

Новые светодиодные драйверы ON SEMI

с понижающей топологией

Компания ON Semiconductor выпускает широкую номенклатуру светодиодных драйверов с использованием различных технологий преобразования энергии. Статья содержит обзор новинок светодиодных драйверов ON Semi, в которых используется понижающая топология. Высокая эффективность преобразования энергии при малых размерах изделий, адекватной цене и высокой степени надежности — ключевые элементы стратегии фирмы.

Топология с понижающим преобразователем используется для тех приложений, где входное напряжение питания выше напряжения, требуемого для питания светодиодной цепочки. Следующим важным параметром, определяющим выбор необходимого драйвера для управления светодиодной структурой, является уровень рабочего тока. В настоящее время в большин-

стве светодиодных осветительных приборов используются мощные белые светодиоды с рабочим током 350 мА и 1 А. Для создания светильников с требуемым уровнем светотехнических характеристик используется как параллельное, так и последовательное включение светодиодов. При параллельном включении могут потребоваться драйверы с током более 1 А. В качестве критерия для

выбора по току могут быть использованы пороговые значения 350 мА и 1,2 А. На рис. 1 показано дерево выбора светодиодных драйверов, разработанных ON Semi с использованием различных технологий преобразования напряжения.

Линейка светодиодных драйверов ON Semi понижающего типа была дополнена новыми разработками. К ним относятся микросхемы драйверов CAT4201/CAV4201, NCL30160 и NCL30105. В микросхемах CAV4201 и CAT4201 используется один тип кристалла. Поэтому их электрические параметры идентичны. Основное различие между ними заключается в том, что исполнение CAV4201 ориентировано на автомобильный сектор применения, а микросхема выпускается только в корпусе TSOT-23. Драйвер CAT4201 имеет два корпусных исполнения — TSOT-23 и SOIC-8. Как можно заметить на рис. 1, этот набор новинок обеспечивает весь сектор светодиодных приложений с рабочими токами в диапазонах до 350 мА, 350–1200 мА и свыше 1200 мА. В таблице 1 представлены базовые параметры новых драйверов понижающего типа.

Рабочий температурный диапазон для всех микросхем —40...+125 °С.

Следует отметить, что во всех микросхемах драйверов используется гистерезисный метод управления. Для этих микросхем светодиодные цепочки подключаются без непосредственного соединения катодной цепи светодиодов с земляной шиной питания (floating).

Драйвер NCL30160

Драйвер NCL30160 обеспечивает высокую энергоэффективность при управлении светодиодами с рабочим током до 1 А. Его особенность — наличие интегрированного *n*-канального полевого транзистора с ультра низким сопротивлением открытого канала (всего 50 мОм), что значительно ниже, чем у аналогичных драйверов

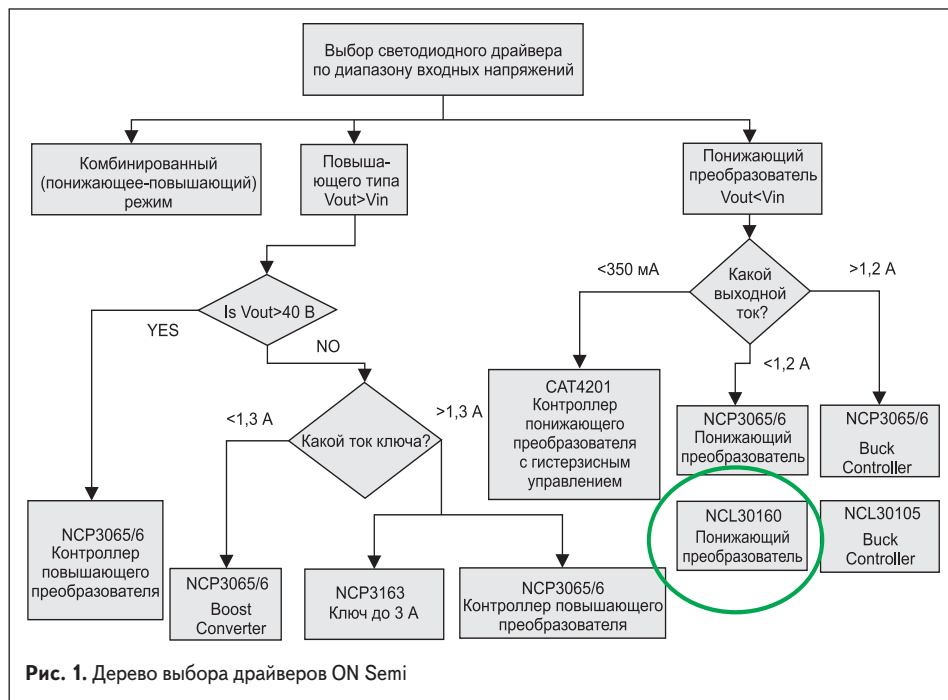


Рис. 1. Дерево выбора драйверов ON Semi

Таблица 1. Сравнительные характеристики новых драйверов понижающего типа On Semi

Тип драйвера/ корпус	Силовой ключ	Ток, мА (КПД, %)	Диапазон входных напряжений, В	Тип управления, частота	Сектор приложения
NCL30160/SOIC-8	Встроенный ключ $R_{ds(on)} = 50 \text{ мОм}$	1000 (до 95)	6,3–40	Гистерезисный, 1,4 МГц. Не требуется компенсация в цепи управления	Автомобильная подсветка, ландшафтное освещение, настольные лампы
CAT4201/SOIC-8 и TSOT-23 CAV4201/TSOT-23	Встроенный ключ 32 В	50–350 (до 94)	3–36	Гистерезисный, от 50 кГц до 1 МГц	Подсветка ЖК-панелей, светодиодные лампы до 7 Вт. Свет в салонах автомобилей и самолетов
NCL30105/SOIC-8	Внешний ключ	250 (выходной), 500 (входной), (до 95)	Питание микросхемы 8–12	Гистерезисный, режим непрерывного тока. По пиковому значению тока, с фиксированным временем t_{off} $F_{max} = 500 \text{ КГц}$	Светодиодные уличные светильники, архитектурная подсветка

с интегрированным ключом, выпускаемых другими компаниями (500~1000 МОм). Это обеспечивает высокий уровень интеграции и малые потери мощности на корпусе. В микросхеме используется гистерезисный метод непрерывного управления током в цепи мощных светодиодов, который обеспечивает отличную фильтрацию выходного токового сигнала и очень быстрый отклик при изменении тока в нагрузке, например при ШИМ-управлении яркостью светодиодов. Высокая частота преобразования, вплоть до 1,4 МГц, позволяет использовать дроссели с малой индуктивностью и малыми габаритами. Это обеспечивает уменьшение размеров платы управления и способствует снижению цены конечного изделия. Микросхема NCL30160 выпускается в стандартном и недорогом корпусе SOIC-8.

Особенности микросхемы:

- встроенный *n*-канальный 1-А полевой транзистор;
- диапазон входных напряжений 6,3–40 В;
- защита при коротком замыкании в цепочке светодиодов;
- частота преобразования до 1,4 МГц;
- не требуется дополнительных элементов для компенсации спада характеристики тока;
- регулируемый ток через светодиодную цепочку;
- управление включением/выключением и яркостью (посредством ШИМ) через единственный вывод;
- допускается установка параллельно цепочке светодиодов керамического конденсатора любого типа, а также и отсутствие выходного конденсатора;
- защита от перегрева кристалла;
- допускается режим со 100%-ной скважностью выходного сигнала (т. е. выходной транзистор постоянно открыт).

Области применения:

- освещение жилых зданий;
- промышленное освещение;
- автомобильное освещение;
- источник постоянного тока для зарядных устройств.

Датчик тока — резистор R_{sense} — стоит в цепи стока встроенного силового транзистора (рис. 2).

Структура микросхемы (рис. 3) содержит:

- стабилизатор напряжения 5 В для питания логики преобразователя;
- мощный полевой *p*-канальный транзистор;
- таймер-формирователь импульса для выключенного состояния транзистора;
- драйверы управления затвором встроенного полевого транзистора;
- схемы управления транзистором;
- три компаратора для формирования сигналов управления транзистором;
- схемы защиты от перегрева.

Этот импульсный источник питания представляет собой инвертирующий понижающий регулятор, управляемый схемой с гистерезисом. Понижающий регулятор работает как и обычный регулятор понижающего типа, за исключением того, что силовой элемент расположен в инвертирующем включении, что позволяет использовать *n*-канальный ключ.

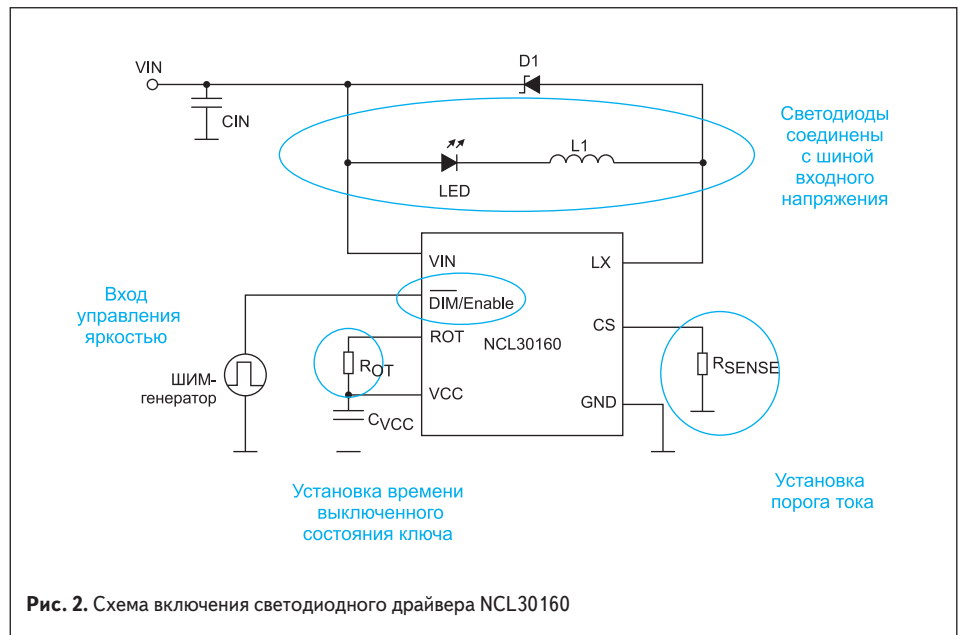


Рис. 2. Схема включения светодиодного драйвера NCL30160

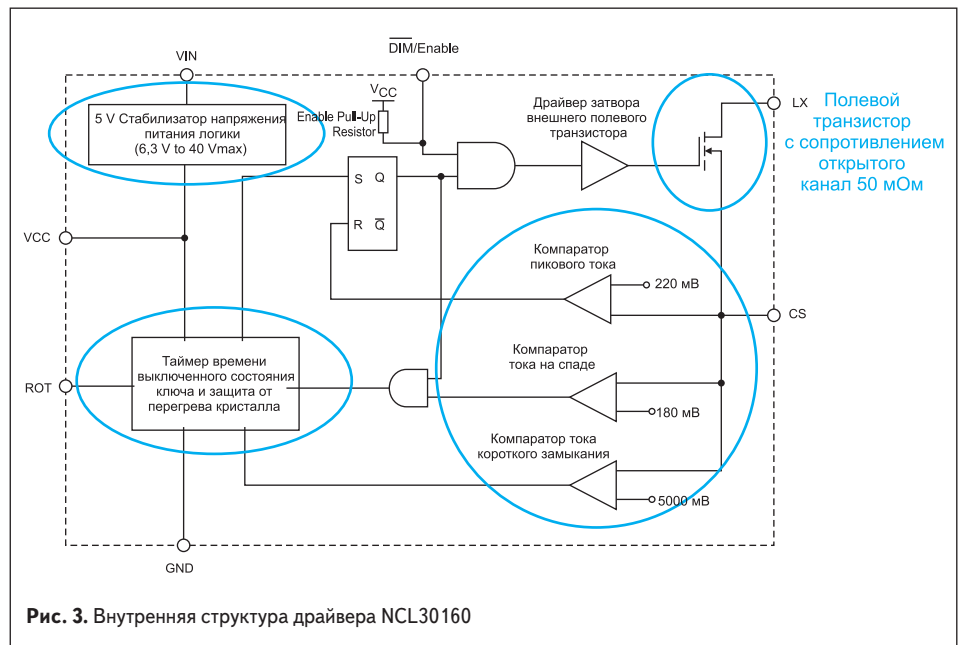


Рис. 3. Внутренняя структура драйвера NCL30160

При включенном состоянии транзистора ток протекает от входа источника напряжения через индуктивность. Когда же транзистор закрывается, ток продолжает протекать через индуктивность и светодиод, но только уже через цепь диода D1. Этот режим обеспечивает поддержание тока через светодиод.

Управление током в цепи светодиода осуществляется так называемым гистерезисным методом.

Максимальная скважность выходного сигнала может достигать 100%, что обеспечивает максимальную эффективность и минимум потерь энергии на преобразователе (рис. 4). В цепи обратной связи используется уровень сигнала не более 0,2 В, что позволяет снизить потери на токовом датчике-резисторе и увеличить КПД преобразователя. Низкое сопротивление внутреннего транзистора обеспечивает малые потери при переключении и меньший нагрев корпуса микросхемы. Не требуется радиатор,

уменьшаются размеры платы преобразователя. Широкий диапазон входных напряжений обеспечивает широкую область применений драйвера.

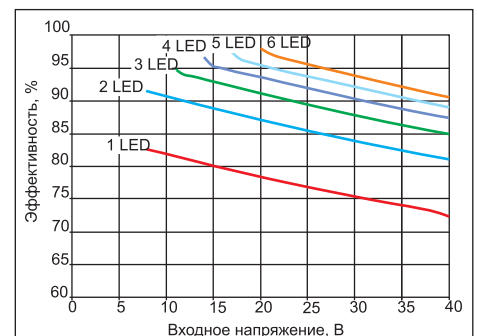


Рис. 4. Зависимость эффективности преобразования от входного напряжения источника и числа светодиодов в цепочке

Таблица 2. Сравнительные характеристики микросхем драйверов светодиодов понижающего типа

	NCL30160	ZXLD1360	PT4115	LM3404	NCP3065	NCL30100
Входное напряжение, В	6,3–40	7–30	8–30	6–42	3–40	6–18
Выходной ток, А	1,0	1,0	1,2	1,2	1,2	не определен
Сопротивление открытого канала встроенного ключа, МОм	50	1000	600	750	1000	внешний
Частота, кГц	50–1400	50–500	100–1000	50–1000	50–250	50–250
Значение тока	пиковое	среднее	пиковое	пиковое	среднее	пиковое
Сквозность, %	100	70	90	70	85	85
Напряжение на токовом датчике, В	0,2	1,25	1,23	0,2	0,25	1,2
Топология	понижающая			комбинированная		понижающая
Тепловое сопротивление корпуса R _{ja} , °C/Вт	85	125	45	155/50	85	178
Тип корпуса	SO-8	TSOT-23-5	SO-8EP	SO-8/SO-8EP	SO-8/PDIP-8/DFN-8	TSOP-6
Вход управления яркостью	+	+	+	+	-	-
Защита от перегрева	+	-	+	+	+	-

В таблице 2 приведены параметры близких по функционалу светодиодных драйверов понижающего типа от разных производителей. Во всех приведенных микросхемах используется гистерезисный способ управления выходным током.

Драйвер NCL30105

Драйвер предназначен для управления питанием мощных светодиодных светильников с рабочими токами более 1,2 А. Используется внешний силовой ключ, которым управляет драйвер. Величина тока определяется параметрами внешнего полевого транзистора. Микросхема NCL30105 использует гистерезисный метод управления по пиковому значению тока и ШИМ-регулирование с фиксированным временем в выключенном состоянии силового транзистора. Используется режим непрерывной проводимости (Continuous Conduction Mode, CCM).

Длительность фазы включенного состояния транзистора (on time) определяется величиной внешнего токового датчика-резистора и заданным уровнем тока. В задающем ШИМ-генераторе обеспечивается подстройка фазы выключенного состояния (off time). Длительность фазы задается внешним резистором R_{toff}. Режим с фиксированным временем закрытого состояния обеспечивает непрерывный ток в нагрузке и не требует дополнительной компенсации спада характеристики тока. В отличие от традиционных методов управления временем, off time не приводит к появлению субгармонической нестабильности. Частота генератора до 500 кГц.

В микросхеме есть вход для подачи ШИМ-сигнала управления яркостью светодиодов. Вход SSTART предназначен для обеспечения плавного старта (soft start) преобразователя. Есть защита от тока короткого замыкания в нагрузке и защита от перегрева кристалла. Мощный выходной каскад обеспечивает управление мощными недорогими *n*-канальными транзисторами в широком диапазоне токов затвора и напряжений питания. Не требуется установка конденсатора параллельно нагрузке. При больших выходных токах необходимо использовать теплоотвод для корпуса микросхемы. В качестве теплоотвода рекомендуется использовать печатные площадки на плате площадью 40×40 мм.

Основные характеристики:

- режим управления по току с постоянным временем выключения;
- регулируемое время фазы выключенного состояния (0,5–10 мкс);
- схема блокирования выбросов на токовом датчике (Leading Edge Blanking);
- нагрузочная способность выхода затворного драйвера — Source 250 мА/Sink 500 мА;
- точность управления током ±5%;
- схема плавного пуска;
- управление яркостью светодиодов логическими сигналами с уровнями 3,3 В;
- защита от перегрева;
- защита от защелкивания в фазе открытого ключа;
- защита от тока короткого замыкания.

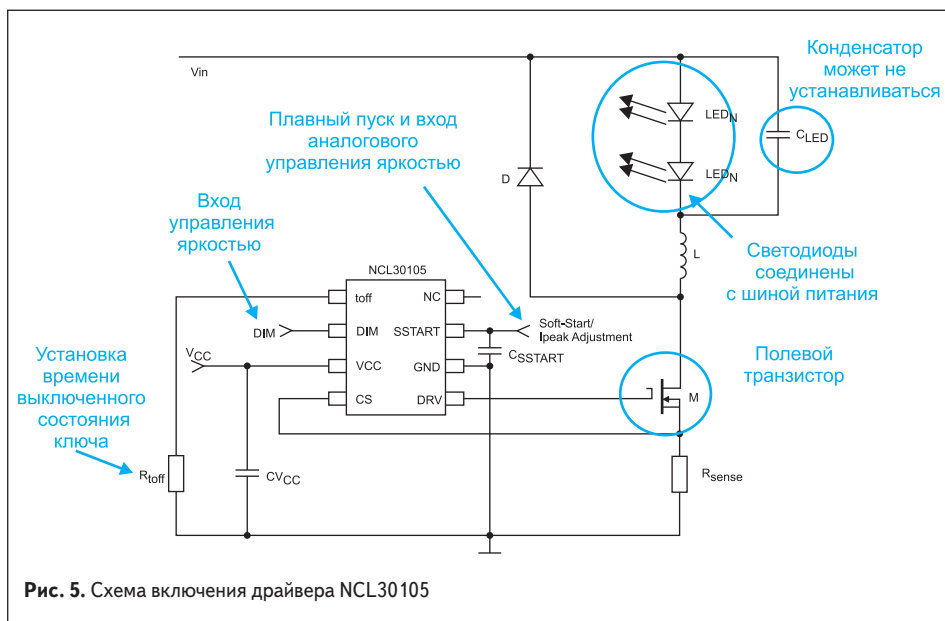


Рис. 5. Схема включения драйвера NCL30105

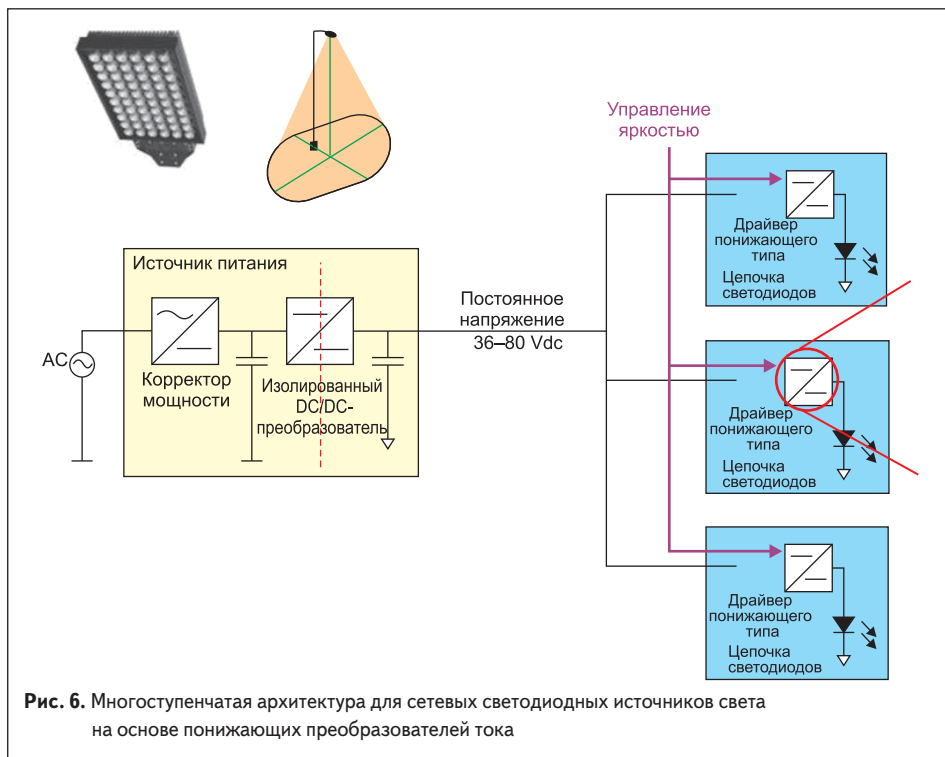


Рис. 6. Многоступенчатая архитектура для сетевых светодиодных источников света на основе понижающих преобразователей тока



Рис. 7. Внешний вид оценочной платы NCL30105GEVB и подключение

ство данной архитектуры заключается в том, что отказ в одной ступени не приведет к отказу всего светильника. Может быть реализовано независимое управление яркостью в каждой цепочке светодиодов. При этом допускается использовать как аналоговое, так и цифровое управление яркостью (ШИМ).

Оценочная плата NCL30105GEVB

Для демонстрации работы драйвера NCL30105 компания ON Semi разработала оценочную плату NCL30105GEVB. На ней реализован преобразователь для питания светодиодной цепочки с мощностью 21 Вт. Входное напряжение питания платы до 80 В, потребляемая мощность по входу 25 Вт, выходное напряжение на цепочке светодиодов — до 60 В. С помощью внешнего ШИМ-генератора можно управлять яркостью светодиодов. На рис. 7 показан внешний вид оценочной платы и подключение входных и выходных цепей.

На рис. 8 показана принципиальная электрическая схема оценочного модуля.

Драйвер CAV4201

Светодиодный драйвер CAV4201 является высокоэффективным конвертером напряжения понижающего типа для управления последовательной цепочкой мощных светодиодов

Области применения:

- драйверы светодиодной задней подсветки ЖК-панелей;
- управление светодиодными линейками;
- уличное светодиодное освещение;
- светодиодные лампы.

Драйвер пригоден для применения в мощных светодиодных светильниках с сетевым питанием (рис. 5). Для увеличения мощности может использоваться система из нескольких параллельных драйверов, работающих со своими светодиодными цепочками. На рис. 6 показана

структура мощного светодиодного светильника для уличного освещения с сетевым питанием, реализованная на базе нескольких параллельных модулей с преобразователями понижающего типа. В качестве этих преобразователей может быть использован драйвер NCL30105.

Входное постоянное напряжение 30–80 В формирует отдельный модуль сетевого питания. Для увеличения КПД в нем используется корректор коэффициента мощности. Сетевой источник гальванически развязан с модулями управления светодиодами. Основное достоин-

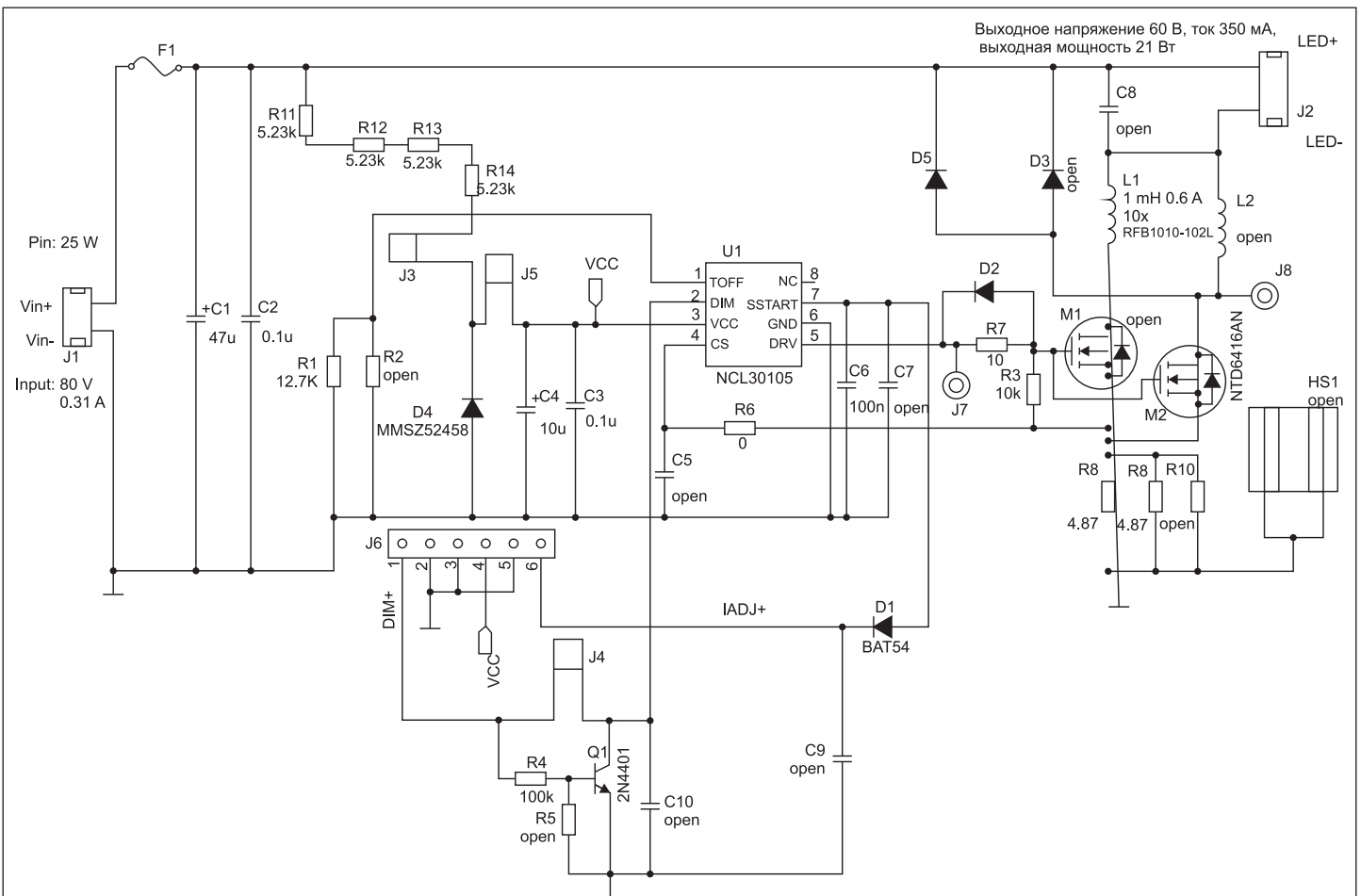


Рис. 8. Схема источника тока для светодиодного светильника мощностью 21 Вт (выходное напряжение 60 В, ток 350 мА, цепочка из 17 светодиодов)

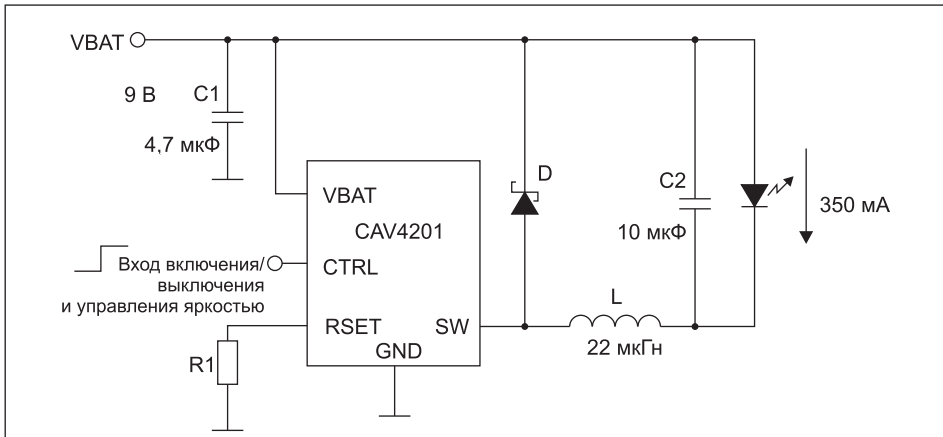


Рис. 9. Схема включения микросхемы драйвера светодиодов CAV4201

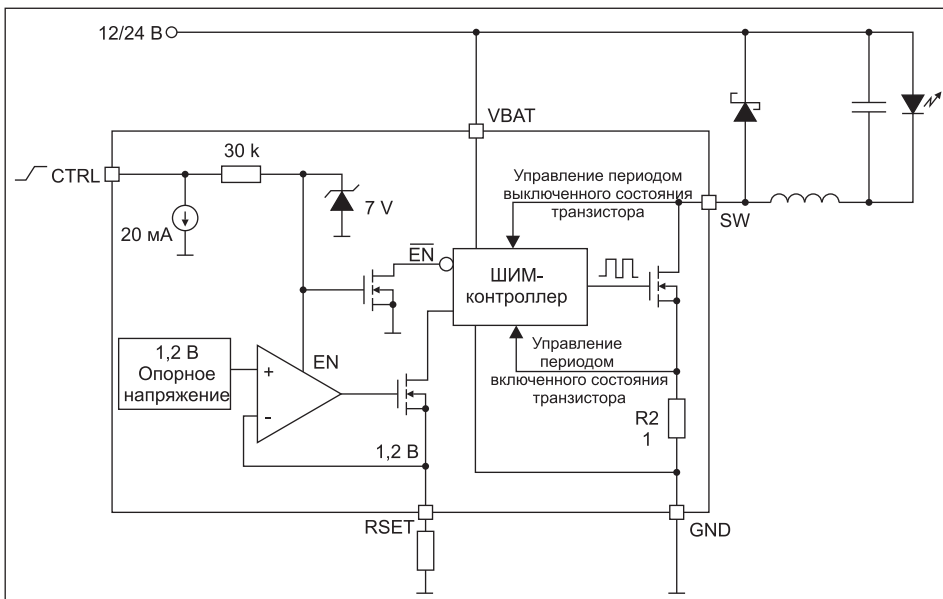


Рис. 10. Внутренняя структура CAV4201

с номинальным током до 350 мА (рис. 9). Рабочее напряжение на цепочке светодиодов может достигать 32 В при максимальном входном напряжении источника питания до 36 В. Патентованный алгоритм преобразователя обеспечивает точную регулировку

тока в цепи нагрузки наряду с высокой эффективностью (до 94%). При обрыве в цепочке светодиодов микросхема прекращает импульсный режим и переходит в защитный

режим с очень малым потреблением тока (около 400 мкА).

Установка тока обеспечивается внешним резистором RSET. Максимальный ток — 350 мА. Архитектура CAV4201 обеспечивает очень малое потребление энергии, позволяя реализовать прибор в компактном корпусе, который не требует дополнительного радиатора (рис. 10). Высокая рабочая частота преобразователя (до 1 МГц) дает возможность использовать дроссели с малой индуктивностью и, следовательно, с малыми размерами. Аналоговое управление яркостью и разрешение работы преобразователя реализуется в микросхеме через единственный вывод — CTRL. Микросхема производится в низкопрофильном пятивыводном корпусе TSOT23.

Прочие параметры CAV4201:

- устойчивость к броскам питающего напряжения до 40 В;
- возможность управления светодиодной цепочкой с суммарным падением напряжения на ней до 32 В;
- защита от перегрева, обрыва и короткого замыкания в цепи светодиода;
- возможность параллельного включения нескольких драйверов для увеличения токовой нагрузки.

Области применения:

- системы освещения с питанием 12/24 В;
- освещение в автомобильном и авиационном секторе;
- системы освещения общего назначения;
- управление питанием ярких светодиодов с током до 350 мА.

Эффективность преобразования зависит от величины входного напряжения и числа светодиодов в последовательной цепочке. КПД преобразования — это отношение падения напряжения на цепочке светодиодов к напряжению питания. На рис. 11 показана зависимость КПД от числа светодиодов в цепочке и величины рабочего тока.

Очевидно, что КПД будет тем меньше, чем больше входное напряжение, меньше число светодиодов в цепочке и больше величина тока (рис. 12).

Микросхема CAV4201 обеспечивает возможность параллельного включения нескольких

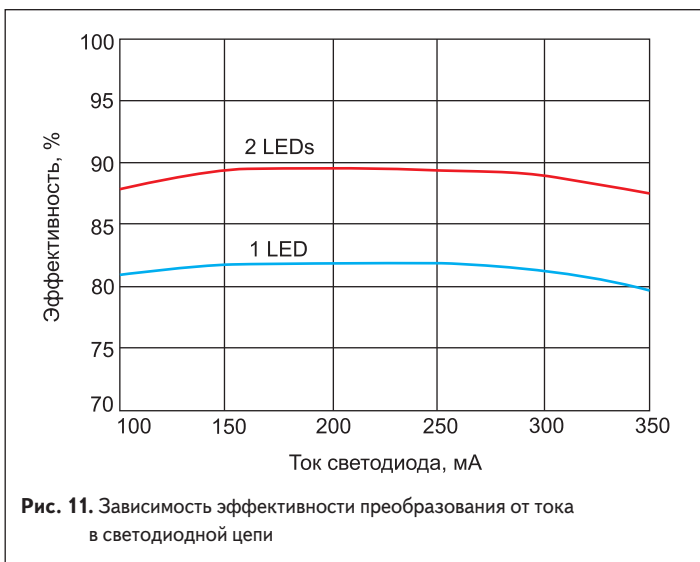


Рис. 11. Зависимость эффективности преобразования от тока в светодиодной цепи

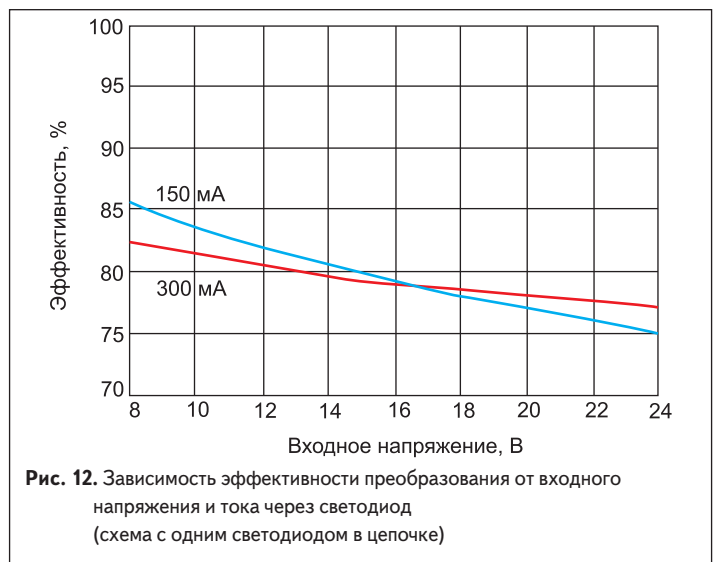


Рис. 12. Зависимость эффективности преобразования от входного напряжения и тока через светодиод (схема с одним светодиодом в цепочке)

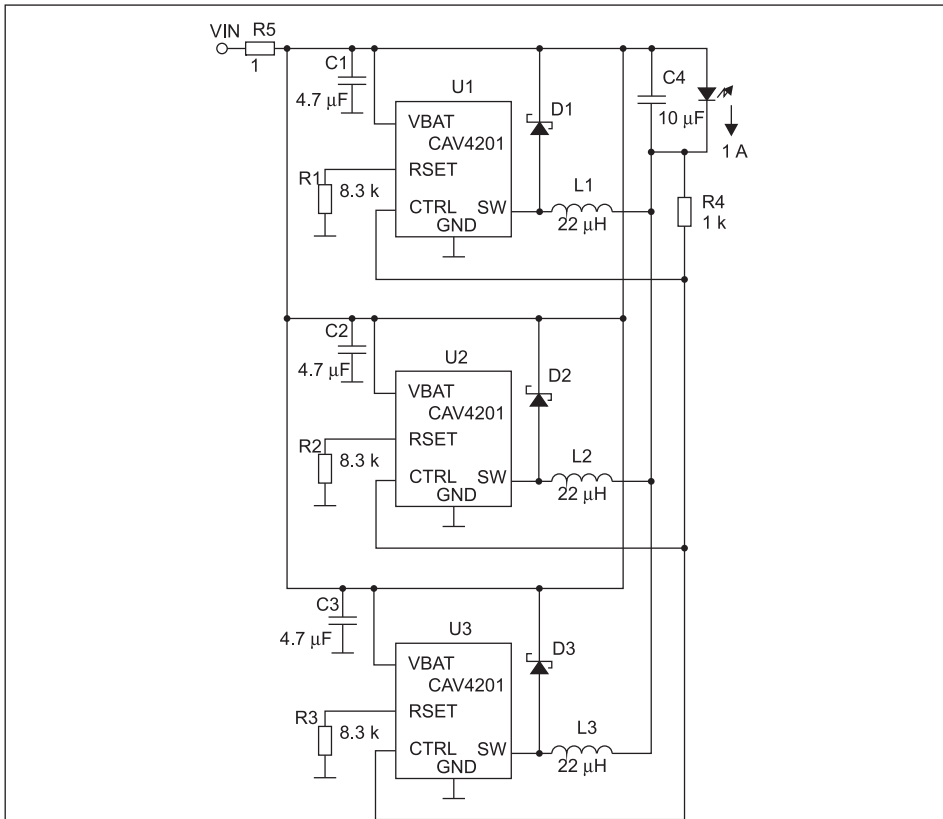


Рис. 13. Параллельное включение трех драйверов для повышения токовой нагрузочной способности до 1 А

драйверов для достижения бóльших, чем 350 мА, значений выходного тока. Например, для управления мощным 1-А светодиодом можно использовать очень компактную схему из трех параллельно включенных драйверов CAV4201, как показано на рис. 13.

Заключение

Новые разработки светодиодных драйверов ON Semi с использованием технологии понижающих преобразователей с гистерезисным методом управления обеспечивают высокие параметры для применения в различных областях. Микросхемы обеспечивают высокую эффективность преобразования при питании светодиодных светильников, высокую надежность и простоту применения при адекватной цене приборов.

Литература

1. NCL30160 1.0A Constant-Current Buck Regulator for Driving High Power LEDs. http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/NCL30160-D.PDF
2. NCL30105 Constant Off Time PWM Current-Mode Controller for LED Applications. http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/NCL30105-D.PDF
3. CAV4201 350 mA High Efficiency Step Down LED Driver. <http://www.onsemi.com/PowerSolutions/product.do?id=CAV4201>