

# МАЛОГАБАРИТНЫЕ МОДУЛИ ПИТАНИЯ И СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ

В.Ануфриев

По мере появления очередного поколения ИС наблюдается тенденция снижения питающих напряжений, увеличения токов, повышения тактовой частоты и роста числа номиналов напряжения питания на плате. Разработчики системы питания должны учитывать наличие быстрых переходных процессов в шинах питания, необходимость поддержания требуемых тепловых режимов и в то же время стремиться к созданию компактных решений. Все это предъявляет новые требования к источникам питания и архитектуре электропитания системы в целом. В последнее время получили распространение малогабаритные модули питания класса PoL, на основе которых можно создавать эффективные распределенные системы электропитания. Рассмотрим существующие архитектуры питания, а также особенности малогабаритных модулей питания, выпускаемых отечественными и зарубежными компаниями.

**Е**ще 15–20 лет назад все цифровые микросхемы имели номинальное напряжение питания +5 В, а аналоговые, как правило, – ±15 В. Чтобы обеспечить питание всей системы, достаточно было несколько различных по мощности источников питания, которые размещались в отдельных корпусах, выполняли функции выпрямления, DC/DC-преобразования и передавали набор необходимых постоянных напряжений по отдельным шинам к соответствующим нагрузкам. Такая классическая архитектура электропитания называется централизованной – очень эффективное по стоимости решение, которое не требует применения дорогих печатных плат для преобразования напряжений и передачи их к нагрузке.

Однако централизованная система питания обладает существенными недостатками. Дело в том, что блок питания должен располагаться как можно ближе к нагрузке или использовать достаточно мощные шины питания для минимизации тепловых потерь. В то же время, с точки зрения безопасности и снижения электромагнитных помех его следует размещать рядом с источником переменного тока. На практике при использовании централизованной архитектуры электропитания выполнить эти требования бывает трудно.

Централизованные системы электропитания достаточно сложно масштабировать в случае изменения конфигурации системы. Помимо этого, чтобы обеспечить эффективный отвод тепла, в централизованной

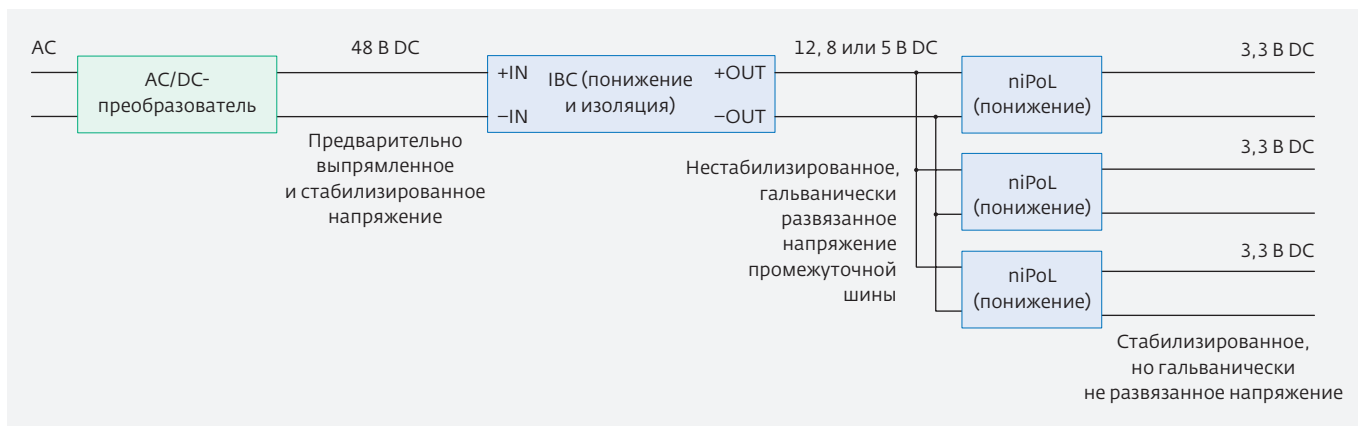


Рис.1. Распределенная система электропитания с архитектурой IBA

системе нужно использовать громоздкие радиаторы, что не гарантирует надежную защиту системы от перегрева.

### РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

По мере распространения низковольтных нагрузок и микросхем с разными номиналами напряжения питания предъявляются новые требования к архитектуре системы электропитания. Сегодня на печатной плате одновременно могут находиться микросхемы с рабочим напряжением питания от 0,6 до 5 В. При этом количество номиналов питания может достигать шести-восьми, причем токи потребления некоторых микросхем могут достигать 10 А и более. При низких напряжениях питания и жестких допусках на его отклонение возникает необходимость расположения отдельных узлов питания непосредственно около нагрузки. Кроме того, часто возникает необходимость изменять напряжение питания в процессе работы устройства, например, питания ядра процессора.

Все это послужило предпосылкой к созданию концепции модульного построения источников питания и наступлению эры распределенных систем электропитания. В распределенных системах модули DC/DC-преобразователей размещаются на системных платах рядом с соответствующей нагрузкой. Появились так называемые локализованные к нагрузке (Point of Load – PoL) преобразователи. Производители высокопроизводительных процессоров стимулировали разработку неизолированных DC/DC-преобразователей класса niPoL (non-isolated PoL) для питания своих микросхем. К внедрению распределенных систем электропитания

присоединились также производители аэрокосмического оборудования, что связано со стремлением этих компаний уменьшить массогабаритные характеристики своей продукции.

Один из лидеров на рынке PoL-модулей – компания Vicor – предлагает широкий спектр модулей питания и комплексные решения для создания системы электропитания бортовой аппаратуры летательных аппаратов.

Примером распределенной системы электропитания является архитектура с промежуточной шиной (Intermediate Bus Architecture – IBA), построенная на базе модулей компании Vicor (рис.1). Особенность этой архитектуры – наличие нестабилизированной промежуточной шины, по которой питание передается к удаленным нагрузкам. Промежуточный шинный преобразователь (Intermediate Bus Converter – IBC) предназначен только для гальванической развязки промежуточной шины от входных электрических цепей системы электропитания и преобразования уровня входного напряжения. Функцию стабилизации выходных напряжений выполняют неизолированные DC/DC-преобразователи класса niPoL, расположенные в непосредственной близости от подключенных к ним нагрузок.

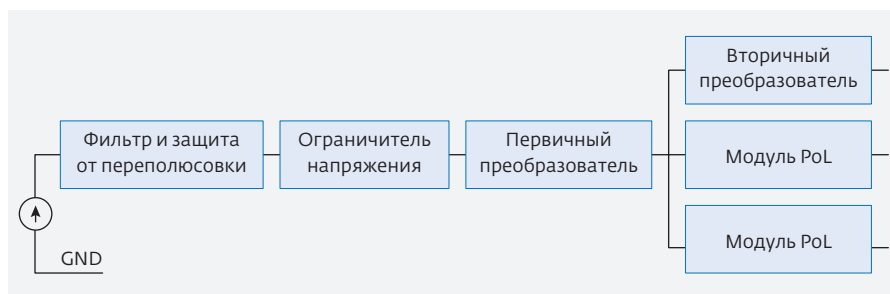


Рис.2. Архитектура системы электропитания удаленных интеллектуальных датчиков

Еще одна разновидность распределенной системы электропитания – система питания удаленных интеллектуальных датчиков (рис.2). Основные особенности питания удаленных датчиков: малая потребляемая мощность (часто менее 1 Вт), высокий уровень кондуктивных помех от силовой аппаратуры, малый набор выходных напряжений, высокие требования по наработке на отказ (отсутствие возможности ремонта устройств и низкая степень резервирования). Современные удаленные датчики являются сложными интеллектуальными устройствами, способными выполнять первичную обработку сигнала и обладающими широким набором интерфейсов. Это налагает повышенные требования к системе питания датчиков, в частности, к модулю питания системы "датчик – микроконтроллер – интерфейс", что позволяет выделить микросхемы и модули питания датчиков в отдельную группу.

Кроме специализированных компаний по производству модулей питания, к разработке PoL-модулей в последнее время подключились поставщики полупроводников, такие как Linear Technology, Texas Instruments и др. В силу особенностей архитектуры, используемых номиналов напряжения питания, выходных токов, рабочих частот, проектирование PoL-модулей неразрывно связано с разработкой специализированных микросхем для их комплектации. Кроме того, из-за технологических особенностей сборки модулей производители и разработчики микросхем и силовых полупроводниковых приборов оказались более подготовленными к выпуску подобной продукции, чем компании, традиционно представленные на рынке производства модулей питания.

## МАЛОГАБАРИТНЫЕ МОДУЛИ ПИТАНИЯ

Ведущие мировые производители малогабаритных модулей питания – MeanWell, Vicor, Aimtec, Texas

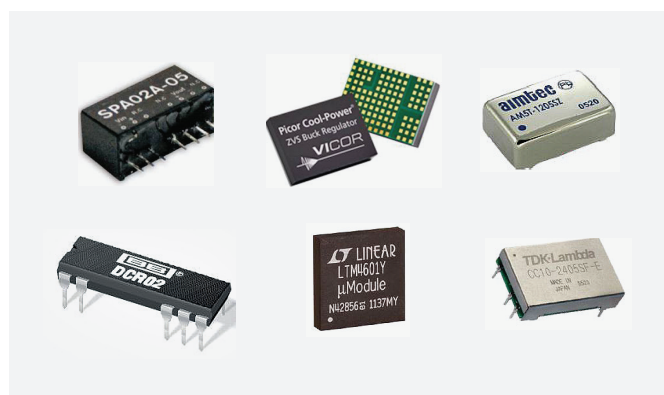


Рис.3. Примеры модулей питания зарубежных производителей

Instruments, Linear Technology, TDK-Lambda, Traco Power и др. – выпускают широкую номенклатуру изделий, которая превышает несколько тысяч наименований и продолжает расти (рис.3). Модули питания выпускаются в самых разных исполнениях: в корпусе для монтажа с шариковыми выводами, в корпусе с планарными контактными площадками (могут быть покрыты припоем и флюсом для защиты припоя), в корпусе с металлизированными полукруглыми выступами по периметру, в корпусе с планарными выводами и выводами для монтажа в отверстия, а также в бескорпусном исполнении с заливкой компаундом.

По мере расширения номенклатуры малогабаритных модулей питания, с одной стороны, и постоянно возрастающими требованиями к системам питания, с другой (в том числе по срокам проектирования), появилась потребность в их унификации. Производители модулей питания стали разрабатывать комплекты для построения системы электропитания.

Например, компания Vicor предлагает 4–5-уровневую систему электропитания от сети переменного тока напряжением 85–264 В, которая содержит на уровне сети помехоподавляющие фильтры, модули коррекции коэффициента мощности; на промежуточном уровне – изолирующий нерегулируемый преобразователь в напряжение распределительной сети (48–54 В); на уровне модулей и плат – изолирующие фильтры, понижающие стабилизированные преобразователи и DC/DC-преобразователи класса PoL.

Примером сверхмалогабаритного модуля питания для маломощной нагрузки служит микромодуль LTM8020 от Linear Technology, который обеспечивает выходную мощность до 1 Вт при габаритах 6,25×6,25×2,32 мм. Микромодуль имеет рабочий диапазон входных напряжения от 4 до 36 В и для работы необходимо всего три внешних компонента типоразмером не более 0603. На основе этого модуля можно создать источник питания объемом менее 1 см<sup>3</sup>, который удовлетворяет требованиям, предъявляемым к малогабаритному бортовому электрооборудованию.

Если говорить об отечественных компаниях, то к крупнейшим российским производителям модулей питания относятся "Александр Электрик Дон" (Воронеж), "Александр Электрик Источники питания" (Москва),

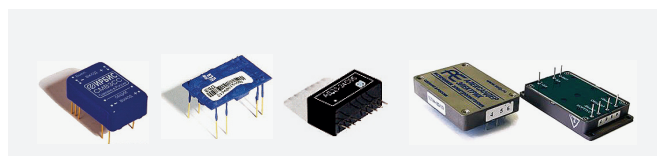
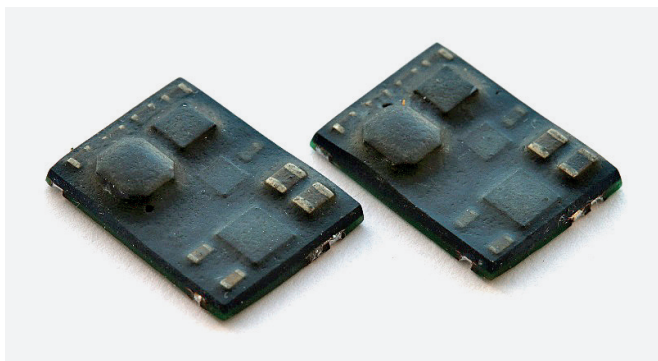


Рис.4. Примеры модулей, выпускаемых российскими компаниями



**Рис.5.** Экспериментальные образцы малогабаритных модулей питания класса PoL разработки АО "ПКК Миландр"

"Ирбис" (Москва), "Электроинвест" (Москва) и "ЭлТом" (Томилино). Наиболее широкий ассортимент продукции для создания распределенных систем электропитания предлагает группа компаний "Электроинвест". Общий объем рынка модулей питания от российских производителей в 2014 году превысил 7 млрд. руб., из них на долю малогабаритных модулей приходится более 1,8 млрд. руб. (рис.4).

В тоже время серийное производство модулей класса PoL и piPoL и модулей питания для автономных устройств с потребляемой мощностью менее 2 Вт в России отсутствует. Основную долю модулей питания по номенклатуре и количеству (до 60–70%) составляют устройства с выходной мощностью до 20 Вт и первичным напряжением не более 27 В, т.е. основное первичное питание обеспечивает бортовая сеть напряжением 27 В.

Специализированных микросхем или микромодулей для защиты от перенапряжения, переплюсовки

и импульсных помех электронных модулей с питанием по постоянному току от бортовой сети с проходной мощностью от 1 до 20 Вт российские компании также не выпускают. Разработчикам конечной продукции приходится выполнять эти узлы или на импортной элементной базе или на дискретных элементах.

В таких условиях основная задача российских производителей – выйти на рынок маломощных модулей питания класса PoL, чтобы решить проблему замещения импорта в растущих секторах рынка.

У АО "ПКК Миландр" есть все возможности для успешной разработки микросхем и модулей питания класса PoL, а именно, необходимый опыт, метрологическая база, а также возможность сертификации применяемых пассивных элементов импортного производства. В АО "ПКК Миландр" в 2015 году были созданы экспериментальные образцы малогабаритных модулей питания класса PoL (рис.5), сборка которых производилась методом заливки компаундом.

Полученные образцы обладают следующими характеристиками:

- напряжение питания от 3 до 6 В;
- выходное напряжение от 0,8 до 3,3 В;
- выходной ток до 2 А;
- суммарная нестабильность выходного напряжения  $\pm 5\%$ ;
- габаритные размеры  $14 \times 10 \times 4$  мм.

В 2016 году планируется выпуск опытной партии PoL-модулей с выходными токами 2 А, 4 А и 8 А для организации внутрисхемного питания DSP-микропроцессоров серии 1967 и микросхем других серий, выпускаемых АО "ПКК Миландр". Освоение серийного производства модулей намечено на 2017/18 год. ●