

СХЕМОТЕХНИКА БЛОКОВ ПИТАНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Р. АЛЕКСАНДРОВ, г. Малоярославец Калужской обл.

Импульсные блоки питания (ИБП) персональных компьютеров обладают важными преимуществами — небольшими размерами и массой. Однако они построены по довольно сложным схемам, что затрудняет поиск и устранение неисправностей. Автор предлагаемой статьи, рассказывая о схемотехнике этих блоков, опирается на опыт работы с ИБП, так называемого формата АТ. Редакция решила опубликовать эту статью, так как преобладающие сегодня на рынке ИБП для компьютеров формата АТХ имеют много общего со своими предшественниками.

ИБП бытовых компьютеров рассчитаны на работу от сети однофазного переменного тока (110/230 В, 60 Гц — импортные, 127/220 В, 50 Гц — отечественного производства). Поскольку сеть 220 В, 50 Гц в России общепринята, проблемы выбора блока на нужное сетевое напряжение не существует. Нужно лишь убедиться, что переключатель сетевого напряжения на блоке (если он имеется) установлен в положение 220 или 230 В. Отсутствие переключателя говорит о том, что блок способен работать в обозначенном на его этикетке интервале сетевых напряжений без каких-либо переключений. ИБП, рассчитанные на частоту 60 Гц, безупречно работают в сети 50 Гц.

К системным платам формата АТ ИБП подключают двумя жгутами проводов с розетками P8 и P9, показанными на рис. 1 (вид со стороны гнезд).

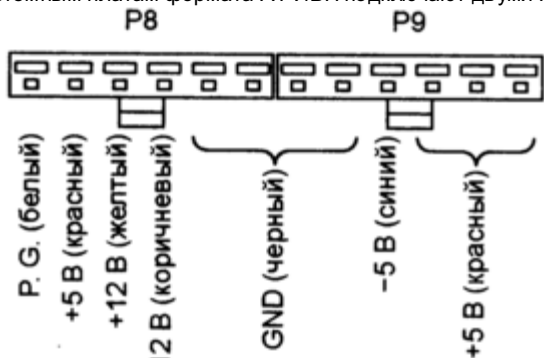


Рис. 1

Указанные в скобках цвета проводов стандартны, хотя не все изготовители ИБП их строго соблюдают. Чтобы правильно сориентировать розетки при подключении к вилкам системной платы, существует простое правило: четыре черных провода (цепь GND), подходящие к обеим розеткам, должны быть расположены рядом. Основные цепи питания системных плат формата АТХ сосредоточены в разъеме, показанном на рис. 2.

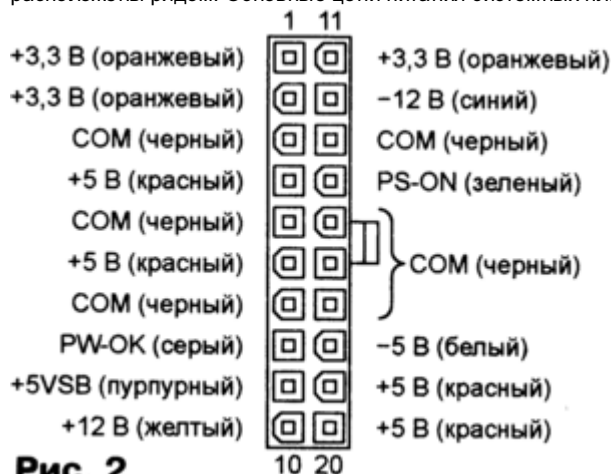


Рис. 2

Как и в предыдущем случае, вид со стороны гнезд розетки. ИБП этого формата имеют вход дистанционного управления (цепь PS-ON), при соединении которого с общим проводом (цепью COM — "common", эквивалентом GND) включенный в сеть блок начинает работать. Если цепь PS-ON—COM разорвана, напряжения на выходах ИБП отсутствуют, за исключением "дежурных" +5 В в цепи +5VSB. В этом режиме потребляемая от сети мощность очень незначительна.

ИБП формата АТХ бывают снабжены дополнительной выходной розеткой, показанной на рис. 3.

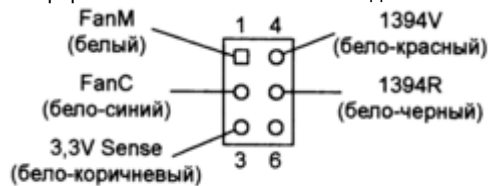


Рис. 3

Назначение ее цепей следующее:

FanM — выход датчика скорости вращения вентилятора, охлаждающего ИБП (два импульса на один оборот);

FanC — аналоговый (0... 12 В) вход управления скоростью вращения этого вентилятора. Если этот вход отключен от внешних цепей или на него подано постоянное напряжение более 10 В, производительность вентилятора максимальна;

3.3V Sense — вход сигнала обратной связи стабилизатора напряжения +3,3 В. Его соединяют отдельным проводом непосредственно с выводами питания микросхем на системной плате, что позволяет стабилизировать падение напряжения на подводящих проводах. Если дополнительная розетка отсутствует, эта цепь выведена на гнездо 11 основной розетки (см. рис. 2);

1394R — минус изолированного от общего провода источника напряжения 8...48 В для питания цепей интерфейса IEEE-1394;

1394V — плюс того же источника.

ИБП любого формата обязательно снабжают несколькими розетками для питания дисководов и некоторых других периферийных устройств компьютера.

Каждый "компьютерный" ИБП выдает логический сигнал, называемый P. G. (Power Good) в блоках АТ или PW-OK (Power OK) в блоках АТХ, высокий уровень которого свидетельствует, что все выходные напряжения находятся в допустимых пределах. На "материнской" плате компьютера этот сигнал участвует в формировании сигнала системного сброса (Reset). После включения ИБП уровень сигнала P.G. (PW-OK) некоторое время остается низким, запрещая работу процессора, пока в цепях питания не завершатся переходные процессы.

При отключении сетевого напряжения или внезапно возникшей неисправности ИБП логический уровень сигнала P.G. (PW-OK) изменяется прежде, чем выходные напряжения блока упадут ниже допустимых значений. Это вызывает остановку процессора, предотвращает искажение данных, хранящихся в памяти, и другие необратимые операции.

Взаимозаменяемость ИБП можно оценить по следующим критериям.

Число выходных напряжений для питания IBM PC формата АТ должно быть не менее четырех (+12 В, +5 В, -5 В и -12В). Максимальный и

минимальные выходные токи регламентируют отдельно для каждого канала. Их обычные значения для источников различной мощности приведены в табл. 1. Компьютерам формата АТХ дополнительно необходимы +3,3 В и некоторые другие напряжения (о них было сказано выше).

Таблица 1

Напряжение, В	Минимальный и максимальный ток, А при мощности блока, Вт					
	65	90	150	200	230	250
+12	0,5...1,8	0,5...1,8	0,5...6	2...8	2...9	2...9,5
+5	2...9	3...13	3...15	5...20	5...23	5...25
-5	0...0,3	0...0,3	0...0,5	0...0,5	0...0,5	0...0,5
-12	0...0,3	0...0,3	0...0,5	0...0,5	0...0,5	0...0,5

Учтите, что нормальная работа блока при нагрузке меньше минимальной не гарантирована, а иногда такой режим просто опасен. Поэтому включать ИБП без нагрузки в сеть (например, для проверки) не рекомендуется.

Мощность блока питания (суммарная по всем выходным напряжениям) в полностью укомплектованном периферийными устройствами бытовом ПК должна быть не менее 200 Вт. Практически необходимо иметь 230...250 Вт, а при установке дополнительных "винчестеров" и приводов CD-ROM может потребоваться и больше. Сбои в работе ПК, особенно возникающие в моменты включения электродвигателей упомянутых устройств, нередко связаны именно с перегрузкой блока питания. Компьютеры, используемые в качестве серверов информационных сетей, потребляют до 350 Вт. ИБП небольшой мощности (40... 160 Вт) применяют в специализированных, например, управляющих компьютерах с ограниченным набором периферии.

Объем, занимаемый ИБП, обычно растет за счет увеличения его длины в сторону передней панели ПК. Установочные размеры и точки крепления блока в корпусе компьютера остаются неизменными. Поэтому любой (за редкими исключениями) блок удастся установить на место отказавшего.

Основой большинства ИБП служит двухтактный полумостовой инвертор, работающий на частоте в несколько десятков килогерц. Напряжение питания инвертора (приблизительно 300 В) — выпрямленное и сглаженное сетевое. Собственно инвертор состоит из узла управления (генератора импульсов с промежуточным каскадом усиления мощности) и мощного выходного каскада. Последний нагружен на высокочастотный силовой трансформатор. Выходные напряжения получают с помощью выпрямителей, подключенных к вторичным обмоткам этого трансформатора. Стабилизация напряжений производится с помощью широтно-импульсной модуляции (ШИМ) импульсов, генерируемых инвертором. Обычно стабилизирующей ОС охвачен лишь один выходной канал, как правило, +5 или +3,3 В. В результате напряжения на других выходах не зависят от напряжения в сети, но остаются подверженными влиянию нагрузки. Иногда их дополнительно стабилизируют с помощью обычных микросхем-стабилизаторов.

СЕТЕВОЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ

В большинстве случаев этот узел выполняют по схеме, подобной показанной на рис. 4, различия лишь в типе выпрямительного моста VD1 и большем

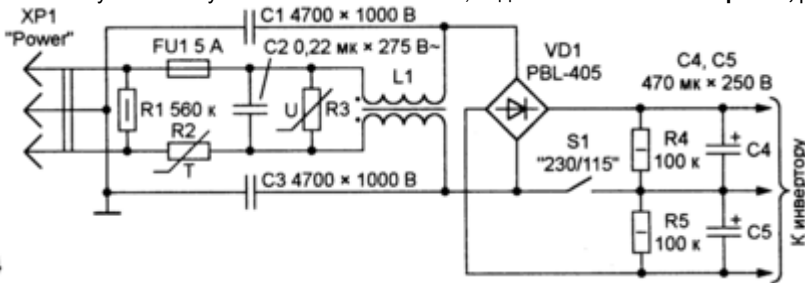


Рис. 4

или меньшем числе защитных и предохранительных элементов. Иногда мост собран из отдельных диодов. При разомкнутом выключателе S1, что соответствует питанию блока от сети 220...230 В, выпрямитель — мостовой, напряжение на его выходе (соединенных последовательно конденсаторах C4, C5) близко к амплитуде сетевого. При питании от сети 110... 127 В, замкнув контакты выключателя, превращают устройство в выпрямитель с удвоением напряжения и получают на его выходе постоянное напряжение, вдвое большее амплитуды сетевого. Подобное переключение предусматривают в ИБП, стабилизаторы которых удерживают выходные напряжения в допустимых пределах лишь при отклонении сетевого на ±20 %.

Блоки с более эффективной стабилизацией способны работать при любом сетевом напряжении (как правило, от 90 до 260 В) без переключения. Резисторы R1, R4 и R5 предназначены для разрядки конденсаторов выпрямителя после его отключения от сети, а C4 и C5, кроме того, выравнивают напряжения на конденсаторах C4 и C5. Терморезистор R2 с отрицательным температурным коэффициентом ограничивает амплитуду броска тока зарядки конденсаторов C4, C5 в момент включения блока. Затем в результате саморазогрева его сопротивление падает, и он практически не влияет на работу выпрямителя. Варистор R3 с классификационным напряжением больше максимальной амплитуды сетевого защищает от выбросов последнего. К сожалению, этот варистор бесполезен при случайном включении блока с замкнутым выключателем S1 в сеть 220 В. От тяжелых последствий этого спасает замена резисторов R4, R5 варисторами с классификационным напряжением 180...220 В, пробой которых влечет за собой сгорание плавкой вставки FU1. Иногда варисторы подключают параллельно указанным резисторам или только одному из них.

Конденсаторы C1—C3 и двухобмоточный дроссель L1 образуют фильтр, защищающий компьютер от проникновения помех из сети, а сеть — от помех, создаваемых компьютером. Через конденсаторы C1 и C3 корпус компьютера связан по переменному току с проводами сети. Поэтому напряжение прикосновения к незаземленному компьютеру может достигать половины сетевого. Это не опасно для жизни, так как реактивное сопротивление конденсаторов достаточно велико, но нередко приводит к выходу из строя интерфейсных цепей в момент подключения к компьютеру периферийных устройств **МОЩНЫЙ КАСКАД ИНВЕРТОРА**

На рис. 5 показана часть схемы распространенного ИБП GT-150W. Импульсы, сформированные узлом управления, через трансформатор T1 поступают на базы транзисторов VT1 и VT2, поочередно открывая их. Диоды VD4, VD5 защищают транзисторы от напряжения обратной полярности. Конденсаторы C6 и C7 соответствуют C4 и C5 в выпрямителе (см. рис. 4). Напряжения вторичных обмоток трансформатора T2 выпрямляют для получения выходных. Один из выпрямителей (VD6, VD7 с фильтром L1C5) показан на схеме.

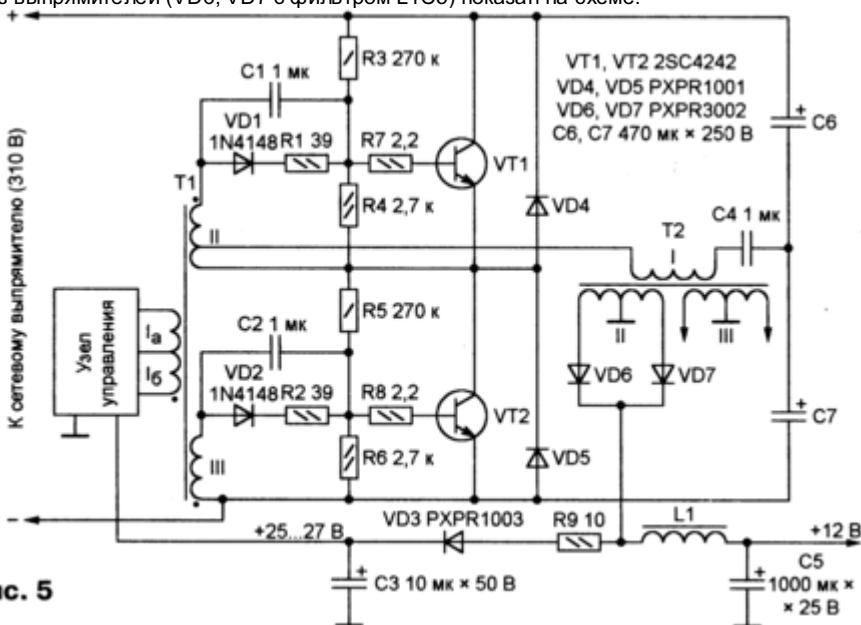


Рис. 5

Большинство мощных каскадов ИБП отличаются от рассмотренного лишь типами транзисторов, которые могут быть, например, полевыми или содержать встроенные защитные диоды. Существует несколько вариантов исполнения базовых цепей (для биполярных) или цепей затвора (для полевых транзисторов) с разным числом, номиналами и схемами включения элементов. Например, резисторы R4, R6 могут быть подключены непосредственно к базам соответствующих транзисторов.

В установившемся режиме узел управления инвертором питают выходным напряжением ИБП, но в момент включения оно отсутствует. Существуют два основных способа получить необходимое для пуска инвертора напряжение питания. Первый из них реализован в рассматриваемой схеме (рис. 5). Сразу после включения блока выпрямленное сетевое напряжение поступает через резистивный делитель R3—R6 в базовые цепи транзисторов VT1 и VT2, приоткрывая их, причем диоды VD1 и VD2 предотвращают шунтирование участков база—эмиттер транзисторов обмотками II и III трансформатора T1. В это же время происходит зарядка конденсаторов C4, C6 и C7, причем ток зарядки конденсатора C4, протекая по обмотке I трансформатора T2 и по части обмотки II трансформатора T1, наводит в обмотках II и III последнего напряжение, открывающее один из транзисторов и закрывающее другой. Какой из транзисторов закроется, а какой — откроется, зависит от асимметрии характеристик элементов каскада.

В результате действия положительной ОС процесс протекает лавинообразно, а наведенный в обмотке II трансформатора T2 импульс через один из диодов VD6, VD7, резистор R9 и диод VD3 заряжает конденсатор C3 до напряжения, достаточного для начала работы узла управления. В дальнейшем он питается по той же цепи, а выпрямленное диодами VD6, VD7 напряжение после сглаживания фильтром L1C5 поступает на выход +12 В ИБП.

Вариант цепей начального запуска, использованный в ИБП LPS-02-150XT, отличается только тем, что напряжение на делитель, аналогичный R3—R6 (рис. 5), подают от отдельного однополупериодного выпрямителя сетевого напряжения с конденсатором фильтра небольшой емкости. В результате транзисторы инвертора приоткрываются раньше, чем зарядятся конденсаторы фильтра основного выпрямителя (C6, C7, см. рис. 5), что обеспечивает более уверенный запуск. Второй способ питания узла управления во время пуска предусматривает наличие специального понижающего трансформатора небольшой мощности с выпрямителем, как показано на схеме рис. 6, примененной в ИБП PS-200B. Число витков вторичной обмотки трансформатора выбрано таким образом, чтобы выпрямленное напряжение было немного меньше выходного в канале +12 В блока, но достаточным для работы узла управления. Когда выходное напряжение ИБП достигает номинала, диод VD5 открывается, диоды моста VD1—VD4 остаются закрытыми в течение всего периода переменного напряжения и узел управления переходит на питание выходным напряжением инвертора, не потребляя больше энергии от "пускового" трансформатора.

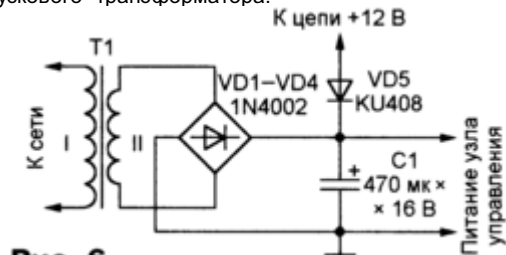


Рис. 6

В мощных каскадах инверторов, запускаемых таким образом, необходимость в начальном смещении на базах транзисторов и положительной обратной связи отсутствует. Поэтому не требуется резисторов R3, R5, диоды VD1, VD2 заменяют перемычками, а обмотку II трансформатора T1 выполняют без отвода (см. рис. 5)

ВЫХОДНЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛИ

На рис. 7 показана типовая схема четырехканального выпрямительного узла ИБП. Чтобы не нарушать симметрии перемещения магнитопровода силового трансформатора выпрямители строят только по двухполупериодным схемам, причем мостовые выпрямители, для которых характерны повышенные потери, почти не применяют. Главная особенность выпрямителей в ИБП — сглаживающие фильтры, начинающиеся с индуктивности (дросселя). Напряжение на выходе выпрямителя с подобным фильтром зависит не только от амплитуды, но и от скважности (отношения длительности к периоду повторения) поступающих на вход импульсов. Это дает возможность стабилизировать выходное напряжение, изменяя скважность входного. Применяемые во многих других случаях выпрямители с фильтрами, начинающимися с конденсатора, подобным свойством не обладают. Процесс изменения скважности импульсов обычно называют ШИМ — широтно-импульсной модуляцией (англ. PWM — Pulse Width Modulation).

Так как амплитуда импульсов, пропорциональная напряжению в питающей сети, на входах всех имеющихся в блоке выпрямителей изменяется по одинаковому закону, стабилизация с помощью ШИМ одного из выходных напряжений стабилизирует и все остальные. Чтобы усилить этот эффект, дроссели фильтров L1.1—L1.4 всех выпрямителей намотаны на общем магнитопроводе. Магнитная связь между ними дополнительно синхронизирует происходящие в выпрямителе процессы.

Для правильной работы выпрямителя с L-фильтром необходимо, чтобы ток его нагрузки превышал некоторое минимальное значение, зависящее от индуктивности дросселя фильтра и частоты импульсов. Эту начальную нагрузку создают резисторы R4—R7, подключенные параллельно выходным конденсаторам C5—C8. Они же служат для ускорения разрядки конденсаторов после выключения ИБП.

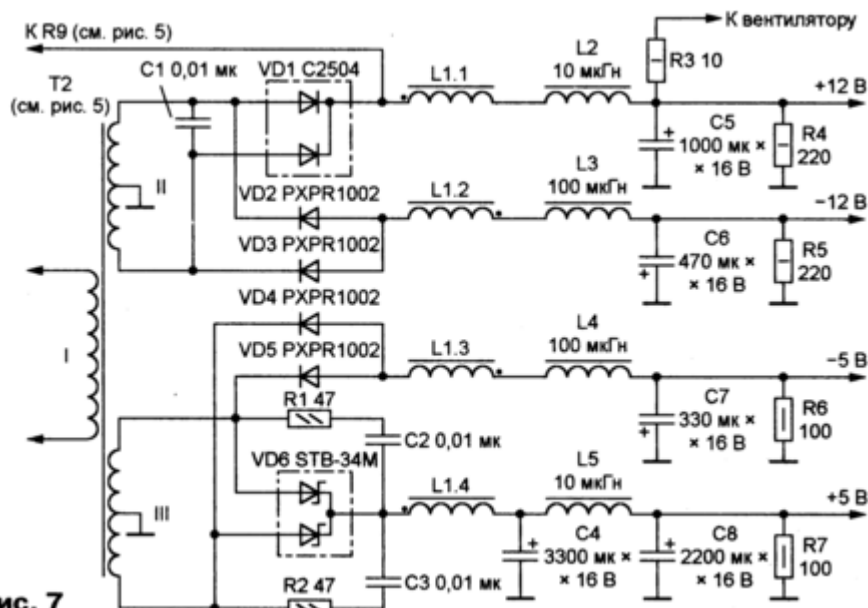


Рис. 7

Иногда напряжение -5 В получают без отдельного выпрямителя из напряжения -12 В с помощью интегрального стабилизатора серии 7905. Отечественные аналоги — микросхемы КР1162ЕН5А, КР1179ЕН05. Ток, потребляемый узлами компьютера по этой цепи, обычно не превышает нескольких сотен миллиампер. В некоторых случаях интегральные стабилизаторы устанавливают и в других каналах ИБП. Это решение исключает влияние изменяющейся нагрузки на выходные напряжения, но снижает КПД блока и по этой причине применяется только в сравнительно маломощных каналах. Примером может служить схема узла выпрямителей ИБП PS-6220C, показанная на рис. 8. Диоды VD7—VD 10 — защитные

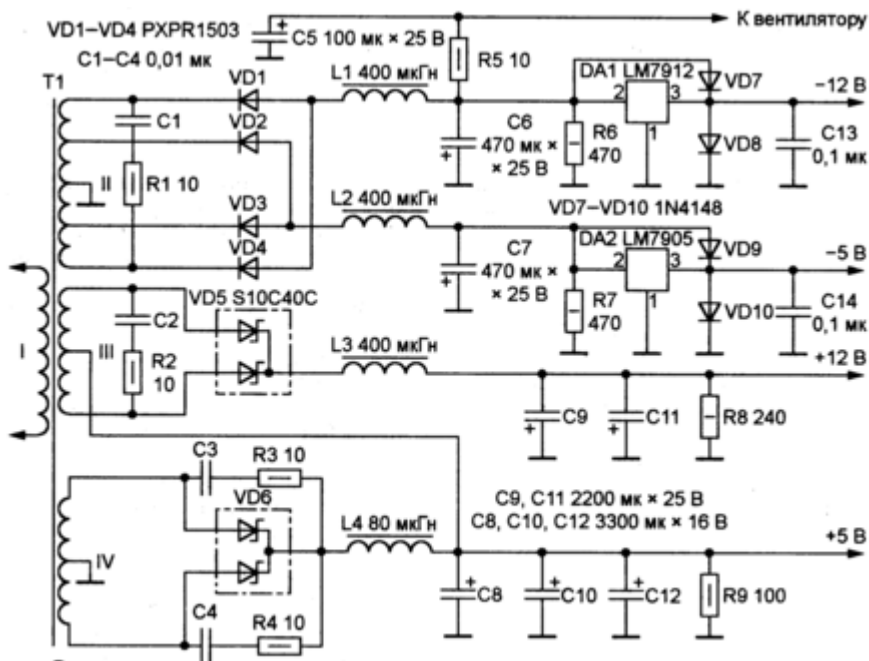


Рис. 8

Как и в большинстве других блоков, здесь в выпрямителе напряжения +5 В установлены диоды с барьером Шоттки (сборка VD6), отличающиеся меньшими, чем у обычных диодов падением напряжения в прямом направлении и временем восстановления обратного сопротивления. Оба этих фактора благоприятны для увеличения КПД. К сожалению, сравнительно низкое допустимое обратное напряжение не позволяет применять диоды Шоттки и в канале +12 В. Однако в рассматриваемом узле эта проблема решена последовательным соединением двух выпрямителей: к 5 В недостающие 7 В добавляет выпрямитель на сборке диодов Шоттки VD5.

Для устранения опасных для диодов выбросов напряжения, возникающих в обмотках трансформатора на фронтах импульсов, предусмотрены демпфирующие цепи R1C1, R2C2, R3C3 и R4C4.

УЗЕЛ УПРАВЛЕНИЯ

В большинстве "компьютерных" ИБП этот узел построен на базе микросхемы ШИМ-контроллера TL494CN (отечественный аналог — KP1114EY4) или ее модификаций. Основная часть схемы подобного узла — на рис. 9, на ней показаны и элементы внутреннего устройства упомянутой микросхемы.

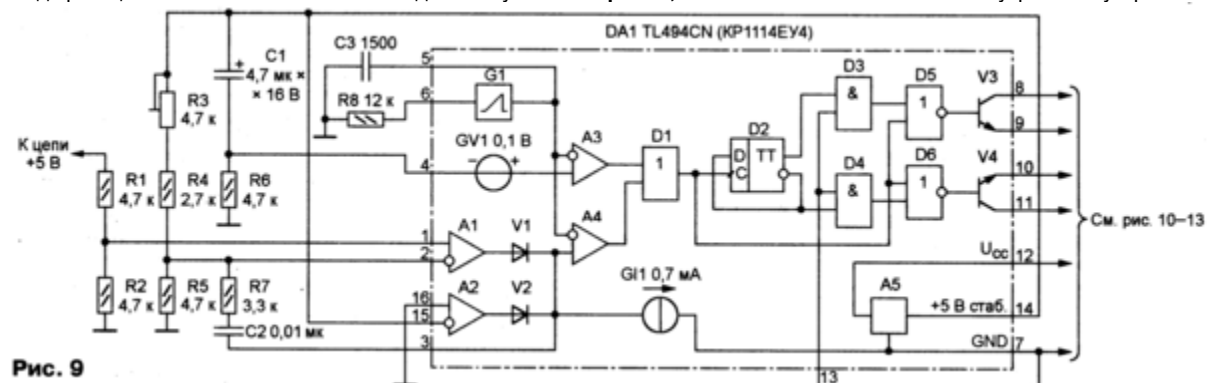


Рис. 9

Генератор пилообразного напряжения G1 служит задающим. Его частота зависит от номиналов внешних элементов R8 и C3. Генерируемое напряжение поступает на два компаратора (A3 и A4), выходные импульсы которых суммирует элемент ИЛИ D1. Далее импульсы через элементы ИЛИ-НЕ D5 и D6 подают на выходные транзисторы микросхемы (V3, V4). Импульсы с выхода элемента D1 поступают также на счетный вход триггера D2, и каждый из них изменяет состояние триггера. Таким образом, если на вывод 13 микросхемы подана лог. 1 или он, как в рассматриваемом случае, оставлен свободным, импульсы на выходах элементов D5 и D6 чередуются, что и необходимо для управления двухтактным инвертором. Если микросхему TL494 применяют в однотактном преобразователе напряжения, вывод 13 соединяют с общим проводом, в результате триггер D2 больше не участвует в работе, а импульсы на всех выходах появляются одновременно.

Элемент A1 — усилитель сигнала ошибки в контуре стабилизации выходного напряжения ИБП. Это напряжение (в рассматриваемом случае — +5 В) через резистивный делитель R1R2 поступает на один из входов усилителя. На втором его входе — образцовое напряжение, полученное от встроенного в микросхему стабилизатора A5 с помощью резистивного делителя R3—R5. Напряжение на выходе A1, пропорциональное разности входных, задает порог срабатывания компаратора A4 и, следовательно, скважность импульсов на его выходе. Так как выходное напряжение ИБП зависит от скважности (см. выше), в замкнутой системе автоматически поддерживается его равенство образцовому с учетом коэффициента деления R1R2. Цепь R7C2 необходима для устойчивости стабилизатора. Второй усилитель (A2) в данном случае отключен подачей соответствующих напряжений на его входы и в работе не участвует.

Функция компаратора A3 — гарантировать наличие паузы между импульсами на выходе элемента D1, даже если выходное напряжение усилителя A1 вышло за допустимые пределы. Минимальный порог срабатывания A3 (при соединении вывода 4 с общим проводом) задан внутренним источником напряжения GV1. С увеличением напряжения на выводе 4 минимальная длительность паузы растет, следовательно, максимальное выходное напряжение ИБП падает.

Этим свойством пользуются для плавного пуска ИБП. Дело в том, что в начальный момент работы блока конденсаторы фильтров его выпрямителей полностью разряжены, что эквивалентно замыканию выходов на общий провод. Пуск инвертора сразу же "на полную мощность" приведет к огромной перегрузке транзисторов мощного каскада и возможному выходу их из строя. Цепь C1R6 обеспечивает плавный, без перегрузок, пуск инвертора.

В первый после включения момент конденсатор C1 разряжен, а напряжение на выводе 4 DA1 близко к +5 В, получаемым от стабилизатора A5. Это гарантирует паузу максимально возможной длительности, вплоть до полного отсутствия импульсов на выходе микросхемы. По мере зарядки конденсатора C1 через резистор R6 напряжение на выводе 4 уменьшается, а с ним и длительность паузы. Одновременно растет выходное напряжение ИБП. Так продолжается, пока оно не приблизится к образцовому и не вступит в действие стабилизирующая обратная связь. Дальнейшая зарядка конденсатора C1 на процессы в ИБП не влияет. Так как перед каждым включением ИБП конденсатор C1 должен быть полностью разряжен, во многих случаях предусматривают цепи его принудительной разрядки (на рис. 9 не показаны).

ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КАСКАД

Задача этого каскада — усиление импульсов перед их подачей на мощные транзисторы. Иногда промежуточный каскад отсутствует как самостоятельный узел, входя в состав микросхемы задающего генератора. Схема такого каскада, примененного в ИБП PS-200B, показана на рис. 10. Согласующий трансформатор T1 здесь соответствует одноименному на рис. 5.

В ИБП APPI5 использован промежуточный каскад по схеме, приведенной на рис. 11, отличающийся от рассмотренного выше наличием двух согласующих трансформаторов T1 и T2 — отдельно для каждого мощного транзистора. Полярность включения обмоток трансформаторов такова, что транзистор промежуточного каскада и связанный с ним мощный транзистор находятся в открытом состоянии одновременно. Если не принять специальных мер, через несколько тактов работы инвертора накопление энергии в магнитопроводах трансформаторов приведет к насыщению последних и значительному уменьшению индуктивности обмоток.

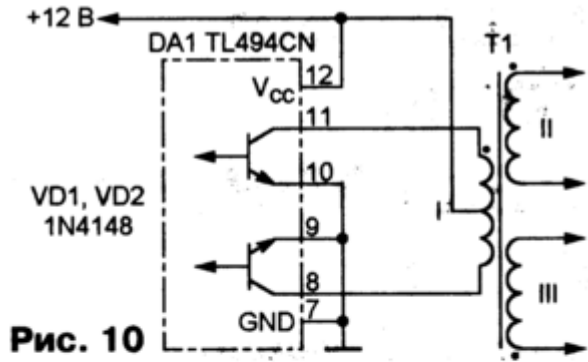


Рис. 10

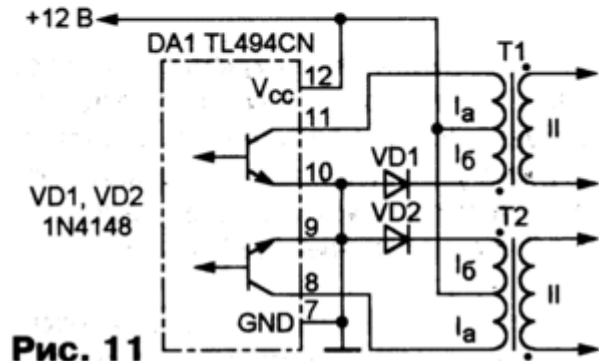


Рис. 11

Рассмотрим, как решается эта проблема, на примере одной из "половин" промежуточного каскада с трансформатором T1. При открытом транзисторе микросхемы обмотка Ia подключена к источнику питания и общему проводу. Через нее течет линейно нарастающий ток. В обмотке II наводится положительное напряжение, поступающее в базовую цепь мощного транзистора и открывающее его. Когда транзистор в микросхеме будет закрыт, ток в обмотке Ia прервется. Но магнитный поток в магнитопроводе трансформатора не может измениться мгновенно, поэтому в обмотке Ib возникнет линейно спадающий ток, текущий через открывшийся диод VD1 от общего провода к плюсу источника питания. Таким образом энергия, накопленная в магнитном поле в течение импульса, в паузе возвращается в источник. Напряжение на обмотке II во время паузы — отрицательное, и мощный транзистор закрыт. Аналогичным образом, но в противофазе, работает вторая "половина" каскада с трансформатором T2.

Наличие в магнитопроводах пульсирующих магнитных потоков с постоянной составляющей приводит к необходимости увеличивать массу и объем трансформаторов T1 и T2. В целом промежуточный каскад с двумя трансформаторами не очень удачен, хотя он и получил довольно широкое распространение.

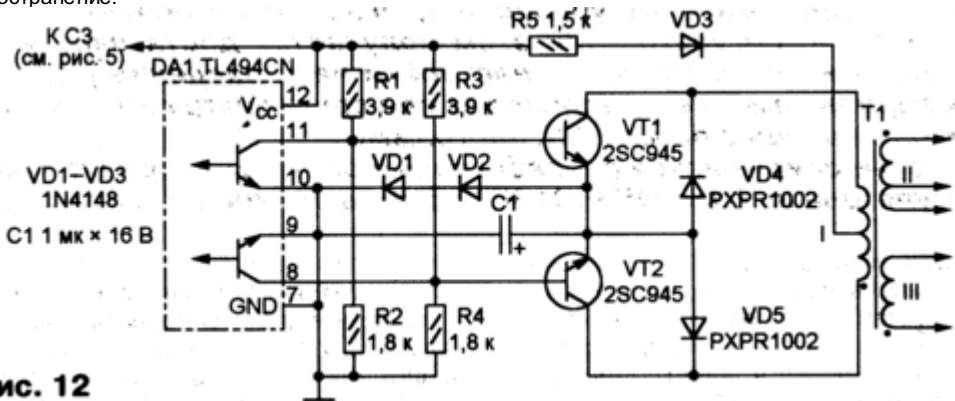


Рис. 12

Если мощности транзисторов микросхемы TL494CN недостаточно для непосредственного управления выходным каскадом инвертора, применяют схему, подобную приведенной на рис. 12, где изображен промежуточный каскад ИБП КУР-150W. Половины обмотки I трансформатора T1 служат коллекторными нагрузками транзисторов VT1 и VT2, поочередно открываемых импульсами, поступающими от микросхемы DA1. Резистор R5 ограничивает коллекторный ток транзисторов приблизительно до 20 мА. С помощью диодов VD1, VD2 и конденсатора C1 на эмиттерах транзисторов VT1 и VT2 поддерживают необходимое для их надежного закрытия напряжение +1,6 В. Диоды VD4 и VD5 демпфируют колебания, возникающие в моменты переключения транзисторов в контуре, образованном индуктивностью обмотки I трансформатора T1 и ее собственной емкостью. Диод VD3 закрывается, если выброс напряжения на среднем выводе обмотки I превышает напряжение питания каскада.

Еще один вариант схемы промежуточного каскада (ИБП ESP-1003R) показан на рис. 13. В данном случае выходные транзисторы микросхемы DA1 включены по схеме с общим коллектором. Конденсаторы C1 и C2 — форсирующие. Обмотка I трансформатора T1 не имеет среднего вывода. В зависимости от того, какой из транзисторов VT1, VT2 в данный момент открыт, цепь обмотки замыкается на источник питания через резистор R7 или R8, подключенный к коллектору закрытого транзистора.

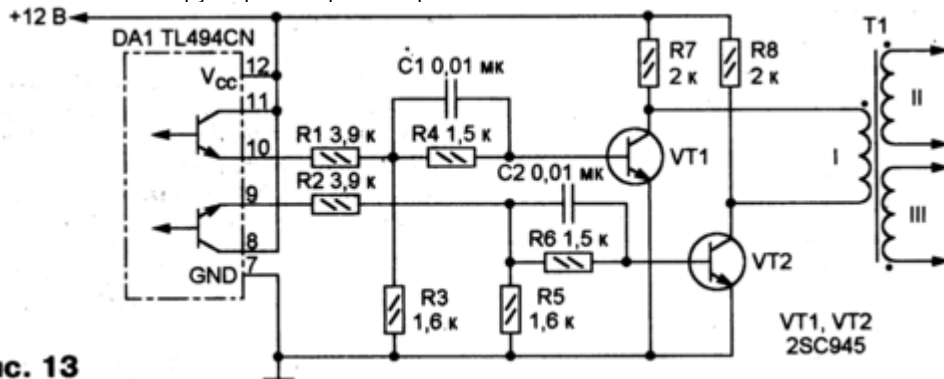


Рис. 13

ПОИСК И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Прежде чем ремонтировать ИБП, его необходимо извлечь из системного блока компьютера. Для этого отключают компьютер от сети, вынув вилку из

розетки. Вскрыв корпус компьютера, освобождая все разъемы ИБП и, отвернув четыре винта на задней стенке системного блока, вынимают ИБП. Затем снимают П-образную крышку корпуса ИБП, отвернув крепящие ее винты. Печатную плату можно извлечь, отвернув три винта-"самореза", которыми она закреплена. Особенность плат многих ИБП в том, что печатный проводник общего провода разделен на две части, которые соединяются между собой лишь через металлический корпус блока. На извлеченной из корпуса плате эти части необходимо соединить навесным проводником.

Если блок питания был отключен от сети питания менее получаса назад, необходимо найти на плате и разрядить оксидные конденсаторы 220 или 470 мкФ х 250 В (это самые большие конденсаторы в блоке). В процессе ремонта эту операцию рекомендуется повторять после каждого отключения блока от сети либо временно зашунтировать конденсаторы резисторами 100... 200 кОм мощностью не менее 1 Вт.

В первую очередь осматривают детали ИБП и выявляют явно неисправные, например, сгоревшие или с трещинами в корпусе. Если выход блока из строя был вызван неисправностью вентилятора, следует проверить элементы, установленные на тепловодах: мощные транзисторы инвертора и сборки диодов Шотки выходных выпрямителей. При "взрыве" оксидных конденсаторов происходит разбрызгивание их электролита по всему блоку. Во избежание окисления металлических токоведущих частей необходимо смыть электролит слабощелочным раствором (например, разведя средство "Fairy" водой в соотношении 1:50).

Таблица 2

Тип транзистора	I _к макс. А	U _{кв} макс. (U _{кв} 60 макс.) В	U _{кв} 60 макс. В	P _к макс. Вт	T _{макс.} °С	h _{21э}	Режим измерения		I _{кв} макс. мкА	f _{гр.} МГц	C _к пФ	I _{кв} макс. мкс	Корпус
							U _{кв} В	I _к А					
2SC3320	15	400	600	100	—	>10	6	5	—	—	—	0,15	ТО-247
2SC3042	12	(400)	500	2,5	140	15...50	5	0,8	10	20	—	—	ТО-218
2SC2625	10	400	650	100	—	≥10	2	5	—	20	—	1	ТО-247
2SC3318	10	400	600	100	—	>10	2	5	—	—	—	0,15	ТО-247
2SC3306	10	400	530	100	140	>10	5	5	0,1	—	—	1	ТО-247
MJE16080	8	400	800	100	140	15...25	—	4	2500	20	—	—	ТО-220AB
2N6929	8	350	550	100	175	10...35	8	3	100	20	—	—	ТО-220AB
2SC3040	8	(400)	500	2,5	140	15...50	5	0,8	10	20	—	—	ТО-218
2N6928	8	300	450	100	175	10...35	8	3	100	25	—	—	ТО-220AB
2SC3636	7	500	900	80	150	>8	0,8	5	10	—	—	0,2	SOT-93 (ТО-218)
2SC3039	7	(400)	500	1,7	140	15...50	5	0,8	10	20	—	—	ТО-220
2SC3039L	7	(400)	500	1,7	140	15...30	5	0,8	10	20	—	—	ТО-220
2SC3039M	7	(400)	500	1,6	140	20...30	5	0,8	10	20	—	—	ТО-220
2SC3039N	7	(400)	500	1,7	145	30...50	5	0,8	10	20	—	—	ТО-220
2SC3039	7	(400)	500	1,7	140	15...50	5	0,8	10	20	—	—	ТО-220
2SC3039L	7	(400)	500	1,7	140	15...30	5	0,8	10	20	—	—	ТО-220
2SC2536	7	400	500	80	140	>20	0,1	5	100	—	—	1	SOT-93 (ТО-218)
2SC4242	7	400	450	60	—	≥10	40	5	—	30	—	1	ТО-220AB
2SC2305	7	400	400	80	140	>10	5	4	10	—	—	—	SOT-93 (ТО-218)
2SC3044A	6	450	450	100	175	>10	3	5	10	30	—	—	ТО-220AB
2SC3755	5	800	1500	80	140	>8	1	5	10	—	—	0,3	SOT-93 (ТО-218)
2SD1877	4	800	1500	50	140	3,5...7	2,5	5	10	20	—	0,3	SOT-93 (ТО-218)
2SD1883	4	800	1500	50	140	3,5...7	2,5	5	10	20	—	0,3	SOT-93 (ТО-218)
2SD1878	3	800	1500	50	145	3...6	2	5	10	25	—	0,3	SOT-93 (ТО-218)
2SC2378	0,1	(50)	70	0,25	125	185	6	0,1	0,1	250	3	—	ТО-92 (ТО-226AA)
2SC945	0,1	50	60	0,25	125	200	6	0,001	0,1	250	3,5	—	ТО-92 (ТО-226AA)
2SC945RA	0,1	(50)	60	0,25	125	180	5	0,001	0,1	250	3	—	ТО-92 (ТО-226AA)
2SC945R	0,1	(50)	60	0,25	125	90	6	0,0013	0,1	250	3,5	—	ТО-92 (ТО-226AA)
2SC945PA	0,1	(50)	60	0,25	125	400	6	0,001	0,1	250	3	—	ТО-92 (ТО-226AA)
2SC945QA	0,1	(50)	60	0,25	125	270	6	0,001	0,1	250	3	—	ТО-92 (ТО-226AA)
2SC945P	0,1	(50)	60	0,25	125	200	6	0,001	0,1	250	3,5	—	ТО-92 (ТО-226AA)
2SC945Q	0,1	(50)	60	0,25	125	135	6	0,001	0,1	250	3,5	—	ТО-92 (ТО-226AA)
2SC945KA	0,1	(50)	60	0,25	125	600	6	0,001	0,1	250	3	—	ТО-92 (ТО-226AA)
2SC945LRA	0,1	(50)	60	0,25	125	180	6	0,001	0,1	250	3	—	ТО-92 (ТО-226AA)
2SC945K	0,1	(50)	60	0,25	125	300	6	0,001	0,1	250	3,5	—	ТО-92 (ТО-226AA)
KT375A	0,1	60	60	0,2	125	10...100	2	0,002	0,4	250	5	—	ТО-92 (ТО-226AA)
2SC1222E	0,1	(50)	60	0,25	125	350	6	0,001	0,05	250	3,5	—	ТО-92 (ТО-226AA)
2SC2308	0,1	(50)	60	0,2	125	100	12	0,002	—	230	—	—	ТО-92 (ТО-226AA)
2SC1345D	0,1	(50)	55	0,2	125	250	12	0,002	0,5	230	3,5	—	ТО-92 (ТО-226AA)
2SC1570F	0,1	(50)	55	0,2	125	160	6	0,001	0,1	100	—	—	ТО-92 (ТО-226AA)
2SC841KC	0,1	(15)	40	0,1	125	80	5	0,001	0,25	400	0,9	—	ТО-92 (ТО-226AA)
2SC2026	0,05	(14)	30	0,25	150	80	10	0,01	0,1	1500	0,75	—	ТО-92 (ТО-226AA)
2SC2037	0,05	(14)	30	0,25	150	80	10	0,01	0,1	1500	0,75	—	ТО-92 (ТО-226AA)

Примечание. Транзисторы 2SD1878 и 2SD1877 — со встроенным демпфирующим диодом.

Включив блок в сеть, прежде всего следует измерить все его выходные напряжения. Если окажется, что хотя бы в одном из выходных каналов напряжение близко к номинальному значению, неисправность следует искать в выходных цепях неисправных каналов. Однако, как показывает практика, выходные цепи редко выходят из строя.

В случае нарушения работы всех каналов методика определения неисправностей следующая. Измеряют напряжение между плюсовым выводом конденсатора C4 и минусовым C5 (см. рис. 4) или коллектором транзистора VT1 и эмиттером VT2 (см. рис. 5) Если измеренное значение существенно меньше 310 В, нужно проверить и при необходимости заменить диодный мост VD1 (см. рис. 4) или отдельные составляющие его диоды. Если выпрямленное напряжение в норме, а блок не работает, скорее всего, отказал один или оба транзистора мощного каскада инвертора (VT1, VT2, см. рис. 5), которые подвержены наибольшему тепловым перегрузкам. При исправных транзисторах остается проверить микросхему TL494CN и связанные с ней цепи.

Отказавшие транзисторы допускается заменять отечественными или импортными аналогами, подходящими по электрическим параметрам, габаритным и установочным размерам, руководствуясь данными, приведенными в табл. 2. Замену диодам подбирают по табл. 3.

Выпрямительные диоды сетевого выпрямителя (см. рис. 4) можно с успехом заменить отечественными КД226Г, КД226Д. Если в сетевом выпрямителе установлены конденсаторы емкостью 220 мкФ, желательно их заменить на 470 мкФ, место для этого на плате обычно предусмотрено. Для снижения помех рекомендуется каждый из четырех выпрямительных диодов зашунтировать конденсатором 1000 пф на напряжение 400...450 В.

Транзисторы 2SC3039 можно заменить отечественными KT872A. А вот демпфирующий диод PXP1001 взамен отказавшего трудно приобрести даже в больших городах. В этой ситуации можно воспользоваться тремя соединенными последовательно диодами КД226Г или КД226Д. Существует возможность взамен отказавшего диода и защитного им мощного транзистора установить транзистор со встроенным демпфирующим диодом, например, 2SD2333, 2SD1876, 2SD1877 или 2SD 1554. Следует заметить, что во многих выпущенных после 1998 г. ИБП такая замена уже произведена.

Для повышения надежности работы ИЭП можно рекомендовать параллельно резисторам R7 и R8 (см. рис. 5) подключить дроссели индуктивностью по 4 мкГн. Их можно намотать проводом диаметром не менее 0,15 мм в шелковой изоляции на любых кольцевых магнитопроводах. Число витков рассчитывают по известным формулам.

Подстроечный резистор для регулировки выходного напряжения (R3, см. рис. 9) во многих ИБП отсутствует, вместо него установлен постоянный. Если требуется подстройка, ее можно произвести, временно установив подстроечный резистор, а затем вновь заменив его постоянным найденного номинала.

Для повышения надежности полезно заменить установленные в фильтрах наиболее мощных выпрямителей +12 В и +5 В импортные оксидные конденсаторы эквивалентными по емкости и напряжению конденсаторами К50-29. Следует заметить, что на платах многих ИБП установлены не все предусмотренные схемой конденсаторы (по-видимому, из экономии), что отрицательно сказывается на характеристиках блока. Рекомендуется установить недостающие конденсаторы на предназначенные для них места.

Собирая блок после ремонта, не забудьте удалить временно установленные перемычки и резисторы, а также подключить к соответствующему разъему встроенный вентилятор

Таблица 3

Тип диода	$I_{пр}$ макс. А	$I_{пр}$ имп. макс. А	$I_{обр}$ макс. мкА	$U_{обр}$ макс. В	$U_{обр}$ имп макс. В	$U_{пр}$ макс. В (при $I_{пр}$, А)	f_r , кГц (при $I_{пр}$, А)	T, °С	$t_{воп.}$ обр макс. нс	Корпус
2Д2990А	20	66	100	600	600	1,4 (20)	200 (1)	-45...+125	150	—
КД2989А	20	60	200	600	600	1,4 (20)	100 (1)	-45...+125	150	—
2Д2990Б	20	66	100	400	400	1,4 (20)	200 (1)	-45...+125	150	—
КД2989Б	20	60	200	400	400	1,4 (20)	100 (1)	-45...+125	150	—
КД2999А	20	100	200	200	250	1 (20)	100	-45...+125	200	—
2Д2990В	20	66	100	200	200	1,4 (20)	200 (1)	-45...+125	150	—
КД2989В	20	60	200	200	200	1,4 (20)	100 (1)	-45...+125	150	—
КД2999Б	20	100	200	100	200	1 (20)	100	-45...+125	200	—
КД2999В	20	100	200	50	100	1 (20)	100	-45...+125	200	—
12СТQ040 ¹⁾	12	30	200	40	60	1,4 (12)	100 (1)	-45...+175	200	ТО-220
10СТQ150 ¹⁾	10	25	200	150	200	1,4(10)	150 (1)	-45...+175	200	ТО-220
90SQ045 ²⁾	9	15	100	45	100	1,3 (9)	150 (1)	-45...+175	150	DO-204
КД226Е	2	10	10	800	800	1,3 (2)	50 (1)	-45...+85	250	DO-27 ³⁾
КД226Д	2	10	10	600	600	1,3 (2)	50 (1)	-45...+85	250	DO-27 ³⁾
КД226Г	2	10	10	400	400	1,3 (2)	50 (1)	-45...+85	250	DO-27 ³⁾
КД226В	2	10	10	200	200	1,3 (2)	50 (1)	-45...+85	250	DO-27 ³⁾
КД226А	2	10	10	100	100	1,3 (2)	50 (1)	-45...+85	250	DO-27 ³⁾
1N4002	1	30	30	100	120	0,8 (1)	—	-65...+175	—	DO-41
1N4001	1	30	30	50	60	0,8 (1)	—	-65...+175	—	DO-41
1N4148	0,1	1,5	0,025	75	—	1 (0,01)	—	—	4	—
КД522Б	0,1	1,5	0,005	50	60	1,1 (0,1)	—	—	4	—

¹⁾ Пара диодов Шоттки. ²⁾ Диод Шоттки. ³⁾ Корпус, наиболее близкий к реальному по размерам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куличков А. Импульсные блоки питания для IBM PC. — М.: ДМК, серия "Ремонт и сервис", 2000.
2. Гун М. Аппаратные средства IBM PC. — С.-Пб.: Питер, 2000.
3. Куневич А., Сидоров И. Индуктивные элементы на ферритах. — С.-Пб.: Лениздат, 1997.
4. Никулине. Надежность элементов радиоэлектронной аппаратуры. — М.: Энергия, 1979