

Алексей Архипов | aleksey@plain.com.ru | Александр Беспалько | avb@plain.com.ru
Игорь Коростелев | plain@plain.com.ru | Владислав Левин | vlad@plain.com.ru | Андрей Иванов | andre@plain.com.ru

Источники питания светодиодов

для светильников, используемых в помещениях

Несмотря на объективные проблемы с внедрением светодиодного освещения, все больше предприятий занимаются разработкой и производством полупроводниковых осветительных приборов. Научно-производственная фирма «Плазмаинформ» вышла на этот рынок в 2010 г. и в настоящее время позиционирует себя разработчиком и серийным производителем источников тока для светодиодных светильников.

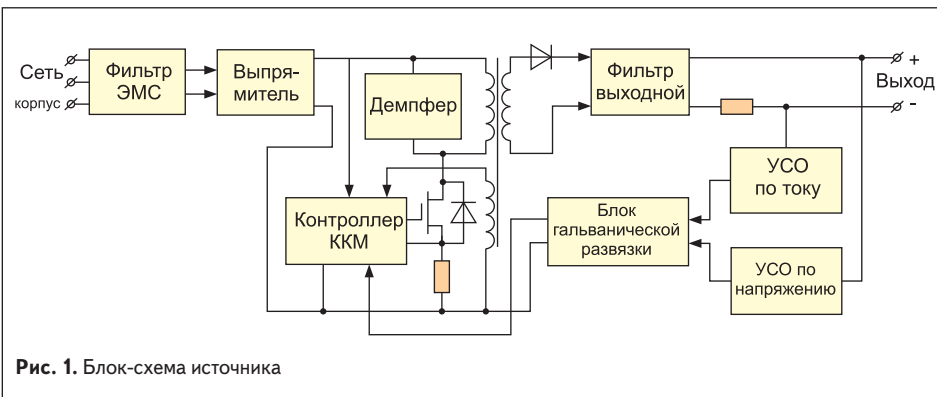


Рис. 1. Блок-схема источника

Источники питания (ИП) светодиодов — важнейшая часть полупроводникового светильника, во многом определяющая функциональные, светотехнические показатели и надежность осветительного устройства. Для компаний, занимающихся проектированием и установкой систем освещения, помимо светового потока и цветовой температуры важны и такие характеристики, как электробезопасность, КПД, коэффициент мощности, коэффициент пульсаций светового потока, электромагнитная совместимость и стоимость. В результате сотрудничества НПФ «Плазмаинформ» с рядом предприятий, разрабатывающих и производящих осветительные приборы, появились на свет и были запущены в серийное производство источники тока открытого исполнения, обеспечивающие электрические мощности 15, 20, 30, 35, 50 и 100 Вт.

Анализ ИП для светодиодных светильников, выпускаемых рядом фирм, показывает, что схемотехника источников тока определяется требуемой выходной мощностью светильника: если она менее 60 Вт, то обычно выбирается обратноходовой корректор коэффициента мощности (ККМ) со стабилизацией выходного тока. При более высокой выходной мощности используется отдельный ККМ и отдельный преобразователь со стабилизацией выходного тока и гальванической развязкой вход/выход, выполняемый по схемотехнике обратноходового, прямоходового или резонансного LLC-типа. Преобразователи без гальванической развязки (понижающего типа, SEPIC и др.) с точки зрения обеспечения безопасности при эксплуатации светодиодных светильников не имеют широкого распространения.

При разработке большое внимание было уделено таким параметрам, как пульсации вы-

ходного тока, электромагнитная совместимость (ЭМС) и стоимость. Выбор пульсаций выходного тока, определяется требованиями к пульсациям светового потока, которые регламентируются стандартами и составляют для светильников общего назначения 10–20%, а для настольных светильников при длительной работе за компьютером — 5–10%. Для уличных светильников пульсации светового потока не регламентированы и должны задаваться для каждого конкретного применения.

Учитывая, что светильники могут подключаться к электрическим сетям достаточно большой протяженности, к которым может быть подсоединено сильноточное оборудование, источники питания должны выдерживать испытательное напряжение 1,5 кВ провод–провод и провод–корпус, а также наносекундные и микросекундные импульсные выбросы и провалы амплитудой до 1,0 кВ. Кроме того, к тем же электрическим сетям могут быть подключены телевизоры, приемники и другая чувствительная к помехам аппаратура. Поэтому необходимо обеспечить соответствие ИП следующим основным стандартам по ЭМС: ГОСТ Р 51318.15-99, ГОСТ Р 51514-99, ГОСТ Р 51317.3.2.2006 (раздел 6, 7), ГОСТ Р 51317.3.3.2008, ГОСТ Р 51317.4.2.99, ГОСТ Р 51317.4.4.2007, ГОСТ Р 51317.4.5.99, ГОСТ Р 51317.4.6.99, ГОСТ Р 51317.4.11.2007.

Источники PSL (Power Supply Led) выполнены по схеме обратноходового корректора коэффициента мощности со стабилизацией выходного тока и ограничением напряжения. Типовая блок-схема приведена на рис. 1. Основой преобразователя является контроллер ККМ, управляющий силовым ключом и обеспечивающий коэффициент мощности выше 0,9. Осциллограммы входного напряжения и тока, а также действующие и предельные значения гармоник тока источника PSL50 приведены на рис. 2 и 3. Фильтр ЭМС обеспечивает электро-



Рис. 2. Осциллограммы входного напряжения и тока PSL50

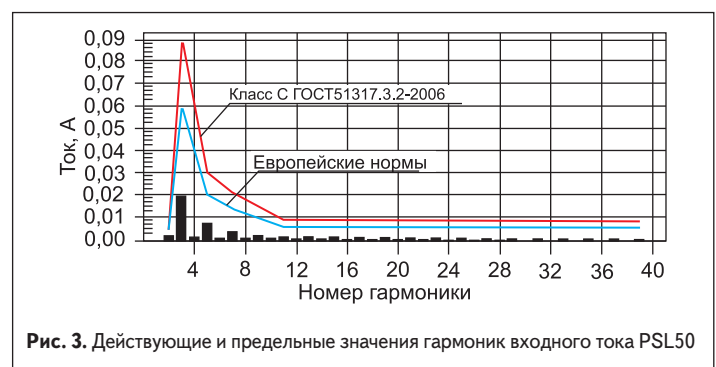


Рис. 3. Действующие и предельные значения гармоник входного тока PSL50

Таблица 1. Уровень радиопомех PSL50

Частота, МГц	Величина напряжения радиопомех, дБ (мкВ)	
	Измеренная	Допустимая (норма)
0,009	56	110
0,04	25	92
0,15	37	66
0,16	35	65,5
0,24	21	62,1
0,55	13	55,2
1	на уровне шумов	56
3,5	11	56
6	31	56
7,7	37	56
10	32	60
15,6	51	60
28	42	60
30	41	60

магнитную совместимость в соответствии со стандартами на светильники.

В качестве примера в таблице 1 приведен уровень радиопомех на сетевых зажимах PSL50 в диапазоне частот 0,009–30 МГц (квазипиковые значения).

Выходной фильтр обеспечивает необходимый уровень пульсаций выходного тока и, соот-

Таблица 2. Параметры источников питания

Наименование параметра	Тип источника					
	PSL15	PSL20	PSL30	PSL35	PSL50	PSL100
Напряжение питания	176–264 В, 50/60 Гц					
Максимальная мощность, Вт	20	20	30	35	60	110
Диапазон выходного напряжения, В	24–32	36–48	44–50	25–38	100–144	200–300
Выходной ток, мА	500±30	360±20	600±20	900±30	360±20	370±20
Нестабильность выходного тока, % (не более)	5	5	5	5	5	5
Пульсации выходного тока, % (не более)	20	20	20	20	10	10
Кoeffициент полезного действия, % (не менее)	85	85	85	85	90	90
Кoeffициент мощности, % (не менее)	90	90	90	90	97	95
Рабочая температура, °С	–25...+65	0...+40	0...+40	0...+40	0...+40	–45...+60
Средний ресурс, ч	50 000					
Габаритные размеры, мм (не более)	135×40×25	145×30×25	145×30×25	145×30×25	160×33×25	180×40×36
Масса, г (не более)	100	100	100	100	110	160

ветственно, пульсаций светового потока. Уровень и форма пульсаций токов и напряжений для двух номиналов выходного фильтра PSL50 приведены на рис. 4–7.

Осциллограммы показывают, что увеличение выходной емкости на 60% уменьшает пульсации тока в два раза и соответственно снижает пульсации светового потока, поскольку зависимость

между ними практически линейная. При включении источники обеспечивают плавную подачу напряжения в течение 50 мс. Форма выходного напряжения при старте PSL50 приведена на рис. 8.

Усилитель сигнала ошибки (УСО) по току обеспечивает формирование сигнала ошибки, поддерживая ток через светодиоды на заданном уровне. УСО по напряжению ограничивает выходное напряжение на холостом ходу. Блок гальванической развязки предназначен для передачи сигнала ошибки на контроллер, в первичную цепь. Демпфер ограничивает выброс напряжения на стоке силового ключа, что позволяет использовать более низковольтный и дешевый транзистор.

Питанием источника является сеть переменного тока. Гальваническая развязка входных и выходных цепей между собой и корпусом выдерживает 1,5 кВ и обеспечивает безопасность эксплуатации. Источники соответствуют отечественным и международным нормам в части ЭМС. Имеется встроенная защита от короткого замыкания на выходе, обеспечивается работа на холостом ходу. Основные технические характеристики источников приведены в таблице 2.

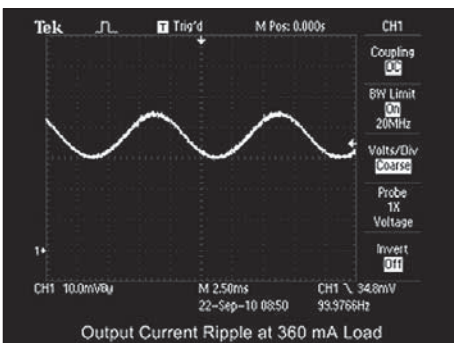


Рис. 4. Пульсации выходного тока на номинальной нагрузке. Емкость фильтра 300 мкФ (10 мВ соответствуют 100 мА)

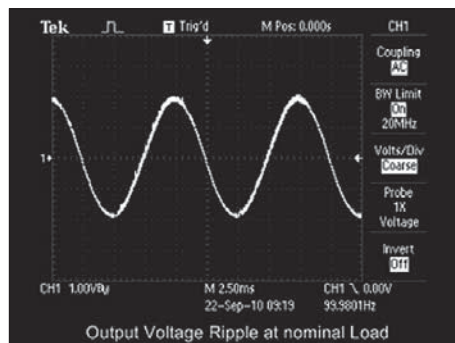


Рис. 5. Пульсации выходного напряжения на номинальной нагрузке. Емкость фильтра 300 мкФ (постоянная составляющая 120 В)

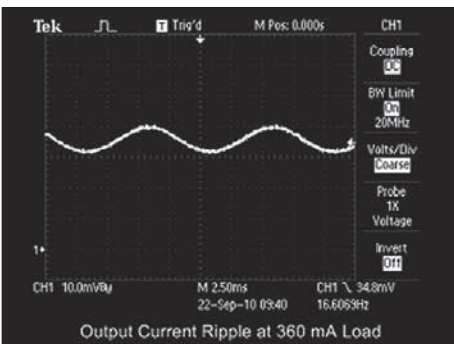


Рис. 6. Пульсации выходного тока на номинальной нагрузке. Емкость фильтра 500 мкФ (10 мВ соответствуют 100 мА)

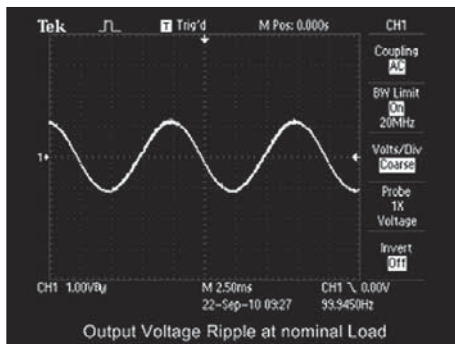


Рис. 7. Пульсации выходного напряжения на номинальной нагрузке. Емкость фильтра 500 мкФ (постоянная составляющая 120 В)

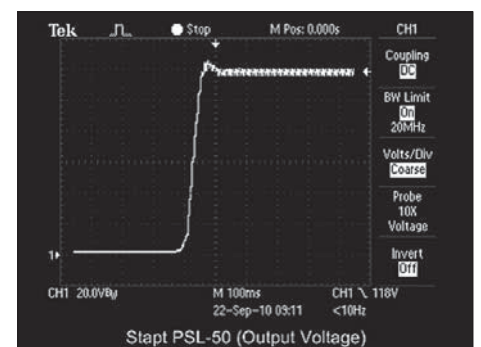


Рис. 8. Выходное напряжение PSL50 в момент включения

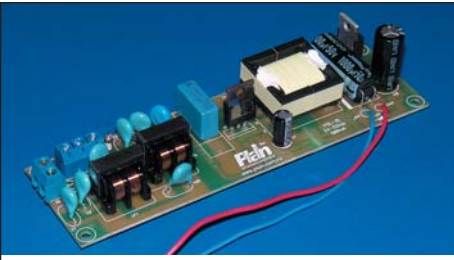


Рис. 9. Источник PSL15

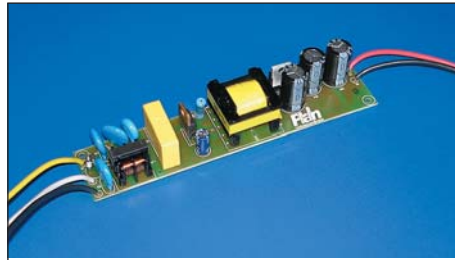


Рис. 10. Источник PSL35

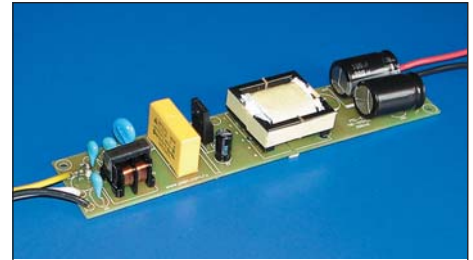


Рис. 11. Источник PSL50



Рис. 12. Источник PSL100

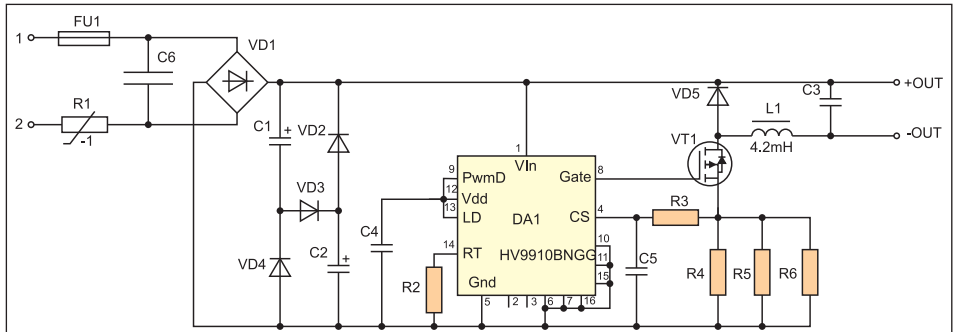


Рис. 13. Схема PSL9

Внешний вид PSL15, PSL35, PSL50 и PSL100 приведен на рис. 9–12 соответственно. Источники PSL20 и PSL30 имеют конструктивное исполнение, аналогичное PSL35.

Для специальных конструкций светильников разработан недорогой сетевой неизолированный источник тока мощностью 9 Вт (PSL9). Он представляет собой понижающий преобразователь с пассивной коррекцией коэффициента мощ-

ности. Схема источника приведена рис. 13, внешний вид — на рис. 14. Основа источника — микросхема драйвера HV9910. Цепочка C1–VD2–VD3–VD4–C2 — пассивный ККМ. Выходной ток задается резисторами R4, R5, R6. C3 — выходной фильтрующий конденсатор. Параметры источника PSL9 приведены в таблице 3.

Светильники, в конструкции которых использованы PSL9, PSL15, PSL30, PSL100, про-

ходят опытную эксплуатацию. Светильники с PSL20, PSL35 и PSL50 выпускаются серийно.

Выбранная схема построения источников питания позволяет без больших затрат модифицировать конструкцию для получения других значений выходного напряжения и тока в пределах заявленной мощности, обеспечивая питание светильников с иной схемой включения светодиодов.

Таблица 3. Параметры источника PSL9

Напряжение питания	176–264 В, 50/60 Гц
Коэффициент полезного действия, % (не менее)	80
Коэффициент мощности, % (не менее)	84
Минимальное выходное рабочее напряжение, В	20
Максимальное выходное рабочее напряжение, В	32
Максимальное напряжение холостого хода, В	350
Стабилизированный выходной ток, мА	350±10
Нестабильность выходного тока, % (не более)	5
П пульсации выходного тока, % (не более)	15
Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм	45×33×25
Диапазон рабочих температур, °С	0...+40

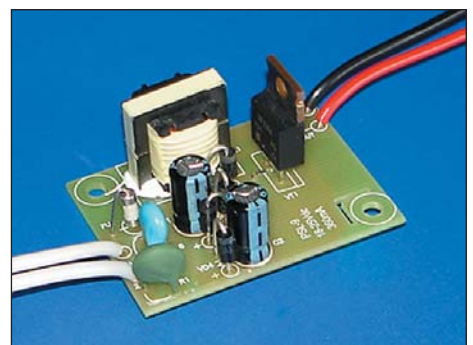


Рис. 14. Источник PSL9