

ОПТОПАРЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ МОЩНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ВЫСОКОЙ СКОРОСТЬЮ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ

Инженер-разработчик, компания Avago Technologies

В приложениях с высокой скоростью переключения возникновение электромагнитных помех может привести к неправильной работе системы и выходу ее из строя. Оптопары для управления затвором с сильноточным выходом и большим ослаблением синфазного сигнала являются хорошим решением этой проблемы, т.к. они обеспечивают защиту от помех и высокий допустимый ток в приложениях с мощными IGBT и IGBT с большими скоростями переключения.

Затворы транзисторов IGBT должны управляться стабильными уровнями напряжения включения и выключения и относительно большим током, чтобы обеспечить быстрое переключение между соответствующими состояниями. Кроме того, требуется большой управляющий ток для переключения IGBT с большой номинальной мощностью.

Чтобы понять значение цепи драйвера с сильноточным затвором для преобразователя, рассмотрим технические требования на разработку и такие параметры IGBT как заряд, емкость, напряжение и частота переключения.

Входная емкость часто используется в качестве исходного пункта для проектирования управляющей цепи затвора. В техническом описании IGBT входная емкость C_{ies} меняется в диапазоне от нескольких пикофард до сотен нанофард. C_{ies} является суммой емкости между коллектором и затвором (C_{gc}) и емкости между затвором и эмиттером (C_{ge}), т.к. они параллельны друг другу (см. рис. 1). Эта емкость IGBT значительно меняется в зависимости от напряжения коллектора. Вариации напряжения коллектора и конденсатор Миллера увеличивают входные емкости в 3—5 раз относительно значения C_{ies} , указанного в техническом описании транзистора. Из-за этой разницы параметры цепи управления затвором, рассчитанной на основе приведенной в описании входной емкости, обычно неправильные. На рисунке 2 Q_{GE} — заряд, протекший за время t_0 , в течение которого напряжение затвора изменилось от нулевого значения до значения, соответствующего плато Миллера. Q_{GC} — заряд, протекший за время t_1 ;

Q_G — суммарный заряд, необходимый для включения IGBT, где V_{GE} — напряжение управления затвором. Обычно Q_G указан в техническом описании производителя IGBT.

Пиковое значение тока управления затвором и средняя мощность P_{avg} рассчитываются следующим образом:

$$I_{G,PEAK} = V_{GE}/R_{Gf} \quad (1)$$

$$P_{avg} = V_{GE} \cdot Q_G \cdot f_s \quad (2)$$

где:

Q_G — суммарный заряд затвора IGBT;
 f_s — частота переключения IGBT (см. рис. 2).

Цикл заряда затвора можно разделить на три временных интервала — t_0 , t_1 и t_2 . Эффективная емкость затвора и пиковый ток во время каждого из них вычисляются из формул:

$$Q_x = I_{G,x} \cdot t_x \quad (3)$$

$$Q_x = V_{GE,x} \cdot C_{x'} \quad (4)$$

где $x = 0, 1, 2$ и указывает определенный временной интервал.

МОЩНЫЕ IGBT-ТРАНЗИСТОРЫ И ИХ ОДНОВРЕМЕННОЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ

Среднеэффективную емкость затвора в зависимости от его напряжения можно определить из рисунка 2. Это значение не отражает «истинную» нагрузку драйвера затвора, что объясняется наличием плато Миллера, на котором напряжение имеет практически постоянную величину, несмотря на то, что заряд продолжает накапливаться. На интервале t_1 емкость затвора достигает

высокого значения. Для прохождения сквозь затвор большой емкости на этом интервале требуется высокий пиковый ток, в противном случае IGBT будет медленно включаться (см. уравнения 3 и 4). Из-за высокой емкости в области плато требуется обеспечить большой пиковый ток, особенно для приложений с высокой скоростью переключения.

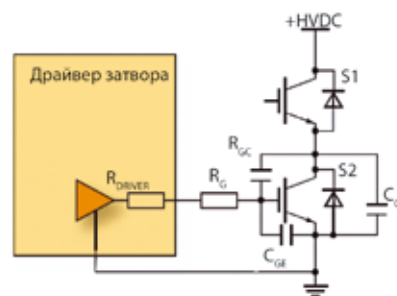


Рис. 1. C_{ies} — входная емкость IGBT; C_{gc} — емкость затвор-коллектор; C_{ge} — емкость затвор-эмиттер



Рис. 2. Типичная зависимость заряда затвора IGBT от V_{GE} определяет среднеэффективное значение эффективной емкости затвора

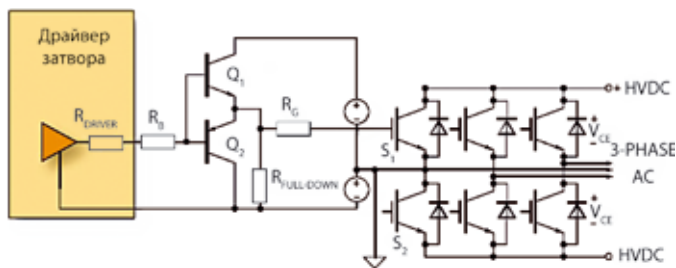


Рис. 3. Неинвертирующий токовый буфер, состоящий из транзисторов Q1 и Q2, обеспечивает значительный ток управления и большой коэффициент усиления по току

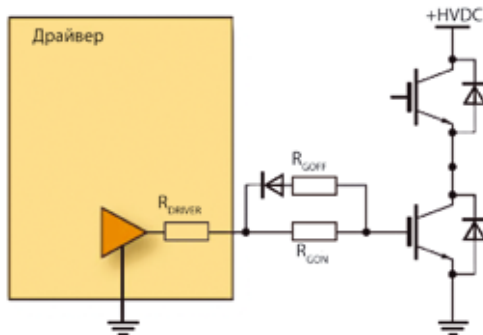


Рис. 4. Сопротивление затвора способствует замедлению времени переключения

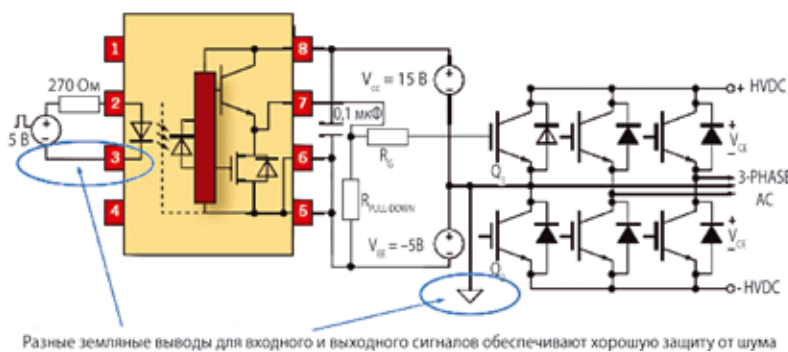


Рис. 5. Использование оптопары для управления затвором позволяет ослабить синфазный сигнал при электромагнитных помехах и других шумах

В приложениях, в которых используются IGBT с большим номиналом, пиковый ток является фактором, ограничивающим скорость переключения. В схожих приложениях применяется драйвер силовоточного одиночного затвора, позволяющий совместно использовать функции управления и снижать число компонентов. Как правило, драйвер затвора с 2,5-А пиковым током может управлять IGBT с номиналами до 1200 В и 100 А, а драйверы с выходным максимальным током 5 А — IGBT с номиналами до 1200 В и 100 А. Эти требования к номинальным значениям меняются в зависимости от частоты переключения и окружающей температуры.

Для очень мощных IGBT используется неинвертирующий токовый буфер, повышающий ток управления затвором транзистора (см. рис. 3). У буферных транзисторов Q1 и Q2 большие

максимально допустимый ток и коэффициент усиления по току. Следует поместить токовый буфер в схему как можно ближе к IGBT, чтобы свести к минимуму паразитную индуктивность петли зарядного и разрядного тока.

Резистор затвора R_G , предназначенный для управления пиковым током IGBT, помещается за цепью буфера.

Для быстрой зарядки и разрядки емкости затвора IGBT цепь драйвера затвора должна иметь низкий импеданс. Благодаря низкоимпедансному тракту и большому выходному току затвора реализуется высокая скорость переключения IGBT. Однако такое переключение создает другие проблемы — из-за увеличения скорости изменения dV/dt появляются электромагнитные помехи, которые могут привести к ошибочным входным сигналам на микросхеме драйвера затвора и, в конечном счете — к неправильной работе всего приложения. Для предотвращения этой ситуации используют ограничивающие резисторы в цепи включения и выключения затвора (см. рис. 4), тем самым увеличивая его сопротивление. В свою очередь, это приводит к замедлению времени переключения, что идет вразрез с требованием обеспечить высокую скорость.

В этой ситуации используется оптопара, позволяющая ослабить синфазный сигнал при возникновении электромагнитных помех и другие шумы. Разные земли для входа светодиода и выхода IGBT, а также экранированный корпус внутреннего светодиода обеспечивают требуемую защиту от шума.

У идеальной микросхемы драйвера затвора IGBT большая скорость переключения, высокие допустимый пиковый ток и помехоустойчивость. Из рисунка 2 видно, что в результате большой скорости переключения напряжение затвора достигает плато Миллера. На этом плато управляющее напряжение имеет относительно постоянное значение, а микросхеме драйвера затвора требуется обеспечить высокий ток для быстрой зарядки емкости Миллера. За этим плато драйвер продолжает обеспечивать зарядку до полного завершения цикла.

ООО СМП

ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН
www.SMD.ru

электронные
для поверхностного
компоненты
монтажа

НОВОЕ В ПРОГРАММЕ ПОСТАВОК
Сверхминиатюрный часовой резонатор 3,2×1,5 мм
Кварцевые резонаторы и генераторы 0532

32.768

Москва, ул. Балтийская, 13; e-mail: sale@smd.ru
Тел.: (499) 158-7396, (495) 940-6244, (499) 943-8780