

Организация питания светодиодных систем с помощью конверторов Aimtec

Артём Козлов, ООО «БИС ЭЛЕКТРОНИК»

E-mail: bis@bis-el.kiev.ua

Применение LED драйверов с постоянным выходным током необходимо для обеспечения точного управления цветом и яркостью светодиодов. При этом на светодиоде обеспечивается постоянный ток независимо от влияния внешних факторов. Компания Aimtec выпускает большую номенклатуру AC/DC и DC/DC LED драйверов, предназначенных для питания мощных светодиодов систем освещения.

Светодиодные технологии постоянно развиваются, и новые светодиоды выпускаются с повышенной эффективностью и яркостью. Благодаря этому промышленные и бытовые LED устройства распространяются все более широко. Такие приложения, как светофоры, автомобильное освещение, подсветка LCD дисплеев и архитектурная подсветка находят в современных светодиодах такое необходимое сочетание долговечности и эффективности.

В светодиодных приложениях обычно используется набор светодиодов мощностью от 1 до 3 Вт. Падение напряжения на сверхярком светодиоде обычно варьируется в пределах от 3 до 3.5 В. Ток светодиода обычно выбирается в пределах от 200 мА до 1 А.

СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ СВЕДИОДОВ

Существует три возможные конфигурации схем питания набора светодиодов.

Два основных варианта включения светодиодов — это последовательная и параллельная схемы. Каждая из них имеет свои преимущества и недостатки по отношению к основным параметрам, а именно: эффективности, яркости и устойчивой работе светильника. Третий вариант включения — это смешанное последовательно-параллельное включение, иначе называемое матрицей.

Статистика утверждает, что выход из строя светодиода обычно происходит с замыканием его анода и катода. Такие светодиоды будем называть «закороченными». Также встречаются «перегоревшие» светодиоды, у которых перегорание происходит с разрывом связи между его анодом и катодом.

Последовательная схема

При последовательном включении светодиодов (см. рис. 1) они достигают своей максимальной яркости по сравнению с другими схемами. В такой схеме изменение яркости одного светодиода неотлично от изменения яркости любого другого, т.к. через все эти светодиоды проходит один и тот же ток. Этот ток не зависит от изменения падения напряжения на участниках последовательной цепи. Напряжение питания всей цепи последовательно включенных светодиодов соответствует количеству этих светодиодов и номинальному падению напряжения на них. Например, если такая цепочка состоит из 20 светодиодов с типичным падением напряжения 3.5 В, то напряжение питания всей схемы будет на уровне 70 В.

Основные преимущества:

- простая линейная конфигурация;
- одинаковый ток на каждом светодиоде;
- высокая эффективность работы схемы (не требуются ограничительные резисторы);

- при «закороченном» светодиоде схема сохраняет рабочее состояние (напряжение схемы уменьшится, общая яркость лампы уменьшится на один светодиод).

Недостатки:

- количество светодиодов в схеме ограничено выходным напряжением;
- при появлении «перегоревшего» светодиода вся схема перестает работать (для подстраховки и минимизации ущерба можно каждому светодиоду параллельно подключить стабилитрон).

Для подсчета максимально возможного количества светодиодов, подключаемых в последовательную схему, нужно ориентироваться на максимальное выходное напряжение LED драйвера. Например, если выходное напряжение драйвера ограничено значением 30 В, то при среднем падении напряжения на светодиоде 3 В в цепь можно подключить не более 10 светодиодов.

Для выбора оптимального тока нужно изучить документацию на светодиоды и подобрать для них наиболее подходящий LED драйвер, выходной ток которого обеспечит оптимальный баланс яркости и долговечности светильника.

Параллельная схема

Можно также применить схему с параллельным включением последовательных цепочек светодиодов (см. рис. 2), которая обеспечивает резервирование в случае перегорания одного из светодиодов.

В этой схеме общее падение напряжения на каждой цепочке будет пропорционально зависеть от количества таких цепочек в общей схеме.

Ток, разделенный на каждую из этих линеек светодиодов, будет зависеть от точности сопротивления ограничивающих резисторов. Применение ограничи-

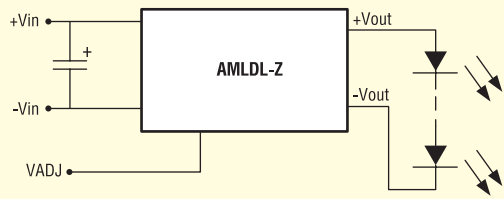


Рис. 1. Питание последовательного включения светодиодов конвертором серии AMLDL-Z Aimtec

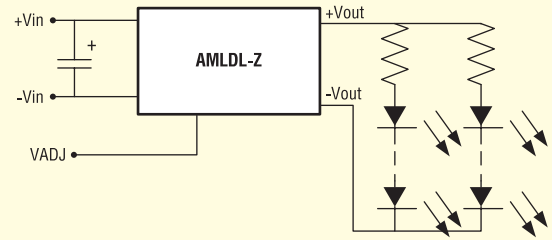


Рис. 2. Питание параллельно включенных цепочек светодиодов конвертором серии AMLDL-Z Aimtec

тельных резисторов вполне оправдано, т.к. изменение падения напряжения на каждом светодиоде может привести к значительному дисбалансу тока на цепочках светодиодов.

Преимущества:

- один и тот же драйвер обеспечивает работу нескольких линеек светодиодов;
- требуется меньшее напряжение драйвера по сравнению с последовательной схемой включения;
- правильный подбор ограничивающих резисторов обеспечивает равномерное распределение тока между рядами светодиодов.

Недостатки:

- из-за применения ограничивающих резисторов эффективность параллельной схемы ниже, чем у последовательной;
- при появлении «закороченного» светодиода ток в цепочке возрастет и остальные светодиоды в ней также могут выйти из строя. Ток на выходе драйвера остается фиксированным, поэтому на остальных цепочках светодиодов он понизится, и они будут давать ослабленный свет;
- при появлении «перегоревшего» светодиода остальные светодиоды в линейке перестанут работать, а ток на других линиях возрастет обратно пропорционально количеству цепочек в схеме, поэтому каждому светодиоду рекомендуется подключать параллельно обходную схему на случай его перегорания.

В параллельной схеме ее общее напряжение питания определяется количеством светодиодов в одной цепочке. Например, если используется 2 цепочки по 5 светодиодов и падение напряжения на каждом составляет 3.5 В, тогда общее напряжение питания составит $5 \times 3.5 \text{ В} = 17.5 \text{ В}$.

Для определения тока драйвера нужно знать оптимальный ток светодиода и количество линеек светодиодов. Например, 350 мА — это оптимальный ток светодиода, а схема состоит из 2 цепочек. Тогда ток на выходе драйвера должен составлять 700 мА.

Матричная схема

Матричная схема включения светодиодов избавлена от некоторых проблем параллельной схемы с помощью дополнительных соединений между светодиодами (см. рис. 3). В данной схеме первый светодиод в последовательной цепочке параллельно соединен со светодиодом из соседней цепочки. Следующий светодиод в этой цепочке также параллельно соединен со вторым светодиодом из соседней цепочки. Таким образом, в данной конфигурации светодиоды объединены в матрицу из рядов и колонок.

Преимущества:

- для питания матрицы светодиодов нужен всего один LED драйвер с небольшим выходным напряжением, как в случае с параллельной схемой включения;

- схема не боится выхода из строя отдельных светодиодов;
- высокая эффективность ввиду отсутствия ограничительных резисторов.

Недостатки:

- как и в параллельной схеме дисбаланс тока является проблемой, но добавление ограничительных резисторов все равно ее не решает;
- неравномерное распределение тока вызывает неравномерное распределение света и тепла в светильнике;
- если один из светодиодов «закоротится», то все светодиоды, которые включены параллельно ему, погаснут и свет матрицы уменьшится.
- если один из светодиодов «перегорит», то ток через параллельные к нему светодиоды возрастет и станет возможной причиной их выхода из строя. Для такого случая каждому светодиоду рекомендуется добавить простую обходную схему.

РАБОТА LED ДРАЙВЕРОВ В РЕЖИМАХ CC И CV

Предлагаемые компанией Aimtec LED драйверы серий AMEPR30-AZ, AMEPR60-AZ, AMER90-AZ, AMER120-AZ и AMER150-AZ могут работать как в режиме постоянного тока (CC), так и в режиме постоянного напряжения (CV).

Драйверы оснащены схемой ограничения по току (максимальный ток для каждой модели). В результате при установлении нагрузки на выходе драйвера и достижении максимального значения выходного тока встроенная схема ограничения по току переводит драйвер в режим постоянного тока. Например, когда светодиодная нагрузка установлена, драйвер переходит в режим работы по постоянному току. Выходное напряжение драйвера будет зависеть от суммы всех напряжений на светодиодах нагрузки.

При значении сопротивления нагрузки, при котором выходной ток не достигает максимального значения,

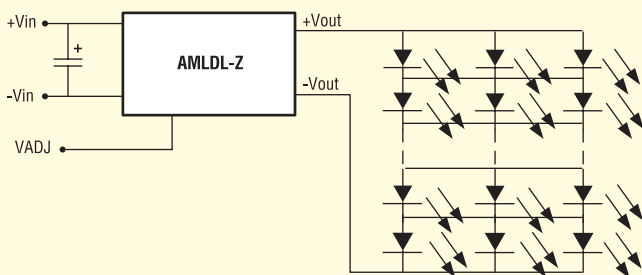


Рис. 3. Питание матрицы светодиодов DC/DC LED драйвером серии AMLDL-Z

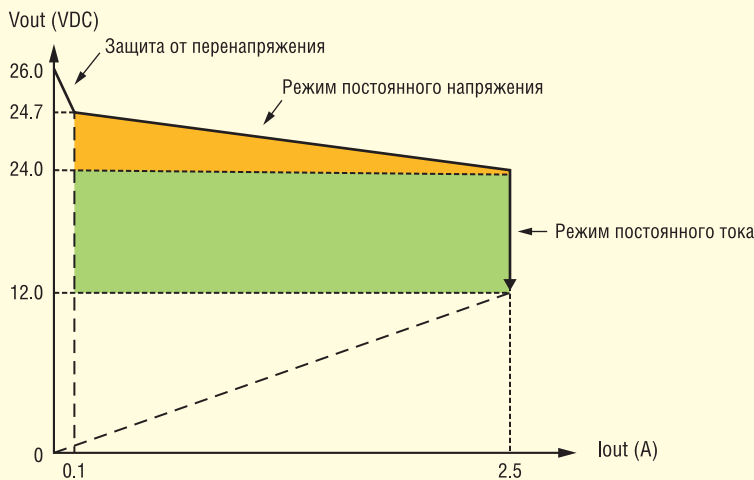


Рис. 4. Выходная ВАХ AC/DC LED драйвера Aimtec AMEPR60-24250AZ

драйвер будет работать в режиме постоянного напряжения. Здесь напряжение нагрузки достигнет максимального значения для данной модели драйвера. Ток в нагрузке определяется по закону Ома: $I_{нагр} = U_{max} / R_{нагр}$.

Возьмем, к примеру, AC/DC LED драйвер Aimtec AMEPR60-24250AZ ($P_{max} = 60$ Вт, $U_{вых} = 12-24$ В, $I_{max} = 2.5$ А). На графике на рисунке 4 показана его вольт-амперная характеристика (ВАХ).

В режим постоянного напряжения (горизонтальная линия на ВАХ) этот драйвер войдет при отсутствии нагрузки (без выходного тока). Встроенная схема защиты от перенапряжения привяжет выход к этой исходной точке и он будет ограничен значением 26 В. Когда на выходе устанавливается небольшой ток, например 50 мА, выходное напряжение также немного уменьшается, до 24.7 В. С повышением выходного тока (понижением сопротивления нагрузки) выходное напряжение также будет уменьшаться.

Когда выходной ток достигнет максимума — 2.5 А, выходное напряжение упадет до значения 24 В ($R_{нагр} = 24 \text{ В} / 2.5 \text{ А} = 9.6 \text{ Ом}$). В это время драй-

вер достигает переходной точки для выхода в режим постоянного тока. Таким образом, имея нагрузку в пределах от 0 до 9.6 Ом, LED драйвер работает как обычный AC/DC преобразователь напряжения.

Режим постоянного тока (вертикальная линия на ВАХ) держится до тех пор, пока выходное напряжение не упадет до 12 В, т.е. с падением сопротивления нагрузки до 4.8 Ом ($R_{нагр} = 12 \text{ В} / 2.5 \text{ А} = 4.8 \text{ Ом}$). Эта переходная точка переводит LED драйвер в режим защиты от короткого замыкания.

Переход в режим защиты от короткого замыкания (косая пунктирная линия на ВАХ) осуществляется благодаря срабатыванию встроенной схемы защиты от сверхтоков, после чего выходное напряжение и ток начнут быстро уменьшаться, до тех пор, пока выходная мощность драйвера не установится на безопасном уровне.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ DC ВЫХОД ОТ AC/DC LED ДРАЙВЕРА

Используемые AC/DC LED драйверы способны работать с приложения-

ми, которым нужен дополнительный источник постоянного напряжения, например для питания вентиляторов.

На рисунке 5 представлен простой пример, как с помощью AC/DC LED драйвера, питающего линейку светодиодов, и дополнительного DC/DC конвертера организован источник постоянного напряжения. Здесь нужно подобрать AC/DC LED драйвер таким образом, чтобы его выходной мощности хватило и на светодиоды, и на дополнительный выход.

Например, LED драйвер Aimtec AMER150-36420CAZ (см. рис. 6) обеспечивает на выходе ток 4.16 А. Дополнительный DC/DC конвертер потребляет 0.8 А. Для светодиодов остается $4.16 \text{ А} - 0.8 \text{ А} = 3.36 \text{ А}$.

Выход AC/DC LED драйвера сначала должен учитывать мощность, которая уходит на DC/DC преобразователь, а после этого — ток, идущий на светодиоды. Входная мощность DC/DC преобразователя высчитывается по его выходным параметрам с учетом гарантированного КПД. В качестве таких преобразователей идеально подойдут неизолированные импульсные стабилизаторы Aimtec семейства AMSR-78xxZ.

Примеры расчета входной мощности дополнительного DC/DC конвертера:

AMSR-7805Z ($U_{вых} = 6.5 \dots 34$ В):

$P_{вых.max} = 5 \text{ В} \times 0.5 \text{ А} = 2.5 \text{ Вт}$;

$P_{вх.max} = P_{вых.max} / 0.85 = 2.94 \text{ Вт}$ (с учетом КПД = 85 %);

AMSR-7812SZ ($U_{вых} = 15 \dots 34$ В):

$P_{вых.max} = 12 \text{ В} \times 0.5 \text{ А} = 6 \text{ Вт}$;

$P_{вх.max} = P_{вых.max} / 0.94 = 6.4 \text{ Вт}$ (с учетом КПД = 94 %).

Также можно применить стандартные изолированные DC/DC конвертеры. Здесь идеально подойдут AM2GW-2405SZ ($U_{вх} = 9 \dots 36$ В, $U_{вых} = 5$ В) или AM2GW-2412SZ ($U_{вх} = 9 \dots 36$ В, $U_{вых} = 12$ В).

Мощность нагрузки дополнительного DC/DC преобразователя должна составлять не более 8–19% от общей нагрузки AC/DC LED драйвера (конвертеры AMSR-78xxZ хорошо подходят для драйверов серии AMEPR30-AZ). Для драйверов более высокой мощности (60–150 Вт) дополнительный источник питания, например для кулера 0.5–1 Вт, будет в намного меньшей степени влиять на баланс всей нагрузки.

Базовым условием оптимальной работы такой схемы является попадание выходного напряжения LED драйвера в диапазон входных напряжений DC/DC преобразователя (диапазон входных

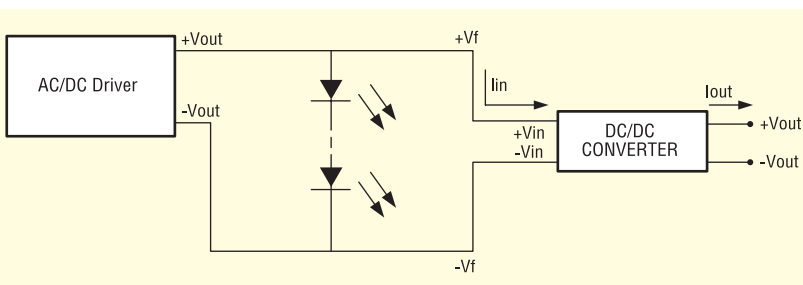


Рис. 5. Организация дополнительного источника напряжения в схеме питания светодиодов с помощью дополнительного DC/DC конвертера



Рис. 6. AC/DC LED драйвер Aimtec AMER150-36420CAZ в корпусе со степенью защиты IP78

напряжений импульсных стабилизаторов семейства AMSR-Z равен 6.5–34 В, которому соответствует выходное напряжение AC/DC LED драйвера 12 В или 24 В).

Не менее важными свойствами LED драйверов светодиодных устройств уличного применения являются их эксплуатационные параметры и надежность. LED драйверы компании Aimtec выполнены в водонепроницаемых корпусах со степенью защиты IP67–IP68 и способны без проблем функционировать в среде со 100% влажностью и даже при необходимости работать под водой.

Также они выдерживают сильные морозы: рабочий температурный диапазон драйверов Aimtec охватывает пределы от –55 до +85 °С с гарантированным холодным запуском при –55 °С.

О надежности продукции Aimtec можно судить по предоставляемой на нее гарантии, которая составляет 5 лет!

В таблице 1 представлена номенклатура AC/DC LED драйверов производства Aimtec.

«БИС ЭЛЕКТРОНИК» официально представляет компанию Aimtec в Украине с 2004 года. По вопросам поставок LED драйверов и других электронных компонентов, обращайтесь к нам:
тел.: (044) 490-35-99,
факс: (044) 404-89-92,
e-mail: led@bis-el.kiev.ua
http://www.bis-el.com

Литература:

1. LED Lighting Configurations. Application Note A026e. Aimtec Rev. 2010.
2. Constant Current or Current Voltage Mode of AC/DC LED drivers. Application Note A034e. Aimtec Rev. 2011.
3. Auxiliary DC Output from AC/DC LED Driver. Application Note A033e. Aimtec Rev. 2012.

Таблица 1. AC/DC LED драйверы Aimtec

Наименование	Макс. выходная мощность ¹ , Вт	Диапазон выходных напряжений, В	Выходной ток, А	Режим работы ⁵	Уровень выходных пульсаций, мВ	Рабочий температурный диапазон, °С	Корпус
AMEPR5-1630AZ	4.8	8–16	300	СС	100	0...80	IP67
AMEPR5-1435AZ	4.9	6–14	350	СС	100	0...80	IP67
AMEPR5-1236AZ	4.32	5–12	360	СС	100	0...80	IP67
AMEPR5-0670AZ	4.2	2–6	700	СС	100	0...80	IP67
AMEPR5-05100AZ	5	3–5	1000	СС	100	0...80	IP67
AMEPR10D-5020AZ ¹	10	36–50	200	СС	1000	–20...+80	IP67/IP20
AMEPR10D-4025AZ ¹	10	30–40	250	СС	1000	–20...+80	IP67/IP20
AMEPR10D-3630AZ ¹	10.8	24–36	300	СС	1000	–20...+80	IP67/IP20
AMEPR10D-3035AZ ¹	10.5	15–30	350	СС	1000	–20...+80	IP67/IP20
AMEPR10D-1564AZ ¹	9.6	8–15	640	СС	1000	–20...+80	IP67/IP20
AMEPR10D-1270AZ ¹	8.4	8–12	700	СС	1000	–20...+80	IP67/IP20
AMEPR15D-5030AZ ¹	15	36–50	300	СС	1000	–20...+80	IP67/IP20
AMEPR15D-4835AZ ¹	15.8	30–48	350	СС	1000	–20...+80	IP67/IP20
AMEPR15D-3650AZ ¹	18	24–36	500	СС	1000	–20...+80	IP67/IP20
AMEPR15D-2470AZ ¹	16.8	12–24	700	СС	1000	–20...+80	IP67/IP20
AMEPR15D-15100AZ ¹	15	8–15	1000	СС	1000	–20...+80	IP67/IP20
AMEPR30D-5070AZ ²	35	36–50	700	СС	1000-3000	–20...+80	IP67
AMEPR30D-4270AZ ²	29.4	32–42	700	СС	1000-3000	–20...+80	IP67
AMEPR30D-3670AZ ²	25.2	24–36	700	СС	1000-3000	–20...+80	IP67
AMEPR30D-36100AZ ²	36	24–36	1000	СС	1000-3000	–20...+80	IP67
AMEPR30D-24125AZ ²	30	12–24	1250	СС	1000-3000	–20...+80	IP67
AMEPR30D-24140AZ ²	33.6	12–24	1400	СС	1000-3000	–20...+80	IP67
AMEPR30D-15200AZ ²	30	8–15	2000	СС	1000-3000	–20...+80	IP67
AMEOR30-5070AZ	35	36–50	700	СС	75	–20...+80	Открытая плата
AMEOR30-4864AZ	30.72	36–48	640	СС	75	–20...+80	Открытая плата
AMEOR30-36100AZ	36	24–36	1000	СС	75	–20...+80	Открытая плата
AMEOR30-24140AZ	33.6	12–24	1400	СС	75	–20...+80	Открытая плата
AMEOR30-12250AZ	30	5–12	2500	СС	75	–20...+80	Открытая плата
AMEOR60-50120AZ	60	36–50	1200	СС	75	–40...+80	Открытая плата
AMEOR60-36170AZ	59.8	24–36	1660	СС	75	–40...+80	Открытая плата
AMEOR60-12500AZ	60	12–24	2500	СС	75	–40...+80	Открытая плата
AMEOR60-50120AZ	60	5–12	5000	СС	75	–40...+80	Открытая плата
AMEPR60-50120AZ	63	36–50	0–1200	СС/CV	75	–40...+85	IP68
AMEPR60-36170AZ	63.7	24–36	0–1700	СС/CV	75	–40...+85	IP68
AMEPR60-50120AZ	61	12–24	0–2500	СС/CV	75	–40...+85	IP68
AMEPR60-50120AZ	62	5–12	0–5000	СС/CV	75	–40...+85	IP68
AMER120-50250AZ3	125	36–50	0–2500	СС/CV	75	–40...+85	IP68
AMER120-36340AZ3	122.4	24–36	0–3400	СС/CV	75	–40...+85	IP68
AMER120-24500AZ3	120	12–24	0–5000	СС/CV	75	–40...+85	IP68
AMER120-50250CAZ ³	125	36–50	0–2500	СС/CV	100	–55...+85	IP68
AMER120-36340CAZ ³	122.4	24–36	0–3400	СС/CV	100	–55...+85	IP68
AMER120-24500CAZ ³	120	12–24	0–5000	СС/CV	100	–55...+85	IP68
AMER150-50300AZ ³	150	36–50	0–3000	СС/CV	75	–40...+80	IP68
AMER150-36420AZ ³	150	24–36	0-4160	СС/CV	75	–40...+80	IP68
AMER150-24630AZ ³	151.2	12–24	0-6300	СС/CV	75	–40...+80	IP68
AMER150-50300CAZ ³	150	36–50	0-3000	СС/CV	100	–55...+80	IP68
AMER150-36420CAZ ³	150	24–36	0-4160	СС/CV	100	–55...+80	IP68
AMER150-24630CAZ ³	151.2	12–24	0-6300	СС/CV	100	–55...+80	IP68

Примечания:

¹ Добавление суффиксов означает: «-UD» — вход 90–264 В, без функции димминга, IP20; «-UW» — вход 90–264 В, без функции димминга, IP67; «-110D» — вход 90–35 В, IP20; «-110D» — вход 90–135 В, IP67; «-220D» — вход 180–264 В, IP20; «-220W» — вход 180–264 В, IP67.

² Добавление суффиксов означает: «-U» — вход 90–264 В, без функции димминга; «-110» — вход 90–135 В; «-220» — вход 180–264 В.

³ Добавление суффикса «-F» означает — без функции димминга.

⁴ Превышение максимальной мощности может вывести драйвер из строя.

⁵ «СС» — режим постоянного тока, «CV» — режим постоянного напряжения.