

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.

Еще 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

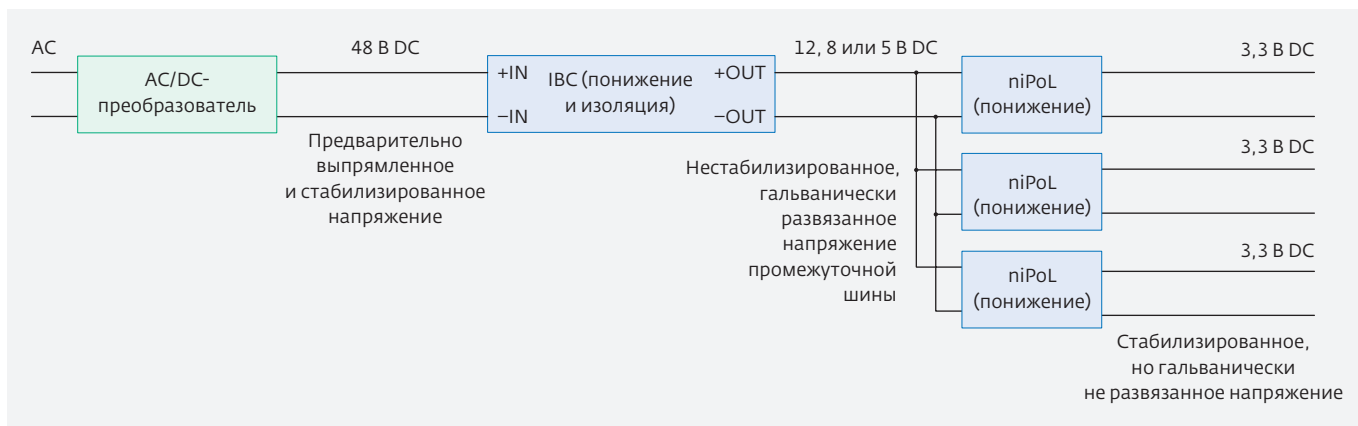


Рис.1. Распределенная система электропитания с архитектурой IBA

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.

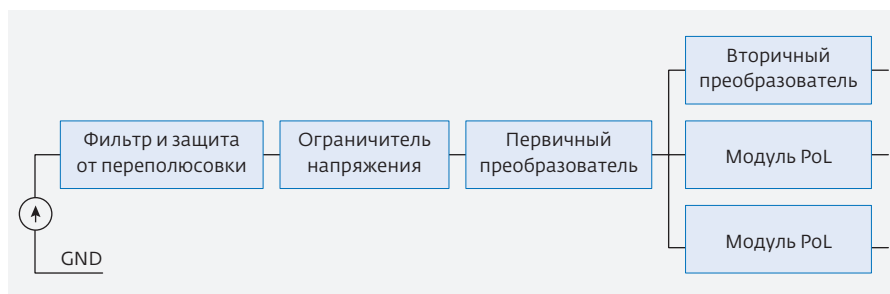


Рис.2. Архитектура системы электропитания удаленных интеллектуальных датчиков

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

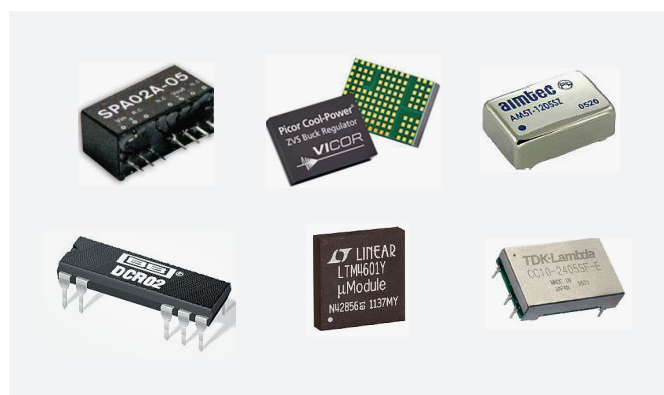


Рис.3. Примеры модулей питания зарубежных производителей

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 см³, 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),

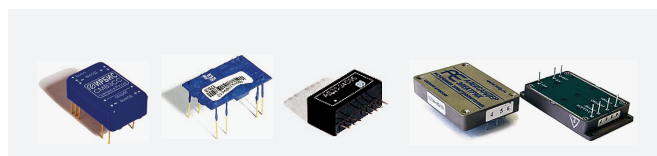


Рис.4. Примеры модулей, выпускаемых российскими компаниями

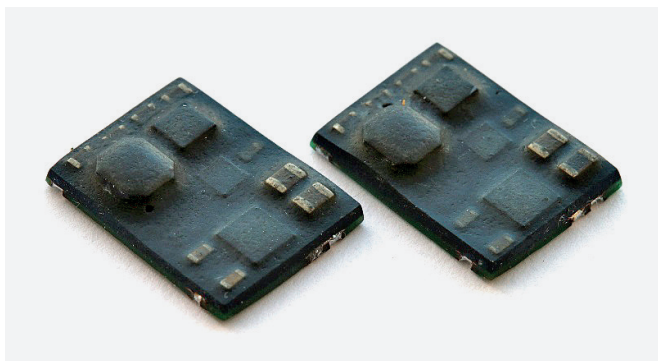


Рис.5. Экспериментальные образцы малогабаритных модулей питания класса PoL разработки АО "ПКК Миландр"

"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 внутрисплатного питания DSP-микропроцессоров серии 1967 и микросхем других серий, выпускаемых АО "ПКК Миландр". Освоение серийного производства модулей намечено на 2017/18 год. ●