

МАЛЫЙ ЗАРЯД ЗАТВОРОВ МОП ПТ УПРОЩАЕТ УПРАВЛЕНИЕ ЗАТВОРОМ И СНИЖАЕТ СТОИМОСТЬ

Введение

Быстрое переключение мощных МОП ПТ требует переноса заряда затвора за короткий период времени. Способность драйверов затворов МОП ПТ к большому пиковому току может обеспечить необходимый пиковый ток для быстрого переключения. Однако паразитные индуктивности проводов и корпуса ограничивают ток затвора и скорость переключения.

Существенным способом снижения индуктивности в цепи затвора является уменьшение расстояния между драйвером и МОП ПТ, но это трудно выполнимо на практике в мощных токовых схемах вследствие физических размеров компонентов и ограничений, присущих топологии печатных плат. Паразитные индуктивности в цепи затвора также приводят к появлению генерации в схеме.

Новые малозарядные МОП ПТ фирмы IR дают разработчику возможность сочетать высокую скорость переключения или идеальную форму временной диаграммы с простотой и малыми затратами на управление затвором.

Малый ток затвора уменьшает влияние паразитных составляющих, идеализирует форму временной диаграммы и уменьшает потери переключения.

1. Уменьшение емкости для снижения заряда затвора

Емкости МОП ПТ при приложении напряжения изменяются в широком диапазоне значений нелинейно. Использование величины заряда затвора для расчета скорости переключения и управления затвором дает более точные результаты, чем расчеты, основанные на значениях величин емкостей.

Однако, для уменьшения заряда затвора, требуемого для МОП ПТ, необходимо уменьшить влияние емкости. Емкости, влияющие в наибольшей степени на заряд затвора, показаны на рис. 1.

При изменении напряжения на стоке, большая часть тока управления затвором течет в емкость C_{RSS} (или Миллера). На самом деле, изменение dv/dt в течение нарастания напряжения ограничено значением диапазона в котором схема управления затвором может поддерживать заряд и разряд этой емкости.

В течение этого времени напряжение на затворе остается неизменным, об этом говорит кривая рис. 3, показывая, что заряд не поступает в емкость C_{GS} . С другой стороны, изменение напряжения на затворе указывает на поступление заряда в емкость C_{GS} .

Отсюда следует, что для данной схемы управления затвором передача напряжения может быть ускорена путем уменьшения емкости Миллера, в то время как уменьшение C_{GS} уменьшает время задержки и требуемый ток затвора.

2. Сравнение прибора с малым зарядом затвора со стандартными приборами

Тестовая схема, приведенная на рис. 2, измеряет характеристики заряда затвора и может быть использована для сравнения времен переключения при малых токах затвора.

Q1 служит в качестве генератора постоянного тока, выдавая ток в 10мА на затвор МОП ПТ при включении. Малый ток затвора замедляет переключение, так что схема вырабатывает идеальные (чистые) временные диаграммы, свободные от влияния паразитных индуктивностей и емкостей. Рис. 3 сравнивает временные диаграммы затвора прибора IRF740 с новейшим малозарядным IRF740LC. Так как подается постоянный ток к затвору, то горизонтальная шкала времени прямо пропорциональна заряду затвора, при этом она может быть проградуирована и в наносекундах и в нанокюлонах.

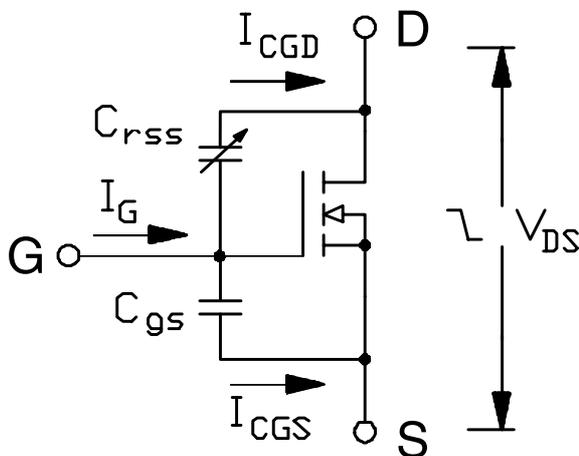


Рис. 1 Упрощенная эквивалентная схема МОП ПТ со встроенными емкостями в цепи затвора

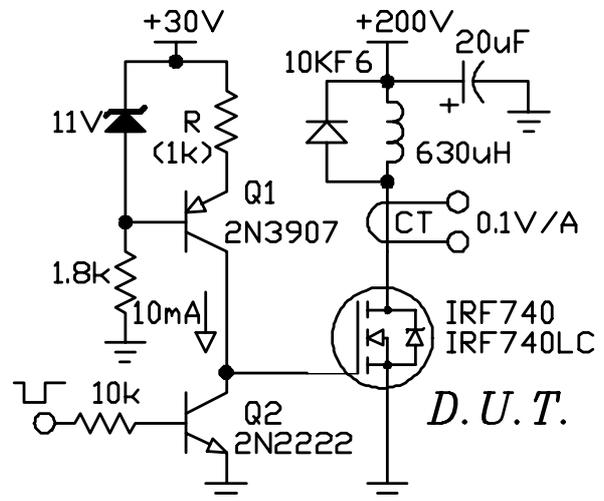


Рис. 2. Схема для измерения заряда затвора

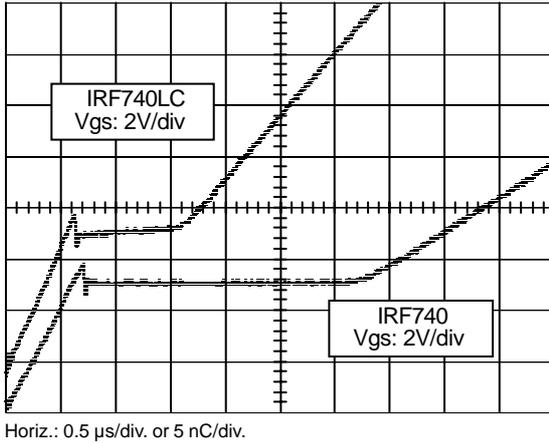


Рис. 3. Временные диаграммы затвора приборов IRF740 и IRF740LC - малозарядного МОП ПТ. Приборы переключают ток 4А в индуктивной нагрузке при напряжении 200В

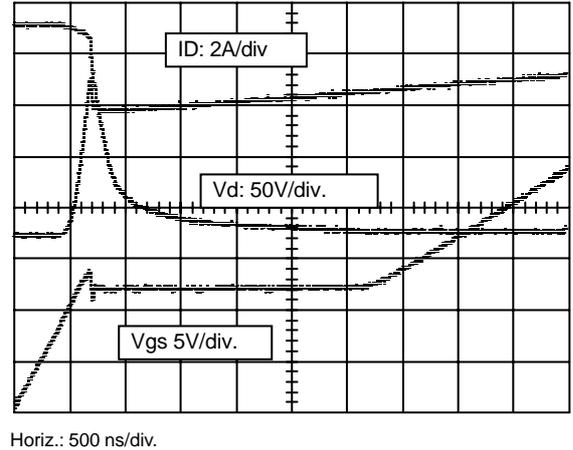


Рис. 4. Переключение прибором IRF740 индуктивной нагрузки в 5А при напряжении 200В и токе управления затвором в 10мА

Замечая, что в конце плоского участка кривой заряда затвора напряжение переключения на стоке завершается, рис. 3 показывает, что прибор IRF740LC требует половину заряда по сравнению со стандартным прибором IRF740. Основное преимущество заключается в уменьшении емкости C_{rss} , что проявляется в коротком горизонтальном участке на кривой заряда затвора. Влияние уменьшения заряда затвора на скорость переключения показано на рис 4 и 5. В обоих случаях переключался ток индуктивной нагрузки в 4А при 200В.

Мы выбрали необычную схему управления затвором, показанную на рис. 2, потому что она давала идеальную форму временных диаграмм, не подверженных влиянию паразитных элементов схемы. Это упрощает задачу сравнения относительных достоинств двух приборов.

Разделы 3 и 4 относятся к реальным схемным применениям. Разница в задержке включения незначительна, но более короткий горизонтальный участок кривой для прибора с малым зарядом затвора дает увеличение в 2,5 раза скорости переключения по сравнению со стандартным прибором. (Заметьте, что масштабы различны).

3. Использование МОП ПТ с малым зарядом помогает сэкономить на управлении затвором

Управление затвором большого кристалла прибора типа IRF740 в полумостовых схемах (на частотах выше 50кГц) требует применения схемы управления затвором типа IR2120 с высоким уровнем выходного тока (рис. 6).

Применяя малозарядовый МОП ПТ по схеме на рис. 7, ИС IR2110 может быть заменена дешевой схемой драйвера с малым выходным током IR2112.

В зависимости от типа управляемого прибора этот прием может совмещаться с уменьшением резистора затвора, так как МОП ПТ с малым зарядом требует на 40% меньше заряда затвора, в то же время потребление тока и выделяемое тепло схемой IR2112 на 40% меньше, чем у схемы IR2110.

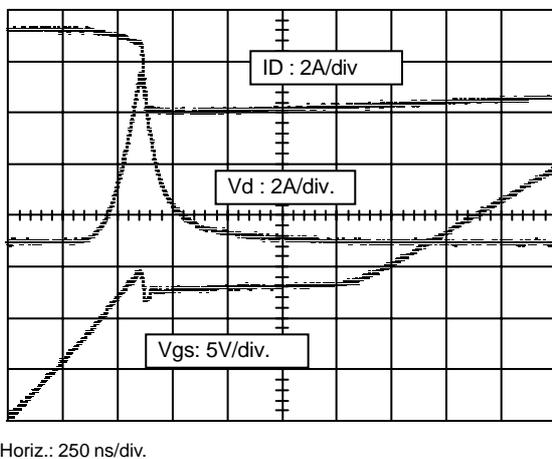


Рис. 5. Диаграмма токов и напряжений при переключении прибора с малым зарядом затвора IRF 740

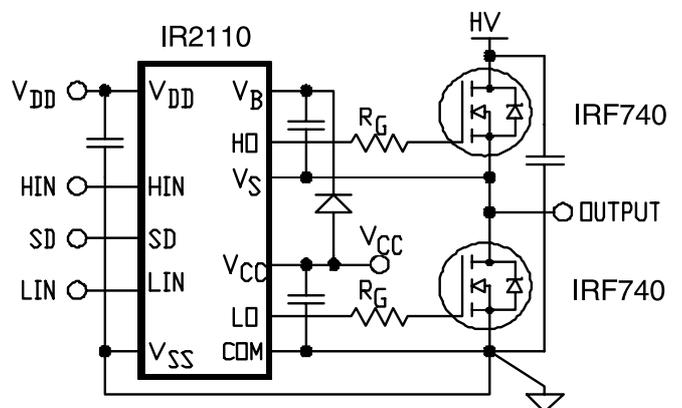


Рис. 6. Полумостовая схема на обычных МОП ПТ с управлением затвором интегральной схемы IR2110

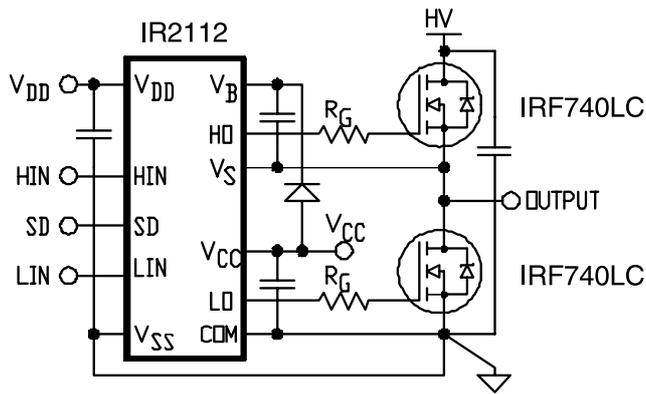


Рис. 7. Мало мощная версия схемы на рис. 6. Частично стоимость может быть уменьшена использованием МОП ЛГ с малым зарядом затвора и ИС управления затвором IR2112

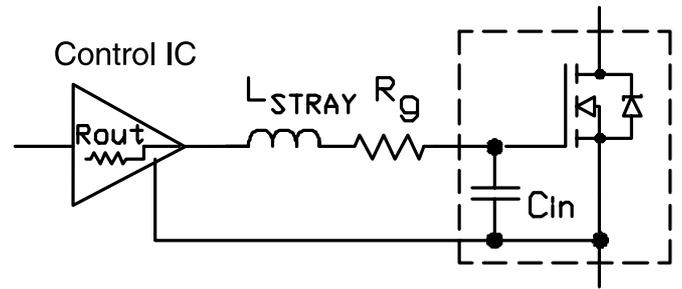


Рис. 8. Схема управления МОП ПТ с паразитными элементами

4. Применение МОП ПТ с малым зарядом в новых разработках и в старых схемах

Следует помнить, что скорость переключения МОП ПТ определяется не столько самим прибором, сколько встроенными паразитными параметрами, связанными с индуктивностью и схемой управления затвором. В новых разработках для получения преимущества в высокой скорости переключения МОП ПТ с малым зарядом затвора топология платы и схема управления затвора должны соответствовать желаемой скорости переключения. С другой стороны, так как МОП ПТ с малым зарядом создает возможность ускорения переключения, непосредственная замена обычного МОП ПТ, не сопровождаемая доработкой топологии платы, может вызвать дополнительные колебания и электромагнитные помехи.

Если такая проблема возникла, ее легко можно поправить увеличением значения сопротивления затвора (рис. 8). В этом случае преимущество в повышении скорости переключения не может быть реализовано без доработки топологии платы. Дополнительное преимущество, которое получается при увеличении резистора затвора, заключается в уменьшении пикового тока затвора и в уменьшении нежелательного влияния паразитных элементов схемы, так что при той же скорости переключения улучшается форма и качество временной диаграммы. Это справедливо и для новых разработок, которые не нуждаются в улучшении характеристик переключения, но так же, как и старые схемы, страдают от генерирования и ВЧ помех.

Заключение

Новые МОП ПТ с малым зарядом упрощают требования к управлению затвором. Мощность схемы управления затвором может быть уменьшена, и малый ток управления затвором может быть использован для уменьшения стоимости. Малые пиковые токи затвора уменьшают влияние паразитной индуктивности на затвор, что проявляется в улучшении формы временных диаграмм и в уменьшении потерь при переключении. Применение МОП ПТ с малым зарядом вместо обычных МОП ПТ требует изменения резистора затвора R_g . Обычно с целью улучшения качества временных диаграмм необходимо увеличить R_g для снижения скорости переключения.