

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ПИТАНИЯ В СТАНДАРТЕ VME НА БАЗЕ СЕРИЙНЫХ МОДУЛЕЙ VPT



Серийно выпускаемые модули — элементы конструктора нестандартных заказных систем электропитания.

Высоконадежная электроника постоянно развивается в самых разнообразных направлениях. При этом новые изделия должны быть более производительными и надежными, а также удовлетворять условиям работы в очень жестких условиях. Кроме того, важное значение имеет время разработки и сроки ввода в действие конечного устройства. Американская компания VPT, Inc PT известна как мировой лидер в области проектирования и изготовления систем питания, предназначенных для авионики, специальных и космических приложений. Линейка продукции VPT, Inc PT включает DC/DC-конвертеры мощностью от 1 до 120 Вт и температурный диапазоном от -55 до $+125$ °С; ЕМI-фильтры; аксессуары для систем питания. Изделия VPT, Inc PT полностью соответствуют требованиям сертификата MIL-PRF-38534 Class H&K, ISO 900, а также многим другим американским и европейским стандартам. Среди многочисленных партнеров, использующих продукцию VPT, Inc PT, можно назвать такие крупнейшие фирмы, как NASA, Lockheed Martin, Boeing, United States Air Force и многие российские компании.

Для новых сложных электронных систем необходимы инновационные системы питания. Одним из направлений развития надежной электроники являются системы с VME-архитектурой.

Шина VME (VersaModule Eurocard bus) регламентирована стандартом МЭК ANSI/IEEE 1014-1987. Физически в стандарте VME используется конструктив «Евромеханика 3U, 6U, 9U». Разрядность шины — 32/64. В одном крейте может быть размещено до 21 модуля. В настоящее время асинхронная VME-шина широко используется в различных встраиваемых приложениях, таких, например, как специальная, аэрокосмическая, полицейская техника, и в других областях,

где необходима повышенная надежность в жестких условиях эксплуатации.

В коммерческой продаже можно найти множество стандартных VME DC/DC-конвертеров. Однако по тем или иным параметрам они не удовлетворяют заказным блокам питания, предназначенным для специальных целей. В то же время существует возможность создания систем электропитания в стандарте VME с применением отдельных серийно выпускаемых DC/DC-конвертеров, удовлетворяющих военным и аэрокосмическим стандартам. При таком подходе существенно сокращается стоимость и время разработки специальных заказных систем питания.

В основном требования, предъявляемые к входным шинам систем электропитания специального назначения, отвечают стандартам MIL-STD-704, MIL-STD-1275, RTCA DO-160 Section 16, DEF STAN 61-5, J-STD-001, IPC-A-610 class 3, MIL-PRF-38534 Class H or Class K.

Основными параметрами, отличающими коммерческие и военные DC/DC-конвертеры, являются расширенный температурный диапазон ($-55...+100$ °С), повышенные ударные и вибрационные нагрузки, широкий диапазон входных напряжений и герметичный ударопрочный корпус.

Эти требования можно удовлетворить, используя отдельные DC/DC-конвертеры, ЕМI-фильтры и схемы защиты, соответствующие указанным выше стандартам. Объединение данных компонентов в конструктиве VME позволяет разработчикам создавать сложные заказные системы питания для самых разнообразных приложений. На рис. 1 показана структурная схема системы электропитания, соответствующая военным стандартам США и разработанная на базе серийно выпускаемых модулей VPT. Входное напряжение, удовлетворяющее стандарту MIL-STD-1275, фильтруется



Подгорбунский Артем,
инженер по внедрению холдинга PT Electronics,
hirel@ptelectronics.ru

Стремительное развитие промышленности и ужесточение условий эксплуатации изделий ставит перед разработчиками все более сложные задачи в условиях ограниченного временного ресурса. Компания VPT предлагает отличное комплексное решение для реализации нестандартных систем питания, способное значительно сократить время разработки и обеспечить экономическую выгоду. Широкая номенклатура продукции и гибкость параметров позволяет реализовать практически любую систему электропитания специального назначения.



с помощью модуля VPTF20-28 и поступает на схему предварительной подготовки VPTCM-12. Модуль VPTCM-12 позволяет расширить диапазон входных напряжений до границ, регламентированных стандартами MIL-STD-704 и MIL-STD-1275. Кроме того, модуль служит в качестве защиты при кратковременных бросках напряжения. Фильтрованное напряжение 28 В с выхода VPTCM-12 подается на DC/DC-конвертеры VPT100+2800S и VPT30-2800D, которые вырабатывают напряжения 5; 1,8; 1,2 В и ± 12 В соответственно.

В результате расширенный диапазон входных напряжений (9–40 В) предоставляет возможность использовать эту систему электропитания практически в любых приложениях — от промышленного оборудования и гражданского транспорта до авиационной техники.

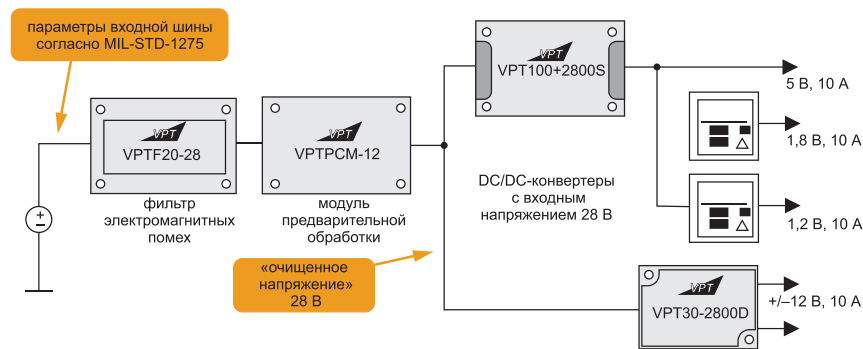


Рис. 1. Структурная схема системы электропитания базе стандартных модулей VPT, удовлетворяющая стандартам MIL-STD

Требования, предъявляемые к параметрам входной шины

Параметры систем электропитания в конструктиве VME определяются международными, государственными или отраслевыми стандартами. Например, оборудование для американской авионики должно удовлетворять регламентам стандарта MIL-STD-704 или стандарта RTCA DO-160. Для автомобильного транспорта используется стандарт с более мягкими нормами — MIL-STD-1275. В этих документах определяются диапазоны входных и выходных напряжений, допустимые наводки и пульсации, предельные эксплуатационные характеристики. Требования по электромагнитной совместимости отражены в стандарте MIL-STD-461.

Большинство VME-систем питания рассчитано на работу с входным напряжением 28 В. Для питания отдельных устройств используются дополнительные DC/DC-конвертеры. Как правило, системы электропитания оснащены электромагнитными фильтрами и системами защиты от перегрузок по току, напряжению и температуре (рис. 1).

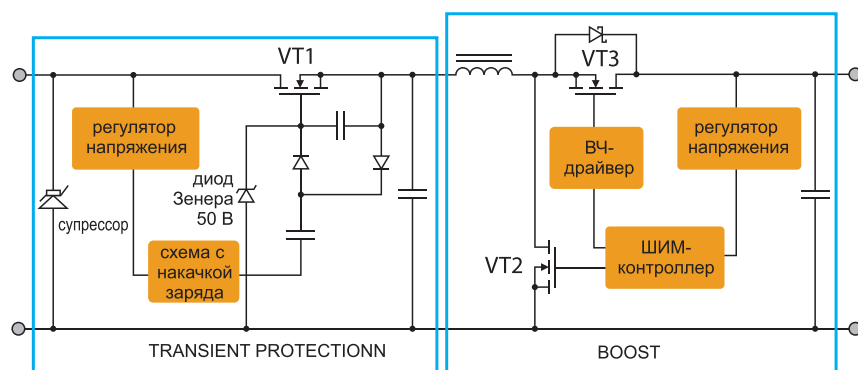


Рис. 2. Согласующий каскад входной шины DC/DC-конвертера

В различных стандартах, регламентирующих параметры входной шины, можно обнаружить ряд различий, вызывающих вопросы у разработчиков. Так, в стандарте MIL-STD-704 revision A приведены следующие значения входных сигналов: максимально допустимые броски напряжения на входе — 80 В, минимальное значение постоянного входного напряжения — 15 В; пульсации входного напряжения — не больше 2 В. В то же время в последней редакции указанного стандарта для этих параметров приведены соответственно значения: 50; 16; 1,5 В. В стандарте DO-160 указаны другие значения: 80; 17; 2 В. В некоторых случаях необходимы еще более универсальные режимы работы. Например, в системах электропитания, действующих от внешнего генератора, входное напряжение на DC/DC-конвертере может опускаться до 10–12 В в момент запуска двигателя. В некоторых системах возможно даже кратковременное про падение входного напряжения на DC/DC-конвертерах. Для того чтобы система питания наилучшим образом удовлетворяла большинству стандартов, целесообразно предусмотреть широкие диапазоны входных напряжений, а также устойчивость к броскам напряжения и переходным процессам. В современных DC/DC-конвертерах специального назначения диапазоны входных напряжений обычно составляют: 16–40, 15–50, 9–60 В. Такие конвертеры, в зависимости от класса, должны выдерживать броски входного напряжения 50, 80 или 100 В.

Схемы согласования входного напряжения DC/DC-конвертеров

В тех случаях когда отдельные серийные DC/DC-конвертеры не удовлетворяют необходимым расширенным диапазонам, используются различные дополнительные устройства и схемы согласования.

На рис. 2 показана двухступенчатая схема согласования входного напряжения DC/DC-конвертера. Первый каскад обеспечивает расширенный диапазон перегрузок по входному напряжению. Второй каскад предназначен для повышения экстремально низких значений входного напряжения до величины, соответствующей рабочей области.

В первом каскаде кратковременные броски напряжения ограничиваются с помощью супрессора. Длительные перегрузки по входному напряжению могут в зависимости от назначения



Об авторе

Стив Батлер (Steve Butler)
 возглавляет отделение
Advanced Product
Development корпорации
VPT, Inc в Блэксбурге
 (Вирджиния, США).

Стив Батлер является одним из главных конструкторов гибридной линии DC/DC стандартных и заказных конвертеров. В последнее время одно из наиболее важных направлений деятельности Стива Батлера связано с разработками DC/DC-конвертеров, предназначенных для работы при высоких температурах. Он имеет ученые степени бакалавра и магистра в области электротехники, зарегистрированные патенты и статьи в технических журналах по теме высокоэффективных преобразователей.

устройства достигать 80 (MIL-STD-704A, DO-160) или 100 В (MIL-STD-1275). Эти перегрузки демпфируются MOSFET-транзистором VT1, работающим в линейном режиме. В схеме, показанной на рис. 2, используется MOSFET-транзистор с n-каналом. Этот выбор обусловлен низким сопротивлением такого транзистора в открытом состоянии и способностью коммутировать большие токи. Следует обратить внимание на то, что для реализации заданных параметров возвращения входного напряжения в определенный диапазон транзистор должен работать с токами в десятки ампер на линейном участке характеристики.

Схема подкачки заряда переключает транзистор в полностью открытое состояние в нормальном режиме работы. Полупроводниковый стабилизатор переводит МОП-транзистор в режим работы линейного регулятора в тех случаях, когда входное напряжение превысит границу рабочего диапазона DC/DC-конвертера. Безопасный уровень входного напряжения выбран равным 50 В.

Второй каскад схемы выполняет роль бустера напряжения для ситуации, когда входное напряжение падает ниже рабочего интервала. Такие варианты описаны в стандартах MIL-STD-1275 (режим включения) и MIL-STD-704, DO-160 (запуск двигателя генератора). В стандарте MIL-STD-1275 устанавли-

вается кратковременное падение входного напряжения на начальном этапе до величины 6 В. Похожие случаи возможны, когда конвертер полностью выключается в экономных режимах и включается только в случае необходимости.

Во втором каскаде используется синхронная бустерная топология, в которой для увеличения эффективности и быстродействия выходной диод заменен на MOSFET-транзистор VT3. В нормальном режиме работы, когда входное напряжение находится в заданном диапазоне, бустер выключен и силовая часть MOSFET-транзистора полностью открыта. Схема подкачки заряда обеспечивает необходимый уровень смещения напряжения на затворе МОП-транзистора сразу после того, как входное напряжение упадет ниже заданного уровня.

Структурная схема, аналогичная приведенной на рис. 2, реализована в стандартном модуле VPTPCM-12.

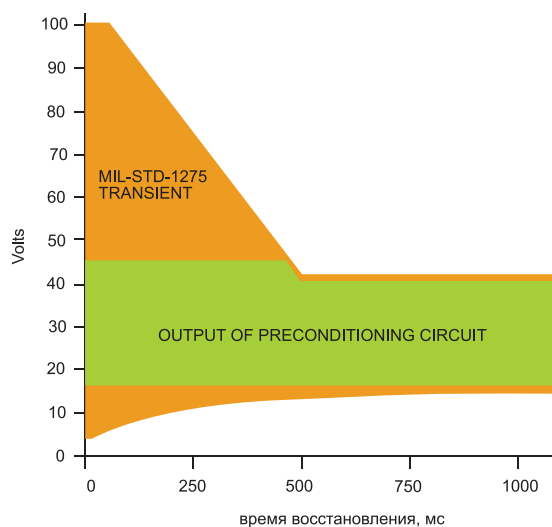


Рис. 3. Время восстановления рабочего режима DC/DC-конвертера в соответствии со стандартом MIL-STD-1275

Высокоскоростной драйвер должен переключать транзистор с минимальным временем задержки. Это время выбирают с таким расчетом, чтобы предотвратить аппаратный сбой работы DC/DC-конвертера.

На рис. 3 показана зависимость границ рабочего диапазона от времени восстановления в соответствии с MIL-STD-1275D. Зеленым цветом выделен нормальный рабочий диапазон входного напряжения DC/DC-конвертера. Красным цветом закрашена область регламентированных в MIL-STD-1275D колебаний входного напряжения конвертера. Чем меньше время восстановления, тем шире интервал допустимых отклонений от рабочего диапазона.

Силовые шины постоянного и переменного тока

В соответствии с действующими стандартами ввода 270 В постоянного тока или 115 В переменного тока в специальной и военной технике могут быть организованы различными способами. Однако предпочтительным является конструктив, в котором силовой и низковольтный блоки раз-

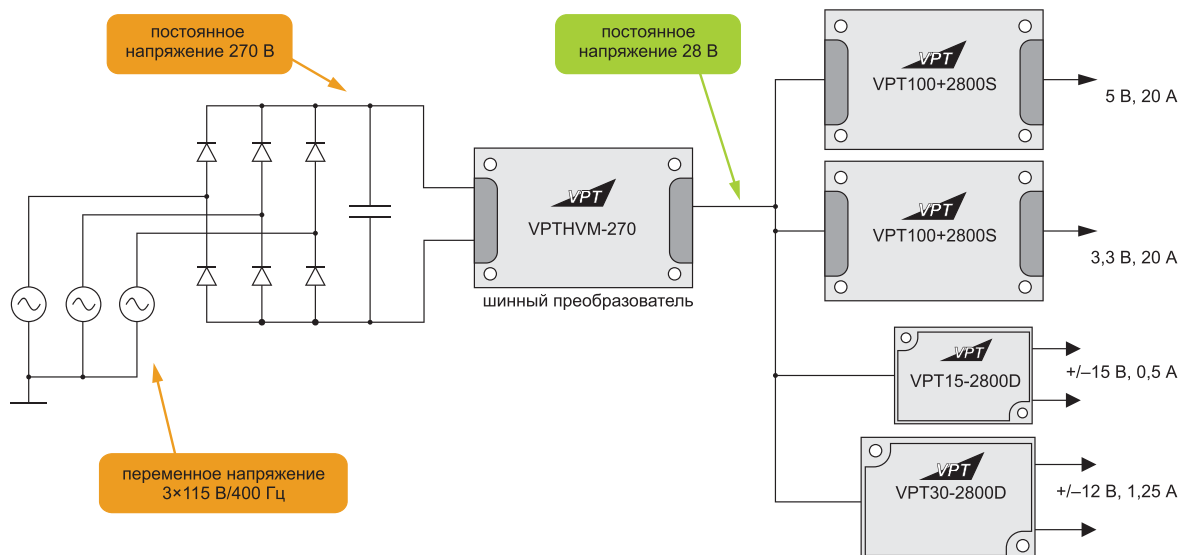


Рис. 4. Структурная схема авиационного блока питания, разработанная на базе серийно выпускаемых модулей производства VPT

делены. При этом первоначально в силовом блоке напряжение выпрямляется и понижается до 28 В. В низковольтный блок подается только низкое напряжение. В зависимости от задачи напряжение 28 В преобразуется с помощью отдельных DC/DC-конвертеров и поступает на конкретный узел.

На рис. 4 показана структурная схема стандартного авиационного блока питания, соответствующего MIL-STD-704, разработанная на базе стандартных модулей производства VPT. Трехфазное переменное напряжение 115 В с частотой 400 Гц вырабатывается генератором самолета. Затем это напряжение выпрямляется и преобразуется в постоянное напряжение 270 В, которое на следующем этапе понижается до 28 В и подается на блок стандартных DC/DC-конвертеров производства VPT. Бортовая сеть самолета содержит шины 5; 3,3; ± 15 ; ± 12 В.

Конструкция системы электропитания в стандарте VPE

Описанный выше подход позволяет конструировать самые разные системы электропитания из стандартных серийно выпускаемых DC/DC-конвертеров, рассчитанных на входное напряжение 28 В. Отдельные модули могут быть напаяны на печатную плату и размещены в конструктиве VPE. Плата может быть дополнена устройствами пассивного и активного отвода тепла. Поскольку крейты VPE, в которых размещены отдельные VPE-модули, имеют системы охлаждения, на печатной плате можно не устанавливать дополнительное принудительное охлаждение. Поэтому стандартные модули VPT, рассчитанные на работу в интервале температур от -55 до $+100$ °С, могут быть использованы в крейтах VPE, предназначенных для промышленного диапазона температур от -55 до $+85$ °С. Конструктив VPE, кроме прочего, удобен и тем, что в нем можно дополнительно размещать служебные разъемы, температурные схемы защиты, индикаторы режимов работы и уровней сигналов, а также другое аналогичное сервисное оборудование.

На рис. 5 показан модуль блока питания, собранный в стандарте VPE из серийно выпускаемых модулей VPT. Конструктив VPE предусматривает вывод на разъем всех сигналов,

необходимых для управления и обслуживания сложной системы электропитания, что позволяет применять расширенные варианты систем диагностики, контроля, управления и защиты.



Рис. 5. Модуль блока питания, разработанный в стандарте VPE на базе серийно выпускаемых модулей VPT

В ряде новых разработок возникает потребность применения нестандартных систем питания со специальным набором входных и выходных напряжений и токов. В принципе существует два варианта решения этой задачи. В одном случае можно с нуля начать разработку нужного блока и, пройдя этапы НИР/ОКР, запустить изделие в производство. Другой подход основан на принципе «конструктора», в котором в качестве «кубиков» используются серийно выпускаемые модули. Линейка продукции VPT содержит практически все «кубики», требующиеся для конструирования сложных систем электропитания специального назначения. Поэтому в тех приложениях, где размеры системы электропитания не являются критичными, метод конструкции на дискретных модулях предусматривает значительно меньше временных и финансовых затрат.

