

5.17. Трехвыводные регулируемые стабилизаторы

Стабилизатор с улучшенными характеристиками и простой в использовании — это LM317, трехвыводный стабилизатор положительного напряжения. У него нет вывода на землю; вместо этого у него поддерживается постоянное напряжение $U_{\text{вых}}$, равное 1,25 В между выходом и регулировочным выводом. На схеме рис. 5.28 показан простейший способ применения этого стабилизатора.

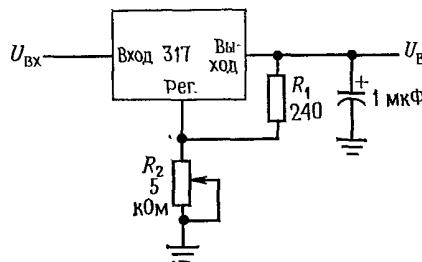


Рис. 5.28.

Стабилизатор подает напряжение 1,25 В к резистору R_1 , поэтому через него течет ток 5 мА. Регулировочный вывод потребляет очень небольшой ток (50–100 мкА), поэтому выходное напряжение равно $U_{\text{вых}} = 1,25(1 + R_2/R_1)$ В. Но в таком случае выходное напряжение можно регулировать от 1,25 до 25 В. Для тех применений, которые требуют фиксированного выходного напряжения, R_2 обычно подстраивается в очень узком диапазоне для увеличения точности подстройки (применяется последовательное соединение фиксированного резистора и подстроечного). Схема 317 выпускается в разных корпусах: пластмассовых на большую мощность, металлических большой мощности (TO-3) и в корпусах для маломощных транзисторов. Схема в корпусе на большую мощность, оснащенная соответствующим радиатором, может отдавать ток до 1,5 А. Поскольку эта схема не имеет непосредственного заземления, ее нельзя использовать в стабилизаторах на высокое напряжение, т. е. в тех случаях, когда разность входного и выходного напряжений превосходит допустимый максимум 40 В.

Упражнение 5.4. Спроектируйте стабилизатор на +5 В на основе схемы 317. Обеспечьте регулировку напряжения в пределах $\pm 20\%$ с помощью подстроечного потенциометра.

Существуют трехвыводные регулируемые стабилизаторы, рассчитанные на более сильные токи, например LM350, рассчитанный на 3 А, и LM338, рассчитанный на 5 А. Выпускаются также подобные стабилизаторы на отрицательные напряжения, например LM337, аналог LM317 (табл. 5.8).

5.18. Дополнительные замечания о трехвыводных стабилизаторах

Общие характеристики трех- и четырехвыводных стабилизаторов. Приводимые ниже данные типичны для большинства трех- и четырехвыводных ИМС стабилизаторов и могут быть использованы для грубой прикидки ожидаемых рабочих характеристик (па-

раметры стабилизации указаны в % от соответствующих базовых значений входа и нагрузки):

Допуск выходного напряжения	2%
Минимальный перепад напряжения вход-выход	2 В
Максимальное входное напряжение	35 В
Подавление пульсаций	От 0,05 до 0,1%
Подавление всплесков	От 0,1 до 0,3%
Стабилизация по нагрузке	От 0,1 до 0,5% во всем диапазоне

Подавление нестабильности входного напряжения постоянного тока

Температурная нестабильность

0,2%

Не более 2% во всем диапазоне температур

Внешние проходные транзисторы. Трехвыводные стабилизаторы с фиксированным напряжением могут иметь выходной ток 5 А или более, как, например, серия 78H00, а также LM323 и LM345.

Но такой режим работы может оказаться нежелательным, так как максимальная рабочая температура кристалла ИМС такого стабилизатора ниже, чем у мощного транзистора, а это требует увеличения размеров радиатора. Кроме того, такие стабилизаторы дорогие. Поэтому целесообразно применять внешние проходные транзисторы, которые могут сочетаться как с трех- и четырехвыводными стабилизаторами, так и с классической ИМС 723. Базовая схема показана на рис. 5.29.

При токе нагрузки меньше 100 мА схема работает так, как было описано раньше. При больших токах нагрузки падение напряжения на резисторе R_1 отирает транзистор T_1 , тем самым ограничивая ток, протекающий через трехвыводный стабилизатор, на уровне 100 мА. Трехвыводный стабилизатор поддерживает необходимое напряжение на выходе как обычно: снижением входного тока и в силу этого управляющего сигнала на T_1 при повышении входного напряжения и наоборот. Он ведь не знает, что ток нагрузки больше 100 мА! Для этой схемы минимальный перепад напряжений между входным и выходным напряжением должен быть равен сумме этого перепада для серии 7800 (2 В) плюс перепад $U_{\text{БЭ}}$.

Применяя эту схему, надо обеспечить ограничение тока T_1 , так как при аварии этот ток может превысить максимальный внутренний ток стабилизатора в h_{213} раз, доходя до 20 А и больше! Этого вполне достаточно для разрушения транзистора T_1 , а также устройства, которое, к несчастью, будет в этот момент присоединено в качестве нагрузки. На рис. 5.30 показаны два способа ограничения тока.

В обеих схемах T_2 — это сильноточный проходной транзистор, а резистор между его эмиттером и базой выбирается так, чтобы тран-

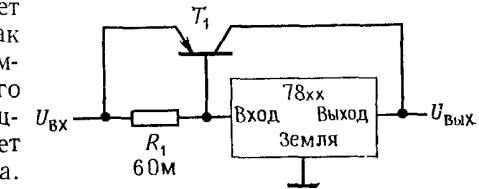


Рис. 5.29. Трехвыводный стабилизатор с усилителем тока, собранным на внешнем проходном транзисторе.

зистор отпирался при токе нагрузки 100 мА. В первой схеме транзистор T_1 реагирует на ток нагрузки за счет изменения перепада напряжения на резисторе R_3 , ограничивая сигнал возбуждения транзистора T_2 , когда этот сигнал превышает диодный перепад. У этой

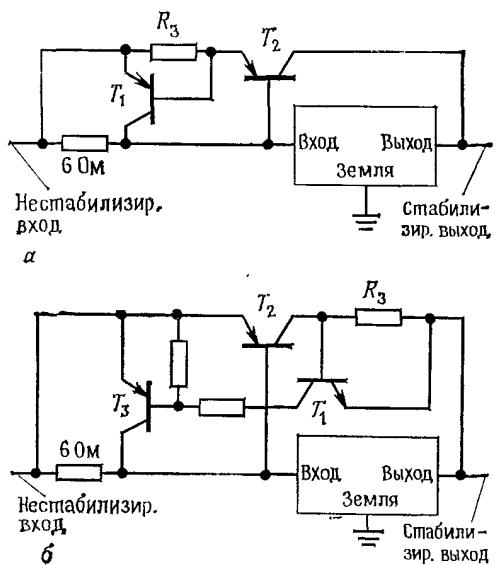


Рис. 5.30. Схемы ограничения тока при использовании внешних проходных транзисторов.

построении стабилизаторов на большие токи важно добиться малого перепада напряжений для снижения рассеиваемой мощности до приемлемой величины¹⁾. Чтобы получить в последней схеме характеристику ограничения по току с обратным наклоном, просто соединим базу T_1 не прямо с коллектором T_2 , а через делитель между коллектором T_2 и землей. К трех- и четырехвыводным регулируемым стабилизаторам внешние проходные транзисторы могут быть присоединены таким же образом. Подробности см. в сводках данных изготовителей.

Источники стабилизированного постоянного тока. Схему 317 легко использовать в режиме источника постоянного тока. На рис. 5.31, а показано ее применение для получения стабилизированного тока 1 А. Добавление ОУ в режиме повторителя, как это показано на рис. 5.31, б, необходимо, если схема используется для генерации малых токов, так как вход «регулировка» вносит в выходной ток ошибку порядка 50 мкА. Как и для описанных выше стабилиза-

¹⁾ В схеме рис. 5.30, б это достигается за счет того, что эмиттер-базовый перепад транзистора T_1 не входит в общий перепад на стабилизирующих элементах. — Прим. ред.

торов напряжения, в источниках тока используются схемы защиты по току от тепловой перегрузки и защита от выхода за пределы области безопасной работы.

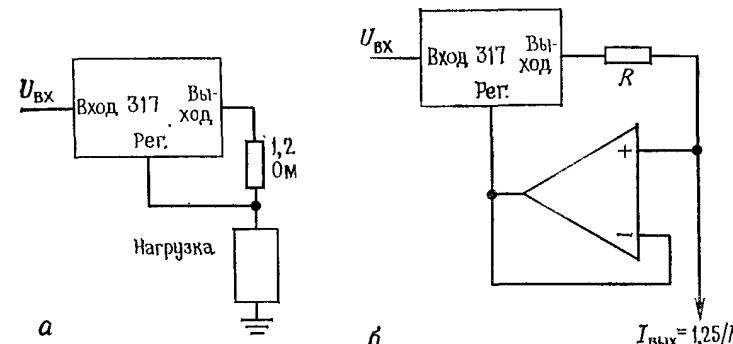


Рис. 5.31.

Упражнение 5.5. Спроектируйте регулируемый источник тока на диапазон от 10 мкА до 1 мА на базе схемы 317. Если $U_{\text{вх}}$ равно +15 В, каков будет рабочий диапазон напряжения на выходе? Перепад напряжений возьмите равным 2 В.

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

5.19. Сдвоенные стабилизаторы

Существуют схемы, которые требуют равных положительного и отрицательного напряжений питания (большинство схем на ОУ и многие другие схемы, работающие на уровне сигнала, близком к земле). Обычно для таких схем лучшим источником питания является так называемый сдвоенный стабилизатор. Его классическая схема показана на рис. 5.32. T_1 — это проходной транзистор обычного стабилизированного источника положительного питания. Стабилизированное выходное положительное напряжение используется как опорное в источнике отрицательного питания. Показанный внизу усилитель ошибки управляет выходом источника отрицательного напряжения питания, сравнивая среднее значение (полусумму) обоих напряжений питания с землей (нулем вольт), и таким образом обеспечивает равенство по модулю положительного и отрицательного напряжений питания. Источник положительного напряжения питания может быть любого типа; если это регулируемый стабилизатор, то отрицательное выходное напряжение повторяет все изменения положительного. Имеет смысл применять в этих источниках токоограничивающие схемы.

Защита от изменения полярности питания. При работе с двойными источниками питания необходима дополнительная предосторожность: почти любая электронная схема получает обширные