

Рис. 2.7. Электронный трансформатор ET-S

трудно рассчитать, что к этому трансформатору можно подключить две «галогенки» мощностью по 50 Вт каждая. Кстати, многие другие ведущие фирмы-производители тоже поставляют электронные трансформаторы на рынок светотехнического оборудования. Необходимыми узлами этого электронного устройства считаются: узел защиты от короткого замыкания в лампе и в трансформаторе, узел защиты от перегрева трансформатора, узел регулировки светового потока лампы.

Вы хотите попробовать свои силы в самостоятельном изготовлении электронного трансформатора? Если — да, то автор задает следующий вопрос: «А знакомы ли вам принципы построения устройств силовой электроники?» Если — опять «да», смело переходите к дальнейшему чтению, ну а если «нет», разыщите книгу [19]. Тем же читателям, кто, узнав об электронном трансформаторе, предпочтут его просто купить, автор советует пропустить несколько страниц и продолжить чтение книги с раздела 2.4.

В изготовлении электронного трансформатора (ЕТ) мощностью 100 ВА нам помогут документы [20], [21] и [22]. В основе устройства — микросхема IR2161, производимая фирмой «International Rectifier». Несмотря на то, что эта микросхема имеет всего восемь выводов, с помощью ее возможно реализовать такие важные функции ЕТ, как защиту от короткого замыкания в лампе, температурную защиту, «мягкий» старт ламп, регулировку яркости (dimming) и управление от микроконтроллерной интеллектуальной системы DALI, о которой наш разговор — впереди.

На рис. 2.8 показана схема электронного трансформатора. Устроен он очень просто: Выпрямленное диодами VD1...VD4 сетевое напряжение поступает на полумостовую импульсную схему, состоящую из транзисторов VT1 и VT2 и трансформатора Т1, которые

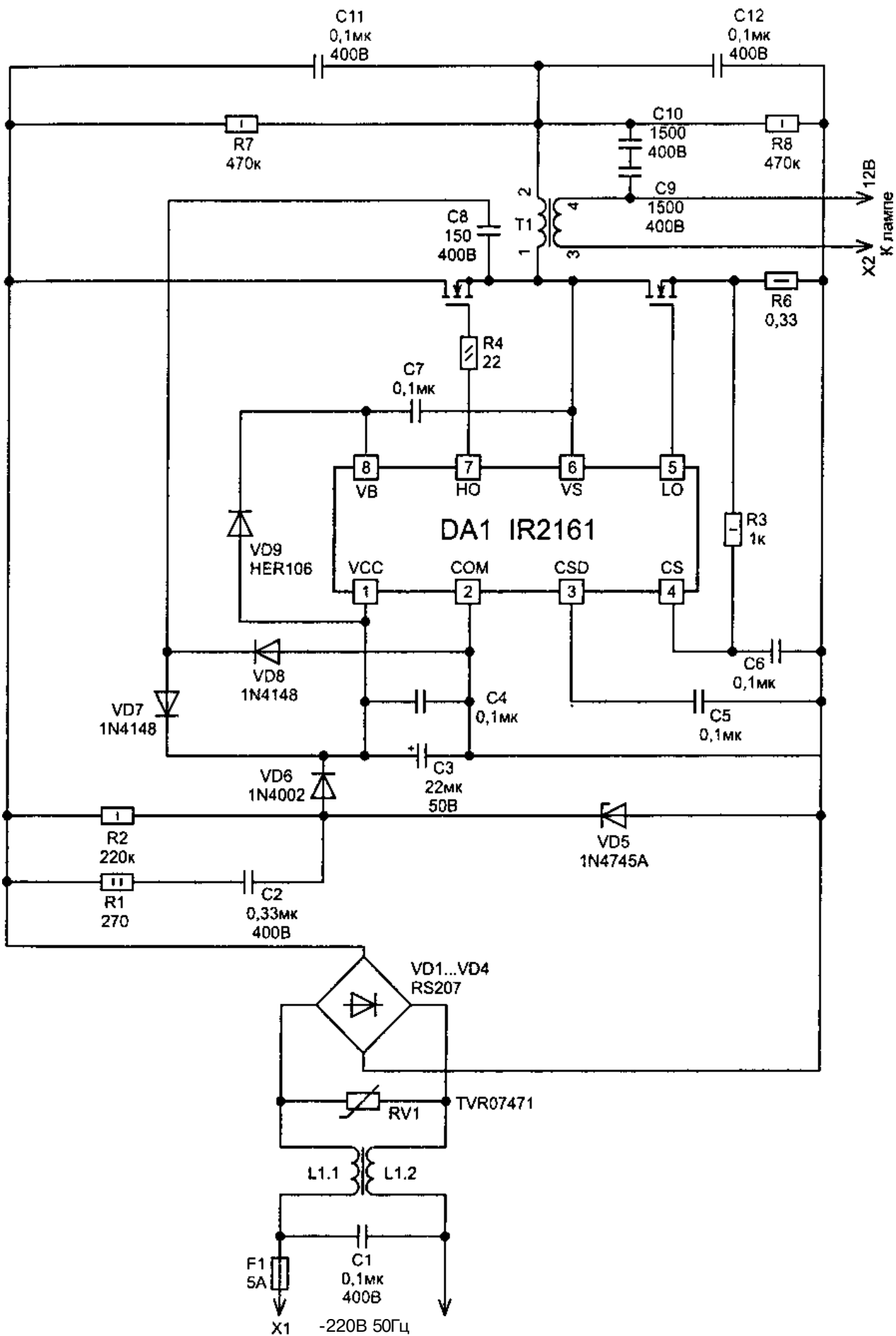


Рис. 2.8. Принципиальная схема электронного трансформатора

преобразуют напряжение к значению 12 В. Важно отметить, что микросхема DA1 управляет полевыми транзисторами MOSFET, что схемотехнически выгодно отличает данный электронный трансформатор от подавляющего большинства имеющихся на рынке ET, в которых «работают» биполярные транзисторы. Применение транзисторов MOSFET позволяет заметно повысить КПД трансформатора и снизить его габариты за счет уменьшения тепловых потерь.

Кстати, как указано в [22], с помощью IR2161 без проблем можно разрабатывать ET с номинальной выходной мощностью до 300 ВА, что позволит подключить к нему до 6 ламп мощностью 50 Вт каждая!

Работает электронный трансформатор следующим образом. При подаче питания на входные выводы устройства внутренний генератор микросхемы DA1 не функционирует, но конденсаторы C3 и C4 заряжаются через резистор R2. При достижении на выводе 1 (VCC) микросхемы напряжения 12 В происходит запуск внутреннего генератора на частоте 130 кГц и устройство входит в режим «мягкого старта» (soft-start). Мы уже знаем, что сопротивление лампы накаливания в холодном состоянии в несколько раз меньше сопротивления разогретой лампы, а это значит, что в момент включения лампа потребляет повышенную мощность по сравнению с номинальным режимом работы. Следовательно, в период разогрева ET должен отдавать больше мощности, но в то же время выходить «на номинал» в нормальном режиме. Достигается это выдачей повышенной частоты преобразования при пуске и последовательном снижении ее в «номинал».

Итак, произошел запуск внутреннего тактового генератора. Одновременно с ним начинает заряжаться конденсатор C5, подключенный к выводу 3 (CSD) микросхемы DA1 который задает время «мягкого старта». Номинал конденсатора выбран таким, что за время 1 с напряжение на выводе 3 достигает значения 5 В. По окончании времени «мягкого старта» устройство переходит в режим нормального функционирования (run mode) с частотой преобразования 34...70 кГц.

Выход лампы из строя может сопровождаться значительным снижением ее сопротивления, или даже коротким замыканием. Чтобы защитить ET от пагубного воздействия КЗ, в устройстве предусмотрен контроль тока первичной обмотки трансформатора T1 через датчик тока R6. Сигнал с данного резистора через RC-фильтр помех R3, C6 поступает на вывод 4 (CS) управляющей

микросхемы. Этот же сигнал предназначен для изменения частоты преобразования в зависимости от величины нагрузки (70 кГц при отсутствии нагрузки и 34 кГц при максимальной нагрузке). Состояние перегрузки идентифицируется при превышении напряжения на выводе CS значения 0,56 В, а состояние КЗ — напряжения 1,2 В.

В электронном трансформаторе могут возникать случайные (неповторяющиеся) токовые выбросы, которые нужно «отсекать» в целях повышения помехоустойчивости схемы защиты. Если фиксируется выброс напряжения на входе CS, схема управления переходит в режим анализа неисправности (fault timing mode) и через некоторое время (delay) снова проверяет ЕТ «на перегрузку». Если проверка не проходит, ЕТ продолжает работать, а если подтверждение получено, включается режим защиты (shutdown mode). Из этого режима микросхема переходит в «авторестарт» или в режим «отключено», если напряжение на выводе VCC ниже 10,6 В. Отключается микросхема и при превышении температуры ее кристалла значения 135 °С.

На рис. 2.9 показана печатная плата ЕТ, рис. 2.10 поможет правильно установить элементы. При изготовлении печатной платы желательно сделать токоведущие дорожки от выводов 3 и 4 трансформатора Т1 как можно шире, дополнительно усилить их напайкой луженого провода.

На рис. 2.11 приведен примерный внешний вид электронного трансформатора. Плату желательно установить в пластмассовый (или другой электроизоляционный) корпус, затем ЕТ можно использовать по назначению.

В конструкции использована следующая элементная база. Резисторы типа С2-33, С2-23 или аналогичные импортные из 5-процентного ряда. Номинальная мощность резисторов должна соответствовать указанной на схеме. Конденсаторы С1, С2, С8, С9, СЮ, СИ, С12 — высоковольтные, типа К73-17 или К78-2. Конденсаторы С4, С5, С6, С7 — типа К10-176. Конденсатор С3 — типа К50-35, К50-68 или аналогичный импортный. Дроссель L1 наматывается на кольцо из феррита 2000НМ, содержит 2 x 50 витков провода ПЭТВ-2 диаметром 0,3 мм. Намотка ведется в два провода, потом жилы разделяются и спаиваются в плату согласно схеме. Перед намоткой и после нее кольцо очень желательно обмотать фторопластовой ленточкой или полоской тонкой лакоткани. С особой тщательностью следует отнестись к изготовлению

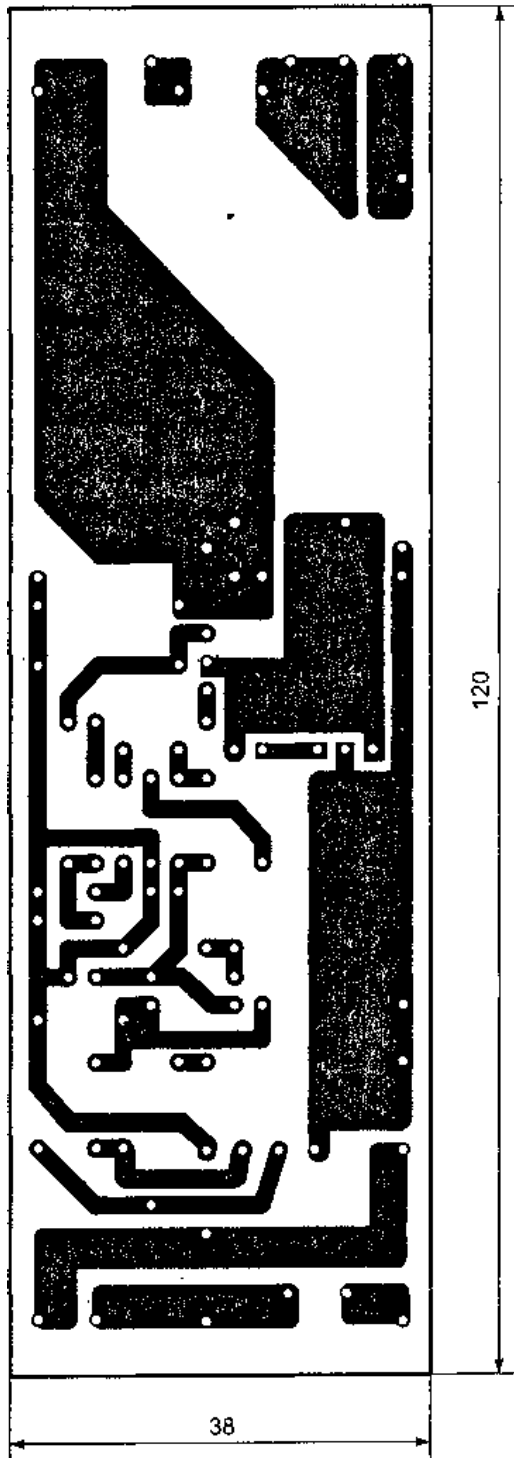


Рис. 2.9. Печатная плата электронного трансформатора

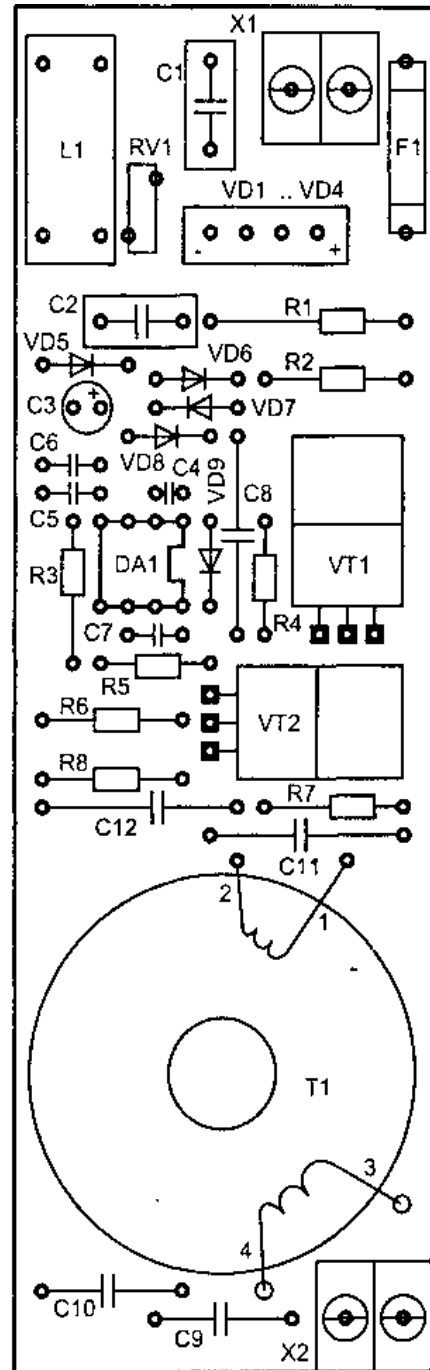


Рис. 2.10. Сборочный рисунок

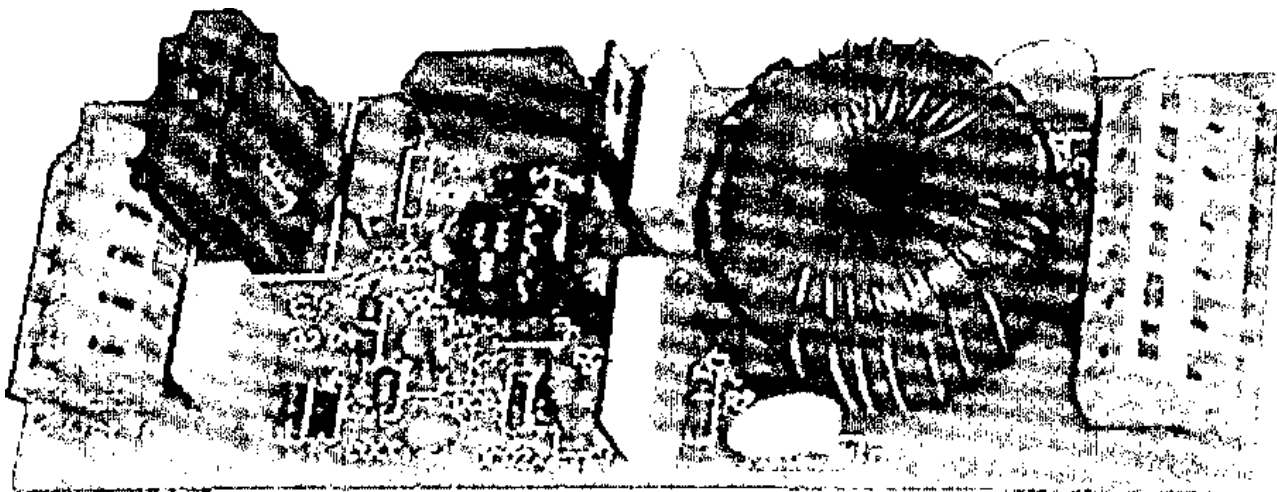


Рис. 2.11. Внешний вид собранного ET

трансформатора Т1. Перед намоткой ферритовое кольцо оборачивается также фторопластовой ленточкой, затем мотается первичная обмотка (выводы 1—2). Поверх первичной обмотки укладывается слой фторопласта и мотается вторичная обмотка. Намоточные данные трансформатора: магнитопровод К32 x 16 x 12 из феррита 2000НМ; первичная обмотка (1—2) содержит 250 витков провода ПЭТВ-2 диаметром 0,45 мм; вторичная мотается проводом той же марки, диаметром 0,8 мм, сложенным вшестеро; число витков вторичной обмотки (3—4) — 27. Настройка ET не требуется, при правильной сборке он должен работать сразу.

И последнее, что важно отметить в разделе, рассказавшем вам о галогенных лампах — обратите внимание на значения токов питания низковольтных ламп. В описанном ET ток вторичной обмотки в режиме полной нагрузки составляет, без малого, 10 А! Другими словами, «всплывает» еще один недостаток: необходимость увеличения сечения подводящего провода, который, как известно, тоже не бесплатный... Чтобы правильно выбрать сечение провода, фирма Vossloh Schwabe приводит на своем сайте сведения о падении напряжения (в вольтах) на подводящих проводах. Мы помещаем эту таблицу в книгу (табл. 2.2) для удобства практических расчетов. Данные таблицы отнормированы к 2-метровому одиночному проводнику (или к 1-метровому двухжильному проводу).

Нетрудно заметить, что скрутка или использование двойного провода (прямой и возвратный проводники) значительно сокращают потери напряжения на подводящих проводах. Однако не следует забывать, что необходимо устанавливать трансформатор

Таблица 2.2. Падение напряжения на подводящих проводах

Условия работы	Мощность, Вт	Площадь провода, мм ²		
		0,75	1,00	1,50
Питание от трансформатора 50 Гц, прокладка одиночная	50	0,38	0,29	0,20
	100	0,74	0,56	0,39
Питание от ЕГ 40 кГц, прокладка одиночная	50	1,40	1,25	1,20
	100	3,30	3,10	3,00
Питание от ЕТ 40 кГц, провода скручены, близко	50	0,50	0,45	0,35
	100	1,20	1,00	0,85

как можно ближе к осветительному прибору — так мы сможем сократить не только потери напряжения, но и денежные потери. Оптимальная длина подводящего проводника обычно не должна превышать 25 см.

2.4. Газоразрядная мозаика

Все, о чем мы будем говорить в этом разделе, относится, скорее, к области общественной жизни, нежели к частной. Другими словами, здесь пойдет речь об экономичных источниках света, использующихся для освещения больших площадей: автодорог, промышленных цехов, вокзалов, теплиц, стадионов, спортивных залов, парков, паркингов, архитектурных памятников, строительных площадок. Встретить лампы данного класса в городской квартире вряд ли удастся, ну разве что иногда их применяют в загородных домах. Итак, замолвим слово о *газоразрядных лампах высокого давления*, или о *НID-лампах* (High Intensity Discharge), как называют их за рубежом.

В основе любой газоразрядной лампы лежит два электрода, располагающихся в газовой среде. При приложении к электродам соответствующего электрического потенциала газ ионизируется и начинает светиться, сопротивление газового промежутка резко падает, поэтому любая газоразрядная лампа «в чистом виде» не может эксплуатироваться без специального устройства, называемого пуско-регулирующим аппаратом (ПРА). Цвет свечения лампы за-