

Преобразование напряжения питания 5 В в 3,3 В посредством одной ИС в корпусе TO-220¹

Фрэнк Гудинаф

Описываются регулируемые и нерегулируемые ИС серии SC5Z3 фирмы Semtech Corp., эквивалентные мощным (1,7–2)-В стабилизаторам с рабочим током 0,1–1 А и ТКН 0,01%/°С.

Как только разработчик какой-либо системы попытается применить ИС, питающиеся от единой 3-В шины, он, как правило, столкнется с необходимостью использования смешанных 3/5-В систем. Это обусловлено тем, что 3-В ИС не обеспечивают всех требуемых функций. Практически для питания системы может потребоваться 5-В источник питания (ИП) на ток в десятки ампер, а также 3-В ИП на ток всего лишь несколько сотен миллиампер. Причем это 3-В питание может оказаться необходимым подавать на несколько системных плат.

Ориентируясь на подобные приложения, фирма Semtech Corp. разработала двухвыводной линейный активный прибор, сдвигающий уровень напряжения с 5 до 3 или 3,3 В. Если рассматривать этот прибор как «черный ящик», то он аналогичен мощному 1,7- или 2-В стабилизатору и характеризуется постоянным падением напряжения 1,7 или 2 В при протекании тока от 100 мА до 1 А. Данный прибор, размещенный в корпусе типа TO-220, получил название EZ Dropper (EZ означает Electronic Zener — электронный стабилизатор). Первые приборы этого семейства объединены в серию SC5Z3 (рис. 1).

Если к выходному выводу прибора SC5Z3-T3 подключить 100-мА, 3-В нагрузку, а к его входному выводу — источник напряжения 5,00 В, то при температуре 25 °С выходное напряжение будет находиться в интервале от минимум 2,97 до максимум 3,03 В. При токе 1 А напряжение на нагрузке будет находиться в пределах $\pm 3\%$ вышеуказан-

ных минимального и максимального значений (т. е. в интервале от 2,88 до 3,12 В).

Более важное значение имеют эксплуатационные характеристики. В диапазоне температур от 0 до 150 °С интервал значений выходного напряжения составит от 2,85 до 3,15 В. Данный прибор должен подключаться к хорошо стабилизированному ИП, поскольку любое отклонение входного напряжения без изменений передается на выход. Поэтому, если требуется жесткостабилизированное напряжение 3 В, то непосредственное подключение этого прибора к батарее не даст требуемого результата.

Поскольку стандарт на 3-В питание все еще находится в стадии обсуждения, фирма Semtech предлагает три модели своего прибора — две с фиксированным нерегулируемым и одну с регулируемым выходом. При подключении к источнику 5,00 В нерегулируемые модели SC5Z3-T3 и SC5Z3-T3.3 формируют выходные напряжения 3 и 3,3 В соответственно. В диапазоне рабочих температур от 0 до 150 °С и изменении тока нагрузки от 100 мА до 1 А выходное напряжение прибора SC5Z3-T3.3 находится в пределах от минимум 3,14 до максимум 3,47 В.

Третьим прибором в данной серии является регулируемая модель SC5Z3-TADJ, в которой задействованы все три вывода корпуса TO-220. Подключение резистора между входом и выводом 1 (в нерегулируемых моделях связь между внутренней схемой и выводом 1 отсутствует) приводит к понижению выходного напряжения (т. е. к увеличению падения напряжения на приборе) до номинального значения 2,7 В. Подключение резистора между выводом 1 и выходом приводит к повышению выходного напряжения (т. е. к уменьшению паде-

¹ Frank Goodenough. Single IC in TO-220 case converts 5-V rail to 3,3 V, ED, 1992, No. 26, pp. 37, 38, 40.

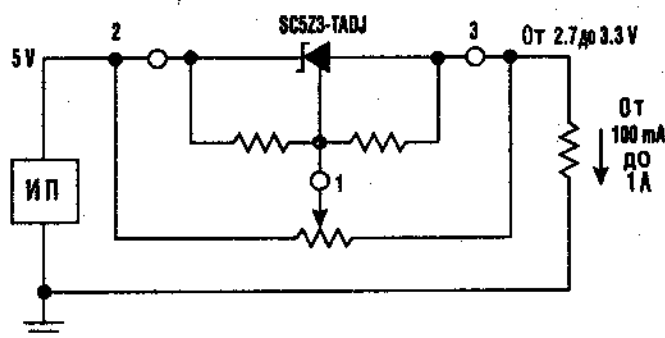
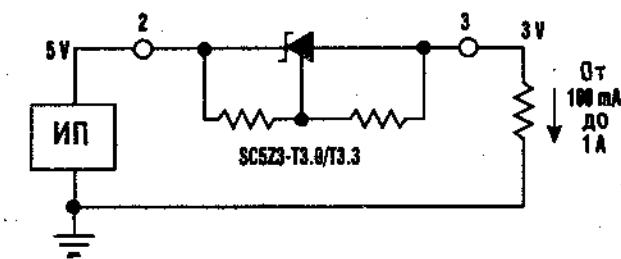


РИС. 1. На фотографии показаны смонтированные в корпусах TO-220 приборы EZ Dropreg фирмы Semtech, служащие для преобразования 5-В питания в 3-В. Приборы SC5Z3-T3.0 и SC5Z3-T3.3 эквивалентны 2-В, 1-А стабилитрону (верхняя схема). Прибор SC5Z3-TADJ эквивалентен регулируемому 2-В, 1-А стабилитрону (нижняя схема).

ния напряжения на приборе) до 3,3 В. Эти максимальный и минимальный уровни обеспечиваются подсоединением резисторов с сопротивлениями 60 и 280 Ом соответственно. Подключением дополнительного резистора можно уменьшить падение напряжения до 1,5 В либо увеличить его до 10 В и более.

Рассеиваемая мощность

Мощность, рассеиваемая данными приборами при максимальном токе нагрузки, составляет всего 2 Вт, что значительно меньше теплоотводящей способности корпуса TO-220. Выбор именно этого корпуса обусловлен тем, что рабочие характеристики приборов серии SC5Z3 оговариваются для условий конвективного охлаждения без использования теплоотвода. Если же эти приборы установить на

теплоотвод, то они способны пропускать ток более 8 А, сохраняя свои характеристики в оговоренном диапазоне рабочих температур окружающей среды.

При использовании без теплоотвода приборы допускают воздействие импульсных токов, значительно превышающих 1 А, которые могут возникать при подаче входных напряжений более 5 В либо в случае коротких замыканий в нагрузке. Установленные на теплоотводы приборы могут непрерывно работать при различных видах отказов питания или нагрузки. Фирма Semtech планирует в будущем разместить такие приборы в более дешевых корпусах с меньшими габаритами, в том числе в корпусах, приспособленных для монтажа на поверхность.

Какие альтернативы?

Приборы EZ Dropreg серии SC5Z3 можно также использовать в качестве замены импульсных стабилизаторов, а также линейных стабилизаторов напряжения (ЛСН) с низким минимальным напряжением (вход-выход) — (НМН-ЛСН). Если требуется получить 3-В питание от 5-В системного ИП, то разработчик может воспользоваться импульсным стабилизатором или преобразователем постоянного тока. Однако общеизвестно, что импульсные ИП генерируют помехи, и это может автоматически привести к невозможности их использования в некоторых приложениях. В этом случае альтернативой обычно будет линейный стабилизатор типа НМН-ЛСН. Кроме того, данную проблему можно решить, воспользовавшись приборами серии SC5Z3.

Основным достоинством импульсного стабилизатора является высокий КПД. Например, КПД типичного импульсного стабилизатора с 5-В выходом может составлять 80%. Однако этот КПД уменьшается, как правило, до 74% в 3,3-В ИП из-за падения напряжения около 0,6 В на выпрямительном диоде Шотки. С другой стороны, линейный преобразователь уровня напряжения 5 В в 3,3 В независимо от типа будет иметь КПД 67%. Если требуемое напряжение составляет 2,7 В, то КПД импульсного стабилизатора уменьшится до менее 70%, а линейного — до 54%.

Правомерен вопрос, зачем применять импульсный ИП, если дополнительный выигрыш по КПД в 7% сводится на нет возрастанием затрат, усложнением схемы и потенциальными проблемами из-за помех? Причем вышесказанное справедливо, если будет применен полностью законченный модульный импульсный ИП. В противном случае следует учесть стоимость разработки и конструирования такого ИП плюс затраты на входной контроль, хранение и установку в схему дросселей, диодов и других внешних пассивных компонентов, а также испытания собранного ИП. Более того, после установки в систему импульсный ИП может потребовать дополнительной фильтрации.

Однако в случае таких систем с батарейным питанием, как портативные или блокнотные ПК, где каждая минута увеличения времени работы повышает конкурентоспособность изделия, альтернативы импульсному ИП нет.

Низкая цена, малые габариты

С другой стороны, если система питается от сети переменного тока, то значение КПД обычно не столь важно, но в высшей степени желательной является возможность установки на печатную плату двух- или трехвыводного прибора, не требующего внешних компонентов. В этом случае приборы типа EZ Dropper дешевле и требуют меньше места, чем типичные НМН-ЛСН.

Следует отметить, что при простом сравнении цен это не столь очевидно. Например, при партии в 1000 шт. типичный 1-А НМН-ЛСН стоит около 1,5 долл. за штуку, а прибор SC5Z3 — 3,19 долл. Однако НМН-ЛСН требует установки входного и выходного конденсаторов, стоящих по 0,30 долл. каждый и занимающих дополнительное место на печатной плате. Кроме того, сюда надо добавить затраты на выбор, покупку, входной контроль и монтаж НМН-ЛСН на печатную плату (с потенциальным подбором). С другой стороны, прибор SC5Z3 надо просто установить на печатную плату вместе с дешевым резистором и то лишь в случае регулируемой модели. Более того, при покупке более крупными партиями цены на приборы SC5Z3 существенно снижаются.

В основе рабочих характеристик данного прибора лежит очень малый температурный коэффициент напряжения (ТКН), определяемый построением схемы. Разработчики, применявшие стабилитроны или диоды для смещения уровней напряжения, знают, что ТКН этих приборов несравним с ТКН приборов SC5Z3. В качестве основы схемы этих приборов взята известная схема умножителя напряжения база—эмиттер V_{BE} транзистора (рис. 2). В такой схеме напряжение коллектор—эмиттер V_{CE} одночного биполярного либо составного транзистора, имеющих достаточно высокий коэффициент усиления (более 50), прямо пропорционально напряжению база—эмиттер V_{BE} . Если задавать V_{BE} с помощью резисторного делителя, то для напряжения V_{CE} справедливо следующее уравнение:

$$V_{CE} = V_{BE} \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$

При напряжении коллектор—эмиттер, превышающем несколько вольт, схема на рис. 2 имеет высокий ТКН, эквивалентный ТКН цепочки последовательно соединенных диодов. Однако в 2-В области температурный дрейф перехода коллектор—база транзистора совпадает по величине с таковым перехода эмиттер—база. Благодаря тому что эти дрейфы имеют противоположные знаки, они хорошо компенсируют друг друга. Поэтому при малых V_{CE} ТКН очень мал. Фактически максимальное значение ТКН прибора SC5Z3 EZ Dropper составляет всего 0,01% $V_{вых}/^{\circ}\text{C}$. Путем подбора сопротивлений резисторов R_1 и R_2 можно еще уменьшить ТКН, хотя и за счет изменения падения напряжения. Вместо этого фирма Semtech подстраивает делитель до удовлетворения требований к интервалу значений выходного напряжения (паде-

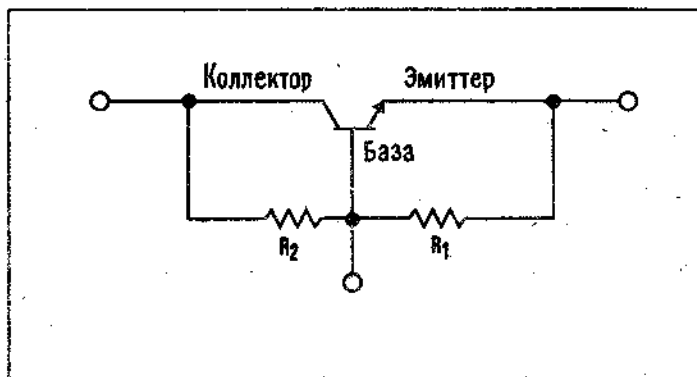


РИС. 2. В основу мощного 2-В стабилитрона SC5Z3 положена схема обычного умножителя напряжения V_{BE} , в которой напряжение коллектор—эмиттер транзистора пропорционально напряжению база—эмиттер в соответствии с уравнением $V_{CE} = V_{BE}(R_1 + R_2)/R_1$.

нию напряжения), при этом оговоренное значение ТКН обеспечивается особенностями построения схемы.

Другие приложения

Хотя первоначально приборы серии SC5Z3 предназначались для преобразования 5-В питания в 3-В, их можно использовать и в других приложениях, включая преобразование 15-В питания в 12-В, а также во всех случаях, когда требуется мощный 2-В регулируемый или нерегулируемый стабилитрон с ТКН менее $10^{-4}/^{\circ}\text{C}$. Приборы типа EZ Dropper могут использоваться для сдвига уровней или смещения в мощных биполярных усилителях. На этапе макетирования можно вместо нерегулируемой модели установить регулируемую, подключив к ее выводам 2 и 3 крайние выводы 500-Ом потенциометра, а его движок — к выводу 1. (В тексте ошибочно 3.— Прим. перев.)

Это дает простой способ проверки работоспособности 3-В схем во всем диапазоне их рабочих напряжений. Данные приборы можно также использовать для построения балластных цепей, имеющих более высокие номинальные значения напряжений и(или) токов. Например, их можно применять в качестве устройства сдвига уровня в усилителе постоянного тока или в качестве параллельного стабилизатора, выходное напряжение которого регулируется в пределах от 2 до 4 В. В общем, можно сказать, что сфера приложений этих приборов ограничена лишь воображением разработчика.

Цены и условия поставки

Приборы типа EZ Dropper серии SC5Z3 поставляются в корпусах TO-220 по цене 3,99 долл. и 3,19 долл. при закупке партиями в 100 и 1000 шт. соответственно.

Semtech Corp., 652 Mitchell Rd., Newbury Park, CA 91320; Art Fury, (805) 498-2111.