

Роман Криночкин, Сергей Барабан (г. Винница)

ДЛЯ ПК И ИБП: НОВЫЕ ШИМ-КОНТРОЛЛЕРЫ ОТ ON SEMICONDUCTOR

Новые ШИМ-контроллеры от ON Semiconductor предназначены для использования во вторичных источниках питания компьютеров и в прямоходовых и обратнoходовых преобразователях (NCP1252) и для понижающих преобразователей источников бесперебойного питания (NCP1253).

В электронной аппаратуре одной из главных проблем является обеспечение надежного, бесперебойного, помехозащищенного питания. В современной технике в качестве маломощных высокоэффективных вторичных источников питания в основном используются импульсные преобразователи. В них переменное напряжение от сети сначала выпрямляется, потом преобразуется в прямоугольные импульсы (откуда и название такого типа приборов) определенной частоты и скважности.

Преобразование выпрямленного сетевого напряжения в прямоугольные импульсы осуществляется с помощью периодического размыкания и замыкания силового ключа, в качестве которого, обычно, используют полевой транзистор. Основным же активным элементом, осуществляющим управление работой импульсного блока питания (БП), является микросхема ШИМ-контроллера этого ключа.

В случае применения гальванической развязки импульсы подаются на высокочастотный импульсный трансформатор. Снятое с его вторичной обмотки напряжение повторно выпрямляется и фильтруется.

Таким образом, устраняется необходимость использования низкочастотных трансформаторов, что приводит к эквивалентному уменьшению габаритов, массы и стоимости готового блока.

Для обеспечения возможности регулирования и контроля постоянства выходного напряжения в импульсные БП введена отрицательная обратная связь, которая позволяет поддерживать выходное напряжение на постоянном уровне вне зависимости от величины нагрузки и колебаний входного напряжения. Такая схема также предоставляет широкие возможности регулирования выходного

напряжения, поскольку изменяя скважность импульсов на выходе ШИМ-контроллера, можно значительно изменить выходное напряжение. При этом факт достижения необходимого значения отслеживается по величине сигнала, поступающего по обратной связи.

NCP1252 – ШИМ-контроллер с управлением по току, предназначенный для создания прямоходовых и обратнoходовых импульсных преобразователей. Контроллер NCP1252 обладает всеми необходимыми характеристиками для создания экономически выгодных и надежных AC/DC-импульсных источников компьютерных БП.

На рисунке 1 представлена типичная схема применения контроллера, требующая небольшого количества внешних компонентов. При этом для питания самой микросхемы используются выводы 7 (Vcc) и 5 (GND). Выходом является вывод 6 (Drv), к нему подключается затвор силового транзисторного ключа,

частота переключения которого может быть установлена в пределах от 50 до 500 кГц с помощью внешнего резистора, подключаемого ко входу 4 (Rt).

При этом установленная частота называется центральной, реальная же частота изменяется во время работы устройства за счет так называемого джиттера. Это прием введения малой частотной модуляции ($\pm 5\%$ для NCP1252) около центральной частоты (для контроллеров, работающих на фиксированной частоте переключения), при этом джиттер не влияет на работу преобразователя (поскольку не изменяет скважность выходного сигнала), но позволяет «размыть» спектр электромагнитных импульсов, распределив их энергию в более широкой полосе частот, что приводит к значительному уменьшению создаваемых преобразователем помех, то есть улучшает его электромагнитную совместимость.

К выводу 8 (SSTART) подключается внешний конденсатор, необходимый для работы системы «мягкого» старта – задержки выполнения операций при включении. Последовательность работы при этом такова: после достижения напряжением питания на выводе Vcc номинального значения Vcc(op) включается внутренний таймер, отсчитыва-

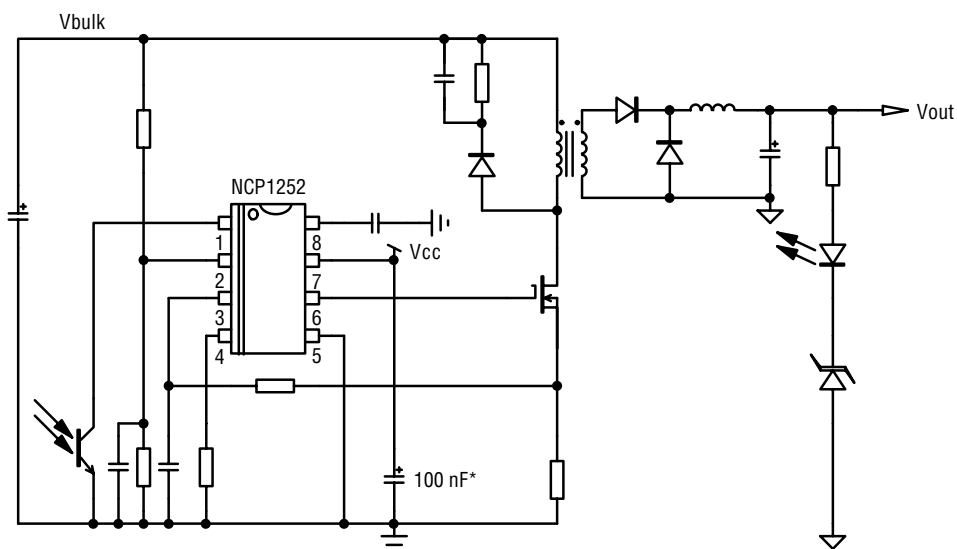


Рис. 1. Типичная схема применения NCP1252

ющий фиксированное время (120 мс.) Если после этого напряжение на выводе 2, превышает порог ($V_{BO} = 1 \text{ В}$), начинается зарядка внешнего конденсатора (вывод 8), по мере заряда которого увеличивается и коэффициент заполнения (величина, обратная скважности) выходного сигнала, что приводит к плавному увеличению действующего значения тока и напряжения на выходе.

Вывод 2 (BO — Brown-out), предназначен для отключения преобразователя при падении уровня входного напряжения блока питания (V_{bulk}) ниже нормы. Необходимые границы включения ($V_{bulk(on)}$) и отключения ($V_{bulk(off)}$) задаются с помощью делителя напряжения, подключаемого к этому выводу, исходя из следующего правила — контроллер выключается, когда напряжение на выводе 2 падает ниже 1 В. Таким образом возможно также выключать контроллер — притянув BO к потенциалу земли через внешний ключ.

Задача вывода 3 (CS) состоит в отслеживании тока первичной обмотки путем подключения резистора небольшого номинала. Это позволяет как поддерживать действующее значения тока постоянным при изменении внешних факторов, так и организовывать, например, защиту от перегрузки и короткого замыкания: если напряжение на CS превышает 1 В на протяжении более чем 15 мс, то контроллер полностью останавливает свою работу.

Вывод 1 (FB) предназначен для отслеживания состояния тока нагрузки путем подключения вторичной обмотки через опторазвязку. Дело в том, что при уменьшении нагрузки источника питания коэффициент заполнения также уменьшается, чтобы обеспечить постоянство выходного напряжения. Если же нагрузка совсем отсутствует, ШИМ-контроллер перейдет в режим с нулевым коэффициентом заполнения.

Прочими особенностями контроллера являются:

- регулятор с управлением по пиковому значению тока (пиковый метод управления силовым ключом состоит в сравнении нарастающего тока силового ключа с заданным уровнем, определяемым напряжением обратной связи);

- защита от превышения допустимого тока с фиксированной 10 мс задержкой (в момент включения ключа за счет рассасывания зарядов в силовом диоде и заряда межвитковой емкости трансформатора формируется короткий мощный импульс тока, этот импульс нарушает работу регулятора, поэтому введена небольшая задержка отслеживания реального значения тока);

- защита от превышения допустимого напряжения на затворе силового ключа (максимальное напряжение внутренне ограничено до 15 В);

- диапазон питания схемы от 9 до 28 В с автоматически восстанавливаемой схемой защиты от понижения напряжений питания внутренних структур микросхемы (UVLO). (Понижение напряжения управления для ключей выходного каскада схемы контроллера опасно в связи с тем, что при этом транзисторы переходят в линейный режим, и кристалл микросхемы начинает перегреваться, что приводит к отказу в работе, поэтому во всех современных драйверах на полевых транзисторах есть схема UVLO, которая предотвращает такой режим работы).

Микросхема выпускается в трех версиях, различающихся максимально допустимым коэффициентом заполнения: 50% версия А, 80% версия В, 65% версия С. Соответствующая маркировка нанесена на корпус микросхемы (первая буква после числа 1252х). Доступны корпуса типа SOIC-8 и PDIP-8.

Типичное применение:

- в схемах источников питания для ПК, игровых адаптеров и т.д.;

- в прямоходовых и обратногоходовых преобразователях.

NCP1253 — ШИМ-контроллер с управлением по току для понижающих преобразователей в источниках бесперебойного питания (ИБП), построенных по резервной схеме.

Одной из составных частей источников бесперебойного питания является инвертор — устройство для преобразования вида напряжения из постоянного в переменное. В современных источниках бесперебойного питания для ПК, теле-, аудио-, видеоаппаратуры используются инверторы с широтно-импульсной модуляцией, основным активным элементом которых также являются ШИМ-контроллеры.

Всего существует три схемы построения источника бесперебойного питания: резервный (*Offline*), интерактивный (*Line-Interactive*), неавтономный (*Online*). В первой из них питание подключенной нагрузки осуществляется из первичной электрической сети переменного тока. Когда напряжение питания вышло из допустимых норм или вообще отсутствует, ИБП автоматически подключает нагрузку к схеме, которая получает питание от собственных аккумуляторов. При возвращении питания к норме ИБП опять переключает нагрузку на питание от первичной сети. Преимуществами резервного ИБП являются высокий КПД (до 99%), бесшумность работы, минимум тепловыделения, невысокая стоимость. Благодаря перечисленным качествам источники бесперебойного питания, построенные по резервной схеме, часто используются для питания компьютеров. Для применения в таких ИБП и был разработан ШИМ-контроллер серии NCP1253.

NCP1253 является высокоинтегрированным ШИМ-контроллером в миниатюрном корпусе TSOP-6 (порядка 3x3 мм). Он способен обеспечивать управление силовым ключом в высокопроизводительном автономном источнике питания. Диапазон напряжения питания микросхемы до 28 В, контроллер также имеет пониженный уровень электромагнитных помех за счет джиттера внутреннего генератора. Частота переключения фиксирована для данной микросхемы и составляет 65 кГц (NCP1253xx65) или 100 кГц (NCP1253xx100).

Для осуществления регулирования напряжения на вторичной обмотке контроллер использует напряжение цепи обратной связи (вывод FB) задающее точку выключения силового ключа. Таким образом, при уменьшении напряжения на FB уменьшается напряжение CS, при котором контроллер отключает ключ, а значит, снижается время нахождения ключа в проводящем состоянии (а также и коэффициент заполнения) и, соответственно — мощность, передаваемая во вторичную обмотку. Фактически достигается соотношение: упало напряжение на выходе БП (выросла нагрузка) — выросло напряжение на FB. Чтобы скомпенсировать это, надо дать возможность ключу дольше оставаться в проводящем состоянии, для чего увеличивается коэффициент заполнения, и напряжение возвращается к исходному значению.

Также особенностями контроллера являются наличие плавного пуска с фиксированной задержкой 4 мс и чрезвычайно низкое потребление при отсутствии нагрузки. Последний фактор, в частности, обусловлен тем, что микроконтроллер, как было сказано, отслеживает состояние подключенной нагрузки через цепь обратной связи — о ее уменьшении свидетельствует понижение напряжения на выводе FB. При достижении порога в 1,5 В контроллер начинает снижать не коэффициент заполнения, а частоту переключения вплоть до минимального уровня 26 кГц. Если нагрузка падает еще ниже, то схема начинает пропускать несколько циклов, не производя в них положенных переключений. Это гарантирует минимальное потребление при отсутствии нагрузки.

Назначение выводов микросхемы (рисунок 2) во многом соответствует аналогичному для NCP1252. Однако, есть некоторые отличия. Во-первых, отсутствует вход BO (Brown-out), вместо него входу питания VCC придана дополнительная функция защиты от перенапряжения OVP (Over voltage protection). Во-вторых, нет входа Rt для задания частоты работы внутреннего генератора, поскольку, как уже было сказано, преобразователи работают на

фиксированной частоте. В-третьих, система мягкого старта несколько упрощена и потому не требует подключения внешнего конденсатора (соответственно, нет вывода SSTART). Итого, осталось всего пять используемых выводов – питание (VCC, GND), выход управления силовым ключом (DRV), и выводы обратной связи (FB) и отслеживания тока в первичной обмотке (CS).

В микроконтроллер интегрирована система электрической защиты нагрузки от бросков напряжения, резкого уменьшения сопротивления нагрузки (и увеличения тока, соответственно), от переходных процессов. При обнаружении опасных ситуаций в контроллере включается аварийный режим работы, который предусматривает как принудительное ограничение тока, так и полную блокировку работы преобразователя. Во время блокировки ШИМ-генератор останавливается, и прекращается подача управляющего сигнала для силового транзистора. Выпускаются два типа преобразователя (таблица 1), работающие по различным сценариям блокировки:

- **(маркировка 1253ASN)** после срабатывания блокировки преобразователь перестает работать и не меняет своего состояния даже при устранении причины блокировки; начать работу преобразователь сможет лишь в случае выключения/повторного включения сетевого питания;

- **(маркировка 1253BSN)** автоматическое восстановление нормальной работы преобразователя при устранении причины блокировки.

Типичные применения (рисунок 3):

- источники бесперебойного питания;
- AC/DC-преобразователи для телевизоров, телевизионных приставок и принтеров;
- понижающие адаптеры для ноутбуков и нетбуков.

Импульсный блок питания в качестве повышающего преобразователя

Широта использования импульсных блоков питания связана не только со способностью к эффективной стабилизации выходного напряжения или тока независимо от нагрузки и окружающих условий, но и с возможностью строить бестрансформаторные источники питания как повышающего, так и понижающего типа.

Например, на рис. 4 изображена принципиальная схема повышающего преобразователя. Повышающим он называется потому, что выходное напряжение больше, чем входное, поскольку последнее суммируется с напряжением на катушке. Принцип его работы – следующий. Когда на затвор МОП-транзистора подается высокий

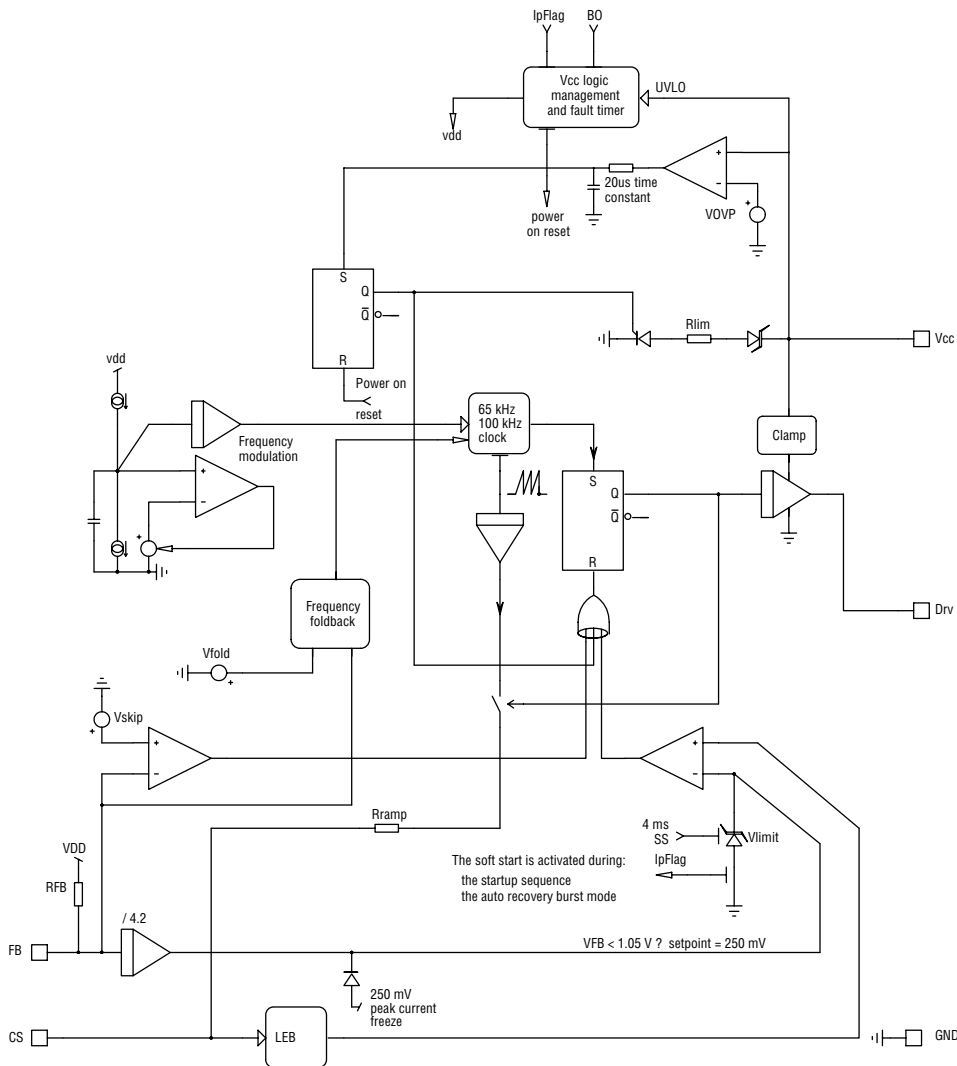


Рис. 2. Функциональная схема NCP1253

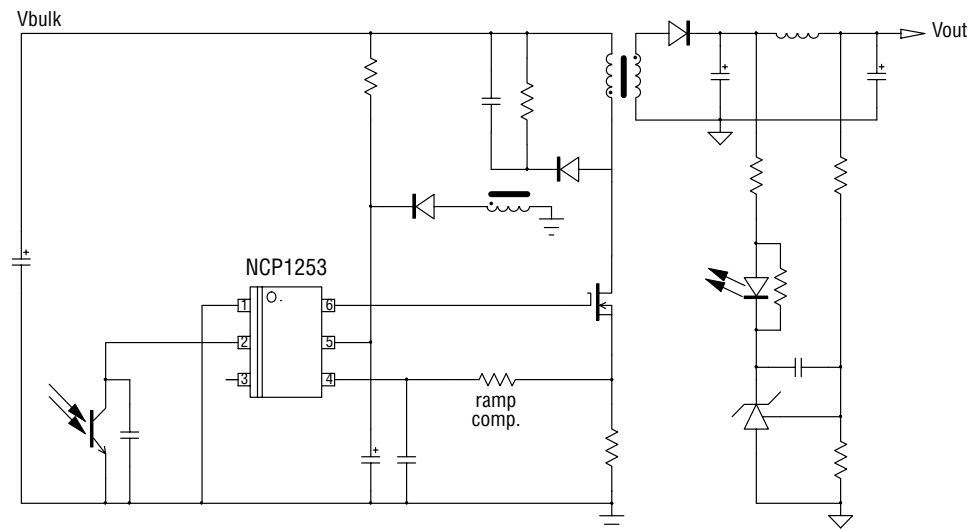


Рис. 3. Типичная схема применения NCP1253

потенциал, канал «сток-исток» открывается (становится проводящим), и ток течет через катушку L и МОП-транзистор Q. В это время катушка индуктивности L накапливает энергию. Далее на затвор МОП-транзистора подается потенциал, который закрывает канал «сток-исток», и ток через транзистор не течет.

Таким образом, катушка с накопленным запасом энергии оказывается включенной последовательно с источником питания, а потому напряжение на катушке добавляется ко входному и, пройдя через диод, накапливается в конденсаторе Cout. Часть напряжения, конечно, падает на нагрузке, однако все равно вы-

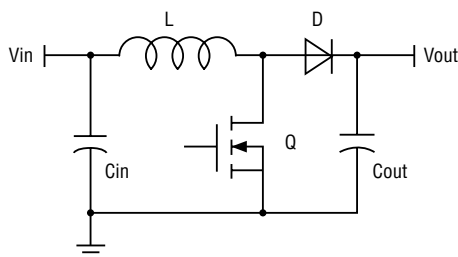


Рис. 4. Принципиальная схема повышающего преобразователя

Таблица 1. Маркировка ШИМ-контроллеров NCP1253

Контроллер	Частота, кГц	Защита от перегрузки
NCP1253ASN65T1G	65	запирающая
NCP1253BSN65T1G	65	автовосстановление
NCP1253ASN100T1G	100	запирающая
NCP1253BSN100T1G	100	автовосстановление

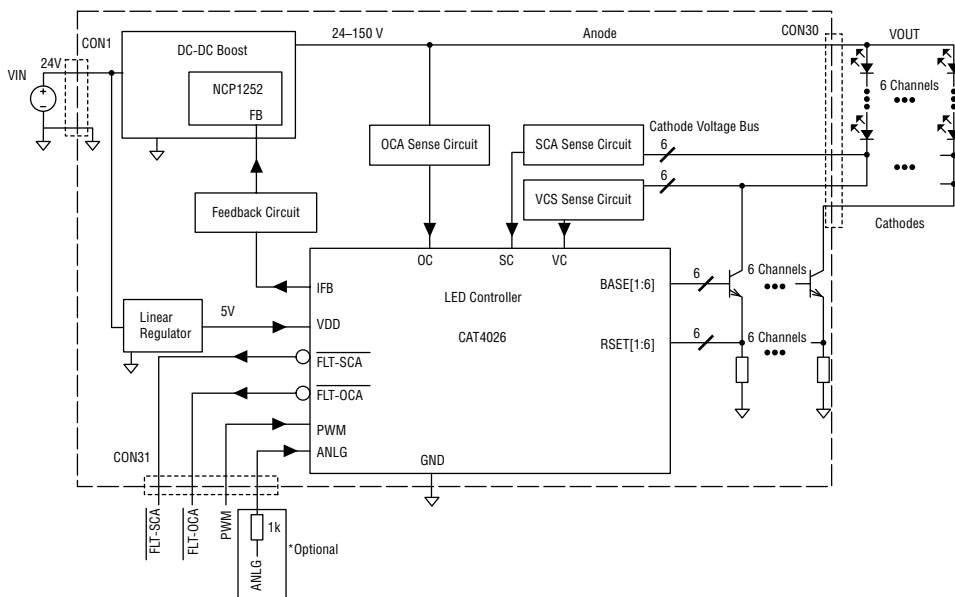


Рис. 7. Функциональная схема платы AND8478/D: NCP1252 используется в повышающем DC/DC-преобразователе

ходное напряжение оказывается больше входного.

После этого на затвор МОП-ключа подается потенциал, открывающий канал «сток-исток», и ток течет через него, вновь «накачивая» катушку энергией. В этот момент нагрузка питается от конденсатора Cout, а диод D не дает конденсатору разряжаться через открытый транзистор на землю. МОП-ключ замыкается и размыкается приблизительно каждые 10 мкс (частота около 100 кГц).

Выходное напряжение повышающего преобразователя в установившемся режиме равно приблизительно $V_{OUT} = V_{IN}/(1-D)$, где D – коэффициент заполнения. Следовательно, управляя коэффициентом заполнения, можно регулировать напряжение на выходе.

Как эффективный пример использования импульсных источников в повышающем режиме можно привести плату AND8478/D с драйвером светодиодов CAT4026 и ШИМ-контроллером NCP1252 с функцией повышения напряжения.

Плата включает DC/DC-повышающий преобразователь (на основе NCP1252) и линейный драйвер с возможностью подключения до шести строк светодиодов на 100 мА с регу-

лируемым напряжением питания 24 В. Ток канала светодиодов регулируется с помощью разработанного компанией ON Semiconductor контроллера светодиодов CAT4026, который в сочетании с ШИМ-контроллером работает в непрерывном режиме проводимости (ССМ). Это означает, что ток в индуктивности никогда не падает до нуля между коммутационными циклами. Повышающий инвертор преобразует 24 В входного напряжения в 130 В выходного напряжения для управления длинными строками светодиодов. На рисунке 5 показана функциональная схема повышающего преобразователя NCP1252 и драйвера светодиодов CAT4026.

Плата разработана для управления строками светодиодов с током нагрузки до 100 мА. Для того, чтобы иметь возможность управлять строками раздельно, каждая из них катодом подключена к своему внешнему мощному транзисторному ключу. Светодиодный ток отслеживается независимо для каждого канала через внешний резистор подключенный к выводу RSET.

Широтно-импульсная модуляция может использоваться для управления яркостью светодиодов с помощью ШИМ-сигнала, где коэффициент заполнения определяет яркость. Аналоговая регу-

лировка яркости (вход ANLG) является дополнительной настраиваемой функцией. Плата поддерживает защиту как от короткого замыкания, так и от отсутствия нагрузки (что, как известно, опасно для источников тока).

Заключение

Применение импульсных БП для обеспечения устройств электрической энергией требуемого номинала продолжает оставаться важной частью рынка потребительской и маломощной промышленной электроники. В этом секторе они уверенно держат лидерство по сравнению с БП, построенными по традиционной схеме с трансформатором промышленной частоты. Причины такого успеха кроются в сочетании нескольких важных факторов: высокого КПД, снижения габаритов, веса, а главное – стоимости, при одновременном расширении возможностей блока питания (вспомним хотя бы о способности импульсников как к повышению, так и к понижению напряжения, а равно и о «всеядности» в плане параметров входного напряжения). И это при том, что импульсные БП получаются сложнее (в функциональном плане), чем их трансформаторные аналоги.

С другой стороны, поскольку «сердцем» такого преобразователя является микросхема ШИМ-контроллера, можно уверенно сказать, что в настоящий момент и в ближайшее время приборы такого типа будут совершенствоваться и развиваться. Это видно хотя бы из количества работ, вышедших на эту тему за последний год в различной технической периодике. Развитие возможно как в плане характеристик устройств, так и путем увеличения сервисных функций и повышению степени интеграции компонентов, а соответственно – упрощения схемы применения (тут можно вспомнить о контроллерах с интегрированными ключами и питающихся от напряжений промышленного уровня). Неизбежно, видимо, и улучшение ценовой политики на фоне сильной конкуренции. **Б**

Получение технической информации,
заказ образцов, поставка –
e-mail: analog.vesti@compel.ru