

Максим Плюснин (г. Санкт-Петербург) С САМЫМ БОЛЬШИМ НАБОРОМ ФУНКЦИЙ: НОВЫЕ КОРРЕКТОРЫ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ



Цель использования **корректора коэффициента мощности** — сделать так, чтобы вход источника питания со стороны сети «выглядел» чисто активным сопротивлением. Отличие **корректоров коэффициента мощности (ККМ) IR115xS** компании **International Rectifier** от изделий этого типа других производителей — упрощающий схемотехнику режим **One Cycle Control**, запатентованный IR.

В настоящее время микросхемы ККМ представлены в номенклатуре почти всех основных производителей ИМС для силовой техники, и у каждой есть свои преимущества. По современным мировым стандартам (IEC 1000-3-2, японский LS C 61000-3-2 и китайский CCC (China Compulsory Certificate) ИП мощностью более 75 Вт должен быть оснащен корректором коэффициента мощности, иначе ему будет закрыт доступ на рынок.

В 2011 году компания International Rectifier представила новые микросхемы **ККМ IR115xS** взамен снятых с производства IR1150. Основным отличием ИМС ККМ компании IR от других представленных на рынке решений является особый, запатентованный компанией режим **OCC (One Cycle Control)**. Суть этого режима заключается в том, что решение, основанное на **OCC**, не

требует измерения линии переменного тока — вся необходимая информация для корректировки формы кривой тока и, тем самым, увеличения коэффициента мощности извлекается из постоянного напряжения на шине и из обратного тока. Такое решение позволяет упростить схемотехнику ККМ и ускорить разработку новых изделий. Другие производители ничем подобным похвастаться не могут. В таблице 1 представлены современные ИМС ККМ от ведущих производителей.

Так как микросхемы IR115xS — новые, возможна регистрация проекта у производителя. В этом случае цены на оптовые поставки данных микросхем могут быть снижены.

Новая линейка ККМ от International Rectifier

ККМ на базе новых микросхем обладают повышенным коэффициентом

мощности, имеют малые гармонические искажения и обеспечивают стабилизированное выходное напряжение. По сравнению с традиционными решениями применение IR115xS позволяет значительно сократить количество используемых компонентов, площадь печатной платы, время на разработку, таким образом минимизируя общую стоимость системы. Микросхемы работают в режиме непрерывного тока преобразователей повышающего типа с контролем входного тока в диапазоне напряжений 85...264 В.

В типичном 1 кВт источнике питания решение, основанное на **OCC**, уменьшает на 40% количество резисторов и конденсаторов, а также уменьшает на 50% площадь на печатной плате в секции ККМ. Помимо этого линейка микросхем IR115xS содержит вывод **OVP** для защиты от перенапряжения, что обеспечивает дополнительную защиту для систем с высокой мощностью.

IR115xS оснащены рядом таких функций как защита от перенапряжения, поцикловая защита по пиковому току, защита от перенапряжения с мягким запуском и защита от провалов напряжения питания. В микросхемах также обеспечивается программируемый плавный старт и микропотребление в

Таблица 1. Современные ИМС ККМ ведущих производителей

| Наименование производителя | International Rectifier | Texas Instruments | ON Semiconductor | STM | Infineon Technologies | Kodenshi AUK |
|--|-------------------------|-------------------|----------------------------|---|-----------------------|-----------------------------------|
| Наименование ИС | IR1155S | UCC28063 | NCP1654 | L6564 | ICE2PCS06G | S6503/P |
| Мощность ККМ, Вт | от 75 Вт до 4 кВт | до 800 | — | до 500 | — | — |
| Корпус | SOIC-8 | SOIC-16 | SO-8 | SSOP-10 | DIP-8, DSO-8 | SOP-8, DIP-8 |
| Ток запуска, мкА | 175 | 95 | 75 | 100 | 450 | 40 |
| Режим работы* | CCM | TM | CCM | TM | CCM | DCM |
| Частота ШИМ, кГц | 48...200 | 45 | 65/133/200 | 70 | 65 | 50 |
| Ток управления драйвера | до 1,5 А | 100 мА | 1,5 А | 800 мА | 10 мА | 500 мА |
| Рабочая температура, °С | -25...125 | -25...125 | -40...150 | -40...150 | -40...125 | -35...150 |
| Примерное количество деталей в «обвязке» ИМС, шт | 20 | 20 | 25 | 40 | 18 | 22 |
| Дополнительно | — | Сверхнизкий КНИ | Есть защита по температуре | Взаимодействие со следующим каскадом (PFC_ОК) | — | Минимальный по габаритам дроссель |

Примечание: *CCM — режим неразрывных токов; DSM — режим разрывных токов.

Таблица 2. Сравнение основных характеристик микросхем IR115xS и IR1150

| Название ИМС | IR1152S | IR1153S | IR1155S | IR1150 |
|-----------------------------|---------|---------|-----------|----------|
| Частота преобразования, кГц | 66 | 22,2 | 48...200 | 50...200 |
| Пиковый ток накачки затвора | 750 мА | 750 мА | 1,5 А | 1,5 А |
| Питающее напряжение, В | 14...17 | 14...17 | 12...19 | 15...20 |
| Ток запуска, мкА | 26...75 | 26...75 | 175...200 | 175 |

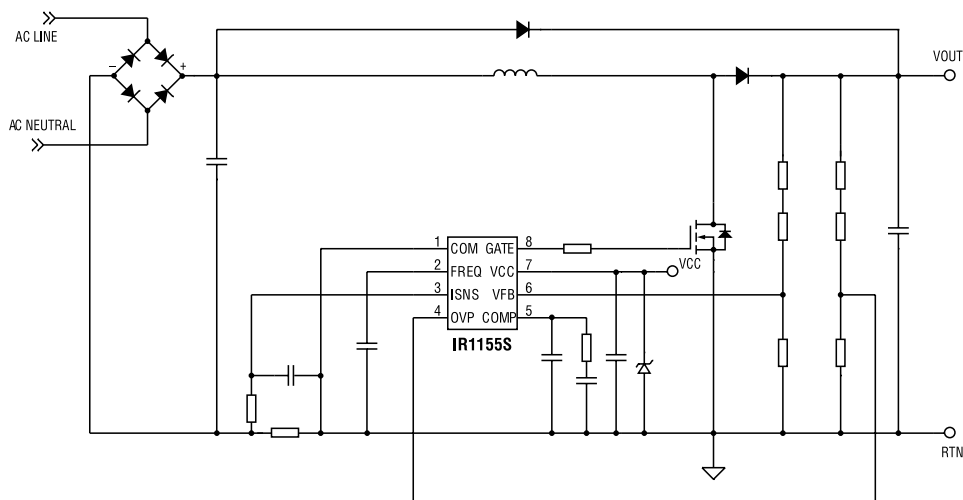


Рис. 1. Схема включения IR1155S

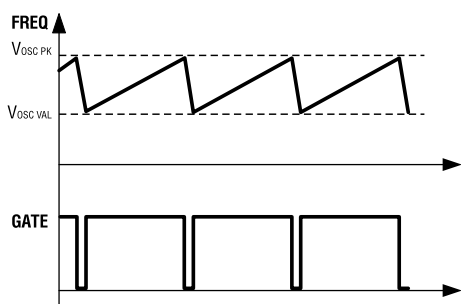


Рис. 2. Форма сигнала на выводах FREQ и GATE

режимах запуска и сна. Микросхемы совместимы с Ultrafast IGBT и Warp IGBT компании IR для систем с мощностью более 750 Вт и частотой переключения до 100 кГц. В высокомощных системах IGBT обеспечивают высокую эффективность и могут понизить общую стоимость системы.

В таблице 2 приведены основные характеристики новых микросхем IR115xS и снятой с производства IR1150.

Микросхема ККМ IR1155S

IR1155S (рис. 1) предназначена для коррекции коэффициента мощности в режиме неразрывных токов (CCM — Continuous Conduction Mode). Предполагается работа на фиксированной частоте с контролем среднего тока через дроссель. Частота переключений выбирается пользователем от 48...200 кГц. В микросхеме реализован алгоритм ОСС-контроля в одном цикле. При работе в режиме повышающего AC/DC-преобразователя коррекция коэффици-

ента мощности достигается при помощи этого алгоритма без измерения входного напряжения.

Теория работы

Алгоритм ОСС работает с использованием двух контуров управления: первый — медленный внешний контур — следит за выходным напряжением; второй — быстрый внутренний — для слежения за током.

Комбинация этих двух управляющих цепей позволяет амплитуде и огибающей входного тока быть пропорциональными и находиться в одной фазе с входным напряжением; при этом выходное напряжение конвертера остается на заданном уровне. Все это выполняется при условии работы в режиме неразрывных токов дросселя.

Основные функции

На сегодняшний день IR1155S предлагает самый большой набор функций на рынке ИМС для ККМ в компактном 8-выводном корпусе.

Микросхема IR1155S работает на фиксированной частоте, которая зависит от емкости конденсатора, подключенного к выводу FREQ. Пара источников тока внутри микросхемы поочередно создают ток через конденсатор, генерируя пилообразный сигнал с постоянным наклоном, с заданной парой напряжений (обычно между 2 и 4 В). Для микросхемы пилообразный сигнал является тактовым. Частота работы микросхемы может быть выбрана от 48...200 кГц (в зависимости от конден-

сатора). Сигнал этой частоты является управляющим и используется сбрасываемым интегратором в ИМС для генерации сигналов ШИМ в каждом цикле переключения. На рисунке 2 показана форма пилообразного сигнала на выводе FREQ и управляющее напряжение на выводе GATE. Длительность каждого импульса может меняться от 0 до 96% в зависимости от сигналов модулятора ОСС. Зависимость частоты от номинала конденсатора показана на рисунке 3. Использование конденсатора вместо резистора улучшает помехозащищенность генератора.

Во время старта цепь низковольтной блокировки в микросхеме (UVLO — Under Voltage LockOut) измеряет напряжение на выводе VCC и разрешает запуск лишь при $V_{CC(on)}$ 10,65...11,95 В. Как только напряжение на выводе VCC упадет ниже порога низковольтной блокировки (9,2...10,4 В), ИМС снова перейдет в режим UVLO, который сохранится до тех пор, пока напряжение VCC не превысит значение $V_{CC(on)}$.

Также необходимо отметить, что вывод VCC внутри не имеет защитных цепей.

Микросхема может быть переведена в микропотребляющий режим, в котором величина тока будет меньше $I_{CC(sleep)}$ (125 мкА), если напряжение на выводе OVP/EN будет ниже $V_{sleep(off)}$ (0,53...0,67 В), причем даже в случае, если напряжение на VCC более $V_{CC(on)}$. Это позволяет разработчику выключать ККМ в режимах ожидания аппаратуры, что удовлетворяет требованиям норм Blue Angel, Green Power и др. Когда вывод OVP/EN установлен в положение «0», ИМС переходит в «спящий» режим, напряжение на выводе V_{comp} принудительно снижается, благодаря этому микросхема может осуществить плавный пуск при перезапуске. Так как $V_{sleep(off)}$ меньше 1 В, могут быть использованы логические уровни для управления включением/выключением микросхемы.

Описание основных режимов

Управляемый плавный пуск

В микросхеме достаточно просто реализуется выбор времени плавного пуска.

В процессе плавного пуска контролируется нарастание сигнала ошибки обратной связи по напряжению, что по-

Таблица 3. Основные параметры IRAC1152-350W и IRAC1155-300W

| Название ИМС | IR1152S | IR1153S | IR1155S | IR1150 |
|-----------------------------|---------|---------|-----------|----------|
| Частота преобразования, кГц | 66 | 22,2 | 48...200 | 50...200 |
| Пиковый ток накачки затвора | 750 мА | 750 мА | 1,5 А | 1,5 А |
| Питающее напряжение, В | 14...17 | 14...17 | 12...19 | 15...20 |
| Ток запуска, мкА | 26...75 | 26...75 | 175...200 | 175 |

звояет получить линейный контроль над среднеквадратическим входным током, который потребляет ККМ. По существу, управление плавным пуском осуществляется компонентами компенсации усилителя ошибки, а именно конденсатором C_z . Например, для получения времени плавного пуска 40 мс необходим конденсатор номиналом 0,33 мкФ. При этом при переходе микросхемы в «спящий» режим конденсатор C_z разряжается, и при включении снова происходит плавный запуск конвертера.

Возможность управления затвором ключевого транзистора

Драйвер затвора в ИМС представляет собой двухтактный каскад, способный обеспечить пиковый ток 1,5 А. Производитель утверждает, что этот параметр предусмотрен дизайном микросхемы, но не опробован на практике. Драйвер затвора внутренне защищен от перенапряжения свыше 13 В. Вывод GATE микросхемы может быть использован для управления внешним более мощным драйвером для достижения любых мощностей корректора.

Функции защиты

IR1155S обладает большим набором защитных функций, ниже приведены некоторые из них:

- **Защита от перенапряжения (OVP)** в микросхеме достигается использованием отдельного вывода OVP/EN, который соединен с входом OVP компаратора. Когда напряжение на выводе превысит V_{ovp} , фиксируется режим перенапряжения, и драйвер затвора мгновенно запирается. Возобновление работы произойдет только после того, как напряжение на выводе OVP упадет ниже $V_{ovp}(rst)$. Использование отдельного вывода обеспечивает защиту системы от катастрофических перенапряжений, даже когда цепь обратной связи, соединенная с выводом VFB, выходит из строя. Это дает уверенность в наилучшей защите против экстремальных ситуаций.

- **Защита от обрыва обратной связи** активируется всякий раз, когда напряжение на выводе VFB падает ниже порога V_{olp} (17...21 В) Драйвер затвора мгновенно выключается, VCOMP принудительно разряжается, и микросхема

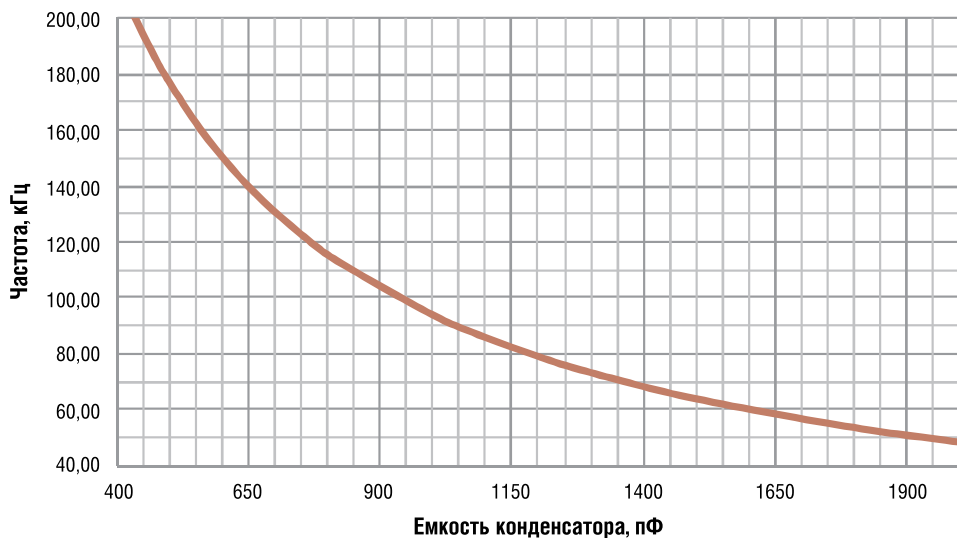


Рис. 3. Зависимость частоты от номинала конденсатора



Рис. 4. Внешний вид IRAC1152-350W



Рис. 5. Внешний вид IRAC1155-300W

переходит в «спящий» режим. ИМС будет перезапущена (с плавным пуском) только в том случае, если напряжение на выводе VFB превысит V_{olp} . В данной защите не предусмотрен гистерезис по напряжению. Во время запуска микросхема находится в спящем режиме, пока напряжение на выводе V_{olp} не станет больше нормы.

- **Ограничение тока при плавном пуске** – это тип защиты, который воздействует на выходное напряжение. Защита срабатывает, когда среднеквадратичный ток в ККМ превышает заданную величину. Далее это значение вызывает внутренний сигнал ошибки для обрат-

ной связи по напряжению – V_m . Амплитуда V_m прямо пропорциональна среднеквадратическому значению допустимого входного тока корректора. Как только V_m насыщается, максимальный ток конвертера будет ограничен. Любая попытка увеличить ток выше этого лимита заставит микросхему ограничить скважность работы конвертера, и вызовет падение выходного напряжения ККМ. Величина тока, при которой V_m насыщается зависит от величины токового шунта, выбранного для ККМ. Эта функция может восприниматься как ограничение превышения выходной мощности.

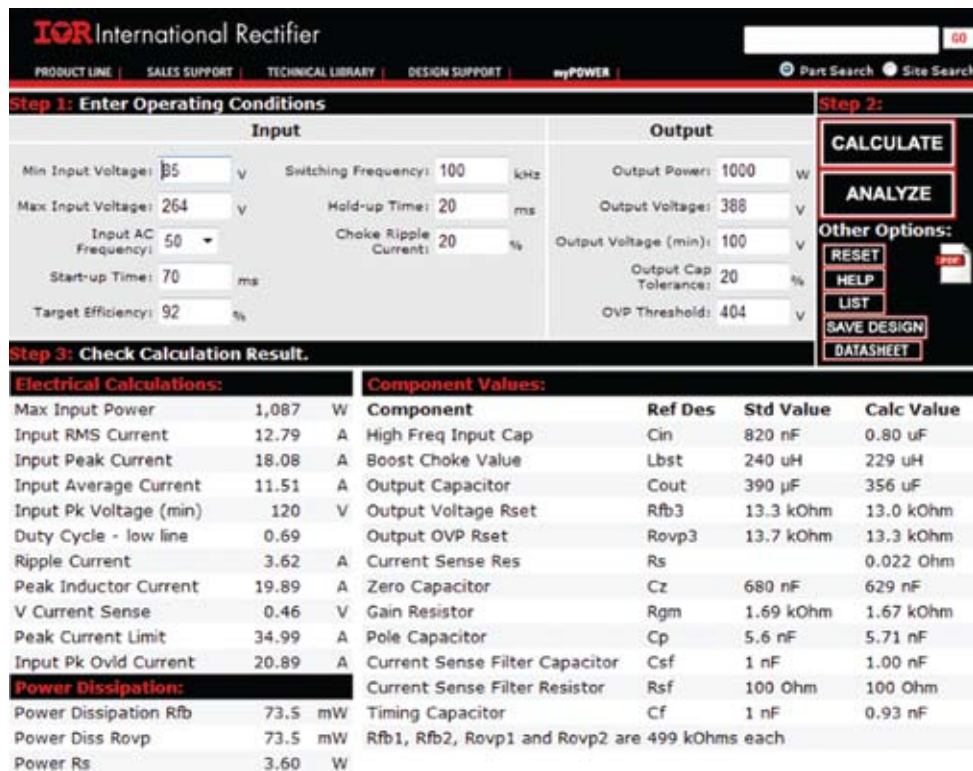


Рис. 6. Вид online-инструмента расчета параметров и номиналов элементов

Отладочные наборы – IRAC1152-350W и IRAC1155-300W

Отладочная плата IRAC1152-350W (рис. 4) представляет собой законченный модуль ККМ на базе IR1152S с выходной мощностью 350 Вт. Она спроектирована таким образом, чтобы было максимально удобно ее изучать, а также иметь доступ ко всем нужным точкам схемы. С этой платой легко получить «живые» осциллограммы в ключевых точках и проверить интересующие параметры.

IRAC1155-300W (рис. 5) представляет собой законченный модуль ККМ на 300 Вт. В ней реализованы все возможности микросхемы **IR1155S**.

В отличие от предыдущей она является эталонным дизайном для применения микросхемы IR1155S и, как утверждает производитель, может быть безболезненно скопирована для применения в различных устройствах. Основные параметры двух плат сведены в таблицу 3.

Расчет корректора на сайте International Rectifier

Для новых ИМС корректора мощности International Rectifier представила удобный online-инструмент расчета параметров и номиналов элементов (рис. 6). Найти его можно на сайте www.irf.com, пройдя несложную процедуру регистрации. В меню «Design Support» выбираем «Power factor correction» и одну из трех доступных

микросхем, на которой будем строить новый корректор. Остается ввести необходимые параметры в нужные поля, при необходимости откорректировать их по просьбам программы, нажать на кнопку «Calculate», и расчет готов. Для получения более подробной информации следует нажать кнопку «Analyze». Программа предоставляет рассчитанные параметры будущего корректора, позволяет просмотреть перечень необходимых комплектующих, проанализировать графики зависимостей. Все это будет выведено в отдельный pdf-файл, который можно сохранить на компьютере.

Заключение

Судя по тенденциям последнего времени, все ужесточающиеся требования по электромагнитной совместимости приведут к повсеместному распространению корректоров коэффициента мощности даже в скромных по мощности импульсных источниках питания. Рассмотрев новую линейку ИМС корректоров коэффициента мощности IR115xS, можно с уверенностью сказать, что будут пользоваться большой популярностью у потребителя. **Б**

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

IRS2053M – миниатюрный драйвер для УМЗЧ класса D

Компания **International Rectifier** выпустила 200-вольтовый аудио-драйвер **IRS2053M** для трехканальных аудиоусилителей класса D. Микросхема оптимальным образом подходит для применения в домашних кинотеатрах, автомобильных аудиоусилителях с малыми габаритами, а также других аудиосистемах, где требуется получить высокое качество звука при максимальном КПД.

IRS2053M основана на топологии усилителя класса D и включает в себя три канала с высоковольтными полумостовыми драйверами и ШИМ-модуляторами с частотой до **800 кГц**. Микросхема имеет целый ряд полезных защитных функций, в частности, имеется двухполярный токовый сенсор для защиты транзисторов верхнего и нижнего плеча от перегрузки. Дополнительные возможности микросхемы – совместимость с логическим уровнем управления и наличие «плавающего» ШИМ-входа.

При использовании микросхемы вместе с MOSFET компании IR достигается значительное уменьшение площади разрабатываемой платы и большая мощность. Более того, при совместном использовании **IRS2053M** с одноканальной **IRS2092(S)** и четырехканальной **IRS2093M** возможна реализация 2.1, 6.1 и 6-канального усилителей.

Основные параметры IRS2053MTRPBF:

- Корпус MLPQ48
- Uoffset 220 В; ±100 В
- Iвых 500/600 мА
- Vcc 10...15 В
- Время задержки Ton/Toff 325/370 нс; 100/145 нс

Компанией IR выпускаются транзисторы, рекомендуемые специально для разработок аудиоусилителей класса D. Это транзисторы серии **IRF14*****, выполненные в корпусах TO-220 и TO-220 FullPack с Vds от **55 В до 200 В**. Данные транзисторы оптимизированы таким образом, что имеют как низкое сопротивление канала, так и малый заряд затвора. Это позволяет получить минимальный коэффициент нелинейных искажений, низкий уровень помех и высокий КПД.