

СИЛОВЫЕ ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ В ЛИНЕЙНЫХ СТАБИЛИЗАТОРАХ С МАЛЫМ ПАДЕНИЕМ НАПРЯЖЕНИЯ

AJIT DUBHASHI

AN-970

Достижения в технике преобразования мощности импульсным методом сделали возможным достижение существенных улучшений в экономичности, надежности, размерах, весе и цене источников питания. Сегодня имеется в наличии большое разнообразие источников питания с широким диапазоном выходных напряжений, из которых наиболее популярными являются источники +5В и +12В, предназначенные для плат, содержащих смесь цифровых и аналоговых приборов. Обычно, 5В выход представляет 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 нестабилизируемых 12-вольтовых выходов. Поэтому стали часто использовать линейные стабилизаторы для поддержания 12-вольтовых выходов в пределах спецификации для критичных 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.

Из-за 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 обратен смещен, в то время как биполярные транзисторы нуждаются в дополнительном компоненте.

3. Резистивные характеристики силового МОП ПТ более подходят для линейных стабилизаторов 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. 1в. Это налагает предел минимального падения напряжения на стабилизаторе, равный величине фиксированного напряжения (например, 0.25В для 2N3055А). Так как 2N3055А требует большого ба-

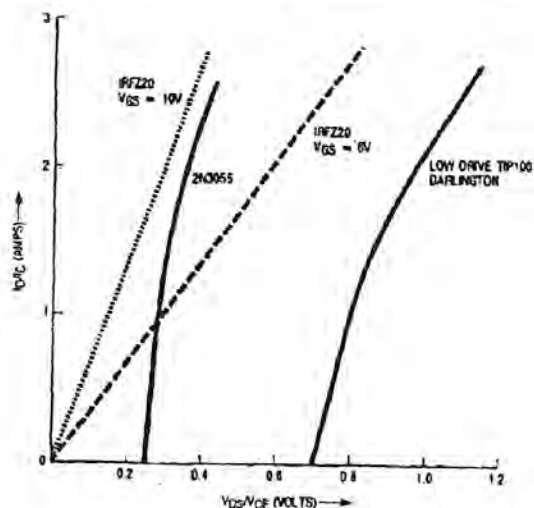


Рис. 1а. Сравнение выходных характеристик

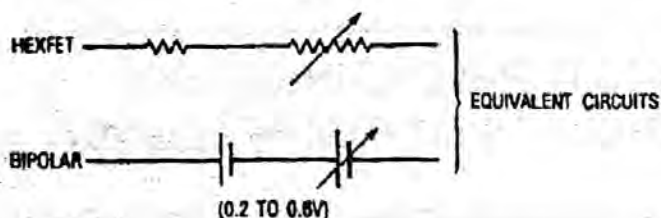


Рис.1b. Вывод эквивалентных схем

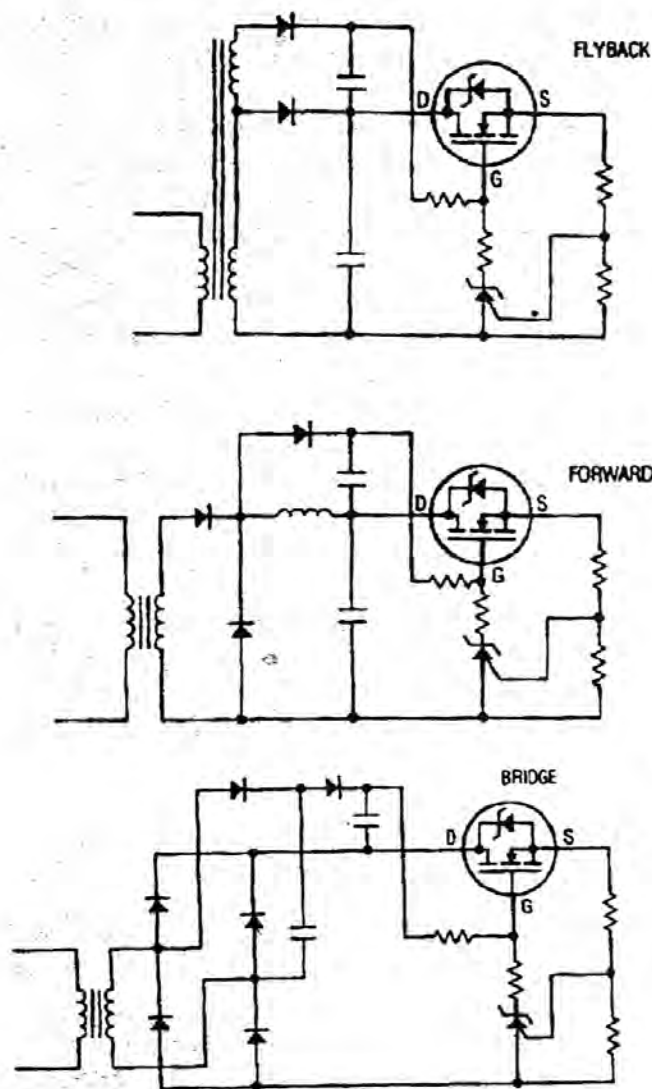


Рис.2. Получение питания смещения

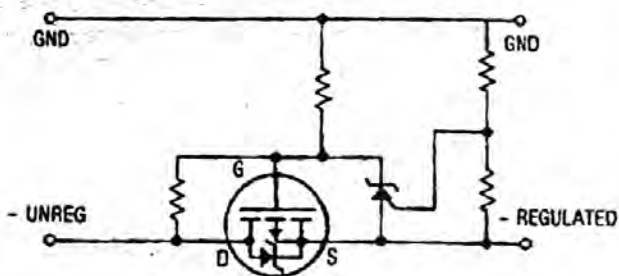


Рис.2. Стабилизатор отрицательного напряжения

зового 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 резисторы с низким падением на МОП ПТ, которые стабильны независимо от условий, благодаря своему коэффициенту усиления, меньшему единицы.

6. МОП ПТ могут выдерживаться при перегрузках переходными процессами тока до 4-х раз превышающие их норму, в то время как биполярные транзисторы обычно ограничиваются величиной, в 1,5 раза превышающей норму тока.

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 запускаяющие токи малы, источник смещения может создаваться из самого импульсного источника питания. Некоторые способы подкачивания заряда рассмотрены на рис. 2. Эти схемы используют 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. Используемым 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 смонтированного стабилизатора с компонентами показаны на рис. 4(а) и (в). Сравнение с линейным стабилизатором LM317 в статическом режиме (рис. 4в) иллюстрирует преимуще-

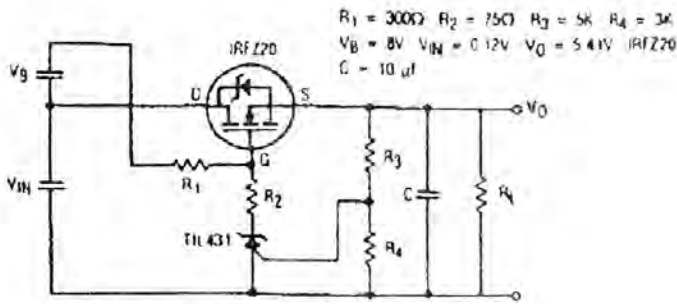


Рис.4а. Стабилизатор на МОП ПТ с малым падением напряжения

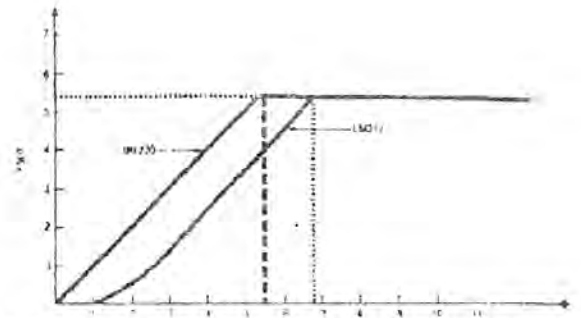
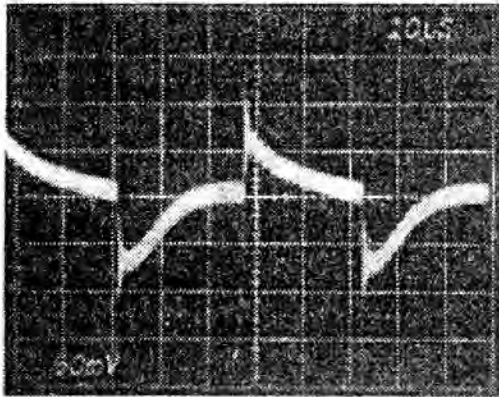
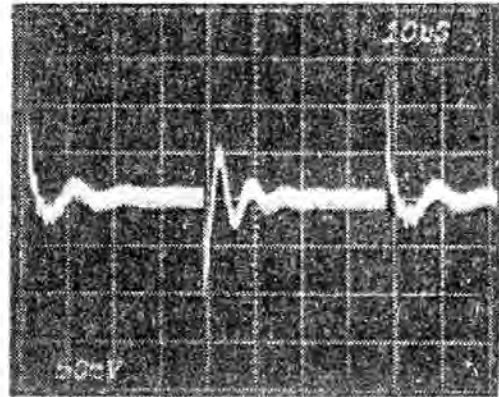


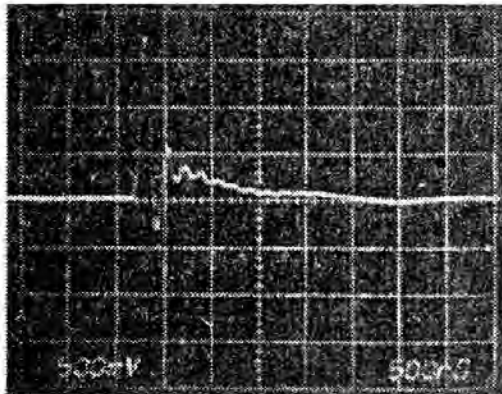
Рис.4б. Сравнение стабилизаторов



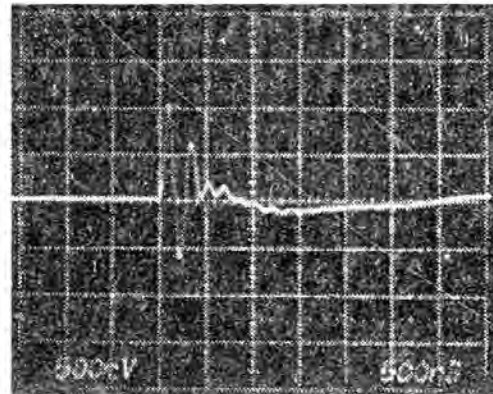
а) с выходным фильтрующим конденсатором 10 мкф LM317



б) с выходным фильтрующим конденсатором 10 мкф IRZ20



с) без выходного конденсатора LM317



д) без выходного конденсатора IRZ20

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

щество регуляторов на МОП ПТ с малым падением. Отклик в виде переходного процесса обоих регуляторов сравнивается на рис.4 (а, в,с,д), который обнаруживает, что стабилизатор на МОП ПТ имеет намного меньшую среднюю выходную ошибку. Простое ограничение тока может быть достигнуто, используя несколько дополнительных компонентов, как показано на рис.6.

Стабилизаторы с низким падением особенно важны в оборудовании на аккумуляторах для увеличения срока службы аккумуляторов. Как показывает рис. 7, измерительный прибор с биполярным стабилизатором напряжения будет иметь более короткий срок службы, 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, который будет стабилизировать в несколько десятков милливольт.

В зависимости от наклона профиля напряжения аккумулятора может быть достигнуто заметное увеличение срока службы оборудования.

В качестве обобщения, 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.

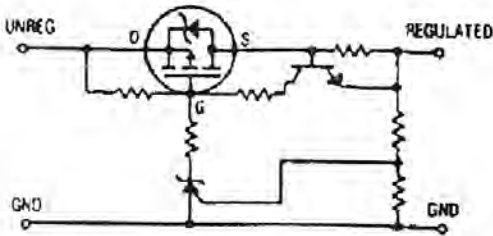


Рис.6. Схема ограничителя тока

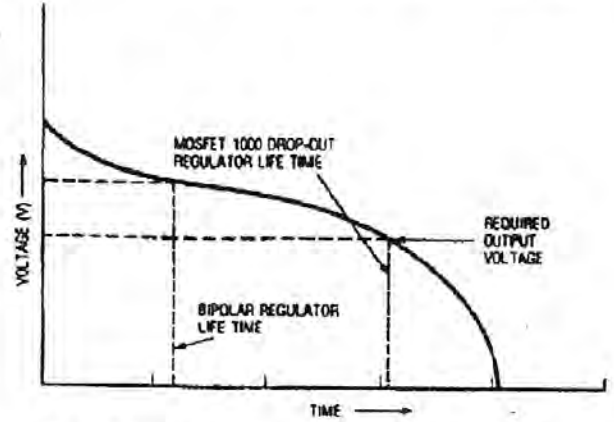


Рис. 7. Сравнение срока службы оборудования на батареях