

# Новые высокоэффективные DC/DC-преобразователи компании MPS

Дмитрий Цветков (г. Смоленск)

Рассмотрены принципы построения понижающих и повышающих преобразователей и типовые схемы их применения на базе новых микросхем DC/DC-преобразователей компании MPS.

## ВВЕДЕНИЕ

Американская компания Monolithic Power Systems (MPS) известна на российском рынке, прежде всего, своими малогабаритными DC/DC-преобразователями с возможностями и характеристиками, превосходящими параметры аналогичных ИС основных конкурентов. Основанная в 1997 г., компания MPS является лидером в разработке и производстве высокоэффективных компонентов аналоговой и силовой электроники на базе BiMOS- и DMOS-технологий [1].

Передовые технологические решения, применяемые MPS, позволяют интегрировать на одном кристалле цифровые схемы управления, прецизионные аналоговые компоненты, силовые транзисторы и мощные выпрямительные диоды. Благодаря этому удаётся достичь высокой плотности мощности при малых типоразмерах корпусов интегральных схем.

К одной из причин бурного развития компании можно отнести удач-

ный выбор номенклатуры производимой продукции – силовые малогабаритные микросхемы, в том числе, понижающие и повышающие DC/DC-преобразователи, драйверы люминесцентных ламп, драйверы светодиодов, звуковые усилители класса D, силовые драйверы (мост/ полумост), линейные стабилизаторы, операционные усилители и усилители датчиков тока.

Помимо выпуска интегральных микросхем в миниатюрных корпусах компания MPS обеспечивает преемственность поколений своих ИС, что позволяет производить замену микросхем предыдущих серий на приборы новых серий, полностью совместимые по корпусам и по выводам. Это даёт возможность производителю избежать лишних затрат при долгосрочном серийном производстве.

Другой отличительной особенностью преобразователей MPS является их «неприхотливость» к номиналам и характеристикам внешних компонентов, что позволяет сократить расходы при массовом производстве конечных изделий. Это объясняется следующими причинами:

- высокой стабильностью и повторяемостью характеристик преобразователей от партии к партии;
- высокой устойчивостью схемы отрицательной обратной связи по напряжению; как показала практика применения, сами преобразователи не критичны ни к номиналам, ни к типам применяемых конденсаторов, а цепи коррекции не требуют какой-либо дополнительной подстройки;
- преобразователь в конечном изделии (после его монтажа и сборки)

не требует трудоёмкого и длительного тестового «прогона», что зачастую позволяет ограничиться простой проверкой его работоспособности.

## Понижающие и повышающие DC/DC-преобразователи

Классическая схема понижающего DC/DC-преобразователя (в англоязычной литературе – DC/DC Buck Converter или Step-Down Converter) состоит из ШИМ-генератора, силового транзистора, выпрямительного диода Шоттки, накопительной катушки индуктивности и фильтрующего конденсатора (см. рис. 1а).

Схема понижающего преобразователя с целью повышения его КПД была усовершенствована: выпрямительный диод был заменен ключевым транзистором, работающим синхронно с основным силовым транзистором (см. рис. 1б). По этой причине преобразователи, построенные по такой схеме, принято называть синхронными преобразователями или преобразователями с синхронным выпрямлением (Synchronous Rectified Step-Down Converter).

Повышение КПД синхронного преобразователя стало возможным благодаря тому, что на «выпрямительном» транзисторе VT2 (см. рис. 1б) падение напряжения может быть ниже, чем на диоде Шоттки (при равных токах). Кроме того, возможно формирование на выходе более низкого напряжения, чем у преобразователя с диодом Шоттки. Другая особенность заключается в том, что преобразователь с синхронным выпрямлением работает только в режиме непрерывных токов, что объясняется возможностью МДП-транзистора проводить ток в обоих направлениях. Аналогичными свойствами обладают и повышающие синхронные DC/DC-пре-

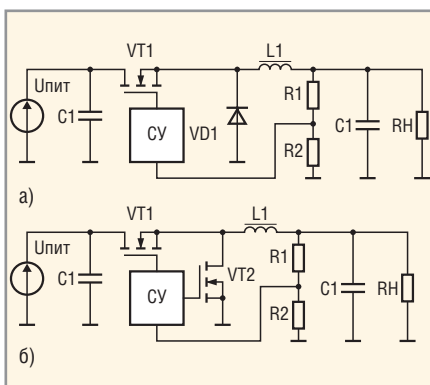


Рис. 1. Упрощённая схема понижающего с диодом Шоттки (а) и синхронного (б) DC/DC-преобразователя

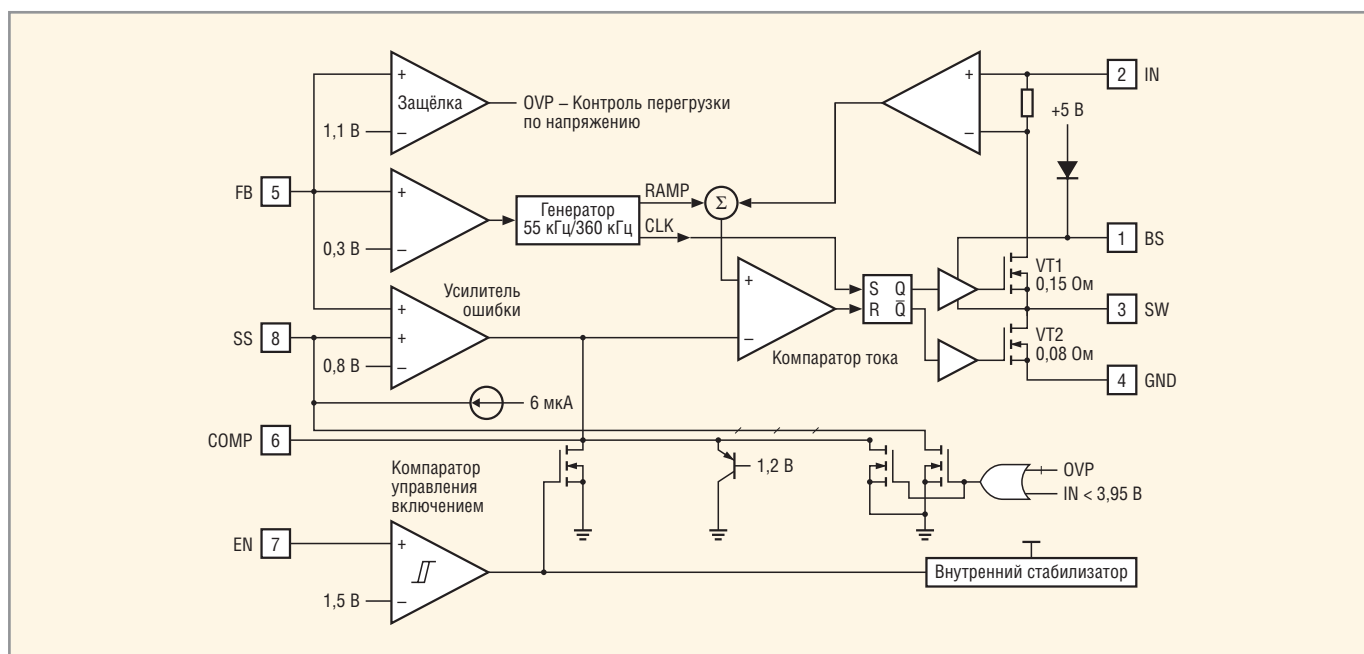


Рис. 2. Структурная схема преобразователей MP2403/MP2303A

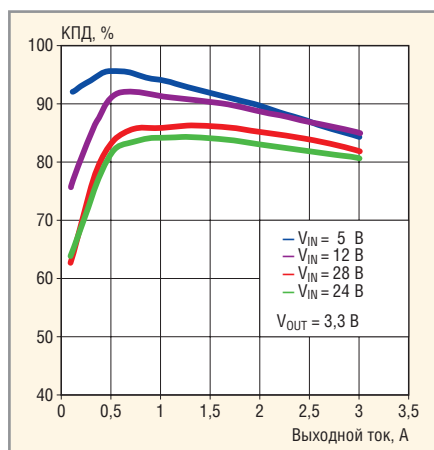


Рис. 3. Зависимость КПД преобразователя на основе MP2303A от выходного тока

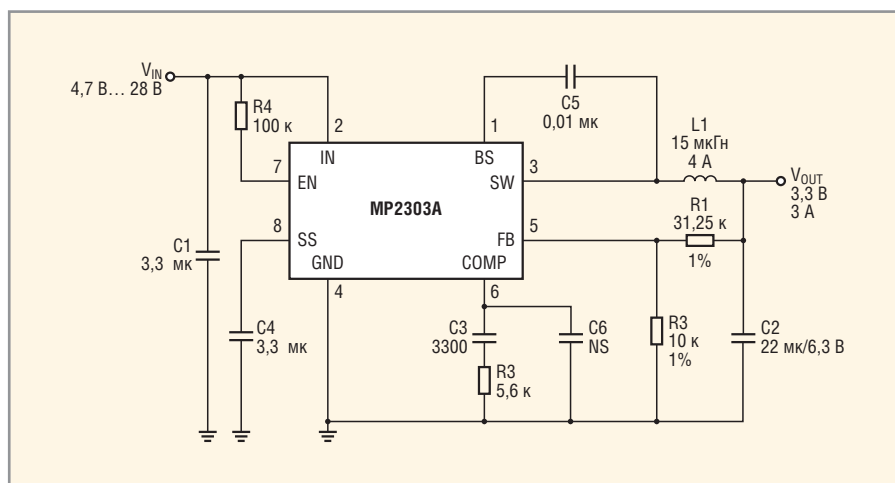


Рис. 4. Типовая схема включения преобразователя MP2303A

образователи (Synchronous Rectified Step-Up Converter или Synchronous Rectified Boost Converter).

В современные преобразователи, кроме упомянутых выше узлов, производители, как правило, встраивают различные защитные узлы, контролирующие входное/выходное напряжение и токи силовых цепей, управление запуском («мягкий» старт) и режимом работы (перевод в «спящий» режим) через выделенный вывод ИС.

В зависимости от мощности DC/DC-преобразователя возможно законченное, «однокристалльное» решение, с включением в состав ИС силовых цепей – ключевых транзисторов и/или выпрямительного диода.

Более подробное описание принципов работы DC/DC-преобразователей и расчёта их элементов можно

найти в соответствующей литературе [2, 3].

MP2303A – однокристалльные синхронные понижающие преобразователи с двумя встроенными силовыми МДП-транзисторами с сопротивлением канала 0,15 и 0,08 Ом соответственно. Стабильность выходного напряжения преобразователя во всём диапазоне выходного напряжения и выходного тока не хуже 0,5%. Наличие управления временем «мягкого» запуска позволяет увеличить надёжность преобразователя и, соответственно, изделия в целом. Время запуска задаётся внешним конденсатором, подключаемым к выводу SS (см. рис. 2) микросхемы. Вывод EN позволяет управлять запретом/разрешением работы преобразователя. В отключенном режиме собственный ток потребления микросхемы

не превышает 3 мкА, в активном режиме – 1,6 мА.

В числе современных требований, предъявляемым к DC/DC-преобразователям, – наличие в них узлов защиты как самого преобразователя, так и подключенных к нему внешних цепей. Новые микросхемы MP2403/MP2303A не являются исключением, поскольку в них реализованы встроенный узел контроля тока встроенных силовых транзисторов, компараторы, следящие за превышением/понижением входного напряжения, а также узел защиты от короткого замыкания на выходе.

Достоинства и отличительные особенности ИС типа MP2403/MP2303A:

- большой рабочий ток нагрузки: 3 А;
- высокий КПД при максимальном выходном токе: – 85...95% (см. рис. 3);

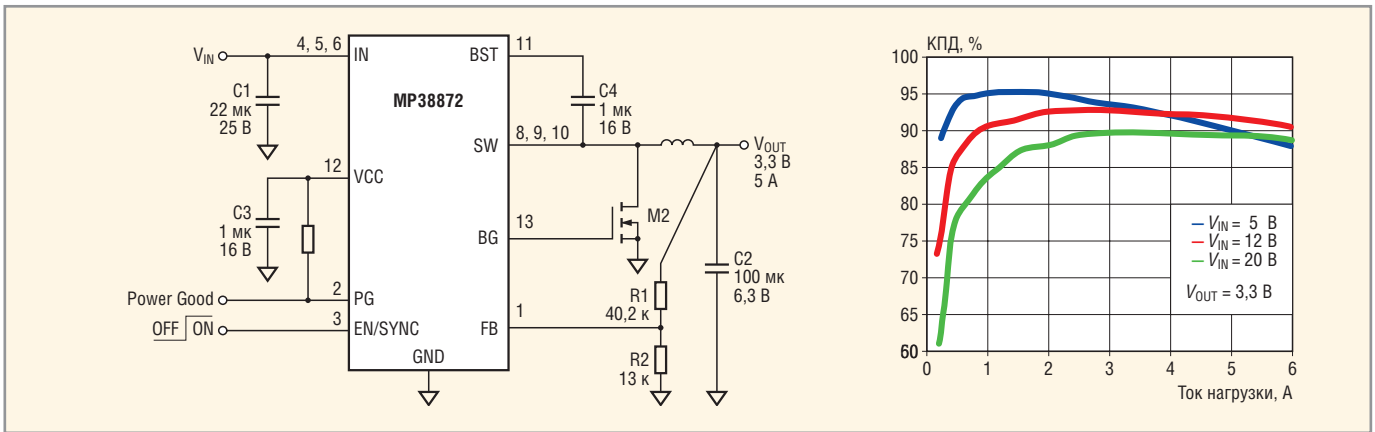


Рис. 5. Типовая схема включения преобразователя MP38872 и зависимость его КПД от тока нагрузки

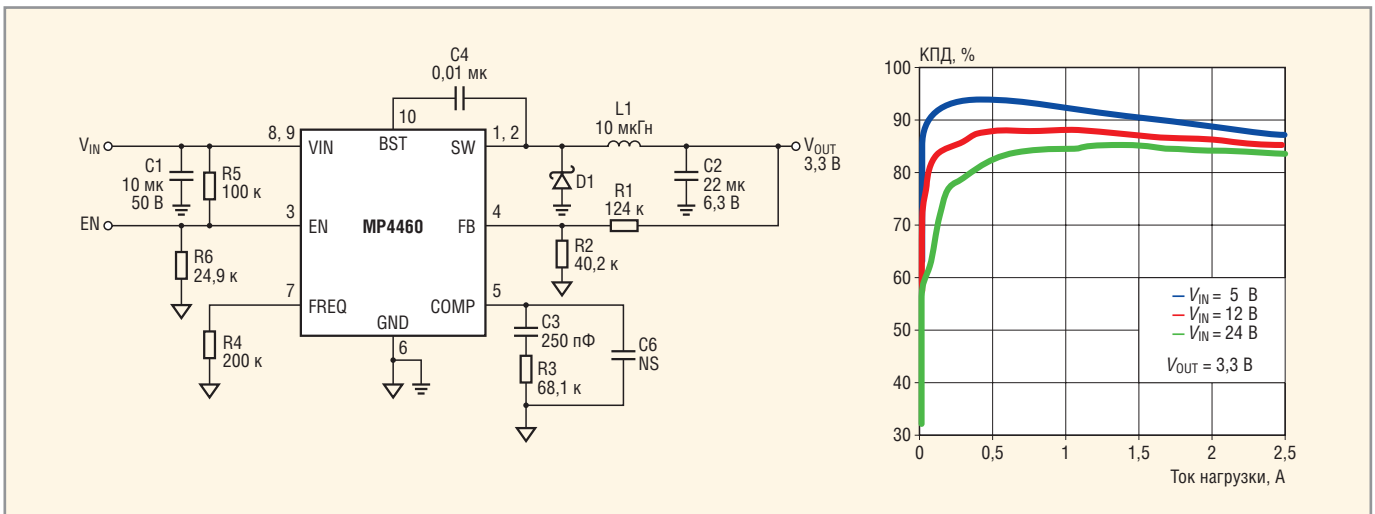


Рис. 6. Типовая схема включения преобразователя MP4460 и зависимость его КПД от тока нагрузки

- встроенные силовые МДП-транзисторы с сопротивлением канала 0,15 и 0,08 Ом соответственно;
- широкий диапазон входного напряжения: 4,7...28 В;
- широкий диапазон регулировки выходного напряжения: 0,8...25 В;
- регулируемое время «мягкого» старта;

- высокая стабильность с выходным сглаживающим конденсатором малой ёмкости;
- фиксированная частота преобразования 360 кГц;
- защита от перегрузки по току и от превышения входного напряжения;
- минимум внешних компонентов.

Области применения:

- распределённые системы электропитания;
- предварительные DC/DC-преобразователи, установленные перед линейными стабилизаторами;
- переносные компьютеры.

Преобразователи MP2403/MP2303A размещены в малогабаритных корпусах типа SOIC8N (6 × 5 мм) и QFN10 (3 × 3 мм), оборудованных встроенными теплоотводами. Диапазон рабочей температуры -40...85°С.

Типовая схема включения MP2303 (см. рис. 4) состоит из конденсатора C4, управляющего временем «мягкого» запуска (при C4 = 0,1 мкФ, t ~15 мс), цепи коррекции C3R3C6 усилителя обратной связи, конденсатора C5 вольтдобавки (bootstrap), дросселя L1, резистивного делителя R1R2, определяющего выходное напряжение, и сдвоенного сглаживающего керамического конденсатора C2.

MP38872/MP38874/MP38891 – серия ИС синхронных понижающих преобразователей со встроенным си-

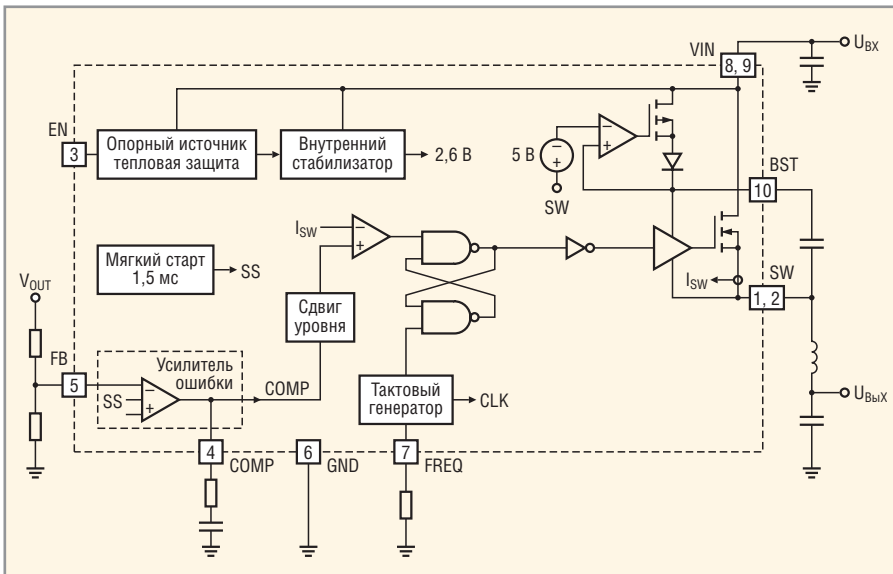


Рис. 7. Структурная схема преобразователя MP4460

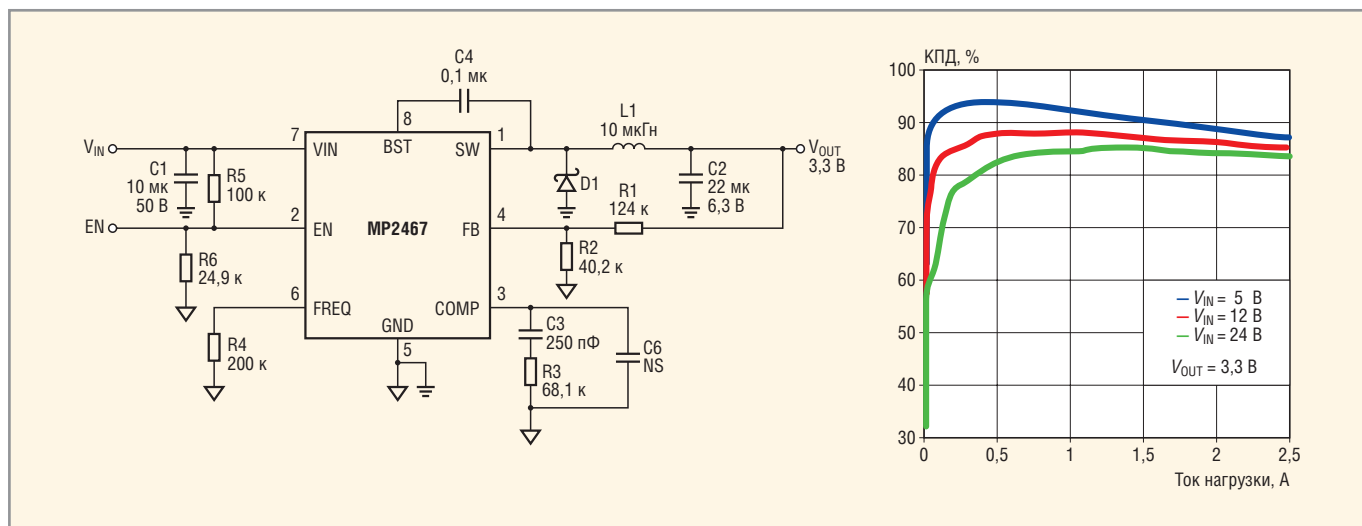


Рис. 8. Типовая схема включения преобразователя MP2467 и зависимость его КПД от тока нагрузки

ловым МДП-транзистором и фиксированной частотой преобразования.

Достоинства и отличительные особенности ИС типа MP38872/MP38874/MP38891:

- низкое сопротивление канала транзистора: 0,042...0,050 Ом;
- большой рабочий ток нагрузки: 6 А (MP38872/MP38891) и 8 А (MP38874);
- высокий КПД: до 95% (см. рис. 5);
- диапазоны входного напряжения: 4,5...23 В (MP38872), 4,5...16 В (MP38874), 4,5...30 В (MP38891);
- широкий диапазон регулировки выходного напряжения: 0,8...15 В;
- фиксированная частота преобразования: 600 кГц (MP38872/MP38874) и 420 кГц (MP38891);
- возможность синхронизации от внешнего источника с частотой до 1,5 МГц;
- высокая стабильность с выходным сглаживающим конденсатором малой ёмкости;
- тепловая защита;
- защита от перегрузки по току и от превышения входного напряжения;

- минимум внешних компонентов.

Области применения:

- распределённые системы электропитания;
- сетевые устройства, другие средства связи;
- принтеры;
- ЖК-мониторы и телевизоры.

Преобразователи размещены в малогабаритном 14-выводном корпусе QFN (3 × 4 мм) со встроенным теплоотводом. Диапазон рабочей температуры –40...85°C.

MP4459/MP4460/MP4461 – серия высоковольтных понижающих преобразователей со встроенным силовым МДП-транзистором и внешним диодом Шоттки. Управление частотой преобразования всего лишь одним внешним резистором позволяет избежать трудоёмкого подбора индуктивности внешнего дросселя. В свою очередь возможность работы на очень высокой частоте преобразования (до 4 МГц) позволяет снизить габариты преобразователя в целом за счёт соответствующего уменьшения размеров

самого «габаритного» элемента схемы – дросселя.

Достоинства и отличительные особенности ИС типа MP4459/MP4460/MP4461:

- сверхмалый потребляемый ток: менее 100 мкА;
- низкое сопротивление канала транзистора: 0,15 Ом;
- высокий КПД: до 95% (см. рис. 6 и 7);
- большой пиковый ток силового транзистора: до 2 А (MP4459) и до 3 А (MP4460/MP4461);
- диапазон входного напряжения: 4,5...36 В;
- широкий диапазон регулировки выходного напряжения: 0,8...36 В (MP4459) и 0,8...30 В (MP4460/61);
- регулируемая одним внешним резистором частота преобразования: до 4 МГц;
- высокая стабильность с выходным сглаживающим конденсатором малой ёмкости;
- встроенная цепь «мягкого» старта;
- защита от перегрузки по току и от превышения входного напряжения;
- минимум внешних компонентов.

Таблица 1. Назначение выводов DC/DC-преобразователя MP4460

Номер	Название	Назначение и описание
1, 2	SW	Выход встроенного ключевого транзистора. Необходимо подключение внешнего дополнительного диода Шоттки между этим выводом и общей шиной GND. Диод должен быть размещён в непосредственной близости к выводу
3	EN	Вход разрешения. Низкий логический уровень на этом входе вызывает выключение внутреннего генератора и переводит микросхему в «спящий» режим. Высокий логический уровень возобновляет работу преобразователя
4	COMP	Выход для подключения внешней цепи частотной коррекции. Является выходом усилителя ошибки (рассогласования)
5	FB	Вход цепи отрицательной обратной связи по напряжению. Напряжение на этом выводе сравнивается с внутренним опорным напряжением 0,8 В с помощью усилителя ошибки
6	GND	Общий. Необходимо, чтобы выходной конденсатор был размещён в непосредственной близости к этому выводу
7	FREQ	Вход управления частотой преобразования. Подключается к внешнему частотозадающему резистору, подключенному другим выводом к GND
8, 9	VIN	Вход напряжения питания. Входной развязывающий конденсатор следует размещать в непосредственной близости к этому выводу
10	BST	Вольтодобавка. Вход «плавающего» напряжения питания внутреннего драйвера силового транзистора. Требуется подключение внешнего накопительного конденсатора между этим выводом и выводом SW

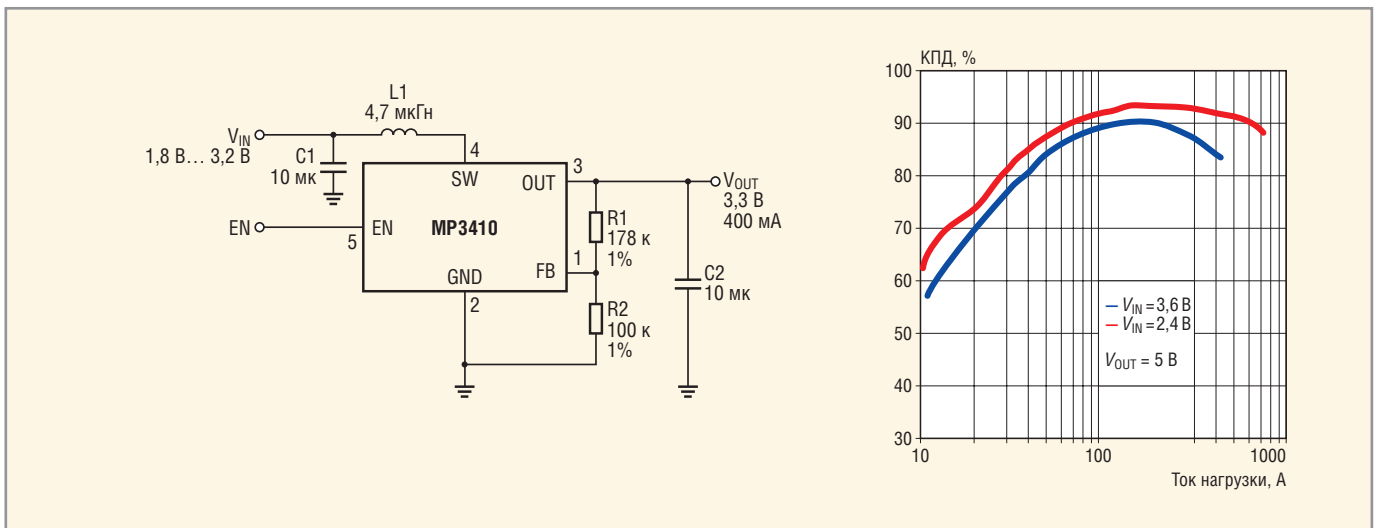


Рис. 9. Типовая схема включения преобразователя MP3410 и зависимость его КПД от тока нагрузки

Области применения:

- источники питания с расширенным диапазоном рабочего напряжения;
- автомобильная электроника;
- промышленные и распределённые источники питания;
- устройства с батарейным питанием.

Преобразователи размещены в малогабаритном 10-выводном корпусе типа QFN (3 × 3 мм) со встроенным теплоотводом. Диапазон

рабочей температуры –40...85°C. Назначение выводов ИС приведено в таблице 1.

MP2467 – высоковольтный понижающий преобразователь со встроенным силовым МДП-транзистором, внешним диодом Шоттки и фиксированной частотой преобразования.

Достоинства и отличительные особенности ИС типа MP2467:

- низкое сопротивление канала транзистора: 0,15 Ом;

- высокий КПД: до 95% (см. рис. 8);
- большой рабочий ток нагрузки: до 2,5 А;
- диапазон входного напряжения: 6...36 В;
- широкий диапазон регулировки выходного напряжения: 0,8...30 В;
- фиксированная частота преобразования: 500 кГц;
- высокая стабильность с выходным сглаживающим конденсатором малой ёмкости;

Таблица 2. Сравнительные параметры и особенности новых DC/DC-преобразователей компании MPS

Параметр	Понижающие преобразователи								Повышающие преобразователи с синхронным выпрямлением	
	с синхронным выпрямлением				с диодом Шоттки					
	MP2303A	MP38872	MP38874	MP38891	MP4459	MP4460	MP4461	MP2467		MP3410
<b>Основные характеристики</b>										
U <sub>ВХ</sub> МИН, В	4,6	4,5							6,0	1,8
U <sub>ВХ</sub> МАКС, В	28	21	30		36					6,0
U <sub>ВЫХ</sub> МИН, В	0,8									1,3
U <sub>ВЫХ</sub> МАКС, В	25	15			36			30	–	
I <sub>ВЫХ</sub> , В	3,0	6,0	8,0	6,0	1,5	2,5	3,5	2,5	1,5	
I <sub>ПОТР. АКТ</sub> , МА	1,6	1,1		0,9	0,1				–	
I <sub>ПОТР. ВЫКЛ</sub> , мКА	3,0	–			12				0	
U <sub>ОПОРН</sub> , В	0,8									1,23
F <sub>РАБ</sub> , кГц	360	600	420		≤4000			500	500	
R <sub>СИ ВИС</sub> , МОм	0,15	0,045	0,042	0,050	0,15				–	
R <sub>СИ НИЗ</sub> , МОм	0,08	–	–	–	–	–	–	–	–	
Тип корпуса	SOIC8E	QFN14-34			TQFN10-3			SOIC8E	TSOT23-5	
<b>Отличительные особенности</b>										
«Мягкий» старт	Возможен	Нет			1,5 мс				Нет	
Встроенные цепи частотной коррекции	Нет	Есть			Нет				Есть	
Управление частотой преобразования	Нет				Есть				Нет	
Защита по току	Есть									
Защита по входному напряжению	Есть									
Тепловая защита	Нет	Есть	Нет						Есть	
Вход отключения	Есть	Нет			Есть					
Вход синхронизации	Нет	≤1 МГц		≤1,5 МГц		Нет				

- встроенная цепь «мягкого» старта;
- защита от перегрузки по току и от превышения входного напряжения;
- минимум внешних компонентов.

Области применения:

- игровые автоматы;
- источники питания с расширенным диапазоном рабочего напряжения;
- автомобильная электроника;
- промышленные источники питания;
- устройства с батарейным питанием.

Преобразователи размещены в 8-выводном корпусе типа SOIC8E (6 × 5 мм) со встроенным теплоотводом. Диапазон рабочей температуры –40...85°C.

MP3410 – повышающий синхронный преобразователь со встроенным силовым МДП-транзистором и фиксированной частотой преобразования. Благодаря синхронному принципу работы отпадает необходимость во внешнем выпрямительном диоде Шоттки, что также позволяет достигать высокого КПД при «среднем» токе нагрузки 0,5 А (см. рис. 9). Для обеспечения работы преобразователя дос-

таточно двух танталовых конденсаторов по 10 мкФ каждый, резистивного делителя (для задания выходного напряжения) и малогабаритной катушки индуктивности.

Достоинства и отличительные особенности ИС типа MP3410:

- высокий КПД: до 90%;
- высокий рабочий ток нагрузки: до 1,5 А;
- запуск при входном напряжении от 1,8 В;
- отключение входа и выхода в «спящем» режиме;
- встроенные цепи частотной коррекции;
- фиксированная частота преобразования: 500 кГц;
- сверхмалый ток потребления в «спящем» режиме;
- тепловая защита, защита от перегрузки по току и от превышения входного напряжения;
- малогабаритный 5-выводный корпус типа TSOT-23;
- минимум внешних компонентов.

Области применения ИС – устройства с питанием от двух аккумуляторов или батарей типоразмера AA и AAA.

Для более наглядного представления в таблицу 2 вынесены основные параметры и особенности новых DC/DC-преобразователей компании MPS, описанных в этой статье. Для каждой указанной микросхемы, как, впрочем, и для более ранних ИС, существуют отладочные платы [4].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новые DC/DC-преобразователи компании MPS, благодаря своей компактности, надёжности и низкой требовательности к номиналам внешних компонентов, позволяют разрабатывать эффективные и недорогие системы питания, что делает их очень привлекательными для применения в массовых изделиях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. www.monolithicpower.com.
2. Широков Ю. Понижающие DC/DC-преобразователи. Современная электроника. 2005. № 3. С. 6–12.
3. Образцов А, Образцов С. Схемотехника DC/DC-преобразователей. Современная электроника. 2005. № 3. С. 36–43.
4. http://www.prochip.ru.



**MPS**  
Monolithic Power Systems



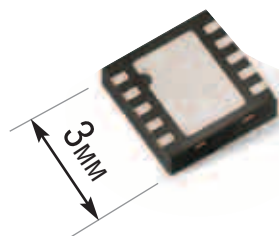
## Маленький и мощный!

**MP4459 – высокочастотный понижающий DC/DC-преобразователь**

**NEW!**

### Ключевые достоинства

- Частота преобразований: 4 МГц!
- Диапазон входных напряжений: 4,5...36 В
- Диапазон выходных напряжений: 0,8...36 В
- Ток нагрузки: 1,5 А
- Напряжение обратной связи: 0,8 В
- КПД: >95%



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР MPS В РОССИИ

**PROSOFT**®

**ПРОСОФТ – АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА**

Телефон: (495) 232-2522 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.prochip.ru

Реклама