

Сергей Дмитриев |

Драйверы светодиодов:

назначение и функциональные возможности

На рынке светодиодных систем освещения достаточно широко представлены драйверы для питания светодиодов от сети переменного тока 220 В 50 Гц. Но чтобы обеспечить оптимальные режимы работы, одинаковую яркость и цвет свечения светодиодов высокой яркости, требуется постоянный ток из ряда 350, 500, 700 или 1000 мА, в зависимости от их типа. Необходимые для этого модули (источники постоянного тока) можно либо встраивать в саму светодиодную лампу, либо располагать отдельно, чтобы облегчить установку или замену любого другого осветительного оборудования. Однако такие драйверы должны обладать и некоторыми специфическими характеристиками, необходимыми для универсального применения.



Какие характеристики необходимы для драйверов светодиодов?

Хотя светодиодные светильники в 8 раз эффективнее ламп накаливания, они сильно греются из-за внутреннего рассеивания тепла. Если драйвер светодиодов смонтирован рядом с группой светодиодных ламп, он может работать в условиях высокой окружающей температуры, до +80 °С. Поэтому, например, компания Aimtec при разработке своего семейства драйверов светодиодов AMLDL-Z с выходными токами до 1000 мА приняла все меры для повышения КПД до 95% и расширения рабочего диапазона температур до +85 °С при полной нагрузке.

Задача была решена путем применения неизолированной, понижающей топологии преобразования, которая позволила создать весьма компактную конструкцию в корпусе DIP14 (20,3×10,2×6,9 мм, модели с выходными токами 300–700 мА) и в корпусе DIP16 (23,4×14×10,2 мм для модели AMLDL-30100Z с выходным током 1000 мА).

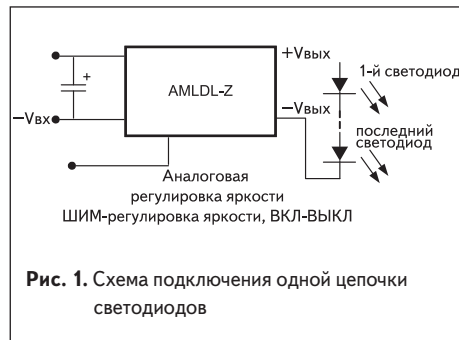


Рис. 1. Схема подключения одной цепочки светодиодов

Основные характеристики светодиодных драйверов серии AMLDL-Z приведены в таблице 1. Необходимо отметить, что серия светодиодных драйверов AMLDL-Z очень проста в применении. Драйверы имеют вход включения-выключения и возможность регулировки яркости свечения светодиодов.

Таблица 1. Основные характеристики светодиодных драйверов серии AMLDL-Z

Наименование	Входное напряжение, В DC	Выходное напряжение, В DC	Выходной ток, мА
AMLDL-3030Z	7–30	2–28	300
AMLDL-3035Z			350
AMLDL-3050Z			500
AMLDL-3060Z			600
AMLDL-3070Z			700
AMLDL-30100Z			1000

Подключение драйверов

Если не требуется регулировка яркости свечения светодиодов, то схема включения драйверов крайне проста. Вход управления можно оставить неподключенным. Одна цепочка последовательно включенных светодиодов (от 1 до 7–8 шт.) просто подключается на выход драйвера (рис. 1). Так как драйвер — это источник постоянного тока, а не напряжения, то токоограничивающий резистор не нужен. Напряжение на выходе драйвера установится автоматически, в соответствии с числом светодиодов в цепочке. При необходимости подключить более 8 светодиодов, можно организовать параллельное подключение нескольких последовательных цепочек из светодиодов, но при этом требуется токоограничивающий резистор в каждой цепочке (рис. 2).

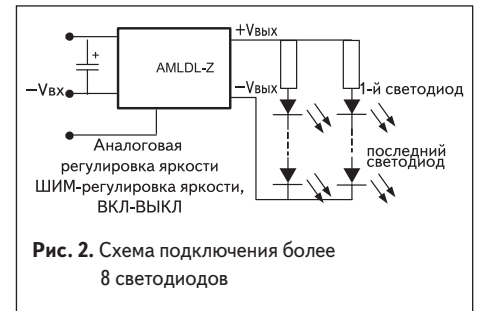


Рис. 2. Схема подключения более 8 светодиодов

Например, чтобы подключить до 9–16 светодиодов с рабочими токами 350 мА, необходимо выбрать драйвер AMLDL-3070Z с выходным током 700 мА и подключить на его выход две последовательные цепочки светодиодов. На выход драйвера AMLDL-30100Z с выходным током 1000 мА можно подключить три такие последовательные цепочки (то есть до 24 светодиодов с рабочим током 350 мА). В случае отсутствия источника напряжения постоянного тока можно включить драйверы светодиодов по схеме, приведенной на рис. 3. Очевидно, что так как в этих драйверах используется понижающая топология преобразования, то входное напряжение должно быть, как минимум, на 2–3 В выше выходного падения напряжения на цепочке последовательно подключенных светодиодов. С точки зрения эффективности, чем больше последовательно соединенных светодиодов под-

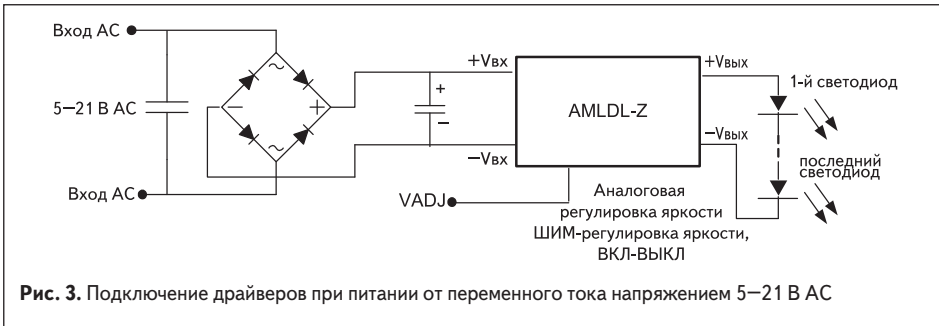


Рис. 3. Подключение драйверов при питании от переменного тока напряжением 5–21 В AC

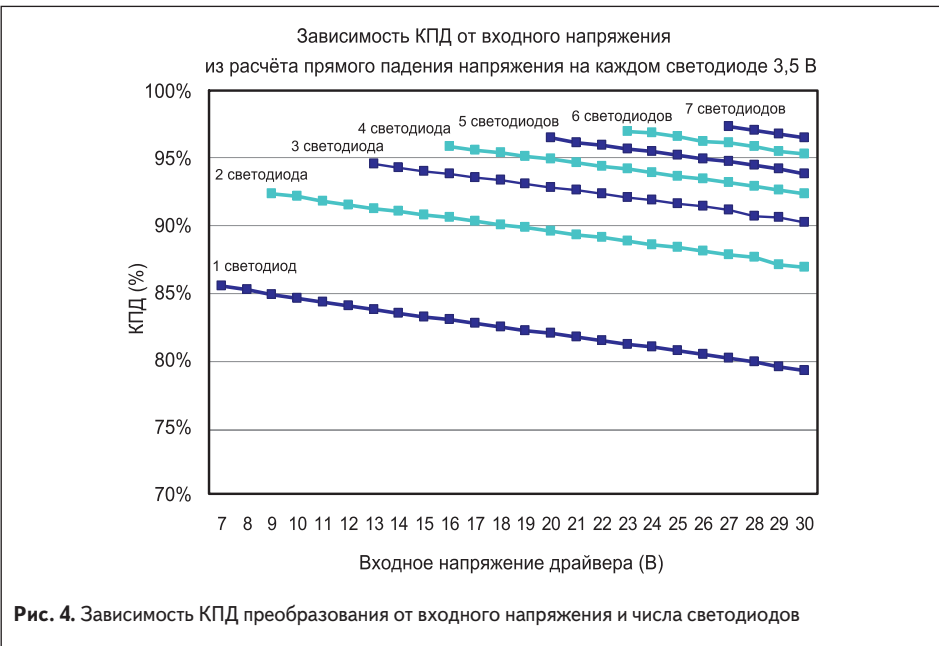


Рис. 4. Зависимость КПД преобразования от входного напряжения и числа светодиодов

ключено на выход драйвера, тем выше КПД преобразования. Это отчетливо видно на рис. 4, где показана зависимость КПД драйвера AMLDL3070-Z от входного напряжения и числа подключенных светодиодов.

Регулировка яркости свечения светодиодов

Все драйверы серии AMLDL-Z имеют вход управления, с помощью которого можно

включать-выключать устройство и регулировать яркость свечения светодиодов.

Есть два способа регулировки яркости:

- аналоговый — изменением напряжения на входе управления;
- цифровой — с помощью широтно-импульсно модулированного (ШИМ) сигнала на том же входе.

Сначала рассмотрим самый простой способ регулировки яркости — аналоговый. Изменение напряжения на входе управления должно

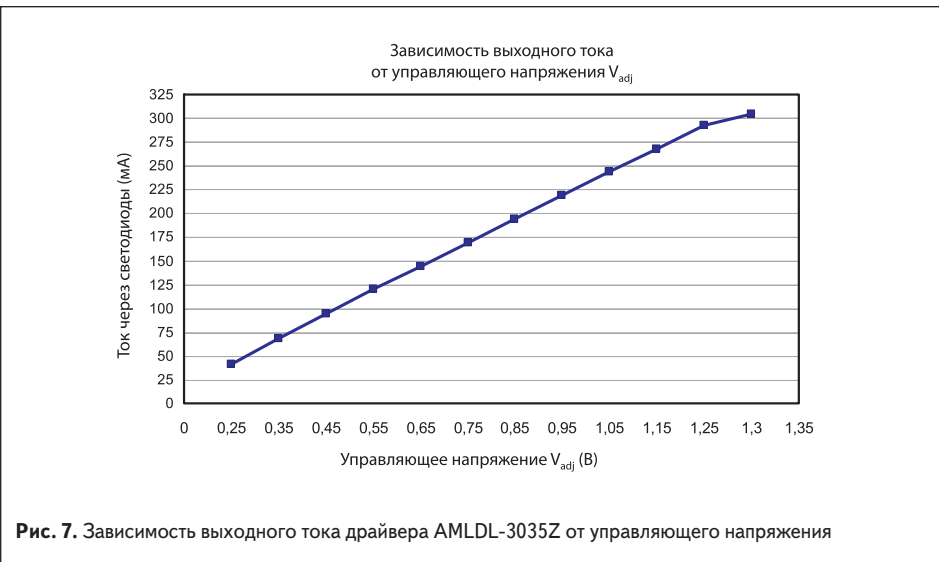


Рис. 7. Зависимость выходного тока драйвера AMLDL-3035Z от управляющего напряжения

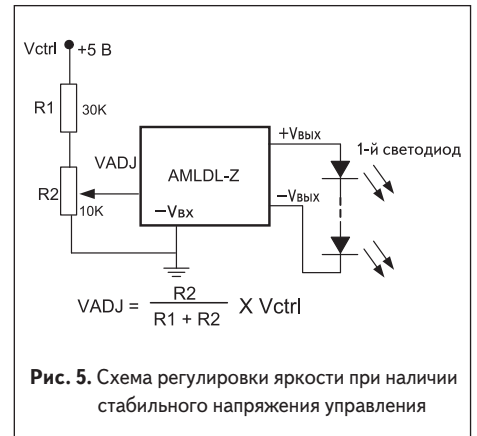


Рис. 5. Схема регулировки яркости при наличии стабильного напряжения управления

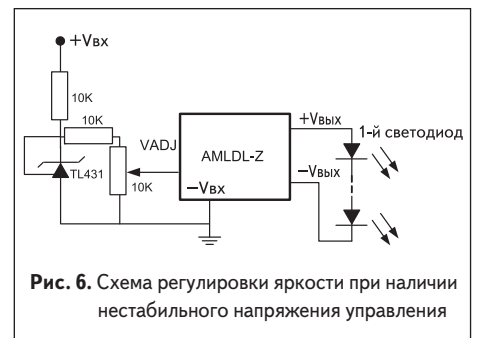


Рис. 6. Схема регулировки яркости при наличии нестабильного напряжения управления

быть в пределах 0,3–1,25 В DC. Схема включения при использовании для регулировки яркости стабильного напряжения приведена на рис. 5. Расчет элементов схемы можно провести по формуле, приведенной на этом же рисунке.

Схема включения при использовании для регулировки яркости нестабильного напряжения приведена на рис. 6.

Величину выходного тока драйвера в зависимости от величины управляющего напряжения V_{adj} можно рассчитать по формуле:

$$I_{out} = (0,08 V_{adj})/X.$$

Значение коэффициента X выбирается из таблицы 2 для соответствующей модели драйвера.

Зависимость выходного тока драйверов от величины напряжения управления (V_{adj}) имеет практически линейный характер и сходна для всех моделей. В качестве примера на рис. 7 приведена эта зависимость для модели AMLDL-3035Z (с максимальным выходным током 350 мА). Характеристики для остальных моделей приведены в документации на эту серию.

Таблица 2. Значение коэффициента X для расчета выходного тока драйвера в зависимости от управляющего напряжения

Наименование	X
AMLDL-3030Z	0,327
AMLDL-3035Z	0,280
AMLDL-3050Z	0,197
AMLDL-3060Z	0,165
AMLDL-3070Z	0,139
AMLDL-30100Z	0,095

Существует еще более простая схема (рис. 8) аналоговой регулировки выходного тока драйвера (и, следовательно, яркости светодиодов), не требующая внешнего источника напряжения.

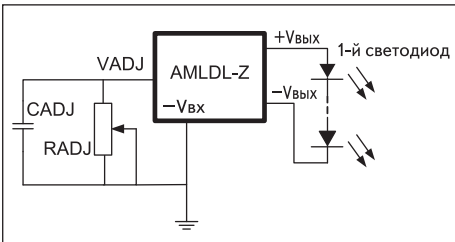


Рис. 8. Схема регулировки яркости с помощью переменного резистора

Как видно из схемы, регулировка яркости светодиодов осуществляется с помощью переменного резистора, подключенного между входом управления V_{adj} и минусом входа. Конденсатор C_{adj} предназначен для снижения воздействия наводок и ВЧ-помех на вход управления. Рекомендуется установить керамический конденсатор с номиналом 0,22 мкФ. Выходной ток драйвера в зависимости от напряжения управления можно рассчитать по формуле:

$$I_{out} = ((0,08/X)R_{adj}) / (R_{adj} + 200),$$

где X — параметр, специфический для каждой модели драйвера (см. табл. 2), I_{out} в А, R_{adj} в кОм

Регулировка выходного тока драйвера с помощью ШИМ-сигнала управления

ШИМ-сигнал с длительностью рабочего цикла D_{PWM} можно подать непосредственно на вход управления, как показано на рис. 9. Выходной ток драйвера в зависимости от длительности рабочего цикла D_{PWM} можно рассчитать по простой формуле:

$$I_{out} = (0,1D_{PWM}) / X, \text{ для } 0 < D_{PWM} < 1,$$

где X также выбирается из таблицы 2 для соответствующей модели драйвера.

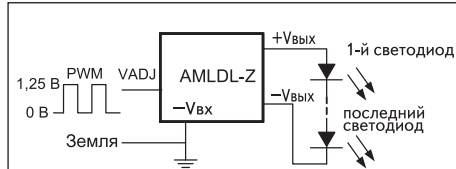


Рис. 9. Схема регулировки яркости светодиодов с помощью ШИМ-сигнала

Возможно управление яркостью светодиодов ШИМ-сигналом от выхода с открытым коллектором (или стоком) микроконтроллера, как показано на рис. 10.

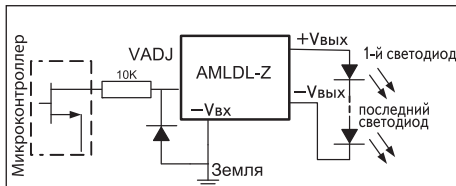


Рис. 10. Управление яркостью светодиодов ШИМ-сигналом микроконтроллера

Резистор 10 кОм и диод необходимы для подавления выбросов отрицательной полярности на входе V_{adj} из-за емкости сток-исток (коллектор-эмиттер) полевого (или биполярного) транзистора на выходе микроконтроллера. Любые выбросы отрицательной полярности будут вносить погрешности и/или нестабильность в выходной ток драйвера.

При отсутствии микроконтроллера в устройстве можно сформировать ШИМ-сигнал на очень популярном таймере NE555 (рис. 11). Необходимо помнить, что частота ШИМ-сигнала не должна быть меньше 100 Гц — чтобы не было видимых глазу мерцаний, и не более 1000 Гц: это максимально допустимая частота ШИМ-сигнала на входе V_{adj} . Компонент AMSR-7805Z представляет собой ультракомпактный DC/DC-преобразователь в корпусе SIP3 без гальванической развязки, с широким входом (6,5–34 В DC) и стабилизированным выходом 5 В/0,5 А для питания схемы от нестабилизированного входного напряжения.

Когда возникает необходимость использовать режим «вспышек» (например, в дорожных зна-

ках — указателях поворота), можно с незначительными изменениями применить эту же схему (она приведена в документации на эту серию драйверов).

Фильтрация помех на входе драйвера

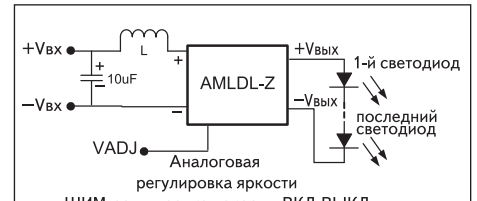


Рис. 12. Схема входного фильтра для снижения уровня помех до класса В EN55022

Таблица 3. Значение индуктивности L для различных драйверов

Наименование	Индуктивность L, мкГн
AMLDL-3030Z	68
AMLDL-3035Z	68
AMLDL-3050Z	27
AMLDL-3060Z	27
AMLDL-3070Z	27
AMLDL-30100Z	27

Драйвер светодиодов, как и любой импульсный преобразователь, создает радиопомехи в сети питания. Чтобы снизить уровень помех до величины, соответствующей классу В (EN55022), необходимо установить входной фильтр, приведенный на рис. 12. Т. к. на входе драйвера стоит конденсатор, то вместе с внешними компонентами получается классический «П-образный» фильтр, который достаточно успешно подавляет импульсные помехи.

Термокомпенсация выходного тока драйвера светодиодов

Как уже отмечалось выше, несмотря на достаточно высокий КПД, светодиоды, особенно сверхъяркие, сильно нагреваются при работе, что заметно сокращает срок их службы и может привести к внезапному отказу.

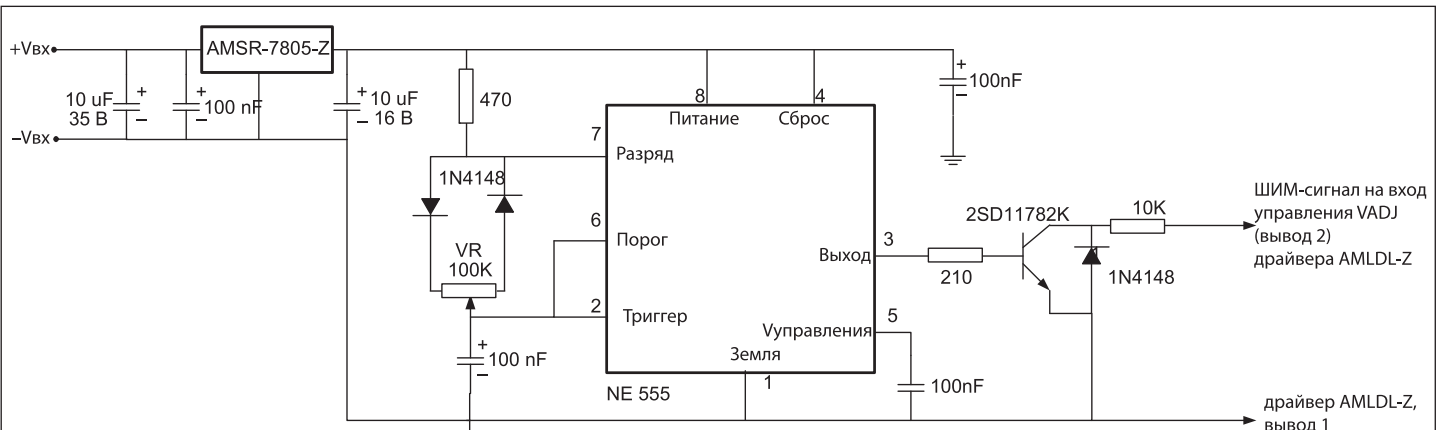


Рис. 11. Схема формирования ШИМ-сигнала для управления яркостью на основе таймера NE555

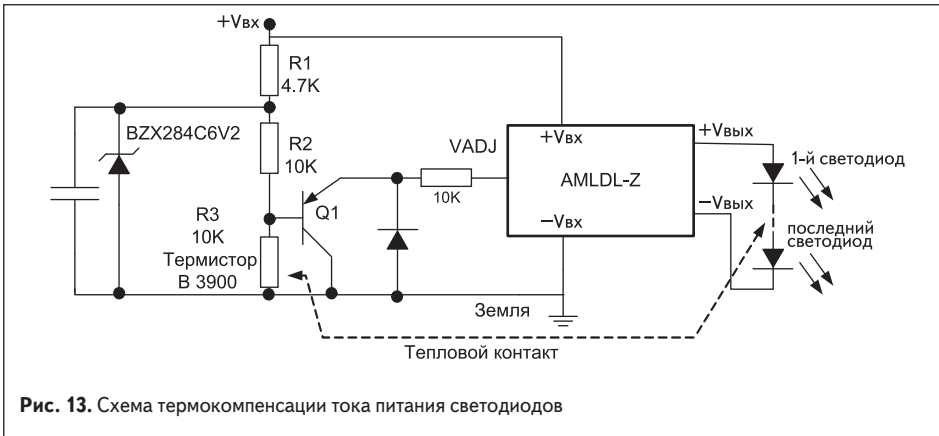


Рис. 13. Схема термокомпенсации тока питания светодиодов

Чтобы избежать этого, можно использовать схему термокомпенсации, приведенную на рис. 13. Выбор компонентов термокомпенсирующей обратной связи зависит от номиналов резисторов R2 и R3 и от эффективности радиатора светодиодов. Чтобы оптимизировать регулировку яркости светодиодов при высокой температуре окружающей среды, светодиоды должны иметь хороший радиатор для

отвода тепла, иначе регулировка управляющего тока не будет оптимальной. Пороговые точки слежения за температурой устанавливаются регулировкой резистора R2. Предлагаются три температурные пороговые точки, ориентировочно — 25, 40 и 60 °С. Необходимо помнить, что ток через светодиоды не будет плавно уменьшаться до нуля:

схема регулировки, подающая напряжение управления на вход управления V_{adj} , обеспечивает пределы изменения выходного тока в диапазоне примерно 5:1. Как только напряжение управления упадет ниже порога отключения (примерно 200 мВ), ток через светодиоды упадет до нуля и они перестанут светиться.

Крутизна уменьшения выходного тока драйвера зависит от температурного коэффициента сопротивления (ТКС) термистора. Чем больше ТКС, тем выше крутизна изменения выходного тока. Наклон характеристики регулировки тока светодиодов будет также зависеть от изменений напряжения база-эмиттер транзистора Q1, вызванных изменением окружающей температуры.

Особенности параллельного включения драйверов светодиодов

Довольно часто встает задача параллельного питания нескольких драйверов от одного источника и одновременного управления яркостью светодиодов, подключенных к этим драйверам. Возможное решение данной задачи приведено на рис. 14. В этом применении важно, чтобы каждая группа светодиодов, подключенных к одному драйверу, не имела электрического контакта с другими светодиодами и входным источником питания. Это необходимо для того, чтобы избежать повреждения драйверов и интерференции между группами светодиодов. Кроме того, при питании нескольких драйверов (как и любых DC/DC-преобразователей) от одного источника необходима развязка входа КАЖДОГО драйвера с помощью малогабаритного дросселя (до 47 мкГн), чтобы устранить взаимное влияние внутренних генераторов драйверов друг на друга. В противном случае, при совпадении частот генераторов драйверов возможно разрушение внутренних компонентов входной цепи драйвера и их выход из строя вследствие резонанса на частоте преобразования.

Иные применения драйверов светодиодов

Как уже указывалось выше, драйверы светодиодов AMLDL-Z представляют собой компактные источники стабильного тока, которые можно использовать в любом применении, где требуется стабильный выходной ток до 1 А. Например, в схемах питания соленоидов, электрохимических процессах, да, в конце концов, даже в схемах заряда аккумуляторов с внешними устройствами контроля заряда.

Светодиодное освещение имеет огромные перспективы вследствие огромной экономии электроэнергии и значительно более высокой надежности по сравнению с любыми другими осветительными технологиями. Это особенно важно в связи с принятыми решениями о свертывании в ближайшее время производства и применения ламп накаливания как по всему миру, так и в России. В этом процессе драйверы светодиодов играют особую роль как необходимое средство обеспечения развития современных осветительных технологий и их успешного применения как в промышленности, так и в быту.

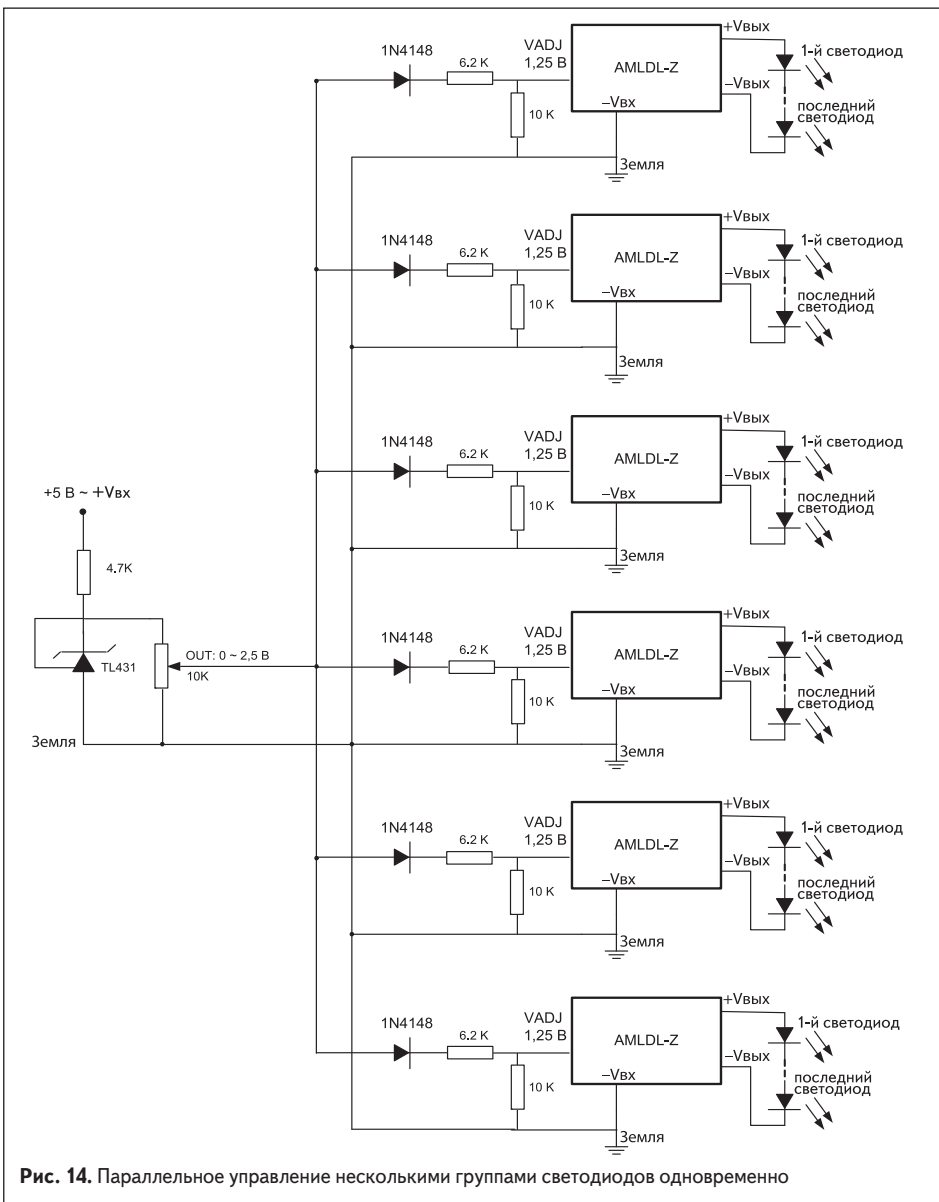


Рис. 14. Параллельное управление несколькими группами светодиодов одновременно