

# Снижение помех в синхронных понижающих преобразователях с помощью дополнительного диода Шоттки на примере ADP2443 от компании Analog Devices

Ф. Досталь<sup>1</sup>

УДК 621.314.1 | ВАК 05.27.01

Для построения локализованных к нагрузке понижающих преобразователей широко применяют синхронные схемы, содержащие активные ключи верхнего и нижнего плеча. Импульсные стабилизаторы выгодно отличаются от схем, в которых в качестве ключа нижнего плеча используется пассивный диод Шоттки. Основное их преимущество – более высокая эффективность преобразования напряжения вследствие меньшего падения напряжения, возникающего когда ключ нижнего плеча проводит ток. Однако по сравнению с асинхронными импульсными стабилизаторами синхронные преобразователи могут стать причиной более высокого уровня помех в схеме. В статье описан способ минимизации этих помех.

На рис. 1 показана схема понижающего преобразователя на основе синхронного импульсного стабилизатора с идеальными ключами. Когда оба ключа закрываются одновременно, даже на короткий период времени, возникает короткозамкнутая цепь между входным напряжением и землей, что может вывести ключи из строя. Необходимо обеспечить, чтобы два ключа никогда не включались одновременно. Из соображений безопасности нужно предусмотреть определенный период времени, в течение которого оба ключа находятся в выключенном состоянии, – время паузы.

Однако следует отметить, что ток через катушку индуктивности  $L1$  (см. рис. 1), которая соединяет коммутационный узел (общую точку ключей) с выходным напряжением, нельзя изменить мгновенно. Он увеличивается или уменьшается плавно, а не скачкообразно. Таким образом, во время паузы включения ключей могут возникнуть проблемы. Все пути тока прерываются на коммутационном узле схемы. В случае идеальных ключей, как показано на рис. 1, во время паузы на коммутационном узле появляется бесконечное отрицательное напряжение. В ситуации с реальными ключами это отрицательное напряжение увеличивается до тех пор, пока не произойдет пробой одного из ключей, и он не начнет пропускать ток.

В большей части импульсных стабилизаторов в качестве активных ключей используются n-канальные MOSFET. Такие устройства отличаются полезным для применения

в подобных схемах свойством – так называемым встроенным диодом (body diode), который представляет собой p-n-переход между истоком и стоком транзистора. На рис. 2 показано, как включены MOSFET в качестве активных ключей в схеме импульсного стабилизатора. В такой схеме напряжение на коммутационном узле не снижается до бесконечности даже во время паузы между включением ключей, вместо этого p-n-переход в MOSFET нижнего плеча (показан на схеме красным цветом) будет проводить ток до тех пор, пока не завершится пауза и не включится MOSFET нижнего плеча.

Однако встроенные диоды в MOSFET обладают серьезным недостатком. Из-за эффекта обратного восстановления они характеризуются очень низкой скоростью переключения. Во время обратного восстановления

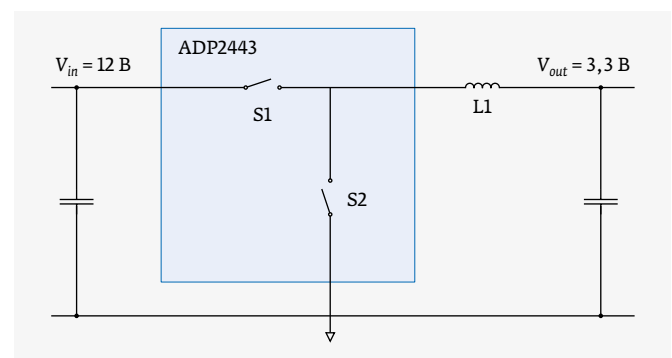
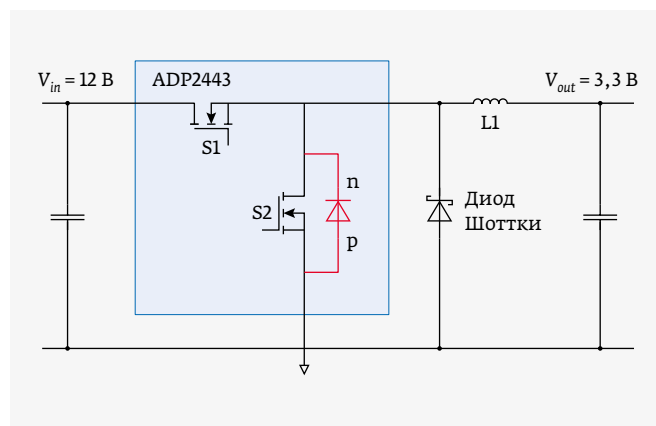


Рис. 1. Синхронный импульсный стабилизатор в схеме понижающего преобразователя с идеальными ключами

<sup>1</sup> Компания Analog Devices, специалист по компонентам для систем управления питанием, frederik.dostal@analog.com.

напряжение на коммутационном узле падает до нескольких вольт ниже уровня земли благодаря катушке L1. Такие резкие скачки напряжения приводят к помехам, которые из-за емкостной связи могут наводиться на другие участки схемы. Помехи можно минимизировать путем включения дополнительного диода Шоттки, как показано на рис. 2. В отличие от встроенного диода в MOSFET нижнего плеча, этому диоду не требуется время для обратного восстановления. В паузе между включением MOSFET он сразу же начинает пропускать ток. Это обеспечивает намного меньший перепад напряжения в коммутационном узле. Как следствие, генерируется и распространяется по схеме гораздо меньше помех.

Диод Шоттки очень компактен, поскольку проводит ток только в короткие периоды пауз, сильно не нагревается и его можно поместить в небольшой и недорогой корпус.



**Рис. 2.** Синхронный импульсный стабилизатор в схеме понижающего преобразователя с п-канальными MOSFET и дополнительным диодом Шоттки для минимизации помех

**ADP2443** – синхронный понижающий стабилизатор постоянного напряжения с интегрированными MOSFET верхнего и нижнего плеча, обеспечивающий высокий КПД в компактном корпусе LFCSP (4×4 мм). Стабилизатор работает с входным напряжением в диапазоне от 4,5 до 36 В. Минимальное регулируемое выходное напряжение составляет 0,6 В, выходной ток достигает 3 А в непрерывном режиме. Благодаря малому минимальному времени включенного состояния (50 нс) ADP2443 способен выполнять преобразование высокого входного напряжения в низкое выходное напряжение на высокой частоте.

Для достижения высокой стабильности и обеспечения быстрой переходной характеристики в ADP2443 применена схема управления на основе эмуляции токового режима с ШИМ-сигналами постоянной частоты. Частота коммутации ADP2443 может программироваться пользователем в диапазоне от 200 кГц до 1,8 МГц. Имеется возможность синхронизировать частоту коммутации устройства с внешним тактовым сигналом для минимизации шумов в системе.

ADP2443 предназначен для высококачественных приложений, где требуются высокий КПД и гибкость проектного решения, которая достигается благодаря применению внешней компенсации и функции регулируемого мягкого запуска. Выход «питание в норме» и вход разрешения с прецизионным порогом позволяют реализовать простую и надежную процедуру включения/отключения питания.

К другим важнейшим функциям устройства относятся блокировка при просадке напряжения, защита от перегрузки по напряжению и по току, защита от короткого замыкания и отключение при перегреве.

ADP2443 работает в диапазоне температур перехода от -40 до 125 °С, выпускается в 24-выводном корпусе LFCSP габаритами 4 × 4 мм.

#### Особенности ADP2443:

- непрерывный выходной ток: 3 А;
- входное напряжение: 4,5–36 В;
- интегрированные MOSFET верхнего и нижнего плеча: 98/35 мОм;
- опорное напряжение: 0,6 В ± 1%;
- минимальное время включения: 50 нс;
- программируемая частота коммутации: 200 кГц – 1,8 МГц;
- синхронизация от внешнего тактового сигнала частотой 200 кГц – 1,8 МГц;
- вход разрешения с прецизионным порогом и выход «питание в норме»;
- потактовое токоограничение с защитой от перегрузки по току путем кратковременного отключения;
- внешняя компенсация;
- программируемое время мягкого запуска;
- запуск при предварительно заряженном выходе;
- поддержка инструмента проектирования ADIsimPower.

#### Области применения:

- промежуточное преобразование напряжения питания;
- системы питания от многоэлементных батарей;
- промышленная автоматизация и управление технологическими процессами;
- медицина и здравоохранение;
- серверы и сетевые устройства.