

ДРАЙВЕР НА МОП ПТ С ТРАНСФОРМАТОРНОЙ РАЗВЯЗКОЙ ОБЕСПЕЧИВАЕТ БОЛЬШИЕ ЗНАЧЕНИЯ СКВАЖНОСТИ

Передача сигналов управления низкого уровня на мощные ключевые приборы через трансформаторную развязку предоставляет ряд преимуществ, таких как соответствие импеданса, развязка по постоянному току, возможности увеличения или уменьшения сигнала. Кроме того также может быть обеспечено отрицательное смещение на затворе с целью снижения риска включения из-за скорости нарастания напряжения dv/dt .

К сожалению, трансформаторы могут передавать только сигналы переменного тока, т.к. сердечник должен восстанавливаться в исходное состояние каждые полцикла. Свойство трансформаторов иметь « постоянное произведение вольт на секунду » приводит к большим размахам напряжений, если импульс восстановления короткий, например, если требуется большой коэффициент заполнения (малая скважность) (рис. 1).

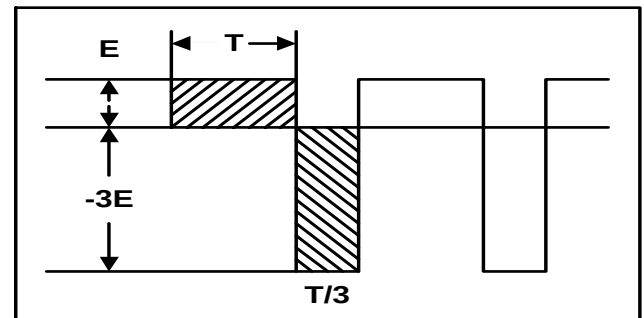


Рис. 1. Вторичные характеристики трансформатора

Заметьте-произведение вольт на секунду в заштрихованных областях должно быть равным, поэтому напряжение восстановления в исходное состояние в три раза больше подаваемого напряжения E . По этой причине требования к трансформаторам в схемах драйверов реализованных на полупроводниковых приборах ограничены величиной коэффициента заполнения 50 % или, грубо говоря, равной шириной положительного и отрицательного импульсов, из-за ограничений на напряжение запуска, налагаемыми самими полупроводниковыми приборами. Для больших значений коэффициента заполнения разработчик должен найти альтернативу трансформатору, например, оптическую схему связи, чтобы обеспечить необходимую развязку драйвера.

Оптоизоляторы для устройств силовой электроники дороги и должны обеспечивать высокое значение dv/dt . Они также требуют для своей работы дополнительные сложные и дорогие источники с плавающим напряжением питания. Для многих из них необходимы дополнительные буферные каскады для согласования с большой емкостью затвора, характерной для силовых транзисторов. Если величина скважности такова, что оптоизоляторы являются единственной альтернативой, они могут стать более экономически выгодным вариантом реализации схемы драйвера затвора МОП-транзистора.

Схема на рис.2 обеспечивает низкий импеданс при включении и минимальную длительность импульса (при включении или выключении) около 1мкс. Более того, она может обеспечить любое желаемое соотношение напряжений и электрическую изоляцию. На рис.2 МОП ПТ Q2 является основным силовым элементом, обеспечивающим функцию переключения в ключевых источниках питания, электроприводе или других практических приложениях, требующих изоляции логическими сигналами низкого уровня на входе и мощными сигналами на выходе. Транзистор Q1 это маломощный МОП ПТ типа HEXFET IRLML2803, который используется для управления сигналами подаваемыми на Q2, а T1-небольшой трансформатор с коэффициентом трансформации 1:1, обеспечивающий электрическую изоляцию и прохождение сигналов управления низкого уровня.

Формы сигналов на рис.3 объясняют работу схемы. Сигнал A - это желаемый логический сигнал, который должен переключаться транзистором Q2. Когда это напряжение передается на первичную обмотку T1, сигнал поддерживается изменением магнитного потока сердечника до наступления насыщения, как показано на осциллограмме сигнала B. В этот момент времени напряжения обмоток падают до нуля и остаются в этом состоянии, пока магнитный поток сердечника не изменит направление на обратное отрицательной частью сигнала A.

Если приложенный отрицательный импульс превышает вольт-секундные возможности сердечника, опять наступит насыщение. В течение положительной части сигнала вторичной обмотки, который имеет ту же форму, что и сигнал первичной, внутренний диод транзистора Q1 находится в состоянии прямой проводимости и Q2 принимает положительное напряжение запуска затвора с импедансом истока Z1 плюс импеданс прямо смещенного внутреннего диода. В практической схеме он составит вместе не более 10 Ом с соответствующим временем включения около 75 нсек.

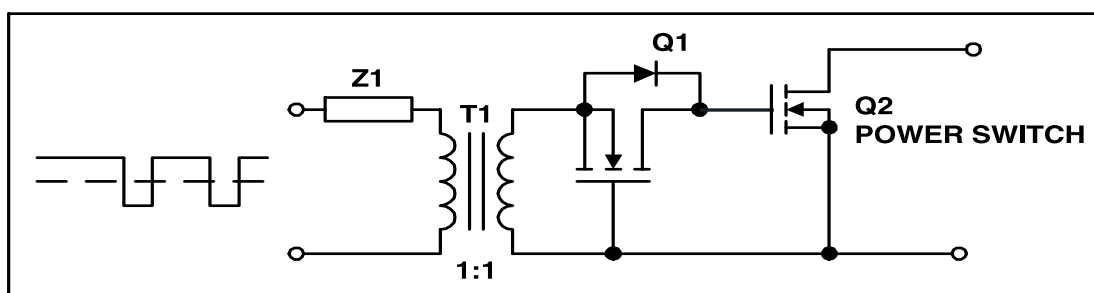


Рис.2. Схема управления МОП ПТ с широким рабочим циклом

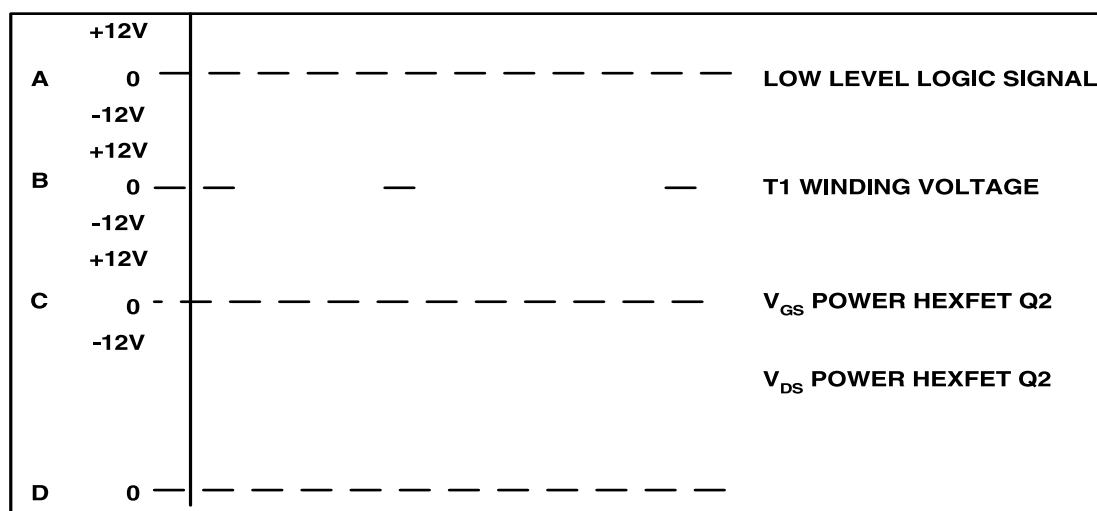


Рис.3. Форма сигналов МОП ПТ в схеме управления

Когда Т1 в насыщении, внутренний диод Q1 создает резкое падение напряжения на обмотке от затвора мощного МОП ПТ, а входная емкость C_{iss} мощного ключа поддерживает смещение затвора в состоянии полного включения на время, ограниченное только током утечки затвора Q2, как показано на рис.3с.

Когда сигнал А достигает 12 В, Q1 оказывается полностью включенным и основной ключ Q2 будет выключаться примерно при -12В при импедансе истока (источника) $Z1 + R_{ds(on)}$ транзистора Q2. Это сопротивление опять будет меньше 10 Ом и будет давать время выключения менее 100 нсек.

Когда Т1 снова насыщается, в течение отрицательного полупериода, напряжение его обмоток падает до нуля и Q1 выключается. Так как напряжение Т1 резко падает, затвор Q2 также следует за этим напряжением и остается при нулевом смещении. Напряжение стока мощного МОП ПТ Q2, представленное на рис.3д, показывает, что оно действительно является зеркальным отображением сигнала А, соответствующему сигналу логики низкого уровня. Обратите внимание, что так как Т1 должен поддерживать сигнал 12 В только в течение 1 мсек или меньшего времени, он может быть очень маломощен и дешев. В практических схемах Z1 - это часто конденсатор 0,1 мкФ, а источник сигнала - это драйвер с низким импедансом или ШИМ контроллер.

Следует отметить что схема на рис 3б может не обеспечить необходимую помехоустойчивость когда силовой ключ находится в выключенном состоянии.

Напряжение затвор-исток транзистора Q2 в выключенном состоянии возвращается к нулевому уровню когда Т1 насыщается и помехоустойчивость обеспечивается только за счет порогового напряжения Q2 ($2B < V_{TH} < 4B$).

В большинстве практических применений желательно обеспечение более высокой помехозащищенности добавлением другого маломощного N-канального МОП ПТ (обычно еще одного IRLML2803), как показано на рис.6.

Теперь схема подает -12 В на мощный МОП ПТ, после того, как трансформатор насыщается и это обратное смещение остается до тех пор, пока не наступит следующий положительный полупериод сигнала запуска. Таким образом обеспечивается помехозащищенность минимум в 14 В, что достаточно для все практических приложений.

Стоимость такого решения гораздо меньше а помехоустойчивость выше чем у альтернативных решений, использующих оптоизоляторы и вспомогательные источники питания.

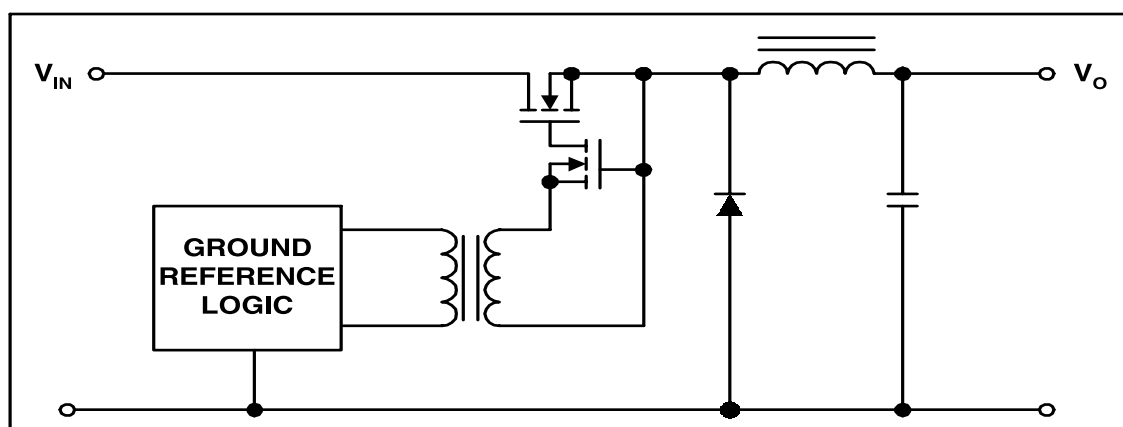


Рис.4. Схема простого ключа

Замечания по поводу параметров трансформатора T1:

В показанных схемах трансформаторы выполнены на миниатюрных ленточных или ферритовых тороидальных сердечниках.

Распространенные типонамины этих сердечников:

1. ленточные сердечники - MAGNETIC INC #80558-(1/2D)MA#52402-1D
2. ферритовые тороидальные сердечники - FERROXCUBE #266CT125-3E2A или эквивалентные.

Выбор типа сердечника не критичен при условии, что 10 или 20 витков бифилярной или другой подходящей обмотки, могут быть намотаны на них вручную.

Размер сердечника должен быть выбран так, чтобы могла быть использована достаточная толщина изоляции для требований развязки напряжений.

Квадратные сердечники PERMALLOY80 более дорогие, чем ферритовые, но они имеют гораздо более узкие петли гистерезиса и, следовательно, требуют витки возбуждения с меньшими токами. Это может быть критичным, когда токовые возможности драйвера ограничены.

Бифилярные обмотки улучшают магнитную связь первичной и вторичной обмоток и очень важны для того, чтобы разместить витки так, чтобы охватить окружность сердечника для минимизации паразитной индуктивности.

Равное соотношение витков между первичной и вторичной обмотками также служит для минимизации паразитной индуктивности и следовательно, оптимизации коэффициента связи трансформатора.

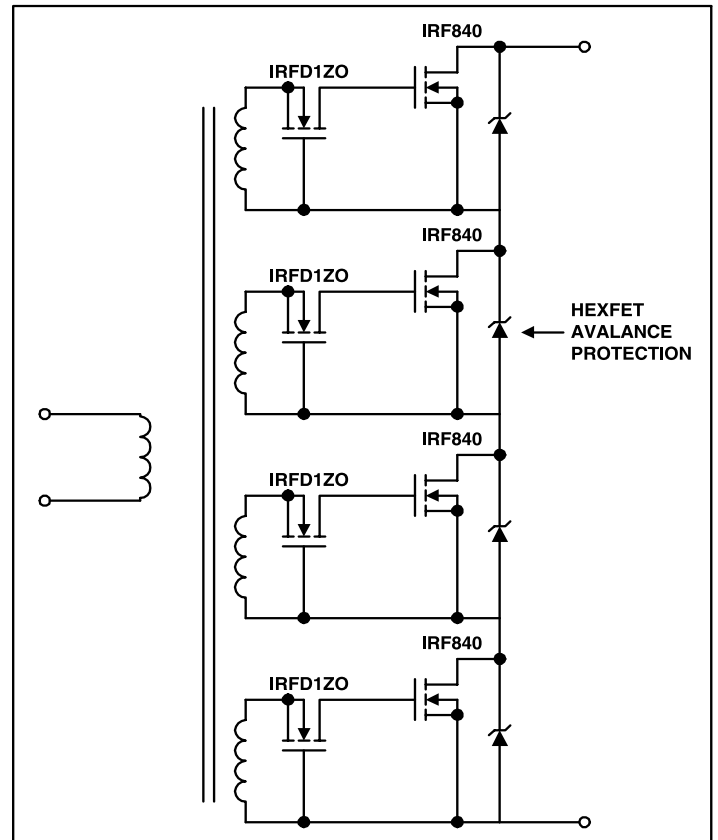


Рис.5. Схема мощного высоковольтного ключа на МОП ПТ (500В, 8А на секцию)

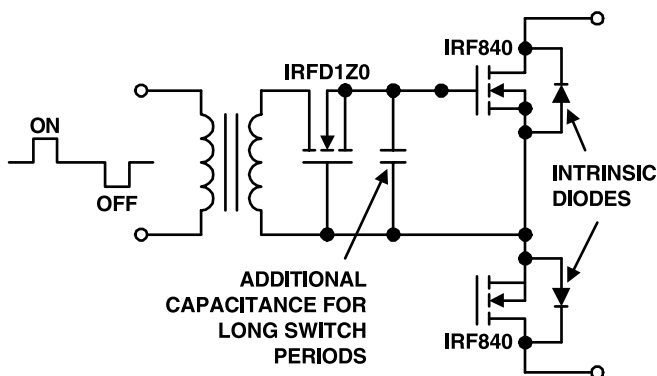


Рис.6. Двухходовой ключ переменного тока на МОП ПТ

