

Применение цифровых изоляторов Si84xx фирмы Silicon Labs

Цифровые изоляторы Silicon Labs представлены на российском рынке с 2006 года и успешно применяются для реализации гальванической развязки в системах, где они служат для повышения стабильности и надежности работы устройства в условиях мощных электромагнитных помех. Они надежно выполняют свою задачу и выигрывают у конкурентных решений как по стоимости, так и по комплексу своих технических характеристик при замещении классических оптронных развязок и похожих цифровых изоляторов фирмы Analog Devices. Все эти ключевые отличия были описаны в статье [1]. Цифровые изоляторы Si84xx фирмы Silicon Labs — достаточно простое в применении решение для реализации гальванической развязки. Но эта «простота» может «усыпить» бдительность разработчика, который забывает о некоторых базовых положениях, невыполнение которых выльется в неожиданные результаты работы проектируемого изделия.

Алексей КУРИЛИН
ak@efo.ru

Применение цифровых изоляторов

Цифровой изолятор Silicon Labs имеет простую в описании и реализации структуру (рис. 1). Функционирование каждого канала у изоляторов Si84xx аналогично работе оптрона, где вместо модулированного светового потока осуществляется дифференциальная передача микромощного радиосигнала, а изолирующий слой лишен недостатков, присущих оптрону [1].

Схема включения цифрового изолятора включает в себя два источника питания, один из которых находится на стороне передатчика, а другой — на стороне приемника. Идеальный случай включения питания системы, когда напряжение питания на обеих сторонах нарастает одинаково, и вся система выходит на рабочий режим, в то время как переходные про-

цессы на обеих сторонах уже завершились. В реальной жизни включение питания происходит не синхронно, да и в процессе работы сбои по питанию также не синхронизированы. В большинстве систем, где организуется гальваническое разделение с помощью цифровых изоляторов, такое расхождение можно не учитывать, так как сама система имеет схемы защиты, контроля и коррекции ошибок. Но в системах, где несоответствие состояний входного и выходного сигналов может привести, например, к возникновению сквозных токов в силовой цепи, или где неправильная передача управляющего сигнала может ввести систему в «тупиковое» состояние, должны учитываться все возможные состояния шин питания на обеих сторонах.

На рис. 2 представлена временная диаграмма, где рассмотрены возможные состоя-

ния линий питания на входной и выходной стороне цифрового изолятора и показано их влияние на выходной сигнал.

В сегменте 5А на рис. 2 обе стороны запитаны, поэтому значение выходного сигнала полностью соответствует входному сигналу, за исключением случаев, когда вывод Enable находится в неактивном состоянии (низком уровне). При низком уровне на выводе Enable приемник игнорирует входной сигнал и переводит линию на выходе в высокоимпедансное состояние.

В сегменте 5В сторона передатчика (входная сторона) находится без питания, и она не может транслировать на приемную сторону сигналы на входе, в связи с чем выходной сигнал уже содержит уровни, реально не связанные с входным сигналом. Здесь выводится сигнал, соответствующий значению

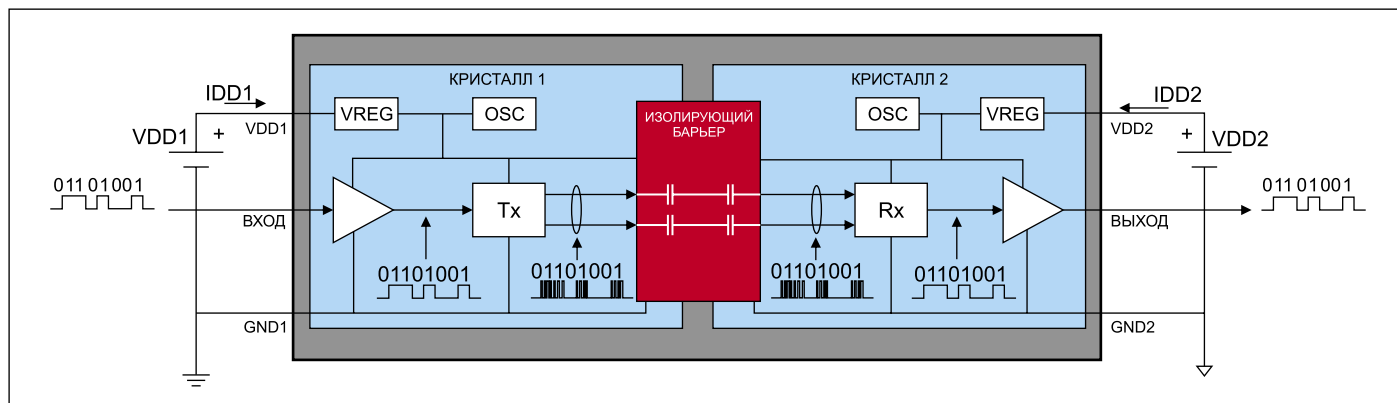


Рис. 1. Функциональная схема цифровых изоляторов Si84xx

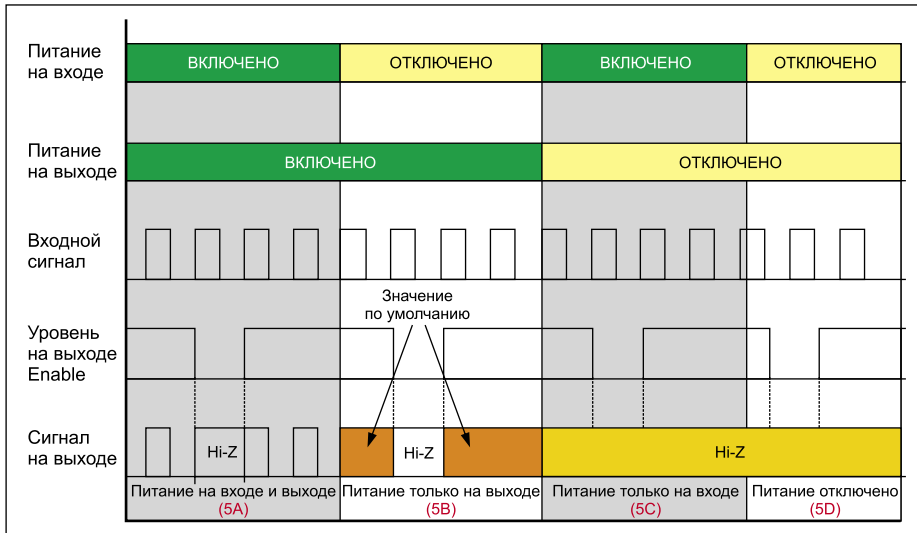


Рис. 2. Влияние уровней питания на выходной сигнал изолятора

по умолчанию для таких случаев: в микросхемах серий Si84xx это логическая единица, а в микросхемах серий Si86xx — в зависимости от выбранного артикула. Линия на выходе будет переведена в третье состояние, если вывод Enable с ее стороны будет переведен в низкий уровень.

В сегменте 5C и 5D выход изолятора всегда находится в третьем состоянии, так как отключено питание на принимающей стороне.

Для минимизации влияния переходных процессов по питанию при его включении и отключении предусмотрена схема отключения управляющей логики изолятора при уменьшении напряжения питания ниже заданного порога. Минимизация количества ложных сигналов, связанных с бросками питания при его включении, достигается за счет гистерезиса, где порог отключения логики при падении напряжения питания находится ниже порога включения управляющей логики при нарастании питающего напряжения. Это обеспечивает включение и выключение системы с минимальным количеством генерируемых ложных импульсов. Следует отметить, что состояние выходного сигнала начинает соответствовать входному сигналу с задержкой около 1 мкс после установления нужного значения питающего напряжения.

Упомянутый вывод Enable, который разрешает и запрещает выходной сигнал, имеет встроенную подтяжку к питанию, которая в том случае, если вывод на плате не имеет подключения, будет определять состояние этого вывода. Но когда предполагается применение изделия в условиях мощных электромагнитных помех и помех по питанию, жесткое задание состояния вывода Enable является обязательным.

При рассмотрении возможных состояний питания также необходимо учесть тот факт, что если на стороне, не имеющей питания, присутствует сигнал на входе, соответствующий уровню логической единицы, то че-

рез внутренний диод, защищающий входы от электростатических разрядов, сигнал может обеспечить питание управляющей логики и привести в этот момент к ее включению. Очевидно, что это произойдет при условии, если сигнал со значением логической единицы сможет обеспечить необходимый ток. Используя эту особенность в полезных целях, необходимо помнить, что производитель не рекомендует такого способа обеспечения питания микросхемы и не гарантирует соблюдение всех ее заявленных параметров.

При проектировании питания цифровых изоляторов, особенно когда на принимающую сторону осуществляется передача мощности с передающей стороны, необходимо четкое понимание значения энергопотребления всех составляющих системы. Энергопотребление цифровых изоляторов можно вычислить, исходя из входных параметров, с помощью утилиты, которая находится на сайте производителя [2].

При проектировании питания на печатной плате производитель рекомендует предусмотреть фильтрацию по питанию, которая включает в себя конденсатор емкостью 100 нФ, а так как цифровые изоляторы, как правило, подразумевают использование в условиях высокого уровня помех, то и дополнительный конденсатор емкостью 1 мкФ.

Для большей эффективности работы конденсаторы должны иметь минимальную индуктивность, то есть нужно выбирать конденсаторы с изоляторами типов X5R или X7R. Сами конденсаторы необходимо располагать как можно ближе к выводам питания микросхемы, чтобы свести к минимуму паразитную индуктивность в этой цепи. Наличие емкости номиналом 1 мкФ, как правило, гарантирует также выполнение требования цифровых изоляторов Si84xx к скорости нарастания напряжения их питания, при условии, что оно превышает 4,5 В. Скорость нарастания напряжения в таких случаях не должна превышать 0,5 В/мкс (то есть напряжение должно выходить на уровень >4,5 В не менее чем за 9 мкс).

Более универсальным решением для условий крайне высоких уровней помех по питанию и сигнальным цепям будет служить схема, в которой на линиях питания последовательно включены резисторы номиналом от 50 до 100 Ом, а на сигнальных линиях — резисторы номиналом от 50 до 300 Ом (рис. 3). Это решение требует большего числа компонентов, но оно обеспечит защиту цифрового изолятора от выхода из строя при возникновении помех на линиях питания и на сигнальных линиях, превышающих допустимые уровни.

Если говорить о компонентах, связанных с входными линиями цифрового изолятора, то желательно рассмотреть вариант выхода их из строя. Если при этом произойдет обрыв и уровень входного сигнала не будет задан внешними цепями, то могут возникать случайные переключения логического уровня сигнала на этой линии, возникающие под воздействием наведенной электромагнитной помехи. Такой вариант развития событий нужно учитывать, поэтому в критичной ситуации требуется принудительно задать уровень сигнала с помощью внешнего резистора.

При разработке печатной платы необходимо помнить, что две разные «земли» и сигнальные линии на обеих сторонах должны быть разнесены друг от друга таким образом, чтобы исключить возможность пробоя воздушного слоя между разделяемыми сторонами, а также пробоя по поверхности печатной платы. Микросхемы цифровых изоляторов

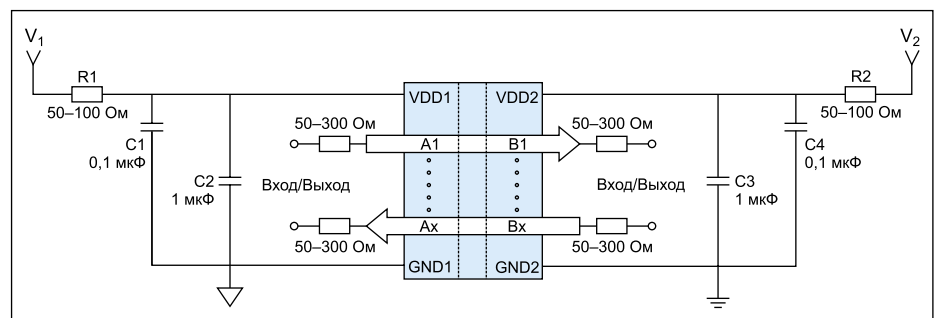


Рис. 3. Схема включения цифрового изолятора для применения в условиях высокого уровня помех

Si84xx отвечают требованиям стандартов безопасности UL1577, IEC60747 и CSA 5A и имеют расстояние между выводами, достаточное для защиты от пробоя воздушного слоя между выводами на заявленных напряжениях, а корпус исключает возможность возникновения пробоя по поверхности микросхемы. Требуемое расстояние между проводниками на печатной плате определяется изоляционными свойствами применяемого материала печатной платы. Для упрощения расчетов при использовании текстолита FR4 можно использовать размеры зазоров, которые реализованы в примерах дизайнов самого производителя — 3,2 мм для 2,5 кВ и 6,4 мм для 5 кВ. Такие и большие размеры зазоров обеспечат отсутствие пробоя по поверхности текстолита для заявленных значений изолируемого напряжения.

При осуществлении согласования линий передачи данных за основу необходимо брать волновое сопротивление выходов изолятора, равное $85 \text{ Ом} \pm 40\%$. Этот номинал включает в себя значение сопротивления согласующего резистора на кристалле и сопротивление выходного драйвера.

Заключение

Надежные в работе цифровые изоляторы Si84xx фирмы Silicon Labs позволяют разработчикам не рассматривать многие описанные здесь особенности применения подобных микросхем. Но когда надежность и стабильность работы системы выходит на первый план, необходимо учесть все приведенные в статье меры по повышению стабильности работы изделия с изоляторами

Si84xx. Это относится к тем случаям, когда изделие подвержено помехам, поступающим по сигнальным цепям и цепям питания, а меры по минимизации их влияния понятны и могут быть легко реализованы. ■

Литература

1. Курилин А. И. Цифровые изоляторы Si84xx фирмы Silicon Labs // Компоненты и технологии. 2011. № 5.
2. Калькулятор энергопотребления Si84xx — www.silabs.com/support/Pages/isolator-power-calculator.aspx
3. AN553: Decoupling recommendations for Si84XX digital isolators — www.silabs.com
4. AN634: Power supply considerations for Silicon Labs CMOS isolation products — www.silabs.com