

Возможности и преимущества

электронного балласта на основе микросхемы KP1211EY1

Фирма «Додэка», развивая направление технических исследований, разработала и в 2000 г. запустила в серийное производство специализированный контроллер электронного пускорегулирующего аппарата (ЭПРА) для люминесцентных ламп KP1211EY1. Данная статья посвящена его описанию.

Александр Гореславец

hivolt@dodeca.ru

Анализ рынка электронных балластов

Микросхема KP 1211EY1 предназначена для построения низковольтных ЭПРА бортовых сетей, а также источников автономного и резервного освещения, но может применяться и в качестве альтернативы импортным специализированным микросхемам драйверов при построении сетевых ЭПРА среднего ценового диапазона.

Если проанализировать информацию, поступающую из специализированных изданий по электронике, то станет ясно, что в настоящее время идет активная кампания по продвижению на отечественный рынок электронных балластов для люминесцентных ламп от именитых западных производителей. Не менее активно продвигаются и электронные компоненты для построения электронных балластов. Если для европейского рынка этот процесс является законо-

Таблица

Классификация балласта	Тип балласта	Преимущества	Недостатки
По способу управления	Электронные балласты на базе автогенератора	Простая схемотехника. Низкая цена	Сложность построения цепей защиты
	Электронные балласты с использованием внешнего драйвера	Возможность гибкого управления режимами запуска и горения лампы	Высокая цена
По способу запуска лампы	Электронные балласты с холодным стартом	Упрощенная схемотехника	При частых включениях быстрый выход лампы из строя. Допускается включение лампы не более 1–2 раз в сутки
	Электронные балласты с предварительным подогревом электродов	Продлевают жизнь лампы при частых включениях	Требуют использования позисторов или специализированных схем управления
По способу предварительного подогрева спиралей	Электронные балласты с позисторным подогревом спиралей	Стабильный подогрев спиралей при старте лампы	Повышение температуры внутри балласта, снижение КПД, неправильная работа при быстром повторном старте
	Электронные балласты с подогревом спиралей за счет перестройки частоты	Возможность гибкого управления режимами запуска лампы	Требуются специализированные микросхемы драйвера
По способу коррекции коэффициента мощности	Электронные балласты без коррекции коэффициента мощности	Низкая цена	Коэффициент мощности около 0,6. Может использоваться только для индивидуального освещения и только с лампами малой мощности
	Электронные балласты с пассивной коррекцией коэффициента мощности	Коэффициент мощности около 0,92	Чувствительность к перепадам питающих напряжений
	Электронные балласты с активной коррекцией коэффициента мощности	Коэффициент мощности 0,95. Низкая чувствительность к перепадам питающего напряжения	Требуются специализированные микросхемы драйвера, дополнительный ключ. Использование элементной базы на повышенные напряжения
По количеству каналов	Одноканальные электронные балласты	Обычно изготавливаются в маломощном варианте и имеют низкие цены и упрощенную схемотехнику	Повышенная удельная себестоимость балласта на количество ламп
	Многоканальные электронные балласты	Уменьшенная удельная себестоимость балласта на количество ламп	Требование согласованных по рабочей частоте компонентов для обеспечения стабильного поджига ламп
По типу питания	Высоковольтные электронные балласты	Не требуют дополнительных преобразователей для обеспечения работы балласта за исключением случаев с корректором коэффициента мощности	Требуют применения высоковольтной элементной базы
По типу питания	Низковольтные электронные балласты	Использование сравнительно недорогой низковольтной элементной базы	Требуют дополнительных повышающих преобразователей для обеспечения работы балласта
	Низковольтные электронные балласты	Использование сравнительно недорогой низковольтной элементной базы	В ряде случаев таким преобразователем может служить корректор коэффициента мощности
По мощности	Электронные балласты малой мощности	Упрощенная схемотехника, низкая цена	Отсутствие или примитивные схемы защиты балласта
По мощности	Электронные балласты большой мощности	Как правило, имеют высокий КПД и коэффициент мощности. Обеспечивают длительный срок работы лампы	Требуют специализированных микросхем драйверов управления балластом и корректором коэффициента мощности
По схемотехнике	Однотактные электронные балласты	Обычно более дешевы за счет меньшего количества элементов	Асимметричные по форме токи и напряжения не способствуют длительному сроку жизни лампы
По схемотехнике	Двухтактные электронные балласты	Обеспечивают симметричные режимы работы лампы по току и напряжению, чем достигается длительный срок ее работы	Имеют более высокую цену и более сложную схемотехнику по сравнению с однотактными

мерным ввиду явных эксплуатационных преимуществ электронных балластов, то для российского рынка он не столь однозначен, как это пытаются представить некоторые дистрибьюторы электронных компонентов. Действительно, в ситуации, когда цена некоторых микросхем контроллеров, используемых для построения электронных балластов, вполне сопоставима с ценой обычного комплекта — электромагнитного дросселя и стартера, — поневоле задумаешься, как убедить потребителей покупать их.

Если западные производители электронных компонентов идут по пути максимальной функциональной интеграции своих изделий, пытаясь встроить в них как можно больше всевозможных функций по управлению процессом зажигания лампы и защиты самих электронных балластов от работы в аварийных режимах, то в России те немногие фирмы, которые серийно производят электронные балласты, как правило, применяют схемы с биполярными ключами и трансформатором тока и не используют специализированные драйверы. Такая ситуация определяется сложившимися ценами на комплектующие. С одной стороны, при разработке балласта конструктор хочет заложить в изделие наиболее совершенное решение, обеспечивающее максимум потребительских качеств, но, с другой стороны, получаемая при этом цена высока и неприемлема для потребителя, что в итоге заставляет обходиться более простыми решениями. Возникают вопросы, чем руководствуются западные производители электронных компонентов, разрабатывая новые микросхемы драйверов для балластов, и чем может обуславливаться выбор той или иной архитектуры при построении электронного балласта с учетом отечественных реалий. Ответ на первый вопрос достаточно очевиден: в связи с грядущим уже в этом десятилетии запретом на производство в Европе электромагнитных балластов тот, кто обеспечит наиболее передовое решение в этой области, и получит в будущем максимальную прибыль. Ответ на второй вопрос не так прост. Разнообразие существующих решений позволяет реализовать практически любой набор потребительских свойств балласта, и здесь определяющим фактором является компромисс между ценой балласта, которая довольно жестко определяется рынком сбыта, и его потребительскими свойствами.

Выше приводится таблица, которая отражает возможные схемотехнические и конструктивные решения, комбинации которых используются при построении практически любых типов электронных балластов для люминесцентных ламп.

На основе изложенных выше данных можно сделать вывод о том, что электронные балласты могут быть очень разными как по своим свойствам, так и по цене. Их единственной общей чертой является работа на повышенной частоте.

Возьмем для примера два случая. Например, недорогой электронный балласт 1×36 Вт может быть построен по одноканальной автогенераторной схеме на биполярном ключе с холдным стартом лампы без корректора коэф-

фициента мощности. В другом таком же по мощности балласте может быть использован активный корректор коэффициента мощности, электронное управление запуском лампы, полевые ключи с малым падением напряжения. Работать будут оба, но при этом первый обеспечит срок службы лампы порядка 2–4 тыс. часов; второй обеспечит 10–12 тыс., но и стоит при этом будет в 4–6 раз дороже.

Закономерно, что чем сложнее и дороже электронный балласт, тем более стабильную и долговременную работу лампы он обеспечивает, однако требует при этом применения дорогой элементной базы. Более простые и сравнительно недорогие электронные балласты также имеют право на жизнь, так как обеспечивают достаточно длительную работу люминесцентных ламп и отсутствие их мерцания. При подборе балласта важно достичь компромисса между степенью совершенства того или иного технического решения и его ценой.

Микросхема драйвера KP1211EU1 позволяет создавать электронные балласты с такими функциями, как разогрев спиралей лампы за счет перестройки частоты, запуск лампы при программируемой температуре спиралей, защита балласта от аварийных режимов лампы. Цены на эти балласты сопоставимы с ценами на двухтактные схемы с автогенераторным возбуждением. Более подробно микросхема KP1211EU1 описана в [1].

Описание схемы

Ниже приводится функциональная схема одноканального балласта для лампы мощностью 36 Вт с сетевым питанием, которая может служить в качестве прототипа для дальнейших разработок.

Балласт построен по двухтактной схеме с управлением транзисторами полумоста через согласующий трансформатор. Он обеспечивает прогрев спиралей за счет перестройки частоты, зажигание при программируемой температуре спиралей и имеет защиту от холостого хода, обрыва спиралей и перегрузки при незажигании лампы.

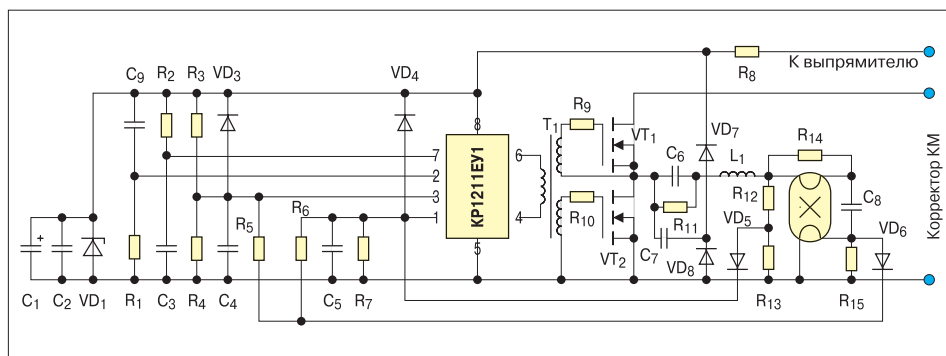
Схема работает следующим образом: задающий генератор, частота которого определяется резистором R3 и конденсатором C3, формирует сигнал пилообразной формы с частотой порядка 630 кГц, который в начальный момент времени преобразуется внутренним делителем микросхемы в противофазные сигналы прямоугольной формы частотой порядка 45 кГц, подаваемые на выходы 4 и 6 микросхемы. Для предотвращения сквозных токов

микросхема формирует паузы между выходными импульсами длительностью в один период частоты задающего генератора. Через согласующий трансформатор T1 эти импульсы попадают на затворы транзисторов полумоста VT1, VT2, вызывая поочередное открывание последних. В результате через спирали лампы, элементы резонансного контура L1, C11 и разделительный конденсатор C6 начинает протекать ток.

Для лампы мощностью 36–40 Вт при частоте 45 кГц, напряжении на выходе корректора коэффициента мощности 400 В и номиналах $L1 = 2,3 \text{ мГн}$, $C1 = 10 \text{ нФ}$ протекающий через спирали ток будет иметь величину 0,6–0,7 А. Подробнее о порядке расчетов элементов балласта можно узнать в [2].

Протекая через спирали лампы, ток указанной величины постепенно разогревает их до необходимой температуры. Процесс разогрева спиралей сопровождается возрастанием их сопротивления. Падение напряжения на спиралях увеличивается, и при достижении им определенной величины на входе микросхемы Vin устанавливается высокий логический уровень. В результате коэффициент деления внутреннего делителя микросхемы изменяется, и частота, подаваемая на резонансный контур L11, C11, скачком перестраивается с 45 до 35 кГц. Поскольку последнее значение частоты находится ниже резонансной частоты указанного контура, напряжение на лампе резко возрастает и лампа зажигается. Делитель R3, R4 не позволяет напряжению на выходе микросхемы Vin после зажигания лампы и уменьшения падения напряжения на спиралях опуститься до уровня лог. 0. Конденсатор C4 обеспечивает на этом же входе низкий логический уровень в начальный момент времени после подачи питания на микросхему и, соответственно, включение балласта на повышенной частоте.

Цепь R8, C1, VD1 обеспечивает подачу питания на микросхему драйвера при запуске. Стабилитрон VD1 определяет величину напряжения питания микросхемы, а цепочка R1, C9 обеспечивает блокировку включения ее выходного каскада, пока напряжение на входе VF микросхемы (выв. 2) не упадет до уровня лог. 0, а напряжение питания микросхемы не возрастет до 7–7,5 В. В начальный момент конденсаторы C1, C2 заряжаются током, протекающим через резистор R8, а после включения выходного каскада микросхемы и, соответственно, транзисторов VT1, VT2 — током, протекающим через конденсатор C7 и диоды VD9, VD10. Эта же цепь служит демпфером в моменты выключе-



ния тока транзисторов VT1, VT2. Ток, потребляемый микросхемой до включения выходного каскада, составляет около 1,4 мА. В начальный момент времени напряжение, приложенное к резистору R8, составляет около 310 В, что соответствует выпрямленному сетевому напряжению, а после включения выходного каскада микросхемы и запуска корректора коэффициента мощности падает примерно до 210 В. Таким образом, мощность, рассеиваемая резистором R8 в процессе работы балласта, составляет порядка 0,3 Вт.

Элементы R11, R12, R13, R14, VD5, VD6 используются для защиты балласта от аварийных режимов работы лампы. Сигнал, снимаемый с делителя R11, R12, через диод VD5 поступает на вход FC микросхемы (выв.1) и по достижении на нем уровня лог. 1 происходит блокирование выходов микросхемы вплоть до момента появления сигнала лог. 0 на выводе Vin микросхемы (выв. 3), что соответствует выключению и повторной подаче питания на балласт. Резисторы R13, R14 служат для защиты балласта от перегорания спира-

лей и при работе на холостом ходу. В этом случае напряжение, снимаемое с резистора R14, через диод VD6 и делитель напряжения R6, R7 поступает на вывод FC микросхемы (выв. 1). В результате выходы микросхемы блокируются.

Настройка балласта

Настройка балласта сводится к установке оптимальной величины тока прогрева спиралей в начальный момент времени. В этом случае лампа гарантированно включится даже при определенном разбросе величин элементов резонансного контура после переключения частоты, так как конечное значение частоты будет более близким к значению частоты резонанса, чем это имеет место при плавной перестройке частоты.

В заключение хотелось бы разъяснить, за счет чего стало возможным существенное снижение себестоимости изготовления балласта. Этого удалось достичь в силу ниже перечисленных причин.

1. При производстве микросхемы драйвера не используется дорогостоящая высоковольтная технология. Оптовая цена микросхемы при этом незначительно превышает цену качественного позистора, необходимость в котором отпадает.
2. Согласующий трансформатор выполнен на ферритовом сердечнике сечением 10...20 мм² и при массовом производстве стоит не дороже 15 центов.
3. При использовании биполярных ключей возможно применение более дешевых транзисторов отечественного производства. ■

Литература

1. Микросхемы для импульсных источников питания. — М., Додэка, 2000 г.
2. Башкиров В. IRPLLNR — высокоэффективный электронный балласт для флуоресцентных ламп на базе драйвера IR2153. — М., Компоненты и технологии, № 5, 2000 г.