

Окончание. Начало в № 2'2004

Электронные балласты для люминесцентных ламп от фирмы Philips

Юрий Давиденко

davidleasat.net

На этапе пуска ток от конденсатора С4 проходит через резистор R2, нить накала лампы, резистор R7, выводы 13 и 5 микросхемы UBA2021, соединенные между собой в период пуска внутренним ключом, и заряжает конденсаторы низковольтного питания С9, С10 и С13. Как только напряжение питания V_s на С13 достигнет уровня 5,5 В, происходит переключение UBA2021, в результате которого транзистор VT2 открывается, а транзистор VT1 закрывается. Это позволяет зарядиться пусковому конденсатору С12 через внутреннюю цепь микросхемы. Напряжение питания V_s продолжает увеличиваться, и при $U_s > 12$ В микросхема начинает генерировать. Величина тока потребления ИМС внутренне фиксируется на уровне порядка 14 мА.

Далее происходит переход к этапу подогрева. При отсутствии лампы пуск автоматически блокируется, т. к. в этом случае оказывается разорванной цепь зарядки пускового конденсатора.

На этапе подогрева МОП-транзисторы VT1 и VT2 поочередно переводятся в проводящее состояние. Это генерирует переменное напряжение прямоугольной формы относительно средней точки полумоста с двойной амплитудой UHV. Стартовая частота колебаний составляет 98 кГц. В этих условиях цепь, состоящая из С8, VD5, VD6, С9 и С10, оказывается способной выполнить функцию источника низковольтного питания, которая во время пуска обеспечивалась током через вывод 13 ИМС.

В течение интервала времени, примерно равного 1,8 с (время подогрева TPPE), продолжительность которого определяется номиналами С16 и R8, система находится в режиме подогрева, когда через нить накала лампы проходит ток контролируемой величины. Это позволяет оптимальным образом разогреть оба электрода лампы. Нагретые электроды эмитируют (испускают) в лампу большое число электронов, и в этом состоянии для ее зажигания требуется значительно меньшее напряжение. Подогрев электродов весьма важен для обеспечения большого срока службы лампы (порядка 20000 часов).

После возникновения генерации небольшой переменный ток начинает протекать от средней точки полумоста через нить накала лампы, L1 и С7. Частота колебаний постепенно снижается, что приводит к соответствующему росту тока. Скорость снижения частоты определяется емкостью конденсатора С14 и внутренним источником тока ИМС. Час-

тота прекращает падать, как только будет достигнуто определенное значение напряжения переменного тока на резисторах R5 и R6, являющихся датчиками тока подогрева. Микросхема UBA2021 стабилизирует ток через нити накала, отслеживая величину падения напряжения на R5 и R6.

В течение всего этапа подогрева частота работы полумостового инвертора остается выше резонансной частоты цепочки L1, С7 (55,6 кГц), и поэтому напряжение на С7 еще мало для зажигания лампы. Весьма важно удержать это напряжение достаточно малым — ведь преждевременное, так называемое холодное зажигание приводит к быстрому износу электродов лампы.

Индуктивность балластного дросселя L1 определяется необходимым током через лампу, емкостью конденсатора поджига С7 и рабочей частотой в режиме горения. Минимальная емкость С7 определяется индуктивностью L1, величиной не приводящего к зажиганию напряжения на лампе при данном токе подогрева и минимальным напряжением сети. В результате оптимальным для подогрева оказывается значение емкости С7, равное 8,2 нФ.

После окончания подогрева UBA2021 возобновляет дальнейшее снижение частоты переключения полумоста вплоть до нижней частоты f_B (39 кГц). Однако теперь понижение частоты осуществляется гораздо медленнее, чем это происходило в стадии подогрева. Частота переключения смещается к резонансной частоте последовательной цепочки, состоящей из индуктивности L1 и суммарной емкости конденсатора С7 и электродов лампы (55,6 кГц), причем сопротивления блокирующих постоянный ток конденсаторов С5 и С6 достаточно малы.

Максимальная величина напряжения зажигания в наилучшем случае (когда и светильник, и цепи ЭПРА подключены к защитному заземлению сети) для лампы TLD58W при низких температурах составляет примерно 600 В.

Сочетание индуктивности дросселя L1 и емкости конденсатора С7 подобрано таким образом, чтобы напряжение на лампе могло превысить эти необходимые для надежного зажигания 600 В. Напряжение зажигания определяет максимальную емкость С7 при заданной индуктивности L1, выбранной исходя из нижней частоты f_B UBA2021. Нижняя частота f_B задается номиналами R8 и С15. Максимально возможная продолжительность этапа зажигания

Таблица 1

Напряжение питания, В	200	210	220	230	240	250	260
Мощность, потребляемая от сети, Вт	52,0	53,5	54,4	55,0	55,4	55,6	55,8
Мощность, потребляемая лампой, Вт	47,6	48,9	49,6	50,0	50,2	50,3	50,3
Коэффициент полезного действия, %	92	91	91	91	91	91	90

T_{IGN} равна 1,7 с (15/16 от T_{PRE}), она устанавливается подбором C16 и R8.

Если лампа зажглась в ходе понижения частоты, частота уменьшается до минимального значения f_B . UBA2021 может осуществить переход к этапу горения двумя путями:

- при снижении частоты до f_B ;
- если частота f_B не достигнута, переход происходит по истечении максимально возможной продолжительности этапа зажигания TIGN.

На этапе горения частота колебаний в схеме обычно снижается до f_B (39 кГц), которая может использоваться в качестве номинальной рабочей частоты. Однако в силу применения в ЭПРА автоматического управления частота колебаний зависит от силы тока, протекающего через вывод 13 (вывод R_{HV}) ИМС UBA2021. Автоматическое управление начинает функционировать после достижения f_B .

Как уже указывалось, во время пуска конденсаторы низковольтного питания C9, 10 и C13 заряжаются током, протекающим от конденсатора C4 через R2, нить накала лампы, R7 и внутренне соединенные выводы 13 и 5 UBA2021.

На этапе горения происходит перекоммутация. Вместо вывода 5 к выводу 13 оказывается подключенным вывод 8. Теперь ток, протекающий через резисторы R2 и R7, используется в качестве информационного параметра в системе автоматического управления частотой переключения силового инвертора, так как сила этого тока пропорциональна уровню выпрямленного напряжения сети. Пульсации с удвоенной частотой сети (100...120 Гц) фильтруются конденсатором C16. В результате излучаемый лампой световой поток остается почти постоянным при изменении напряжения сети в пределах от 200 до 260 В.

На частотах выше 10 кГц лампа может рассматриваться как резистивная нагрузка. Световая отдача возбуждаемых на частотах выше 10 кГц трубчатых ламп существенно лучше, чем при их питании с частотой 50...60 Гц. Это означает, что лампа TLD58W при высокочастотном питании с мощностью 50 Вт излучает такой же световой поток, как и TLD58W при мощности питания 58 Вт на частоте 50...60 Гц. Рабочая точка установившегося состояния для подключенной к ЭПРА TLD58W характеризуется напряжением на лампе 110 В и током через нее 455 мА, что соответствует мощности питания 50 Вт.

Для предохранения элементов силовой цепи от значительных перегрузок, в микросхему встроена функция защиты от емкостного режима работы, которая активна на этапах зажигания и горения. UBA2021 проверяет падение напряжения на R5 и R6 во время включения транзистора VT2 в каждом цикле работы инвертора. Если это напряжение оказывается меньше 20 мВ, это означает, что устройство работает в емкостном режиме, и UBA2021 на-

чинает повышать частоту переключения с гораздо большей скоростью, чем она ее снижала на этапах подогрева и зажигания. В итоге частота переключения превысит резонансную частоту. При исчезновении признаков емкостного режима частота переключения вновь уменьшается до необходимой.

В ЭПРА установлен оксидный конденсатор C4 типа ASH-ELB 043. Эти специально разработанные для применения в электронных узлах питания люминесцентных ламп конденсаторы характеризуются большим сроком службы (15000 ч) при температурах до 85 °С и выдерживают значительные пульсации тока.

Силовыми ключами в инверторе являются полевые МОП-транзисторы типа PHX3N50E (индекс E свидетельствует о повышенной надежности прибора). Благодаря использованию принципа переключения при нулевом напряжении, потери на переключение МОП-транзисторов минимизированы. Нагрев каждого из транзисторов вызывается только потерями в проводящем состоянии, и степень повышения температуры зависит от сопротивления открытого канала сток-исток ($R_{ds(on)}$) и теплового сопротивления корпуса (R_{th}). Продолжительности этапов подогрева и зажигания достаточно малы, в силу чего выбор

типа МОП-транзистора был обусловлен силой тока, протекающего через балластный дроссель в режиме горения лампы. PHX3N50E характеризуются максимальным постоянным напряжением сток-исток 500 В и сопротивлением открытого канала менее 3 Ом, можно применять и более мощные (с меньшим сопротивлением открытого канала) транзисторы фирмы Philips либо транзисторы Infineon CoolMOS на напряжение 500 В или 600 В.

Конструкция балластного дросселя L1 с индуктивностью 1 мГн, выдерживающего пиковые токи зажигания до 2,5 А, позволяет применять его в устройствах без защитного заземления. Поджигающим в ЭПРА является конденсатор C7 емкостью 8,2 нФ типа КР/ММКР376. Этот тип конденсаторов разработан для применения в цепях с высокими скоростями нарастания напряжения и большой частотой повторения. Установленный конденсатор способен выдержать размах напряжения до 1700 В (600 В действующего значения синусоидального напряжения), его можно заменить на полипропиленовый K78-2 на 1600 В.

В таблице 1 приведены энергетические характеристики ЭПРА.

На рис. 3 изображена принципиальная схема ЭПРА с использованием UBA2021 для компактной люминесцентной лампы мощностью 13 Вт.

Специализированная микросхема UBA2024 является одной из последних разработок фирмы Philips. Использование UBA2024 позволяет создать действительно сверхминиатюрные

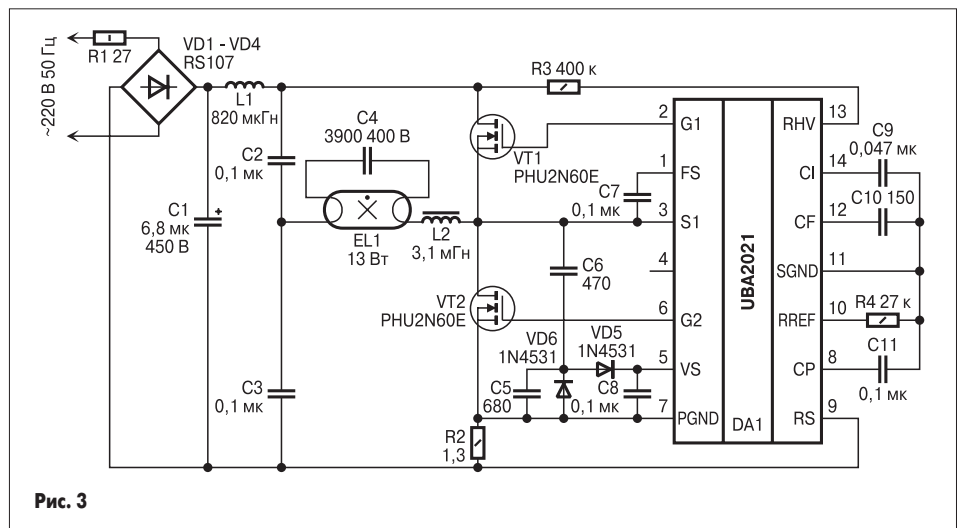


Рис. 3

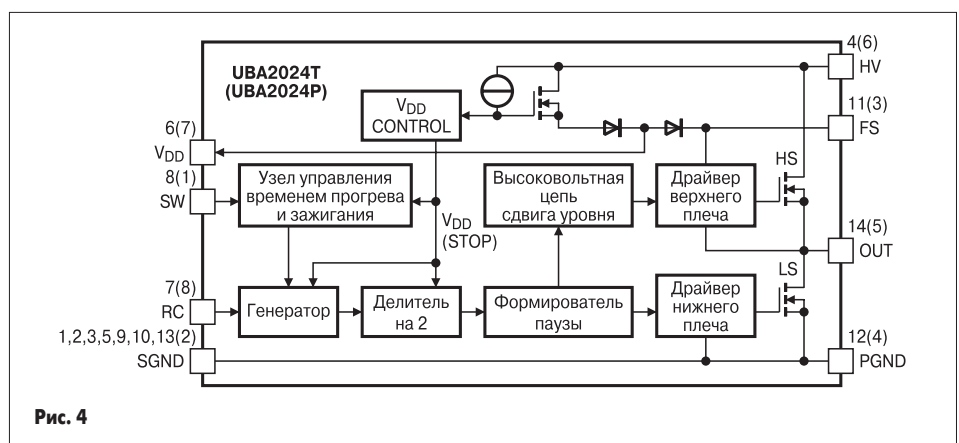


Рис. 4

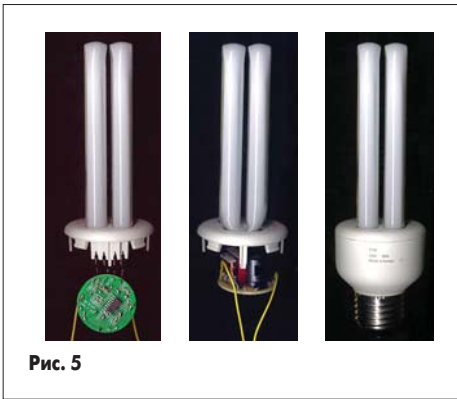


Рис. 5

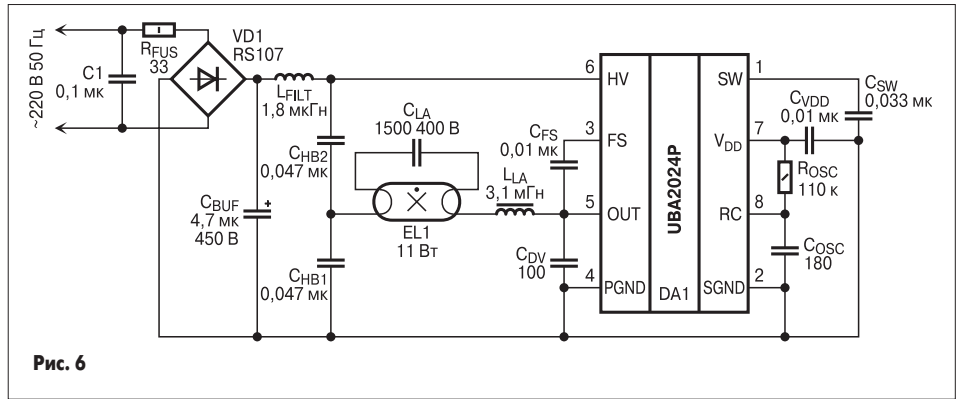


Рис. 6

Таблица 2

Элемент	Номиналы элементов для указанной мощности, тока лампы и частоты работы					
	Мощность лампы	3 Вт	8 Вт	11 Вт	13 Вт	15 Вт
	Ток лампы	90 мА	150 мА	150 мА	125 мА	180 мА
	Частота	30,8 кГц	46 кГц	42,5 кГц	42,5 кГц	40 кГц
R _{FUS}	Токоограничительный резистор	47 Ом	39 Ом	33 Ом	27 Ом	27 Ом
D1...D4	Диоды моста	BYD13M	1N4007	1N4007	1N4007	1N4007
C _{BUF}	Высоковольтный фильтр питания	2,2 мкФ, 400 В	3,3 мкФ, 400 В	4,7 мкФ, 400 В	6,8 мкФ, 400 В	6,8 мкФ, 400 В
L _{FILT}	Помехоподавляющий дроссель	4,7 мГн	2,2 мГн	2,7 мГн	3,9 мГн	3,3 мГн
C _{HB1} , C _{HB2}	Конденсаторы полумоста	47 нФ, 200 В	47 нФ, 200 В	47 нФ, 200 В	33 нФ, 200 В	47 нФ, 200 В
C _{LA}	Конденсатор лампы	1,0 нФ, 1 кВ	1,5 нФ, 400 В	1,5 нФ, 400 В	1,5 нФ, 400 В	1,8 нФ, 400 В
L _{LA}	Дроссель лампы	8,2 мГн	3,1 мГн	3,1 мГн	3,5 мГн	3,1 мГн
C _{DV}	Ограничительный конденсатор	100 нФ, 500 В	220 нФ, 500 В	220 нФ, 500 В	100 нФ, 500 В	220 нФ, 500 В
C _{FS}	Фильтр плавающего источника питания	10 нФ, 50 В	10 нФ, 50 В	10 нФ, 50 В	10 нФ, 50 В	10 нФ, 50 В
C _{VDD}	Фильтр низковольтного источника питания	10 нФ, 50 В	10 нФ, 50 В	10 нФ, 50 В	10 нФ, 50 В	10 нФ, 50 В
C _{OSC}	Конденсатор генератора	270 пФ, 50 В	180 пФ, 50 В	180 пФ, 50 В	180 пФ, 50 В	180 пФ, 50 В
R _{OSC}	Резистор генератора	120 кОм	110 кОм	120 кОм	120 кОм	130 кОм
C _{SW}	Sweep time capacitor	220 нФ, 16 В	33 нФ, 50 В	33 нФ, 50 В	330 нФ, 16 В	68 нФ, 50 В

электронные балласты для компактных люминесцентных ламп мощностью 3...15 Вт с максимальным током лампы до 180 мА.

Отличительные особенности UBA2024:

- интегрированные в микросхему силовые МОП-транзисторы, соединенные в полумостовую схему инвертора;
- интегрированный диод вольтодобавки;
- наличие внутреннего низковольтного источника питания;
- максимальное (кратковременное) рабочее напряжение 550 В;
- регулируемое время прогрева и поджига («мягкий»-«горячий» старт);
- возможность управления частотой задающего генератора;
- минимальное число внешних элементов.

Структура микросхемы UBA2024 показана на рис. 4

Конструкция ЭПРА с компактной люминесцентной лампой (КЛЛ) мощностью 11 Вт

приведена на рис. 5, а принципиальная схема ЭПРА — на рис. 6.

Типономиналы элементов для КЛЛ различной мощности приведены в таблице 2. Более подробно о методике расчета этих элементов можно узнать из [6].

Рисунок печатной платы для ЭПРА и расположение элементов на ней показаны на рис. 7.

Литература

1. www.semiconductors.philips.com/catalog/219/282/41685/41686/41687/index.html#41687
2. www.semiconductors.philips.com/acrobat/datasheets/UBA2021_3.pdf
3. www.semiconductors.philips.com/acrobat/applicationnotes/AN98099.pdf
4. www.semiconductors.philips.com/acrobat/applicationnotes/AN99066.pdf
5. www.semiconductors.philips.com/acrobat/datasheets/UBA2024_1.pdf
6. www.semiconductors.philips.com/acrobat/applicationnotes/AN_UBA2024T_1.pdf
7. Электронный пускорегулирующий аппарат фирмы PHILIPS. — Радиомир, 2003, № 11.

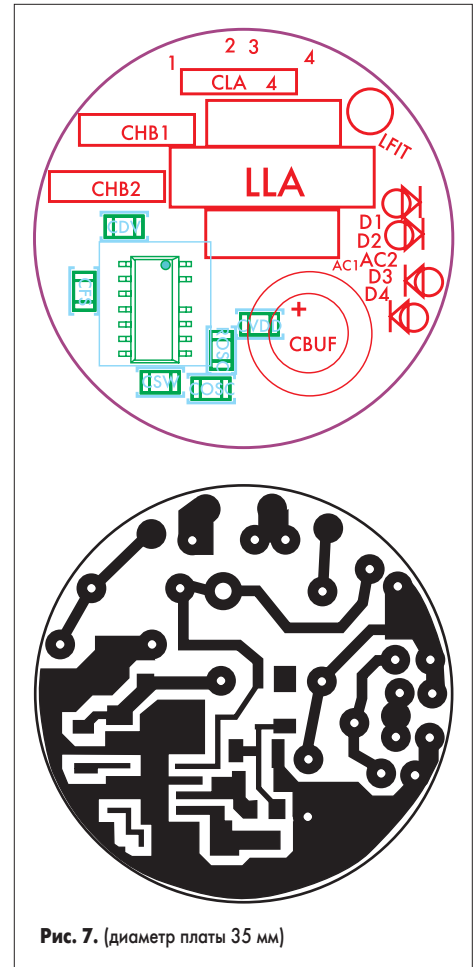


Рис. 7. (диаметр платы 35 мм)