



ПРОБЛЕМЫ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ. СОЕДИНИТЕЛИ СТАНДАРТА VPX

Иван Завалин, elmeh@ptelectronics.ru

В статье описываются основные характеристики соединителей стандарта VPX, приводятся результаты испытаний соединителей серии KVPX компании Smiths Interconnect.

ТРЕБОВАНИЯ К ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ПЕРЕДАЧЕ ДАННЫХ

Стандарт VPX пришел на смену устаревшему стандарту VME, который использовался с конца 1980-х годов. Его появление связано с тем, что VPX — это не только более совершенная технология высокоскоростной передачи данных, но прежде всего технология замены и/или модернизации оборудования. Благодаря VPX теперь имеется возможность заменить любой из модулей в полевых условиях без привлечения высококвалифицированного персонала.

Современные развивающиеся проекты можно разделить на две категории:

- 1) проекты, основанные на событийно-ориентированной архитектуре¹;
- 2) проекты на основе программирования, управляемого данными².

Приложение, управляемое событиями, используется, например, для управления двигателями и исполнительными механизмами, пусковыми установками. Это в целом приложения

в виде тех или иных систем управления, которые не требуют высокой скорости реакции или повышенной вычислительной мощности. В приложениях, управляемых событиями, будут и далее использоваться существующие архитектуры с более низкой стоимостью, такие как VME или PC1. Для приложений, управляемых данными, требуется высокая скорость и вычислительная мощность, что обеспечивается архитектурой VPX. Применения, ориентированные на управление от данных, включают в себя радиолокационные системы, системы сбора и хранения информации, многофункциональные цифровые системы.

С увеличением скоростей и мощностей одноплатных компьютеров и устройств ввода-вы-

¹ Событийно-ориентированная архитектура — архитектура, управляемая событиями (event-driven architecture, EDA), является шаблоном архитектуры программного обеспечения, позволяющим создание, определение, потребление и реакцию на события. Событие здесь можно определить как существенное изменение состояния.

² Программирование, управляемое данными (data-driven programming), — метод, при котором программный код, хотя и отделен от входных данных, но спроектирован таким образом, что логика программы определяется именно входными данными.

вода возникла необходимость улучшения передачи сигналов или данных для повышения производительности многих высоконадежных и ответственных систем. Сейчас при проектировании устройств пытаются превзойти порог скорости 1 Гбит/с, используя архитектуру VME64x. Это намного медленнее коммерческих и телекоммуникационных стандартов, имеющих скорости передачи выше 6,25 Гбит/с, и недостаточно быстро, чтобы предоставлять информацию в режиме реального времени. Данное ограничение архитектуры стандарта VME является основной движущей силой, определяющей необходимость перехода к стандарту VPX.

В настоящее время VPX становится стандартом для высокопроизводительных и высоконадежных систем, в которых используются высокоскоростные сети с последовательной передачей данных, такие как Serial RapidIO, PCI Express или Ethernet. Первые стандарты VPX имели скорость передачи данных 3,124 Гбит/с, но затем быстро перешли на 6,25 Гбит/с для поддержки Serial RapidIO Gen2 и PCIe 2.0. В последнее время системы с PCIe 3.0 и 10GBASE-KR стремятся к скорости 10 Гбит/с.

КЛЮЧЕВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Оптимальное сохранение целостности сигнала при передаче данных со скоростью более 6,25 Гбит/с является критическим фактором при сравнении соединителей стандарта VPX (рис. 1). Влияние этого фактора будет возрастать по мере

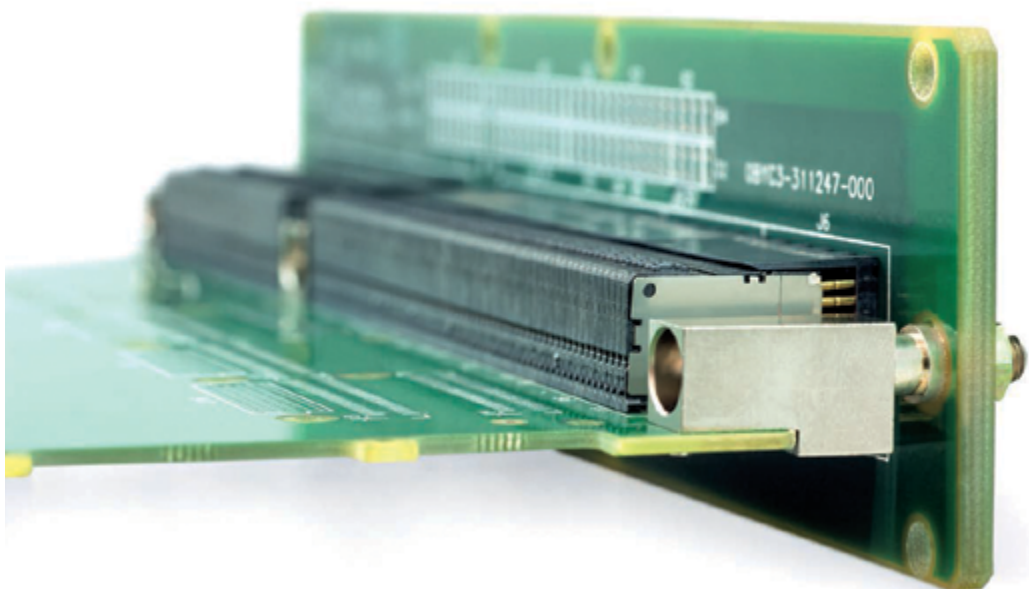
того, как развитие технологий продолжит сталкиваться с ограничениями из-за скорости передачи данных. При оценке целостности сигнала у соединителей ключевыми параметрами являются импеданс, возвратные потери (коэффициент отражения), вносимые потери (затухание) и перекрестные помехи при требуемых скоростях передачи данных. Эти показатели были измерены для соединителя серии KVPX компании Smiths Interconnect.

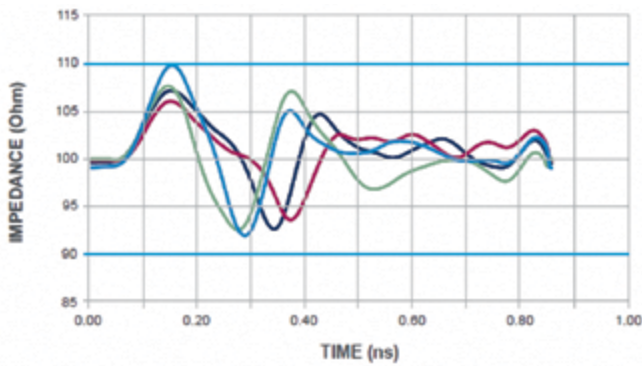
СОГЛАСОВАНИЕ ПО ИМПЕДАНСУ

Использование соединителей, согласованных по импедансу, является стандартной практикой в системах высокоскоростной передачи данных. Согласование по волновому сопротивлению в линии передачи требуется для того, чтобы минимизировать отражения сигнала, максимально точно передать его амплитуду и таким образом максимизировать мощность на принимающей стороне. В рассматриваемом случае для того, чтобы обеспечить целостность передаваемого сигнала, важно поддерживать дифференциальное сопротивление линии передачи как можно ближе к волновому сопротивлению 100 Ом. Это требование касается и соединителей, которые в случае их несоответствия данному требованию будут вносить неоднородность в тракт передачи, вызывая искажения сигнала в линии. На рис. 2 приведены результаты измерения волнового сопротивления дифференциальной пары для четырех пар контактов соединителя серии KVPX.



Рис. 1.
Соединитель стандарта VPX компании Smiths Interconnect





MEASURED IMPEDANCES FOR EACH CONNECTOR
50 ps Rise Time

	A	B	C	D
Z_{MIN}	92.7 Ω	93.6 Ω	92.6 Ω	92 Ω
Z_{MAX}	107.2 Ω	106.1 Ω	107.7 Ω	109.8 Ω

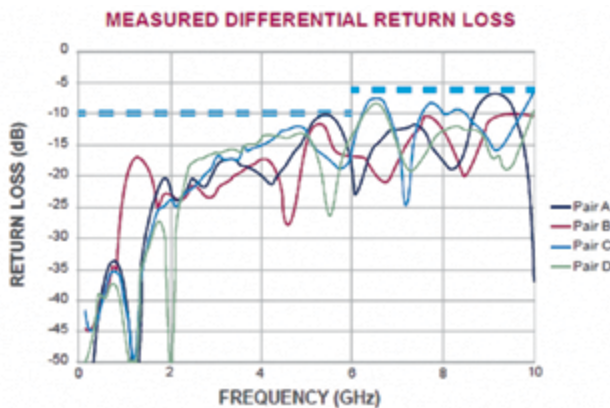


Рис. 2.
Импеданс соединителя серии KVPX

ВОЗВРАТНЫЕ ПОТЕРИ

Возвратные потери, или потери на отражение, — это параметр, определяющий уровень отраженного сигнала. Отражение возникает из-за несоответствия сопротивлений по ходу прохождения сигнала. Уровень потерь на отражение выражается в децибелах (дБ). Когда высокоскоростной сигнал проходит через всю линию передачи, некоторая часть энергии сигнала из-за неоднородности импеданса возвращается к его источнику. Наличие отраженного сигнала крайне нежелательно, так как он мешает прохождению первичного сигнала. Возвратные потери — это показатель качества согласования всех физиче-

Рис. 3.
График возвратных потерь соединителя KVPX



WORST CASE MEASURED RETURN LOSS UP TO GIVEN FREQUENCY

Frequency (GHz)	KVPX
1 GHz	-18.6 dB
3 GHz	-16.2 dB
6 GHz	-10.1 dB
10 GHz	-6.5 dB

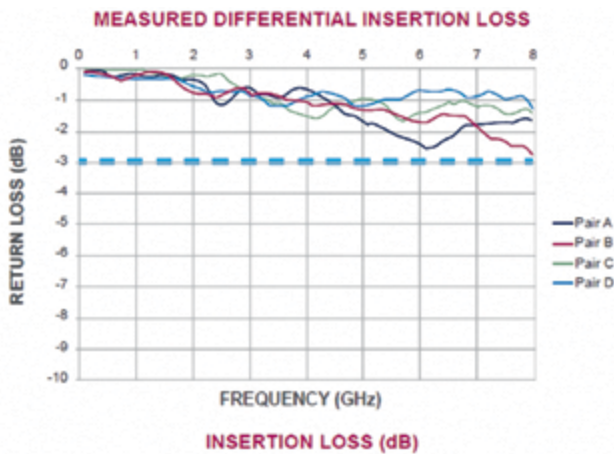
ских устройств в линии передачи данных. Необходимо, чтобы рассогласование было как можно ниже и в конечном счете не превышало уровень минус 10 дБ от амплитуды первой гармоники основной частоты передачи. На рис. 3 показаны результаты измерения уровней сигналов для четырех дифференциальных пар соединителя серии KVPX компании Smiths Interconnect.

ВНОСИМЫЕ ПОТЕРИ

Термин «вносимые потери» при измерении потерь сигнала в линии передачи заменил термин «затухание». Когда высокоскоростной сигнал проходит через всю линию передачи данных, на приемном конце линии оказывается только некоторая часть передаваемого сигнала. Причина кроется в наличии внутренних потерь из-за неоднородностей параметров линии передачи, а также потерь мощности, связанных с физическими свойствами материалов, из которых изготовлена линия. Таким образом, уровень мощности сигнала вдоль линии передачи затухает. Термин «вносимые потери» используется для характеристики относительного количества потерянной мощности в линии передачи. Чтобы максимизировать передаваемую мощность, желательно иметь как можно более низкий уровень вносимых линией потерь. Для достижения приемлемого уровня вносимых потерь, не превышающего -3 дБ, нужен соединитель, соответствующий частотным требованиям к линии передачи данных. Уровень -3 дБ выбран для удобства как точка отсчета, соответствующая половине входной мощности. График измеренных для четырех дифференциальных пар контактов соединителя величин вносимых потерь в зависимости от частоты передаваемого сигнала изображен на рис. 4.

ПЕРЕКРЕСТНЫЕ ПОМЕХИ

Перекрестные наводки, или перекрестные помехи, — искажение сигнала, создаваемое помехами от линии передачи, расположенной в непосредственной близости от источника сигнала. Выделяют два типа показателей для оценки уровня перекрестных помех — это перекрестная наводка на ближнем конце NEXT (near-end crosstalk) и перекрестная наводка на дальнем конце FEXT (far-end crosstalk). Цель разработчика — свести к минимуму оба типа перекрестной помехи. В соединителе серии KVPX компании Smiths Interconnect, благодаря оптимизированной конструкции и наличию заземляющего экрана между наборами контактов, минимизируется взаимодействие между дифференциальными парами, по которым передаются сигналы,



Frequency	A	B	C	D
3 GHz	-0.64 dB	-0.76 dB	-0.83 dB	-0.84 dB
6 GHz	-2.44 dB	-1.71 dB	-1.41 dB	-0.72 dB



Рис. 4.

График вносимых потерь соединителя серии KVPX

Таблица. Параметры глазковой диаграммы

Высота глазка	130,3 мВ
Ширина глазка	45,03 пс
Фазовое дрожание сигнала	9,9661 пс
Скорость передачи данных	16 Гбит/с

Рис. 5.

Глазковая диаграмма с перекрестными наводками для соединителя KVPX

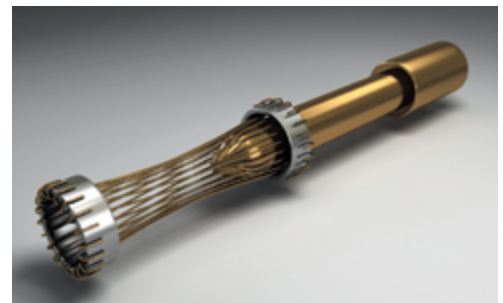
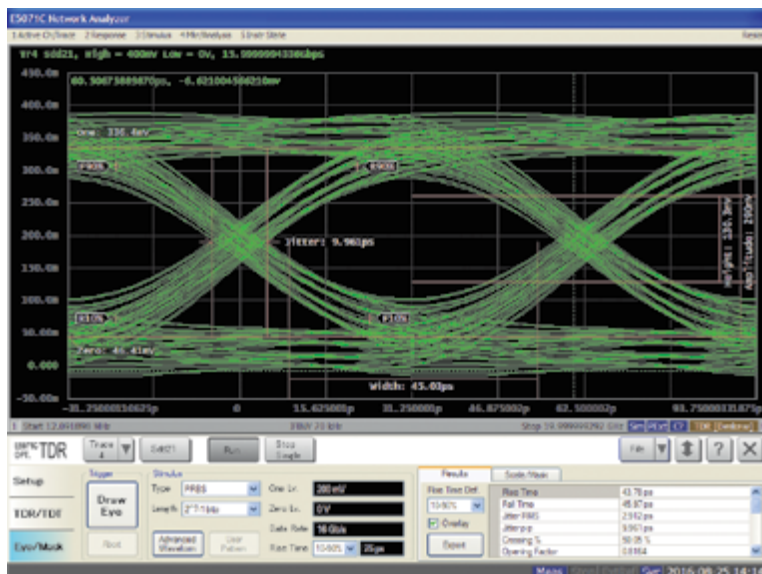


Рис. 6. Гиперboloидный контакт

что обеспечивает минимальные значения NEXT и FEXT. На рис. 5 и в таблице отображена глазковая диаграмма передачи сигнала со скоростью 16 Гбит/с с учетом перекрестных помех.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основываясь на результатах представленных измерений, можно с уверенностью судить о качестве соединителей серии KVPX при высокой скорости передачи данных. Частота, на которой вносимые потери соединителя достигают -3 дБ, принимается в качестве порогового значения. Эта частота соотносится с частотой первой гармоники на максимальной скорости передачи данных, и чтобы вычислить значение скорости, она умножается на два. Основываясь на этом методе, установили, что соединитель KVPX компании Smiths Interconnect, вносимые потери которого находятся ниже уровня -3 дБ на частоте 8 ГГц, способен передавать сигналы со скоростью выше 10 Гбит/с. При этом механическая прочность и долговечность гиперboloидного контакта Hupertac (рис. 6) позволяют применять соединители KVPX в устройствах, где качество сигнала и соединителя критичны и играют важную роль.

