



Сергей Пичугин

РАСШИРЬТЕ ДИАПАЗОН ВХОДНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ – ЗАДЕЙСТВУЙТЕ «SIMPLE SWITCHER®»

До недавнего времени проблему совместимости электронных устройств с различными питающими сетями приходилось решать либо расширением линейки продукции, либо усложнением схемы с введением переключателя диапазона входных напряжений. На сегодняшний день оба способа можно смело признать экономически нецелесообразными. Как же решается эта проблема? Первая из небольшого цикла статей на эту тему посвящена **импульсным понижающим регуляторам с широким диапазоном входных напряжений семейства «Simple Switcher» компании National Semiconductor.**

Что касается бытовых устройств с питанием от сети 110 или 220 В, таких как телевизоры, музыкальные центры и прочие, то для них существует огромное множество контроллеров высоковольтных импульсных источников питания, благодаря применению которых диапазон входных напряжений от 80 до 240 В – уже не проблема. В этой области все решилось быстрее, в том числе, за счет невысоких частот преобразования. А как насчет силовых сетей более низких напряжений, таких как автомобильные или телекоммуникационные сети? Начать беседу можно с понижающих неизолированных регуляторов напряжения. Обратимся к несомненному лидеру в разработке и внедрению DC/DC-контроллеров и регуляторов с широчайшим диапазоном входных напряжений – компании National Semiconductor.

Для начала обозначим некоторые понятия, относящиеся к DC/DC-преобразователям от National Semiconductor и прочих производителей аналогичных по назначению приборов. Собственно, «DC/DC» преобразует из постоянного тока в постоянный. Как ни странно, но понятие «DC/DC» американские производители относят только к импульсным преобразо-

вателям. Пусть так и будет, даже несмотря на то, что внутри импульсного преобразователя постоянным, то есть непрерывным током «мало где пахнет». А что такое «контроллер» и кто такой «регулятор»? В устоявшемся понимании интегральная схема «регулятор» от простого «контроллера» отличается встроенными выходными силовыми элементами, такими как силовой транзистор или диод. Другими словами, интегральная схема «регулятор» по своей топологии намного ближе к законченному решению.

Как уже говорилось, в номенклатуре компании National Semiconductor существует множество ИС для понижающих DC/DC-преобразователей с широчайшими диапазонами входных напряжений (до 90 вольт!). Мы возьмем самую большую и заслуживающую особого внимания группу преобразователей, относящуюся к семейству «Simple Switcher». Почему это семейство заслуживает первоочередного внимания? Ответ находится в самом названии семейства: все ИС этой группы внешне очень просты и требуют минимального количества обвязки. А если учесть уровень технической поддержки в виде доступного на сайте компании программного обеспечения



Двухсотвольтовые моноусилители

Компания National Semiconductor предлагает две новые 200-вольтовые микросхемы – моноусилители **LME49811** и **LME49830**, которые могут быть использованы в выходных каскадах аудиоусилителей мощности.

Приборы имеют чрезвычайно низкий уровень искажений (THD+N) – не более 0,00035% для LME49811 и 0,0006% для LME49830, экономят место на плате, поскольку позволяют отказаться от 25 внешних компонентов, выпускаются в 15-выводных корпусах TO-247, развивают на 8-омной нагрузке мощность в 500 Вт. Усилитель LME49811 обеспечивает скорость нарастания сигнала 40 В/мкс, уровень PSRR 115 дБ, выходной ток 9 мА, уровень шума на выходе не более 100 мкВ, питается от двуполярного источника с напряжением от +20 до +100 В. Усилитель LME49830 имеет скорость нарастания 40 В/мкс, PSRR 115 дБ, уровень шума 42 мкВ, выходной ток 60 мА, напряжение питания от +20 до +100 В.

для расчета элементов схемы преобразователя, то эти микросхемы можно смело отнести к системе «установил – задействовал – работает».

National Semiconductor подразделяет ИС для понижающих конвертеров на три подгруппы:

- преобразователи с максимальным входным напряжением более 25 В;
- преобразователи с максимальным входным напряжением от 7 до 25 В;
- преобразователи с допустимым входным напряжением менее 7 В.

Нас интересует подгруппа с самым широким диапазоном входных напряжений. Итак, возьмем на рассмотрение все ИС понижающих неизолированных преобразователей с максимальным входным напряжением более 25 В, относящиеся к семейству «Simple

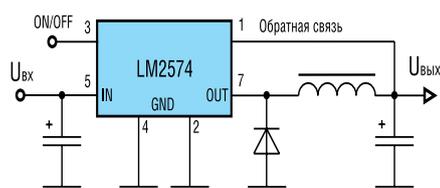


Рис. 1. Типовая схема включения LM2574/ LM2574HV

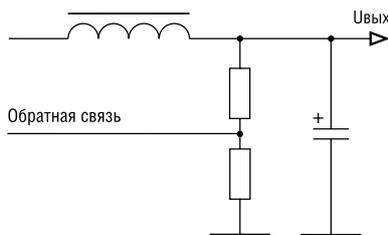


Рис. 2. Организация обратной связи при подключении регулируемой версии LM2574 (ADJ)

Свойства:

- синхронное преобразование для высокой эффективности при низких выходных напряжениях вплоть до 0,8 В
- архитектура Constant ON-Time (COT) обеспечивает быстрый отклик на изменение входного напряжения и нагрузки
- стабильность работы с керамическими конденсаторами
- частота преобразования до 1 МГц.

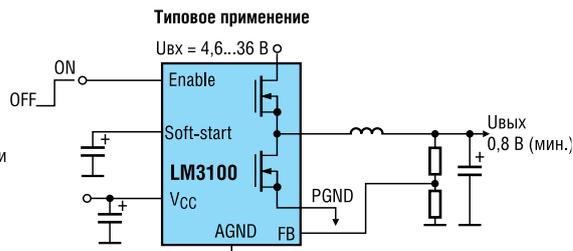


Рис. 4. Типовая схема включения и особенности регулятора LM3100

Switcher». По этой выборке на сегодняшний день получается список позиций, отображенный в таблице 1. Отмечу, что все ИС этой группы являются именно регуляторами.

Рассмотрим более подробно некоторые ИС из таблицы 1.

LM2574 — серия ШИМ-регуляторов, позволяющая создать понижающий DC/DC-преобразователь с превосходными регулировочными свойствами и максимальным током в нагрузке до 500 мА. Диапазон входных напряжений для этих микросхем составляет от 4 до 40 В (для LM2574..) и до 60 В (для LM2574HV..)! Для заказа доступны варианты с фиксированными значениями выходных напряжений 3,3 В; 5 В; 12 В; 15 В, а также вариант с регулируемым выходом. Прибор требует минимального количества внешних компонентов, что показано на типовой схеме включения (рис. 1). Порядковые номера выводов LM2574 на рисунке 1 указаны для версии в корпусе MDIP-8.

Как видно из типовой схемы включения, регуляторы этой серии предельно просты в подключении. Внутри же LM2574 далеко не проста: помимо стандартных ШИМ-узлов, генератора фиксированной частоты 52 кГц и силового

транзистора, ИС содержит ограничитель тока выходного ключа, цепь защиты от превышения температуры и схему переключения в «спящий режим». На схеме у LM2574 можно заметить два «земляных» GND-вывода, это сделано для более правильной трассировки печатной платы. Один из выводов «силовой», другой вывод — от внутренних сигнальных цепей. Для того чтобы задействовать регулируемую версию LM2574, необходимо изменить схему включения так, как это показано на рисунке 2. Делитель из резисторов задает выходное напряжение исходя из того, что источник опорного напряжения внутри микросхемы настроен на напряжение 1,23 В (оно же должно получиться на нижнем резисторе делителя).

LM2574, как, впрочем, и все импульсные регуляторы семейства «Simple Switcher» — отличная замена линейных регуляторов типа «78XX» в приложениях, где возможна значительная разность входного и выходного напряжения. Внедрение такого импульсного регулятора позволит значительно расширить диапазон входных напряжений и резко повысить КПД устройства. На первый взгляд может показаться, что такое решение будет дороже по

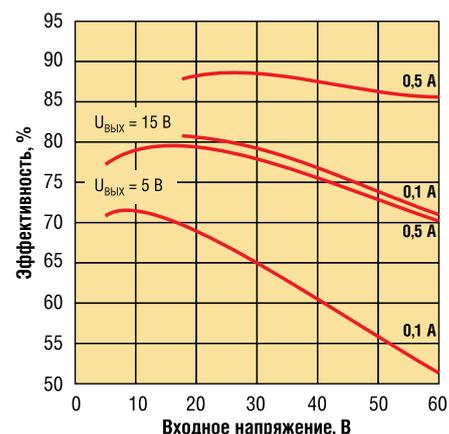


Рис. 3. Зависимость КПД преобразователя LM2574 от входного напряжения при различных токах и напряжениях на выходе

стоимости, но для начала я предлагаю вспомнить о недешевом и технологически «неудобном» в производстве радиаторе. В случае с LM2574 радиатор вам не потребуется. Также, я думаю, у каждого найдутся простые способы подсчитать экономическую выгоду от внедрения устройства, менее требовательного к входному питанию, но с более энергетически эффективной работой и со значительно меньшими габаритами.

На рисунке 3 показана зависимость эффективности преобразования законченного понижающего DC/DC-преобразователя на базе LM2574HV от входного напряжения при различных напряжениях и токах в нагрузке. Разумеется, в небольших пределах КПД будет зависеть от типа выбранного дросселя и фильтрующих конденсаторов.

Микросхемы серии LM2574 доступны в двух корпусах — 8-выводном DIP и 14-выводном широком (Wide) SOIC.

LM2594 — аналогичные LM2574 по структуре импульсные регуляторы напряжения. Отличие в основном состоит в значении частоты преобразования — у LM2594 она равна 150 кГц. Второе важное отличие — наличие малогабаритного 8-выводного узкого (Narrow) корпуса SOIC. При более высокой частоте преобразования нам потребуются меньшая выходная индуктивность и емкость. Благодаря этим отличиям разработчик может дополнительно снизить занимае-

Таблица 1. Понижающие «Simple Switcher» регуляторы National Semiconductor с Увх. макс. > 25 В

Наименование	Диапазон входных напряжений, В		Частота преобразования, кГц		On/Off вход	Регулируемое выходное напряжение, В		Фиксированное выходное напряжение, В				Возможное корпусное исполнение
	от	до	мин	макс		от	до	3,3	5	12	15	
Выходной ток до 0,5 А												
LM25574	6	42	50	1000	+	1,23	37					TSSOP-16
LM2574	4	40	52		+	1,23	37	+	+	+		SOIC(W)-14; MDIP-8
LM2574HV	4	60	52		+	1,23	57	+	+	+	+	SOIC(W)-14; MDIP-8
LM2594	4,5	40	150	150	+	1,23	37	+	+	+		SOIC(N)-8; MDIP-8
LM2594HV	4,5	60	150	150	+	1,23	57	+	+	+		SOIC(N)-8; MDIP-8
LM2597	4,5	40	150	150	+	1,23	37	+	+	+		SOIC(N)-8; MDIP-8
LM2597HV	4,5	60	150	150	+	1,23	57	+	+	+		SOIC(N)-8; MDIP-8
LM2671	6,5	40	260	260	+	1,23	37	+	+	+		LLP-16; SOIC(N)-8; MDIP-8
LM2674	6,5	40	260	260	+	1,23	37	+	+	+		LLP-16; SOIC(N)-8; MDIP-8
LM5574	6	75	50	500	+	1,23	70					TSSOP-16
Выходной ток до 1 А												
LM3103 (750 мА)	4,5	42	—	1000	—	0,6	38					TSSOP-16
LM2575	4	40	52		+	1,23	37	+	+	+	+	TO263-5; TO220-5; SOIC(W)-24; MDIP-16
LM2575HV	4	60	52		+	1,23	57	+	+	+	+	TO263-5; TO220-5; SOIC(W)-24; MDIP-16
LM2590HV	4,5	60	150	150	+	1,23	57	+	+			TO263-5; TO220-5
LM2591HV	4,5	60	150	150	+	1,23	57	+	+			TO263-5; TO220-5
LM2595	4,5	40	150	150	+	1,23	37	+	+	+		TO263-5; TO220-5
LM2598	4,5	40	150	150	+	1,23	37	+	+	+		TO263-5; TO220-5
LM2672	6,5	40	260	260	+	1,23	37	+	+	+		LLP-16; SOIC(N)-8; MDIP-8
LM2675	6,5	40	260	260	+	1,23	37	+	+	+		LLP-16; SOIC(N)-8; MDIP-8
Выходной ток до 1,5 А												
LM3100	4,5	36	—	1000	-	0,8	32					TSSOP-20
LM25575	6	42	50	1000	+	1,23	37					TSSOP-16
LM5575	6	75	50	500	+	1,23	70					TSSOP-16
Выходной ток до 2 А												
LM2592HV	4,5	60	150	150	+	1,23	57	+	+			TO263-5; TO220-5
LM2593HV	4,5	60	150	150	+	1,23	57	+	+			TO263-7; TO220-7
Выходной ток до 2,5 А												
LM3102	4,5	42	—	1000	—							TSSOP-20
Выходной ток до 3 А												
LM25576	6	42	50	1 000	+	1,23	37					TSSOP-20
LM2576	4	40	52		+	1,23	37	+	+	+	+	TO263-5; TO220-5
LM2576HV	4	60	52		+	1,23	57	+	+	+	+	TO263-5; TO220-5
LM2596	4,5	40	150	150	+	1,23	37	+	+	+		TO263-5; TO220-5
LM2599	4,5	40	150	150	+	1,23	37	+	+	+		TO263-7; TO220-7
LM2670	8	40	260	260	+	1,23	37	+	+	+		TO263-7; TO220-7; LLP-14
LM2673	8	40	260	260	—	1,23	37	+	+	+		TO263-7; TO220-7; LLP-14
LM2676	8	40	260	260	+	1,23	37	+	+	+		TO263-7; TO220-7; LLP-14
LM5576	6	75	50	500	+	1,23	70					TSSOP-20
Выходной ток до 5 А												
LM2677	8	40	260	260	+	1,23	37	+	+	+		TO263-7; TO220-7; LLP-14
LM2678	8	40	260	260	+	1,23	37	+	+	+		TO263-7; TO220-7; LLP-14
LM2679	8	40	260	260	—	1,23	37	+	+	+		TO263-7; TO220-7; LLP-14

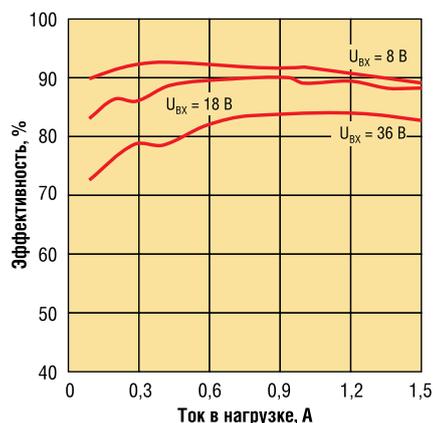


Рис. 5. Зависимость LM3100 КПД от тока нагрузки для разных входных напряжений



Рис. 6. Расшифровка наименования импульсных регуляторов National Semiconductor

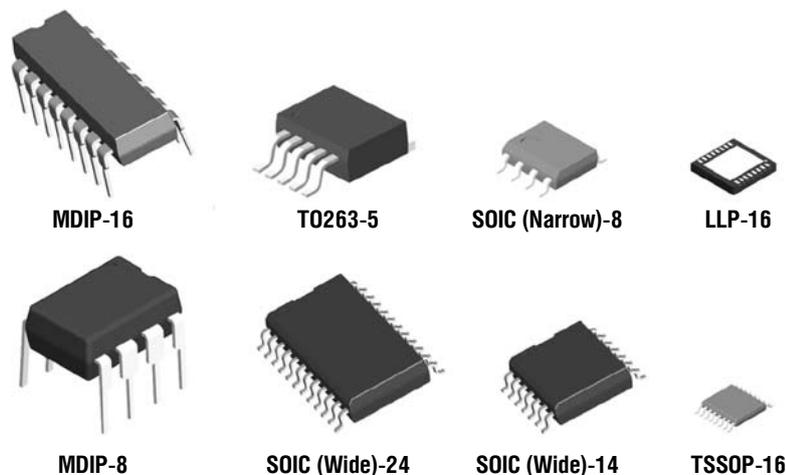


Рис. 7. Варианты корпусов для некоторых регуляторов семейства «Simple Switcher»

мую площадь печатной платы. Но важно помнить, что у ШИМ-регуляторов с фиксированной частотой при малых нагрузках потери на переключение будут преобладать над потерями прямой проводимости. Соответственно, если устройство работает в условиях переменной нагрузки, когда потребляемые токи могут на длительное время уменьшаться, то в этом случае, все-таки, более целесообразно выбрать низкочастотные версии регуляторов.

LM267x — стабилизаторы с входным напряжением от 8 до 40 В, выходными токами до 5 А и фиксированной частотой коммутации 260 кГц. Режим управления — упреждающее регулирование по напряжению. Выпускаются варианты как с фиксированным значением выходного напряжения (3,3; 5,0 или 12 В), так и с регулируемым в пределах 1,2...37 В. Благодаря наличию встроенной коррекции цепи обратной связи

достигаются хорошие параметры по точности выходного напряжения при минимальном числе внешних компонентов. Относительно высокая частота коммутации дает возможность уменьшить габариты элементов выходного фильтра.

LM3100 — еще один яркий представитель понижающих конвертеров с входным напряжением более 25 В — синхронный регулятор, относящийся к семейству «Simple Switcher». Его рекомендуемая схема включения и некоторые особенности приведены на рисунке 4. Синхронный преобразователь — это вариант, при котором вместо диода в качестве нижнего ключа применяется MOSFET-транзистор, что обеспечивает очень малые потери преобразования при больших потребляемых токах и низких выходных напряжениях. Основное применение LM3100 — DC/DC преобразователи с высоким значением КПД и низкой стоимостью для

выходных токов до 1,5 А и выходных напряжений от 0,8 В. При этом, несмотря на большой максимальный рабочий ток — до 1,6 А, микросхема LM3100 имеет очень компактный корпус eTSSOP-20. Гистерезисный принцип управления с фиксированным временем открытого состояния верхнего ключа «Constant ON-Time» (COT) не требует наличия внешних цепей компенсации обратной связи и позволяет быстро отслеживать и компенсировать резкие изменения во входном напряжении и в нагрузке. Высокая частота преобразования позволяет уменьшить размеры внешних пассивных компонентов. LM3100 способен работать с керамическими и прочими конденсаторами с очень низким внутренним сопротивлением. Зависимость КПД от выходного тока при различных входных напряжениях отображена на рисунке 5.

Расшифровку наименования регуляторов от National Semiconductor можно видеть на рисунке 6. Символы «HV» в наименовании указывают на высоковольтную версию регулятора (см. таблицу 1). Коды некоторых корпусов:

- S — TO263
- N — DIP
- M — SOIC
- MH — TSSOP EXP PAD
- MT — TSSOP

Внешний вид этих корпусов можно видеть на рисунке 7.

Для некоторых позиций в конце корня наименования могут добавляться суффиксы «X» или «Y», означающие разные частоты преобразования. Напряжение кодируется по принципу «как есть», к примеру: 3,3 В — «3.3»; 5 В — «5.0»; 12 В — «12»; регулируемая версия — «ADJ».

В обзоре была рассмотрена лишь малая часть наиболее интересных регуляторов от National Semiconductor. Дальнейшее рассмотрение семейства «Simple Switcher» будет продолжено в следующих номерах журнала.

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