

ПРИМЕНЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ДРАЙВЕРОВ УПРАВЛЕНИЯ МОП-ТРАНЗИСТОРАМИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО СМЕЩЕНИЯ НА ЗАТВОРЕ МОП ПТ И БТИЗ

Введение

И МОП-транзистор, и БТИЗ в равной степени требуют отрицательного смещения на затворе. Установление напряжения на затворе до нуля при выключении обеспечивает работу и с необходимостью предполагает подачу на затвор напряжения, отрицательного по отношению к пороговому.

В противоположность биполярному транзистору отрицательное смещение на затворе незначительно влияет на скорость переключения. Однако имеются обстоятельства, когда необходимо управление затвором:

- изготовитель приборов предусмотрел в спецификации отрицательное смещение на затворе прибора;
- когда напряжение на затворе не может быть ниже порогового напряжения за счет помех, возникающих в схеме.

Хотя данное сообщение сделано применительно БТИЗ, информация в равной степени относится и к мощному МОП-транзистору.

Характеристики затвора по постоянному току

Минимальное пороговое напряжение для большинства БТИЗ равно 3В при комнатной температуре. Температурный коэффициент порогового напряжения всегда отрицательный, увеличение температуры перехода проявляется в уменьшении порогового напряжения. Если температура перехода возрастает от 25°C до 150°C, а температурный коэффициент составляет 11мВ/°С, пороговое напряжение падает до 1,4В. Следовательно, пороговое напряжение 1,6В должно приниматься в расчет при наихудших условиях эксплуатации.

Работа в динамическом режиме

Проблема возникает, когда между коллекторно-эмиттерными выводами БТИЗ быстро нарастает напряжение. В течение переходного процесса емкость Миллера затвор-коллектор подпитывает заряд на затворе, увеличивая напряжение на затворе. Высота и ширина толчка напряжения на затворе определяются отношением емкостей затвор-коллектор и затвор-эмиттер, импедансом схемы управления затвором и приложенным dv/dt между коллекторным и эмиттерным выводами.

Внутренняя емкость дается в паспортных данных. Заметная емкость Миллера в БТИЗ меньше аналогичной емкости в МОП-транзисторе за счет меньших размеров прибора. Импеданс цепи затвора может быть минимизирован выбором низкоимпедансной ИС драйвера и уменьшением паразитной индуктивности в контуре управления.

Величина dv/dt может быть установлена оптимальной (по критерию помеха/потери) подбором необходимой величины последовательного резистора в цепи затвора. Последовательный резистор влияет только на скорость включения БТИЗ, т. к. скорость выключения в основном определяется конструкцией самого транзистора.

Рекомендуется параллельный резистор диод с анодом на затворе. Диод при включении обратно смещен, но при выключении схемы сбрасывает заряд и поддерживает это состояние в течение времени выключения.

МОП-драйвер должен иметь электрически отдельный от опорной земли вывод для управления выходом затвора. Этот вывод должен непосредственно соединяться с эмиттерным выводом БТИЗ или выводом Кельвина модуля БТИЗ. Напряжение затвора и эмиттера оказывается плавающим выше помех, наводимых в проводке силовой цепи с разницей в 2В (эффективное напряжение управления), свободной от помех.

БТИЗ фирмы IR не нуждается в отрицательном смещении

БТИЗ, изготовленные фирмой IR, не требуют отрицательного смещения, Времена переключения и энергетические потери, приведенные в паспортных данных для дискретных приборов и модулей, измерены при нулевом напряжении выключенного затвора.

При закороченных выводах затвора и эмиттера БТИЗ будет выдерживать наибольшее dv/dt по сравнению с аналогичным БТИЗ, работающим в схеме без блокировки или частичного включения.

Общее неправильное мнение отождествляет всплеск тока за счет заряда выходной емкости C_{OSC} транзистора БТИЗ с током в силовой цепи. Амплитуда всплеска тока примерно 5А для БТИЗ типа IRGPC50F при dv/dt порядка 20В/нсек. Амплитуда всплеска тока не изменяется при приложении напряжения отрицательного смещения. Для определения порогового напряжения и влияния последовательного сопротивления при работе с высокими значениями dv/dt был выполнен тест по схеме на рис. 1.

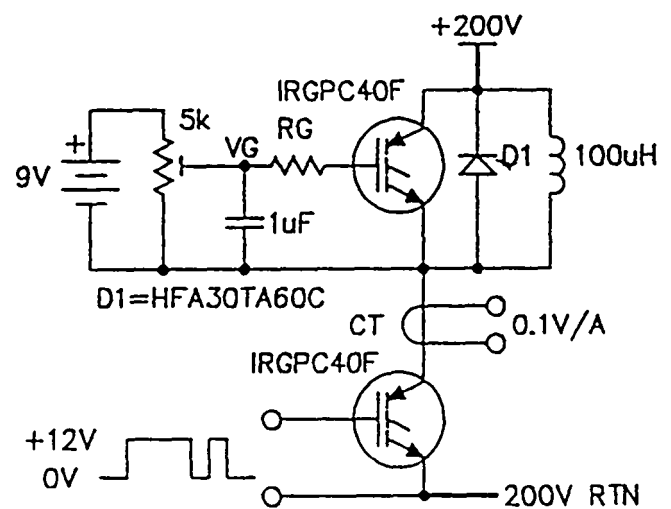


Рис. 1. Тестовая схема

Положительное смещение на БТИЗ верхнего канала увеличивалось до тех пор, пока потери переключения в нижнем канале не превышали сквозной ток перегрузки. Потери при включении измерялись на токе индукции 15А и при скорости переключения 6В/нсек. Результаты представлены на рис. 2.

Уровни порогового напряжения, увеличивающие потери при включении, составляли 4В, 5В, 5,6В с последовательными сопротивлениями затвора соответственно 470Ом, 100Ом, ноль. Диод, параллельный последовательному резистору затвора (анод к затвору), помогает фиксировать затвор нижнего канала, так что сопротивление последовательного резистора может иметь значение, соответствующее требованиям при включении.

Буфер и накачка отрицательного заряда

Базовая схема буфера и накачки отрицательного заряда показана на рис. 3. Буферная схема реализована на двух р-канальных и двух п-канальных МОП-транзисторах. Резистор R1 между затворами Q3 и Q4 понижает напряжение включения выходного транзистора и ограничивает сквозной ток в драйверах. D1 уменьшает напряжение на затворах Q3 и Q4. D2, C2 и R2 формируют сдвиг уровня на Q2, C3, C4, D3 и D4 конвертируют входной сигнал относительно отрицательного постоянного напряжения.

После включения отрицательное напряжение устанавливается за несколько циклов даже при экстремально малых или больших рабочих циклах (1 – 99%). Время задержки и сдвиг отрицательного напряжения определяются выходным импедансом источника сигналов.

Управление большими переменными нагрузками

Схема, показанная на рис. 4, построена на способности ИС IR2110 выполнять сдвиг уровня высокого напряжения и способности к управлению МОП буфера, показанного на рис. 3. Она также выдает отрицательное напряжение для выключения.

Схема исследована на модуле БТИЗ IRGS1270F06, способном коммутировать каждым выходом ток до 270А. Полный заряд затвора для модуля составляет 600нКул. Временная диаграмма представлена на рис. 5. Задержка включения схемы равна 1мксек, выключения – 0,2мксек. Время установления отрицательного напряжения смещения около 10мсек при частоте переключения 5кГц при 50 %-ном рабочем цикле. При старте схема имеет некоторое отрицательное напряжение на затворе даже при первом такте.

При снятии нагрузки напряжение на затворе продолжает оставаться отрицательным до разрядки емкости.

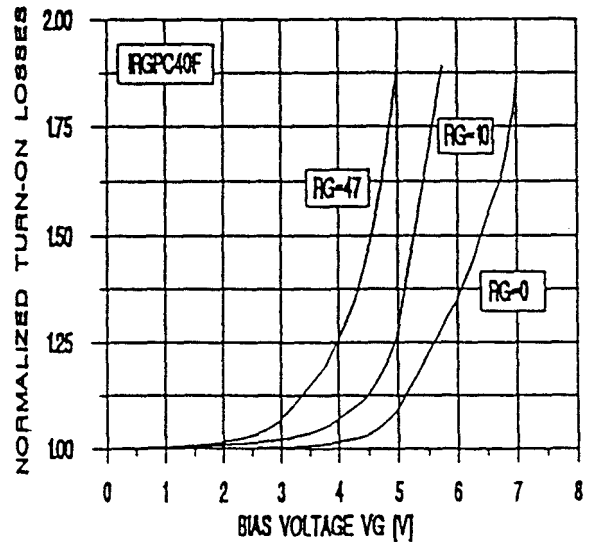


Рис. 2. Зависимость потерь при включении от VG затвора

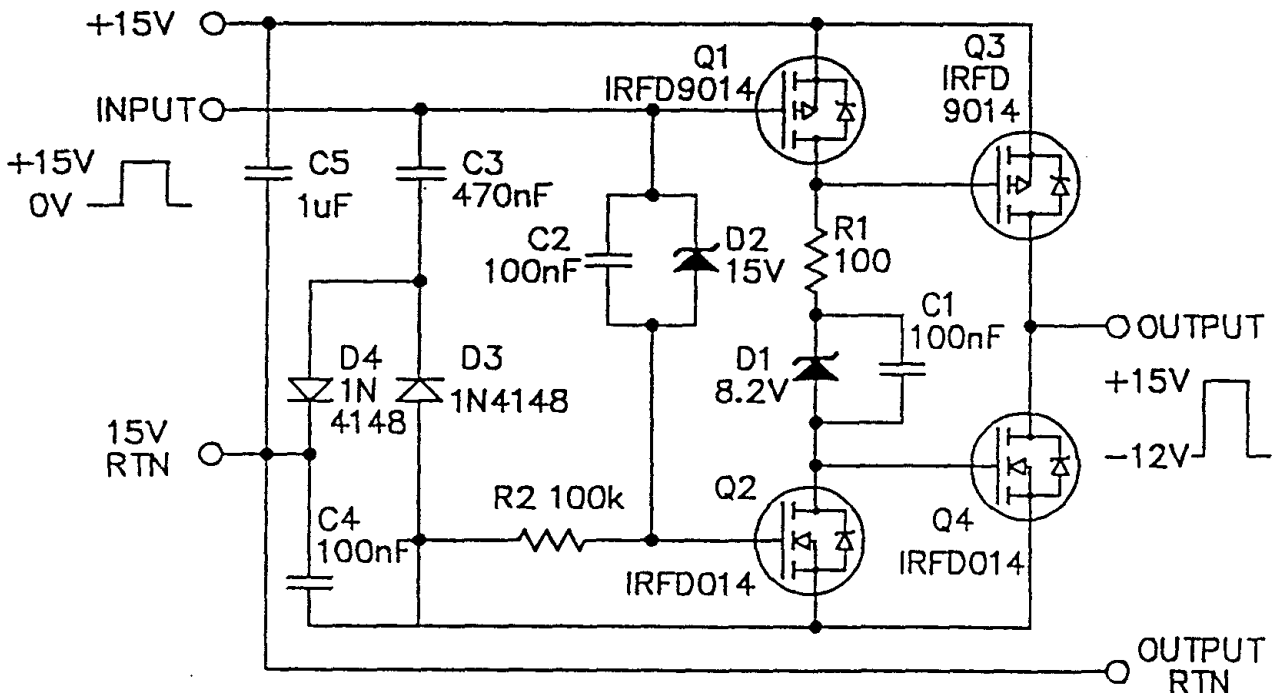


Рис. 3. Схема буфера с отрицательным смещением

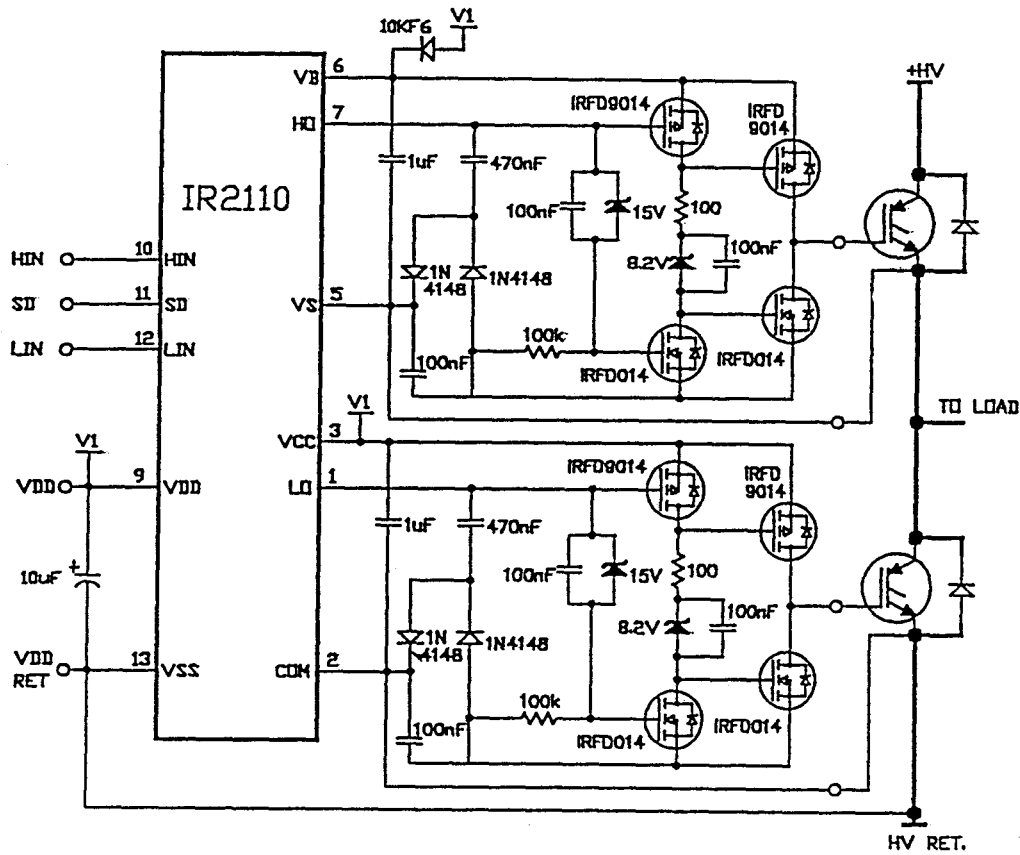


Рис. 4. Полумостовая схема буфера с отрицательным смещением

Простое устройство управления МОП-затвором с отрицательным смещением

Хотя эволюция процесса проектирования схем обычно проявляется в более сложных, но менее надежных схемах, наша схема построена на других принципах. Буфер и накачка отрицательного заряда удалены, и схема становится очень простой, как показано на рис. 7.

Входные и выходные временные диаграммы показаны на рис. 6. Отрицательное напряжение задается внешним источником, в то время как отрицательное напряжение смещения для верхнего уровня задается резистором с сопротивлением 100кОм и зенеровским диодом.

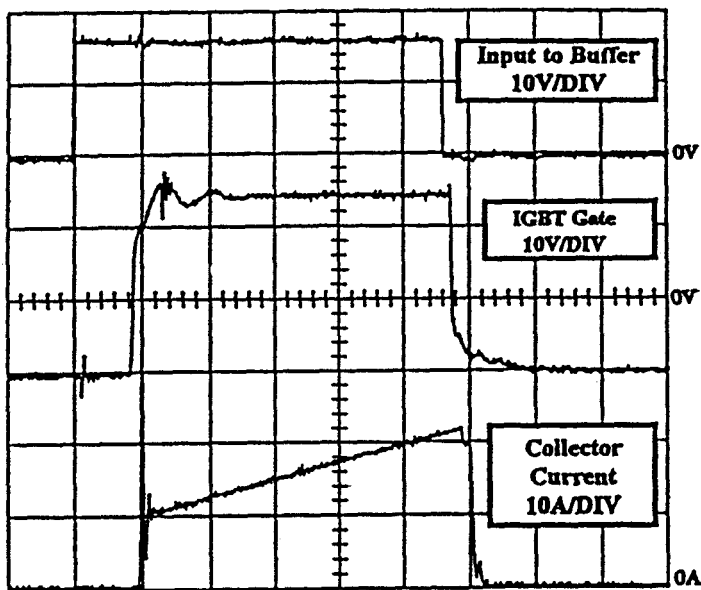


Рис. 5. Временная диаграмма тока и напряжения полумостового драйвера с обратным смещением (1мкс/дел).

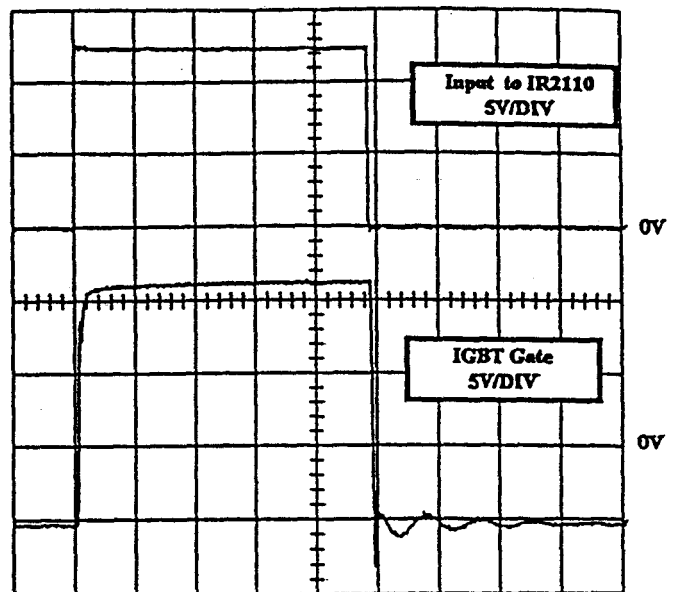


Рис. 6. Временная диаграмма сигналов в схеме на рис. 7

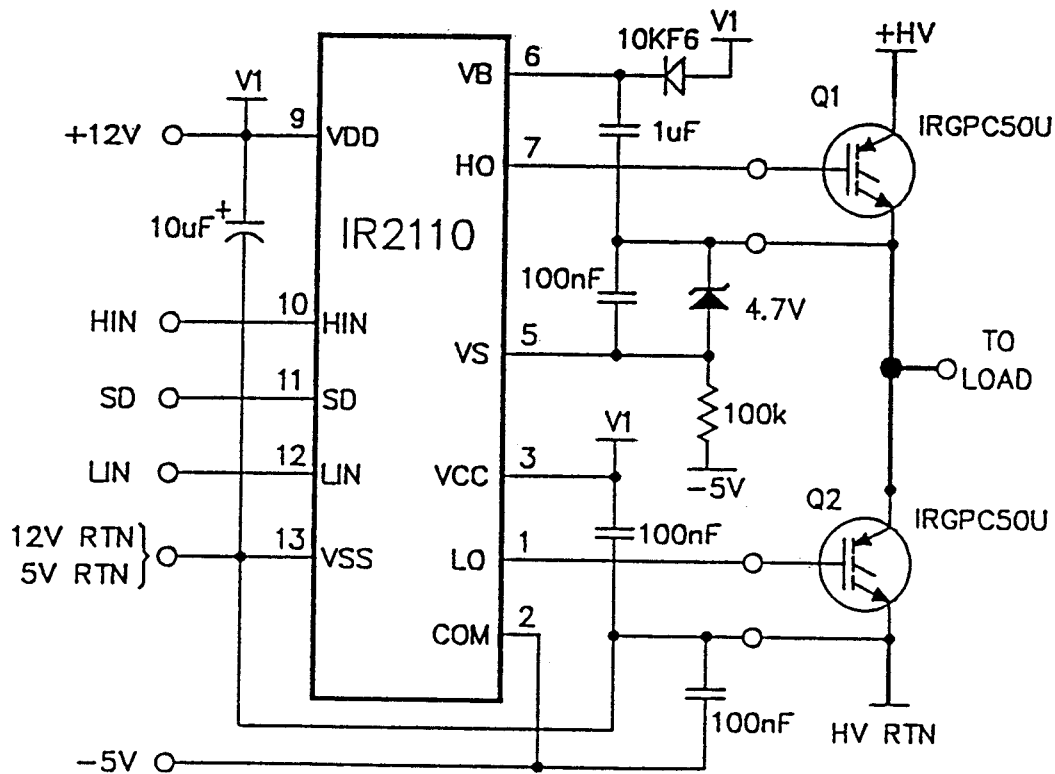


Рис. 7. Схема полумостового драйвера с внешним отрицательным смещением

Отрицательное напряжение на затворе ограничивается максимальным напряжением смещения, приложенным между выводами VSS-COM и VSS-VS.

Напряжение питания для ИС IR2110 не может превышать 20В. Резистор сопротивлением 100кОм эффективен для высокого напряжения в 160В и 50%-ного рабочего цикла.

Различные условия работы потребуют различных значений сопротивления резисторов. Средний ток в резисторе должен быть по крайней мере не менее 1мА. В расчет также должны приниматься показатели мощности и максимальное рабочее напряжение резистора. Так как рабочие токи зенеровского диода малы, для этого случая необходимы специальные источники тока.

Заключение

И дискретные БТИЗ, и модули, выпускаемые фирмой IR, не требуют отрицательного смещения для некоторых применений. ИС IR2110, IR2125, IR2130 в качестве драйверов МОП-транзисторов могут быть использованы при минимальном количестве внешних компонентов. Однако имеются производители БТИЗ, использующие в своей продукции отрицательное смещение, и при подаче на затвор отрицательного смещения при включении должны учитываться вопросы помехоустойчивости.

Схема на рис. 7 предложена для управления БТИЗ большой мощности. Схема на рис. 6 является экономичным решением для применения в мощных системах управления БТИЗ.