



# УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Н. Тюнин

**К**ак правило, источники питания (ИП) персонального компьютера (ПК) строятся по схеме двухтактного регулируемого преобразователя. Это связано с тем, что для питания устройств компьютера необходима значительная мощность 150...250 Вт. В табл. 1 приведены данные о потребляемой мощности устройствами, входящими в типовой состав ПК.

Таблица 1

| Устройство, блок ПК  | Потребляемая мощность, Вт |
|----------------------|---------------------------|
| Материнская плата    | 30...40                   |
| Клавиатура           | 2                         |
| Видеокарта           | 5...10                    |
| Мультикарта          | 10                        |
| Карта внешней памяти | 15...20                   |
| Внутренний модем     | 5...15                    |
| Накопитель FDD 5.25" | 5...10                    |
| Накопитель FDD 3.5"  | 5                         |
| Накопитель HDD       | 10...15                   |
| Накопитель CD ROM    | 15                        |

Для соединения с устройствами компьютера ИП имеет, как правило, один 12-контактный разъем и несколько 4-контактных. В табл. 2 приведена общепринятая цветовая маркировка проводов выходных разъемов ИП.

## Источник питания ПК (вариант 1) Принцип работы

Принципиальная схема ИП пред-

Таблица 2

| Выходное напряжение/сигнал  | Цвет провода |
|-----------------------------|--------------|
| +12 В                       | Желтый       |
| -12 В                       | Синий        |
| +5 В                        | Красный      |
| -5 В                        | Белый        |
| Общий                       | Черный       |
| POWER GOOD (питание подано) | Оранжевый    |

ставлена на рис.1. Осциллограммы сигналов, снятые в контрольных точках 1—10 (см. рис. 1), представлены на рис.2. Необходимо отметить, что сигналы в контрольных точках 6—8 сняты относительно эмиттера транзистора Q2, а сигналы в контрольных точках 1-5, 9-10 — относительно общего провода.

Источник питания формирует стабилизированные напряжения +12, -12, +5, -5В и логический сигнал POWER GOOD, необходимые для работы устройств ПК. В его состав входят (см. рис. 1):

- сетевой помехоподавляющий фильтр (Т1, С1-С4);
- выпрямитель (D1-D4, С5, С6);
- управляемый двухтактный преобразователь (Q1, Q2, Т2, Т4);
- схема управления (IC1, Т3, Q3-Q6);
- схема формирования сигнала POWER GOOD (Q7, С17);
- вторичные выпрямители и фильтры (D19-D26, С22-С29).

Отфильтрованное и выпрямленное напряжение сети поступает на двухтактный автогенераторный преобразователь, который формирует импульсное напряжение частотой около 60 кГц и амплитудой 300 В. Нагрузкой преобразователя является обмотка 1-2 трансформатора Т4. С его вторичных обмоток 3-4-5, 6-7-8 снимается импульсное напряжение, которое выпрямляется двухполупериодными выпрямителями, отфильтровывается и поступает для питания устройств ПК.

Схема стабилизации выходных напряжений построена на основе специализированной микросхемы IC1 типа  $\mu$ PC494C (зарубежные аналоги TL494C, IR3M02, отечественные аналоги КМ1114ЕУ3, КМ1114ЕУ4). Микросхема содержит стабилизатор на-

пряжения, генератор пилообразного напряжения (ГПН), усилитель сигнала ошибки, компаратор, триггер и схемы совпадения. Питание на выв. 12 IC1 поступает от источника напряжения +12В. Частоту работы ГПН, а значит и частоту работы преобразователя, определяют элементы, подключенные к выв. 5, 6 микросхемы. Для питания схемы стабилизации используется напряжение канала +5В. Через делитель R25 R27 измерительное напряжение канала +5В поступает на вход усилителя сигнала ошибки (выв. 1 микросхемы). Другой вход усилителя сигнала ошибки (выв. 2 микросхемы) через делитель на резисторах R26 R28 подключен к источнику опорного напряжения (выв. 14 микросхемы). В результате на выв. 8, 11 формируются выходные сигналы, которые через ключи Q3, Q4 и трансформатор Т2 поступают на преобразователь. Сигнал ошибки приводит к изменению длительности управляющих импульсов, формируемых микросхемой. Таким образом, осуществляется широтно-импульсное управление (ШИМ-управление) двухтактным преобразователем.

Схема токовой защиты (элементы Т3, D10, D11, R10-R14, R19) формирует отрицательный потенциал на выв. 15 микросхемы в случае превышения предельного значения потребляемого тока по одному из вторичных ИП. Это приводит к уменьшению коэффициента заполнения управляющих импульсов, а следовательно к ограничению тока нагрузки на уровне, определяемом элементами датчика тока.

Схема защиты по перенапряжению (элементы R16, R22, R23, D12, D28, Q5) формирует положительный потенциал на выв. 4 микросхемы в случае превышения номинального значения напряжения на выходе одного из вторичных ИП. Это приводит

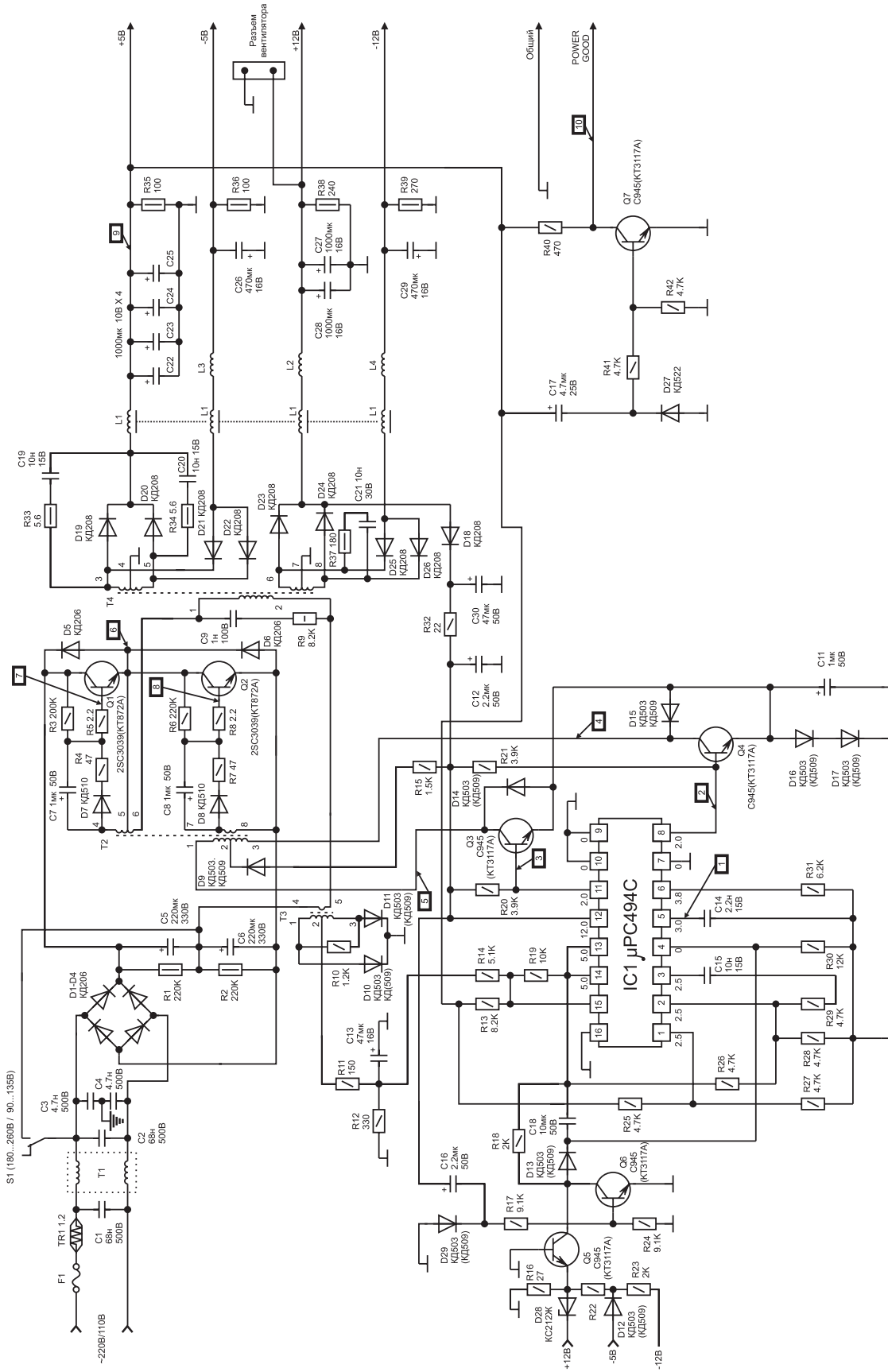


Рис. 1



к уменьшению коэффициента заполнения управляющих импульсов, а значит и к уменьшению выходного напряжения.

Элементы С16, D29, R17, R24, Q6 служат для ограничения бросков выходных напряжений ИП в переходных режимах (включение, выключение).

Переключатель S1 служит для переключения выпрямителя в зависимости от значения напряжения сети (90...135 или 180...260 В) в режимы однополупериодного выпрямления с удвоением напряжения или двухполупериодного выпрямления.

#### Неисправности ИП и методы их устранения

Особенность рассматриваемой схемы — наличие резисторов R35, R36, R38, R39, подключенных параллельно выходам каналов ИП, в связи с чем проверять его работоспособность можно с отключенной нагрузкой. Подключение нагрузки обязательно при проверке работоспособности схемы токовой защиты. Рассмотрим неисправности ИП, возникающие в процессе их эксплуатации в составе ПК, возможные причины неисправностей и методы их устранения. В случае возникновения любой из описанных ниже неисправностей отключают все разъемы ИП от блоков ПК, извлекают ИП из системного блока и проверяют автономно. В качестве нагрузки можно использовать реостат, осветительную лампу мощностью 40...100 Вт, неисправное устройство ПК (HDD, FDD, M-BOARD) и т.п.

#### При включении ПК перегорает сетевой предохранитель F1 или терморезистор TR1

**Возможные причины:** неисправны элементы сетевого фильтра С1-С4, Т1 (см. рис. 1), неисправны диоды D1-D4, фильтрующие конденсаторы С5, С6, неисправны элементы схемы двухтактного преобразователя.

**Способ устранения.** Отключают ИП от сети и проверяют положение переключателя S1 на соответствие напряжению сети. Отсоединяют выход выпрямителя (точка соединения катодов диодов D1-D4 с плюсовым выводом конденсатора С5) от преобразователя и омметром сначала

Осциллограммы сигналов в контрольных точках

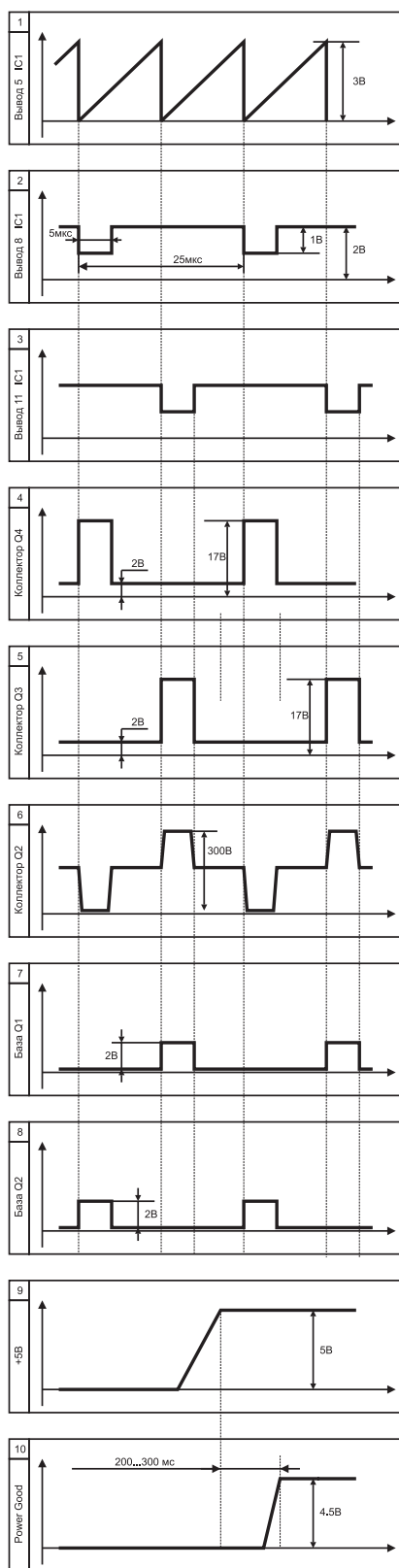


Рис. 2

ла определяют участок короткого замыкания — входные цепи или преобразователь, а затем проверяют

каждый элемент неисправного узла. Во входных цепях чаще всего выходят из строя конденсаторы С5, С6, а в схеме преобразователя — транзисторы Q1, Q2. Если указанные элементы исправны, то выпаивают и проверяют на отсутствие короткозамкнутых витков обмотки 1-2 трансформатора Т4.

#### ПК не работает, индикатор POWER на системном блоке не светится, сетевой предохранитель F1 в ИП исправен.

**Возможные причины:** неисправны элементы в цепи питания транзисторов Q1, Q2 (см. рис. 1), элементы преобразователя или микросхема управления преобразователем IC1, а также элементы R25-R31, С14, С15.

**Способ устранения.** Включают ИП и вольтметром проверяют наличие напряжения +300 В на коллекторе транзистора Q1. Если его нет, проверяют исправность элементов TR1, Т1, D1-D4. Чаще всего выходит из строя терморезистор TR1. Если напряжение +300 В есть, а сигнал на эмиттере транзистора Q1 в соответствии с осц. 5 (см. рис. 2) отсутствует, то проверяют исправность транзисторов Q1, Q2 и элементов С11, D14-D17, а также трансформаторов Т2, Т3, Т4. Если элементы исправны, то проверяют исправность микросхемы управления преобразователем IC1 по следующей методике.

■ Отключают ИП от сети и подают от внешнего источника напряжение +12 В на микросхему (+12 В — выв. 12, корпус — выв. 7).

■ Проверяют наличие напряжения +5 В на выв. 14 микросхемы. Если его нет или оно отличается от номинального значения, значит микросхема неисправна.

■ Проверяют наличие пилообразных импульсов на выв. 5 микросхемы (рис. 2, осц. 1). Если сигнала нет или его форма не соответствует осц. 1, то проверяют исправность элементов С14, R31. Если они исправны — заменяют микросхему.

■ Проверяют наличие выходных сигналов на выв. 8, 11 микросхемы (см. осц. 1, 2). Если сигналов нет, значит микросхема неисправна.

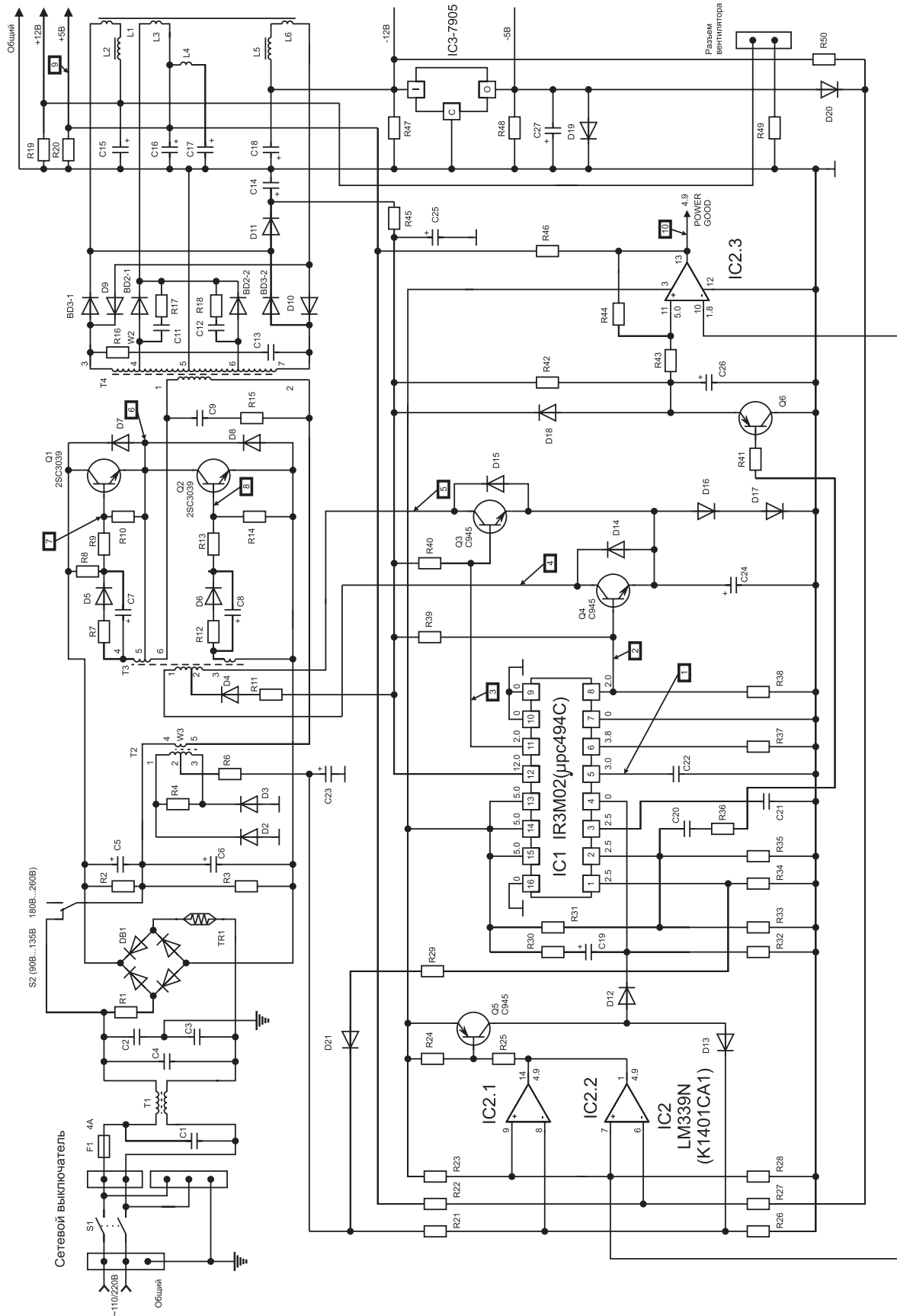


Рис.3



■ Соединяют между собой выв. 4, 7 микросхемы. Ширина импульсов на выв. 8, 11 должна увеличиться. Если этого нет, значит микросхема неисправна.

■ Отключают выв. 4 микросхемы от выв. 7 и соединяют его с выв. 14. Выходных сигналов микросхемы не должно быть. Если сигналы есть, то микросхема неисправна.

■ Отключают выв. 4 микросхемы от выв. 14 и уменьшают напряжение питания микросхемы до +5 В. Выходные сигналы микросхемы должны отсутствовать, а при повышении напряжения питания до +9...10 В снова появиться. Если это условие не выполняется, значит микросхема неисправна.

■ Подают на вход схемы стабилизации (выв. 1 микросхемы IC1) напряжение +5 В. Выходных сигналов микросхемы не должно быть. Если они есть, значит микросхема неисправна.

■ Подают на вход схемы токовой защиты (выв. 15 микросхемы IC1) отрицательное напряжение 2...4 В.

Выходных сигналов микросхемы не должно быть. Если сигналы есть, значит микросхема неисправна. Если результаты проведенных испытаний положительные, то микросхему можно считать исправной.

**ПК не работает, индикатор POWER на системном блоке светится, все выходные напряжения ИП в норме.**

**Возможная причина:** неисправна схема формирования сигнала POWER GOOD.

**Способ устранения.** С помощью осциллографа проверяют наличие высокого уровня сигнала POWER GOOD на коллекторе Q7 (см. рис. 1) и на соответствующем контакте разъема материнской платы, а также соответствие временных параметров сигнала (рис. 2, осц. 9, 10). Если сигнала нет, проверяют исправность транзистора Q7 и элементы C17, D27, R40-R42. Чаще всего выходит из строя конденсатор C17.

**ПК работает неустойчиво: «зависает» или перезагружается**

**Возможные причины:** неисправны элементы схемы стабилизации (все выходные напряжения ИП завышены или занижены), неисправны конден-

саторы C5, C6 (см. рис. 1), неисправны конденсаторы фильтра одного из каналов ИП или преобразователь на транзисторах Q1, Q2 работает в одноканальном режиме.

**Способ устранения.** Вольтметром измеряют выходные напряжения каналов ИП. Если они завышены или занижены, проверяют режим микросхемы IC1 по постоянному току. Если есть отклонения, проверяют исправность элементов C22, R13, R19, R26-R31. Если они исправны, то заменяют микросхему. Максимальное значение амплитуды пульсаций источников напряжений +5, -5 В составляет 100 мВ, а источников +12 В, -12 В — 250 мВ. Если пульсации превышают норму, то проверяют методом замены на исправные конденсаторы C5, C6. Если пульсации наблюдаются только по одному из каналов, проверяют исправность соответствующих фильтрующих конденсаторов, а также элементов R33, C19, R34, C20, R37, C21. Если ИП имеет запас по мощности, превышающий на 30...40% потребляемую ПК, и при этом выходит из строя один из ключей Q3, Q4 (нет сигнала на коллекторе одного из ключей в соответствии с осц. 4, 5 на рис. 2), то преобразователь все равно будет работать, но в одноканальном режиме. В этом случае ПК работает неустойчиво, может включаться после нескольких попыток и самопроизвольно выключаться (срабатывает токовая защита). С помощью осциллографа проверяют работу преобразователя на транзисторах Q1, Q2 (см. осц. 6-8 на рис. 2).

**ПК не работает, индикатор POWER на системном блоке не светится, из ИП слышен звук высокого тона**

**Возможные причины:** неисправны элементы одного из вторичных выпрямителей ИП, элементы схемы токовой защиты или короткое замыкание в нагрузке ИП.

**Способ устранения.** Отключают ИП от питающей сети и мультиметром проверяют отсутствие короткого замыкания выходными цепями источников напряжений +5, +12, -12, -5 В, определяют место короткого замыкания и устраняют причину. Если короткого замыкания нет, то скорее всего неисправны элементы схемы

токовой защиты. Микросхему IC1 проверяют так, как указано выше. Если она исправна, то проверяют исправность элементов R10-R14, R19, C13 (см. рис. 1).

**Источник питания ПК (вариант 2)**

**Принцип работы**

Схема ИП представлена на рис. 3, а осциллограммы сигналов в контрольных точках — на рис. 2.

В отличие от предыдущей схемы узлы токовой защиты, защиты от перенапряжений и формирователь сигнала POWER GOOD выполнены с использованием интегральной микросхемы IC2 типа LM339N (отечественный аналог К1401СА1), которая представляет собой четыре компаратора.

Схема защиты от перенапряжений (R22, R27, IC2.2, Q5) в результате бросков выходных напряжений ИП формирует низкий потенциал на выв. 1 компаратора, которым открывается ключ Q5 и напряжение +5 В с выв. 14 микросхемы IC1 поступает на вход схемы защиты (выв. 4 микросхемы IC1). Это приводит к уменьшению коэффициента заполнения выходных сигналов на выв. 8 и 11 микросхемы IC1, а значит к уменьшению выходных напряжений.

Схема токовой защиты (R21, R26, IC2.1, Q5, D13), на которую поступает сигнал с датчика тока (T2, R4, R6, D2, D3, C23), формирует низкий потенциал на выв. 14 компаратора IC2.1, которым открывается ключ Q5, и высокий потенциал поступает на вход схемы защиты (выв. 4 микросхемы IC1). Работа схемы защиты аналогична описанной выше. Диод D13 блокирует состояние компаратора IC2.1. Таким образом, чтобы перевести ИП в рабочее состояние после срабатывания схемы токовой защиты, его необходимо выключить и снова включить.

Схема формирования сигнала POWER GOOD реализована на элементах Q6, D18, C26, IC2.3. С появлением опорного напряжения +5 В (выв. 14 микросхемы IC1) на выв. 11 компаратора IC2.3 через делитель R23 R28 поступает высокий потенциал. На другом входе компаратора (выв. 10) появление высокого потенциала задерживается вследствие заряда конденсатора C26. Поэтому на выходе компаратора





IC2.3 (выв. I3) будет низкий потенциал (пассивное состояние сигнала POWER GOOD). После того, как потенциалы на выв. I0 и I1 компаратора IC2.3 сравниваются, на ее выходе появляется высокий уровень напряжения (активное состояние сигнала POWER GOOD). Время задержки формирования активного состояния сигнала POWER GOOD определяют номиналы элементов R42, C26. Если срабатывает одна из схем защиты, то на выв. 3 микросхемы IC1 формируется низкий потенциал, которым открывается подсоединенный параллельно конденсатору C26 ключ Q6. При этом конденсатор C26 разряжается и сигнал POWER GOOD становится пассивным.

#### Неисправности ИП и методы их устранения

**При включении ПК перегорает сетевой предохранитель F1 или терморезистор TR1 в ИП**

Возможные причины: неисправны элементы сетевого фильтра C1-C4, T1 (см. рис.3), терморезистор TR1, мост DB1 или фильтрующие конденсаторы C5, C6, элементы двухтактного преобразователя.

**Способ устранения.** Отключают ИП от сети и проверяют положение переключателя S1 на соответствие напряжению сети. Отсоединяют выход выпрямителя (точка соединения катодов диодного моста DB1 с плюсовым выводом конденсатора C5) от схемы преобразователя и омметром сначала определяют место короткого замыкания — входные цепи или преобразователь, а затем проверяют исправность каждого элемента неисправного узла. Во входных цепях чаще всего выходят из строя конденсаторы C5, C6, терморезистор TR1, а в схеме преобразователя — транзисторы Q1, Q2. Если указанные элементы исправны, то выпаивают и проверяют на короткое замыкание витки обмотки 1-2 трансформатора T4.

**ПК не работает, индикатор POWER на системном блоке не светится, сетевой предохранитель F1 в ИП исправен**

**Возможные причины:** неисправны элементы в цепи питания транзисторов Q1, Q2 (см. рис. 3), элементы

преобразователя, схемы управления преобразователем IC1, элементы C19-C22, R30-R38.

**Способ устранения.** Включают ИП и вольтметром проверяют наличие напряжения +300 В на коллекторе транзистора Q1. Если его нет, то проверяют исправность элементов T1, R1, TR1, DB1. Чаще всего выходит из строя терморезистор TR1. Если напряжение +300 В есть, а сигнал на эмиттере транзистора Q1 в соответствии с осц. 5 (см. рис. 2) отсутствует, то проверяют исправность транзисторов Q1, Q2, элементов R39, R40, C24, D14-D17, а также трансформаторов T2, T3, T4. Если указанные элементы исправны, проверяют микросхему управления преобразователем IC1.

**ПК не работает, индикатор POWER на системном блоке светится, все выходные напряжения ИП в норме**

**Возможная причина:** неисправна схема формирования сигнала POWER GOOD.

**Способ устранения.** С помощью осциллографа проверяют высокий уровень сигнала POWER GOOD на выв. I3 компаратора IC2.3 (см. рис. 3) и на соответствующем контакте разъема материнской платы, а также соответствие его временных параметров (рис. 2, осц. 9, 10). Если сигнал есть, но появляется с задержкой, не соответствующей указанной на осц. 10 относительно напряжения +5 В, то проверяют исправность элементов R42, C26. Если сигнала нет, проверяют наличие напряжения +5 В на выв. I0, I1 компаратора IC2.3. Если напряжения есть, заменяют микросхему IC2. Если на выв. I1 компаратора IC2.3 низкий потенциал, проверяют исправность элементов Q6, C26.

**ПК работает неустойчиво: «зависает» или перезагружается**

**Возможные причины:** неисправны элементы схемы стабилизации (при этом все выходные напряжения ИП завышены или занижены), конденсаторы C5, C6 (см. рис. 3), конденсаторы фильтра одного из каналов ИП или преобразователь на транзисторах Q1, Q2 работает в однотактном режиме.

**Способ устранения.** Вольтметром измеряют выходные напряжения кана-

лов ИП. Если они завышены или занижены, проверяют режим микросхемы IC1 по постоянному току. Если есть отклонения, проверяют исправность ее внешних элементов. Если они исправны, то заменяют IC1. Максимальное значение амплитуды пульсаций источников питания +5, -5 В составляет 100 мВ, а источников +12, -12 В — 250 мВ. Если пульсации превышают норму, проверяют методом замены исправность конденсаторов C5, C6. Если пульсации наблюдаются только по одному из каналов — проверяют соответствующие фильтрующие конденсаторы, а также элементы R16-R18, C11-C13. Если ИП имеет запас по мощности, превышающий на 30...40% потребляемую ПК, и при этом выходит из строя один из ключей Q3, Q4 (нет сигнала на коллекторе одного из ключей в соответствии с осц. 4, 5 на рис. 2), то преобразователь все равно будет работать, но в однотактном режиме. В этом случае ПК работает неустойчиво, может включаться после нескольких попыток и самопроизвольно выключаться (срабатывает токовая защита). С помощью осциллографа проверяют преобразователь на транзисторах Q1, Q2 и убеждаются в том, что он работает в двухтактном режиме (рис. 2 осц. 6-8).

**ПК не работает, индикатор POWER на системном блоке не светится, из ИП слышен звук высокого тона**

**Возможные причины:** неисправны элементы одного из вторичных выпрямителей ИП, элементы схемы токовой защиты или короткое замыкание в нагрузке ИП.

**Способ устранения.** Отключают ИП от питающей сети и омметром проверяют на отсутствие короткого замыкания выходные цепи каналов +5, +12, -12, -5 В, определяют место короткого замыкания и устраняют причину. Если короткого замыкания нет, то скорее всего неисправны элементы схемы токовой защиты. Проверяют режим компаратора IC2.2 по постоянному току, исправность элементов Q5, D13. Микросхему IC1 проверяют так, как указано выше. Если она исправна, то проверяют исправность элементов R10-R14, R19, C13 (см. рис.3).