

Зденек Збранек (ON Semi), Ирина Ромадина (КОМПЭЛ)

## ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ КОМПАНИИ ON SEMICONDUCTOR

*Какую топологию выбрать при проектировании импульсного источника питания? Разработчику необходимо минимизировать потери в импульсном преобразователе, повышая тем самым эффективность и надежность, и одновременно — не затянуть время разработки, снижая тем самым затраты. Известный производитель и мировой эксперт в области электропитания и энергосбережения, компания **ON Semiconductor**, предлагает свое видение проблемы, основанное на концепции готовых решений **Green Point**. Приводимые в статье типовые схемы построены на **ШИМ-контроллерах NCP1562 и NCP1395x/NCP1396**. Также рассмотрены микросхемы контроллеров для разработки **корректоров коэффициента мощности NCP1651 и NCP1653**.*

В последнее время во всем мире растет интерес к уменьшению потребления электроэнергии. Из двух путей снижения энергопотребления первым является рациональное использование энергии. Этот путь требует принятия обществом осознанных решений, тогда как второй — повышение КПД — это чисто техническая задача, понятная конечному пользователю. Снижение потерь электроэнергии — не самоцель, а, скорее, средство повышения эффективности системы и снижения затрат.

Имея многолетний опыт в области силовой электроники, компания ON Semiconductor играет активную роль в борьбе за снижение энергопотребления. В 80-е годы на рынке появилось семейство ИС **UC384X** — надежные контрол-

леры для импульсных преобразователей (SMPS-контроллеры). В то время вопрос экономии электроэнергии не стоял так остро, и типовой источник питания на базе схемы UC384X потреблял 10 Вт в режиме ожидания. Ранее компания ON Semiconductor представила удачное семейство **MC4460X**, назначением которого было существенное снижение потребляемой мощности бытовых устройств в режиме ожидания. В настоящее время ON Semiconductor предлагает полупроводниковые компоненты для построения надежных и дешевых источников питания с низким энергопотреблением (ниже 300 мВт).

### Источники потерь электроэнергии, и что с этим делать?

В электронном оборудовании потери энергии делятся на две основные категории: потери в режиме ожидания (до

Невозможно ответить на вопрос «Какая топология лучше?» без понимания требования конкретного применения. **Преобразователь с active clamp** лучше работает при широком диапазоне входного сигнала. При узких диапазонах входного сигнала и нагрузки оптимальным выбором является **резонансный преобразователь на базе полумоста**, особенно в случае высокого выходного напряжения.

25%) и активные потери. Потери в режиме ожидания возникают, когда питание оборудования «выключено», но рассеиваемая мощность все равно присутствует, а активные потери возникают



из-за неэффективности процесса преобразования энергии, обычно в источниках питания.

В качестве одного из наиболее успешных проектов по энергосбережению можно привести программу ENERGY STAR®, реализованную в США. Она направлена на продвижение более эффективных продуктов и побуждает потребителей покупать именно их.

Другой источник скрытых потерь лежит в гигантском количестве электроприборов, которые остаются включенными в розетки, не выполняя своих функций. Специальный термин «утечка электричества» характеризует устройства, которые пользователи оставляют включенными в режиме ожидания. Если все эти малые потери уменьшить или даже полностью устранить, можно было бы получить существенную экономию энергии.

### Движущие силы

Современная энергетика сталкивается со многими проблемами, обусловленными следующими факторами:

- Области применения регулирования электроэнергии становятся все



Рис. 1. Общий вид ШИМ-контроллера NCP1562

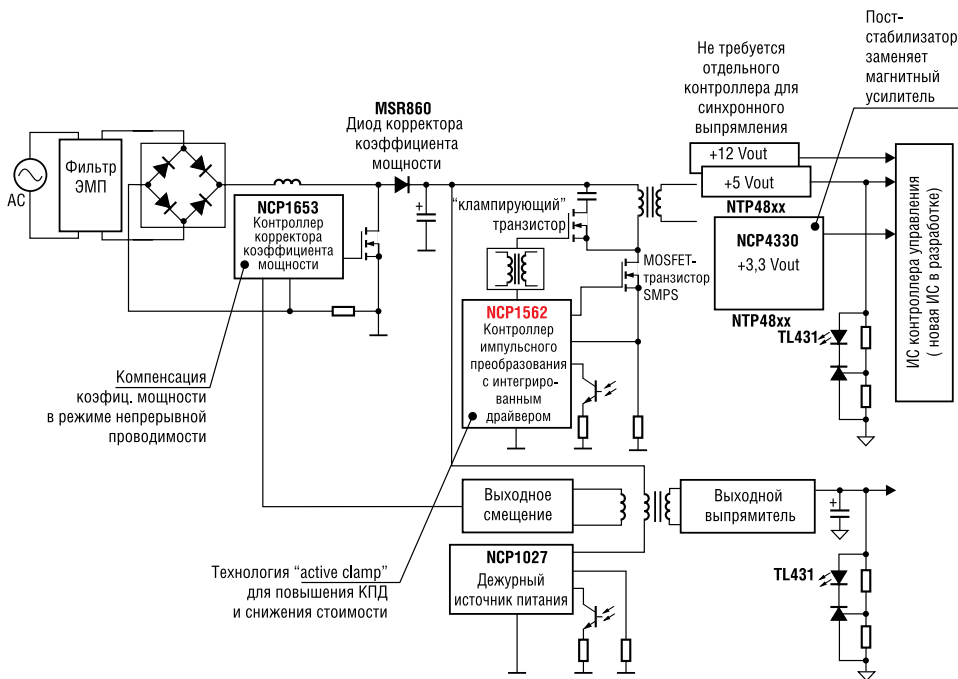


Рис. 2. Высокоэффективный блок питания ATX мощностью 305 Вт, базовая схема

потери мощности внешних источников питания в режиме ожидания не должны превышать 0,5 Вт, а КПД должен быть не ниже 80%.

- Повышение требований к уровню гармонических искажений. Стандарт IEC 1000-3-2 является обязательным к применению в странах ЕС и Японии, а также используется во многих других странах на добровольной основе. Именно этим фактом обусловлено применение корректоров коэффициента мощности (ККМ) во входных каскадах импульсных источников питания.

- Увеличение удельной мощности, поскольку конечные потребители хотят получить большую функциональность при миниатюрных размерах устройств.

- Уменьшение периода от начала разработки изделия до выхода его на рынок требует модульного подхода к разработке электрических систем.



Рис. 3. Общий вид резонансного контроллера NCP1395

Чем сильнее три первых фактора, тем ниже способность традиционных топологий соответствовать этим требованиям. Однако разработчики не в состоянии полностью использовать преимущества новых подходов из-за необходимости уменьшения времени разработки. Предоставляя современную элементную базу и средства разработки, компания ON Semiconductor тем самым минимизирует временные затраты на производство конечного продукта.

Появление альтернативных топологий позволяет решать широкий спектр задач и при этом соответствовать новым требованиям. Причина, по которой эти топологии являются более подходящими, заключается в оптимизации всех элементов системы питания (трансформаторы, катушки индуктивности, силовые ключи, выпрямительные диоды, демпфирующие цепи и т.д.).

### Топологии для повышения эффективности

Рассмотрим более подробно две топологии импульсных преобразователей, применяемые в среднем диапазоне мощностей. Это **прямоходовый импульсный преобразователь на основе топологии active clamp** и **несимметричный полумостовой преобразователь**. Оба этих подхода обладают достоинствами и обеспечивают высокое значение КПД по сравнению с традиционными топологиями, но выбор того или другого зависит от конкретной задачи. Импульсный преобразователь на основе топологии **active clamp** является модификацией прямоходового преобразователя.

Основные достоинства данной топологии:

- Широкий диапазон входных напряжений.
  - Значение рабочего цикла может превышать 50%. Этот факт позволяет оптимально подобрать ток первичной стороны.
  - Уменьшение потерь при переключении транзисторов. Минимальные потери достигаются при «мягком» переключении полевых транзисторов.
  - Применение синхронного выпрямителя. Наличие синхронного выпрямителя уменьшает потери в выходном каскаде импульсного преобразователя.
- При реализации источника питания на основе топологии active clamp возникают следующие проблемы:
- Выбор элементной базы;
  - Предварительный расчет трансформатора;
  - Точный временной контроль за переключением силового и вспомогательного транзистора;
  - Контроль значения рабочего цикла;

Эти проблемы можно решить с помощью специализированного контроллера **NCP1562** (рис. 1). Для оптимизации времени разработки компания ON Semiconductor предлагает отладочный комплект на основе контроллера NCP1562.

Семейство NCP1562x — это семейство контроллеров, предназначенных для разработки DC/DC-преобразователей с высоким значением КПД и минимальным количеством элементов (рис. 2).

Контроллеры этой серии формируют два синфазных сигнала управления. Для предотвращения одновременного переключения силовых ключей в контроллере предусмотрена задержка, величина которой определяется номиналом внешнего резистора (минимальное значение задержки составляет 20 нс). Рекомендации по выбору задержки приводятся в фирменном описании контроллера. Наличие задержки также необходимо для «мягкого» переключения. Сигнал OUT1 предназначен для управления основным силовым ключом. Сигнал OUT2 предназначен для управления вспомогательным транзистором, а также синхронным выпрямителем во вторичной стороне преобразователя или вторым силовым ключом в случае несимметричного полумостового преобразователя.

Перечислим основные функциональные возможности контроллеров: ограничение рабочего цикла (максимальное значение рабочего цикла 85%), мониторинг пониженного и повышенного значения входного напряжения, регулируемая задержка, плавное выключение в случае возникновения неисправности, регулируемый плавный пуск, мониторинг тока, фиксированная частота преобразования.

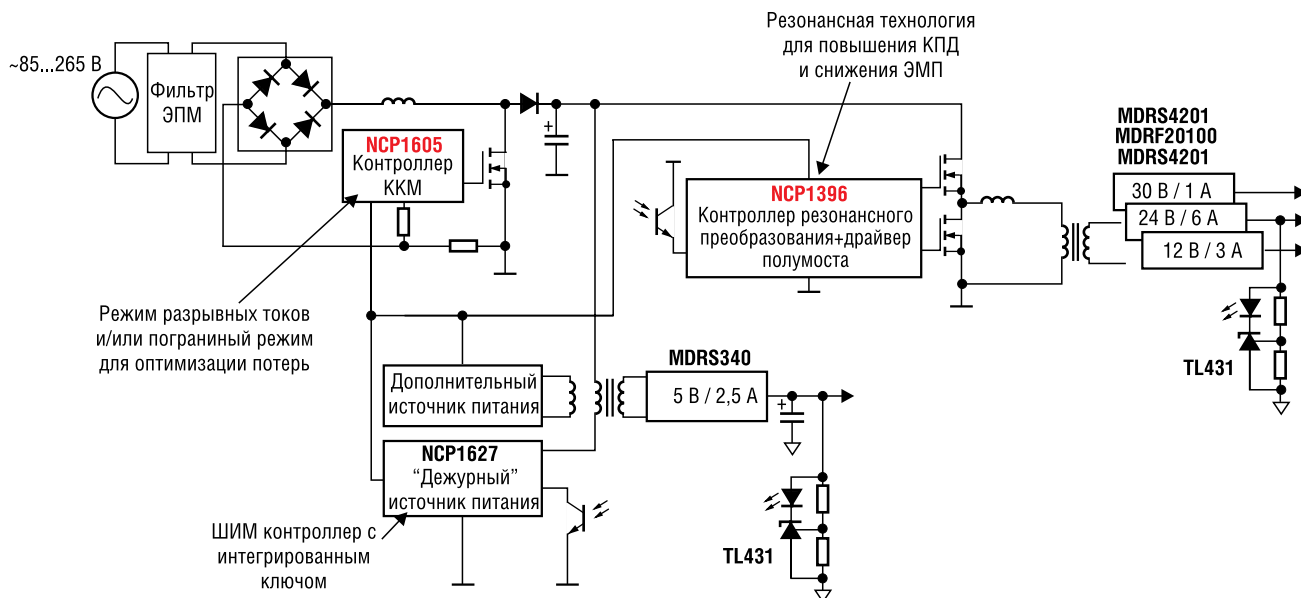


Рис. 4. Источник питания ЖК-телевизора мощностью 220 Вт, базовая схема с применением преобразователей NCP1396 и NCP1605

Применение **несимметричного полумостового преобразователя** позволяет исключить выходной дроссель, что значительно удешевляет готовый источник питания. Отметим еще несколько преимуществ этой топологии:

- Максимальное значение падения напряжения на ключевых транзисторах равно входному напряжению преобразователя;
- Минимальные потери при переключении транзисторов;
- Удобное управление переключением силовых ключей.

Однако до реализации данной топологии необходимо решить следующие задачи:

- Выбор рабочего диапазона частот;
- Выбор элементной базы;
- Выполнить предварительный расчет магнитных компонентов (трансформатор, дроссель ККМ).

Для оптимизации времени разработки компания ON Semiconductor предлагает применить готовые контроллеры **NCP1395x/NCP1396** (рис. 3), а также отладочные комплекты на их основе.

В составе контроллера NCP1395A/B есть все необходимое для построения надежного и компактного резонансного источника питания (рис. 4). Его уникальная архитектура включает генератор, управляемый напряжением с рабочей частотой 1 МГц, режим управления которого дает необходимую гибкость в случае использования функции ORing, например, в схемах с несколькими линиями обратной связи. Защита с различными значениями времени реакции, например, при немедленном выключении или выключении по таймеру, при падении напряжения, при размыкании оптопары и т.д., способствует разработке более безопасного преобразователя без из-

лишней схемотехнической сложности. Регулируемое время запаздывания сигнала также помогает снизить токовые всплески при повышении частоты преобразования.

ИС NCP1396 A/B включает генератор частоты 500 кГц, управляемый напряжением. Благодаря запатентованной высоковольтной технологии к контроллеру можно подключить напрямую силовые ключи. Максимальное падение напряжения на силовом ключе не должно превышать 600 В. Наличие данной особенности значительно упрощает реализацию схемы управления преобразователя и уменьшает затраты.

Без понимания конкретного применения однозначно ответить на вопрос «Какая топология лучше?» нельзя. Однако можно сформулировать несколько предпосылок для выбора топологии. **Преобразователь на основе топологии active clamp** лучше работает при широком диапазоне входного напряжения. При узких диапазонах входного напряжения и нагрузках оптимальным выбором является **резонансный преобразователь на основе несимметричного полумоста**, особенно в случае высокого выходного напряжения.

Наконец, выбор топологии зависит от разработчика, учитывающего такие факторы, как собственный опыт разработки, цена/доступность элементной базы и время, отведенное на проект. Необходимо отметить, что степень сложности этих топологий выше, чем у традиционных. В результате многие разработчики после первой попытки прекращают использование новых методов, так как не имеют времени на оптимизацию проектов. Однако при надлежащей технической поддержке эта задача упрощается, и многие разработки с применением но-

вых топологий были запущены в производство без дополнительных затрат.

### Корректор коэффициента мощности

Помимо пониженного энергопотребления в режиме ожидания и высокого значения КПД в активном режиме также необходимо соответствие стандарту 80 PLUS®. В большинстве стран источники питания мощностью свыше 75 Вт должны соответствовать этому стандарту. В импульсных источниках питания это требование обычно выполняется при помощи включения в схему предварительного регулятора — корректора коэффициента мощности, приводящего форму входного тока в соответствие с формой входного напряжения. Это сводит к минимуму уровень входных гармоник, снижает среднее квадратичное значение входного тока и уменьшает затраты поставщиков электроэнергии.

Компания ON Semiconductor была одним из первых разработчиков, представивших контроллеры для корректоров коэффициента мощности. Двадцать лет назад микросхемы **MC33261** и **MC33262** фактически были первыми в данной области. В январе 2001 г. Европейским сообществом полностью принят стандарт IEC1000-3-2, запрещающий применять оборудование, не оснащенное схемами ККМ, если его потребляемая мощность превышает 75 Вт.

В последнее время компания ON Semiconductor, стремящаяся к продвижению технологий рационального энергопотребления во всем мире, представила несколько новых ККМ — контроллеров, среди которых контроллером **NCP1653** устанавливаются новые эксплуатационные стандарты. Однокаскадные ККМ — контроллеры соответствуют требованиям компактности и низкой

стоимости. Контроллер **NCP1651** работает в режиме непрерывных токов, обеспечивая превосходные значения коэффициента мощности.

**NCP1651** — контроллер для работы активного корректора коэффициента мощности, который предназначен для работы в системах питания с широким диапазоном входного напряжения (~85...265 В) и частотой 50/60 Гц. Он является экономичным решением для построения изолированных AC/DC-преобразователей со средним и высоким выходным напряжением и соответствует требованиям к гармоническим искажениям IEC1000-3-2 для импульсных преобразователей, работающих в диапазоне мощности 50...250 Вт. Контроллеры серии **NCP1651** работают на фиксированной частоте преобразования. На основе этой микросхемы можно реализовать корректор коэффициента мощности, работающий в режиме непрерывных или разрывных токов. Выделенные особенности позволяют получить высокое значение коэффициента мощности и ограничить значение пускового тока, а также упростить схему входного фильтра ЭМП.

**NCP1653** — контроллеры ККМ этой серии могут работать только в режиме непрерывных токов. Компания ON

Semiconductor выпускает два варианта **NCP1653A** и **NCP1653**, которые работают на частотах преобразования 67 и 100 кГц соответственно. Эта продукция выпускается в корпусах DIP-8 или SO-8.

#### Заключение

Энергопотребление электронного оборудования привлекает к себе все больше внимания. Разработчики силовой электроники могут сыграть свою роль в снятии остроты этой проблемы. Как сказано в статье, решения, находящиеся в разработке, будут развиваться быстрее в тесном сотрудничестве с производителями конечного оборудования, поставщиками электроэнергии и предприятиями по производству полупроводников. Помощь регулирующих органов (например, Energy Star) и отраслевых органов (например, PSMA) является необходимым ускорителем, а результаты исследований, проводимых научным сообществом, являются почвой для решения практической задачи энергосбережения. **5**

Получение технической информации,  
заказ образцов, поставка —  
e-mail: [analog.vesti@compel.ru](mailto:analog.vesti@compel.ru)

ON Semiconductor® **Selection.Service.Support**  
Power Solutions from ON Semiconductor

## AC/DC-регулятор **NCP101x**

сделает Ваш новый AC/DC-конвертор  
компактным, экономичным, надежным и недорогим

- Встроенный 700 В силовой MOSFET
- Минимум внешних компонентов!
- Мощная система защиты
- Экономичный дежурный режим

Москва  
Тел.: (495) 995-0901  
Факс: (495) 995-0902

Санкт-Петербург  
Тел.: (812) 327-9404  
Факс: (812) 327-9403

**Компэл**  
[www.compel.ru](http://www.compel.ru)

### NCP693 — новый малопотребляющий 1A LDO-стабилизатор

Компания **ON Semiconductor** выпустила серию **LDO-стабилизаторов** с фиксированным выходным напряжением **NCP693**, рассчитанную на использование в приложениях с высокими требованиями к энергопотреблению. Максимальный выходной ток стабилизаторов — 1 А. Каждое устройство содержит источник опорного напряжения, усилитель сигнала ошибки, силовой транзистор, резисторы для установки выходного напряжения, схему защиты от перегрузки по току и перегрева. При отсутствии нагрузки стабилизаторы потребляют всего **65 мкА**, а в режиме ожидания **< 0,15 мкА**.

**NCP693** выпускаются в корпусе DFN с размерами 1,8x2,0x0,50 мм. Стандартные версии выходного напряжения — 0,8 В, 1,0 В, 1,2 В, 2,5 В и 3,3 В.

#### Ключевые характеристики:

- $I_q$  — 65 мкА (тип.) при отсутствии нагрузки;
- Максимальное рабочее напряжение — 6,5 В;
- Низкое напряжение выхода — до 0,8 В;
- Точность установки выходного напряжения — 1%;
- Встроенная функция авторыда для версии D.

### Компания ON SEMI выпустила новые N-канальные МОП-транзисторы на 600 В

Компания **ON Semiconductor** анонсировала новые N-канальные МОП-транзисторы **NDD04N60Z-1G**, **NDD04N60ZT4G**, **NDF06N60-ZG**, **NDF10N60ZG** с рабочим напряжением до 600 В.

#### Основные особенности:

- Доступны версии с током стока 4 А, 6 А и 10 А;
- Низкое сопротивление  $R_{DS(ON)}$  — порядка 0,65 Ом;
- Малое значение заряда затвора — до 19 нК;
- Высокая степень защиты от ЭСР, осуществляемой посредством встроенных стабилитронов;
- Корпуса TO-220FP, DPAK и IPAK.