

# Лекция

**Тема:** Источники питания компьютерных блоков форм-фактора АТХ .

**Цель:** ознакомить студентов с использованием компьютерных блоков питания их техническими характеристиками; объяснить назначение основных функциональных узлов компьютерного блока питания форм -фактора АТХ , разобрать принцип действия компьютерного источника вторичного электропитания по электрической принципиальной схеме

Лекцию подготовил: преподаватель ШКТ Чупахин А.С.

# Форм-факторы блоков питания

Современные форм-факторы БП	Когда были представлены	Тип коннекторов материнской платы	Форм-факторы материнских плат
ATX/ATX12B	1995	Основной 20/24-pin, плюс 4-pin +12 В	ATX, microATX, ВТХ, microВТХ
SFX/SFX12B*/PS3	1997	Основной 20/24-pin, плюс 4-pin +12 В micro	ATX, FlexATX, microВТХ, picoВТХ, Mini-ITX, DTX
EPS/EPS12B	1998	Основной 24-pin, плюс 8-pin +12 В	ATX, extended ATX
TFX12B	2002	Основной 20/24-pin, плюс 4-pin +12 В	microATX, FlexATX, microВТХ, picoВТХ, Mini-ITX, DTX
CFX12B	2003	Основной 20/24-pin, плюс 4-pin +12 В	microВТХ, picoВТХ, DTX
LFX12B	2004	Основной 24-pin, плюс 4-pin +12 В	picoВТХ, nanoВТХ, DTX
Flex ATX	2007	Основной 24-pin, плюс 4-pin +12 В	microATX, FlexATX, microВТХ, picoВТХ, nanoВТХ, Mini-ITX, DTX

\* SFX12B также включает форм-фактор PS3, являющийся укороченной версией ATX12B.

**Д/З Продолжить таблицу современными форм-факторами, начиная с 2008 по 2015 г.**

# Форм-факторы материнских

## плат



Standard-ATX



Micro-ATX



Mini-ITX



Nano-ITX



Pico-ITX



A-Техно

# Форм-факторы блоков

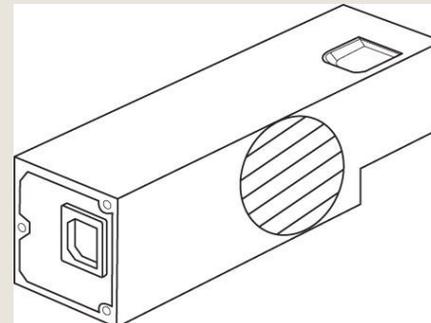
## питания



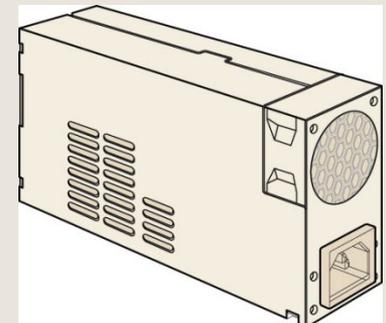
Блок питания форм-фактора  
EPS12V



Блок питания форм-фактора  
CFX12V0



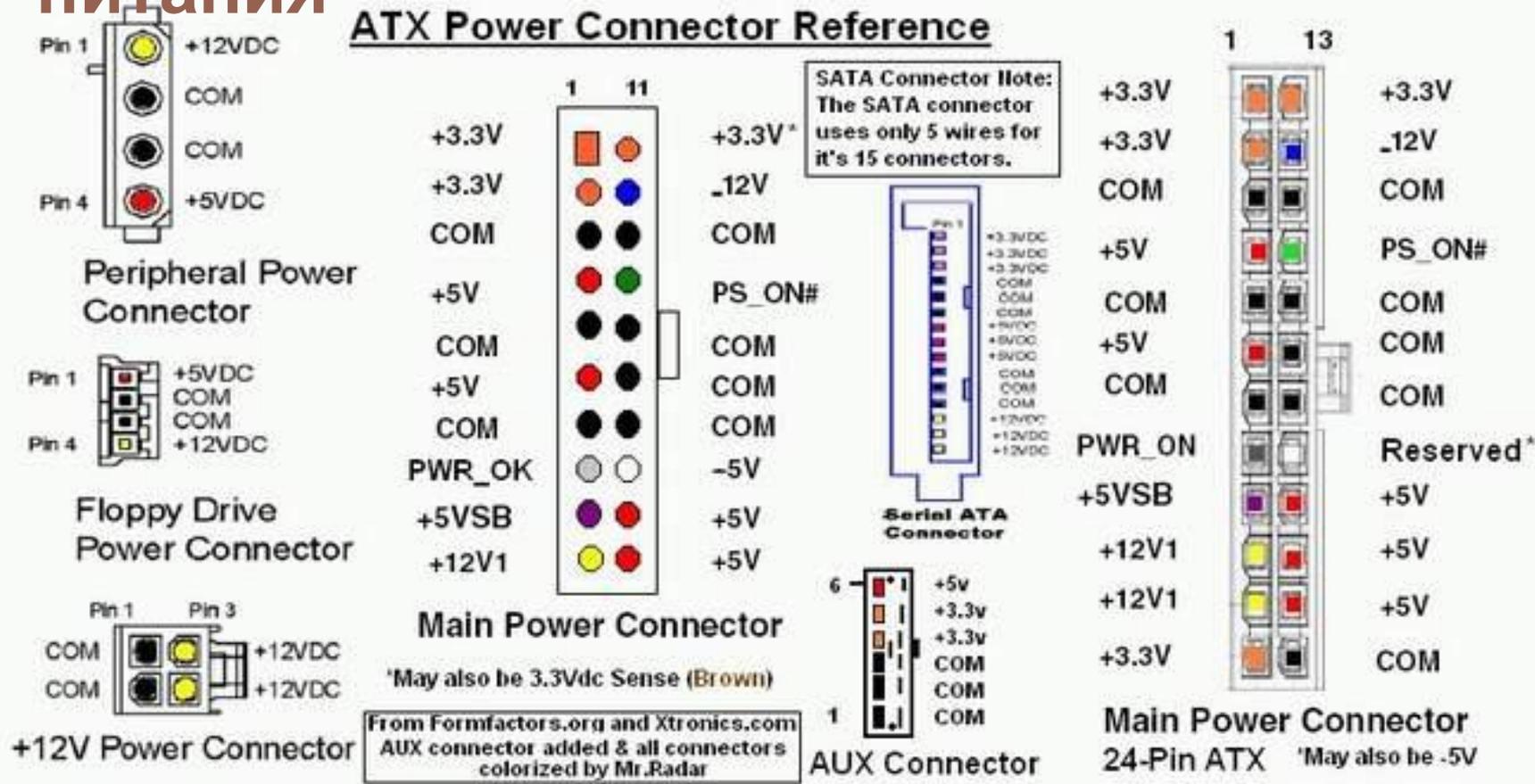
Блок питания форм-фактора  
LFX12V



Блок питания стандарта Flex  
ATX

# Разъемы блока питания

## ATX Power Connector Reference

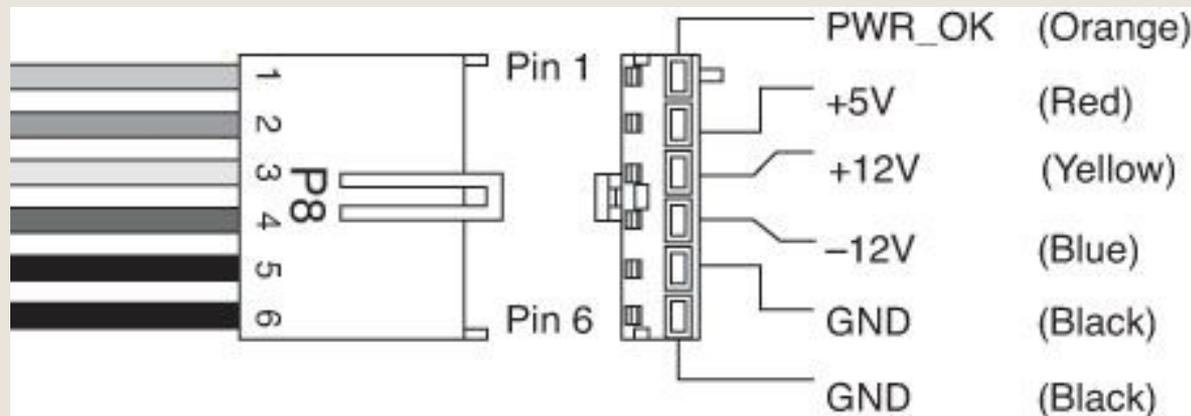


Уважаемая группа 5КС, зарисуйте:

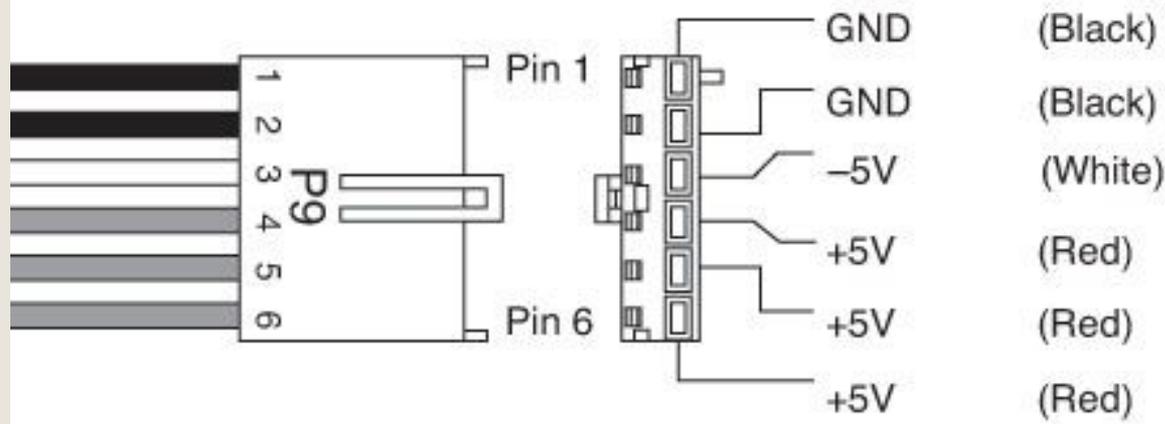
- 1) перефирийный разъем (peripheral power connector)
- 2) главный разъем (main power connector 20 контактный)

# Разъёмы для материнской платы блоков питания AT/LPX

Материнские платы стандартов PC, XT, AT, Baby-AT и LPX используют одинаковый набор разъёмов для питания. Блоки питания AT/LPX оснащены двумя разъёмами (P8 и P9) для подключения к материнской плате, каждый из которых имеет по шесть контактов. Эти контакты могут поддерживать ток до 5 А напряжением до 250 В, хотя в ПК используется максимальное напряжение до +12 В.



Основные разъёмы P8/P9 (также называются P1/P2) для материнской платы на блоках питания AT/LPX. Вид сбоку, расположение контактов

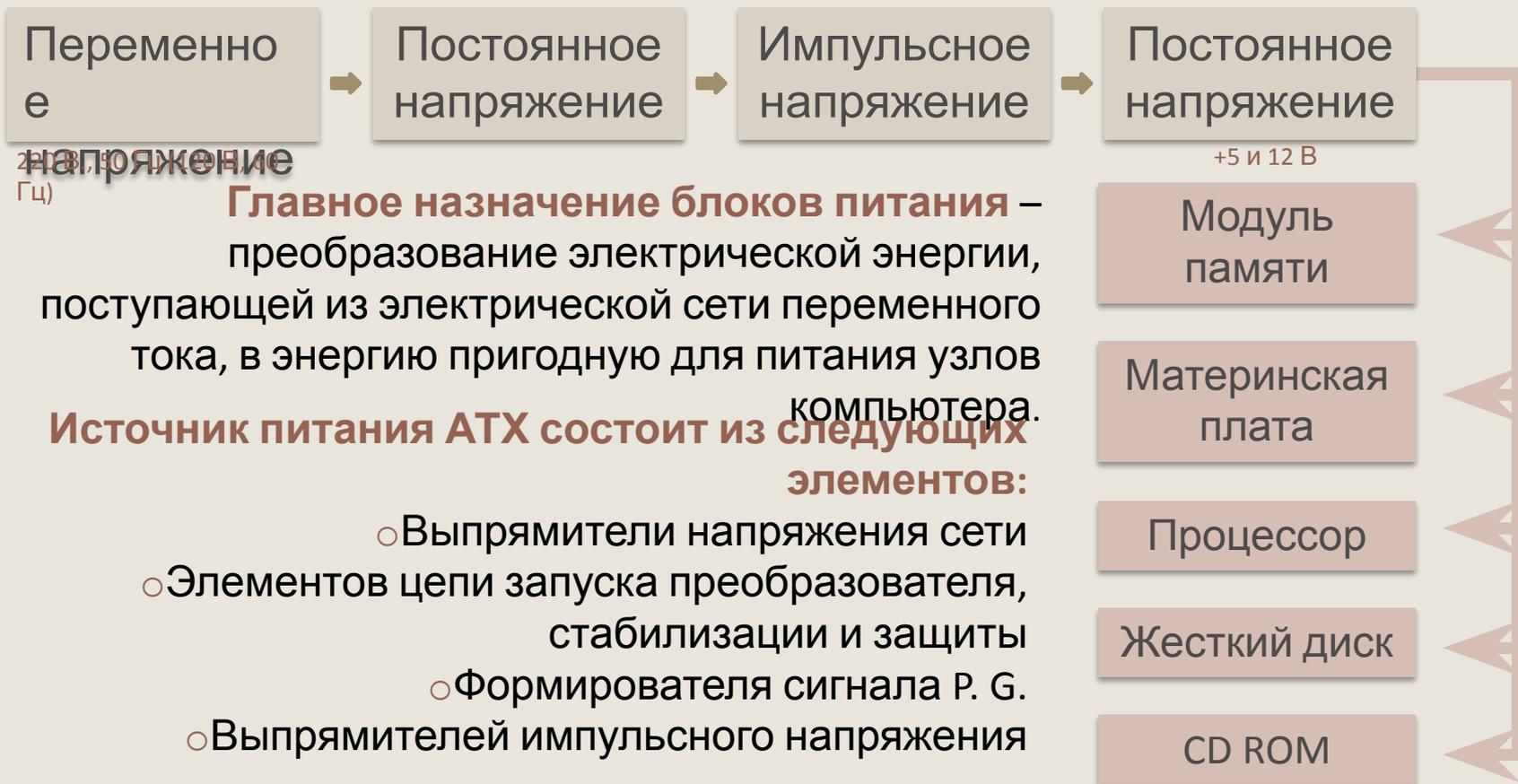


**Уважаемая группа 5КС, вспомните пожалуйста первые лекции и нарисуйте на доске:**

- 1) традиционную структурную схему источника питания**
  - 2) современную структурную схему источника питания**
- Назовите основные достоинства и недостатки данных схем.**

**Техническое описание.  
Описание принципа работы  
источника питания АТХ.**

# Описание принципа работы источника питания АТХ



**Главное назначение блоков питания** – преобразование электрической энергии, поступающей из электрической сети переменного тока, в энергию пригодную для питания узлов компьютера.

**Источник питания АТХ состоит из следующих элементов:**

- Выпрямители напряжения сети
- Элементов цепи запуска преобразователя, стабилизации и защиты
- Формирователя сигнала P. G.
- Выпрямителей импульсного напряжения

**Техническое описание.  
Описание структурной схемы.**

# Описание структурной схемы

Для понимания функционирования и структуры источника питания системного модуля приводятся структурная схема источника формата АТХ, и поясняется его работа.

В источнике питания формата АТХ напряжение питания через внешний размыкатель сети, распложенный в корпусе системного блока, поступает сетевой фильтр и низкочастотный выпрямитель. Далее выпрямленное напряжение, величиной порядка 300 В., полумостовым преобразователем преобразуется в импульсное. Развязка между первичной сетью и потребителями осуществляется импульсным трансформатором. Вторичные обмотки импульсного трансформатора подключены к высокочастотным выпрямителям  $\pm 12$  В. и  $\pm 5$  В. и соответствующим сглаживающим фильтрам.

Сигнал Power Good (питание в норме), подаваемый на системную плату через 0,1...0,5 с после появления питающих напряжений +5 В., выполняет начальную установку процессора. Выход из строя силовой части источника питания предотвращается узлом защиты и блокировки. При отсутствии аварийных режимов работы эти цепи формируют сигналы, разрешающие функционирование ШИМ-контроллера, который управляет полумостовым преобразователем посредством согласующего каскада. В аварийных режимах работы осуществляется сброс сигнала Power Good.

# Описание структурной схемы

Длительность открытого состояния ключей преобразователя определяет величину напряжения выходных источников. Поддержание выходных напряжений постоянному значению в контроллере обеспечивается системой управления с обратной связью, при этом в качестве ошибки используется отклонение выходного напряжения от источника +5 В.



Рис. 1.2. Структурная схема источника питания формата AT

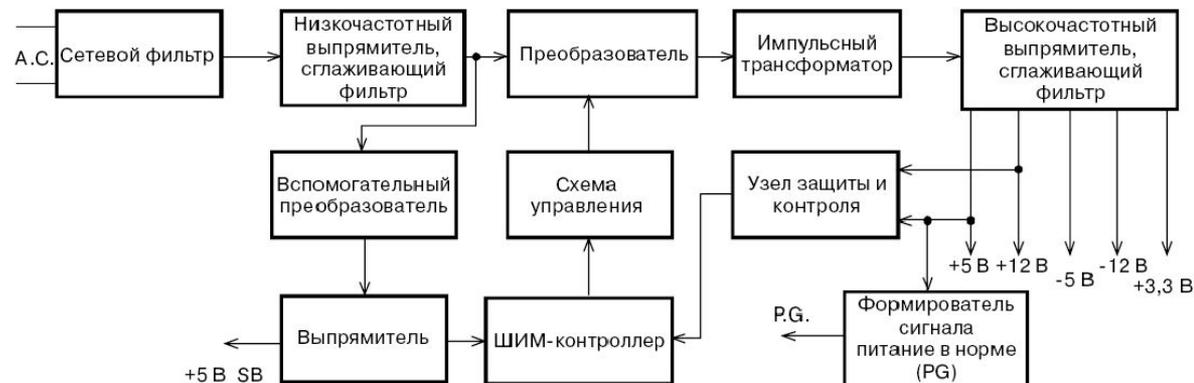


Рис. 1.3. Структурная схема источника питания формата ATX

# Входной фильтр

Интенсивность помех существенно зависит от быстродействия транзисторов и диодов силовой части, а также длины выводов и элементов и емкости монтажа. Наличие помех оказывает неблагоприятное действие и на работу самого блока питания, проявляющееся в ухудшении характеристик стабилизации источника.

## Помехи

Синфазная составляющая

**Синфазное напряжение** измеряется относительно корпуса устройства с каждым из полюсов шин питания источника

Дифференциальная составляющая

**Дифференциальная составляющая** измеряется между полюсами шин питания, еще её определяют как разность составляющих помехи между шинами соответствующей цепи.

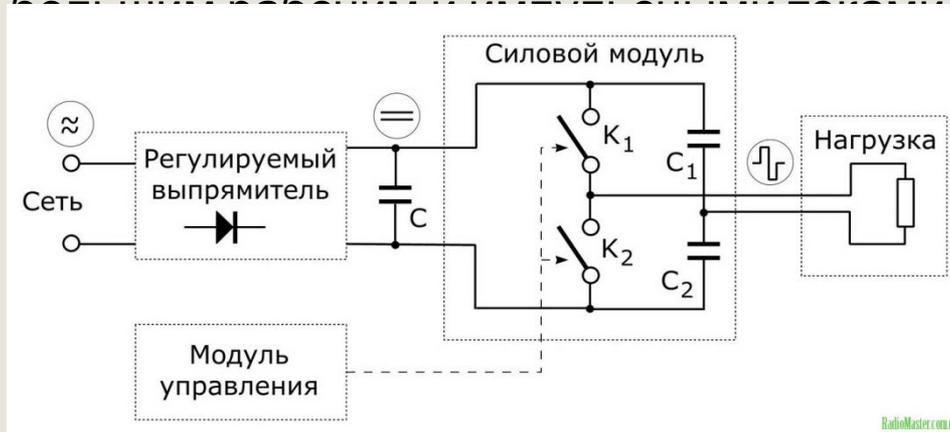
! Фильтр включается строго на входе источника питания.

# Низкочастотный выпрямитель, сглаживающий фильтр

Питание преобразователя блока питания осуществляется постоянным напряжением, которое вырабатывается низкочастотным выпрямителем. Схема низкочастотного выпрямителя собрана по мостовой схеме и обеспечивает необходимое качество выпрямленного напряжения. Последующее сглаживание пульсаций выпрямленного напряжения осуществляется фильтром. Возможность питания от сети с напряжением 115 В. реализуется введением схем выпрямителя переключателя питающего напряжения. Замкнутые состояния переключателя соответствует низкому напряжению питающей сети (~115 В.) . В этом случае выпрямитель работает по схеме удвоения напряжения. Одной из функции выпрямителя является ограничение тока зарядки входного конденсатора низкочастотного фильтра, выполненного элементами, входящими в состав выпрямительного устройства блока питания. Необходимость их применения вызвана тем, что режим запуска преобразователя близок к режиму короткого замыкания. Зарядный ток конденсаторов при этом может достигать 10-100 ампер. Здесь существует **две опасности**, одна из которых – **выход из строя диодов низкочастотного фильтра**, а вторая **износ электролитических конденсаторов**, при прохождении через них больших зарядных токов.

# Преобразователь напряжения

**В** источнике питания персонального компьютера высокочастотный преобразователь выполнен по схеме двухтактного преобразователя полумостового типа. Активными элементами схемы являются транзисторные ключи с включёнными в обратном направлении диодами. Цепи управления преобразователя базы транзисторов подключены к вторичной обмотке согласующего трансформатора, а выход преобразователя нагружен на первичную обмотку импульсного трансформатора. Для уменьшения времени переключателя ключевых транзисторов, в цепь базы включают форсирующую резисторно-конденсаторную цепь. Диоды, включённые параллельно переходу коллектор-эмиттер, силовых транзисторов защищают, их от пробоя обратного напряжения. Транзисторы силовых ключей выбирают с малым временем рассасывания основных носителей перехода база-эмиттер. Большим рабочим напряжением коллектор-эмиттер, без выключения...



Двухтактный преобразователь полумостового типа

# Каскад управления

Управление транзисторами полумостового преобразователя осуществляется каскадом управления на транзисторах. Кроме этой функции схема управления осуществляет согласование и гальваническую развязку мощных силовых каскадов от маломощных цепей управления.

# Формирователь сигнала (Напряжение питания в норме)

**Блок  
питани**



1. Внутренняя проверка и тестирование выходного напряжения.
2. Отправка сигнала

Уровень напряжения сигнала `POWER_GOOD` – около +5 В. (нормальной считается величина от +3 В. до +6 В.). Он вырабатывается блоком питания после выполнения внутренних проверок и выхода на номинальный режим и обычно появляется через 0,1 – 0,5 секунд после включения компьютера. Сигнал подаётся на системную плату, где микросхемой тактового генератора формируется сигнал начальной установки процессора. При отсутствии сигнала `POWER_GOOD` микросхема тактового генератора постоянно подаёт на процессор сигнал сброса, не позволяя компьютеру работать при «нештатном» или нестабильном напряжении питания.

# Формирователь сигнала (Напряжение питания в норме)

Когда сигнал `POWER_GOOD` подаётся на генератор, сигнал сброса отключается и начинается выполнение программы, записанной по адресу: `FFFF:0000` (обычно в ROM BIOS). Если выходные напряжения блока питания не соответствуют номинальным (например, при снижении напряжения сети), сигнал `POWER_GOOD` отключается и процессор автоматически перезапускается. При восстановлении выходных напряжений снова формируется сигнал `POWER_GOOD` и компьютер начинает работать так, будто его только включили. Благодаря быстрому отключению сигнала `POWER_GOOD` компьютер «не замечает» неполадок в системе питания, поскольку останавливает работу раньше, чем могут появиться ошибки чётности и другие проблемы, связанные с неустойчивостью напряжений питания. Иногда сигнал `POWER_GOOD` используется для сброса в ручную. Он подаётся на микросхему тактового генератора. Эта микросхема управляет формированием тактовых импульсов и вырабатывает сигнал начальной перегрузки. Если сигнальную цепь `POWER_GOOD` заземлить каким-либо переключателем, то генерация тактовых сигналов прекращается и процессор останавливается. В блоке питания формата AT сигнал `POWER_GOOD` поступает через восьмой контакт 20-контактного разъёма блока питания.

# Формирователь сигнала (Напряжение питания в норме)

В правильно спроектированном блоке питания выдача сигнала POWER\_GOOD задерживается до стабилизации напряжений во всех цепях после включения компьютера. В плохо спроектированных блоках питания (которые устанавливаются во многих дешёвых моделях) задержка сигнала POWER\_GOOD составляет 0,1 – 0,5 секунд. В некоторых компьютерах ранняя подача сигнала POWER\_GOOD приводит к искажению содержимого CMOS-памяти. В некоторых дешёвых блоках питания схемы формирования POWER\_GOOD нет вообще и эта цепь просто подключена к источнику напряжения питания +5 В.. Одни системные платы более чувствительны к неправильной подаче сигнала POWER\_GOOD, чем другие. Проблемы, связанные с запуском, часто возникают именно из-за недостаточной задержки этого сигнала. Иногда бывает так, что после замены системной платы компьютер перестаёт нормально запускаться. В такой ситуации довольно трудно разобраться, особенно неопытному пользователю, которому кажется причина кроется в новой плате. Но не торопитесь списывать её в неисправные – часто оказывается, что виноват блок питания: либо он не обеспечивает достаточной мощности для питания новой системной платы, либо не подведён или неправильно вырабатывается сигнал POWER\_GOOD. В такой ситуации лучше заменить блок питания.

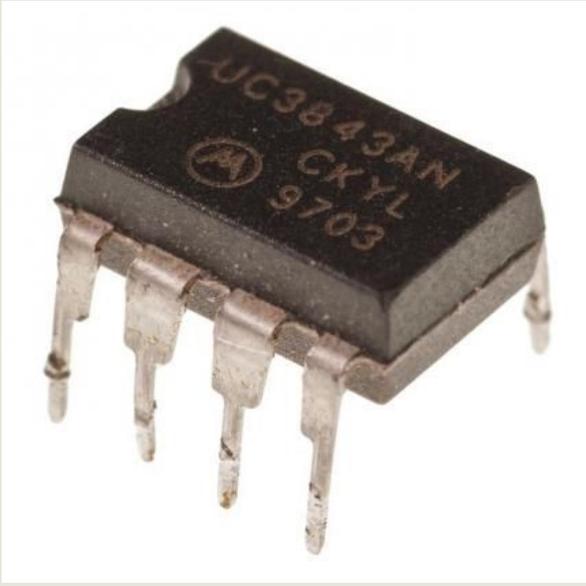
# Цепи защиты и контроля

Защита источников питания проявляется в критических режимах работы, а так же в тех случаях, когда действие обратной связи может привести к предельным режимам работам элементов схемы, предупреждая тем самым выход из строя силовых и дорогостоящих элементов схемы. К ним относятся транзисторы полумостового преобразователя и выходные выпрямители. В результате действия цепей защиты снимаются выходные управляющие сигналы с ШИМ-контроллера, транзисторы преобразователя находятся в выключенном состоянии, выходное вторичное напряжение отсутствует. Исключая внутренние цепи защиты ШИМ-контроллера рассмотрим действия внешних элементов схем защиты, встречающихся в типовых схемах преобразователей.

Следует различать такие цепи:

- от короткого замыкания в нагрузке;
- от чрезмерного тока в транзисторах полумостового преобразователя;
- защиту от превышения напряжения.

# ШИМ-контроллер

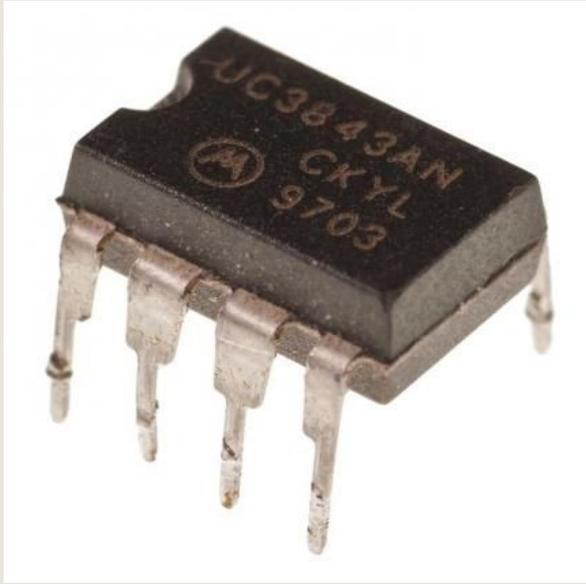


Выполняет следующие функции: исключение «сквозного» тока. Дополнительной мерой исключения явления «сквозного» тока в полумостовом преобразователе является фиксированное смещение компаратора «паузы» 0,12 В. При напряжении пилообразного напряжения меньшем 0,12 В. и нулевом потенциале на выводе 4 на выходе компаратора будет сохраняться нулевой уровень, этот интервал соответствует максимальной длительности интервала «пауза», величина которой в этом случае не будет превосходить 4% от периода пилообразного напряжения. Максимальная длительность паузы соответствует напряжению на выводе 4 микросхемы.



Кроме того, с помощью входа управления «паузой» довольно просто организуется режим «медленного пуска» преобразователя. Наличие этого режима позволяет плавно запустить преобразователь в первый момент включения в электрическую сеть. Следует помнить, что режим запуска является очень тяжёлым режимом работы преобразователя, все фильтрующие конденсаторы

# ШИМ-контроллер



Транзисторы преобразователя до момента окончательного заряда конденсаторов фильтров выпрямителей должны работать в критическом режиме максимальных токов. Обеспечить комфортную работу транзисторов во время запуска преобразователя до окончания заряда конденсаторов фильтров позволяет использование режима «медленного запуска». При этом длительность выходных каскадов плавно увеличивается до номинального режима работы выходных транзисторов преобразователя.



# Усилители ошибки

Главное назначение усилителей ошибки – измерение отклонения выходного напряжения и тока нагрузки с целью поддержания напряжения на выходе источника питания на постоянном уровне. В режиме стабилизации модуляция длительности величины выходных управляющих импульсов осуществляется сигналами усилителей ошибок, входное напряжение которых может изменяться в пределах от 0,5 до 3,5 В.. Оба усилителя могут работать в одинаковых режимах. Входы усилителя соединены с не инвертирующим входом ШИМ-компаратора. Такая архитектура микросхемы (с управлением по цепи обратной связи) позволяет поддерживать напряжение на выходе источника питания с минимальным отклонением. В двухтактном режиме вход управления выходными каскадами (вывод 13) подключается к источнику опорного напряжения (вывод 14), который в рабочем режиме формирует напряжение +5 В. с максимальным током нагрузки 10 мА. Назначение этого источника – питание внешних по отношению к микросхеме цепей.

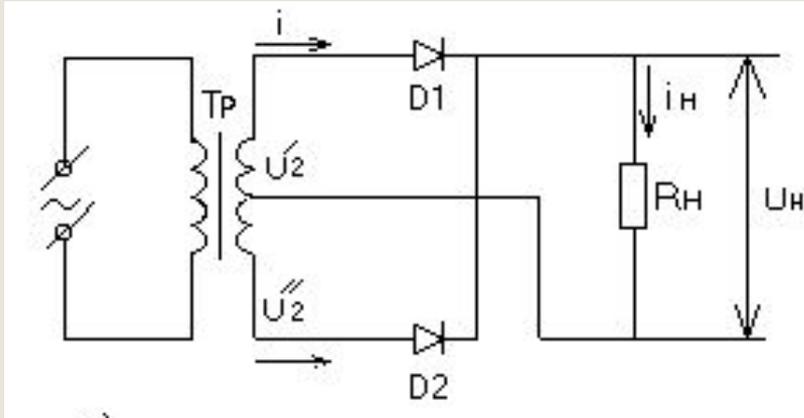
# Выходной каскад

На выходе компаратора «паузы» формируется импульс расположенной полярности, если времязадающий конденсатор  $C_t$  разряжен. Импульс поступает на синхронизирующий вход D-триггера и на выходы элементов ИЛИ-НЕ выходного драйвера, закрывая выходные транзисторы. В двухтактной режиме, когда вход управления выходными каскадами (вывод 14), транзисторы выходного каскада управляются противофазно. В этом случае частота переключения каждого транзистора равна половине частоты генератора, а ток, протекающий через каждый выходной транзистор, не превышает величины 200 мА.

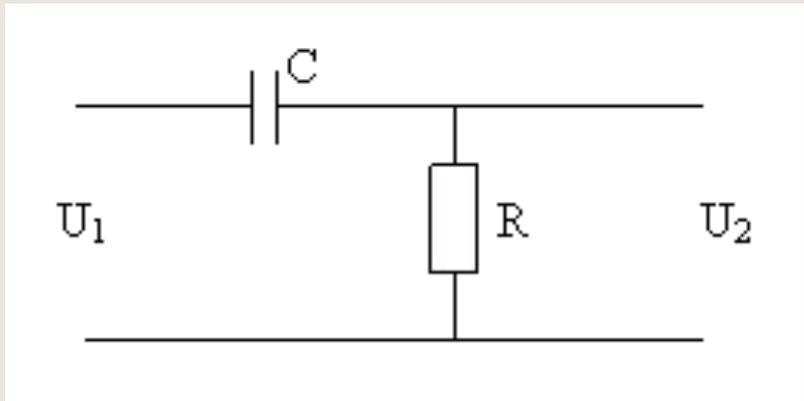
# Импульсный трансформатор

**Н**а импульсный трансформатор поступают высокочастотные импульсы. Когда на обмотку трансформатора поступают импульсы трансформатор накапливает энергию и когда на первичной обмотке импульсы достигают нулевого потенциала тогда происходит перекачка энергии во вторичные цепи.

# Выпрямители импульсного напряжения



Двухполупериодная схема выпрямления со средней точкой



Резистивно-емкостной фильтр

Выпрямители импульсного напряжения вторичных источников питания используют типовую двухполупериодную схему выпрямления со средней точкой, обеспечивающую необходимый коэффициент пульсаций.

Стабилизатор напряжения 3,3В выполнен на регулирующем транзисторе Q10 и шунтовом стабилизаторе параллельного типа IC7. Выходное напряжение в небольших пределах устанавливается потенциометром VR3.

Для снижения уровня помех, излучаемых импульсными выпрямителями в электрическую сеть, параллельно вторичным обмоткам трансформатора Т4 включён резистивно-емкостной фильтр R6, С9.

# Схема терморегулирования

Схема терморегулирования предназначена для поддержания температурного режима внутри корпуса ПК. Температура внутри корпуса поддерживается постоянным регулированием скорости вращения вентилятора, максимальная скорость вращения которого составляет при температуре +40С.

**Источник питания ZP0506**

**Источник ZENDOM модели ZP0506 состоит из следующих элементов:** выпрямителя напряжения сети, преобразователя, каскада управления, ШИМ-контроллера, элементов цепи запуска, стабилизации и защиты, формирователя сигнала P.G., выпрямителя импульсного напряжения.

## Основные параметры:

Входное напряжение ..... 230 В (115 В).

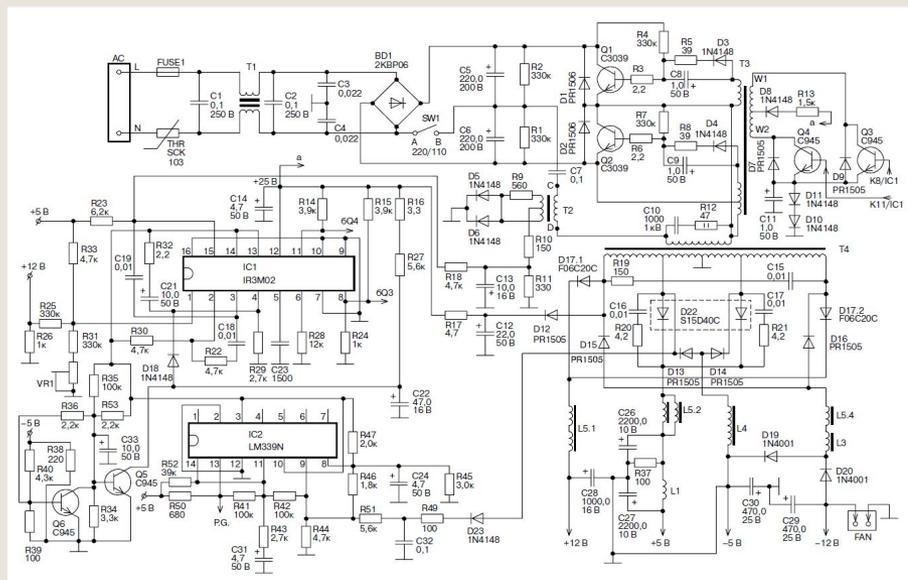
Частота ..... 50/60 Гц.

Входной ток ..... 3 А (6 А).

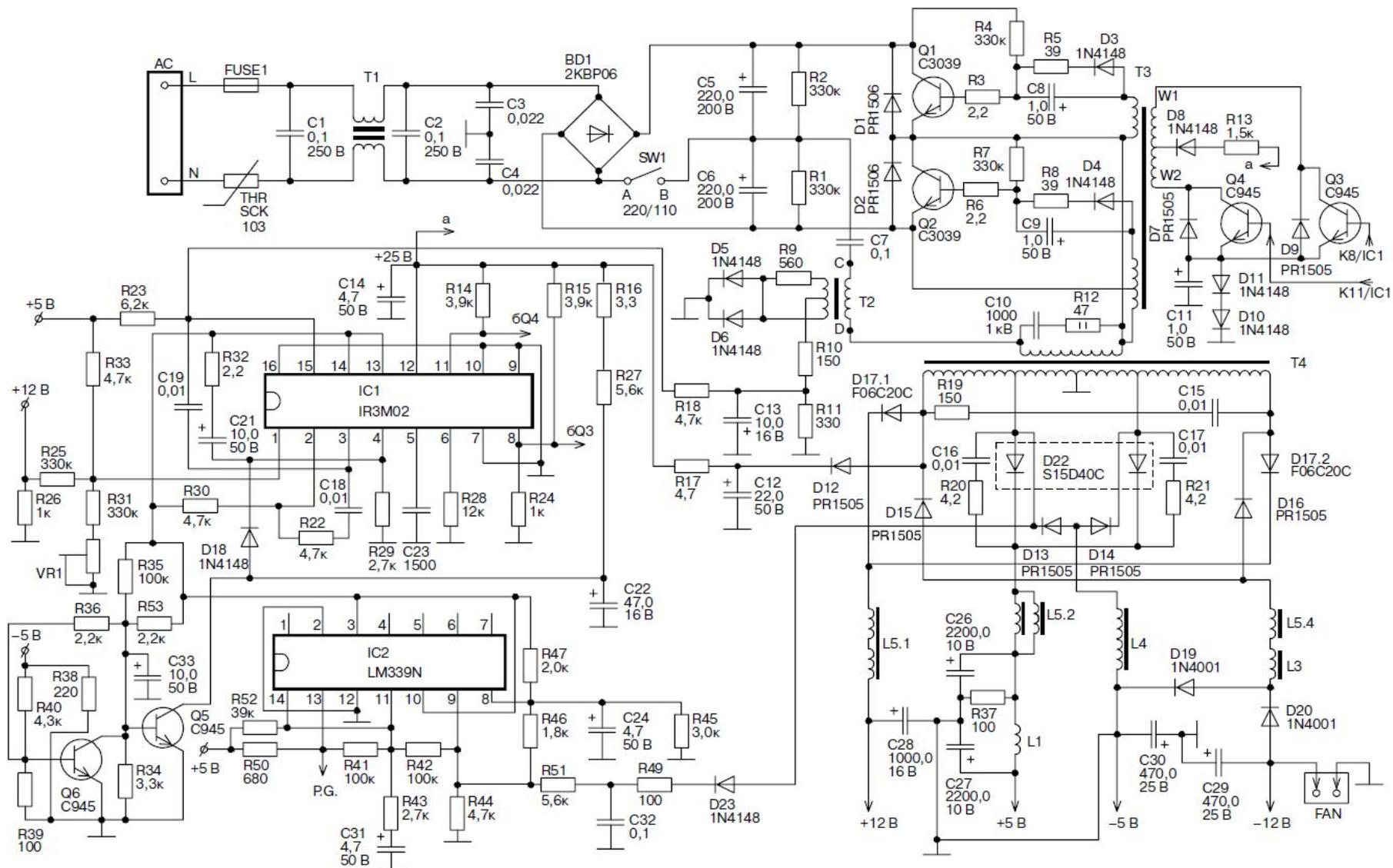
Выходной ток в канале источника:

+5 В.....20 А; +12 В.....10 А;

-5 В.....0,5 А; -12 В.....0,5 А.



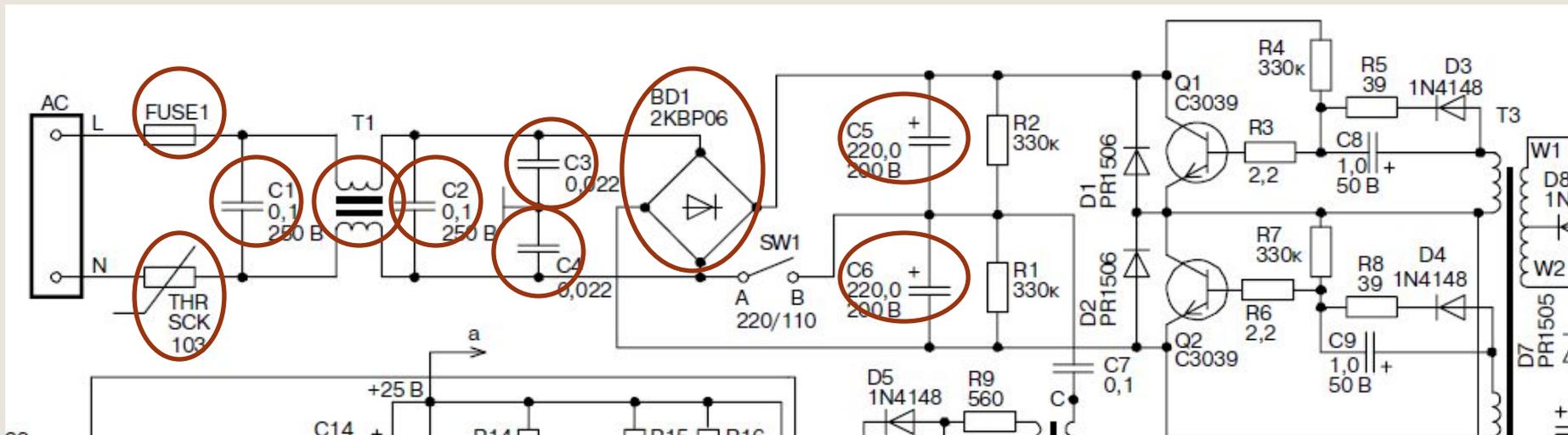
# Назначение и состав цепей



# Назначение и состав цепей

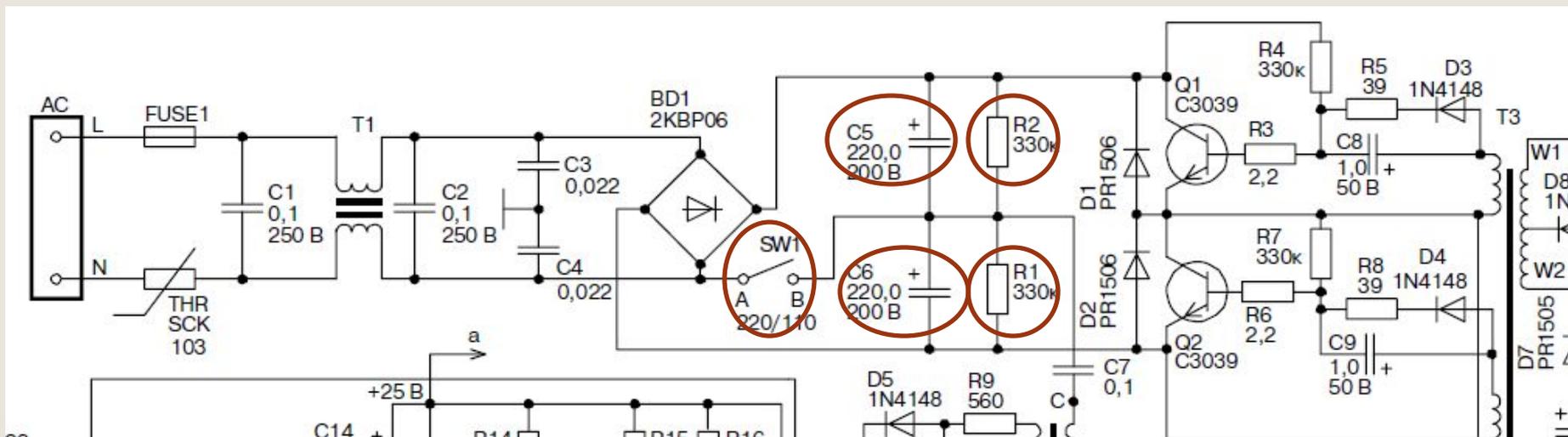
Функциональное назначение	Состав
Заградительный фильтр	T1, THR,C1,C2,C3,C4
Сетевой выпрямитель с фильтром	BD1,R1,R2,C5,C6
Полумостовой преобразователь	Q1,Q2,D1,D2,R3,R4,R5,R6,R7,R8,C8,C9,C7,C10,R12,T4
Каскад управления	Q3,Q4,D7,D8,D9,D10,D11,C11,R13,R14,R15,R24
ШИМ-контроллер	IC1, R28,C23,R22,C18
Цепь «медленного запуска»	R32,C21,R29
Питание ШИМ-контроллера	D12,C12,R17
Элементы цепи защиты от короткого замыкания на выходе выпрямителя	IC2,Q5,Q6,D18,R34,R35,R36,R38,R39,R40,R53
Элементы цепи защиты от повышенных токов в преобразователе	T2,R9,R10,R11,D5,D6,C13,R18
Формирователь сигнала P.G.	IC2,R43,C31,C24,R47
Выпрямитель +12 В	D17,L5.1, L2,C28
Выпрямитель -12 В	D15, D16,L5.4, L3,D20,C29
Выпрямитель +5 В	D22,R20,C16,R21,C17,L5.2,L1,C26,C27,R37
Выпрямитель -5 В	D13,D14,L5.3,L4,CV30

# Выпрямитель напряжения сети



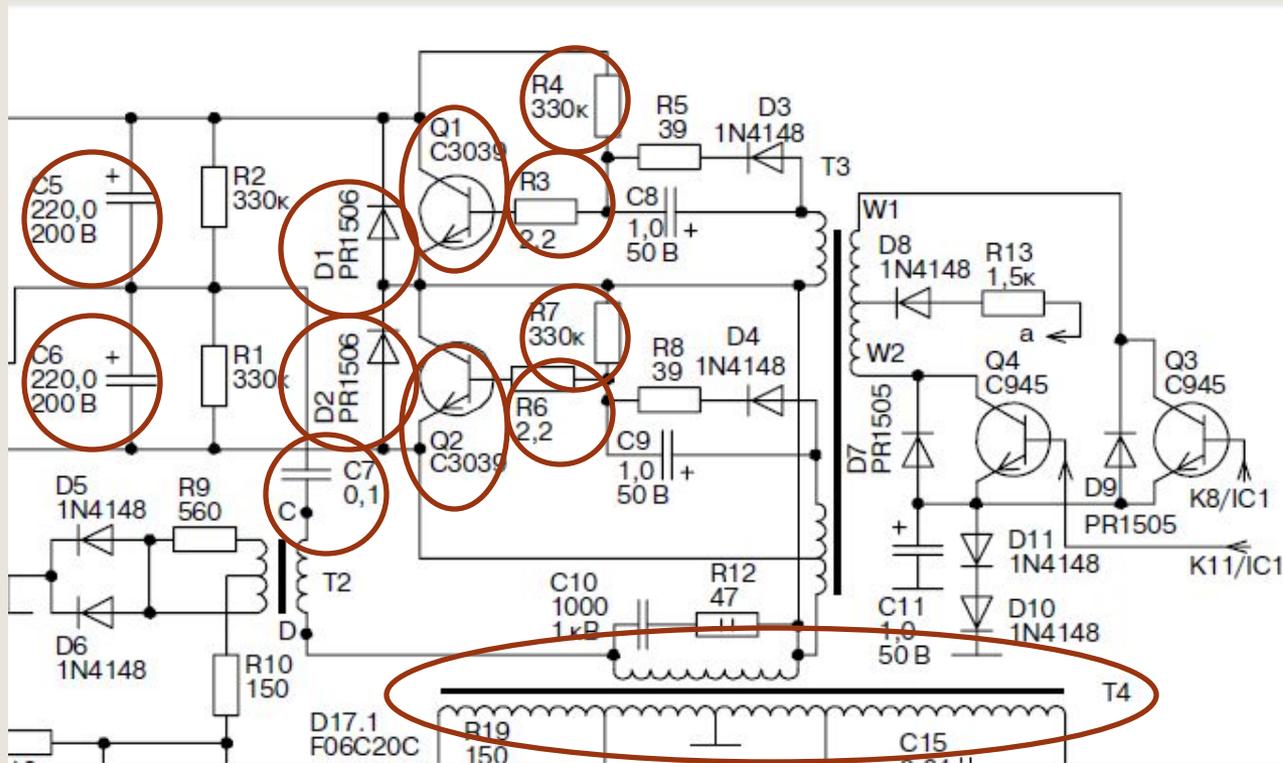
Напряжение электрической сети переменного тока через сетевой выключатель передней панели, плавкую вставку FUSE, дроссель T1, термистор TRN поступает на выпрямитель BD1. Элементы T1, C1...C4 образуют заградительный фильтр импульсных помех, создаваемых источником питания для бытовой электронной аппаратуры. Диодная сборка BD1 является мостовым выпрямителем напряжения сети, на выходе которого осуществляется фильтрация пульсаций последовательно соединенными сглаживающими конденсаторами C5, C6. Такое включение конденсаторов необходимо, как для работы полумостового преобразователя, так и способствует понижению допустимого значения рабочего напряжения конденсаторов фильтра, а следовательно, и уменьшению их габаритов.

# Выпрямитель напряжения сети



В рабочем режиме на положительной обкладке конденсатора C5 напряжение +310 В. Резисторы R1, R2 образуют цепь разряда конденсаторов C5, C6 при выключении источника питания. Переключатель SW1, подключенный к точкам А и В, соединяет один из выводов переменного напряжения со средней точкой конденсаторов C5, C6. Такое включение представляет собой схему удвоения напряжения, которая должна использоваться при питании от источника переменного напряжения 115 В. В этом случае на положительной обкладке конденсатора C5 обеспечивается равенство выпрямленного напряжения значению +310 В, как и в сети 220 В.

# Преобразователь

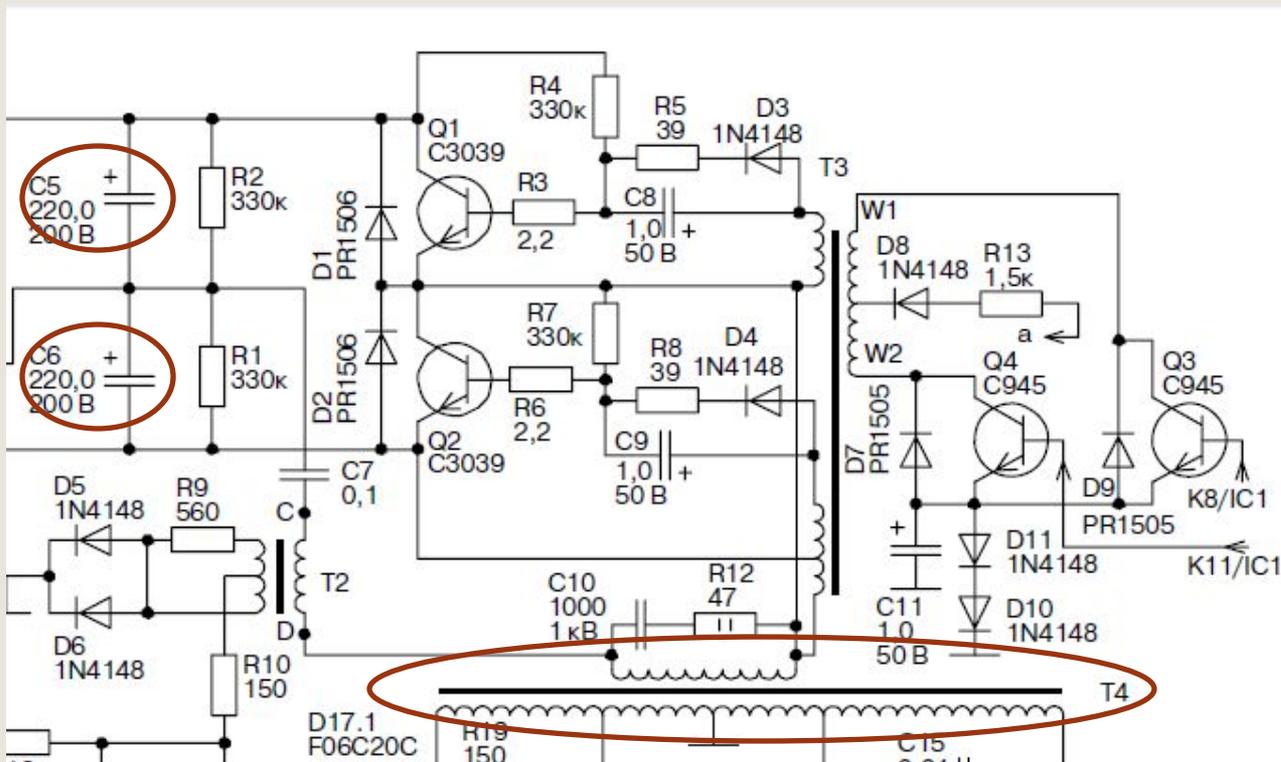


Двухтактный преобразователь полумостового типа составляет основу силовой части принципиальной схемы. Силовыми элементами преобразователя являются транзисторы Q1, Q2 типа 2SC3039, диоды D1, D2 образуют цепь протекания обратного тока в преобразователе.

Вторая половина моста формируется конденсаторами C5, C6, представляющими делитель выпрямленного напряжения. В диагональ моста включена первичная обмотка трансформатора T4. Для исключения возможного несимметричного подмагничивания трансформатора T4, что может иметь место при переходных процессах в преобразователе, применяется разделительный конденсатор C7. Режим работы транзисторов задается элементами R3, R4, R6, R7.



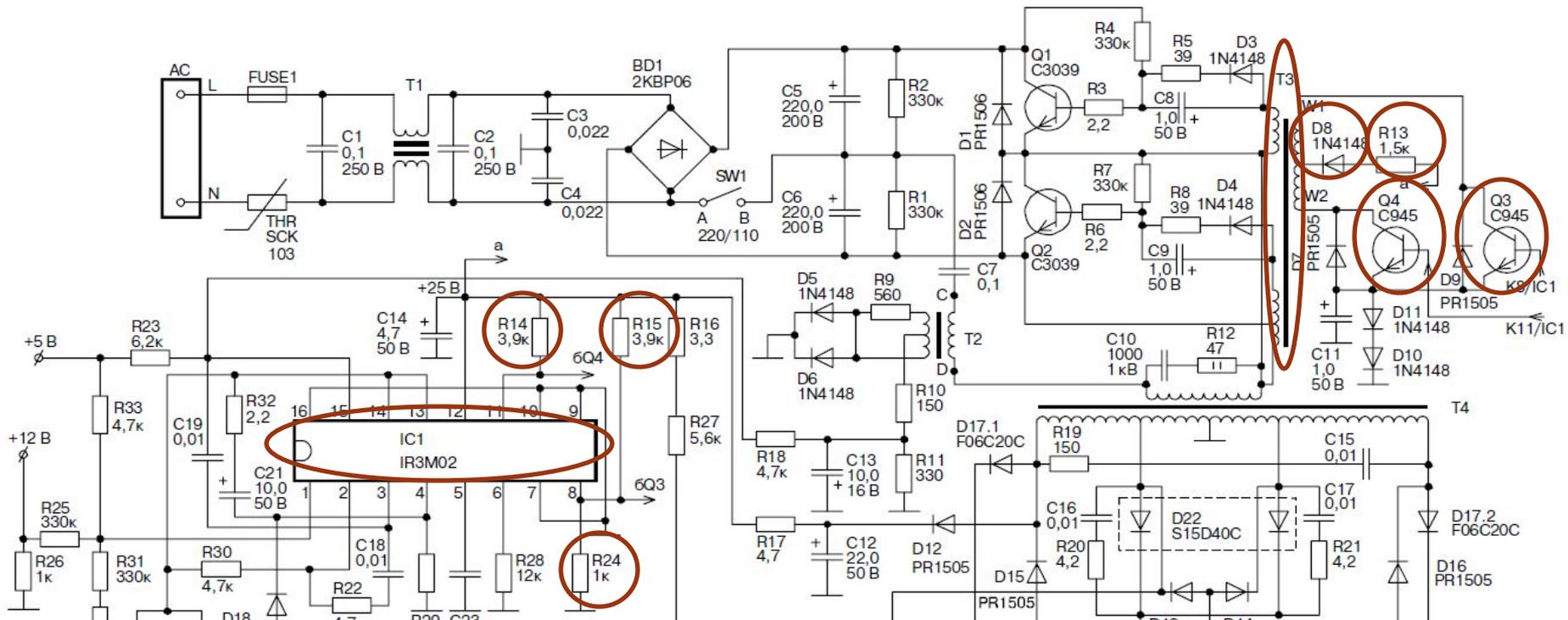
# Преобразователь



обмотку трансформатора T4 в нем происходит процесс накопления энергии, передача этой энергии во вторичные цепи источника питания и заряд конденсаторов C5, C6. Установившийся режим работы преобразователя начнется после того, как суммарное напряжение на конденсаторах C5, C6 достигнет величины

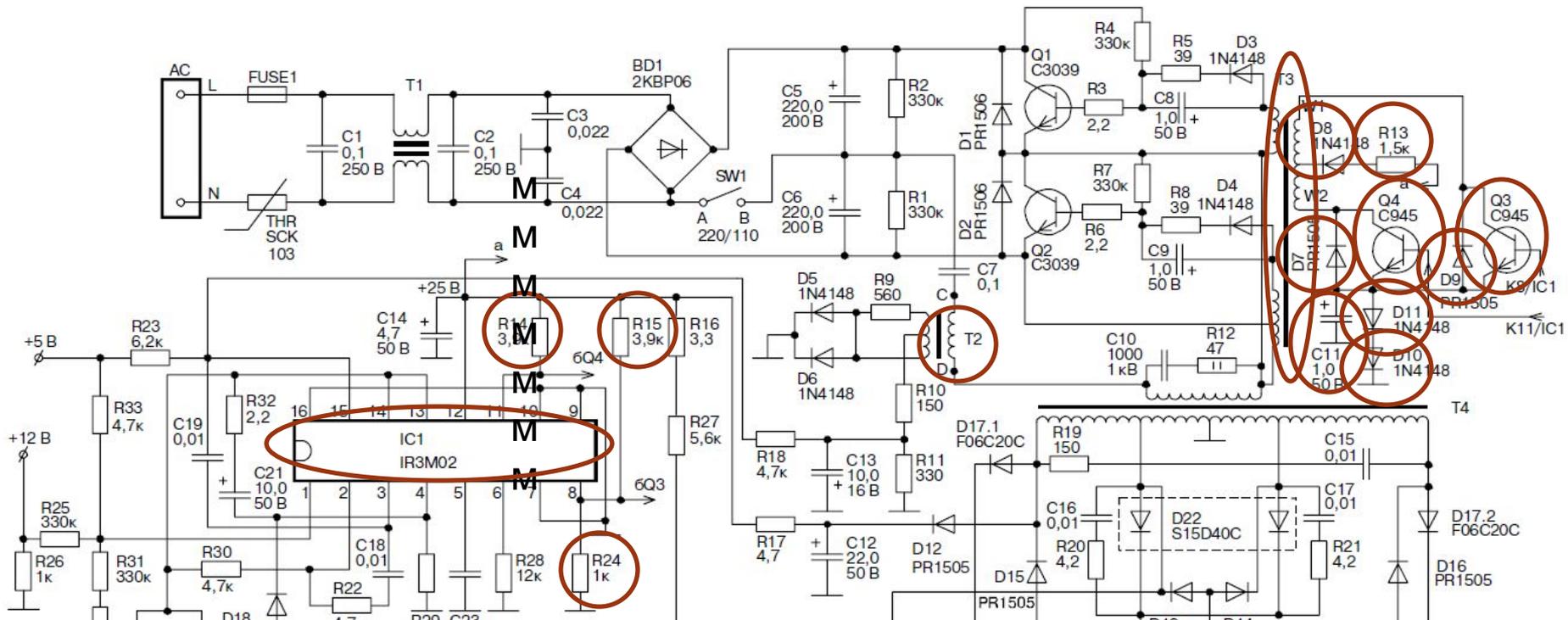
+310 В. На микросхеме IC1 (вывод 12) появится питание +25 В от источника, выполненном на элементах D12, C12, R17.

# Каскад управления



В каскаде управления используются транзисторы Q3, Q4. Нагрузкой каскада являются полуобмотки w1, w2 трансформатора T3, в точку соединения которых, через элементы R13, D8, поступает питание схемы. Режим работы транзисторов Q3 и Q4 задается резисторами R15, R24 и R14, соответственно. Управление транзисторами схемы осуществляется выходными импульсами микросхемы IC1 ШИМ-формирователя. Под воздействием управляющих импульсов один из транзисторов каскада, например, Q3, открывается, а второй, Q4, соответственно, закрывается. Надежное запираение

# Каскад управления



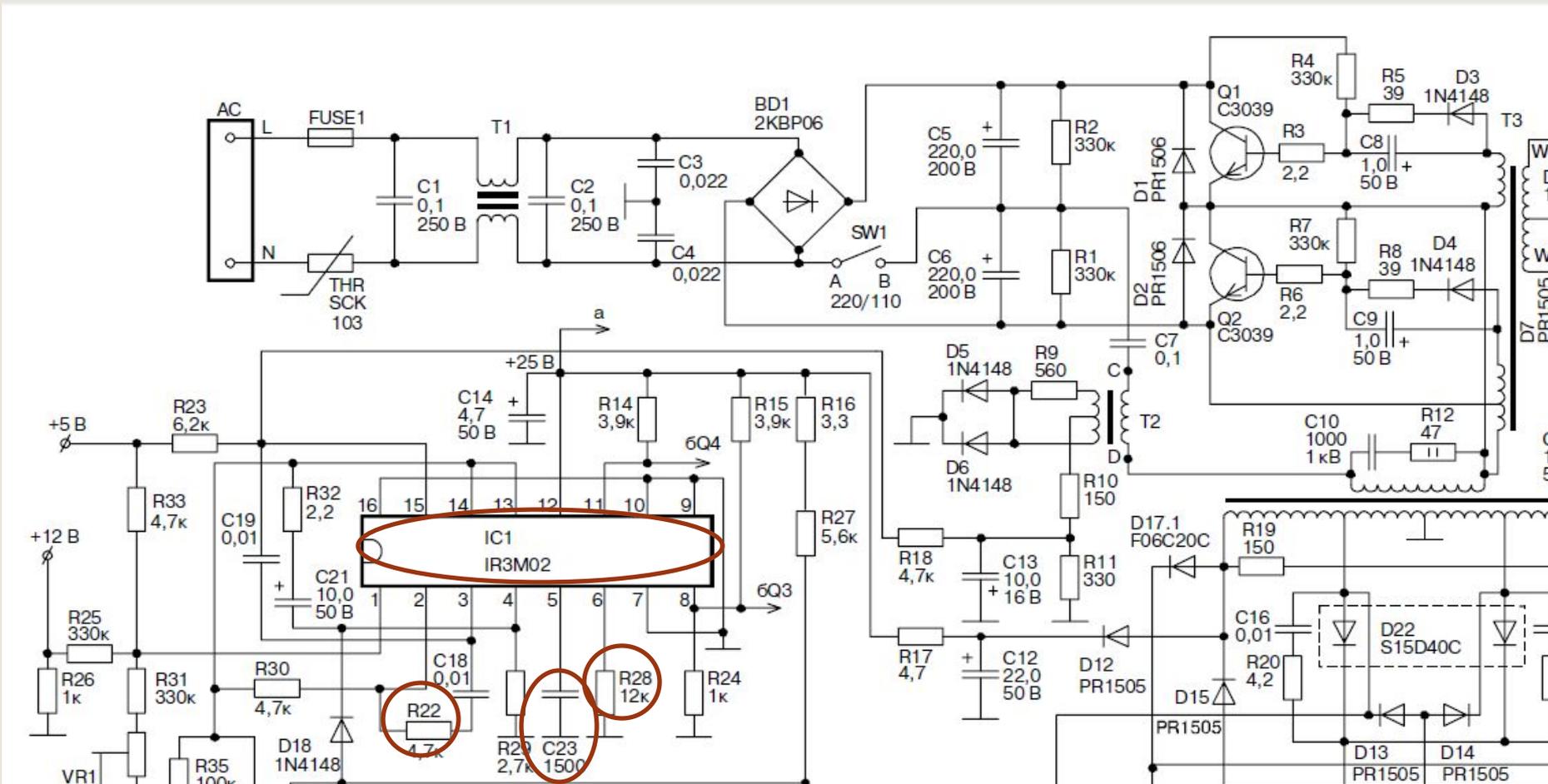
транзисторов осуществляется цепочкой D10, D11, C11. Рассмотрим это. Пусть ток протекает, например, через открытый транзистор Q3, по цепи:

$+25\text{ В} \rightarrow R13 \rightarrow D8 \rightarrow T2 (w1) \rightarrow Q3(kэ) \rightarrow D11, D10 \rightarrow \text{корпус}$ .

В эмиттере транзистора Q3 формируется падение напряжения примерно +1,6 В, что является достаточным для запирающего транзистора Q4. Наличие конденсатора C11 способствует поддержанию запирающего потенциала во время «паузы».

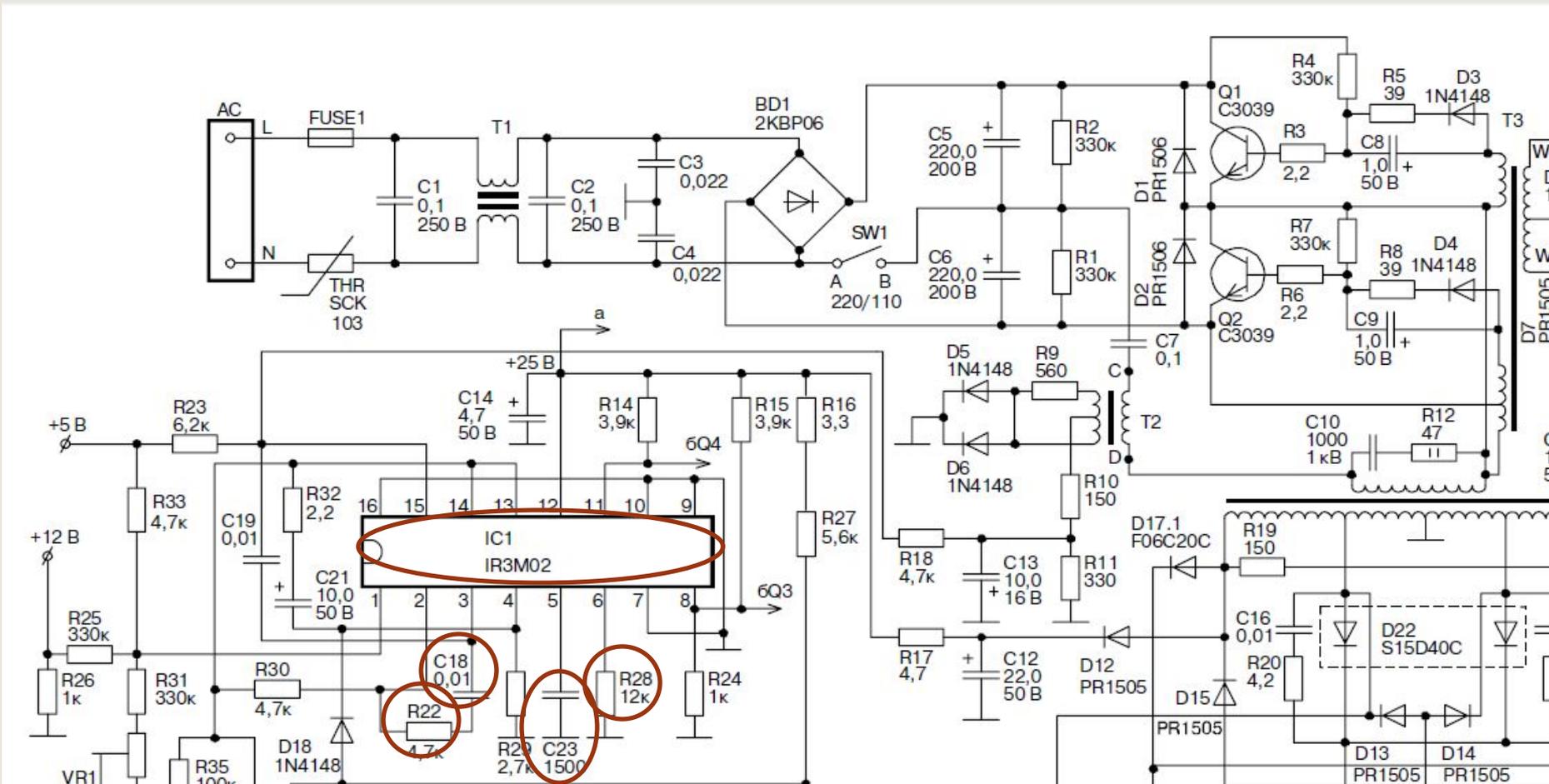
Диоды D7, D9 предназначены для рассеивания магнитной энергии, накопленной полубмотками трансформатора T3.

# ШИМ-контроллер



ШИМ-контроллер источника выполнен на микросхеме IR3M02 (Sharp), являющейся аналогом TL494, и предназначен для формирования импульсных последовательностей, управляющих полумостовым преобразователем. Конденсатор C23 и резистор R28 — элементы времязадающей цепи генератора, резистор R22

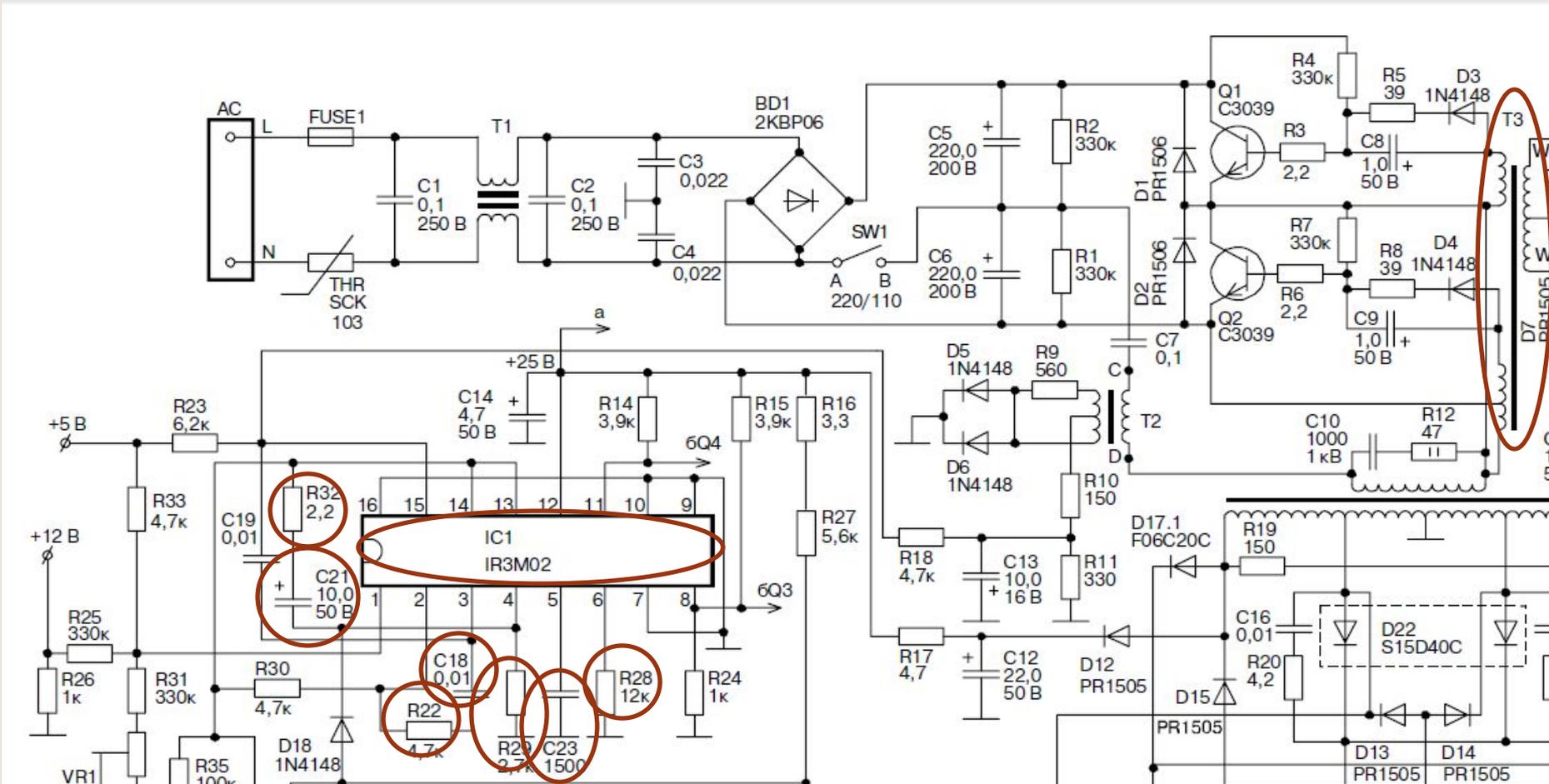
# ШИМ-контроллер



и конденсатор С18 образуют цепь коррекции усилителя ошибки 1. Для реализации двухтактного режима работы преобразователя вход управления выходными каскадами (вывод 13) соединен с источником эталонного напряжения (вывод 14). С выводов 8 и 11 микросхемы управляющие импульсы поступают в



# ШИМ-контроллер



Режим «медленного пуска» реализован последовательным соединением элементов R32, C21 и R29 так, что положительная обкладка конденсатора C21 через R32 подключена к выходу источника эталонного напряжения (вывод 14). Убывающий по величине ток заряда C21 создает на R29 уменьшающееся падение напряжения, что





# Цепи стабилизации и защиты

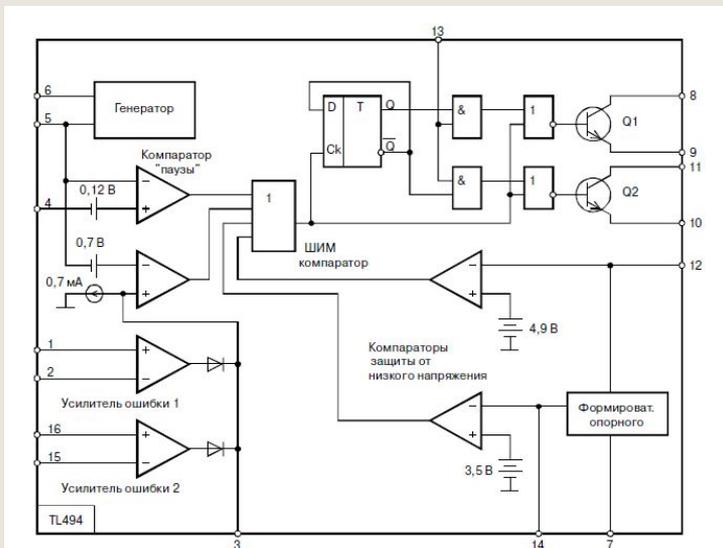
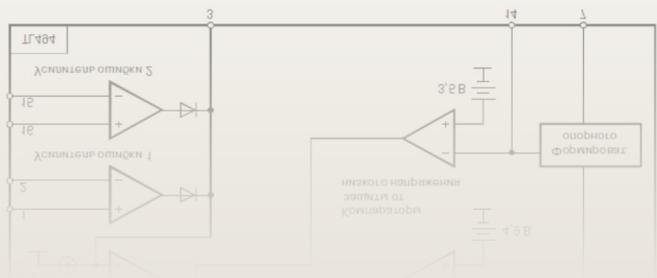


Рис. 1.13. Структурная схема микросхемы TL494

Длительность управляющих последовательностей ШИМ-контроллера (выводы 8, 11 IC1) в установившемся режиме определяется сигналами обратной связи и пилообразным напряжением задающего генератора. Рассмотрим процесс формирования управляющих последовательностей. Опорное напряжение от источника эталона (вывод 14 IC1) поступает на инвертирующий вход усилителя ошибки 1 (вывод 2 IC1) через резистор R30. На его второй вход (вывод 1 IC1) приходит информационное напряжение источников +5 В и +12 В через сумматор R33, R25, R26, R31, VR1. Таким образом, на выходе усилителя ошибки 1 (вывод 3 IC1), формируется информация об отклонении выходных напряжений от номинальных значений в виде медленно изменяющегося напряжения. Ошибка, сформированная услителем 1, далее поступает на неинвертирующий вход

Рис. 1.13. Структурная схема микросхемы TL494



# Цепи стабилизации и защиты

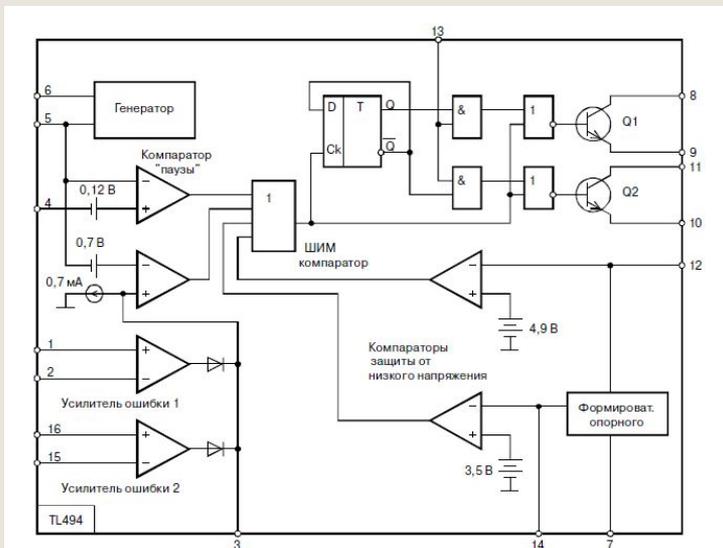
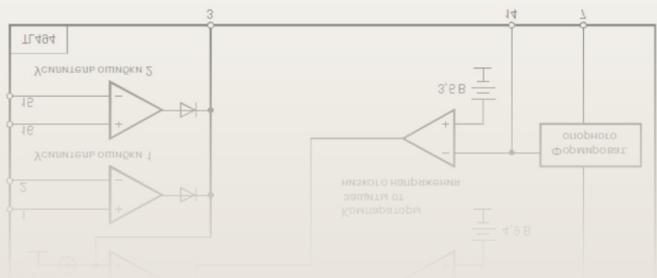


Рис. 1.13. Структурная схема микросхемы TL494

От задающего генератора на второй вход компаратора ошибки поступает пилообразное напряжение амплитудой 3,2 В, образованное процессами заряда-разряда конденсатора С23 (вывод 5). Длительность выходного импульса будет определяться интервалом времени, в течение которого «пила» превышает напряжение обратной связи. Далее из этих сигналов широтно-импульсным модулятором (ШИМ) формируется напряжение, управляющее выходными каскадами (см. рис. 1.13).

Повышенная нагрузка источника питания может привести к протеканию тока, способного вызвать аварийный режим работы транзисторов преобразователя. Защита транзисторов преобразователя от такого чрезмерного тока осуществляется цепью R9, D5, D6, подключенной ко вторичной обмотке согласующего трансформатора Т2.

Вис. 1.13. Структурная схема микросхемы TL494



# Цепи стабилизации и защиты

Информационный сигнал о наличии перегрузки от этой цепи в виде отрицательного напряжения с делителя R10, R11, C13, R18 поступает на инвертирующий вход (вывод 15 IC1) усилителя ошибки 2. Начальное смещение на этом входе создается резистором R23, подключенном к источнику +5 В. Усилитель ошибки 2 включен компаратором с нулевым опорным (вывод 16 IC1), при этом в условиях нормального функционирования источника питания на выходе компаратора устанавливается уровень логического нуля. При повышенном токе через транзисторы преобразователя на инвертирующем входе компаратора начинает преобладать отрицательное напряжение, и в некоторый момент времени, компаратор переключится в противоположное, единичное состояние, запретив формирование импульсной последовательности на выходе ШИМ. Регулирование длительности выходных импульсов ШИМ-контроллера в этой схеме возможно также путем управления по входу «пауза» (вывод 4 IC1). Кроме цепи «медленного запуска» R32, C21, R29, функционирующей в период подачи питания на микросхему, управление по этому входу в переходных режимах осуществляется цепью R16, R27, C22, D18. При этом заряд конденсатора C22 происходит по цепи:  $+25\text{ В} \rightarrow R16 \rightarrow R27 \rightarrow C22 \rightarrow \text{корпус}$ .

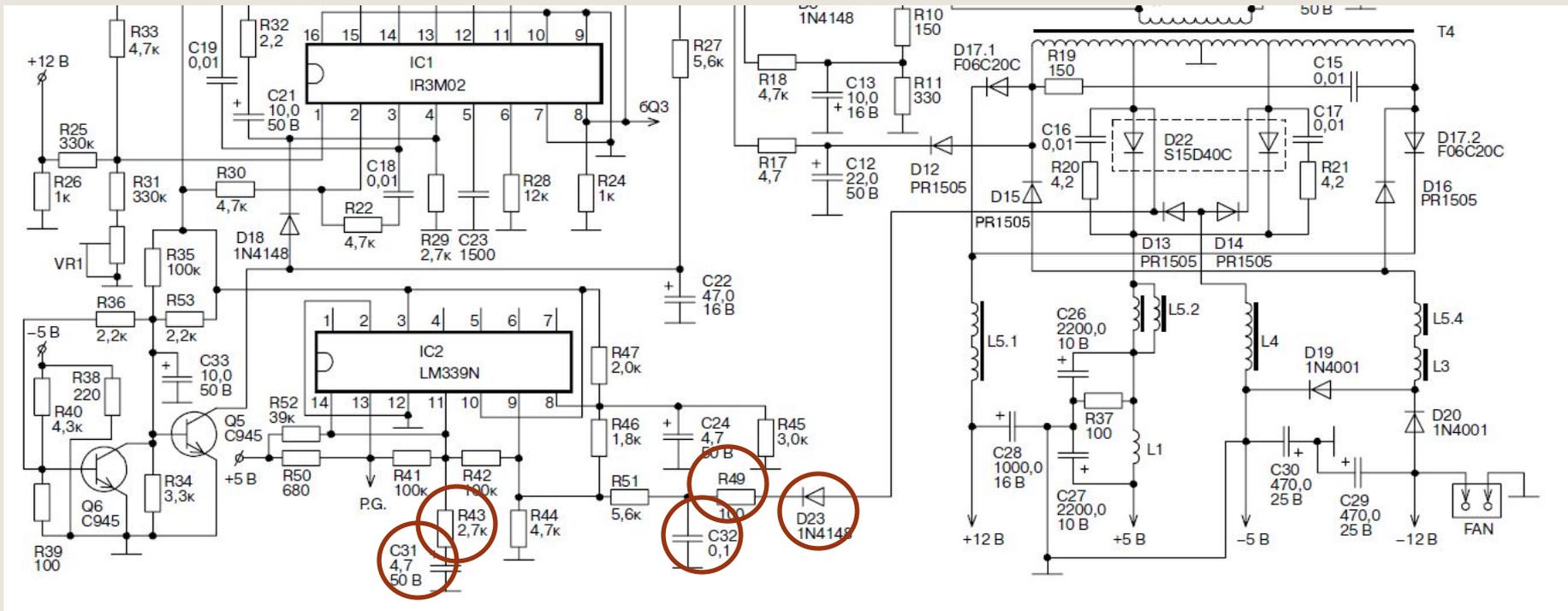
В процессе убывания зарядного тока конденсатора C22 уменьшается потенциал на выводе 4 микросхемы за счет уменьшения падения напряжения на резисторе R27, увеличивая соответственно длительность управляющих

# Цепи стабилизации и защиты

При колебаниях напряжения +25 В будет происходить разряд конденсатора С22 через резистор R29, уменьшая напряжение выводе 4 и регулируя тем самым длительность выходных импульсов. Цепь защиты ШИМ-формирователя от короткого замыкания выполнена на транзисторных каскадах Q5, Q6, подключенных к источнику минус 5 В. В состоянии нормального функционирования транзистор Q6 закрыт отрицательным напряжением от источника минус 5 В, через резистор R40, а Q5 — открыт. Конденсатор С22 разряжен через открытый транзистор Q5. Наличие короткого в канале –5 В приводит к отпиранию транзистора Q6 и запирающему транзистора Q5. При этом напряжение конденсатора С22 через диод D18 полностью прикладывается ко входу управления паузой (вывод 4 IC1). В этом случае сигналы управления транзисторами Q3, Q4 на выходах ШИМ-контроллера (вывод 8, 11) будут отсутствовать.



# Формирователь сигнала P.G.

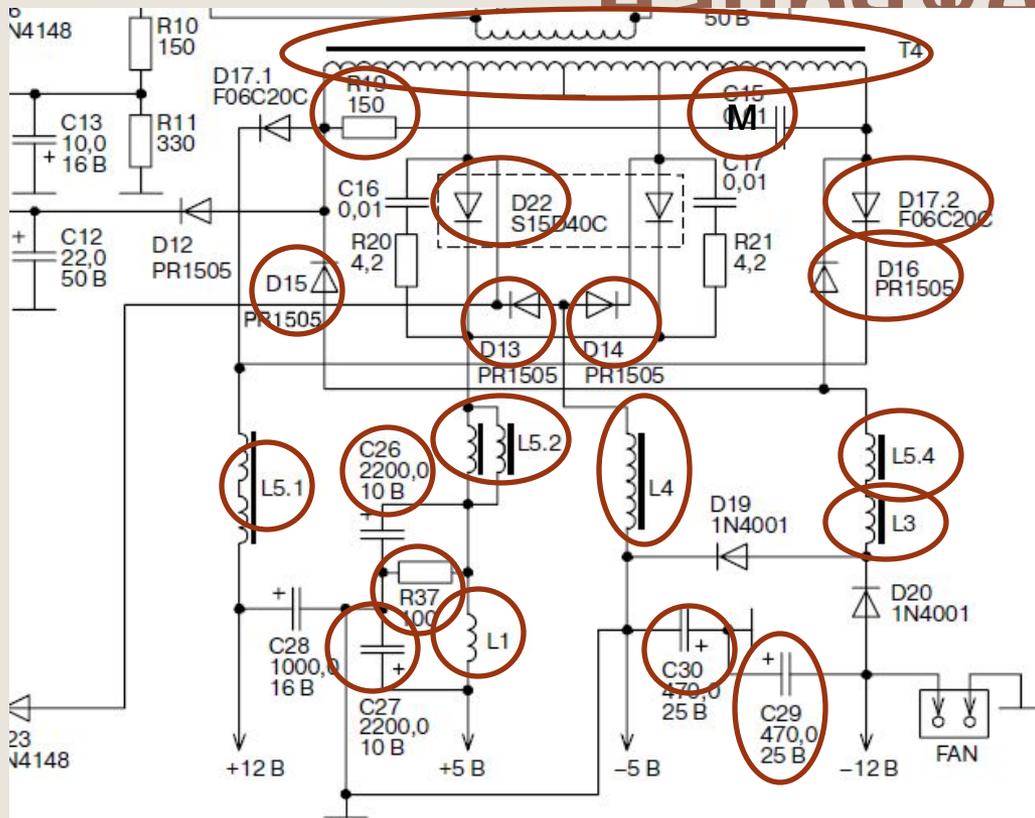


в единичное состояние, при этом через резистор R43 заряжается конденсатор C31. На неинвертирующий вход компаратора IC2.4 (вывод 11) поступает сумма напряжений:

Уэтал, источника +5 В. При нормальном функционировании источника питания на выходе компаратора IC2.4 (вывод 13) устанавливается единичный уровень.

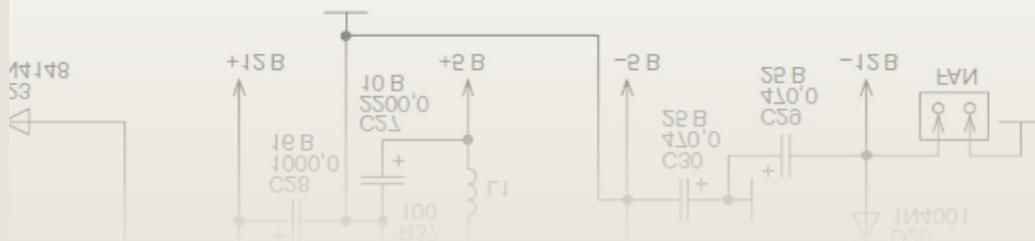
# Выпрямители импульсного

## напряжения

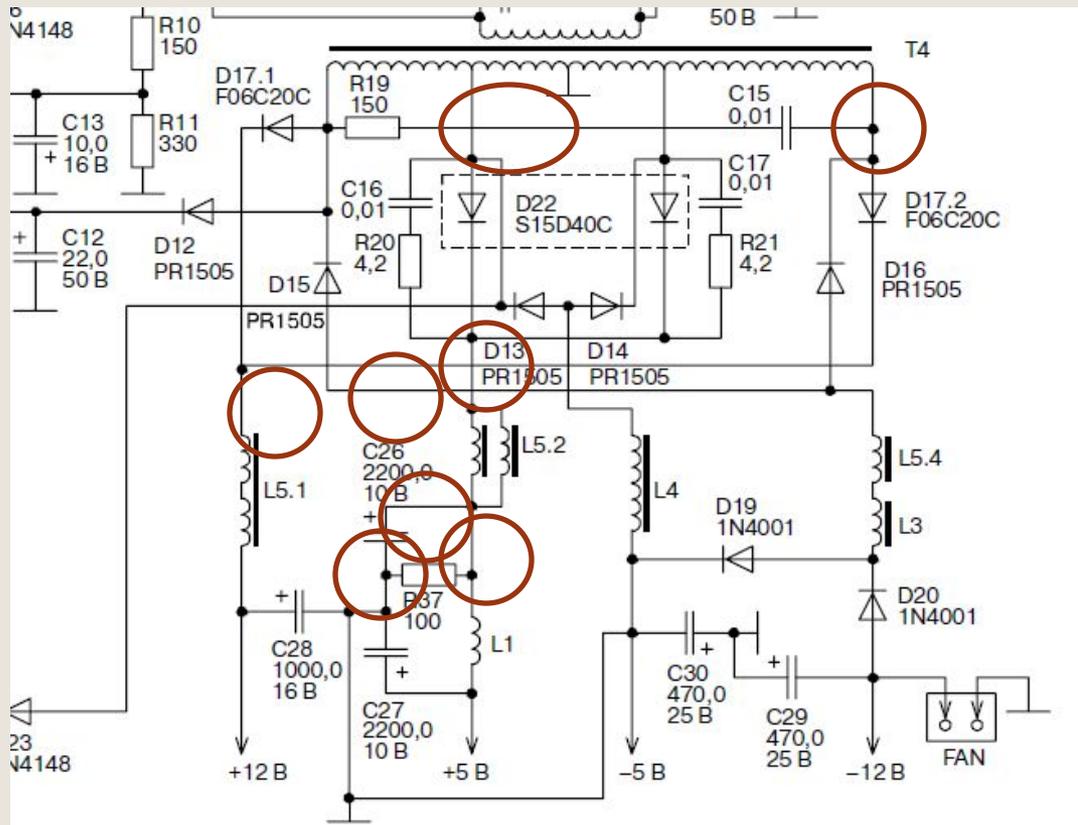


Источник питания минус 5 В образован диодами D13, D14, сглаживающим фильтром L5.3, L4, C30.

Для выпрямителя минус 12 В используются диоды D15, D16, D19, D20 со сглаживающим фильтром на L5.4, L3 и конденсаторе C29, в этом же канале включен вентилятор воздушного охлаждения. Снижение уровня помех, излучаемых импульсными выпрямителями в электрическую сеть, достигается включением резистивно-емкостного фильтра R19, C15 параллельно вторичным обмоткам трансформатора T4.



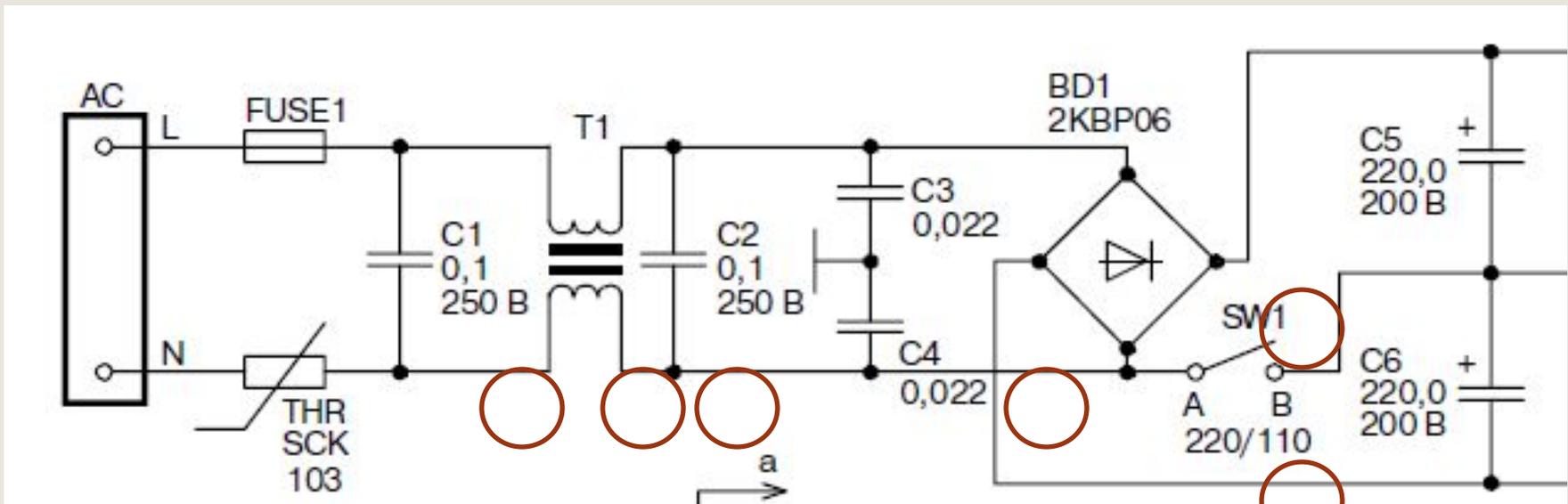
# Выпрямители импульсного напряжения



Выпрямители импульсного напряжения вторичных источников питания выполнены по двухполупериодной схеме выпрямления со средней точкой. Выпрямитель +5 В выполнен на диоде D22. Пульсации выходного напряжения сглаживаются фильтром на элементах L5.2, C26, L1, C27. Резистор R37 устраняет возможность значительного повышения напряжения на выходе выпрямителя при отключенной нагрузке. Напряжение +12 В образуется выпрямителем на диоде D17. Сглаживание пульсаций выпрямленного напряжения осуществляется Г-образным фильтром L5.1, L3, C28.



# Типовые неисправности



**Перегорает сетевой предохранитель F 5A.**

В этом случае необходимо проверить состояние выключателя SW1, исправность элементов заградительного фильтра и сетевого выпрямителя (T1, C1, C2, BD, C5, C6), проверить исправность транзисторов Q1, Q2.

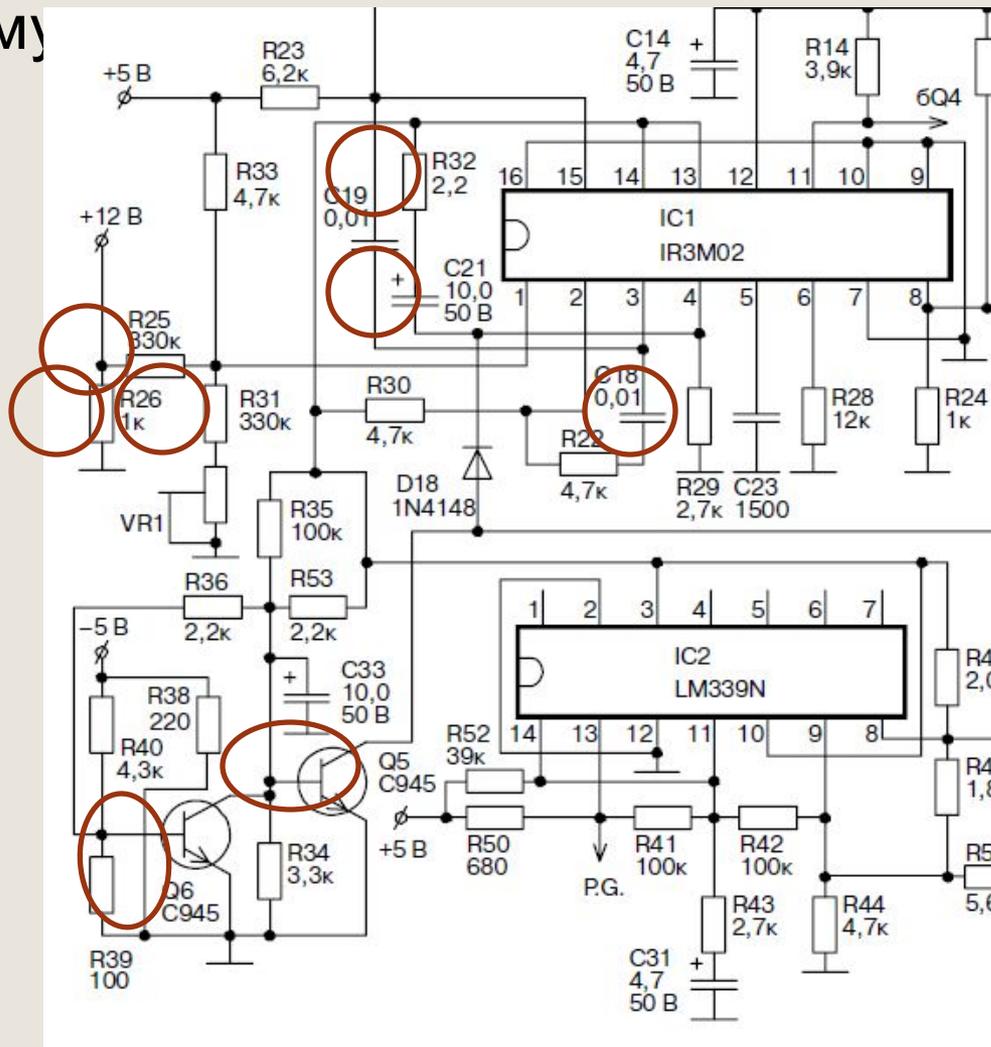
**Выходные напряжения модуля питания отсутствуют.**

Проверяется наличие напряжения + 310 В на последовательно соединенных конденсаторах С5, С6 и земляным проводом. При отсутствии измеряемого напряжения проверяется исправность элементов сетевого выпрямителя.

Далее проверяется напряжение питания микросхемы IC1 +25 В между выводом 12 и корпусом. В случае его отсутствия проверяется исправность транзисторов Q1, Q2, элементов тракта запускающих импульсов (IC1, Q3, Q4, D7, D8, D9, D10, D11, С11, R13, R14, R15, R28). При наличии напряжения питания +12 В проверяется исправность цепей защиты: Q5, Q6, D18, С33, R34...R36, R38...R40. В случае исправности перечисленных выше элементов заменить IC1.

# Выходные напряжения питания выше или ниже нормы.

Проверяется исправность цепи обратной связи резисторов R25, R26, R31, исправность цепи «медленного запуска» R32, C21, R29, Q5, Q6, в случае их исправности заменить микросхему





**Д/З            Найти            электрическую  
принципиальную    схему    Вашего блока  
питания, распечатать её и определить на  
ней основные функциональные узлы.**

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

**Отличной сдачи сессии и интересных  
праздников!!!**