

# Источники питания АТХ для персональных компьютеров.

## Принцип работы и рекомендации по ремонту

С введением нового формфактора на материнские платы фирма INTEL установила новый стандарт АТХ (АТ Extension). Предлагаемый материал знакомит читателей с устройством и некоторыми методиками ремонта источников питания (ИП) стандарта АТХ, которые используются для питания материнских плат и других устройств, поддерживающих этот стандарт. ИП стандарта АТХ характеризуется:

- Высокими массо-габаритными характеристиками при средней выходной мощности 250 Вт.
- Возможностью программного выключения.
- КПД не менее 65% при полной нагрузке всех вторичных каналов.
- Возможностью изменения тока нагрузки в диапазоне 10...100%.
- Низким уровнем пульсаций выходных напряжений.
- Гальванической развязкой выходных напряжений от питающей цепи.
- Широким диапазоном допустимого изменения напряжения питающей сети (180...265 В; 90...130 В).
- Рабочим диапазоном изменения частоты питающего напряжения 48...63 Гц.
- Рабочим диапазоном температуры окружающей среды 0...45°C.
- Диапазоном изменения влажности окружающей среды 10...85%.

В отличие от ИП стандарта АТ в источниках стандарта АТХ количество контактов выходного соединителя увеличилось до 20. Их назначение представлено в табл. 1.

При ремонте ИП стандарта АТХ не следует сразу же заменять неисправные элементы, поскольку очень часто при его повторном включении происходит выгорание этих же элементов. Зачастую причина неисправности находится совсем в другом месте. Поэтому рекомендуется проводить ремонт по следующей схеме:

1. Путем выпаивания резисторов и перемычек разбирают ИП на отдельные, самостоятельно работающие узлы. Сделать это несложно, так как любой ИП стандарта АТХ построен по одной и той же классической схеме,

включающей входную цепь, выпрямитель с фильтром, формирователь дежурного питания (5 В SB и питания схемы управления силовыми ключами), силовые ключи, импульсный трансформатор, выходные выпрямители и формирователь сигнала POWER GOOD.

При разделении схемы на составные части следует учитывать, что некоторые узлы имеют обратные связи, поэтому схему разделяют по цепям питания.

2. Проверяют и при необходимости ремонтируют каждый узел по отдельности в автономном режиме.

3. После проверки и ремонта всех узлов ИП с целью защиты силовых цепей его подключают к сети последовательно с лампой накаливания 240 В/100 Вт и еще раз проверяют работоспособность. Если ИП работает нормально, его подключают к сети без лампы.

Один из вариантов принципиальной схемы ИП стандарта АТХ представлен на рис. 1. Рассмотрим принцип работы его составных частей, а также методы поиска и устранения типичных неисправностей.

**Входная цепь** служит для включения источника питания в сеть 220 В или 110 В, фильтрации ВЧ помех и защиты от короткого замыкания в силовых цепях и перенапряжений по входу. Она состоит из входного соединителя CN01, сетевого выключателя SW1, предохранительных элементов (F1, R1, Z1) и ВЧ фильтра (R10, C1-C4, T1, T5).

Предохранитель F1 отключает ИП от сети в случае короткого замыкания в силовых цепях.

Терморезистор R1 служит для ограничения тока в момент зарядки фильтрующих конденсаторов C5 и C6 сразу после включения ИП.

Варистор Z1 защищает ИП от повышенного напряжения в сети. При превышении амплитуды питающего напряжения более 310 В происходит пробой варистора и перегорает предохранитель F1, благодаря чему ИП отключается от сети. Большое число ремонтов такого плана производится после того, как наши горе-электрики подают фазное напряжение на нулевой провод или когда происходит пробой фазы на «ноль». Сравнительно тонкий нулевой провод тут же разрывается и по сети подается напряжение 380 В (амплитудное значение 548 В). Рекомендация тут одна — использовать дополнительный заземляющий контур на всю вычислительную технику, соединенный дополнительными проводами, рассчитанными на ток 50-100 А с нулевым проводом в каждой розетке или на общем щитке, откуда подается питание на компьютеры. В этом случае выключатся входные автоматы, а ИП компьютеров и периферии останутся целыми.

ВЧ фильтр (R10, C1-C4, T1, T5) служит для предотвращения прохождения в питающую сеть ВЧ помех от компьютера.

**Выпрямитель с фильтром** (D11-D14, C5, C6) формирует постоянное напряжение 310 В для обеспечения работоспособности компьютера при кратковременных (300 мс) провалах питающего напряжения и функцио-

Таблица 1

Номер контакта	Назначение	Номер контакта	Назначение
1	+3,3 В	11	+3,3 В
2	+3,3 В	12	-12 В
3	GND	13	GND
4	+5 В	14	PS-ON
5	GND	15	GND
6	+5 В	16	GND
7	GND	17	GND
8	POWER-GOOD	18	-5 В
9	+5 В SB	19	+5 В
10	+12 В	20	+5 В

нирования ИП при разных напряжениях сети (220 В или 110 В).

При питании от сети 110 В переключатель SW2 обеспечивает работу выпрямителя как удвоитель напряжения. Для «защиты от дурака», когда переключатель SW2 установлен в положение 115 В, а ИП подключают к сети 220 В, некоторые производители параллельно одному из конденсаторов C5 или C6 включают варистор Z2 на напряжение 240 В.

**Формирователь дежурного питания** собран по схеме однотактного преобразователя. Он формирует напряжения 5 В SB и 15 В для питания схемы управления силовыми ключами. Напряжение питания 310 В через обмотку 1 трансформатора Т6 поступает на коллектор ключевого транзистора Q3. С помощью цепи R12 R6 подается положительное смещение на базу транзистора Q3, приоткрывая его. Генерация осуществляется за счет положительной обратной связи (ПОС) создаваемой обмоткой 3 трансформатора Т6 и элементами C11, R6. Частота генерации (35...45 кГц) определяется положением рабочей точки Q3 и элементами цепи ПОС. Демпфирующая цепь R1 C10 D2 защищает транзистор Q3 от пробоя высоким напряжением.

Для проверки работоспособности формирователя на его вход сначала подают напряжение 20 В, а затем увеличивают его с шагом 5...10 В. При этом регулирующие элементы D7, C12, ZD2 не включаются и напряжение на выходах вторичных каналов преобразователя (5 В SB и 15 В) должно изменяться прямо пропорционально питающему напряжению. Когда выходное напряжение преобразователя достигает величины 40...50 В, начинает работать схема стабилизации выходных напряжений.

Через диод D7, подключенный к обмотке 3 Т6, заряжается конденсатор C12. При превышении напряжения на конденсаторе величины рабочего напряжения стабилитрона ZD2 он пропускает ток, и конденсатор разряжается по цепи: ZD2, Q3, общий провод. Этим током разряда конденсатора транзистор Q3 закрывается и процесс генерации срывается. Резистор R7 служит для дополнительного разряда конденсатора C12 и стабилизации рабочей точки транзистора Q3 в момент, когда стабилитрон проводит ток. Включение в работу регулирующих элементов приводит к тому, что напряжение на выходах вторичных каналов преобразователя стабилизируется.

Для регулируемой подачи питающего напряжения автор использовал понижающий трансформатор со вторичными обмотками на разные напряжения и многополюсный переключатель. Использование ЛАТР для этих целей нежелательно.

При ремонте рассматриваемой схемы был отмечен характерный случай. Вышел из строя стабилитрон ZD2 и, как следствие, напряжение на выходе вторичного канала 15 В (питание схемы управления силовыми ключами) возросло до 35 В. В результате вышли из строя все предохранительные резисторы в цепях питания схемы управления силовыми ключами. Поэтому с точки зрения безопасности и надежности лучше использовать схему, где регулировка выходных напряжений осуществляется по одному из вторичных каналов преобразователя.

Характерной неисправностью является также выход из строя диода демпфирующей цепи D2. Это приводит к тому, что транзистор Q3 начинает работать в тяжелых условиях и в конце концов пробивается высоким коллекторным напряжением. Пробой транзистора вызывает замыкание цепи и выгорание входного предохранителя F1.

Имела место также потеря емкости конденсатора C12. В этом случае не наступает накопление необходимого потенциала для открытия стабилитрона ZD2 и, как следствие, повышенное напряжение на выходе канала 15 В, приводящее к перегоранию предохранительных резисторов схемы управления силовыми транзисторами.

Выпрямители вторичных каналов формирователя дежурного питания реализованы по схеме однополупериодных выпрямителей. Выходное напряжение канала 5 В SB дополнительно стабилизировано с помощью интегрального стабилизатора IC3 типа 7805 (отечественный аналог K142EH5A).

Основными неисправностями во вторичных цепях формирователя являются потеря емкости фильтрующих конденсаторов и обрывы выпрямительных диодов, вызванные некачественной пайкой их сравнительно толстых выводов. Это приводит к исчезновению одного из напряжений (5 В SB или 15 В). В результате ИП не включается.

На рис. 2 изображен другой вариант схемы формирователя дежурного питания. Он отличается от уже описанного другим включением демпфирующей цепи R1 C1 и дополнительным резистором R3 в базовой цепи ключевого транзистора Q1. При ремонте такого варианта схемы выпаивают резистор R3, иначе при пониженном напряжении питания преобразователь работать не будет. После ремонта восстанавливают схему.

Более высокими характеристиками обладает схема (рис. 3) с регулированием напряжения сигналом, снимаемым с цепей вторичных обмоток трансформатора Т1. Оптрон Q3, с помощью которого передается сигнал обратной связи, обеспечивает гальваническую развязку первичных и вторичных цепей.

Питающее напряжение 310 В подается через обмотку 1 трансформатора Т1 на коллектор ключевого транзистора Q2. Его рабочая точка определяется делителем R2 R5. Сигнал ПОС, как и в предыдущих вариантах схем, снимается с обмотки 2 Т1 и по цепи C3 R6 подается на базу Q2. Транзистор Q1 служит для управления силовым транзистором Q2. Управляющий сигнал снимается с обмотки 2 Т1, выпрямляется диодом D1 и по цепи R7, оптрон Q3 подается на базу транзистора Q1. Последний открывается, срывая процесс генерации. Преимущество этой схемы в том, что она имеет токовую защиту ключевого транзистора Q2. Сигнал защиты снимается с токового датчика R4, стоящего в эмиттерной цепи Q2, и по цепи C2 R3 подается на управляющий транзистор Q1.

Стабилизация выходных напряжений преобразователя осуществляется с помощью вторичного канала 15 В. К его выходу подключен управляемый стабилизатор D4, который отслеживает изменение выходного напряжения этого канала и управляет проводимостью транзистора оптрона Q3, стоящего в базовой цепи управляющего транзистора Q1. При возрастании напряжения на выходе



канала 15 В проводимость транзистора оптрона Q3 уменьшается, базовый ток Q1 растет и ключевой транзистор Q2 закрывается, что приводит к уменьшению выходного напряжения канала 15 В.

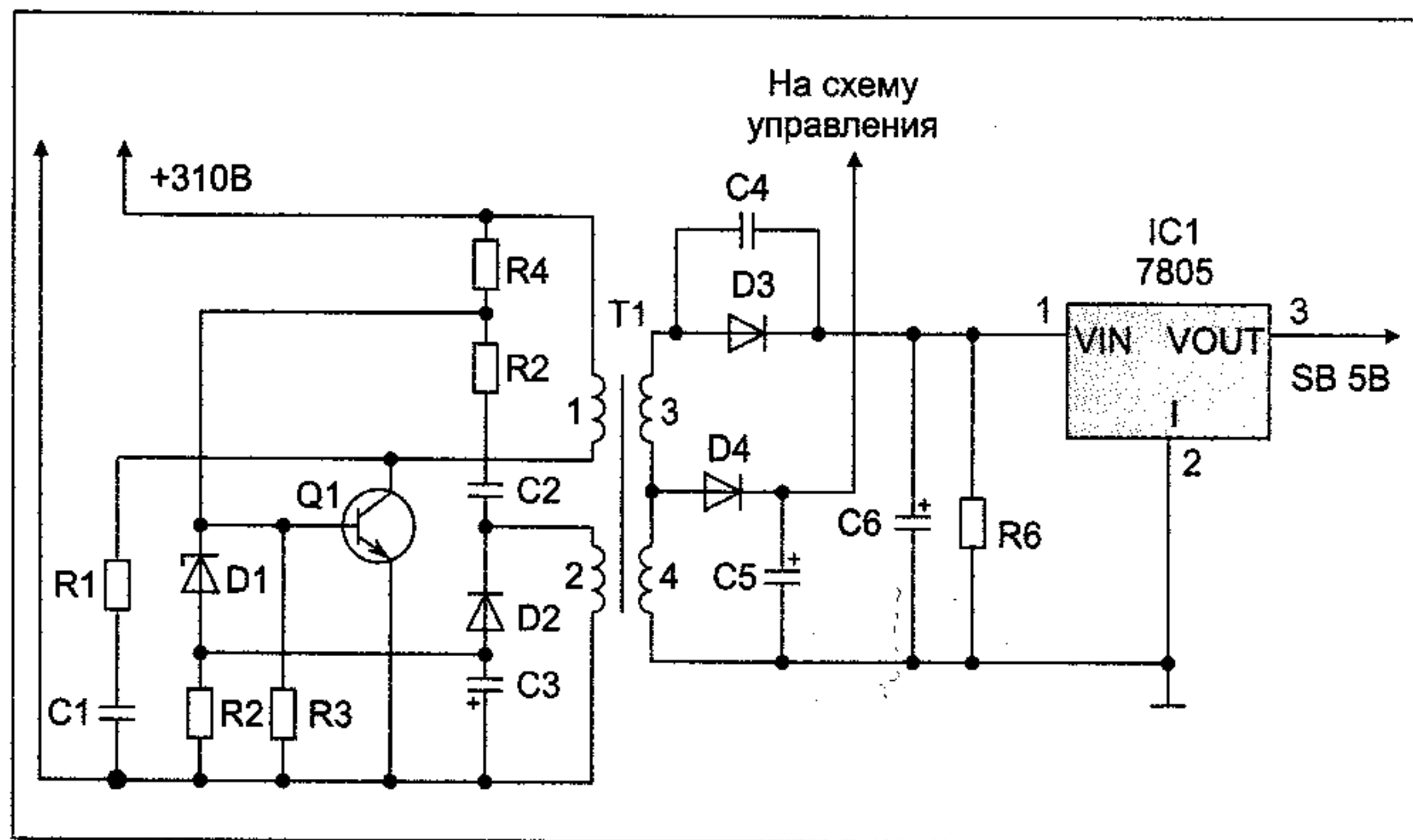


Рис. 2

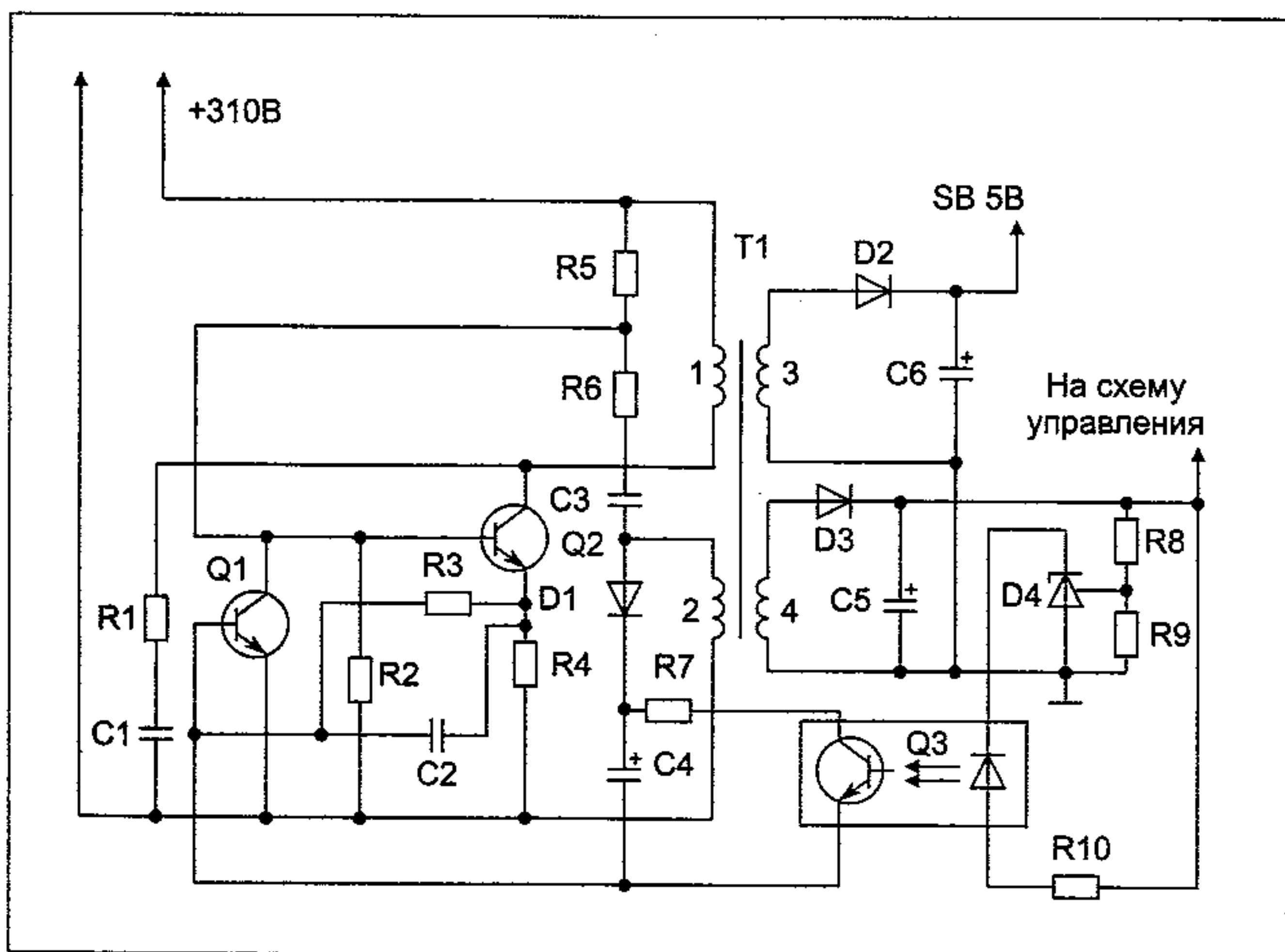


Рис. 3

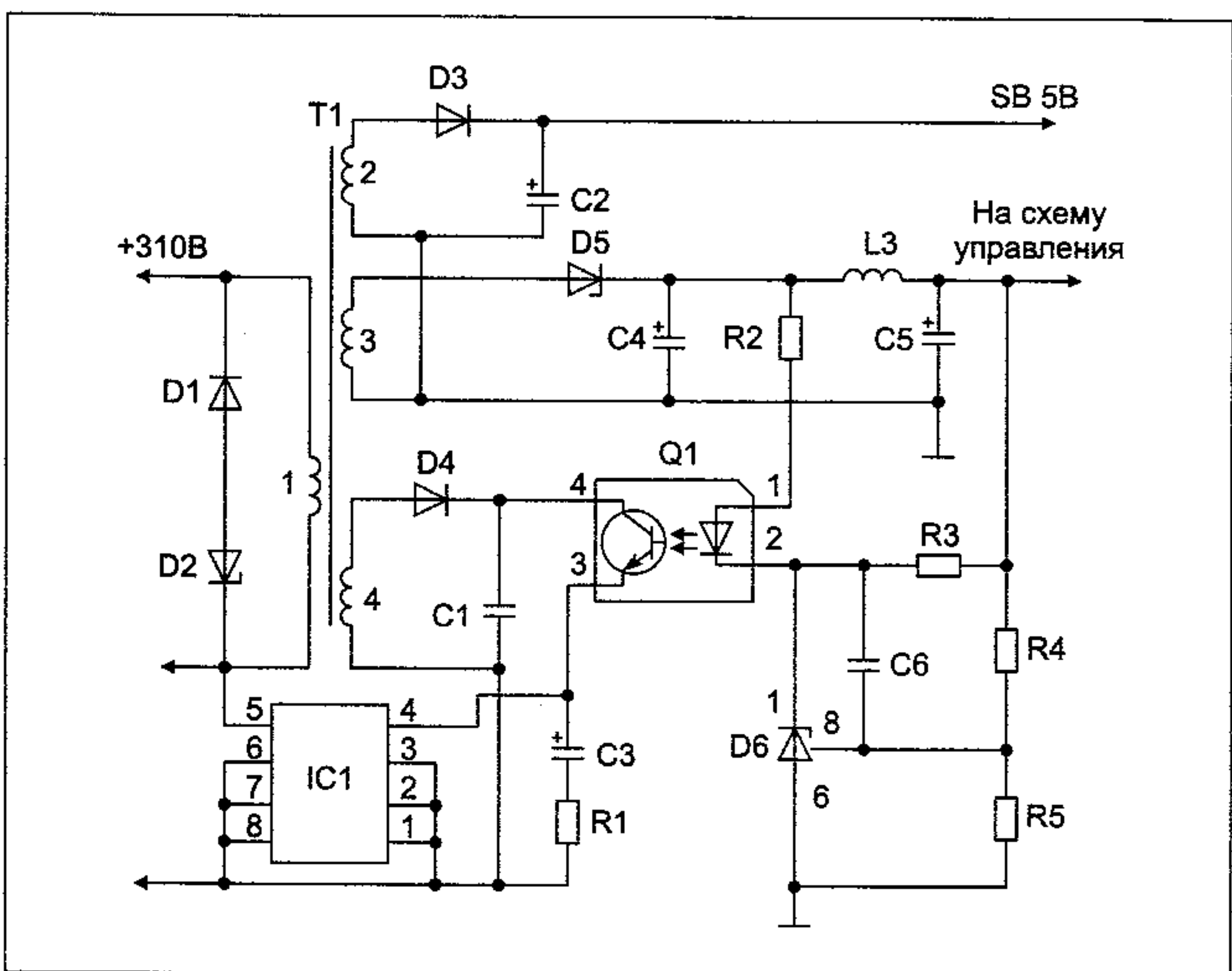


Рис. 4

Методика ремонта схемы повторяет описанные ранее. Особенностью является то, что при проверке схемы на пониженных напряжениях, когда напряжение канала 5 В SB не достигло величины 5 В, работу транзисторов Q1

и Q2 проверяют замыканием выводов оптрона Q3 (эмиттер-коллектор), подавая управляющее напряжение напрямую.

В последнее время на рынке появились ИП стандарта АТХ, у которых формирователь дежурного питания реализован на основе широтно-импульсного модулятора (ШИМ). Эти схемы имеют меньше дискретных элементов и соответственно большую надежность. Однако их ремонт имеет свои особенности. На рис. 4 приведен пример такой схемы. Основным компонентом здесь является интегральная микросхема IC1 фирмы Power Integration INC., в состав которой входят мощный MOSFET-транзистор, ШИМ-контроллер, схемы токовой и термозащиты. Микросхема предназначена для построения преобразователей AC/DC и DC/DC по схеме «обратного хода» и используется в сетевых адаптерах телевизоров, магнитофонов, радиоприемников, персональных компьютеров, сотовых телефонов и другом оборудовании.

Фирма Power Integration INC. производит несколько семейств микросхем, различающихся в основном максимальной выходной мощностью. В ИП стандарта АТХ применяется, как правило, семейство микросхем TOP221-227, которые работают при напряжении питающей сети 85...285 В. Частота преобразования составляет 100 кГц. Выпускаются микросхемы в корпусах трех типов: TO-220 (обозначение Y03A), PDIP-8 (P08A) и SMD-8 (G08A).

Напряжение питания +310 В подается через обмотку 1 трансформатора T1 на выв. 5 микросхемы IC1. В трехвыводном корпусе это средний вывод. Сигнал управления микросхемой снимается со вторичной обмотки 4 T1, выпрямляется диодом D4, фильтруется конденсатором C3 и поступает на выв. 4 IC1. Цепь C3 R1 предназначена для стабилизации системы управления в момент включения или выключения оптопары. Схема стабилизации выходных напряжений формирователя дежурного питания выполнена аналогично предыдущей схеме.

Первичная обмотка трансформатора T1 шунтирована цепью из включенных навстречу друг другу диода D1 и стабилитрона D2. Ее назначение — защита микросхемы от пробоя высоким напряжением, появляющимся в момент записывания силового ключа. Иногда для дополнительной защиты последовательно с первичной обмоткой ставят резистор сопротивлением 4,7 Ом. При коротком замыкании в обмотке T1 резистор перегорает, спасая микросхему.

При ремонте этого варианта схемы прежде всего следует обратить внимание на исправность стабилитрона D2. При обрыве стабилитрона D2 происходит немедленный пробой микросхемы IC1. При этом из ИП слышны щелчки частотой 1-2 Гц.

Узел сначала проверяют при пониженном напряжении. Начиная примерно с 70 В напряжение на выходе канала 5 В SB становится равным 5 В. Следует также заметить, что пробой стабилитрона D2 происходит при коротком замыкании во вторичных цепях формирователя дежурного напряжения.

**Схема управления силовыми ключами** обеспечивает работу силовых транзисторов, поддержание ста-

бильных напряжений на выходе ИП, защиту от коротких замыканий в нагрузках. Схема реализована на основе специализированной интегральной микросхемы IC1 (рис. 1) типа TL494. Эта микросхема применялась также и в источниках питания стандарта АТ. Она характеризуется полным набором функций ШИМ-управления, возможностью работы в двух- или одноканальном режиме, встроенной схемой подавления сдвоенных импульсов и широким диапазоном регулировки. Втекающий и вытекающий ток каждого выхода составляет 200 мА, а выходное напряжение внутреннего стабилизатора напряжения равно  $5\text{ В} \pm 0,5\%$ . Назначение выводов микросхемы представлено в табл. 2.

Она включает в себя усилитель ошибки, встроенный регулируемый генератор, компаратор регулировки «мертвого» времени, триггер управления, прецизионный источник опорного напряжения (ИОН) 5 В и схему управления выходным каскадом. Усилитель ошибки выдает синфазное напряжение в диапазоне  $-0,3...(\text{Vcc}-2)\text{ В}$ . Независимые выходные формирователи на транзисторах обеспечивают работу выходного каскада по схеме с общим эмиттером либо по схеме эмиттерного повторителя с возможностью выбора с помощью специального входа одно- или двухтактного режима работы.

Напряжение питания 15 В подается на выв. 12 микросхемы IC1 с выхода канала 15 В схемы дежурного питания. В рабочем режиме микросхема питается от обмотки 3-5 трансформатора ТЗ и выпрямителя

D25 C24, что позволяет разгрузить схему дежурного питания. Для проверки работоспособности микросхемы на выв. 12 микросхемы IC1 подается напряжение 12 В от внешнего ИП.

Выходное напряжение ИОН 5 В используется для стабилизации работы всей микросхемы, поэтому при ее проверке, прежде всего, измеряют напряжение 5 В на выв. 14. Отсутствие напряжения говорит о неисправности микросхемы или о наличии короткого замыкания в цепях нагрузки ИОН. Для проверки выпаивают выв. 14 IC1 из схемы, нагружают его резистором сопротивлением 1 кОм и измеряют напряжение на этом выводе. Если оно отсутствует — заменяют микросхему. Если напряжение есть — проверяют цепи нагрузки ИОН. К выв. 5 и 6 IC1 подключены элементы C18 и R29, определяющие частоту встроенного генератора пилообразного напряжения (ГПН) по формуле:  $F=1.1/R \cdot C$ . Допускается его синхронизация путем подключения выв. 6 IC1 к выходу ИОН (выв. 14) и подачи внешнего пилообразного напряжения на выв. 5 IC1, что используется при синхронной работе нескольких ИП. Для проверки генератора можно подать на него внешний синхросигнал, но, как правило, генератор всегда работает при подаче питающего напряжения.

ШИМ-модуляция выходных импульсов достигается сравнением выходного сигнала ГПН и опорных сигналов с помощью внутренних компараторов микросхемы. Первый компаратор сравнивает пилообразный сигнал и внешний сигнал регу-

лировки «мертвого» времени компаратора DTC (выв. 4), подаваемый со смещением 120 мВ, что ограничивает минимальное «мертвое» время на уровне 4% от периода пилообразного напряжения. На выходе компаратора появляется уровень лог. 1 когда пилообразный сигнал меньше уровня DTC (см. рис. 5). Сигнал DTC формируется внешними цепями и используется для включения/выключения основного режима работы ИП, а также для организации его аварийной защиты от повышенного потребления энергии в цепях вторичных обмоток и неисправностей в согласующих цепях силовых ключей. При нахождении ИП в дежурном режиме и режиме аварийной защиты уровни сигналов DTC и Vref примерно равны и на выходе первого компаратора сохраняется уровень лог. 1. Этот сигнал объединяется по схеме ИЛИ с сигналом второго компаратора. На выходе схемы ИЛИ, формирующей сигнал управления встроенным триггером, также будет лог. 1, которая блокирует прохождение импульсов с генератора на выходные транзисторы. Так как сигнал управления встроенным триггером подается на логические схемы ИЛИ-НЕ, управляющие выходными транзисторами синхронно, на выходах этих схем в таком случае будет уровень лог. 0.

При переводе ИП в основной режим работы уровень DTC падает до уровня смещения (120 мВ). В этом случае сигналы на выходе первого компаратора появляются в начале (4% периода) цикла пилообразного сигнала.

Вторым компаратором сравниваются пилообразный сигнал и сигнал FB (выв. 3 IC1), сформированный усилителем сигнала ошибки. В свою очередь, усилитель сигнала ошибки сравнивает сигнал обратной связи, поступающий с выходов вторичных каналов ИП на выв. 1 IC1, с внутренним опорным напряжением микросхемы. На выходе второго компаратора уровень лог. 1 устанавливается при превышении пилообразным напряжением уровня сигнала ошибки.

Сигналы компараторов подаются на логический элемент ИЛИ, на котором происходит суммирование и получение сигнала управления внут-

**Таблица 2**

1	IN1 — неинвертирующий вход первого усилителя ошибки	9	E1 — эмиттер первого транзистора
2	IN1 — инвертирующий вход второго усилителя ошибки	10	E2 — эмиттер второго транзистора
3	FB — вход обратной связи	11	C2 — коллектор второго транзистора
4	DTC — управление задержкой	12	VCC — напряжение питания
5	C — конденсатор генератора	13	OTC — вход выбора режима работы
6	R — резистор генератора	14	VREF — опорное напряжение
7	GND — общий	15	IN2 — инвертирующий вход второго усилителя ошибки
8	C1 — коллектор первого транзистора	16	IN2 — неинвертирующий вход второго усилителя ошибки

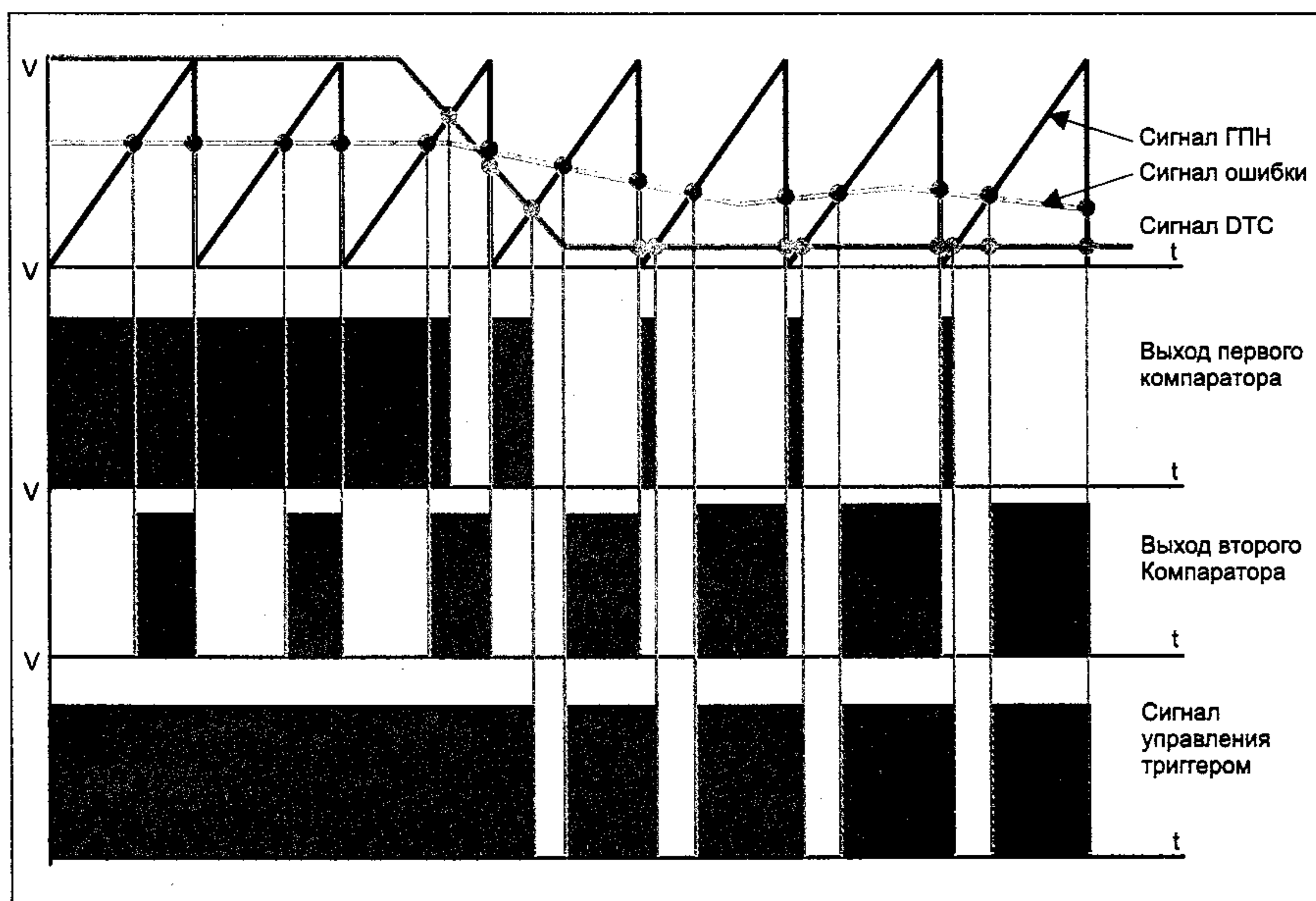


Рис. 5

ренним триггером (рис. 5). Длительность импульсов в рабочем режиме работы зависит от значений напряжений на выходах вторичных каналов ИП. Увеличение напряжений на выходе приводит к уменьшению сигнала ошибки и к увеличению длительности сигнала управления триггером и соответственно к увеличению времени полного закрытия обоих выходных транзисторов. Так осуществляется ШИМ сигналов, открывающих транзисторы. Сигналы с триггера подаются на логические элементы И с его противофазных выходов. При наличии уровня лог. 1 на выв. 13 IC1 эти импульсы проходят на управляющие элементы ИЛИ-НЕ и в момент отсутствия сигнала управления триггером в противофазе открывают выходные транзисторы с частотой в два раза меньшей, чем частота генератора. При наличии уровня 0 на выв. 13 IC1 импульсы с триггера блокируются логическими элементами И, поэтому управление выходными транзисторами осуществляется синхронно с сигналом управления внутренним триггером с частотой ГПН. Наличие такой схемы управления при уровне лог. 1 на входе ОСТ (выв. 13 IC1) делает невозможным одновременное открытие выходных транзисторов и создает защитный промежуток (минимальное «мертвое» время равно 4% от периода пилообразного сигнала), когда оба транзистора закрыты.

Внешние элементы микросхемы служат для формирования сигналов управления и согласования ее выходов с силовыми ключами. Схема на транзисторах Q2 и Q5 служит для дистанционного включения и выключения ИП. В дежурном режиме на ее вход (конт. 14 выходного соединителя) с выхода формирователя дежурного питания через резистор R22 поступает сигнал PS-ON высокого уровня. Этим сигналом открывается ключ Q2 Q5 и на выв. 4 IC1 формируется высокий потенциал, блокирующий работу микросхемы. При поступлении от материнской платы компьютера низкого уровня сигнала (включения ИП) ключ Q2 Q5 закрывается, на выв. 4 IC1 формируется низкий потенциал, разрешающий работу микросхемы. Таким образом осуществляется включение и выключение основного режима работы ИП. Конденсатор C9, подключенный параллельно переходу эмиттер-база транзистора Q2, служит для фильтрации случайных помех, могущих включить рабочий режим. Кроме того, к выв. 4 IC1 через диод D10 подключен коллектор транзистора Q1. В обычном режиме работы транзистор закрыт. При возникновении аварийной ситуации этот транзистор открывается, подавая запрещающий потенциал с ИОН (выв. 14 IC1) на выв. 4 микросхемы. К базе этого же транзистора Q1 подключены выходы

схем защиты от перенапряжений в цепях вторичных каналов ИП (D1 D3-D5 R2 R3 R8 R9 ZD1 ZD3 C8 Q4) и в цепях управления силовыми транзисторами (D18 C19 R20 R21 Q6). Конденсатор C8 служит для задержки включения аварийной защиты, что исключает ее случайное срабатывание при кратковременном замыкании питающего напряжения. После отработки аварийной ситуации диод D3 блокирует работу схемы защиты от перенапряжений, а значит и всего ИП. Для снятия блокировки отключают ИП от сети.

Система регулировки выходных напряжений ИП основана на снятии управляющего сигнала с выходов вторичных каналов +5 и +12 В. Эти напряжения суммируются в точке соединения резисторов R46 и R47 и подаются на первый вход усилителя сигнала ошибки — выв. 1 IC1. На второй вход, выв. 2 IC1, подается примерно половина опорного напряжения 5 В, снимаемого с делителя VR1 R23 R24. Переменный резистор VR1 служит для регулировки выходных напряжений вторичных каналов ИП в небольших пределах.

В дежурном режиме работы выходные транзисторы микросхемы IC1 закрыты. При этом ток через резисторы R32 и R45 удерживаются в открытом состоянии буферные транзисторы Q7 и Q8. Таким образом, в дежурном режиме через первичные обмотки согласующего трансформатора T2 от средней точки, подсоединенной через элементы D19 и R44 к каналу 15 В формирователя дежурного питания, протекает одинаковый ток, что создает уравновешенный магнитный поток в трансформаторе T2. Цепь D16 D17 C20 формирует опорный уровень около 1,4 В на эмиттерах транзисторов Q7, Q8 и служит для их динамического подпирания. Диоды D15 и D20, включенные между переходами «коллектор-эмиттер» транзисторов Q7 и Q8, служат для облегчения режима работы транзисторов в момент их закрытия. В рабочем режиме транзисторы Q7 и Q8 поочередно закрываются при открытии выходных инверторов микросхемы TL494, что вызывает в согласующем трансформаторе T2 переменный магнитный поток. Такая схема, с постоянно открытым в

рабочем режиме одним транзистором, применена для исключения переходных процессов при смене направления магнитного потока в Т2. Это обстоятельство, совместно с наличием защитного интервала времени между противофазными открываниями согласующих транзисторов, исключает вариант одновременного открывания силовых ключей.

Со средней точки первичной обмотки трансформатора Т2 снимается управляющий сигнал и через делитель R21 R20 поступает на базу транзистора Q6 схемы защиты. Защита срабатывает в случае обрыва обмотки Т2, одновременного закрывания транзисторов Q7 и Q8 или при выходе одного из них из строя.

Вторичные обмотки трансформатора Т2 через ускоряющие цепи D21 R21 C36 и D22 R22 R37 подключены к базам силовых транзисторов Q23 и Q24. Возвратные диоды D23 и D24 ограничивают напряжение на коллекторах транзисторов Q23 и Q24, облегчая таким образом их режим работы в момент возврата реактивной энергии в систему энергоснабжения через открытый транзистор. Коллекторы транзисторов Q23 и Q24 подключены к точке соединения фильтрующих конденсаторов C5 и C6 через обмотку трансформатора Т3 и развязывающий конденсатор C7. Такая схема исключает намагничивание магнитопровода импульсного трансформатора Т3 в одном направлении, так как отсутствует постоянная составляющая тока его первичной обмотки. Для исключения паразитных колебаний эта обмотка Т3 шунтирована цепью C25 R48, снижающей добротность контура. В результате работы ключевого преобразователя энергия, запасенная в первичной обмотке трансформатора Т3, трансфор-

мируется в его вторичные обмотки и через однополупериодные выпрямители отдается потребителям.

После проверки работоспособности микросхемы IC1 проверяют работу согласующего и выходного каскадов преобразователя. Для этого подключают ИП к сети через понижающий трансформатор. Для выключения системы блокировки отключают схему защиты от питания +5 В (точку соединения эмиттера Q1 и R13 от выв. 14 IC1). При пониженном напряжении питания ИП сохраняются все формы выходных сигналов. Выходные напряжения линейно растут с увеличением питающего напряжения до момента начала регулирования выходных напряжений +12 и +5 В. Нормальная работа ИП в этом случае означает, что выходные каскады исправны.

**Выходные однополупериодные выпрямители** служат для формирования выходных напряжений +5 В/22 А, +12 В/8 А, -5 В/0,5 А, -12 В/0,5 А и +3,3 В/14 А (указаны выходные токи ИП мощностью 230 Вт). После выпрямления все питающие напряжения поступают на обмотки дросселя L5, объединенные на одном общем магнитопроводе. Применение такого дросселя устраняет синфазные помехи в цепях вторичных каналов ИП. Окончательная фильтрация выходных напряжений происходит на Г- или П-образных фильтрах, включенных в их выходных цепях. Схема стабилизации выходных напряжений ИП использует только напряжения +5 и +12 В. Поэтому возможна ситуация, когда вторичные каналы -5 и -12 В перестают держать необходимую нагрузку в результате расстройки схемы в целом. В этом случае нормально работающий на холостом ходу ИП перестает

включаться с нагрузкой (при подключении к реальной материнской плате). Просадка выходных напряжений -5 и -12 В в момент включения ИП запускает схему защиты от короткого замыкания во вторичных цепях. Целый ряд ИП с такой неисправностью был отремонтирован установкой дополнительных фильтрующих конденсаторов в выходных цепях каналов -5 и -12 В (перед катушками индуктивности L1-L4). Эти каналы ИП затем проверяют подключением к их выходам нагрузочных резисторов сопротивлением соответственно 10 и 25 Ом. В других вариантах схем построения вторичных каналов -5 и -12 В применяется дополнительная стабилизация выходных напряжений с помощью интегральных стабилизаторов.

Вторичный канал +3,3 В дополнительно стабилизирован с помощью стабилизатора параллельного типа на элементах IC3 и Q11. Выпрямленное напряжение 3,3 В подается через сопротивление R=22 Ом на эмиттер транзистора 2SA1015. Коллектор транзистора Q11 через диод D31 и дроссель L6 подключен ко вторичным обмоткам трансформатора Т3. К базе транзистора Q11 подключен катод управляемого стабилизатора TL431. Сигнал управления формируется делителем R49 R51, подключенным к выходу канала 3,3 В. При достижении на выходе канала напряжения 3,3 В стабилизатор IC3 пропускает ток и открывает транзистор Q11. На отрицательной полуволне ток течет через открытый транзистор Q11, дроссель L6 во вторичную обмотку Т3. При положительной полуволне часть энергии, поступающей на выход канала с этой обмотки, компенсируется. Таким образом, энергия при включенном управляемом стабилизаторе перераспределяется между

обмотками ТЗ и не попадает на выход канала 3,3 В. Такая схема стабилизации выходного напряжения вторичного канала 3,3 В имеет более высокое быстродействие по сравнению с обычной схемой, что особенно актуально при питании материнской платы и микросхем оперативной памяти. Цепь R52 C26 служит для стабилизации работы управляемого стабилизатора IC3 в момент запуска ИП.

**Схема формирования сигнала POWER-GOOD** построена на осно-

ве микросхемы IC2 типа LM393, представляющей собой двухканальный компаратор (отечественный аналог К1401СА3). На выходе схемы (выв. 1 IC2) после включения ИП формируется сигнал лог. 1 со временем задержки 250..500 мс. После выключения ИП уровень лог. 1 на выходе схемы удерживается в течение не более 1 мс. Время задержки при включении ИП определяется емкостью конденсатора C23, подключенного через резистор R34 к

выв. 3 IC2. Для работы микросхемы используется выходное напряжение вторичного канала 5 В, а также опорное напряжение (около 2,5 В), которое снимается с делителя VR1 R23 R24. Для питания микросхемы на ее выв. 8 поступает напряжение 5 В от ИОН (выв. 14 IC1). Ремонт этой схемы заключается в проверке режима по постоянному току микросхемы IC2. Если он в норме, то методом замены проверяют конденсатор C23. ■

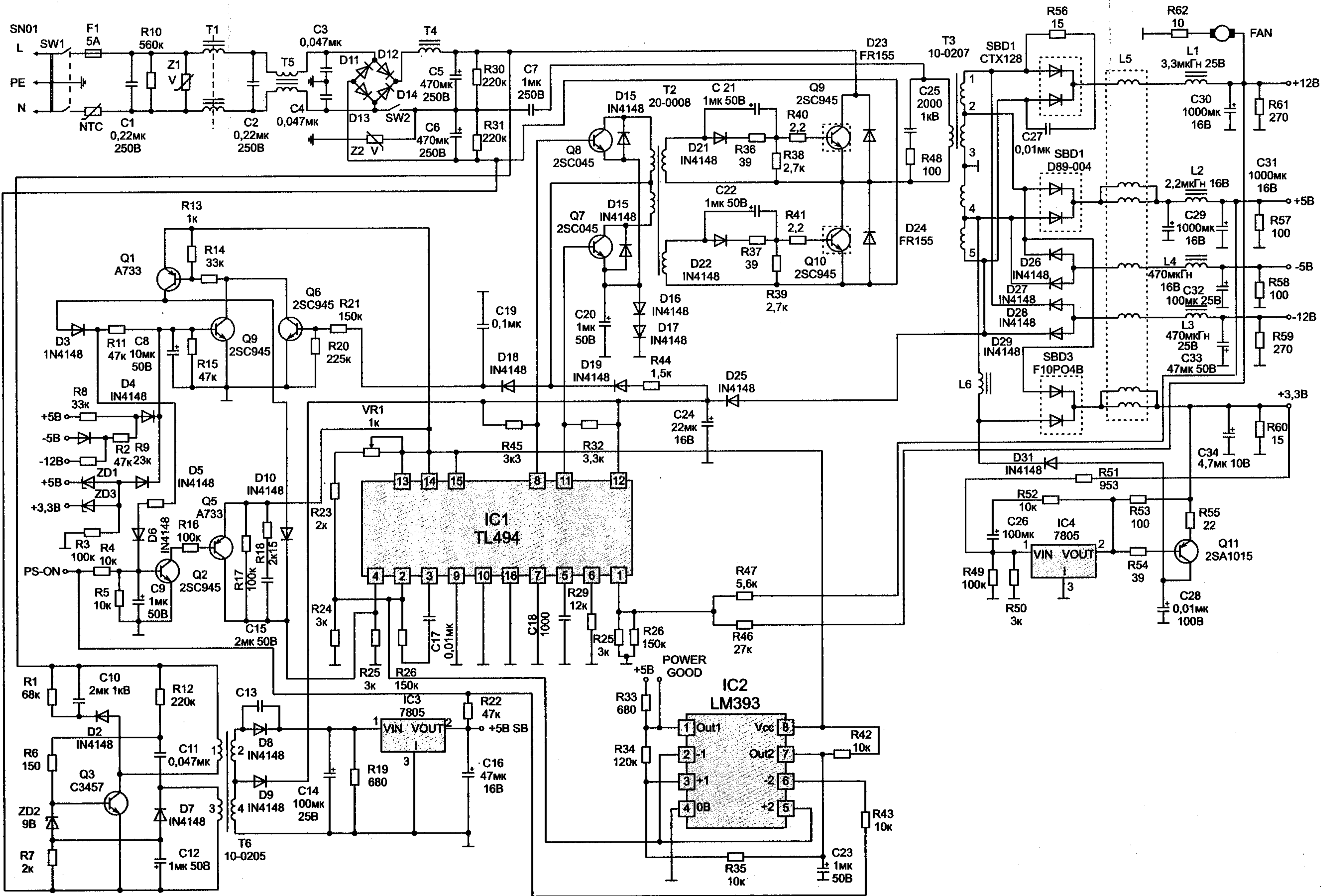


Рис. 1