

Ремонт энергосберегающих ламп

<http://www.luna1509.narod.ru/001/002.html> !!!

Первым делом необходимо проверить целостность нитей лампы. Сопротивление нитей должно быть в пределах 10-15 Ом. Если одна из нитей оборвана, то одним из признаков является потемнение стекла возле оборванной нити. Если лампа не сильно старая, то ее можно восстановить путем включения резистора 10 Ом 0,25 Вт параллельно нити накала и если имеется шунтирующий данную спираль диод, его нужно удалить. Правда при этом запуск лампы может происходить с небольшим мерцанием продолжительность 10-15 секунд.

После этого осуществляем прозвонку остальных элементов схемы. Типичной неисправностью является выход из строя транзисторов генератора из-за нарушения теплового режима. Для прозвонки транзисторов их необходимо выпаять, в связи с тем что в цепи транзисторов между переходами могут быть включены диоды. В качестве транзисторов используются транзисторы различных производителей серии 13003.

Правильный выбор транзисторов определяет надежность и срок службы генератора. Так например для энергосберегающих ламп мощности **1-9Вт** рекомендуется использовать транзисторы серии 13001 ТО-92, для **11Вт** – серии 13002 ТО-92, для **15-20Вт** – серии 13003 ТО-126, для **25-40Вт** – серии 13005 ТО-220, для **40-65Вт** – серии 13007 ТО-200, для **85Вт** – серии 13009 ТО-220.

В случае мерцания лампы одной из причины может быть пробой высоковольтного конденсатора, включенного между нитями накала лампы из-за воздействия повышенного напряжения. Конденсатор можно заменить на более высоковольтный с номиналом 3,3 нФ на 2 кВ.

Если перегорает предохранитель (иногда он бывает в виде резистора), вероятно неисправными оказываются транзисторы Q1, Q2 и резисторы R1, R2, R3, R5. Вместо перегоревшего предохранителя можно установить резистор на несколько Ом. Неисправностей может быть сразу несколько. Например, при пробое конденсатора С3, могут перегреться и сгореть транзисторы. (Рис.1)

Разберём работу энергосберегающей лампы на примере наиболее распространённой схемы (лампа мощностью 11Вт).

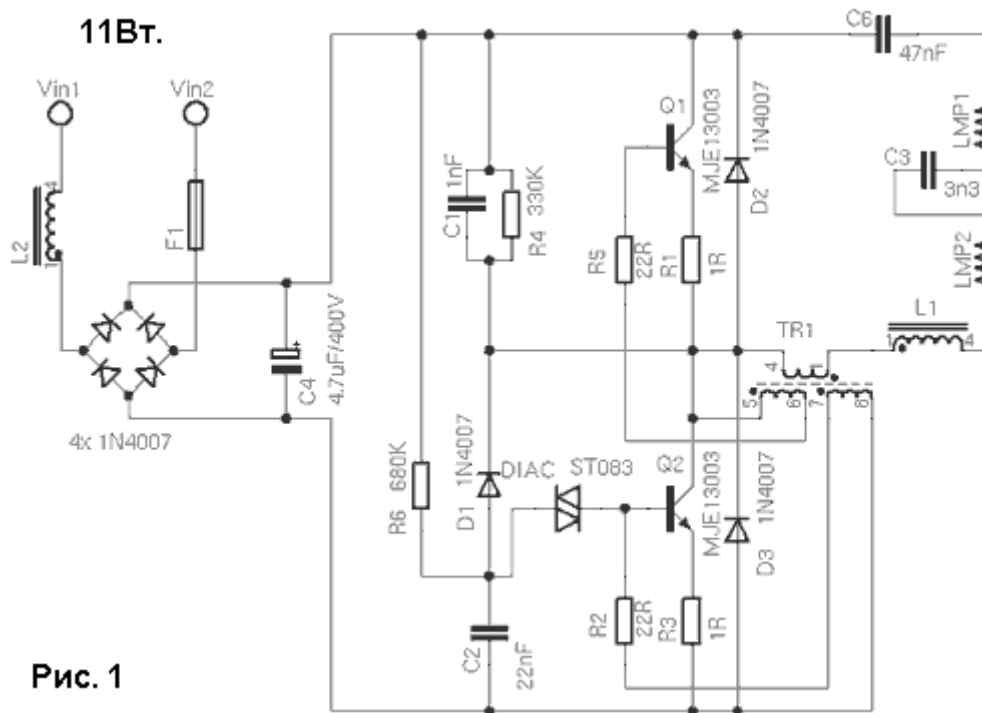


Рис. 1

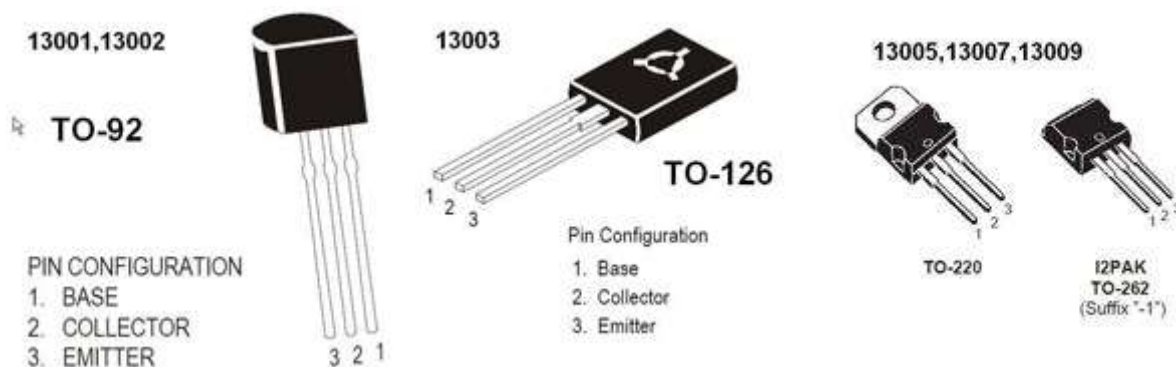


Схема состоит из цепей питания, которые включают помехозащищающий дроссель L2, предохранитель F1, диодный мост, состоящий из четырёх диодов 1N4007 и фильтрующий конденсатор C4. Схема запуска состоит из элементов D1, C2, R6 и динистора. D2, D3, R1 и R3 выполняют защитные функции. Иногда эти диоды не устанавливают в целях экономии.

При включении лампы, R6, C2 и динистор формируют импульс, подающийся на базу транзистора Q2, приводящий к его открытию. После запуска эта часть схемы блокируется диодом D1. После каждого открытия транзистора Q2, конденсатор C2 разряжен. Это предотвращает повторное открытие динистора. Транзисторы возбуждают трансформатор TR1, который состоит из ферритового колечка с тремя обмотками в несколько витков. На нити поступает напряжение через конденсатор C3 с повышающего резонансного контура L1, TR1, C3 и C6. Трубка загорается на резонансной частоте, определяемой конденсатором C3, потому что его ёмкость намного меньше, чем ёмкость C6. В этот момент напряжение на конденсаторе C3 достигает порядка 600В. Во время запуска пиковые значения токов превышают нормальные в 3-5 раз, поэтому если колба лампы повреждена, существует риск повреждения транзисторов.

Когда газ в трубке ионизирован, C3 практически шунтируется, благодаря чему частота понижается и генератор управляется только конденсатором C6 и генерирует меньшее напряжение, но, тем не менее, достаточное для поддержания свечения лампы.

Когда лампа зажглась, первый транзистор открывается, что приводит к насыщению сердечника TR1. Обратная связь на базу приводит к закрытию транзистора. Затем открывается второй транзистор, возбуждаемый противоположно подключенной обмоткой TR1 и процесс повторяется.

У меня Maxsus, светили чуть больше 8 месяцев и потухли обе, с интервалом в неделю. Электроника (силовая) оказалась не при чем. Пробой конденсатора позиционное обозначение С6 и С7, хотя стоит он один, 562J. Поставил наш, советский КСО на 500в, место позволяет. Это уже не первый случай с лампами этой фирмы. Ставили конденсатор К73-17 0,01х400в. Так что не выкидывайте эти лампы, некоторые можно восстановить. Если неисправна колба, то можно электронику использовать для ламп ЛБ-20, не мигает, как со своим дросселем.

У моей турецкой Vitoone VO11025 (25W) перегорели транзисторы ЕКА Х1 13003D (в переходе Б-К).

Заменял на JВ8 13003. Они оказались без диода между К-Э, и цоколевка была зеркальной. Хорошо, что проверил и правильно впаял. В итоге все заработало.

<http://sesaga.ru/remont-energoberegayushhix-lamp-svoimi-rukami.html>

И тут на одном китайском [сайте](#) нахожу интересный материал про транзисторы серии 13003. Оказывается, они бывают **простые** и **составные**, и различаются только по последним 2 – 3 буквам, нанесенным на корпусе. Вот именно такой транзистор стоит в данном пускорегулирующем устройстве.




Как оказалось, «неисправный» транзистор, у которого прозванивались коллектор и эмиттер в одну сторону, был «живой». И когда Вам придется менять транзисторы, вначале определите по последним буквам какой он – простой или составной.



Впаиваю новый транзистор, и между коллектором и эмиттером ставлю диод согласно приведенной схеме выше: катодом к коллектору, а анодом к эмиттеру. Вместо резистора SMD ставлю обыкновенный на **15 Ом**, так как с таким номиналом эсэмдэшного у меня небыло.

Модернизация энергосберегающих ламп

Для того, чтобы сделать режим работы лампы более мягким, энергосберегающую лампу можно модернизировать:



Для модернизации подойдет любой NTC-термистор, предназначенный для ограничения пусковых токов, сопротивлением 20-50 Ом. В холодном состоянии термистор имеет указанное сопротивление, что ограничивает текущий через него ток. При нагреве сопротивление уменьшается и термистор не влияет на работу схемы.



Термистор необходимо установить в разрыв нитей накала лампы в любом удобном месте. При работе термистор нагревается, поэтому не стоит устанавливать его вплотную к другим компонентам.

Установка NTC-термистора последовательно с нитью накала. Введение данного элемента позволит ограничить пусковой ток лампы и уберечь нить накала от обрыва. Здесь достаточно даже небольшого сопротивления термистора. В отличие от PTC термистора, который должен быть установлен параллельно резонансному конденсатору и обеспечивать прогрев нитей перед поджигом, данная модернизация не приводит к заметной задержке включения лампы.



Перед сборкой в цоколе лампы необходимо просверлить вентиляционные отверстия, чтобы сделать температурный режим работы более мягким. Ряд отверстий вокруг места крепления трубки лампы служит для отвода тепла от самой трубки. Ряд отверстий ближе к металлической части

цоколя служит для отвода тепла от компонентов балласта. Также можно сделать ещё один ряд отверстий - посередине, большего диаметра.

NTC термистора более 50 Ом найти не удалось - собрал из нескольких последовательную цепь сопротивлением около 80 Ом, подключение последовательно с конденсатором на работу также не влияет.

Не влияет из-за маломощности лампочки. Тут, чем мощнее, тем при меньшем сопротивлении терморезистора проявится эффект.

Но эффекта от 50 Ом я даже на мощных лампах, практически, не наблюдал. Глазами. Только осциллографом - по нему видно, что ток нарастает постепенно.

Во вторых, терморезистор не уменьшает величину сопротивления до нуля, и при нескольких резисторах, соединённых последовательно, эффект будет всегда хуже, чем с одним, на такое же сопротивление в холодном состоянии.

Из личного опыта.

Для ламп мощностью 20-25Вт терморезистор на 700 Ом уже даёт задержку до 5 секунд. Для мощности 10-15Вт можно взять и 1-1,5 КОм, лишь бы инвертор смог запуститься. А это бывает не всегда. По этому, для малых мощностей приходится ставить, так же, не более 1 Ком. Эффект хотя и заметен, но уже меньше.

Однако, думаю, есть смысл ставить даже маленькие терморезисторы. Лишь бы приборы показывали меньший ток запуска и плавное его нарастание после поджига.

динисторы DB3 DB4 DC34



DB3 / DB4 / DC34 TRIGGER DIODES

V_{BR}: 32V / 34V / 40V VERSIONS

LOW BREAKOVER CURRENT

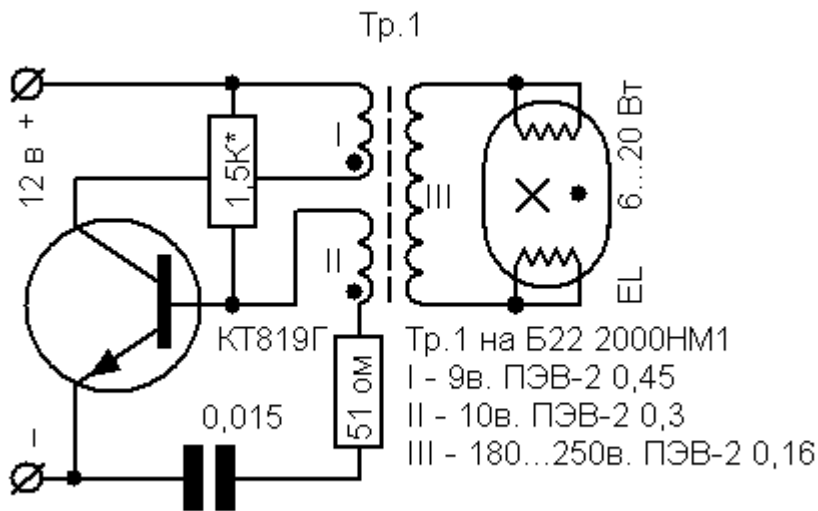
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_J = 25°C)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Value			Unit	
			DB3	DC34	DB4		
V _{BR}	Breakover voltage *	C = 22nF ** see diagram 1	MIN	28	30	35	V
			TYP	32	34	40	
			MAX	36	38	45	
[I ₊ V _{BR} - I ₋ V _{BR}]	Breakover voltage symmetry	C = 22nF ** see diagram 1	MAX	± 3		V	
ΔV / I	Dynamic breakover voltage *	ΔI = [I _{BO} to I _F = 10mA] see diagram 1	MIN	5		V	
V _O	Output voltage *	see diagram 2	MIN	5		V	
I _{BO}	Breakover current *	C = 22nF **	MAX	100	50	100	μA
t _r	Rise time *	see diagram 3	TYP	1.5		μs	
I _l	Leakage current *	V _B = 0.5 V _{BO} max see diagram 1	MAX	10		μA	

W348 - маленькая деталь, на плате обозначена как диод (буквой D), полярность не указана ни на плате ни на самой детальке. Внешне похожа на мелкий стеклянный диод синего цвета. Информацию о W348 найти не могу. Что это? Двуполярный стабилитрон, динистр ? Кто сталкивался - подскажите, что это такое ?

Это динистор.

Динистор DB3 нужен для запуска. Он кстати так и обзывается.

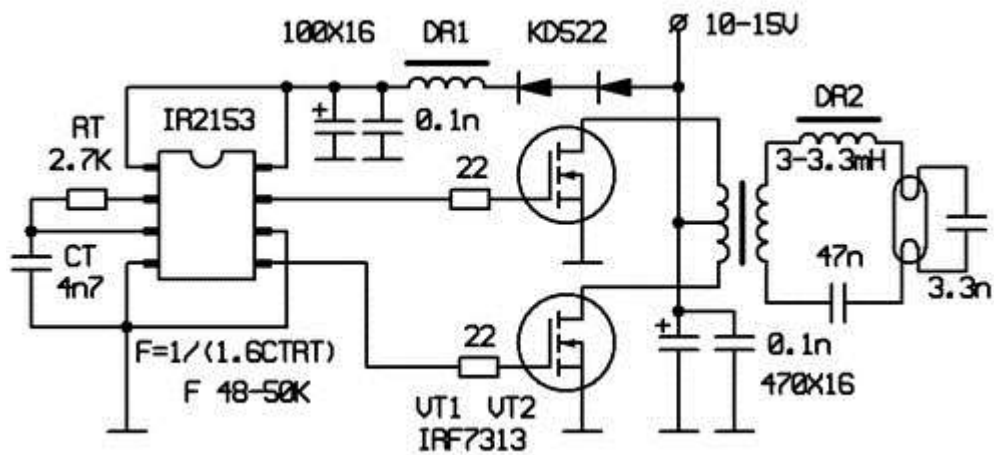


Вот по этой ссылке <http://www.qrz.ru/schemes/contribute/constr/fluorescent-lamp/> я собрал - "Схема 4. Дважды два - итого четыре детали и трансформатор." Там в энергосберегающих от Космоса присутствует дроссель (ну, я может и путаю, в общем присутствует хрень такая, очень похожая на трансформатор с ферритовым сердечником.). Я один размотал, там содержится 267 витков. Если не разбирать, то

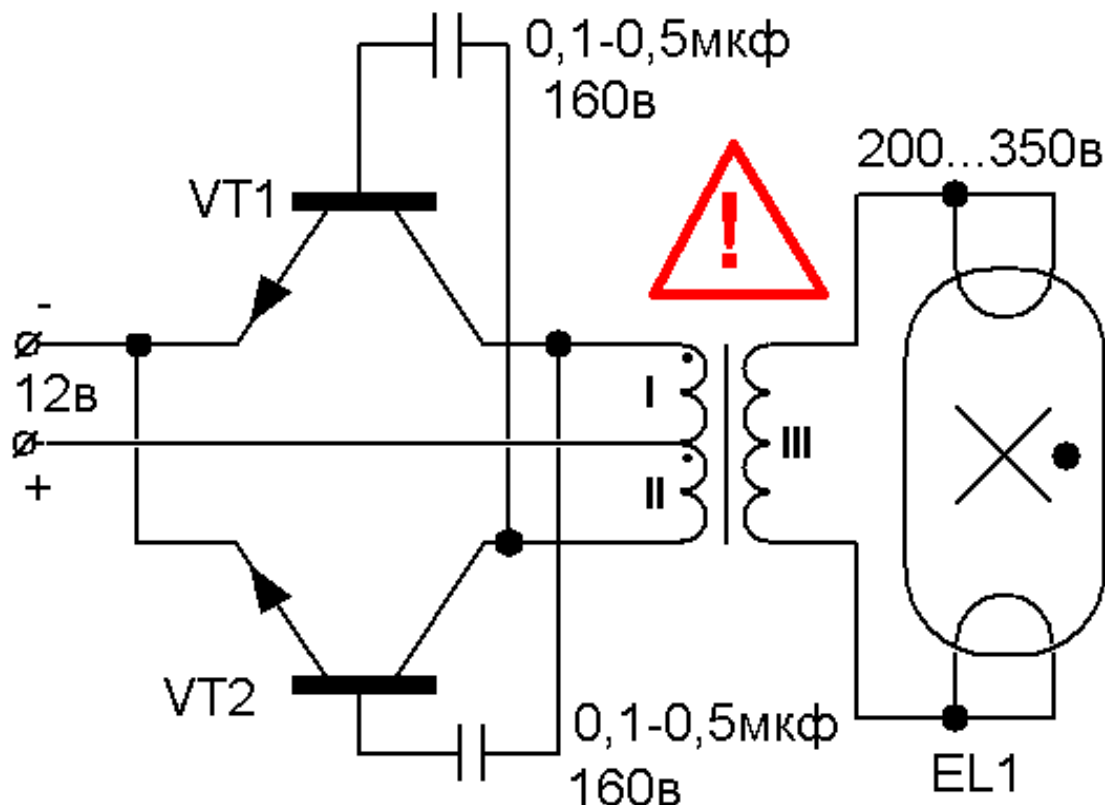
можно аккуратно намотать 9 и 10 витков дополнительно. Место в нем есть. И аккуратно сделать тоже получится. Вторичная обмотка попадает в параметры схемы (не буква в букву, конечно). Конденсатор я уменьшил до 10 nF (еще раз - 10 nF), резистор на 51 ом - заменил резистором на 21 ом (он был безжалостно выпаян из схемы Космоса). 1,5 КОм не нашел. Пробовал 1,3КОм и 1,6КОм. Работает. По моему и 10КОм будет в этой схеме работать. Транзистор оставил как в схеме. Единственно - радиатор прикручивать необходимо!!! Иначе через 3 секунды транзистор перегревается насмерть. Один из выводов высоковольтной обмотки бросил на минус/землю, устойчивость поджига уверичилась. Вывод нашел эмпирически (величайший из изобретенных - "метод научного тыка"). Запитывал от китайского блока питания 0-15 В. Начинает работать на 10В. Если с землей на высоковольтной, то потребление падает до 0,4 А. Если без - 0,7...0,9 А. Если во время работы прикоснуться пальцем ко второму высоковольтному выводу - можно получить очень неприятный ожег. Ощущение раскаленной иголки. И паленой кожей пахнет.

<http://www.radiokot.ru/forum/viewtopic.php?f=11&t=1655&start=240>

Приспичило мне запитать ЛДС от 4-6в. К сожалению на эту тему нашлись схемы только блокинг генераторов, а это естественно низкий кпд, т.е. деньги на ветер. Поэтому решил вернуться к своей схеме на IR2153.



Все таки у нее КПД по субъективным оценкам поцентом 90. Беда в том, что микросхема начинает работать от 9в, т.е. питать то ее от низкого напряжения не сложно, просто сняв необходимое дополнительной обмоткой с трансформатора.



Трансформатор сетевой понижающий, включенный "наоборот". Обмотки I и II симметричные по напряжению, включены последовательно (2 обмотки по 3...12В).

Конденсаторы "древние" типа МБМ. Емкость может подбираться до 1 мкф.

Транзисторы импортные типа MJE13007

Лампа - до 16 Вт. Для включения большей мощности необходим разогрев спиралей.

С лампой 12 Вт и питанием 12В - ток потребления составляет 400 ма, что равно 5 Вт. При этом лампа светит на полную яркость.

Новая жизнь энергосберегающих ламп со сгоревшей спиралью

<http://datagor.ru/practice/power/952-novaja-zhizn-starykh-jenergoberegajushhikh-lamp.html>

Доброго Всем времени Уважаемые Датагорцы!

Сегодня со скуки меня посетила мысль сделать преобразователь(инвертор), какой и для чего еще не знал, но уже шел решительно...

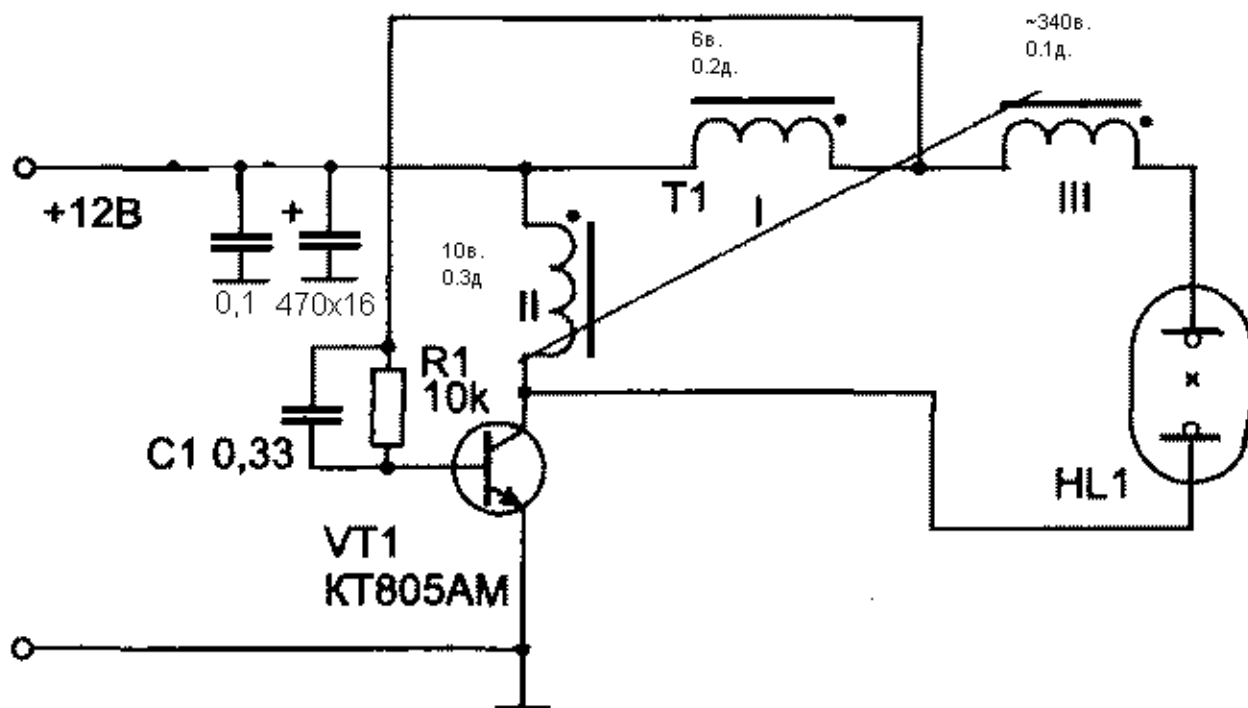
Сразу попрошу прощения за какие нибудь неточности ил непонятности в статье т.к. она первая и сам по себе я не особо очучаю писателем...

Сначала прикинул на TL494 и двух кольцах 25x15x12мм, уже готовился рисовать плату и случайно наткнулся на согласующий трансформатор от компьютерного блока питания, решил попробовать на что он способен. Расклеил, смотал все что на нем было: очень заинтересовала последняя обмотка которая была намотана в обе стороны без отвода, т.е. сама себя гасила, зачем она там? или я может не так чего понял..

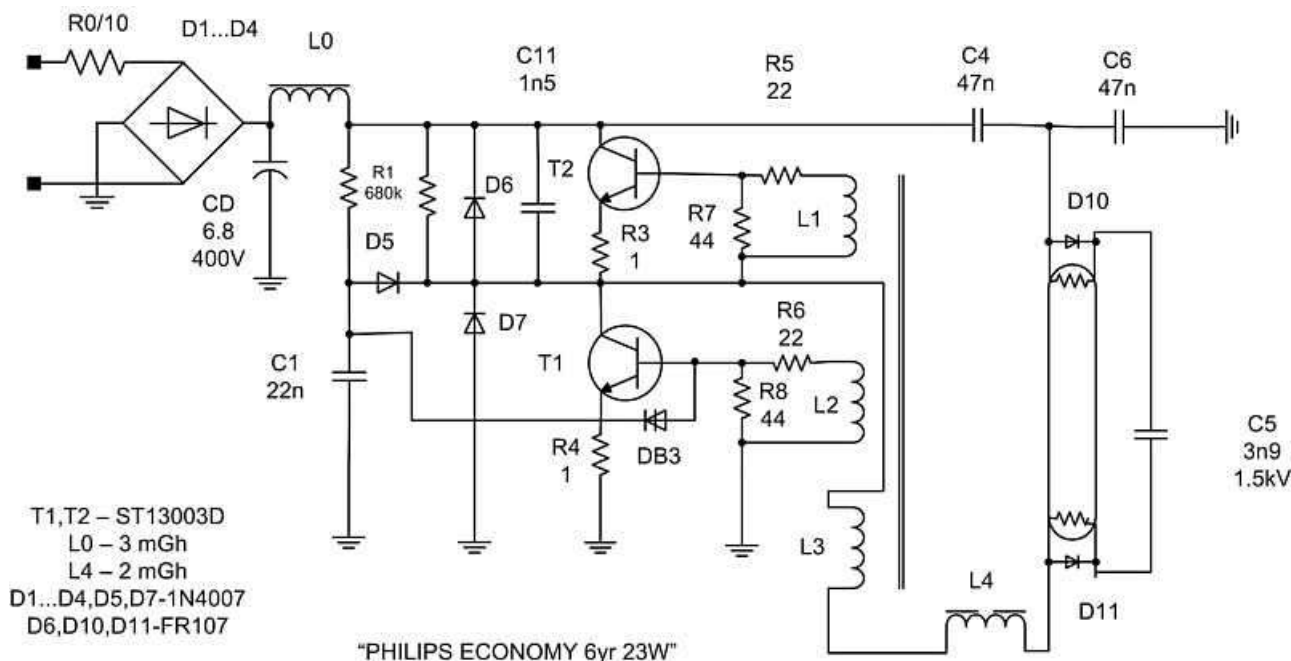
Мотал на глаз и на память интерпритируя размер сердечников, по схеме непрерывной обмотки. Первой намотал коллекторную обмотку 10 витков проводом 0.4мм, второй базовую 6 витков проводом 0.2мм, проложил слой изоляции намотал внахлест нагрузочную обмотку проводом 0.1 получилось около 330-340 витков. В нагрузку подключил лампу от сканера 7w, устройство сразу заработало, чему свидетельствовал исходящий от лампы свет. Рядом лежала 13-ваттная энергосберегающая лампа со сгоревшей спиралью, решил попробовать осилит это детище подобную нагрузку, был приятно удивлен, при токе в пол ампера при напряжении 12 вольт лампа светит достаточно ярко.

Так же работает от двух литий-ионных аккумуляторов, правда потребляя на 150 ма больше. Во едино спаял навесным монтажом (4 деталюги) и все это чудесным образом разместилось в оригинальном корпусе из под балласта на 220.

Транзистор не особо греется, через пять минут работы на нем можно держать палец. Теперь эта конструкция поедет прямиком на дачу, где как обычно постоянно перебои с электричеством, можно будет чай попить или постель разложить при дневном свете 😊



РЕМОНТ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЛАМП PHILIPS 6yr ECONOMY



Энергосберегающие люминесцентные лампы с винтовым цоколем , пригодные для замены обычных ламп накаливания , появились на нашем рынке всего лишь несколько лет назад , но уже успели стать популярными и найти своего потребителя. Несомненными плюсами этих ламп является экономичность и долговечность, однако "ничто не вечно под луной" - отказы случаются. В этой статье рассмотрены наиболее часто встречающиеся причины отказов и методы их устранения на примере люминесцентной лампы PHILIPS 6yr 23W ECONOMY.

ВНИМАНИЕ: Все элементы лампы находятся под опасным для жизни высоким напряжением! Работы по устранению неисправностей следует проводить , приняв все необходимые меры безопасности! Если Ваша квалификация недостаточна для выполнения подобной работы , лучше воздержитесь от попыток ремонта!

Корпус собран на защелках и проклеен по периметру, разборка корпуса проводится с помощью неострой плоской отвертки ,постепенно отжимая защелки по периметру и при этом стараясь не слишком сильно разломать нижний стакан с цоколем - он очень тонкий, ну и , разумеется ,не сломать баллон лампы. Как видно на фото, в цоколе лампы смонтирован электронный блок , который соединяется четырьмя проводами с баллоном лампы методом накрутки. Отсоедините баллон, отпаяйте провода от цоколя к плате - блок у вас в руках.

Общий вид блока

Лампа собрана аккуратно, печатная плата закреплена на половинке с баллоном. Построение схемы - традиционное для подобных изделий .В отличие от предельно упрощенных схем ламп Юго-Восточных производителей (Falcon, Magic Shark, Vito и т.п.) здесь присутствует цепь запуска на диносторе DB3 ,защитный резистор R0 и помехоподавляющий дроссель L0 ; магнитопровод(на фото он красного цвета) изолирован от обмоток L1,L2,L3. Кстати , по такой же полноценной схеме собраны лампы популярной ТМ "MAXUS", отечественная ЛюмМакс.

Перечислю основные неисправности , с которыми я столкнулся при ремонте двух десятков ламп этого типа.

1. Лампа не зажигается, вздулся и потёк конденсатор СD - лампа подвергалась воздействию повышенного напряжения сети. Заменить CD, прозвонить все полупроводники.

2. В лампе зажигается только область возле нитей накала - причина та же, но пробит конденсатор С5, замените его. Можно устанавливать 3,3 нФ на 2 кВ.

Возможной причиной может также являться частичная разгерметизация баллона или снижение эмиссии при долгой эксплуатации - отправляем лампу в мусорный бак.

3. Лампа не светит. В баллоне лампы сгорел один из накалов (вместо примерно 10 Ом прозванивается обрыв) - Проверить исправность С5. Выпаять соответствующий оборванному накалу диод D10 или D11, вместо него впаять резистор 10 Ом 0.25Вт - лампа устойчиво (если она свежая, с хорошей эмиссией) заработает. Недостаток - темная область возле оборванной нити, но на 90% поверхность баллона лампы по-прежнему ярко светится.

4. Лампа не светит. При прозвонке все полупроводники исправны, конденсаторы не потеряли емкость, обмотки дросселей целы и не имеют замыканий, нити накала исправны - Заменить динистор.

5. Лампа не светит. При прозвонке видно, что многие полупроводники пробиты, сгорели резисторы R0, R4...R8 - Ну что тут скажешь... Проверяйте то, что осталось, заменяйте пробитое... Такой ремонт экономически невыгоден, стоимость деталей приравнивается к стоимости лампы - тут поле деятельности только для настоящего радиолюбителя.

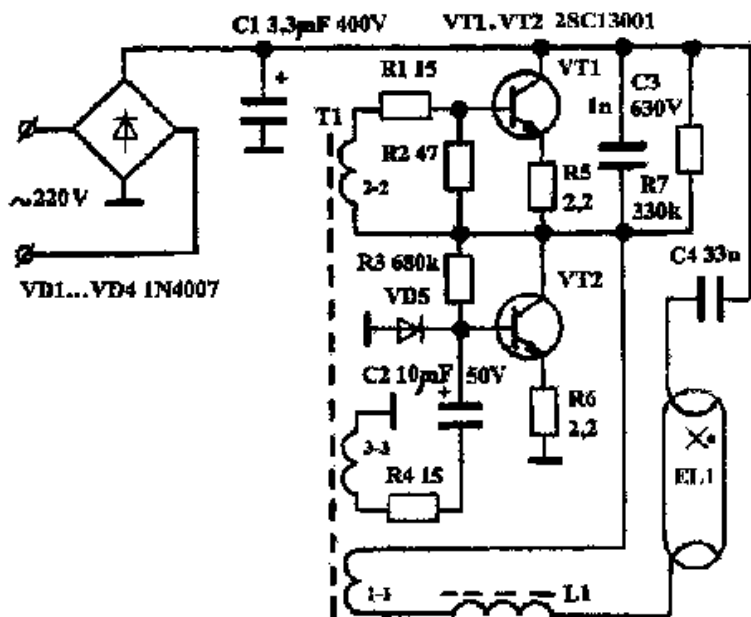
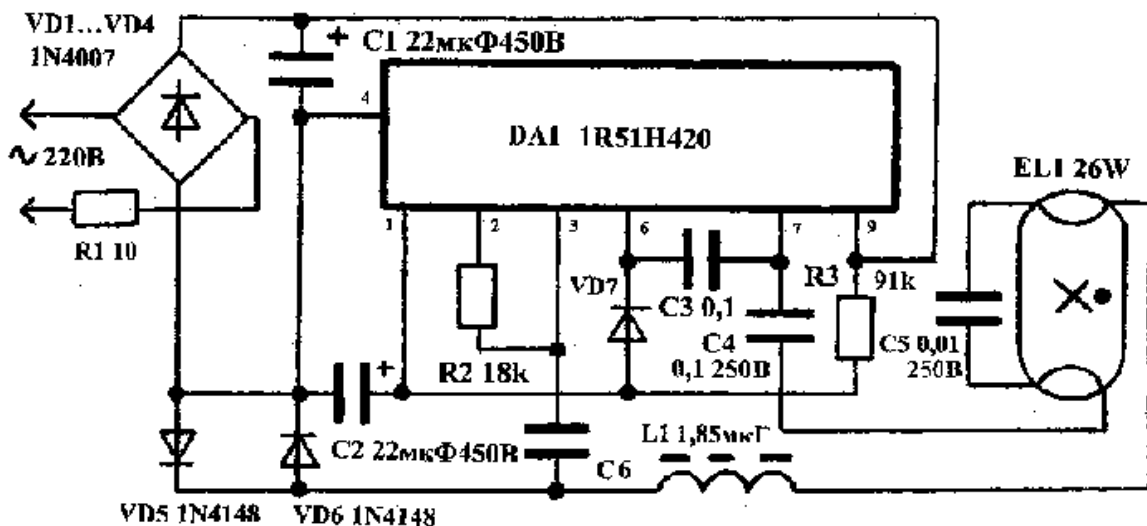
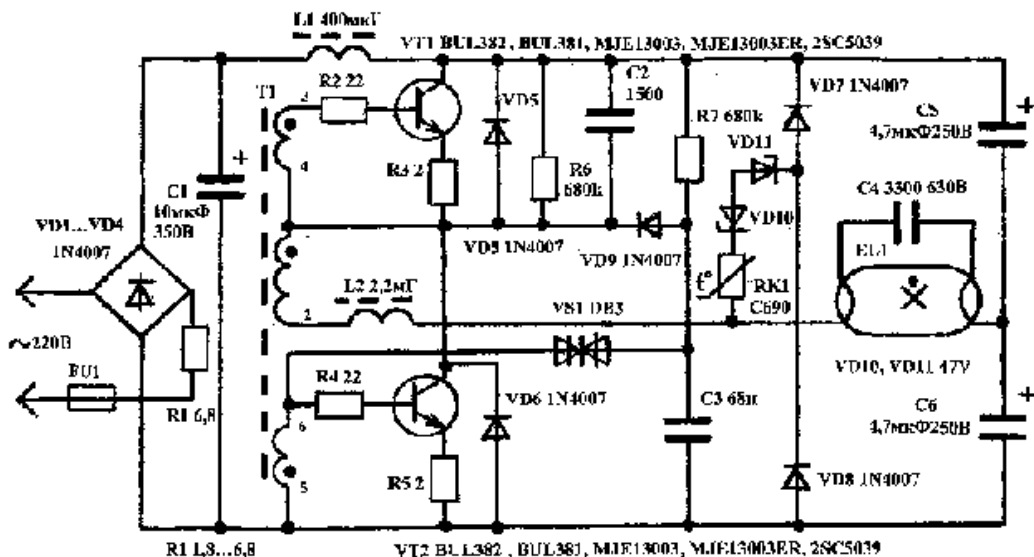
Общая рекомендация - проводить проверку ВСЕХ деталей блока, какой бы незначительной не казалась обнаруженная неисправность. Такой подход позволяет сберечь детали, которые сгорают в течение нескольких миллисекунд после включения, если вы что-то пропустили. Безопаснее всего делать первое включение, включив последовательно с отремонтированной лампой обычную лампу накаливания на 40Вт. После ремонта надежно склейте и скрепите липкой лентой половинки цоколя лампы - вы ведь не хотите, чтобы при вывинчивании она "разобралась":-).

Электронный балласт ламп дневного света

Е.Л. Яковлев, г. Ужгород

Поскольку после зажигания ламп дневного света (ЛДС) их сопротивление току резко падает, то лампу необходимо включать через токоограничительный элемент, которым, как правило, является дроссель. Его массо-габаритные параметры зависят от частоты питающей сети. При питании ЛДС от сети 50 Гц стандартный дроссель выполняется на сердечнике из трансформаторной стали [1]. Стремление снизить размеры, вес дросселя и его стоимость привели к созданию и широкому внедрению в производство и быт так называемых электронных балластов для ламп дневного света. Их характерной особенностью, в первую очередь, является осуществление питания ЛДС током высокой частоты. Как правило 50-70 кГц. Естественно, что на таких частотах для дросселя уже можно использовать ферритовый сердечник, а индуктивность обмотки для работы ЛДС потребует во много раз меньше. Другой особенностью электронных балластов для работы ЛДС на высоких частотах является то, что отпадает необходимость в стартере, поскольку на высоких частотах и при повышенном напряжении газ в лампе легко и быстро ионизируется, ЛДС легко и быстро (практически мгновенно) зажигается. Исключаются "мигания" ламп дневного света при включении и работе. В качестве примера реализации электронного балласта на современной электронной базе на рис.1 показана схема, часто используемая в недорогих импортных настольных лампах. На транзисторах VT1, VT2 собрана схема автогенератора. Лампа дневного света EL1 мощностью 18 Вт подключается к повышающей обмотке 1-1 трансформатора Т1 через токоограничительный дроссель L1 и конденсатор С4. Эти элементы схемы образуют последовательный колебательный контур, но его резонансная частота не равна частоте генерации автогенератора. Интересным в этой конструкции является и тот факт, что используемая в

конструкции лампы дневного света имеет всего ... два вывода, а поскольку они расположены на противоположных торцах трубки-баллона ЛДС, то очевидным является отсутствие нити накала ЛДС. Это подтверждает и контрольная прозвонка ЛДС омметром. Лампа работает в режиме импульсного зажигания аналогично неоновой лампе. Транзисторы типа 2SC13001 выдерживают напряжение до 400 В, но относительно слаботочные. Максимальный рабочий ток до 100 мА не приводит к их нагреву, но если возникает необходимость (и имеется возможность!) модернизации конструкции светильника, то целесообразно заменить их аналогичными, но более мощными транзисторами, например, 2SC1300, 2SC13003. Эти типы транзисторов всегда есть в продаже на киевском радиорынке по цене от одной до трех гривень. На рис.2 показана схема электронного балласта производства научно-исследовательского института "Гелий" и винницкого лампового завода [2]. Указанная книга, к сожалению, издавалась очень маленьким тиражом и для большинства читателей в настоящее время недоступна. По утверждению автора завод-изготовитель электронного балласта предполагал работоспособность своего изделия в течение 10000 часов. Считалось, что непосредственно ЛДС изготавливались в Германии. Там же была разработана и схема. Она имела несколько модификаций, которые повышали надежность работы устройства. Один из выводов нити накала ЛДС подключен к общей точке конденсаторов С5, С6. При этом предполагается, что у лампы работоспособны обе нити накала. Емкость конденсатора С1, указанная на схеме (10 мкФ), соответствует варианту использования ЛДС примерно до 20 Вт. Если требуется запитать ЛДС мощностью 28...30 Вт, то емкость следует увеличить до 33 мкФ, а при ЛДС в 36...40 Вт необходима емкость конденсатора С1 уже 47 мкФ. Для повышения надежности работы схемы мощность рассеивания резистора R1 должна быть 2...5 Вт, а его величина может быть 1,8...6,8 Ом. Фактически этот резистор ограничивает ток заряда конденсатора С1 при подключении схемы к сети. Этим облегчается режим работы диодов VD1...VD4. Индуктивность дросселя L2 выбирается в зависимости от мощности используемой со схемой ЛДС. При самостоятельном изготовлении дросселя наматывают 330 витков провода ПЭВ-2 0,18 при использовании лампы мощностью 9 Вт и только 110 витков для лампы мощностью 30 Вт. Учитывая информацию В.Широкова ("Радиолюбитель" №3/2001), целесообразно закортить на плате малонадежный малогабаритный дроссель L1. Обязательно выполнение предостережения - не включать электронный балласт без нагрузки (ЛДС), поскольку возможен его выход из строя из-за перегрузки. Мнение автора публикации освещено столь подробно [2], поскольку это, безусловно, будет интересно многочисленным читателям журнала, а смонтированные платы электронного балласта в настоящее время можно приобрести на киевском радиорынке по цене 5 грн. Вряд ли удастся вложиться в эту сумму при самостоятельном подборе комплектации для такого устройства! На рис.3 показана схема питания лампы дневного света мощностью до 26 Вт на основе микросхемы DA1 1R51H420. Ее можно встретить в Интернете. В литературе уже неоднократно публиковались схемы с использованием микросхемы 1R2151 и двух выходных мощных полевых транзисторов. Так вот, современная микросхема 1R51H420 содержит эти компоненты в своем составе! Для справки: стоимость 1R51H420 около 13 грн., а 1R2151 - 5 грн., да еще два транзистора IRF840 примерно по 4 грн.. Вот и решайте сами, что приобретать. Все перечисленные компоненты на радиорынке Киева имеются. Литература 1.Е.Л.Яковлев, Лампы дневного света // Электрик. -2006. 2.В.Кияница, Новая схемотехника люминисцентных ламп нтр



Аналоги транзисторов 13001, 13003, 13005, 13007

Импортные транзисторы серии 13001, 13003, 13005, 13007, 13009 получили широкое в производстве бытовой аппаратуры. На данной страничке собрана информация по аналогам импортных транзисторов серии 13001, 13003, которые широко используются при сборке импортных электрических бытовых приборах таких как энергосберегающие лампы, фонари дневного света, зарядные устройства и т.д.

Благодаря этой информации вы легко сможете подобрать соответствующие аналоги для транзисторов серий 13001, 13003, 13005, 13007, 13009 и т.д.

тип	класс	аналог	Uкэ, В	Iк, А	h21	Uнас, В	трас, мкс [fгр, МГц]	корпус	производитель
КТ8121А	npn	МJE13005	400	4		1.0	0.4	КТ28	ИСКРА
КТ8126А	npn	МJE13007	400	8	>10	1.0	0.4	КТ28	ИСКРА
КТ8137А	npn	NJE13003	400	1.5	50	1.0	0.4	КТ27	ИСКРА
КТ8164А	npn	МJE13005	600	4				КТ28	ТРАНЗИСТОР
КТ8170А1	npn	МJE31003	400	1.5	40	1.0	[0.004]	КТ27	ТРАНЗИСТОР
КТ8175А	npn	МJE13003	700	1.5	40		0.4	КТ27	ЭЛИЗ
КТ8181А	npn	МJE13005	700	4	50		0.4	КТ28	ЭЛИЗ
КТ8182А	npn	МJE13007	700	8	50		0.15	КТ28	ЭЛИЗ
КТ8201А	npn	МJE13001	400	0.6	40		0.3	КТ27	МИКРОН
КТ8203А	npn	МJE13003	400	1.5	25		0.7	КТ27	МИКРОН
КТ8205А	npn	МJE13005	400	4	40		0.9	КТ28	МИКРОН
КТ8207А	npn	МJE13007	400	8	30		0.7	КТ28	МИКРОН
КТ8209А	npn	МJE13009	400	12	30			КТ28	МИКРОН
КТ8258А	npn	МJE13005	400	4	60	0.8		to220,to263	ЭПЛ
КТ8259А	npn	МJE13007	400	8	60	1.2		to220,to263	ЭПЛ
КТ8260А	npn	МJE13009	400	12	60	1.2		to220,to263	ЭПЛ
КТ8270А	npn	МJE13001	400	5.0	90	0.5		КТ27	ТРАНЗИСТОР

Электронные балласты

Олег Коваленко
oleg-ul (at) mail.ru

Принципиальные схемы электронных балластов -

(взамен дросселя и стартера) используемые в современных светильниках и энергосберегающих лампах.

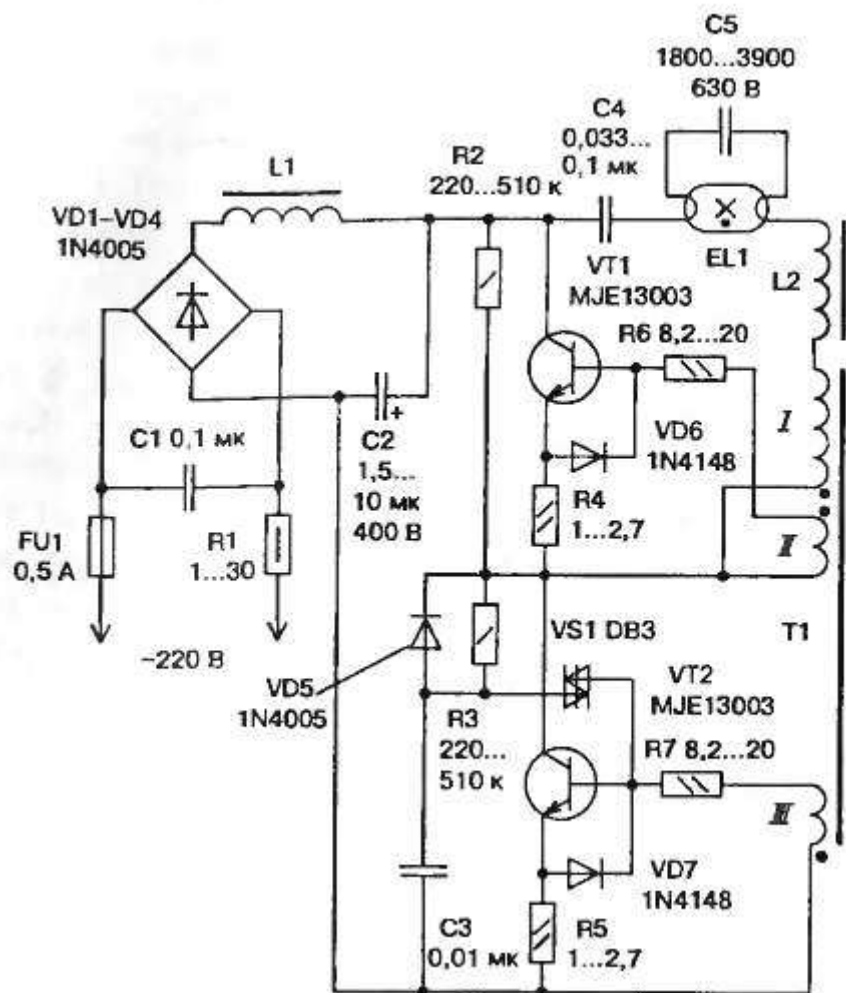


Рис. 1. Принципиальная схема полумостового инвертора с самовозбуждением на MJE13003

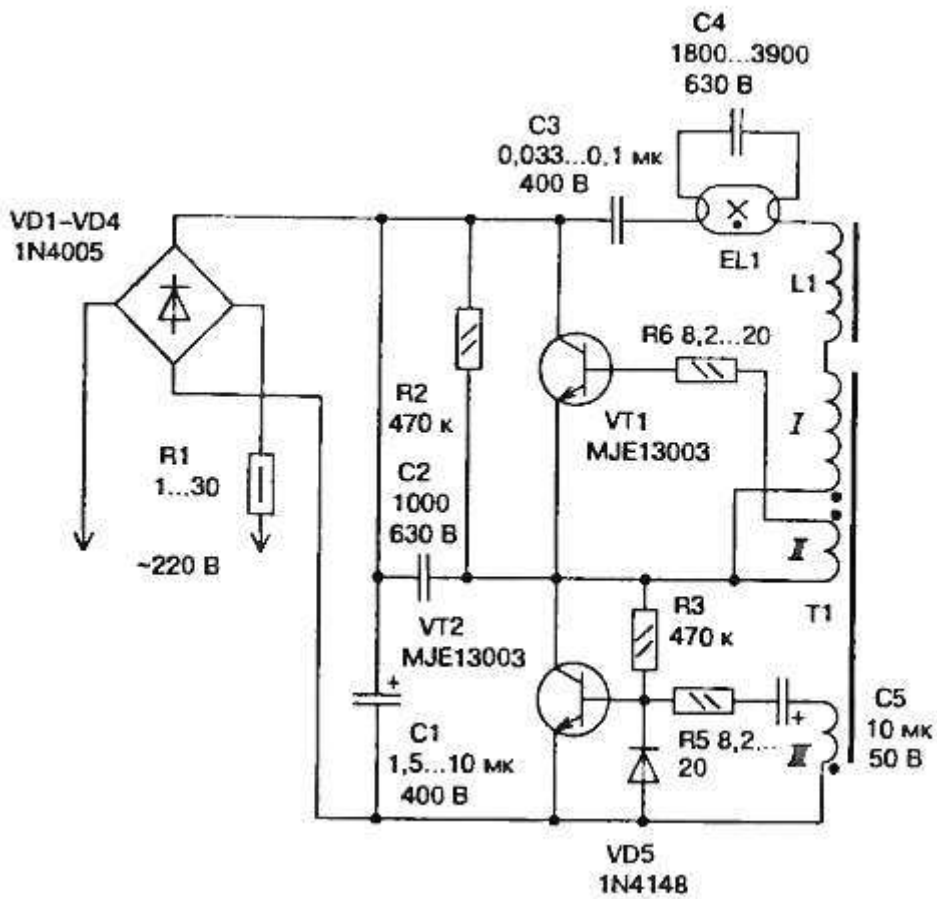


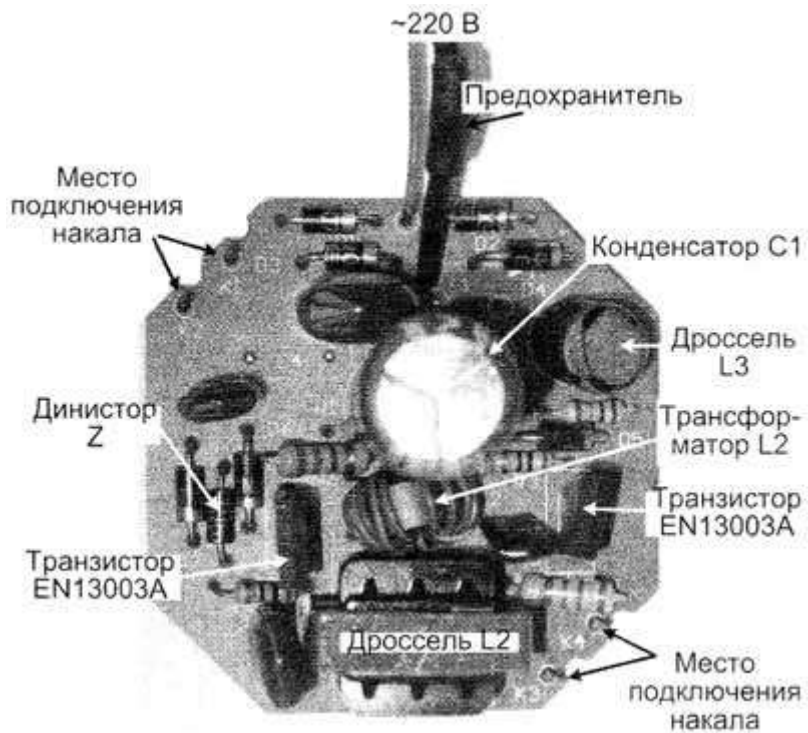
Рис. 2. Схема маломощного преобразователя

Тип	Граничное напряжение	Максимальное напряжение «коллектор-база»	Максимальное напряжение «эмиттер-база»	Максимальный постоянный ток коллектора	Максимальный импульсный ток коллектора	Статический коэффициент передачи тока	Напряжение насыщения «коллектор-эмиттер»	Напряжение насыщения «база-эмиттер»	Время рассасывания	Время спада	Максимальная постоянная рассеиваемая мощность	Наличие диода «э-к»
	$V_{CE0\ SUS}, В$	$V_{CBO}, В$	$V_{EBO}, В$	$I_{C\ MAX}, А$	$I_{CM\ MAX}, А$							
KT8175A	400	700	9	1,5	3	20	1	1,2	2	0,25	25	-
KT8181A	400	700	9	4	8	40	1	1,3	1,7	0,3	50	-
KT8182A	400	700	9	8	16	20	1	1,2	1,8	0,3	80	-
KT8108A	500	850	5	5	7	30	1	1,1	3,5	0,25	70	-
KT8136A	450	600	5	7	14	40	1	1,3	2,5	0,2	60	-
KT859AM1	400	800	10	3	4	20	1	1,1	2	0,35	40	-
MJE13003	400	700	9	1,5	3	8...40	0,5...1	1...1,1	2	0,4	40	-
MJE13005	400	700	9	4	8	40	0,5...1	1,2...1,5	1,7	0,4	75	-
MJE13007	400	700	9	8	16	20...40	0,5...1	1,2...1,5	1,7	0,4	80	-
MJE13009	400	700	9	12	24	20...40	0,5...1	1,2...1,5	1,7	0,4	100	-
BUL45D2	400	700	12...14	5	10	20...30	0,28...0,62	0,8	0,8	0,15	75	+
MJE18002D2	450	1000	12	2	5	20	0,4	0,8	0,6	0,13	50	+

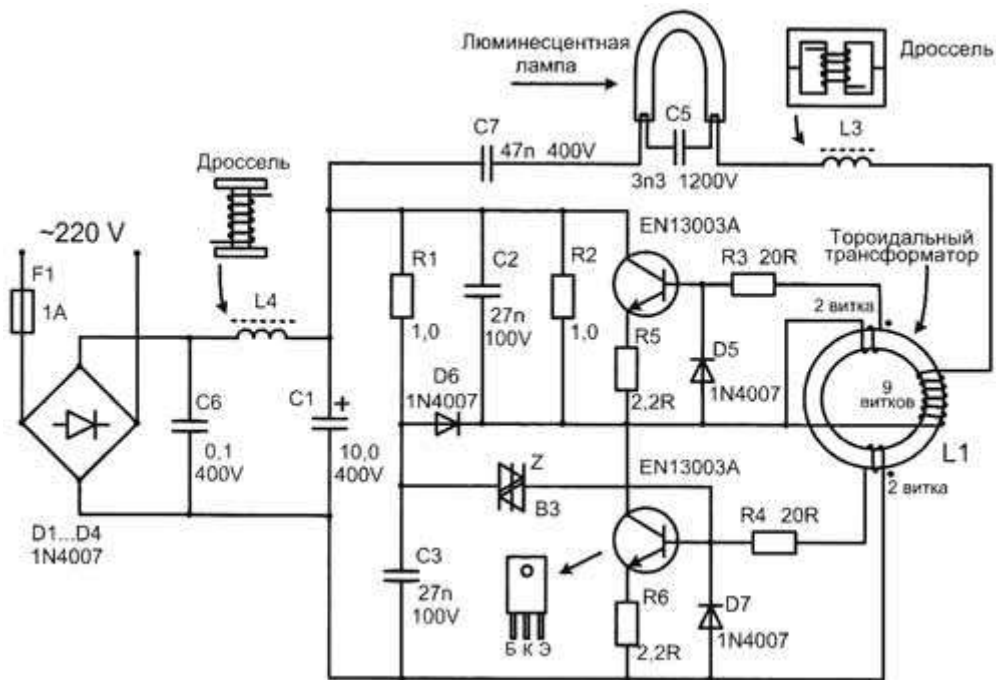
Электронный балласт компактной люминесцентной лампы дневного света фирмы DELUX

Лампы накаливания хотя и стоят дешево, но потребляют много электроэнергии, поэтому многие страны отказываются от их производства (США, страны Западной Европы). Взамен им приходят компактные люминесцентные лампы дневного света (энергосберегающие), их закручивают в те же патроны E27, что и лампы накаливания. Однако стоят они в 15-30 раз дороже, зато в 6-8 раз дольше служат и в 4 раза меньше потребляют электроэнергии, что и определяет их судьбу. Рынок переполнен разнообразием таких ламп, в основном китайского производства. Одна из таких ламп, фирмы DELUX, показана на фото.

Ее мощность 26 Вт -220 В, а блок питания, называемый еще электронным балластом, расположен на плате размерами 48x48 мм (рис.1) и находится в цоколе этой лампы.



Ее радиоэлементы размещены на монтажной плате навесным монтажом, без применения ЧИП-элементов. Принципиальная схема нарисована автором из осмотра монтажной платы и показана на рис.2.



Вначале уместно напомнить принцип зажигания люминесцентных ламп, в том числе и при применении электронных балластов. Для зажигания люминесцентной лампы необходимо разогреть ее нити накала и приложить напряжение 500...1000 В, т.е. значительно больше, чем напряжение электросети. Величина напряжения зажигания прямо пропорциональна длине стеклянной колбы люминесцентной лампы. Естественно, для коротких компактных ламп она меньше, а для длинных трубчатых ламп - больше. После зажигания лампа резко уменьшает свое сопротивление, а значит, надо применять ограничитель тока для предотвращения КЗ в цепи. Схема электронного балласта для компактной люминесцентной лампы представляет собой двухтактный полумостовой преобразователь напряжения. Вначале сетевое напряжение с помощью 2-полуторного моста выпрямляется до постоянного напряжения 300...310 В. Запуск преобразователя обеспечивает симметричный диностор, обозначенный на схеме Z, он открывается, когда, при включении электросети, напряжение в точках его подключения превысит

порог срабатывания. При открывании, через динистор проходит импульс на базу нижнего по схеме транзистора, и преобразователь запускается. Далее двухтактный полумостовой преобразователь, активными элементами которого являются два транзистора n-p-n, преобразует постоянное напряжение 300...310 В, в высокочастотное напряжение, что позволяет значительно уменьшить габариты блока питания. Нагрузкой преобразователя и одновременно его управляющим элементом является тороидальный трансформатор (обозначенный в схеме L1) со своими тремя обмотками, из них две управляющие обмотки (каждая по два витка) и одна рабочая (9 витков). Транзисторные ключи открываются противофазно от положительных импульсов с управляющих обмоток. Для этого управляющие обмотки включены в базы транзисторов противофазно (на рис.2 начало обмоток обозначены точками). Отрицательные выбросы напряжения с этих обмоток гасятся диодами D5, D7. Открытие каждого ключа вызывает наводку импульсов в двух противоположных обмотках, в том числе и в рабочей обмотке. Переменное напряжение с рабочей обмотки подается на люминесцентную лампу через последовательную цепь, состоящую из: L3 - нити накала лампы - C5 (3,3 нФ 1200 В) - нити накала лампы - C7 (47 нФ/400 В). Величины индуктивностей и емкостей этой цепи подобраны так, что в ней возникает резонанс напряжений при неизменной частоте преобразователя. При резонансе напряжений в последовательной цепи, индуктивное и емкостное сопротивления равны, сила тока в цепи максимальна, а напряжение на реактивных элементах L и C может значительно превышать прикладываемое напряжение. Падение напряжения на C5, в этой последовательной резонансной цепи, в 14 раз больше, чем на C7, так как емкость C5 в 14 раз меньше и его емкостное сопротивление в 14 раз больше. Следовательно, перед зажиганием люминесцентной лампы максимальный ток в резонансной цепи разогревает обе нити накала, а большое резонансное напряжение на конденсаторе C5 (3,3 нФ/1200 В), включенного параллельно лампе, зажигает лампу. Обратите внимания на максимально допустимые напряжения на конденсаторах C5=1200 В и C7= 400 В. Такие величины подобраны неслучайно. При резонансе напряжение на C5 достигает около 1 кВ и он должен его выдерживать. Зажженная лампа резко уменьшает свое сопротивление и блокирует (закорачивает) конденсатор C5. С резонансной цепи исключается емкость C5, и резонанс напряжений в цепи прекращается, но уже зажженная лампа продолжает светиться, а дроссель L2 своей индуктивностью ограничивает ток в зажженной лампе. При этом преобразователь продолжает работать в автоматическом режиме, не меняя свою частоту с момента запуска. Весь процесс зажигания длится меньше 1 с. Следует отметить, что на люминесцентную лампу все время подается переменное напряжение. Это лучше, чем постоянное, так как обеспечивает равномерный износ эмиссионных способностей нитей накаливания и этим увеличивает срок ее службы. При питании ламп от постоянного тока срок ее службы уменьшается на 50%, поэтому постоянное напряжения на газоразрядные лампы не подают.

Назначения элементов преобразователя.

Типы радиоэлементов указаны на принципиальной схеме (рис.2).

1. EN13003A- транзисторные ключи (на монтажной схеме производители их почему-то не обозначили). Это биполярные высоковольтные транзисторы средней мощности, n-p-n проводимости, корпус ТО-126, их аналоги MJE13003 или KT8170A1 (400 В; 1,5 А; в импульсе 3 А), можно и KT872A (1500 В; 8 А; корпус Т26а), но по габаритам они больше. В любом случае надо правильно определить выходы БКЭ, так как у разных производителей могут быть разные их последовательности, даже у одного и того же аналога.
2. Тороидальный ферритовый трансформатор, обозначенный производителем L1, размеры кольца 11x6x4,5, вероятная магнитная проницаемость 2000, имеет 3 обмотки, две из них по 2 витка и одна 9 витков.
3. Все диоды D1-D7 однотипные 1N4007 (1000 В, 1 А), из них диоды D1-D4 - выпрямительный мост, D5, D7 - гасят отрицательные выбросы управляющего импульса, а D6 - разделяет источники питания.
4. Цепочка R1C3 обеспечивает задержку пуска преобразователя с целью «мягкого пуска» и не допущения броска пускового тока.
5. Симметричный динистор Z типа DB3 $U_{зс. max}=32$ В; $U_{ос}=5$ В; $U_{неотп. и. max}=5$ В) обеспечивает первоначальный запуск преобразователя.
6. R3, R4, R5, R6 - ограничительные резисторы.
7. C2, R2 - демпферные элементы, предназначенные для гашения выбросов транзисторного ключа

в момент его закрытия.

8. Дроссель L1 состоит из двух склеенных между собой Ш-образных ферритовых половинок. Вначале дроссель участвует в резонансе напряжений (совместно с C5 и C7) для зажигания лампы, а после зажигания своей индуктивностью гасит ток в цепи люминесцентной лампы, так как зажженная лампа резко уменьшает свое сопротивление.

9. C5 (3,3 нФ/1200 В), C7 (47 нФ/400 В) - конденсаторы в цепи люминесцентной лампы, участвующие в ее зажигании (через резонанс напряжений), а после зажигания C7 поддерживает свечения.

10. C1 - сглаживающий электролитический конденсатор.

11. Дроссель с ферритовым сердечником L4 и конденсатор C6 составляют заградительный фильтр, не пропускающий импульсные помехи преобразователя в питающую электросеть.

12. F1 - мини-предохранитель в стеклянном корпусе на 1 А, находится вне монтажной платы.

Ремонт.

Перед тем как ремонтировать электронный балласт, необходимо «добраться» до его монтажной платы, для этого достаточно ножом разъединить две составные части цоколя. **При ремонте платы под напряжением будьте осторожны, так как ее радиоэлементы находятся под фазным напряжением!**

Перегорание (обрыв) мажальных спиралей люминесцентной лампы, при этом электронный балласт остается исправным. Это типичная неисправность. Восстановить спираль невозможно, а стеклянные люминесцентные колбы к таким лампам отдельно не продаются. Какой же выход? Или приспособить исправный балласт к 20-ватному светильнику, имеющему прямую стеклянную лампу, вместо его «родного» дросселя (светильник будет работать надежнее и без гула) или использовать элементы платы как запчасти. Отсюда рекомендация: закупайте однотипные компактные люминесцентные лампы - легче будет ремонтировать.

Трещины в пайке монтажной платы. Причина их появления - периодическое нагревание и последующее, после выключения, остывание места пайки. Нагревается место пайки от элементов, которые греются (спирали люминесцентной лампы, транзисторные ключи). Такие трещины могут проявиться после нескольких лет эксплуатации, т.е. после многократного нагревания и остывания места пайки. Устраняется неисправность повторной пайкой трещины.

Повреждение отдельных радиоэлементов. Отдельные радиоэлементы могут повредиться как от трещин в пайке, так и от скачков напряжения в питающей электросети. Хотя в схеме и есть предохранитель, но он не защитит радиоэлементы от скачков напряжений, как это мог бы сделать варистор. Предохранитель сгорит от пробоев радиоэлементов. Безусловно, самым слабым местом из всех радиоэлементов данного устройства являются транзисторы.

http://www.radioradar.net/radiofan/communication/device_controls_integrity_cable_connection.html

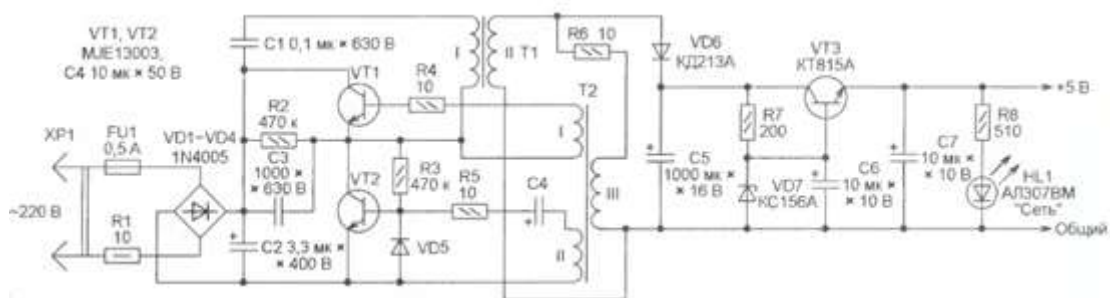


Рис. 3

Блок питания, схема которого показана на рис. 3, изготовлен из электронного балласта от "энергосберегающей" осветительной лампы, согласно рекомендациям, данным в статье В. Стрюкова "Малогабаритный блок питания - из электронного балласта" ("Радио", 2004, № 3, с. 38, 39). Переделке был подвергнут неисправный блок от лампы мощностью 20 Вт. Для восстановления его

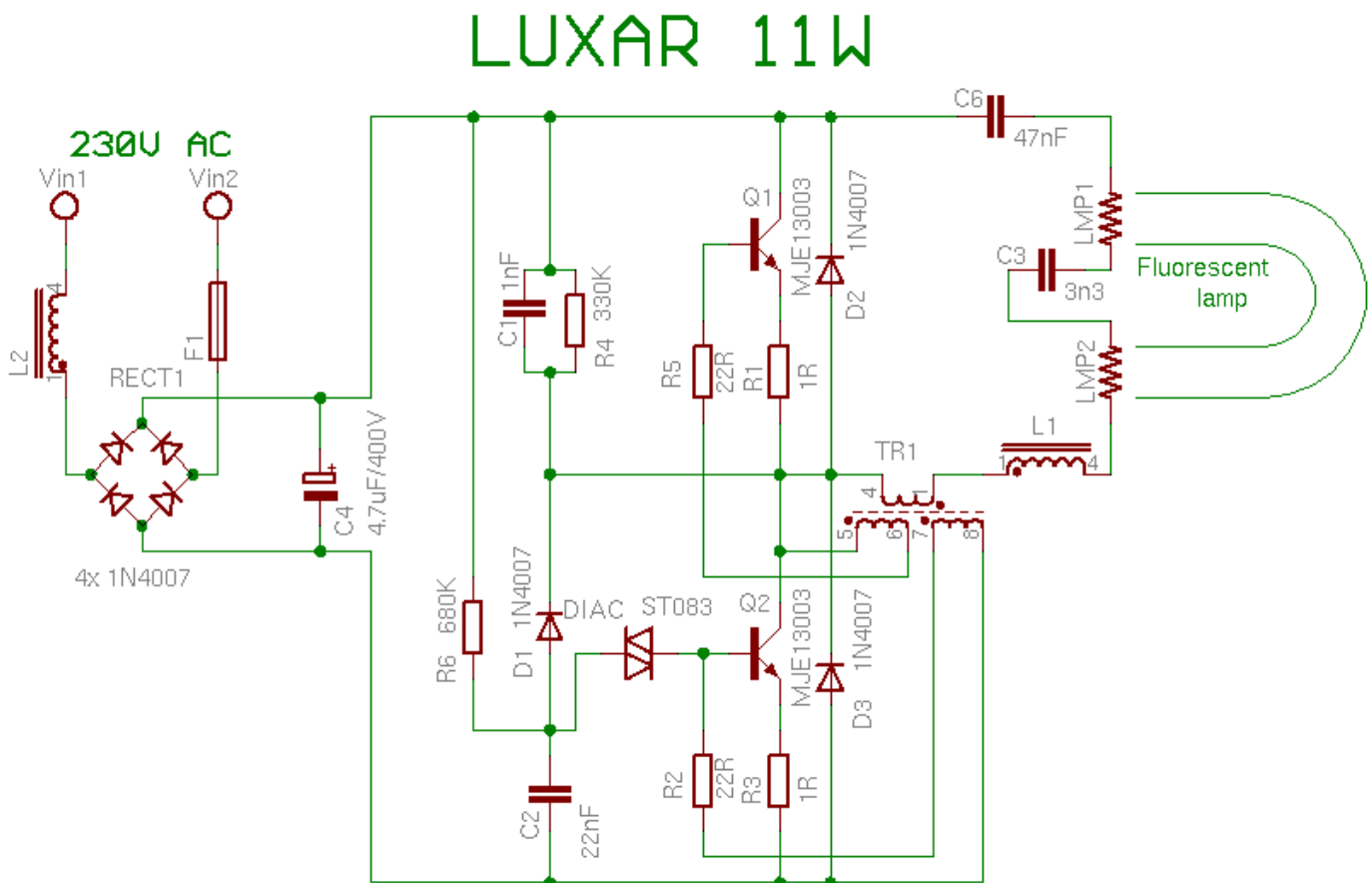
работоспособности потребовалось лишь заменить конденсатор C2.

Согласно упомянутой статье, балластный дроссель переделан в трансформатор T1. Его обмотка I содержит 400 витков провода ПЭЛ 0,1, а обмотка II намотана проводом ПЭЛ 0,6 почти до заполнения каркаса. Особое внимание необходимо обратить на качество межобмоточной изоляции, так как от этого зависит безопасность работы с сигнализатором. Лучше всего изолировать одну обмотку от другой двумя-тремя слоями лакоткани.

К выходу выпрямителя на диоде VD6 подключен [стабилизатор напряжения](#) на стабилитроне VD7 и транзисторе VT3. Мощность, рассеиваемая на этом транзисторе, невелика, поэтому он может работать без теплоотвода. О наличии напряжения на выходе блока сигнализирует светодиод HL1. Плата блока питания находится в отдельном корпусе (от блока питания микрокалькулятора "Электроника"). Если добавить развязывающие диоды, то на случай пропадания сетевого напряжения можно организовать бесперебойное питание сигнализатора от аккумуляторной батареи.

Electrical construction

Princip of function we explain on a LUXAR 11W lamp. Circuit contains supply section, which includes interference suppressor L2, fuse F1, bridge rectifier from 1N4007 diodes and filtering capacitor C4. Starting section includes D1, C2, R6 and diac. D2, D3, R1, R3 have protect function. Other parts have normal operation function.



Lamp start

R6, C2 and DIAC makes first pulse to base of transistor Q2 and cause his opening. After start is this section blocked by diode D1. After every opening of Q2 is discharged C2. There is not possible to collect enough energy for reopening of diac. Next are transistors excited over very small transformer TR1. It consists of ferrite ring with three windings (5 to 10 coils). Now are filaments powered over capacitor C3 from voltage rises from resonant circuit from L1, TR1, C3 and C6. Than the tube lights up is resonance frequency specified by capacity of C3, because he has much lower capacity than C6. In this moment is voltage on a C3 over 600V in a relation to used tube. During start is peak collector current about 3 to 5

times bigger than during normal operation. When the tube is damaged, there are hazard of transistor destroying.

Normal operation

When the gas is ionised in a pipe, C3 will be practically shorted and thanks to this frequency goes down and changer is now driven only by C6 and changer generates much lower voltage but enough to keep the light on. In a normal situation, when transistor opens, that current to TR1 increasing until his core is saturated and next his feedback to base drop away and transistor closes. Now opens second transistor which is excited by reversly connected windind of TR1 and all process repeats.

Failures

Common failure is broken capacitor C3. it is possible mainly at cheap lamps, where are used cheaper components for lower voltage. Whet the pipe doesn't lights up on time, there are risk of destroying transistors Q1 and Q2 and next resistors R1, R2, R3 and R5. When lamp starts, changer is very overloaded and transistors usually doesn't survive longer temperature overloading. When the pipe serve out, electronics is usually destroyed too. When the pipe is old, there can be overburned one of filaments and lamp doesn't lights up anymore. Electronics usually survives. Sometimes can be pipe broken due to internal tension and temperature difference. Most frequently lamp fails, when power on.

Repair of electronics

Repair of electronics usually means change of capacitor C3 if he is brobek. When burns fuse, probably will be damaged transistors Q1, Q2 and resistors R1, R2, R3, R5. You can replace fuse with resistor 0R5. Failures can be multiplied. For example, when is shorted capacitor there can be thermally overloaded transistors and will be destroyed. Best transistors for replacing of original types are MJE13003, but it is not easy to find them. I replaced them with BD129, but they are not available now. There exists other variants like a 2SC2611, 2SC2482, BD128, BD127, but I am not sure if they will be long-life. Original transistors are not available on our market. If doesn't matter size of case TO220, it's possible to use transistors MJE13007.

Mechanical construction

Lamp is usually compounded of two parts. One is plastic cover with holes for pipe and bills. Tube is agglutinated to it. Second much bigger piece has slots for bills from the inner side. Inside is printed circuit board with components and wires from tube. From the upper side of PCB are wires to top of lamp, where are soldered or stamped to the contact. Both plastic parts are clicked to himself and sometimes glued. Usually you can carefully leverage with a small screwdriver sequently to round to the gap between both plastic pieces for releasing of glue. Next you must leverage more to the opening lamp. For closing of lamp you can only click both plastic pieces to himself. Look at photo of opened lamp.

Reviewing

Most of these compact fluorescent lamps use same or very similar wiring. more expensive lamps use a little complicated wiring with electrode preheating and thanks to it they have longer lifetime. Repairing of these lamps not pay off, because price of cheaper types are very low now and price of human work is much higher. Wiring diagrams originates while repairing of lamps and they are only for study or repair uses. Informations are from retracing of lamps and from sources in a link section.

Links

- <http://www.simandl.cz/stranky/elektro/starter/starter.htm> Page with a description of electronic starter in a Czech language.

- <http://eu.st.com/stonline/books/pdf/docs/3706.pdf> ST | ELECTRONIC FLOURESCENT LAMP BALLAST

Schematics and photos

Bigluz 20W

Compact fluorescent lamp Bigluz 20W use classic wiring with a small changes. Values of parts are modified for bigger power.

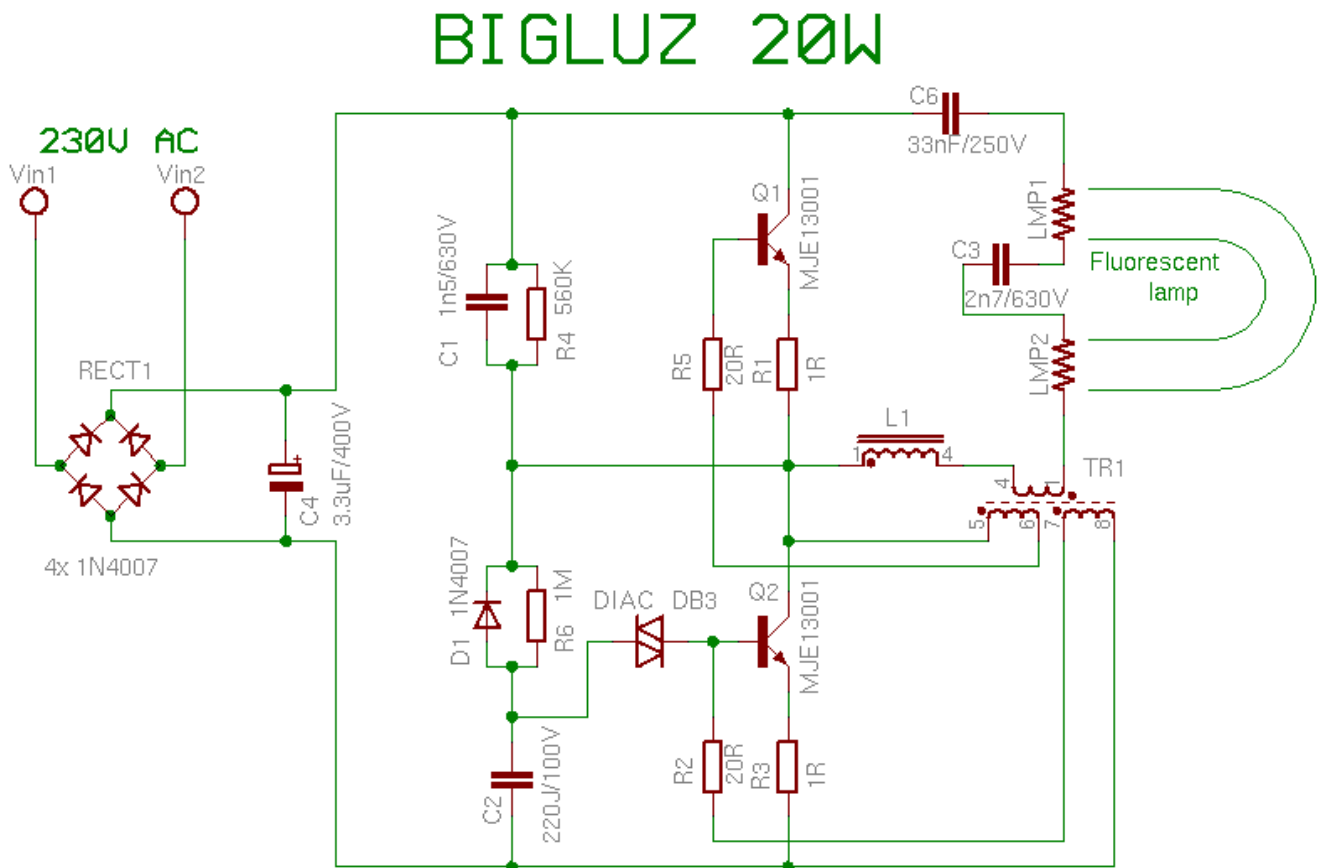


Photo of opened lamp Bigluz 20W.

Isotronic 11W

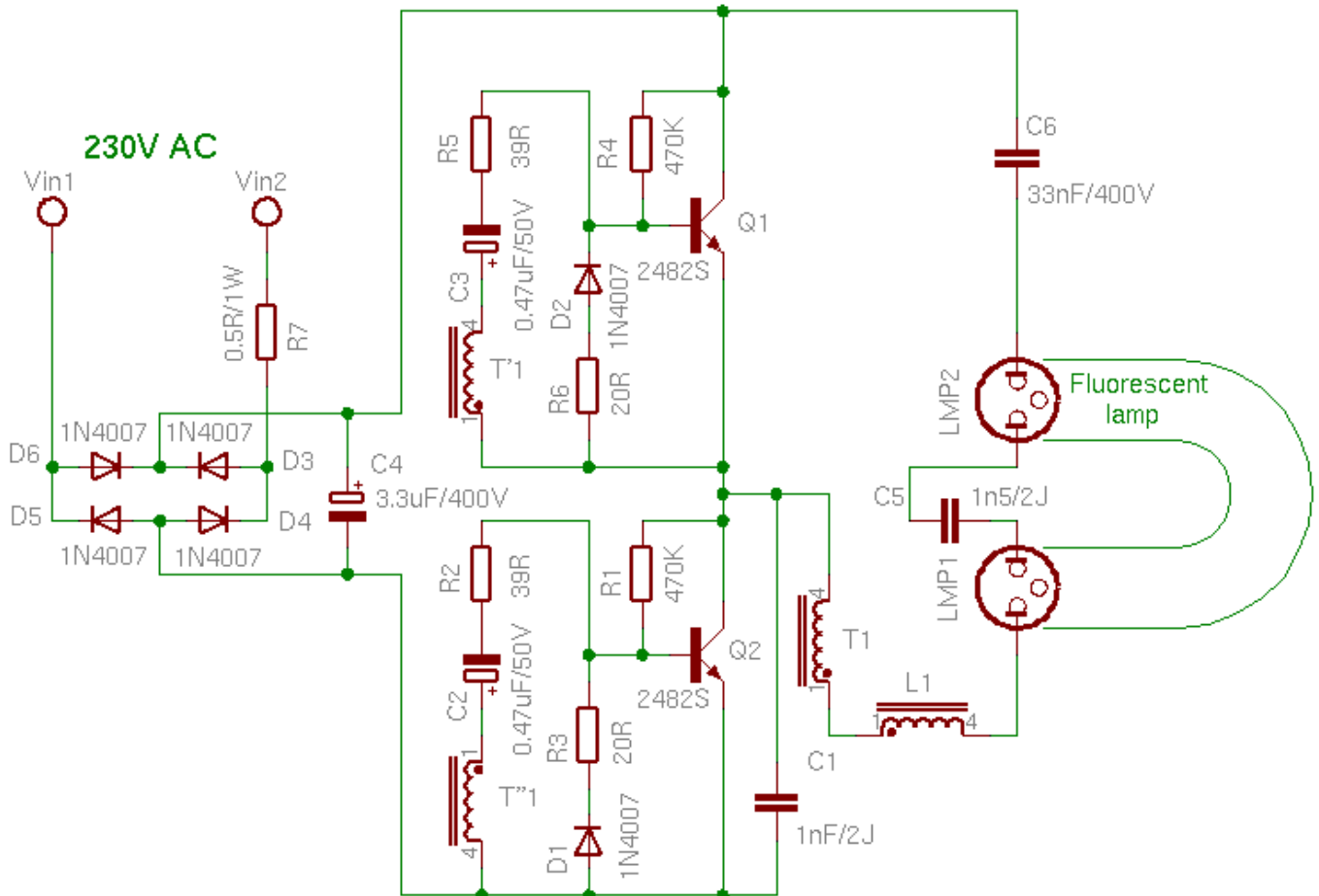
Lamp Isotronic 11W use a little modified wiring, where doesn't exists starting circuit with a diac. Lamp starts probably thanks to capacitor C1.

Photo of board with a electronics and upper side of cover.

Maway 11W

Lamp Maway 11W use different wiring too like Isotronic lamp.

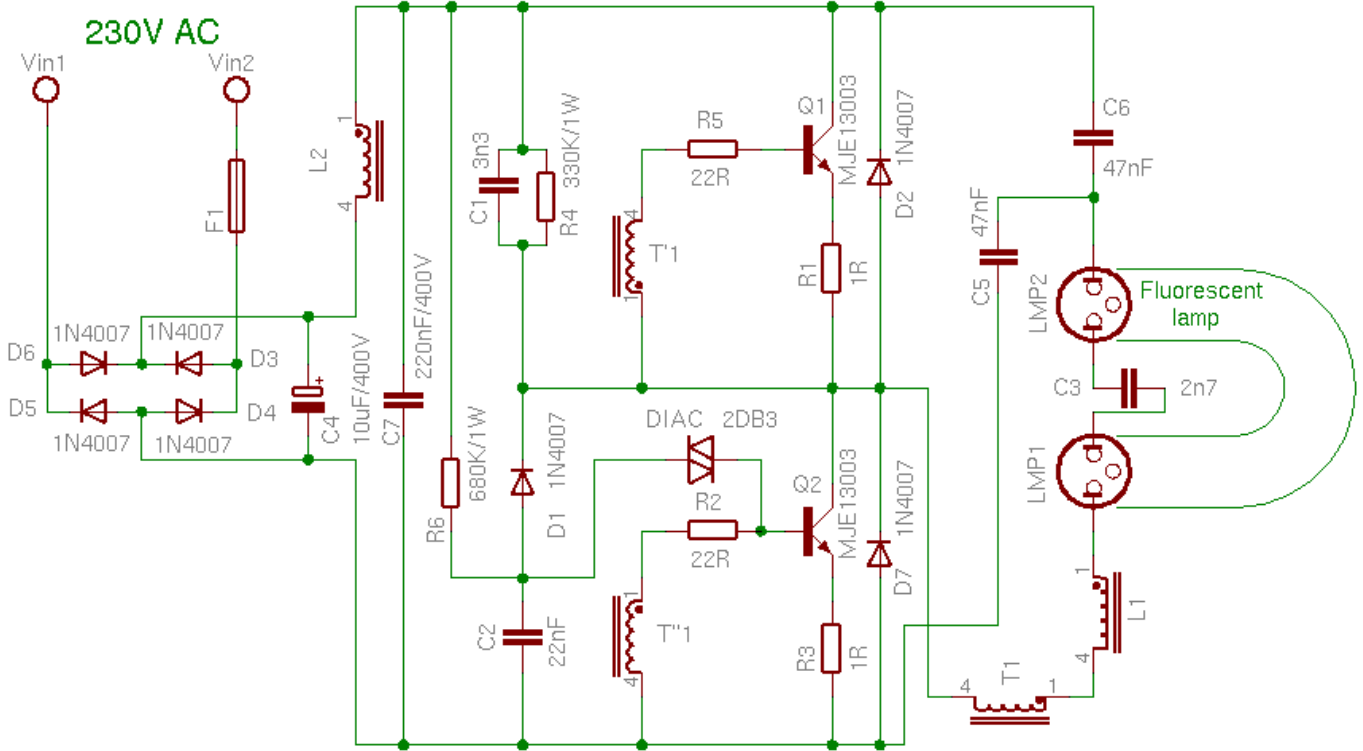
MAWAY 11W



Maxilux 15W

Lamp Maxilux 15W use classic wiring.

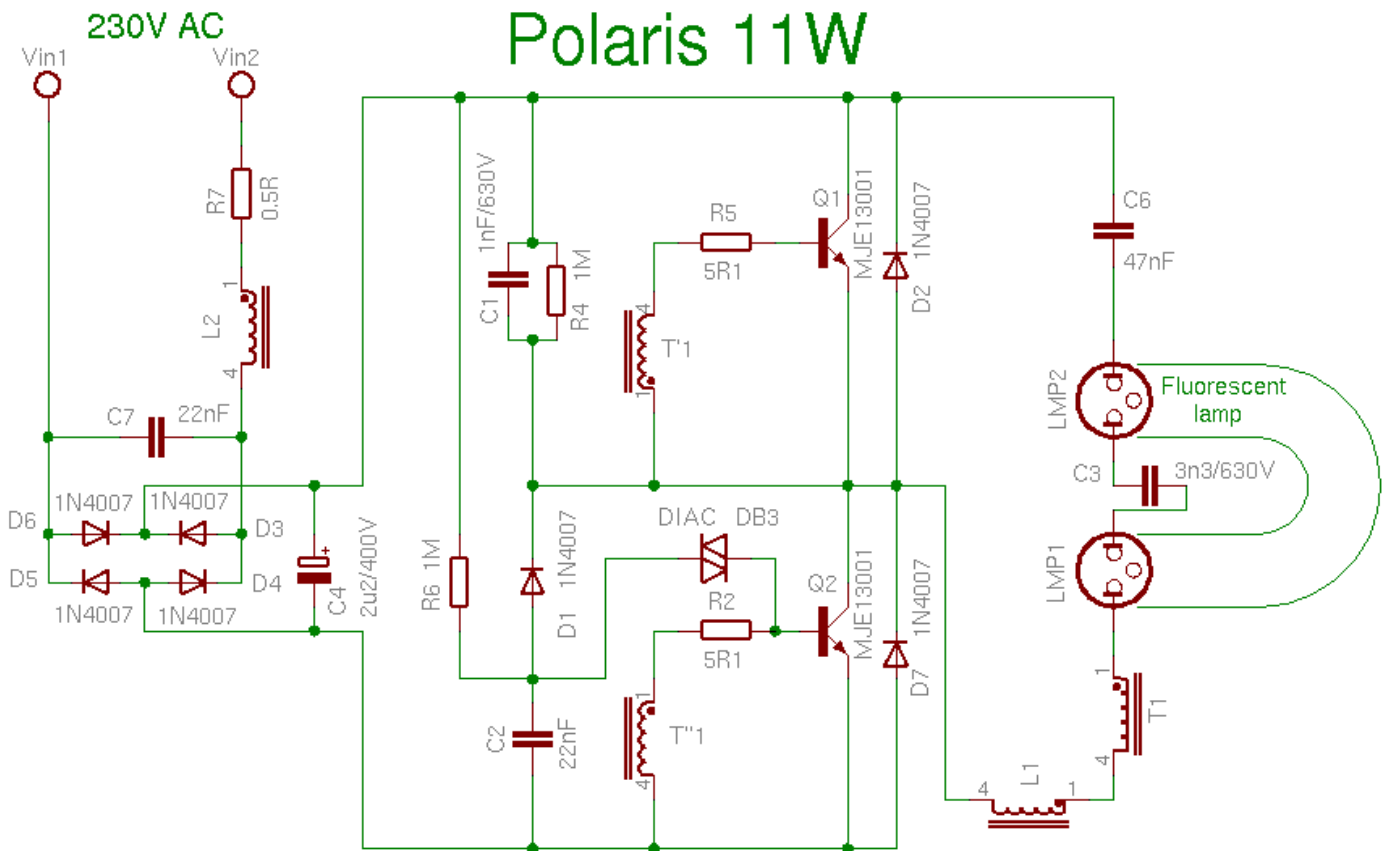
Maxi-Lux 15W



Polaris 11W

Lamp Polaris 11W has a small thread and changes some values of components. Wiring is classic.

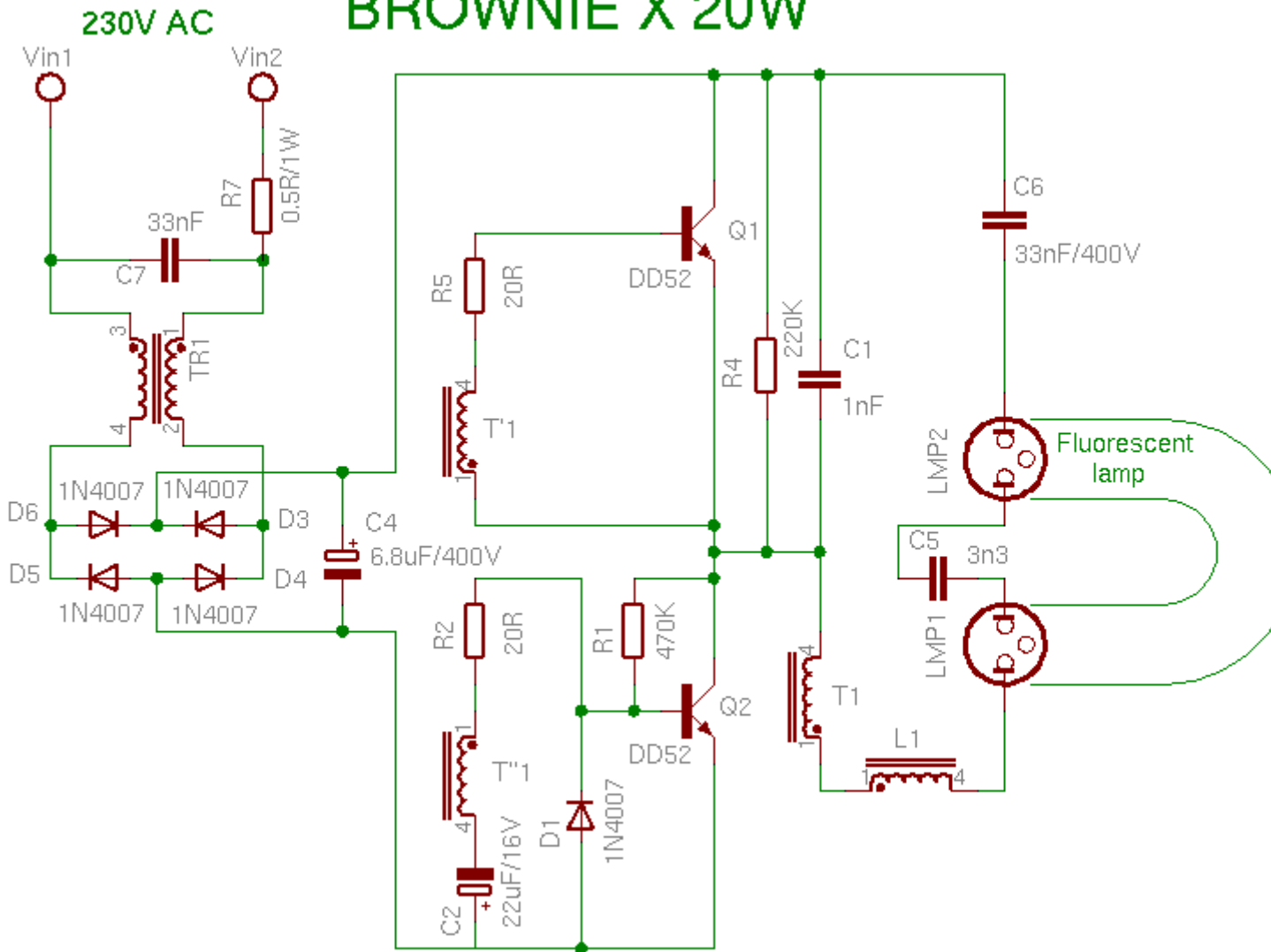
Polaris 11W



BrownieX 20W

BrownieX 20W lamp has a simplified wiring like a Isotronic lamp.

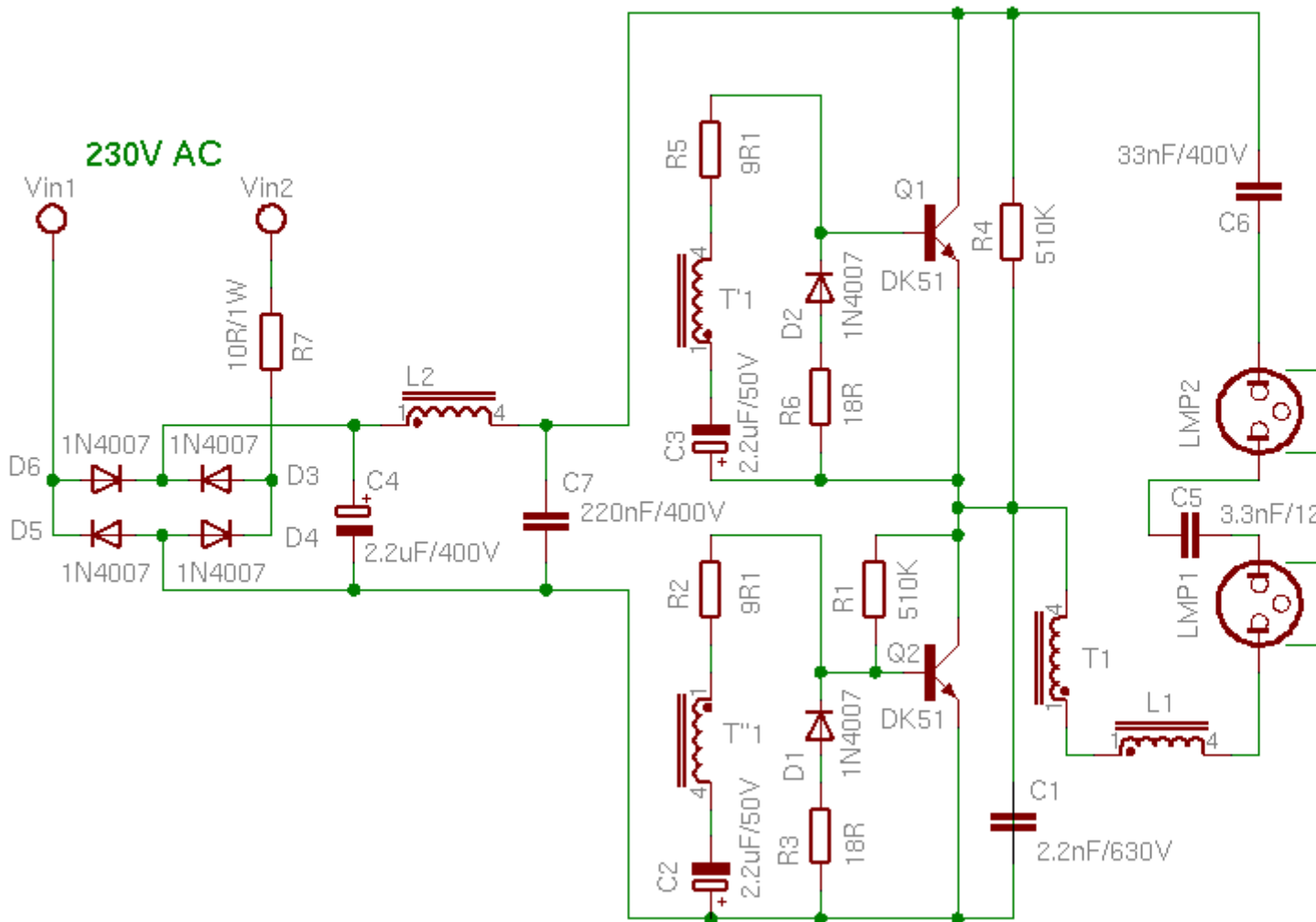
BROWNIE X 20W



PHILIPS ECOTONE 11W

Lamp PHILIPS ECOTONE 11W use again simplified wiring like a Isotronic lamp. This lamp compared to other has a right dimensed components, that electronics probably can live longer. Wiring is less cheated than others. It has coil L2 for blocking HF interference and capacitor C1 for voltage 1200V, which is very much stressed. Tube is superior compared to a no-name types. Light color "warm white" brings light of classic bulb and doesn't have a small pink tone like others. Tube is a little longer and have much light compared to others 11W types. All these lamps, which I have from several series have identical color tone and brilliance. Compared to lamps MAWAY, where every item have different color tone, some have destroyed electronics, some have pipe with a lost vacuum etc... It is seen, that lamps from marked manufacturers have guaranteed parameters and better quality than no-name.

PHILIPS ECOTONE 11W

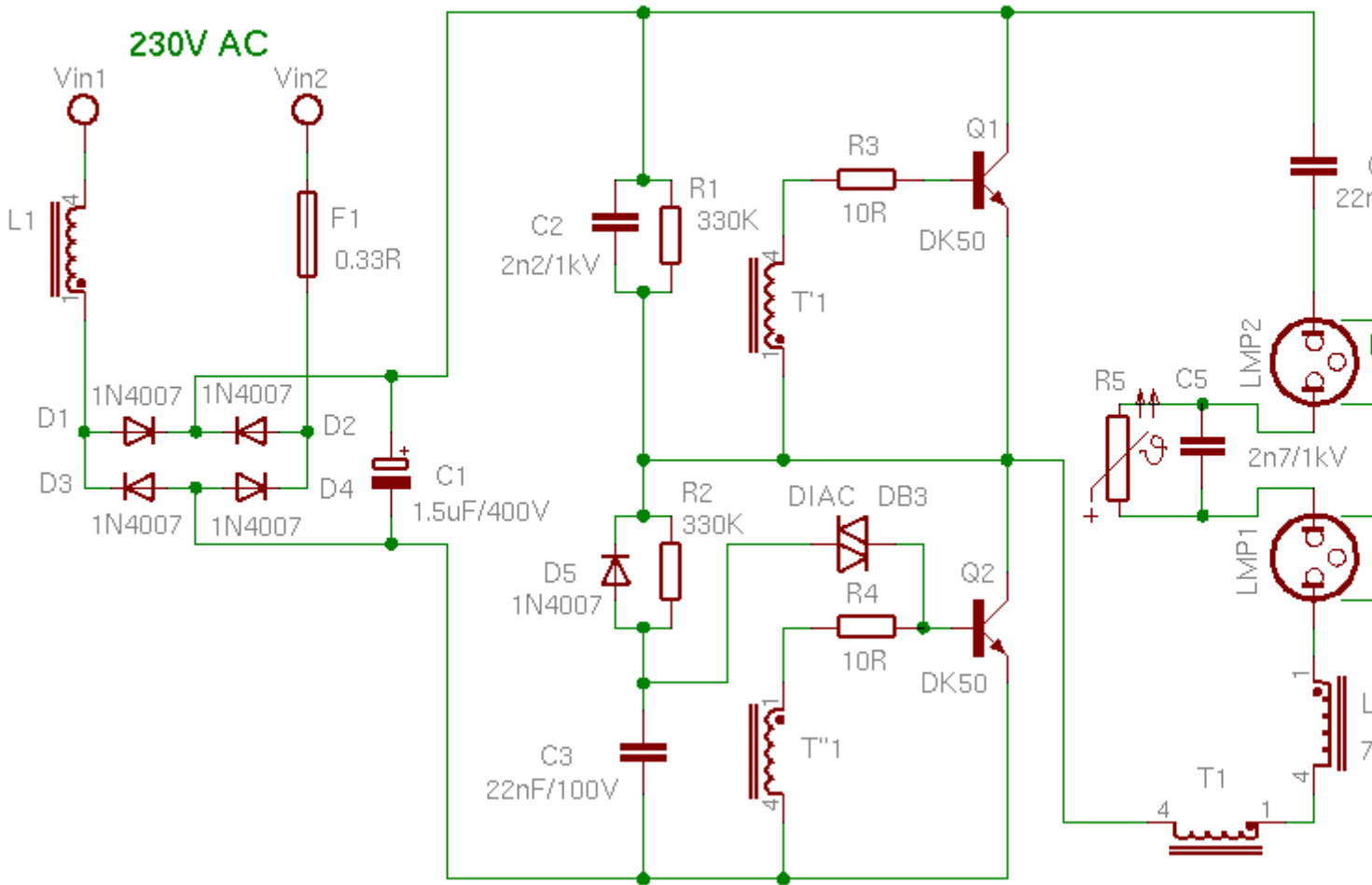


Photography of opened Philips lamp.

IKEA 7W

Lamp IKEA 7W has classic wiring like a Luxar 11W. Component values are modified to a lower power. Parts are enough voltage dimensed. Failure was overburned one of filaments. Lamp was on continuous for one year, which is over 8500 hours. Life time corresponds to a label specifications.

IKEA 7W Model No.: K207

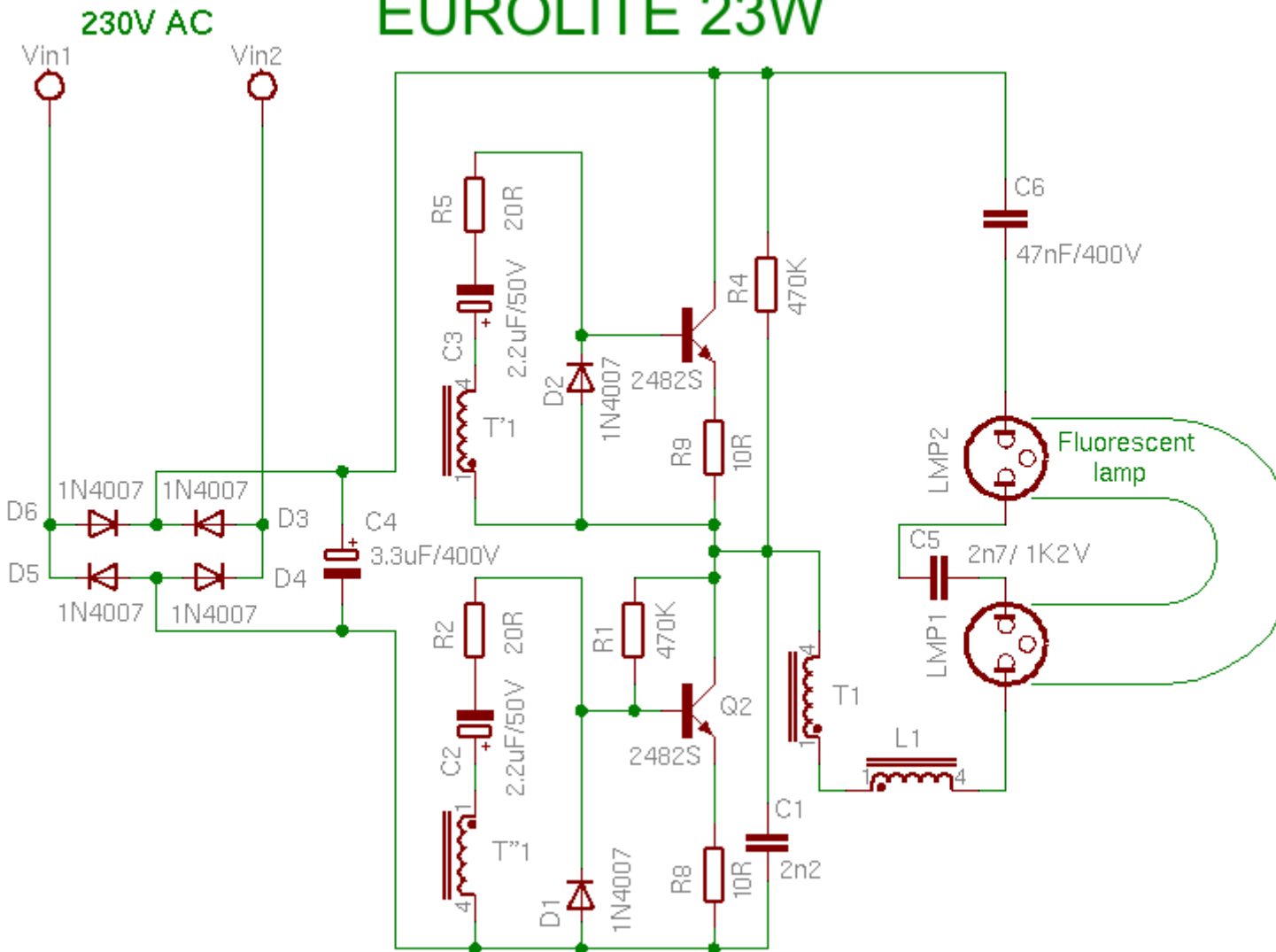


Photography of opened lamp IKEA 7W

OSRAM DULUX EL 11W

Lamp OSRAM DULUX EL 11W has again classic wiring with only few changes. She has a small thread and was a fully functional.

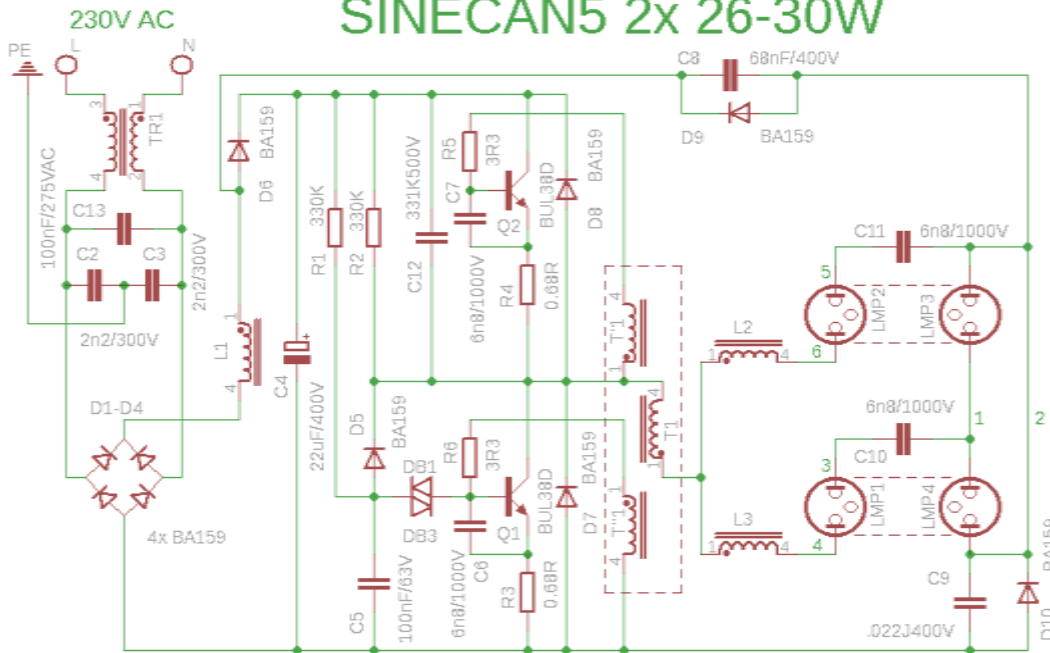
EUROLITE 23W



SINECAN 5 2x 26-30W (October 13 2008)

Electronic ballast SINECAN 5 for two fluorescent tubes has identical circuit like most of compact fluorescent lamps. Little difference is in powering tubes before D6 diode and wiring of start capacitors C10 a C11 about tubes. I don't understand exactly why this is wired this way. Ballast doesn't have fuse, but only thin wire. Ballasts was broken due to blowed electrolytic capacitors. It breaks transistors and resistors R3, R4, R5 and R6.

SINECAN5 2x 26-30W



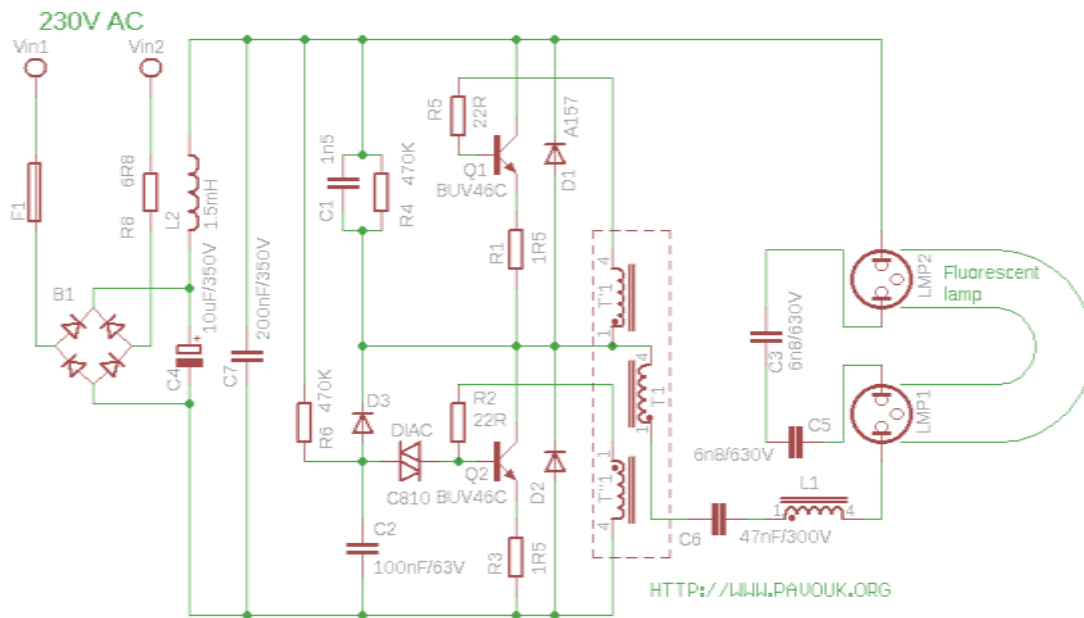
[HTTP://WWW.PAVOUK.ORG](http://www.pavouk.org)

Photography of open ballast.

IMMEDIATELY 25W (24.3.2010)

This bulb is only interesting with power value 25W. Circuit is classic.

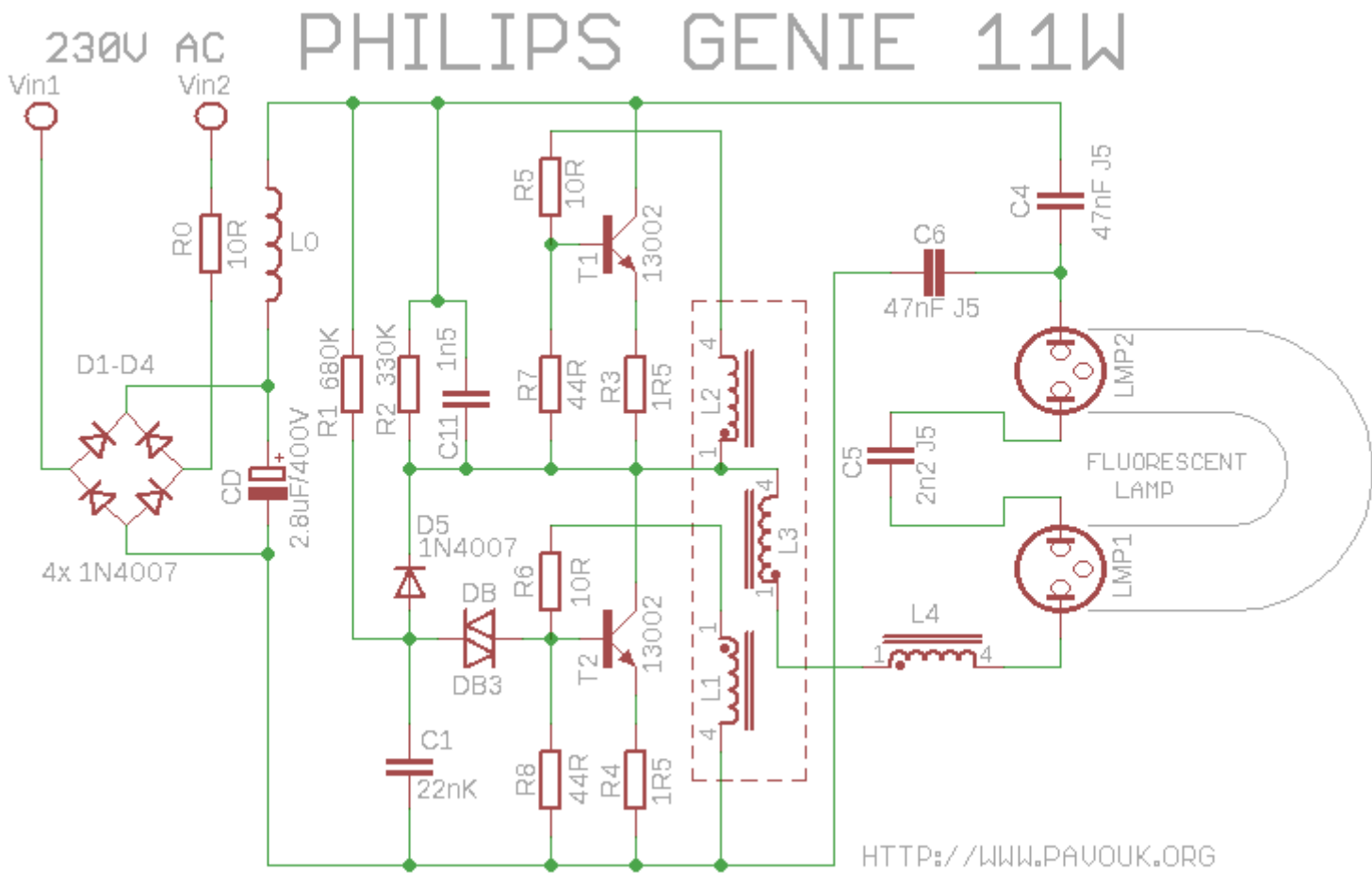
IMMEDIATELY 25W



[HTTP://WWW.PAVOUK.ORG](http://www.pavouk.org)

PHILIPS GENIE 11W (24.3.2010)

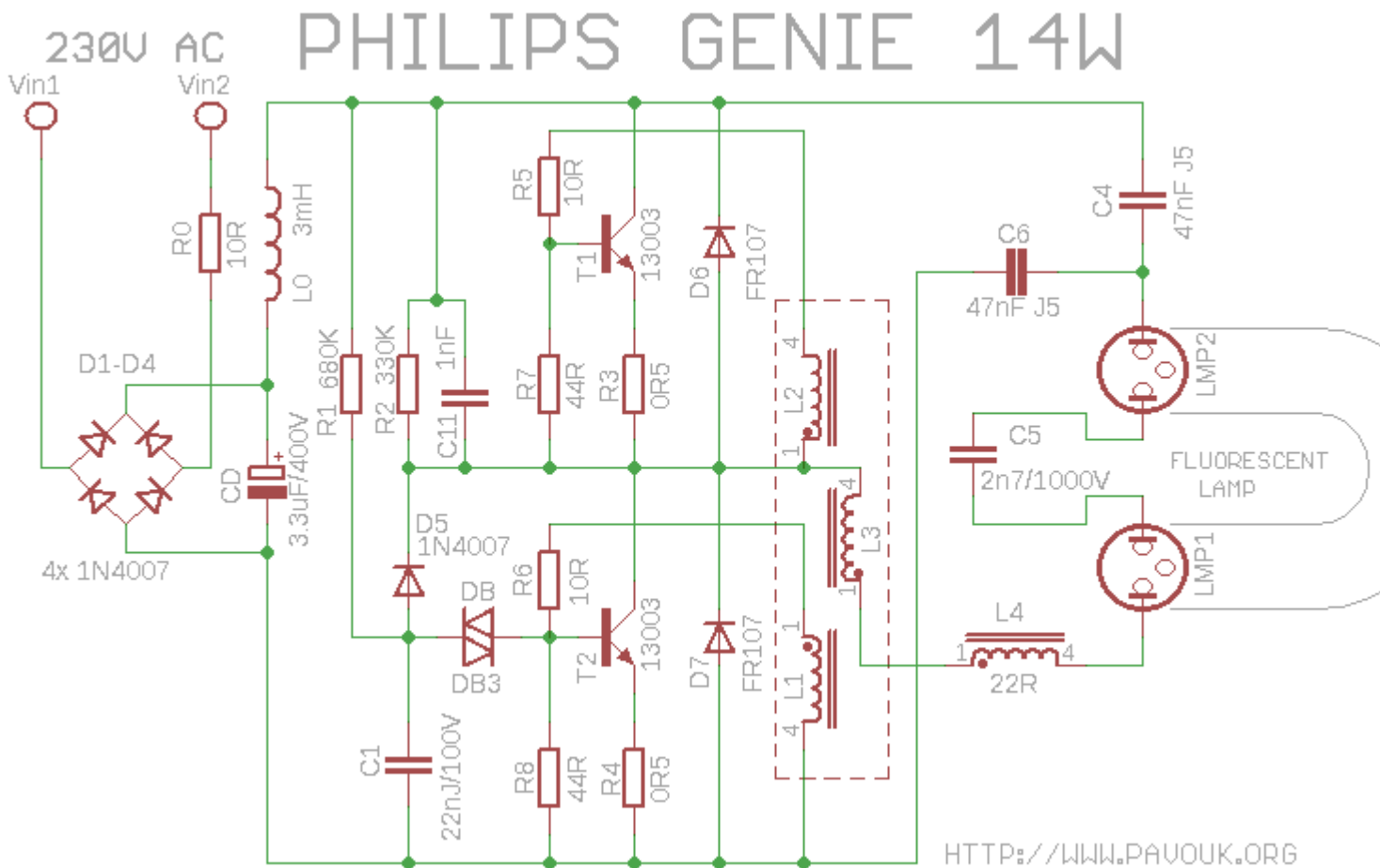
Philips Genie bulbs I am using for many years. I am satisfied with them. Their advantage is very compact size of tube which allow installing in to the lamp with small space for bulb. It lights up immediately after power-up. I didn't see any negative effect on their lifetime.



Disassembled light bulb.

PHILIPS GENIE 14W (October 22 2010)

This bulb has almost identical circuit to their 11W variant. It has two additional protect diodes D6 and D7. Values of few components are a little changed. Transistors are more powerful types 13003.



Электронный балласт

<http://woodocat.livejournal.com/38695.html>

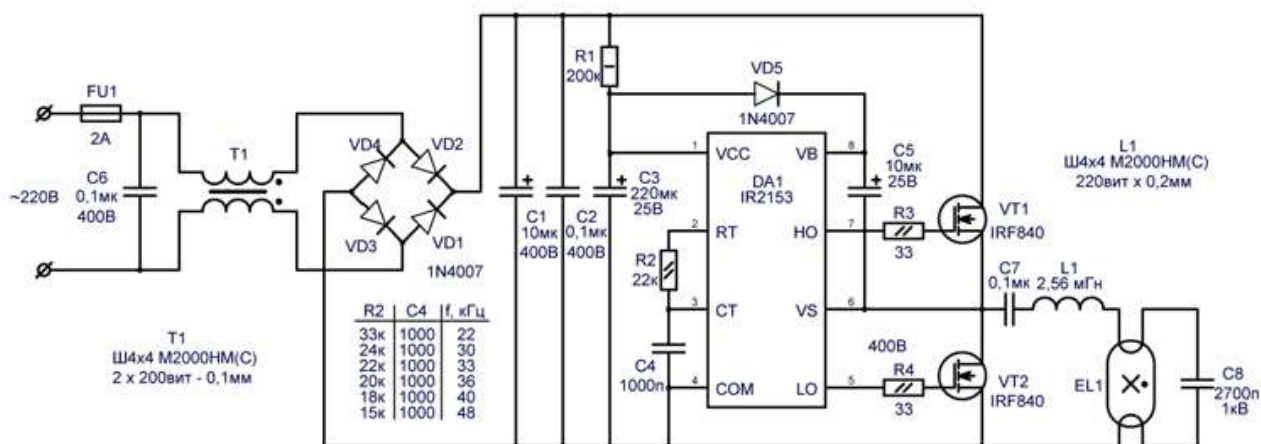
μ LB — это простой и миниатюрный электронный балласт для ламп дневного света. У себя дома я везде заменил старые стартерные схемы на эти, еще ни одна лампа не сгорела. Балласт выполнен на основе широкораспространенной микросхемы IR2153(D). И имеет следующие преимущества перед обычной стартерной схемой:

- отсутствует мерцание при работающей лампе;
- плавный запуск лампы, с предварительным прогревом нитей накала увеличивает срок службы;
- уменьшаются размеры индуктивности и габариты в целом;
- полностью исключен фальстарт;
- отсутствует слабое звено — стартер;
- запуск не превращается в нервотрепку;

Я встречал много подобных схем, и изготовил несколько разных вариантов. Последний вариант, пожалуй, самый удачный. В первом варианте я использовал кольцевые магнитопроводы. Выбор именно кольцевых магнитопроводов был серьезной ошибкой — очень сложна намотка, тем более при малых габаритах колец. Настроить удалось только после долгого и мучительного перебора емкостей. Второй вариант платы содержал клеммники типа ТВ-02 под винт, которые занимали много места.

Не буду повторяться, принцип работы данной микросхемы хорошо описан в разных источниках. Прототипом моего электронного балласта стала схема с сайта radiator.net. Схема заработала сразу, но не стабильно. Некоторые номиналы элементов на той схеме, на мой взгляд, указаны некорректно. Мощность, рассеиваемая сопротивлением R2 (68к) на той схеме, превышает 1 Вт... Резистор сильно разогревается, теряется стабильность и лампа гаснет. А ток продолжает протекать через R2... и нагрев продолжается... Определенно, это может закончиться пожаром! Кроме того, в затворах полевых транзисторов стоят слишком большие сопротивления, заряд на затворах полевых транзисторов плохо рассасывается, в итоге опять же сильный нагрев полевых транзисторов, лампа гаснет, транзисторы продолжают разогреваться... Поэтому, первым делом необходимо увеличить мощность и величину сопротивления R2, а сопротивления R3 и R4 уменьшить с 200 Ом до 22 .. 47 Ом. В статье указана частота 33 кГц, хотя для указанных номиналов она составляет 40 кГц.

После некоторых экспериментов и простых расчетов получилось следующая схема:



Сопротивление R1, это балластный токоограничительный резистор, мощность которого должна быть *не менее* 1 Вт. Чем меньше сопротивление R1, тем больше рассеиваемая на нем мощность. Оптимальные сопротивления — 100к (2 Вт) или 200к (1 Вт). Другое узкое место — емкость между нитями накала C8. Эта емкость - составляющее звено цепи резонанса. С одной стороны для разогрева желательно иметь как можно большее значение емкости, с другой стороны для возникновения хорошего резонанса выбирать эту емкость слишком большой нельзя. Для ламп разного типа необходима подстройка схемы - подбор емкости C8 и индуктивности L1.

Схему можно усовершенствовать, если параллельно конденсатору C8 включить термистор с положительным ТКС — РТС позистор. В холодном состоянии сопротивление позистора мало, и ток разогревает электроды лампы. Вместе с электродами разогревается и позистор. При определенной температуре сопротивление позистора резко повышается, цепь разрывается, и индуктивный выброс зажигает лампу. Позистор шунтируется низким сопротивлением горячей лампы. Использование позистора позволяет лампе зажигаться плавно и снижает износ электродов, что продлевает срок службы лампы до 20 тыс. ч.

Также вместо предохранителя FU1 можно установить терморезистор с отрицательным ТКС (NTC). Он ограничивает бросок тока через диодный мост, при зарядке конденсатора C1 во время включения балласта в сеть. В правильно настроенной схеме ничего не нагревается, и радиаторы для транзисторов не нужны (при мощности лампы до 20 Вт).

Разрабатываем топологию.

Приступаем к намотке дросселей - 220 витков проводом 0,2 мм.
Модули запаяны, входной дроссель склеиваем сразу без зазора и обматываем "шашечным" желтым скотчем.

Выходной дроссель нуждается в подстройке. Этой палочкой устанавливаем величину немагнитного зазора. Обратите внимание - предохранитель пока не запаян.

Настраиваем балласт по наиболее яркому свечению лампы.