

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПМ.3 ПРОВЕДЕНИЕ ДИАГНОСТИКИ И РЕМОНТА РАЗЛИЧНЫХ
ВИДОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ
Специальности

11.02.02. Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной
техники (по отраслям)

Базовая подготовка

Форма обучения: очная

Владивосток 2022

Перечень практических работ

№ п/п	Тема работы	Кол-во часов	Коды формируемых компетенций	
			ОК	ПК
МДК.03.01. Теоретические основы диагностики обнаружения отказов и дефектов различных видов радиоэлектронной техники				
1.	Работа с техническими инструкциями диагностического оборудования	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
2.	Подготовка диагностического оборудования, подключение, контроль работоспособности биполярных транзисторов по постоянному току	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
3.	Подготовка диагностического оборудования, подключение, контроль работоспособности биполярных транзисторов по переменному току	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
4.	Подготовка диагностического оборудования, подключение, контроль работоспособности полевых транзисторов по постоянному току	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
5.	Подготовка диагностического оборудования, подключение, контроль работоспособности полевых транзисторов по переменному току	3	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
6.	Подготовка диагностического оборудования, подключение, контроль работоспособности МОП, МДП - транзисторов	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
7.	Подготовка диагностического оборудования, подключение, контроль работоспособности аналоговых интегральных микросхем по постоянному току	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
8.	Подготовка диагностического оборудования, подключение, контроль работоспособности аналоговых интегральных микросхем по переменному току	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
9.	Подготовка диагностического оборудования, подключение, контроль работоспособности цифровых интегральных микросхем по постоянному току	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
10.	Подготовка диагностического оборудования, подключение, контроль работоспособности цифровых интегральных микросхем в импульсном режиме	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
11.	Подготовка диагностического оборудования, подключение, контроль работоспособности выпрямительных диодов и стабилитронов	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
12.	Подготовка диагностического оборудования, подключение, контроль работоспособности варикапов и варикапных матриц	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
13.	Подготовка диагностического оборудования, подключение, контроль работоспособности резисторов постоянного сопротивления	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
14.	Подготовка диагностического оборудования, подключение, контроль работоспособности резисторов переменного сопротивления	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3

15.	Подготовка диагностического оборудования, подключение, контроль работоспособности конденсаторов постоянной емкости	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
16.	Подготовка диагностического оборудования, подключение, контроль работоспособности конденсаторов переменной емкости	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
17.	Подготовка диагностического оборудования, подключение, контроль работоспособности трансформаторов и дросселей	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
18.	Подготовка диагностического оборудования, подключение, контроль работоспособности SMD - компонентов	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
МДК.03.02. Теоретические основы ремонта различных видов радиоэлектронной техники				
19.	Техника безопасности. Технические характеристики, конструкция, органы управления, разборка, сборка CD проигрывателей	3	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
20.	Методика ремонта блока питания	2	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
21.	Методика ремонта цепей привода двигателя загрузки и выгрузки	2	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
22.	Методика ремонта привода двигателя диска	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
23.	Методика ремонта оптического преобразователя	2	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
24.	Методика ремонта высокочастотных сигнальных цепей	2	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
25.	Методика ремонта системы дистанционного управления	2	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
26.	Работа с принципиальной схемой типового проигрывателя DVD	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
27.	Составление алгоритма поиска места отказа в проигрывателе DVD	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
28.	Работа с принципиальной схемой типовой видеокамеры	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
29.	Работа с принципиальной схемой системы управления и индикации	4	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
30.	Изучение принципиальной схемы декодера цветности системы SECAM	2	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
31.	Изучение принципиальной схемы декодера цветности системы NTSC	2	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
32.	Изучение принципиальной схемы декодера цветности системы PAL	2	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
33.	Изучение структурной схемы системы цифрового телевидения ATSC	2	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
34.	Изучение структурной схемы системы цифрового телевидения DVB	2	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
35.	Изучение структурной схемы системы цифрового телевидения ISDB	2	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
36.	Методика диагностики и ремонта ЖК ТВ (радиоканал)	2	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3

37.	Методика диагностики и ремонта ЖК ТВ (интерфейс ЖК панели)	2	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3
38.	Методика диагностики и ремонта ЖК ТВ (источник питания)	2	ОК 1 - 9	ПК. 3.1 - ПК.3.3

Результатом освоения учебной дисциплины является овладение обучающимися профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

Код	Наименование результата обучения
ПК.3.1	Проводить обслуживание аналоговых и цифровых устройств и блоков радиоэлектронной техники
ПК.3.2	Использовать алгоритмы диагностирования аналоговых и цифровых устройств и блоков радиоэлектронной техники
ПК.3.3	Производить ремонт радиоэлектронного оборудования
ОК 1	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество
ОК 3	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность
ОК 4	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности
ОК 6	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями
ОК 7	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий
ОК 8	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации
ОК 9	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности

Практическое занятие №19 Техника безопасности, пожарная безопасность в учебной мастерской. Организация рабочего места. Инструмент радиотехника.

Общие требования безопасности

- 1.1. К выполнению электромонтажных работ под руководством мастера производственного обучения (преподавателя) допускаются обучающиеся, прошедшие инструктаж по охране труда, медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья.
- 1.2. Обучающиеся должны соблюдать правила поведения, расписание учебных занятий, установленные режимы труда и отдыха.
- 1.3. При выполнении электромонтажных работ возможно воздействие на работающих следующих опасных и вредных производственных факторов:
 - поражение электрическим током при прикосновении к оголенным проводам и при работе с приборами, находящимися под напряжением;
 - травмирование рук при использовании неисправного инструмента;
 - пайка деталей, проводов с использованием оловянно-свинцовых припоев.
- 1.4. При выполнении электромонтажных работ должна использоваться следующая спецодежда и индивидуальные средства защиты: халат хлопчатобумажный, берет, диэлектрические перчатки, диэлектрический коврик, указатель напряжения и инструмент с изолированными ручками.
- 1.5. В помещении для выполнения электромонтажных работ должна быть мед. аптечка с набором необходимых медикаментов и перевязочных средств.
- 1.6. Обучающиеся обязаны соблюдать правила пожарной безопасности, знать места расположения первичных средств пожаротушения. В помещении для выполнения электромонтажных работ должен быть огнетушитель.
- 1.7. При несчастном случае пострадавший или очевидец несчастного случая обязан немедленно сообщить мастеру производственного обучения (преподавателю), который сообщает об этом администрации учреждения. При неисправности оборудования, инструмента прекратить работу и сообщить об этом мастеру производственного обучения (преподавателю).
- 1.8. В процессе работы соблюдать правила ношения спецодежды, пользования индивидуальными и коллективными средствами защиты, соблюдать правила личной гигиены, содержать в чистоте рабочее место.
- 1.9. Обучающиеся, допустившие невыполнение или нарушение Инструкции по охране труда, привлекаются к ответственности, и со всеми обучающимися проводится внеплановый инструктаж по охране труда.

2. Требования безопасности перед началом работы

- 2.1. Надеть спецодежду, волосы тщательно заправить под берет.
- 2.2. Проверить состояние и исправность оборудования и инструмента.
- 2.3. Подготовить необходимые для работы материалы, приспособления и разложить на свои места, убрать с рабочего стола все лишнее.
- 2.4. Подготовить к работе средства индивидуальной защиты, убедиться в их исправности.
- 2.5. При пайке деталей и проводов с использованием оловянно-свинцовых припоев включить вытяжную вентиляцию.

3. Требования безопасности во время работы

- 3.1. Запрещается подавать на рабочие столы учащихся напряжение выше 42В переменного и 110 В постоянного тока.
- 3.2. Собирать электрические схемы, производить в них переключения необходимо только при отсутствии напряжения. Источник тока подключать в последнюю очередь.
- 3.3. Электрические схемы собирать так, чтобы провода не перекрещивались, не были натянуты и не скручивались петлями.
- 3.4. При пайке использовать в качестве флюса только канифоль, кислотой пользоваться запрещается.

3.5. Собранную электрическую схему включать под напряжение только после проверки ее мастером производственного обучения (преподавателям).

3.6. При работе с электрическими приборами и машинами следить, чтобы руки, одежда и волосы не касались вращающихся деталей машин и оголенных проводов.

3.7. Не проверять наличие напряжения прикосновением пальцев, использовать для этого указатель напряжения.

3.8. Не оставлять без надзора не выключенные электрические устройства.

3.9. Строго выполнять инструкцию по охране труда при электропаянии.

4. Требования безопасности в аварийных ситуациях

4.1. При обнаружении повреждений электропроводки, неисправности оборудования, приборов немедленно отключить питание и сообщить об этом мастеру производственного обучения (преподавателю).

4.2. При загорании электрооборудования немедленно выключить рубильник и приступить к тушению очага возгорания углекислотным, порошковым огнетушителем или песком.

4.3. При получении травмы оказать первую помощь пострадавшему, при необходимости отправить его в ближайшее лечебное учреждение и сообщить об этом администрации учреждения.

5. Требования безопасности по окончании работы

5.1. Отключить электрическую схему от источника тока.

5.2. Привести в порядок рабочее место, сдать на хранение оборудование и инструмент.

5.3. Провести влажную уборку помещения и выключить вытяжную вентиляцию.

5.4. Снять спецодежду и тщательно вымыть руки с мылом.

Требования безопасности перед началом работы

1. Надеть спецодежду, волосы тщательно заправить под берет.

2. Проверить состояние и исправность оборудования и инструмента.

3. Подготовить необходимые для работы материалы, приспособления и разложить на свои места, убрать с рабочего стола все лишнее.

4. Подготовить к работе средства индивидуальной защиты, убедиться в их исправности.

5. При пайке деталей и проводов с использованием оловянно-свинцовых припоев включить вытяжную вентиляцию.

Оборудование рабочего места.

На рабочем месте размещается оборудование для обслуживания и ремонта радиоэлектронной техники:

Плоскогубцы

В комплект монтажного инструмента обычно входит пара плоскогубцев. Одни длиной 150-170 мм имеют насечку на губках и служат для вытягивания толстых одножильных проводов, поджатия различных крепежных скобок. Другие длиной 100-120 мм имеют более тонкие и узкие губки длиной 40-50 мм без насечки, чтобы при сгибании изоляционного провода не портить его поверхность, а при укладке изолированного не повредить изоляцию.

Кусачки

Для монтажных работ наиболее удобны боковые кусачки – бокорезы, которыми можно откусывать лишние концы проводов внутри прибора. Режущие губки таких кусачек должны быть острыми и плотно сходиться. Боковыми кусачками можно резать провода диаметром 2 мм. Провода большого диаметра режут менее удобными торцовыми кусачками, режущие губки которых расположены под прямым углом к плоскости рукояток. Иногда ими трудно подобраться к откусываемому проводу, но они более прочны. Боковые и торцовые кусачки выбирают обычно одной длины – не более 150 мм. Для монтажных работ с толстыми проводами полезно иметь торцовые кусачки длиной 200 мм.

Пинцеты

Обычно используют хирургические пинцеты длиной не более 130-140 мм и часовые. Пинцет должен хорошо пружинить. Часовой пинцет имеет острые сходящиеся концы и

применяется при работе с проволокой диаметром 0,03-0,08 мм (заделка концов обмотки потенциометров, контурных катушек). Для заводки, выгибания и закрепления концов проводов на деталях, поддержки провода по пайке используют более прочный, имеющий насечки на губках, хирургический пинцет.

Паяльник

Электрические паяльники непрерывного действия обеспечивают интенсивный подвод тепла к месту пайки. Необходимо работать электропаяльниками, рассчитанными на питание переменным током от понижающего трансформатора напряжением 12—42В, так как при работе электропаяльниками с питанием от сети 127 или 220В в случае пробоя изоляции между нагревателем и стержнем можно оказаться под воздействием напряжения, опасного для жизни. Стержень выполняют из меди. Рабочая часть его должна быть зашпильена с двух сторон под углом 30—40°, а затылочная часть — под углом 75—80°. Такая форма рабочей части паяльника обеспечивает хорошее стекание припоя в месте спая.

На рабочем месте размещаются расходные материалы используемые при ремонте радиоэлектронной техники:

Припой

Припой должен обладать следующими качествами: хорошо растворять основной металл, смачивать его, иметь хорошую жидкотекучесть и достаточную механическую прочность. Температура плавления припоя должна быть ниже температуры плавления основного металла.

В качестве припоев используют цветные металлы и их сплавы, которые в зависимости от температуры плавления подразделяются на низкотемпературные (мягкие) с температурой плавления до 350С и высокотемпературные (твердые) с температурой плавления 350...1850С.

В соответствии с ГОСТ 21 930-76 и ГОСТ 21 931-76 припои характеризуются температурой начала и конца плавления.

При монтажной пайке применяют оловянно-свинцовые припои.

Припоями называют цветные металлы и сплавы, которые предназначены для создания неразъемных соединений металлических частей путем пайки. В расплавленном состоянии припои смачивают поверхность металлов, проникают в зазоры между соединяемыми деталями и после затвердения дают прочное соединение. Для пайки монтажных соединений в радиоэлектронной аппаратуре широко применяют припои марок ПОС-30, ПОС-40, ПОС-61, ПОСК.-50-18.

Флюсы

Для успешного осуществления пайки и получения качественного соединения применяются активные вещества – флюсы. По своему состоянию флюсы могут быть твердыми (канифоль чистая), мягкими (различные посты на основе канифоли) и жидкими (составы кислот или спиртовые флюсы на основе разведенной канифоли).

Флюсы должны обеспечивать своевременное и полное растворение оксидов основного металла, равномерное покрытие поверхности металла у места пайки и предохранение его от окисления в продолжение всего процесса пайки.

При электронной пайке РЭА в основном применяют флюс ФКСп (30...40%-й раствор канифоли на этиловом спирте).

Часто применяемые приборы для проведения работ по диагностике и ремонту радиоэлектронной аппаратуры их основные параметры приведены в таблице 1:

Таблица 1 - Технические характеристики измерительных приборов

Технические характеристики цифрового мультиметра Mastech MY68	
Количество измерений в сек.	2-3
Разрядность	3¾ (3260)
Постоянное напряжение U=	326мВ (± 0,5%)
	3,26В / 32,6В / 326В (± 0,3%)
	1000В (± 0,5%)
Переменное напряжение U~	3,26В / 32,6В / 326В / 700В (± 0,8%)
Переменный ток I~**	0,326мА / 3,26мА / 32,6мА / 326мА (± 1,5%)
	10А (± 3,0%)
Постоянный ток I=**	0,326мА / 3,26мА / 32,6мА / 326мА (± 1,2%)
	10А (± 2,0%)
Сопротивление R	326Ом / 3,26кОм / 32,6кОм / 326кОм / 3,26МОм
	32,6МОм (± 1,2%)
Входное сопротивление R	10 МОм
Ёмкость C	326нФ / 326мкФ(± 3,0%)
Память «HOLD»	есть
Частота F	32,6кГц (± 1,2%)
	150кГц (± 2,5%)
Коэффициент усиления Транзисторов	до 1000
Режим «прозвонка»	<50 Ом
Диод-тест	есть
Питание	9В (типа NEDA 1694, Крона ВЦ)
Габариты, мм	91 × 189 × 31,5
Вес, грамм (с батареей)	310
Сервис	Индикация разряда батарейки
	Индикация перегрузки «1».
Технические характеристики осциллографа GOS-7630FC	
КАНАЛ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОТКЛОНЕНИЯ	
Полоса пропускания	0 ... 30МГц (-3дБ) (0 ... 7МГц при усилении x5)
Коэффициент отклонения	5мВ/дел ... 5В/дел (шаг 1-2-5), усиление x5
Погрешность установки	±3% (±5% при 1 мВ/дел, 2 мВ/дел)
Регулировка	Плавное перекрытие в 2,5 раза
Время нарастания	≤ 11,7нс (≤ 50нс при 1 мВ/дел, 2 мВ/дел)
Входной импеданс	1МОм/25пФ
Максимальное входное напряжение	300В (DC+АСпик., до 1кГц)
Режимы работы	Канал 1, канал 2, каналы 1+2, каналы 1 и 2 прерывисто или поочередно
Выход канала 1	≥ 20мВ/дел на 50Ом, частота 50 Гц ~ 5 МГц
КАНАЛ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ОТКЛОНЕНИЯ	
Коэффициент развертки	0,2мкс/дел ... 0,5с/дел (шаг 1-2-5), растяжка x10
Погрешность установки	±3% (±5% при растяжке x10)
Регулировка	Плавное перекрытие в 2,5 раза
СИНХРОНИЗАЦИЯ	

Источники синхронизации	Автовыбор, канал 1, канал 2, сеть, внешний
Режимы запуска развертки	Автоколебательный, ждущий, ТВ (кадр, строка)
Уровень внешней синхронизации	До 300 В (DC+АСпик., до 1 кГц)
Вход внешней синхронизации	1 МОм / 30 пФ
X-Y ВХОД	
Полоса пропускания	0 ... 500 кГц (-3 дБ)
Коэффициент отклонения	5 мВ/дел...5 В/дел ($\pm 4\%$)
Разность фаз X-Y	$\leq 3^\circ$ в диапазоне 0 ... 50 кГц
Z-ВХОД	
Частотный диапазон	0 ... 2 МГц
Чувствительность	≥ 5 В (макс. до 30 В DC+АСпик., до 1 кГц)
Входное сопротивление	47 кОм
ЭЛТ	
Размер экрана	8 x 10 дел. (1 дел. = 10 мм)
Напряжение ускорения	2 кВ
ЖК-ИНДИКАТОР	
Функции	Отображение коэффициента развертки, коэф. отклонения, X-Y режим, частоты входного сигнала (5 разрядов)
Подсветка	оранжевая
ЧАСТОТОМЕР	
Диапазон	50 Гц ... 30 МГц
Число разрядов	5
Погрешность измерения	$\pm 0,05\%$: 50 Гц – 1 кГц, $\pm 0,02\%$: 1 кГц – 30 МГц
Чувствительность	> 2 делений по горизонтальной оси
ОБЩИЕ ДАННЫЕ	
Напряжение питания	115 В / 230 В $\pm 15\%$, 50 / 60 Гц

МДК.03.01. Теоретические основы диагностики обнаружения отказов и дефектов различных видов радиоэлектронной техники

Краткая теоретическая основа

Описание основных методов ремонта

Неисправности возникающие в бытовой радиотехнике при эксплуатации, хранении и транспортировке могут быть вызваны различными факторами. В первую очередь их можно разделить на механические и электрические. Механические неисправности связаны с поломкой или повреждением элементов различных схем привода устройства загрузки носителей аудиоинформации и т.п. Электрические вызываются выходом из строя или нарушением режимов тех или иных элементов электрической принципиальной схемы, а также дефектами монтажа. Неисправность приводит к нарушению работы радиоаппаратуры. Такие нарушения работоспособности принято называть отказом. Конструкция влияет на отказ в следствии нарушения установленных норм, правил конструирования радиоаппаратуры. Производственным отказом называется нарушение технологического процесса при изготовлении или ремонте. Эксплуатационный – в результате нарушения установленных правил или условий эксплуатации. Для обнаружения явных отказов не требуется измерительных приборов они проявляются сразу. Скрытые дефекты не имеют внешних признаков и их можно обнаружить только с помощью соответствующих измерений. Характерным свойством внезапных отказов является скачкообразное изменение одного или нескольких параметров. При постепенных отказах их значение изменяется постепенно. Если отказ того или иного элемента аппаратуры вызван отказом другого ее элемента – это зависимый отказ. При отсутствии такой связи отказы считаются независимыми. Сбоями называются само устраняемые отказы приводящие к кратковременному нарушению работоспособности аппаратуры. Передающиеся представляют собой многократно возникающий сбой одного и того же характера. Практика показывает что найти причину не исправности в современной бытовой радиоэлектронной аппаратуре бывает значительно сложнее чем устранить ее. Знание наиболее распространенных практических способов поиска местонахождения отказов позволит вести ремонт с наименьшими затратами времени и средств.

При ремонте необходимо использовать следующие методы:

- метод анализа монтажа - этот метод позволяет, используя органы чувств человека (зрение, слух, осязание, обоняние), отыскать место нахождения дефекта со следующими признаками: сгоревший радиоэлемент, некачественная пайка, трещина в печатном проводнике, дым, искрение и т.д.; разнообразные звуковые эффекты (писк, "цыкание" и т.д.), источником которых является импульсный трансформатор ИБП; перегрев радиоэлементов; запах сгоревших радиоэлементов;
- метод измерений основан на использовании измерительных приборов при поиске дефектов: вольтметра, омметра, осциллографа; при периодическом срабатывании защиты, например, предпочтительнее начинать с анализа измеренных высокоомным вольтметром напряжений на выводах транзисторов, это вызвано тем, что при проверке неисправного транзистора омметром, периодический обрыв его вывода может быть временно устранен, однако такое восстановление работоспособности схемы ненадежно и в дальнейшем "потерянный" дефект обязательно проявится;
- метод замены основан на замене сомнительного радиоэлемента на заведомо исправный;
- метод исключения основан на временном отсоединении (при возможной утечке или пробое) или перемыкании выводов (при возможном обрыве) сомнительных элементов, при поиске дефекта следует широко использовать как "прозвонку" цепей нагрузки, так и отсоединение подозрительных цепей;
- метод воздействия основан на анализе реакции схемы на различные манипуляции, производимые техником: изменение положений движков установочных переменных

резисторов (если они имеются), переключение выводов транзисторов в цепях постоянного тока (эмиттер с базой, эмиттер с коллектором), изменение напряжения питающей сети (с контролем по осциллографу работы схемы кадровой развертки), поднесение жала горячего паяльника к корпусу сомнительного радиоэлемента и т.п. манипуляции;

- метод электропрогона позволяет отыскать периодически повторяющиеся дефекты и проверить качество произведенного ремонта (в последнем случае прогон должен составлять не менее 4 часов);

- метод простука позволяет выявить дефекты монтажа на включенном телевизоре путем покачивания элементов, подергивания за проводники, постукивания по шасси резиновым молоточком и др.;

- метод эквивалентов основан на временном отсоединении части схемы и замене ее совокупностью элементов, оказывающих на нее такое же воздействие; подобными участками схемы могут быть генераторы импульсов, вспомогательные источники постоянного напряжения, эквиваленты нагрузок; при этом любые конкретные характеристики блока, полученные из документации на него, либо считанные с его корпуса, могут и должны быть использованы при его ремонте; при устранении неисправности техник должен не только применять эти методы в чистом виде, но и комбинировать их.

Если правильно выбран метод ремонта, то ремонт будет произведен быстро и качественно.

Составление типового алгоритма поиска неисправностей. Процесс поиска неисправностей представляет собой совокупность элементарных проверок, т.е. физических экспериментов над ремонтируемым устройством, определяемых значением воздействия, которое подается на устройство, а также его реакцией на это воздействие. Процесс поиска неисправности требует глубокого анализа результатов измерений многократного сравнения этих результатов. При отыскании неисправности в РЭТ можно использовать типовую технологическую схему контроля и поиска неисправностей, приведенную на рисунке 1.

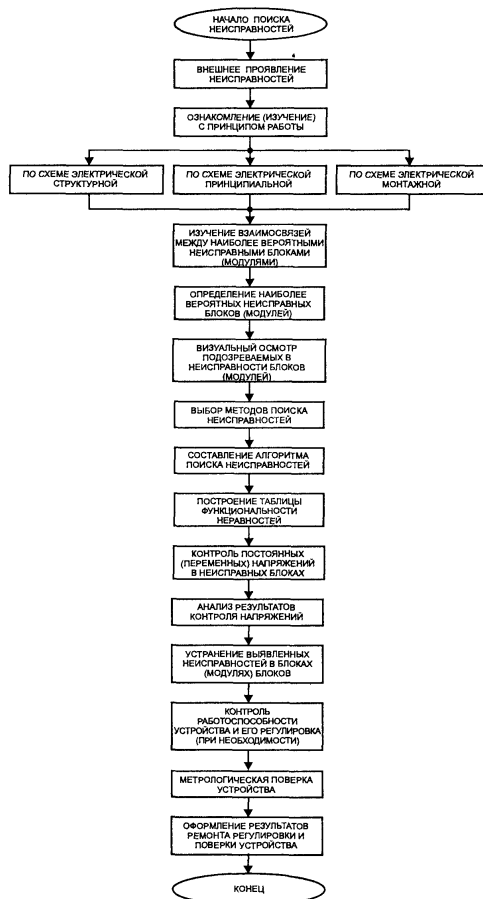


Рисунок 1 – Технологическая схема контроля и поиска неисправностей в РЭТ

Практическое занятие №1-18

Тема занятия: Работа с техническими инструкциями диагностического оборудования. Подготовка диагностического оборудования, подключение, контроль работоспособности радиоэлементов, узлов и блоков РЭТ.

Цель занятия: Научиться работать с техническими инструкциями диагностического оборудования. Подготавливать диагностическое оборудование, подключение, контроль работоспособности радиоэлементов, узлов и блоков РЭТ.

Неисправности активных и пассивных электрорадиоэлементов

В большинстве случаев неисправности бытовой аудиовизуальной техники возникают по причине выхода из строя активных и пассивных электрорадиоэлементов. К активным ЭРЭ относятся интегральные микросхемы, транзисторы, тиристоры, стабилитроны и т.д. К пассивным относятся резисторы, конденсаторы, трансформаторы, дроссели и другие элементы.

При проведении ремонтных работ необходимо уметь проводить контроль работоспособности активных и пассивных ЭРЭ как вне блоков (модулей), так и в их составе, т.е. без выпаивания их из плат, а также уметь определять неисправности конкретных ЭРЭ.

Транзисторы

В большинстве случаев транзисторы используются в аналоговых электронных устройствах, таких, как усилители, генераторы, стабилизаторы напряжения и тока, амплитудные ограничители и многие другие. Работоспособность биполярных транзисторов можно проверить при помощи омметра путем измерения сопротивлений переходов между базой и эмиттером, базой и коллектором в обоих направлениях. Значения сопротивлений по принципу «низкое»/«высокое» показаны на рис. 2.

Необходимо отметить, что имеют место случаи, когда короткозамкнут участок цепи коллектор-эмиттер несмотря на то, что оба перехода транзистора целы. Поэтому вначале нужно проверить, нет ли короткого замыкания в цепи коллектор-эмиттер.

Транзистор с периодическим обрывом перехода может оказаться временно работоспособным при его проверке с помощью омметра. В связи с этим более достоверным является контроль его режимов работы по постоянному току в различных схемах включения (рис.3).

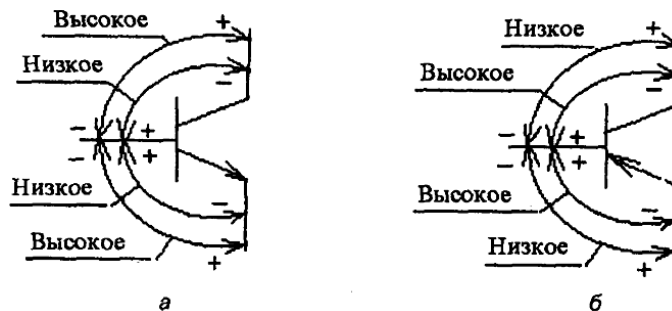


Рис. 2. Измерение сопротивлений переходов в п-р-п (а) и р-п-р (б) транзисторах

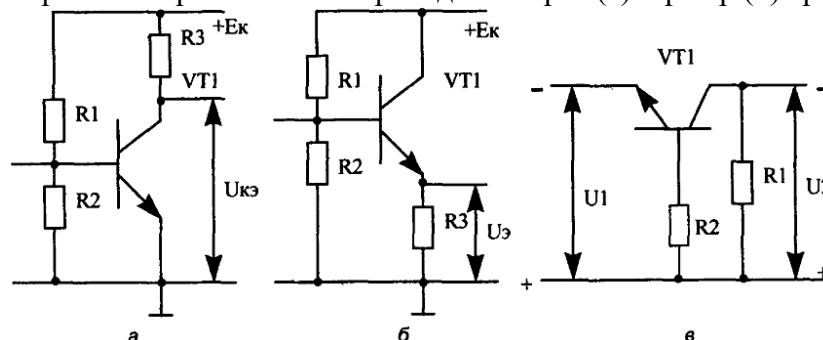


Рис. 3. Схемы включения транзисторов по постоянному току:
а – схема с ОЭ; б – схема с ОК; в – схема с ОБ

Неисправности транзисторов, включенных по схеме с общим эмиттером (ОЭ):

1. $U_{КЭ} = 0$ – короткое замыкание между коллектором и эмиттером или транзистор находится в насыщении из-за неисправных ЭРЭ либо скрытых дефектов монтажа (СДМ) схемы.

Режим насыщения переходов транзистора легко устранить, если закоротить его базовый вывод на общий провод. При этом у работоспособного транзистора указанное напряжение станет близким к E_K из-за того, что переходы «база-эмиттер» и «база-коллектор» закрываются и транзистор стягивается (существует такой термин) в «точку». Если этого не происходит, то транзистор неисправен и подлежит замене на работоспособный.

2. $U_{КЭ} = E_K$ – обрыв одного из переходов транзистора или транзистор находится в режиме отсечки из-за неисправных ЭРЭ, запирающего напряжения либо СДМ.

При этом в первую очередь необходимо проверить напряжение между базой и эмиттером, которое должно быть примерно таким: $U_{БЭ} \approx + (0,6...0,7) В$ – для транзистора п-р-п;

$U_{БЭ} \approx - (0,6...0,7) В$ – для транзистора р-п-р.

Если напряжение $U_{БЭ}$ значительно отличается от указанного, то необходимо более тщательно проверить ЭРЭ и цепи, откуда поступает запирающее напряжение на базу транзистора.

Неисправности транзисторов, включенных по схеме с общим коллектором (ОК):

1. $U_Э = 0$ – обрыв одного из переходов или транзистор заперт.

2. $U_Э = E_K$ – транзистор «пробит» или находится в режиме насыщения. Режим насыщения определяется и устраняется так же, как в схеме с ОЭ.

Неисправности транзисторов, включенных по схеме с общей базой (ОБ):

1. $U_2 = 0$ – обрыв одного из переходов транзистора или транзистор заперт.

2. $U_2 = U_1$ – транзистор «пробит» или находится в режиме насыщения. Режим насыщения определяется и устраняется так же, как и в схемах с ОЭ и ОК путем «закорачивания» базового вывода транзистора на общий провод.

При проведении ремонта РИП необходимо знать, как влияют те или иные элементы схемы на значения напряжений на выводах транзистора. Для примера рассмотрим схему резистивного усилителя (рис. 4).

Симптом 1: пониженное напряжение на коллекторе транзистора VT1.

Причины: уменьшение напряжения питания E_K , «пробой» транзистора VT1, повышенные токи утечки конденсаторов C1, C2, C3, обрыв в резисторах R2, R3.

Симптом 2: повышенное напряжение на коллекторе транзистора VT1.

Причины: обрыв одного из переходов транзистора VT1, обрыв резисторов R1, R4. Проверить режим насыщения транзистора можно путем параллельного подключения к резистору

R1 дополнительного резистора близкого номинала. При этом напряжение на коллекторе транзистора должно уменьшиться.

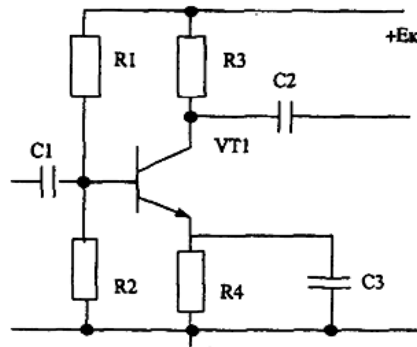


Рис. 4. Схема включения транзистора в усилительном каскаде

Микросхемы

В бытовой аудиовизуальной технике широко применяются как аналоговые, так и цифровые интегральные микросхемы. Их использование повышает надежность приборов, уменьшает число электрорадиоэлементов, следовательно, упрощает их ремонт. Однако при эксплуатации аудиовизуальной техники микросхемы достаточно часто выходят из строя.

Вывод о том, что микросхема неисправна, можно сделать лишь после проверки всех ЭРЭ, подключенных к ней. Вначале контролируют режим работы микросхемы по постоянному току с использованием эталонных данных, приводимых на принципиальных схемах или в сервисных инструкциях на конкретную модель аудиовизуальной техники. Пониженное напряжение на одном из выводов микросхемы может быть из-за наличия утечки подключенного к этой точке конденсатора, который при проверке можно отключить. После этого при помощи осциллографа контролируют правильность прохождения сигнала.

Для цифровых микросхем напряжения на выводах имеют два возможных уровня: низкий (логический 0), например, для серий ТТЛ и ТТЛШ не более +0,4 В и высокий (логическая 1) – не менее +2,4 В для указанных серий. Если подозрительной является простая по структуре микросхема – логический элемент, триггер и т.п., то можно смоделировать ее режим работы согласно таблице состояний (истинности). Отклонения в работе такой микросхемы от значений, приведенных в этой таблице, говорит о неисправности микросхемы.

Сформировать сигнал логического нуля на любом из входов микросхемы можно, соединив

этот вывод с общим проводом. Сигнал логической единицы получается, если подключить

вывод через ограничительный резистор к проводу питания.

Более информативна проверка работоспособности микросхемы в динамическом режиме. При этом с помощью осциллографа контролируется прохождение сигналов, сформированных и подведенных на ее входы.

При проверке микросхемы необходимо убедиться, что ее выход не шунтируется последующим каскадом, например, входом другой микросхемы. Для этого обычно аккуратно перерезают печатную дорожку, а после проведения необходимых проверок аккуратно пропаивают ее, восстанавливая контакт.

Тиристоры

В случае, если тиристор не подключен к схеме, сопротивление между любой парой его электродов (анодом, катодом, управляющим электродом) должно быть велико независимо от полярности омметра, за исключением сопротивления участка «управляющий электрод-катод», имеющего низкую величину при положительном потенциале управляющего электрода.

Для контроля работоспособности тиристора можно рекомендовать устройство, выполненное по схеме, приведенной на рис. 5.

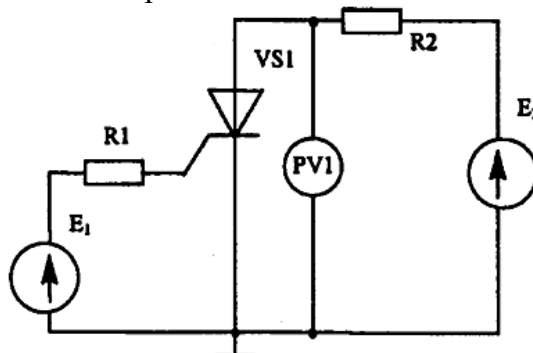


Рис. 5. Схема контроля работоспособности тиристора

Значение сопротивления R_2 должно удовлетворять требованиям, $I_{уд} < E_2 / R_2 < I_{max}$ где E_2 – напряжение, меньшее напряжения переключения тиристора ($U_{пер}$); $I_{уд}$ – ток удержания при $E_{узк} = 0$ В, I_{max} – установленный прямой ток.

Контроль работоспособности тиристора проводится в следующей последовательности.

1. Установить напряжение $E_{уз} = 0$ В до подключения источника E_2 .
2. Подключить источник E_2 к тиристор.
3. Проконтролировать напряжение $U_{ак}$, значение которого должно быть близко к напряжению источника E_2 .
4. Плавно увеличивать напряжение $E_{уз}$ и контролировать показания вольтметра PV1. Когда тиристор включится, вольтметр должен показать значение, близко к нулю, т.е. $U_{ак} \approx 0$ В.
5. Плавно уменьшать напряжение $E_{уз}$ до нуля, напряжение между анодом и катодом тиристора останется неизменным, т.е. $U_{ак} \approx 0$ В.
6. Восстановить первоначальное значение напряжения источника питания E_2 . Если $E_{уз} = 0$ В, то напряжение $U_{ак}$ должно быть высоким.
7. Для проверки напряжения переключения тиристора $U_{пер}$ следует соединить управляющий электрод с катодом и плавно повышать напряжение источника E_2 , до тех пор, пока напряжение $U_{ак}$ не станет низким. Значение напряжения источника E_2 , при котором напряжение $U_{ак}$ становится низким, равно напряжению переключения тиристора $U_{пер}$.
8. Для проверки обратного напряжения $U_{обр}$ следует изменить полярность источника E_2 , установить значение сопротивления резистора R_2 в 10 раз больше, чем ранее (для ограничения значения обратного тока) и повторить испытание тиристора.

Диоды

Диоды в радиоэлектронных устройствах используются для выпрямления (детектирования) напряжения, защиты транзисторов (микросхем) от перегрузок по входу, коммутаций напряжений, преобразования частоты. Работоспособность диода можно проверить при помощи омметра, соединив положительный щуп с анодом, а отрицательный – с катодом диода, что соответствует прямому включению. Сопротивление диода при этом мало (десятки Ом).

При подключении диода в обратном направлении его сопротивление велико (сотни кОм).

Если проводить контроль работоспособности диода в составе модуля, когда через диод протекает электрический ток, то при измерении падения напряжения на нем можно получить следующие результаты: у работоспособных германиевых диодов между анодом и катодом

вольтметр покажет напряжение $U \approx 0,3...0,4$ В, а у кремниевых $U \approx 0,6...0,7$ В.

Основными неисправностями в диодах являются короткие замыкания, обрывы и изменения параметров под напряжением.

Если диод короткозамкнут, то омметр покажет в прямом и обратном включениях низкое, близкое к нулю, сопротивление. При обрыве омметр в обоих направлениях покажет большое сопротивление (близкое к бесконечности).

Стабилитроны

Контроль работоспособности стабилитронов, смещенных в прямом направлении, осуществляется путем проверки значения его сопротивления таким же образом, как и у диодов.

Для контроля работоспособности стабилитронов, можно рекомендовать собрать схему, приведенную на рис. 6.

Пример. Проверить работоспособность кремниевого стабилитрона КС 156А, если $E_1 = 24$ В.

1. Рассчитаем сопротивление ограничительного резистора R_1 .

По второму закону Кирхгофа:

$E_1 = UR_1 + U_{ст}$, где $U_{ст} = 5,6 \text{ В}$ – напряжение стабилизации стабилитрона VD1.
 2. Принимаем ток стабилизации, равным $I_{ст} = 3 \text{ мА}$, тогда $U_{R1} = 24 - 5,6 = 18,4 \text{ В}$,
 $U_{R1} = I_{ст} * R_1 = 18,4 \text{ В}$, откуда $R_1 = 18,4 \text{ В} / 3 \text{ мА} \approx 6,1 \text{ кОм}$.

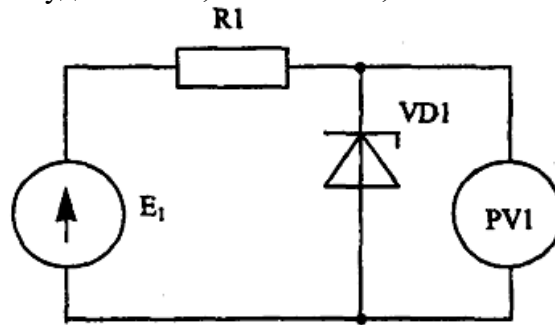


Рис. 6. Схема для контроля работоспособности стабилитронов

3. Выбираем $R_1 = 5,6 \text{ кОм}$, так как $I_{ст.мин} = 3 \text{ мА}$.

При контроле стабилитронов без выпаивания их из модуля, измеряется напряжение между его анодом и катодом, которое должно быть примерно равным $U_{ст}$ например:

КС133А $U_{ст} \approx 3,3 \text{ В}$;

КС175Ж $U_{ст} \approx 7,5 \text{ В}$;

КС191 $U_{ст} \approx 9,1 \text{ В}$ и т.д.

Если напряжение $U_{ак} \approx 0$, то стабилитрон короткозамкнут, если же это напряжение будет значительно больше, чем напряжение стабилизации, то вероятнее всего в стабилитроне имеется обрыв.

Резисторы

Резисторы являются самыми многочисленными элементами в схемах аудиовизуальной техники. Проверить сопротивления резисторов можно с помощью омметра. Основной неисправностью у постоянных резисторов является увеличение сопротивления. Это чаще всего наблюдается у высокоомных (сотни кОм и более) или у низкоомных (единицы Ом) резисторов.

Обрыв в постоянных резисторах чаще всего выявляется при визуальном осмотре (нарушение окраски, черная поперечная окраска и т.п.).

Основной неисправностью переменных резисторов являются периодические обрывы в них из-за плохого контакта ползунка с резистивным слоем или из-за износа резистивного слоя, на что указав неплавный (с рывками) ход стрелки омметра при передвижении ползунка. Типичной неисправностью этого элемента является также замыкание на корпус, когда резистор установлен на заземленном шасси или на металлизированной части печатной платы, соединенной с корпусом.

Конденсаторы

Конденсаторы, как и резисторы, являются массовыми пассивными электрорадиоэлементами в схемах аудиовизуальной техники. На долю конденсаторов приходится значительное число неисправностей, причем их нахождение бывает достаточно сложным. Основными неисправностями конденсаторов постоянной емкости являются пробой (обрыв) и снижение емкости.

Значительное снижение сопротивления утечки-оксидных конденсаторов приводит к нарушению режимов работы транзисторов и микросхем, к которым они подключены. Сложность обнаружения этой неисправности состоит в том, что она может проявляться под напряжением при работающем устройстве.

Снижение емкости конденсаторов в сглаживающих фильтрах приводит к увеличению пульсации выпрямленного напряжения. Изменение емкости конденсаторов в контурах неизбежно приводит к изменению АЧХ, а иногда и к самовозбуждению каскадов. Обрывы в разделительных конденсаторах вообще приводят к потере электрического сигнала.

Обрыв в конденсаторе постоянной емкости можно определить с помощью осциллографа. Если сигнальный и заземляющий щуп осциллографа соединить через работоспособный

конденсатор, наводка должна либо уменьшиться, либо вообще исчезнуть. Обрыв можно также определить, если подключить генератор к осциллографу через проверяемый конденсатор.

Отсутствие электрического сигнала на экране электронно-лучевой трубке, указывает на то,

что конденсатор неисправен.

Электролитические конденсаторы на отсутствие обрыва можно проверить следующим способом. Соблюдая полярность омметра, подключить его к проверяемому конденсатору.

При исправном элементе в первый момент стрелка должна быстро отклониться вправо (в сторону малых сопротивлений), а затем медленно возвратиться влево (в сторону больших сопротивлений).

Обрыв в конденсаторе можно определить также, если подключить его к источнику постоянного напряжения. При этом должен раздаться характерный щелчок, а у его выводов проскочить небольшая искра.

Дополнительными признаками неисправности оксидных конденсаторов является вздутие корпуса, вытекание электролита, нагрев при работе и т.п.

Трансформаторы и дроссели

Основными неисправностями в трансформаторах и дросселях являются обрывы обмоток, межвитковые замыкания, замыкания одной обмотки на другую, замыкание обмоток на корпус и т.д. Обрывы обмоток в трансформаторах или межвитковые замыкания в них приводят к тому, что напряжение на выводах трансформаторов либо вообще отсутствует, либо сильно занижено.

Проверка на обрыв производится простым способом при помощи омметра. Наличие короткозамкнутого витка омметром определить невозможно, но это можно сделать, собрав простую схему, приведенную на рис. 7.

На проверяемую обмотку L1 от генератора синусоидальных колебаний G через резистор R1 подают сигнал с частотой 1 кГц. Напряжение на обмотке контролируется визуально с помощью осциллографа P. Наличие дифференцированных импульсов указывает на то, что

в обмотке имеется короткозамкнутый виток.

Кроме этого, следует помнить, что существование в обмотке короткозамкнутого витка, как правило, приводит к нагреванию трансформатора.

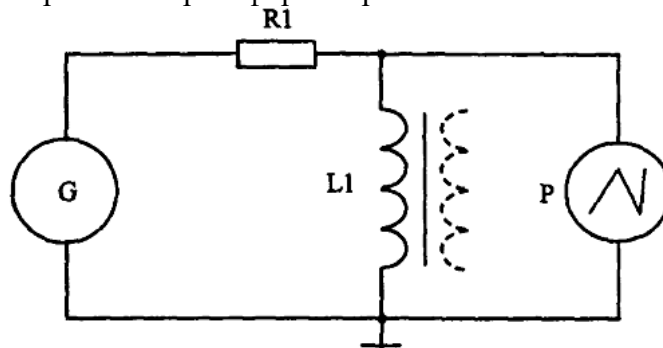


Рис. 7. Схема для определения короткозамкнутого витка в трансформаторе

МДК.03.02. Теоретические основы ремонта различных видов радиоэлектронной техники

Практическое занятие №19-38

Тема занятия: Методика ремонта CD-ресивера, импульсного блока питания, узлов и блоков РЭТ, методика диагностики и ремонта ЖК ТВ.

Цель занятия: Научиться осуществлять обслуживание и ремонт узлов и блоков РЭТ на примере импульсных блоков питания персональных компьютеров и ЖК телевизоров.

Ремонт автомобильного CD-ресивера

Занятие №1 конструкция CD-ресивера.

Цель занятия: изучить конструкцию CD-ресивера.

1. Переписать технические характеристики CD-ресивера.
2. Зарисовать и пронумеровать сервисный разъём.
3. Открыть CD-ресивер и зарисовать расположение полупроводниковых приборов, органов регулировки, оптического преобразователя. Обозначить № позиции по схеме и марку радиоэлементов.

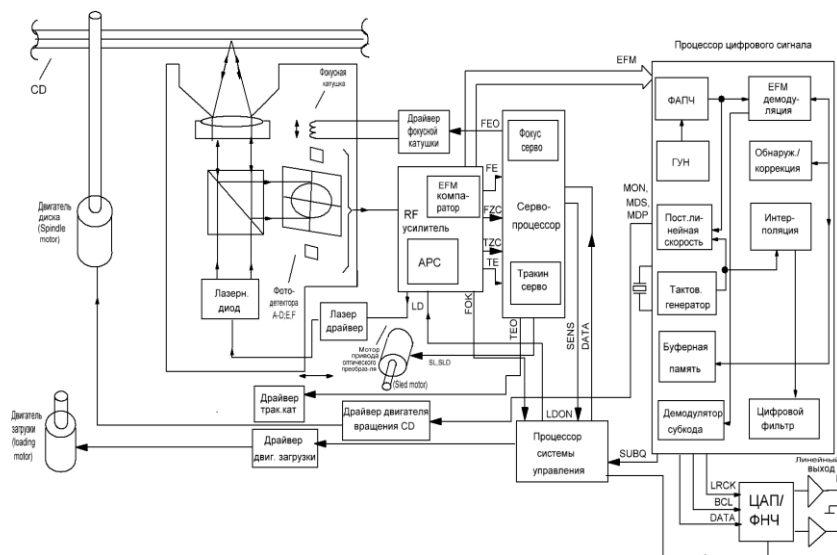


Рис. 1 Пример структурной схемы CD-проигрывателя

Порядок проведения разборки CD-ресивера, сервисные регулировки и настройки.

Проверка и настройка CD-привода

Примечание:

1. Для получения достоверных характеристик работы цепей и узлов необходимо дать CD-механизму поработать в течение нескольких минут после подачи питания на аппарат;
2. В текстовом режиме защита целостности программного обеспечения микроконтроллера отключается, поэтому все действия необходимо выполнять только в соответствии с описанием режима тестирования;
3. При работе с широко поставленными сигналами RFI и RFO необходимо использовать последовательно подключенный резистор сопротивлением 1 кОм.

Режим тестирования.

Режим тестирования предназначен для диагностики CD-механизма. Вход в режим осуществляется, если одновременно нажать и удерживать клавиши 4,6 и RESET на передней панели магнитолы, а выход – при отключении питания.

Описание режима приводится в виде алгоритма на рисунке 2, а расшифровка используемых ключей – в таблице 1.

Таблица 1 - Расшифровка ключей блок-схемы тестирования CD-привода

→	Переход по трекам диска вверх
---	-------------------------------

<-	Переход по трекам диска вниз
1	Отображение установок АРУ
2	Переключение режима усиления РЧ, отображение регулировки офсета/регулировка балансировки трекинга/запуск трекинга
3	Закрытие/фокусировка, трекинг и АРУ РЧ
4	Переключение скорости 1x или 2x (при скорости 2x аудиовыходы не поддерживаются)
5	Фиксация ошибок, запуск счетчика и отображения кода
6	Режим переключения фокусировки/закрытие трекинга/переключение переходов по трекам

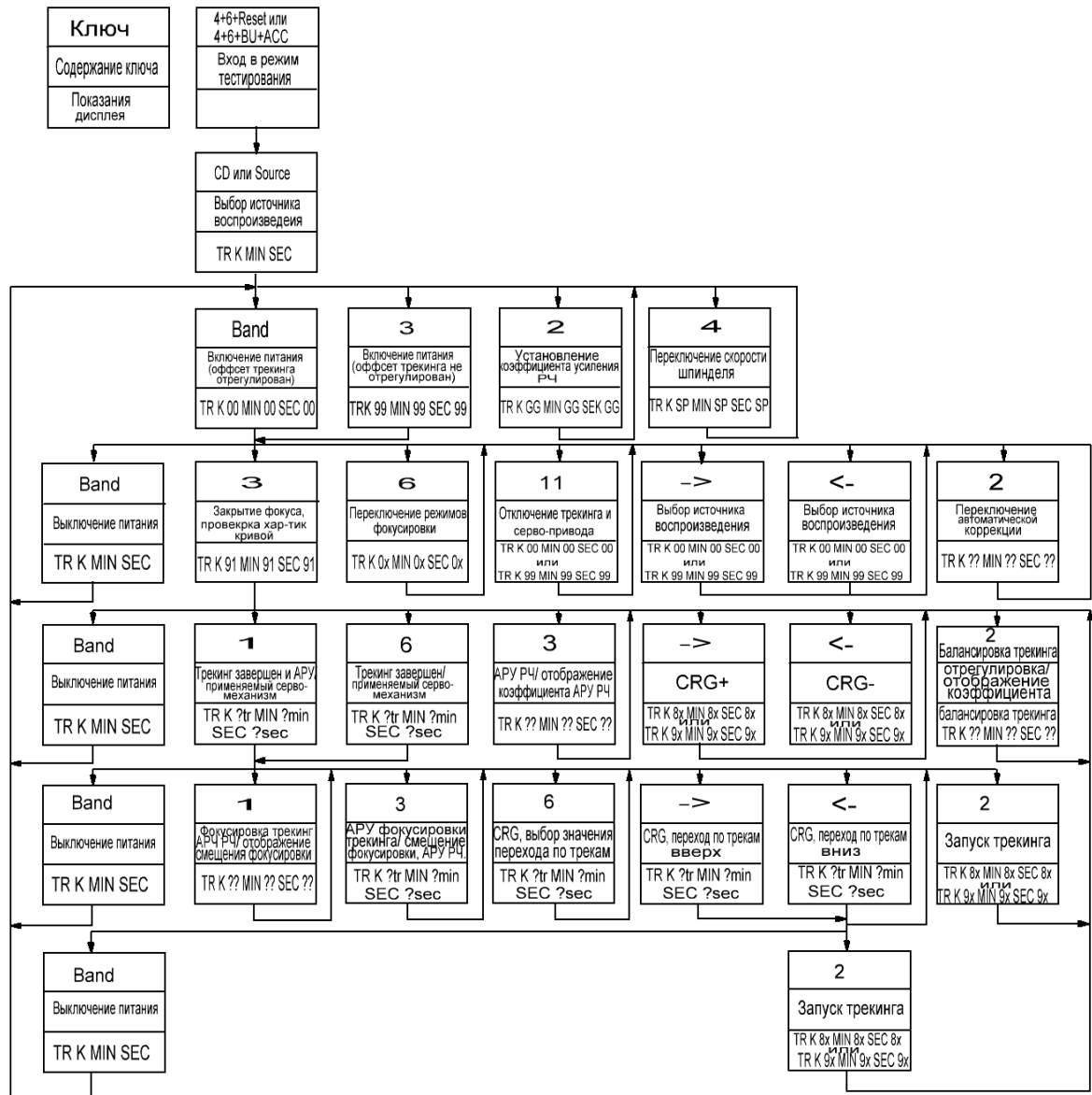


Рисунок 2 - Описание алгоритма режим тестирования CD-механизма

Проверка правильности установки блока лазерного съемника после его замены.

Блок лазерного съемника ремонту не подлежит, поэтому при подозрении на его неисправность блок заменяется. Положение съемника не подлежит настройке, но может быть проверено на соответствие требуемых норм – нахождении в допустимых для него пределах. Могут быть следующие признаки его неправильной заводской регулировки: невозможность успешного выполнения процедуры поиска записи и обращения либо слишком

продолжительное время этих процедур. Процедура проверки установки съемника следующая:

1. В режиме тестирования плеера загружают тестовый диск (номер по каталогу АВЕХ TCD-782).
2. С помощью клавиш «» и «» переходят к самому дальнему треку на диске, нажатием клавиши 3 выключают фокусировку, при этом на дисплее должен отображаться код 91.
3. Нажатием клавиши 2 выполняют балансировку трекинга. На дисплее должно появиться значение 81. Нажимают клавишу четыре раза, после чего снова должен отобразиться код 81.
4. С помощью осциллографа проверяют сдвиг фаз между напряжениями в контрольных точках E и F на плате CD-привода S10MP3.
5. В исправном состоянии платы съемника сдвиг фаз не должен превышать 75 градусов.

Отображение кодов ошибок на дисплее.

Во время работы CD-привода могут возникнуть различные сбои, при этом на дисплее отображается соответствующий код ошибки. Одновременно плеер переключается в режим SERRORM. Код ошибок выводится в области отображения минут (DMIN) и секунд (DEC) дисплея. Область отображения номера композиции (DTMO) в большинстве случаев остается пустой.

В зависимости от числа символов на дисплее форма представления ошибки может быть следующей:

- для 8-разрядного дисплея – ERROR-xx (xx – номер ошибки);
- для 6-разрядного дисплея – ERR-xx или Err-xx;
- для 4-разрядного дисплея E-xx.

В основном старший разряд кода ошибки принимает значение из набора «1»; «3» и «A», что позволяет относить ошибку к одному из 3-х типов соответственно:

- ошибка установки;
- ошибка чтения и поиска;
- прочие ошибки.

Ошибки при сбоях в работе механической части магнитолы не отображаются. Ошибка также не появляется в случае, когда таблица содержимого диска (TOC) не может быть прочитана. При этом механическая часть плеера будет продолжать функционировать.

Список кодов ошибок представлен в таблице 2.

Таблица 2 - Коды ошибок автомобильного CD-ресивера «Pioneer DEN-P3500»

Номер ошибки	Содержание ошибки	Причина
10	Не работает каретка оптического привода	Неисправности в механической части каретки, неисправен драйвер управления мотором, сбой системы управления
11	Нет фокусировки луча	Не может быть выбрана фокусировка лазера: дефект может быть вызван неисправностью фокусирующих катушек, драйвера, схемы управления
12	Отсутствует вращение диска	Неисправны приводной мотор, его драйвер или схема управления
17	Не устанавливаются настройки	Защита АРУ неисправна/царапины и грязь на диске, сильная посторонняя вибрация
22	Диск не читается	Не существует корректных файлов MP3 или WMA на данном диске
23	Неверный формат данных	Содержимое диска записано в формате, не совместимом с ISO9660 Level 1- Level2

30	Превышение времени поиска	Нарушение структуры данных или поверхности диска
44	Ошибка выбора файла	Не существует номер выбранной для воспроизведения композиции числу существующих на диске – все записи пропускают в следствие несоответствия выбранному номеру
50	Ошибка загрузки/выгрузки дисплея	Не может быть выполнена загрузка/выгрузка диска из привода
A0	Не подается питание	Дефект источника питания

Современная электронная аппаратура построена таким образом, что можно диагностировать неисправность по коду ошибки на дисплее, это облегчает процесс ремонта аппарата.

Ремонт импульсных блоков питания персональных компьютеров.

Занятие №1 конструкция блока питания конструктива АТХ.

Цель занятия: изучить конструкцию блока питания конструктива АТХ.

1. Переписать технические характеристики БП.
2. Зарисовать и пронумеровать двадцати штырьковый разъём.
3. Открыть БП и зарисовать расположение полупроводниковых приборов, органов регулировки, конденсаторов фильтров выпрямителей первичной и вторичной цепи, трансформаторы, катушки сетевого фильтра, вентиляторы. Обозначить № позиции по схеме и марку радиоэлементов, рис 3.

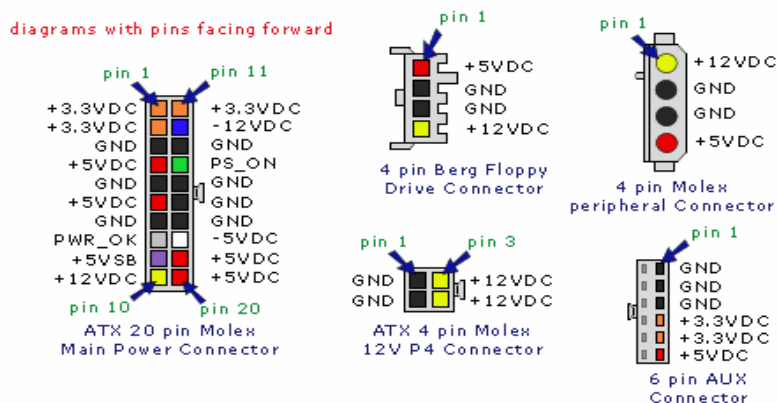


Рис.3 Пример конструкции разъемов

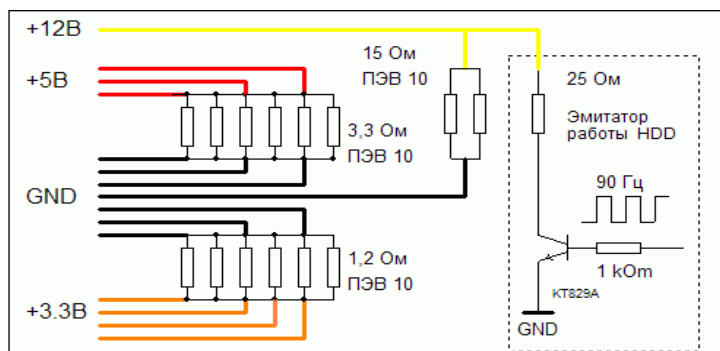


Рис.4 Экстремальная нагрузка блока питания

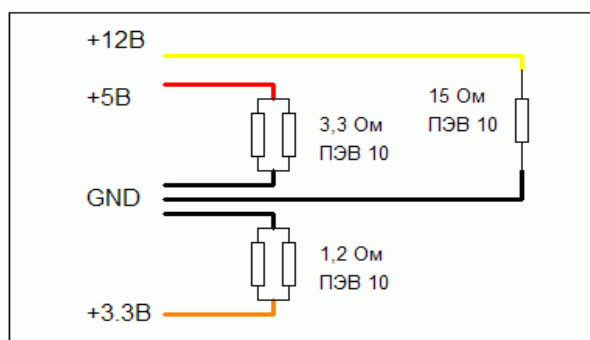


Рис.5 Упрощенная схема нагрузки БП

Занятие №2 Ремонт сетевого выпрямителя ИБП персональных компьютеров.

Цель занятия: научиться выявлять и устранять неисправности сетевого выпрямителя ИБП персональных компьютеров.

Задание:

1.Измерить сопротивление катушек индуктивности сетевого фильтра, показания записать.

2.Измерить сопротивление переходов диодов сетевого выпрямителя, показания записать.

3.Измерить карту R на входе и выходе сетевого выпрямителя относительно общей точки первичной цепи, показания записать.

Перед измерением карты постоянных и переменных напряжений подпаять удлинительный проводник к общей точке выпрямителя первичной цепи!

4.Измерить карту $-V$ на выходе сетевого выпрямителя;

4.1 ИБП в дежурном режиме;

4.2 ИБП в рабочем режиме без нагрузки;

4.3 ИБП в рабочем режиме с нагрузкой.

5.Измерить карту $\sim V$ на выходе сетевого выпрямителя В3-38, С1-65 осциллограммы зарисовать:

5.1 ИБП в дежурном режиме;

5.2 ИБП в рабочем режиме без нагрузки;

5.3 ИБП в рабочем режиме с нагрузкой.

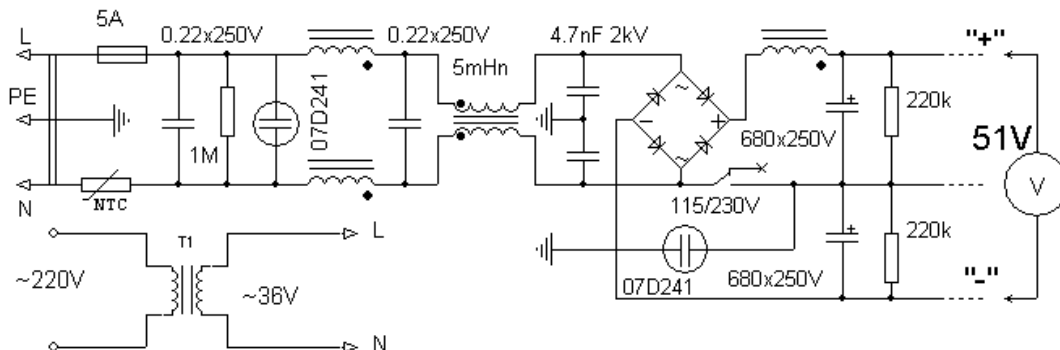


Рис.6 Схема сетевого выпрямителя БП

Характерными причинами возникновения аварийных режимов в схеме ИБП являются: "броски" сетевого напряжения, вызывающие увеличение амплитуды импульса на коллекторе ключевого транзистора; короткое замыкание в цепи нагрузки; лавинообразное нарастание тока коллектора из-за насыщения магнитопровода импульсного трансформатора, например, из-за изменения характеристики намагничивания магнитопровода при перегреве или случайного увеличения длительности импульса, открывающего транзистор. Одной из самых характерных неисправностей является "пробой" диодов выпрямительного моста или мощных ключевых транзисторов, ведущий к возникновению КЗ в первичной цепи ИБП.

Пробой диодов выпрямительного моста может привести к ситуации, когда на электролитические сглаживающие емкости сетевого фильтра будет непосредственно попадать переменное напряжение сети. При этом электролитические конденсаторы, стоящие на выходе выпрямительного моста, взрываются.

КЗ в первичной цепи ИБП может возникать, в основном, по двум причинам:

- из-за изменения параметров элементов базовых цепей мощных ключевых транзисторов (например, в результате старения, температурного воздействия и др.);
- из-за подключения компьютера к розетке, установленной в сети, нагружаемой, помимо средств вычислительной техники, сильноточными установками (станками, сварочными аппаратами, сушилками и т.д.). В результате в сети могут возникать импульсные помехи, амплитудой до 1 кВ, которые приводят, как правило, к "пробою" по участку коллектор-эмиттер мощных ключевых транзисторов. Третьей причиной КЗ в первичной цепи ИБП является безграмотность ремонтного персонала, проводящего измерения заземленным осциллографом в первичной цепи ИБП!

При КЗ в первичной цепи ИБП выгорает (со взрывом) токоограничивающий терморезистор с отрицательным ТКС. Это происходит после замены сгоревшего предохранителя и повторного включения в сеть, если осталась не устраненной основная причина КЗ. Поскольку достать данные резисторы иногда бывает трудно, специалисты, проводящие ремонт ИБП, порой просто устанавливают коротко замыкающую перемычку на то место, где должен стоять терморезистор. Не делайте этого! Не радуйтесь тому, что Ваш ИБП заработал после этого эксперимента! Тем самым Вы сняли токовую защиту диодов выпрямительного моста, и Ваш ИБП весьма скоро вновь выйдет из строя!

Обращаем Ваше внимание также на то, что при замене мощных ключевых транзисторов лучше всего использовать транзисторы того же типа и той же фирмы изготовителя. В противном случае установка транзисторов другого типа может привести либо к выходу их из строя, либо к несрабатыванию схемы пуска ИБП (в случае использования более мощных, чем стояли в схеме ранее, транзисторов).

Занятие №3 Ремонт генератора дежурного режима ИБП персональных компьютеров.

Цель занятия: научиться выявлять и устранять неисправности генератора дежурного режима ИБП персональных компьютеров.

Задание:

1. Измерить сопротивление обмоток трансформатора генератора дежурного режима, показания записать.

2. Измерить сопротивление переходов диодов, транзисторов генератора дежурного режима, показания записать.

3. Измерить карту R транзисторов, трансформатора генератора дежурного режима относительно общей точки первичной цепи, показания записать.

4. Измерить карту R на выходе выпрямителей генератора дежурного режима относительно общей точки вторичной цепи, показания записать.

Перед измерением карты постоянных и переменных напряжений подпаять удлинительный проводник к общей точке выпрямителя первичной цепи!

5. Измерить карту $-V$ генератора дежурного режима и на выходе вторичных выпрямителей без нагрузки и с нагрузкой (R нагрузки 5 Ом).

6. Измерить карту $\sim V$ трансформатора, генератора дежурного режима и на выходе вторичных выпрямителей без нагрузки и с нагрузкой (R нагрузки 5 Ом) С1-65 осциллограммы, зарисовать.

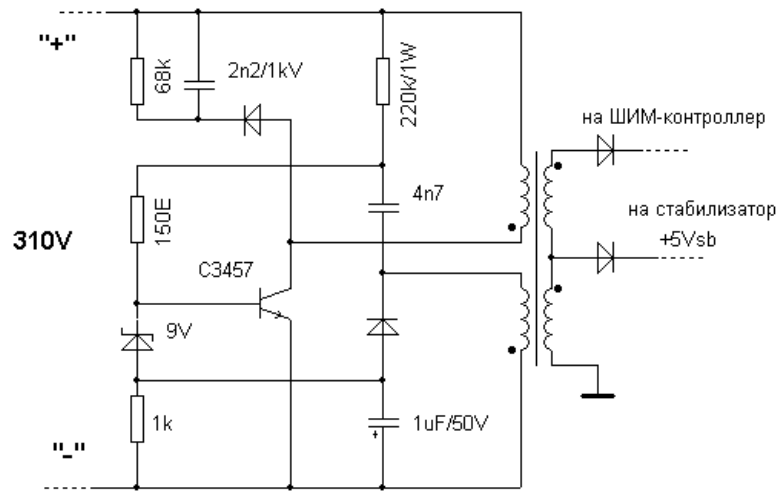


Рис.7 Генератор дежурного режима ИБП персональных компьютеров

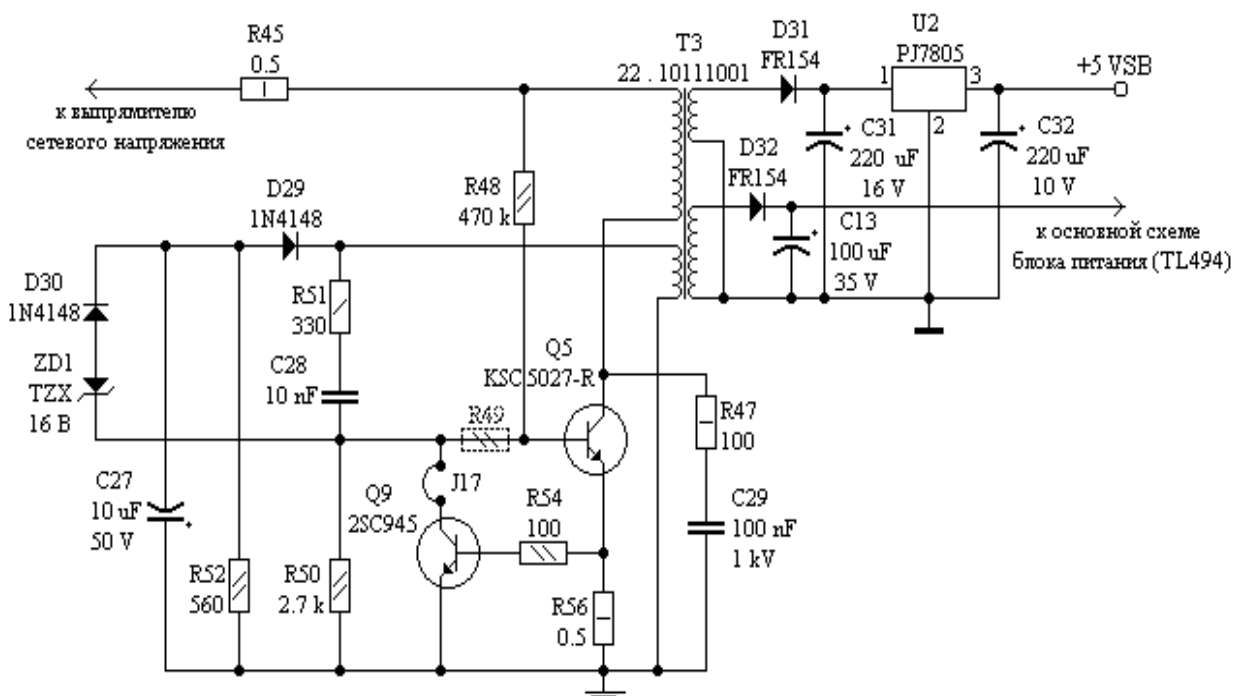


Рис.8 Схема источника дежурного напряжения питания БП «MaxUs»-PM-230W

Занятие №4 Ремонт ШИМ - контроллера ИБП персональных компьютеров.

Цель занятия: научиться выявлять и устранять неисправности ШИМ - контроллера ИБП персональных компьютеров.

Задание:

1. Измерить карту R ШИМ – контроллера (рис.12).
2. Измерить карту – V ШИМ – контроллера:
 - 2.1. ИБП в дежурном режиме;
 - 2.2. ИБП в рабочем режиме без нагрузки;
 - 2.3. ИБП в рабочем режиме с нагрузкой.
3. Измерить карту ~ V ШИМ – контроллера с помощью С1-65:
 - 3.1. ИБП в дежурном режиме;
 - 3.2. ИБП в рабочем режиме без нагрузки;
 - 3.3. ИБП в рабочем режиме с нагрузкой.

Проверка исправности микросхемы TL494 (рис.9)

Исправность микросхемы можно установить, оценивая работу отдельных ее функциональных узлов (без выпаивания из схемы ИБП). Для этого может быть рекомендована следующая методика:

Операция 1. Проверка исправности генератора DA6 и опорного источника DA5. Не включая ИБП в сеть, подать на вывод 12 управляющей микросхемы питающее напряжение 10-15В от отдельного источника. Исправность генератора DA6 оценивается по наличию пилообразного напряжения амплитудой 3,2В на выводе 5 микросхемы (при условии исправности частото задающих конденсатора и резистора, подключенных к выводам 5 и 6 микросхемы, соответственно).

Исправность опорного источника DA5 оценивается по наличию на выводе 14 микросхемы постоянного напряжения +5В, которое не должно изменяться при изменении питающего напряжения на выводе 12 от +7В до +40В.

Операция 2. Проверка исправности цифрового тракта.

Не включая ИБП в сеть, подать на вывод 12 управляющей микросхемы питающее напряжение 10-15В от отдельного источника. Исправность цифрового тракта оценивается по наличию на выводах 8 и 11 микросхемы в случае включения выходных транзисторов микросхемы по схеме с ОЭ или на выводах 9 и 10 (в случае их включения по схеме с ОК) прямоугольных последовательностей импульсов в момент подачи питания. Проверить наличие фазового сдвига между последовательностями выходных импульсов, который должен составлять половину периода. Разорвать печатную дорожку (предварительно сняв питание с вывода 12 микросхемы), замыкающую 14 и 13 выводы микросхемы, и соединить 13 вывод с 7 ("корпус"). Убедиться в отсутствие фазового сдвига между последовательностями выходных импульсов на выводах 8 и 11 (либо 9 и 10).

Операция 3. Проверка исправности компаратора "мертвой зоны" DA1. Не включая ИБП в сеть, подать на вывод 12 управляющей микросхемы питающее напряжение 10-15В от отдельного источника. Убедиться в исчезновении выходных импульсов на выводах 8 и 11 при замыкании вывода 14 микросхемы с выводом 4.

Операция 4. Проверка исправности компаратора ШИМ DA2. Не включая ИБП в сеть, подать на вывод 12 управляющей микросхемы питающее напряжение 10-15В от отдельного источника.

Убедиться в исчезновении выходных импульсов на выводах 8 и 11 при замыкании вывода 14 микросхемы с выводом 3.

Операция 5. Проверка исправности усилителя ошибки DA3.

Не включая ИБП в сеть, подать на вывод 12 управляющей микросхемы питающее напряжение 10-15В от отдельного источника. Проконтролировать уровень напряжения на выводе 2, которое должно отличаться от нуля. Изменяя напряжение на выводе 1, подаваемое от отдельного источника питания, в пределах от 0,3В до 6В, проконтролировать изменение напряжения на выводе 3 микросхемы.

Операция 6. Проверка усилителя ошибки DA4.

Не включая ИБП в сеть, подать на вывод 12 управляющей микросхемы питающее напряжение

10-15В от отдельного источника. Проконтролировать уровень напряжения на выводе 3, предварительно выставив усилитель DA3 в состояние "жесткого 0" на выходе. Для этого напряжение на выводе 2 должно превышать напряжение на выводе 1. Проконтролировать появление напряжения на выводе 3 при превышении потенциалом, подаваемым на вывод 16, потенциала, приложенного к выводу 15.

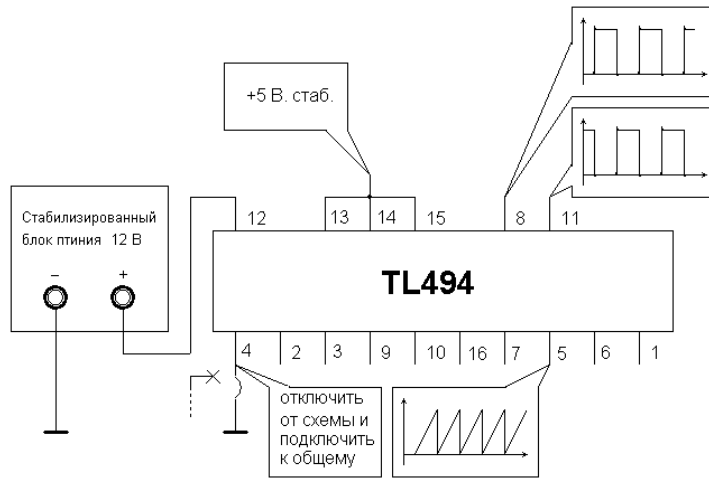


Рис.9 Проверка работоспособности TL494CN

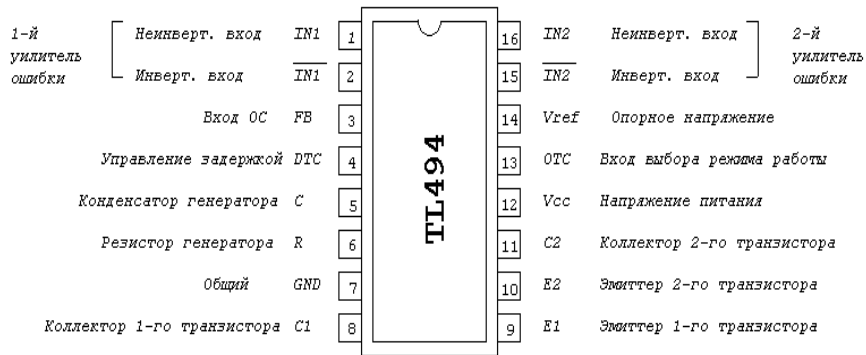


Рис.10 Назначение выводов TL494

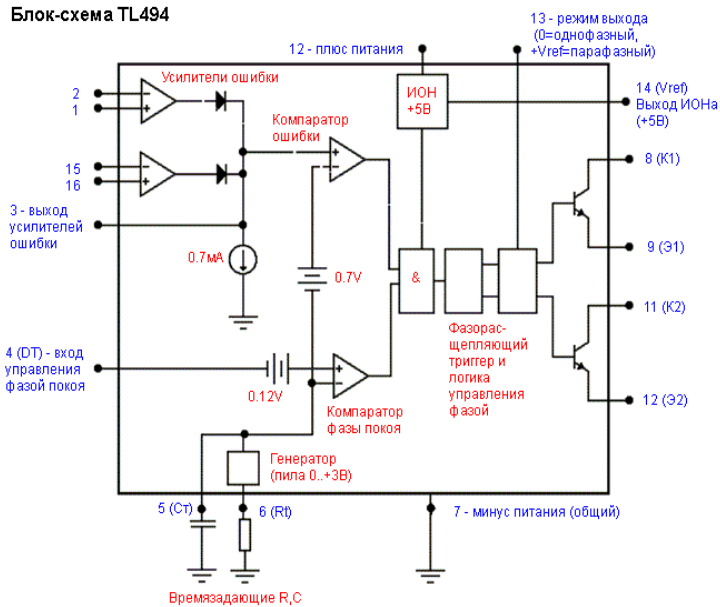


Рис.11 Блок схема TL494

Аналоги TL494: MB3759; KA7500; KP1114EY4; ma494; IP3MO2.

Двухтактный ШИМ-контроллер 1114ЕУ4 (TL494СN)

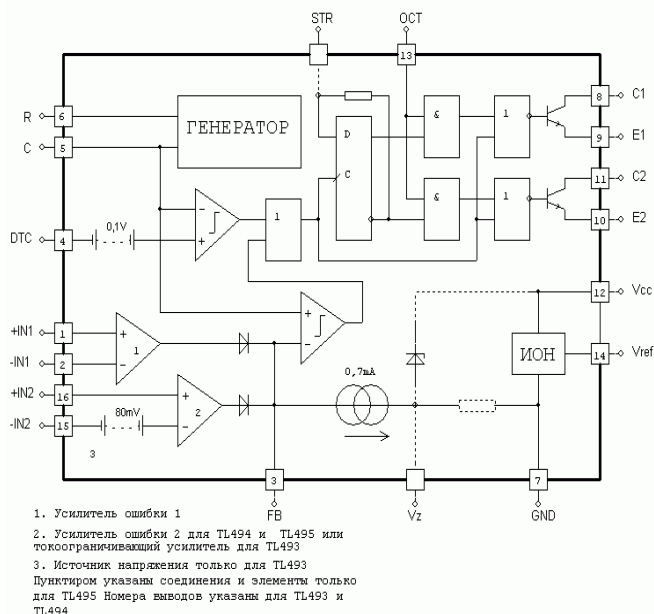


Рис.12 Блок схема ШИМ-контроллера

Занятие №4 Ремонт согласующего каскада и усилителя мощности ИБП персональных компьютеров.

Цель занятия: научиться выявлять и устранять неисправности согласующего каскада и усилителя мощности ИБП персональных компьютеров.

Задание:

1. Измерить R обмоток T2 и T3.
2. Измерить карту R T2 и T3.
3. Измерить карту R согласующего каскада и усилителя мощности.
- 3.1 Измерить R переходов согласующего каскада и усилителя мощности.
4. Измерить карту $U - V$ согласующего каскада и усилителя мощности:
 - 4.1. ИБП в дежурном режиме;
 - 4.2. ИБП в рабочем режиме без нагрузки;
 - 4.3. ИБП в рабочем режиме с нагрузкой.
5. Измерить карту $\sim V$ согласующего каскада и усилителя мощности с помощью C1-65:
 - 5.1. ИБП в дежурном режиме;
 - 5.2. ИБП в рабочем режиме без нагрузки;
 - 5.3. ИБП в рабочем режиме с нагрузкой.

Осциллограммы на коллекторе силового транзистора измерять относительно его эмиттера (как показано на рис.13, напряжение будет меняться от 0 до 51В), при этом процесс перехода от низкого уровня к высокому должен быть мгновенным.

Это во многом зависит от частотных характеристик транзистора и демпферных диодов (на рис.11 FR155. аналог 2Д253, 2Д254).

Если переходной процесс происходит плавно (присутствует небольшой наклон), то скорее всего уже через несколько минут радиатор силовых транзисторов очень сильно нагреется (при нормальной работе - радиатор должен быть холодный).

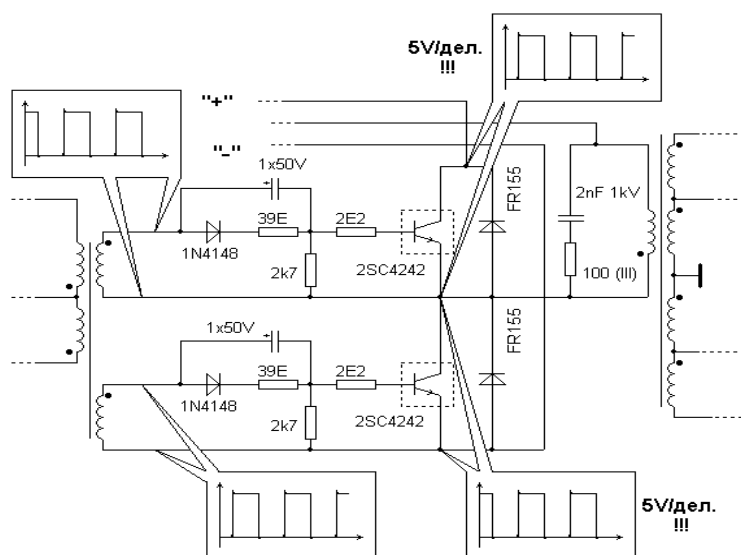


Рис.13 Проверка работы силовых транзисторов

Занятие №6 Ремонт вторичных выпрямителей источника питания ИБП персональных компьютеров.

Цель занятия: научиться выявлять и устранять неисправности во вторичных выпрямителях источника питания ИБП персональных компьютеров.

Задание:

1. Составить электрическую схему вторичных выпрямителей, по монтажной плате ИБП, в дневнике.
2. Измерить прямое и обратное R диодов вторичных выпрямителей.
3. Измерить R обмоток дросселей фильтра.
4. Измерить карту R на выходе выпрямителей.
5. Измерить карту V на выходе выпрямителей без нагрузки.
6. Измерить карту V на выходе выпрямителей с нагрузкой.
7. Измерить карту $\sim V$ на вторичных обмотках ТЗ без нагрузки и с нагрузкой С1-65.
8. Измерить карту $\sim V$ на катодах вторичных выпрямителей без нагрузки и с нагрузкой С1-65.
9. Измерить карту $\sim V$ на выходе выпрямителей без нагрузки С1-65.
10. Измерить карту $\sim V$ на выходе выпрямителей с нагрузкой С1-65.

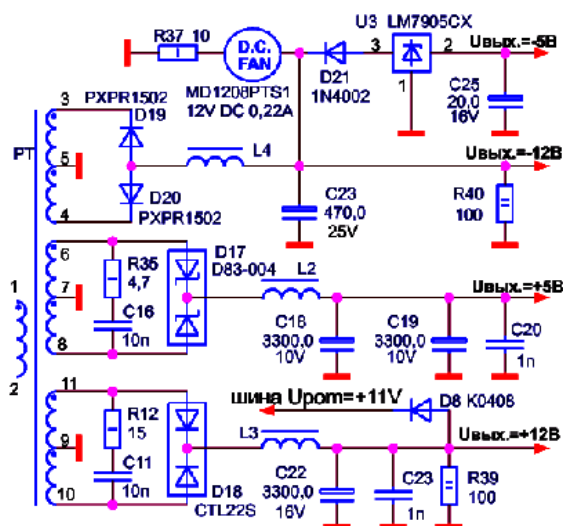


Рис.14 Пример цепи вторичных выпрямителей



Рис.15 Пример условных обозначений в схеме

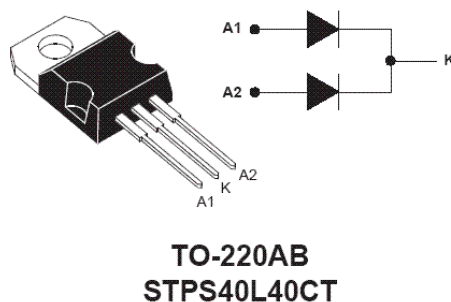


Рис.16 Пример условных обозначений в схеме

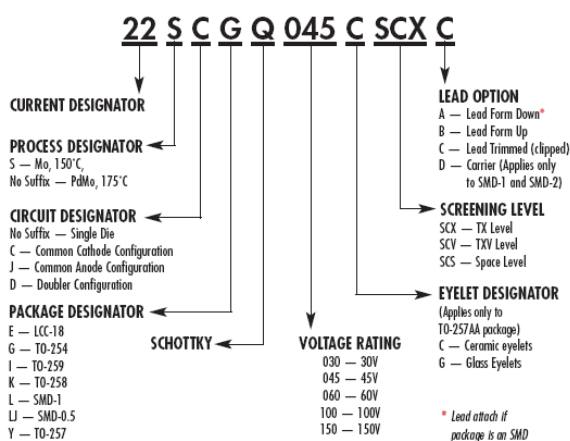


Рис.17 Пример маркировки элементов

Занятие №7 Ремонт цепей защиты и служебных сигналов ИБП персональных компьютеров.

Цель занятия: научиться выявлять и устранять неисправности в цепях защиты и служебных сигналов ИБП персональных компьютеров.

Задание:

1. Составить электрическую схему, цепей защиты и служебных сигналов по монтажной плате ИБП в дневнике.
2. Измерить карту R цепей защиты и служебных сигналов.
3. Измерить карту — V цепей защиты и служебных сигналов в дежурном режиме.
4. Измерить карту — V цепей защиты и служебных сигналов в рабочем режиме без нагрузки.
5. Измерить карту — V цепей защиты и служебных сигналов в рабочем режиме с нагрузкой.

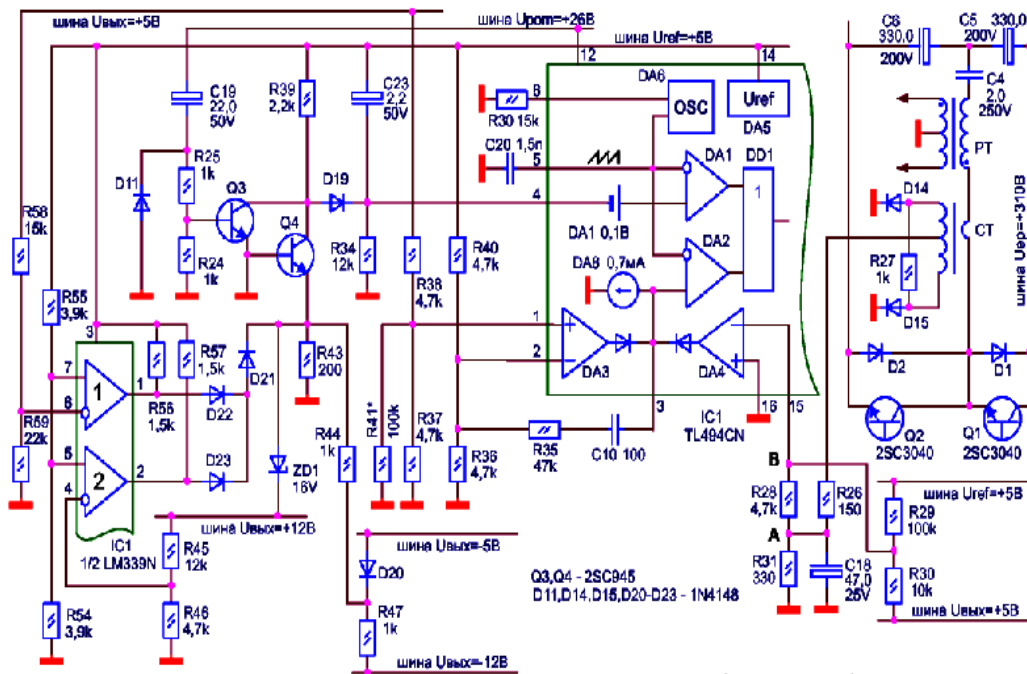


Рис.18 Комбинированная защита ИБП GT-20QW

Комбинированная защита ИБП GT-20QW включает в себя:

- отключающую схему контроля ширины управляющего импульса;
- неполную схему контроля КЗ в нагрузке;
- неполную схему контроля выходного перенапряжения.

Комбинированная защита в этой схеме построена с использованием двух компараторов микросхемы IC2 (типа LM339N). Компаратор 1 является элементом схемы контроля ширины

управляющего импульса. Компаратор 2 совмещает функции элемента схемы контроля перенапряжения на шине +5В и элемента схемы защиты от КЗ в нагрузке слаботочных каналов. Выходы обоих компараторов объединены и воздействуют на состояние пороговой схемы на транзисторе Q6 по логике "ИЛИ". Открывание выходного транзистора любого из компараторов 1, 2 влечет за собой открывание транзистора Q6 и появление напряжения U_{ref} на выводе 4 управляющей микросхемы IC1, а значит и защитное отключение. Схема контроля ширины управляющего импульса выполнена как отключающая. Датчиком ширины управляющего импульса является трансформатор тока CT, R12 – нагрузка вторичной обмотки CT. Переменное прямоугольное импульсное напряжение с резистора R12 выпрямляется по двухполупериодной схеме со средней точкой (диоды D18, D19).

C8 – сглаживающая емкость фильтра. R11 – резистор, гасящий амплитуду переменного напряжения. Уровень напряжения на конденсаторе C8 пропорционален ширине управляющих импульсов. Это напряжение подается в точку А делителя D8, R18, R32, R28 и влияет на распределение потенциалов в узлах этого делителя. Напряжение с резистора R28 подается на инвертирующий вход компаратора 1 микросхемы IC2. На не инвертирующий вход этого компаратора подается опорный уровень с резистора R42 делителя R35, R42, подключенного к шине U_{ref} . Номиналы резисторов обоих делителей подобраны такими, что пока ширина управляющих импульсов не выходит за диапазон стабилизации, потенциал не инвертирующего входа компаратора 1 (вывод 5) превышает потенциал его инвертирующего входа (вывод 4). Поэтому выходной транзистор компаратора 1 закрыт.

При повышенном токе потребления в нагрузке какого-либо из силовых каналов ширина управляющих импульсов начинает возрастать.

Поэтому возрастает уровень напряжения на конденсаторе C8, а следовательно, и на инвертирующем входе компаратора 1. Когда потенциал инвертирующего входа превысит потенциал не инвертирующего входа, компаратор 1 "опрокинется", выходной транзистор его

откроется. В результате этого резистор R29 базового делителя R30, R29 транзистора Q6 окажется подключен к "корпусу". Поэтому появится путь для протекания отпирающего базового тока транзистора Q6: шина U_{ref} - э-б Q6 - R29 - к-э выходного транзистора компаратора 1 - "корпус".

Транзистор Q6 откроется, и напряжение U_{ref} , которым запитан по эмиттеру этот транзистор, окажется приложенным к выводу 4 управляющей микросхемы IC1 через диод развязки D17. Это, как было показано ранее, приведет к защитному отключению.

Схема защиты от КЗ в нагрузке слаботочных каналов имеет датчиком традиционный делитель D15, R45, подключенный между шинами выходных напряжений -5В, -12В. При номинальных уровнях напряжений на этих шинах потенциал в средней точке этого делителя составляет около -5,8В. Поэтому резистивный делитель R40, R39 запитывается двуполярно (выходным напряжением +5В и потенциалом -5,8В со средней точки делителя R45, D15). Напряжение со средней точки делителя R40, R39 подается на инвертирующий вход компаратора 2 микросхемы IC2 (вывод 8). Номиналы резисторов делителя R40, R39 подобраны такими, что потенциал инвертирующего входа компаратора 2 (вывод 8) в номинальном режиме меньше, чем потенциал не инвертирующего входа (вывод 9), на который подан опорный уровень со средней точки делителя R35, R42, подключенного к шине U_{ref} .

При КЗ в нагрузке любого из каналов -5В, -12В потенциал средней точки делителя R45, D15 повышается, и поэтому потенциал инвертирующего входа компаратора 2 начинает превышать потенциал его не инвертирующего входа. Поэтому компаратор 2 "опрокидывается", выходной транзистор его открывается и появляется путь для протекания открывающего транзистор Q6 базового тока: шина U_{ref} - э-б Q6 - R29 - к-э выходного транзистора компаратора 2 - "корпус".

Транзистор Q6 открывается, и напряжение U_{ref} с его эмиттера поступает на вывод 4 управляющей микросхемы через диод D17, что влечет за собой защитное отключение. Для ускорения "опрокидывания" система, состоящая из компаратора 2 и транзистора Q6, охвачена положительной обратной связью с помощью диода D16. Контроль за выходным перенапряжением на шине +5В осуществляется с помощью цепочки D8, R18. При превышении напряжением на шине +5В расчетного уровня (около +5,1В) соотношение между потенциалами инвертирующего и не инвертирующего входа компаратора 1 микросхемы IC2 изменяется на противоположное. Компаратор "опрокидывается", выходной транзистор его открывается, открывается транзистор Q6, и напряжение U_{ref} с его эмиттера поступает на вывод 4 управляющей микросхемы, что влечет за собой защитное отключение. Механизм ограничения ширины управляющего импульса здесь не используется. Поэтому усилитель ошибки DA4 исключается из работы микросхемы традиционным способом: на инвертирующий вход (вывод 15) подано напряжение U_{ref} , а не инвертирующий вход (вывод 16) заземлен.

Следовательно, выходное напряжение усилителя DA4 независимо от режима, в котором находится схема ИБП, всегда равно 0В и не влияет на работу управляющей микросхемы IC1.

Ремонт телевизоров зарубежного производства.

Занятие №1

Тема занятия: Конструкция телевизора

Цель занятия: Ознакомиться с конструкцией, органами управления, расположением узлов и блоков телевизора.

Задание:

1. Зарисовать внешний вид передней панели телевизора, расположение органов регулировки, переключателей, кинескопа, громкоговорителя, подписать назначение.
2. Снять заднюю крышку телевизора и зарисовать расположение узлов и блоков в корпусе телевизора, обозначить № по схеме.
3. Зарисовать на шасси телевизора расположение модулей, submodule и основные радиоэлементы (транзисторы, микросхемы, трансформаторы, органы регулировки, полярные конденсаторы), обозначить порядковый № по схеме, марку транзисторов и микросхем.
4. Измерить карту R на выходе выпрямителя и блока питания и если нет короткого замыкания, подключить телевизор к сети переменного напряжения 220В 50 Гц.

Занятие №2

Тема занятия: Ремонт импульсного блока питания.

Цель занятия: Закрепить методы обнаружения и устранения неисправностей в импульсном блоке питания.

Задание:

1. Зарисовать расположение радиоэлементов на плате ИБП, (диодов, тиристоров, транзисторов, трансформаторов, катушек индуктивности, электролитических конденсаторов, органов регулировки, разъёмов).
2. Обозначить № по схеме, марку п/п, ёмкость и номинальное напряжение конденсаторов.
3. Измерить сопротивление обмоток ТПИ, катушек индуктивности.
4. Измерить R переходов VD, VT.
5. Измерить карту R ТПИ, VT, микросхемы на выходе выпрямителя первичной цепи и на выходах выпрямителей вторичных цепей.
6. Измерить карту – V на выходе выпрямителя первичной цепи, VT!!!, микросхемы и на выходах выпрямителей вторичных цепей.
7. Измерить карту $\sim V$ ТПИ, на выходе выпрямителя первичной цепи, VT, микросхемы и на выходах выпрямителей вторичных цепей.

Все измерения производить со стороны печатного монтажа

Подпаять монтажный повод для подключения к общей точки первичной цепи (минус выпрямителя первичной цепи)

Занятие №3

Тема занятия: Ремонт тюнера и переключателя диапазонов.

Цель занятия: Закрепить методы обнаружения и устранения неисправностей тюнера и переключателя диапазонов.

Задание:

1. Измерить сопротивление обмоток катушек индуктивности.
2. Измерить сопротивление переходов полупроводниковых приборов.
3. Измерить карту R VT, тюнера и переключателя диапазонов.
4. Измерить карту – V VT, тюнера и переключателя диапазонов в метровом и дециметровом диапазонах.
5. Измерить в каких пределах изменяется -V настройки на канал на выводе тюнера, VT.

Занятие №4

Тема занятия: Ремонт канала изображения и звука.

Цель занятия: Закрепить методы обнаружения и устранения неисправностей канала изображения и звука.

Задание:

1. Измерить сопротивление обмоток катушек индуктивности канала изображения и звука.
2. Измерить сопротивление переходов полупроводниковых приборов канала изображения и звука.
3. Измерить карту R канала изображения и звука.
4. Измерить карту – V канала изображения и звука.
5. Измерить карту $\sim V$ канала изображения и звука при помощи С1-65 с сигналом.

Занятие №5

Тема занятия: Ремонт системы управления телевизором.

Цель занятия: Научить методам обнаружения и устранения неисправностей системы управления телевизором кинескопа.

Задание:

1. Измерить сопротивление обмоток катушек индуктивности видеоусилителей и цепей питания кинескопа.
2. Измерить сопротивление переходов полупроводниковых приборов видеоусилителей и цепей питания кинескопа.
3. Измерить карту R видеоусилителей и цепей питания кинескопа.
4. Измерить карту – V видеоусилителей и цепей питания кинескопа.
5. Измерить карту $\sim V$ видеоусилителей и цепей питания кинескопа при помощи С1-65 с сигналом.

Занятие №6

Тема занятия: Ремонт усилителя звуковой частоты.

Цель занятия: Закрепить методы обнаружения и устранения неисправностей усилителя звуковой частоты.

Задание:

1. Измерить сопротивление обмоток катушек громкоговорителя.
2. Измерить сопротивление переходов полупроводниковых приборов УНЧ (VD, VT).
3. Измерить карту R УНЧ.
4. Измерить карту – V УНЧ без сигнала.
5. Измерить карту – V УНЧ с сигналом.
6. Измерить карту $\sim V$ УНЧ при помощи С1-65 с сигналом.

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Журавлева, Л. В. Электроматериаловедение: учебник / Л. В. Журавлева. - 10-е изд., стер. - М.: Академия, 2014. - 352 с.
2. Ярочкина, Г. В. Радиоэлектронная аппаратура и приборы: монтаж и регулировка: учебник / Г. В. Ярочкина. - 2-е изд., стереотип. - М.: Академия, 2004. - 240 с.
3. Шишмарев, В. Ю. Электрорадиоизмерения: практикум : учебное пособие / В. Ю. Шишмарев. - 2-е изд., стереотип. - М.: Академия, 2009. - 240 с.
4. Баканов, Г. Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств : учеб. пособие / Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов ; под ред. И. Г. Мироненко. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Академия, 2014. - 368 с.
5. Лифиц, И. М. Метрология, стандартизация и подтверждение соответствия: учебник для студентов СПО / И. М. Лифиц. - М.: КНОРУС, 2018. - 300 с.
6. Чеканов, А. Н. Расчеты и обеспечение надежности электронной аппаратуры : учеб. пособие / А. Н. Чеканова. - М.: КНОРУС, 2014. - 438 с.
7. Петров, В. П. Регулировка, диагностика и мониторинг работоспособности смонтированных узлов, блоков и приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники : практикум : учеб. пособие / В. П. Петров. - М.: Академия, 2016. - 224 с.
8. Яхьяев, Н. Я. Основы теории надежности: учебник / Н. Я. Яхьяев, А. В. Кораблин. - 2-е изд., перераб. - М.: Академия, 2014. - 208 с.
9. Тимошенко, С. П. Основы теории надежности: учебник и практикум / С. П. Тимошенко, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. — М.: Юрайт, 2019. — 445 с. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/433079> (дата обращения: 10.12.2019).
10. Инструкция по охране труда при выполнении электромонтажных работ ИОТ - 037 - 2002

Дополнительные источники:

1. Ярочкина, Г. В. Электротехника: рабочая тетрадь : учеб. пособие / Г. В. Ярочкина. - 11-е изд., испр. - М.: Академия, 2014. - 96 с.
2. Электрические аппараты : учеб. пособие [авт.: О. В. Девочкин, В. В. Лохнин, Р. В. Меркулов и др.]. - 5-е изд., испр. - М.: Академия, 2015. - 240 с.
3. Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. пособие / Е.Б. Герасимова, Б.И. Герасимов. — 2-е изд. — М.: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. — 224 с. — Текст : электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/967860> (дата обращения: 10.12.2019)
4. Основы метрологии, стандартизации и сертификации: Учебное пособие / Н.Д. Дубовой, Е.М. Портнов. - Москва: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 256 с. Текст: электронный. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/447721> (дата обращения: 10.12.2019)
5. Кохно, М. Т. Основы радиосвязи, радиовещания и телевидения : учеб. пособие / М. Т. Кохно ; под ред. А. В. Смирнова. - М.: Горячая линия - Телеком, 2015. - 272 с
6. Романюк, В. А. Основы радиосвязи: учебник для вузов / В. А. Романюк. — М.: Юрайт, 2019. — 288 с. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/431608> (дата обращения: 10.12.2019).
7. Миленина, С. А. Электроника и схемотехника : учебник и практикум / С. А. Миленина ; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Юрайт, 2019. — 270 с. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/438024> (дата обращения: 10.12.2019).

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.book.ru> - Электронно-библиотечная система BOOK.ru
2. <http://www.biblioclub.ru> - Университетская библиотека online