

Дмитрий Цветков

TPS74X01 – СЕМЕЙСТВО LDO-СТАБИЛИЗАТОРОВ С НИЗКИМ ПАДЕНИЕМ НАПРЯЖЕНИЯ

Новое семейство LDO-стабилизаторов Texas Instruments TPS74x01 отличается от предшественников самым высоким выходным током – до 3 А, самым широким диапазоном регулируемого выходного напряжения – от 0,8 до 5,5 В, самым низким падением напряжения – от 30 мВ. Все это делает его идеальной заменой для понижающих DC/DC-преобразователей, в частности, при питании DSP-контроллеров и программируемых матриц.

Введение

У классических линейных стабилизаторов требуемая минимальная разница между входным и выходным напряжением обычно составляет не менее 1,5...2,5 В. Этот порог напрямую влияет на КПД преобразователя. Например, для нормальной работы популярного 5 В-стабилизатора 7805 (КР142ЕН5А) требуется, чтобы напряжение на его входе не опускалось ниже 7,5 В. Т.е. разница между входным и выходным напряжением была не менее 2,5 В. Это напряжение фактически «теряется» впустую в виде рассеивания бесполезной мощности на самом стабилизаторе. Поэтому с целью снижения таких потерь в свое время были разработаны линейные стабилизаторы с низким падением напряжения – Linear LDO (Low Dropout) Regulator. Дальнейшее повышение экономической эффективности обеспечивается снижением тока потребления самого стабилизатора.

Среди большого числа производителей LDO-стабилизаторов компания Texas Instruments выделяется весьма обширным перечнем изделий этого вида: около 700 наименований (рис. 1). Среди них большую часть (около 600 наименований) занимают одноканальные стабилизаторы, а список

наименований двухканальных стабилизаторов достигает 70. Остальную часть этого перечня занимают контроллеры LDO-стабилизаторов высокой мощности (в предлагаемой статье они не рассматриваются). На сегодняшний момент инженерам компании Texas Instruments удалось достичь минимальной разницы между входным и выходным напряжением LDO-стабилизатора в 30 мВ при сохранении высокого выходного тока до 3 А.

Весь список одноканальных стабилизаторов условно можно разделить на четыре группы:

- фиксированное выходное напряжение (Fixed) – около 330 наименований;
- регулируемое выходное напряжение (Adjustable) – около 80 наименований;
- программируемые стабилизаторы со встроенной EEPROM-памятью – около 50 наименований;
- вход включения/выключения с активным низким уровнем – около 200 наименований.

Список двухканальных стабилизаторов условно можно разделить на шесть групп:

- фиксированное выходное напряжение (Fixed) – 18 наименований;
- регулируемое выходное напряжение (Adjustable) – 12 наименований;



Texas Instrument приобрела компанию Integrated Circuit Designs

Компания Texas Instruments сообщила о приобретении частной компании Integrated Circuit Designs (ICD), которая специализируется на разработке радиочастотных (РЧ) интегральных схем (ИС). Объединение опыта проектирования ICD с обширной номенклатурой высококачественных микроконтроллеров с возможностями аналоговой обработки и малым потреблением усилит позиции TI, как поставщика экономичных радиочастотных решений для промышленных, коммерческих и потребительских изделий.

Это приобретение, как и предшествующее приобретение Chipcon – лидирующего поставщика экономичных РЧ-трансиверов короткого радиуса действия для ZigBee-совместимых систем беспроводной связи, является очередным шагом в осуществлении стратегии TI по расширению номенклатуры экономичных РЧ ИС.

«В условиях быстрого возрастания требований к промышленным, коммерческим системам и системам бытовой автоматики, а также с увеличением масштабов применения беспроводных технологий связи короткого радиуса действия, очень важной задачей для TI является предоставление широкой номенклатуры современных радиочастотных устройств. Используя опыт проектирования ICD, мы сможем расширить номенклатуру ИС для систем беспроводной связи и предположить нашим клиентам множество новых законченных решений», – сказал менеджер направления прецизионных аналоговых компонентов компании TI Дэвид Джонс.

ICD была основана в 1995 году для предоставления консалтинговых услуг в области проектирования аналоговых ИС и ИС со смешанными сигналами. ICD основана в Элликот-Сити штата Мэриленд и имеет штат из 16 сотрудников. Условия сделки не раскрываются.

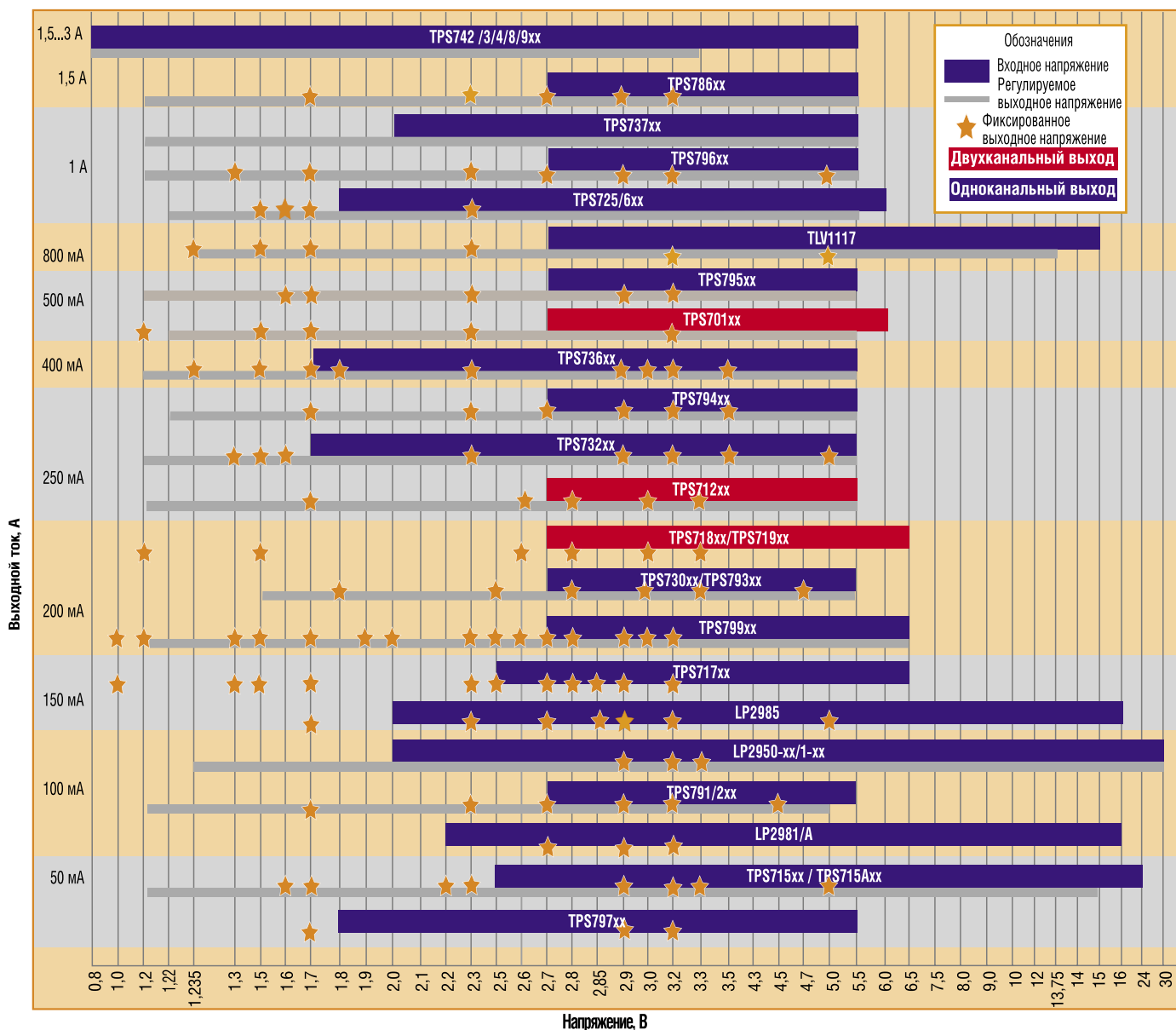


Рис. 1. LDO-стабилизаторы компании Texas Instruments

- вход включения/выключения с активным низким уровнем — 38 наименований;
- цепь плавного запуска — 19 наименований;
- низкий уровень собственного выходного шума — 46 наименований;
- выход PG (Power Good) — 30 наименований.

Семейство TPS74x01

Долгие годы применение линейных стабилизаторов с высоким выходным током более 1 А и низким выходным напряжением было накладно по той простой причине, что минимальное падение напряжения на таком стаби-

лизаторе зачастую было сравнимо с выходным напряжением, а иногда и превышало его. Это отрицательно влияло на экономичность и надежность устройства.

Мощные линейные стабилизаторы с высоким выходным током более 1 А в большинстве своем строятся на основе р-канального полевого транзистора (р-MOSFET), что накладывает ограничение на минимальную разницу между входным и выходным напряжением: эта разница должна составлять 2,5...2,7 В. Это обусловлено относительно высоким сопротивлением канала $R_{си}$ транзистора. В связи с этим высокая рассеиваемая мощность

на самом транзисторе уже не позволяет размещать его внутри компактного кристалла с сохранением прежней надежности стабилизатора.

В то же время n-канальные полевые транзисторы (n-MOSFET) имеют намного меньшее сопротивление канала, чем р-канальные полевые транзисторы, при том же рабочем токе $I_{си}$. Однако применение таких транзисторов связано с другой проблемой: для нормальной работы n-канального полевого транзистора в составе линейного стабилизатора необходимо, чтобы напряжение $U_{зи}$ было не менее 1 В. Этот факт стал причиной разработки и появления нового

семейства TPS74x01 – LDO-стабилизаторов с двойным питанием на основе n-канального полевого транзистора.

Как было сказано выше, для нормальной работы TPS74x01 необходимы два источника положительного питания (рис. 2): BIAS – слаботочный, предназначенный для работы в качестве опорного источника, управляющего встроенным силовым n-MOSFET транзистором, и IN – основной регулируемый источник. Поскольку питание внутренней схемы стабилизатора осуществляется от BIAS-источника, напряжение которого как минимум на 1 В выше регулируемого напряжения IN, то становится возможной работа стабилизатора при очень низком входном напряжении от 0,8 В. Необходимо отметить, что это минимальное входное напряжение ограничено только выходным напряжением и падением напряжения на встроенном силовом транзисторе.

Например, очевидна выгода применения стабилизатора из семейства TPS74x01 в паре с микросхемой FPGA с напряжением питания 1,2 В и потребляемым током до 3 А. В этом случае на стабилизаторе будет рассеиваться не более 0,9 Вт, что позволяет достигнуть КПД в 80% (при основном входном напряжении IN = 1,5 В и опорном BIAS = 3,3 В). Разумеется, LDO-стабилизатор TPS74x01 может быть использован и в качестве обычного линейного стабилизатора: для этого достаточно на оба входа IN и BIAS подать общее напряжение питания, что, конечно же, лишает его основного преимущества как стабилизатора со сверхнизким падением напряжения.

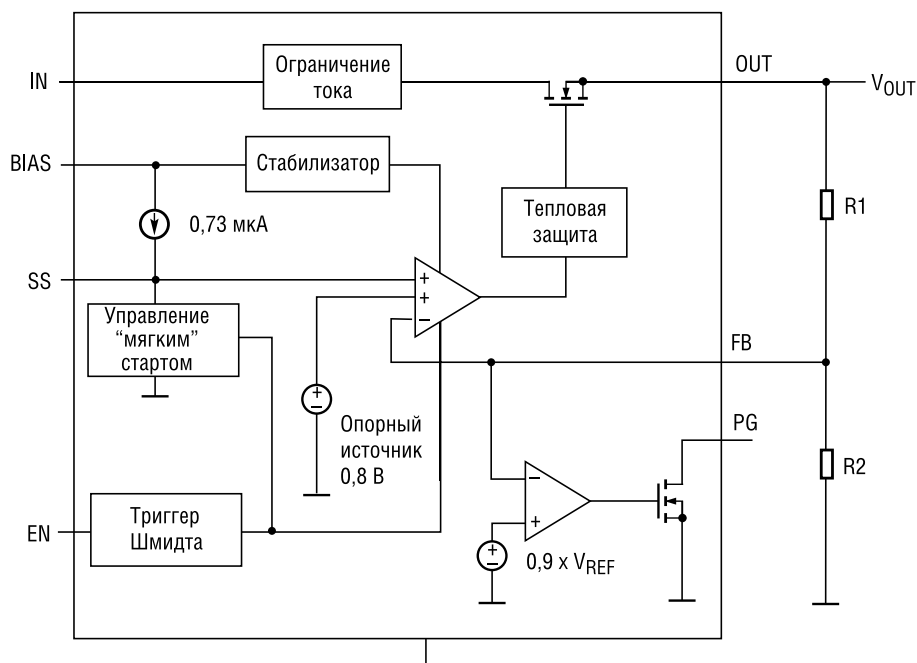


Рис. 2. Структурная схема LDO-стабилизаторов семейства TPS74x01

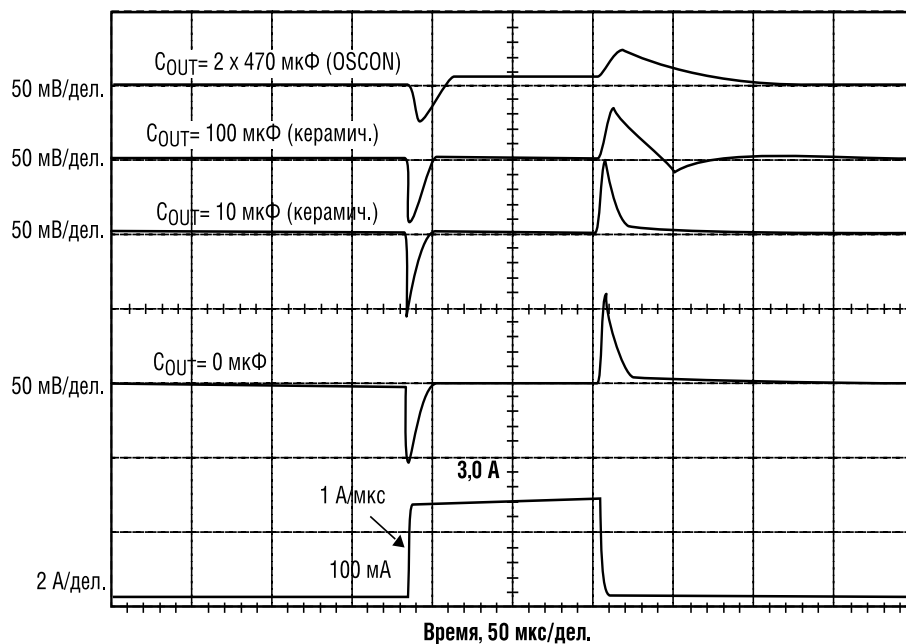


Рис. 3. Осциллограммы переходных процессов напряжения на выходе стабилизатора TPS74x01 в зависимости от емкости выходного конденсатора

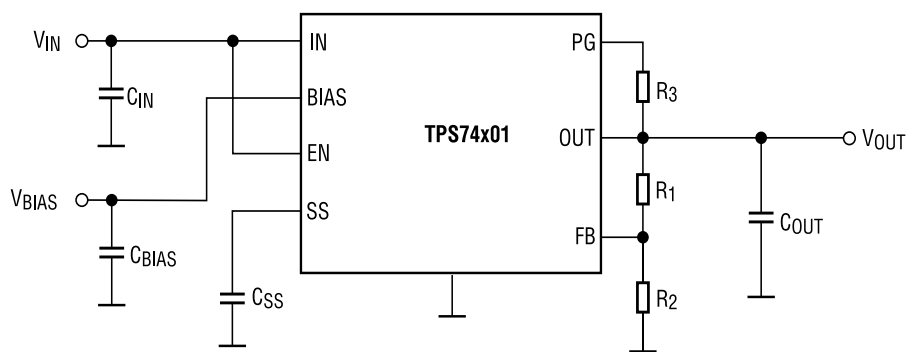
Таблица 1. Основные параметры LDO-стабилизаторов семейства TPS74x01

Наименование	I _{ВЫХ} , А	U _{ПАД} , мВ	I _{ПОТР} , mA	U _{ВХ} , В		U _{ВЫХ} , В		Точность, %	C _{ВЫХ} мин, мкФ	Корпус
				Мин.	Макс.	Мин.	Макс.			
TPS74001	0,5	30	1,0	0,8	5,5	0,8	3,6	1,5	0	10SON
TPS74101							3,5			
TPS74201	1,5	55	3,0	0,8	5,5	0,8	3,6	1,0	0	20QFN, 7DDPAK
TPS74301							3,5			
TPS74401	3,0	115					3,6	2,0	2,2	10SON, 20QFN
TPS74801	1,5	60	1,0				3,5			
TPS74901	3,0	120	3,0				3,5			20QFN, 7DDPAK

Известно, что устойчивость цепи обратной связи линейного стабилизатора напрямую зависит от положения его полюсов на годографе частотной характеристики. Это положение определяется, прежде всего, сопротивлением нагрузки, емкостью выходного конденсатора и выходным током самого стабилизатора. В то же время стабилизаторы на основе p-канального полевого транзистора обладают менее критичными требованиями к внешним компонентам в силу того, что у транзисторов p-MOSFET значительно более низкое сопротивление канала R_{SI} , чем у p-MOSFET.

Использование запатентованной технологии организации цепи обратной связи в семействе стабилизаторов TPS74x01 позволяет применять их в паре с выходным конденсатором значительно меньшей емкости при сохранении прежней стабильности. Например, использование TPS74x01 в стабилизаторе при $V_{BIAS} = 3,3$ В, $V_{IN} = 1,8$ В и $V_{OUT} = 1,5$ В позволяет вовсе обойтись без выходного конденсатора (рис. 3).

На рис. 4 изображена типовая схема включения TPS74x01. Выходное напряжение зависит только от сопротивлений резисторов R1 и R2 и определяется по формуле $V_{OUT} = U_{ВЫХ} = 0,8 \times (1 + R1/R2)$. Встроенный узел мягкого запуска управляет задержкой после подачи питания при использовании всего одного внешнего конденсатора C_{SS} . Это время задержки определяется по следующей формуле: $t_{SS} = 0,8 \times C_{SS} / 4,4 \times 10^{-7}$.



R1, кОм	R2, кОм	U _{ВЫХ} , В
нет	нет	0,80
0,62	4,99	0,90
1,13	4,53	1,00
1,37	4,42	1,05
1,87	4,99	1,10
2,49	4,99	1,20
4,12	4,75	1,50
3,57	2,87	1,80
3,57	1,69	2,50
3,57	1,15	3,30

C _{SS}	Время «плавного» запуска
0	0,1 мс
270 пФ	0,5 мс
560 пФ	1 мс
2,7 нФ	5 мс
5,6 нФ	10 мс
0,01 мкФ	18 мс

Рис. 4. Типовая схема включения LDO-стабилизаторов семейства TPS74x01

Заключение

Высокая стабильность линейных LDO-стабилизаторов семейства TPS74x01 с низкой емкостью выходного конденсатора делает их идеальными для использования в качестве линейных стабилизаторов для питания FPGA- и DSP-микросхем (разумеется, с необходимыми керамическими конденсаторами для развязки по питанию). В конечном итоге, это влияет на стоимость и надежность изделия, поскольку отпадает необходимость в использовании «громоздких» танталовых

или электролитических конденсаторов, обычно размещаемых на выходе линейного стабилизатора. Наличие двойного питания позволяет резко увеличить КПД преобразователя, построенного на основе TPS74x01. Зачастую этот факт является решающим при выборе вида преобразователя (линейный или импульсный) в пользу линейного, а такое решение позволяет сократить стоимость изделия и повысить его надежность. Наличие выхода Power Good также увеличивает надежность изделия, поскольку броски питания при запуске являются «болезнью» линейных стабилизаторов. Все вышесказанное позволяет смело назвать семейство стабилизаторов TPS74x01 идеальной заменой понижающим DC/DC-преобразователям без гальванической развязки.

TEXAS INSTRUMENTS

LDO-СТАБИЛИЗАТОРЫ TPS74x01
с низким падением напряжения

- Выходной ток: до 3 А
- Выходное напряжение: 0,8...5,5 В
- Падение U_{ВЫХ}: 30 мВ

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