

# Расширение входного напряжения

## безоптронного изолированного обратноходового преобразователя

Ючен Янг  
(Yuchen Yang)

Уильям Хьонг  
(William Xiong)

Перевод: Михаил Русских

### Введение

В стандартных изолированных высоковольтных обратноходовых преобразователях точная стабилизация напряжения осуществляется за счет использования оптрона, которые позволяют передавать информацию о напряжении вторичной обмотки в схему первичной обмотки. Но проблема здесь заключается в том, что оптроны значительно усложняют проектирование изолированных преобразователей: они вносят задержку распространения, деградируют со временем и могут менять коэффициент усиления — все это усложняет компенсацию контура питания и приводит к снижению надежности. Кроме того, во время включения устройства для активации микросхемы требуется либо стабилизирующий нагрузочный резистор, либо пусковая высоковольт-

ная цепь. При этом если к пусковым компонентам не подключить дополнительный высоковольтный полевой МОП-транзистор, то стабилизирующий нагрузочный резистор станет источником нежелательных потерь мощности.

LT8316 представляет собой малопотребляющий контроллер высоковольтного обратноходового преобразователя, для которого не требуются оптрон, сложная опорная схема вторичной обмотки или дополнительные пусковые компоненты.

### Расширение входного напряжения

Микросхема LT8316 имеет стойкий к высоким температурам 20-выводной корпус TSSOP с четырьмя удаленными выводами для обеспечения разнесения линий высокого напряжения. За счет измерения вы-

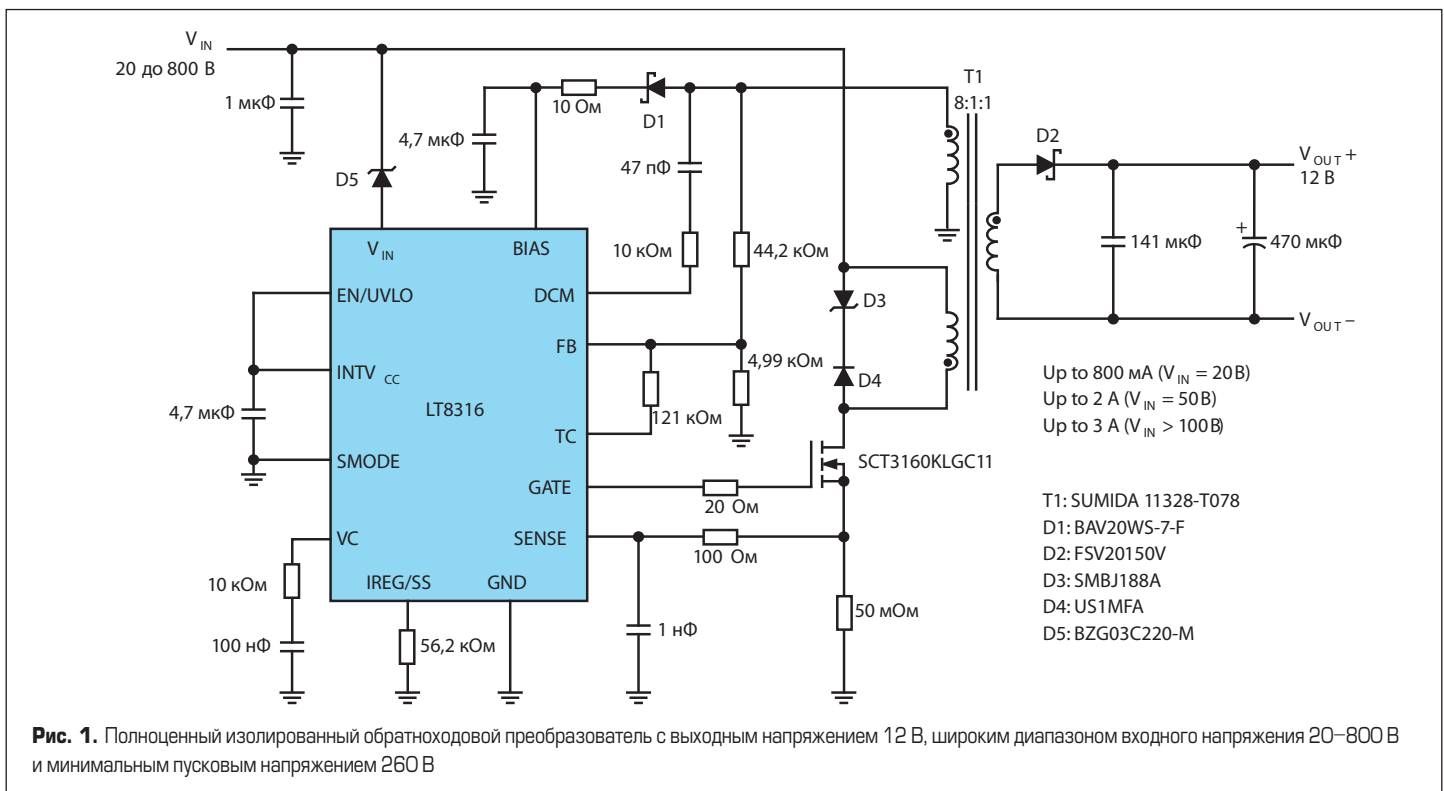
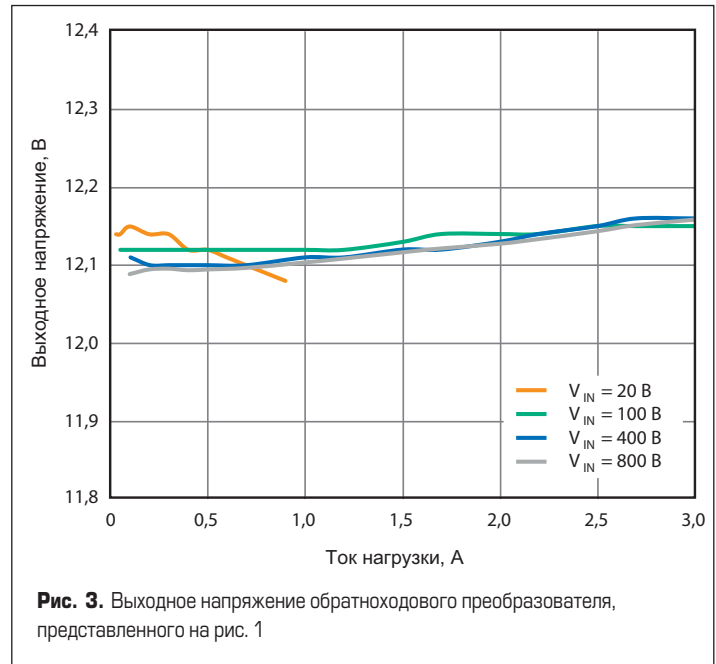
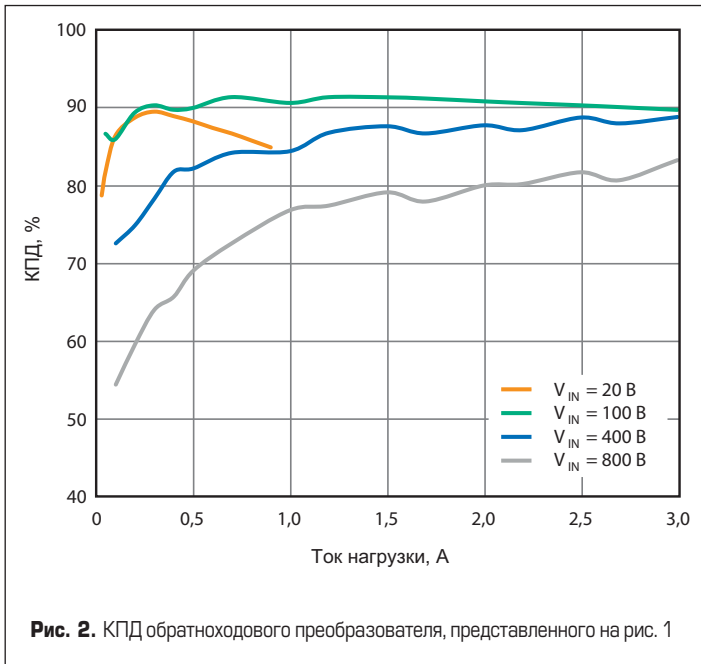


Рис. 1. Полноценный изолированный обратноходовой преобразователь с выходным напряжением 12 В, широким диапазоном входного напряжения 20–800 В и минимальным пусковым напряжением 260 В



ходного напряжения с изолированного выхода третьей обмотки силового трансформатора в схеме не требуется оптопара. Выходное напряжение программируется с помощью двух внешних резисторов и третьего дополнительного резистора компенсации температуры. Работа в квазирезонансном граничном режиме позволяет добиться превосходной стабильности выходного напряжения, малых потерь на переключение, особенно при высоком входном напряжении, а также использовать компактные трансформаторы. Поскольку выходное напряжение измеряется тогда, когда ток во вторичной обмотке практически равен нулю, исключена потребность во внешних резисторах и конденсаторах, необходимых для

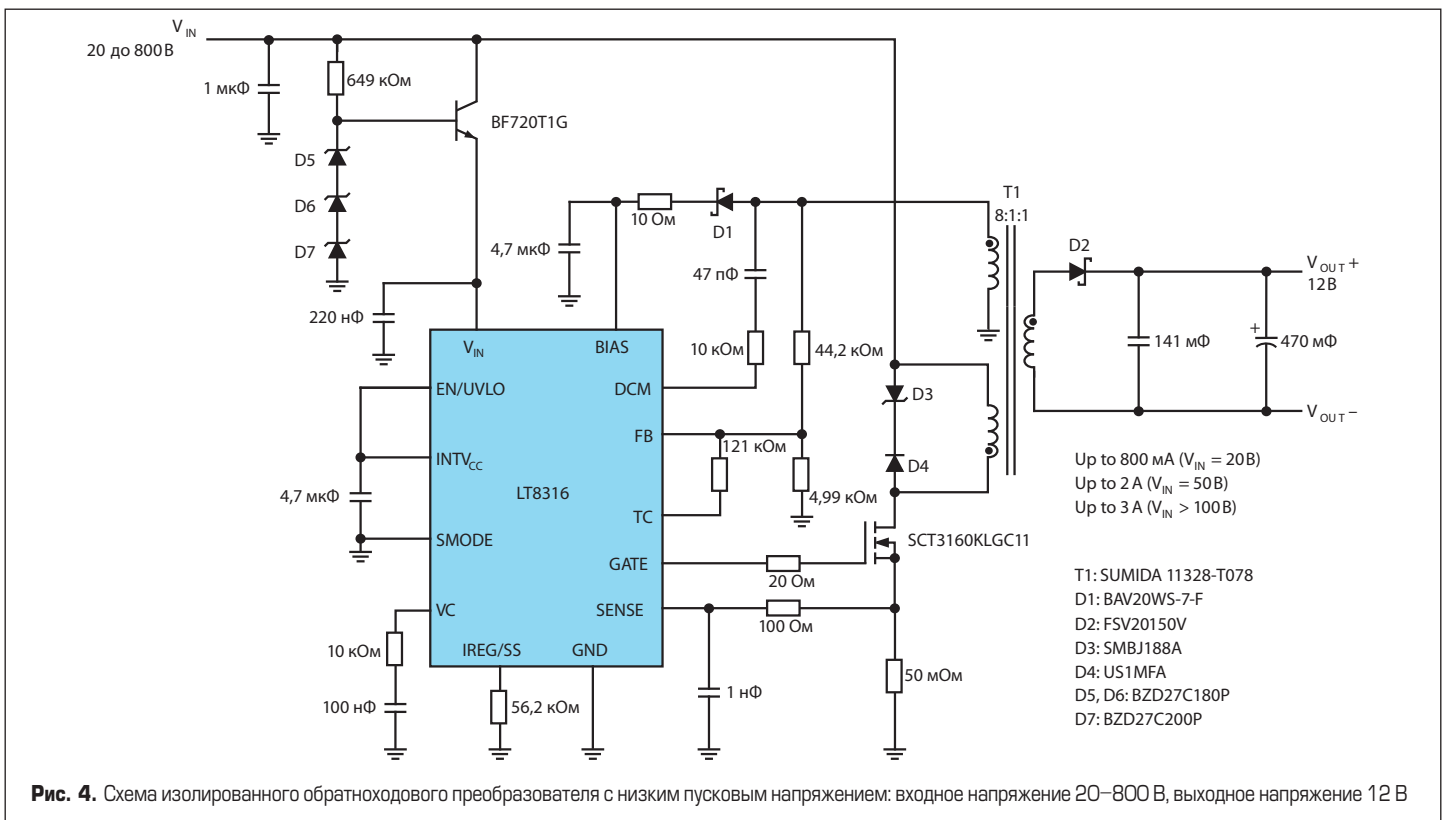
компенсации нагрузки. В результате решение на основе LT8316 будет иметь небольшое количество компонентов, что значительно упростит конструкцию изолированного обратноходового преобразователя (рис. 1).

LT8316 рассчитан на работу с входным напряжением до 600 В, но его можно увеличить, если последовательно к выводу  $V_{IN}$  подключить стабилитрон. Падение напряжения на стабилитроне снижает напряжение, подаваемое на микросхему, благодаря чему входное напряжение может превышать 600 В.

На рис. 1 показана полная схема обратноходового преобразователя с широким диапазоном входного напряжения 18–800 В. Рекомендации по выбору компонентов приве-

дены в технической документации на LT8316. После подключения последовательно к выводу  $V_{IN}$  стабилитрона, рассчитанного на 220 В, минимальное пусковое напряжение составит  $\pm 260\text{ В}$  (в зависимости от допуска по напряжению стабилитрона). Обратите внимание, что после включения LT8316 будет нормально работать при входном напряжении ниже 260 В.

На рис. 2 представлены графики КПД при различных входных напряжениях, при этом обратноходовой преобразователь достигает максимального КПД 91%. Даже без оптрона качество стабилизации выходного напряжения при различных входных напряжениях, как показано на рис. 3, остается очень высоким.



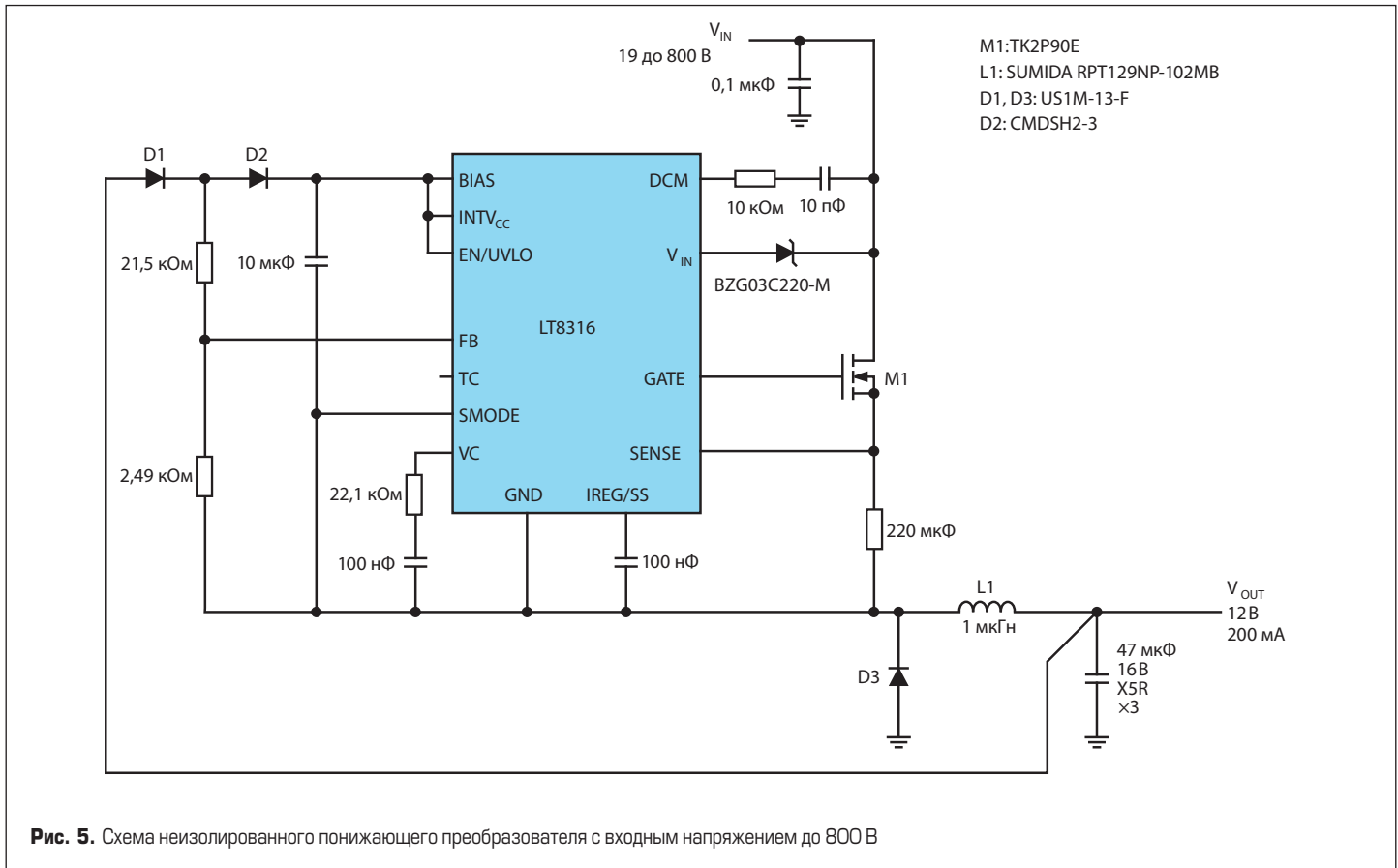


Рис. 5. Схема неизолированного понижающего преобразователя с входным напряжением до 800 В

**Схема преобразователя с низким пусковым напряжением**

Предыдущая схема позволила нам увеличить входное напряжение до 800 В, но в этом случае стабилитрон повышает минимальное пусковое напряжение до 260 В. Сложность заключается в том, что для некоторых приложений необходимо обеспечить как высокое входное напряжение, так и низкое пусковое напряжение.

Альтернативное решение, поддерживающее максимальное входное напряжение 800 В, представлено на рис. 4. В этой схеме используются стабилитроны и транзистор, которые формируют стабилизатор напряжения.

При этом входное напряжение может безопасно доходить до 800 В, поскольку на линии  $V_{IN}$  будет присутствовать стабилизированное напряжение около 560 В. Преимущество данной схемы состоит в том, что она позволяет включать LT8316 при более низком входном напряжении.

**Неизолированный понижающий преобразователь**

Возможность подавать на вход LT8316 высокое напряжение является преимуществом при создании простого неизолированного

понижающего преобразователя, в котором не требуется изолированный трансформатор. В качестве магнитного компонента можно использовать относительно недорогой общедоступный дроссель.

Для построения неизолированного понижающего преобразователя вывод заземления LT8316 подсоединяют к истоку (эмиттеру) ключа, на котором изменяется напряжение. Уникальная схема измерения напряжения LT8316 регистрирует выходное напряжение только тогда, когда исток ключа подключен к «земле», что образует простую схему понижающего преобразователя.

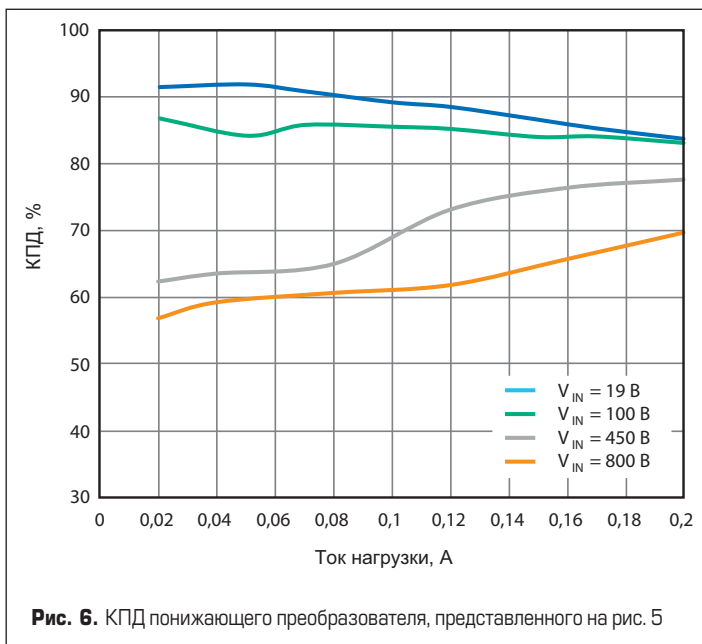


Рис. 6. КПД понижающего преобразователя, представленного на рис. 5

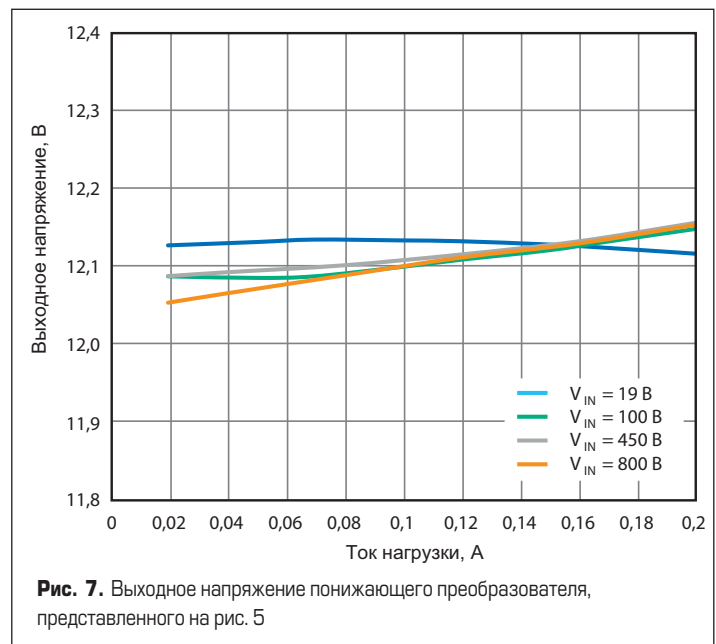
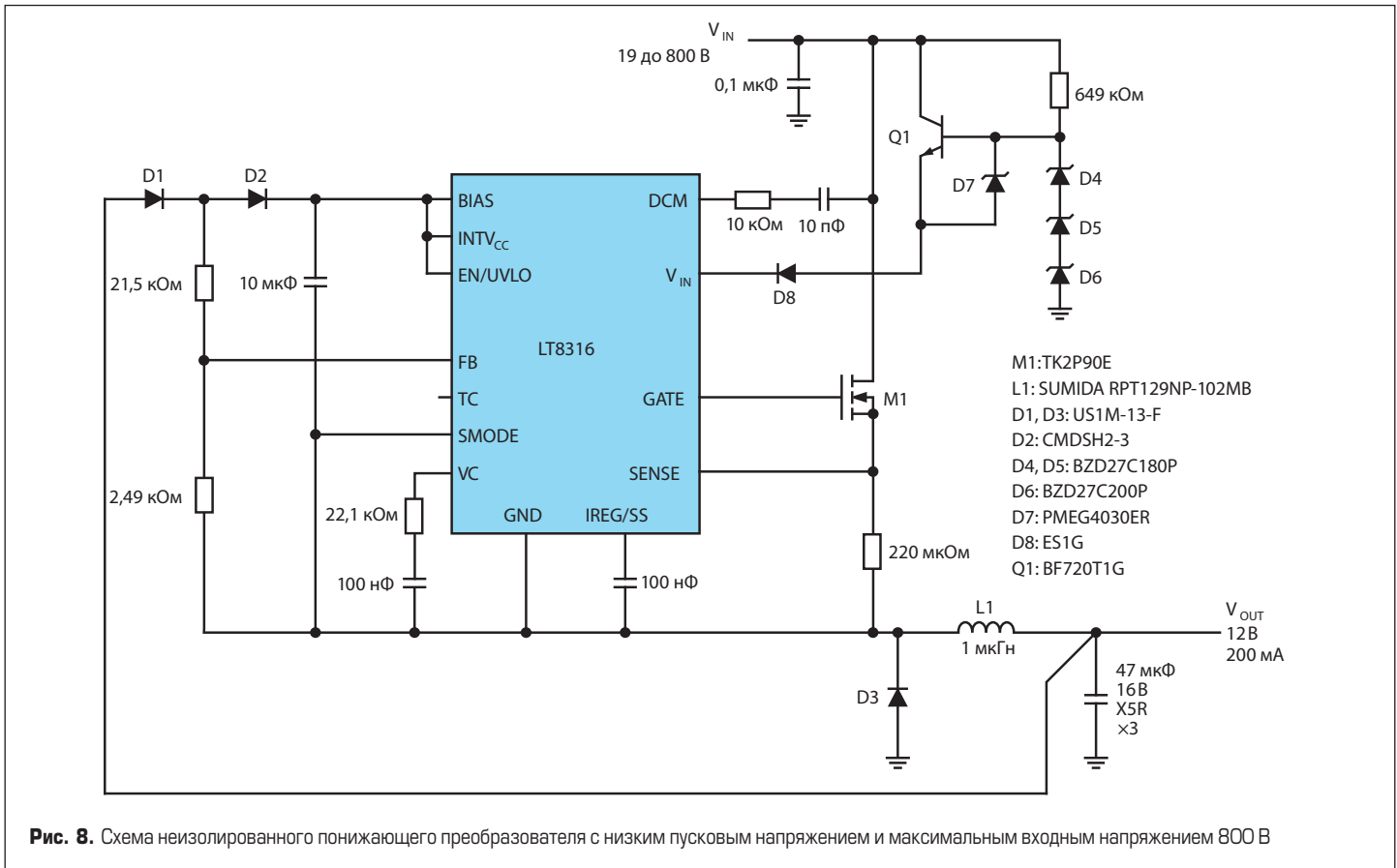


Рис. 7. Выходное напряжение понижающего преобразователя, представленного на рис. 5



**Рис. 8.** Схема неизолрированного понижающего преобразователя с низким пусковым напряжением и максимальным входным напряжением 800 В

Как и в случае с обратногоходовым преобразователем, входное напряжение понижающего преобразователя может быть расширено. На рис. 5 показана схема понижающего преобразователя с входным напряжением до 800 В.

Стабилитрон на 220 В подключается между линией входного напряжения и выводом V<sub>IN</sub> контроллера LT8316. Минимальное пусковое напряжение составляет около 260 В с учетом допуска по напряжению стабилитрона. После включения LT8316 продолжает нормально работать при более низком входном напряжении. На рис. 6 даны графики КПД при различных входных напряжениях, при этом понижающий преобразователь достигает максимального КПД 91%. Качество стабилизации выходного напряжения преобразователя показано на рис. 7.

Как и в случае с обратногоходовым преобразователем, представленным на рис. 4, между линией входного напряжения и выводом V<sub>IN</sub> может быть подсоединен стабилизатор напряжения для обеспечения низкого пускового напряжения. Следует отметить, что между выводом GND и выводом V<sub>IN</sub> имеется внутренний диод, который повышает напряжение эмиттера транзистора и вызывает пробой перехода база-эмиттер. Чтобы не допустить этого, в схеме используются два диода для защиты транзистора. Такое решение с низким пусковым напряжением показано на рис. 8.

### Заклучение

LT8316 работает в квазирезонансном граничном режиме, и при этом для качественной стабилизации напряжения не требуется оптрон. Устройство обладает и другими полезными функциями и особенностями, такими как режим Burst Mode, обеспечивающий низкий уровень пульсаций, плавный пуск, программируемое ограничение тока, защита от защелкивания при низких напряжениях, температурная компенсация и низкий ток покоя. Высокий уровень интеграции, позволяющий использовать малое количество компонентов, упрощает разработку решений с высоким КПД, которые могут использоваться в различных областях применения от систем с батарейным питанием до автомобильных, промышленных, медицинских, телекоммуникационных источников питания, а также изолированных вспомогательных/резервных источников питания.