

# Новые микросхемы фирмы Maxim-Dallas для импульсных малогабаритных источников питания

Дмитрий ИОФФЕ  
dsioffe@yandex.ru

**В предлагаемой вниманию читателя статье представлен краткий обзор микросхем для построения импульсных малогабаритных источников питания, которые фирма Maxim-Dallas выпустила за последние два года.**

Фирма Maxim Integrated Products была основана Джеком Гиффордом в 1983 году. В 2001 году она приобрела фирму Dallas Semiconductor. Ежегодно компания выпускает 200–300 новых микросхем, то есть примерно 5 новых ИС в неделю [1].

Одно из основных направлений деятельности компании — выпуск микросхем для источников питания электронной аппаратуры. Среди них важное место занимают импульсные преобразователи напряжения. Они широко применяются в самых массовых видах современной электронной техники, обеспечивая высокий КПД и, следовательно, экономию электрической энергии и длительную работу от автономных источников питания.

За последние два года фирма выпустила несколько десятков типов микросхем импульсных преобразователей напряжения. Основным направлением развития в этой области является обеспечение высокоэффективными источниками питания наиболее массовых изделий современной электроники: автомобильной электронной техники, коммуникационных устройств, портативной аппаратуры. Для них характерно постоянное и быстрое снижение размеров и стоимости, а также повышение эффективности и уменьшение собственного потребления для увеличения срока службы элементов питания.

Одна из самых больших групп новых микросхем импульсных преобразователей фир-

мы Maxim-Dallas — это устройства из уже известного и хорошо зарекомендовавшего себя семейства MAXPower. В нее входят преобразователи MAX5080, MAX5081, MAX5082, MAX5083 и MAX5090. Это высоковольтные понижающие обратноходовые преобразователи со встроенными силовыми ключами, с фиксированной частотой преобразования и широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), предназначенные для применения в автомобильной и промышленной аппаратуре. Их особенности:

- Широкий диапазон входных напряжений — до 76 В. Это позволяет использовать микросхемы в разнообразных сетях постоянного напряжения, например, в автомобильных, для которых характерны частые изменения напряжения и присутствие высоковольтных импульсных помех.
- Рабочие частоты 125 или 250 кГц. Такие частоты позволяют обходиться пассивными компонентами небольших размеров из широкого ассортимента, предлагаемого различными производителями.
- Очень малое собственное потребление.
- Наличие внешней синхронизации для использования в схемах, чувствительных к шумам.
- Защита по току и температуре.
- Плавный старт.
- Для обеспечения высокого КПД при больших нагрузках преобразователи автоматически переключаются в режим пропуска импульсов.

В таблице 1 представлены основные параметры новых микросхем семейства MAXPower [2, 3, 4].

Отметим, что микросхемы MAX5080 — MAX5082 имеют внешнюю частотную компенсацию. Это дает большую гибкость при разработке схем. В то же время устройство MAX5090 имеет встроенную компенсацию, что позволяет упростить схемы на его основе. При том, что MAX5090 может отдавать в нагрузку ток до двух ампер, его ток в режиме ожидания составляет всего 19 мкА.

Семейство микросхем MAXPower можно сравнить с семейством понижающих импульсных стабилизаторов Simple Switcher фирмы National Semiconductor. Оба семейства включают большое количество микросхем разных лет выпуска. Фирма National Semiconductor также недавно выпустила новое поколение микросхем: LM557x и LM2557x [5]. Они имеют параметры, сходные с параметрами устройств MAXPower: минимальное входное напряжение 6 В, максимальное входное напряжение 42 или 75 В, минимальное выходное напряжение 1,225 В, максимальный выходной ток 0,5, 1,5 или 3 А. Оба семейства имеют различия, которые могут повлиять на выбор разработчика в конкретной ситуации. К преимуществам микросхем MAXPower можно отнести:

- меньшее тепловое сопротивление корпуса TQFP (30 °C/Вт против 40 °C/Вт у корпуса TSSOP с тепловой площадкой в днище от NS) и большая термостойкость такого корпуса (это позволяет, например, микросхеме MAX5090 рассеивать мощность 2,67 Вт при температуре +70 °C);
- заметно меньшую площадь корпуса (25 мм<sup>2</sup> против 42 мм<sup>2</sup>);
- несколько больший КПД и существенно более подробную спецификацию КПД для разных режимов (это упрощает разработку устройств, особо чувствительных к потреблению, таких как устройства с питанием от батарей).

Таблица 1. Основные параметры новых микросхем семейства MAXPower

Параметры	MAX5080	MAX5081	MAX5082	MAX5083	MAX5090
Минимальное входное напряжение, В	4,5	7,5	4,5	7,5	6,5
Максимальное входное напряжение, В	40	40	40	40	76
Фиксированные выходные напряжения, В	—	—	—	—	3,3 и 5
Диапазон регулируемых выходных напряжений, В	1,23–32	1,23–32	1,23–32	1,23–32	1,265–11
Частота преобразования, кГц	250	250	250	250	127
Выходной ток, А	1	1	1,5	1,5	2
Площадь корпуса, мм <sup>2</sup>	25	25	25	25	25
Диапазон рабочих температур, °C	–40...+125	–40...+125	–40...+125	–40...+125	–40...+125

Несомненным преимуществом преобразователей Simple Switcher, в свою очередь, является широкий диапазон рабочих частот — от 50 до 500 кГц или 1 МГц.

Другая большая группа новых импульсных преобразователей от фирмы Maxim-Dallas — это устройства, способные работать на высокой частоте преобразования — до 2,2 МГц. К этой группе можно отнести МАХ5072, МАХ5073, МАХ5088 и МАХ5089 [6, 7, 8]. Высокая рабочая частота позволяет значительно уменьшить номиналы и, следовательно, габариты пассивных компонентов, используемых в схеме преобразователя. Сами микросхемы также имеют очень небольшие габариты (площадь корпуса 25 мм<sup>2</sup>, высота 0,8 мм). Все это в сочетании с высоким КПД позволяет создавать очень компактные и эффективные источники питания. Среди основных особенностей новых преобразователей можно отметить:

- Широкий диапазон регулирования рабочих частот: от 200 кГц до 2,2 МГц. Это позволяет, например, исключить помехи в рабочей полосе частот чувствительных к шуму тюнеров с амплитудной модуляцией или в полосе частот ADSL2+, или же уменьшить габариты источника.
- Встроенные силовые ключи дают возможность снизить габариты проектируемого устройства.
- Наличие внешней синхронизации.
- Плавный старт.

Микросхемы МАХ5072 и МАХ5073 содержат по два независимых ШИМ-преобразователя, каждый из которых может быть использован как в понижающей, так и в повышающей топологии. Основные параметры этих микросхем приведены в таблице 2.

Преобразователи в одной микросхеме работают в противофазе, что позволяет уменьшить размах пульсаций на входном конденсаторе, а также его габариты и стоимость. Кроме того, имеется выход тактовой частоты с фазовым сдвигом, которым можно синхронизировать второе такое устройство, чтобы избежать совпадения тактов работы всех четырех преобразователей по фазе. Для каждого преобразователя предусмотрены индивидуальные входы включения-выключения и выходы сигнала перехода в установившийся режим Power Good. Благодаря этому мож-

**Таблица 2.** Основные параметры преобразователей МАХ5072 и МАХ5073

Параметры	МАХ5072 МАХ5073
Диапазон входных напряжений понижающего преобразователя, В	4,5–5,5
Диапазон входных напряжений повышающего преобразователя, В	5,5–23
Минимальное выходное напряжение понижающего преобразователя, В	0,8
Максимальное выходное напряжение повышающего преобразователя, В	28
Максимальный ток первого выхода, А	2
Максимальный ток второго выхода, А	1
Точность выходного напряжения	±1%
Диапазон рабочих температур, °С	–40...+125

**Таблица 3.** Основные параметры преобразователей МАХ5088 и МАХ5089

Параметры	МАХ5088 МАХ5089
Диапазон входных напряжений, В	4,5–5,5 или 5,5–23
Минимальное выходное напряжение, В	0,6
Максимальный выходной ток, А	2
Сопротивление встроенного силового ключа, мОм	150
Диапазон рабочих температур, °С	–40...+125

но создавать источники питания со сложной последовательностью подачи напряжений в нагрузку.

У крупнейших конкурентов фирмы Maxim — фирм National Semiconductor и Texas Instruments — нет микросхем, похожих на МАХ5072 и МАХ5073 по совокупности функций и параметров.

Преобразователи МАХ5088 и МАХ5089 могут работать только как понижающие. Они содержат встроенные *n*-канальные силовые ключи, обеспечивающие ток нагрузки до 2 А. Микросхема МАХ5088 — это несинхронный преобразователь, для выпрямления в нем используется внешний диод Шоттки с малым падением напряжения. МАХ5089 — синхронный преобразователь, использующий для выпрямления внешний полевой транзистор нижнего плеча, что повышает КПД схемы. МАХ5088 имеет выход тактовой частоты с фазовым сдвигом 180°, который может использоваться для синхронизации других импульсных преобразователей.

Основные параметры микросхем МАХ5088 и МАХ5089 приведены в таблице 3.

Следует отметить, что преобразователи МАХ5072, МАХ5073, МАХ5088 и МАХ5089 также можно использовать для питания автомобильной аппаратуры [9], хотя это несколько сложнее, чем для микросхем семейства МАХPower. Для надежной работы в бортовой сети автомобиля преобразователь должен выдерживать напряжение на входе не менее 40 В. Технологически такая способность обеспечивается за счет увеличения геометрических размеров, толщины переходов и длины каналов, которые приводят к увеличению задержек распространения. Эта технология изначально является более медленной и становится неэффективной также потому, что приводит к увеличению фронтов импульсов ключей, которые вызывают более высокие потери на переходных процессах. Имеющаяся в распоряжении проектировщиков фирмы Maxim передовая технология позволяет разрабатывать чрезвычайно быстродействующие преобразователи, работающие при средних уровнях напряжения (до 23 В) — как, в частности, рассматриваемые четыре микросхемы. Перенапряжения в автомобильной сети могут быть долговременными (сохраняющимися в течение интервалов времени, превышающих постоянную времени тепловых процессов в устройстве) и кратковременными. Для долговременных перенапряжений

типичным требованием является выдерживать напряжение 24 В в течение двух минут. Предельно допустимое напряжение, которое эти микросхемы могут выдерживать в течение короткого времени, — 25 В. Таким образом, повредить МАХ5072, МАХ5073, МАХ5088 и МАХ5089 могут только кратковременные перенапряжения, которые можно подавить при помощи распространенных недорогих устройств, таких как варисторы или подавители переходных напряжений. На рис. 1 [9] приводится схема импульсного преобразователя для автомобильного источника питания, собранного на микросхеме МАХ5073 с применением очень небольшого числа внешних компонентов. На входе этого преобразователя используется схема защиты от перенапряжений МАХ6398 фирмы Maxim.

Следующая группа микросхем, которую мы рассмотрим — это малогабаритные мощные контроллеры понижающих импульсных стабилизаторов МАХ5060, МАХ5061 [10] и МАХ5066 [11]. Области их применения — высокотехнологичная компьютерная техника и телекоммуникационные системы. Они рассчитаны на работу с внешними силовыми ключами, поэтому выполненные на них источники питания могут отдавать в нагрузку ток 25–30 А. Основные общие черты этих контроллеров:

- регулируемая частота переключения;
- управление по среднему току;
- точное ограничение тока;
- внешняя синхронизация;
- плавный старт.

Устройства МАХ5060, МАХ5061 могут подключаться параллельно для построения источников питания большой мощности. Кроме того, МАХ5060 имеет следующие особенности: выход сигнала синхронизации для управления следующим DC/DC-преобразователем, работающим в противофазе, контрольный выход, напряжение на котором пропорционально току нагрузки, выход сигнала PowerGood, защита от повышенного напряжения и дифференциальный вход для подключения удаленного датчика напряжения на нагрузке.

Микросхема МАХ5066 — это вдвойне синхронный контроллер для построения источников питания с малым количеством внешних компонентов и большим выходным током. Его можно сконфигурировать для работы как с одним, так и с двумя выходами. При работе на один выход устройство может формировать выходной ток 50 А и более, два отдельных выхода позволяют получить ток до 25 А с каждого. Ключи разных выходов работают в противофазе, что позволяет снизить требования к входному конденсатору.

Основные параметры микросхем МАХ5060, МАХ5061 и МАХ5066 приводятся в таблице 4.

Еще одно новое семейство микросхем — преобразователи МАХ5094, совместимые по выводам с промышленным стандартом и широко распространенными микросхема-

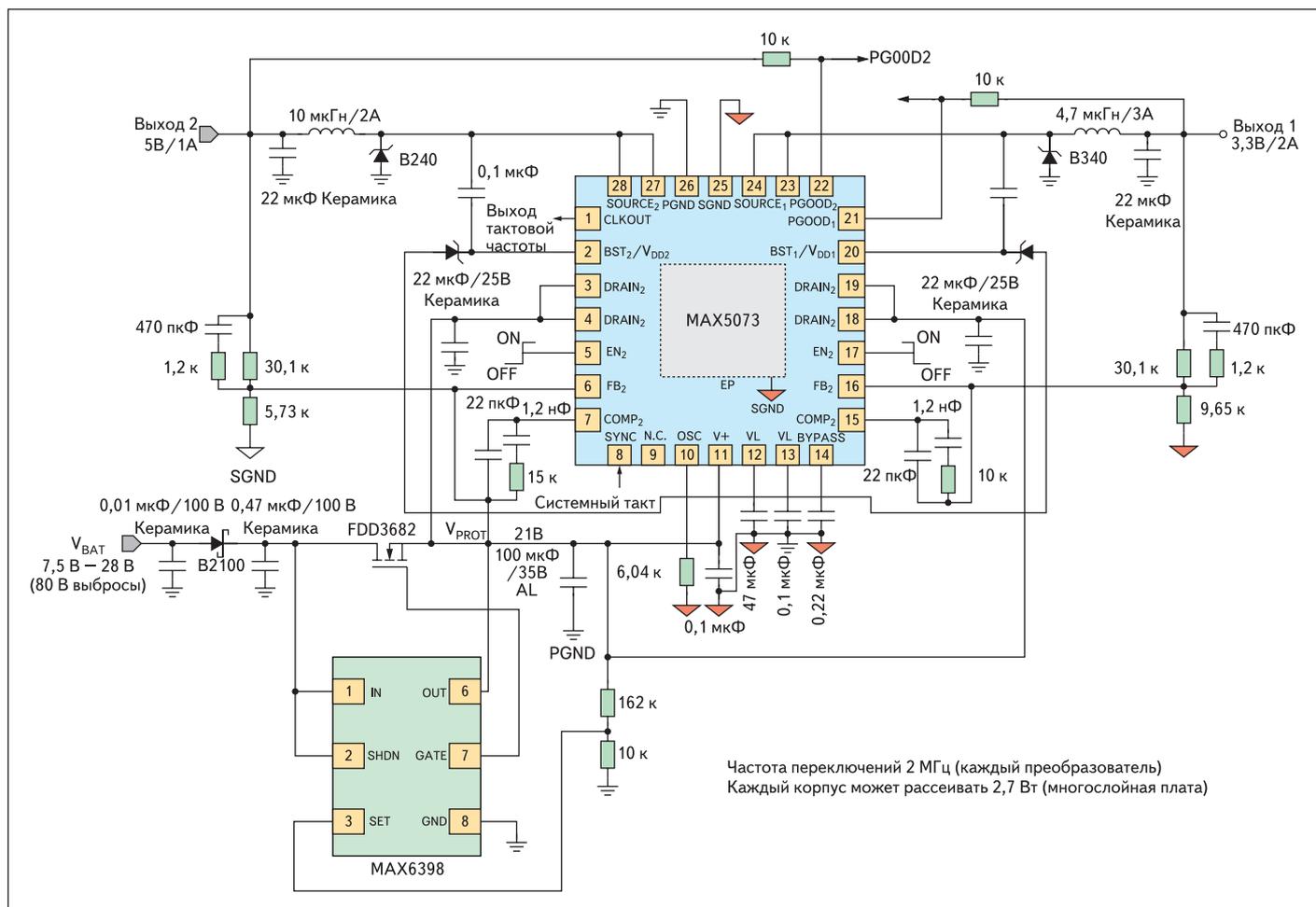


Рис. 1. Автомобильный источник питания с защитой от перенапряжений на микросхеме MAX5073

ми UCC28C43 (MAX5094A) и UCC28C45 (MAX5094B). По сравнению со своими предшественниками они имеют меньший пусковой ток, меньший допуск на разброс частоты генератора и большую точность токового датчика, что позволяет просто обновлять существующие источники питания с целью улучшения их параметров при минимальной замене компонентов. Частота коммутации ИС имеет внешнее программирование в пределах от 20 кГц до 1 МГц. При этом обеспечивается точность подстройки частоты не хуже  $\pm 7\%$ , а установки порогового значения минимального тока, напряжений пуска и выключения — не хуже  $\pm 5\%$ . Разрядный ток время-задающего конденсатора может задаваться в пределах  $\pm 5\%$ . Все это позволяет осуществ-

лять точное программирование максимальной возможной скважности, значения которой равны 1 и 0,5 для MAX5094A и MAX5094B соответственно.

Малая величина задержки (60 нс) величины порогового тока от периода к периоду обеспечивает быструю реакцию схемы при КЗ выхода. Типовое значение стартового тока 35 мА позволяет использовать пусковой резистор большого номинала, что снижает рассеиваемую на нем мощность и его размеры. Выход драйвера затвора ИС обеспечивает выходной ток величиной 2 А и ток потребления 1 А.

MAX5094 работает в диапазоне рабочих температур от  $-40$  до  $+125$  °C и поставляется в 8-выводных корпусах SO или microMAX [12].

Выпускаются также версии этих микросхем под именем MAX5095. Микросхемы MAX5095A и B отличаются наличием двунаправленной синхронизации, которая позволяет нескольким контроллерам работать на одной частоте для предотвращения биения частот. Синхронизация осуществляется простым соединением выводов синхронизации всех устройств. Кроме того, эти контроллеры могут синхронизироваться и внешним сигналом. Устройство MAX5095C имеет дополнительный выход для управления синхронным выпрямителем [13].

И завершить обзор можно совсем новым устройством — понижающим преобразователем MAX8640, о выпуске которого было объявлено в январе 2007 года. В пресс-релизе говорится, что это самый маленький импульсный преобразователь, позволяющий получить ток 500 мА. Микросхемы выпускаются в корпусе SC-70 площадью 4,2 мм<sup>2</sup> и  $\mu$ DFN (1,5 мм<sup>2</sup>). Кроме того, эти преобразователи работают на частоте 2 МГц (MAX8640Y) или 4 МГц (MAX8640Z), что позволяет использовать внешние компоненты очень малого размера: конденсатор 4,7 мкФ и индуктивность 2,2 мкГн или 2,2 мкФ и 1 мкГн соответственно. Пульсации выходного напряжения при этом получаются очень небольшими.

Внутреннее синхронное выпрямление устраняет необходимость использования внешнего диода Шоттки и значительно улучшает КПД источника питания. Другие особенности этих устройств:

- Плавный старт.
- Собственный ток потребления 24 мА.
- Высокое быстродействие как по входу, так и по нагрузке.
- Набор фиксированных выходных напряжений в диапазоне от 0,8 до 2,5 В позволяет не использовать внешние задающие компоненты.

Таблица 4. Основные параметры микросхем MAX5060, MAX5061 и MAX5066

Параметры	MAX5060 MAX5061	MAX5066
Диапазон входных напряжений, В	4,75–5,5 или 7–28	4,75–5,5 или 5–28
Диапазон выходных напряжений, В	0,6–5,5	0,61–5,5
Максимальный выходной ток, А	30	25
Частота преобразования, МГц	0,125–0,5	0,2–2,0
Диапазон рабочих температур, °C	–40...+125	–40...+125
Тип корпуса	28TQFN (5060) 16TSSOP (5061)	28TSSOP

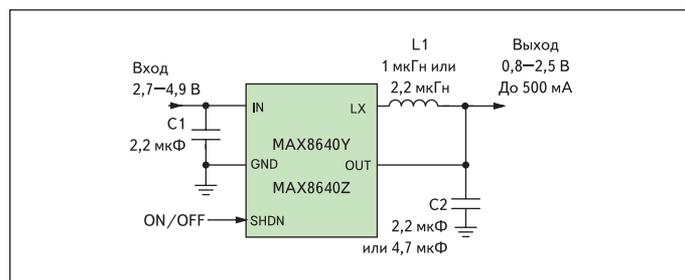


Рис. 2. Типовая схема включения преобразователей MAX8640

- Начальная точность  $\pm 1\%$ .

На рис. 2 показана типовая схема включения преобразователей MAX8640. Для нее требуется всего три внешних компонента. ■

## Литература

1. Келл Г. Maxim Integrated Products: портрет компании // Новости электроники. 2005. № 2.
2. MAX5080/MAX5081 1A, 40V, MAXPower Step-Down DC-DC Converters. Rev 1; 2/07. Материал с сайта фирмы Maxim-Dallas [ht tp://w ww.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com)
3. MAX5082/MAX5083 1.5A, 40V, MAXPower Step-Down DC-DC Converters. Rev 0; 5/05. Материал с сайта фирмы Maxim-Dallas [ht tp://w ww.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com)
4. MAX5090A/B/C 2A, 76V, High-Efficiency MAX-Power Step-Down DC-DC Converters. Rev 0; 3/06. Материал с сайта фирмы Maxim-Dallas [ht tp://w ww.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com)
5. LM557x and LM2557x SIMPLE SWITCHER Regu-lators NEW! [ht tp://w w.national.com/appinfo/ power/switcher.htm](http://www.national.com/appinfo/power/switcher.htm)
6. MAX5072 2.2MHz, Dual-Output Buck or Boost Converter with POR and Power-Fail Output. Rev 2; 2/06. Материал с сайта фирмы Maxim-Dallas [ht tp://w ww.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com)
7. MAX5073 2.2MHz, Dual-Output Buck or Boost Converter with Internal Power MOSFETs. Rev 2; 2/06. Материал с сайта фирмы Maxim-Dallas [ht tp://w ww.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com)
8. MAX5088/MAX5089 2.2MHz, 2A Buck Converters with an Integrated High-Side Switch. Rev 1; 5/06. Материал с сайта фирмы Maxim-Dallas [ht tp://w ww.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com)
9. Кэлдж Н., Дайджерт Г. Высокочастотные источники питания для автомобилей // ChipNews. 2007. № 1. Исходный вариант статьи на англ. языке находится по адресу [ht tp://powerelectronics.com/passive\\_components\\_packaging\\_interconnects/ circuit\\_protection\\_devices/609PET20.pdf](http://powerelectronics.com/passive_components_packaging_interconnects/circuit_protection_devices/609PET20.pdf)
10. MAX5060/MAX5061 0.6V to 5.5V Output, Parallel, Average-Current-Mode DC-DC Controllers. Rev 2; 7/05. Материал с сайта фирмы Maxim-Dallas [ht tp://w ww.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com)
11. MAX5066 Configurable, Single-/Dual-Output, Synchronous Buck Controller for High-Current Applications. Rev 1; 8/05. Материал с сайта фирмы Maxim-Dallas [ht tp://w ww.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com)
12. ШИМ контроллер от Maxim Integrated Products обновляет существующие стандарты. Материал с сайта Terra Электроника [ht tp://w ww.terraelectronica.ru](http://www.terraelectronica.ru)
13. MAX5094A/B/C/D/MAX5095A/B/C High-Performance, Single-Ended, Current-Mode PWM Con-trollers. Rev 3; 10/06. Материал с сайта фирмы Maxim-Dallas [ht tp://w ww.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com)