

Разработка плат-носителей для COM-модулей

Создание с нуля конкретных решений на основе встраиваемых компьютеров — задача непростая. Упростить ее и свести к разработке только платы-носителя позволяют модули класса COM. Это справедливо практически для любого приложения, вплоть до создания портативного оборудования. Но и здесь разработчик может столкнуться с множеством подводных камней, и по-прежнему приходится соблюдать целый ряд правил, чтобы избежать неприятных неожиданностей. Помочь разработчикам при создании кастомизированных решений на основе специализированных плат-носителей, сократить время выхода конечных систем на рынок способны практическое руководство по разработке плат-носителей и развивающееся COM-сообщество.

Мартин Унвердорбен (Martin Unverdorben), Kontron

Компьютерные технологии эволюционируют очень быстро. И новые разработки должны появляться на рынке столь же быстро. В связи с этим для создателей встроенных систем весьма важна максимальная экономия времени при проведении каждого проекта. Наиболее быстро и «легко» системы собираются с помощью только «коммерческих» (commercial off-the-shelf, COTS) компонентов (стандартные платы и стандартные платы расширения), созданных на основе проверенных и надежных стандартов.

Однако подобный подход не применим к встраиваемым системам,

которые зачастую должны поддерживать весьма специализированный набор возможностей и не выходить за пределы определенных габаритов. Разработка же полностью кастомизированного оборудования требует значительных временных и денежных затрат, которые могут окупиться лишь при самом массовом производстве. Компьютер на модуле (Computer-on-Modules, COM) — вот необходимое решение, в котором простота и оптимальная цена компонентов COTS сочетается с гибкостью и специализацией заказной разработки.

От COM к COM Express

Если при создании встраиваемой системы используется технология COM, на долю разработчиков выпадает лишь создание интерфейсов и подсистемы коммутации на плате-носителе. И больше времени остается на разработку собственно приложения. Однако проектирование платы-носителя провести придется, ведь именно она служит «каналом» для обмена данными между модулем COM и всеми внешними и внутренними устройствами, которые планируется подключить к плате-носителю. С июня 2009 года в стандарте COM Express предусмотрено руководство по разработке платы-носителя, которое опубликовано ассоциацией PICMG (http://www.picmg.org/pdf/PICMG_COMDG_100.pdf).

Руководство PICMG Carrier Design Guide 1.0 содержит развернутую и подробную информацию для разработчиков специализированных плат-носителей для модулей COM Express. В сочетании с последней спецификацией COM Express и документацией вендоров на модули это руководство существенно облегчает разработку и гарантирует обеспечение взаимозаменяемости модулей COM от разных поставщиков, устанавливаемых в разрабатываемой системе.

При упоминании о взаимозаменяемости подразумевается также взаимозаменяемость между модулями разных формфакторов. Руководство полезно для интеграции в систему не только модулей формфакторов Basic (125 x

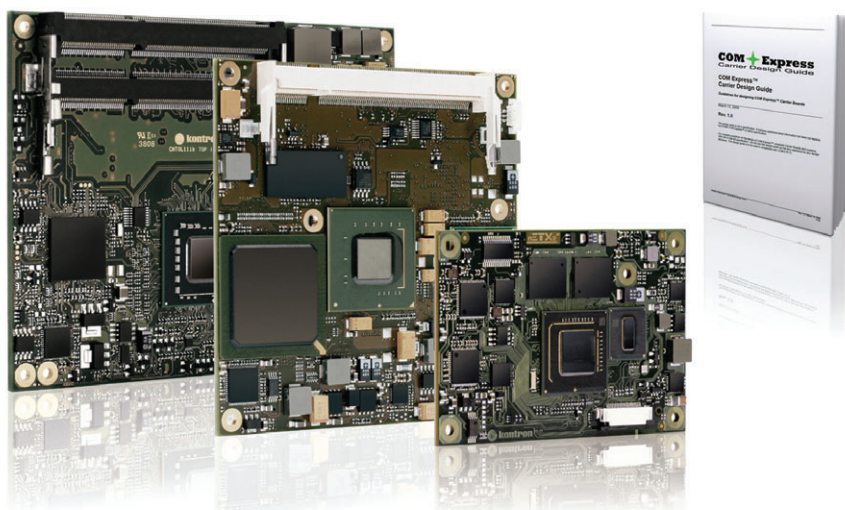


Рис. 1. От формфактора Basic до Ultra: Технология COM Express предоставляет в распоряжение разработчиков широчайший спектр возможностей модулей, как с точки зрения их компьютерных характеристик, так и габаритов

95 мм) и Extended (155 мм x 110 мм), но появившихся недавно модулей с габаритами 95 x 95 мм Compact (microETXexpress) и 84 x 55 мм Ultra (nanoETXexpress). Формфакторы Compact и Ultra «закрывают» потребности разработок так называемых «ультрамобильных» устройств, относящихся к носимому оборудованию. Таким образом, стандарт COM Express обладает, пожалуй, самыми широкими возможностями в плане удовлетворения потребностей разработчиков самых различных приложений. Однако помимо возможности выбора из широкого спектра размерных характеристик у разработчиков есть и другие критерии при выборе платформы. В связи с этим давайте более подробно ознакомимся с рекомендациями руководства.

Детализация

Руководство COM Express Carrier Design Guide включает ряд схематических иллюстраций, описывающих принципы подключения и схемотехнику внешних подсистем коммутации, а также описания «идеальных» реализаций решений для всех интерфейсов, заводимых через разъемы COM Express. Описание разъема и требований к нему – важный пункт стандарта. Возможности разъема должны обеспечивать не только текущие потребности разработчиков, но и те, которые могут возникнуть в будущем.

Так что же в стандарте COM Express оговаривается жестко? Модуль стандарта COM Express подключается к плате-носителю через один или два разъема с 220 выводами. На сегодняшний день назначение выводов описывается пятью различными спецификациями (от Type 1 до Type 5). Важнейшая особенность и достоинство стандарта COM Express – постоянный состав интерфейсов, реализуемых в конструкции первого физического разъема для подключения к плате-носителю. Этот состав определяется спецификацией Type 1.

Разъем Type 1 поддерживает интерфейсы GbEthernet, LPC, Serial ATA, USB 2.0, VGA, LVDS, опциональный TV-интерфейс, интерфейс управления питанием, линии GPIO и некоторые другие каналы ввода/вывода.

В разъеме Type 2 реализуются возможности, расширенные по сравнению с Type 1. Его выводы позволяют подключаться по интерфейсам PCI Express Graphics (1x16), IDE, PCI, а также использовать сигнальные линии, на основе которых реализуется технология идентификации типа модуля.

В разъемах Types 3-5 реализуются разные вариации назначения выводов

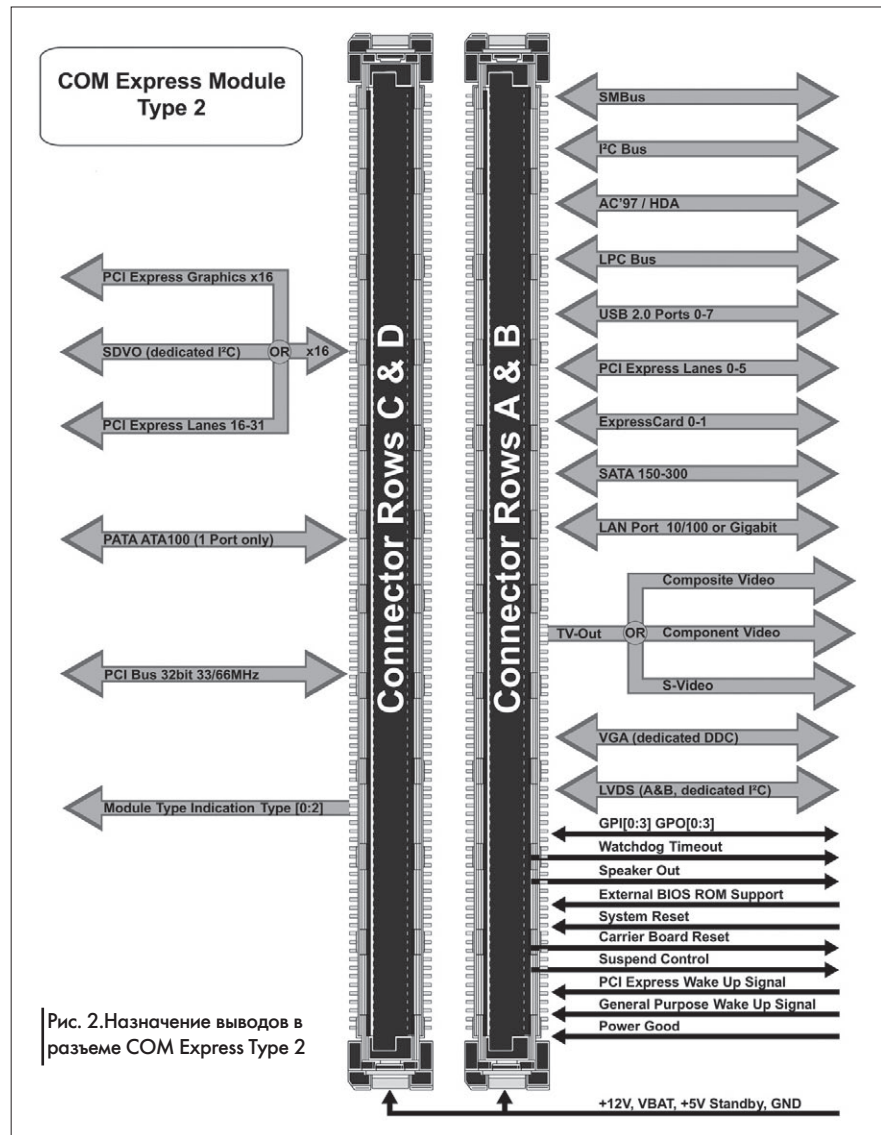


Рис. 2. Назначение выводов в разъеме COM Express Type 2

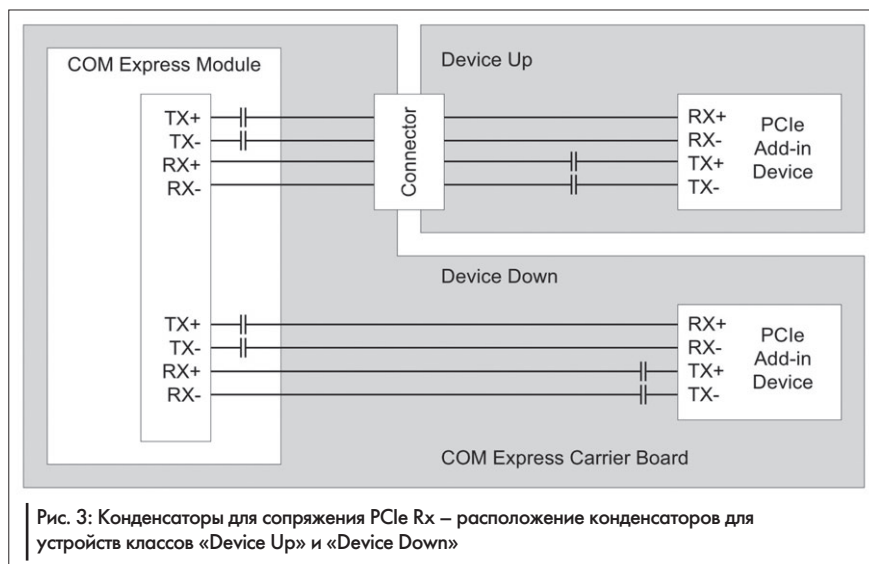
во втором физическом разъеме. Но по данным маркетинговой компании VDC (Volume 3 отчета VDC Merchant Computer Board for Retail-Time and Embedded Applications, MCBREA), модули стандарта COM Express с разъемами типов Type 1 и Type 2 составляют 93 % от количества

модулей стандарта COM Express, появившихся на рынке в 2010 году. Набор стандартных интерфейсов, реализованных в этих разъемах, включает PCI, PCIe, PEG, SDVO, LVDS, Serial ATA (SATA), USB, Gigabit Ethernet, AC97 и GPIO. Поэтому спецификации COM Express Type 1 и

▼ Раскрывая псевдонимы

Первые модули стандарта COM Express были разработаны в 2003 году компаниями Kontron и Intel под брендом ETXexpress. После того, как эта спецификация была принята ассоциацией PICMG в качестве стандарта в 2005 году, имя бренда сменилось на COM Express, что знаменовало превращение спецификации в стандарт, не зависящий от вендора. В 2005 году компания Kontron вывела на рынок формфактор microETXexpress (в терминах

ассоциации PICMG – формфактор Compact) в качестве более компактного решения. Модули стандарта microETXexpress используют разъем Type 2, определенный в спецификации COM Express COM.0. В 2008 году тенденция к миниатюризации формфактора была продолжена введением спецификации nanoETXexpress (по терминологии PICMG – Ultra), использующей в качестве разъема спецификацию COM Express Type 1.



Типе 2 позволяют удовлетворить потребности большинства приложений с точек зрения длительности присутствия этих технологий на рынке, возможности использовать эти технологиями благодаря наличию аппаратной и программной поддержки, возможности дублирования одной и той же функциональности на базе разных интерфейсов.

В качестве основного правила разработчика для тех специалистов, которые хотят «чувствовать себя защищенными», можно назвать рекомендацию придерживаться «наименьшего общего знаменателя». В данном случае это означает, что они должны отдавать предпочтение использованию в проектах модулей COM Express с разъемами типов Type 1 и Type 2, если хотят получить действительно многовендорную поддержку. В то же время применение модулей на основе проприетарных стандартов или их проприетарных «вариантов», пусть даже и предлагаемых сегодня на рынке, может привести к тому, что в длительной перспективе их использование станет невозможным из-за «ухода» таких модулей с рынка по разным причинам.

Защита инвестиций — прежде всего

Итак, теперь понятно, что стандарт COM Express дает весьма большую свободу выбора в части габаритов модуля, а также позволяет опереться на наиболее востребованные рынком интерфейсы. Если набор интерфейсов, реализуемых на модуле, подходит разработчику, необходимо убедиться также, что сам разъем подходит для конкретного приложения. Обладает ли он достаточной надежностью при работе в условиях эксплуатации, характерных для данного приложения? Есть ли у него резерв в части обеспечения большего быстродействия?

Главное отличие спецификации COM Express по сравнению с предыдущими

стандартами модулей COM — конструкция системы подключения модуля к плате-носителю. Вместо разъема, размещенного на торце модуля (card-edge connection), на модулях COM Express используется низкопрофильный разъем с высокой плотностью выводов, размещаемый на «рабочей поверхности» платы модуля. Низкое затухание в разъеме позволяет при необходимости удлинять проводящие дорожки на плате-носителе, что в свою очередь обеспечивает большую свободу маневра при разводке платы. Помимо сказанного, разъемы, используемые в модулях COM Express, характеризуются высокой стойкостью к ударным и вибрационным нагрузкам, весьма устойчивы к воздействию электромагнитных помех.

Анализ достоинств разъема дает в руки еще один аргумент в пользу утверждения о том, что использование технологии COM Express является «инструментом» защиты инвестиций в разработку, особенно если иметь в виду использование перспективных интерфейсных технологий, таких как PCIe Gen 2 и USB 3.0.

Эти три фактора — свобода маневра в выборе габаритов, достоинства физических характеристик разъема и реализованных в нем интерфейсов — влекут за собой большую свободу в выборе процессора и чипсета, что опять таки важно с точки зрения надежности выбранной для реализации заказного решения технологии COTS. Что же касается конкретики, то вендорами модулей стандарта COM Express поддерживаются практически все клоны процессоров на основе архитектуры x86, от «бюджетных» Intel Celeron и AMD Sempron, до процессоров Intel Pentium M с низким энергопотреблением и высокопроизводительных многоядерных процессоров Intel. А появившиеся в 2008 году модули на основе процессоров Intel

Atom сделали возможным перевод на архитектуру x86 тех приложений, которые предъявляют особо жесткие требования к компактности габаритов и эффективности использования энергии при ее малом потреблении.

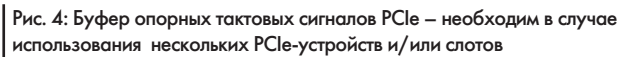
Модули стандарта COM Express представлены в вариантах на основе, пожалуй, самой широкой номенклатуры процессоров с архитектурой x86. А это значит, что разработчики встроенных систем на основе COM-модулей стандарта COM Express имеют большую свободу маневра по части выбора возможностей процессора. Но это еще не все. Весьма гибкая спецификация COM Express позволяет поместить каждый интерфейс в нужное место. К тому же интегрированы в систему могут быть лишь те интерфейсы, которые необходимы. Интерфейсы могут размещаться либо на плате-носителе, либо реализовываться на основе модулей расширения, подключаемых к внутренним интерфейсам.

После того, как выбраны процессор, габариты модуля, набор функциональных возможностей, в которых «заинтересовано» приложение, можно заняться определением необходимых габаритов платы-носителя, местоположения каждого из интерфейсов и начать разработку платы-носителя. Но в отличие от подобных задач, возникающих в проектах на модулях COM любого другого стандарта, когда разработчик платы-носителя остается один на один со своими проблемами, при использовании технологии COM Express руководство COM Express Carrier Design Guide ведет его шаг за шагом «по» процессу проектирования. Это главное достоинство технологии, так как при большом выборе возможных габаритов модулей COM и системных интерфейсных наборов, разработка встраиваемой платы, которой может быть уготована долгая жизнь на рынке, и в конструкции которой могут взаимозаменяемо использоваться модули COM от разных вендоров, оказывается зачастую непростой задачей. А ведь именно такой продукт является гарантией долгосрочной защиты инвестиций.

Руководство разработчика — «путеводная звезда» в процессе проектирования

Руководство COM Express Carrier Design Guide аккумулировало в себе опыт сотен разработчиков плат на основе модулей стандарта COM Express. Содержимое руководства включает обобщение принципов разработки компьютерных плат и внешних интерфейсов в соответствии с рекомендациями стандарта PICMG COM.0, а также логики, необходимой для работы со всеми стандартными

На рис. 2 представлена блок-схема назначения выводов в разъеме Type 2 и изображены разъемы A-B и C-D модуля COM Express. Назначение выводов для рядов A и B коннектора остается неизменным независимо от типа модуля, а вот назначение выводов ряда C и ряда D коннектора зависит от типа модуля.



Спецификация COM Express позволяет «целевые» PCIe-устройства подключать в режимах «Device Down» (через плату-носитель) или «Device Up» (через модуль, устанавливаемый в слот расширения: mini-PCIe, ExpressCard, AMC и т.д.). Есть ряд различий в реализации подключения устройств в режимах «Device Down» и «Device Up», которые касаются, в частности, размещения конденсаторов сопряжения и допустимой длины трасс межсоединений.

Если используется только одно «целевое» PCIe-устройство, то от буфе-

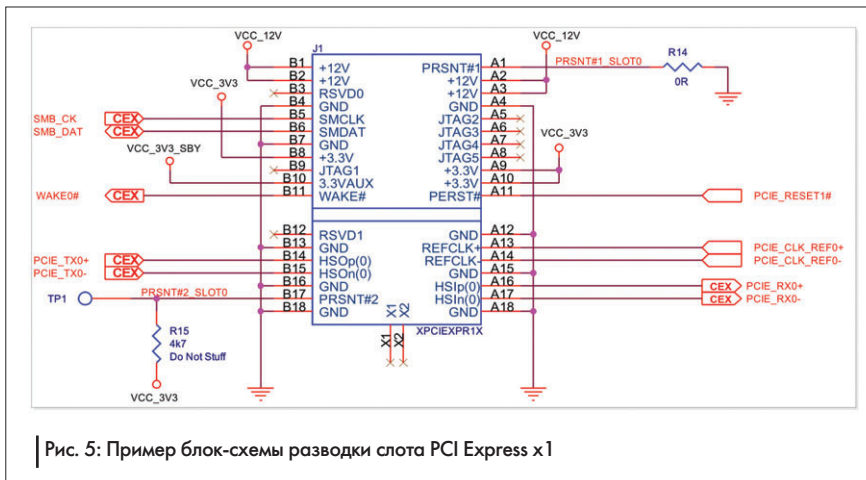


Рис. 5: Пример блок-схемы разводки слота PCI Express x1

ра тактовых сигналов можно отказаться. Управление сигналами REFCLK в этом случае осуществляется непосредственно модулем COM Express. Управление слотовым сигналом PWRGD (вывод A11) осуществляется буферизированной копией сигнала PCI_RESET# стандарта COM Express. Используется также буферизированная копия сигнала CB_RESET#. Небуферизированные сигналы PCI_RESET# или CB_RESET# можно использовать, если к плате-носителю подключается лишь одно или два «целевых» устройства.

Слотовые сигналы PRSNT1# и PRSNT2# являются составной частью механизма, предназначенного для реализации технологии «горячей» замены модулей PCIe. Этот механизм включен в «электромеханическую» спецификацию PCI Express Card Electromechanical Specification. Однако большинство систем не включает схемотехнику, подде-

рживающую в полном объеме технологию «горячей» замены.

Сигналы на линии SMB_CK и SMB_DAT поступают, соответственно, с контактов B13 и B14 модуля COM Express. Данные, передаваемые по шине SMBUS, используются в технологии управления модулями расширения. Программное обеспечение поддержки технологии SMBUS позволяет непосредственно перед событием Suspend сохранить состояние устройства, подключаемого через модуль расширения, подготовить и передать сообщение об ошибках, принять параметры управления, возратить сообщение с информацией о статусе и о модуле расширения (например, его номер). Поддержка модулем расширения технологии, реализуемой на основе сигналов SMBUS, опциональна.

Сигнал WAKE0# подается модулем расширения для того, чтобы подать сигнал «пробуждения» модуля на контакт B66. Это сигнал с открытым стоком. Поступая на вход модуля, он подтягивает его. Другой сигнал WAKE0# может подтянуть эту линию вниз, это линия общего доступа. Слотовые JTAG-выводы A5-A8 не используются.

Создание руководства – лишь первый шаг

Выше приведено лишь несколько примеров из того огромного объема информации, которая содержится в руководстве разработчика. Однако во сто крат более ценной, чем информация, содержащаяся в руководстве, является экосистема, выросшая вокруг стандарта.

В мире COM Express есть еще множество источников знаний. Со времен публикации стандарта в 2006 году вокруг него возникло большое сообщество. Этот ресурс гарантирует долговременность технической поддержки и предоставляет множество каналов, по которым разработчики могут получить такую поддержку. Например, производители встраиваемого компьютерного

оборудования, каковым является, в частности, Kontron, не только предлагают консультирование при проведении проектных работ и услуги по оптимизации концепт-проекта, но также и специализированные тренинги во всех смежных областях. В дополнение к этому использовать преимущества от применения «строительных блоков» технологии COM Express компаниям, не имеющим собственной команды разработчиков, позволяет услуга пакета Kontron Boards&More. Она включает возможность аутсорсингового проведения полной разработки платы-носителя для заказного проекта.

Стандарт мирового класса с поддержкой мирового уровня

Используя модули Computer-on-Modules стандарта COM Express, разработчики могут не беспокоиться о проблемах реализации в своем проекте базовой компьютерной функциональности. Ведь такие модули являются стандартными изделиями класса COTS. Использование модулей COM Express позволяет разработчикам концентрировать свое внимание на том, что является зоной их непосредственной компетенции (это могут быть специализированные интерфейсы, прикладные технологии, программирование), и при этом у них появляется возможность создать специализированную компьютерную платформу в минимальные сроки.

С опубликованием PICMG спецификации COM Express и руководства разработчика плат-носителей в руки разработчикам передано ноу-хау, независимое от вендора, позволяющее им создать собственные решения для встроенных применений, которые могут быть не только кастомизированы до необходимого «уровня», но и «глобально» масштабироваться в «координатах» габаритов, производительности, возможностей подключения дополнительных устройств. А представившаяся с этих пор возможность эффективно использовать возросший опыт по части COM-решений позволяет разработчикам создавать для разных вертикальных рынков широкий спектр приложений, начиная с тех, которые основываются на многоядерных платформах, и кончая теми, которые принято называть носимыми (handheld) устройствами.

Ну а развитая экосистема дополнительных услуг и доступа к базам знаний превращает разработку специализированных плат-носителей с интерфейсами, отвечающими самым разнообразным запросам приложений, в задачу, которую с известной долей допущения можно назвать «легкой». **МА**

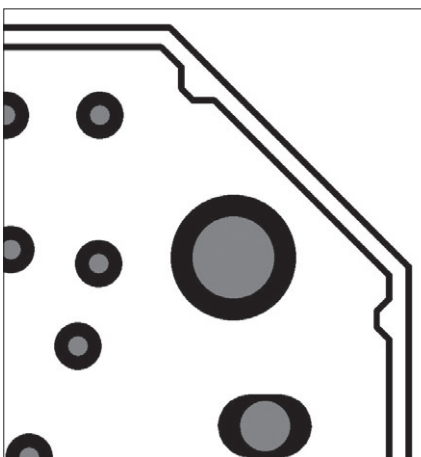


Рис. 6. Пример топологии разводки для подключения PCI Express. Параллельные проводники — это пример реализации дифференциальной линии интерфейса PCI Express, топология которой позволяет компенсировать искажения длины проводников и фазы сигналов. Фигурные изгибы позволяют сохранить постоянство длины для обоих проводников и не допустить рассогласования фаз.