

Интегрированные модули питания Sumida высокой эффективности

Вячеслав ГАВРИКОВ
gavrikov-vyacheslav@mail.ru

В последнее время на рынке стали появляться сверхкомпактные модули источников питания со встроенной индуктивностью. Они максимально упрощают создание высокоэффективных распределенных систем питания. Ярким примером этого являются новые модули SPM1004 и SPM1005 от компании Sumida.

Существует две основные концепции построения систем питания: централизованная и распределенная. Каждая из них имеет достоинства и недостатки.

Централизованная система подразумевает наличие всего лишь одного источника питания, который формирует питающие напряжения для всей схемы (рис. 1а). Такая схема отличается низкой стоимостью, малыми габаритами и простотой принципиальной схемы. Вместе с тем она имеет и недостатки. Во-первых, в большинстве случаев не удастся расположить всех потребителей вблизи блока питания, и питающие проводники оказываются достаточно протяженными. Увеличение их длины приводит к росту падения напряжения и мощности потерь. Во-вторых, печатные проводники должны иметь солидное сечение или оформляться в виде полигонов и слоев питания, чтобы пропускать большие токи. Это снижает общую компактность печатной платы. В-третьих, в подобной системе не так-то просто грамотно организовать пути возвратных токов, чтобы потребители не влияли друг на друга. В-четвертых, каждый потребитель выдвигает свои требования к источнику питания: по минимальной мощности, уровню шумов, скорости отклика на изменение потребления. Подобрать источник, удовлетворяющий требованиям всех потребителей одной шины (например, потребителей 3–5 шины 3,3 В на рис. 1), иногда достаточно сложно.

Распределенная система (Point-Of-Load, POL) свободна от перечисленных недостатков (рис. 1б). Она предполагает использование одного мощного высокоэффективного источника питания, формирующего опорное напряжение шины (например, 12 В), и множество индивидуальных мощных низковольтных преобразователей. Поскольку каждый из POL-преобразователей находится вблизи своего потребителя, то большинство проблем, характерных для централизованной систе-

мы, попросту отсутствует. Кроме того, для каждого отдельного потребителя можно выбрать свой оптимальный источник.

Распределенная система имеет огромный потенциал, но долгое время не могла быть реализована по целому ряду причин. Наличие множества источников питания приводило к росту стоимости изделия, увеличению габаритов устройства, существенному усложнению схемы, снижению эффективности. Однако в последнее время намечается настоящий прорыв в сфере создания сверхкомпактных мощных модулей питания POL. Ярким примером таких инновационных решений являются мощные модули SPM1004 и SPM1005 от компании Sumida (рис. 2) [1].

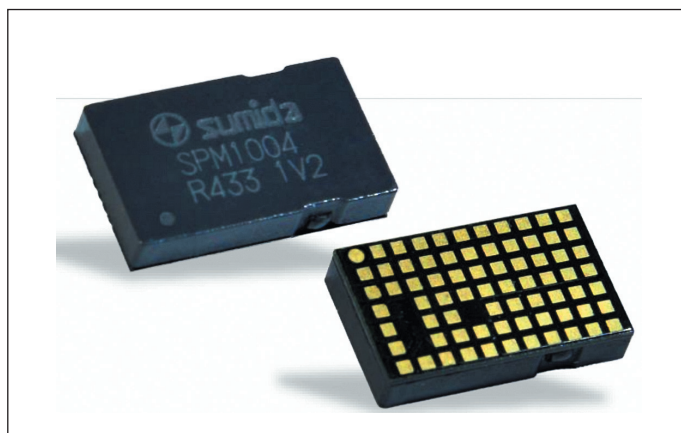


Рис. 2. Внешний вид модуля SPM1004

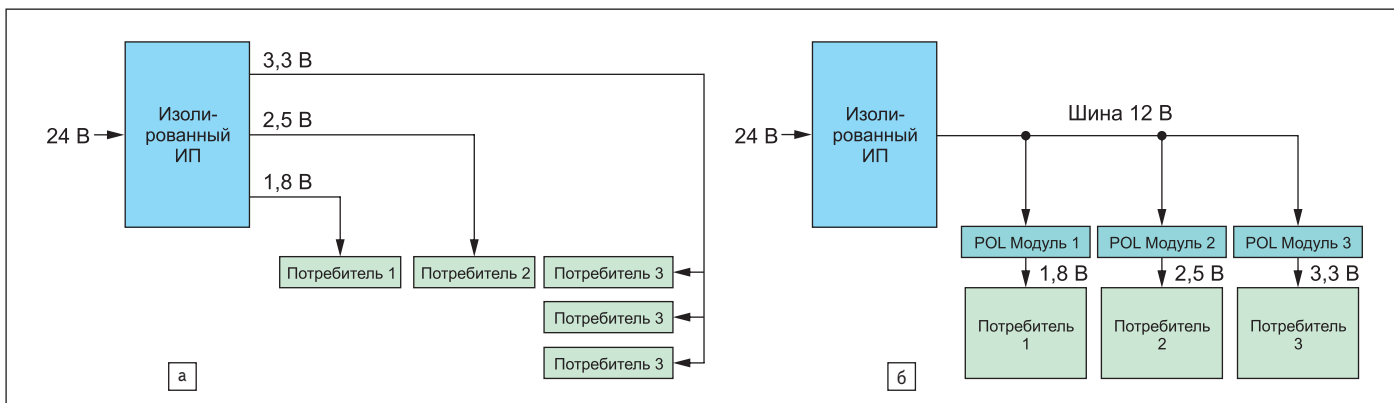


Рис. 1. Способы организации систем питания: а) централизованная; б) распределенная

Новые высокоэффективные модульные источники SPM1004 и SPM1005 от компании Sumida имеют целый ряд преимуществ:

- высокая выходная мощность. Выходные токи до 6 А;
- высокая эффективность до 96%. Даже при полной нагрузке 6 А модули способны работать без радиатора;
- простота схемы включения. Уникальная технология PSI^2 позволяет разместить в одном корпусе синхронный контроллер, мощные MOSFET, драйверы, силовую индуктивность и пассивные компоненты. Пользователю в ряде случаев потребуется только добавить входные и выходные фильтрующие конденсаторы;
- сверхкомпактные габариты. Используемые LGA-корпуса значительно меньше, чем существующие решения на базе дискретных компонентов.

Таким образом, используя модули SPM1004 и SPM1005, можно решить все проблемы, возникающие в распределенной системе питания, а именно проблемы компактности, эффективности, простоты реализации.

Обзор особенностей высокоэффективных модулей SPM1004 и SPM1005

Как было сказано выше, главной уникальной чертой модулей SPM1004 и SPM1005 является использование технологии PSI^2 . Все необходимые элементы преобразователя интегрированы в один корпус: синхронный контроллер, мощные MOSFET, драйверы, силовая индуктивность и пассивные компоненты (рис. 3). В свою очередь это приводит к целому ряду преимуществ: высокой эффективности, малым габаритам, простоте схемы включения [1].

Модули SPM1004 предназначены для работы с входными напряжениями 9–15 В и выходными токами до 6 А (табл. 1).

В настоящий момент для SPM1004 доступны только модели с фиксированным

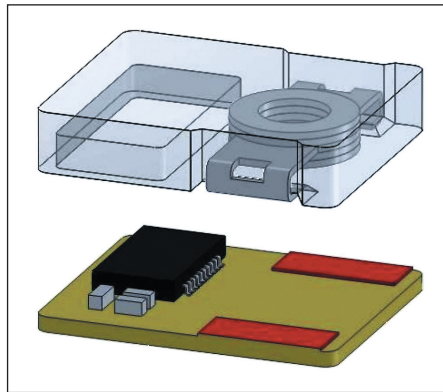


Рис. 3. Внутреннее устройство модулей SPM1004 и SPM1005

выходным напряжением 0,8–5 В (табл. 2). Максимальная погрешность выходного напряжения, с учетом влияния входного и выходного регулирования, температурного и других дрейфов, составляет всего 3%. При этом возможна ручная подстройка с помощью единственного резистора, подключенного к входу VADJ. Диапазон подстройки составляет $\pm 10\%$.

Модули SPM1005 имеют диапазон входных напряжений 2,95–6 В и максимальный выходной ток до 6 А (табл. 1). Диапазон выходных напряжений составляет 0,6–3,3 В с возможностью подстройки $\pm 10\%$ (табл. 2). Кроме того, имеется версия SPM1005-ZC с регулируемым выходным напряжением.

Модули SPM1004 и SPM1005 обеспечены встроенной защитой от перенапряжений, от просадки напряжения питания, от перегрузки по току, от перегрева.

Каждый из модулей снабжен целым рядом дополнительных функций и особенностей: функции Power Good и плавного запуска, наличие входа разрешения EN и вспомогательного LDO (только SPM1004). Большинство из перечисленных особенностей используется для увеличения эффективности эксплуатации модулей.

Таблица 1. Основные характеристики модулей SPM1004 и SPM1005

Параметр	SPM1005	SPM1004
Входное напряжение, В	2,95–6	9–15
Выходной ток, А	0–6	0–6
Выходное напряжение, В	0,6–3,3	0,8–5
Полная погрешность выходного напряжения, %	3	3
Диапазон подстройки выходного напряжения, %	10	10
Максимальная рабочая частота, кГц	1000	800
КПД, %	94,2% (3,3 В)	94,2% (5 В)
	96,1% (3,3 В)	95,2% (5 В)
Особые функции	выходное напряжение в норму	
	вход включения	
	плавный пуск	
Типы встроенной защиты	вспомогательный LDO	
	от перегрузки по току	
	от перенапряжений	
	от просадок напряжения	
Корпус, мм	LGA (11×9×2,8)	LGA (15×9×2,8)
	Диапазон рабочих температур, °С	
		-40...+85

Таблица 2. Номенклатура модулей питания SPM1004 и SPM1005

Выходное напряжение, В	SPM1004	SPM1005
Подстраиваемое	—	SPM1005-ZC
5	SPM1004-5V0C	(NA)
3,3	SPM1004-3V3C	SPM1005-3V3C
2,5	SPM1004-2V5C	SPM1005-2V5C
1,8	SPM1004-1V8C	SPM1005-1V8C
1,5	SPM1004-1V5C	SPM1005-1V5C
1,2	SPM1004-1V2C	SPM1005-1V2C
1	SPM1004-1V0C	SPM1005-1V0C
0,8	SPM1004-0V8C	SPM1005-0V8C
0,6	—	SPM1005-0V6C

Высокая эффективность — важнейшее достоинство рассматриваемых источников питания (рис. 4). Так, для SPM1005 цикловая эффективность составляет более 96% при токах от 1 до 3 А! Это стало возможным благодаря используемой синхронной схеме выпрямления и за счет минимизации потерь в интегрированных проводниках из-за малого размера модуля.

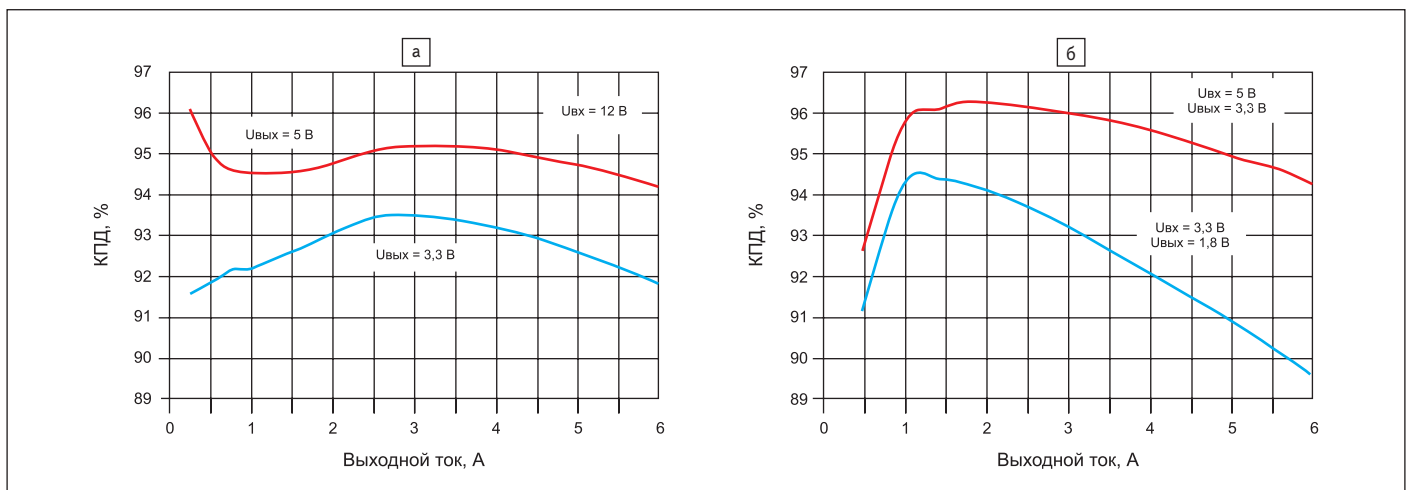


Рис. 4. Зависимость КПД модулей SPM1004 (а) и SPM1005 (б) от выходного тока

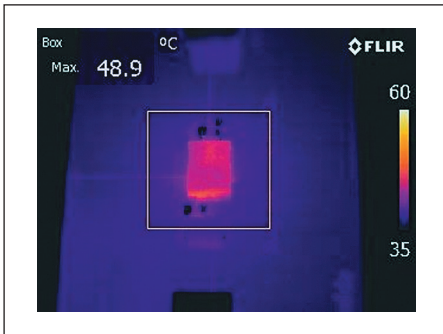


Рис. 5. Термограмма модуля SPM1005 под нагрузкой

Высокая эффективность и уникальность компоновки элементов в корпусе приводят к еще одному достоинству SPM1004 и SPM1005 — минимальному собственному перегреву. Во всем диапазоне рабочих температур (–40...+85 °C) даже при выходном токе 6 А модули могут обойтись без радиатора!

Конструкция модулей позволяет тепло равномерно распределяться по всему объему, без образования «горячих точек» (рис. 5).

Отсутствие необходимости в радиаторе дополнительно улучшает габаритные показатели итогового прибора, притом что модули и так имеют сверхкомпактные раз-

меры. SPM1004 выпускаются в корпусе LGA 15×9×2,8 мм, а SPM1005 доступны в корпусе LGA 11×9×2,8 мм.

Еще одним важным достоинством SPM1004 и SPM1005 является максимальная простота схем их включения.

Особенности включения силовых модулей SPM1004 и SPM1005

Интеграция в одном корпусе всех элементов источника питания максимально упростила схемы включения SPM1004 и SPM1005 (рис. 6, 7). В большинстве случаев для функционирования модулей достаточно подключения лишь входных и выходных конденсаторов. Остальные элементы могут добавляться, если требуется максимальное использование функционала модулей. Рассмотрим некоторые особенности схем включения этих источников питания.

Разделение силовой и сигнальной «земли»

Модули имеют отдельные выводы для подключения «земли». Хотя они гальванически связаны, для правильной работы схемы следует разделять силовую и сигнальную «землю» с учетом протекания возвратных токов.

Подстройка выходного напряжения. Типовые схемы включения могут дополнительно содержать подстроечные резисторы. Подтяжка входа VADJ к выходной цепи приведет к снижению выходного напряжения (резистор $R_{\text{Пониж}}$). Подтяжка к «земле» даст обратный эффект (резистор $R_{\text{Повыш}}$). Величина изменения выходного напряжения для обеих схем зависит от резистора подтяжки и имеет диапазон $\pm 10\%$.

Использование встроенного LDO PM1004

SPM1004 предусматривает в своем составе дополнительный линейный регулятор с выходным напряжением 4,8 В и максимальным током до 1 мА. Этого вполне достаточно для использования в собственных целях, например для подтяжки выхода PWRGD.

Изменение рабочей частоты SPM1005

Изменение рабочей частоты SPM1005 может производиться в широких пределах от 450 до 1000 кГц с помощью единственного резистора (R2, рис. 7), подключенного ко входу RT/CLK. Для больших выходных напряжений выбирают большую рабочую частоту и меньшее значение номинала частото- задающего резистора.

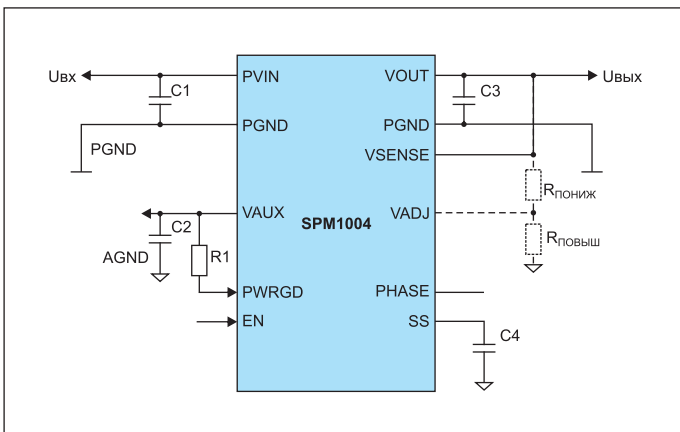


Рис. 6. Типовая схема включения SPM1004

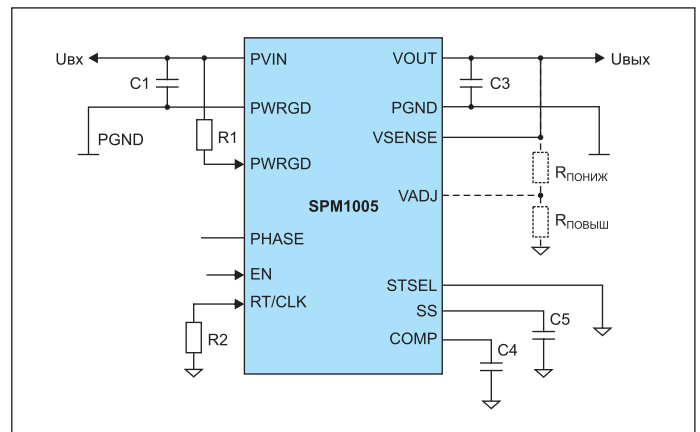
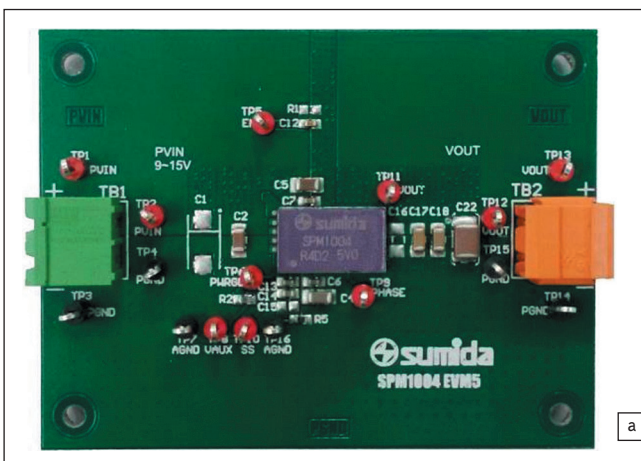
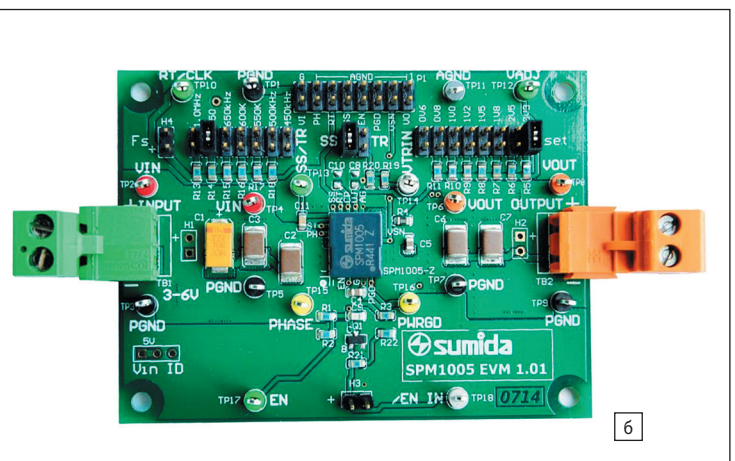


Рис. 7. Типовая схема включения SPM1005



а



б

Рис. 8. Внешний вид отладочных наборов для: а) SPM1004; б) SPM1005

Также SPM1005 может быть синхронизирован с помощью внешнего генератора, подключенного к выводу RT/CLK. Частота генератора также должна находиться в границах 450–1000 кГц.

Использование дополнительного функционала

Применение функций плавного запуска, сигнала разрешения EN, функции Power Good достаточно привычно и мало чем отличается от аналогичных функций других преобразователей.

Для максимального ускорения знакомства со всеми особенностями SPM1004 и SPM1005 можно использовать готовые оценочные платы.

Оценочные платы модулей SPM1004 и SPM1005

Оценочные платы SPM1004 EVM и SPM1005 EVM позволяют познакомиться со всеми особенностями и способностями модулей SPM1004 и SPM1005.

Эти платы содержат все необходимое, чтобы сразу начать работу с ними: входные и выходные винтовые клеммники, входные и выходные конденсаторы, другие пассивные компоненты, выводы контрольных точек и переключки для дополнительной настройки режимов работы (рис. 8) [4, 5].

Кроме того, документация на платы содержит принципиальные схемы и рисунки топологий печатных плат. Их следует рассма-

тривать как основу для создания собственных устройств.

Заключение

Высокоэффективные модули SPM1004 и SPM1005 от компании Sumida позволяют реализовывать распределенные системы питания POL. Для этого они обладают всеми необходимыми качествами:

- выходные токи до 6 А;
- широкий выбор выходных напряжений: 0,8–5 В (SPM1004) и 2,95–6 В (SPM1005). Кроме того, доступна версия SPM1005-ZC с регулируемым выходным напряжением;
- интеграция в одном корпусе синхронного контроллера, мощных MOSFET, драйверов, силовой индуктивности и пассивных компонентов;
- высокая эффективность до 96%;
- максимально простая схема включения;
- сверхкомпактные габариты. ■

Литература

1. Brochure. PSI² Power Supply in Inductor. — Sumida, 2015.
2. SPM1004 Datasheet V3.0. — Sumida, 2015.
3. SPM1005 Datasheet V1.06. — Sumida, 2015.
4. SPM1004 EVM User Manual V5.02. — Sumida, 2015.
5. SPM1005_EVM User Manual V1.03. — Sumida, 2015.
6. Документация и фотографии взяты с официального сайта www.sumida.com