

Константин Староверов (г. Донецк)

ДО ДВУХ АМПЕР: ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ ТОКА ДЛЯ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ



В статье рассматриваются два семейства микросхем **STCSx** и **L597x** компании **STMicroelectronics**, предназначенные для построения стабилизаторов тока до 2 А с низковольтным входом (до 40 В) по линейной и импульсной архитектурам.



Одним из главных преимуществ осветительных светодиодов — высокой надежностью — можно так и не воспользоваться, если не уделить должного внимания разработке схемы их электропитания. В линейку продукции компании **STMicroelectronics** (далее **ST**) входят интегральные схемы для построения высококачественных источников питания/драйверов осветительных светодиодов. Помимо компонентов для построения сетевых источников питания светодиодов (в т.ч. семейство **Viper** [1]) компания **ST** предлагает широкий ассортимент преобразователей и драйверов с низковольтным (до 55 В) входом (рис. 1). Данные микросхемы находят применение в информационных

дисплеях, электронных табло, знаках и указателях (**STP**, **STPIC**), в портативной электронике для управления светодиодными лампами-вспышками (**STCF**, **L6920D**) и подсветкой TFT-дисплеев диагональю до 17 дюймов (**ST8R00**, **L692x**, **LED770x**, **PM6600**), осветительной технике (**ST1S10**, **STCSxx/A**, **L597xA/AD**, **L598x/A**, **L497x**, **L6902D**) и др. Некоторые из этих микросхем уже были описаны в НЭ [2], поэтому в данной статье ограничимся обсуждением семейств **STCSx** и **L597x**.

Микросхемы STCSx

STCSx — семейство интегральных схем линейных стабилизаторов тока, которые выполнены по технологии **BiCMOS** и идеальны для применений,

где светодиодную нагрузку необходимо питать током до 2 А от источника постоянного напряжения 5, 12 или 24 В. К числу таких применений относятся световые знаки и указатели, подсветка дисплеев портативной электроники, автомобильное освещение, световая сигнализация и др. К преимуществам **STCSx** можно отнести: высокую точность стабилизации тока ($\pm 1\%$) и степень интеграции, гибкость применения и надежность. Возможности микросхем реализует структура, представленная на рис. 2а. Помимо питания светодиодной нагрузки стабилизированным током, величина которого задается внешним токоизмерительным резистором, **STCSx** поддерживают функции управления включением/отключением через вход **EN**, ШИМ-управления яркостью свечения через вывод **PWM**, а также обнаружения отсоединения светодиодной нагрузки и сигнализации об этом на выводе **DISC**. С ассортиментом и основными рабочими характеристиками микросхем **STCSx** можно ознакомиться в таблице 1. Драйверы с литерой «А» в конце наименования отличаются поддержкой дополнительной функции управления длительностью фронтов импульсов выходного тока от десятков микросекунд до десятков миллисекунд. Установка длительности выполняется внешним конденсатором через специальный вывод **SLOPE**. Данная функция необходима в тех случаях, когда предъявляются особые требования к уровню электромагнитных излучений.

Рассмотренные особенности и преимущества приобретают особую значимость при сравнении с аналогичной конкурирующей продукцией. В частности, компания **Maxim** в своем ассортименте имеет линейный стабилизатор тока **MAX16800** аналогичного назначения на входное напряжение до 40 В, однако его возможности ограничены величиной вы-

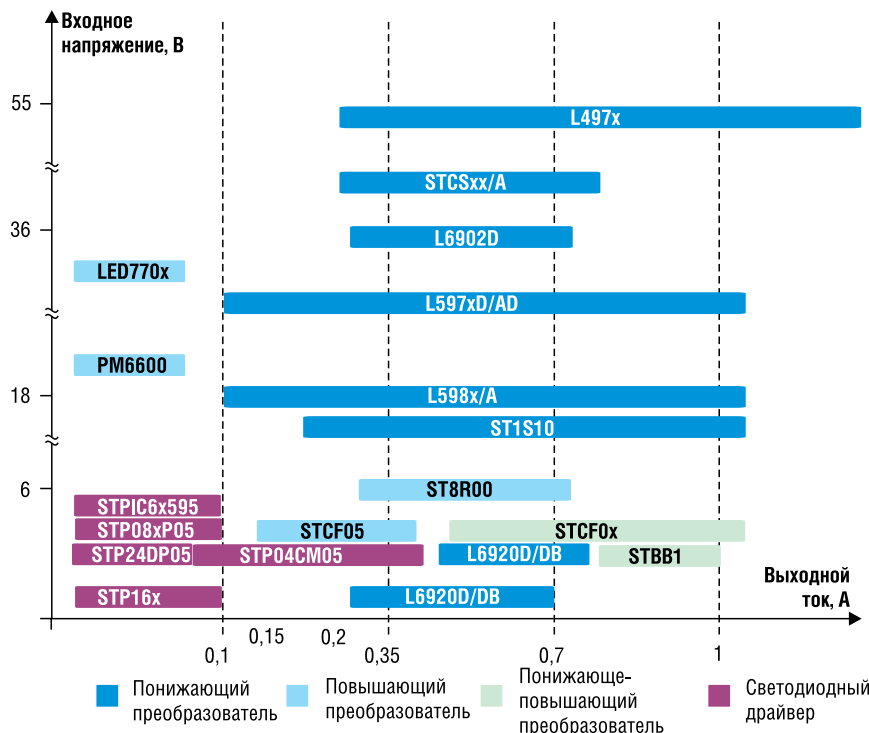


Рис. 1. Компоненты **STMicroelectronics** для построения источников питания светодиодов с низковольтным входом

Таблица 1. Основные характеристики драйверов STCSx

Наименование	I _{OUT} , А	V _{IN} , В	Кол. СД	Корпус	Дополнительные функции
STCS05	0,5	4,5...40	≤9	SO8	1) Вход ШИМ-управления яркостью
STCS05A	0,5	4,5...40	≤9	SO8	2) Диагностика
STCS1	1,50	4,5...40	≤9	DFN3x3-8L/HSOP8	3) Вход включения/отключения EN
STCS1A	1,50	4,5...40	≤9	DFN3x3-8L/HSOP8	
STCS2	2	4,5...40	≤9	PowerSO-10	
STCS2A	2	4,5...40	≤9	PowerSO-10	

Таблица 2. Основные характеристики драйверов L597x

Наименование	Корпус	V _{IN} , В	V _{OUT} , В	I _{OUT} , А	Частота коммутации, кГц	Вывод отключения
L5970AD	SO-8	4,4...36	0,5...35	1	500	Есть
L5970D	SO-8	4,4...36	0,5...35	1	250	Есть
L5972D	SO-8	4,4...36	1,23...35	1,50	250	Нет
L5973AD	HSOP8	4,4...36	0,5...35	1,50	500	Есть
L5973D	HSOP8	4,4...36	0,5...35	2	250	Есть

ходного тока 0,35 А, входного напряжения не ниже 6,5 В, меньшей точностью стабилизации (±3,5%) и более высоким пороговым напряжением на входе FB (204 мВ). Функции обнаружения отсоединения нагрузки и ограничения длительности фронтов не предусмотрены. Еще одно решение предлагает Texas Instruments. Ее микросхема **TL4242** рассчитана на работу с входным напряжением 4,5...42 В, поддерживает функцию обнаружения отсоединения нагрузки, но она также уступает по точности стабилизации (±5%), величине выходного тока (до 0,5 А) и пороговому напряжению на входе FB (177 мВ против 100 мВ).

Преимущества высокой степени интеграции ИС наглядно иллюстрирует схема включения, представленная на рис. 26. Здесь микросхема драйвера дополнена несколькими пассивными компонентами. Порог стабилизации тока 0,5 А задан внешним резистором R_{FB} номиналом 0,2 Ом. Диод, установленный в цепи питания драйвера, предназначен для его защиты от подачи напряжения питания неверной полярности. Поскольку драйвер выполнен по линейной аналоговой схемотехнике, нужно уделять особое внимание выбору напряжения питания драйвера, т.к. от него напрямую зависит мощность, рассеиваемая драйвером: $P_D = (V_{DRAIN} - V_{FB}) \cdot I_{LED} + (V_{CC} \cdot I_{CC})$, а следовательно и температура перехода: $T_J = R_{thJA} \cdot P_D + T_A$, где R_{thJA} – тепловое сопротивление «переход – окружающая среда» корпуса микросхемы; T_A – температура окружающей среды.

Условием правильности выбора параметров схемы является подбор величины T_J не выше рекомендованного в документации значения (например, 110°C для **STCS05A**).

Для облегчения проектирования компания ST предлагает оценочные платы **STEVAL-ILL014V1** на основе **STCS1** и **STCS1A** и **STEVAL-ILL014V1** на основе **STCS1A** и **STCS1A** (рис. 3).

Микросхемы L597x

Микросхемы L597x имеют аналогичное драйверам STCSx функциональное назначение – на их основе возможна реализация стабилизатора тока до 2 А, питаемого напряжением 4,4...36 В. Важное отличие – L597x выполнены по импульсной архитекту-

ре и могут работать при больших перепадах напряжения на драйвере без риска перегрева и с более высоким КПД. Благодаря идентичности функционального назначения и схожести входных/выходных диапазонов микросхемы могут использоваться в тех же применениях, что и STCSx. Однако следует

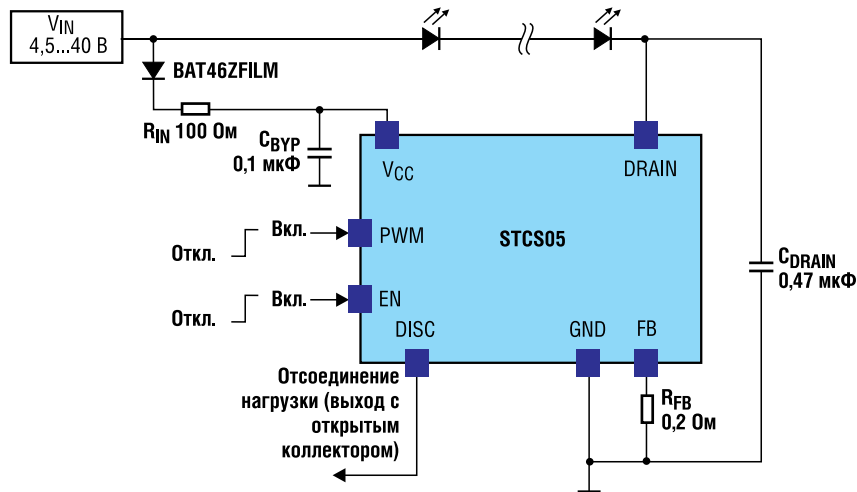
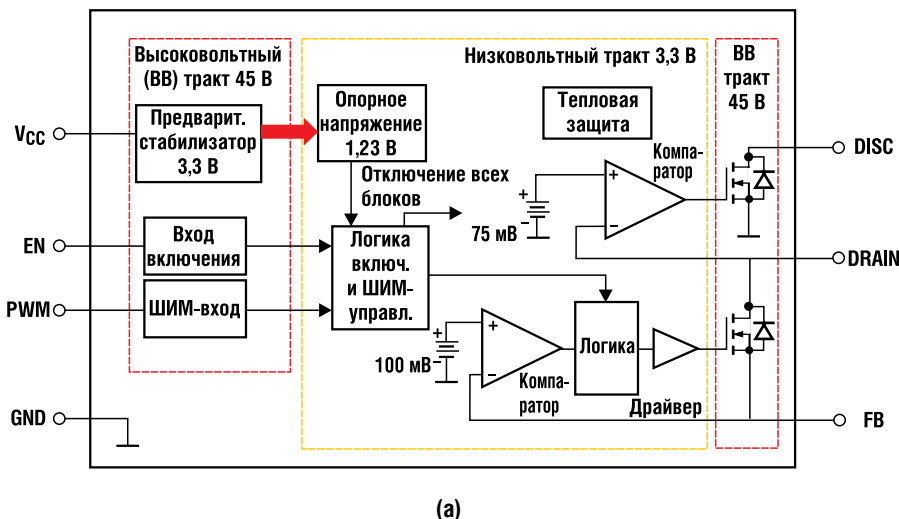


Рис. 2. Структурная схема (а) и схема включения (б) микросхемы STCS05

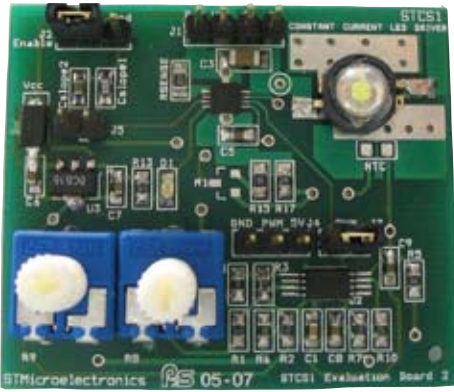


Рис. 3. Внешний вид оценочной платы источника тока на основе STCS1A

учитывать, что разменной монетой за преимущества импульсной архитектуры выступают точность стабилизации ($\pm 2\%$), несколько увеличенная сложность решения, необходимость применения индуктивного элемента и более высокий уровень электромагнитных излучений. Строго говоря, L597x — это не драйверы светодиодов, а импульсные понижающие стабилизаторы на ток нагрузки до 2 А и с возможностью регулировки выходного напряжения в диапазоне от 1,235 до 35 В, на основе которых возможна реализация простой схемы импульсной стабилизации тока. Стабилизаторы L597x выпускаются в миниатюрном 8-выводном корпусе SO. В этот же корпус интегрирован силовой коммутатор (р-канальный DMOS-транзистор с малым сопротивлением открытого канала), что способствует снижению занимаемой площади решения. В целях миниатюризации выходного LC-фильтра предусмотрена работа на достаточно высокой частоте: 250 или 500 кГц. Для полноты учета требований применений с батарейным питанием у L597x предусмотрен вход управления отключением/включением INH. Набор особенностей L597x завершают: возможность взаимной синхронизации микросхем (снижает пульсации входного тока); защита от перегрева и обрыва входа обратной связи; а также доступность внутреннего опорного напряжения ($3,3 \text{ В} \pm 2\%$) на отдельном выводе VREF.

Ознакомиться с ассортиментом стабилизаторов L597x поможет таблица 2, из которой следует, что они главным образом различаются нагрузочной способностью (1; 1,5 или 2 А), частотой коммутации (250 или 500 кГц), наличием или отсутствием вывода INH и типом корпуса (SO-8 или HSOP-8). Посадочное место корпусов SO-8 и HSOP-8 полностью идентично, а отличие между ними состоит в наличии встроенной в основание корпуса HSOP-8 металлической площадки. Данная площадка предназначена для улучшения тепло-

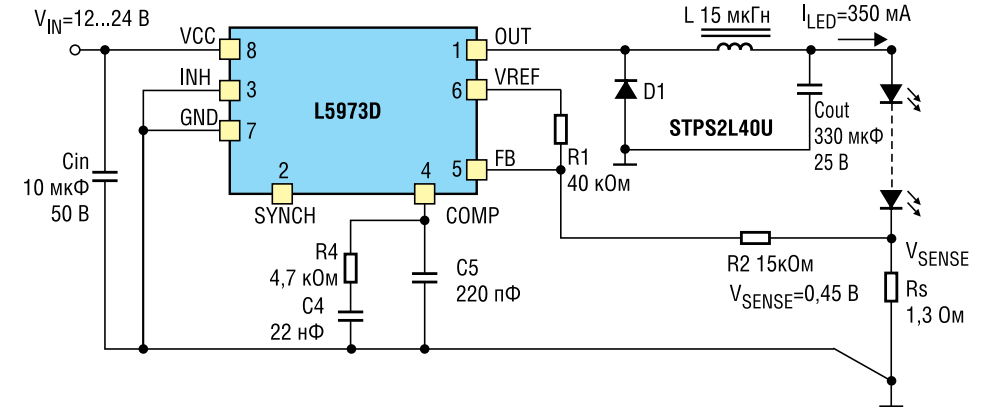


Рис. 4. Понижающий импульсный стабилизатор тока на основе L5973D

рассеивающих свойств корпуса. В этом можно убедиться, оценив параметр теплового сопротивления «переход — окружающая среда»: у SO-8 он равен $120^\circ\text{C}/\text{Вт}$, а у HSOP-8 — $40^\circ\text{C}/\text{Вт}$ (оба значения с учетом монтажа на печатную плату).

На рисунке 4 представлен один из возможных вариантов построения стабилизатора тока. В схеме использован двухамперный стабилизатор L5973D (250 кГц) и обычная понижающая топология. Здесь также демонстрируется, как преодолеть недостаток микросхем L597x — достаточно большое пороговое напряжение на входе FB ($1,235 \text{ В}$), что в случае построения стабилизатора тока приводит к неоправданным потерям мощности на токоизмерительном резисторе, а также к увеличению его габаритов. Для уменьшения порогового напряжения здесь используется одна из упомянутых выше особенностей микросхем — все они оснащены выводом опорного напряжения 3,3 В. Идея заключается в смещении входа FB до некоторого предпорогового уровня по отношению к потенциалу токоизмерительного резистора. На рис. 4 данное смещение реализовано делителем напряжения на резисторах R1 и R2. В результате порог стабилизации тока (I_{LED}) для такой схемы будет равен V_{SENSE}/R_S , где $V_{SENSE} = [V_{FB} - V_{REF} \cdot R_2 / (R_1 + R_2) - I_{FB_BIAS} \cdot R_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)] \cdot (R_1 + R_2) / R_1$. Здесь I_{FB_BIAS} — входной ток смещения по входу FB (номинальное значение 2,5 мкА, максимальное — 4 мкА).

Для приведенных на рисунке номиналов R1, R2 и RS величина V_{SENSE} равна 0,45 В; ток стабилизируется на уровне порядка 350 мА.

Рассмотренная схема позволяет стабилизировать ток через цепочку последовательно включенных светодиодов. Количество светодиодов в такой цепочке — не более девяти (при входном напряжении близком к максимальному). Данное ограничение является следствием использования понижающей топологии. STMicroelectronics также предлага-

ет альтернативные схемы включения по понижающе-повышающей и инвертирующей топологиям [3], которые позволяют преодолеть данное ограничение. В частности, при использовании рекомендуемой понижающе-повышающей схемы количество светодиодов в цепочке может достигать 17 штук при входном напряжении 24 В и выходном токе 350 мА.

Заключение

В статье были рассмотрены два семейства продукции ST, позволяющие реализовать функционально подобные каскады стабилизации тока с близкими электрическими характеристиками по линейной (STCSx) и импульсной (L597x) архитектурам. Оба семейства продукции отвечают условиям применения в портативной электронике и в целом соответствуют всем современным тенденциям совершенствования электронной техники: размещены в миниатюрном корпусе, отличаются простотой и миниатюрностью схемы включения, гибкие в применении, допускают возможность перевода в отключенное состояние и оснащены всеми необходимыми для обеспечения высоконадежной работы защитами. Более детально ознакомиться с ними, а также с другими микросхемами для светотехнических применений можно на сайте компании ST www.st.com/lighting.

Литература

1. Староверов К. Новинки линейки Viper // Новости электроники, №2, 2009 — С. 15-18.
2. Староверов К. Драйверы светодиодов STMicroelectronics // Новости электроники, №2, 2009 — С. 23-27.
3. Брошюра «Energy-efficient solutions for LED lighting», STMicroelectronics, October 2009 — 52 стр.

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