



Павел Яцеленко

## НОВЫЙ ПОНИЖАЮЩИЙ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

*Новый понижающий DC/DC-преобразователь L5988 компании STMicroelectronics с высоким КПД, малым питающим напряжением, низким выходным током и регулируемой токовой защитой найдет применение в блоках питания бытовой, медицинской электроники, системах безопасности. Промышленные образцы микросхемы появятся на рынке во второй половине 2008 года.*

Новая разработка компании STMicroelectronics в области DC/DC-преобразователей, микросхема **L5988**, является дальнейшим развитием линейки монолитных преобразователей. Характерные представители этой линейки представлены в табл. 1.

Прежде чем перейти к рассмотрению конкретных характеристик, остановимся на предпосылках, заставляющих разработчиков искать новые подходы и принципы построения вторичных источников питания.

На рис. 1 изображен синхронный ключевой стабилизатор. Он работает следующим образом:

1. Открывается ключ  $Q1$ , и дроссель  $L$  оказывается подключенным одним выводом к источнику питания  $V_{cc}$ , а другим — к конденсатору  $C_{out}$ . По достижении необходимого значения  $V_{out}$ , компаратор в цепи обратной связи управляющего устройства закрывает ключ  $Q1$ .

2. Открывается ключ  $Q2$ , и энергия, запасенная магнитным полем дросселя, заряжает конденсатор  $C_{out}$ . Ключ  $Q2$  работает синхронно с ключом  $Q1$ , поэтому преобразователь называется синхронным. Ключ  $Q2$  должен открываться с некоторым опозданием, для того, чтобы исключить сквозной ток по цепи «источник питания — ключи  $Q1$  и  $Q2$  — земля».

Если заменить ключ  $Q2$  диодом в обратном включении (лучше

с барьером Шоттки), то получим асинхронный преобразователь. Диод будет переходить в проводящее состояние каждый раз, как только закроется ключ  $Q1$  — так как ЭДС, наведенная в дросселе, будет иметь полярность, противоположную первоначально приложенной ЭДС. Применение полевого транзистора в качестве ключа  $Q2$  улучшает передаточные характеристики устройства, особенно при низких значениях напряжения на выходе — в силу низкого (десятки мОм) сопротивления канала сток — исток. Идеальным условием работы этой схемы является постоянная токовая нагрузка — тогда можно рассчитать значения  $L$  и  $C$  таким образом, чтобы энергия за время открытого ключа  $Q1$  распределилась поровну между выходной ёмкостью и катушкой.

А что делать, если нагрузка — не константа? В таких условиях традиционный ШИМ отвечает на изменение тока в нагрузке изменением ширины импульса на своём выходе, что в свою очередь приводит к необходимости выбирать конденсаторы  $C_{in}$ ,  $C_{out}$  с некоторым запасом для обеспечения требуемого тока в самом критическом случае, т. е. при самом широком импульсе на выходе преобразователя. При работе нескольких преобразователей от одного источника питания  $C_{in}$  должен покрывать потребности в энергии для всех преобразователей на случай одновременного открытия ключей  $Q1$ .

Необходимо избавиться от крупногабаритных сглаживающих конденсаторов, а в связи с тем, что частоты преобразования уже перешли рубеж в 1 МГц, то проблема внутренней индуктивности конденсаторов добавляет забот разработчикам источников питания — необходимы качественные конденсаторы, а это дополнительные финансовые расходы. Выход из сложившейся ситуации напрашивается такой:

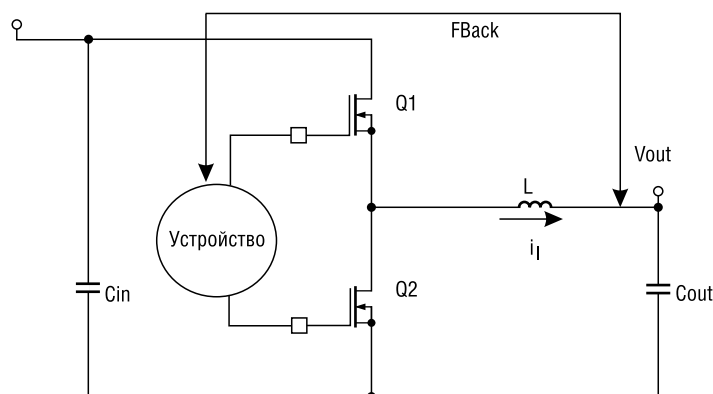


Рис. 1. Типовая схема синхронного ключевого стабилизатора

Таблица 1. Монолитные DC/DC-преобразователи ST

Наименование	Корпус	Температура, °C		U <sub>вх.</sub> , В		U <sub>вых.</sub> , В		I <sub>вых.</sub> , А	Частота преобразования, кГц	Макс. КПД, %
		мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.			
A5970	SO8	-40	85	4,4	36	1,235	36	1	500	—
A5972D	SO8	-40	85	4,4	36	1,235	36	1,5	250	—
L6926	TSSOP8	—	—	2	5,5	0,6	5,5	0,8	1400	95
L5988	HTSSOP16	—	—	2,9	18	0,6	18	4	1000	93

Таблица 2. Назначение выводов L5988

№ вывода	Обозначение	Описание
2, 3, 4	V <sub>cc</sub>	Напряжение питания
1, 16	V <sub>out</sub>	Регулируемое напряжение выхода
13, 14, 15	GND	Земля
9	SYNC	Две и более микросхемы можно синхронизировать простым соединением этих выводов вместе. Тот чип, у которого задан наивысший FSW, является Master, а остальные – Slave, причем их частота будет сдвинута на 180° относительно Master
10	FSW	Открытый pin установит частоту 400 кГц, соединение с GND через внешний резистор повысит частоту преобразования до 1 МГц, соединение через внешний резистор с V <sub>ref</sub> (1,8 В) понизит частоту преобразования до 200 кГц
8	FB	Инвертирующий вход усилителя ошибки, который соединяется либо непосредственно, либо через делитель с выходом преобразователя
6	COMP	Pin подключается к усилителю ошибки через компенсирующую цепь
5	SS/INH	Pin задания величины мягкого старта. Подключается через конденсатор на землю. Когда величина напряжения составляет 0,65 В и менее, это устройство отключается
12	V <sub>ref</sub>	Внутреннее опорное напряжение 1,8 В. Использовать совместно с конденсатором 1 мкФ
7	ILIM – ADJ	Вход задания параметров защиты. При соединении этого вывода через резистор с GND порог защиты увеличивается. При соединении через резистор с V <sub>ref</sub> – уменьшается
11	S/O/U	Многофункциональный аналоговый вход – величина поданного напряжения определяет одно из трех функциональных назначений: 1. Включает и выключает синхронизирующую моду после мягкого старта 2. Включает и выключает блокирующую моду OVP 3. Устанавливает порог UVLO для питания шин 3,3 В и 12 В

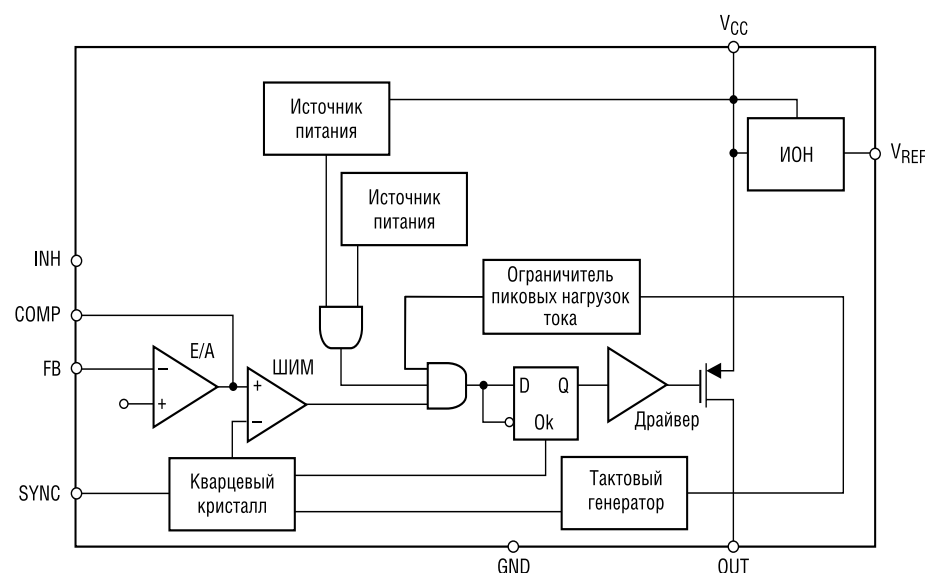


Рис. 2. Блок-схема step-down-преобразователя

а) работать нормированными импульсами короткой длины, изменяя при этом частоту их следования.

б) синхронизировать одновременную работу нескольких DC/DC-преобразователей от одного источника питания.

Для того, чтобы выполнить вышеперечисленные пункты, необходимо интеллектуальное устройство, реализующее упреждающий алгоритм. Такой алгоритм есть, и имя ему – step-down.

На рисунке 2 в упрощенной форме изображена блок-схема step-down-преобразователя.

Идея алгоритма сводится к следующим процедурам:

1. Формировать осциллятором импульсы на расчетные катушку L и конденсатор C<sub>out</sub>, причем эти импульсы должны быть такой длины, при которой рассеянная мощность не превысит 1-2%

2. Выходное напряжение регулировать равным периодом следования нормированных импульсов, при этом исключить «катастрофические» выбросы широких или, наоборот, очень узких импульсов путем равномерного распределения между смежными импульса-

ми на некотором временном промежутке.

3. Ввести цепь обратной связи (выводы FB и COMP), которая должна:

- а) возвращать действующее значение выходного напряжения,
- б) усилить и формировать отслеженные на выходном конденсаторе и обработанные в устройстве E/A высокочастотные пульсации.

4. Задержать сигнал с выходного ключа в сдвиговом регистре FREQUENCY SHIFTER (для L5988 эта величина составляет 2048 шагов (step)) и вернуть его на вход формирующего устройства (down).

5. Синхронизировать совпадение импульсов с E/A и FREQUENCY SHIFTER в устройствах PWM (ШИМ), OSCILLATOR, D-триггер таким образом, чтобы они совпадали во времени, и тем самым осуществить стабилизацию выходного напряжения. Проще говоря, отслеживать и совмещать фазу двух импульсов с задержкой в несколько шагов (отстающий шаг).

6. Ввести устройство синхронизации для нескольких DC/DC-преобразователей, позволяющее распределять импульсы так, чтобы они не перекрывались более чем на 15%. При этом преобразователь, имеющий наивысшую частоту преобразования по отношению к смежному DC/DC, будет ведущим (master).

Итак, мы рассматриваем монолитный DC/DC-преобразователь L5988. «Монолитный» следует понимать как преобразователь со встроенными ключами, в отличие, например, от L6712, где ключи внешние, что, в свою очередь, позволяет разрабатывать преобразователи на большие токи. L5988 обеспечивает максимальный ток не более 4 А. В типовом включении рис. 3 схема содержит минимум пассивных элементов, при этом КПД имеет очень хорошие показатели – 93% в пике рис. 4. При этом хочется отметить – лучший показатель, найденный в справочных данных, составляет 96% и принадлежит MAX8566 компании Maxim, но следует учесть, что это традиционный ключевой DC/DC, а для step – down-конверторов этот

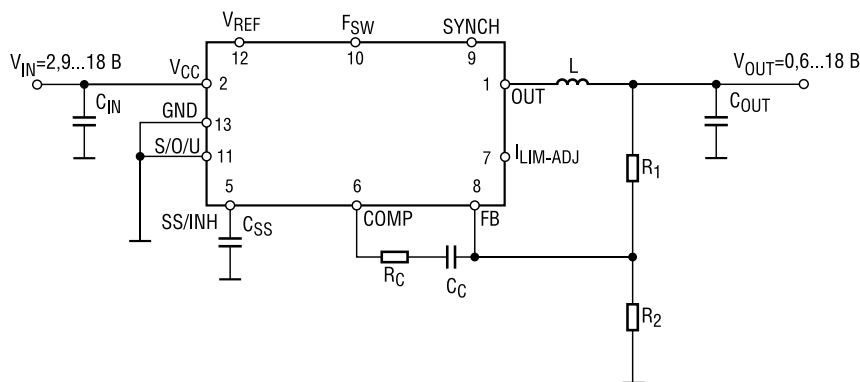


Рис. 3. Типовое включение L5988

показатель на сегодняшний день является рекордным. Микросхема упакована в корпус HTSSOP-16 толщиной 1,2 мм. Назначение выводов указано в табл. 2

Среди других особенностей микросхемы L5988 – то, что время прямой электрической проводимости в низкозагруженном цикле преобразования при частоте преобразования не более 1 МГц составляет 100 нс. Также примечательно наличие токовой защиты с регулируемым порогом.

Диапазон входных напряжений 2,9...18 В стал возможен с появлением технологии BCD6 (Bipolar – CMOS – DMOS version 6). Минимально допустимое напряжение на входе при этой технологии составляет 2 В, и такие микросхемы в линейке DC/DC-преобразователей STMicroelectronics есть – это L6926 и L6928, но максимально допустимое напряжение составляет не более 5,5 В, так что входной диапазон L5988 производит впечатление хорошо продуманного компромисса.

STM предлагает применять этот чип в конструктивах DVD, ТВ, автомобильного аудио, LCD,

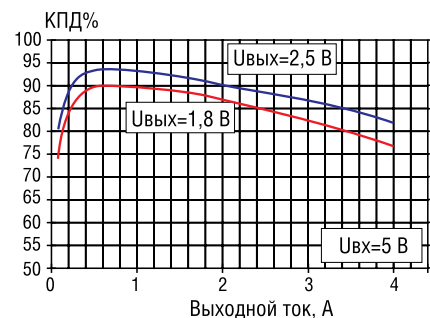


Рис. 4. Зависимость КПД от выходного тока для L5988

XDSL, компьютерных жестких дисков – можно продолжить перечень и далее, ввиду того, что трудно назвать область, где источники питания не востребованы. Потребность в DC/DC-преобразователях на выходные напряжения 3...3,3 В будет и далее возрастать в связи с всеобщей тенденцией понижения питающих напряжений.

Ответственный за направление в КОМПЭЛе – Александр Райхман

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