу. Благодаря этому в предельном режиме к выходу передатчика может прикладываться внешнее напряжение 13,2 В.

Выходные уровни напряжения передатчиков ИС ILX3232E и ILX3221E формируются внутренним блоком умножения, к выводам которого подключены четыре навесные емкости номиналом 0,1 мкФ. Схема блока умножения напряжения содержит генератор парафазных импульсов, формирующий сигналы управления с частотой 450 кГц, которые поступают на вход транслятора уровня для преобразования в сигналы управления мощными выходными транзисторами заряда внешних емкостей. За два такта сигнала генератора происходит заряд внешних емкостей и умножение напряжения. Для быстрого заряда больших по номиналу внешних емкостей после включения источника напряжения питания, а также для обеспечения требуемой нагрузочной способности выходов передатчиков в случае их одновременной работы в блоке умножения используются мощные выходные транзисторы.

Важным функциональным блоком микросхем ILX3232E и ILX3221E является блок отключения схемы умножения напряжения. При достижении напряжения на выводе V+ значений в диапазоне 5,1…5,3 В и при достижении напряжения на выводе V– значений в диапазоне –5,3…–5,1 В блок умножения напряжения выключается. Благодаря этому ток потребления микросхем уменьшается с 7…8 мА до 200…250 мкА.

В микросхеме ILX3221E предусмотрен перевод в режим пониженного энергопотребления. Если на входах 12 и 16 подан высокий уровень сигнала, микросхема находится в режиме без функции пониженного энергопотребления; если на входе 16 — низкий уровень, независимо от состояния на остальных входах, микросхема выключается (принудительный режим пониженного энергопотребления). Если на входе 12 — низкий уровень, на входе 16 — высокий, а сигнал на входе приемника находится в диапазоне –0,3…0,3 В, то в таком случае через 30 мкс после переключения сигнала в эту область микросхема автоматически переходит в режим пониженного энергопотребления. Ток потребления при этом уменьшается до 10 мкА. Конструктивно микросхемы ILX3232E и ILX3221E выполнены в 16-выводном DIP-корпусе MS–001BB, и в процессе работы они требуют подключения четырех внешних конденсаторов емкостью 0,1 мкФ.

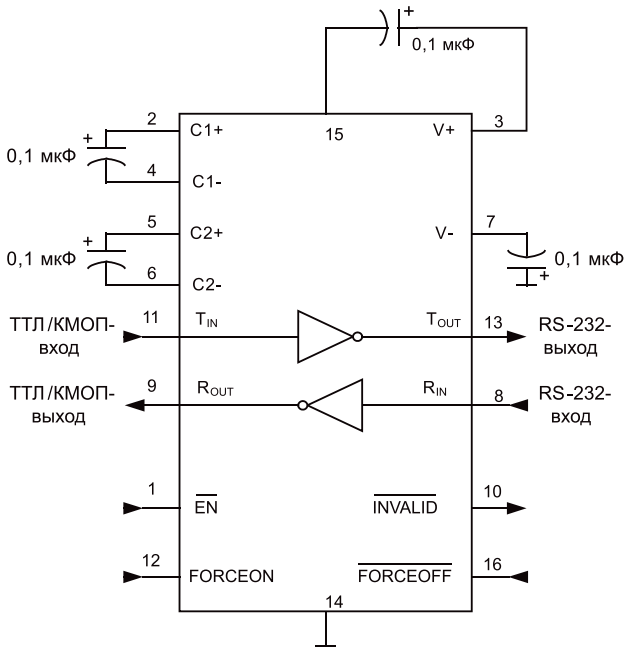
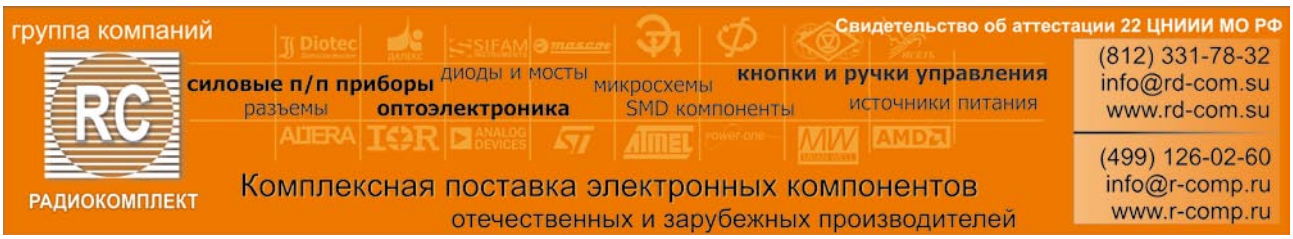


Рис. 4. **Блок-схема ИС ILX3221E**

Таблица 3. **Назначение выводов ИС ILX3221E**

Номер вывода	Наименование вывода	Обозначение
1	Вход разрешения выхода приемника	$\overline{EN}$
2	Вывод внешней емкости блока умножения положительного напряжения	C1+
3	Выход положительного напряжения блока умножения	V+
4	Вывод внешней емкости блока умножения положительного напряжения	C1-
5	Вывод внешней емкости блока умножения отрицательного напряжения	C2+
6	Вывод внешней емкости блока умножения отрицательного напряжения	C2-
7	Выход отрицательного напряжения блока умножения	V-
8	Вход данных приемника (уровни RS-232)	R_{IN}
9	Выход данных приемника (уровни ТТЛ/КМОП)	R_{OUT}
10	Выход детектора активного уровня входа приемника	$\overline{INVALID}$
11	Вход данных передатчика (уровни ТТЛ/КМОП)	T_{IN}
12	Вход управления режимом AutoShutdown (разрешает работу ИС)	FORCEON
13	Выход данных передатчика (уровни RS-232)	T_{OUT}
14	Общий вывод	GND
15	Вывод питания от источника напряжения	UCC
16	Вход управления режимом AutoShutdown (переводит ИС в режим пониженного энергопотребления – Shutdown)	$\overline{FORCEOFF}$