

# Контроллер инвертирующего DC/DC-преобразования

конвертирует положительное входное напряжение в отрицательное с помощью одного дросселя

Существует несколько способов получения отрицательного напряжения от источника положительного напряжения, в том числе использование трансформатора или двух дросселей и/или нескольких ключей. Тем не менее ни один из этих способов не является настолько доступным, как способ с использованием LTC3863, который элегантен в своей простоте, имеет превосходный КПД при небольших нагрузках и характеризуется меньшим количеством внешних компонентов по сравнению с альтернативными решениями.

Дэвид Баргун  
(David Burgoon)

Перевод: Михаил Русских

tau68@rambler.ru

## Расширенные возможности контроллера

LTC3863 может выдавать отрицательное выходное напряжение в диапазоне  $-0,4 \dots +150$  В при положительном входном напряжении в диапазоне 3,5–60 В. Он работает на основе однодросселевой топологии с одним активным *p*-канальным полевым МОП-транзистором и одним диодом. Благодаря высокому уровню интеграции данное решение является простым и имеет малое количество необходимых внешних компонентов.

LTC3863 обеспечивает очень высокий КПД при малой нагрузке, при этом его ток покоя составляет всего 70 мкА в программируемом пользователем пульсирующем режиме (Burst Mode). Благодаря его архитектуре поддержания постоянной частоты ШИМ с режимом пикового тока обеспечивается управление током дросселя, простая компенсация петли обратной связи и ее очень

высокая динамика. Частота переключения с помощью внешнего резистора может быть запрограммирована в диапазоне 50–850 кГц и синхронизирована с внешней тактовой частотой в диапазоне 75–750 кГц. LTC3863 также имеет возможности программируемого плавного включения и отслеживания выходного напряжения. К функциям обеспечения безопасности относятся защита от перенапряжения, защита от перегрузки по току и защита от короткого замыкания, в том числе с прогрессирующим ограничением частоты.

## Получение на выходе $-5,2$ В, $1,7$ А при работе преобразователя от источника с напряжением $4,5$ – $16$ В

Схема, показанная на рис. 1, позволяет получить выходной сигнал с напряжением  $-5,2$  В и током  $1,7$  А

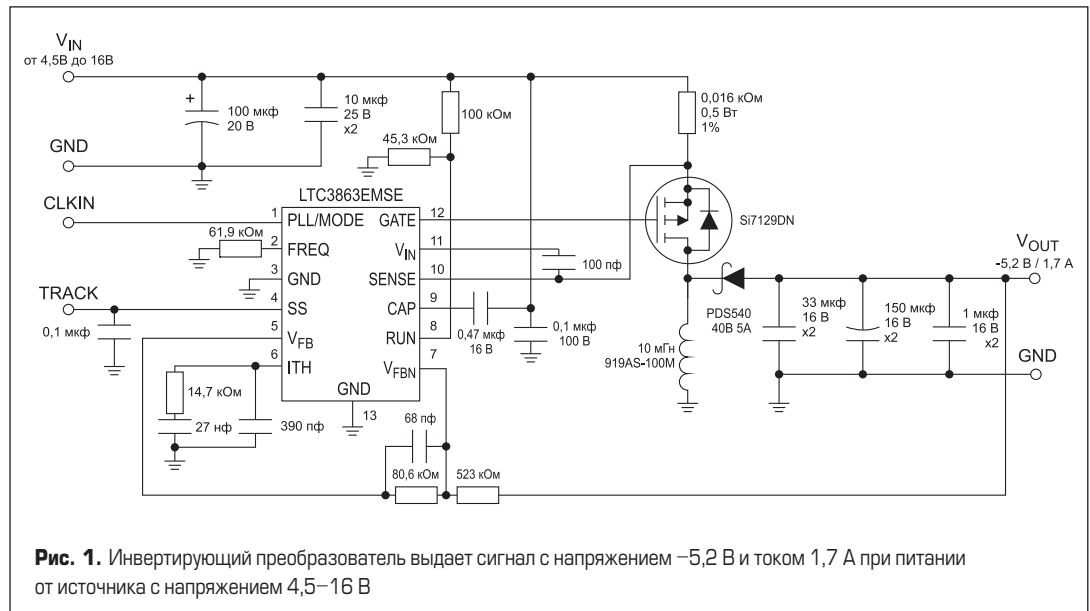


Рис. 1. Инвертирующий преобразователь выдает сигнал с напряжением  $-5,2$  В и током  $1,7$  А при питании от источника с напряжением  $4,5$ – $16$  В

при входном сигнале с напряжением в диапазоне 4,5–16 В. Принцип работы в данном случае схож с принципом работы обратноходового преобразователя, который накапливает энергию в дросселе, когда ключ замкнут, и подает ее через диод на выход, когда ключ разомкнут, но при этом для работы LTC3863 в отличие от обратноходового преобразователя не требуется трансформатор. Чтобы предотвратить появление чрезмерного тока, который может возникнуть из-за минимального времени включения при коротком замыкании на выходе, контроллер понижает частоту переключения, когда величина выходного сигнала становится меньше половины номинального значения.

LTC3863 может быть запрограммирован на работу в характеризующемся высоким КПД пульсирующем режиме или режиме пропуска импульсов при малых нагрузках. В пульсирующем режиме контроллер генерирует меньшее количество импульсов с более высоким током, а затем переходит в состояние с низким током в течение некоторого времени в зависимости от состояния нагрузки. В режиме пропуска импульсов LTC3863 пропускает импульсы при малых нагрузках. В этом режиме компаратор модуляции может оставаться отключенным в течение нескольких циклов и принудительно отключать внешний МОП-транзистор, благодаря чему обеспечивается пропуск импульсов. Этот режим характеризуется меньшей пульсацией выходного сигнала, более низким уровнем слышимого шума и меньшим количеством высокочастотных помех за счет меньшего КПД по сравнению с работой в пульсирующем режиме. Вся схема размещается на площади не более 3,2 см<sup>2</sup> при монтаже компонентов на обеих сторонах печатной платы.

На рис. 2 показано напряжение на ключе, ток дросселя и пульсации входного напряжения 5 В и выходного напряжения –5,2 В при токе

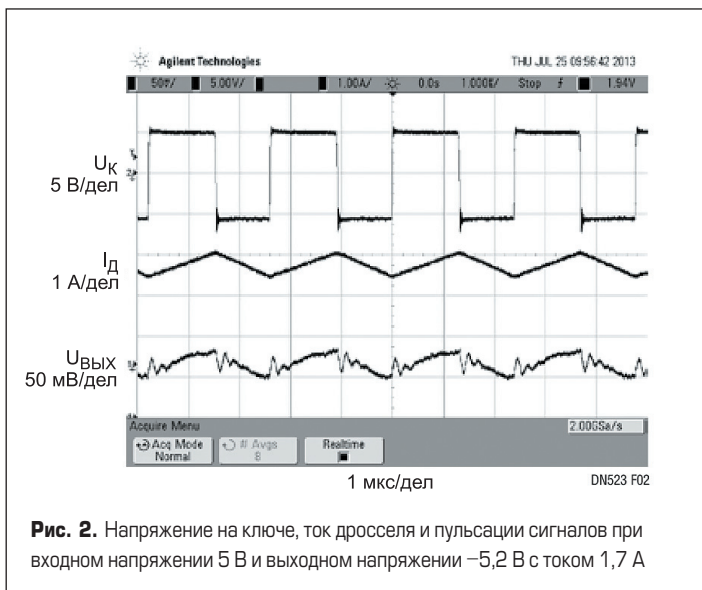


Рис. 2. Напряжение на ключе, ток дросселя и пульсации сигналов при входном напряжении 5 В и выходном напряжении –5,2 В с током 1,7 А

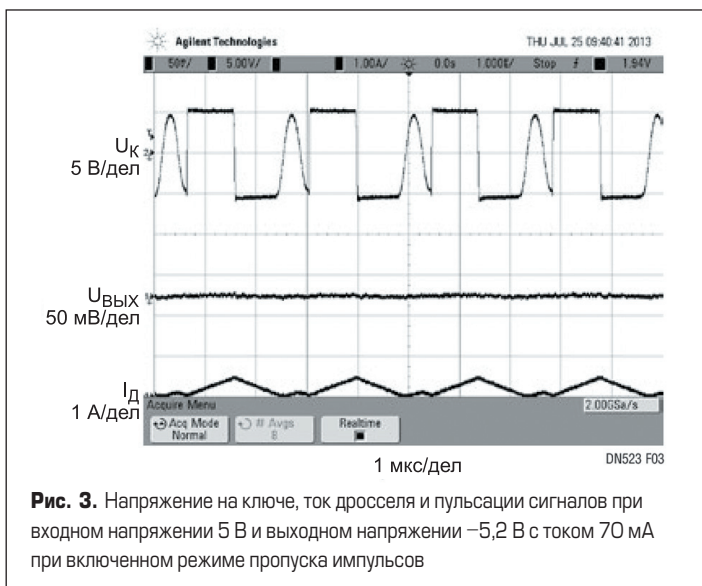


Рис. 3. Напряжение на ключе, ток дросселя и пульсации сигналов при входном напряжении 5 В и выходном напряжении –5,2 В с током 70 мА при включенном режиме пропуска импульсов

1,7 А. Дроссель заряжается (ток увеличивается), когда полевой МОП-транзистор открыт, и разряжается через диод на выход, когда этот транзистор находится в закрытом состоянии. На рис. 3 показаны те же сигналы при токе 70 мА в режиме пропуска импульсов. Обратите внимание, как напряжение ключа слабо пульсирует на уровне 0 В, когда ток дросселя достигает нуля. Действующий период прекращается, когда ток достигает нуля. На рис. 4 показаны те же параметры при включенном пульсирующем режиме. При этом рассеиваемая мощность сокращается на 31%, а КПД увеличивается с 74 до 80,5%. При входном напряжении 12 В рассеиваемая мощность уже уменьшается на 45%.

**Высокий КПД**

На рис. 5 показаны графики КПД для режима пропуска импульсов и пульсирующего режима. Максимальный КПД, равный 85,2%, достигается при токе нагрузки 1,7 А и входном напряжении 12 В. Обратите внимание, что в пульсирующем режиме при токах нагрузки менее 0,2 А КПД значительно повышается, в режиме пропуска импульсов при малых нагрузках он также намного выше по сравнению с работой в непрерывном режиме.

**Заключение**

LTC3863 упрощает разработку преобразователей, генерирующих отрицательное выходное напряжение при питании от источника положительного напряжения. Он характеризуется своей простотой и высоким КПД, а также для его работы требуется всего лишь несколько недорогих внешних компонентов.

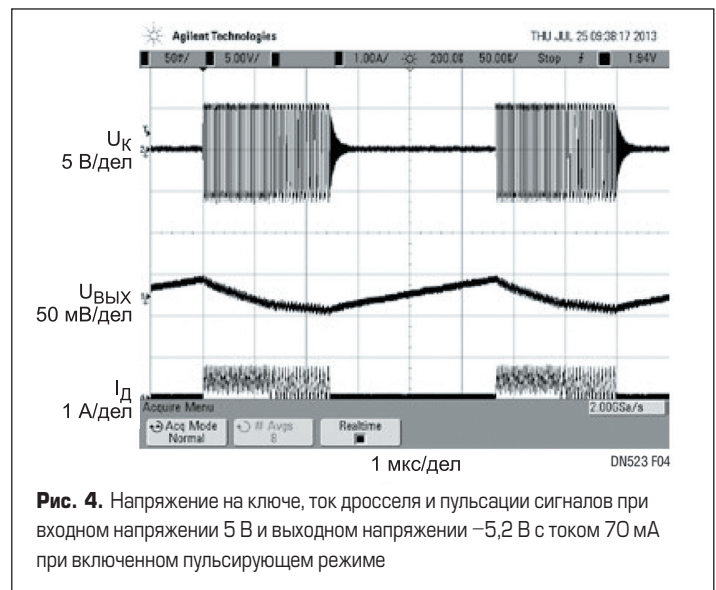


Рис. 4. Напряжение на ключе, ток дросселя и пульсации сигналов при входном напряжении 5 В и выходном напряжении –5,2 В с током 70 мА при включенном пульсирующем режиме

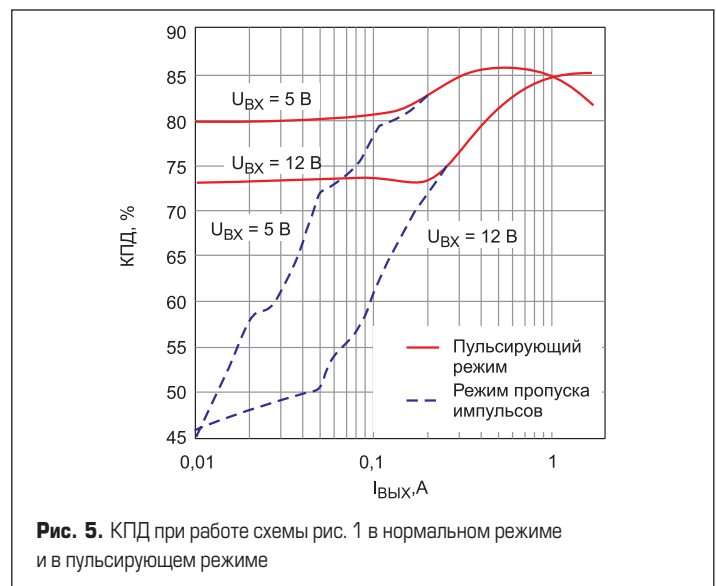


Рис. 5. КПД при работе схемы рис. 1 в нормальном режиме и в пульсирующем режиме