



Константин Староверов

ОДНОКАНАЛЬНЫЕ LDO-СТАБИЛИЗАТОРЫ МАЛОЙ МОЩНОСТИ КОМПАНИИ TEXAS INSTRUMENTS

LDO-стабилизаторы широко применяются в оконечных каскадах электропитания маломощных аналоговых и аналогово-цифровых устройств с батарейным питанием. Компания Texas Instruments производит самую широкую номенклатуру этих микросхем. В статье приведен обзор одноканальных LDO-стабилизаторов малой мощности.

Непрерывная конкуренция производителей цифровых, аналоговых и аналогово-цифровых интегральных схем (ИС) за снижение энергопотребления своей продукции делает чрезвычайно популярным сегмент одноканальных LDO-стабилизаторов малой мощности, которые способны работать с током нагрузки до 100 мА. Потребление даже 32-битных современных высокопроизводительных микроконтроллеров существенно меньше 100 мА. Например, микроконтроллеры AT32UC3 (Atmel), выполненные на основе ядра AVR32, потребляют ток 40 мА (66 МГц, 3,3 В) а микроконтроллеры из семейства STM32 (STMicroelectronics), выполненные на основе ядра Cortex M3 (ARM), работая на частоте

72 МГц, потребляют ток всего лишь 27 мА.

Выбор LDO-стабилизатора осуществляется по входному напряжению V_{IN} , выходному напряжению V_{OUT} , току нагрузки I_{OUT} и рабочему температурному диапазону. В некоторых случаях могут предъявляться дополнительные требования к эффективности стабилизатора, уровню шума, разбросу выходного напряжения, размерам корпуса и др.

Выбор стабилизатора по входному напряжению осуществляется исходя из следующих соображений: максимальное паспортное входное напряжение стабилизатора должно быть выше максимального напряжения, которое может присутствовать на его входе. Минимальное же напряжение, при



Новые резистивно-программируемые переключатели TMP300

Компания Texas Instruments выпустила в продажу резистивно-программируемый температурный переключатель TMP300 с низким энергопотреблением, работающий в широком диапазоне напряжений питания. TMP300 предназначен для простых систем температурного мониторинга и управления. Малые размеры корпуса делают его привлекательным для установки в источники питания, DC/DC-модули и системы термозащиты.

Граничное значение температуры устанавливается при помощи внешнего недорогого резистора (trip point resistor). Выход со свободным стоком контролирует напряжение питания, подаваемого на процессор или другое защищаемое устройство. Также существует отдельный аналоговый вывод (10 мВ/°C), подключаемый либо к термодатчику, либо используемый в контуре регулирования температуры. TMP300 позволяет осуществлять температурный мониторинг без использования микроконтроллеров и в достаточно широком диапазоне напряжений питания — от 1,8 до 18 В.

Аналоговый вывод позволяет измерять температуру с точностью до 3 градусов, температурный переключатель имеет точность до 4 градусов. Температурный диапазон работы устройства -40...125 °C.

котором стабилизатор сохраняет способность нормально функционировать, определяется как сумма выходного напряжения V_{OUT} и минимального перепада напряжения V_{DO} . Таким образом, минимальное значение входного напряжения, которое приводится в справочных таблицах, не является обязательным требованием. Например, если сумма V_{OUT} и V_{DO} равна 2 В, а в справочной таблице приводится значение 1,8 В, то именно 2 В нужно принимать, как минимальное рабочее напряжение стабилизатора. Также имейте в виду, что величина V_{DO} может зависеть от

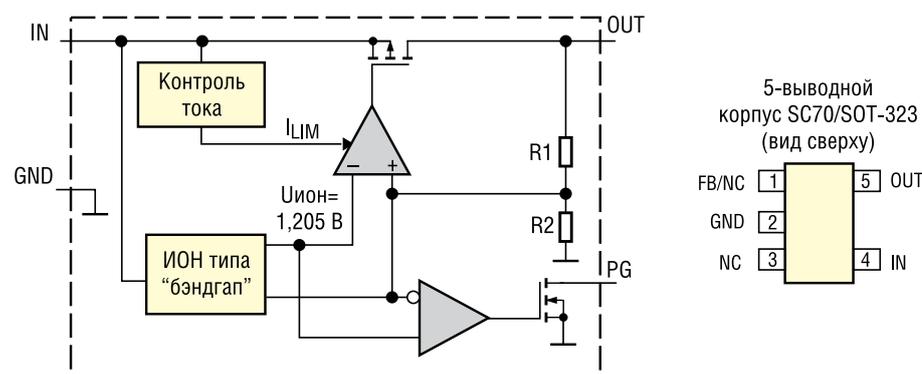


Рис. 1. Структурная схема и расположение выводов TPS797xx

Таблица 1. Одноканальные LDO-стабилизаторы малой мощности компании Texas Instruments

Наименование	$I_{OUT(max)}$, мА	$V_{DO(тип)}$, мВ	$I_O(тип)$, мкА	V_{IN} , В	V_{OUT} , В	C_{OUT} , мкФ	Выход «Power Good»	Темп. диапазон, °С	Корпус
TPS79718	50	105	1,2	1,8...5,5	1,8±4%	≥0,47	Есть	-40...85	5SC70
TPS79730	50	110	1,2	1,8...5,5	3±4%		Есть	-40...85	5SC70
TPS79733	50	105	1,2	1,8...5,5	3,3±4%		Есть	-40...85	5SC70
TPS79718-EP	10	400	5	2...5,5	1,8±5%		Есть	-55...125	5SC70
TPS79730-EP	10	400	5	1,8...5,5	3±4%		Есть	-55...125	5SC70
TPS79733-EP	10	400	5	2...5,5	3,3±4%		Есть	-55...125	5SC70
TPS71501	50	415	3,2	2,5...24	Per. 1,2...15			-40...125	5SC70
TPS71518	50	415	3,2	2,5...24	1,8±4%			-40...125	5SC70
TPS71519	50	415	3,2	2,5...24	1,9±4%			-40...125	5SC70
TPS71523	50	415	3,2	2,5...24	2,3±4%			-40...125	5SC70
TPS71525	50	415	3,2	2,5...24	2,5±4%			-40...125	5SC70
TPS71530	50	415	3,2	2,5...24	3±4%			-40...125	5SC70
TPS71530-Q1	50	415	3,2	2,5...24	3±4%			-40...125	5SC70
TPS71533	50	415	3,2	2,5...24	3,3±4%			-40...125	5SC70
TPS715345	50	415	3,2	2,5...24	3,45±4%			-40...125	5SC70
TPS71550	50	415	3,2	2,5...24	5±4%			-40...125	5SC70
TPS715A01	80	670	3,2	2,5...24	Per. 1,2...15			-40...125	8SON
TPS715A33	80	670	3,2	2,5...24	3,3±4%			-40...125	6SON, 8SON

тока нагрузки и температуры, поэтому, пользуясь данными из документации, несложно найти точное значение V_{DO} , а, следовательно, и минимальное V_{IN} для заданных условий применения.

Выбор по выходному току и напряжению тривиален — достаточно, чтобы суммарный ток нагрузки был меньше максимального выходного тока I_{OUT} стабилизатора, и выходное напряжение стабилизатора соответствовало требуемому значению (например, +1,8 В или +3,3 В). Если не удается найти стабилизатор на требуемое напряжение, используют регулируемый стабилизатор. У таких стабилиза-

торов имеется отдельный вывод FB, который связан с выходным напряжением через резистивный делитель напряжения. Подбором сопротивлений этих резисторов добиваются установки требуемого выходного напряжения.

В приложениях с батарейным питанием очень важно, чтобы стабилизатор обладал высокой эффективностью. Эффективность линейных стабилизаторов описывают не значением КПД, как у импульсных стабилизаторов, а величиной собственного потребляемого тока, которая обычно составляет несколько микроампер. При использовании регулируемых

стабилизаторов нужно помнить, что внешний делитель напряжения также вносит дополнительный ток нагрузки, поэтому, в таких применениях нужно использовать высокоомные резисторы (0,5...1,5 МОм).

Поскольку работа линейного стабилизатора в некоторых случаях связана с рассеиванием достаточно большой мощности, то нужно проверить, до какой температуры может разогреться кристалл при наихудших условиях (максимальные перепад напряжения, ток нагрузки и окружающая температура). Для этого нужно воспользоваться выражением:

$$t_j = t_{A(max)} + (V_{IN(max)} - V_{OUT}) \times I_{OUT(max)} \times R_{\theta JA}, \quad (1)$$

где t_j — температура кристалла;
 $t_{A(max)}$ — максимальная температура окружающей среды;
 $V_{IN(max)}$ — максимальное входное напряжение;
 $I_{OUT(max)}$ — максимальный ток нагрузки;
 $R_{\theta JA}$ — тепловое сопротивление переход — окружающая среда, °С/Вт.

Величина $R_{\theta JA}$ приводится в документации и характеризует способность корпуса стабилизатора рассеивать тепло (с учетом тепло-

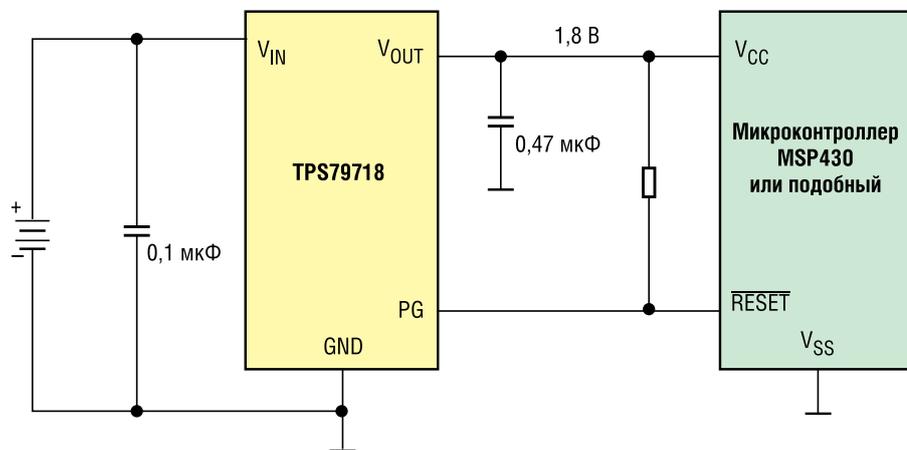


Рис. 2. Использование TPS79718 для питания и управления сбросом микроконтроллера MSP430

рассеивающих свойств печатной платы, на которой он установлен). Если полученное по выражению (1) значение t_j меньше максимально-допустимой температуры перехода $t_{j(max)}$ (а еще лучше, чтобы был запас 20...50%), то выбранный стабилизатор подходит для данных условий применения. В противном случае, нужно искать стабилизатор в корпусе с улучшенным теплоотведением или дополнительную возможность снижения рассеиваемой мощности.

Одноканальные LDO-стабилизаторы малой мощности компании Texas Instruments представлены четырьмя семействами: TPS797xx, TPS797xx-EP, TPS715xxx и TPS715Axx. В табл. 1 представлены основные технические характеристики стабилизаторов. Общей чертой всех стабилизаторов является высокая экономичность (собственное потребление менее 5 мкА), разброс выходного напряжения не более 4%, размещение в миниатюрных корпусах и способность работать с выходным конденсатором любого типа емкостью $C_{OUT} \geq 0,47$ мкФ. Рассмотрим каждое семейство стабилизаторов в отдельности.

Семейство TPS797xx

В данное семейство входят три стабилизатора с фиксированным выходным напряжением 1,8 В, 3,0 В и 3,3 В. Малый минимальный перепад напряжения (<110 мВ) достигнут за счет применения р-канального МОП-транзистора в качестве проходного. Уровень собственного потребления равен 1,2 мкА (типичное значение) и сохраняется относительно постоянным в пределах всего диапазона нагружения (0...5 мА). Стабилизаторы совместимы со стандартной шиной питания +5 В, и поэтому на основе двух стабилизаторов возможно формирование двух разных напряжений питания микроконтроллера (например, напряжение питания ядра +1,8 В и напряжение питания портов ввода-вывода +3,3 В). Стабилизаторы оснащены выходом с открытым стоком PG, который активизируется (переходит из высокоимпедансного в низкое со-

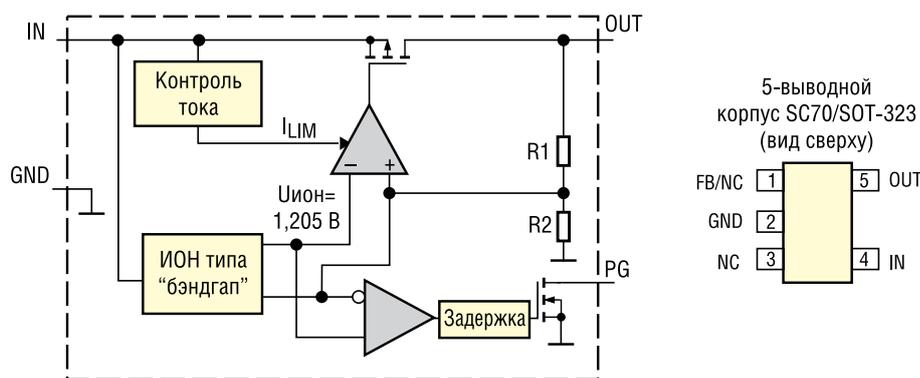


Рис. 3. Структурная схема и расположение выводов TPS797xx-EP

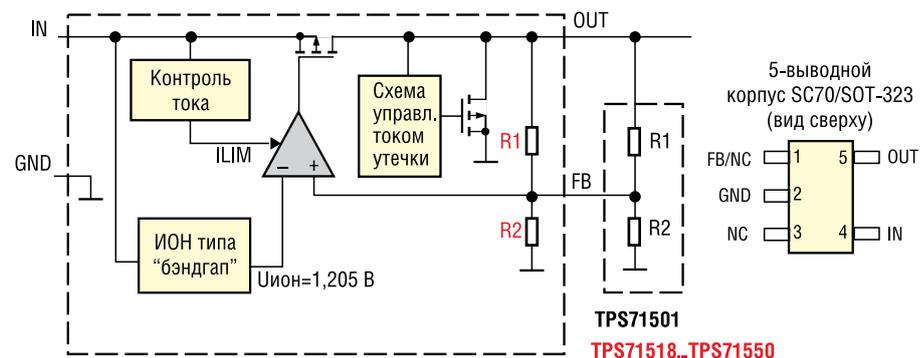


Рис. 4. Структурная схема и расположение выводов TPS715xxx

стояние), когда выходное напряжение становится менее 90% от номинального значения. Данный выход может использоваться для управления сбросом микроконтроллера или для сигнализации о полном разряде батарейного источника. (см. рис. 1).

Отличительные особенности:

- Рабочий температурный диапазон: -40...85°C
- Минимальный перепад напряжения менее 125 мВ (нагрузка 10 мА, температура 25°C)
- Сверхмалое собственное потребление: 1,2 мкА (нагрузка 10 мА, температура 25°C)
- Миниатюрный корпус
- Выход с открытым стоком «Power Good»
- Стабильность работы с выходным конденсатором любого типа (>0,47 мкФ)
- Функция ограничения выходного тока

На рисунке 2 показан пример использования стабилизатора TPS79718 для питания микроконтроллера семейства MSP430 напряжением 1,8 В. Выход PG управляет входом сброса микро-

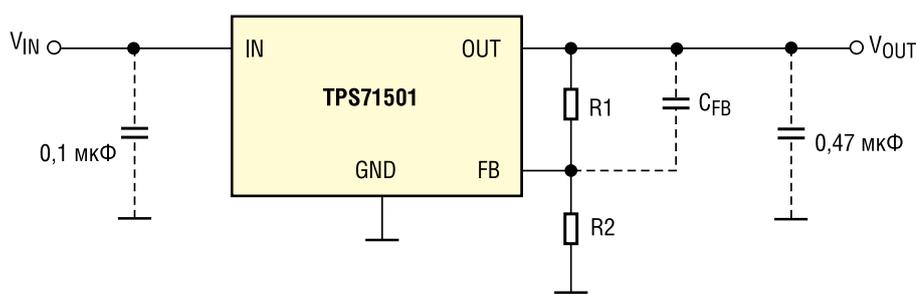
контроллера. Для формирования высокого уровня на линии сброса в схеме предусмотрен отдельный подтягивающий резистор.

Семейство TPS797xx-EP

Данное семейство составляют версии предыдущих стабилизаторов для более жестких условий эксплуатации (-55...125°C), что ориентирует их на автомобильные и военные применения. Кроме того, данные стабилизаторы отличаются ограниченной нагрузочной способностью (10 мА), более высоким собственным потреблением (5 мкА) и максимальным значением минимального перепада напряжения 400 мВ. Однако, необходимо учитывать, что эти повышенные значения собственного потребления и перепада напряжения действительно для более широкого диапазона температур. При номинальных условиях (+25°C, 10 мА) эти характеристики у стабилизаторов обоих семейств идентичны. (см. рис. 3).

Отличительные особенности:

- Версии стабилизаторов TPS797xx повышенной надежнос-



V _{OUT}	R1	R2
1,8 В	0,499 МОм	1 МОм
2,8 В	1,33 МОм	1 МОм
5,0 В	3,16 МОм	1 МОм

Рис. 5. Схема включения регулируемого стабилизатора TPS71501

точных к уровню собственного потребления стабилизатора, сопротивления резисторов R1, R2 должны быть достаточно большими. Показанные на рис. 5 сопротивления резисторов для некоторых стандартных выходных напряжений обеспечивают увеличение собственного потребления на величину не более 1,5 мкА. Необходимо учитывать, что использование таких больших сопротивлений приводит к увеличению шума в выходном напряжении. Таким образом, если более важно добиться малого уровня выходного шума, чем сверхмалого собственного потребления, нужно использовать более низкие сопротивления.

Все рассмотренные до этого момента стабилизаторы поставляются в миниатюрном 5-выводном корпусе SC70. Данный корпус занимает на плате площадь не более 5 мм².

Семейство TPS715Axx

В данное семейство входят два стабилизатора: регулируемый и нерегулируемый (3,3 В). По сути, они представляют собой исполнения соответствующих стабилизаторов из предыдущего семейства, обладающих более высокой нагрузочной способностью (до 80 мА). При максимальном токе нагрузки они обладают и более высоким минимальным перепадом напряжения, чем их менее мощные аналоги (см. рис. 6). Для улучшения характеристик теплоотсеивания данные стабилизаторы размещаются в корпусах SON с более низким тепловым сопротивлением.

Отличительные особенности:

- Аналоги нерегулируемого (3,3 В) и регулируемого стабилизаторов семейства TPS715xx, но с повышенной до 80 мА нагрузочной способностью;
- Собственный потребляемый ток 3,2 мкА при токе нагрузки 80 мА;
- Миниатюрные корпуса с улучшенным теплоотсеиванием.

Выводы

- Texas Instruments выпускает широкий ассортимент однока-

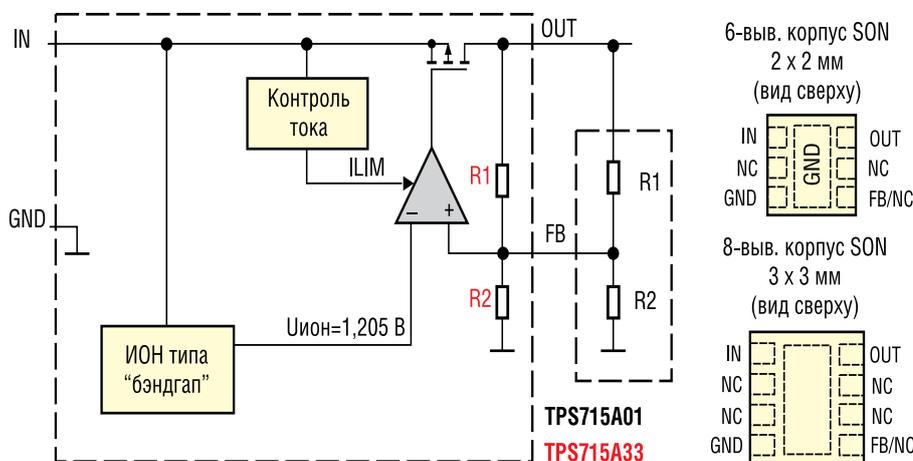


Рис. 6. Структурная схема и расположение выводов TPS715Axx

ти и для более жестких условий применения;

- Характеристики из табл. 1 действительны для температурного диапазона: -55...125°C.

Семейство TPS715xxx

Данные стабилизаторы идентичны по нагрузочной способности TPS797xx, но выпускаются в большем числе исполнений с фиксированными (1,8; 1,9; 2,3; 2,5; 3,0; 3,3 В) и регулируемым выходными напряжениями, причем некоторые из исполнений специально разработаны для совместной работы с микроконтроллерами MSP430, в т.ч. исполнение с V_{OUT} = 2,3 В и минимальным V_{IN} = 2,2 В для питания флэш-памяти микроконтроллеров MSP430F2xx. (см. рис. 4).

Отличительные особенности:

- Рабочий температурный диапазон: -40...125°C;

- Максимальное входное напряжение 24 В;
- Малое собственное потребление: 3,2 мкА (при I_{OUT} = 50 мА);
- Стабильность работы с выходным конденсатором любого типа (>0,47 мкФ);
- Рекомендуется для питания микроконтроллеров семейства MSP430;
- Миниатюрный корпус.

Выходное напряжение регулируемого стабилизатора зависит от соотношения резисторов внешнего делителя напряжения (R1, R2):

$$V_{OUT} = V_{REF} \times \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right), \quad (2)$$

где V_{REF} — напряжение внутреннего источника опорного напряжения (ИОН); V_{REF} = 1,205 В.

Схема включения регулируемого стабилизатора показана на рис. 5. Для применений, кри-

нальных LDO-стабилизаторов малой мощности, удовлетворяющих требованиям портативных применений и применений с батарейным питанием;

- в ассортименте LDO-стабилизаторов присутствуют стабилизаторы, специально разработанные для питания микроконтроллеров MSP430 и подобных им микроконтроллеров; доступность исполнений с широким выбором фиксированных выходных напряжений позволяет оптимизировать уровень энергопотребления микроконтроллера, работающего на заданной тактовой частоте; совместимость стабилизаторов по посадочному месту и расположению выводов позволяет осуществить эту задачу без изменения разводки печатной платы;

- все рассмотренные LDO-стабилизаторы характеризуются настолько малым собственным потреблением, что нет необходимости

в реализации функции включения/выключения через отдельный вывод EN;

- доступны LDO-стабилизаторы с выходом PG, который может использоваться для управления линией сброса микроконтроллера или сигнализации полного разряда элемента питания, и для жестких условий применения (по тепловым режимам).

Литература

1. Power Management Selection Guide/Texas Instruments, lit. num. SLVT145G, 2Q 2007, 76 p.

2. Документация на стабилизаторы напряжения, доступная на сайте производителя: www.power.ti.com.

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: analog.vesti@compel.ru



NXP Semiconductors приобрела GloNav

Компания **NXP Semiconductors** в своем пресс-релизе сообщила о приобретении американской компании **GloNav Inc.**, фаблесс-разработчика однокристалльных решений для систем глобального позиционирования (GPS) и других спутниковых систем навигации, за \$85 млн. наличными, плюс до \$25 млн. в денежном выражении в последующие два года, после того, как GloNav получит доход при разработке продуктов. Сделка обеспечивает NXP немедленный доступ к всем рыночным продуктам и технологиям GPS. Все формальности, связанные с данной сделкой, планируется завершить в первом квартале 2008 года.

Два новых PC TV-процессора от NXP

Компания **NXP Semiconductors** добавила к своему семейству PC TV-процессоров два новых прибора — **SAA7164BE** и **SAA7163AE**. Они позволяют одновременно воспроизводить и записывать изображение и превращают настольные PC и ноутбуки в персональные аудио- и видеорекордеры.

NXP также предлагает эталонную разработку (reference design) PCV540 Hybrid DVB-T в виде микросхемы PCie — первую в отрасли мультимедийную Hybrid DVB-T PCie-карту для ноутбуков с аппаратным сжатием AV-потоков.

Введение в чипы аппаратной компрессии позволяет производителям PC использовать более дешевые процессоры при разработке мультимедийных платформ для ноутбуков без ухудшения качества. Учитывая, что PCV540, SAA7164BE и SAA7163AE поддерживают компрессию видео (MPEG1/2/4, WMV, DivX), аудио (MPG1L2, MPG3, AAC, AC3), ATSC, DVB-T, декодирование цвета (NTSC, PAL, SECAM) и драйверы Windows OS (MCE, XP, Vista), разработчики систем получают прямой и быстрый выход на мировые рынки.

НИЗКОПОТРЕБЛЯЮЩИЕ 50 МА LDO
В МИНИАТЮРНОМ КОРПУСЕ SC70-5

Наименование	3.3V	1.8V	Ток потребления	Диапазон входных напряжений	Примечание
TPS79733DCK	+		1,2 мкА	1,8...5,5 В	есть выход «PowerGood»
TPS79718DCK		+	1,2 мкА	1,8...5,5 В	есть выход «PowerGood»
TPS71533DCK	+		3,2 мкА	2,5...24 В	широкий диапазон входных напряжений
TPS71518DCK		+	3,2 мкА	2,5...24 В	широкий диапазон входных напряжений

www.compel.ru