

Электролитические конденсаторы SAMWHA для LED-драйвера



Введение

Полупроводниковые источники света получили широкое распространение во многом благодаря своей долговечности, причем широкий диапазон температур применения и малая чувствительность к механическим воздействиям предопределили выбор разработчиков систем освещения в пользу светодиодов, даже когда их светоотдача существенно уступала «традиционным» лампам различных видов.

Сегодня, когда светодиодные светильники применяются повсеместно, закономерна высокая потребность в сопутствующей электронике, в частности — в LED-драйверах, характеристики которых как минимум должны быть того же порядка. Продукция южнокорейской компании SAMWHA — высококачественные электролитические конденсаторы, предназначенные для использования в импульсных преобразователях напряжения, — отлично вписывается в структуру современного LED-драйвера.

История компании SAMWHA берет начало в 1973 г., на сегодня это один из самых крупных производителей конденсаторов. В портфеле компании присутствуют как традиционные алюминиевые электролитические конденсаторы, которые производятся тиражом до 600 млн шт. в месяц (по этому показателю фирма является шестым по величине производителем в мире), так и электролитические конденсаторы для поверхностного монтажа. Далее будет рассмотрено применение электролитических конденсаторов производства SAMWHA в LED-драйверах.

Электролитические конденсаторы в LED-драйверах

Драйвер для питания светодиодов — это, по сути, специализированный источник питания (ИП), главным рабочим параметром которого является выходной ток. Как и обычный ИП, LED-драйвер может строиться в соответствии с разными топологиями, в зависимости от области применения.

Линейные драйверы в этой статье не рассматриваются ввиду их низкого КПД и, по этой причине, плохого сочетания со светодиодами как энергосберегающими источниками света.

Традиционный LED-драйвер имеет высокочастотный инвертор, рабочую

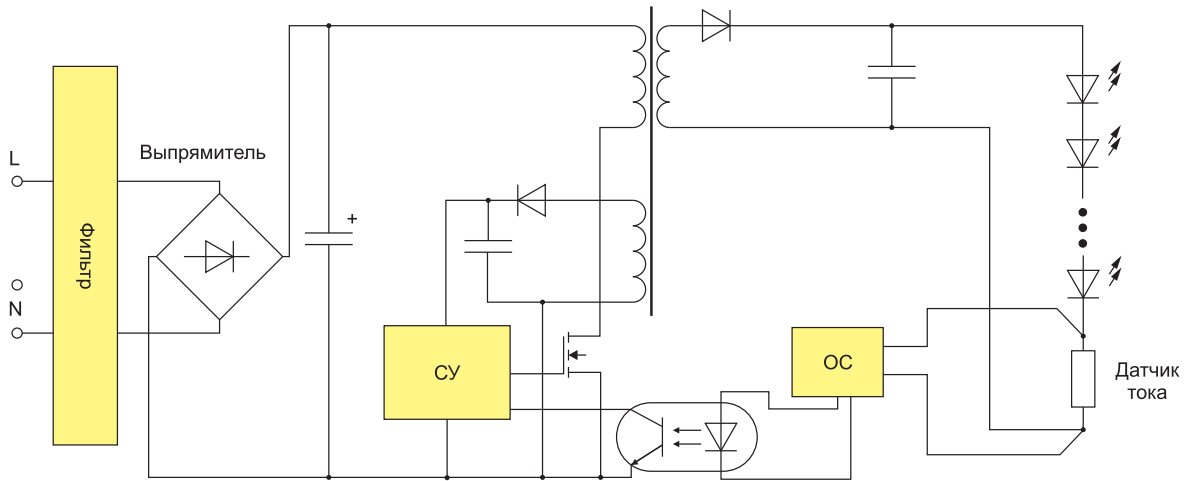


Рис. 1. Изолированный драйвер светодиодов

индуктивность в виде трансформатора или дросселя, датчик тока светодиодов и схему обратной связи, позволяющую поддерживать данный ток постоянным (или регулируемым, в случае управляемого источника света). Драйвер, работающий непосредственно от сети переменного тока, имеет входной выпрямитель и, при

необходимости, корректор коэффициента мощности (ККМ).

На рис. 1 показана структурная схема изолированного драйвера светодиодов.

Схема управления (СУ) обеспечивает управление транзистором инвертора, схема обратной связи по току (ОС) выдает на СУ управляющий сигнал.

Для соответствия современным требованиям по эмиссии гармонических составляющих тока в питающую сеть [1] ИП оснащаются ККМ. Эти требования охватывают и световое оборудование. Структурные схемы LED-драйверов с отдельным ККМ и совмещенным с инвертором ККМ приведены на рис. 2.

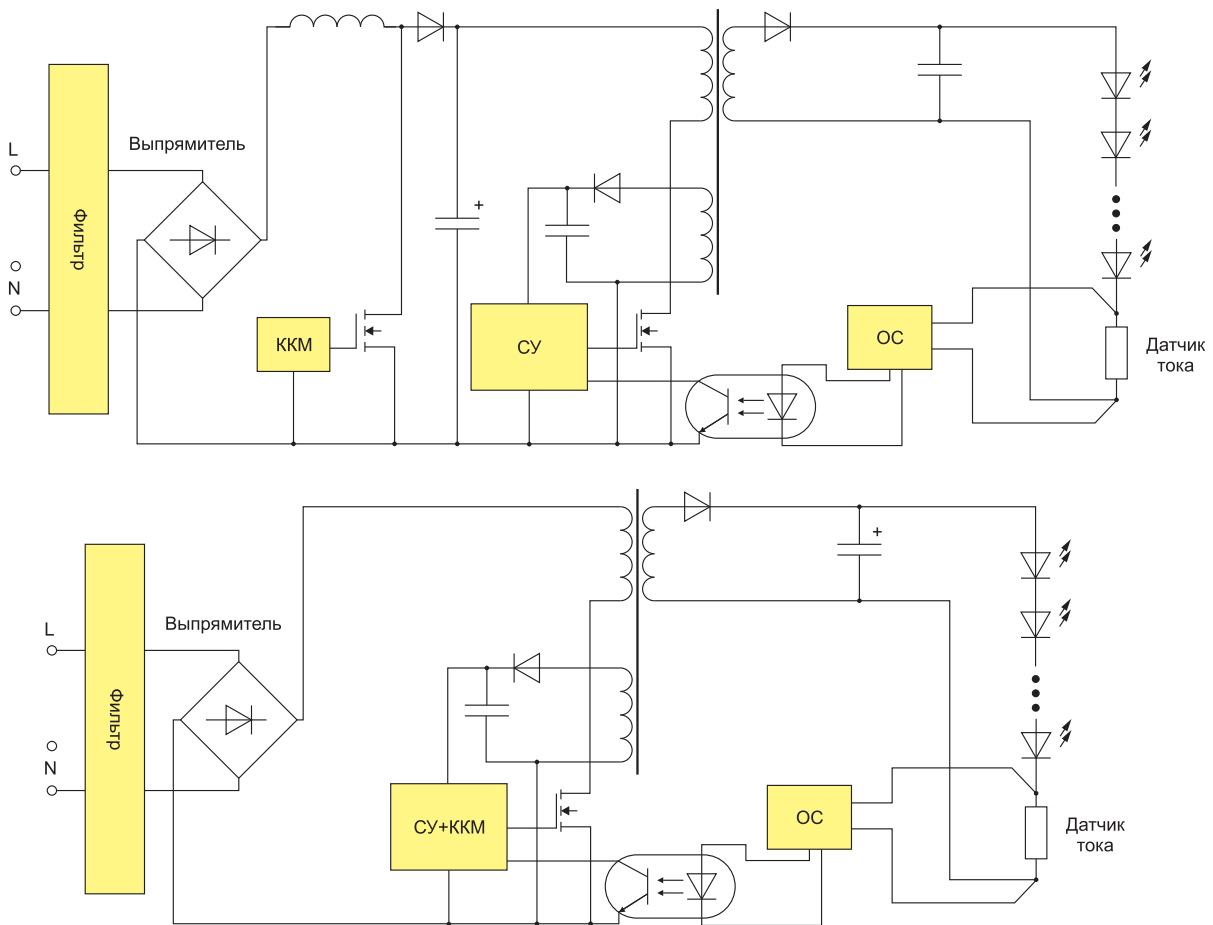


Рис. 2. Изолированный драйвер светодиодов: а) с отдельным ККМ; б) с совмещенным ККМ

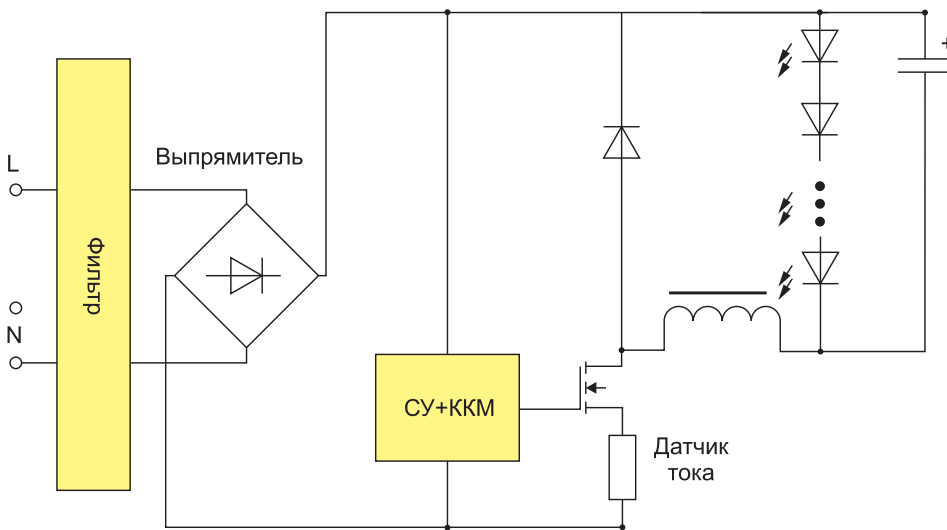


Рис. 3. Неизолированный драйвер светодиодов с совмещенным ККМ

Структурная схема драйвера, не изолированного от питающей сети, показана на рис. 3.

ККМ все чаще реализуется в рамках одной микросхемы, вместе с СУ.

На рисунках показаны далеко не все топологии, на основе которых строятся современные драйверы для питания светящихся диодов, однако они отражают основные принципы работы подобного рода устройств. Задача разработчика в конечном итоге — построить устройство, которое преобразует напряжение питающей сети в ток светящихся диодов максимально эффективно, с соответствующими характеристиками надежности, безопасности, электромагнитной совместимости и т. д.

Особенность светодиодов накладывает на конструкцию драйвера важное ограничение: в отличие от традиционных ламп накаливания, спираль которых обладает существенной тепловой инерцией, светящиеся диоды прекрасно преобразуют пульсации тока в пульсации светового потока, что часто является неприемлемым с точки зрения санитарных норм [2]. Это ограничение означает, что разработчик

LED-драйвера должен обеспечить хорошую фильтрацию выпрямленного напряжения сетевой частоты.

Электролитический конденсатор в LED-драйвере, работающем от сети переменного тока (рис. 1), располагается после выпрямителя для формирования постоянного напряжения на входе инвертора. В этом случае конденсатор сглаживает пульсации с удвоенной частотой питающей сети, и одновременно через него протекают с частотой работы инвертора десятки и сотни килогерц. Выходной конденсатор такого драйвера замыкает на себе по большей части токи высокой частоты.

Конденсаторы в драйвере с ККМ на рис. 2а работают аналогичным образом. В схемах на рис. 2б и 3 выходной конденсатор также сглаживает и низкочастотные, и высокочастотные импульсы тока, но при этом рабочее напряжение его существенно ниже, а амплитудные значения токов, соответственно, выше.

Основные функциональные узлы LED-драйверов, в которых применяются электролитические конденсаторы, можно разделить на группы (таблица 1).

Таблица 1. Основные функциональные узлы LED-драйверов

Узел LED-драйвера, работающего от сети переменного тока	Емкость, мкФ/Вт	Рейтинг конденсатора по напряжению	Частотные составляющие тока через конденсатор
Сглаживающий конденсатор выпрямителя	~1-2	$\sim(1,8-2) \times U_{in_max}$	$2f_{сети} + f_{инвертора}$
Конденсатор инвертора во вторичной цепи	~10	$\sim 1,5 \times U_{out_max}$	$f_{инвертора}$
Конденсатор ККМ в первичной цепи	~2	$\sim(2-2,5) \times U_{in_max}$	$2f_{сети} + f_{инвертора}$
Конденсатор ККМ во вторичной цепи	~100	$1,5 \times U_{out_max}$	

Для конденсаторов LED-драйверов, работающих от постоянного тока, требования примерно те же, за исключением ККМ и частоты сети.

Сглаживающий конденсатор выпрямителя устраняет пульсации с удвоенной частотой питающей сети, обеспечивает драйвер энергией во время провалов питающего напряжения и скачкообразных изменений нагрузки, является источником напряжения с низким импедансом для инвертора, тем самым существенно понижая излучение в сеть помех на частоте преобразования. Конденсатор должен быть рассчитан на максимальное амплитудное значение питающей сети, иметь соответствующий рейтинг по току на частотах $2f_{сети}$ и $f_{инвертора}$, емкость его должна удовлетворять требованиям по пульсациям и обеспечивать требуемую устойчивость при провалах и переходных процессах.

К конденсаторам ККМ предъявляются аналогичные требования, с той лишь разницей, что рабочее напряжение компонента в первичной цепи требуется более высокое, чем у сглаживающего. Во вторичной цепи требуется относительно низковольтный конденсатор, но со значительной емкостью.

Выходной конденсатор инвертора, как правило, меньше участвует в компенсации переходных процессов, он формирует постоянное напряжение на выходе, замыкая на себе токи на частоте преобразования. Для конденсатора в этой позиции одним из главных параметров является эквивалентное последовательное сопротивление на частоте преобразования, от которого зависят пульсации выходного напряжения и рабочая температура.

Важными параметрами для всех категорий конденсаторов являются диапазон рабочих температур и длительность жизненного цикла при максимальной температуре окружающей среды.

Отрицательные температуры существенно влияют на емкость конденсатора, импеданс которого может увеличиться в 4–10 раз по сравнению с импедансом при +20 °С. Высокие температуры оказывают решающее влияние на жизненный цикл конденсатора, и итоговая надежность LED-драйвера во многом зависит от правильного выбора конденсатора. Перед разработчиком стоит задача оценить влияние температуры окружающей среды, температуры компонентов внутри модуля и собственного нагрева конденсатора за счет рассеивания мощности на сопротивлении

его обкладок. Особенности применения электролитических конденсаторов более подробно описаны в [3].

Электролиты для LED-драйверов

SAMWHA предлагает несколько серий электролитических конденсаторов, специально разработанных для импульсных преобразователей напряжения, в частности для LED-драйверов.

Для устройств, выпускающихся большими сериями и имеющих жесткие ограничения по себестоимости, что в полной мере может относиться к бытовым светильникам, особенно важна технологичность при производстве. LED-драйверы, входящие в состав подобных устройств, собираются посредством автоматических линий, поэтому конденсаторы, предназначенные для поверхностного монтажа, — наиболее удобное решение.

Конденсаторы для поверхностного монтажа (SMD) разработаны для печатных плат с высокой плотностью компонентов, и на сегодня наблюдается тенденция к уменьшению их габаритных размеров.

Несомненными достоинствами SMD-конденсаторов являются широкий диапазон емкостей и рабочих напряжений, а также превосходная способность сглаживать пульсации. Номенклатура SMD-конденсаторов SAMWHA приведена в таблице 2.

Широкая номенклатура SMD-конденсаторов в линейке SAMWHA позволяет разработчику выбрать оптимальную серию и получить в результате сбалансированное решение по надежности и стоимости изделия. В таблице 3 приведены серии конденсаторов, которые хорошо подойдут для выходной цепи драйверов LED.

SMD-конденсаторы, при всех своих привлекательных характеристиках, не могут обеспечить всего диапазона напряжений и токов, которые могут быть востребованы для разработки драйвера. Серии миниатюрных алюминиевых электролитических конденсаторов позволяют заполнить эту нишу. Эти серии имеют существенное преимущество перед полноразмерными электролитическими конденсаторами: уступая им в емкости, они обладают лучшими характеристиками в плане импеданса.

Номенклатура миниатюрных электролитических конденсаторов SAMWHA включает в себя более 50 серий [4]. Таблица 5 отображает наиболее актуальные серии для драйверов LED.

В таблице 5 приведены серии миниатюрных конденсаторов, параметры которых хорошо подходят для применения как во входных, так и в выходных цепях драйверов LED.

Конденсаторы серий LJ, LY, LQ имеют превосходный ресурс при высоких температурах, при этом величина эквивалентного последовательного сопротивления этих моделей

отлично подходит для высокочастотных импульсных преобразователей.

С увеличением выходной мощности LED-драйвера требования к емкости его конденсаторов возрастают, и, если диапазон емкостей миниатюрных серий недостаточен для решения задачи, применяются большие алюминиевые электролитические конденсаторы.

Таблица 2. Номенклатура SMD-конденсаторов SAMWHA

Категория	Серия	Особенности
+105 °C	CA	5000 ч, увеличенный ресурс, расширенный диапазон емкостей
	CB	5000 ч, увеличенный ресурс, низкопрофильный
	CM	5000 ч, сверхнизкий импеданс, увеличенный ресурс
	JL	10 000 ч, увеличенный ресурс
Повышенной надежности	UC	+125 °C, высокотемпературное исполнение
	UR	+125 °C, высокотемпературное исполнение, низкий импеданс
	CF	+130 °C, высокотемпературное исполнение
	CT	+130 °C, высокотемпературное исполнение, низкий импеданс
	CW	+150 °C, высокотемпературное исполнение

Таблица 3. Серии конденсаторов для выходной цепи драйверов LED

Серия	Диапазон напряжений, В	Диапазон емкостей, мкФ	Ресурс, ч	Температурный диапазон, °C
CB	4–50	0,1–100	5000 (+105 °C)	–55...+105
CM	6,3–100	10–1000	5000 (+105 °C)	–55...+105

Таблица 4. Серии миниатюрных конденсаторов

Серия	Ресурс, ч	Макс. рабочая температура, °C	Особенности
MB	5000	+150	Сверхнизкий импеданс, миниатюрный, повышенный ток пульсаций, оптимизирован для ЗУ
MU	5000	+105	Повышенный ток пульсаций
BK	5000	+125	Высокотемпературное исполнение
RH	5000	+105	Оптимизирован для ИП
BL	10 000	+150	Увеличенный ресурс, оптимизирован для ИП
LY	10 000	+105	Увеличенный ресурс, миниатюрное исполнение, оптимизирован для LED-драйверов
RU	5000	+105	Повышенный ток пульсаций, оптимизирован для ИП
BG	10 000	+105	Увеличенный ресурс, оптимизирован для ИП
MW	5000	+105	Увеличенный ресурс, оптимизирован для ИП
LQ	10 000	+105	Низкий импеданс, оптимизирован для LED-драйверов
BH	5000	+105	Повышенный ток пульсаций, оптимизирован для ИП
VJ	12 000	+105	Особо увеличенный ресурс, оптимизирован для ИП
LJ	4000	+130	Высокотемпературное исполнение, оптимизирован для LED-драйверов
PQ	5000	+105	Повышенный ток пульсаций, оптимизирован для ИП
WT	5000	+125	Низкий импеданс при высоких температурах
PF	10 000	+105	Увеличенный ресурс, повышенный ток пульсаций

Таблица 5. Актуальные серии для драйверов LED

Серия	Диапазон напряжений, В	Диапазон емкостей, мкФ	Ресурс, ч	Температурный диапазон, °C
BG	400–450	22–150	10 000 (+105 °C)	–25...+105
VJ	160–500	4,7–470	12 000 (+105 °C)	–40...+105
LJ	10–400	4,7–4700	4000 (+105 °C)	–40...+130
LY	10–50	1–330	10 000 (+105 °C)	–25...+105
LQ	6,3–100	8,2–8200	10 000 (+105 °C)	–40...+105

Таблица 6. Серии больших алюминиевых электролитических конденсаторов

Категория	Серия	Ресурс, ч	Макс. рабочая температура, °С
Snap-in	HL	5000	+105
	HY	7000	
	JY	10 000	

Для таких конденсаторов характерен очень широкий диапазон емкостей и рабочих напряжений. По исполнению большие конденсаторы разделяются на два основных типа: с формованными жесткими выводами для монтажа на печатную плату (snap-in terminal) и с винтовыми выводами (screw terminal). Чаще всего их применяют в качестве сглаживающих конденсаторов в инверторах и ИП, а также в аудиотехнике и в качестве накопителей энергии. В таблице 6 приведены серии больших алюминиевых электролитических конденсаторов SAMWHA.

Заключение

Выбор элементной базы для ИП светодиода — один из ключевых

моментов, определяющих надежность изделия в целом. Условия работы LED-драйвера могут быть весьма тяжелыми по следующим причинам:

- возможная близость радиатора светодиода, который нагревается до существенной температуры;
- необходимость закрытого исполнения, корпус без вентиляционных отверстий, заливка или покрытие лаком;
- объективные трудности с организацией теплоотвода.

«Высыхающие» электролитические конденсаторы до недавнего времени прочно занимали первые строчки в неофициальном рейтинге причин отказов электронной техники.

Благодаря наличию в номенклатуре компании SAMWHA конденсаторов с очень

значительным ресурсом при высоких температурах, с отличным соотношением габаритов, емкости и допустимых пульсаций тока, разработчик получает широкие возможности для реализации драйверов светодиодов с требуемыми характеристиками надежности. ●

Литература

1. ГОСТ 30804.3.2-2013 (IEC 61000-3-2:2009) «Совместимость технических средств электромагнитная. Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе). Нормы и методы испытаний».
2. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
3. www.compel.ru/lib/articles/elektroliticheskie-kondensatoryi-osobennosti-primeneniya
4. www.samwha.com/electric/product/goodsDetail.aspx?f_num=39