

Дмитрий ВАСИЛЕНКО
DVasilenko@arroweurope.com

Импульсные модули питания от National Semiconductor

Введение

При разработке современных цифровых электронных систем с применением сложных процессоров и FPGA инженеры зачастую откладывают решение проблемы питания на последний момент. Основные силы концентрируются на написании и отладке программ, создании интерфейсов и других задачах. В конце цикла разработки оказывается, что обеспечить качественное питание не так просто, возникают следующие проблемы:

- экранирование электромагнитных помех от импульсных источников;
- уменьшение энергопотребления системы;
- оптимизация места на плате совместно с проблемами отвода тепла.

Для облегчения решения таких задач производители стабилизаторов напряжения совершенствуют традиционные серии импульсных и линейных регуляторов, в последнее время появились модули питания с интегрированным импульсным ИП и индуктивным элементом. В январе 2010 г. National Semiconductor выпускает первые 3 микросхемы из серии таких модулей, о них и пойдет речь в данном обзоре.

Описание серии и технические характеристики

Выпускаемая линейка модулей

Модули питания серии LMZ от National Semiconductor представляют собой синхронный регулятор напряжения и индуктивный элемент, интегрированные в едином корпусе (рис. 1). В качестве базовых регуляторов напряжения производителем были выбраны хорошо зарекомендовавшие себя и доработанные микросхемы серии SimpleSwitcher.

National Semiconductor выпускает 3 модуля питания на следующие рабочие токи и напряжения:

- LMZ10504 — на входное напряжение до 5,5 В и рабочий ток до 4 А;
- LMZ12003 — на входное напряжение до 20 В и рабочий ток до 3 А;
- LMZ14203 — на входное напряжение до 42 В и рабочий ток до 3 А.

Более подробные характеристики модулей представлены в таблице 1.

Структура формирования наименования модуля питания серии LMZ имеет следующий вид:

LMZ A BB CC,

где Z — принадлежность к серии модулей питания, A — поколение модуля (в настоящий момент доступны модули только первого поколения), BB обозначает максимальное входное напряжение питания (05 соответствует 5 В, 20 — 20 В, 42 — 42 В), CC отвечает за максимальный выходной ток (03 соответствует 3 А, 04 — 4 А). Например, модуль с наименованием LMZ12003 имеет максимальное входное напряжение 20 В и максимальный выходной ток 4 А.

Модули питания разработаны с учетом требований по дальнейшему упрощению разработки локального регулирования питания и являются логическим продолжением популярной серии SimpleSwitcher. На рис. 2 представлена позиция выпускаемых модулей питания по отношению к уже существующим сериям стабилизаторов с интеграцией ключевого элемента (регуляторов) и с внешними ключами (контроллеров).

Схема включения и свойства корпуса

Компоновка модулей питания серии LMZ позволяет значительно упростить разработку локальных стабилизаторов напряжения благодаря уже выбранному индуктивному элементу. Также облегчается и разводка платы, поскольку место установки индуктивности, а также колебательные точки оптимизи-

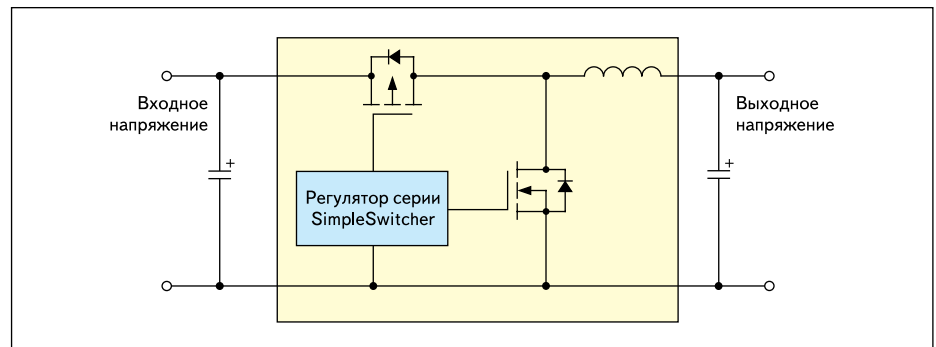


Рис. 1. Внутреннее устройство модуля питания серии LMZ

Таблица 1. Выпускаемая линейка модулей

Наименование	Диапазон входного напряжения, В	Диапазон выходного напряжения, В	Максимальный выходной ток, А	Пиковый КПД, %	Дополнительные функции
LMZ10504	2,95–5,5	0,8–5	4	96	Программирование последовательности включения, Soft-start
LMZ12003	4,5–20	0,8–6	3	92	Soft-start, прецизионное включение, совместимость с LMZ14203
LMZ14203	6–42	0,8–6	3	92	Soft-start, прецизионное включение, совместимость с LMZ12003

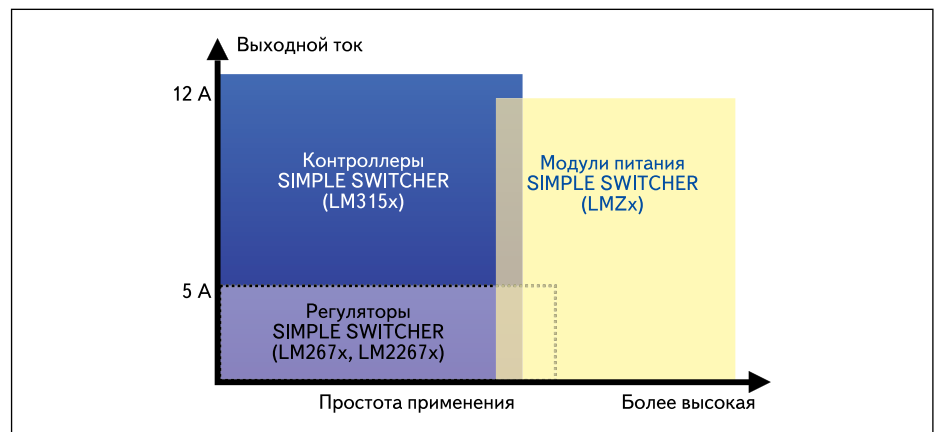


Рис. 2. Позиция новых модулей питания по отношению к выпускаемым сериям стабилизаторов

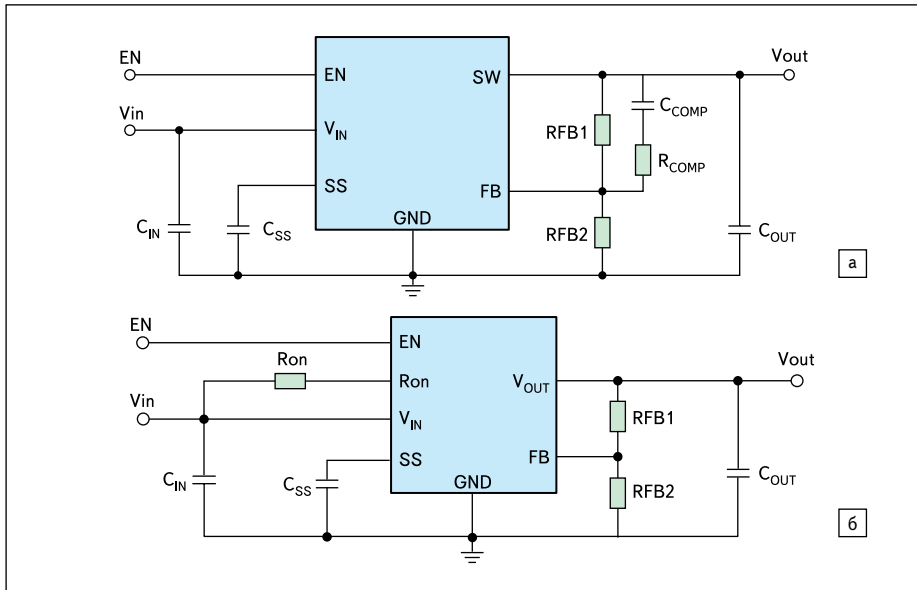


Рис. 3. Типовые схемы включения модулей серии LMZ: а) LMZ10504, б) LMZ12003 и LMZ14203

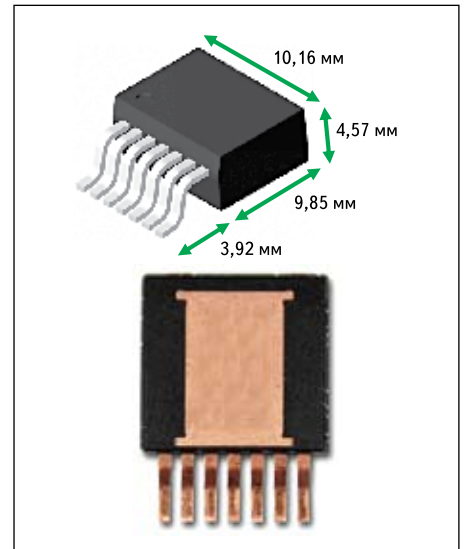


Рис. 4. Внешний вид и размеры корпуса модуля питания серии LMZ

рованы внутри микросхемы. Типовые схемы включения модулей максимально упрощены (рис. 3).

Частота переключения практически фиксирована для каждого из модулей, но присутствует и некоторая гибкость для обеспечения устойчивой работы стабилизаторов во всем диапазоне входных и выходных условий. Для модулей до 5 А возможно задать отличающуюся от рекомендованной ШИМ-частоту при помощи резистора R_{on} . Для модулей с напряжениями от 5 В возможно ввести компенсационную цепочку между выходом V_{out} и входом обратной связи FB. Это позволяет добавить еще по одному полюсу и нулю к внутренней компенсации (2 полюса, один нуль) и обеспечить максимальную стабильность работы. Заметим, что выбор всех навесных элементов в схемах включения модулей LMZ будет запрограммирован в online-среде расчетов WEBENCH (на сайте производителя).

Модули питания предлагаются в корпусах, «похожих» на TO263-7 (рис. 4). Данные корпуса специально разработаны для серии

LMZ, и они обладают неоспоримыми преимуществами:

- упрощенное прототипирование благодаря обычному корпусу;
- улучшенный отвод тепла благодаря «земляной» пластине с обратной стороны корпуса;
- внутренний экран подавляет электромагнитные помехи от импульсного регулятора.

В большинстве случаев отвод тепла через «земляную шину» (Isolated Ground) достаточен для правильной работы стабилизатора, соответственно, обдув воздухом не требуется.

На рис. 5 представлены результаты сравнительных тестов модуля LMZ10504 и аналогичной микросхемы от другого производителя. Условия работы стабилизаторов:

- входное напряжение 5 В;
- выходное напряжение 1,8 В, ток 4 А.

По результатам тестов оказалось, что у LMZ10504 корпус нагревается меньше (42 °C против 46 °C у аналогичной микросхемы другого производителя), и отвод тепла от нее происходит более равномерно.

При разработке корпуса для новых модулей питания было уделено большое внимание снижению электромагнитных помех путем экранирования внутренних импульсных элементов. В результате модули отвечают самым жестким требованиям по электромагнитной совместимости, например, на рис. 6 представлены тесты рассматриваемых элементов, демонстрирующие соответствие спецификации EN55022. Тестирование производилось в центре сертификации TÜV Rheinland в Санта-Кларе.

Несмотря на простоту включения модулей, для достижения высоких показателей по электромагнитной совместимости и минимизации излучения помех необходимо уделить внимание разводке платы. Простые правила представлены в документации на стабилизаторы, производитель рекомендует следующее: минимизировать размеры петель импульсных токов, организовать единую земляную шину для всех контактов модуля, шины входного и выходного напряжения сделать максимально широкими,

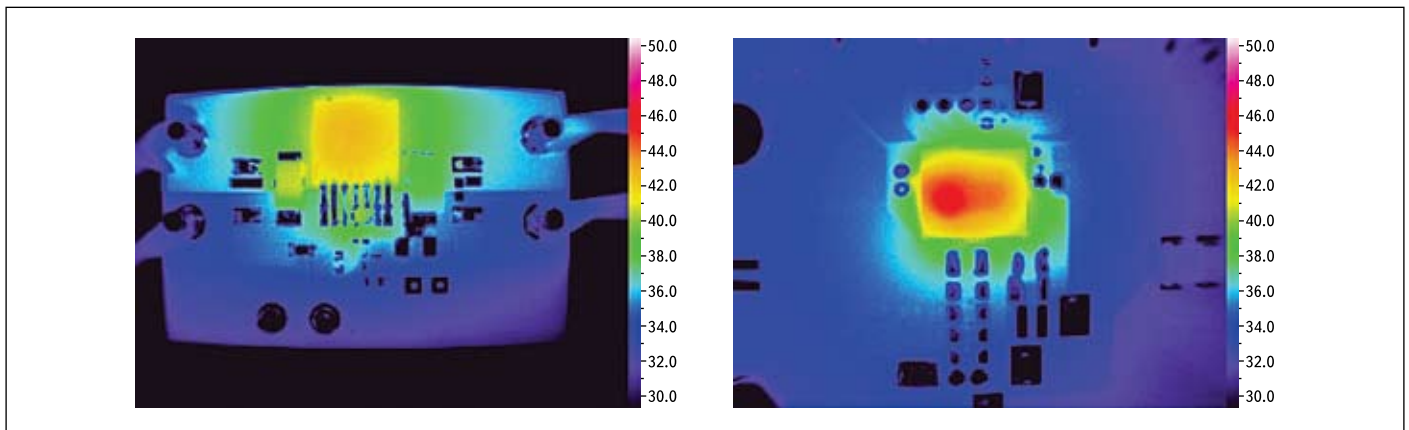


Рис. 5. Сравнение модуля питания серии LMZ и аналогичной микросхемы от конкурентов

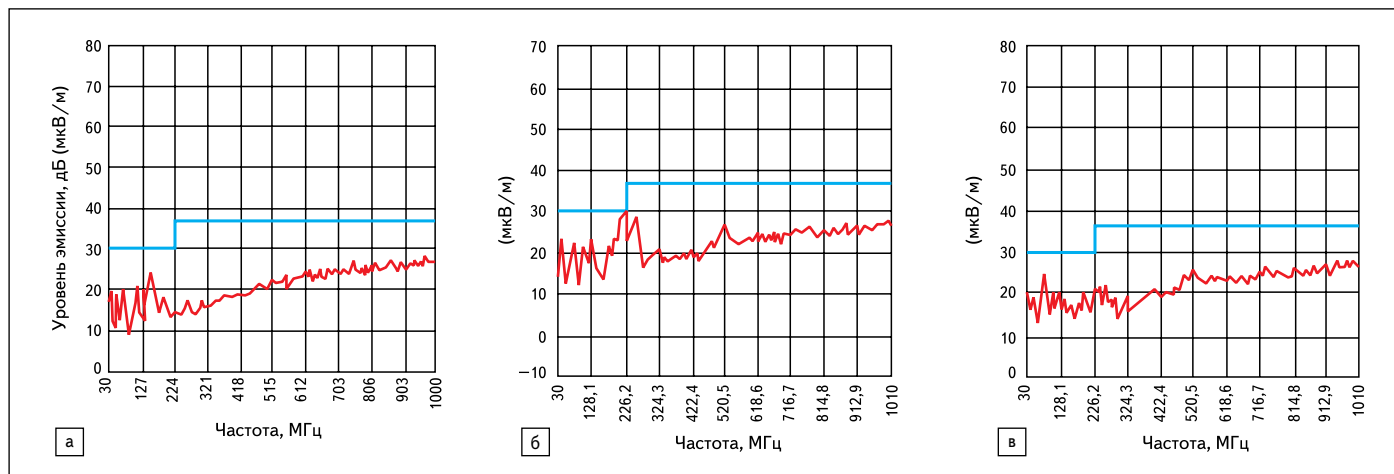


Рис. 6. Результаты тестов модулей питания на электромагнитную совместимость (жирная горизонтальная линия соответствует ограничению по стандарту EN55022):

- а) LMZ10504, тест демо-платы;
 б) LMZ12003 (входное напряжение 12 В, выходное напряжение 3,3 В, ток 3 А), стандартная схема включения;
 в) LMZ14203 (входное напряжение 42 В, выходное напряжение 3,3 В, ток 3 А), стандартная схема включения

уменьшить длину обратной связи и организовать достаточный теплоотвод. Для каждого из стабилизаторов разработана демо-версия, которую можно использовать как пример разводки платы.

Сравнение с альтернативными решениями

Модули питания со встроенной индуктивностью предлагаются рядом других производителей. Наиболее распространенные решения — силовые модули, совместимые со стандартами POLA (например, серия PTH от Texas Instruments), а также высокоинтегрированные миниатюрные модули (например, наиболее распространенные — производство Linear Technology). В чем отличия и преимущества применения этих микросборок? Проведем сравнение различных схем организации питания с условиями: номинальное входное напряжение 5 В, выходное напряжение 1,8 В, ток до 4 А. Воспользуемся следующими модулями: PTH05050W (Texas Instruments), LTM4604 (Linear Technology) и LMZ10504 (National Semiconductor).

Решение на основе PTH05050W является самым миниатюрным, его размер без уче-

та навесных элементов (двух конденсаторов и подстроечного резистора) составляет 22×19×10 мм. Корпус модуля соответствует стандарту POLA и имеет 6 штыревых выводов. Создать макет источника питания на основе такого модуля довольно просто, но в производстве, возможно, потребуются дополнительный процесс, отличный от SMD-монтажа. В документации на PTH05050W не специфицировано соответствие стандартам электромагнитной совместимости, и может возникнуть необходимость в дополнительном экранировании. Модуль питания PTH05050W демонстрирует высокие значения КПД (90%) при выбранных условиях, также разработчик может использовать возможности для согласования работы нескольких источников.

Модуль LTM4604 предлагается в корпусе LGA, который достаточно сложно макетировать; в производстве потребуется проверка монтажа. Размер модуля (без учета навесных элементов трех конденсаторов и подстроечного резистора) составляет 15×9×2,3 мм. Модуль LTM4604 также не соответствует стандартам электромагнитной совместимости (нет упоминания в документации), однако в линейке модулей Linear Technology есть модули с низким уровнем излучения помех.

КПД модуля при выбранных условиях составляет 85%.

Сравнение технических параметров решений представлено в таблице 2.

Из сравнения решений видно, что применение новых модулей National Semiconductor оправдано тогда, когда требуется обеспечить быстрое и удобное макетирование, электромагнитную совместимость простым способом, высокий КПД и простой теплоотвод. Также преимуществом модуля LMZ следует считать миниатюрный корпус.

Заключение

В статье рассмотрены первые модули питания серии LMZ от National Semiconductor, дан сравнительный анализ источника питания на основе одного из модулей и двух альтернативных вариантов. Показано, что новинки — LMZ10504, LMZ12003, LMZ14203 — обладают целым рядом уникальных особенностей, которые, несомненно, заинтересуют инженеров-разработчиков электронных приборов с высокими требованиями по ЭМС, минимуму занимаемого места, сложности с теплоотводом (особенно при отсутствии обдува).

Встроенная экранированная индуктивность, удобный выводной корпус (похожий на TO263–7), малые размеры решения, максимально быстрые сроки разработки ИП — основные преимущества применения модулей серии LMZ. Помимо этого, LMZ10504, LMZ12003 и LMZ14203 обеспечивают высокие уровни КПД и низкое излучение помех (соответствие стандарту EN55022). Эти свойства позволяют применить новые модули в ряде медицинских, телекоммуникационных и измерительных электронных приборов, особенно если в устройствах необходимо быстро организовать питание процессоров или ПЛИС.

Таблица 2. Сравнение решений на основе различных модулей (номинальное входное напряжение 5 В, выходное напряжение 1,8 В, ток до 4 А)

	LMZ10504	LTM4604	PTH05050W
Уровень макетирования	Простое (благодаря выводному корпусу)	Сложное (безвыводной корпус LGA)	Простое (благодаря выводному корпусу), соответствует стандарту POLA — взаимозаменяемость с модулями других производителей
Тепловое сопротивление корпуса (θ_{JA}), °C /Вт	20	25	Не специфицировано, возможно потребуется обдув
Соответствие стандарту электромагнитной совместимости EN55022	Да	Нет (есть альтернативные варианты с низким излучением помех)	Не гарантировано
КПД при 25 °C, %	90	85	90
Размер корпуса, мм	10×13×4,6	15×9×2,3	22×19×10
Необходимые навесные элементы	1 входной конденсатор, 1 выходной конденсатор, 2 подстроечных резистора	1 входной конденсатор, 1 подстроечный резистор	1 входной конденсатор, 1 подстроечный резистор