

Александр Калачев (г. Барнаул)

НИЗКОЕ И ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ НА ОДНОМ КРИСТАЛЛЕ: ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ИС КОМПАНИИ IR



*Возможно ли с помощью одной микросхемы управлять, скажем, как высоковольтным полумостовым выпрямителем, так и низковольтным корректором коэффициента мощности? Да, если это **высоковольтная микросхема IRS2168D** компании **International Rectifier**. В статье рассказано о конкретных применениях HVIC от IR.*

Для преобразователей электрической энергии — блоков питания конечных устройств различного назначения — особенно актуальными являются вопросы энергоэффективности.

Современные полупроводниковые технологии демонстрируют нам множество решений, которые на первый взгляд кажутся несовместимыми — интегрированные световоды, лазерные элементы, трехмерные структуры и т.д. Одним из таких достижений являются высоковольтные микросхемы (*High Voltage Integrated Circuit — HVIC*) предлагаемые одним из ведущих предприятий в области силовой электроники — International Rectifier. HVIC-приборы сочетают в одном корпусе, на одном кристалле низковольтную часть с рабочими напряжениями в пределах единиц-десятков вольт и высоковольтные цепи с напряжениями в несколько сотен вольт. Такое совмещение открывает широкий спектр возможностей для построения источников питания различных типов.

Технология HVIC

Впервые технология HVIC была представлена International Rectifier в 1984, но даже в то время трудно было представить перспективы ее развития.

С течением времени менялся не только размер элементов, но появлялась возможность совмещать на одном кристалле элементы, выполненные по разным технологическим нормам (рис. 1). Кроме того, управляющие напряжения низковольтной части становились совместимыми с логическими уровнями цифровых микросхем. Последние поколения HVIC не только управляются напрямую цифровыми схемами, но и могут содержать в своем составе цифровые управляющие элементы. Микросхемы шестого поколения интегрируют до трех

технологических норм и различные технологии — CMOS, BiCMOS [1,2].

Низковольтная и высоковольтная части схемы на кристалле разделяются слоем поликремния таким образом, что высоковольтная часть находится в своеобразном «колодце», стенами которого и является поликремниевый слой. «Колодцев» на кристалле может быть и несколько (рис. 2) [3].

При возрастании потенциала внутри «колодца» относительно низковольтной части вне его, разность потенциалов равномерно распределяется по всей толщине поликремниевое кольца, не приводя к пробое. Таким образом, внутри поликремниевое кольцо локализуется высокий потенциал, тогда как во вне его возможна работа с небольшими напряжениями. Такое решение вполне удобно при управлении высоковольтными MOSFET или IGBT, применяемыми во множестве схем преобразователей — повышающие, понижающие преобразователи, мостовые выпрямители, полумостовые схемы, трехфазные

преобразователи. Безусловно, в низковольтной части кристалла (за пределами «колодца») кроме самих силовых ключей возможно размещение и схем управления, как аналоговых, так и цифровых. То есть с помощью всего одной микросхемы можно построить многокаскадные преобразователи, что, в конечном итоге, положительно скажется на стоимости изделия.

Основные структуры сетевых адаптеров/конечных преобразователей

Традиционно сетевые адаптеры или оконечные преобразователи ассоциируются с блоками питания типа AC/DC — преобразователями переменного сетевого напряжения в постоянное. Однако в данный класс устройств могут быть включены как преобразователи типа AC/AC — электронные балласты, аудиопреобразователи, драйверы двигателей переменного тока, так и преобразователи типа DC/DC — источники постоянного тока, светодиодные источники питания. Каждый из указанных типов устройств работает со своим типом нагрузок, своими требованиями к качеству сетевого напряжения, уровню наводимых помех, уровню пульсаций на выходе. Все это приводит к тому, что для каждой области применения необходимы свои, уникальные решения.

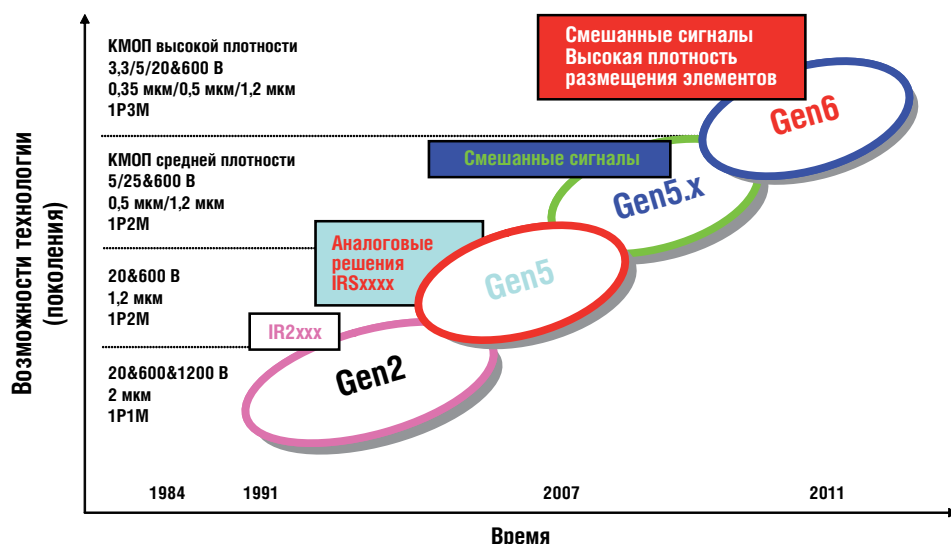


Рис. 1. Развитие технологии HVIC International Rectifier

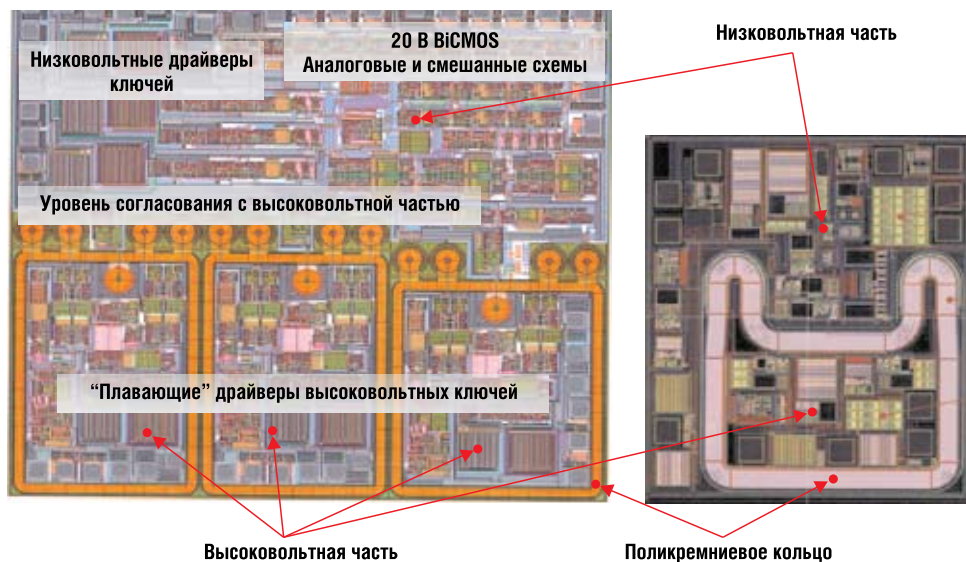


Рис. 2. Структура микросхем технологии HVIC

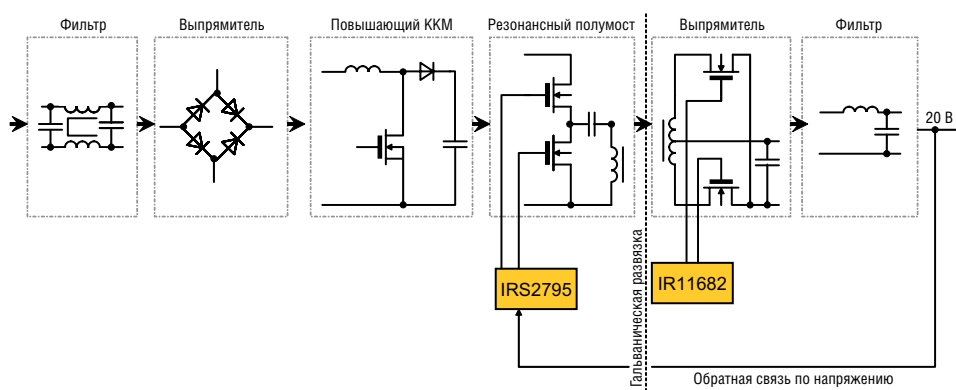


Рис. 3. Типовая структура сетевого адаптера персонального компьютера

Типичный AC/DC-преобразователь для источника питания персонального компьютера включает в себя: фильтр электромагнитных помех для подавления высокочастотного шума, выпрямитель, корректор коэффициента мощности (ККМ), резонансный понижающий DC/AC-преобразователь, AC/DC-синхронный выпрямитель, выходной фильтр (рисунок 3). Такое решение требует нескольких микросхем для управления всеми блоками источника питания. Технологии HVIC применены в микросхеме **IRS2795** для управления силовыми MOSFET полумоста, а также в микросхеме **IR11682** для синхронного выпрямления.

Верхний ключевой транзистор полумоста должен включаться или выключаться в то время, когда его потенциал относительно низковольтной части схемы отличается на величину до 400 В. **IRS2795** позволяет синхронно управлять MOSFET с частотой и длительностью импульса, определяемыми цепями обратной связи, для поддержания выходного напряжения на постоянном уровне. Синхронный выпрямитель используется в выходной части схемы для повышения эффективности преобразователя. **IR11682** используется для измерения напряжений стока силовых MOSFET выпрямителя. Это необходи-

мо для обнаружения момента перехода через ноль в период открытого состояния каждого из ключей. Способность **IR11682** работать с высокими уровнями напряжений применяется для блокирования высокого напряжения, возникающего на стоке в выключенном состоянии ключа. Преобразователи, построенные по данной схеме (с синхронным выпрямителем) могут достигать КПД 90% при условии полной нагрузки. Дополнительные возможности, такие как высоковольтный запуск и пакетный режим для снижения потерь при холостой работе или малой нагрузке, интегрируются в контроллер полумоста.

Источник питания для светодиодных светильников также требует преобразования переменного тока в постоянный, с той лишь разницей, что стабилизируется не выходное напряжение, а выходной ток. Типичная структура неизолированного светодиодного блока питания включает в себя фильтр электромагнитных помех, выпрямитель, корректор коэффициента мощности, синхронный понижающий выходной каскад для формирования выходного тока (рисунок 4).

HVIC-микросхема (**IRS25401**) применена здесь для управления полумостовым понижающим преобразователем на MOSFET. В одной микросхеме интегрирована вся цепь управления. Ток светодиодов измеряется при помощи измерительного резистора между крайним светодиодом линейки и общим проводом. Напряжение, пропорциональное выходному току, поступает на вход микросхемы **IRS25401**, которая управляет переключением транзисторных ключей полумоста для поддержания выходного постоянного тока в пределах заданной погрешности. Для уменьшения размеров внешнего индуктора полумост может работать на более высоких частотах.

Дополнительный вход может быть использован для плавной ШИМ-регуляции яркости. Интеграция на одном кристалле драйверов верхнего и нижнего ключей, генератора и логики управления позволяют повысить стабильность и надежность работы схемы в условиях изменения температуры, повысить стабильность выходного тока, снизить влияние внешних шумов. Светодиодные источники представленной структуры позволяют добиться высокой эффективности преобразования энергии (около 90%) в зависимости от входного напряжения и от количества последовательно включенных диодов в нагрузку. Для снижения стоимости нижний MOSFET-ключ полумоста можно заменить на простой диод, однако при этом упадет эффективность преобразователя.

Хорошим примером преобразователя переменного тока в переменный яв-

Таблица 1. Типы драйверов силовых ключей, выполненные по технологии HVIC

Тип прибора	Максимально напряжение, В		
	200	600	1200
Драйверы для трехфазных мостов	—	+	+
Трехканальные драйверы верхних и нижних ключей	—	+	—
Драйвер полумоста	+	+	+
Драйверы верхнего и нижнего ключей	+	+	+
Одноканальный драйвер верхнего ключа	—	+	—
Двухканальный драйвер верхнего ключа	—	+	—
Микросхемы датчиков тока	—	+	—

+ — есть;

* — есть новые ИС, находящиеся в разработке.

ляется электронный балласт для флуоресцентных ламп. В его состав входят следующие блоки: фильтр электромагнитных помех, выпрямитель, корректор коэффициента мощности, выходной резонансный DC/AC-преобразователь (рисунок 5).

Эффективность данного типа преобразователей может превышать 92%. Технология HVIC представлена здесь микросхемой **IRS2168D**, совмещающей управление резонансным полумостом и корректором коэффициента мощности. Высоковольтная часть микросхемы управляет верхним ключом полумоста, тогда как низковольтная часть контролирует нижний ключ, силовой ключ контроллера коэффициента мощности, а также содержит все необходимые цепи управления ККМ, балластом и обеспечивает функции защиты. Для этих целей в составе микросхемы присутствуют два независимых генератора, один из которых используется для управления ККМ, второй — для управления резонансным мостом. Подобное решение существенно упрощает разработку схемы, конфигурацию печатной платы, уменьшает размеры преобразователя и снижает стоимость изделия. Для дополнительной экономии энергии в структуру может быть добавлена регулировка яркости.

Интеграция всех функций управления в одну высоковольтную ИС открывает дополнительные возможности. Поскольку в данном случае ККМ известно о состоянии лампы (нагрузки), можно динамически выбирать наилучшее для текущих условий напряжение питания. При регулировке, к примеру, возможно управление компенсацией ККМ в зависимости от уровня регулировки. Каждая из рассмотренных структур преобразователей оптимизирована для своих параметров работы.

HVIC решения от International Rectifier

Одними из основных HVIC-приборов являются драйверы силовых ключей и резонансных мостов. Как видно из предыдущего обзора, для разных типов приложений оптимальными будут являться различные структуры устройств с разным набором составных блоков. И в каждом случае число управляющих линий разное. На сегодняшний день доступны HVIC драйверы силовых ключей для различных блоков преобразователей (таблица 1).

Среди решений International Rectifier — многоканальные драйверы для управления трехфазными мостами, драйверы полумостов, одно- и двухканальные драйверы силовых ключей с различным набором опций.

Подробная информация по HVIC-приборам доступна на сайте International Rectifier, а также на

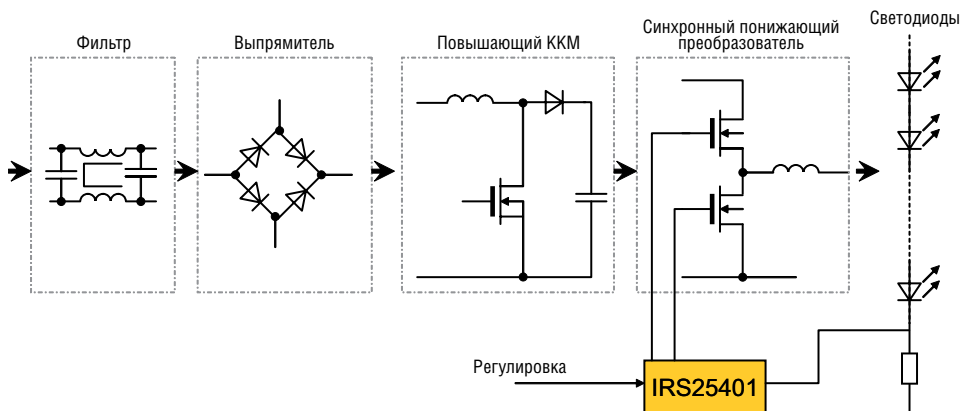


Рис. 4. Типовая структура неизолированного источника питания для светодиодных светильников

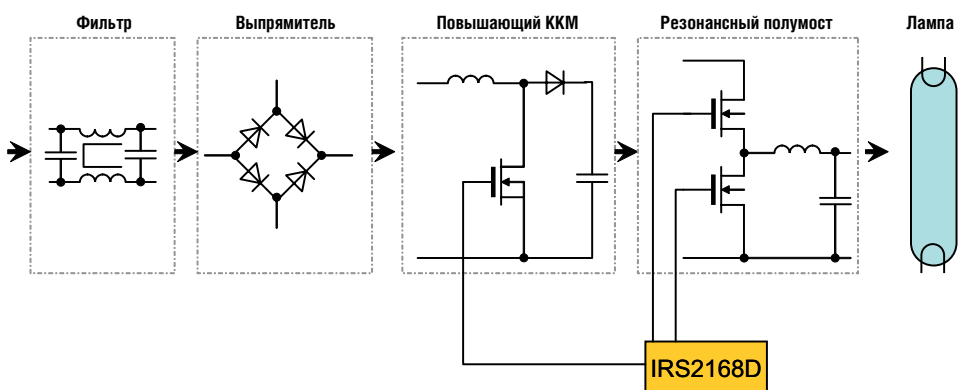


Рис. 5. Структурная схема электронного балласта для газоразрядных флуоресцентных ламп

сайте компании КОМПЭЛ по адресу http://catalog.compel.ru/mos_driver/list?BRAND=IR

Заключение

Применение микросхем HVIC для интеграции функций управления высоковольтной и низковольтной частью позволяет уменьшить число используемых элементов и размеры, а также увеличить надежность и технологичность. Конечно, для каждого случая необходимо проанализировать возможные плюсы и риски, оценить время и затраты на разработку. Технологически возможна практически полная интеграция как цепей управления, так и силовых ключей в одной микросхеме.

Литература

1. International Rectifier — The Power Management Leader // www.irf.com
2. Евгений Звонарев. G5 HVIC — новое поколение высоковольтных силовых управляющих ИС. Новости электроники. 2007. №7. С. 8 — 13.
3. Tom Ribarich. IR's HVICs lead the way towards energy efficiency. Power Supplement. 2011. April. P. 22 — 23. (<http://www.irf.com/pressroom/articles/000EPD1104.pdf>).

Получение технической информации,
заказ образцов, поставка —
e-mail: power.vesti@compel.ru

Высоковольтные драйверы MOSFET и IGBT



HVIC

- Управление от логических сигналов любого уровня (от 2,5 В)
- Стойкость к отрицательному напряжению переходных процессов
- Встроенные функции защиты