



Сергей Пичугин

IR1167 – ЛЕГКИЙ ПУТЬ К УВЕЛИЧЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ АС/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Необходимо повысить КПД и уменьшить габариты однотактного обратногоходового или двухтактного преобразователя? Хотите уменьшить потери на выпрямителе? В этом Вам поможет новый контроллер синхронного выпрямителя IR1167 от компании International Rectifier.

Синхронное или, как его еще называют, активное выпрямление — это один из способов повысить эффективность источника питания — вариант, при котором в выходном выпрямителе вместо диода Шоттки применяется синхронно управляемый MOSFET-транзистор. Благодаря низкому сопротивлению открытого канала современного MOSFET-транзистора, удастся снизить прямое падение напряжения на выпрямителе, что, соответственно, приводит к уменьшению потерь в этом узле. При существующей на сегодняшний день элементной базе данное утверждение справедливо для источников питания с выходным напряжением до 12, максимум 18 вольт. Немаловажная задача — правильно управлять «синхронным» транзистором.

Аналоговый контроллер IR1167 относится к серии ИС «Smart Rectifier» («интеллектуальный выпрямитель») и позволяет управлять одним N-канальным транзистором (или несколькими, параллельно включенными) в синхронном выпрямителе. Типовая схема включения отображена на рисунке 1. Особенность принципа работы — измерение дифференциального напряжения между стоком и истоком силового MOSFET-транзистора, включенного вместо выпрямительного диода, и дальнейшая обработка этой информации с помощью компараторов с гистерезисом и специальными цепями задержек.

Рассмотрим работу контроллера IR1167 на примере обратногоходового преобразователя. Сразу после закрытия силового транзистора

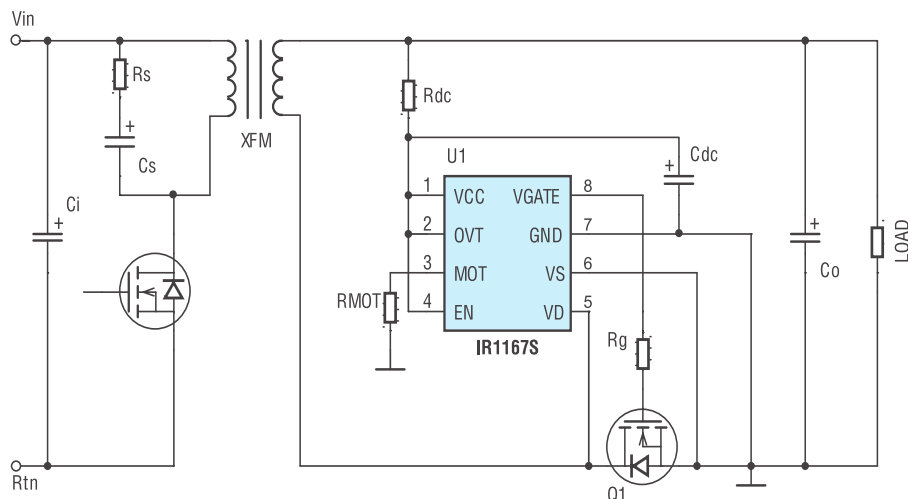


Рис. 1. Типовая схема включения IR1167

International IR Rectifier

Корпорация International Rectifier объявила о серийном производстве новых твердотельных реле

По отношению к аналогам и предшественникам семейство PVN012A обладает вдвое меньшим сопротивлением по переменному току в открытом состоянии ($R_{dd(on)}$) и на 37,5% более высокой нагрузочной способностью на переменном токе при 100% скважности. Новая серия реле также нормирована на максимальный импульсный (перегрузочный) ток.

Благодаря низкому сопротивлению канала и высокой нагрузочной способности по току в сочетании с компактным корпусом реле PVN012A превосходят возможности традиционных электромеханических реле. Они занимают меньшую площадь, нормированы на высокое напряжение изоляции между входом и выходом, имеют стабильное сопротивление в открытом состоянии в течение всего срока эксплуатации, высокую чувствительность и высокую надежность, свободны от дребезга контактов. Новые реле нормированы на напряжение 20 В, сопротивление в открытом состоянии 50 мОм на переменном и 15 мОм на постоянном токе. Нагрузочная способность по току составляет 4 А на переменном и 6 А на постоянном токе. Испытательное напряжение при проверке изоляции между входом и выходом равно 4000 В. Новые реле выпускаются в бесвинтовых 6-выводных DIP- и SOIC-корпусах и на ленте.

на первичной стороне (рис. 1) начинает протекать ток через внутренний диод закрытого (на тот момент) MOSFET-транзистора Q1. На рисунке 2 представлена зависимость напряжения на затворе «синхронного» транзистора Q1 от дифференциального напряжения сток-исток на этом же транзисторе (гистерезис работы).

По графику справа налево: при открытии внутреннего диода транзистора Q1 под воздействием протекающего тока дифферен-

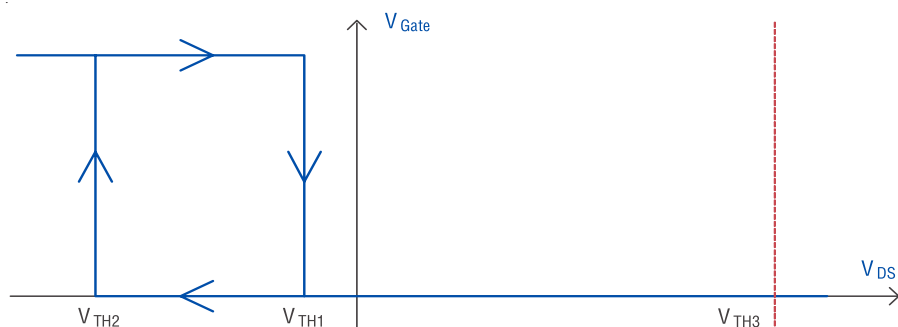


Рис. 2. Гистерезис работы IR1167

циальное напряжение V_{DS} уходит в отрицательную сторону (относительно уровня общего провода). Это напряжение стремится к значению напряжения, равному прямому падению напряжения на диоде (примерно -700 мВ), но в точке V_{TH2} в работу вмешивается IR1167 и подает напряжение V_{Gate} на затвор «синхронного» транзистора Q1 (по графику вверх), тем самым открывая его. Открывшись, MOSFET-транзистор шунтирует свой внутренний диод и, учитывая очень низкое сопротивление открытого канала, уменьшает падение напряжения исток-сток (анод-катод внутреннего диода). Таким образом, дифференциальное напряжение V_{DS} оказывается в области между точками V_{TH2} и V_{TH1} (по графику вверх и вправо от точки V_{TH2}).

В дальнейшем ток постепенно (при режиме прерывистых токов) или стремительно (при режиме непрерывных токов) уменьшается

(красная линия на рисунке 3), что приводит к уменьшению падения напряжения сток-исток V_{DS} (зеленая линия на рисунке 3). Контроллер IR1167 продолжает контролировать дифференциальное напряжение V_{DS} и в точке V_{TH1} , убирая напряжение с затвора, закрывает «синхронный» транзистор Q1.

Для устранения влияния переходных процессов на работу компараторов при включении и выключении силового транзистора Q1 в контроллер дополнительно введены две специальные цепи задержек. Первая цепь задержки — с фиксированным значением времени, которое зависит только от номинала внешнего резистора R_{MOT} . На рисунке 3 это время показано как «MOT» — минимальное время открытого состояния ключа (Minimum On Time). На этот момент времени компаратор, который, сработав, позволил открыться транзистору Q1, блокируется и

сохраняет свое состояние. Вторая цепь задержки, наоборот, формирует минимальное время закрытого состояния транзистора Q1. Но это время не фиксировано и зависит от того, насколько быстро значение дифференциального напряжения V_{DS} достигнет значения точки V_{TH3} (рис. 2, 3). На рисунке 3 это время обозначено как «задержки».

Рассмотрим ближе значения пороговых точек V_{TH} . Примерное значение точек V_{TH1} и V_{TH2} можно определить по графикам на рисунке 4. Точка V_{TH1} для разных режимов работы преобразователя может иметь три разных значения, в зависимости от трех возможных состояний вывода OVT (вывод 2 ИС IR1167):

- 1) подключен к шине GND (общий провод);
- 2) оставлен свободным (не подключен);
- 3) подключен к шине питания (V_{CC}).

Значение точки V_{TH3} зависит от напряжения питания и примерно равно $2,5$ В при $V_{CC}=10$ В и $5,4$ В при $V_{CC}=20$ В.

Учитывая диапазон питающих напряжений ($11,3...20$ В), который, в свою очередь, оптимизирован для управления стандартными MOSFET-транзисторами, при низких значениях выходных напряжений необходимо предусмотреть вольт-добавку (как вариант — в виде дополнительной

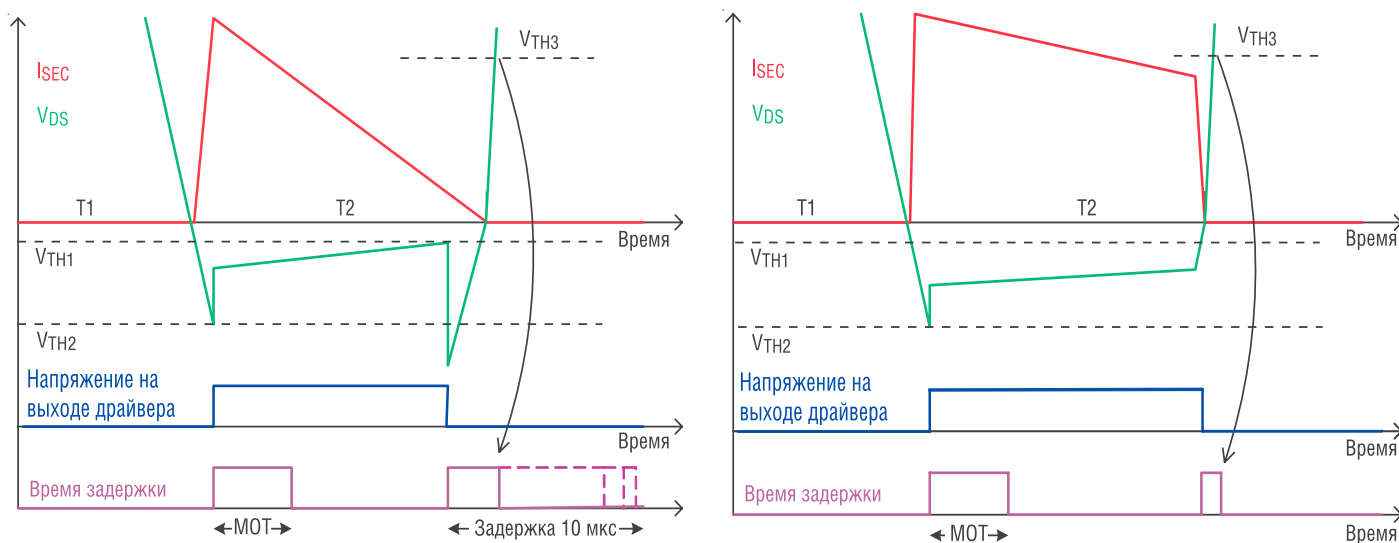


Рис. 3. График работы синхронного выпрямителя обратного преобразователя с использованием IR1167 для режима прерывистых токов (слева) и режима непрерывных токов (справа)

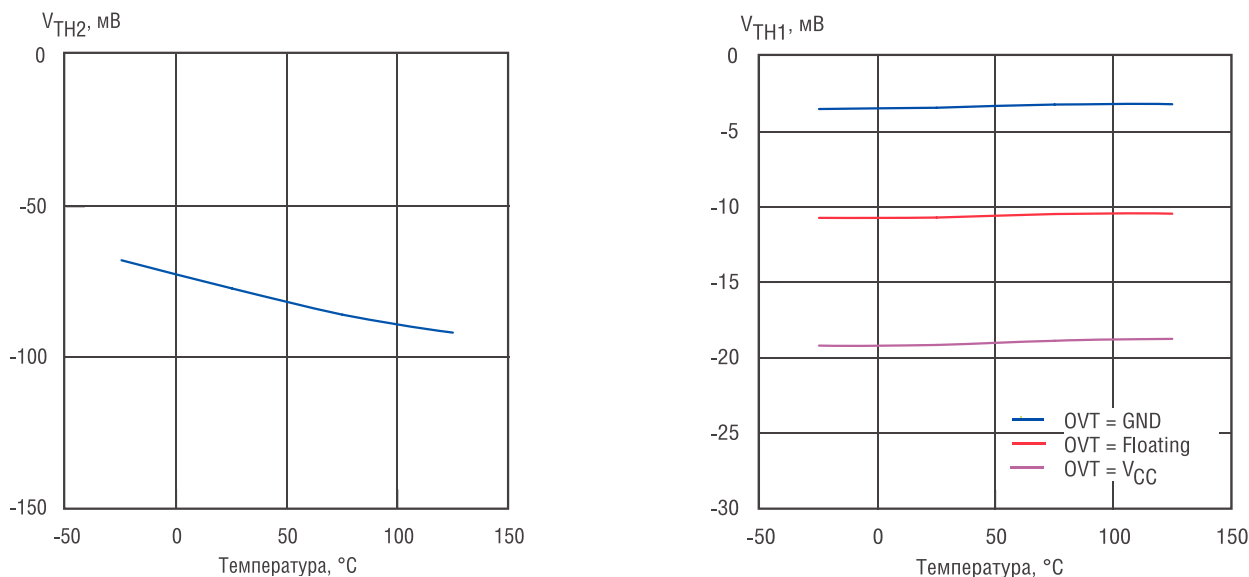


Рис. 4. Значения точек V_{TH2} (слева) и V_{TH1} (справа)

Таблица 1. Аналоговые контроллеры для синхронного выпрямителя серии Smart Rectifier

Наименование	Корпус	Диапазон питающих напряжений, В	Напряжение на стоке транзистора, В	Макс. частота коммутации, кГц	Пиковый ток драйвера нар./спад, А	Ограничение макс. напряжения драйвера, В
IR1166SPbF	SO-8	11,3...20	≤200	500	+1/-3,5	10,7
IR1167ASPbF						10,7
IR1167BSPbF						14,5
IR1167APbF	DIP-8				+2/-7	10,7
IR1167BPbF						14,5

Таблица 2. Новые MOSFET, рекомендуемые для синхронных выпрямителей

Наименование	Uси, В	Rds(on) мОм	Корпус
IRFB3307PBF	75	6,3	TO-220
IRFB3507PBF	75	8,8	TO-220
IRF7854PBF	80	13,4	SO-8
IRFB4110PBF	100	6,3	TO-220
IRFB4310PBF	100	7	TO-220
IRFB4410PBF	100	10	TO-220
IRFB4610PBF	100	14	TO-220
IRF7853PBF	100	18	SO-8
IRFB4227PBF	200	26	TO-220

обмотки трансформатора). Для управления синхронным выпрямителем в двухтактном преобразователе необходимо применение двух ИС соответственно. Более подробно о различных схемах включения IR1167 можно узнать из рекомендаций по применению AN-1087, доступных на сайте компании International Rectifier: <http://www.irf.com/technical-info/appnotes/an-1087.pdf>.

Экономические и эксплуатационные преимущества применения синхронного выпрямителя очевидны: значительное увеличение эффективности — уменьшение тепловыделения, уменьшение габаритов печатной платы и корпуса за счет уменьшения или полного отсутствия (в большинстве случаев) радиатора выпрямителя. ИС IR1167, в свою очередь, позволяет создать простой, на-

дежный и легкий для реализации синхронный выпрямитель с минимальным количеством внешних компонентов.

В настоящий момент доступны пять модификаций аналогового контроллера серии «Smart Rectifier» для синхронного выпрямителя, отличия которых отображены в таблице 1.

На сайте компании International Rectifier доступна в онлайн-режиме система расчета синхронного выпрямителя на базе IR1166/67: <http://mypower.irf.com/syncres>.

В дополнение, в таблице 2 представлены новые MOSFET-транзисторы International Rectifier, рекомендуемые для синхронных выпрямителей.

По вопросам получения технической информации, заказа образцов и поставки обращайтесь в компанию КОМПЭЛ.

E-mail: power.vesti@compel.ru.