

ИЗОЛЯТОРЫ μ MODULE: ВЫСОКОИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИЗОЛИРОВАННЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ДЛЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ ОТ LINEAR TECHNOLOGY (LTC)

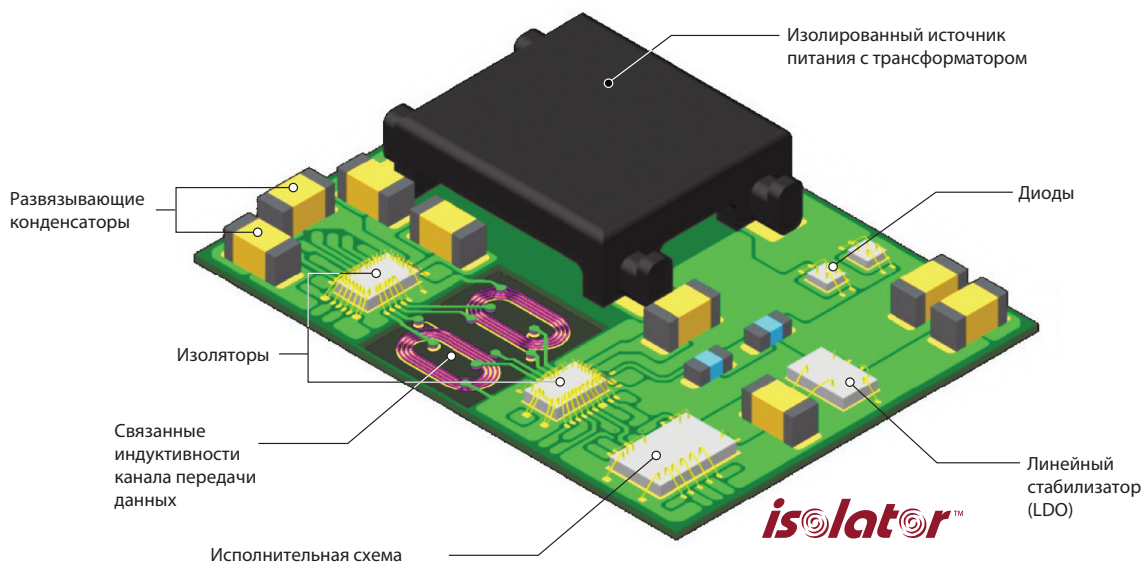


Рис. 1. Типовая структура изолированных интерфейсов от компании LTC

Изолированные интерфейсы μ Module производства компании Linear Technology представляют собой комплексные, полностью законченные решения типа система-в-корпусе (англ. SiP — system-in-package), которые обеспечивают устойчивость изоляции по пробивному напряжению до 7,5 кВ для самых популярных последовательных интерфейсов и устройств, включая: USB, RS485, RS232, SPI/Digital,

I²C, АЦП, ЦАП и ключи. Кроме того, большая часть интерфейсов имеет интегрированный в корпус, изолированный DC/DC-преобразователь, обеспечивающий внешние вспомогательные компоненты и устройства изолированной линией питания, мощностью до 1 Вт. Внешних компонентов не требуется, вся необходимая обвязка уже интегрирована в корпус.

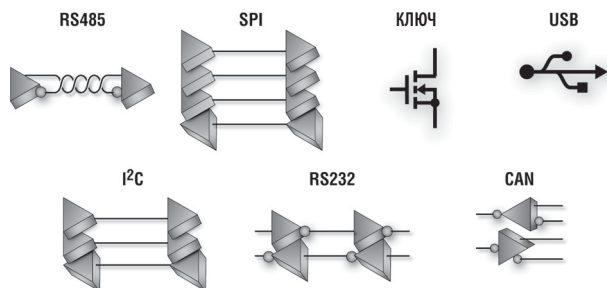


Рис. 2. Перечень изолированных интерфейсов, предлагаемых компанией LTC

Преимущества изоляторов μ Module

Гальваническая развязка

Гальваническая развязка в модулях изолированных интерфейсов основана на использовании встроенных, индукционно соединенных катушек, где данные передаются дифференцированно через границу изоляции. Такой режим передачи отличается чрезвычайно высокой устойчивостью и надежностью общей схемы в части передачи и приема данных. Простые, обеспечивающие необходимый изоляционный барьер решения, выполнены путем интеграции в одном корпусе модуля не только непосредственно изолированной схемы передачи данных, но и изолированного источника питания, а также всех необходимых пассивных компонентов обвязки, включая развязывающие конденсаторы.

Достигнутый изоляционный барьер в конечном счете приводит к более высокой степени надежности и защиты от воздействия статического электричества (ESD).

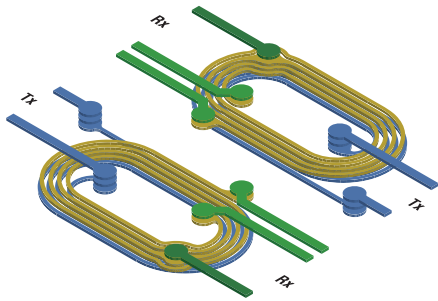


Рис. 3. Изоляция на основе технологии гальванической развязки

Устойчивость к синфазным помехам от переходных процессов

Использованная дифференциальная схема передачи сигналов обеспечивает устойчивый обмен данными даже при наличии синфазных переходных помех, имеющих скорость нарастания до 70 кВ/мкс, при этом подобное воздействие не оказывает влияние на передаваемый сигнал. Для дополнительного обеспечения надежной цифровой связи система включает также обновление данных, алгоритм проверки на наличие ошибок и функцию безопасного отключения.

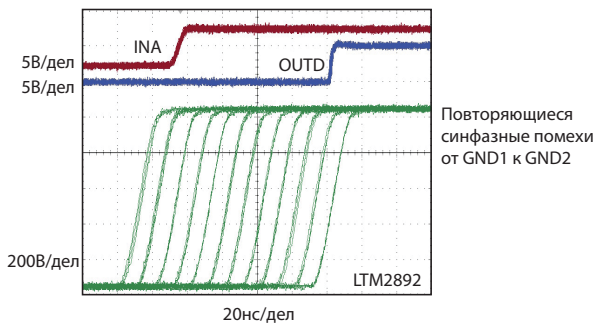


Рис. 4. График работы LTM2892 при воздействии синфазных помех

Наличие интегрированного изолированного DC/DC-преобразователя

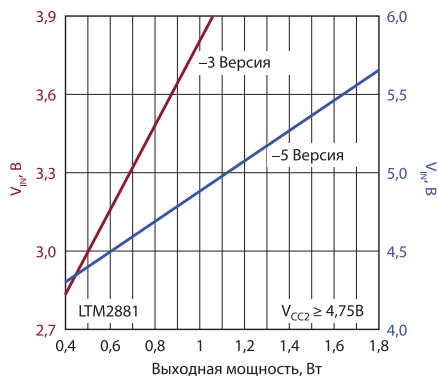


Рис. 5. График зависимости выходной мощности от входного напряжения для версий с выходом на 3 В и 5 В, соответственно

Все модули изолированных интерфейсов, за исключением LTM2892 / LTM2893 / LTM2894 / LTM2895, имеют по крайней мере один изолированный DC/DC-преобразователь для питания прилегающих компонентов, например преобразователей данных. Интегрированный преобразователь является стабилизированным и отказоустойчивым, а его КПД составляет около 65%, при этом в ряде наименований имеется функция подстройки выходных параметров с помощью одного внешнего резистора.

Безопасность, ЭМС и ЭМИ

Изоляторы μ Module имеют все необходимые сертификаты электромагнитной совместимости (ЭМС) и соответствия стандартам по уровню излучаемых электромагнитных помех (ЭМП). Более того, компоненты сертифицированы и на соответствие требованиям безопасности. Так, все изолированные интерфейсы μ Module проходят проверку на соответствие общепринятым стандартам безопасности, включая стандарты типа UL1577 и CSA Component Acceptance Notice #5A. В соответствии с ними испытания устойчивости изоляционного барьера к пробоем проводятся при различных условиях окружающей среды, кроме того, они требуют проведения приемо-сдаточных испытаний для 100% изделий. Дополнительно все устройства тестируются на чувствительность их изоляционного барьера к частичным разрядам.

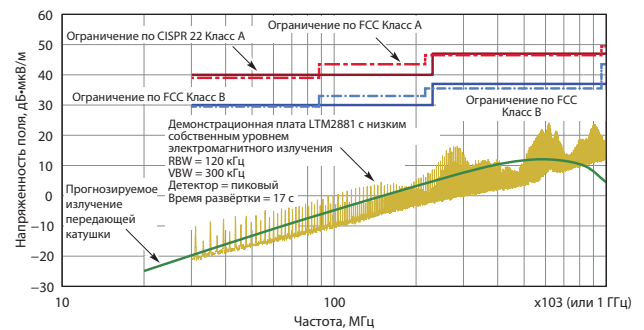


Рис. 6. График типового, собственного электромагнитного излучения модулей, на примере изолированного интерфейса LTM2881

ЭМС подразумевает, что изделия будут сохранять свою работоспособность в условиях внешних электромагнитных помех. Все изолированные интерфейсы μ Module проходят испытания на ЭМС согласно требованиям IEC 61000-4-3/-8/-9, при воздействии на устройства внешних электромагнитных полей с заданными частотами и различными уровнями напряженности электромагнитного поля.

ЭМИ относится уже не к стороннему воздействию, а к реальному излучению электромагнитных помех непосредственно самим устройством. Все изолированные интерфейсы μ Module являются маломощными и имеют уровни собственного излучения электромагнитных помех ниже пределов, установленных по стандарту CISPR 22 класса А и В, а также ниже предела установленного Федеральной комиссией по связи США (FCC) для класса А (рис. 6).

Рассмотрим более подробно характеристики и преимущества изолированных трансиверов, предлагаемых компанией Linear Technology.

RS485 трансивер

- Одиночный TIA/EIA-485-A (и PROFIBUS) совместимый трансивер;
- полудуплексный или полный дуплексный режим;
- интегрированный DC/DC-преобразователь и блокировочные конденсаторы;
- напряжение для питания цифровой логики от 1,62 В до 5,5 В;
- устанавливаемая скорость передачи данных 20 Мбит/с или 250 кбит/с;
- устойчивость к синфазным переходным помехам 30 кВ/мкс;
- устойчивость к разряду статического электричества до ± 15 кВ;
- длина пути тока утечки 14,6 мм (LTM2885).

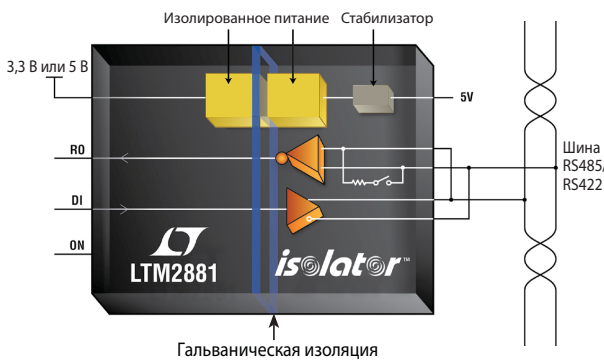


Рис. 7. Блок-схема RS485 трансивера – LTM2881

Ключевая особенность – интегрированная, подключаемая при необходимости, оконечная нагрузка 120 Ом

Предусмотренные в структуре модуля подключаемые при необходимости на выводы резисторы номиналом в 120 Ом предназначены для минимизации отражений импульсных сигналов, которые могут присутствовать на разомкнутых линиях передачи. Локальные сети, основанные на интерфейсе RS485, требуют наличия нагрузочных резисторов номиналом в 120 Ом, которые устанавливаются конечным пользователем на основе фактического физического размещения витой пары и размещения узлов. Интегрированные в модуль

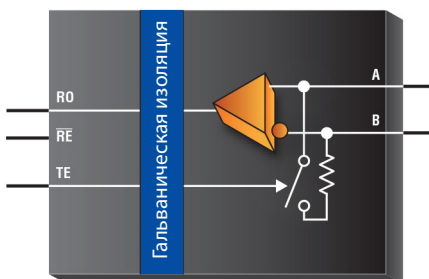


Рис. 8. Возможность подключения оконечной нагрузки в 120 Ом

ли и подключаемые по необходимости резисторы позволяют организовывать такую нагрузку на соответствующие узлы путем программного выбираемого варианта – подключения или отключения оконечной нагрузки уже без необходимости физического вмешательства со стороны пользователя сети.

Таблица 1. Перечень изолированных RS485 трансиверов

Наименование	Интерфейс	Изоляция, В (ска.)	Число передатчиков/приемников	Напряжение питания, В
LTM2881	RS485	2500	1/1	5/3,3
LTM2885	RS485	6500	1/1	5

Наименование	Скорость передачи данных, макс.	Выход(ы) изолированного источника питания	Рабочая температура, макс.	Корпус
LTM2881	20 Мбит/с	5 В (1Вт)	105°C	15×11мм BGA
LTM2885	20 Мбит/с	5 В (1Вт)	105°C	22×9 мм BGA

RS232 трансивер

- Сдвоенный TIA/EIA-485-A (и PROFIBUS) совместимый трансивер;
- полудуплексный или полный дуплексный режим;
- интегрированный DC/DC-преобразователь и блокировочные конденсаторы;
- напряжение для питания цифровой логики от 1,62 В до 5,5 В;
- скорость передачи данных до 1 Мбит/с;
- устойчивость к синфазным переходным помехам 30 кВ/мкс;
- устойчивость к разряду статического электричества до ± 10 кВ.

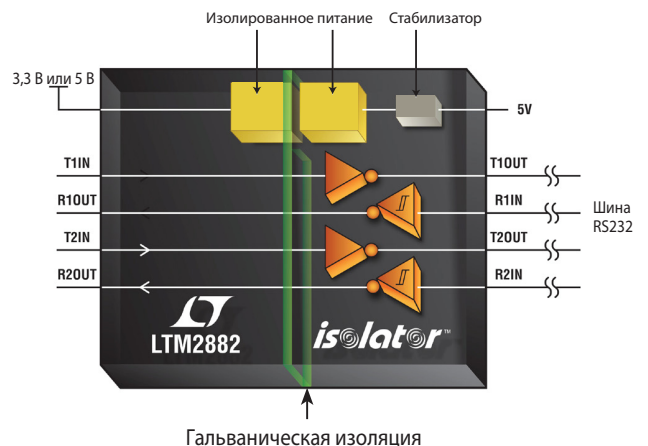


Рис. 9. Блок-схема RS232 трансивера – LTM2882

Ключевая особенность – «гибкий» дополнительный канал

Трансивер имеет вспомогательный изолированный цифровой канал, который при необходимости можно использовать как канал передачи данных или дополнительный функциональный канал, например, для контроля включения передатчика (драйвера) на ведомой стороне в режиме полудуплекса, с малой задержкой активации (вывод DE - Driver Enable). При переключении каждый передатчик включается и выключается за время менее чем в 2 мкс, в то время как каждый приемник остается постоянно активным.

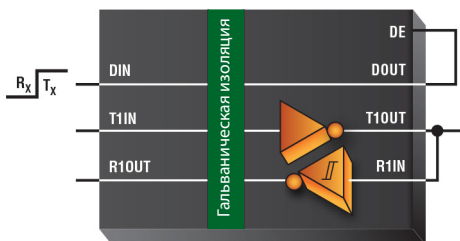


Рис. 10. Наличие дополнительного цифрового канала

Таблица 2. Перечень изолированных RS232 трансиверов

Наименование	Интерфейс	Изоляция, В (скз.)	Число передатчиков/приемников	Напряжение питания, В
LTM2882	RS232	2500	2/2	5/3,3
Наименование	Скорость передачи данных, макс.	Выход(ы) изолированного источника питания	Рабочая температура, макс.	Корпус
LTM2882	1 Мбит/с	5 В (1Вт)	85°C	15x11мм BGA-32 или

SPI/I²C трансиверы

- 6-ти канальный SPI/Digital или I²C трансивер
- интегрированный DC/DC-преобразователь (LTM2883, LTM2886 & LTM2887)

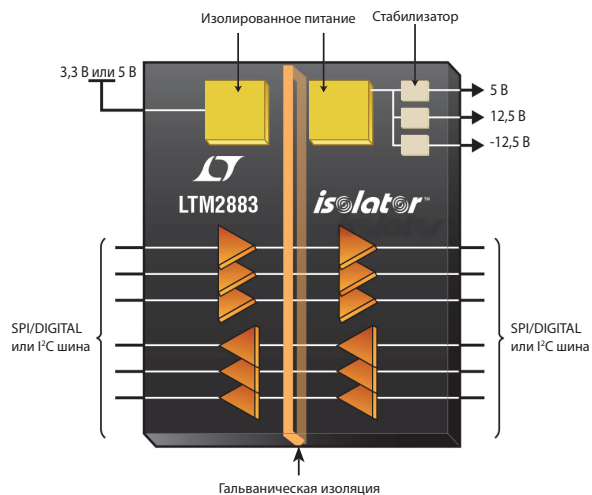


Рис. 11. Блок-схема SPI / I2C трансивера – LTM2883

- напряжение для питания цифровой логики от 1,62 В до 5,5 В
- скорость передачи данных 10 МГц SPI или 400 кГц I²C Data Rate
- устойчивость к синфазным переходным помехам 50 кВ/мкс
- устойчивость к разряду статического электричества до ±15 кВ.

Ключевая особенность – наличие нескольких изолированных выходов для питания прилегающих компонентов

За исключением модуля LTM2892 интерфейсы данного типа имеют до трех стабилизированных изолированных выходов с током нагрузки до 100 мА, которые могут использоваться для питания компонентов обвязки или прочих прилегающих компонентов, устраняя при этом необходимость в использовании отдельных изолированных DC/DC-преобразователей. Некоторые из выходов являются подстраиваемыми, благодаря чему номиналы выходного напряжения можно изменять в соответствии с необходимой задачей с помощью одного внешнего резистора.

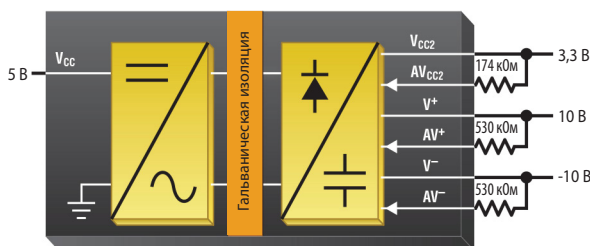


Рис. 12. Наличие нескольких, интегрированных питающих выходов

Таблица 3. Перечень изолированных SPI/I²C трансиверов

Наименование	Интерфейс	Изоляция, В (скз.)	Число передатчиков/приемников	Напряжение питания, В
LTM2883-S	SPI/I ² C	2500	3/3	5/3,3
LTM2886-S	SPI/I ² C	2500	3/3	5/3,3
LTM2887-S	SPI/I ² C	2500	3/3	5/3,3
LTM2892-S	SPI/I ² C	3500	3/3	От 1,62 до 5,5
Наименование	Скорость передачи данных, макс.	Выход(ы) изолированного источника питания	Рабочая температура, макс.	Корпус
LTM2883-S	10 МГц	От 3 В до 5 В, (рег.), ±12 В (0,6 Вт)	85 °C	15x11 мм BGA
LTM2886-S	10 МГц	От 3 В до 5 В, (рег.), ±5 В (1Вт)	125 °C	15x11 мм BGA
LTM2887-S	10 МГц	От 1,8 В до 5 В (рег.), От 0,6 В до 5 В (1 Вт) (рег.)	125 °C	15x11 мм BGA
LTM2892-S	10 МГц	-	125 °C	9x6 мм BGA

SPI контроллеры устройств преобразования данных

- Скорость передачи данных SPI интерфейса с преобразователем и контролем данных до 100 МГц;
- конфигурируемая длина пакета (Word Length) SPI: от 8 до 32 бит;
- низкий, не более 30 пс (с.к.), джиттер при преобразовании сигналов Start и /LOADs;
- выбор три изолированных канала управления или сигнальный мультиплексор;
- напряжение для питания цифровой логики от 1,71 В до 5,5 В.



Рис. 13. Блок-схема SPI контроллеров АЦП/ЦАП – LTM2893/95

Ключевая особенность – оптимизированы для высокопроизводительных преобразований

До 10 изолированных логических каналов поддерживают самые требовательные АЦП и ЦАП наряду с конфигурациями двойного преобразования, аналоговыми мультиплексорами и усилителями с программируемым коэффициентом усиления. Такие важные характеристики как сигнал/шум и джиттер поддерживаются со скоростью чтения/записи через SPI вплоть до 100 МГц.

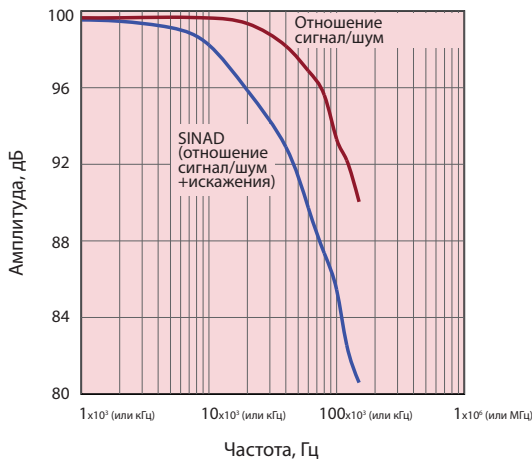


Рис. 14. Сигнал/шум и джиттер сохраняются на должном уровне вплоть до 100 МГц

Таблица 4. Перечень изолированных SPI контроллеров АЦП/ЦАП

Наименование	Интерфейс	Изоляция, В (с.к.)	Число передатчиков/приемников	Напряжение питания, В
LTM2893	SPI ADC	6000	1/1	От 3,0 до 5,5
LTM2895	SPI DAC	6000	1/1	От 3,0 до 5,5

Наименование	Скорость передачи данных, макс.	Выход(ы) изолированного источника питания	Рабочая температура, макс.	Корпус
LTM2893	100 МГц	–	125°C	15×6мм BGA
LTM2895	100 МГц	–	125°C	15×6мм BGA

USB-трансиверы

- Поддержка USB 2,0 в режимах полной скорости (12 Мбит/с) и низкой скорости (1,5 Мбит/с);
- интегрированный DC/DC-преобразователь, с внешним питанием или от шины (LTM2884);
- длина пути тока утечки 17,4 мм (LTM2894);
- устойчивость к синфазным переходным помехам 50 кВ/мкс;
- устойчивость к разряду статического электричества до ±20 кВ.

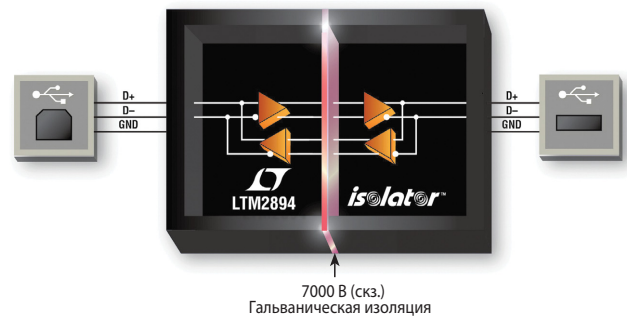


Рис. 15. Блок-схема USB трансивера LTM2894

Ключевая особенность – авто-конфигурация скорости шины

Автоматическая подстройка скорости конфигурируется путем использования интегрированных в модуль «подтягивающих» резисторов на входе порта. Подключением резисторов определенного номинала устанавливается максимальная скорость 12 Мбит/с или пониженная скорость 1,5 Мбит/с. Подобная топология позволяет автоматически определять нисходящий порт устройства, избавляя внешнюю шину от «подтягивающих» резисторов и любых связанных ключей, переключателей или манипуляций с программным обеспечением.

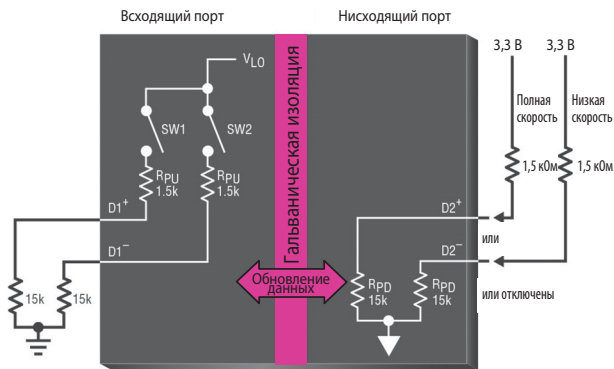


Рис. 16. Функция автоконфигурации скорости передачи данных

Таблица 5. Перечень изолированных USB трансиверов

Наименование	Интерфейс	Изоляция, В (сказ.)	Число передатчиков/приемников	Напряжение питания, В
LTM2884	USB	2500	1/1	От 4,4 до 16,5
LTM2894	USB	7500	1/1	От 4,4 до 36,0

Наименование	Скорость передачи данных, макс.	Выход(ы) изолированного источника питания	Рабочая температура, макс.	Корпус
LTM2884	12 Мбит/с	2,5 Вт от внешнего источника, 1Вт от USB	105 °С	15×15 мм BGA
LTM2894	12 Мбит/с	–	125 °С	22×6 мм BGA

CAN-трансивер

- Соответствует спецификации CAN FD;
- скорость передачи данных до 4 Мбит/с;
- интегрированный DC/DC-преобразователь и блокировочные конденсаторы;

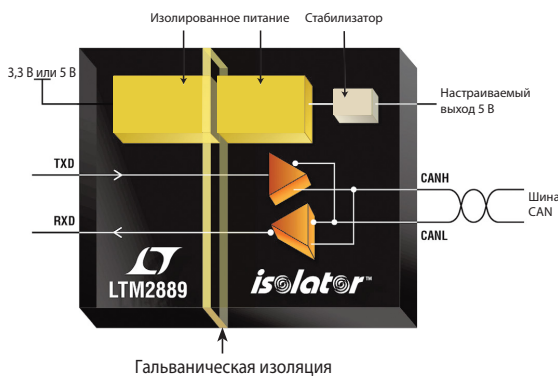


Рис. 17. Блок-схема CAN трансивера – LTM2889

- напряжение для питания цифровой логики от 1,62 В до 5,5 В;
- отказоустойчивость до ±60В;
- устойчивость к синфазным переходным помехам 30 кВ/мкс ;
- устойчивость к разряду статического электричества до ±25 кВ.

Ключевая особенность – совместимость с стандартами ISO 11898-2 и DeviceNet

Стандарт ISO 11898-2:2003, определяющий физические уровни и уровни линии передачи данных CAN шины, требует от трансиверов поддержку скорости передачи данных в 1 Мбит/с, более того, трансиверы должны удовлетворять требованиями, приведенным в таблице 6. CAN-трансивер LTM2889 отвечает всем этим требованиям, а в дополнение еще и более жестким требованиям стандарта DeviceNet (протокол для промышленной сети CAN), который обычно используется для связи датчиков, исполнительных механизмов и программируемых логических контроллеров между собой.

Таблица 6. Требования, предъявляемые к CAN-трансиверам

Параметр	DeviceNet	ISO 11898-2	LTM2889
Число подключаемых узлов	64	–	166
Минимальное дифференциальное входное сопротивление	20 кОм	10 кОм	50 кОм
Дифференциальная входная емкость	25 пФ (макс.)	10 пФ (ном.)	8,4 пФ (тип.)
Абсолютное максимальное напряжение на шине	От –25 В до 18 В	От –3 В до 16 В (для батарей)	От –60 В до 60 В
Рабочее напряжение на шине	От –5 В до 10 В	От –2 В до 7 В	От –36 В до 36 В (при VCC=5В)
Напряжение на раземе для тестирования на правильность и полярность подключения пар.	±18 В	–	±60 В

Таблица 7. Перечень изолированных CAN-трансиверов

Наименование	Интерфейс	Изоляция, В (сказ.)	Число передатчиков/приемников	Напряжение питания, В
LTM2889	CAN	2500	1/1	5/3,3

Наименование	Скорость передачи данных, макс.	Выход(ы) изолированного источника питания	Рабочая температура, макс.	Корпус
LTM2889	4 Мбит/с	От 3 В до 5 В (рег.) (0,75 Вт)	125°С	15×11 мм BGA-32

Контроллер ключа

- Коммутатор нагрузки или контроллер быстрой замены (Hot Swap) с I²C телеметрией;
- 10-битный АЦП для мониторинга тока и двух напряжений;
- интегрированный DC/DC-преобразователь и развязывающие конденсаторы;
- напряжение логики от 3 В до 5,5 В;
- устойчивость к синфазным переходным помехам 30 кВ/мкс;
- устойчивость к разряду статического электричества до ±20 кВ;
- длина пути тока утечки 14,6 мм.



Рис. 18. Блок-схема контроллера ключа – LTM9100

Ключевая особенность – решение типа все-в-одном

LTM9100 представляет собой решение типа все-в-одном, предназначенное для управления, защиты и мониторинга высоковольтных источников питания с напряжением до 1000 В постоянного тока. Изоляционный барьер модуля обеспечивает гальваническую развязку с устойчивостью изоляции до 5 кВ (скз), которая отделяет цифровой интерфейс от контроллера драйвера ключа в виде внешнего N-канального МОП-транзистора или IGBT-ключа. Изолированное цифровое измерение тока нагрузки, напряжения на шине и температуры доступно через интерфейс I²C/SMBus, которое позволяет осуществлять полный мониторинг пара-

метров высоковольтной шины. Модуль LTM9100 экономит время на разработку, затраты на сертификацию и уменьшает площадь печатной платы благодаря высокому уровню функциональной интеграции, включая цифровую телеметрию и изолированное питание в одном компактном BGA-корпусе.

Благодаря использованной изолированной технологии, обеспечивающей эффективную гальваническую развязку, модуль LTM9100 легко конфигурируется как для высокой стороны, так и низкой (через возврат тока через землю), а также для приложений с плавающей землей. Пусковой ток минимизируется мягким включением нагрузки, а шина питания защищается от перегрузки и короткого замыкания при помощи схемы токоограничивающего автоматического предохранителя. Модуль LTM9100 достаточно универсален, чтобы контролировать пусковой ток не только в режиме горячей замены плат, но и может найти применение для трансформаторов переменного тока, приводов и схем управления индуктивными нагрузками.

Таблица 8. Перечень изолированных контроллеров ключа

Наименование	Интерфейс	Изоляция, В (скз.)	Число передатчиков/приемников	Напряжение питания, В
LTM9100	Монитор ключа	5000	3/3	5
Наименование	Скорость передачи данных, макс.	Выход(ы) изолированного источника питания	Рабочая температура, макс.	Корпус
LTM9100	–	10,4 В (0,5 Вт), 5 В (0,075 Вт)	105°C	22×9мм BGA-42

Заключение

Изолированные трансиверы производства компании Linear Technology обеспечивают надежную гальваническую изоляцию для различных цифровых последовательных интерфейсов и устройств связи, включая SPI, I²C, RS485/RS422, RS232, USB, CAN, преобразователи данных и коммутирующие устройства / ключи. Изоляция реализуется с использованием либо недорогих Ethernet трансформаторов, либо развязывающих конденсаторов или встроенных катушек индуктивности. Все устройства просты в настройке, маломощны и имеют очень низкую подверженность электромагнитному излучению, а также высокую помехоустойчивость, что полностью обеспечивает сохранность и целостность передаваемого сигнала.



По вопросам получения образцов и отладочных плат, вы можете обратиться к одному из авторов статьи – Башмакову Павлу (pavel.bashmakov@ptelectronics.ru)

*По материалам Linear Technology

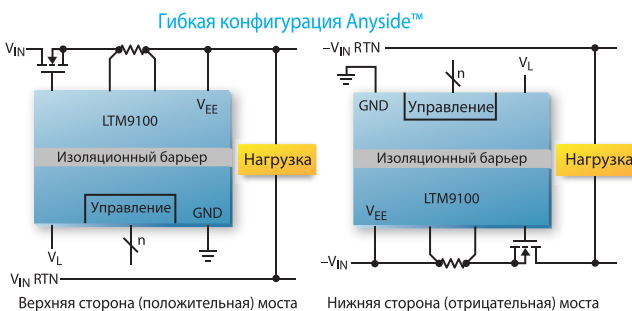


Рис. 19. LTM9100 обладает возможностью «гибкой» конфигурации