

# CMOS LDO стабилизаторы серии MCP170x фирмы Microchip

**Евгений Рахно**, ведущий специалист ООО «Гамма»  
E-mail: info@microchip.ua

**Любое электронное устройство, как бы хорошо оно не было спроектировано и изготовлено, имеет один существенный минус — оно не работает без источника электроэнергии, а источник питания, в свою очередь, должен быть стабилизированным. Другими словами, в каждом устройстве должен присутствовать стабилизатор напряжения.**

На сегодняшний день наиболее распространенными микросхемами стабилизации напряжения являются популярные стабилизаторы серий 78XX и 79XX. Плюсы данных микросхем неоспоримы:

- общедоступность;
- простота использования;
- минимальное количество внешних компонентов, необходимых для корректной работы.

На этом, по всей видимости, преимущества и заканчиваются.

Минусы — это значительное энергопотребление непосредственно самого стабилизатора (6–10% от  $I_{OUT}$ ) и большое падение напряжения на стабилизаторе. Так, если вы хотите получить 5.0 В на выходе, то на вход должны подать, как минимум, 7.5 вольт, а лучше 8 В и более. При таком подходе большинство элементов блока питания должны выбираться со значительным запасом, что не может не сказаться на стоимости продукции.

Если вы хотите сделать свое устройство более изящным с технической точки зрения, но не хотите использовать импульсные стабилизаторы, то Ваш выбор CMOS LDO стабилизаторы.

MCP170x — это семейство CMOS стабилизаторов фирмы Microchip с низким падением напряжения. Данные стабилизаторы обеспечивают выходной ток до 250 мА, при этом ток собственного потребления составляет не более 2.0 мкА (стандартное значение), разница же между входным

и выходным напряжением — 625 мВ ( $V_{OUT} = 2.8$  В).

В семейство MCP170x входят 4 микросхемы — MCP1700, MCP1701, MCP1702 и MCP1703. Основное различие между микросхемами данного семейства — максимальное входное напряжение.

В данной статье мы рассмотрим MCP1703. Основные характеристики:

- ток потребления 2.0 мкА;
- входное напряжение — 2.7...16.0 В;
- 250 мА ток нагрузки для  $V_{OUT} \geq 2.5$  В;
- 200 мА ток нагрузки для  $V_{OUT} < 2.5$  В;
- низкое падение напряжения — 625 мВ @ 250 мА,  $VR = 2.8$  В;
- точность — 0.4%;
- стандартные напряжения — 1.2 В, 1.5 В, 1.8 В, 2.5 В, 2.8 В, 3.0 В, 3.3 В, 4.0 В, 5.0 В;
- стабильная работа с конденсаторами 1.0...22 мкФ;
- защита от КЗ;
- температурный мониторинг и защита от перегрева.

Стабилизатор выпускается в трех вариантах корпусов: SOT-23A, SOT-89, SOT-223-3. Его функциональная схема приведена на рис. 1.

Как видно из этой схемы, принцип действия данного LDO стабилизатора довольно-таки прост. Часть напряжения  $V_{OUT}$  через цепь обратной связи попадает на усилитель, где сравнивается со значением встроенного прецизионного опорного источника. Выход данного усилителя задает ток Р-канального транзистора, что обеспечивает

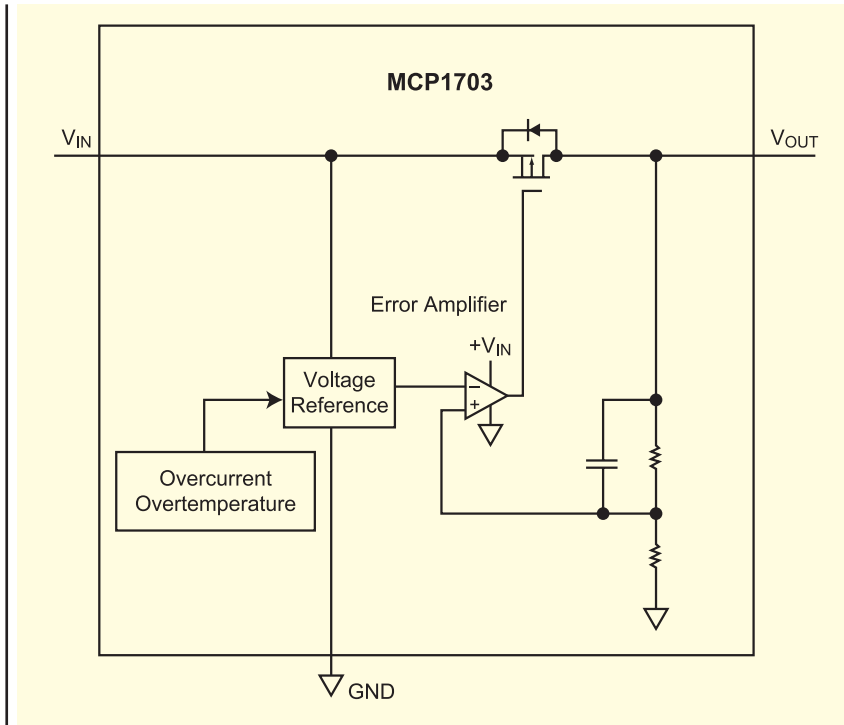
регулировку напряжения в нагрузке. Любое изменение во входном напряжении или токе нагрузки приведет к появлению ошибки, что, в свою очередь, отразится на токе транзистора, вернув выходное напряжение в требуемый диапазон.

Стабилизатор MCP1703 имеет встроенную схему, позволяющую отслеживать ток, протекающий через Р-канальный транзистор. В случае короткого замыкания либо превышения тока в нагрузке встроенная схема отключит транзистор на короткое время, после которого будет произведен сброс стабилизатора. Если выходной ток не вернулся в допустимые рамки, цикл повторится.

Рассеиваемая стабилизатором мощность зависит от разницы между входным и выходным напряжением, а так же — от тока нагрузки. Если рассеиваемая стабилизатором мощность выше допустимого предела, то температура стабилизатора начнет повышаться. При достижении 150 °С (максимально допустимое значение) встроенная схема мониторинга температуры отключит выход LDO до тех пор, пока температура не снизится до 130 °С. Если рассеиваемая мощность ниже предельно допустимого значения, то стабилизатор будет продолжать охлаждаться и работать в штатном режиме. Если же рассеиваемая мощность остается высокой, встроенная схема отключит LDO, тем самым защитив его от теплового пробоя. Стандартная схема применения LDO приведена на рис. 2.

Данная схема приведена для следующих параметров работы LDO:

- тип корпуса — SOT-23A;
- входное напряжение — 2.7 .. 4.8 В;
- максимальное значение входного напряжения  $V_{IN}$  4.8 В,  $V_{OUT}$  1.8 В,  $I_{OUT}$  50 мА.



**Рисунок 1** Функциональная схема стабилизатора

LDO стабилизаторы рассеивают подводимую мощность, отдавая тепло в окружающую среду. Количество тепла, отданного при помощи конвекции, обусловлено температурным сопротивлением перехода между устройством и окружающей средой ( $R\Theta_{JA}$ ). Зачастую, использование радиаторов или принудительного охлаждения помогает уменьшить  $R\Theta_{JA}$ , однако это сказывается на размерах устройства.

В случае с LDO стабилизатором кроме конвекции тепло отводится так же при помощи кондукции (т.е. через участок корпуса, соединенный с печатной платой). В этом случае применение теплоотвода на поверхности корпуса и уменьшение температурного сопротивления (использование теплопроводных паст и пленок) существенно улучшают теплообмен.

«Что делать, что делать...», — говорит инженер, меланхолично почесывая волдырь, оставшийся на пальце после попытки определения температуры стабилизатора самым научным методом — «методом научного тыка». Если вы не хотите оказаться в подобной ситуации, советуем ознакомиться с формулами, приведенными ниже.

Рассеиваемая стабилизатором мощность зависит от разницы напряжений и тока нагрузки. Собственный ток потребления чрезвычайно мал и не оказывает значительного влияния

на рассеиваемую мощность ( $2.0 \text{ мкА} \times V_{IN}$ ).

Для подсчета рассеиваемой мощности очень важно, чтобы величины, участвующие в расчетах, были максимальными. Это значит, что для расчета необходимо использовать максимальные значения  $V_{IN}$ ,  $I_{OUT}$ ,  $I_{GND}$  и минимальное значение  $V_{OUT}$  (рис. 3)

$$P_{LDO} = (V_{IN(MAX)} - V_{OUT(MIN)}) \times I_{OUT(MAX)}$$

где  $P_{LDO}$  — рассеиваемая мощность,  $V_{IN(MAX)}$  — максимальное входное напряжение,  $V_{OUT(MIN)}$  — минимальное выходное напряжение,  $I_{OUT(MAX)}$  — максимальный ток нагрузки.

Максимальная рабочая температура для микросхемы MCP1703 составляет  $+125^\circ\text{C}$ . Для подсчета температуры

стабилизатора необходимо использовать формулу, приведенную ниже:

$$T_{J(MAX)} = P_{TOTAL} \times R\Theta_{JA} + T_{A(MAX)}$$

где  $T_{J(MAX)}$  — максимальная длительная температура стабилизатора,  $P_{TOTAL}$  — рассеиваемая мощность,  $R\Theta_{JA}$  — температурное сопротивление,  $T_{A(MAX)}$  — максимальная температура окружающей среды.

Для корпуса SOT-23A температурное сопротивление составляет  $336^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

При расчете максимальной рассеиваемой мощности нельзя забывать и о температуре окружающей среды

$$P_{D(MAX)} = (T_{J(MAX)} + T_{A(MAX)})/R\Theta_{JA}$$

где  $P_{D(MAX)}$  — максимальное значение рассеиваемой мощности,  $T_{J(MAX)}$  — максимальная длительная температура стабилизатора,  $T_{A(MAX)}$  — максимальная температура окружающей среды,  $R\Theta_{JA}$  — температурное сопротивление.

Прирост температуры устройства является функцией от рассеиваемой мощности и температурного сопротивления. Температурное сопротивление ( $R\Theta_{JA}$ ) берется согласно стандартам EIA/JEDEC JESD51-7:

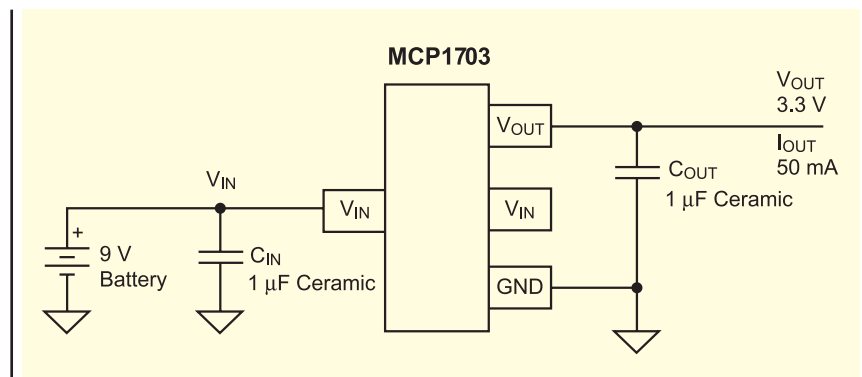
$$T_{J(RISE)} = P_{D(MAX)} \times R\Theta_{JA}$$

Для подсчета общей температуры устройства достаточно суммировать прирост температуры с температурой окружающей среды:

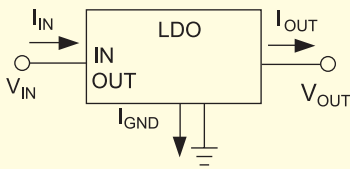
$$T_J = T_{J(RISE)} + T_{A(MAX)}$$

Приведем пример расчета для параметров, указанных на рис. 2, имея в виду, что используются следующие параметры работы LDO:

- тип корпуса — SOT-23A;
- входное напряжение — 2.7...4.8 В;
- $V_{IN(MAX)}$  — 4.8 В;
- $V_{OUT}$  — 1.8 В;
- $I_{OUT}$  — 50 мА.



**Рисунок 2** Стандартная схема включения



**Рисунок 3** Расчет рассеиваемой мощности

$$P_{LDO} = (V_{IN(MAX)} - V_{OUT(MIN)}) \times I_{OUT(MAX)}$$

$$P_{LDO} = (4.8 \text{ В} - (0.97 \times 1.8\text{В})) \times 50 \text{ мА}$$

(необходимо учитывать «проседание» напряжения),

$$P_{LDO} = 152.7 \text{ мВт.}$$

$$T_{J(RISE)} = P_{D(MAX)} \times R\theta_{JA}$$

$$T_{J(RISE)} = 152.7 \text{ мВт} \times 336 \text{ }^\circ\text{C/Вт,}$$

$$T_{J(RISE)} = 51.3 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$T_J = T_{J(RISE)} + T_{A(MAX)}$$

$$T_J = 91.3 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Произведем подсчет максимальной рассеиваемой мощности для различных типов корпусов при температуре окружающей среды 40 °С:

SOT-23A (336.0 °С/Вт),

$$P_{D(MAX)} = (125 \text{ }^\circ\text{C} - 40 \text{ }^\circ\text{C})/336.0 \text{ }^\circ\text{C/Вт,}$$

$$P_{D(MAX)} = 253 \text{ мВт;}$$

SOT-89 (75.0 /Вт),

$$P_{D(MAX)} = (125 \text{ }^\circ\text{C} - 40 \text{ }^\circ\text{C})/75.0 \text{ }^\circ\text{C/Вт,}$$

$$P_{D(MAX)} = 1.133 \text{ Вт;}$$

SOT-223 (62.9 °С/Вт),

$$P_{D(MAX)} = (125 \text{ }^\circ\text{C} - 40 \text{ }^\circ\text{C})/62.9 \text{ }^\circ\text{C/Вт,}$$

$$P_{D(MAX)} = 1.35 \text{ Вт.}$$

Таким образом, стабилизаторы серии MCP170x в корпусе SOT-23A являются идеальным решением в случае миниатюрного микропотребляющего устройства с батарейным питанием, тогда как корпус SOT-89 подходит для широкого диапазона устройств, где предъявляются высокие требования к источнику питания.

**Более детальную информацию можно получить в офисе ООО «Гамма»:**

**49005, г. Днепропетровск,  
ул. Фурманова, 15, оф. 101,  
тел. (0562) 36-07-92,  
[http:// www.microchip.ua](http://www.microchip.ua)**



**ТОВ "Гамма" запрошує на щорічний семінар з електроніки.**

**Дата проведення: 20 травня 2008 р.**

**Місце проведення: м. Київ, Готель "Мир"**

**Більш докладну інформацію Ви можете отримати на сайті [www.microchip.ua](http://www.microchip.ua)**

**По e-mail - [info@microchip.ua](mailto:info@microchip.ua)**

**або за телефонами:**

- 8 (0562) 36-09-41**
- 8 (0562) 36-07-92**
- 8 (044) 494-35-72**
- 8 (044) 494-35-73**

**Теми семінару:**

**8, 16 та 32 бітні мікроконтролери фірми Microchip та аналогові компоненти**

**GSM/GPRS/GPS модулі фірми SIMCOM**

**Реєстрація для участі у семінарі обов'язкова!**

**[www.microchip.ua](http://www.microchip.ua)**

"Гамма" Україна  
м. Дніпропетровськ, вул. Фурманова, 15, оф. 101  
м. Київ, пр. Московський, 16, оф.222