

# Источники питания для нового поколения систем CompactPCI

Юрий Тимонин, Виктор Гарсия

За пятнадцать лет существования стандарт CompactPCI не только зарекомендовал себя как отличная платформа для построения встраиваемых компьютерных систем, но и сохранил актуальность, поскольку перешёл с параллельных шин на высокоскоростные последовательные. Однако вместе с пропускной способностью и вычислительной мощностью выросли и требования к электропитанию. Вопросам организации питания в системах на базе стандарта CompactPCI посвящена эта статья.

## История стандарта CompactPCI

Спецификация CompactPCI (PICMG 2.0), появившаяся в конце 1990-х годов, во многом опирается на свою предшественницу – PCI 2.1. Шина CompactPCI также является синхронной, мультиплексируемой и параллельной, однако предполагает использование конструктива Евромеханика. Стандарт PICMG 2.0 нашёл широкое применение в промышленной автоматике и телекоммуникациях, но с постепенным увеличением требований к пропускной способности и, как следствие, переходом на последовательные шины, получил развитие в виде спецификации CompactPCI PlusIO (PICMG 2.30). Она появилась в 2009 году и являлась промежуточным звеном в переходе к последовательным интерфейсам. Она сохраняет механическую совместимость с разъёмами базовой спецификации PICMG 2.0, но существенно увеличивает пропускную способность (4 канала Ethernet и 4 канала PCI Express) и дополнительно поддерживает интерфейсы SAS/SATA и USB. Стандарт CompactPCI Serial (PICMG CPCI-S.0) появился в 2011 году и ознаменовал полный переход к применению последовательных каналов передачи данных. Он поддерживает интерфейсы PCI Express, USB 2.0/3.0, Gigabit Ethernet и SAS/SATA и использует новый тип экранированных разъёмов, позволяющий поднять суммарную пропускную способность до 32 Гбит/с, что сравнимо со

стандартами AdvancedTCA и MicroTCA при существенно меньшей цене.

## Основные задачи блоков питания для систем CompactPCI

Для подачи требуемых напряжений постоянного тока на компоненты системы CompactPCI предназначены встраиваемые источники питания. В их задачи входит обеспечение безопасной гальванической развязки, необходимой для преобразования напряжения, а также сглаживания помех и колебаний. Всё в тех же целях безопасности устанавливается ограничитель выходного тока, который предотвращает разрушительное действие больших токов в случае короткого замыкания на плате. Важными техническими требованиями к источникам питания являются защита от перенапряжения, грозозащита и электромагнитная совместимость (ЭМС), касающиеся как защиты от импульсного воздействия, так и помехозащищённости. Приведённые требования регулируются законодательно и документально подтверждаются в Европе знаком CE и декларацией соответствия.

В системах CompactPCI, как правило, используются напряжения питания +5 и +3,3 В (для процессоров) и ±12 В (например, для жёстких дисков и вентиляторов). Особняком здесь стоит стандарт CompactPCI Serial, требующий всего одного напряжения питания +12 В с максимальной подводимой мощностью 79,8 Вт на каждый модуль 3U и

171 Вт на каждый модуль 6U соответственно. При этом все необходимые напряжения питания для каждой из плат расширения CompactPCI Serial обеспечиваются вторичным преобразователем питания, расположенным на самой плате. Поскольку энергопотребление современных высокопроизводительных процессорных плат только растёт, сохранение низких напряжений питания приводит к чрезмерным значениям тока и сильному нагреву проводников. В свою очередь организация разводки питания внутри объединительных плат делает нецелесообразным увеличение сечения проводника, оставляя единственным разумное решение – увеличение напряжения. Такой подход к организации питания, применённый в стандарте CompactPCI Serial, не является уникальным, а отражает общую тенденцию. Например, стандарт AdvancedTCA, позволяющий строить самые высокопроизводительные системы, работает с единым напряжением питания –48 В постоянного тока. Также важной особенностью технологии CompactPCI Serial является наличие у системного контроллера возможности управления питанием, например при наступлении определённого события (wake on LAN – включить систему по сигналу локальной сети, wake on modem – включить систему по сигналу от модема и т.п.). Это позволяет использовать функции, реализованные во всех современных процессорах и чипсетах, при построении системы.

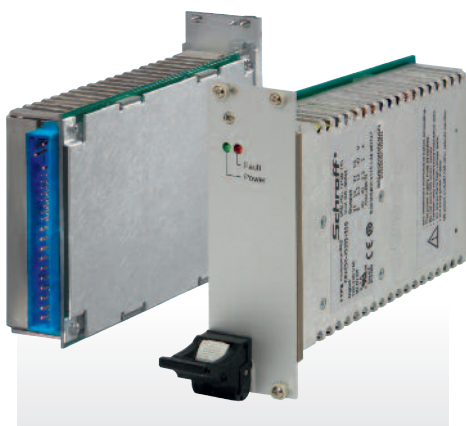


Рис. 1. Модуль питания CompactPCI в форм-факторе 19"

### Дополнительные требования к системе питания

Помимо этих общих требований, существует также необходимость соответствия блоков питания определённым динамическим характеристикам, в которых нуждаются используемые в системе процессоры. Если применяются процессоры Pentium M, не являющиеся высокопроизводительными, или же отличающиеся низким энергопотреблением процессоры серии Intel Atom, то и при пуске, и в процессе работы ток остаётся относительно стабильным и не подвержен сильным колебаниям. Современные многоядерные процессоры значительно более требовательны к системе электропитания. В момент пуска им необходимы повышенные токи питания, а во время работы могут возникать короткие повторяющиеся пики длительностью порядка 100 мкс и достигающие 18 А.

Процессоры, особенно встраиваемые, выпущенные до появления серии Intel Core, продолжают широко использоваться в таких приложениях, как управление процессами в промышленных системах. Современные многоядерные процессоры, в свою очередь, используются в основном в высокопроизводительных приложениях, оперирующих большими объёмами данных: это телекоммуникации, обработка потокового видео, системы синтеза речи, широкополосный доступ в Интернет и т.д. Кроме того, платы с многоядерными процессорами, как правило, поддерживают режим экономии электроэнергии, то есть часто процессор должен выходить из режима ожидания и начинать работать на полную мощ-

ность в течение очень короткого периода времени, что сопровождается резким увеличением тока питания. Это и является основной причиной скачков потребляемого тока во время работы.

### Виды источников питания для систем CompactPCI

Ранее системы CompactPCI для промышленных приложений, не требующих резервирования, оснащались стандартными блоками питания ATX. При необходимости использования резервированной системы питания обычно использовались модульные источники питания в 19" форм-факторе. С появлением возможности параллельной работы модулей питания в режиме резервирования ( $n + 1$ ) шина управления питанием стала обеспечивать равное разделение тока потребления между ними. Всё более широкое применение многоядерных процессоров и переход к единым повышенным напряжениям питания не позволяет блокам ATX оставаться эффективным решением: использование 19" модулей питания постепенно становится общепринятым стандартом.

Модули питания в 19" форм-факторе с возможностью «горячей замены», как правило, имеют номинальную мощность 250–350 Вт (рис. 1). Они легко интегрируются в систему, так как просто вставляются в соответствующий слот подобно любому другому вставному модулю (рис. 2) и не требуют какой-либо дополнительной коммутации. Разъёмно-блочный принцип компоновки является важной особенностью, позволяющей производить быструю замену модулей и обеспечивать высокий коэффициент готовности системы для нуждающихся в этом приложений (рис. 3). Кроме того, размещение модуля питания в корпусе для модулей является выгодным с точки зрения охлаждения системы. Система охлаждения, реализованная с помощью вентиляторов или вентиляторных модулей, разрабатывается специально с учётом конструктивных особенностей системы, поэтому никаких дополнительных мер не требуется: модули питания охлаждаются направленным потоком холодного воздуха (рис. 4). Так как размеры 19" модулей питания являются стандартизованными, для того чтобы модуль питания соответствовал стандарту, конструкторы часто вынуждены использовать компактные дорогостоящие компоненты.

Необходимо отметить, что модули питания CompactPCI Serial отличаются



Рис. 2. Компактная система CompactPCI с размещённым на направляющих модулем питания



Рис. 3. Пример 19" системы CompactPCI с резервированием

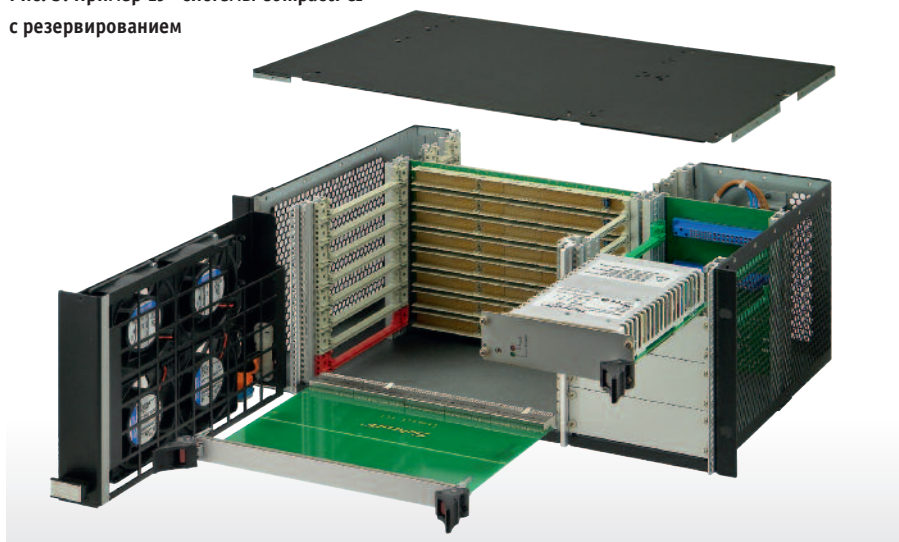


Рис. 4. Пример компоновки системы CompactPCI: блоки охлаждения и питания извлечены

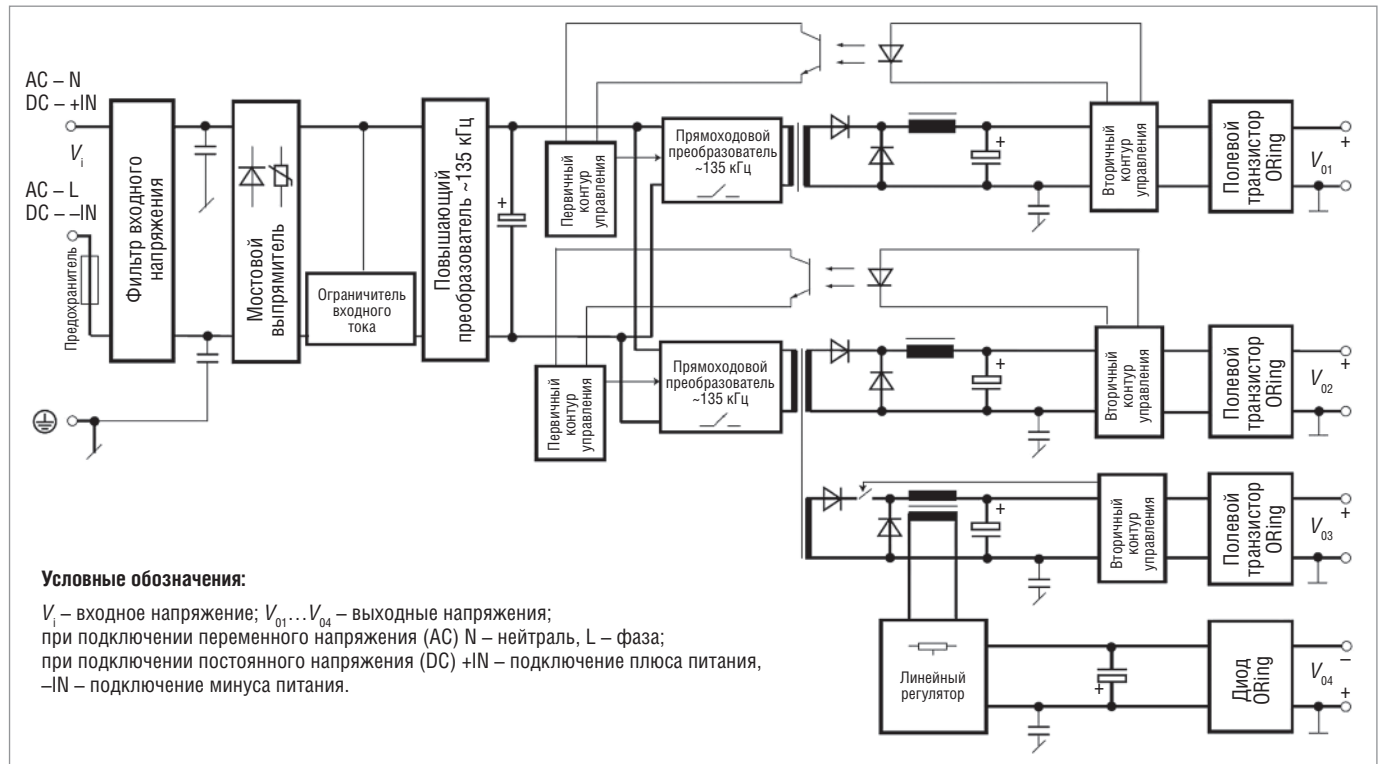


Рис. 5. Структурная схема 19" модуля питания

от стандартных модулей питания CompactPCI не только набором обеспечиваемых напряжений. Поскольку в стандарте CompactPCI Serial применяется шина I<sup>2</sup>C для контроля и мониторинга служебных параметров системы, модули питания также поддерживают этот интерфейс.

Напряжения, обеспечиваемые 19" модулями питания PICMG 2.0:

- +5 В – стандартное напряжение для большинства элементов;
- ±12 В – для приводных двигателей (HDD, CD-ROM, дискеты) и вентиляторов;
- +3,3 В – напряжение питания процессора.

Напряжения, обеспечиваемые 19" модулями питания PICMG CPCI-S.0:

- +12 В – основное напряжение питания системы, до 95% выходной мощности;
- +5 В – управляющее напряжение.

### ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЛОКОВ ПИТАНИЯ

Современные процессорные платы оснащаются функцией контроля напряжения. Если при очередной проверке напряжений хотя бы одно из них не соответствует установленным нормам, процессор получает команду сброса. Таким образом, при использовании старых блоков питания ATX возможны ситуации, когда процессор, работающий с вы-

сокопроизводительным приложением, будет периодически выполнять сброс, делая приложение неработоспособным.

В съёмных 19" модулях питания обычно установлены два отдельных преобразователя (рис. 5), работающих в паре (в модулях ATX используется только один). Поскольку весь объём работы делится между двумя преобразователями, они могут более эффективно компенсировать экстремальные нагрузки. Кроме того, в 19" модулях канал с выходным напряжением 12 В также контролируется (напряжение питания непрерывно проверяется на соответствие заданному диапазону). Благодаря этим конструктивным особенностям и применению в целом более дорогостоящих технологий даже внезапные изменения нагрузки не являются критической ситуацией для модульных 19" источников питания и процессоров, питаемых ими.

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

Если говорить о строгом соответствии спецификации CompactPCI, использование 19" модулей питания является единственным решением, так как эта спецификация предполагает резервирование, а все компоненты системы должны иметь возможность «горячей» замены. Девятнадцатидюймовые вставные модули питания удовлетворяют этим требованиям: они поддерживают резервирование и могут устанавливаться в шасси как спереди, так и сзади. В отличие от них блоки ATX не под-

держивают резервирование, менее надёжны и фиксированно соединяются проводами с системой. Ещё одно преимущество 19" модулей питания заключается в том, что даже установленные в систему два модуля, работающие вместе (с резервированием), занимают примерно на треть меньше места, чем один блок ATX. Всё это приводит к постепенному отказу от блоков питания ATX в пользу 19" источников, как в случае приложений, имеющих дело с большими объёмами данных и, следовательно, использующих многоядерные процессоры, так и в случае систем CompactPCI, модернизированных с помощью новых процессорных плат с многоядерными процессорами. В системах CompactPCI Serial, поскольку они изначально спроектированы для работы с одним напряжением питания +12 В, 19" модули питания являются решением «по умолчанию». Хотя эпизодическое использование блоков питания ATX до сих пор имеет место (в случае недорогих систем, где нет жёстких ограничений по размерам), основной объём разработок комплектуется 19" модулями питания, особо актуальными для систем небольшого размера или с жёсткими требованиями по надёжности. В отличие от блоков питания ATX 19" модули питания гарантируют надёжную работу всего устройства, при этом их стоимость по сравнению с системой в целом относительно невелика.

Новое поколение источников питания можно рассмотреть на примере модулей



компании Schroff. Вставные 19" модули питания являются стандартным решением в двух сериях систем CompactPCI её производства: эти системы оснащаются монолитной объединительной платой, в которую непосредственно вставляются модули питания. Помимо 19" источников питания CompactPCI со стандартным набором напряжений, компанией Schroff производится также модуль питания, предназначенный специально для систем CompactPCI Serial – 11098-538 (рис. 6). Его мощность составляет 300 Вт, переходная характеристика не превышает 1 мс. Он оснащён системой активной коррекции коэффициента мощности, сигнализацией состояния на выходе, активной функцией распределения тока и функцией контроля температуры, поддерживает «горячую» замену и резервирование  $n + 1$ , а также имеет широкий диапазон входных напряжений от 90 до 264 В переменного тока (КПД более 90% при 220 В). В соответствии с требованиями спецификации он обеспечивает напряжение полезной нагрузки +12 В и управляющее напряжение +5 В, позволяя реализовывать мониторинг и контроль функционирования системы пита-



Рис. 6. Модуль питания Schroff 11098-538

ния благодаря интерфейсу I<sup>2</sup>C. Это даёт возможность сделать 19" модуль питания менее сложным устройством и несколько выиграть в цене.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Блоки питания АТХ, по сути являющиеся уже морально устаревшими, всё ещё остаются востребованными и применяются в промышленных приложениях, не требующих высокого коэффициента готовности, а также там, где используются процессоры с низким энергопотреблением. Если же требуется обеспечить надёжную работу современной высокопроизводительной системы на основе многоядерных процессоров,

никакой альтернативы 19" модулям питания быть не может. Необходимо учитывать, что требования к питанию наиболее актуального стандарта CompactPCI Serial существенно отличаются от уходящего в прошлое CompactPCI. Кроме того, источники питания для систем CompactPCI Serial позволяют дополнительно осуществлять внешний мониторинг своей работы.

Высокая по сравнению с блоками АТХ стоимость 19" модулей не должна отпугивать пользователя, особенно учитывая затраты на них на фоне общей стоимости системы. Выигрыш в качестве и надёжности определённо того стоит. Кроме того, целесообразно изначально вложить чуть больший объём инвестиций в систему электропитания, особенно в случае работы с высокопроизводительными приложениями. Это не только исключит возможные проблемы и простои в процессе эксплуатации, но и создаст необходимый фундамент для последующих модернизаций. ●

**Авторы – сотрудники  
фирмы ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636  
E-mail: info@prosoft.ru**



**ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СИСТЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ**



- промышленные GigE- и USB-видеокамеры
- светодиодные строб-контроллеры
- встраиваемые процессорные модули

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ SMARTEK**

**PROSOFT® 25 ЛЕТ**    Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru

