

## ПРИМЕНЕНИЕ СИЛОВЫХ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ В ЛИНЕЙНЫХ СТАБИЛИЗАТОРАХ С МАЛЫМ ПАДЕНИЕМ НАПРЯЖЕНИЯ

Совершенствование импульсных преобразователей сделало возможным достижение существенных улучшений в экономичности, надежности, размерах, весе и цене источников питания. Сегодня доступен широкий спектр источников питания с широким диапазоном выходных напряжений, из которых наиболее популярными являются источники +5В и +/-12В, предназначенные для питания устройств, содержащих как цифровые так и аналоговые приборы.

Обычно, выход с напряжением 5В рассчитан на достаточно большую выходную мощность, и следовательно, вокруг этого выхода замыкается петля управления. Для хорошо спроектированных источников питания выходной импеданс при разомкнутой петле достаточно низок для того, чтобы изменение ширины импульса из-за изменения полной нагрузки составляло максимум 10 % при постоянном входном напряжении. Это изменение ширины импульса вызывает 10 % изменение нестабилизированных 12 вольтых выходов.

Поэтому достаточно часто используются линейные стабилизаторы для поддержания напряжения 12-вольтых выходов в пределах спецификации для критичных к нестабильности напряжения аналоговых нагрузок, таких как аналого-цифровые преобразователи и прецизионные операционные усилители.

Нагрузки эти обычно слаботочные (примерно 1 А), и поэтому желателен малый перепад напряжения. Трехвыводные фиксированные стабилизаторы напряжения, такие как LM78XX, LM79XX, предлагают легкое решение этой проблемы благодаря своей простоте. Их популярность, однако, ограничена вследствие двух главных недостатков:

1. Невозможно дистанционное считывание напряжения, в результате чего компенсация падения напряжения на соединениях не может быть выполнена.
2. Будучи выполнены по биполярной технологии, они нуждаются в высоком дифференциальном напряжении вход/выход, которое создает нагрев, снижает эффективность (к.п.д.) и серьезно ограничивает выходной ток.

В силу отсутствия этих ограничений силовые МОП ПТ фирмы International Rectifier нашли широкое применение в разработке линейных стабилизаторов постоянного напряжения. В этих схемах применения, как и в других, они предлагают преимущества, такие как:

1. Ток управления, требуемый для низкого прямого падения напряжения, близок к нулю, в то время как биполярные приборы требуют сотни миллиампер.
2. Внутренний обратно включаемый диод в МОП ПТ защищает прибор, когда он обратно смещен, в то время как биполярные транзисторы нуждаются в дополнительном компоненте.
3. Резистивные характеристики силового МОП ПТ более подходят для линейных стабили-заторов с низким падением. Это – главное преимущество, которое они имеют над биполярными транзисторами, как показано на рис.1а. Биполярные транзисторы ведут себя как источник постоянного фиксированного напряжения, включенный последовательно с источником изменяемого напряжения, как показано на рис. 1б.

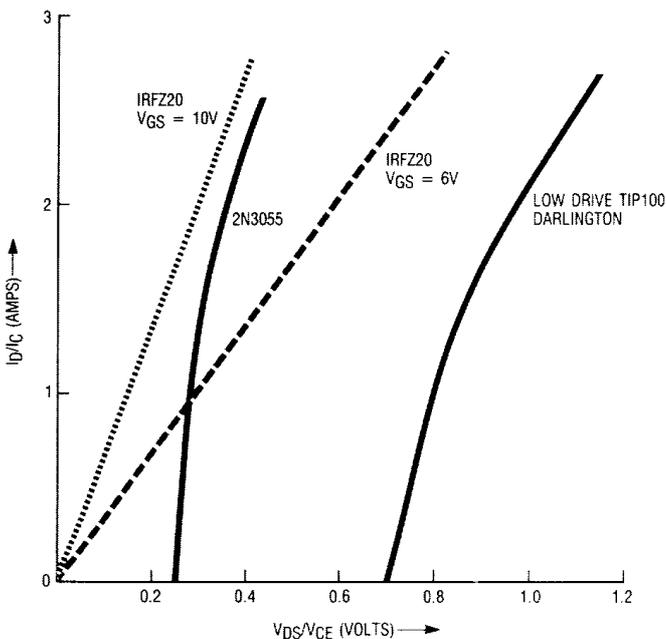


Рис. 1а. Сравнение выходных характеристик

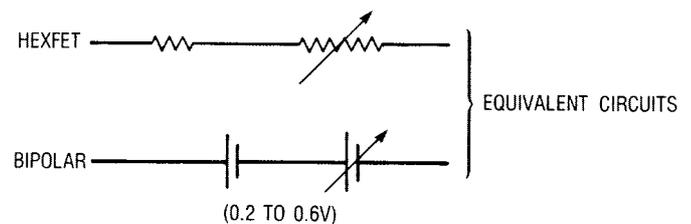


Рис. 1б. Вывод эквивалентных схем

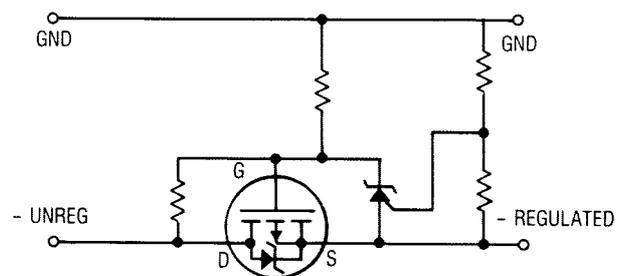


Рис.2. Стабилизатор отрицательного напряжения

Это устанавливает предел минимального падения напряжения на стабилизаторе, равный величине фиксированного напряжения (например 0,25В для 2N3055A). Так как 2N3055A требует большого базового тока, то может использоваться транзистор Дарлингтона, как TIP100, что еще больше увеличивает напряжения на транзисторе TIP100 на величину примерно 0.7 В.

4. Так как силовые МОП ПТ – это приборы на основных носителях, они не имеют времени накопления. Это важно, так как схемы применения с низким падением требуют работы вблизи области насыщения биполярного транзистора. Отклик схемы в виде переходного процесса поэтому лучше, чем у биполярного стабилизатора. Пример этого показан на рис.5

5. Биполярные стабилизаторы с низким падением имеют коэффициент усиления больше единицы и поэтому более неустойчивы, чем стабилизаторы с низким падением на МОП ПТ, которые стабильны независимо от условий, благодаря своему коэффициенту усиления, меньшему единицы.

6. МОП ПТ могут выдерживать во время переходных процессов тока 4-х кратную перегрузку по току, в то время как биполярные транзисторы – не более чем 1,5 – кратную.

Единственным недостатком, который имеют силовые N-канальные МОП ПТ, когда они используются, как ключ верхнего плеча, заключается в том, что для них требуется источник питания смещения примерно на 10 В выше положительной шины питания. К счастью, благодаря тому, что входные запускающие токи малы, источник смещения может создаваться из самого импульсного источника питания. Некоторые способы подкачивания заряда рассмотрены на рис. 2.

Эти схемы используют транзистор IRFD020 в 4-х выводном HEXDIP корпусе и при 1 А имеют падение порядка 150 мВ, в то время как 2N3055 при 1А будут иметь падение 0,3В. Управляющим элементом является TL431, 3-выводной управляемый напряжением тока стока, используемый как регулируемый шунтовый стабилизатор. Стабилизатор отрицательного напряжения показан на рис.3. Принцип работы тот же, что и у схем на рис.2, а именно: если выходное напряжение стремится к возрастанию, I (стока) через управляющий элемент вызывает снижение напряжения источника затвора, позволяя выходу оставаться стабильным. Экспериментальные результаты смекетированного стабилизатора с компонентами показаны на рис. 4(а) и (в). Сравнение с линейным стабилизатором LM317 в статическом режиме (рис. 4в) иллюстрирует преимущество регуляторов на МОП ПТ с малым падением. Отклик в виде переходного процесса обоих регуляторов сравнивается на рис.4 (а, b,c,d), который обнаруживает, что стабилизатор на МОП ПТ имеет существенно меньшую среднюю выходную ошибку. Простое ограничение тока может быть достигнуто, используя несколько дополнительных компонентов, как показано на рис.6.

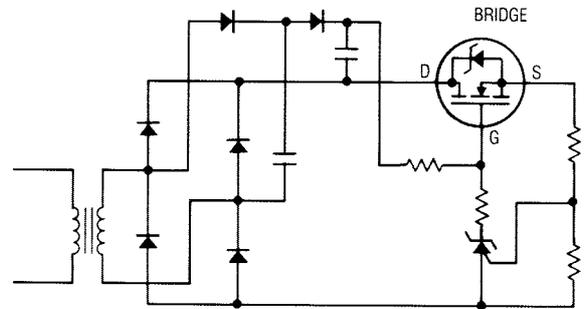
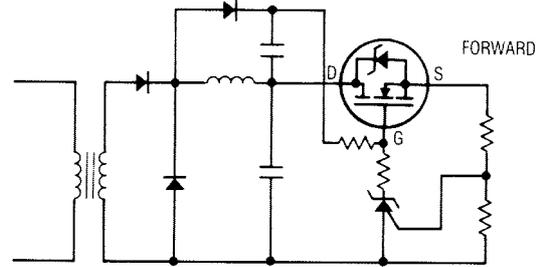
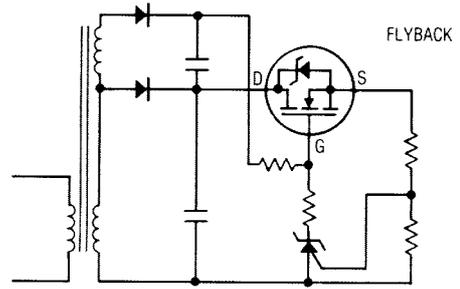


Рис.3. Получение питания смещения

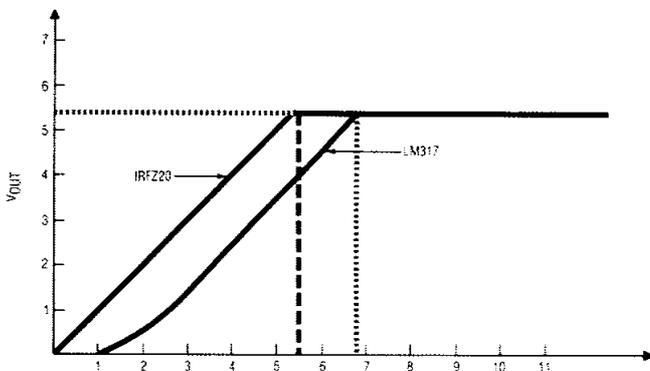


Рис.4а, Стабилизатор из МОП ПТ с малым падением напряжения

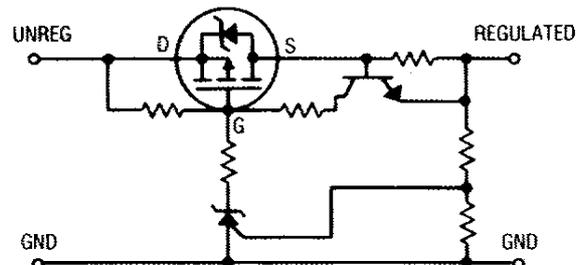
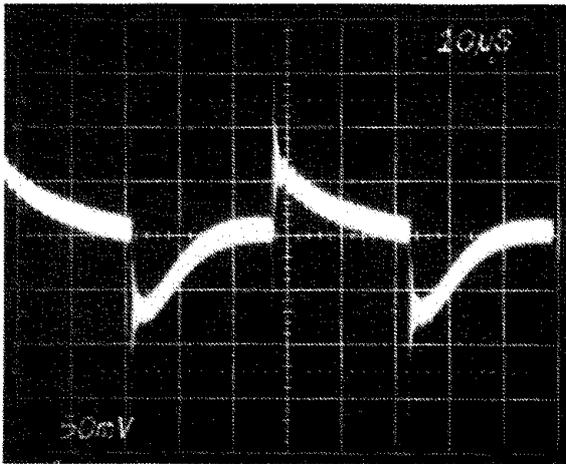


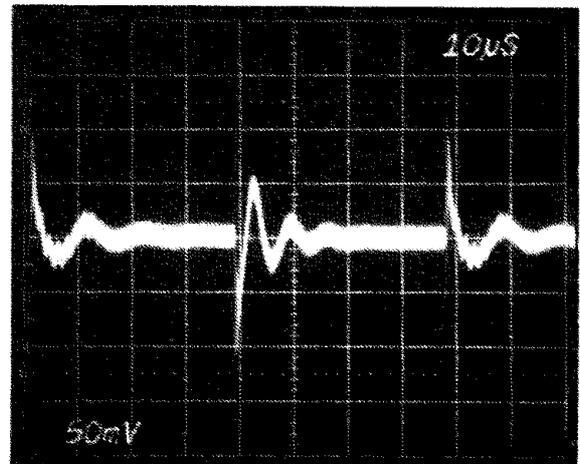
Рис.4б, Сравнение стабилизаторов

LM 317 REGULATOR

IRZ20 REGULATOR



(a) With 10  $\mu$ F output filter capacitor



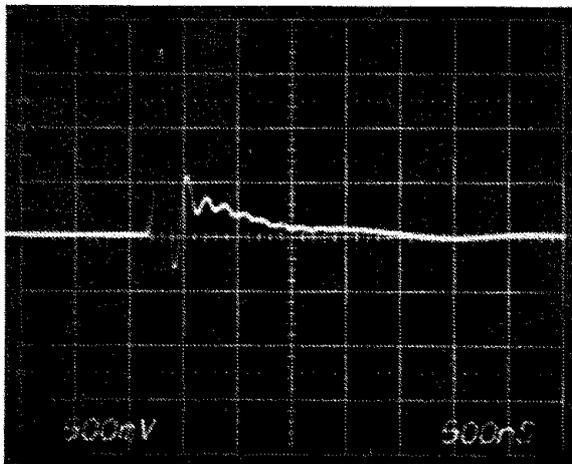
(b) With 10  $\mu$ F output filter capacitor

а) с выходным фильтрующим конденсатором 10 мкФ LM317

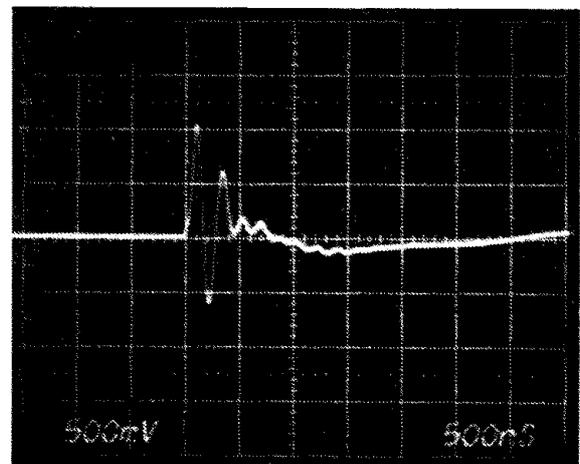
б) с выходным фильтрующим конденсатором 10 мкФ IRZ20

LM 317 REGULATOR

IRFZ20 REGULATOR



(c) Without output capacitor



(d) Without output capacitor

с) без выходного конденсатора LM317

д) без выходного конденсатора IRZ20

**Рис.5. Осциллограммы сравниваемых стабилизаторов (нагрузка меняется от 1 мА до 500 мА)**

Стабилизаторы с низким падением особенно важны в оборудовании с батарейным питанием для увеличения времени работы от аккумуляторов. Как показывает рис. 7, измерительный прибор с биполярным стабилизатором напряжения будет иметь более короткое время работы, так как ему будет требоваться разница напряжений входа и выхода по крайней мере в пределах от 0.2 до 0.6 В. Это намного больше, чем требует стабилизатор на МОП ПТ, которому необходимо падение напряжения в несколько десятков милливольт.

В зависимости от крутизны наклона графика напряжения аккумулятора во времени это может обеспечить заметное увеличение времени работы оборудования.

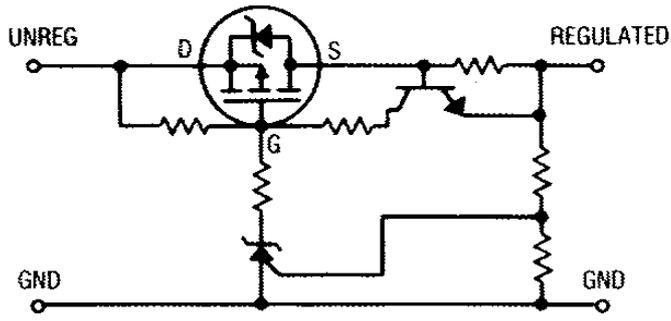


Рис.6. Схема ограничителя тока

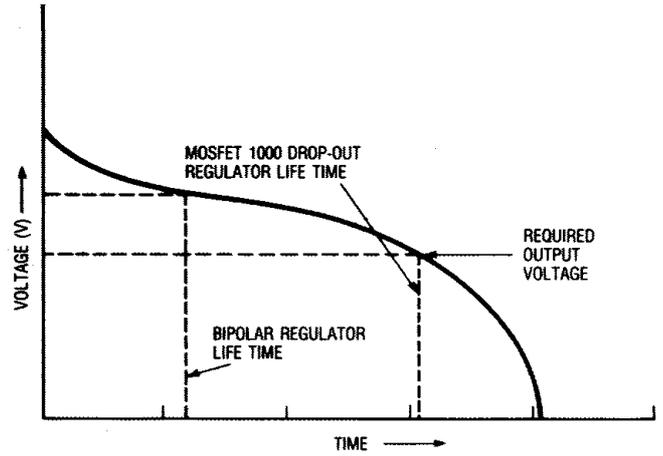


Рис. 7. Сравнение времени работы оборудования с батарейным питанием

Обобщая изложенное можно утверждать, что МОП ПТ фирмы International Rectifier предлагают замечательную альтернативу биполярным транзисторам с малым падением, в основном благодаря резистивным выходным характеристикам МОП ПТ и высокому входному импедансу.