

Михаил Чигарев (КОМПЭЛ)

“POINT OF LOAD”-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ- УНИКАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЭФФЕКТИВ- НОГО УПРАВЛЕНИЯ ПИТАНИЕМ



В настоящее время компания **Texas Instruments** обладает самой широкой линейкой **понижающих преобразователей** в мире. С одной стороны, это возможность для разработчика выбрать микросхему, идеально подходящую под его приложение. С другой стороны, такое количество преобразователей (порой на первый взгляд однотипных) значительно усложняет сам процесс выбора. В статье рассмотрены одни из самых уникальных микросхем — семейство **TPS54260/40** и **TPS54x27/28** для **GSM/GPRS-устройств** и **LM5574/75/76** и **LM5017/18/19** для **источников питания с широким диапазоном входного напряжения** (от 6 до 100 В). Также приведены основные критерии выбора того или иного компонента для конкретного приложения.

Современная электроника предъявляет широкий спектр требований к **POC-преобразователям**. Причина — противоречивые требования к питанию различных узлов одного и того же устройства. Например, микросхемы прецизионных аналоговых трактов (операционные и инструментальные усилители, АЦП и т.п.) требуют минимального уровня пульсаций напряжения по шине питания, и чаще всего для этой цели после импульсного преобразователя приходится использовать малошумящие **LDO-стабилизаторы** с высоким значением подавления пульсаций входного напряжения (**PSRR**).

Модемы сотовой связи (**GSM/GPRS**) благодаря работе в различных режимах (ожидание, поиск сети, передача данных) имеют свои особенности организации питания. Например, в режиме **Idle** (при нахождении в сети **GSM**, когда модем готов к приему входного звонка) среднее потребление составляет единицы миллиампер (как правило, 1...3 мА), а при передаче данных **GSM-модем** потребляет порядка 1,5...2 А в импульсном режиме (**burst emission**). Из этого следует, что источник питания должен обеспечивать: выходной ток 2...3 А, быструю реакцию на изменение тока нагрузки (импульсное потребление), а также высокий КПД при малой нагрузке (когда модем находится в режиме **Idle**).

Помимо приведенных выше, следует выделить еще два требования, которые будут учитываться при рассмотрении микросхем и топологий источников

питания в данной статье — это диапазон выходного напряжения и необходимость гальванической развязки «вход-выход». Довольно часто требуется обеспечить широкий диапазон входного напряжения. Это связано, во-первых, с реализацией универсального питания (например, питание от шины 12/24/48 В). Во-вторых, с требованиями по защите от высоковольтных импульсов. Например, в устройствах, включенных в автомобильную сеть 12 В, часто требуется защита/работа при напряжении на входе до 100 В. Это необходимо на случай выхода из строя или обрыва аккумуляторной батареи (однажды автор сам столкнулся с подобной проблемой, поленившись сменить старый аккумулятор при первых симптомах).

С точки зрения особенностей разработки изолированного источника питания, на этапе макетирования лучше всего иметь в наличии стандартный серийный выпускаемый трансформатор (чтобы, в случае некорректной работы источника питания, искать ошибки в принципиальной схеме или топологии печатной платы и не иметь сомнений в правильности намотки трансформатора). В качестве управляющей микросхемы лучше всего выбрать ту, которая поддерживает об-

ратноходовую или прямоходовую топологию источника питания.

Управление питанием модемов сотовой связи и устройств с импульсным потреблением тока

Потребление тока **GSM/GPRS-передатчиком** при работе **GPRS** класса 10 (рис. 1) можно представить эквивалентно импульсам амплитудой до 2 А, длительностью 1154 мкс, временем нарастания около 10 мкс и периодом 4615 мкс (длительность **GSM-фрейма**). Это предъявляет определенные требования не только к максимально допустимому выходному току преобразователя, но и к организации петли обратной связи. Источник питания должен обеспечивать стабильное выходное напряжение без провалов и всплесков. Помимо этого, для обеспечения высоких эксплуатационных свойств в современных реалиях крайне желательно, чтобы в схеме **DC/DC-преобразователя** использовались только керамические конденсаторы.

На практике поддержать стабилизацию выходного напряжения мгновенно микросхема управления не может, необходимо время для изменения коэффициента заполнения, а также для того, чтобы конденсатор или катушка индуктивности освободились от лишней запасенной энергии — только по истечении такого интервала времени выходное напряжение выйдет на заданный уровень. Это означает, что источник питания **GSM/GPRS-модема** должен иметь стабильную петлю обратной связи, при этом достаточно быстро реагирующую на изменение тока нагрузки (особенно при использовании керамических конденсаторов).

Практика показывает, что для питания **GSM/GPRS-модемов** крайне нежелательно применять **DC/**

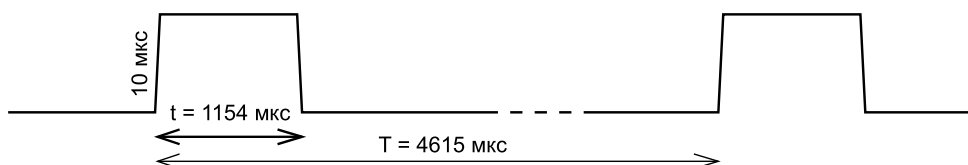


Рис. 1. Потребление тока **GSM-передатчиком** для **GSM/GPRS class 10**

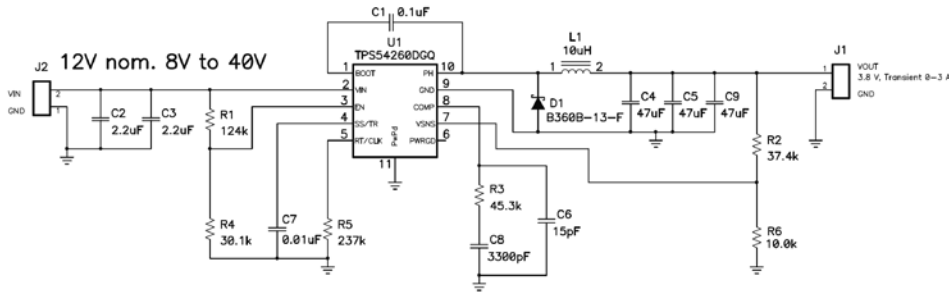


Рис. 2. Схема питания GSM/GPRS-модема на базе микросхемы TPS54260

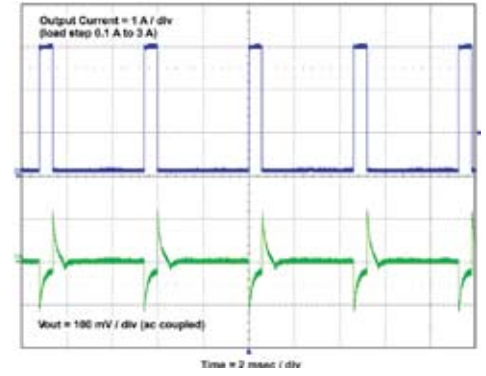


Рис. 3. Реакция выходного напряжения схемы с TPS54260 на импульсы тока до 3 А

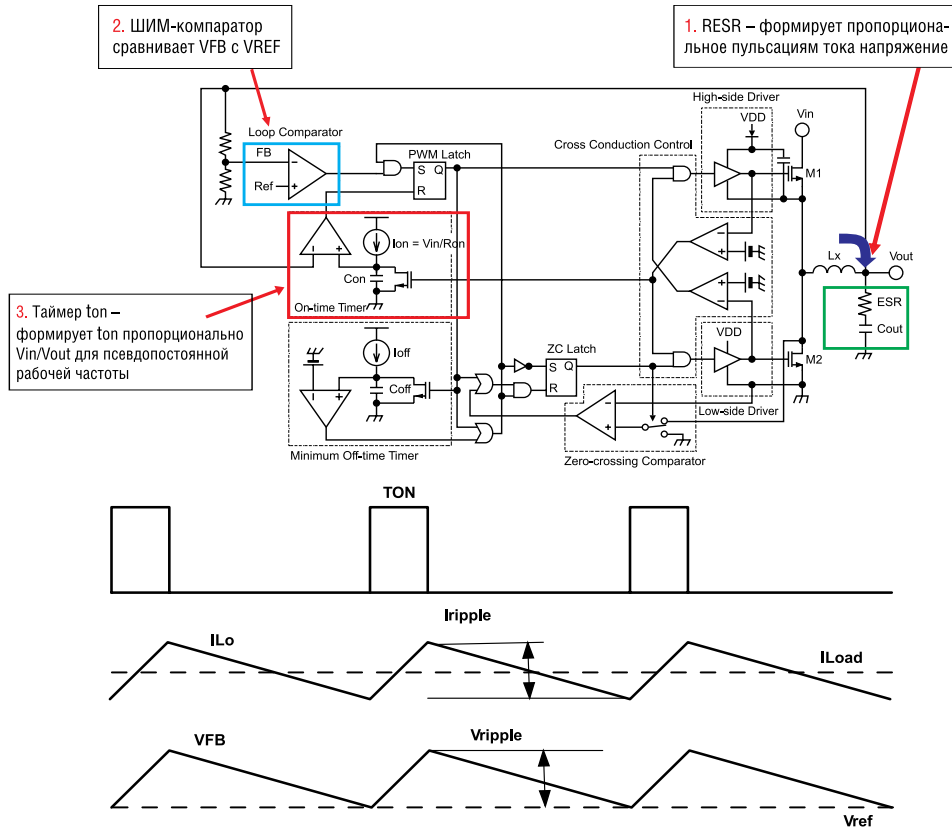


Рис. 4. Логика работы метода управления выходным напряжением DCAP™

DC-преобразователи, логика работы которых подразумевает регулирование по напряжению. Дело в том, что схема управления любого преобразователя никогда полностью не «знает», является ли ошибка, которую она видит, результатом внешнего воздействия, или это ее собственная коррекция, возвратившаяся на вход. Иначе говоря, может возникнуть ситуация, когда последовательность часто повторяющихся импульсов тока мо-

жет вызвать причинно-следственную неопределенность, что приведет к появлению на выходе выбросов напряжения – «звона». В худшем случае (особенно если одновременно присутствует нестабильность входного напряжения) этот звон может продолжаться и даже возрасти бесконечно, а также привести к выходу из строя микросхемы или срабатыванию встроенной схемы защиты. Именно это свойство присуще DC/

DC-преобразователям с управлением по напряжению в схемах питания GSM-модемов. В моей практике был случай, когда инженеры технической поддержки производителя, разбирая случай выхода из строя DC/DC-преобразователя, после получения подробных пояснений по условиям применения (как раз питание GSM-модуля), дали единственную рекомендацию – заменить DC/DC-преобразователь на аналогичный по параметрам, но с управлением по току. Питание GSM-модуля – это именно тот случай, когда «не все йогурты одинаково полезны».

Поэтому одним из основных параметров, на который следует обратить внимание при выборе микросхемы DC/DC-преобразователя для питания GSM-модема (табл. 1), является реализованный в ней метод управления. Как правило, из документации на любую микросхему можно достоверно установить, как именно реализовано регулирование выходного напряжения. Метод управления может быть указан в явном виде: по напряжению, по току, гистерезисный (voltage mode, current mode, hysteretic). В некоторых случаях это может быть запатентованный производителем метод, как правило, являющийся симбиозом трех перечисленных ранее (это можно легко установить, внимательно изучив datasheet). Запатентованными методами управления Texas Instruments, например, являются DCAP™ и DCS-Control™.

В случае необходимости работы в широком диапазоне входного напряжения (например, 8...50 В), следует обратить внимание на такие параметры, как минимальное время включения (t_{on}) и рабочая частота. Некоторые современ-

Таблица 1. Понижающие DC/DC-преобразователи для GSM/GPRS-применений

Наименование	Uвх, В	Uвых, В	Iвых, А	Фраб, кГц	SR	Eco-Mode	Корпус
TPS54260	3,5...60	0,8...58	2,5	100...2500	нет	да	10MSOP-PowerPAD, 10SON
TPS54240	3,5...42	0,8...39	2,5	100...2500	нет	да	10MSOP-PowerPAD, 10SON
TPS54327/427/527	4,5...18	0,76...7	3/4/5	700	да	нет	8SO PowerPAD
TPS54328/428/528	4,5...18	0,76...7	3/4/5	700	да	да	8SO PowerPAD

ные преобразователи, помимо ШИМ-управления, для эффективного ускорения реакции на изменение тока нагрузки дополнительно используют увеличение/уменьшение рабочей частоты (логика работы подобных преобразователей будет рассмотрена ниже).

На рисунке 2 приведена разработанная Texas Instruments схема питания GSM/GPRS-модуля на основе микросхемы **TPS54260**. Номинальное входное напряжение в этой схеме 12 В, а полный рабочий диапазон – 8...40 В. Методика расчетов и результаты испытаний подробно описаны в документе “Creating GSM /GPRS Power Supply from TPS54260”. В этом же документе можно найти схему на номинальное напряжение 24 В и полный рабочий диапазон 18...60 В. Отметим основные особенности и преимущества применения TPS54260 в подобном приложении.

В микросхеме понижающего DC/DC-преобразователя TPS54260 использован метод управления по току, который обеспечивает при импульсном изменении тока нагрузки от 0,1 до 3 А в приведенной схеме провал/всплеск напряжения в пределах 120 мВ (рис. 3). Время отклика преобразователя на изменение тока нагрузки зависит от рабочей частоты и от полосы пропускания петли обратной связи. Кроме того, выбранная в данном дизайне рабочая частота (500 кГц) обеспечивает, с одной стороны, малые значения выходных емкостей (в данной схеме все конденсаторы керамические), с другой – достаточно высокий КПД (до 90%).

Кроме этого, благодаря наличию режима пропуска управляющих импульсов **Eco-Mode™**, обеспечивается максимально возможный КПД и в случае низкого тока нагрузки (что весьма удобно, так как большую часть времени GSM/GPRS-модуль находится в режиме ожидания).

Также TPS54260 является одной из самых удачных и универсальных микросхем для подобных применений благодаря встроенному 200 мОм MOSFET, минимальному количеству внешних компонентов, широкому диапазону входного напряжения 3,5...60 В, возможностью установки частоты от 100 кГц до 2,5 МГц и внешней синхронизации, максимальному выходному току до 2,5 А (пиковый ток 3,5 А).

Особенностью TPS54260 является то, что этот преобразователь относится к целому семейству pin-2-pin-совместимых микросхем, отличающихся максимальным выходным током и диапазоном входного напряжения. TPS54060/160/260 отличаются выходным током (0,5, 1,5 и 2,5 А соответственно). Микросхемы TPS54040/140/240 имеют максимальное входное напряжение до 42 В, и, что

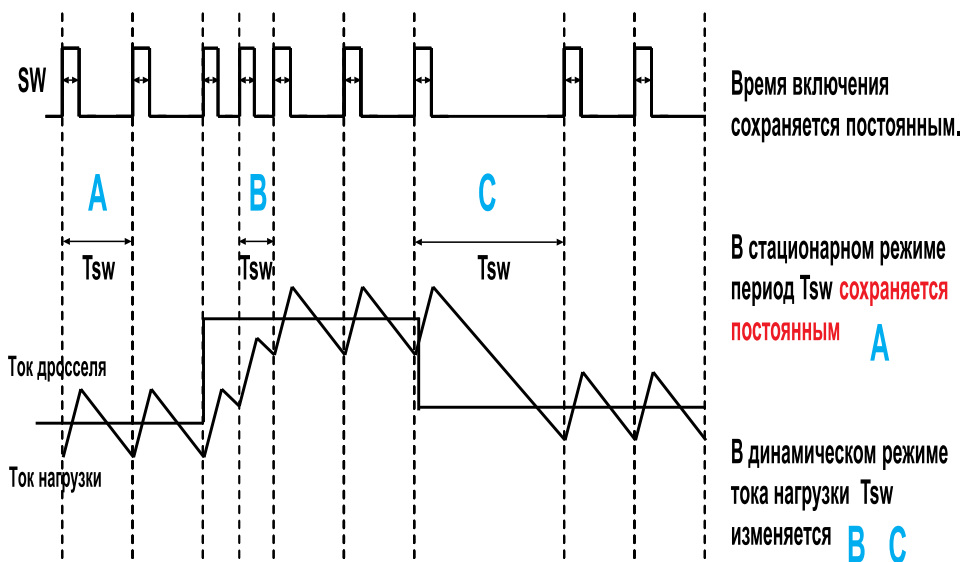


Рис. 5. Работа микросхемы с DCAP™ при импульсном изменении тока нагрузки

вполне логично, отличаются от семейства TPS54x60 меньшей ценой.

Семейство TPS54x60 обладает продвинутыми функциями защиты от превышения входного напряжения, от перегрузки по току и от перегрева. Также для уменьшения пускового тока реализована функция мягкого запуска.

Время реакции DC/DC-преобразователя на изменение тока нагрузки можно уменьшить более продвинутыми методами управления. Например, собственным методом Texas Instruments **DCAP2™**, который используется в микросхеме **TPS54327**. DCAP расшифровывается, как **Direct Connect to the Capacitor** (прямое подключение к конденсатору), а цифра “2” означает его усовершенствованную версию.

Суть этого метода (рис. 4) заключается в том, что время t_{on} является функцией V_{in} , V_{out} и рабочей частоты, а каждый новый импульс t_{on} генерируется в момент снижения пульсаций напряжения (возникающих за счет пульсаций тока и наличия у выходно-

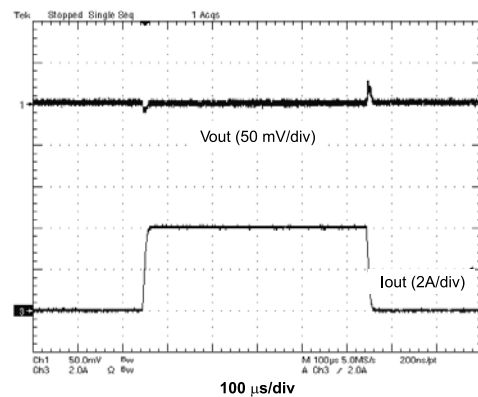


Рис. 6. Реакция выходного напряжения схемы с TPS54327 на импульсы тока до 2А

го конденсатора эквивалентного последовательного сопротивления) до уровня опорного напряжения V_{ref} . Такая логика работы преобразователя приводит к тому, что, в случае резкого изменения тока нагрузки, импульсы t_{on} начинают генерироваться чаще, что позволяет быстрее запасти энергию в катушке индуктивности и выходном конденсаторе

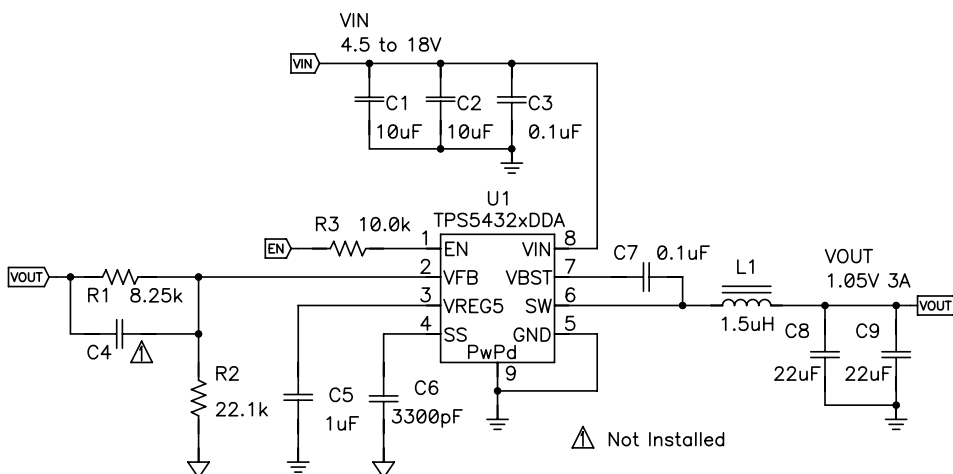


Рис. 7. Типовая схема применения TPS54327

Таблица 2. Высоковольтные DC/DC-преобразователи

Наименование	Uвх, В	Uвых, В	Iвых, А	Фраб, кГц	SR	Метод управления ШИМ	Корпус
LM34923	6...75	2,5...75	0,65	50...600	–	Constant On-Time (COT)	MSOP-10
LM5008A	6...95	2,5...75	0,35	50...600	–	Constant On-Time (COT)	MSOP-8, LLP-8
LM5009A	6...95	2,5...85	0,15	50...600	–	Constant On-Time (COT)	MSOP-8, LLP-8
LM5010A	6...75	2,5...70	1	50...1000	–	Constant On-Time (COT)	LLP-10, TSSOP-14EP
LM5005	7...75	1,23...70	2,5	50...500	–	Current Mode Control	TSSOP-20EP
LM5006	6...75	2,5...75	0,65	50...600	+	Constant On-Time (COT)	MSOP-10
LM5007	9...75	2,5...73	0,5	50...800	–	Constant On-Time (COT)	MSOP-8, LLP-8
LM5008	9,5...95	2,5...75	0,35	50...600	–	Constant On-Time (COT)	MSOP-8, LLP-8
LM5009	9,5...95	2,5...85	0,15	50...600	–	Constant On-Time (COT)	MSOP-8, LLP-8
LM5010	8...75	2,5...70	1	50...1000	–	Constant On-Time (COT)	LLP-10, TSSOP-14EP
LM5017 / 18 / 19	9...100	1,25...90	0,6/0,3/0,1	1000	+	Constant On-Time (COT)	PSOP-8, LLP-8
LM5574 / 75 / 76	6...75	1,23...70	0,5/1,5/3	50...500	–	Current Mode Control	TSSOP-16

(рис. 5). При снижении тока нагрузки, соответственно, на определенное время период следования импульсов увеличивается по сравнению со стационарным режимом.

Такая схема позволяет одинаково эффективно обрабатывать как изменения входного напряжения, так и резкие изменения тока нагрузки. Однако у метода DCAP™ есть один существенный недостаток — для его работы необходимо наличие пульсаций тока на выходе, кроме этого, напряжение, получаемое на R_{ESR} , находится не в фазе с током дросселя, что приводит к его немонотонному спаду в то время, когда верхний ключ закрыт (toff). Это требует введения до-

полнительных компенсационных элементов. Также это косвенно приводит к сложностям в использовании LowESR-конденсаторов. Данная проблема была устранена в усовершенствованном методе DCAP2™, в котором цепочка для задания необходимого уровня пульсаций и компенсации сдвига фаз интегрирована в саму микросхему (internal ripple injection). Это позволяет снизить выходные пульсации, значительно упростить схему, а также использовать любые выходные конденсаторы.

Микросхемы с управлением DCAP2™ являются одними из самых быстрых (если не самыми быстрыми) по времени реакции на бросок тока нагрузки. На-

пример, при использовании микросхемы **TPS54327** импульсное изменение тока от 0 до 2 А (рис. 6) приводит к провалу/всплеску выходного напряжения не более 25 мВ! Для сравнения достаточно вернуться к рисунку 3 и посмотреть на результат **TPS54260** с импульсом 3 А.

TPS54327 — понижающий DC/DC-преобразователь с синхронным выпрямлением и интегрированными верхним и нижним ключами. По сравнению с семейством TPS54x60 он имеет менее широкий диапазон входного напряжения: 4,5...18 В. При этом линейка pin-2-pin-совместимых микросхем TPS54x27 перекрывает диапазон выходных токов от 2 до 5 А, а самый мощный 5-амперный

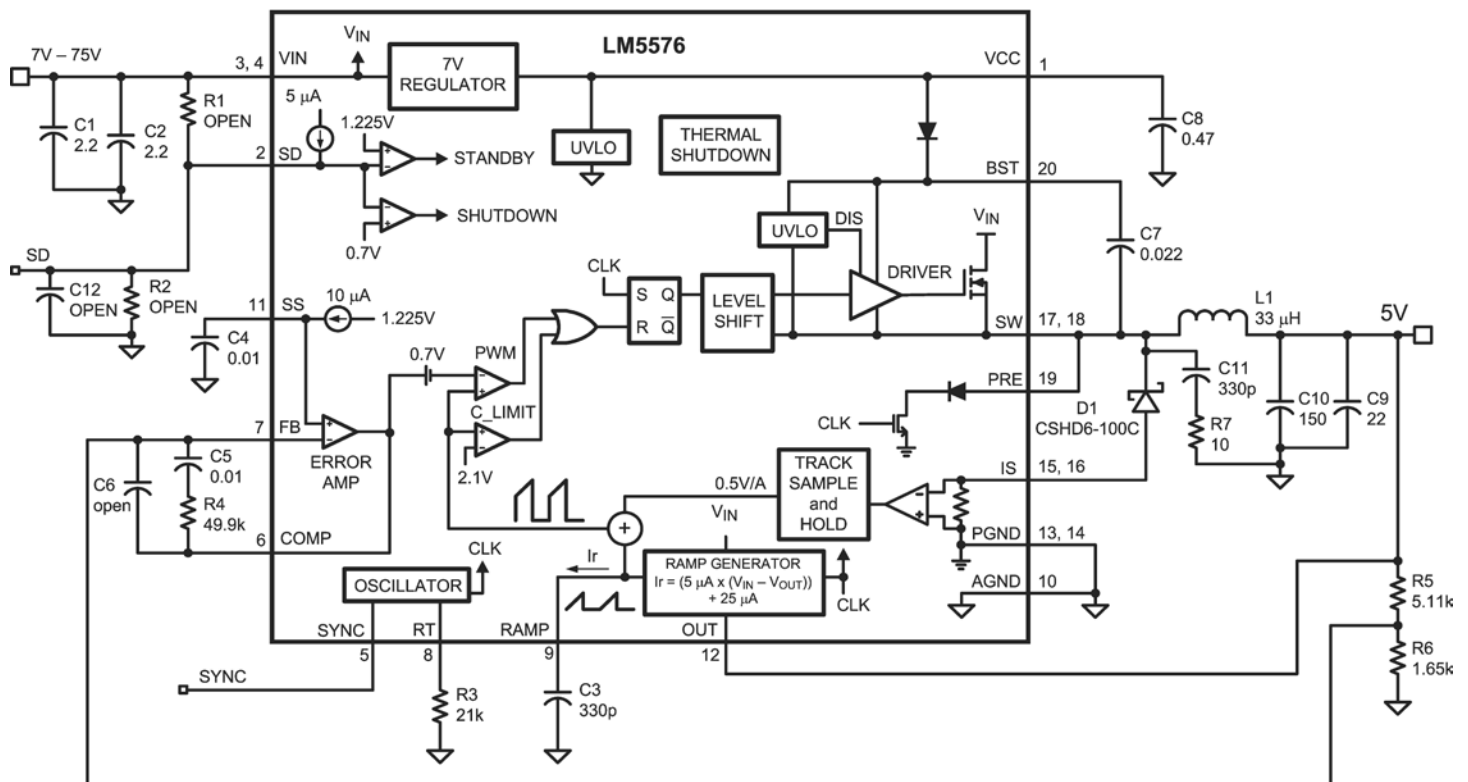


Рис. 8. Типовая схема применения LM5576

преобразователь **TPS54527** выпускается в таком же компактном корпусе SOIC-8 с термопадом, что и все остальные версии. Как и у большинства современных DC/DC-преобразователей, в данном семействе реализована так называемая “cycle-by-cycle”-защита от перегрузки по току, а также функция мягкого запуска. Типовая схема применения приведена на рисунке 7. Для упрощения реализации источника питания на базе **TPS54327** в документации приведена таблица с рекомендуемыми значениями пассивных компонентов обвязки на популярные выходные напряжения: 1,2, 1,8, 2,5, 3,3, 5 В.

Преобразователи для источников питания с широким диапазоном допустимого входного напряжения

С пополнением номенклатуры Texas Instruments продукцией National Semiconductor в линейке понижающих DC/DC-преобразователей с интегрированным MOSFET появились микросхемы, способные работать при входном напряжении до 100 В. Полный список современных преобразователей с максимальным входным напряжением от 75 до 100 В приведен в таблице 2. Особое внимание уделим двум семействам: **LM5574/75/76** и **LM5017/18/19**.

LM5574, **LM5575** и **LM5576** – pin-2-pin-совместимые микросхемы понижающих DC/DC-преобразователей со встроенным MOSFET, которые отличаются максимальным током нагрузки (0,5 А, 1,5 А и 3 А соответственно) и обеспечивают работу источника питания в диапазоне входных напряжений 6...75 В. При этом для обеспечения собственного питания микросхемы не требуется никаких внешних цепей – питание осуществляется с помощью встроенного линейного регулятора с выходным напряжением 7 В. На рисунке 8 показана внутренняя архитектура преобразователя **LM5576** и типовая схема применения. При выходном напряжении 5 В данная схема обеспечивает стабильно высокий КПД во всем диапазоне тока нагрузки, а также весьма неплохой результат при максимальном входном напряжении 75 В (рисунок 9). Пульсации выходного напряжения при токе нагрузки 2 А и входном напряжении 36 В не превышают 25 мВ.

Удобной особенностью данной микросхемы является наличие выводов **SD** и **SYNC**. С помощью вывода **SD** можно либо задать порог отключения микросхемы при снижении входного напряжения до порогового значения, либо отключить ее внешним сигналом (перевести в режим low power). Вывод **SYNC** позволяет синхронизировать работу нескольких микросхем **LM5576** от внешнего сигнала, либо несколько **LM5576** можно синхронизировать про-

стым соединением выводом **SYNC** между собой.

Стоит лишний раз отметить, что максимально допустимое напряжение на входе 75 В является не просто пиковым значением, при котором микросхема сохраняет работоспособность или обеспечивает защиту нагрузки, а, по сути, напряжением, при котором микросхема работает полностью в штатном режиме без срабатывания какой-либо защиты. Для обеспечения такой стабильной работы микросхемы во всем диапазоне входного напряжения и выходного тока следует обратить особое внимание на трассировку печатной платы (рис. 10), а именно – на полигоны, соединенные переходными отверстиями, на верхнем

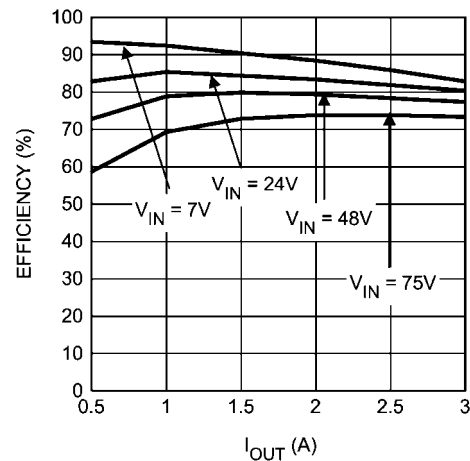


Рис. 9. КПД схемы на микросхеме LM5576

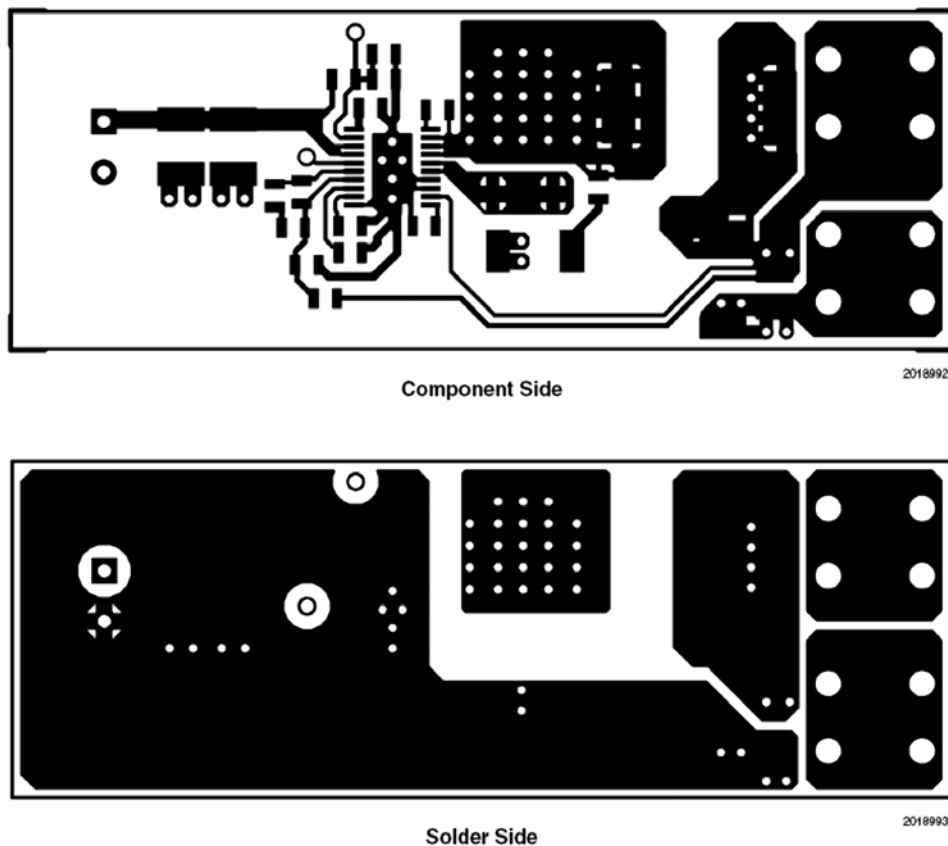


Рис. 10. Трассировка печатной платы источника питания на LM5576

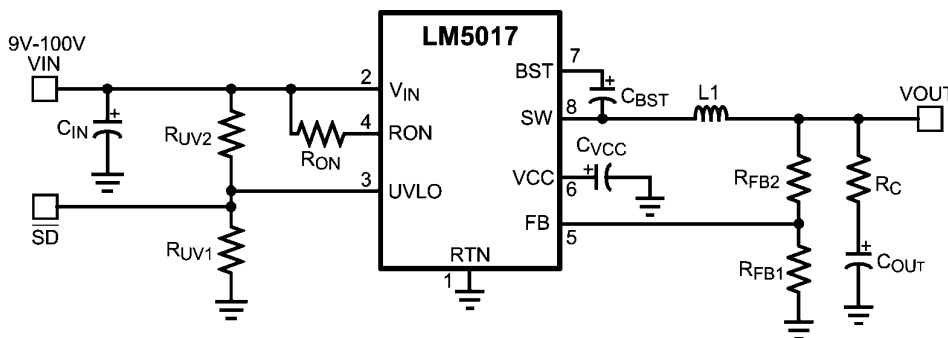


Рис. 11. Упрощенная схема применения LM5017

и нижнем слое. Данные полигоны соединены с выводом микросхемы, к которому подключен исток встроенного

полевого транзистора – таким образом реализован качественный отвод тепла и обеспечивается работа микросхемы в за-

Таблица 3. Трансформаторы Coilcraft для микросхем Texas Instruments

Трансформатор	Uвх, В	Uвых, В	Iвых, А	Уизоляции, Vrms	Микросхема TI	Рекомендуемая топология
FA2636-AL	16...36	5	1	1500	LM5001	обратноходовой
A0009-AL	18...55	3,3	3	500	LM5000	обратноходовой
GA3372-AL	36...72	5	2,6	1500	LM5015	обратноходовой
FCT1-33K2SL	9...18	3,3	1,2	1500	LM5015	прямоходовой
FCT1-50K2SL	9...18	5	0,8	1500	LM5015	прямоходовой
FCT1-90K2SL	9...18	9	0,44	1500	LM5015	прямоходовой
FCT1-120K2SL	9...18	12	0,33	1500	LM5015	прямоходовой
FCT1-150K2SL	9...18	15	0,27	1500	LM5015	прямоходовой
FCT1-33L2SL	18...36	3,3	2,4	1500	LM5015	прямоходовой
FCT1-50L2SL	18...36	5	1,6	1500	LM5015	прямоходовой
FCT1-90L2SL	18...36	9	0,89	1500	LM5015	прямоходовой
FCT1-120L2SL	18...36	12	0,67	1500	LM5015	прямоходовой
FCT1-150L2SL	18...36	15	0,53	1500	LM5015	прямоходовой
FCT1-33M2SL	36...75	3,3	4,6	1500	LM5015	прямоходовой
FCT1-50M2SL	36...75	5	3,0	1500	LM5015	прямоходовой
FCT1-90M2SL	36...75	9	1,67	1500	LM5015	прямоходовой
FCT1-120M2SL	36...75	12	1,25	1500	LM5015	прямоходовой
FCT1-150M2SL	36...75	15	1,0	1500	LM5015	прямоходовой

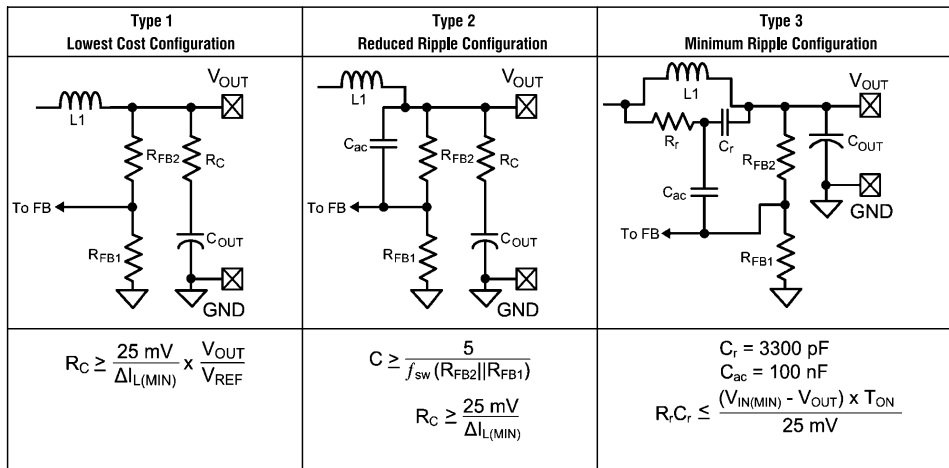


Рис. 12. Конфигурация компенсирующей цепочки обратной связи LM5017

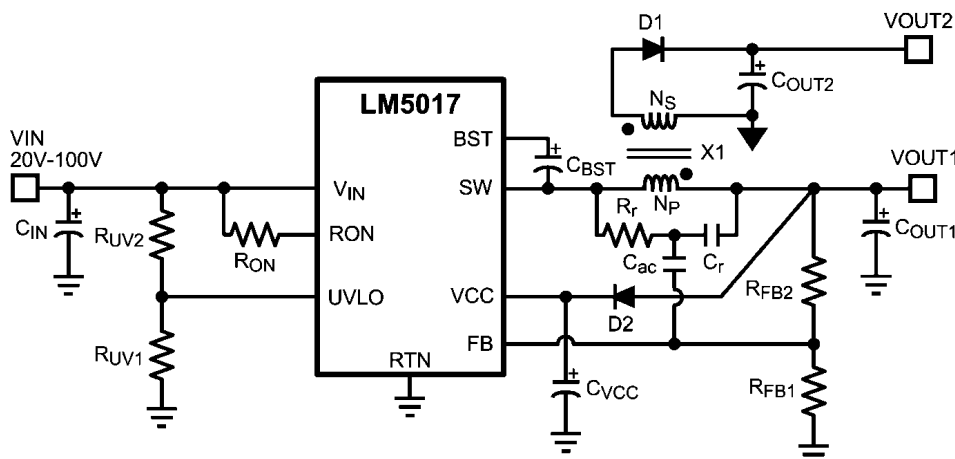


Рис. 13. Изолированный DC/DC-преобразователь на LM5017

данных диапазонах температуры, тока нагрузки и входного напряжения без срабатывания встроенной защиты от перегрева.

LM5017/18/19 – новинка 2012 года, которая заинтересовала разработчиков с момента ее анонса. Прежде всего эта микросхема интересна тем, кто разрабатывает устройства, питающиеся от автомобильной сети 12 В, так как она обеспечивает не просто защиту от бросков входного напряжения до 100 В – диапазон входного напряжения от 9 до 100 В является для нее рабочим! Микросхемы LM5017, LM5018 и LM5019 имеют pin-2-pin-совместимость и отличаются максимальным выходным током, причем нетипичным для Texas Instruments образом: LM5017 – 600 мА; LM5018 – 300 мА и LM5019 – 100 мА (то есть в обратную сторону относительно увеличения цифры наименования).

Данное семейство обладает высокой степенью интеграции, что позволяет уменьшить количество внешних пассивных компонентов. Помимо этого, в преобразователе реализовано синхронное выпрямление, а верхний и нижний ключи интегрированы в саму микросхему. Так же, как и в случае с LM5574/75/76, данному семейству не требуется внешних цепей запуска, а благодаря тому, что внутреннее значение порога UVLO составляет 4,5 В, при определенных обстоятельствах микросхема стабильно работает при входном напряжении ниже 9 В (эту «недокументированную» функцию всегда стоит проверить в ва-

шем конкретном устройстве). Упрощенная схема применения LM5017 приведена на рисунке 11.

В LM5017 применена схема управления **Constant-On-Time**, в которой каждый следующий управляющий импульс MOSFET формируется точно так же, как и в описанном ранее методе DСАР™ (в момент спада сигнала на выводе FB до опорного уровня), что позволяет схеме быстро обрабатывать броски тока нагрузки. Это обстоятельство предъявляет повышенные требования к качествам сигнала, получаемого с делителя напря-

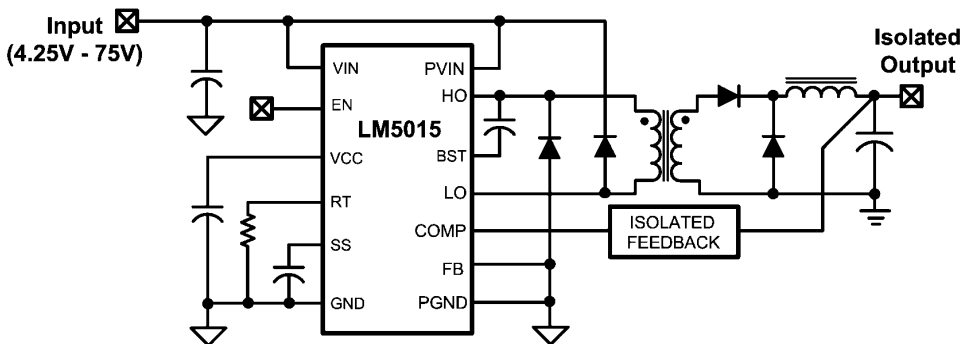


Рис. 14. Типовая схема применения LM5015

LM5015 Isolated Two Switch Forward Regulator Quick Start Component Calculator Version 1.2

Revision date: 6 Jan 09

Note: The components calculated in this worksheet are reasonable starting values for a design using the LM5015. They are not optimized for any particular performance attribute.

Step 1 - General Requirements	Vout (V)	5
Enter parameters in shaded cells:	Vin(min) (V)	36
	Vin(max) (V)	72
	Max Load Current Limit (A)	3,0
	Application Specified Maximum Load Current (A)	3
Step 2. Secondary Rectifier Diode Forward Drop	VF (V)	0,4
Step 3. Transformer	VCC To Be Produced Externally?	Yes
	Desired External Produced VCC voltage (V)	10,0
	Suggested T1: Option 1-Coilcraft	FCT1-50M2SL
	Option 2-Pulse Eng	PL2312NL
	Primary to Secondary Turns Ratio	3,0
Step 4. Operating Duty Cycle	Max Duty Cycle (%)	45,45%
	Min Duty Cycle (%)	22,73%
Step 5 - Switching Frequency	Desired Fsw (KHz)	300
	Rt (kΩ)	20,80
Step 6 - Output Inductor Value	Suggested Lo (μH)	10,0
	Your Selected Lo (μH)	10,0
Step 7 - Output Capacitors	Cout1 (μF)	20
	Cout1 ESR (Ω)	0,002
	Cout2 (μF)	150
	Cout2 ESR (Ω)	0,022
	Cout Total (μF)	170
	Ripple Voltage ΔVout (mV)	37,6
		0,75% of Vout.
Step 8 - VIN Undervoltage Shutdown	Required ?	Yes
	VIN Under Voltage Rising-Edge Threshold (V)	34
	Ruv2 (kOhm)	10
	Ruv1 (kOhm)	273
	VIN UVLO Hysteresis	2,70
	VIN Under Voltage Threshold (V)—VIN Falling Edge	31,30
	UVLO Filter Time Delay (μs)	200
	UVLO Filter Capacitor Cft (μF)>	0,083
Step 9 - Feedback Resistors	Application Specified Vout(V)	5,5
	U3 (Reference)	LMV431A
	Rfb2 (Ω)	8 060
	Rfb1 (Ω)	23 873
Step 10 - Cbst & Cvcc Capacitor	Minimum Required Cvcc (μF)>	0,47
	Your Final Seelction of Cvcc (μF)	1,00
	Minimum Required Cbst (μF)>	0,02
	Your Final Seelction of Cbst (μF)	0,10
Step 11 - Input Filters	Allowed Ripple Voltage on Cin (V)	0,50
	Cin (μF)	3,64

Figure 1 - Isolated Two-Switch Forward Regulator

Рис. 15. Программа для расчета источника питания на LM5015

жения (как было описано ранее, напряжение, возникающее от пульсаций тока дросселя на конденсаторе, находится не в фазе с ним, что требует дополни-

тельной компенсации). В документации LM5017 приведены три рекомендуемые схемы компенсации в зависимости от того, что важнее в конкретной разработ-

ке — минимальные пульсации или минимальная цена решения (рис. 12).

Также в документации можно найти интересную реализацию гальвани-

чески развязанного источника питания на LM5017 (рис. 13), а более подробное описание этого дизайна с использованием дросселя **LPD5030V-333ME** от компании **Coilcraft** — в документе AN-2204 на отладочную плату **LM5017ISOEVAL**.

Реализация изолированных источников питания

Как отмечалось ранее, для быстрого старта в разработке и прототипировании изолированного DC/DC-преобразователя очень удобно иметь под рукой готовый трансформатор. Компания Coilcraft предлагает целый ряд готовых серийно выпускаемых трансформаторов, предназначенных для работы с микросхемами Texas Instruments (таблица 3).

Наиболее удобным и универсальным решением является микросхема LM5015, Coilcraft выпускает для нее трансформаторы практически под любой необходимый диапазон входного напряжения, выходное напряжение и ток. LM5015 — достаточно простая в использовании микросхема с интегрированными верхним и нижним 75-вольтовыми ключами. Такая архитектура позволяет микросхеме работать с входным напряжением, близким номинальному для встроенных MOSFET (т.е. до 75 В).

В преобразователе реализован токовый метод управления и не требуется сложная внешняя компенсация. Рабочая частота задается внешним резистором или с помощью внешнего синхросигнала. Реализованы следующие функции защиты: ограничение тока «от цикла к циклу», защита от перегрева, отключение при падении напряжения на входе ниже заданного уровня. Типовая схема применения LM5015 приведена на рисунке 14.

Удобство применения именно LM5015 связано не только с наличием готовых трансформаторов и простой схемы, но и с наличием excel-программы для расчетов всех компонентов схемы (рис. 15). Данная программа доступна для скачивания по ссылке <http://www.ti.com/litv/zip/snvu060>. Интересной особенностью является то, что, в зависимости от входных параметров программа выдает наименование рекомендуемого для данного дизайна трансформатора. Таким образом, после ввода всех требуемых параметров на выходе вы получаете полную спецификацию на прототип изолированного источника питания.

Заключение

Безусловно, рассмотреть все POL-преобразователи Texas Instruments в

рамках одной статьи невозможно — ведь их число постепенно приближается к 1000! Однако, на примере популярных DC/DC-преобразователей были рассмотрены основные конкурентные преимущества продукции TI, а именно — мгновенная реакция на изменение тока нагрузки, наличие в линейке преобразователей с широким диапазоном входных напряжений и простота реализации гальванически развязанных источников питания.

Литература

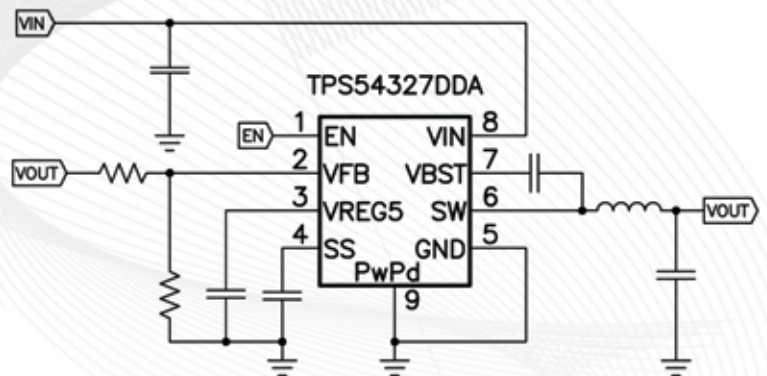
1. “Creating GSM /GPRS Power Supply from TPS54260”. Texas Instruments Application Note SLVA412
2. “D-CAP™ Mode With All-Ceramic Output Capacitor Application”. Texas Instruments Application Report SLVA453
3. Документация на микросхемы TPS54260, TPS54327, LM5576, LM5017, LM5015.

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

КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ:

- Входное напряжение 4,5...18 В
- Выходной ток до 3 А
- Рабочая частота 700 кГц
- Интегрированные MOSFET
- Синхронное выпрямление
- Мгновенная реакция на изменение тока нагрузки
- Корпус SOIC-8 с PowerPAD

TPS54327



Поддержка разработчиков:
E-mail: ti@compel.ru
www.compel.ru/projects-support

Компэл
www.compel.ru