

# 11 мифов об источниках питания

Роджер ГАБРИЭЛЬ  
(Roger GABRIEL)  
Перевод: Олег НЕГРЕБА

Автор статьи обоснованно опровергает наиболее распространенные заблуждения современных инженеров-системотехников об источниках питания и их разработке.

## Разработка ИП несложна

Многие инженеры, специализирующиеся на цифровой электронике, воспринимают источники питания (ИП) как нечто давно существующее и само собой разумеющееся, однако ИП постоянно совершенствуются, поскольку напряжения питания цифровой электроники становятся все меньше. Требования к стабильности напряжения питания также непрерывно повышаются в связи с тенденцией уменьшения мощности, потребляемой электронными устройствами, повышения эффективности и минимизации излучаемых шумов. При разработке ИП необходимо учитывать пульсацию и шум их выходного напряжения, выбросы выходного напряжения, нелинейные искажения, статическую устойчивость и реакцию на динамическую нагрузку, а также индуцируемые источником в эфир, во входные и выходные цепи помехи и джиттер. Любой шум или переходные процессы на шине электропитания распространяются по всей системе.

## Значение электропитания несущественно

Нюансы в системе электропитания могут привести к серьезным проблемам даже в качественно спроектированной цифровой системе. Проблемы, например, могут возникать, когда цифровая обработка сигналов не работает должным образом из-за джиттера тактовых сигналов, сигналов с данными или из-за провалов напряжения, которые влияют на прохождение сигналов в цифровой системе, что может привести к сбоям.

В некоторых приложениях, например в центрах обработки данных, высокое энергопотребление и низкая эффективность ИП приводят к неприемлемому тепловыделению, что является ключевым сдерживающим фактором, ограничивающим компактность системы, и требует дорогостоящей системы охлаждения и подключения. Качественное энергоснабжение становится все более важным фактором при увеличении скорости и объемов обмена данными. Уменьшение амплитуды сигналов для обеспечения более высоких скоростей требует более жесткого нормирования помех, излучаемых импульсными ИП.

## ИП не является высокотехнологичным оборудованием

На самом деле, разработка ИП представляет собой динамически меняющуюся отрасль практической электроники, отслеживающую тенденции передовых технологий, например появление силовых электронных компонентов на основе нитрида галлия (GaN), которые обеспечивают компактность преобразователя, высокие показатели удельной мощности, меньшие потери тепла и заметное повышение эффективности. Существуют также инновационные решения реализации ИП в виде интегральных схем (Power-Supply System-in-Package, PSSiP), которые повышают производительность систем электропитания различных интеллектуальных устройств — современных мобильных телефонов, телевизоров, серверов — везде, где требуется электропитание от сети постоянного или переменного тока.

## Для преобразования напряжения сети AC в DC низкого напряжения необходим понижающий преобразователь и трансформатор

Определенные технические приемы с использованием конденсаторов в некоторых случаях позволяют отказаться от понижающего преобразователя или трансформатора, в зависимости от требуемых величин напряжения и тока. Даже в тех случаях, когда используется трансформатор, предварительный емкостный каскад позволяет применить трансформатор меньшего размера, сэкономив на его стоимости.

## Преобразователи на основе переключающихся конденсаторов экономически невыгодны и не могут передавать существенную мощность

Грамотно разработанные на основе переключающихся конденсаторов каскады, понижающие напряжение, позволяют реализовывать экономически выгодные решения. Последовательная настройка конденсаторных каскадов позволяет оптимизировать размеры переключающихся конденсаторов и снизить напряжения, прикладываемые к последующим каскадам. В действительности, преобразователи способны выдавать мощность в десятки ватт при помощи чисто емкостных каскадов без классических понижающих преобразователей.

## Для обеспечения изоляции необходим трансформатор

Продуманная разработка с использованием развязывающих конденсаторов может обеспечить емкостную изоляцию 4 кВ между электрической сетью высокого напряжения и низковольтным выходом ИП. Следует соблюдать осторожность и быть уверенным, что эта изоляция находится под контролем аппаратных средств, и сбой в программном обеспечении никогда не приведет к протеканию постоянного тока от входа к выходу.

## Для реализации импульсных ИП необходимо множество электронных компонентов от ряда поставщиков

Такая ситуация возможна потому, что многие поставщики электронных компонентов для импульсных ИП, по-видимому, противятся повышению уровня интеграции, чтобы избежать снижения продаж в существующем секторе бизнеса. Однако это не мешает производителям реализовывать множество электронных компонентов на одной интегральной схеме и размещать ее с некоторыми дискретными компонентами в одном корпусе (PSSiP). Таким способом можно заменить преобразователь 110 VAC в 3,3 VDC, состоящий из 68 электронных компонентов, на одно небольшое устройство в шестиконтактном корпусе PSSiP.

### Стабилизация выходного напряжения на первичной стороне преобразователя менее точна, чем стабилизация по вторичной стороне

Метод PSR (Primary-side regulation) использует параметры частоты преобразования ИП наряду с измерениями напряжения на силовом ключе и на конденсаторах, чтобы обеспечить правильное вычисление выходного напряжения. Таким способом можно достичь точности поддержания выходного напряжения до 1%, без каких-либо дополнительных обмоток, как это обычно требуется при использовании традиционных существующих способов PSR. Такое решение позволяет отказаться примерно от девяти дополнительных электронных компонентов, требуемых для реализации оптоизолированной схемы стабилизации выходного напряжения по вторичной стороне (рисунок).

### Переключающиеся силовые электронные компоненты в импульсных ИП являются источниками шумов и создают проблемы ЭМС

Действительно, в силу своих особенностей импульсные ИП генерируют электромагнитные помехи (ЕМИ), представленные гармониками кратных частот. Это связано с тем, что преобразование напряжения в них происходит с использованием не синусоидальных, а прямоугольных сигналов, которые, в соответствии с преобразованием Фурье, состоят из суперпозиции множества более высоких частот. Тем не менее, есть несколько способов минимизации генерации шума и подавления кондуктивных и эфирных ЕМИ. В некоторых случаях используют низкие частоты преобразования, заметно снижая электромагнитные и перекрестные помехи и проблемы шума.

### КПД ИП оптимизирован для небольшого диапазона выходной мощности и значительно уменьшается при малых нагрузках

В самом деле, КПД классического понижающего преобразователя начинает круто падать при снижении нагрузки примерно ниже 50% от мощности, на которую он рассчитан. Одним из способов решения такой проблемы является использование режима классического по-

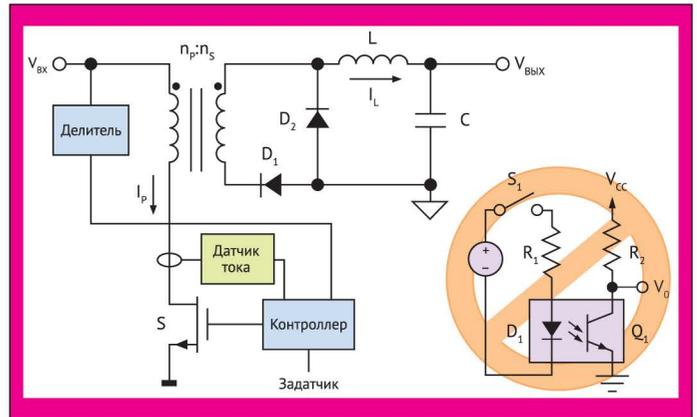


Рисунок. 5%-я точность стабилизации выходного напряжения при помощи аналоговых средств или 1%-я точность цифровыми способами

нижающего преобразователя при высоком потреблении мощности, и автоматический переход в режим переключающихся конденсаторов при малых мощностях нагрузки. Такой метод используется, например, в некоторых модульных ИП, которые показывают неизменно высокий КПД в широком диапазоне выходной мощности.

### Удовлетворение требований к потреблению тока современными ИП не более 30 мА на холостом ходу — технически сложная задача

Действительно, многие производители ИП запросили отсрочку соблюдения данных требований, указывая на серьезные технические трудности. Однако технология не стоит на месте! Некоторые производители уже добились потребления ИП в режиме ожидания лишь 0,5 мВт от сети 110 ВАС и 1 мВт от сети 220 ВАС.

### Выводы

Несмотря на то, что разработка импульсных источников питания проделала долгий путь с первых дней своего существования, проблемы продолжают появляться, хотя бы потому, что, например, напряжения питания современной электроники снижаются, а динамические требования возрастают. В связи с этим, для современных инженеров–системотехников предпочтительнее использовать готовые модульные ИП при решении проблем проектирования систем электроснабжения и сосредоточиться на ключевой сфере деятельности своей компании. ■