

Ламповый балласт

для наружного освещения

Компании TDK-EPC и STMicroelectronics объединились для разработки конструкции типовых ламповых светодиодных балластов, пригодных для использования в уличном освещении.

**Стив Удервуд
(Steve Underwood)**

Высокая эффективность и долгий срок службы делают светодиоды все более популярными в мире осветительных технологий, где они по праву считаются движущей силой инноваций. В уличном освещении рентабельность, срок службы, простота технического обслуживания и энергопотребление играют ключевую роль в сокращении общих затрат. Чтобы обеспечить функционирование, не требующее технического обслуживания, балласт светодиодной лампы должен быть столь же эффективным и иметь столь же долгий срок службы, как и сами светодиоды.

Двухступенчатая типовая конструкция

Новая типовая конструкция, разработанная компаниями TDK-EPC и STMicroelectronics (рис. 1), состоит из двух ступеней: предварительная ступень коррективы коэффициента мощности (PFC) с контроллером L6562AT компании STMicroelectronics и резонансный преобразователь LLC на базе электрической интегральной микросхемы L6599AT.

Ключевыми характеристиками этого типа конструкции являются высокий коэффициент по-



Рис. 1. Главная плата с выпрямителем, ступенью коррективы коэффициента мощности (PFC) и резонансным преобразователем

лезного действия (более 90%), широкий диапазон входного напряжения (85–305 В переменного тока), а также высокая надежность и долгий срок службы. Так как надежность, или усредненное время бесперебойной работы источников питания (MTBF), зависит от частоты отказов используемых электролитических конденсаторов, данная конструкция может быть охарактеризована как инновационная. В отличие от электролитических пленочные конденсаторы призваны служить для выравнивания и сохранения мощности в линейной цепи постоянного тока. Разработчики также учли ухудшение номинальных характеристик компонентов, что снижает их нагрузку на линии (в соответствии с рекомендацией MIL-HDBK-217D). Благодаря использованию новых интегральных микросхем L6562AT и L6599AT от компании STMicroelectronics количество активных компонентов также сведено к минимуму, что повышает длительность бесперебойной работы и в то же время оптимизирует общую стоимость компонентов. Благодаря высокому КПД цепи ступень коррективы коэффициента мощности (PFC) почти не требует теплоотвода. Типовая конструкция дополнительно защищена от перегрузки и короткого замыкания, от работы в режиме холостого хода на каждой из ступеней и от перенапряжений на входе. После сбоя система возобновляет работу автоматически.

Таблица 1. Перечень деталей производства TDK-EPC

Кодовое обозначение	Значение, тип	Размеры (Ш×В) RM, вид EIA, мм	Описание, коды заказа
C2	470 нФ — X2	9,0×18,0; 15	МКР, B32922C3474K000
C3			
C4			
C5	5 мкФ	14×31,5; 27,5	МКР, 800 В, B32774D8505K000
C6			
C7			
C10	1 мкФ	1206	MLCC, 50 В, X7R, C3216X7R1H105KT
C13	10 мкФ	1210	MLCC, 25 В, X7R, C3225X7R1E106M
C17	4,7 мкФ	7,8×7,8; 5	МКТ, 63 В, B32529D0475M000
C18			
C20	15 нФ	5×18; 15	МКР, 1000 В, B32652A0153K000
C24	4,7 мкФ	0805	MLCC, 6,3 В, X5R, C2012X5R0J475KT
C25	470 пФ		MLCC, 50 В, COG, C2012C0G1H471JT
C30	10 мкФ		1210
C40		2220	MLCC, 50 В, X7R, C5750X7R1H106M
RV1	300 В переменного тока	15 5; [Г×Ш]; 7,5	Металлооксидный варистор, B72214S0301K101

Ключевые характеристики устройства:

- расширенный диапазон входного напряжения европейского стандарта переменного тока 85–305 В при частоте 45–55 Гц;
- выходное напряжение 48 В при силе тока 2,7 А;
- увеличенный срок службы благодаря пленочным конденсаторам EPCOS;
- гармонические составляющие тока в соответствии со стандартом EN61000-3-2 класс C;
- коэффициент полезного действия при нормальной нагрузке >90%;
- электромагнитная совместимость в соответствии со стандартами EN55022 класс B, EN55015;
- безопасность: двойная изоляция в соответствии со стандартом EN60950, безопасное сверхнизкое напряжение (БСНН).

Ступень 1. Цепь коррективки коэффициента мощности

Ступень коррективки коэффициента мощности, работающая в переходном режиме, выполняет функцию предварительного контроллера для подачи электроэнергии на резонансную ступень при напряжении 450 В. Она представляет собой обычный усилитель напряжения, подключенный к выходу выпрямительного моста, и включает в себя повышающий индуктор, выпрямительный диод и выходные конденсаторы (пленочные конденсаторы на 5 мкФ/800 В). МОП-транзистор выполняет функцию импульсного переключателя. Плата оснащена входным мехоподавляющим фильтром, который удаляет помехи, производимые повышающей ступенью. Коррективка коэффициента мощности выполняется контроллером L6562AT — недорогим компонентом небольших размеров, который работает при широком температурном диапазоне, столь необходимом при применении вне помещений.

Ступень 2. Резонансный преобразователь

Контроллер L6599AT выполняет важную роль в вольтдобавочном преобразователе. В нем присутствуют все функции, необходимые для правильного регулирования резонансного преобразователя. L6599AT имеет постоянный рабочий цикл 50% и использует частоту как контрольный параметр. В трансформаторе имеется последовательно включенная катушка индуктивности, что устраняет необходимость во внешней катушке для создания резонанса при требованиях постоянной намагниченности. Для вторичной обмотки была выбрана конфигурация трансформатора с центральным отводом и выпрямителями Шоттки типа STPS10150CG. Для выравнивания мощности здесь также используются пленочные конденсаторы EPCOS с показателем 4,7 мкФ/63 В. Выходную часть завершает небольшой индуктивно-емкостный фильтр для подавления радиочастотных колебаний. Выходное напряжение регулируется и стабилизируется через контур обратной связи. На рис. 2 показана полная электрическая схема источника питания. Перечень деталей приводится в таблице 1.

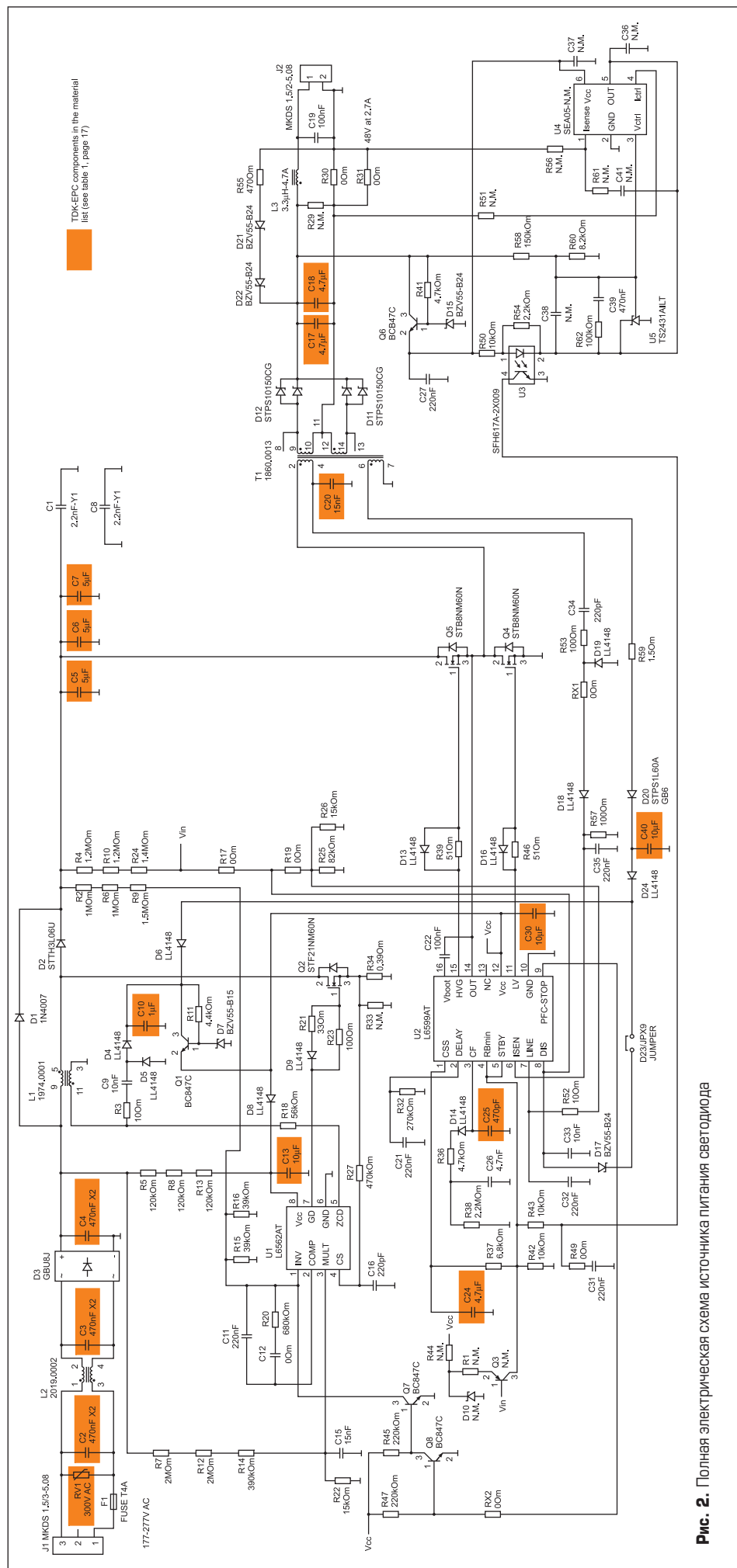


Рис. 2. Полная электрическая схема источника питания светодиода

Измерение КПД

В таблице 2 показан суммарный КПД на линии переменного тока 230 В/50 Гц и 115 В/60 Гц при различных нагрузках. При напряжении 115 В и полной нагрузке

суммарный КПД равен 90,96%, с возрастанием до 93,39% при напряжении 230 В. При измерении КПД под нагрузками 25, 50, 75 и 100% согласно стандарту ES-2 и вычислении усредненного показателя КПД составляет 91,04% при напряжении

230 В и 89,52% при напряжении 115 В. Это означает, что преобразователь может работать с высоким КПД не только при полной нагрузке, но и при более низких нагрузках, типичных для светодиодов с пониженной яркостью.

Таблица 2. КПД при различных нагрузках

Условия испытания	230 В, 50 Гц					115 В, 60 Гц					
	V _{выход} , В	I _{выход} , А	P _{выход} , Вт	P _{вход} , Вт	η, %	V _{выход} , В	I _{выход} , А	P _{выход} , Вт	P _{вход} , Вт	η, %	
Нагрузка, %	25	47,58	0,689	32,8	37,87	86,57	47,59	0,689	32,8	37,87	86,58
	50	47,57	1,378	65,6	71,66	91,48	47,58	1,378	65,6	72,93	89,90
	75	47,56	2,008	95,5	102,96	92,75	47,56	2,001	95,2	105,0	90,64
	100	47,55	2,708	128,8	137,6	93,38	47,56	2,703	128,6	141,33	90,96
Среднее значение КПД, %	91,04					89,52					