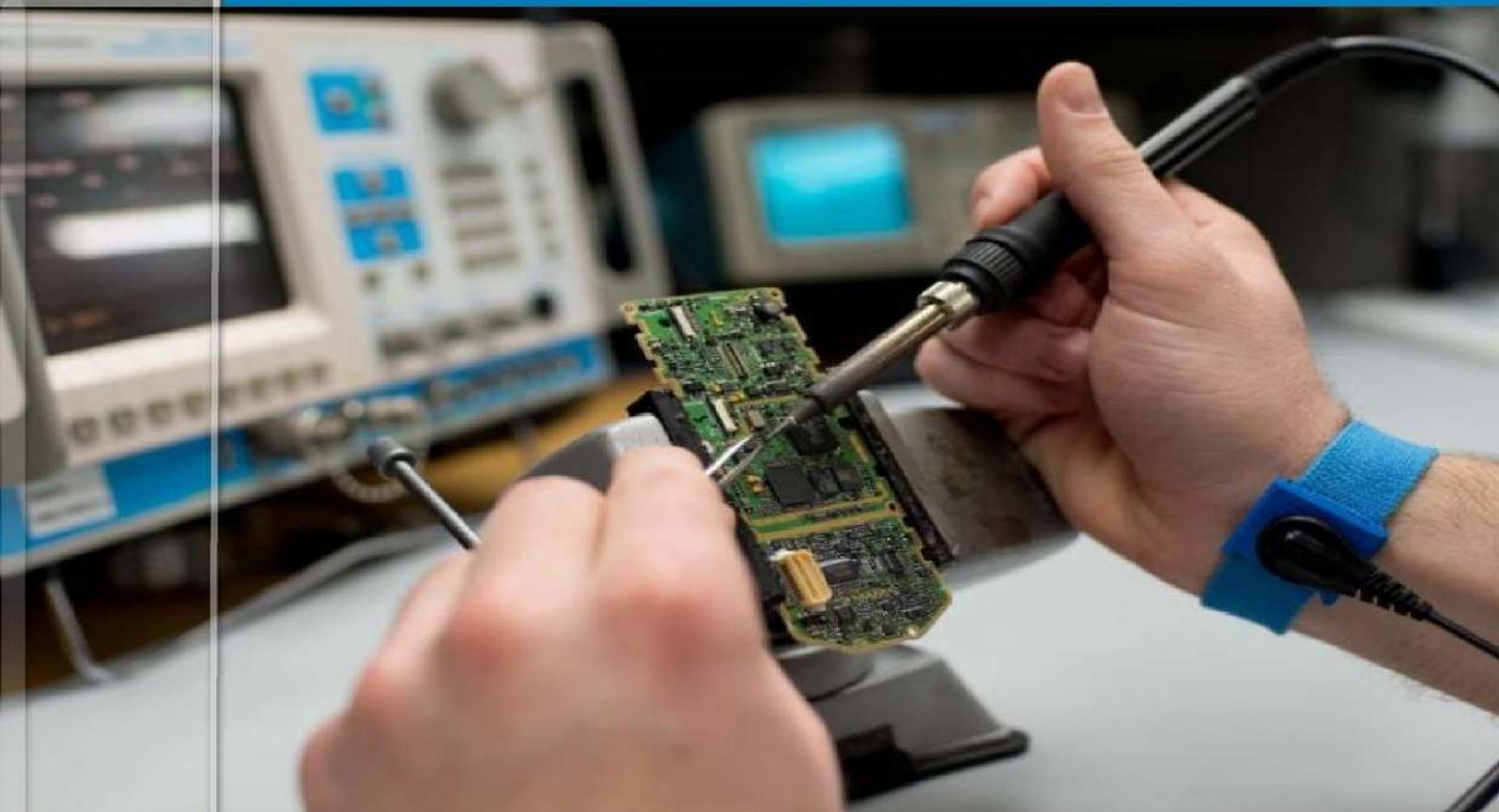


А.М.Мозер, А.В.Недавний,
В.Д.Трифанов

РАДИОМЕХАНИК

ПО РЕМОНТУ И
ОБСЛУЖИВАНИЮ
РАДИОЭЛЕКТРОННОГО
ОБОРУДОВАНИЯ (РАДИО-,
ТЕЛЕ-, АУДИО-, ВИДЕО-)

Учебное пособие



ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

А.М.Мозер, А.В.Недавний, В.Д.Трифанов

**РАДИОМЕХАНИК
ПО РЕМОНТУ И ОБСЛУЖИВАНИЮ
РАДИОЭЛЕКТРОННОГО
ОБОРУДОВАНИЯ (РАДИО-, ТЕЛЕ-,
АУДИО-, ВИДЕО-)**



Учебное пособие

для системы технического и профессионального, послесреднего образования по специальности «Обслуживание и ремонт телекоммуникационного оборудования и бытовой техники».

Нур-Султан
Некоммерческое акционерное общество «Talar»
2020

УДК 621.396(075.32)
ББК 32.84я722
М75

Рецензенты:

КГКП «Костанайский колледж бытсервиса» - УМО по профилю
«Технологические машины и оборудование»,
ТОО «Таразский механический завод».

Рекомендовано

Республиканским научно-практическим центром «Учебник»

М75 Специальность «Обслуживание и ремонт телекоммуникационного оборудования и бытовой техники (по отраслям)», квалификация «Радиомеханик по ремонту и обслуживанию радиоэлектронного оборудования (радио-, теле-, аудио-, видео)»: Учебное пособие / Мозер А.М., Недавний А. В., Трифанов В. Д. – Нур-Султан: Некоммерческое акционерное общество «Talap», 2020 г.-292с.

ISBN 978-601-350-194-9

Учебное пособие составлено к модулям ПМ01 – Монтаж радиоэлектронных устройств и коммутационного оборудования; ПМ02 – Ремонт и регулировка источников питания; ПМ03 – Ремонт, настройка и регулировка усилителей низкой частоты; ПМ04 – Проверка, ремонт, настройка устройств магнитной записи и воспроизведения; ПМ05 – Проверка и настройка радиоприемных и передающих устройств; ПМ06 – Ремонт, проверка аппаратуры оптической записи и воспроизведения; ПМ07 – Монтаж и техническое обслуживание приемно-передающих антенн и оборудования спутникового приема; ПМ08 – Ремонт, настройка и регулировка оборудования телевизионного приема. Специальности 0502000 «Обслуживание и ремонт телекоммуникационного оборудования и бытовой техники (по отраслям)» и предназначено в помощь преподавателям при работе с модулями по специальности «Обслуживание и ремонт телекоммуникационного оборудования и бытовой техники (по отраслям)», квалификация 0502012 «Радиомеханик по ремонту и обслуживанию радиоэлектронного оборудования (радио-, теле-, аудио-, видео)».

Учебное пособие состоит из предисловия, шести разделов и списка использованной литературы. Каждый раздел содержит несколько тем, раскрывающих его содержание. В конце каждой темы предусмотрены контрольные вопросы. Учебное пособие иллюстрировано таблицами, рисунками.

УДК 621.396(075.32)
ББК 32.84я722

ISBN 978-601-350-194-9

© НАО «Talap», 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Предисловие	6
1	Глава 1. Монтаж радиоэлектронных устройств и коммутационного оборудования.	8
	Краткий обзор модуля	8
1.1	Вредные и опасные производственные факторы, пожарная безопасность, электробезопасность	9
1.2	Технология электромонтажных работ	11
1.3	Детали и узлы радиотелевизионной аппаратуры	29
1.4	Обслуживание, механический и электрический монтаж коммутационных устройств	64
	Практические работы	75
	Вопросы для самоконтроля	75
	Краткие выводы	77
	Профессиональные термины	77
2	Глава 2. Ремонт и регулировка источников питания.	79
	Краткий обзор модуля	79
2.1	Химические источники питания.	80
2.2	Электрические источники питания.	81
2.3	Импульсные источники питания.	86
	Практические работы	88
	Вопросы для самоконтроля	88
	Краткие выводы	89
	Профессиональные термины	90
3	Глава 3. Ремонт настройка и регулировка усилителей низкой частоты.	91
	Краткий обзор модуля	91
3.1	Общие сведения об усилителях звуковых частот.	92
3.2	Типовые схемы усилителей звуковых частот.	97
3.3	Ремонт усилителей звуковых частот.	103
3.4	Проверка и настройка усилителей звуковых частот.	105
	Практические работы	108
	Вопросы для самоконтроля	108
	Краткие выводы	109
	Профессиональные термины	109
4	Глава 4. Проверка, ремонт, настройка устройств магнитной записи и воспроизведения.	111
	Краткий обзор модуля	111
4.1	Общие сведения о магнитофонах.	111
4.2	Функциональный состав магнитофонов.	112

4.3	Электрическая часть магнитофонов.	121
4.4	Ремонт магнитофонов.	137
4.5	Проверка и настройка магнитофонов.	139
4.6	Видеомагнитофоны.	143
4.7	Системы видеонаблюдения.	151
	Практические работы	155
	Вопросы для самоконтроля	155
	Краткие выводы	156
	Профессиональные термины	157
5	Глава 5. Проверка и настройка радиоприемных и передающих устройств.	158
	Краткий обзор модуля	158
5.1	Общие сведения о радиоприемных и передающих устройствах..	158
5.2	Электрическая часть радиоприемных и передающих устройств.	160
5.3	Настройка и проверка радиоприемных и передающих устройств.	173
5.4	Ремонт радиоприемных и передающих устройств.	178
	Практические работы	180
	Вопросы для самоконтроля	180
	Краткие выводы	180
	Профессиональные термины	181
6	Глава 6. Ремонт, проверка аппаратуры оптической записи и воспроизведения.	182
	Краткий обзор модуля	182
6.1	Принцип записи сигнала в системе CD-Аудио, DVD-проигрывателей.	183
6.2	Функциональные узлы, особенности настройки и проверки CD-, DVD-проигрывателей.	187
6.3	Ремонт мобильных устройств.	208
	Практические работы	217
	Вопросы для самоконтроля	217
	Краткие выводы	218
	Профессиональные термины	219
7	Глава 7. Монтаж и техническое обслуживание, приемно-передающих антенн и оборудования спутникового приема.	220
	Краткий обзор модуля	220
7.1	Особенности приема и передачи сигнала.	220
7.2	Конструкция антенн.	227
7.3	Монтаж, техническое обслуживание антенн.	236
	Практические работы	248
	Вопросы для самоконтроля	249
	Краткие выводы	249

	Профессиональные термины	250
8	Глава 8. Ремонт, настройка и регулировка телевизионного оборудования.	251
	Краткий обзор модуля	251
8.1	Общие сведения о вещательном телевидении.	251
8.2	Структура, функциональный состав ЦТ.	253
8.3	Ремонт настройка и регулировка телевизионного оборудования	274
	Практические работы	284
	Вопросы для самоконтроля	284
	Краткие выводы	285
	Профессиональные термины	285
	Глоссарий	287
	Заключение	289
	Список использованной литературы	291

ПРЕДИСЛОВИЕ

Организационной основой для данного пособия является актуализация типовых программ и учебных планов в области образования и профессиональной подготовки по специальности 0502000 – Обслуживание и ремонт телекоммуникационного оборудования и бытовой техники (по отраслям).

В быту и повседневной жизни активно используются всевозможные технологии, радиоэлектронные устройства и оборудование которые имеют свойство выходить из строя в процессе эксплуатации. В связи с этим существует потребность в подготовке специалистов, которые понимают принципы работы устройств, знают функциональные связи, назначения деталей, узлов, блоков, используют различные метрологические характеристики для обслуживания и ремонта радиоэлектронной аппаратуры.

Учебное методическое пособие предназначено для подготовки студентов по специальности «Обслуживание и ремонт телекоммуникационного оборудования и бытовой техники (по отраслям)», квалификации 0502012 «Радиомеханик по ремонту и обслуживанию радиоэлектронного оборудования (радио-, теле-, аудио,- видео)» и включает в себя профессиональные модули:

- ПМ01 – Монтаж радиоэлектронных устройств и коммутационного оборудования;
- ПМ02 – Ремонт и регулировка источников питания;
- ПМ03 – Ремонт, настройка и регулировка усилителей низкой частоты;
- ПМ04 – Проверка, ремонт, настройка устройств магнитной записи и воспроизведения;
- ПМ05 – Проверка и настройка радиоприемных и передающих устройств;
- ПМ06 – Ремонт, проверка аппаратуры оптической записи и воспроизведения;
- ПМ07 – Монтаж и техническое обслуживание приемно-передающих антенн и оборудования спутникового приема;
- ПМ08 – Ремонт, настройка и регулировка оборудования телевизионного приема.

Цель учебного пособия ознакомить обучающихся с существующими методами обслуживания и ремонта - для проведения монтажных, ремонтных, а также наладочных работ телекоммуникационного оборудования и бытовой техники.

Учебное пособие поможет достичь результатов обучения:

а) Получить необходимый объём знаний, умений, навыков, компетенций, который позволит стать специалисту квалифицированным, компетентным, конкурентоспособным, способным обучаться работе с новейшим оборудованием и быть востребованным на рынке труда;

б) Ознакомиться с составом и содержанием рабочей документации по монтажным работам телекоммуникационного оборудования и бытовой техники;

в) Рассмотреть композиционный состав работ по обслуживанию телекоммуникационного оборудования и бытовой техники.

Темы, затронутые в учебном пособии, позволят специалистам в совершенстве овладеть необходимыми, профессиональными знаниями по устройству, принципу работы, техническому обслуживанию и ремонту телекоммуникационного оборудования и бытовой техники.

В учебном пособии авторы обобщили материалы по устройству, принципу работы, техническому обслуживанию, ремонту телекоммуникационного оборудования и бытовой техники. Информация изложена доступно и наглядно, что упростит студентам, обучающимся по данному модулю понять принципы устройства, функционирования, методику поиска и устранения неисправностей, технического обслуживания и технику безопасности. Учебное методическое пособие проиллюстрировано чертежами и рисунками, что упрощает восприятие материала.

В дополнение к разделам руководства были подготовлены контрольные перечни вопросов для самостоятельной оценки.

1. МОНТАЖ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ И КОММУТАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

Содержание

Краткий обзор модуля	8
1.1 Вредные и опасные производственные факторы, пожарная безопасность, электробезопасность	9
1.2 Технология электромонтажных работ	11
1.3 Детали и узлы радиотелевизионной аппаратуры	29
1.4 Обслуживание, механический и электрический монтаж коммутационных устройств	64
Практические работы	75
Вопросы для самоконтроля	75
Краткие выводы	77
Профессиональные термины	77

В результате изучения данного модуля студенты смогут:

1. Соблюдать требования законодательства Республики Казахстан и утвержденных отраслевых нормативных документов.
2. Организовывать собственную деятельность, оценивать результаты своей работы.
3. Соблюдать требования техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной безопасности в учебных мастерских.
4. Осуществлять подбор оборудования по мощности.
5. Осуществлять подбор и контроль качества радиоэлементов.
6. Осуществлять механический и электрический монтаж и контроль радиоэлектронной аппаратуры с проведением испытаний в процессе работы.
7. Осуществлять обслуживание, механический и электрический монтаж коммутационных устройств.

Современная радиоэлектронная аппаратура появилась в результате длительной работы по поиску способов использования электрических явлений для передачи информации. Появление современных полупроводниковых приборов стало возможно в результате развития научной теории полупроводников. Последнее время насыщено появлением новых принципов записи, систем передач, повышения качества воспроизведения изображения и звука, что привело к бурному развитию высококачественной радиоэлектронной аппаратуры.

1.1 Вредные и опасные производственные факторы, пожарная безопасность, электробезопасность

Охрана труда и техника безопасности в учебных мастерских включают в себя комплекс мер, целью которых является обеспечение безопасности и сохранение здоровья студентов.

Основные нормативные требования по этому направлению приведены в Трудовом кодексе. Также действует целый ряд специализированных нормативных актов отраслевого и межотраслевого характера.

Мероприятия по охране труда и ТБ направлены на предотвращение травм и исключение ситуаций, следствием которых может стать несчастный случай или авария.

Основными вредными и опасными производственными факторами при подготовке радиомехаников в учебных мастерских являются.

Физические факторы: повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; высокие влажность и скорость движения воздуха; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных излучений - тепловых, ионизирующих, электромагнитных, инфракрасных и др. К вредным физическим факторам относятся также запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; недостаточная освещенность рабочих мест.

Химические факторы: повышенное содержание в воздухе рабочей зоны оксида углерода, озона; повышенное содержание в воздухе паров свинца.

Психофизиологическим факторы: физические (статические и динамические) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов слуха, зрения и др.).

Источником электромагнитных излучений в учебных мастерских являются работающие контрольно-измерительные приборы телевизионные приемники. Слабые электромагнитные излучения вызывают внутриклеточные изменения, нарушают обменные процессы, могут вызвать развитие катаракты, опухолей, лейкемии и т.п. Пути устранения электромагнитных излучений – заземление оборудования, экранирование источников электромагнитного излучения.

Источником электростатического напряжения в учебных мастерских являются работающие бытовые радиоаппараты, контрольно-измерительная аппаратура. Наличие электростатического поля смертельной опасности для человека не представляет, но возникающий искровой разряд при этом может привести к рефлекторному движению человека, что является предпосылкой получения различных травм. Кроме того, электростатическое напряжение может вывести из строя ряд радиоэлементов. Методы борьбы с электростатическим напряжением – заземление оборудования, использование специального браслета для отвода электростатического

напряжения, отсутствие искусственных материалов в одежде (использование хлопчатобумажных халатов), систематическая влажная уборка.

Ультразвук представляет собой звуковые волны, имеющие частоту выше воспринимаемых человеческим ухом, обычно, под ультразвуком понимают частоты выше 20 000 герц. Ультразвук характеризуется давлением, интенсивностью и частотой колебаний. Источником ультразвука в учебных мастерских могут быть генераторы низких частот, ультразвуковые установки для пайки. При длительном воздействии ультразвука на человека могут произойти функциональные изменения центральной и периферической нервной системы, сердечно-сосудистой системы, слухового и вестибулярного аппарата и т. д. Методы борьбы с ультразвуком – применение звукоизолирующих кожухов, экранов, размещение ультразвуковых установок в отдельных помещениях, облицованных звукопоглощающими материалом.

К вредным производственным факторам в учебных мастерских относятся наличие паров свинца. Так как входит в состав припоя. К профилактическим методам относятся – соблюдение личной гигиены, применение рабочей одежды, наличие местной и общей вентиляции, систематическая влажная уборка.

Пожарная безопасность. Учебные мастерские характеризуются наличием большого количества контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), различных бытовых аппаратов. При ремонте используются электропаяльники, а также горючие материалы (корпуса бытовой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), изоляция электропроводов и т.п.), сети осветительной электропроводки с большим количеством розеток. Поэтому основными причинами пожаров в учебных мастерских могут быть: короткие замыкания в электропроводке; перегрузки электрической цепи; большие переходные сопротивления электрических цепей; нарушение правил эксплуатации электроприборов; небрежное отношение с электропаяльником. В учебных мастерских должны иметься первичные средства пожаротушения. Необходимо знать порядок действий в случае пожара, изучить план эвакуации в случае пожара.

Электробезопасность. Проходя через организм человека, электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие. При этом действие электрического тока может быть местным (электротравма) или общим (электрический удар). Электротравмы бывают следующих видов: электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, электроофтальмия, механические повреждения.

Тяжесть поражения электрическим током зависит от целого ряда факторов: значения и силы тока; значения электрического сопротивления тела человека; длительности протекания тока через тело человека; рода и

частоты тока; пути прохождения тока через тело человека; индивидуальных свойств человека; условий окружающей среды.

Основным фактором, обуславливающим ту или иную степень поражения человека, является сила тока.

Устанавливаются три категории:

1) *пороговый ощутимый ток* (0,5...1,5) мА – переменный с частотой 50Гц и (5...7) мА – постоянный;

2) *пороговый не отпускающий ток* (6...10) мА - переменный с частотой 50Гц и (50...80) мА – постоянный;

3) *пороговый не фибрилляционный ток* (80...100) мА - переменный с частотой и 50 Гц. 300 мА – постоянный.

Основные причины поражения электрическим током:

- случайное прикосновение;
- неисправность защитных средств;
- ошибочное принятие оборудования, находящегося под напряжением, как отключённого;

- повреждение изоляции;

- неисправности в устройствах заземления, зануления;

- личная не дисциплинированность;

- отсутствие знаний о принципах работы ремонтируемого аппарата.

Электробезопасность обеспечивается соответствующей конструкцией электроустановок, применением технических средств и способов защиты, организационными и техническими мероприятиями.

К техническим способам и средствам защиты относятся: защитные ограждения, заземление, зануление, отключение, применение малых напряжений; безопасное расположение или изоляция токоведущих частей; блокировка; знаки предупреждения; электрическое разделение сети; средства индивидуальной защиты; систематический контроль изоляции.

1.2 Технология электромонтажных работ

Общие сведения об электрическом монтаже.

При ремонте, настройке и проверке бытовой РЭА возникает необходимость выполнять как монтажные, так и демонтажные работы. От качества этих операций во многом зависит конечный результат. Неправильно выполненные демонтаж и монтаж приводят к неисправностям в бытовой радиоэлектронной аппаратуре. Как показывает анализ, общая доля неисправностей, вызванных некачественными монтажными работами, достигает половины всех неисправностей. При этом многие такие неисправности трудно устранимы. При не правильном монтаже можно вывести из строя отдельные радиоэлементы, что затруднит впоследствии процесс ремонта. Неправильный монтаж вообще может привести к

окончательному выходу из строя отдельных узлов, модулей, блоков радиоэлектронной аппаратуры.

Основным инструментом для выполнения электромонтажных работ является электрический паяльник.

С помощью паяльника детали соединяются между собой с использованием специального припоя, который расплавляется под воздействием высокой температуры. Паяльник – это электрический инструмент со специальным жалом на конце, которое нагревается до определённой температуры, достаточной для того, чтобы расплавился припой. Прочное и качественное соединение деталей получается, если соблюдать все тонкости и особенности работы с паяльником.

На производстве, а также в крупных ремонтных предприятиях используются автоматические системы для монтажа и пайки.

Для выполнения монтажных операций при ремонте аппаратуры необходим определенный набор инструментов: плоскогубцы, круглогубцы, пинцеты различной длины, кусачки (лучше боковые – бокорезы), отвертки и ключи, напильники и надфили.

Паяльники являются основным инструментом, применяемым для нагрева места пайки, а также припоя при паянии мягкими припоями.



Рис. 1.1 Устройство электрического паяльника

На рис. 1.1 изображено устройство электрического паяльника, который состоит из следующих элементов:

1. Нагревательный элемент.
2. Жало.
3. Шнур электрического питания.

Нагревательный элемент паяльника заключён в корпус из специального негорючего материала, который ещё и не плавится. Жало паяльника изготавливают из меди с покрытием специальными сплавами из никеля или стали.

Отдельные модели паяльников оснащены регулятором температуры. В конструкции электрического паяльника нагревательный элемент преобразовывает энергию электричества в тепловую и передаёт её жалу для расплавления припоя. Для отдельных моделей паяльников существуют сменные жала.

Корпус нагревательного элемента представляет собой металлическую трубку с расположенными вдоль сквозных отверстий, которые отводят избыточное тепло. Для шнура питания чаще всего берут двужильный провод, сечение которого позволит без опасений использовать инструмент различной мощности.

Регулятор температуры может быть встроенным и располагаться в корпусе паяльника, а может находиться на блоке питания. Последний вариант является предпочтительным, используется при работе по монтажу электрических плат, конструируется чаще и встречается у инструментов, предназначенных для работы в низком диапазоне напряжений от 12В до 36В.

Материалы, используемые для пайки.

В работе используются такие расходные материалы, как припой и флюс. Технология соединения деталей при пайке и сварке несколько отличается. При паянии соединение происходит благодаря образованию шва, который появляется между соединяемыми деталями и материалом припоя за счёт возникновения прочных связей.

По своему составу припои бывают разными в зависимости от применяемых материалов и их количественного соотношения. Для работы нужно брать припой такого состава, который будет отвечать температурным требованиям режима пайки и зависеть от разновидности материалов для соединения.

Флюсы применяют в работе в зависимости от типов материалов и условий пайки. Виды используемых при пайке флюсов:

- Твёрдые.
- Жидкие.
- Кислотные.
- Бескислотные.

Как подготовить к работе жало?

Перед работой необходимо проверить параметры настройки паяльника и его общее состояние, которое можно установить, внимательно осмотрев инструмент со всех сторон. Обратите внимание, что жало паяльника нужно держать в чистоте и не нагретым. Питающий провод должен находиться в целостном изоляционном материале.

Изучите инструкцию к паяльному инструменту, там содержится информация о рабочих параметрах паяльника – мощности и напряжении. Значение рабочего напряжения указывается на корпусе самого паяльника и является его маркировочной характеристикой.

Работу с совершенно новым инструментом нужно начинать с его хорошего прогрева. Необходимо, чтобы сначала обгорела внутри корпуса заводская смазка инструмента, при этом процессе обязательно хорошо проветривайте рабочее помещение.

Лёгкими аккуратными ударами молоточка сформируйте и заточите жало нового паяльника. Таким образом, конец жала станет более плотным и будет меньше сгорать при работе.

Следующим подготовительным этапом будет облуживание жала паяльника для того, чтобы рабочий припой не скатывался с него, а хорошо приставал. Сначала нагрейте жало паяльника, потом смажьте его флюсом и немедленно прикоснитесь к уже приготовленному оловянному припою, чтобы он расплавился и покрыл всё жало, деревянной палочкой распределите аккуратно припой по всей поверхности. Эта подготовка будет препятствовать окислению материала, из которого сделано жало, а само жало будет покрыто тонкой плёнкой из олова.

После тщательного выполнения подготовительных мероприятий паяльником можно пользоваться для выполнения паяльных работ.

Подготовка деталей и их спайка

Перед процессом паяния все детали для аккуратного и прочного соединения нужно сначала зачистить, потом облудить. Если паяние проходит с использованием канифоли, то деталь сначала нагревают, потом покрывают флюсом или расплавленной канифолью и припоем.

При паянии жидким флюсом им сначала покрывают холодные поверхности деталей, затем нагревают паяльник и им покрывают слоем припоя.

Чтобы держать при работе паяльником мелкие спаиваемые детали, удобно использовать небольшой пинцет. Также для фиксирования деталей можно использовать специальные паяльные столы, щипцы или различные зажимы.

Детали, которые были уже облужены, соединяют между собой и фиксируют в нужном положении. Затем нагревают до температуры, при которой будет плавиться припой и подают припой на жало паяльника или при помощи проволоки. Расплавляющийся припой распределяют равномерным слоем по всему соединительному шву.

Далее при полнейшей неподвижности стыка соединяемых деталей ожидают его полного остывания. Нельзя смачивать шов водой или обдуть его струёй воздуха, чтобы он быстрее остыл. Далее нужно смыть остатки флюса, кроме нейтрального, который смывать не надо.

Различные примеры паяния.

Самая простая пайка – это пайка проводов при выполнении электромонтажных работ. Для этого провода скручивают между собой и пропаивают, чтобы они не нагревались в сети и не оказывали дополнительного сопротивления. Для выполнения этой работы лучше

пользоваться жидким флюсом, который может равномерно покрывать всю скрученную поверхность проводов и проникнет внутрь скрутки.

При необходимости запаять какое-либо небольшое отверстие нужно сделать работу немного иначе. Под отверстие необходимо подложить такой туго плавящийся материал, как асбест или текстолит, предварительно смазанный техническим жиром, затем покрыть жидким флюсом края отверстия и разместить припой на подкладке внутри дырки. Потом расплавить его паяльником, распределив по всей площади отверстия и захватить его края, прогревая их паяльником. После того, как припой остынет, можно убирать подкладочный материал.

В заключение нужно напомнить о необходимости соблюдать основные правила безопасности работы, пользоваться подставкой и ковриком для паяльника, а работу проводить в помещении с хорошим проветриванием.

Виды паяльников для электроники.

Основным различием, которое помогает разделить паяльники для электроники на разновидности, является вид нагревательного элемента, который в них используется. В последнее время технология производства позволяет выпускать множество разновидностей, которые отличаются друг от друга по характеристикам.

Нихромовые.

Основным нагревательным элементом в таких паяльниках становится нихромовая проволока. Материал хорошо проводит электрические импульсы, что позволяет нагревать жало до нужной температуры достаточно быстро. Простые модели обладают спиралью, которая намотана на корпус не проводящий электричество. Чтобы проволока не теряла тепло, ее помещают в изоляторы. Подобные модели чаще всего применяются в бытовом непрофессиональном использовании.

Недостатки:

- Паяльник для радиодеталей с нихромовым нагревательным элементом долго нагревается;
- Спираль быстро перегорает и ее приходится менять.

Преимущества:

- Простота в использовании;
- Неприхотливость к внешним факторам;
- Высокая ударостойкость.

Керамические

Паяльник для пайки микросхем телефонов с керамическим нагревательным элементом использует специальные стержни, которые подсоединяются к контактам, дающим напряжение. Благодаря воздействию напряжения керамика нагревается до нужной температуры.

Преимущества:

- Тонкий паяльник для микросхем из керамики обладает длительным сроком эксплуатации;

- Быстро нагревается до нужной температуры.

Недостатки:

- Высокая подверженность механическим повреждениям;
- Жало заменить невозможно, если оно как-либо повредиться.

Индукционные

Точечный паяльник индукционного типа обладает всеми необходимыми качествами для спаивания микросхем. В нем присутствует ферромагнитное покрытие, которое обеспечивает образование магнитного поля на жале, а также есть катушка индуктора. Его особенностью является то, что когда достигается максимальная температура, то нагрев прекращается. Когда температура начинает понижаться, подача электричества возобновляется. Это обусловлено ферромагнитными свойствами покрытия.

Преимущества:

- Наличие автоматического подогрева;
- Экономия энергии;
- Неприхотливость в эксплуатации.

Недостатки

• Чтобы подобрать оптимальное значение температуры нагрева, приходится менять наконечники, так как этот параметр поддерживается согласно точке Кюри.

Импульсные

Главным отличием данной модели является наличие частотного образователя, который имеет встроенный высокочастотный трансформатор. Сначала частота повышается, но через некоторое время она понижается до рабочего значения. Жало здесь является частью электрической цепи. Оно подключено к токосъемникам вторичной обмотки. Это обеспечивает прохождение больших токов сквозь обмотку и дает максимально короткое время нагревания. Функция нагрева включается тогда, когда нажимается соответствующая кнопка на паяльнике. Если ее отпустить, то устройство остывает.

Преимущества:

- Хороший паяльник для микросхем нагревается практически мгновенно;
- Универсальность применения, как для крупных, так и для мелких деталей.

Недостатки:

- Импульсный паяльник для пайки микросхем не может использоваться для длительной работы.

Требования к паяльникам

В среднем мощность паяльника должна быть около 10 Вт. Чем меньше будет данный параметр, тем больше шансов сохранить радиоэлементы в целости и сохранности. Не рекомендуется использовать очень мощные

инструменты, поэтому одним из главных требований является разумный подбор параметра относительно тех работ, для которых будет применяться устройство. Мощность паяльника для пайки микросхем может достигать и до 40 Вт, но профессионалы работают и с 4 Вт паяльником, если речь идет об особенно мелких деталях.

Жало должно быть крепким и хорошо очищаться. Как правило, это достаточно тонкие изделия, поэтому наличие крепкого материала является обязательным условием для долгосрочной работы. Здесь нередко используются материалы для жала, которые редко встречаются в больших паяльниках, что как раз и обусловлено данными требованиями.

Наличие дополнительных функций, кнопок отключения, расположенных на корпусе, специальных покрытий и прочих вещей определяется тем, для какой сферы предназначается паяльник. Все, что облегчит работы из вышеуказанных дополнений в определенной среде будет обязательным для конкретных моделей, где данная функция востребована.

Припой и флюсы

Припой представляют собой специальные сплавы, применяемые при пайке. Припой делят на две группы: мягкие и твердые. К мягким относятся припой с температурой плавления до 450 °С, а к твердым - с температурой плавления свыше 450 °С. Кроме температуры плавления, припой различаются и по механическим свойствам. Мягкие припой имеют предел прочности при растяжении не выше 50-70 МПа, а твердые - до 500 МПа.

К припоям предъявляются конструктивные и технологические требования. К конструктивным требованиям относятся хорошая электро-и теплопроводность, достаточная механическая прочность, герметичность, стойкость к коррозии. Технологическими требованиями являются: необходимая жидко текучесть при температуре плавления: хорошая смачиваемость; необходимая температура плавления.

Условные обозначения марок припоев содержат букву П (припой) и одну из последующих букв русского названия основных компонентов, а также количество их в процентах. Сокращения наименования компонентов следующие: олово - О, сурьма - Су, свинец - С, алюминий - А, серебро - Ср, никель - Н, палладий - Пд, индий - Ин, медь - М, золото - Зл, германий -- Г, кремний - Кр, висмут - Ви, кадмий - К, титан - Т. Чистые металлы, применяемые в качестве припоев, обозначаются такими же марками, как в ГОСТ на поставку (например, О2 означает олово, С1 - свинец и т. д.).

Наиболее распространенными мягкими припоями, изготавливаемыми промышленностью, являются оловянно-свинцовые. На них распространяется ГОСТ 21931-76. В соответствии с этим ГОСТ оловянно-свинцовые припой, не содержащие сурьму, называют бессурьмянистыми, а припой, содержащие сурьму 1...5 %,-сурьмянистыми.

Примеры условных обозначений марок оловянно-свинцовых припоев:

- ПОС-61 - припой оловянно-свинцовый, содержит 61 % олова, остальное свинец.
- ПОССу-61-0,5 - припой оловянно-свинцовый, малосурьмянистый, содержит 61 % олова, 0.5 % сурьмы, остальное - свинец.
- ПОС-61М - припой оловянно-свинцовый, содержит 61 % олова, небольшой процент меди и свинец.
- ПОСК-50-18 - припой оловянно-свинцовый, содержит 50 % олова, 18 % кадмия, остальное - свинец.

Флюсы - вещества (чаще смесь) органического и неорганического происхождения, предназначенные для удаления оксидов с паяемых поверхностей, снижения поверхностного натяжения, улучшения растекания жидкого припоя и/или защиты от действия окружающей среды.

Флюсы:

- способствуют лучшему смачиванию припаиваемых деталей;
- способствуют лучшему растеканию припоя по шву;
- предохраняют нагретый при пайке металл от окисления.

Паяльный флюс не должен взаимодействовать с припоем, кроме флюсов для реактивно-флюсовой пайки. В зависимости от технологии, флюс может использоваться в виде жидкости, пасты или порошка. Существуют также паяльные пасты, содержащие частицы припоя вместе с флюсом; иногда трубка из припоя содержит внутри флюс-заполнитель. Остатки разных флюсов могут быть как диэлектриками, так и проводить электричество.

Флюсы для электротехники.

Основные требования к таким флюсам - низкий ток утечки и низкая коррозионная активность.

Простейшие флюсы такого типа создают на основе канифоли - например, растворы канифоли в спирте - этаноле либо других спиртах или спирто-бензиновой смеси, они подходят только для меди. Также часто применяются кислотные флюсы - разнообразные кислоты и их соли, но в связи с большой кислотностью, необходимо промывать место пайки. Даже такой флюс, как глицерин, необходимо отмывать от печатной платы, так как он обладает хорошей гигроскопичностью, вследствие чего место пайки быстро окисляется. Исключением является канифоль и её спиртовые растворы из-за того, что она покрывает поверхность и является своеобразным нейтральным защитным покрытием.

Технология монтажа и демонтажа радиоэлектронной аппаратуры:

Электромонтажные работы – вид профессиональной деятельности, при которой выполняется монтаж внутрисхемных и внутримодульных электрических соединений, изделий входящих в состав устройств и объединённых одной электрической цепью.

К электромонтажным работам относятся:

- Подбор соединительных проводов, кабелей, шнуров с учётом различных условий эксплуатации радиоэлектронных устройств (РЭУ).
- Вязка проводов в жгуты.
- Подбор и монтаж элементов для электрического соединения плат, модулей и отдельных деталей между собой.
- Соединение проводов и изделий электронной техники (ИЭТ) между собой и с деталями конструкции в целях создания электрической цепи прибора с использованием разъёмных и неразъёмных методов.

Механический монтаж (ММ) – совокупность операций механического соединения узлов, деталей изделий электронной техники (ИЭТ) в изделия выполняемых в определённой последовательности:

- выполнение неподвижных не разъёмных соединений (развальцовка, сварка) деталей и узлов с шасси прибора;
- выполнение подвижных разъёмных соединений, т.е. установка крепёжных механических деталей;
- механическая установка изделий электронной техники (ИЭТ) на шасси прибора (трансформаторы, дроссели);
- механическая установка подвижных частей узлов и деталей, которые могут заменяться в процессе настройки;
- контроль механического монтажа.

Электрическим монтажом называется процесс соединений изделий электронной техники (ИЭТ) в соответствии с электрической принципиальной или электромонтажной схемой.

Электрический монтаж может выполняться с помощью печатных, проводных, тканых плат, единичных проводов, жгутов, кабелей.

Электрический монтаж включает операции по соединению выводов радиодеталей в схему и является очередным этапом производственного процесса после механической сборки изделия.

Современные конструкции строятся на основе объёмного монтажа, выполняемого пайкой или сваркой, или печатным монтажом.

Наибольшее применение имеет объёмный монтаж пайкой.

Электрический монтаж выполняется способом последовательной укладки гибких или жёстких соединительных монтажных проводников, шаблонно жгутовыми или комбинированным способами.

Электрический монтаж производят в строгом соответствии с технологическим процессом соблюдая общий для всех изделий электронной техники порядок выполнения монтажа:

1. Монтаж расшивочных панелей, переключателей и других обособленных узлов (до их установки на шасси прибора);

2. Монтаж перемычек из неизолированного провода;
3. Монтаж одиночных проводов;
4. Установка на шасси заранее смонтированных узлов и монтажных проводов, идущих от этих узлов;
5. Укладка жгута на шасси и монтаж его проводов;
6. Монтаж и подключение навесных радиодеталей (резисторов, конденсаторов и др.)

При электрическом монтаже радиоэлектронной аппаратуры применяются:

- объемный с использованием монтажных проводов, кабелей, жгутов;
- печатный с использованием монтажных печатных плат;
- печатный в сочетании с объемным (комбинированный)

Объемный монтаж обеспечивает соединение различных электро- и радиоэлементов, узлов, модулей радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) в цельную конструкцию с помощью монтажных проводов, кабелей, жгутов. При выполнении объемного монтажа необходимо выполнять ряд требований.

1. Все соединения пайкой должны быть выполнены после предварительного механического закрепления.

2. Электрический монтаж приборов следует производить после полной механической сборки.

3. Нельзя допускать повреждения провода, кабеля, радиоэлементов.

4. В процессе монтажа необходимо принимать меры против попадания обрезков проводов, кабелей и других посторонних предметов в аппаратуру.

5. Гибкие монтажные провода, кабели, выходящие из жгута и присоединяемые к неподвижным контактам, должны иметь запас по длине, обеспечивающей одну две перепайки.

6. При монтаже и ремонте аппаратуры следует правильно располагать провода, чтобы связать между отдельными цепями либо отсутствовала, либо была минимальной.

7. Если расстояние между паяемыми выводами менее 2мм, то на выводы надевается изоляционная трубка.

8. Разъемы распаиваются в последовательности, исключающей повреждения соседних проводов и кабелей, как правило, снизу-вверх и слева на право.

Печатный монтаж, способ монтажа электронной аппаратуры, при котором соединения электро- и радиоэлементов, в том числе экранирующих, выполняются посредством тонких электропроводящих полосок с контактными площадками, расположенных на печатной плате. Печатный монтаж (ПМ) позволяет уменьшить габариты и массу аппаратуры, широко использовать механизированное и автоматизированное оборудование и высокопроизводительные технологические процессы при её массовом выпуске. При этом значительно повышается надёжность изделий и заметно сокращаются расход материалов и трудовые затраты. Печатные проводники

получают травлением фольгированного изоляционного материала, электрохимическим осаждением, вакуумным или катодным распылением, вжиганием проводящих паст, электролитическим осаждением с переносом проводящего рисунка на изоляционную плиту и др. методами (изображение печатных проводников на плате получают фотографическим, офсетным, сеточно-графическим способами, а также методами прессования, тиснения и др.). Контактные переходы с одной стороны платы на другую осуществляют путём металлизации стенок отверстий или установкой металлических трубок с последующей их развальцовкой и опайкой. При печатном монтаже (ПМ) обычно толщина проводников (20-50) мкм, их ширина (0,5-0,8) мм и минимальное расстояние между ними (0,3-0,5) мм. Вследствие благоприятных условий теплоотвода в печатных проводниках допускается высокая (до 30-50) а/мм² плотность электрического тока. При микроминиатюризации аппаратуры на основе многовыводных интегральных схем применяют многослойные печатные платы и тем самым достигают существенного повышения плотности монтажа.

Последовательность этапов, используемых для ручной пайки печатных плат при монтаже через отверстие, может различаться в зависимости от применения. Первым этапом данной технологии пайки является установка компонентов на плату. Если же операция установки производится полностью вручную, компоненты монтируют отдельными группами: вначале вставляют первую группу и припаивают выводы, затем вставляют вторую группу и припаивают выводы и т.д. Порядок монтажа групп компонентов должен вписываться в соответствующую технологию пайки и обеспечивать повышение производительности, учитывать человеческий фактор, чтобы свести к минимуму ошибки, повреждение выводов, усталость или невнимательность оператора. Расположение паяемого соединения зависит от конструкции платы и определяется применяемой технологией. На односторонней плате без металлизированных отверстий пайка выполняется со стороны компонентов. На двухсторонних и многослойных печатных платах с металлизированным покрытием сквозных отверстий, для повышения технологичности пайка, как правило, осуществляется с нижней стороны, чтобы избежать возможных повреждений компонентов теплом паяльника, особенно при большой плотности монтажа. Процесс ручной пайки осуществляется следующим образом: Оператор наносит флюс на соединение. Жалом паяльника прикасается к одной стороне вывода компонента (рис. 1.2). По возможности оно не должно касаться контактной площадки. Однако для качественной пайки может потребоваться контакт с площадкой толстой печатной платы. Далее, следуя технологии пайки печатных плат, паяльную проволоку подводят к выводу со стороны, противоположной жалу паяльника. Проволока не должна контактировать с жалом, чтобы не загрязнять его. После расплавления припой смачивает поверхность и растекается по ней, затем затекает в отверстие. Если при пайке

элементов на плату используется проволока с флюсовым покрытием, нанесение флюса не производят. При правильно спроектированной технологии пайки печатной платы, т.е. подборе паяльника с адекватным источником питания, температурой и геометрией жала, образование паянного соединения занимает примерно от 3 до 7 с. После завершения процесса пайки печатную плату отмывают от остатков флюса, если это необходимо с учетом типа флюса и требований долгосрочной надежности платы.

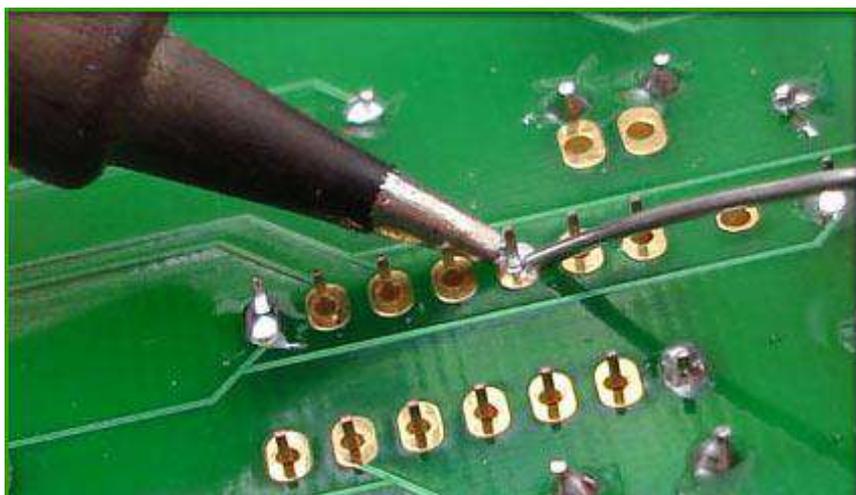


Рис.1.2 Пример ручной пайки печатных плат в технологии сквозного монтажа



Рис.1.3 Поверхностный монтаж на печатную плату

Виды пайки печатных плат

Электронные микросхемы создаются одним из двух способов:

- SMD - от англ. surface mounted device - прибор, монтируемый на поверхность);
- TNT- от англ. Through-hole Technology - технология монтажа в отверстия.

Первый метод монтажа является поверхностным (рис. 1.3), второй - выводным. SMD вид пайки печатных плат характеризуется фиксацией чип-компонентов на металлизированные дорожки, нанесенные на плату, ТНТ - пайкой контактных элементов в отверстия на пластине. 25-30 лет назад подавляющее большинство микросхем создавалось выводным способом. Однако с тех пор поверхностный монтаж стабильно набирал популярность и сегодня является основным методом изготовления печатных плат.

Если необходимо создать сложную и функциональную микросхему, используются оба вида пайки. Диэлектрическая пластина содержит и фольгированные дорожки, и металлизированные отверстия. На нее монтируются сначала SMD - элементы, затем - ТНТ. При смешанном монтаже компоненты фиксируются на полуавтоматических станках и вручную.

Преимущества и недостатки поверхностной технологии пайки печатных плат

Стабильно возрастающая популярность SMD-монтажа обусловлена рядом его достоинств:

- высокая степень автоматизации производства печатных плат;
- сокращение времени изготовления микросхем;
- возможность использования обеих сторон диэлектрической пластины в качестве рабочих поверхностей;
- компактность электронных компонентов и готовой платы;
- снижение себестоимости микросхем за счет минимизации ручного труда.

При поверхностном монтаже чип-элементы устанавливаются в несколько этапов:

- на контактные площадки наносится припойная паста с помощью трафаретов;
- устанавливаются электронные компоненты на полуавтоматических станках;
- осуществляется групповая пайка плат в печи.

Все эти операции обособлены. Поэтому каждый элемент паяется не отдельно, а вместе с остальными. Выходит, экономится время на фиксацию всех компонентов. Паяльная паста содержит флюс и припой. В исходном виде она представляет собой мелкозернистый порошок, который при нагреве становится жидким.

SMD-монтаж осуществляется с применением полуавтоматического оборудования. При такой технологии пайки печатных плат паста наносится распределителями, компоненты устанавливаются гриммерами, непосредственно пайка выполняется в печах. Это не только ускоряет производственный процесс, но и удешевляет его, ведь минимизируется ручной труд высокооплачиваемых инженеров.

Поверхностные микросхемы отличаются легкостью и компактностью. Это особенно актуально при современных тенденциях уменьшения веса и габаритов как бытового, так и производственного оборудования. Однако SMD -монтаж имеет не только преимущества, но и недостатки:

- необходимость наличия дорогостоящих полуавтоматических станков;
- потребность в использовании электронных компонентов высшего качества;
- невозможность предотвращения производственного брака при неверных настройках оборудования (в отличие от ручного труда опытного инженера);
- необходимость строгого соблюдения температурного режима при групповой пайке.

Поверхностные элементы можно паять и вручную. Однако решение этой задачи целесообразно осуществлять на полуавтоматических станках. Они дорого стоят, но позволяют наладить серийное производство микросхем любой сложности в сжатые сроки. Монтируемые компоненты должны быть высокого качества и при пайке важно учитывать их термо-технические характеристики. Малейший перегрев приводит к повреждению элементов, и готовая плата становится нерабочей. Поэтому SMD -монтаж следует доверить профессионалам специализированного центра по изготовлению микросхем, которые быстро и гарантированно предоставят необходимый результат.

Преимущества и недостатки выводного способа пайки печатных плат.

Хотя поверхностный монтаж является основным методом изготовления микросхем, сквозной также используется при создании сложных и многослойных плат. Его отличительная особенность заключается в том, что выводы ТНТ -компонентов фиксируются в отверстиях диэлектрической пластины, а не на металлизированные дорожки. Основные достоинства сквозной пайки:

- предотвращение производственного брака за счет ручного выполнения операций опытным инженером;
- возможность использования компонентов среднего качества;
- основной рабочий инструмент - ручной паяльник, а не дорогостоящие полуавтоматические станки.

При таком способе пайки микросхем каждый элемент обрабатывается по отдельности. Поэтому предотвращается риск перегрева и повреждения компонентов, характерный для поверхностного монтажа. Однако наряду с преимуществами, выводная пайка имеет и недостатки:

- увеличение срока производства платы за счет выполнения всех операций вручную;
- повышение себестоимости микросхемы;

- необходимость пред- и пост производственной обработки плат;
- увеличение веса и габаритов готового изделия.

На станках операции выполняются шаблонно и быстро. В ручном же режиме на пайку каждого элемента уходит больше времени. Поэтому ТНТ - платы изготавливаются в разы дольше SMD. Труд квалифицированных инженеров также обходится дороже, чем настройка и поддержание работы полуавтоматических станков. Сами же элементы имеют большие выводы, которые проходят пластину насквозь. Значит, нужно сверлить отверстия на плате и обрезать бугорки припоя после монтажа.

Основные методы пайки печатных плат

Электронные микросхемы создаются двумя способами:

- вручную;
- на полуавтоматическом оборудовании.

Каждый из методов характеризуется обязательным применением ручного труда. Однако при поверхностном монтаже его доля минимальная, при выводном - максимальная. Базовый процесс производства печатных плат осуществляется в несколько этапов:

- изучение технической документации;
- создание диэлектрических заготовок, их обработка (металлизация, создание отверстий);
- изготовление трафаретов для нанесения припойной пасты;
- подбор комплектующих и подготовка производства;
- нанесение паяльной пасты;
- установка SMD-компонентов;
- групповая пайка плат в печи;
- отмывка и сушка микросхем (удаление остатков флюса, припоя);
- ручной монтаж ТНТ -элементов;
- проверка.

Если плата изготавливается исключительно выводным способом, трафареты не создаются, ведь флюс и припой наносит инженер вручную. Однако подавляющее большинство микросхем создается преимущественно поверхностным методом, при котором сначала наносится паста на контактные площадки, а затем устанавливаются все SMD -компоненты. И только после их пайки выполняется монтаж ТНТ -элементов.

Демонтаж радиоэлектронной аппаратуры

В ходе ремонта радиоэлектронной аппаратуры при отыскании неисправного элемента следует провести его демонтаж, затем монтаж нового. При демонтаже необходимо исключить возможность повреждения исправного радиоэлемента, перегрева печатных проводников, что может вызвать отслоение их от основания платы. При демонтаже неисправных радиоэлементов можно использовать: кусачки; насадки различных форм на жало паяльника для одновременного прогрева всех выводов (например, для

демонтажа микросхем); медицинские иглы различных диаметров со спиленными концами; экранирующую оплетку.

Демонтаж сложных компонентов выполнять с помощью паяльника очень трудно, а часто невозможно.

В таких случаях можно применять приспособление, оснащенное нагревательными капиллярами (для разогрева места пайки) со сменными наконечниками рассчитанные на компоненты различных форм и размеров. Удаляют дефектный компонент и устанавливают на его место исправный с помощью вакуумного присоса. Можно использовать микроскоп, который обеспечит контроль точности позиционирования устанавливаемого компонента. При ремонте изделий печатным монтажом (ПМ) необходимы тщательный контроль и управление процессом устранения брака, чтобы исключить возможность повреждения исправного компонента, соседних компонентов и других элементов коммутационной платы.

Дефекты при электрическом монтаже.

Поверхностный монтаж электронных компонентов на платы – перспективное направление сборки электронных модулей, к которым предъявляются требования миниатюрности и не восприимчивости к низким вибрациям. Наиболее частый дефект возникает при пайке поверхностно монтируемых компонентов на печатные платы, это отсутствие надежного электрического контакта, что может быть вызвано рядом причин. Плохой электрический контакт может быть обусловлен смещением выводов при установке компонента. Эту проблему решают повышением точности позиционирования компонента на плате при их установке. Ухудшение электрического контакта может быть результатом растрескивания, инициируемого механическими напряжениями при несоответствии коэффициента теплового расширения, что устраняется уменьшением градиента температуры между платой и компонентами. Чрезмерное образование интерметаллических соединений на границах раздела паяных соединений может также служить причиной плохого электрического контакта, например, припайке выводов компонента на плате с состаренным покрытием. Частым случаем отсутствия электрического контакта является отслаивание галтели припоя и контактной площадки от основания печатной платы. Это чаще всего происходит при пайке деформированных выводов. В процессе кристаллизации припоя — это механическое напряжение, создаваемое деформированными выводами, ведет себя как пружина при растяжении. Нагрев платы при пайке значительно снижает прочность сцепления контактной площадки с основанием платы и это приводит к отслаиванию галтели припоя от платы. Отсутствие электрического контакта, также ассоциируется с другими дефектами пайки, такими как эффект «надгробного камня», капиллярный отток припоя или эффект «подушки». Эффект «подушки» возникает, когда припой выдавливается из зоны

соединения без образования надежного электрического контакта с выводами. Он вызван отсутствием смачивания выводов припоем.

Уменьшение смачиваемой способности представляет проблему для качества соединений и подвергает риску их надежность, при этом снижаются размеры гантелей припоя. Причины снижения смачивающей способности поверхностей таковы:

- плохая и не равномерная паяемость;
- ухудшение активности флюса;
- термодеструкция компонентов;
- неправильно подобранный термический профиль и среда пайки;
- выделение в зону пайки газов и паров воды.

Не удовлетворительная смачиваемость металлизации может быть объяснена наличием загрязнений или оксидной пленки либо свойствами металлизации контактных площадок или выводов.

Дополнительные трудности при смачивании покрытий возникает при переходе от оловянно-свинцовых припоев к бессвинцовым типа Sn-Ag-Cu, которые требуют для смачивания более высокие температуры и отличаются интенсивным образованием интерметаллических соединений в процессе смачивания.

Слишком высокая скорость монтажа компонентов провоцирует, как правило, большое количество резких колебаний платы, что может привести к смещению и даже к сбрасыванию компонентов с платы.

Поскольку интенсивность колебаний связана со скоростью, единственный действенный способ коррекции – уменьшить (понизить) скорость монтажа компонентов.

Самая частая причина смещения элементов - прогиб платы. Прогиб платы можно устранить за счет закрепления платы. Закрепляют плату большим количеством поддерживающих пинов.

Зачастую есть основания подозревать слишком низкую липкость паяльной пасты. Иногда увеличение вязкости пасты способно устранить данный дефект, но не проблему как таковую. Вам нужно внимательно изучить все переменные факторы.

Так же, как и при настройке принтера, на этапе монтажа компонентов критически важно правильно закрепить плату. Такие переменные факторы, как тонкие или более гибкие печатные платы и высокое давление нажатия во время установки, создают возможность для деформации печатной платы в процессе сборки. Ускоренный подъем монтажной насадки позволяет изогнутой печатной плате резко вернуться в исходное положение, что приводит к сбрасыванию или другим монтажным проблемам. Это случается со многими типами компонентов, но чаще с большими, например, с танталовыми конденсаторами, в связи с большой массой компонента.

Кроме того, важно проверять давление (силу нажатия) монтажа. Если давление в норме, проверьте компоненты на соответствие толщины либо правильный ввод данных толщины компонентов монтажа. Избыточное давление при монтаже бескорпусных компонентов может привести к растеканию припоя из-за выдавливания пасты с контактных площадок.

В отличие от эффекта «надгробного камня», эффект «рекламного щита» напрямую зависит от монтажного процесса. Эффект «рекламного щита», как правило, виден на пассивных компонентах - резисторах и конденсаторах. В отличие от эффекта «надгробного камня», при котором один вывод компонента припаян к контактной площадке, а другой не припаян и ориентирован «в небо», при эффекте «рекламного щита» оба вывода компонента запаяны в плату, но компонент стоит вертикально на боковой стороне.

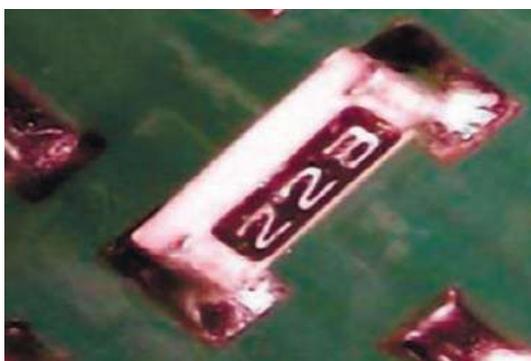


Рис. 1.4 Эффект «Рекламного щита»

Если возникает эффект «рекламного щита» (рис. 1.4), нужно проверить правильность ввода в автомат установки компонентов координаты точки захвата компонента в питателе, скорость подачи компонентов в питателе, тип ленты питателя, отсутствие препятствий на пути перемещения компонента, допуск на положение компонента или перекося ленты питателя.

Дефект вида «голова на подушке» в технологии поверхностного монтажа.

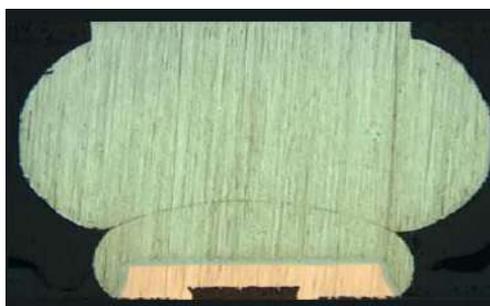


Рис.1.5 Дефект типа «голова на подушке».

Этот дефект известен под многими другими наименованиями - голова в подушке, шарик в чашке, шарик в углублении, а также скрытая подушка. Все они относятся к одному и тому же явлению - паяному соединению, состоящему из двух металлургических различных масс, которые сформированы из шарика BGA-компонента и оплавленной паяльной пасты с незавершенным их слиянием или его отсутствием. На рис. 1.5 приведено типичное поперечное сечение дефекта типа «голова на подушке».

Как видно из рис. 1.5, шарик BGA-компонента сидит на затвердевшей пасте, но не образует неразрывного паяного соединения. Применяя стандартные методы испытаний, выявить данный дефект затруднительно, так как с приложением небольшого давления или при его отсутствии он может успешно пройти внутрисхемное тестирование и «отбыть» к заказчику. Вероятно, что этот дефект проявится полным или перемежающимся отказом после некоторого времени работы изделия.

1.3 Детали и узлы радиотелевизионной аппаратуры.

Классификация и основные параметры резисторов. Резисторы относятся к наиболее распространенным деталям радиоэлектронной аппаратуры. На их долю приходится от 20 до 50%, т. е. до половины общего количества радиодеталей в устройстве. Принцип работы резисторов основан на использовании свойства материалов оказывать сопротивление протекающему току. Резисторы характеризуются следующими основными параметрами.

Номинальное значение сопротивления резистора $R_{ном}$. Измеряется в омах (Ом), килоомах (кОм), мегаомах (МОм). Номинальные значения сопротивлений указывают на корпусе резистора.

Допустимое отклонение действительного сопротивления резистора от его номинального значения. Это отклонение измеряется в процентах, оно нормировано и определяется классом точности. Наиболее широко используются три класса точности: I - допускающий отклонение сопротивления от номинального значения на $\pm 5\%$, II - на $\pm 10\%$, III - на $\pm 20\%$. В современной РЭА часто применяют резисторы с повышенной точностью сопротивления, они выпускаются с допусками (%): ± 2 ; ± 1 ; $\pm 0,5$; $\pm 0,2$; $\pm 0,1$; $\pm 0,05$; $\pm 0,02$; $\pm 0,01$ и т. д.

Номинальное значение мощности рассеивания резистора $P_{ном}$. Этот параметр измеряется в ваттах (Вт). $P_{ном}$ - это наибольшая мощность постоянного или переменного тока, при протекании которого через резистор, он может работать длительное время без повреждений. Мощность $P_{ном}$, ток I протекающий через резистор, падение напряжения U на резисторе и его сопротивление R связаны зависимостью:

$$P_{ном} = UI = I^2R = U^2/R \quad (1)$$

В большинстве устройств РЭА применяют резисторы с номинальной мощностью рассеивания от 0,125 до 2 Вт.

Температурный коэффициент сопротивления (ТКС) резистора. Характеризует относительное изменение сопротивления резистора при изменении температуры окружающей среды на 1°C и выражается в процентах. В резисторах ТКС незначительный и составляет в среднем десятые доли - единицы процента.

Электродвижущая сила (ЭДС) собственных шумов. Собственные шумы резистора возникают за счет неупорядоченного движения части электронов при приложенном к нему напряжении. ЭДС собственных шумов ($\epsilon_{ш}|U_{пр}$) измеряется в микровольтах на вольт приложенного напряжения (мкВ/В). Эта величина для резисторов также незначительная и составляет единицы микровольт на вольт.

Собственные индуктивность и емкость резисторов. Определяются габаритными размерами, конструкцией и влияют на частотный диапазон применения резисторов.

Резисторы используют для ограничения силы тока в цепях, для создания па отдельных участках схем необходимых падений напряжений, для различных регулировок (громкости, тембров и т. д.) и еще во многих случаях. Конструктивно резисторы бывают различных видов, но основным их элементом является токопроводящий (резистивный) элемент, который создает необходимое сопротивление. Резисторы классифицируются в зависимости от характера изменения сопротивления, назначения, материалов резистивного элемента и способа его защиты (рис. 1.6).

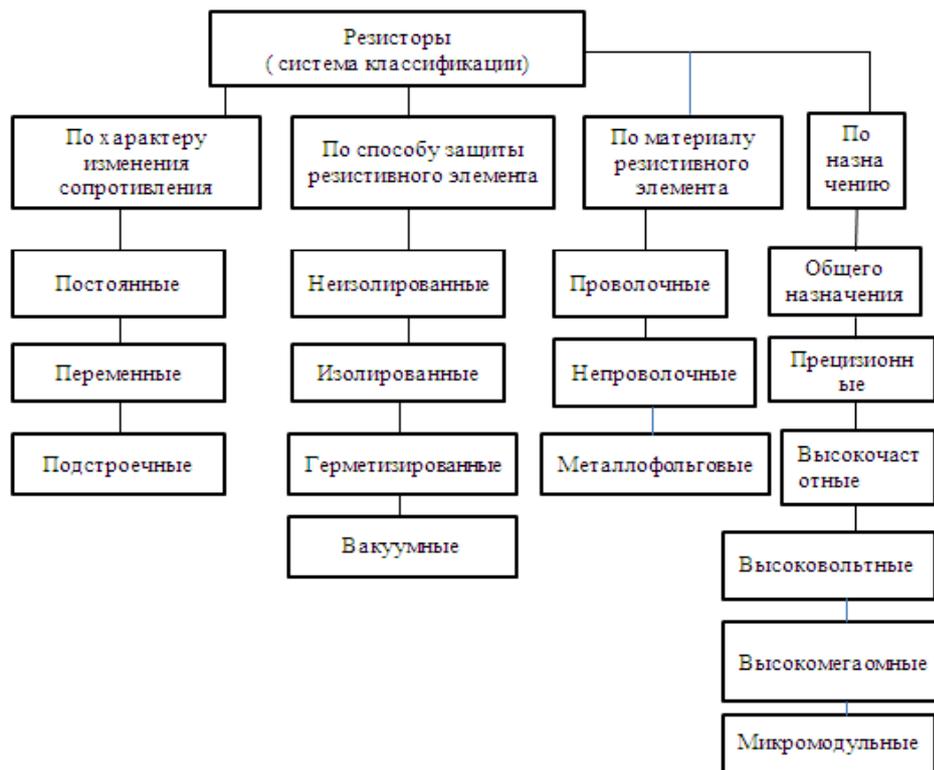


Рис. 1.6 Классификация резисторов

Рассмотрим краткую характеристику резисторов по приведенной системе классификации.

Постоянные резисторы имеют два вывода и стабильное сопротивление, отображенное в маркировке.

Примеры условных графических обозначений резисторов на принципиальных схемах бытовой радиоэлектронной аппаратуры с указанием номинального значения сопротивления и мощности рассеивания приведены на рис. 1.7

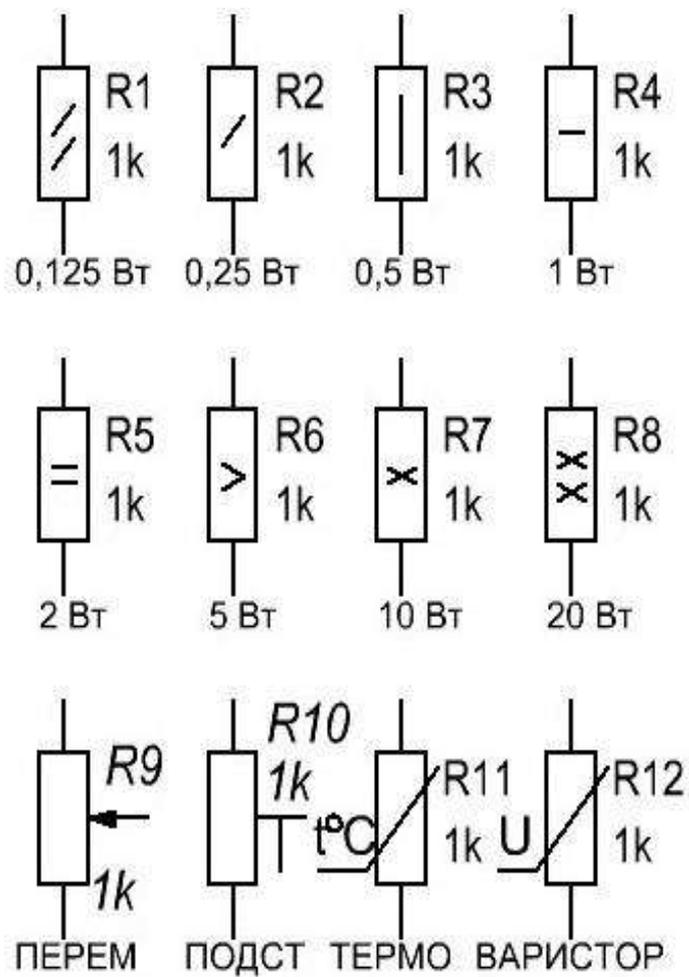


Рис. 1.7 Примеры условных графических обозначений резисторов

В первую очередь постоянные резисторы классифицируются по максимальной рассеиваемой компонентом мощности: 0,062 Вт, 0,125 Вт, 0,25 Вт, 0,5 Вт, 1 Вт, 2 Вт, 3 Вт, 4 Вт, 5 Вт, 7 Вт, 10 Вт, 15 Вт, 20 Вт, 25 Вт, 50 Вт, 100 Вт и даже больше, вплоть до 1 кВт (резисторы для особых применений). Примеры мощностей резисторов приведены на рис. 1.8

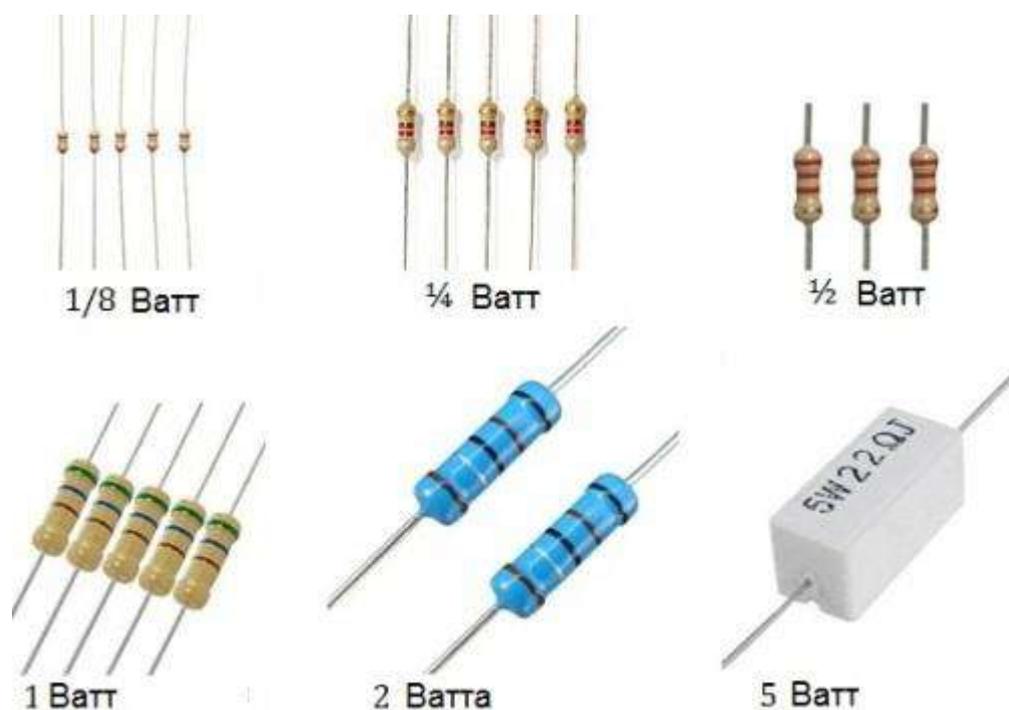


Рис. 1.8 Примеры мощностей резисторов

Данная классификация не случайна, ведь в зависимости от назначения резистора в схеме и от условий, в которых должен работать резистор, рассеиваемая на нем мощность не должна привести к разрушению самого компонента и компонентов, расположенных поблизости, то есть в крайнем случае резистор должен разогреться от прохождения по нему тока, и суметь рассеять тепло.

Surface mounted device (SMD) – резисторы для поверхностного монтажа с максимальной рассеиваемой мощностью от 0,062 до 1 ватта - также можно встретить сегодня на печатных платах. Такие резисторы так же, как и выводные всегда берутся с запасом по мощности. Например, в 12 вольтовой схеме для подтягивания потенциала к минусовой шине можно использовать SMD резистор на 100 кОм типоразмера 0402. Или выводной на 0,125 Вт, поскольку рассеиваемая мощность будет в десятки раз дальше от максимально допустимой. На рис. 1.9 приведены примеры SMD резисторов.

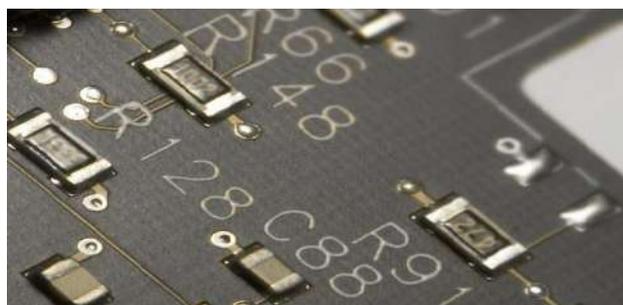


Рис. 1.9 SMD резисторы

Резисторы для различных целей используют разные. Не желательно, например, проволочный резистор ставить в высокочастотную цепь, а для промышленной частоты 50 Гц или для цепи постоянного напряжения достаточно и проволочного.

Проволочные резисторы изготавливают путем намотки проволоки из манганина, нихрома или константана на керамический или порошковый каркас.

Высокое удельное сопротивление данных сплавов позволяет получить требуемый номинал резистора, однако, несмотря на бифилярную намотку, паразитная индуктивность компонента все равно остается высокой, именно по этой причине проволочные резисторы не подходят для высокочастотных схем.

Непроволочные резисторы изготавливают не из проволоки, а из проводящих пленок и смесей на основе связующего диэлектрика. Так, выделяют тонкослойные (на основе металлов, сплавов, оксидов, металлодиэлектриков, углерода и боруголерода) и композиционные (пленочные с неорганическим диэлектриком, объемные и пленочные с органическим диэлектриком). На рис. 1.10 показано устройство непроволочного резистора

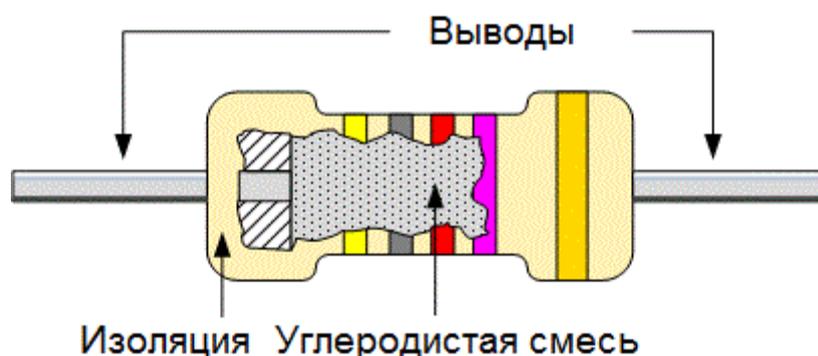


Рис. 1.10 Устройство непроволочного резистора

Непроволочные резисторы - это зачастую резисторы повышенной точности, которые отличаются высокой стабильностью параметров, способны работать при высоких частотах, в высоковольтных цепях и внутри микросхем.

Резисторы в принципе подразделяются на резисторы общего назначения и специального назначения. Резисторы общего назначения выпускаются номиналами от долей ома до десяти мегаом. Резисторы специального назначения могут быть номиналом от десятков мегаом до единиц тераом, и способны работать под напряжением 600 и более вольт.

Специальные высоковольтные резисторы способны работать в высоковольтных цепях с напряжением в десятки киловольт. Высокочастотные способны работать с частотами до нескольких мегагерц,

поскольку обладают исключительно малыми собственными емкостями и индуктивностями. Прецизионные и сверхпрецизионные отличаются точностью номиналов от 0,001% до 1%.

Международную систему цветных кодов приняли много лет назад, как простой и максимально быстрый способ определения омического значения резистора вне зависимости от его размера. На рис 1.11 приведена цветовая маркировка резисторов.

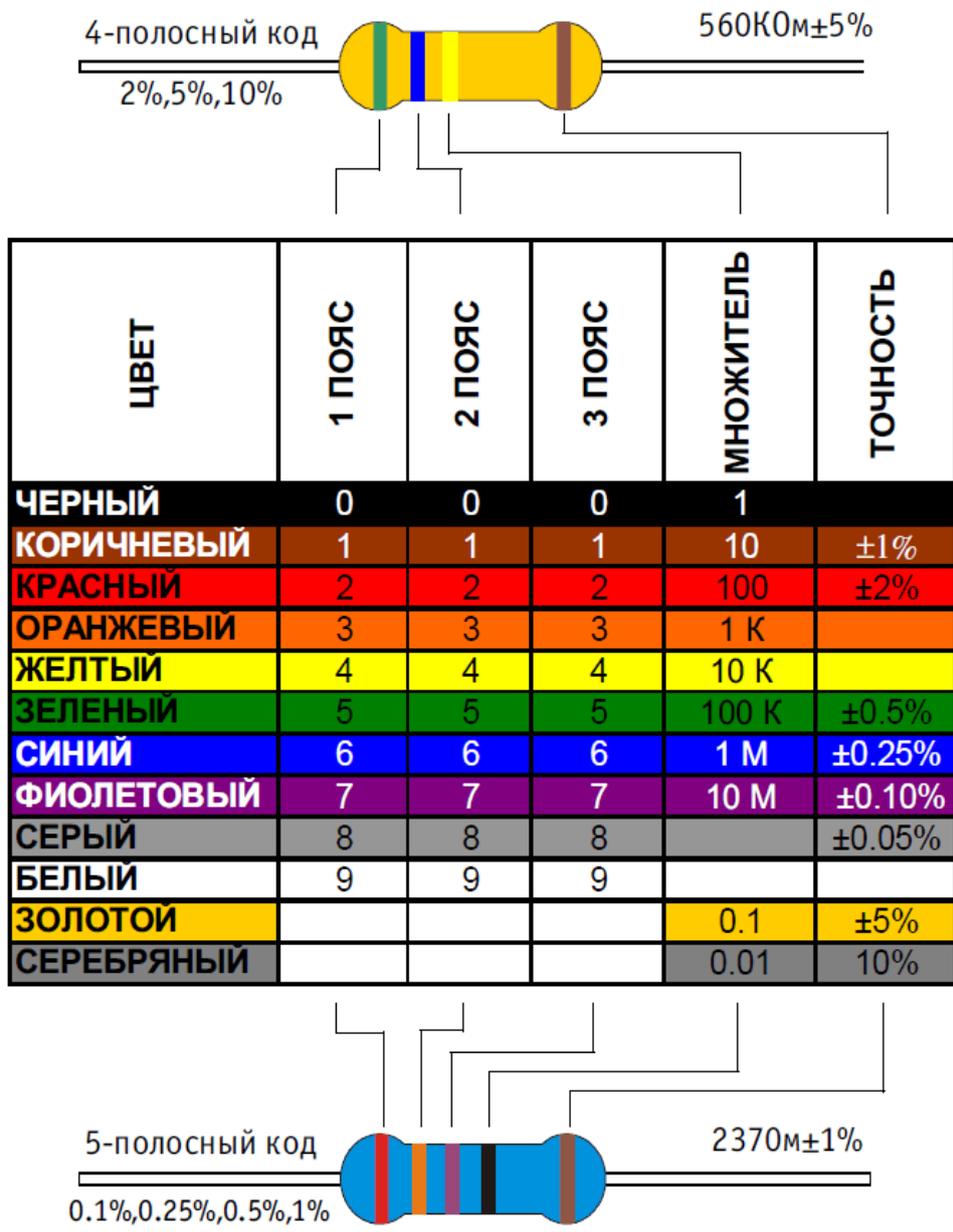


Рис. 1.11 Цветовая маркировка резисторов

Маркировка всегда читается по одной полосе поочередно, начиная от левого конца детали. Каждый цвет ассоциируется с числом, соответствующим ему в рисунке.

Элемент идентифицируется цветными полосками: от 3-х до 6-ти. Определение номинала резистора по цветовой маркировке зависит от числа полос:

Три полосы. Первые две – значения сопротивления резистора, третья – коэффициент, на который умножаются цифры, определяемые двумя кольцами. Допуск для таких деталей имеет общую величину 20%;

Четырехполосный код. Номинал резистора считывается по цветам аналогично, четвертая полоса означает допуск. Четырехдиапазонный вариант является самым распространенным. Если четвертой отметки нет, он превращается в трехдиапазонный, где сопротивление неизменное, но погрешность 20%;

Резистор с пятью полосами. Относится к точным элементам. Первые три столбца – сопротивление, четвертый – множительный коэффициент, 5-й – допуск. К примеру, красный, желтый, зеленый, синий – $R = 24 \times 10 = 240$ Ом, $\pm 0,25\%$;

Шестиполосный код используется для высокоточных деталей. Пять полос расшифровываются, как и ранее, шестая указывает температурный коэффициент ($\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$). Этот показатель важен для некоторых схем. Коэффициент сообщает, на сколько процентов варьируется сопротивление при температурных изменениях в 1°C . Значение ТКС может указываться в ppm/K .

По цветной маркировке нельзя узнать о мощности, которую будет рассеивать элемент. Можно классифицировать резисторы по мощности, исходя из размера детали. Коммерческие резисторы рассеивают 1/4 Вт, 1/2 Вт, 1 Вт, 2 Вт и т. д. Большой размер элемента говорит о большей рассеиваемой мощности [1].

Потенциометр называется регулируемый делитель напряжения, который в отличие от реостата служит для регулировки напряжения при почти неизменном токе.

Делитель напряжений - комбинация из сопротивлений, служащая для того, чтобы разделить подводимое напряжение на части. Простейший делитель напряжения представляет собой два сопротивления, соединенные последовательно с источником э. д. с.

Снимаемое с подвижного отводного контакта потенциометра напряжение может изменяться от нуля до максимального значения, равного приложенному к потенциометру напряжению, в зависимости от текущего положения подвижного контакта.

Величина снимаемого напряжения может как линейно зависеть от перемещения движка, так и логарифмически, и потенциометры по типу этой зависимости подразделяются на линейные и логарифмические (также антилогарифмические).

Переменные резисторы делятся на два типа по своему устройству: тонкопленочные и проволочные, а по функциональному назначению - на непосредственно переменные и подстроечные. На рис 1.12 изображена схема устройства переменного резистора.

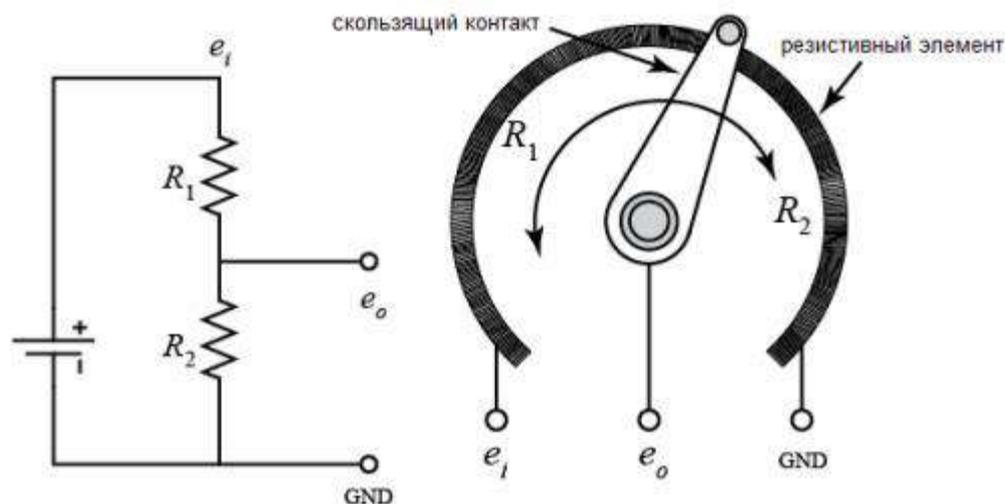


Рис. 1.12 Схема устройства переменного резистора

Проволочные переменные резисторы содержат в себе манганиновую или константановую проволоку в качестве элемента с изменяемым сопротивлением. Проволока намотана на керамический стержень, формируя собой обмотку, по которой скользит ползунок, связанный с регулировочным механизмом, и таким образом можно изменить сопротивление между отводным контактом и контактами основными. Проволочные резисторы способны рассеивать мощность 5 ватт и даже более. На рис. 1.13 изображен переменный проволочный резистор



Рис. 1.13 Переменный проволочный резистор

Тонкопленочные переменные резисторы содержат в качестве элемента сопротивления пленку, нанесенную на подковообразную диэлектрическую пластинку, по которой и перемещается ползунок, связанный с отводным контактом и с механизмом регулировки. Пленка представляет собой слой лака, углерода или иного материала.

Подстроечные резисторы служат для одноразовой настройки сопротивления. На рис 1.14 показан внешний вид подстроечного резистора.



Рис 1.14 Подстроечный резистор

Подстроечные резисторы имеют небольшие габаритные размеры, и рассчитаны всего на несколько циклов регулировки с целью предварительной или профилактической настройки оборудования, и больше их, как правило, не трогают. Поэтому подстроечные резисторы не являются очень стойкими и прочными, по сравнению с переменными резисторами, и рассчитаны максимум на несколько десятков циклов регулировки.

На схемах переменные резисторы легко узнать, они изображаются как постоянный резистор, но с регулировочным отводом в виде стрелки, символизирующей подвижный контакт потенциометра или реостата, в зависимости от схемы включения компонента. Буква R на схеме точно так же обозначает переменный резистор, как и постоянный, разница лишь в графическом изображении компонента. На рис 1.15 показано условно графическое обозначение переменного и подстроечного резистора.

Рис 1.15 Условно графическое обозначение переменного и подстроечного резистора

Подстроечные многооборотные резисторы часто встречаются в электронной аппаратуре, в измерительных приборах и т. д. Их механизм позволяет точно регулировать сопротивление, и количество оборотов измеряется несколькими десятками. Червячная передача делает возможным медленный поворот и плавное перемещение скользящего контакта по резистивной дорожке, благодаря чему схемы настраиваются очень и очень точно. На рис 1.16 показан внешний вид многооборотного резистора.

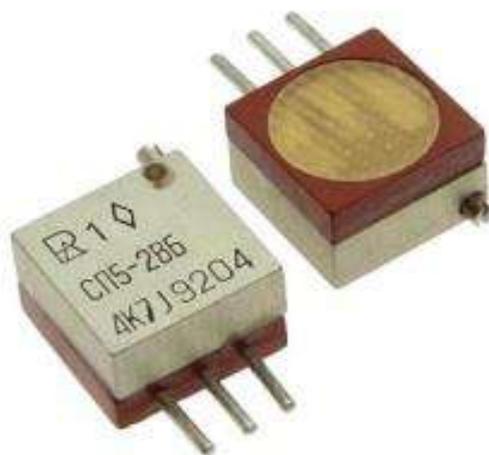


Рис 1.16 Внешний вид многооборотного резистора

Подстроечные резисторы можно встретить практически на любых печатных платах, начиная с телевизоров, заканчивая цифровыми осциллографами и техникой оборонного значения [2].

Конденсаторы

Конденсатор – это устройство, способное накапливать электрический заряд. Такую же функцию выполняет и аккумуляторная батарея, но в отличие от неё конденсатор может моментально отдать весь накопленный заряд.

Количество заряда, которое способен накопить конденсатор, называют «емкостью». Эта величина измеряется в фарадах.

Для большего понимания принципа работы конденсатора рассмотрим его конструкцию. Простейший конденсатор состоит из двух металлических пластин, называемых обкладками. Между обкладками расположен диэлектрик, то есть веществом, которое практически не пропускает электрический ток. Обкладки, как правило, имеют одинаковые геометрические размеры (квадрат, прямоугольник, круг) и равны по площади. Пластинки выполняются из алюминия, меди или драгоценных металлов. В качестве диэлектрика, расположенного между пластинами, применяют сухую бумагу, керамику, фарфор, воздух и т.п.

Принцип работы конденсатора состоит в следующем. Если одну пластину подключить к плюсу источника электрического тока, а вторую – к минусу, то обе пластины зарядятся разноименными зарядами. Заряды будут продолжать удерживаться на обкладках даже после отсоединения источника питания. Это поясняется тем, что заряды разных знаков («+» и «-») стремятся притянуться друг к другу. Однако этому препятствует диэлектрик (материал, не проводящий заряды), расположенный на их пути. Поэтому заряды, распределенные по всей площади обкладок, остаются на своих местах и удерживаются силами взаимного притяжения.

Конденсаторы постоянной емкости

Емкость таких конденсаторов не предусмотрено изменять в процессе эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры. Самые распространенные экземпляры показаны на рис. 1.17

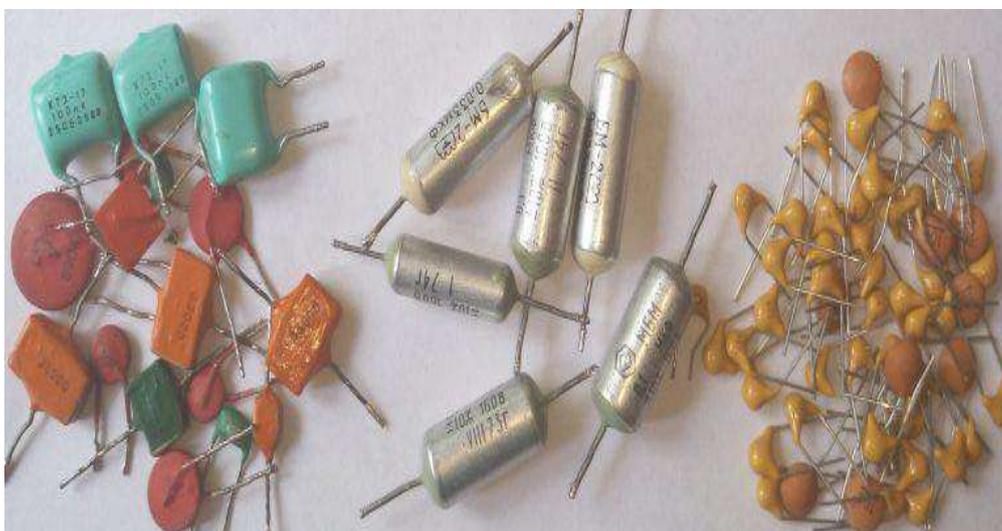


Рис 1.17 Конденсаторы постоянной емкости

Конденсаторы постоянной емкости отличаются широчайшим разнообразием и геометрическими размерами и находят наибольшее применение в печатных платах электронных устройств.

Конденсаторы переменной емкости (КПЕ). Для изменения емкости отдельного узла электрической цепи непосредственно в процессе эксплуатации электронного устройства применяют конденсаторы переменной емкости (КПЕ). Главным образом КПЕ использовались в приемниках старого образца для настройки колебательного контура на резонансную частоту радиостанции. На рис 1.18 изображен конденсатор переменной емкости.

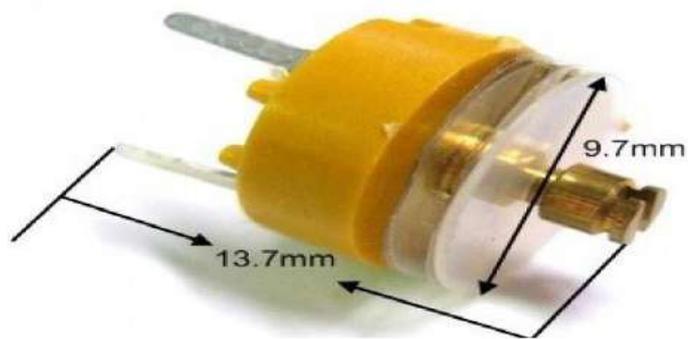


Рис 1.18 Конденсаторы переменной емкости

Как правило, КПЕ состоит из ряда параллельно расположенных металлических пластин, разделенных воздухом, поэтому габариты их весьма значительны.

Подстроечные конденсаторы используются в узлах окончательной настройки радиоэлектронной аппаратуры. На рис 1.19 изображен внешний вид подстроечных конденсаторов.



Рис 1.19 Подстроечные конденсаторы

Чаще всего они встречаются в различного рода колебательных контурах или в устройствах, связанных с формированием частоты; в измерительных приборах. Также можно найти их в щупах цифровых осциллографов. Там они используются для устранения собственной емкости

измерительных щупов, что позволяет максимально исключить погрешности при выполнении измерений высокочастотных сигналов.

Электролитические конденсаторы. Главным отличием и преимуществом электролитических конденсаторов является большая емкость при малых габаритах. Благодаря такому свойству они широко используются в качестве электрических фильтров для сглаживания выпрямленного напряжения, что делает их неотъемлемой частью любого блока питания.

На рис 1.20 показан внешний вид электролитических конденсаторов.



Рис 1.20 Электролитические конденсаторы

Конструктивно электролитический конденсатор из алюминиевой фольги, которая служит одной из обкладок. Фольга смотана в рулон в виде цилиндра, что позволяет увеличить активную площадь обкладки. На фольгу наносится оксидный слой, который является диэлектриком. Второй обкладкой служит электролит или слой полупроводника. По этой причине электролитические конденсаторы являются полярными (значительно реже применяются и неполярные), то есть необходимо соблюдать полярность при включении их в цепь. В противном случае он выйдет из строя, чаще всего –

взорвется. Поэтому следует быть крайне внимательным при включении такого радиоэлектронного элемента в электрическую цепь, что часто забывают делать при замене данного компонента.

Отрицательный вывод нового электролитического конденсатора короче положительного, а на корпусе рядом с ним наносится соответствующий знак – минус. Пример обозначения выводов конденсатора изображен на рис 1.21



Рис 1.21 Обозначение выводов конденсатора

Также на корпусах электролитических конденсаторов в обязательном порядке присутствуют значения трех основных параметров: номинальное значение емкости, максимальное допустимое напряжение и максимальная рабочая температура.

Если с емкостью и допустимой температурой все понятно, то особое внимание следует направить на напряжение.

На электролитический конденсатор нельзя подавать напряжение, величина которого больше, чем указано на корпусе. В противном случае он взорвется. Большинство разработчиков электронной аппаратуры советуют не превышать напряжение на пластинках больше 80 % от допустимого значения

Обозначение конденсаторов в схемах

На чертежах электрических схем обозначение конденсаторов строго стандартизировано. Однако данный радиоэлектронный элемент можно всегда узнать в схеме по двум параллельным, рядом расположенным вертикальным черточкам. Две вертикальные линии обозначают две обкладки. Эти черточки подписываются латинской буквой С, рядом с которой указывается порядковый номер элемента в схеме, а ниже или сбоку указывается значение емкости в микрофарадах или пикофарадах.

На рис 1.22 изображено условно графическое обозначения конденсаторов.

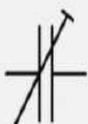
	Конденсатор постоянной емкости
	Конденсатор электролитический полярный
	Конденсатор электролитический неполярный
	Конденсатор переменной емкости
	Подстроечный конденсатор

Рис 1.22 Условно графическое обозначения конденсаторов

Маркировка конденсаторов. По мере развития электроники развивается и элементная база. Поскольку многие страны производят собственные радиоэлектронные элементы, то и маркировка их отличается от маркировки радиоэлектронных элементов других стран. Поэтому на первых этапах промышленного производства электроники применялось много разнообразных типов маркировки, однако стремление к унификации привело к более-менее ее упорядочению. Это позволило привести и маркировку конденсаторов к общим правилам. А преимущество здесь очевидное – радиоэлектронному элементу, произведенному в одной стране теперь можно довольно просто подобрать аналог производства другой страны. Идеально было бы свести все типы обозначений и маркировки привести к единому типу.

Основная единица измерения емкости – фарад (Ф) – это очень большая величина, которая на практике не применяется. В электронике используют конденсаторы емкостью от долей пикофарада (пФ) до десятков тысяч микрофарад (мкФ). 1 мкФ равен одной миллионной доле фарада, а 1 пФ – одной миллионной доле микрофарада [3].

Диоды - это самые простые полупроводниковые приборы, состоящие из одного р - n перехода, задача которых проводить ток в одном направлении и не пропускать ток в обратном. На рис.1.23 изображен внешний вид диодов.

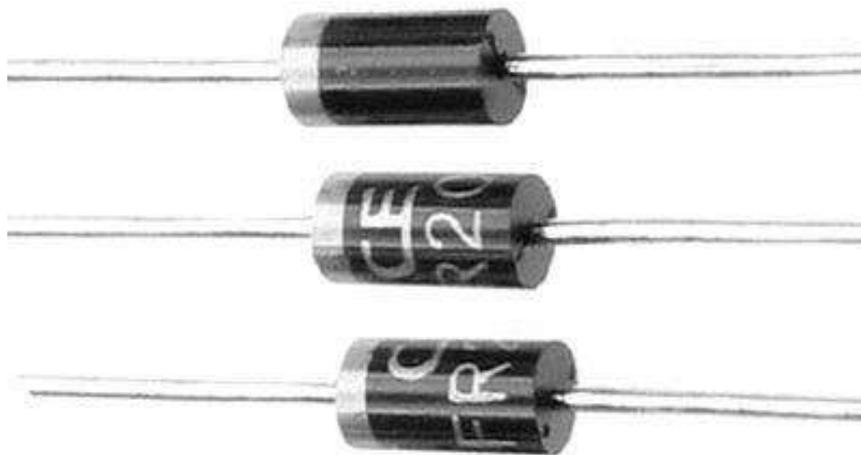


Рис 1.23 Внешний вид диодов

Диод состоит из следующих основных элементов:

Корпус. Выполняется в виде вакуумного баллона, материалом которого может быть керамика, металл, стекло и другие прочные материалы.

Катод. Он расположен внутри баллона, служит для образования эмиссии электронов. Наиболее простым устройством катода является тонкая нить, раскаляющаяся в процессе действия. Современные диоды оснащены косвенно накаляющимися электродами, которые выполнены в виде металлических цилиндров со свойством активного слоя, имеющего возможность испускать электроны.

Подогреватель. Это особый элемент в виде нити, раскаляющейся от электрического тока. Подогреватель расположен внутри косвенно накаляющегося катода.

Анод. Это второй электрод диода, служащий для приема электронов, вылетевших от катода. Анод имеет положительный потенциал, по сравнению с катодом. Форма анода чаще всего так же, как и катода, цилиндрическая. Оба электрода аналогичны эмиттеру и базе полупроводников.

Кристалл. Его материалом изготовления является германий или кремний. Одна часть кристалла имеет р-тип с недостатком электронов. Другая часть кристалла имеет n-тип проводимости с избытком электронов. Граница, расположенная между этими двумя частями кристалла, называется р-n переходом. На рис. 1.24 изображены выводы полупроводникового диода.

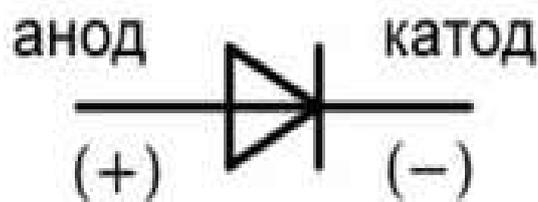


Рис 1.24 Выводы диода

По назначению диоды можно разделить на основные типы:

Выпрямительные диоды предназначены для выпрямления переменного тока низкой частоты (50-100кГц);

Силовые диоды отличаются большой нагрузочной мощностью (десятки - сотни ампер), используются в силовых цепях;

Быстродействующие диоды отличаются малым временем восстановления, значительным импульсным током, что позволяет их использовать практически во всех областях радиотехники;

Высоковольтные диоды отличаются высоким обратным напряжением (единицы-десятки киловольт), используются в цепях с высоким напряжением;

Импульсные диоды являются разновидностью высокочастотных диодов, которые предназначены для использования в качестве ключевых элементов в быстродействующих импульсных схемах;

Диодные мосты - это диодные сборки, выполненные в виде монолитной конструкции;

СВЧ диоды используются в радио -и СВЧ-трактах;

Стабилитроны, предназначенные для стабилизации уровня напряжения в схеме;

Защитные диоды предназначены для защиты схемы от импульсных скачков напряжения, отличаются быстродействием и большой мгновенной мощностью;

Диоды Шоттки являются разновидность выпрямительных диодов, которые обладают малым падением напряжения при прямом включение, на практике в основном применяются в низковольтных цепях;

Варикапы - это диоды, который меняют свою ёмкость пропорционально величине приложенного обратного напряжения, применяются в схемах перестройки частоты колебательного контура, деления и умножения частоты, частотной модуляции [4].

Условно графическое обозначение полупроводниковых приборов изображено на рис.1.25

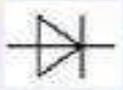
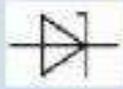
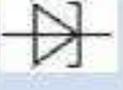
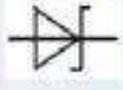
	УГО	Символ в маркировке
Выпрямительный диод		Д
Импульсный диод		Д
Стабилитрон		С
Варикап		В
Туннельный диод		И
Диод Шоттки		-
Светодиод		Л
Фотодиод		Ф

Рис 1.25 Условно графическое обозначение полупроводниковых приборов

Транзистор - повсеместный и важный компонент в современной микроэлектронике. Его назначение простое: он позволяет с помощью слабого сигнала управлять гораздо более сильным.

В частности, его можно использовать как управляемую «заслонку»: отсутствием сигнала на «воротах» блокировать течение тока, подачей - разрешать. Иными словами, это кнопка, которая нажимается не пальцем, а подачей напряжения. В цифровой электронике такое применение наиболее распространено.

Транзисторы выпускаются в различных корпусах: один и тот же транзистор может внешне выглядеть совершенно по-разному.

Обозначение на схемах также варьируется в зависимости от типа транзистора и стандарта обозначений, который использовался при составлении. Но вне зависимости от вариации, его символ остаётся узнаваемым. На рис. 1.26 изображено условно графическое обозначение биполярных транзисторов.

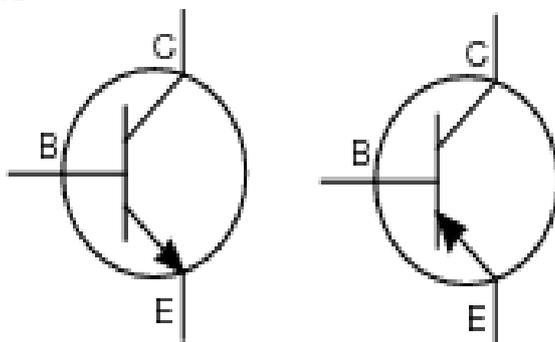


Рис 1.26 Условно графическое биполярных транзисторов

Биполярные транзисторы (BJT, Bipolar Junction Transistors) имеют три контакта:

Коллектор (collector) - на него подаётся высокое напряжение, которым хочется управлять.

База (base) - через неё подаётся небольшой ток, чтобы разблокировать большой; база заземляется, чтобы заблокировать его.

Эмиттер (emitter) - через него проходит ток с коллектора и базы, когда транзистор «открыт». На рис 1.27 изображен принцип работы биполярных транзисторов.

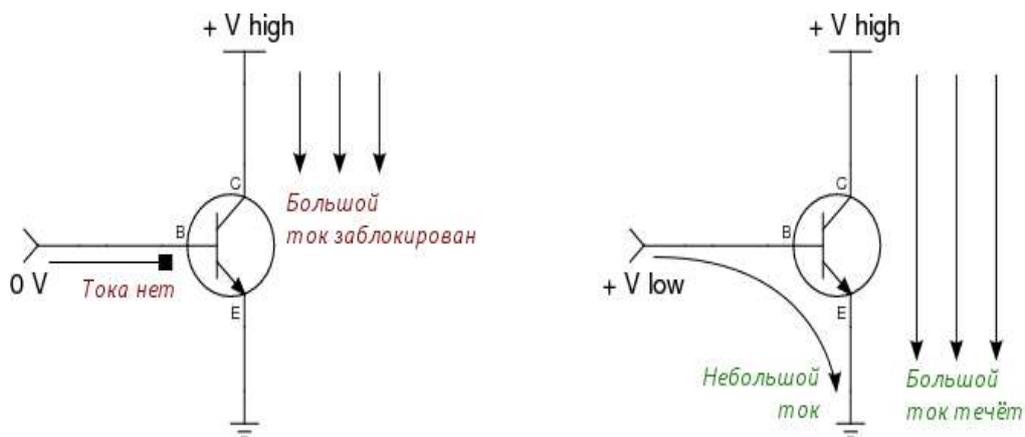


Рис 1.27 Принцип работы биполярных транзисторов

Основной характеристикой биполярного транзистора является показатель, во сколько раз больший ток по участку коллектор–эмиттер способен пропустить транзистор по отношению к току база–эмиттер.

Также в документации к каждому транзистору указаны максимально допустимые напряжения и токи на контактах. Превышение этих величин ведёт к избыточному нагреву и сокращению службы, а сильное превышение может привести к разрушению.

NPN-транзистор - называется так из-за того, что состоит из трёх слоёв кремния, соединённых в порядке: Negative-Positive-Negative. Где negative - это сплав кремния, обладающий избытком отрицательных переносчиков заряда (n-doped), а positive - с избытком положительных (p-doped).

NPN более эффективны и распространены в промышленности.

PNP-транзисторы называются так из-за того, что состоит из трёх слоёв кремния, соединённых в порядке: Positive-Negative-Positive. При обозначении отличаются направлением стрелки. Стрелка всегда указывает от P к N. На рис. 1.28 изображено условно графическое обозначение транзисторов с NPN и PNP переходами.

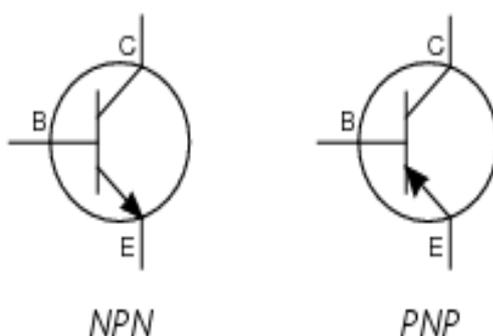


Рис 1.28 Условно графическое обозначение транзисторов с NPN и PNP переходами.

PNP-транзисторы отличаются «перевернутым» поведением: ток не блокируется, когда база заземлена и блокируется, когда через неё идёт ток.

Полевые транзисторы (FET, Field Effect Transistor) имеют то же назначение, но отличаются внутренним устройством. Частным видом этих компонентов являются транзисторы MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor). Они позволяют оперировать гораздо большими мощностями при тех же размерах. А управление самой «заслонкой» осуществляется исключительно при помощи напряжения: ток через затвор, в отличие от биполярных транзисторов, не идёт. На рис 1.29 изображено условно графическое обозначение полевых транзисторов с N-Channel и P – Channel.

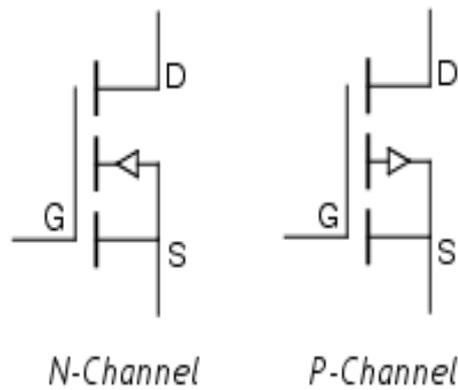


Рис 1.29 Условно графическое обозначение полевых транзисторов с N-Channel и P-Channel

Полевые транзисторы обладают тремя контактами:

Сток (drain) - на него подаётся высокое напряжение, которым хочется управлять.

Затвор (gate) - на него подаётся напряжение, чтобы разрешить течение тока; затвор заземляется, чтобы заблокировать ток.

Исток (source) - через него проходит ток со стока, когда транзистор «открыт». На рис 1.30 изображен принцип работы полевых транзисторов.

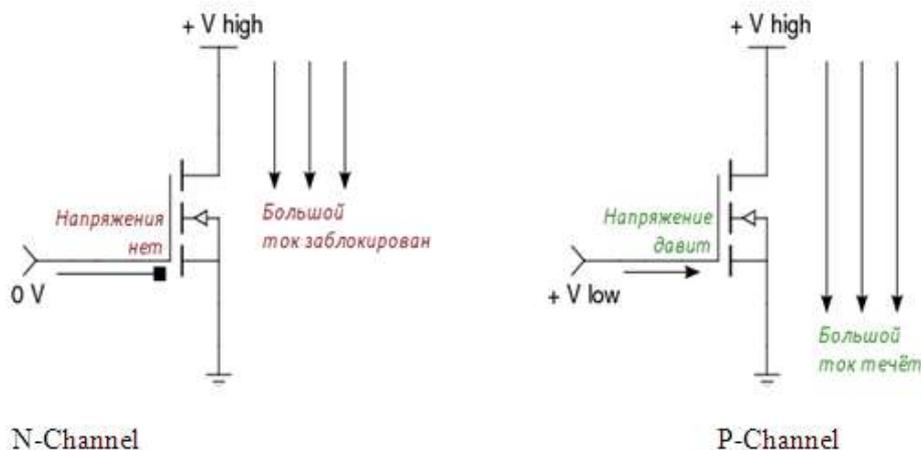


Рис 1.30 Принцип работы полевых транзисторов

По аналогии с биполярными транзисторами, полевые различаются полярностью. Выше был описан N-Channel транзистор. Они наиболее распространены.

P-Channel при обозначении отличается направлением стрелки и, опять же, обладает «перевернутым» поведением [5].

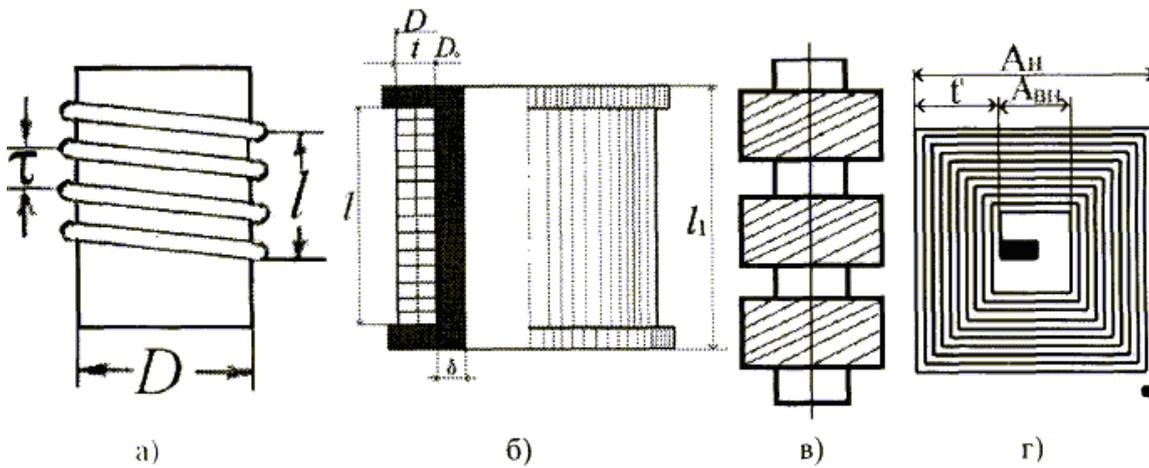
Катушки индуктивности обладают свойством оказывать реактивное сопротивление переменному току при незначительном сопротивлении постоянному току. Совместно с конденсаторами они используются для создания фильтров, осуществляющих частотную селекцию электрических сигналов, а также для создания элементов задержки сигналов и запоминающих элементов, осуществления связи между цепями через магнитный поток и т.д. В отличие от резисторов и конденсаторов они не являются стандартизованными изделиями, а изготавливаются для конкретных целей и имеют такие параметры, которые необходимы для осуществления тех или иных преобразований электрических сигналов, токов и напряжений.

Функционирование катушек индуктивности основано на взаимодействии тока и магнитного потока. Известно, что при изменении магнитного потока Φ в проводнике, находящемся в магнитном поле, возникает ЭДС, определяемая скоростью изменения источника постоянного напряжения ток в нем устанавливается не сразу, так как в момент магнитного потока.

Поэтому при подключении к проводнику включения изменяется магнитный поток и в проводе индуцируется ЭДС, препятствующая нарастанию тока, а спустя некоторое время, когда магнитный поток перестает изменяться. Если же к проводнику подключен источник переменного напряжения, то ток и магнитный поток будут изменяться непрерывно, и наводимая в проводнике ЭДС будет препятствовать протеканию переменного тока, что эквивалентно увеличению сопротивления проводника. Чем выше частота изменения напряжения, приложенного к проводнику, тем больше величина ЭДС, наводимая в нем, следовательно, тем больше сопротивление, оказываемое проводником протекающему току.

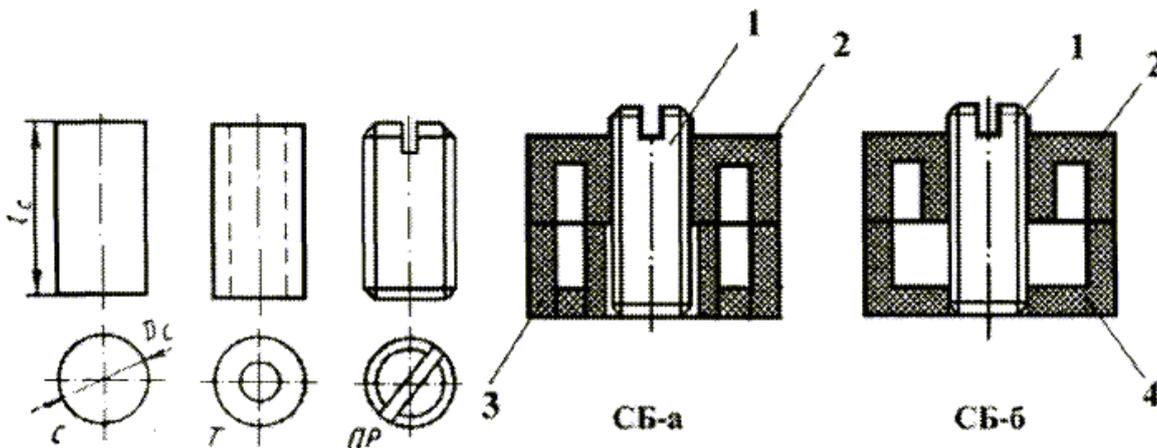
Конструкционной основой катушки индуктивности является диэлектрический каркас, на который наматывается провод в виде спирали. Обмотка может быть, как однослойной (рис. 1.31, а), так и многослойной (рис. 1.31, б). В некоторых случаях многослойная обмотка делается секционированной (рис. 1.31, в). В интегральных схемах применяются плоские спиральные катушки индуктивности (рис. 1.31, г).

Для увеличения индуктивности применяют магнитные сердечники. Помещенный внутрь катушки сердечник концентрирует магнитное поле и тем самым увеличивает ее индуктивность. Перемещением сердечника внутри каркаса можно изменять индуктивность. На рис. 1.32 представлены три разновидности цилиндрических сердечников: С – стержневой, Т – трубчатый и ПР – подстроечный резьбовой и две разновидности броневых.



а) однослойная, б) многослойная, в) многослойная секционированная г) плоская спиральная катушка

Рис. 1.31. Конструкции катушек индуктивности



С – стержневой, Т – трубчатый и ПР – подстроечный резьбовой
1) сердечники, 2) чашки верхние, 3)-4) чашки нижние

Рис. 1.32. Магнитные сердечники катушек индуктивности

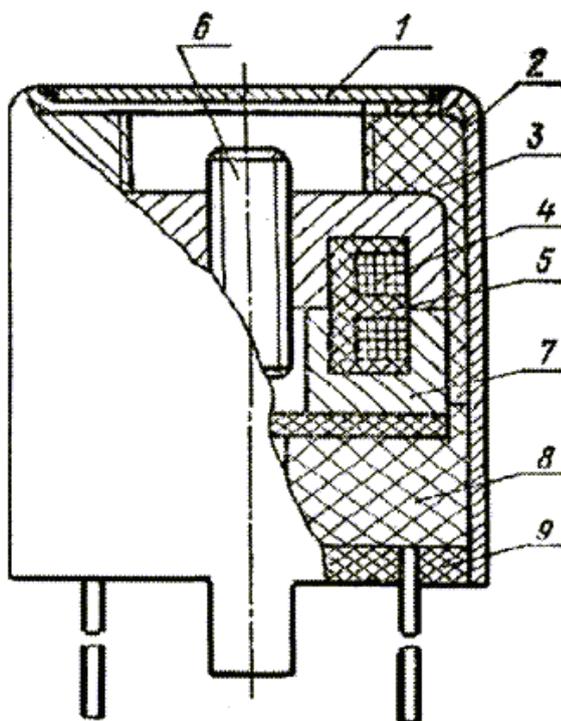
Броневые сердечники состоят из двух чашек 2, изготовленных из карбонильного железа или ферритов. Они могут иметь либо замкнутый магнитопровод либо разомкнутый. Для изменения индуктивности служит подстроечный цилиндрический сердечник 1.

Помимо цилиндрических и броневых сердечников применяют тороидальные (кольцевые) сердечники. На высоких частотах (десятки-сотни

МГц) применяют подстроечные цилиндрические сердечники из диамагнетиков (латунь, медь). При введении этих сердечников внутрь катушки индуктивность уменьшается.

В катушках индуктивности, работающих на низких частотах, в качестве сердечников используют пермаллой. При этом они набираются из тонких пластин толщиной 0,002-0,1мм.

Для уменьшения влияния электромагнитного поля катушки на другие элементы схемы, а также для уменьшения влияния внешних полей на катушку индуктивности, ее располагают внутри металлического экрана, как это показано на рис. 1.33.



1) заглушка, 2) экран, 3) корпус, 4) обмотка, 5) каркас, 6) подстроечный стержень, 7) чашка сердечника, 8) основание, 9) заливка.

Рис. 1.33. Экранированная катушка индуктивности

Многослойные катушки обычно выполняют с сердечниками броневое типа, при использовании которых большая часть силовых линий магнитного поля катушки замыкается через сердечник, а меньшая – через воздух, вследствие чего влияние экрана на индуктивность катушки значительно ослабляется.

Применение сердечников из магнитных материалов позволяет уменьшить число витков катушки индуктивности и соответственно ее габариты.

Поскольку в расчетные формулы входят эмпирические коэффициенты, то индуктивность изготовленной катушки отличается от расчетной. Применение подстроечных магнитных сердечников позволяет получить требуемое значение индуктивности.

Собственная емкость является паразитным параметром катушки индуктивности, ограничивающим возможности ее применения. Ее возникновение обусловлено конструкцией катушки индуктивности: емкость существует между отдельными витками катушки, между витками и сердечником, витками и экраном, витками и другими элементами конструкции. Все эти распределенные емкости можно объединить в одну, называемую собственной емкостью катушки C_L .

Температурная нестабильность индуктивности обусловлена целым рядом факторов: при нагреве увеличивается длина и диаметр провода обмотки, увеличивается длина и диаметр каркаса, в результате чего изменяются шаг и диаметр витков; кроме того, при изменении температуры изменяются диэлектрическая проницаемость материала каркаса, что ведет к изменению собственной емкости катушки.

Для повышения температурной стабильности применяют каркасы из материала с малым значением коэффициента линейного расширения. Этим требованиям в наибольшей степени удовлетворяет керамика. Повышению температурной стабильности катушек способствует прочное сцепление обмотки с каркасом.

В катушках индуктивности помимо основного эффекта взаимодействия тока и магнитного поля наблюдаются паразитные эффекты.

Контурные катушки индуктивности. Эти катушки используются совместно с конденсаторами для получения резонансных контуров. Они должны иметь высокую стабильность, точность и добротность.

Катушки связи. Эти катушки применяются для обеспечения индуктивной связи между отдельными цепями и каскадами. Такая связь позволяет разделить по постоянному току цепи базы и коллектора и т.д.

К таким катушкам не предъявляются жесткие требования на добротность и точность, поэтому они выполняются из тонкого провода в виде двух обмоток небольших габаритов.

Вариометры. Это такие катушки, в которых предусмотрена возможность изменения индуктивности в процессе эксплуатации для перестройки колебательных контуров.

Они состоят из двух катушек, соединенных последовательно. Одна из катушек неподвижная (статор), другая располагается внутри первой и вращается (ротор).

Дроссели. Это катушки индуктивности, обладающие высоким сопротивлением переменному току и малым сопротивлением постоянному. Обычно включаются в цепях питания. Предназначены для защиты источников питания от попадания в них высокочастотных сигналов. На низких частотах они используются в фильтрах цепей питания и обычно имеют металлические сердечники.

Сдвоенные дроссели. Две намотанных встречно катушки индуктивности, используются в фильтрах питания (рис. 1.34). За счёт встречной намотки и взаимной индукции более эффективны для фильтрации синфазных помех при тех же габаритах. Сдвоенные дроссели получили широкое распространение в качестве входных фильтров блоков питания; в дифференциальных сигнальных фильтрах цифровых линий, а также в звуковой технике. Т.е. предназначены как для защиты источников питания от попадания в них наведённых высокочастотных сигналов, так и во избежание засорения питающей сети электромагнитными помехами. На низких частотах используется в фильтрах цепей питания и обычно имеет ферромагнитный (из трансформаторной стали) или ферритовый сердечник.

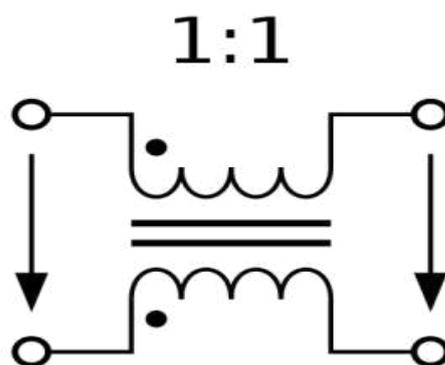


Рис. 1.34 Сдвоенный дроссель

Катушки индуктивности для гибридных интегральных микросхем. На частотах порядка 10-100 МГц находят применение тонкопленочные

спиральные катушки. На площади в 1 см^2 располагается не более 10 витков. Добротность таких катушек не превышает 20-30. Поэтому они находят ограниченное применение. В интегральных микросхемах предпочтительны миниатюрные тороидальные катушки на ферритовых сердечниках, индуктивность которых достигает десятков тысяч микрогенри.

В последнее время наметилась тенденция замены катушек специальными схемами на транзисторах (гираторы) и электромеханическими, пьезоэлектрическими и акустоэлектронными фильтрами, основанными на принципе механических упругих колебаний и механического резонанса. Скорость распространения упругих колебаний в твердом теле примерно в 100 тысяч раз меньше скорости распространения электромагнитных волн, что позволяет создавать очень компактные механические резонаторы с распределенными параметрами, обладающие добротностью порядка 10^3 . Развитие микроэлектроники привело к появлению фильтров на приборах с зарядовой связью и фильтров на поверхностных акустических волнах. Кроме того, в интегральных микросхемах широкое применение находят активные RC-фильтры, в которых используются операционные усилители с глубокой частотно-зависимой обратной связью.

Аналоговые интегральные микросхемы (ИМС) предназначены для преобразования аналоговых сигналов. Аналоговые интегральные микросхемы (ИМС) используют в аппаратуре связи, телевизионной аппаратуре, радиолокации, медицинской технике и тому подобное. Они более разнообразны, чем цифровые и имеют меньшую плотность упаковки элементов.

По конструктивно-технологическим особенностям аналоговые ИМС могут быть гибридными или полупроводниковыми и изготавливаться на биполярных или полевых транзисторах. Аналоговые микросхемы делятся на две группы. К первой группе относятся ИМС универсального назначения: операционные усилители, матрицы транзисторов, диодов и т.д., ко второй - специализированные аналоговые ИМС. Интегрированные сверхвысокочастотные (СВЧ) - микросхемы считают специализированными ИМС, но они имеют конструктивно технологическую, схемотехническую и функциональную специфику, что является причиной выделения их в отдельную подгруппу. Среди аналоговых ИМС выделяют также многоцелевые усилители (операционные усилители). Они предназначены для усиления сигналов в широком диапазоне частот. Ими являются усилители низких, промежуточных и высоких частот. Серия аналоговых операционных усилителей охватывает широкий спектр различного функционального назначения, в совокупности дают возможность разрабатывать определенную группу аналоговых устройств в микроэлектронном исполнении.

Аналоговые микросхемы универсальные и многофункциональные. Эти качества закладывают в них при разработке. Многофункциональные микросхемы изготавливают в массовом производстве. Узкоспециализированные ИМС не пользуются большим спросом, производятся в малом количестве или на заказ, поэтому они дорогие. Аналоговым ИМС, особенно операционным усилителям, свойственна функциональная перенасыщенность по большинству параметров. Это позволяет проектировать приборы промышленной электроники на базе интегральных микросхем с высокими техническими и эксплуатационными показателями.

Особенности аналоговой интегральной схемотехники. Аналоговые интегральные микросхемы предназначены для усиления, обработки и преобразования электрических сигналов, параметры которых изменяются по закону непрерывной функции. К таким аналоговым ИМС принадлежат операционные усилители, интегральные стабилизаторы, компараторы и другие схемы, состоящие из базовых схемотехнических элементов, например, элементарных усилительных каскадов, дифференциальных усилителей, каскадов смещения потенциальных уровней, генераторов стабильного тока, источников опорного напряжения, конечных усилительных каскадов. Эти элементарные схемы широко используются как при проектировании известных, так и при создании новых линейных ИМС. При разработке полупроводниковых аналоговых ИМС большое внимание уделяется повышению технологичности микросхем, то есть уменьшению количества технологических операций. Это достигается использованием транзисторных структур не только как элементов усиления, а также для выполнения функций пассивных элементов, например, как резисторов, конденсаторов и т. д. При этом важно, чтобы у схемы была низкая чувствительность к разбросу параметров, что увеличивает процент выхода годных ИМС. Для аналоговых микросхем характерно использование обратных связей как с целью повышения электрических характеристик, так и для расширения функциональных возможностей, например, для выборочного усиления, коррекции характеристик и т. п. Поэтому разработчики радиоаппаратуры вводят внешние цепи обратных связей. Необходимо отметить, что в принципиальных схемах ИМС пытаются избежать местных обратных связей. Например, введение глубокой обратной связи для стабилизации режима работы усилительных каскадов по постоянному току (режим покоя) приводит к заметному уменьшению коэффициента усиления. Поэтому чаще всего режим стабилизируют параметрическими способами, используя транзисторные структуры в диодном включении. Связь между отдельными каскадами в схеме ИМС непосредственная, без переходных конденсаторов. При этом встает проблема согласования как отдельных каскадов в составе микросхемы, так и отдельных микросхем между собой. Для такого согласования необходимо, чтобы потенциалы входящей и

исходящей напряжений были близки к потенциалу общей клеммы источника питания. Это достигается, в частности, с помощью каскадов смещения потенциального уровня.

Цифровые микросхемы - это микроэлектронные схемы, которые используются для преобразования и обработки цифровых сигналов. Цифровые сигналы получают путем дискретизации (оцифровке) аналоговых. Так, если в аналоговой форме данные о температуре любого объекта подаются непрерывным электрическим сигналом с выхода термодатчика, то цифровой сигнал - это последовательность чисел, по значению уровня температуры, измеренной через определенные промежутки времени. При этом чрезвычайно важное значение имеет форма записи чисел. В быту мы пользуемся десятичными числами. При записи такого числа используется позиционная форма представления чисел, согласно которому мы называем не самое число, а только информацию о том, сколько единиц, десятков, сотен, тысяч и т.д. оно содержит. При формировании цифровых сигналов используется двоичная система счисления. При записи двоичного числа мы отмечаем, сколько единиц, двоек, четверок, восьмерок и разрядов высокого порядка, получаемые подъемом в степень числа 2, оно содержит. Так, например, двоичное число 101 содержит одну единицу, ноль двоек и одну четверку и равно десятичному числу 5, а десятичное число 10 в двоичной форме записывается в виде: 1010 - ноль единиц, одна двойка, ноль четверок, одна восьмерка. Нетрудно увидеть, что для представления числа в двоичной системе счисления нужно больше разрядов, чем в десятичной системе, то есть двоичное число дольше десятичное. Но двоичное число имеет то преимущество, что для его записи необходимо всего два знака - 0 и 1. Поэтому при электронной записи цифровых сигналов можно ограничиться использованием только двухуровневых сигналов. Итак, цифровой электрический сигнал - это последовательность двухуровневых элементарных сигналов 0 и 1, которые называются логическими сигналами. Для их обработки, например, дешифрации или считывания, сложения или вычитания, хранения или задержки во времени, применяют так называемые логические схемы, а в случае микроэлектронных устройств - цифровые микросхемы. Серии цифровых микросхем Цифровые ИМС, как и аналоговые, выпускаются сериями. Микросхемы одной серии имеют одинаковые напряжения питания, электрические и эксплуатационные параметры и при совместном использовании не требуют дополнительных согласующих элементов.

Среди большого количества цифровых ИМС можно выделить следующие группы: серии функционально полного состава, серии, специализированные по функциональному назначению и микропроцессорные комплекты ИМС. Серии первой группы включают ИМС различного функционального назначения: логические схемы, триггеры, регистры, счетчики, дешифраторы и др. Чем шире функциональный состав

серии, тем в большей степени она обеспечивает выполнение требований к аппаратуре с точки зрения надежности, компактности, экономичности, технологичности, удобства эксплуатации и ремонта.

Трансформаторы – это электромагнитные устройства, имеющие от двух и более индуктивно связанных через замкнутый магнитопровод обмоток. Трансформаторы предназначены для преобразования посредством электромагнитной индукции одной или нескольких систем переменного тока в одну или несколько других систем переменного тока. Для изготовления магнитопроводов трансформаторов применяют ферромагнитные материалы – электротехническую сталь, спецсплавы, ферриты и др.

Конструкции современных трансформаторов и их электрические параметры унифицированы. Однако в ряде случаев трансформаторы частного применения проектируются непосредственно разработчиком электронной аппаратуры. В этом случае на трансформатор выпускается полный комплект конструкторской документации.

Двухобмоточный трансформатор содержит две обмотки с числом витков N_1 и N_2 , намотанные на магнитопровод с замкнутой магнитной цепью (рис. 1.35). Коэффициент связи между обмотками $k_{св} = 1$. Отношение $n = N_2/N_1$ называют коэффициентом трансформации. Обмотка с числом витков N_1 называется первичной. К вторичной обмотке с числом витков N_2 подключается нагрузка R_n . При включении в цепь первичной обмотки источника переменного напряжения U_1 с частотой f в обмотке возникает ток I_1 , называемый током первичной обмотки.

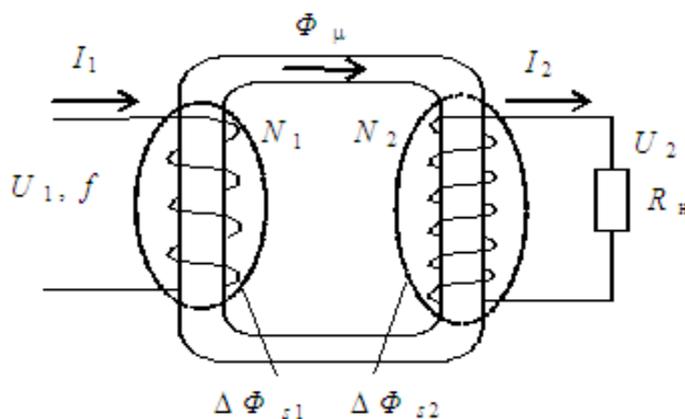


Рис 1.35 Схема двухобмоточного трансформатора

Ток первичной обмотки в векторной форме складывается из реактивной и активной составляющих: $I_1 = I_\mu + I_a$.

В магнитопроводе трансформатора по закону электромагнитной индукции возникает переменный магнитный поток Φ_μ , который наводит во

вторичной обмотке ЭДС индукции E_2 . Вследствие этого в нагрузке R_n возникает ток вторичной обмотки I_2 , а на зажимах вторичной обмотки появляется вторичное напряжение U_2 .

В реальных трансформаторах часть магнитных потоков, создаваемых токами в первичной и вторичной обмотках, не замыкается в магнитопроводе и рассеивается в окружающем пространстве, создавая магнитные потоки рассеяния $\Delta\Phi_{s1}$ и $\Delta\Phi_{s2}$.

Классификация трансформаторов. По функциональному назначению трансформаторы делятся на две группы: питания и сигнальные.

Трансформаторы питания используются для преобразования напряжения электрической сети в напряжение, необходимое для питания радиоэлектронных систем. В свою очередь трансформаторы питания подразделяются на сетевые и преобразовательные.

Сетевые трансформаторы предназначены для питания от сети переменного тока частотой 50; 400; 1000; 2000 Гц.

Преобразовательные трансформаторы используются в преобразователях постоянного напряжения в переменное и рассчитаны на частоты от 5 до 100 кГц;

Сигнальные трансформаторы служат для передачи, согласования, формирования и преобразования электрических сигналов. К сигнальным трансформаторам относятся согласующие и импульсные трансформаторы.

Согласующие трансформаторы предназначены для согласования различных полных сопротивлений электрических цепей при преобразовании и передаче электрических сигналов. К этой группе относятся входные, межкаскадные, выходные трансформаторы.

Импульсные трансформаторы служат для передачи, формирования и преобразования импульсных сигналов.

2. По конструктивному исполнению и технологии изготовления трансформаторы делятся по типу конструкции магнитопровода:

- броневые трансформаторы изготавливаются на магнитопроводах Ш-образной формы, все обмотки трансформатора располагаются на среднем стержне;

- стержневые трансформаторы – на магнитопроводах П-образной формы;

кольцевые (тороидальные) трансформаторы выполняются на кольцевых магнитопроводах.

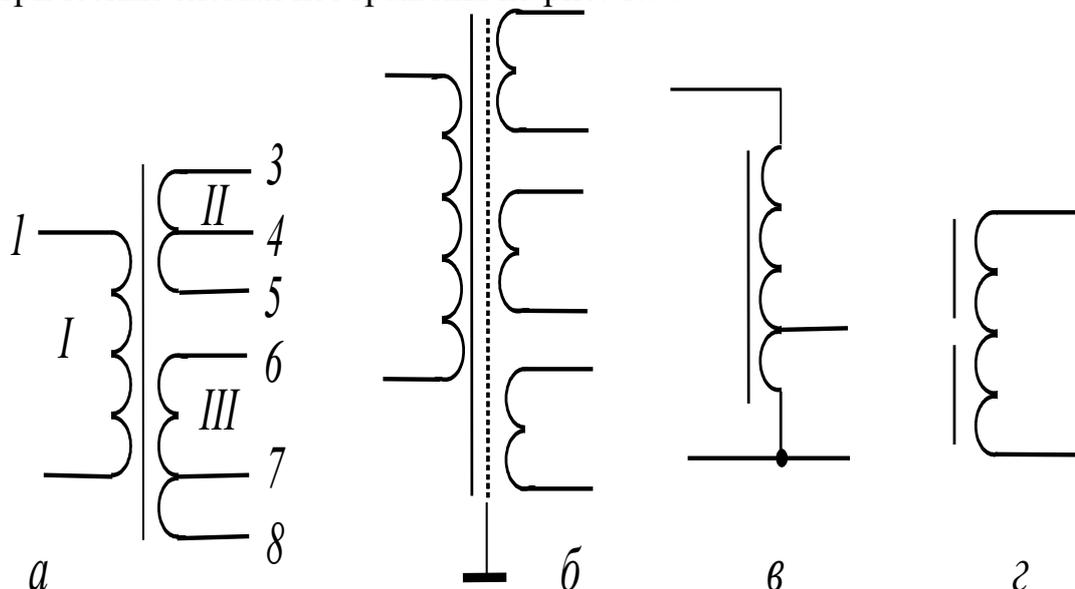
3. По конструкции к трансформаторам близки дроссели, предназначенные для создания реактивного сопротивления в электрических цепях переменного тока. Различают три группы дросселей.

Дроссели переменного тока применяют в качестве балластных и токоограничивающих сопротивлений, а также в качестве элементов низкочастотных фильтров.

Сглаживающие дроссели используют для уменьшения пульсаций напряжения в цепях фильтров выпрямителей.

Дроссели насыщения применяют в качестве регулируемых индуктивных сопротивлений в цепях переменного тока.

На электрических принципиальных схемах, в перечнях элементов к схеме, в спецификациях трансформаторы обозначаются символом Т. Примеры условных графических обозначений трансформаторов и дросселей в электрических схемах изображены на рис. 1.36.



а) общее изображение, б) трансформатор с экранированной первичной обмоткой, в) автотрансформатор, г) дроссель с немагнитным зазором между частями магнитопровода

Рис 1.36 Условно графическое обозначение трансформаторов

Параметры трансформаторов. Рассмотрим основные электрические и конструктивные параметры, являющиеся общими для трансформаторов любого функционального назначения.

1. Рабочая частота трансформатора f – это частота источника напряжения или питающей сети. Различают промышленную частоту 50 Гц, повышенные промышленные частоты 400, 1000 и 2000 Гц, повышенную частоту – до 10000 Гц и высокую частоту свыше 10000 Гц.

2. Номинальное напряжение первичной обмотки U_1 представляет величину напряжения, подаваемого на первичную обмотку трансформатора.

3. Ток первичной обмотки I_1 , А. Это расчетный параметр, который определяется величиной нагрузки трансформатора и особенностями его конструкции.

4. Вторичное напряжение U_2 , В – напряжение на зажимах вторичной обмотки при приложении к первичной обмотке номинального напряжения

U_1 с номинальной частотой f и при условии, если к вторичной обмотке трансформатора подключена номинальная нагрузка.

5. Ток вторичной обмотки I_2 , А – номинальный ток вторичной обмотки при подключенной к вторичной обмотке номинальной нагрузке.

6. Номинальная мощность трансформатора P_n – расчетная суммарная мощность вторичных обмоток.

7. Коэффициент полезного действия трансформатора (КПД)

η – параметр, характеризует эффективность преобразования напряжения в трансформаторе

8. Температура перегрева трансформатора, ΔT , характеризует превышение температуры наиболее нагретых частей трансформатора $T_{тр}$ над температурой окружающей среды T_0 .

Сигнальные выходные трансформаторы. К этой группе трансформаторов относятся следующие:

- трансформаторы сигнальные выходные звуковой частоты;
- трансформаторы выходные строчной развертки телевизоров.

Трансформаторы сигнальные выходные звуковой частоты типа ТВЗ предназначены для согласования высокоомного выходного каскада УЗЧ с низкоомной звуковой катушкой громкоговорителя. Трансформаторы типа ТВЗ применяются в радиовещательных и телевизионных приемниках, электрофонах, магнитофонах и в других РЭС и являются, как правило, понижающими. Конструкции и электрические схемы унифицированных трансформаторов типа ТВЗ аналогичны конструкциям и схемам трансформаторов типа ТВЛ, ТВТ, ТОТ и ТОЛ. Промышленностью выпускается до 140 типонаименований сигнальных выходных трансформаторов для бытовой теле- и радиоаппаратуры.

Трансформаторы выходные строчной развертки телевизоров предназначены для согласования выходных каскадов строчной развертки со строчными отклоняющими катушками. Одновременно трансформаторы строчной развертки вырабатывают импульсы высокого напряжения для питания кинескопа. В трансформаторах строчной развертки также имеются дополнительные обмотки, импульсы с которых используются в цепях автоматических регулировок (АРУ, АПЧ и Ф) и для гашения обратного хода луча. В телевизорах последних разработок применяются трансформаторы строчной развертки, в которых предусмотрены обмотки для подачи напряжения на высоковольтный выпрямитель и кинескоп. Они отличаются от обычных трансформаторов строчной развертки дополнительно выполняемой функцией высоковольтного выпрямителя-умножителя.

Условное обозначение строчного трансформатора включает: сокращенное ТВС – трансформатор сигнальный выходной строчной развертки; цифры 70, 90 или 110 – значения угла отклонения луча кинескопа, град.; буквы Л или П – ламповая или полупроводниковая схема выходного каскада строчной развертки; букву Ц – для телевизоров цветного

изображения; цифры 1..4 и т.д. – порядковый номер разработки трансформатора. Пример условного обозначения трансформатора типа ТВС с углом отклонения луча кинескопа 110 градусов для выходного каскада строчной развертки полупроводникового цветного телевизора с порядковым номером 15: трансформатор ТВС-110ПЦ15 № ТУ.

Трансформаторы с дополнительно выполняемой функцией высоковольтного выпрямителя-умножителя обозначаются ТДКС– трансформаторы диодно-каскадные строчной развертки.

Конструкция ТВС определяется схемотехническим решением телевизионных приемников, конструкцией и технологией их изготовления. В телевизорах не унифицированной конструкции применяют трансформаторы, собранные на броневых пластинчатых магнитопроводах типа Ш, и реже – магнитопроводах из П-образного альсифера и магнитомягких ферритов. В современных телевизорах применяют трансформаторы, в которых используются исключительно магнитомягкие ферромагнитные сплавы. В производстве трансформаторов применяются специальные технологические процессы герметизации и влагозащиты. Намотка, рядовая и универсальная, производится на секционных пластмассовых тонкостенных каркасах с прокладками в несколько слоев из триацетатной или фторопластовой пленки толщиной (0,05...0,08) мм.

Промышленностью выпускается 8 типонаминалов унифицированных трансформаторов строчной развертки для черно-белых телевизоров и 11 типонаминалов – для цветных телевизоров с кинескопами, имеющими угол отклонения луча 70, 90 или 110 градусов.

Сигнальные выходные трансформаторы типов ТВС-110ПЦ15 и ТВС-110ПЦ16 применяются в полупроводниковых выходных каскадах строчной развертки цветного изображения с кинескопами типа 61ЛК3Ц, имеющими угол отклонения луча 110°, и кинескопами с самосведением лучей типа 51ЛК2Ц. Трансформаторы ТВС-110ПЦ15 работают в комплекте с отклоняющей системой типа ОС-90.29ПЦ17, выходным транзистором типа КТ838А, демпферным диодом типа У83Г и высоковольтным выпрямителем-умножителем типа УН9/27-1,3.

Трансформаторы ТВС-110ПЦ16 используются в комплекте с ОС-90.38ПЦ12 и такими же комплектующими радиокомпонентами, как и ТВС-110ПЦ11. Изготавливают выходные строчные трансформаторы на стержневых П-образных магнитопроводах из феррита. Напряжение питания ТВС равно 135 В, частота следования импульсов 16,6 кГц. Номинальное напряжение на выходе высоковольтной обмотки 8,5 кВ [6].

1.4 Обслуживание, механический и электрический монтаж коммутационных устройств

Электрические кнопки относятся к компонентам коммутации электрических цепей и предназначены для включения, выключения и переключения электрического сигнала при механическом воздействии на них. На рис.1.37 изображен внешний вид электрических кнопок.

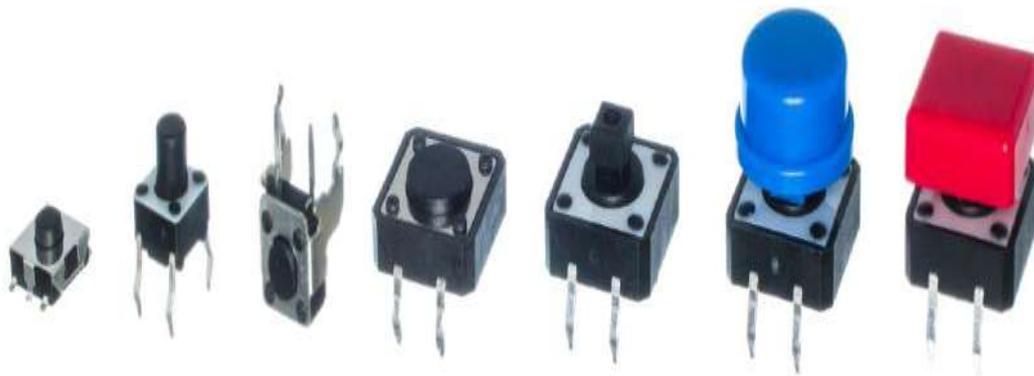


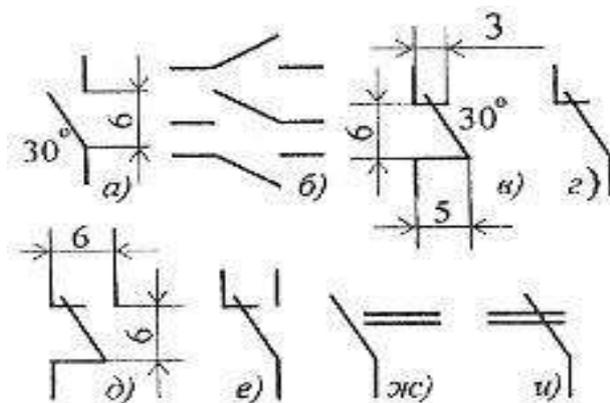
Рис 1.37 Внешний вид электрических кнопок

Кнопки электрические подразделяются на несколько типов: для установки на приборный блок или плату, с фиксацией или без фиксации, нормально замкнутые или нормально разомкнутые.

Условные графические обозначения (УГО) коммутационных изделий - выключателей, переключателей, электромагнитных реле построены на основе символов контактов: замыкающих (рис. 1.38, а,б), размыкающих (рис 1.38.в,г) и переключающих (рис. 1.38.д,е). Контакты, одновременно замыкающие или размыкающие две цепи, обозначают, как показано на рис. 1.38, (ж, и).

За исходное положение замыкающих контактов на электрических схемах принято разомкнутое состояние коммутируемой электрической цепи, размыкающих - замкнутое, переключающих - положение, в котором одна из цепей замкнута, другая разомкнута (исключение составляет контакт с нейтральным положением). УГО всех контактов допускается изображать только в зеркальном или повернутом на 90° положениях.

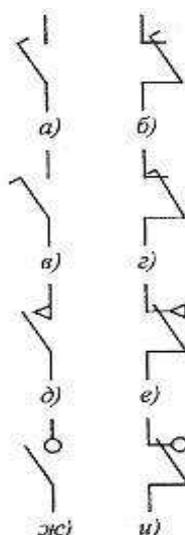
Стандартизованная система УГО предусматривает отражение и таких конструктивных особенностей, как неодновременность срабатывания одного или нескольких контактов в группе, отсутствие или наличие фиксации их в одном из положений.



а)-б) замыкающие контакты, в)-г) размыкающие контакты, д)-е) переключающие контакты, ж)-и) одновременно замыкающие или размыкающие две цепи

Рис 1.38 Условные графические обозначения коммутационных изделий

Так, если необходимо показать, что контакт замыкается или размыкается раньше других, символ его подвижной части дополняют коротким штрихом, направленным в сторону срабатывания (рис. 1.39., а, б), а если позже, - штрихом, направленным в обратную сторону (рис. 1.39, в, г).



а)-б) контакты направленные в сторону срабатывания, в)-г) контакты направленным в обратную сторону, д)-е) контакты направлена в сторону исходного положения подвижной части контакта, ж)-и) фиксация которая изображена кружком на символе его неподвижной части

Рис 1.39 Условные графические обозначения контактов

Отсутствие фиксации в замкнутом или разомкнутом положениях (самовозврат) обозначают небольшим треугольником, вершина которого направлена в сторону исходного положения подвижной части контакта (рис. 1.39, д, е), а фиксацию - кружком на символе его неподвижной части (рис. 1.39, ж, и).

Последние два условно графического обозначения на электрических схемах используют в тех случаях, если необходимо показать разновидность коммутационного изделия, контакты которого этими свойствами обычно не обладают.

Условное графическое обозначение выключателей на электрических схемах (рис. 1.40) строят на основе символов замыкающих и размыкающих контактов. При этом имеется в виду, что контакты фиксируются в обоих положениях, т. е. не имеют самовозврата.

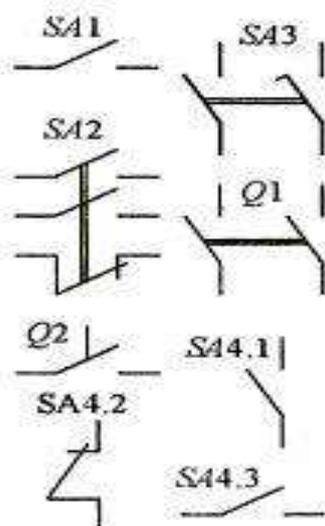


Рис. 1.40. Условное графическое обозначение выключателей на электрических схемах

Буквенный код изделий этой группы определяется коммутируемой цепью и конструктивным исполнением выключателя. Если последний помещен в цепь управления, сигнализации, измерения, его обозначают латинской буквой S, а если в цепь питания - буквой Q. Способ управления находит отражение во второй букве кода: кнопочные выключатели и переключатели обозначают буквой В (SB), автоматические - буквой F (SF), все остальные - буквой А (SA).

Если в выключателе несколько контактов, символы их подвижных частей на электрических схемах располагают параллельно и соединяют линией механической связи. В качестве примера на рис. 3 показано условное графическое обозначение выключателя SA2, содержащего один размыкающий и два замыкающих контакта, и SA3, состоящего из двух

замыкающих контактов, причём один из которых (на рисунке - правый) замыкается позже другого.

Выключатели Q1 и Q2 служат для коммутации цепей питания. Контакты Q2 механически связаны с каким-либо органом управления, о чем свидетельствует отрезок штриховой линии. При изображении контактов в разных участках схемы принадлежность их одному коммутационному изделию традиционно отражают в буквенно-цифровом позиционном обозначении (SA 4.1, SA4.2, SA4.3).

Аналогично, на основе символа переключающего контакта, строят на электрических схемах условные графические обозначения двухпозиционных переключателей (рис. 1.41, SA1, SA4). Если же переключатель фиксируется не только в крайних, но и в среднем (нейтральном) положении, символ подвижной части контакта помещают между символами неподвижных частей, возможность поворота его в обе стороны показывают точкой (SA2 на рис. 1.41). Так же поступают и в том случае, если необходимо показать на схеме переключатель, фиксируемый только в среднем положении (см. рис. 1.41, SA3).

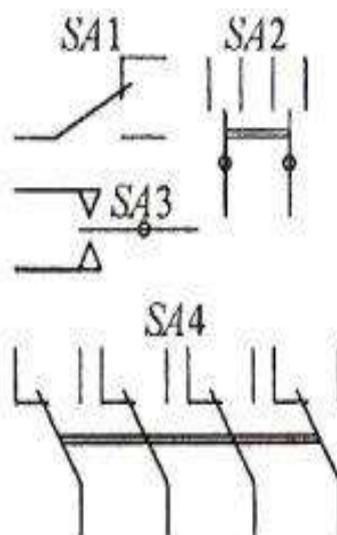


Рис. 1.41 Условные графические обозначения двухпозиционных переключателей

Отличительный признак условное графическое обозначение (УГО) кнопочных выключателей и переключателей - символ кнопки, соединенный с обозначением подвижной части контакта линией механической связи (рис. 1.42).

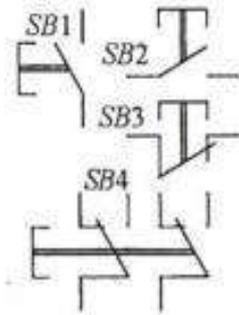


Рис. 1.42 Условные графические обозначения кнопочных выключателей и переключателей

При этом если условное графическое обозначение построено на базе основного символа контакта, то это означает, что выключатель (переключатель) не фиксируется в нажатом положении (при отпуске кнопки возвращается в исходное положение).

Если же необходимо показать фиксацию, используют специально предназначенные для этой цели символы контактов с фиксацией (рис. 1.43). Возврат в исходное положение при нажатии другой кнопки переключателя показывают в этом случае знаком фиксирующего механизма, присоединяя его к символу подвижной части контакта со стороны, противоположной символу кнопки (см. рис. 1.43, SB1.1, SB 1.2).

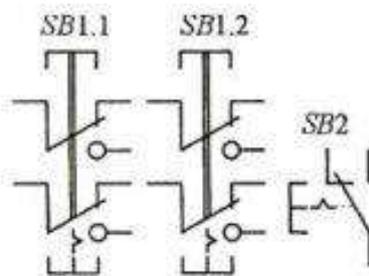


Рис. 1.43 Условные графические обозначения контактов с фиксацией

Если же возврат происходит при повторном нажатии кнопки, знак фиксирующего механизма изображают взамен линии механической связи (SB2).

Многопозиционные переключатели (например, галетные) обозначают, как показано на рис. 1.44. Здесь SA1 (на 6 положений и 1 направление) и SA2 (на 4 положения и 2 направления) - переключатели с выводами от подвижных контактов, SA3 (на 3 положения и 3 направления) - без выводов

от них. Условное графическое обозначение отдельных контактных групп изображают на схемах в одинаковом положении, принадлежность к одному переключателю традиционно показывают в позиционном обозначении (см. рис. 1.44, SA1.1, SA1.2) [4].

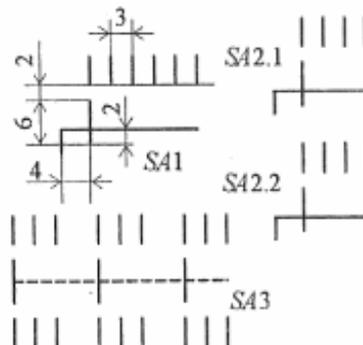


Рис. 1.44 Многопозиционные переключатели

Для изображения многопозиционных переключателей со сложной коммутацией ГОСТ предусматривает несколько способов. Два из них показаны на рис.1.45. Переключатель SA1 - на 5 положений (они обозначены цифрами; буквы ад введены только для пояснения). В положении 1 соединяются одна с другой цепи а и б, г и д, в положениях 2, 3, 4 - соответственно цепи б и г, а и в, а и д, в положении 5 - цепи а и б, в и г.

Переключатель SA2 - на 4 положения. В первом из них замыкаются цепи а и б (об этом говорят расположенные под ними точки), во втором - цепи е и г, в третьем - в и г, в четвертом - б и г.

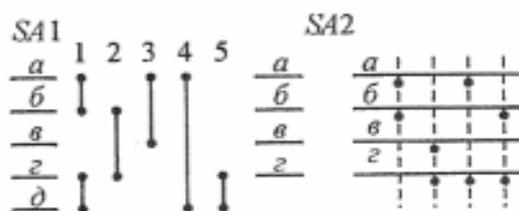


Рис. 1.45 Условное графическое обозначение отдельных контактных групп

В бытовой РЭА применяют выключатели и переключатели различных типов, например, тумблеры ТВ2-1-2, Т1; перекидные переключатели ТВ1-1, ТВ1-2, ТП1-2, МТ1, Т2; многопозиционные переключатели 5П2Н. МПН-1 (низкочастотные), МПВ-1 (высокочастотные); модульные переключатели П2К (кнопочные), Г12КЛ (клавишные) и т. д.

Основными параметрами (электрическими и механическими) выключателей и переключателей являются: переходное сопротивление, сопротивление изоляции, мощность контактов, срок службы, четкость фиксации, емкость между контактами, масса и габариты.

Переходное сопротивление. Этот параметр зависит от материала контактов и состояния поверхности. Чем больше давление на контакты и меньше они окислены, тем меньше переходное сопротивление и выше надежность контакта. Обычно переходное сопротивление составляет 0,01 - 0,03 Ом.

Сопротивление изоляции между контактами. Определяет их электрическую прочность и составляет около 1000 МОм.

Мощность контактов. Определяется произведением предельно допустимого тока при их замыкании и предельно допустимого напряжения при их размыкании. Часто в справочной литературе дается не мощность контактов, а допустимые токи и напряжения, при которых гарантируется нормальная работа выключателей и переключателей в течение определенного срока службы.

Срок службы. Оценивается не в единицах времени, а числом переключений исправно работающего переключателя. Обычно составляет от нескольких тысяч до нескольких миллионов переключений и зависит как от мощности контактов, так и от действия климатических факторов.

Четкость фиксации. Характеризуется отношением силы, необходимой для вывода переключателя из фиксированного положения, к минимальной силе, нужной для его перевода в незафиксированное положение. В переключателях часто предусматривается фиксатор, удерживающий контакты в строго замкнутом (при разомкнутом) положении и препятствующий их перемещению при вибрациях и ударах.

Емкость между контактами. Определяется их взаимным перекрытием по площади и расстоянием между ними, а также видом диэлектрика, на котором они закреплены. Этот параметр важен для высокочастотных переключателей и должен составлять не более 1 -2 пФ.

Соединители. Соединители предназначены для коммутации электрических цепей между блоками, узлами радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) с помощью кабелей, жгутов и печатных проводников. Они состоят из двух частей - вилки и розетки, в основаниях которых соответственно укреплены штыри и гнезда, образующие контактные пары. В зависимости от назначения соединители делятся на высоко- и низкочастотные. Их изготавливают с гладкими, плоскими и круглыми штырями, с пружинными гнездами и с гиперболоидной поверхностью гнезда или штыря. Основными параметрами соединителей являются число и надежность контактных пар, их переходное сопротивление, рабочее напряжение и максимальный рабочий ток, рабочий диапазон частот, срок службы, масса и габариты.

Большую группу коммутационных изделий образуют всевозможные соединители. Наиболее широко используют разъемные соединители (штепсельные разъемы, см. рис.1.46). Код разъемного соединителя - латинская буква X. При изображении штырей и гнезд в разных частях схемы в позиционное обозначение первых вводят букву P (см. рис. 1.46, XP1), вторых - S (XS1).

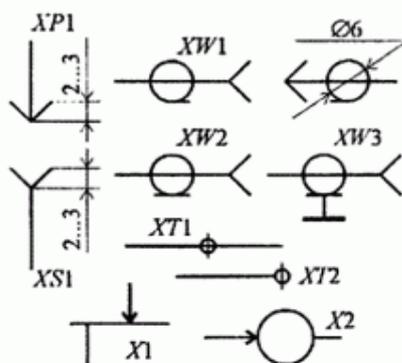


Рис.1.46. Условное обозначение разъемных соединителей

Высокочастотные (коаксиальные) соединители и их части обозначают буквами XW (см. рис.1.46., соединитель XW1, гнезда XW2, XW3). Отличительный признак высокочастотного соединителя - окружность с отрезком касательной линии, параллельной линии электрической связи и направленной в сторону соединения (XW1). Если же с другими элементами устройства штырь или гнездо' соединены коаксиальным кабелем, касательную продляют и в другую сторону (XW2, XW3). Соединение корпуса соединителя и оплетки коаксиального кабеля с общим проводом (корпусом) устройства показывают присоединением к касательной (без точки!) линии электрической связи со знаком корпуса на конце (XW3).

Разборные соединения (с помощью винта или шпильки с гайкой и т. п.) обозначают на схемах буквами XT, а изображают - небольшим кружком (см. рис. 1.46; XT1, XT2, диаметр окружности - 2 мм). Это же условное графическое обозначение используют и в том случае, если необходимо показать контрольную точку.

Передача сигналов на подвижные узлы механизмов часто осуществляется с помощью соединения, состоящего из подвижного контакта (его изображают в виде стрелки) и токопроводящей поверхности, по которой он скользит. Если эта поверхность линейная, ее показывают отрезком прямой линии с выводом в виде ответвления у одного из концов (см. рис.1.46, X1), а если кольцевая или цилиндрическая - окружностью (X2).

Принадлежность штырей или гнезд к одному многоконтактному соединителю показывают на схемах линией механической связи и нумерацией в соответствии с нумерацией на самих соединителях (рис. 1.47,

XS1, XP1). При изображении разнесенным способом условное буквенно-цифровое позиционное обозначение контакта составляют из обозначения, присвоенного соответствующей части соединителя и его номера (XS1.1 - первое гнездо розетки XS1; XP5,4 - четвертый штырь вилки XP6 и т. д.).

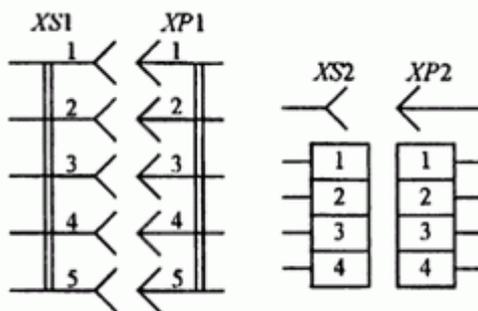


Рис.1.47 Условное обозначение многоконтактных соединителей

Для упрощения графических работ стандарт допускает заменять условное графическое обозначение контактов розеток и вилок многоконтактных соединителей небольшими пронумерованными прямоугольниками с соответствующими символами (гнезда или штыря) над ними (см. рис. 1.47, XS2, XP2). Расположение контактов в символах разъемных соединителей может быть любым - здесь все определяется начертанием схемы; неиспользуемые контакты на схемах обычно не показывают.

Аналогично строятся условные графические обозначения многоконтактных разъемных соединителей, изображаемых в состыкованном виде (рис. 1.48). На схемах разъемные соединители в таком виде независимо от числа контактов обозначают одной буквой X (исключение - высокочастотные соединители). В целях еще большего упрощения графики стандарт допускает обозначать многоконтактный соединитель одним прямоугольником с соответствующими числом линий электрической связи и нумерацией (см. рис.1.48, X4).

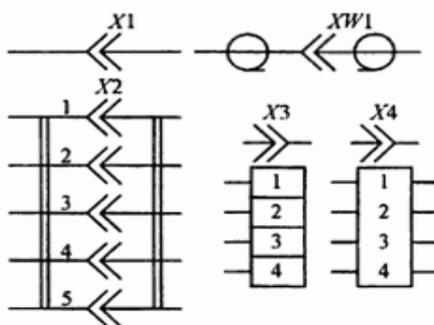


Рис.1.48 Условное обозначение соединителей в состыкованном виде

Для коммутации редко переключаемых цепей (делителей напряжения с подборными элементами, первичных обмоток трансформаторов сетевого питания и т. п.) в электронных устройствах применяют переключки и вставки. Переключку, предназначенную для замыкания или размыкания цепи, обозначают отрезком линии электрической связи с символами разъемного соединения на концах (рис. 1.49, X1), для переключения - П-образной скобой (X3). Наличие на переключке контрольного гнезда (или штыря) показывают соответствующим символом (X2).

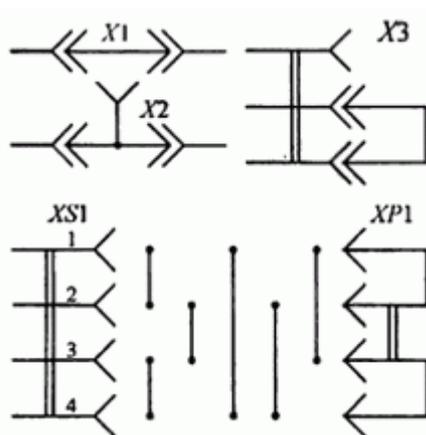


Рис.1.49 Условное обозначение переключек и вставок-переключателей

При обозначении вставок-переключателей, обеспечивающих более сложную коммутацию, используют способ для изображения переключателей. Например, вставка на рис. 1.49, состоящая из розетки XS1 и вилки XP1, работает следующим образом: в положении 1 замыкатели вилки соединяют гнезда 1 и 2, 3 и 4, в положении 2 - гнезда 2 и 3, 1 и 4, в положении 3 - гнезда 2 и 4. 1 и 3.

Для защиты аппаратуры от электрических перегрузок применяют плавкие предохранители и разрядники. Плавкие предохранители действуют однократно. Если значение силы тока в цепи превышает номинальное значение тока предохранителя, последний срабатывает («перегорает»), т. е. размыкается электрическая цепь. После срабатывания предохранитель необходимо заменить на аналогичный (по значению силы номинального тока). Разрядники обеспечивают электрической пробой участка цепи, в котором они подключены, тем самым защищая аппаратуру от перенапряжений. Условные графические обозначения предохранителей и разрядников показаны на рис. 1.50.

Наименование	Обозначение
Предохранители	
Плавкий	
Пробивной	
Инерционный	
Тугоплавкий	
Быстродействующий	
Сторона предохранителя остающаяся под напряжением	
Рубильник - предохранитель	
Выключатель – нагрузки	

Наименование	Обозначение
Разрядники	
Разрядник общее обозначение	
Трубчатый разрядник	
Вентильный разрядник	
Шаровой	
Роговой	

Рис. 1.50 Условные графические обозначения предохранителей и разрядников

При техническом обслуживании коммутационных устройств проводят следующие виды работ:

- чистку, наружный и внутренний осмотр, устранение обнаруженных дефектов и затяжку крепежных резьб;
- контроль нагрева контактов, катушек и других токопроводящих элементов;
- зачистку контактов от загрязнений, окислов, подплавлений и регулировку одновременности их замыкания и размыкания;
- контроль температуры и уровня масла в маслонаполненных аппаратах (доливку масла при необходимости);
- замену плавких вставок и неисправных предохранителей;
- проверку целостности пломб на реле, наличия надписей, указывающих назначение, на аппаратах и щитках;
- проверку работы устройств сигнализации;
- проверку исправности электропроводки, заземляющих устройств, кожухов, рукояток и т. п. [7].

Практические работы:

1. Подготовка паяльника к работе.
2. Подготовка радиоэлементов к электрическому монтажу.
3. Механический и электрический монтаж радиоэлементов.
4. Проверка и определение номиналов резисторов.
5. Проверка и определение номиналов конденсаторов.
6. Проверка и определение обмоток трансформаторов намоточных изделий.
7. Проверка и определение выводов диодов, стабилитронов, полупроводниковых приборов без р-п перехода, тиристоров, оптронов.
8. Проверка и определение выводов транзисторов биполярных, полевых.
9. Проверка и монтаж коммутационных устройств.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите виды электрического монтажа.
2. Каково назначение припоев и флюсов?
3. Перечислите требования, предъявляемые к припоям и флюсам.
4. Охарактеризуйте технологический процесс пайки.
5. Дайте характеристику технологии поверхностного монтажа.
6. Каковы особенности демонтажа и монтажа компонентов поверхностного монтажа.
7. Охарактеризуйте дефекты, вызванные некачественной пайкой.
8. Каков принцип работы резистора?
9. По каким признакам классифицируются резисторы?
10. Назовите основные параметры резисторов и дайте им краткую характеристику.
11. Приведите условные графические обозначения резисторов.
12. Перечислите типовые неисправности резисторов.
13. Какие параметры необходимо учитывать при замене резистора.
14. Какова методика расчета простого делителя напряжения?
15. Какова конструкция конденсатора?
16. По каким признакам классифицируются конденсаторы?
17. Назовите основные параметры конденсаторов и дайте им краткую характеристику.
18. Приведите условные обозначения конденсаторов.
19. Назовите типовые неисправности конденсаторов.
20. Какие параметры необходимо учитывать при замене конденсатора в цепях переменного и постоянного тока?
21. Какой элемент конструкции относится к основным в намоточных изделиях?
22. Каково назначение различных намоточных деталей?
23. Перечислите элементы конструкции трансформатора?
24. Перечислите типовые неисправности намоточных деталей?

25. Перечислите типы полупроводниковых диодов?
26. Назовите специальные полупроводниковые приборы?
27. Приведите условные графические обозначения полупроводниковых диодов.
28. Перечислите типовые неисправности полупроводниковых диодов.
29. Каковы особенности проверки тиристорov, оптронов с помощью омметра?
30. Приведите классификацию транзисторов?
31. Каково назначение транзисторов?
32. Объясните схему условных обозначений транзисторов?
33. Приведите схемы включения транзисторов?
34. Каков принцип усиления сигнала в транзисторе?
35. Перечислите типовые неисправности транзисторов и объясните способы их определения с помощью омметра.
36. Охарактеризуйте схемы включения транзисторов?
37. Назовите виды полевых транзисторов?
38. Охарактеризуйте режимы работы полевых транзисторов.
39. Дайте определение интегральной микросхеме. Приведите классификацию микросхем.
40. Приведите систему условных обозначений микросхем?
41. Каковы особенности демонтажа и монтажа микросхем?
42. Какие различия по функциональному признаку аналоговых микросхем от цифровых?
43. Каков алгоритм действий при определении дефектной микросхемы?
44. Приведите классификацию коммутационных устройств.
45. Каково назначение выключателей переключателей?
46. Изобразите условные графические обозначения выключателей, переключателей.
47. Какие особенности монтажа выключателей, переключателей.
48. Перечислите типовые неисправности выключателей, переключателей.
49. Приведите условные графические обозначения соединителей.

Вывод:

Изучив данную главу - студенты надлежащим образом будут подготовлены к решению вопросов охраны труда и техники безопасности. Так же у них сформируются знания и навыки предупреждения неблагоприятных ситуаций, выработаются практические навыки оказания первой помощи пострадавшим от несчастных случаев, действия при поражении электрическим током.

Так же получают теоретические знания и практические навыки по организации процесса технологического монтажа радиоэлектронных устройств и коммутационного оборудования, знания о радиодеталях и радиокомпонентах, их свойствах и технических характеристиках. Обучающиеся в полной мере овладеют знаниями о принципе работы отдельных компонентов и их работе в электрических схемах. Студенты овладеют приемами пайки и лужения, правильном расположении радиоэлементов при печатном и поверхностном монтаже и технологических приемах и операциях с коммутационным оборудованием.

Профессиональные термины, описанные в этом модуле:

Охрана труда – выявляет и устраняет производственные опасности и вредные факторы и условия.

Техника безопасности - это комплекс мер и организационных мероприятий, целью которых является обеспечение безопасности и сохранение здоровья работников.

Объемный монтаж обеспечивает соединение различных электро- и радиоэлементов, узлов, модулей РЭА, выполненных на печатных платах, в цельную конструкцию с помощью монтажных проводов, кабелей, жгутов.

Печатный монтаж представляет собой электрическое соединение радиоэлементов с помощью печатных проводников, которые получают путем металлизации поверхности изоляционного основания или травления фольгированного материала.

Поверхностный монтаж это - присоединение выводов радиоэлементов к контактной площадке, расположенной на поверхности коммутационной платы.

Припоями называют цветные металлы и их сплавы, предназначенные для создания неразъемных соединений металлических частей путем пайки.

Флюсы - это вещества, которые при сравнительно невысокой температуре образуют жидкую или газообразную защитную среду, растворяют и удаляют оксиды с поверхности соединяемых металлов, предохраняют их от окисления в процессе пайки, улучшают смачиваемость припоев.

Коммутационные устройства - делятся на выключатели и переключатели, соединители (разъемы), реле, предохранители, разрядники.

Соединители - предназначены для коммутации электрических цепей между блоками, узлами РЭА с помощью кабелей, жгутов и печатных проводников.

Список рекомендуемой литературы

1. П. И. Мисюль «Техническое обслуживание и ремонт бытовой радиоаппаратуры», спецтехнология, «Вышэйшая школа» Минск 2006.
2. П. И. Мисюль «Ремонт, настройка и проверка радиотелевизионной аппаратуры», специальная технология, «Вышэйшая школа» Минск 2007.
3. П. И. Мисюль «Ремонт, настройка и проверка телевизионной аппаратуры», производственное обучение, «Вышэйшая школа» Минск 2008.
4. Дитмар Бенда «Поиск неисправностей в электрических схемах», Электроника, "БХВ-Петербург", 2010
5. Д. А. Садченков «Маркировка радиодеталей», справочное пособие, Москва «СОЛОН-Р», 2001
6. А. А. Редель «Пособие радиотелемеханика», Производственное (практическое) издание, Алма-Ата, "Казахстан" 1989
7. С. А. Ельяшкевич, А. Е. Пескин «Устройство и ремонт цветных телевизоров», Москва, «Стелс» 1993
8. Б. С. Иванов Энциклопедия начинающего радиолюбителя, описания практических конструкций, Москва "Патриот" 1992
9. В. В. Фролов Язык радиосхем, Москва, Научно-популярное издание, "Радио и связь", 1988

2. РЕМОНТ И РЕГУЛИРОВКА ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ.

Содержание

Краткий обзор модуля	79
2.1 Химические источники питания	80
2.2 Электрические источники питания	81
2.3 Импульсные источники питания	86
Практические работы	88
Вопросы для самоконтроля	88
Краткие выводы	89
Профессиональные термины	90

В результате изучения данного модуля студенты смогут:

1. Организовывать рабочее место.
2. Оценить работу источника питания.
3. Выявлять неисправности источников питания.
4. Производить демонтаж и монтаж радиоэлементов.
5. Выполнять ремонт и настройку источников питания.
6. Читать принципиальные электрические схемы.
7. Получать данные работы отдельных узлов источников питания.
8. Использовать собранные данные для характеристики работы источников питания.
9. Производить анализ произведенных измерений

Все бытовые радиоэлектронные аудио- и видеоустройства нуждаются в электропитании.

Подобно тому, как не удалось изобрести вечный двигатель, пока не придуманы электронные устройства, способные усиливать электрические сигналы без электропитания входящих в них транзисторов и интегральных микросхем, именуемых активными приборами.

Словом, с источниками питания мы сталкиваемся в первую очередь!

Во многих книгах источники электропитания бытовых устройств упоминаются вскользь или их существование подразумевается, само собой.

Различают первичные и вторичные источники питания.

К первичным относят преобразователи различных видов энергии в электрическую, примером может служить аккумулятор, преобразующий химическую энергию в электрическую.

Вторичные источники сами не генерируют электроэнергию, а служат лишь для её преобразования с целью обеспечения требуемых параметров (напряжения, тока, пульсаций напряжения и т. п.)

2.1 Химические источники питания

Химический источник тока - источник ЭДС, в котором энергия протекающих в нём химических реакций непосредственно превращается в электрическую энергию.

Основу химических источников тока составляют два электрода, (положительно заряженный анод, содержащий восстановитель, и отрицательно заряженный катод, содержащий окислитель), контактирующие с электролитом.

Между электродами устанавливается разность потенциалов - электродвижущая сила, соответствующая свободной энергии окислительно-восстановительной реакции. Действие химических источников тока основано на протекании при замкнутой внешней цепи пространственно-разделённых процессов: на отрицательном аноде восстановитель окисляется, образующиеся свободные электроны переходят по внешней цепи к положительному катоду, создавая разрядный ток, где они участвуют в реакции восстановления окислителя. Таким образом, поток отрицательно заряженных электронов по внешней цепи идет от анода к катоду, то есть от отрицательного электрода (отрицательного полюса химического источника тока) к положительному. Это соответствует протеканию электрического тока в направлении от положительного полюса к отрицательному, так как направление тока совпадает с направлением движения положительных зарядов в проводнике.

В современных химических источниках тока используются:

- в качестве восстановителя (материал анода) - свинец Pb, кадмий Cd, цинк Zn и другие металлы;
- в качестве окислителя (материал катода) - оксид свинца (IV) PbO₂, гидроксооксид никеля NiOOH, оксид марганца(IV) MnO₂ и другие;
- в качестве электролита – растворы щелочей, кислот или солей.

По возможности или невозможности повторного использования химические источники тока делятся на:

- гальванические элементы (первичные ХИТ), которые из-за необратимости протекающих в них реакций невозможно перезарядить;
- электрические аккумуляторы (вторичные ХИТ) - перезаряжаемые гальванические элементы, которые с помощью внешнего источника тока (зарядного устройства) можно перезарядить;
- топливные элементы (электрохимические генераторы) - устройства, подобные гальваническому элементу, но отличающиеся от него тем, что вещества для электрохимической реакции подаются в него извне, а продукты реакций удаляются из него, что позволяет ему функционировать непрерывно, пока обеспечивается подача реагентов.

Следует заметить, что деление элементов на гальванические и аккумуляторы до некоторой степени условное, так как некоторые гальванические элементы, например, щелочные батарейки, поддаются подзарядке, но эффективность этого процесса крайне низка.

По типу используемого электролита химические источники тока делятся на кислотные (например, свинцово-кислотный аккумулятор, свинцово-плавиновый элемент), щелочные (например, ртутно-цинковый элемент, ртутно-кадмиевый элемент, никель-цинковый аккумулятор, никель-кадмиевый аккумулятор) и солевые (например, марганцево-магниевый элемент, цинк-хлорный аккумулятор).

2.2 Электрические источники питания

Недостатком гальванических элементов, аккумуляторов, батарей является ограниченный срок их службы, необходимость периодической замены, ограничение по значению потребляемого тока нагрузкой источника питания. Поэтому для питания бытовой РЭА используется энергия промышленной сети. Принцип построения таких источников питания основан на преобразовании переменного напряжения сети в постоянное (рис. 2.1).

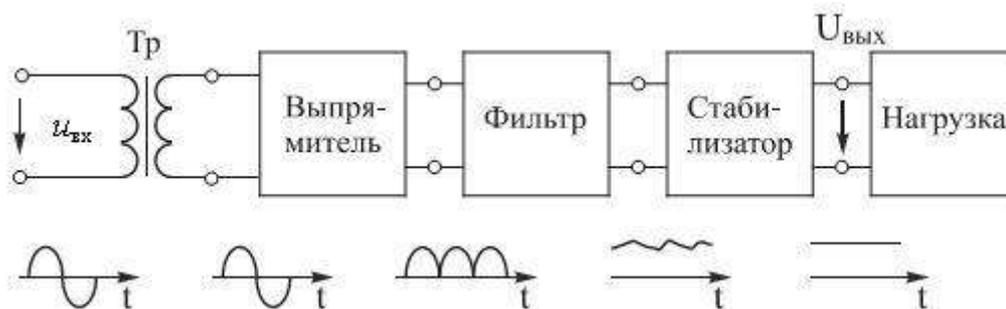


Рис. 2.1 Структурная схема нестабилизированного источника питания

Трансформатор преобразует переменное напряжение $U_{вх}$ (напряжение сети 220В, частота 50Гц) в переменное напряжение U_1 той же частоты, но с другим значением (как правило, для современной аппаратуры меньшего значения). Выпрямитель преобразует переменное напряжение в пульсирующее. Сглаживающий фильтр преобразует пульсирующее напряжение в постоянное напряжение для питания нагрузки (усилитель, преобразователь и т. д.).

У нестабилизированных источников питания напряжение на выходе U_n в процессе работы зависит от ряда факторов и прежде всего от тока, потребляемого нагрузкой, от напряжения сети $U_{вх}$. Поэтому такие источники питания называют нестабилизированными.

К их основным параметрам относятся:

- ❖ напряжение питающей сети $U_{вх}$ и его отклонение от номинального значения;
- ❖ потребляемая от сети мощность $P_{потр}$;
- ❖ номинальное выходное напряжение ($U_{н.ном}$) и ток нагрузки $I_{н.ном}$;
- ❖ коэффициент пульсаций выходного ин напряжения $K_{п}$ (%):

$$K_{п} = \frac{U_{н\sim}}{U_{н.ном}} 100 \quad (2)$$

где $U_{н}$ - переменная составляющая напряжения нагрузки;

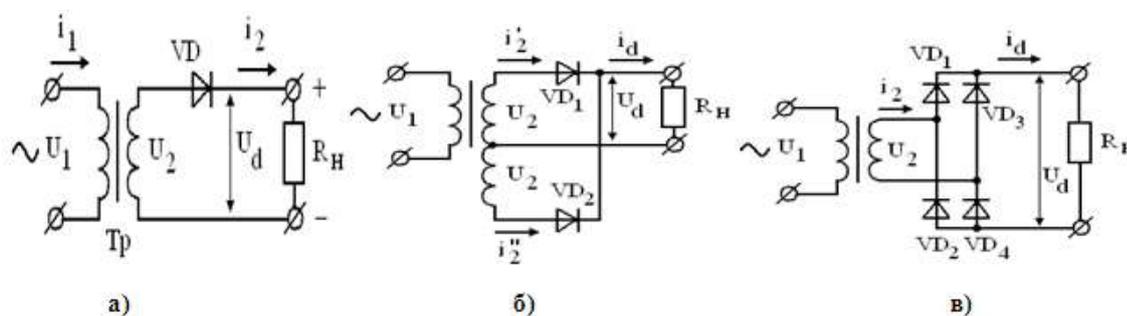
- ❖ нагрузочная характеристика - зависимость выходного напряжения ($U_{н}$) от выходного тока $I_{н}$.

Выпрямители бывают однополупериодные, двухполупериодные со средней точкой и двухполупериодные мостовые. Схемы и осциллограммы входных и выходных напряжений показаны на рис. 2.2.

Схемы включения емкостных и индуктивных сглаживающих фильтров и осциллограммы напряжений приведены на рис. 2.3.

У однополупериодных выпрямителей ниже, чем у остальных, коэффициент полезного действия (КПД), коэффициент $K_{п}$. Применяют их в узлах с пониженными требованиями к коэффициенту пульсаций напряжения $U_{н}$.

У сглаживающих LC-фильтров высокий КПД, но сам дроссель L плохо сглаживает медленные колебания и имеет большие размеры [5].



однополупериодного (а), двухполупериодного со средней точкой (б) и двухполупериодного мостового (в)

Рис. 2.2 Принципиальные схемы выпрямителей

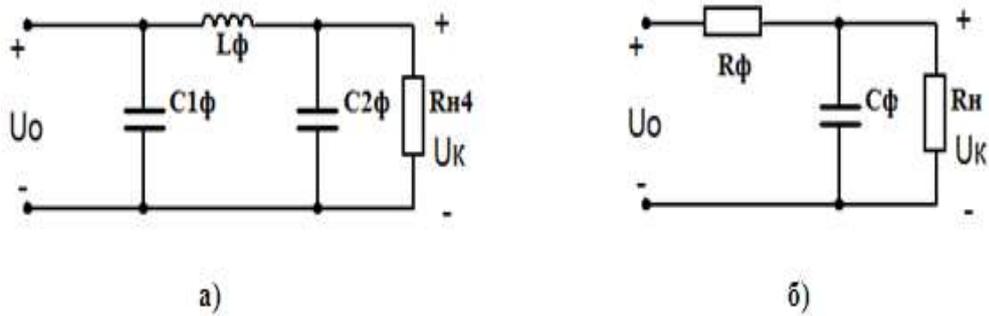


Рис. 2.3 Схемы включения сглаживающих фильтров LC- (а) и RC- (б)

В основном в бытовой РЭА применяют емкостные сглаживающие фильтры.

Стабилизированные источники питания.

В процессе эксплуатации бытовой РЭА очень часто в источниках питания изменяется напряжение $U_{вх}$ (нестабильность напряжения сети) или ток $I_{н}$ (изменение режима работы бытовых аппаратов), приводя к изменению выходного напряжения источника питания. Это в свою очередь влечет за собой изменение параметров бытовых аппаратов в процессе эксплуатации, что недопустимо. Поэтому в источниках питания после сглаживающего фильтра устанавливают электронные стабилизаторы напряжения (СН) - устройства, поддерживающие выходное напряжение источника питания постоянным при воздействии на него дестабилизирующих факторов (изменение напряжения $U_{вх}$, тока $I_{н}$). Они делятся на параметрические и компенсационные.

Работа СН характеризуется коэффициентом стабилизации по напряжению $K_{ст U}$ и току $K_{ст I}$:

$$K_{ст U} = \frac{\Delta U_{вх}}{U_{вх}} : \frac{\Delta U_{вых}}{U_{вых}}; \quad (3)$$

$$K_{ст I} = \frac{\Delta I_{н}}{I_{н}} : \frac{\Delta U_{вых}}{U_{вых}}; \quad (4)$$

где $\Delta U_{вх}$ - изменение входного напряжения стабилизатора; $U_{вх}$ - номинальное значение входного напряжения стабилизатора; $\Delta U_{вых}$ - изменение выходного напряжения стабилизатора, вызванное изменением входного напряжения или выходного тока; $U_{вых}$ - номинальное значение выходного напряжения стабилизатора; $\Delta I_{вх}$ - изменение выходного тока стабилизатора; $I_{н}$ - номинальное значение выходного тока стабилизатора.

Таким образом, коэффициент $K_{ст}$ показывает, какое относительное изменение выходного напряжения стабилизированного источника питания вызывает относительное изменение входного напряжения или выходного

тока. Кроме стабилизации напряжения ($U_{\text{вых}}$ СН уменьшают коэффициент пульсаций).

Принцип построения. В параметрических СН используется нелинейность ВАХ стабилитронов, стабисторов, варисторов. У варисторов относительно высокое напряжение стабилизации (больше 100 В), поэтому чаще применяют стабилитроны. Схема параметрического стабилизатора на стабилитроне приведена на рис. 2.4. Рабочим участком является обратная ветвь ВАХ стабилитрона VD1.

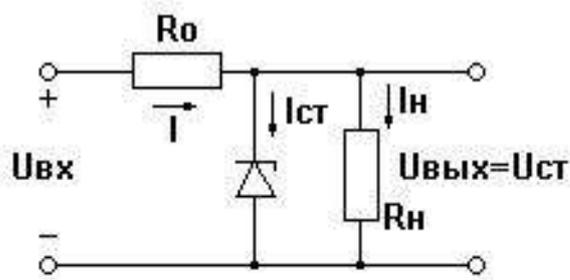
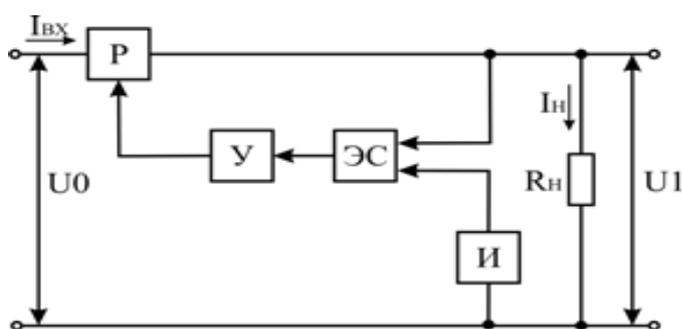


Рис. 2.4 Параметрический стабилизатор напряжения

Резистор R1 задает режим работы стабилитрона VD1 (ток $I_{\text{ст}}$), и напряжение на нем (U_{VD1} будет постоянным при изменении напряжения ($U_{\text{вх}}$ или тока $I_{\text{н}}$ (см. рис. 2.5). Напряжение (U_{VD1} является выходным, и только при воздействии дестабилизирующих факторов будет изменяться напряжение на резисторе R1. Эта схема проста, но она имеет ряд существенных недостатков: малый КПД, небольшой коэффициент стабилизации, ограничение применения при больших токах $I_{\text{н}}$.

Лучший эффект дают компенсационные стабилизаторы напряжения (СН) (рис. 2.5).



P- регулирующий элемент; *И* -источник опорного (эталонного) напряжения; *ЭС*- элемент сравнения; *У*- усилитель постоянного тока.

Рис. 2.5 Структурная схема стабилизатора напряжения компенсационного типа

Принцип их работы состоит в автоматическом поддержании постоянного выходного напряжения с помощью регулирующего элемента, управляемого по цепи обратной связи (выход - схема сравнения и управление - регулирующийся элемент). При этом выходное напряжение сравнивается с опорным $U_{оп}$ источником которого обычно является стабилитрон, и разность этих напряжений становится управляющей для регулирующего элемента (например, транзистора). В цепочку обратной связи могут включаться усилитель, что повышает эффективность стабилизации, переменный резистор, позволяющий производить регулировку напряжения $U_{вых}$.

Рассмотрим наиболее типовые неисправности и методику их выявления (на примере несложного стабилизированного источника питания с автоматической защитой от коротких замыканий, показанного на рис. 2.6).

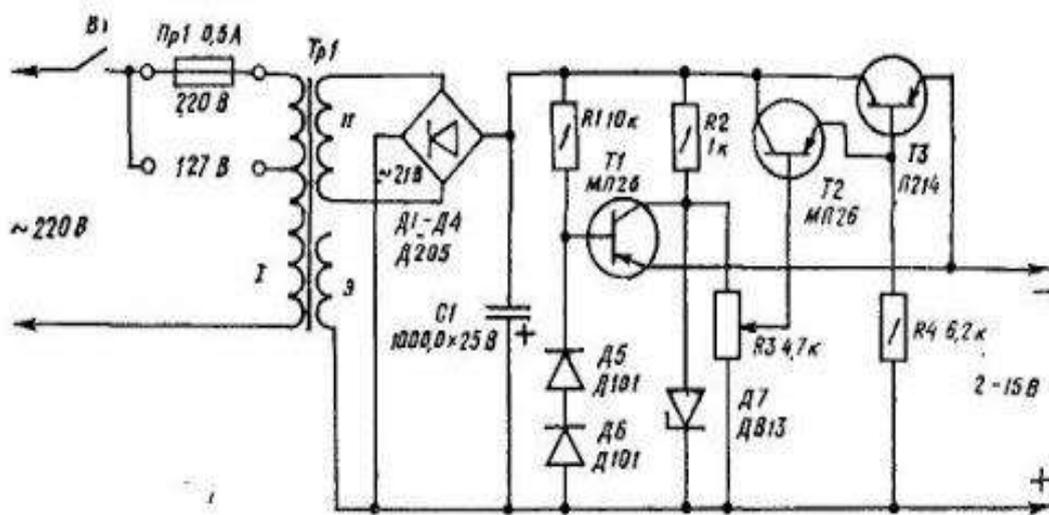


Рис. 2.6 Стабилизированный источник питания с автоматической защитой от коротких замыканий

Перегорают предохранители. Порядок ремонта.

1. Испытание источника питания на холостом ходу (без нагрузки): предохранители не перегорают - подключение эквивалента нагрузки - предохранители не перегорают - неисправна нагрузка (источник питания исправен); предохранители перегорают при холостом ходе или при включении эквивалента нагрузки - источник питания неисправен.

2. Осмотр монтажа на предмет замыканий, изменение внешнего вида радиоэлементов. При необходимости проводят измерения с помощью омметра (прозвонка цепей на КЗ), проверяют радиоэлементы с измененным внешним видом.

3. Применение метода исключения (отдельных радиоэлементов узлов). Например, исключение стабилизатора напряжения. После этого можно сделать вывод о неисправности выпрямителя или стабилизатора напряжения.

4. Проверка радиоэлементов неисправного узла (выпрямителя или стабилизатора). Особо следует остановиться на межвитковом замыкании в обмотках трансформатора Т1. Внешним его признаком является быстрое и достаточно ощутимое нагревание трансформатора.

Перегорание предохранителя свидетельствует о межвитковом замыкании в трансформаторе Т1.

Отсутствует выходное напряжение. Порядок ремонта.

1. Внешний осмотр монтажа на предмет обрыва печатных проводников, изменение внешнего вида радиоэлементов, проверка предохранителей.

2. Покаскадная проверка прохождения напряжения. Для этого с помощью вольтметров переменного напряжения и постоянного напряжения измеряют напряжения в разных точках схемы и делают вывод о неисправном радиоэлементе.

Выходное напряжение не стабилизировано и равно 12В (при подключении нагрузки уменьшается). Порядок ремонта.

1. Внешний осмотр монтажа.

2. Проверка стабилизатора напряжения: проверка транзистора VT1 на пробой перехода К - Э; измерение напряжения на базе VT1 с помощью вольтметра, а при его показании 12 В проверка стабилитрона на обрыв.

Выходное напряжение занижено. Порядок ремонта.

1. Внешний осмотр монтажа.

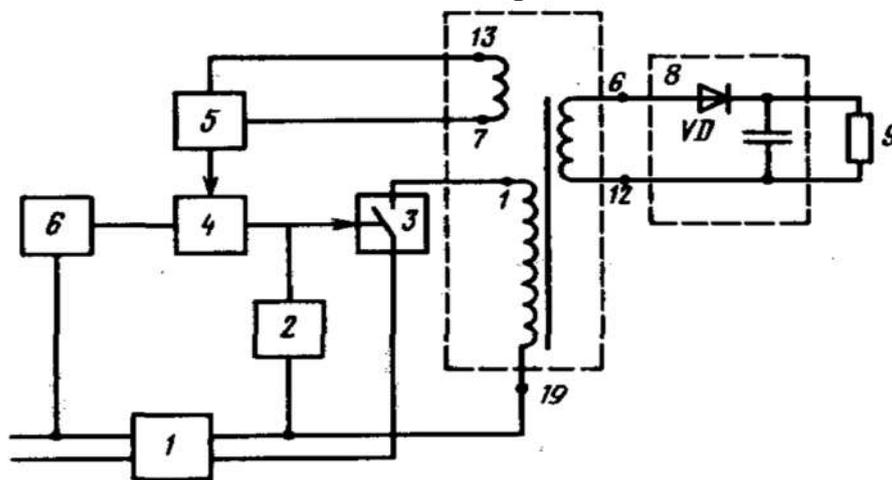
2. Покаскадная проверка прохождения напряжения с помощью. Делают вывод о неисправном узле.

3. Проверка неисправного узла.

2.3 Импульсные источники питания

Рассмотренные выше источники питания относятся к источникам питания непрерывного типа, так как в них осуществляется непосредственное преобразование переменного сетевого напряжения в постоянное. Они имеют достаточно высокую надежность, низкий уровень помех, излучаемых в сеть. Благодаря силовому трансформатору основная часть их схемы гальванически развязана от сети, что повышает электробезопасность. Однако источники питания непрерывного типа имеют ряд недостатков: наличие громоздкого, дорогостоящего силового трансформатора, необходимость использовать электрические конденсаторы большой емкости; не очень высокий КПД (не превышает 60%); необходимость стабилизации нескольких напряжений (если они имеются в схеме).

Энергопотребление, материалоемкость снижаются при использовании импульсных источников питания, что особенно важно при высоком потреблении энергии (например, в телевизионных приемниках). Принцип действия таких источников основан на преобразовании выпрямленного сетевого напряжения в высокочастотные импульсы прямоугольной формы с последующей трансформацией и выпрямлением этого напряжения во вторичных цепях. Функциональная схема, поясняющая принцип действия импульсного источника питания, показана на рис. 2.7.



1 – сетевой выпрямитель; 2 - схема запуска; 3 – ключевое устройство; 4 - схема управления; 5- схема стабилизации; 6-схема защиты; 7-импульсный трансформатор; 8-вторичный выпрямитель; 9-нагрузка.

Рис. 2.7 Функциональная схема импульсного источника питания

Сетевое напряжение выпрямляется и сглаживается с помощью выпрямителя 1. Выпрямленное напряжение приложено к цепи из последовательно соединенных первичной обмотки импульсного трансформатора 7 и ключевого преобразователя на ключевом устройстве 3. Ток протекает через обмотку 19-1, и ключевое устройство 3 закрывается, если он открыт. Ключевое устройство открывается импульсами, которые формирует схема запуска 2 из сетевого напряжения. При протекании тока в магнитном поле трансформатора накапливается энергия, но диод VD8 закрыт приложенным к нему потенциалом вторичной обмотки 6-12. По окончании действия импульса запуска ключевое устройство 3 закрывается и ток не протекает. В это время в трансформаторе возникает ЭДС самоиндукции обратного знака, благодаря чему диод VD8 открывается, протекает ток, конденсатор заряжается, и накопленная энергия трансформатора переходит в нагрузку. Этот процесс (срабатывание ключевого устройства 3 от схемы запуска 2) повторяется несколько раз, что приводит к автоколебательному режиму работы ключевого устройства 3. Данный режим возникает за счет трансформации напряжения с обмотки 7-13 в обмотку и положительной

обратной связи в ключевом устройстве (блокинг-генератор). Включение и выключение ключевого устройства 3 в автоколебательном режиме осуществляет схема управления 4. Частота автоколебаний составляет обычно 20 - 25 кГц. Стабилизация напряжения осуществляется схемой стабилизации 5. Напряжение на эту схему подается с обмотки 7-13, оно пропорционально напряжению на обмотке 6-12 (т. е. напряжению $U_{\text{вых}}$).

В блоке 5 напряжение сравнивается с опорным напряжением и вырабатывается сигнал ошибки (напряжение ΔU). Значение и знак напряжения ΔU зависят от выходного $U_{\text{вых}}$. Напряжение ΔU через схему управления 4 регулирует время закрывания (открывания) ключевого устройства 3, поддерживая тем самым постоянным напряжение $U_{\text{вых}}$. При этом, если имеется несколько вторичных обмоток (соответственно выходных напряжений), будут стабилизироваться все эти выходные напряжения (групповая стабилизация). Схема защиты 6 служит для запирающего ключевого устройства и блокировки схемы запуска при отказах в схеме управления 4, схеме стабилизации 5, при перегрузках по выходу источника питания, при больших изменениях по входу. Информация о критическом режиме работы источника питания подается на схему защиты 6.

Достоинствами импульсных источников питания, кроме вышеупомянутых (снижение энергопотребления и материалоемкости), являются: высокий КПД (до 85%); возможность обеспечения стабилизации одновременно нескольких выходных напряжений; работоспособность при широких пределах изменения сетевого напряжения (170 - 240 В). К недостаткам можно отнести: возможность проникновения импульсных помех в сеть; отсутствие у первичной стороны (выпрямитель, ключевой преобразователь, схемы запуска, защиты, управления, стабилизации) гальванической развязки с сетевым напряжением.

Практические работы:

1. Сборка и проверка выпрямителей: однополупериодного; двухполупериодного; мостового.
2. Сборка ёмкостного и индуктивного сглаживающего фильтра.
3. Сборка и проверка параметрического стабилизатора напряжения.
4. Сборка и проверка компенсационного стабилизатора напряжения.
5. Проверка и испытание импульсного источника питания.

Вопросы для самоконтроля:

1. Каково назначение источников питания?
2. Каким образом классифицируются источники питания?
3. Каков функциональный состав источников питания?
4. Перечислите типы схем выпрямителей.
5. Для чего применяются стабилизаторы напряжения и как они классифицируются?

6. Каков алгоритм работы источников питания непрерывного типа и импульсных источников питания?
7. Приведите структуру построения источника питания и охарактеризуйте его функциональный состав.
8. Каковы недостатки и достоинства источников питания не прерывного типа и импульсных источников питания?
9. Охарактеризуйте различные схемы выпрямления.
10. Назовите типы сглаживающих фильтров и охарактеризуйте их.
11. Перечислите типы стабилизаторов напряжения и охарактеризуйте их.
12. Каков общий принцип построения импульсных источников питания?
13. Дайте сравнительную характеристику различным схемам выпрямления.
14. Дайте сравнительную характеристику различным типам стабилизаторов напряжения.
15. Какую измерительную аппаратуру и каким образом необходимо подключать при проверке источников питания.
16. Приведите функциональную схему импульсного источника питания и объясните принцип его работы.
17. Каковы методы и порядок проверки источников питания различных типов.
18. Назовите типовые неисправности источников питания и объясните методы и способы их поиска и устранения.
19. Каким образом рассчитывается эквивалент нагрузки источника питания?
20. Каким образом необходимо учитывать параметры радиоэлементов при их замене в источнике питания?

Вывод:

Изучив данную главу - студенты будут подготовлены к решению вопросов применения источников питания, у них сформируются знания, принципов работы различных типов источников питания. Так же они получают теоретические знания и практические навыки по организации процесса проверки, ремонта и регулировки источников питания, знания о радиодеталях и радиокомпонентах, их свойствах и технических характеристиках, применяемых в источниках питания. Обучающиеся в полной мере овладеют знаниями о принципе работы отдельных компонентов в электрических схемах источников питания. Студенты овладеют приемами демонтажа и монтажа радиоэлементов, а также методами их проверки.

Профессиональные термины, описанные в этом модуле:

Химический источник тока - источник ЭДС, в котором энергия протекающих в нём химических реакций непосредственно превращается в электрическую энергию.

Электрические источники питания - используется энергия промышленной сети. Принцип построения таких источников питания основан на преобразовании переменного напряжения сети в постоянное.

Источник питания не прерывного типа – преобразует сетевое напряжение в постоянное выходное напряжение.

Импульсный источник питания – преобразуют сетевое напряжение, в промежуточное (импульсное напряжение) – в постоянное выходное напряжение (импульсное высокой частоты одной полярности).

Выпрямители – преобразуют переменное напряжение в пульсирующее.

Сглаживающий фильтр – преобразует пульсирующее напряжение в постоянное напряжение.

Стабилизатор напряжения – поддерживает постоянным выходное напряжение.

Список рекомендуемой литературы

10. П. И. Мисюль «Техническое обслуживание и ремонт бытовой радиоаппаратуры», спецтехнология, «Высшая школа» Минск 2006.
11. П. И. Мисюль «Ремонт, настройка и проверка радиотелевизионной аппаратуры», специальная технология, «Высшая школа» Минск 2007.
12. П. И. Мисюль «Ремонт, настройка и проверка телевизионной аппаратуры», производственное обучение, «Высшая школа» Минск 2008.
13. Дитмар Бенда «Поиск неисправностей в электрических схемах», Электроника, "БХВ-Петербург", 2010
14. Д. А. Садченков «Маркировка радиодеталей», справочное пособие, Москва «СОЛОН-Р», 2001
15. А. А. Редель «Пособие радиотелемеханика», Производственное (практическое) издание, Алма-Ата, "Казахстан" 1989
16. С. А. Ельяшкевич, А. Е. Пескин «Устройство и ремонт цветных телевизоров», Москва, «Стелс» 1993
17. Б. С. Иванов Энциклопедия начинающего радиолюбителя, описания практических конструкций, Москва "Патриот" 1992
18. В. В. Фролов Язык радиосхем, Москва, Научно-популярное издание, "Радио и связь", 1988

3.РЕМОНТ НАСТРОЙКА И РЕГУЛИРОВКА УСИЛИТЕЛЕЙ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ.

Содержание

Краткий обзор модуля	91
3.1 Общие сведения об усилителях звуковых частот	92
3.2 Типовые схемы усилителей звуковых частот	97
3.3 Ремонт усилителей звуковых частот	103
3.4 Проверка и настройка усилителей звуковых частот	105
Практические работы	108
Вопросы для самоконтроля	108
Краткие выводы	109
Профессиональные термины	109

В результате изучения данного модуля студенты смогут:

1. Производить проверку радиоэлементов усилителей низкой частоты
2. Измерять режимы работы транзисторов в усилительном каскаде.
3. Снимать входные и выходные характеристики транзисторов.
4. Производить демонтаж и монтаж радиоэлементов.
5. Использовать собранные данные частотных характеристик работы усилительных каскадов.
6. Проводить анализ произведенных измерений усилителей низкой частоты.
7. Выполнять ремонт и настройку усилителей низкой частоты.

Усилителями называют устройства, предназначенные для усиления электрических сигналов (колебаний) за счет источников электрического питания с помощью активных элементов - транзисторов, электронных ламп, туннельных диодов.

По виду усиливаемых электрических сигналов различают усилители гармонических и импульсных сигналов. Усилители гармонических сигналов служат для усиления периодических сигналов различной величины и формы. В процессе усиления сигналов важно сохранить их частотный спектр и амплитудные соотношения всех гармонических составляющих. К этой группе относят микрофонные, радиовещательные, магнитофонные и другие усилители.

Усилители низкой частоты применяют для усиления колебаний звукового спектра (от 20 Гц до 20 кГц) в радиовещании, аппаратуре проводной связи и других устройствах. Для получения хорошего звучания достаточно передавать более узкую (от 50 до 10000 Гц) полосу частот, в пределах которой можно осуществить малоискаженную передачу полезного сигнала.

3.1 Общие сведения об усилителях звуковых частот

Усилитель звуковых частот (УЗЧ) - это электронное устройство, с помощью которого усиливаются напряжение, ток сигналов звуковых частот за счет энергии источника питания. К сигналам звуковых частот относятся сигналы с частотами в диапазоне от 20 Гц до 20 кГц. В состав УЗЧ входят: непосредственно усилитель, источник питания, нагрузка (рис. 3.1).

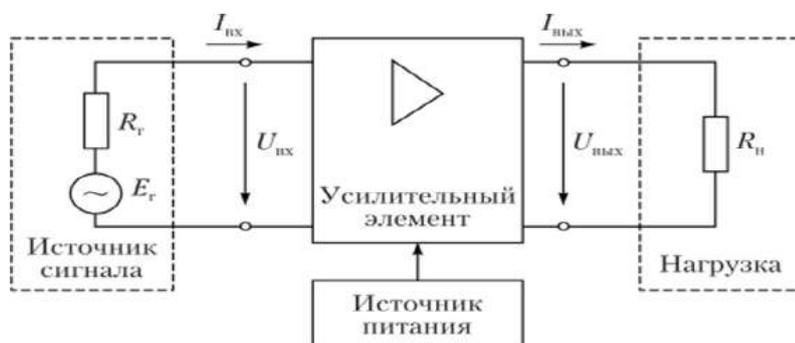


Рис. 3.1 Структура включения усилителя звуковых частот

Входным напряжением ($U_{вх}$) усилителя могут быть сигналы звуковых частот различных источников: микрофон, магнитная головка (в магнитофонах), амплитудный или частотный детектор (в радио- или телевизионных приемниках) и т. д. Во всех случаях источник сигнала характеризуется значением ЭДС E_r и внутренним сопротивлением R_r (рис. 3.1). Нагрузки усилительного устройства - головки громкоговорителей, акустические системы, телефоны, головки магнитофонов и т. д. Нагрузка характеризуется сопротивлением R_n и его зависимостью от частоты. В качестве источников питания используются сетевые стабилизированные блоки питания или автономные источники на основе гальванических элементов [8].

УЗЧ входят в состав различной бытовой РЭА (магнитофоны, радиоприемники, телевизионные приемники), а также могут применяться как самостоятельные аппараты. Любой УЗЧ структурно можно представить, как показано на рис. 3.2.

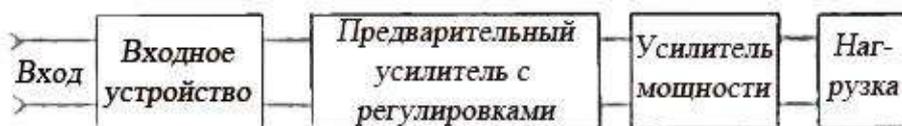


Рис. 3.2 Структурная схема усилителя звуковых частот

Входное устройство предназначено для согласования входного сопротивления УЗЧ с сопротивлением источника сигнала. В этом устройстве происходит нормирование сигналов, если в усилителе имеется несколько входов.

Предварительный усилитель (ПУ) осуществляет усиление сигналов источника до значения, необходимого для нормальной работы усилителя мощности (обычно до 250 - 1000 мВ). ПУ обеспечивает как можно большее усиление сигнала звуковых частот при малом расходе питания и с минимальными искажениями. В ПУ также могут осуществляться различные регулировки (громкости, тембров и т. д.).

Усилитель мощности (УМ) производит усиление сигналов звуковых частот по току до необходимого значения при максимальном КПД и минимальных искажениях. При этом в УМ осуществляется согласование выходного сопротивления УЗЧ с сопротивлением нагрузки.

ПУ, УМ состоят из усилительных каскадов. Усилительный каскад строится на активных и пассивных элементах. Активные элементы (транзисторы, микросхемы), управляемые входным сигналом звуковых частот, преобразуют энергию источника питания в энергию выходного сигнала звуковых частот, осуществляя усиление. Пассивные элементы (резисторы, конденсаторы, дроссели НЧ и др.) обеспечивают заданный режим работы активных элементов. Различают следующие режимы работы усилительных элементов УЗЧ: А, В, АВ.

В режиме А рабочей является середина линейного участка характеристик усилительных элементов, при этом нелинейные искажения минимальны, но с энергетической точки зрения этот режим наименее экономичен, т. е. КПД мал. В этом режиме через усилительный элемент, независимо от того, есть сигнал звуковых частот на входе или нет, будут постоянно протекать токи и потребляться энергия от источника питания, что снижает КПД. Режим А используется в ПУ, но иногда может встречаться и в УМ при улучшении качественных показателей в ущерб экономическим.

В режиме В рабочим является начало линейного участка характеристик усилительных элементов. Он отличается высоким КПД (т. е. энергетически экономичен), но и возникающими при этом большими нелинейными искажениями. В этом режиме при отсутствии сигнала звуковых частот на входе усилительного элемента через него практически не протекают постоянные токи и соответственно отсутствует потребление энергии от источника питания, что энергетически экономично. Режим В используют в УМ, так как они потребляют много энергии от источника питания, и КПД в этом случае играет большую роль. Для уменьшения искажений УМ строят по двухтактным схемам.

Режим АВ занимает по своим характеристикам промежуточное положение между режимами А и В и используется в УМ.

В УЗЧ между усилительными каскадами могут осуществляться следующие связи: непосредственная, резистивно-емкостная, трансформаторная.

Каждая из этих связей имеет свои преимущества и недостатки. При непосредственной связи упрощается схема, отсутствуют дополнительные потери и искажения, но режимы работы усилительных каскадов взаимосвязаны, так как существует связь по постоянному току между каскадами, при этом также мал КПД (нет согласования входных и выходных сопротивлений каскадов). Резистивно-емкостная связь упрощает построение усилительных каскадов, так как режимы работы по постоянному току независимы (из-за наличия разделительного конденсатора С), но при ней возникают дополнительные искажения, потери энергии, уменьшается КПД. Трансформаторная связь дает высокий КПД (из-за согласования входных и выходных сопротивлений). При этом также независимы режимы работы каскадов по постоянному току, но увеличиваются габариты усилительного устройства, вносятся дополнительные искажения.

В УЗЧ имеются регулировки громкости, тембра. Регулировка громкости с помощью соответствующего регулятора позволяет изменять мощность сигнала всего диапазона звуковых частот на выходе усилителя. Регулировка тембра с помощью соответствующих регуляторов позволяет изменять усиление (и соответственно мощность на выходе) сигнала на разных частотах и чаще всего на нижних и верхних частотах звукового диапазона. В высококачественных УЗЧ для регулировки тембра применяют эквалайзер - многополосный регулятор тембра, изменяющий выходную мощность в нескольких полосах частот звукового диапазона.

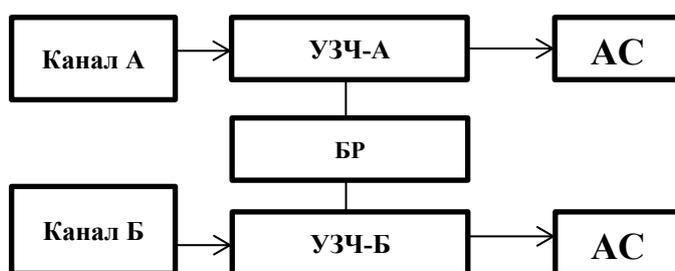


Рис. 3.3 Структура стереофонического усилителя звуковых частот

В бытовой РЭА очень часто применяют стереофонические УЗЧ. При монофонической системе звукопередачи передается один звуковой сигнал, а при стереофонической - несколько. В идеальной стереофонической системе каждому источнику звука должен соответствовать свой канал, на практике применяется двухканальная стереофония. Стереофонический УЗЧ состоит из двух идентичных усилителей и общего блока регулировок (рис. 3.3).

УЗЧ-А и УЗЧ-В должны иметь одинаковые характеристики, их параметры и регулировки (громкости, тембров) должны быть идентичны для двух каналов. В стереофонических УЗЧ вводится регулировка стереобаланса, что позволяет изменять усиление одного канала по отношению к другому.

К основным параметрам УЗЧ относятся следующие.

Коэффициент усиления по мощности, напряжению, току. Коэффициент усиления по мощности $K_p = P_{\text{вых}}/P_{\text{вх}}$, по напряжению $K_U = U_{\text{вых}}/U_{\text{вх}}$, по току $K_I = I_{\text{вых}}/I_{\text{вх}}$ (см. рис. 3.1). Выражения для коэффициента усиления в децибелах будут иметь вид: $K_p = 10\lg K_p$, $K_U = 20\lg K_U$, $K_I = 20\lg K_I$.

Амплитудно-частотная характеристика. Это зависимость амплитуды выходного напряжения усилителя, или коэффициента усиления, от частоты усиливаемого сигнала при постоянной амплитуде входного напряжения.

Динамический диапазон амплитуд. Это отношение наибольшей и наименьшей амплитуд сигналов звуковых частот, которые могут быть усилены данным усилителем при допустимых нелинейных искажениях и уровне шумов, дБ:

$$D = 20\lg (U_{\text{вх max}} / U_{\text{вх min}}) \quad (5)$$

Уровень ($U_{\text{вх min}}$ ограничивается шумами, а ($U_{\text{вх max}}$ - искажениями).

Выходное напряжение ($U_{\text{ном.вых}}$ и выходная мощность $P_{\text{ном.вых}}$ ограниченные искажениями (номинальные). Это такое напряжение на выходе усилителя и мощность, отдаваемая в нагрузку, при которых коэффициент K_r не превышает заданных значений. Напряжение $U_{\text{ном.вых}}$ и мощность $P_{\text{ном.вых}}$ связаны формулой

$$P_{\text{ном.вых}} = \frac{U_{\text{ном.вых}}^2}{R_H} \quad (6)$$

где R_H - сопротивление нагрузки.

Максимальная выходная мощность $P_{\text{max.вых}}$. Это мощность, отдаваемая усилителем в нагрузку, при которой коэффициент K_r увеличивается до 5 или 10%.

Чувствительность ($U_{\text{ч}}$ это такое минимальное напряжение сигнала на входе усилителя, при котором на выходе получается номинальная мощность (напряжение) при заданном коэффициенте K_r .

Наличие помех (собственные шумы, фон, самовозбуждение).

Для количественной оценки помех усилителя вводятся:

уровень собственных шумов

$$D_{\text{ш}} = 20\lg(U_{\text{ном.вых}}/U_{\text{ш}}) \quad (7)$$

где $U_{\text{ш}}$ - напряжение на выходе усилителя при замыкании его входа на эквивалент сигнала;

уровень фона

$$D_{\text{ф}} = 20\lg(U_{\text{ном.вых}}/U_{\text{ф}}) \quad (8)$$

где U_{ϕ} - напряжение фона на выходе усилителя (чаще всего измеряют напряжение U_{ϕ} на частоте сети 50 Гц и кратных ей при закороченном входе на эквивалент сигнала).

Пределы регулировки громкости. Это отношение напряжений на выходе усилителя при крайних положениях регулятора громкости, дБ:

$$P_{\Gamma} = 20 \lg \left(\frac{U_{max}}{U_{min}} \right) \quad (9)$$

где U_{max} и U_{min} - напряжения на выходе усилителя при крайних положениях регулятора громкости.

Пределы регулировки тембров. Это пределы изменения с помощью регуляторов тембра выходного напряжения крайних частот $F_{н}$ и $F_{в}$ по отношению к средней частоте (обычно 1 кГц):

$$T_{н.ч} = 20 \lg (U_{н.ч}/U_0); T_{в.ч} = 20 \lg (U_{в.ч}/U_0), \quad (10)$$

где $U_{н.ч}$ - выходное напряжение усилителя на нижней частоте диапазона при крайних положениях регулятора тембра НЧ; $U_{в.ч}$ - выходное напряжение усилителя на верхней частоте диапазона при крайних положениях регулятора тембра ВЧ; U_0 - выходное напряжение усилителя на средней частоте диапазона (1 кГц).

Пределы регулировки стереобаланса (для стереофонических усилителей). Это пределы изменения усиления одного из каналов по отношению к другому, дБ:

$$P_{сб} = 20 \lg (K_A/K_B), \quad (11)$$

где K_A и K_B - коэффициенты усиления каналов А (левого) и В (правого) при крайних положениях регулятора стереобаланса.

Параметры УЗЧ стандартизируются в зависимости от группы сложности бытового аппарата. Чем выше эта группа сложности, тем более жесткие требования предъявляются к параметрам, т. е. к качеству усиления сигнала. Высокое качество звуковоспроизведения называется Hi-Fi, от слов High Fidelity (высокая верность). Разработаны соответствующие международные стандарты на Hi-Fi, в том числе и на УЗЧ как составную часть звуковоспроизводящей аппаратуры. В настоящее время большинство звуковоспроизводящей аппаратуры вполне удовлетворяет требованиям к Hi-Fi-устройствам. Считается, что эти требования соответствуют умеренному качеству. Промышленностью выпускается различная звуковоспроизводящая аппаратура (в том числе и УЗЧ) более высокого качества, чем Hi-Fi. Ее называют High-End (конец или предел совершенства).

УЗЧ можно классифицировать по разным признакам:

- по типу усилительного элемента - на электронных лампах, биполярных транзисторах, полевых транзисторах, интегральных операционных микросхемах, специализированных интегральных микросхемах;
- по типу усиливаемого параметра - усилители напряжения, тока;
- по конструктивным признакам - полный или интегрированный усилитель, содержащий ПУ и УМ; ПУ с регуляторами громкости, тембра и коммутатором входных сигналов; УМ для получения необходимой мощности в нагрузке [9].

3.2 Типовые схемы усилителей звуковых частот

Предварительные каскады УЗЧ. Источники сигнала УЗЧ разнообразны и соответственно имеют разные характеристики (выходное напряжение, сопротивление нагрузки). Характеристики некоторых источников сигналов приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1 Основные характеристики источников сигналов

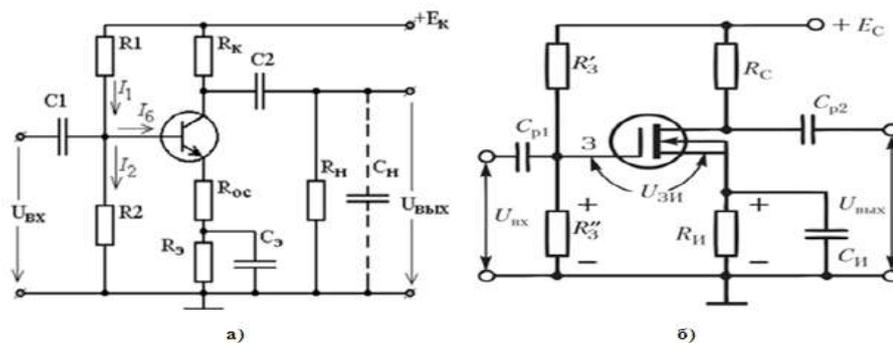
Источник сигналов	Напряжение на выходе (эффективное) U , мВ	Сопротивление нагрузки R_n , кОм
Микрофон динамический	0,1 - 10	0,6- 1,2
Микрофон электрический	10-200	500 - 5000
Головка электромагнитного звукоснимателя	0,5-2	0,6-2
Головки пьезоэлектрического звукоснимателя	150-300	500 - 2000
Воспроизводящая головка магнитофона (низкоомная)	0,2-1	0,6-2
Фотодиод лазерного проигрывателя	10-100	0,05 - 0,2

Анализ данных таблицы показывает, что у выходного напряжения и сопротивления нагрузки источников сигналов может быть широкий диапазон значений. Это обуславливает особенности построения предварительного усиления (ПУ). К таким особенностям прежде всего относится усиление входных сигналов до уровня, достаточного для работы УЗЧ, при минимальных искажениях (нелинейных, частотных) и обеспечении предельно возможного отношения сигнал - шум в полосе звуковых частот 20 Гц - 20 кГц. Очень важно также согласование входного сопротивления УЗЧ с выходным источника сигнала (особенно, если последнее составляет сотни килоом - единицы мегаом).

ПУ выполняет следующие функции:

- усиление входных сигналов до уровня, достаточного для работы усилителя мощности (0,5 - 1 В);
- обеспечение предельно возможного отношения сигнал - шум с минимально возможными частотами и нелинейными искажениями;
- регулировка громкости и тембра;
- согласование ряда источников звуковых сигналов (для чего имеются универсальные входы, вход CD-плеера, вход тюнера и т. д.) и обеспечение подключения внешних устройств (например, эквалайзера, цифрового сигнального процессора DSP и т. д.).

В качестве ПУ применяют резисторные усилительные каскады на основе биполярного или полевого транзистора, операционного усилителя или микросхем, выполняющих функцию усилителей напряжения. Усилительные каскады на транзисторах, построенные по таким схемам, приведены на рис. 3.4.



С общим эмиттером (а) и с общим истоком (б)

Рис. 3.4 Принципиальные схемы предварительных усилительных каскадов

На рисунке 3.14.а - конденсатор С1 изолирует вход каскада по постоянному току и соединяет его с источником сигнала по переменному току. Конденсатор С2 выполняет такую же функцию по отношению к выходу каскада и нагрузке. Оба конденсатора должны иметь достаточно малое сопротивление на частоте сигнала.

На рисунке 3.14.б - между затвором и подложкой, которая обычно соединяется с истоком (или со стоком). Входной ток для транзисторов с р-я-затвором не превышает 10-8 А, а для транзисторов с изолированным затвором на несколько порядков меньше. У каскадов на транзисторах с р-гг-затвором входное сопротивление на низких частотах составляет десятки мегаом, а у каскадов на МДГ1(МОП-) транзисторах достигает 1015 Ом. Однако с повышением частоты входное сопротивление существенно уменьшается из-за протекания токов перезарядки паразитных емкостей затвор-исток и затвор-сток.

Для переменного тока реактивное сопротивление конденсатора C_2 мало и поэтому сопротивления нагрузки и коллектора включены параллельно. Эквалайзеры (многополосные регуляторы тембра) применяют в высококачественной бытовой РЭА. Коррекция АЧХ (подъемы, спады) таких устройств производится в относительно узких частотных диапазонах (минимум в трех). Эквалайзеры делятся на два основных типа: графические и параметрические. Графические эквалайзеры представляют собой включенные параллельно многополосные системы, оснащенные регуляторами в каждой полосе частот. Количество полос может достигать 10 - 12. Параметрический эквалайзер имеет общий канал с равномерной АЧХ и несколько узкополосных каналов регулировки. Среднюю частоту каждого канала можно плавно (или фиксировано) менять. Пример графического эквалайзера приведен на рис. 3.5.

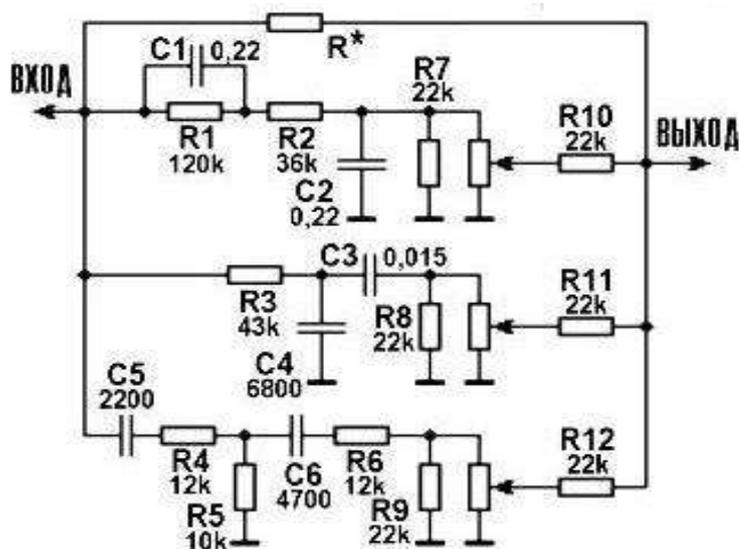


Рис. 3.5 Принципиальная схема графического эквалайзера

По представленной схеме графический эквалайзер обеспечивает плавную регулировку тембров трех полос АЧХ с центральными полосами регулирования: 63 и 250 Гц; 1,4, 16 кГц. Регулировка осуществляется в пределах ± 10 дБ переменными резисторами R10 – R12, которые включаются

между усилительными каскадами. Регулировка АЧХ осуществляется изменением усиления в каждой полосе частот [10].

В усилителях широко используют отрицательные ОС. Они служат для улучшения качественных показателей (коррекция АЧХ, уменьшение нелинейных искажений), для устойчивой работы усилительных каскадов. Структура получения обратной связи показана на рис. 3.6.

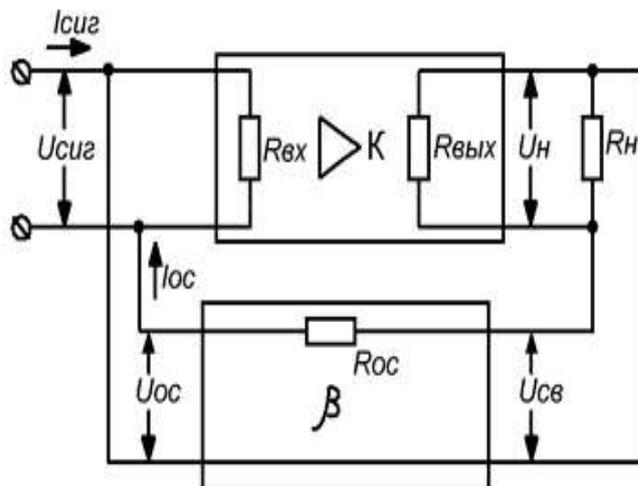


Рис. 3.6 Структурная схема обратной связи

Обратная связь (ОС) - это передача части энергии сигнала с выхода усилителя на его вход. Если фазы колебаний входа и цепи обратной связи совпадают, - это положительная ОС, а если не совпадают, - отрицательная ОС. В УЗЧ положительная ОС практически не используется. ОС может быть по току, напряжению, параллельной, последовательной, комбинированной. Если в схеме на рис. 3.15 $R_{ос} = 0$, то ОС по напряжению; $R_2 = 0$, то ОС по току; $R_{ос} = 0$, $R_2 = 0$, ОС смешанная; $R_3 = 0$, ОС параллельная; $R_2 = 0$, ОС последовательная; $R_2 = 0$, $R_3 = 0$, ОС комбинированная.

Различные виды отрицательной ОС по-разному влияют на основные параметры и характеристики усилителя (табл. 3.2).

Таблица 3.2 Зависимость показателей усилителя от вида отрицательной обратной связи

Вид отрицательной обратной связи	Коэффициент K_U	Коэффициент K_I	Сопротивление $R_{вх}$	Сопротивление $R_{вх}$
Параллельная по напряжению	Не меняет	Уменьшает	Уменьшает	Уменьшает
Последовательная по току	Уменьшает	Не меняет	Увеличивает	Увеличивает
Последовательная по напряжению	Уменьшает	Не меняет	Увеличивает	Уменьшает
Параллельная по току	Не меняет	Уменьшает	Уменьшает	Увеличивает

В бытовой РЭА широко используются в качестве УМ специализированные микросхемы. Пример микросхемы приведен на рис. 3.8.

Интегральная микросхема LME49811 представляет собой высоковольтный усилитель мощности звуковой частоты. В LME49811 встроена функция теплового отключения при достижении температурного порога в 150°C . Выходная мощность УМЗЧ на 8-ми омную нагрузку составляет 500 ватт. Достаточно большую роль в этом играет напряжение питания, которое может колебаться в широком диапазоне от ± 20 до ± 100 вольт. Отлично подходит для сабвуферных каналов аудиосистем. Собранная схема может прекрасно дополнить звуковой усилитель мощности на LM4702, чьим моно вариантом собственно и является. Или взята в общий архив схем радиолюбителей, которые требовательны к выходной мощности собираемых усилителей мощности звуковой частоты. Принципиальная электрическая схема представлена ниже на рис. 3.7.

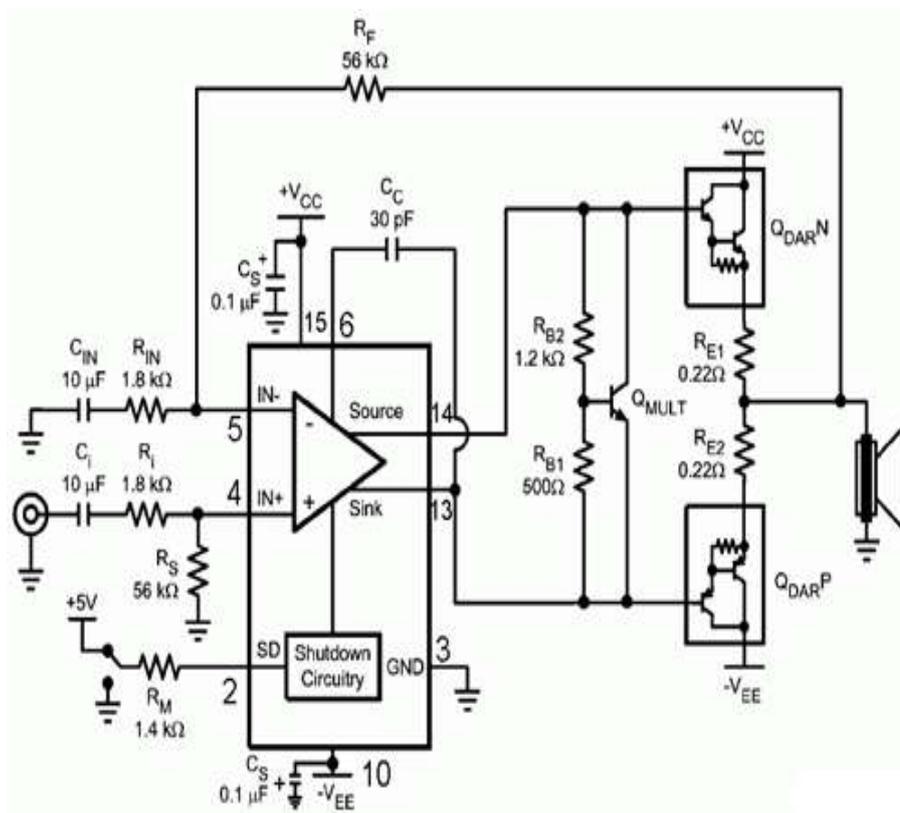
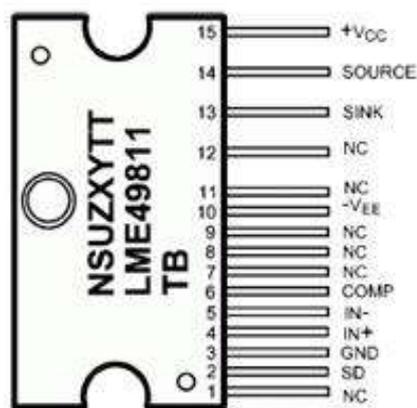


Рис. 3.7 Принципиальная электрическая схема



Top View
 See Order Number LME49811TB
 NS = National Logo
 U = Fabrication plant code
 Z = Assembly plant code
 XY = 2 Digit date code
 TT = Die traceability
 TB = Package code

Pin Description

Pin	Pin Name	Description
1	NC	No Connect, Pin electrically isolated
2	SD	Shutdown Control
3	GND	Device Ground
4	IN+	Non-Inverting Input
5	IN-	Inverting Input
6	Comp	External Compensation Connection
7	NC	No Connect, Pin electrically isolated
8	NC	No Connect, Pin electrically isolated
9	NC	No Connect, Pin electrically isolated
10	-V _{EE}	Negative Power Supply
11	NC	No Connect, Pin electrically isolated
12	NC	No Connect, Pin electrically isolated
13	Sink	Output Sink
14	Source	Output Source
15	+V _{CC}	Positive Power Supply

Рис. 3.8 Внешний вид микросхемы LME49811, распиновка и назначение выводов

Выходное напряжение при коэффициенте гармоник 0.05% и диапазоне воспроизводимых частот от 20 до 20000 Гц составляет 68 вольт. При выходном напряжении в 30 В коэффициент гармоник от 0.00035% до 0.001%. Судя по сведениям, полученным из технической документации, ток покоя составляет всего 24 мА. Компенсационный конденсатор (C_c) является одним из самых важнейших внешних компонентов в приведенной схеме усилителя мощности звуковой частоты. Конденсатор должен быть размещён как можно ближе к LME49811. Серебряный тип слюды даст хороший результат. Можно поэкспериментировать, подобрав другой номинал вместо указанного на схеме в 30 пФ.

При описании режимов работы усилителя мощности (УМ) зарубежного производства могут встречаться, например, режимы A+, Super A, MOS class

АА и т. д. Известно, что класс А имеет хорошие показатели, за исключением низкой экономичности (поэтому такой режим практически не используется в УМ). Для усилителя мощности (УМ) можно использовать источник питания с регулируемым питанием (плавающим), при этом уровень входного сигнала мал и напряжение питания понижается. Это сохраняет линейность, присущую классу А, и позволяет получить КПД, как в классе В. Такое построение усилителя мощности (УМ) соответствует классу А+, Super А, MOS в названии класса означает, что в усилительном каскаде используются мощные полевые транзисторы, работающие в классе А.

3.3 Ремонт усилителей звуковых частот

При отыскании неисправности в усилителях звуковых частот (УЗЧ) необходимо соблюдать следующий порядок.

1. Анализ неисправности. Сюда входят выявление внешних признаков неисправности, разбор принципиальной схемы УЗЧ, установление по схеме предположительно неисправных каскадов, узлов, блоков.

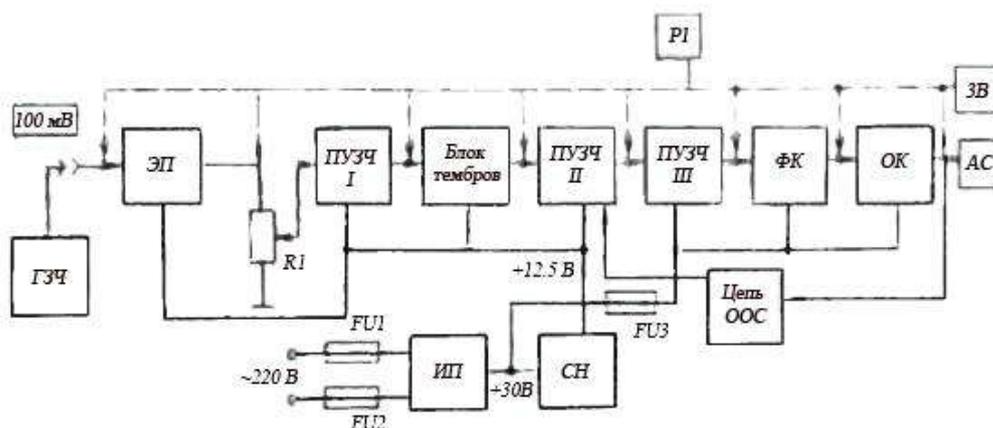
2. Проверка блока питания УЗЧ (при необходимости). Она включает внешний осмотр монтажа, измерение питающих напряжений на холостом ходу и под нагрузкой, переменной составляющей (коэффициента пульсаций), проверку коэффициента стабилизации.

3. Внешний осмотр монтажа. Осмотру подлежат в первую очередь каскады, узлы, наличие дефектов у которых наиболее вероятно, а также цепи коммутации.

4. Проверка усилительных каскадов, всего усилителя на прохождение сигнала. При этой проверке замеряют режимы работы активных элементов по постоянному току, проверяют осциллограммы в контрольных точках, АЧХ.

При ремонте усилителей звуковой частоты (УЗЧ) необходимо иметь определенный минимальный набор контрольно-измерительной аппаратуры: генератор звуковых частот (например, ГЗ-118), универсальный осциллограф (например, С1-77, С1-94, TR4356), любой комбинированный прибор типа тестера (например, Ц4341). Этот список контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) можно дополнить специализированными приборами, такими как измеритель нелинейных искажений (С6-5), измерители параметров транзисторов, микросхем, емкостей, индуктивностей. Наличие всех этих приборов позволяет ускорить процесс ремонта, произвести его более качественно [11].

Рассмотрим характерные неисправности и методику их определения при несложном усилителе, структурная схема которого показана на рис. 3.9.



ЭП - эмиттерный повторитель; ПУЗЧ - предварительный УЗЧ; Р1 - осциллограф, милливольтметр переменного напряжения; ФК - фазоинверсный каскад; ОК - оконечный каскад; АС - акустическая система; ООС - отрицательная обратная связь; СН - стабилизатор напряжения; ИП - источник питания

Рис. 3.9 Структурная схема усилителя звуковых частот

Нет сигнала на выходе УЗЧ. Порядок ремонта: проверка источника питания (ИП), стабилизатора напряжения (СН) → внешний осмотр монтажа → покаскадная проверка на прохождение сигнала → определение неисправного каскада → устранение неисправности.

Если перегорают сетевые предохранители FU1, FU2, то проверяют источник питания (ИП) и стабилизатор напряжения (СН) на холостом ходу (отключен УЗЧ). Сетевые предохранители могут перегорать при замыкании в схеме УЗЧ по цепи питания 12,5 В (что может вывести из строя СН). При перегорании предохранителя FU3 дефект возникает в ПУЗЧ III, ФК или ОК (замыкание по цепи питания 30 В, пробит один из транзисторов или микросхема этих каскадов). При покаскадной проверке на вход УЗЧ подключают ГЗЧ и проверяют прохождение сигнала после каждого усилительного каскада с помощью прибора Р1 (осциллограф, милливольтметр переменного напряжения). Таким образом определяют неисправный усилительный каскад и устраняют дефект. При отсутствии ГЗЧ. осциллографа можно проверить прохождение сигнала, касаясь отверткой входов усилительного каскада, начиная с последнего и доходя до входного (ЭП). При исправном каскаде в АС должны быть слышны щелчки, свист, шум. Так устанавливают неисправный каскад и затем производят его ремонт.

Занижена мощность на выходе. Порядок ремонта: проверка напряжения питания 30 В. 12,5 В → покаскадная проверка → определение неисправного каскада → устранение неисправности. При покаскадной проверке используют ГЗЧ и прибор Р1. При их отсутствии измеряют режимы работы по постоянному току усилительных элементов каждого каскада.

Большие нелинейные искажения. Порядок ремонта: покаскадная проверка → проверка цепи отрицательной ОС → определение неисправного каскада → устранение неисправности. Как и в предыдущем случае, неисправный каскад можно определить, используя ГЗЧ и P1 или проверяя режимы работы каскадов по постоянному току. Так же проверяют элементы цепи отрицательной ОС.

Не проходят и не регулируются нижние или верхние частоты. Порядок ремонта: покаскадная проверка → проверка цепи отрицательной ОС → проверка темброблока → определение неисправного каскада → устранение неисправности. В этом случае в первую очередь обращают внимание на проверку темброблока, цепи отрицательной ОС.

Паразитное самовозбуждение. Порядок ремонта: проверка монтажа → покаскадная проверка → проверка цепи отрицательной ОС → определение неисправного каскада → устранение неисправности. При этом дефекте очень важен внимательный осмотр монтажа, особенно на обрыв заземленных проводников. Покаскадная проверка в этом случае сводится к исключению активных элементов, начиная со входа [12].

3.4 Проверка и настройка усилителей звуковых частот (УЗЧ)

Метод проверки усилителей звуковых частот (УЗЧ) выбирают исходя из их конструктивных особенностей. УЗЧ могут состоять из унифицированных функциональных модулей или из отдельных деталей сборочных единиц. В первом случае убеждаются в правильности электрического монтажа модулей и дополнительных элементов (регуляторов, разъемов), а также в электромагнитной совместимости УЗЧ с другими блоками (например, ВЧ-блоками телевизионных или радиоприемников). Во втором случае проверяют правильность электрического монтажа, исправность различных соединений. После этого приступают к проверке электрических параметров УЗЧ и при необходимости производят настройку. Параметры должны соответствовать ТУ проверяемого УЗЧ.

Если усилитель находился в ремонте и был восстановлен, то при проверке его параметры должны соответствовать: в период гарантийного срока эксплуатации - параметрам, указанным в ТУ; по истечении гарантийного срока - параметрам, указанным в инструкции по ремонту усилителя. После пяти лет эксплуатации (с момента выпуска) допускается ухудшение отдельных параметров: общих гармонических искажений - в 1,3 раза; различие стереоканалов по усилению на частоте 1000 Гц - на 1 дБ; взвешенного отношения сигнал - шум - на 6 дБ.

Рассмотрим методику измерения основных параметров УЗЧ.

1. Измерение чувствительности ($U_{вх ч}$), коэффициента усиления (K_U), номинальной ($P_{ном}$) и максимальной (P_{max}) мощности, коэффициента нелинейных искажений (КНИ).

На ГЗЧ устанавливают частоту 1000 Гц и такое напряжение, при котором на выходе УЗЧ (нагрузке R_H) будет номинальное напряжение. Контроль входного и выходного напряжения усилителя осуществляют с помощью милливольтметра. Напряжение, измеренное на входе УЗЧ ($U_{вхч}$) является чувствительностью, показание прибора - коэффициент нелинейных искажений. По показанию милливольтметра ($U_{ном}$), подключенного к выходу, рассчитывают номинальную мощность:

$P_{ном} = U_{ном}^2 / R_H$. При всех изменениях регулятор громкости устанавливают на максимум, регуляторы тембров - в среднее положение. Коэффициент нелинейных искажений также проверяют на разных частотах (в зависимости от полосы пропускания - 50, 100, 200, 400, 1000, 2000, 5000 Гц) и при крайних положениях регуляторов тембра. Мощность P_{max} определяют при максимальном положении регулятора громкости и среднем регуляторов тембра. При этом на ГЗЧ увеличивается напряжение $U_{вх}$ усилителя до такого значения, при котором коэффициент $K_U = 10\%$. На выходе УЗЧ измеряют напряжение U_{max} и определяют $P_{max} = U_{вых}^2 / R_H$. Коэффициент K_U (дБ) рассчитывают по формуле $K_U = 20 \lg (U_{вых} / U_{вх})$. При этом устанавливают такое напряжение $U_{вх}$, при котором на выходе получают напряжение $0,1 U_{ном}$. Измерение напряжений $U_{вх}$ и $U_{вых}$ производят прибором PV2, а регуляторы тембров устанавливают в среднее положение (измерение коэффициента K_U производят, как правило, при крайних положениях регулятора громкости).

2. Снятие АЧХ, определение диапазона усиливаемых частот, равномерности АЧХ.

На ГЗЧ устанавливают частоту 1000 Гц и такое входное напряжение, при котором $U_{вых} = 0,1 U_{ном}$. Регуляторы тембра - в среднем положении, громкости - на максимуме. Контроль напряжений осуществляют с помощью милливольтметра PV2. Далее изменяют частоту ГЗЧ в сторону уменьшения на 100 Гц, затем на 50 и 25 Гц и при каждой частоте входного сигнала измеряют напряжение на выходе ГЗЧ, поддерживая входное постоянным. Контроль напряжений производят с использованием прибора. После этого изменяют частоту ГЗЧ в сторону увеличения (от 1000 Гц) на 2,5 - 5 кГц и повторяют те же операции, которые описаны выше. Полученные данные заносят в табл. 3.3.

Таблица 3.3 Данные измерения для построения ЛЧХ

Частота f , Гц	1000	900	и т. д.
Напряжение $U_{вых}$, В			
Коэффициент $K_U = U_{вх} / U_{вых}$			
Коэффициент $K_U = 20 \lg (U_{вых} / U_{вх})$			
Коэффициент $20 \lg (K_0 / K_U)$ дБ			

3. Снятие амплитудной характеристики (АХ), определение динамического диапазона амплитуд.

На ГЗЧ устанавливают частоту 1000 Гц и, изменяя напряжение $U_{вх}$, измеряют $U_{вых}$.

4. Определение уровня собственных шумов.

Для определения уровня собственных шумов вместо ГЗЧ включают сопротивление, равное входному сопротивлению УЗЧ, и измеряют напряжение на нагрузке $U_{вых.ш}$, которое будет являться напряжением шумов. Обычно уровень собственных шумов оценивают коэффициентом $D_{ш}$ (дБ), показывающим отношение сигнал - шум:

$$D_{ш} = 20 \lg(U_{ном}/U_{вых.ш}), \quad (12)$$

где $U_{ном}$ - напряжение на выходе УЗЧ, соответствующее номинальной мощности.

5. Определение пределов регулировки громкости.

На ГЗЧ устанавливают частоту 1000 Гц, входное напряжение, соответствующее $0,1 P_{ном}$, и измеряют $U_{вых}$ при крайних положениях регулятора громкости ($U_{вых max}$, $U_{вых min}$). Пределы регулировки громкости (дБ) определяют по формуле

$$D_{гр} = 20 \lg(U_{вых max} / U_{вых min}) \quad (13)$$

6. Определение пределов регулировки тембров (например, для УЗЧ с регуляторами тембра на нижних и верхних частотах).

Рассмотрим определение пределов регулировки тембров нижних частот. На ГЗЧ устанавливают частоту, соответствующую $F_{н}$, и определяют коэффициент усиления по методике, изложенной выше, для трех положений регулятора тембра: для крайнего левого (завал нижних частот и коэффициент усиления $K_з$); для крайнего правого (подъем нижних частот и коэффициент усиления $K_в$); для среднего (коэффициент $K_{ср}$). Пределы регулировки тембра нижних частот рассчитывают по формулам:

$$D_з = 20 \lg (K_з/K_{ср}) \text{ (-дБ);} \quad (14)$$

$$D_{п} = 20 \lg (K_в /K_{ср}) \text{ (+дБ).} \quad (15)$$

Аналогичным образом определяют пределы регулировки тембра верхних частот, только на ГЗЧ устанавливают частоту $F_в$.

7. Определение мощности, потребляемой УЗЧ от источника питания, и КПД.

С помощью приборов амперметра и вольтметра измеряют соответственно ток потребления от источника питания ($I_{п}$) и напряжение

источника питания (U_n). По формуле рассчитывают потребляемую мощность:

$$P_{\text{потр}} = I_n U_n \quad (16)$$

КПД (%) определяют по формуле

$$\eta = (P_{\text{ном}}/P_{\text{потр}})100 \quad (17)$$

При ремонте УЗЧ может возникнуть необходимость в проведении определенных операций по настройке. Для этих случаев предусмотрены подстроечные элементы (чаще всего резисторы), иногда настройку производят с помощью подбора резисторов или конденсаторов, которые на схемах помечаются звездочкой [13].

Практические работы:

1. Сборка усилительного каскада по схеме с общим эмиттером.
2. Сборка усилительного каскада по схеме с общим истоком.
3. Сборка схемы эмиттерного повторителя.
4. Сборка схемы истокового повторителя.
5. Сборка схемы операционного усилителя.
6. Измерение режимов работы в усилительном каскаде.
7. Проверка и настройка усилителя звуковых частот.

Вопросы для самоконтроля:

1. За счет чего происходит усиление сигналов в УЗЧ?
2. Каков функциональный состав УЗЧ?
3. Дайте определение усилительному каскаду?
4. По каким схемам строятся усилители мощности?
5. Как определить коэффициент усиления по напряжению, току, мощности?
6. Для чего предназначены основные функциональные узлы УЗЧ?
7. Перечислите основные параметры УЗЧ.
8. Каковы основные функции каскадов предварительного усилителя?
9. Назовите регулировки, применяемые в УЗЧ.
10. Для чего применяются эмиттерные и истоковые повторители?
11. Каков общий порядок ремонта УЗЧ?
12. Перечислите КИА, необходимые для ремонта, проверки и настройки УЗЧ.
13. Охарактеризуйте основные параметры УЗЧ.
14. Каковы режимы работы усилительных элементов в УЗЧ?
15. Приведите простые схемы УЗЧ, объясните назначение элементов.
16. Перечислите типовые неисправности УЗЧ и объясните методы их поиска.

17. Для чего применяются эквалайзеры и поясните принцип их работы.
18. Какова методика проверки основных параметров УЗЧ?
19. Какова последовательность и особенности настройки УЗЧ?

Вывод:

Изучив данную главу - получают теоретические знания и практические навыки по организации процесса проверки, ремонта и регулировки усилителей звуковой частоты, знания о радиодеталях и радиокомпонентах, их свойствах и технических характеристиках, применяемых в усилителях звуковой частоты. Обучающиеся в полной мере овладеют знаниями о принципе работы отдельных компонентов в электрических схемах усилителей. Студенты овладеют приемами демонтажа и монтажа радиоэлементов, а также методами их проверки.

Профессиональные термины, описанные в этом модуле:

Усилитель звуковых частот (УЗЧ) - это устройство, содержащее электропреобразовывающие приборы (транзисторы, микросхемы) и служащие для усиления сигналов звуковых частот за счет энергии источника питания.

Источник сигнала – устройство с которого подаются сигналы звуковых частот.

Нагрузка усилителя – потребитель усиленных сигналов. Выпрямители – преобразуют переменное напряжение в пульсирующее.

Предварительные каскады – осуществляют усиление сигналов до значения, необходимого для нормальной работы усилителя мощности.

Усилитель мощности (УМ) – производит усиление сигналов звуковых частот до необходимой выходной мощности.

АЧХ – амплитудно-частотная характеристика.

АХ – амплитудная характеристика.

Эквалайзер – регулятор тембра изменяющий частотную характеристику в нескольких полосах частот.

ПОС – положительная обратная связь.

ООС – отрицательная обратная связь.

ГЗЧ – генератор звуковых частот.

Список рекомендуемой литературы

1. П. И. Мисюль «Техническое обслуживание и ремонт бытовой радиоаппаратуры», спецтехнология, «Вышэйшая школа» Минск 2006.
2. П. И. Мисюль «Ремонт, настройка и проверка радиотелевизионной аппаратуры», специальная технология, «Вышэйшая школа» Минск 2007.
3. П. И. Мисюль «Ремонт, настройка и проверка телевизионной аппаратуры», производственное обучение, «Вышэйшая школа» Минск 2008.
4. Дитмар Бенда «Поиск неисправностей в электрических схемах», Электроника, "БХВ-Петербург", 2010
5. Д. А. Садченков «Маркировка радиодеталей», справочное пособие, Москва «СОЛОН-Р», 2001
6. А. А. Редель «Пособие радиотелемеханика», Производственное (практическое) издание, Алма-Ата, "Казахстан" 1989
7. С. А. Ельяшкевич, А. Е. Пескин «Устройство и ремонт цветных телевизоров», Москва, «Стелс» 1993
8. Б. С. Иванов Энциклопедия начинающего радиолюбителя, описания практических конструкций, Москва "Патриот" 1992
9. В. В. Фролов Язык радиосхем, Москва, Научно-популярное издание, "Радио и связь", 1988

4. ПРОВЕРКА, РЕМОНТ, НАСТРОЙКА УСТРОЙСТВ МАГНИТНОЙ ЗАПИСИ И ВОСПРОИЗВЕДИЯ.

Содержание

Краткий обзор модуля	111
4.1 Общие сведения о магнитофонах	111
4.2 Функциональный состав магнитофонов	112
4.3 Электрическая часть магнитофонов	121
4.4 Ремонт магнитофонов	137
4.5 Проверка и настройка магнитофонов	139
4.6 Видеомагнитофоны	143
4.7 Системы видеонаблюдения	151
Практические работы	155
Вопросы для самоконтроля	155
Краткие выводы	156
Профессиональные термины	157

В результате изучения данного модуля студенты смогут:

1. Осуществлять замену двигателя в лентопротяжном механизме;
2. Устанавливать и заменять магнитные головки;
3. Проводить техническое обслуживание лентопротяжного механизма;
4. Устанавливать и регулировать блок вращающихся видеоголовок;
5. Проводить анализ произведенных измерений магнитофона;
6. Осуществлять проверку и настройку магнитофонов;
7. Выполнять ремонт магнитофонов;
8. Осуществлять коммутацию устройств магнитной записи и воспроизведения с другими видами аппаратуры
9. Осуществлять установку и настройку системы видеонаблюдения.

Магнитная запись, система записи и воспроизведения информации, в которой запись осуществляется изменением остаточного магнитного состояния носителя или его отдельных частей в соответствии с сигналами записываемой информации; при воспроизведении происходит обратное преобразование и вырабатываются сигналы информации, соответствующие указанным изменениям. Магнитная запись применяется для записи звука (магнитофоны, диктофоны), изображения и его звукового сопровождения (видеомагнитофоны), сигналов измерения, управления и вычисления (точная запись).

4.1 Общие сведения о магнитофонах

Магнитофон (от магнит и греч. φωνή звук) - электромеханическое устройство, предназначенное для записи звуковой информации на магнитные

носители и/или её воспроизведения. В качестве носителя используются материалы с магнитными свойствами: магнитная лента, проволока, магнитные манжеты, диски, барабаны и. т. д.

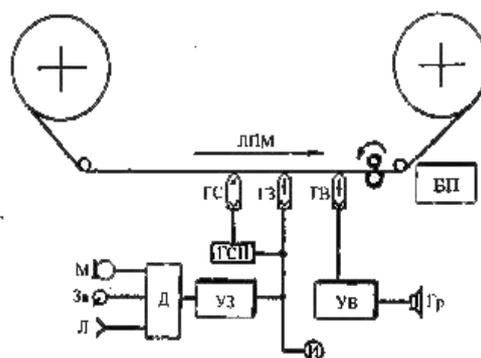
Разделяют магнитофоны для записи звука (собственно магнитофоны в строгом значении слова, именно о них и пойдёт речь ниже) и для записи видеосигнала (видеомагнитофоны). Магнитофон для технической записи речи называется диктофоном. Магнитофонами в обиходе нередко называют также разнообразные устройства для магнитной записи цифровой и аналоговой информации незвукового характера (регистраторы параметров технических устройств, накопители вычислительных машин).

Классификация магнитофонов:

- по типу носителя магнитофоны подразделяются на ленточные (катушечные и кассетные) и проволочные. Кроме того, известны аппараты, использующие магнитный диск или манжету;
- по виду регистрируемой информации магнитофоны разделяют на аналоговые и цифровые;
- по области применения магнитофоны разделяют на студийные, бытовые, специальные (репортерские, диктофоны, для тайной звукозаписи и пр.) и промышленные (последний тип ранее широко использовался не только для записи звуковой информации, но и для записи аналоговых данных: например, сигналов с аналоговых датчиков температуры, давления и пр. в промышленных процессах или лабораторных исследованиях; промышленные магнитофоны для записи данных в некоторых источниках также называют магнитографами);
- по наличию встроенного усилителя мощности - на полные магнитофоны и магнитофоны-приставки (жаргонное «дека» от англ. *Deck* - панель);
- по мобильности - на носимые (работающие в движении), переносные и стационарные.

4.2 Функциональный состав магнитофонов

Магнитофон состоит из типовых функциональных узлов (см. рис.4.1): лентопротяжного механизма (ЛПМ); записывающей (ГЗ), воспроизводящей (ГВ) и стирающей (ГС) магнитных головок; электронных блоков-усилителей записи (УЗ) и воспроизведения (УВ), генератора высокой частоты (генератора стирания и подмагничивания) (ГВЧ, или ГСП), блока питания (БП), узлов автоматики, контроля и управления. В качестве звуконосителя используют магнитную ленту, размещаемую на катушках или малогабаритных кассетах.



ЛПМ - лентопротяжный механизм; ГС - стирающая головка; ГЗ - записывающая головка; ГВ - воспроизводящая головка; М - микрофонный вход; Зв - вход звукоснимателя; ГСП - генератор стирания и подмагничивания; И - индикатор уровня записи; УВ - усилитель воспроизведения; Гр - громкоговоритель; Л - линейный вход; УЗ - усилитель записи; Д - делитель входного напряжения; БП - блок питания

Рис. 4.1 Структурная схема монофонического магнитофона со "сквозным" каналом

От сочетания и взаимодействия этих функциональных частей во многом зависят эксплуатационные качества магнитофона. Корпус объединяет составные части аппарата и придает модели определенный внешний вид.

Лентопротяжный механизм (ЛПМ) - одна из самых сложных и ответственных частей магнитофона, от него во многом зависит качество записи и воспроизведения.

Он предназначен для равномерного протягивания магнитной ленты по рабочей части магнитных головок в процессе записи и воспроизведения, ускоренной ее перемотки и выполнения ряда вспомогательных операций. ЛПМ должен перемещать ленту со строго заданной скоростью, не допуская смещений по высоте, и равномерно наматывать ее на приемный накопитель. Принятые скорости движения ленты 38,1; 19,05; 9,53 см/с - для профессиональной записи и 9,53; 4,76 см/с - для любительской записи.

ЛПМ катушечных магнитофонов высшей и 1-й групп сложности собираются по трехмоторной кинематической схеме на полупроводниковых элементах и микросхемах; в качестве ведущего электродвигателя используются серводвигатели, обеспечивающие отклонение скорости магнитной ленты в пределах $\pm 0,5\%$. Система электронного управления обеспечивает постоянную нагрузку на нее во всех режимах работы ЛПМ, электронная система управления ЛПМ позволяет применять дистанционное управление.

Кинематическая схема аппаратов 2-й группы сложности, как правило, выполнена на одном электродвигателе.

ЛПМ современных кассетных магнитофонов строят по кинематическим схемам с одним (массовые модели), двумя и тремя электродвигателями.

Кинематическая схема одно моторного механизма сравнительно сложна, так как один двигатель должен выполнять все операции, связанные с перематкой ленты. Поэтому такой механизм менее надежен, чем механизм с несколькими двигателями. Наличие значительного числа кинематических цепочек (резиновых ремней, муфт, роликов и др.) может вызвать нарушение равномерного перемещения ленты и повлечь за собой искажение записи и воспроизведения.

Двухмоторные и особенно трехмоторные механизмы имеют простую кинематическую схему, функции двигателей в ней строго разграничены. Поэтому они в значительной степени лишены указанных выше недостатков. Однако одно моторные механизмы намного дешевле, что и предопределило их использование в массовых моделях [14].

Магнитная головка (ТВ, ГЗ, ГС) является одним из основных элементов магнитофона - непосредственно взаимодействуя с магнитным носителем, записывает, воспроизводит или стирает информацию.

Устройство записывающей, воспроизводящей и стирающей магнитных головок примерно одинаково. Различаются они материалом сердечника, размерами зазоров и данными обмоток. Магнитные головки во многом определяют качество записи и воспроизведения. Магнитная головка состоит из сердечника и нанесенной на него обмотки. Наибольшее распространение получили сердечники кольцевого типа из магнитомягкого материала - пермаллоя, сендаста или ферритов, - конструктивно оформленные в виде двух симметричных половинок, соединенных между собой торцевыми поверхностями. Высоту сердечника определяют ширина магнитной ленты и количество дорожек на ней.

В сердечнике имеется зазор, ширина которого у современных головок записи и воспроизведения равна 0,1-10 мкм.

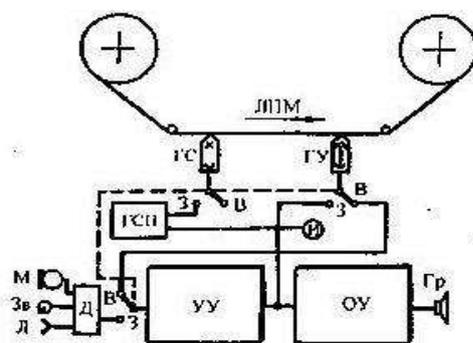
Записывающая головка предназначена для преобразования электрических колебаний в магнитное поле и фиксации его на магнитной ленте. След, оставляемый записывающей головкой на ленте в процессе записи, называют дорожкой записи. При записи в обмотку головки поступает ток записываемого сигнала, который намагничивает сердечник и возбуждает в области зазора магнитное поле рассеяния. Поле пронизывает носитель, движущийся через зазор, и намагничивает его в соответствии с сигналом.

Воспроизводящая головка служит для преобразования магнитного поля ленты в электрические колебания, соответствующие записанному сигналу. Она должна обладать высокой чувствительностью, малыми собственными шумами и создавать достаточную ЭДС в пределах заданной полосы звуковых частот. В процессе воспроизведения магнитной записи на воспроизводящую магнитную головку, имеющую аналогичное устройство с головкой записи,

воздействует магнитный поток, выходящий из намагниченных участков движущегося носителя. Сердечник головки воспроизведения, как и головки записи, изготовлен из материала с высокой магнитной проницаемостью.

Стирающая головка осуществляет размагничивание ленты, поэтому магнитное поле, создаваемое в ее рабочем зазоре, должно быть достаточной величины. В связи с этим рабочий зазор головки составляет 100-200 мкм, а ее катушки намотаны из провода большего, чем в записывающей и воспроизводящей головках, сечения. Сердечник ее изготовлен почти исключительно из феррита, так как такой сердечник имеет малые потери на вихревые токи, что позволяет значительно уменьшить мощность, потребляемую головкой.

В процессе стирания записи движущийся носитель проходит через переменное магнитное поле стирающей головки. Если в процессе записи задача заключается в том, чтобы каждый элемент носителя довести до определенной намагниченности, то для стирания записи каждый элемент носителя требуется многократно (несколько сотен раз) перемагнитить в спадающем до нуля магнитном поле головки стирания. Во многих магнитофонах для снижения себестоимости вместо записывающей и воспроизводящей головок применяют одну универсальную магнитную головку, которая при записи выполняет роль записывающей головки, а при воспроизведении - воспроизводящей. Качество записи и воспроизведения в магнитофонах с универсальными головками всегда ниже, чем в магнитофонах с отдельными головками (см. рис.4.2).



ЛПМ - лентопротяжный механизм; ГС - стирающая головка; ГУ - универсальная головка; М - микрофонный вход; Зв - вход звукоснимателя; Л - линейный вход; Д - входной делитель; УУ - универсальный усилитель; ГСП - генератор тока стирания и подмагничивания; И - индикатор уровня записи; ОУ - оконечный усилитель (усилитель мощности); Гр - громкоговоритель; З - запись; В - воспроизведение

Рис. 4.2 Структурная схема бытового монофонического магнитофона

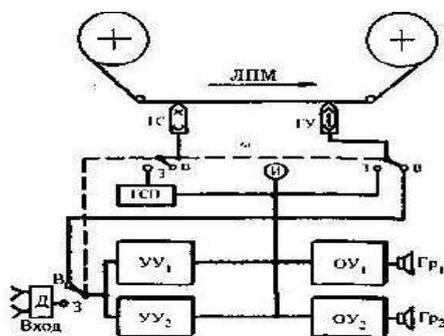
Усилители записи (УЗ) и воспроизведения (УВ) представляют собой усилители звуковой частоты с некоторыми специфическими особенностями. Эти особенности обусловлены тем, что кроме усиления в них должна быть осуществлена значительная частотная коррекция поступающего сигнала. Коррекция компенсирует искажения, появляющиеся в процессе записи и воспроизведения. Эти искажения носят различный характер в обоих процессах, поэтому в соответствующих усилителях применены разные корректирующие цепочки.

Усилители записи (УЗ) вместе с записывающей головкой (ГЗ) и источником сигнала образуют канал записи.

Усилитель воспроизведения (УВ) вместе с воспроизводящей головкой (ГВ) и громкоговорителем образует канал воспроизведения.

Каналы записи и воспроизведения в совокупности составляют «сквозной» канал, в котором процесс звукопередачи начинается с микрофона (или другого источника звуковых колебаний) и заканчивается громкоговорителем.

Для контроля уровня записываемого сигнала в магнитофоне имеется индикатор уровня записи, включаемый в схему усилителя звука (см. рис.4.3.). «Сквозной канал» позволяет контролировать качество записи не только по индикатору, но и на слух, методом сопоставления звучания сигнала, поступающего на вход усилителя записи, и воспроизводимой фонограммы. Это позволяет своевременно заметить и быстро устранить недостатки, возникающие в процессе записи.



ЛПМ - лентопротяжный механизм; ГЗ - стирающая стереофоническая головка; ГУ - универсальная стереофоническая головка; УУ₁, УУ₂ - универсальный стереофонический усилитель, ОУ₁ и ОУ₂ - окончный стереофонический усилитель мощности; Д - входной делитель; Гр₁, Гр₂ - громкоговорители; ГСП - генератор тока стирания и подмагничивания; И - индикатор уровня записи; З - запись; В - воспроизведение

Рис.4.3 Структурная схема стереофонического магнитофона:

На рис.4.3 приведена структурная схема бытового стереофонического магнитофона с универсальным усилителем. Основное отличие стереофонического магнитофона от монофонического - в наличии не одного, а двух самостоятельных и одинаковых по параметрам каналов записи и воспроизведения.

Генератор высокой частоты - генератор стирания и подмагничивания вырабатывает колебания частотой 40-80 кГц, которые поступают на стирающую и записывающую головки. Размагничивание ленты достигается в результате ее многократного перемагничивания с постепенным спадом магнитного поля до нуля. Каждый участок ленты сначала намагничивается до насыщения, а затем размагничивается, причем за время прохождения в зазоре головки он успевает испытать такое воздействие несколько раз. Ток стирания, вырабатываемый генератором, намного больше, чем ток звукового сигнала, что обеспечивает полноценное стирание записи.

На записывающую головку ток из генератора подают для того, чтобы получить более высокое качество записи, уменьшить искажения. Усилитель мощности магнитофона - это обычный усилитель низкой частоты, снабженный регуляторами громкости и тембра.

Кроме основных узлов и блоков, которые нами были рассмотрены, в магнитофоне могут быть применены дополнительные устройства, и в первую очередь это устройства шумоподавления (шумопонижения), с помощью которых значительно ослабляют шумы, присущие магнитофону.

Существует два основных принципа шумоподавления: I - обработка сигнала записи и воспроизведения и II - снижение шума фонограммы, записанной без каких-либо шумоподавлений.

К первой группе относятся так называемые компандерные устройства, которые, не устраняя шума источника, предотвращают появление шумов, создаваемых собственным трактом звукопередачи.

Наибольшее распространение получила компандерная система шумоподавления типа Долби. Она действует следующим образом: сигнал из микрофона или другого источника подается на устройство, где он преобразуется. Преобразование состоит в сжатии динамического диапазона сигнала так, что его составляющие с малым уровнем усиливаются, а с большим - остаются без изменений. Усиленные слабые сигналы, которые при обычном способе записи перекрывались бы шумами записывающего аппарата, в результате сжатия превышают уровень этих шумов, поскольку они усилились сразу после поступления из микрофона, т.е. без шума магнитофона [15].

Динамический диапазон сужается одной из составных частей шумоподавителя - динамическим компрессором (автоматическим электронным регулятором). Сжатый таким образом сигнал звуковой частоты записывается магнитофоном. Если его воспроизвести, то он будет отличаться от оригинала. Поэтому динамический диапазон сигнала перед

воспроизведением восстанавливают до нормального уровня с помощью второй составной части шумоподавителя - динамического эспандера (расширителя), действие которого обратное действию компрессора. Уровень составляющих сигнала, претерпевших перед записью усиление, снова понижается до своей нормальной величины (динамический диапазон расширяется). Таким образом, шумоподавитель Долби действует и при записи, и при воспроизведении.

Кассетные магнитофоны в основном оснащены шумоподавителями системы Dolby B. Большому распространению системы Долби (Dolby) способствовал выпуск специальной интегральной схемы, содержащей все элементы устройства шумоподавления. В настоящее время системой Dolby B стандартно оснащены практически все стационарные деки (магнитофоны-приставки) даже самого низкого класса.

Требования к качественным показателям магнитофонов в части расширения динамического диапазона и снижения уровня шумов постоянно повышаются. Появляются новые, более совершенные системы шумоподавления. Улучшенная система шумоподавления - Dolby C - представляет собой как бы две включенные одна за другой системы Dolby B. Записи, выполненные на лентах МЭК IV с применением системы Dolby C, имеют соотношение сигнал/шум не менее 75 дБ (на частоте 500 Гц улучшение составляет 15 дБ, а на частоте 1 кГц - 20 дБ).

В последних зарубежных моделях высококачественных кассетных аппаратов применяют систему шумоподавления Dolby S (Spectral). Система Dolby S в 5 раз более эффективна, чем Dolby B, и приблизительно в 1,6 раз эффективнее Dolby C.

Недостатком этого способа шумоподавления является то, что фонограммы, записанные с шумоподавлением, должны обязательно воспроизводиться на магнитофоне, также имеющем это устройство, иначе звучание не будет соответствовать оригиналу. По этой причине рекомендуется на каждой кассете делать надпись с указанием системы шумоподавления, используемой при записи.

Второй способ шумоподавления - динамический ограничитель шума (динамический фильтр). Действие динамического ограничителя шума основано на динамической фильтрации сигнала звуковой частоты. В магнитной записи особенно сильно проявляются высокочастотные шумы при малом уровне сигнала в паузах. Специальными фильтрами эти шумы, лежащие в верхней части звукового сигнала, подавляются, т.е. ограничивается полоса пропускания во время воспроизведения и в паузах. При этом подавляется и часть полезной информации, содержащейся в сигнале. Однако, поскольку гармоники слабого сигнала плохо ощущаются слуховым органом человека, то их подавление незначительно ухудшает качество воспроизведения, зато полезный сигнал в значительной степени очищается от шумов. Это устройство действует только в режиме

воспроизведения и позволяет уменьшить уровень шумов фонограмм, изготовленных обычным методом, на 4-6 дБ.

В отдельных моделях зарубежных магнитофонов реализованы и шумоподаватель Долби, и динамический фильтр. Устройство из одного режима работы в другой переводится с помощью переключателя. Компандер используют при новых записях, а шумопонижающий фильтр - при воспроизведении ранее сделанных.

В цифровых магнитофонах удается практически полностью избавиться от характерных, специфических для аналоговой магнитной записи искажений: копирэфекта, детонации, структурного и модуляционного шума, помех из-за недостаточного стирания.

В цифровых магнитофонах на ленту записывают последовательность кодовых импульсов, отображающих в цифровой форме аналоговый сигнал. Последний дискретизируется, квантуется и кодируется в двоичном коде. При воспроизведении осуществляются обратные операции: последовательность кодовых комбинаций преобразуется в последовательность восстановленных отсчетов. Выделяя с помощью фильтра низкочастотную составляющую, получают вновь аналоговый сигнал. Структурная схема цифрового магнитофона показана на рис. 4.4.

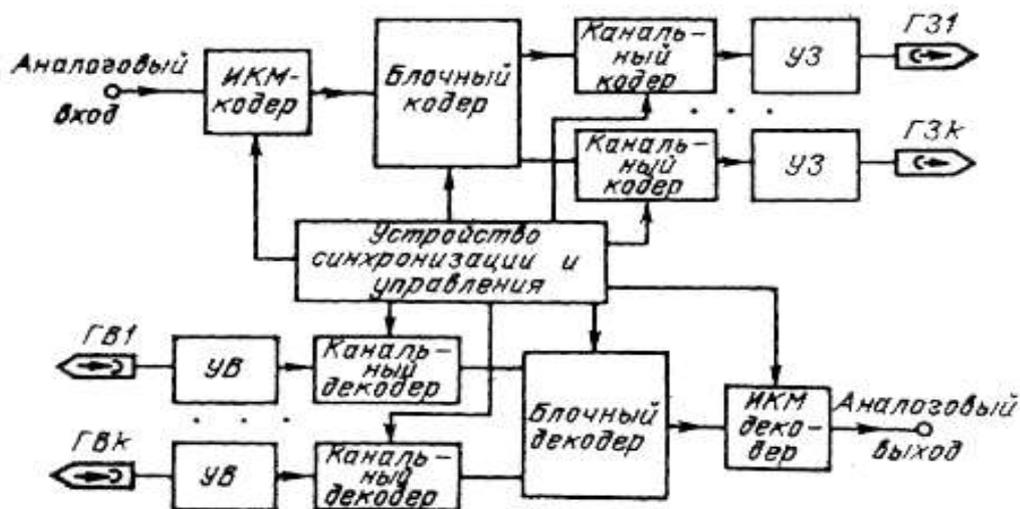


Рис. 4.4. Структурная схема цифрового магнитофона

Существенное улучшение параметров качества достигается путем резкого увеличения объема записываемой информации и, следовательно, путем заметного усложнения и удорожания магнитофонов. В цифровых магнитофонах используют либо многорожечную запись, либо преобразуют цифровые сигналы в так называемый квазителевизионный сигнал. Первый способ представляется наиболее перспективным. К его достоинствам относят достаточно простой лентопротяжный механизм и небольшую скорость записи, что увеличивает срок службы магнитных головок и ленты.

Недостатки первого способа: сложность блока магнитных головок, большое количество электронных блоков ввиду наличия нескольких каналов, в каждом из которых нужны усилители записи и воспроизведения, и, возможно, свои каналные кодеры и декодеры, увеличенные размеры и масса, большее потребление электроэнергии. Однако современная технология позволяет выполнить электронные блоки в одном корпусе в виде больших интегральных схем. Второй способ сводится к добавлению к видеомагнитофону, как правило, кассетному, цифрового преобразователя-приставки (рис. 4.5).

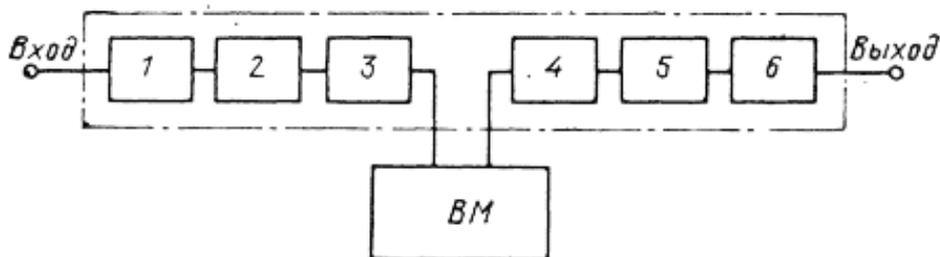


Рис. 4.5. Структурная схема цифровой приставки к видеомагнитофону

Поступающий на вход преобразователя сигнал (обычно двухканальный - стереофонический) преобразуется в ИКМ кодере 1 в цифровой, затем в блоке 2 подвергается помехозащитному кодированию, в формирователе 3 преобразуется в квазителевизионный сигнал, в котором вместо сигнала изображения на активной части телевизионных строк размещен кодированный сигнал звука, и, наконец, поступает на вход видеомагнитофона. При воспроизведении квазителевизионный сигнал подвергается обратным преобразованиям: в видеоселекторе 4 выделяется цифровой сигнал, в декодере 5 производится исправление ошибок и, наконец, в ИКМ-декодере 6 цифровой сигнал преобразуется в аналоговый. Достоинством такого способа записи является использование серийно выпускаемых видеомагнитофонов, что особенно важно для индивидуальных пользователей. Добавление к имеющемуся бытовому видеомагнитофону преобразователя, стоимость которого в раз меньше стоимости видеомагнитофона, расширяет эксплуатационные возможности аппарата. Главный недостаток: недоиспользование емкости канала (примерно в 10 раз) и связанный с этим непроизводительный расход ленты. Относительно большие скорости, лента - головка, ускоряют износ ленты и головок.

Главный недостаток цифровых магнитофонов: сильное влияние выпадений сигнала, обусловленное повышенной плотностью записи. Из-за недостатков носителя, неконтакта или помех возможны ошибки при декодировании, что может привести к щелчкам при воспроизведении. Для устранения или уменьшения ошибок применяют помехоустойчивые коды.

В современных цифровых магнитофонах с продольной многодорожечной записью расход носителя записи не превышает расхода носителя в аналоговых магнитофонах. Аппаратурная сложность оправдана высоким качеством воспроизводимых сигналов и возможностью многократной перезаписи без ухудшения качества. В высококачественных кассетных цифровых магнитофонах используется лента шириной, как и в аналоговых кассетных магнитофонах [16].

4.3 Электрическая часть магнитофонов

Усилитель воспроизведения. Входным сигналом усилителя воспроизведения является ЭДС воспроизводящей головки, величина которой на нижних частотах не превышает 100 -150 мкВ и растет с увеличением частоты. Это требует от усилителя большого коэффициента усиления, чтобы обеспечить необходимый динамический диапазон. Как известно, динамический диапазон ограничивается снизу шумами. Отсюда главное требование к усилителям подобного рода - низкий уровень собственных шумов, обеспечивающий наибольшее отношение сигнал/шум. Удовлетворение этого требования зависит как от схемных решений каскадов электрической схемы, так и от рационального их исполнения.

Наиболее ответственным узлом усилителя является первый каскад, так как даже незначительные шум или помеха, возникающие в первом каскаде и усиленные остальными каскадами, способны значительно уменьшить отношение сигнал/шум на выходе усилителя воспроизведения.

К источникам шумов относятся тепловой шум сопротивления базы, дробовой шум эмиттерного и коллекторного переходов и шумы перераспределения тока эмиттера. Отсюда следует, что уменьшение высокочастотных шумов возможно только за счет правильного выбора транзисторов (малощумящих) в усилителе воспроизведения и их режимов.

В настоящее время входные каскады строятся на транзисторах КТ3102, КТ3107, обратный ток коллектора которых составляет 0,01 - 0,08 мкА. Это позволяет использовать их в режиме микротоков, что уменьшает уровень шумов на 2 - 3 дБ. При этом ток покоя коллектора составляет 30 - 60 мкА.

Полевые транзисторы не нашли применения во входных каскадах из-за частого выхода из строя при размагничивании магнитных головок и узлов лентопротяжного механизма

Низкочастотные помехи прослушиваются как гудение или отдельные трески и шорохи. Появление гудения обусловлено влиянием внешних магнитных и электрических полей как на головку, так и на входной каскад. Устраняется эта помеха экранировкой головок воспроизведения и входных каскадов и питанием последних напряжением с малым коэффициентом пульсаций. Трески и шорохи возможны при микрофонном эффекте и низком качестве деталей усилителя.

Второе требование к усилителям воспроизведения - малые нелинейные искажения, возникающие при усилении. Величина их должна быть по возможности меньшей. Для их уменьшения необходимо правильно выбрать режим работы транзистора и обеспечить стабильность положения рабочей точки на прямолинейной характеристике транзистора.

На качество воспроизведения магнитной записи кроме нелинейных (гармонических) искажений и шумов существенное влияние оказывают частотные искажения.

Форма амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) усилителя должна быть строго определенной. Это необходимо для того, чтобы запись, сделанная на одном магнитофоне при определенной скорости движения магнитной ленты, могла быть воспроизведена с тем же качеством на любом другом магнитофоне, имеющем такую же скорость. С этой целью частотные характеристики усилителя воспроизведения для различных скоростей движения ленты стандартизируются (рис. 4.6).

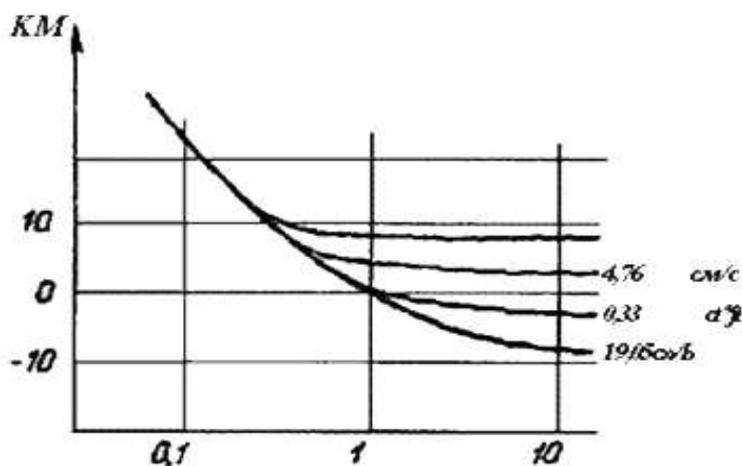


Рис. 4.6 Стандартизированные частотные характеристики усилителя воспроизведения для различных скоростей

Форма АЧХ усилителя воспроизведения обусловлена физическими процессами, происходящими при записи и воспроизведении. Основными источниками частотных искажений являются магнитные головки, магнитная лента и усилитель воспроизведения.

Сложение всех частотных искажений, возникающих из-за специфических особенностей магнитной звукозаписи и воспроизведения, позволяет получить суммарную частотную характеристику магнитной записи (кривая 1 на рис. 4.7). Такая характеристика получается при постоянной величине тока записи и при линейной частотной характеристике усилителя воспроизведения.

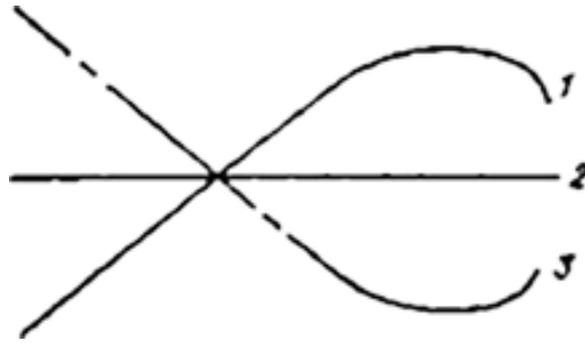


Рис. 4.7 Принцип получения линейной частотной характеристики сквозного канала магнитофона

Очевидно, что для получения равномерного усиления в рабочем диапазоне частот (линия 2) частотная характеристика усилителя воспроизведения (кривая 3) должна быть зеркальным отображением кривой 1.

Таким образом, для получения неискаженного воспроизведения записанных сигналов в рабочем диапазоне частот частотная характеристика усилителя воспроизведения должна быть скорректирована с целью компенсации частотных искажений, возникающих за счет воспроизводящей головки.

На рис. 4.6 изображены стандартизованные частотные характеристики усилителя воспроизведения при идеальной воспроизводящей головке для различных скоростей движения ленты. Идеальной считается такая воспроизводящая головка, у которой ЭДС при воспроизведении фонограммы с постоянным остаточным магнитным потоком пропорциональна частоте, а ее частотная характеристика представляет прямую линию с крутизной 6 дБ на октаву. Частотные характеристики реальной и идеальной головок отличаются друг от друга. Следовательно, и частотная характеристика усилителя с реальной головкой должна отличаться от стандартизованной. Так, для компенсации щелевых потерь частотная характеристика должна иметь подъем на 5 - 7 дБ в области верхних звуковых частот. Кроме того, необходим дополнительный подъем на 3 - 5 дБ на случай ухудшения частотной характеристики головки по мере ее износа. В области низших частот характеристика должна проходить ниже стандартизованной. Это связано с потерями вследствие конечных размеров полюсов головки и влияния экрана.

Спад АЧХ на частоте 30 Гц должен составлять 3 дБ при скорости 19,05 см/с и 1 дБ при скорости 9,53 см/с.

Коррекция частотной характеристики усилителя воспроизведения осуществляется RC- и LCR -цепями, включаемыми как в цепь сигнала, так и в цепь отрицательной обратной связи. Чаще коррекцию производят в промежуточных каскадах и лишь иногда на входе усилителя. АЧХ усилителя

воспроизведения задается двумя постоянными времени цепей коррекции. Постоянная времени t_1 определяется последовательно включенными элементами цепи коррекции, а t_2 -- параллельно включенными. Согласно ГОСТ 24863-81 для отечественных магнитофонов: t_1 для скорости 19,05 см/с-50 мкс, для скорости 9,53 см/с- 90 мкс, для скорости 4,76 см/с-120 мкс при использовании ленты с рабочим слоем из гаммы окисла железа или 70 мкс, если используется лента с рабочим слоем из двуокиси хрома; t_2 для всех скоростей ленты - 3180 мкс.

Усилители воспроизведения магнитофонов могут быть построены как на дискретных элементах, так и на интегральных микросхемах.

На рис. 4.8 изображена одна из возможных схем усилителя на дискретных элементах.

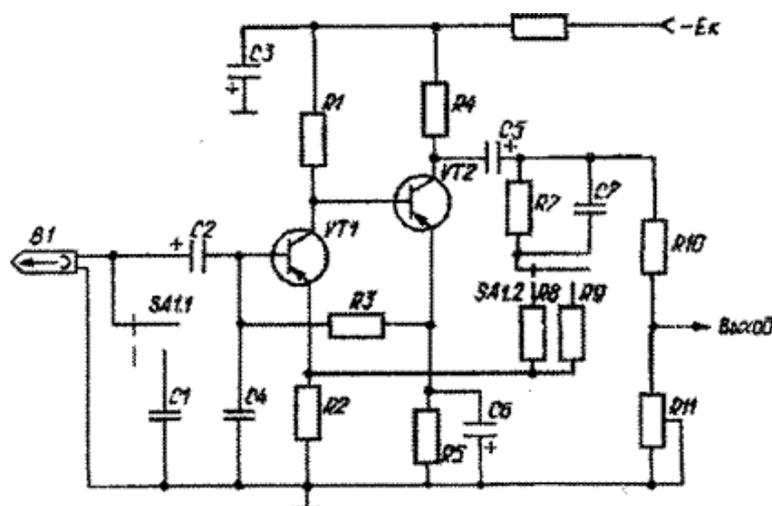


Рис. 4.8 Принципиальная схема усилителя воспроизведения на дискретных элементах

Усилитель выполнен на двух малошумящих транзисторах VT1 и VT2. Основная коррекция АЧХ осуществляется в цепи глубокой частотно-зависимой отрицательной обратной связи, охватывающей оба каскада. Корректирующая цепь составлена из конденсатора C7, резистора R7 и резисторов R8 или R9 (в зависимости от скорости движения ленты). Постоянная времени t_1 обеспечивается элементами C7, R8 (или C7, R9). Элементы R7, C7 определяют величину t_2 .

Подъем АЧХ в области верхних частот осуществляется параллельным колебательным контуром, составленным из индуктивности воспроизводящей головки и емкости конденсатора C4 (для скорости 9,53 см/с). Частоту настройки контура выбирают величиной емкости конденсаторов C1, C4 с учетом паразитной емкости схемы. Регулировать подъем АЧХ можно включением шунтирующего резистора (20 - 50 кОм) параллельно конденсатору.

На рис 4.9 изображена схема усилителя воспроизведения на интегральной микросхеме К548УН1. Как и в предыдущей схеме, коррекция

АЧХ осуществляется RC - элементами в цепи обратной связи. В цепь обратной связи включены резисторы R1, R3 и конденсатор C4. Постоянная времени t_1 обеспечивается элементами R1, C4, t_2 - C4, R3. Изменением сопротивления резистора R1 можно изменять постоянную времени t_1 и применять усилитель для разных скоростей движения ленты.

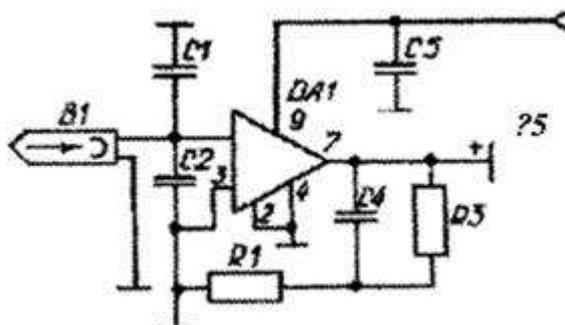


Рис. 4.9 Принципиальная схема усилителя воспроизведения на микросхеме

Частота подъема АЧХ в области верхних частот осуществляется подбором емкости конденсатора C1. Достоинством рассмотренных схем является коррекция АЧХ цепью отрицательной обратной связи. Такая коррекция стабилизирует параметры усилителя и уменьшает нелинейные искажения, особенно в области тех частот, где обратная связь сильна. Поэтому такой способ коррекции является основным в современных магнитофонах.

Усилитель записи. Практика конструирования магнитофонов выработала стандартный подход к решению вопроса схемотехнического построения усилителя записи. Практически во всех без исключения промышленных и радиолюбительских разработках усилитель записи представляет собой усилитель напряжения с четко фиксированной амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ) для получения при записи частотных предыскажений (корректирующий усилитель). Дальнейшее преобразование в ток записи магнитной головки осуществляется простейшими токостабилизирующими цепями.

Между тем применение вместо токостабилизирующих цепей преобразователя напряжение - ток на активных элементах позволяет улучшить качество записи. При таком решении АЧХ канала записи однозначно будет определяться АЧХ корректирующего усилителя и перестает зависеть от разброса импеданса применяемых магнитных головок, вызванного разбросом их индуктивностей. В результате упрощается регулировка канала записи и обеспечивается лучшая повторяемость АЧХ в области высоких частот.

Одновременно использование преобразователя напряжение - ток позволяет решить такие традиционно нелегкие проблемы:

- снижение нелинейных искажений тока записи, вызванных собственной нелинейностью магнитной головки;
- создание линейной фазостотной характеристики (ФЧХ) усилителя записи и, соответственно, улучшение переходных процессов записываемых сигналов (в простейших токостабилизирующих цепях ФЧХ нелинейна из-за резонансных цепей, образованных емкостями для компенсации спада тока записи на высоких частотах из-за роста импеданса магнитной головки и индуктивностями головки и фильтра-пробки);
- повышение перегрузочной способности (в традиционных схемах падение напряжения на токостабилизирующих элементах приводит к существенному ухудшению перегрузочной способности усилителя записи).

Основным требованием к электронной части магнитофона является нормированная амплитудно-частотная характеристика канала записи - воспроизведения. Нормирование АЧХ обеспечивает сохранение правильного тембра звучания при обмене фонограммами. Принцип нормирования таков: при воспроизведении записи гармонических сигналов в пределах рабочего диапазона выходное напряжение магнитофона должно оставаться постоянным в пределах допуска, которые указываются в технических требованиях.

На рис. 4.10 приведена принципиальная схема генератора стирания и подмагничивания магнитофона. Генератор выполнен по схеме симметричного мультивибратора (транзисторы VT11, VT12). На транзисторах VT1, VT6 собрана схема стабилизатора питания генератора. При переключении резисторов R19, R20 происходит изменение потенциала базы транзистора VT1 и соответственно изменение питающего напряжения генератора. Этим достигается установка тока подмагничивания для определенного типа магнитной ленты. Резисторами R23, R24 производят первоначальную установку оптимального тока подмагничивания магнитной головки.

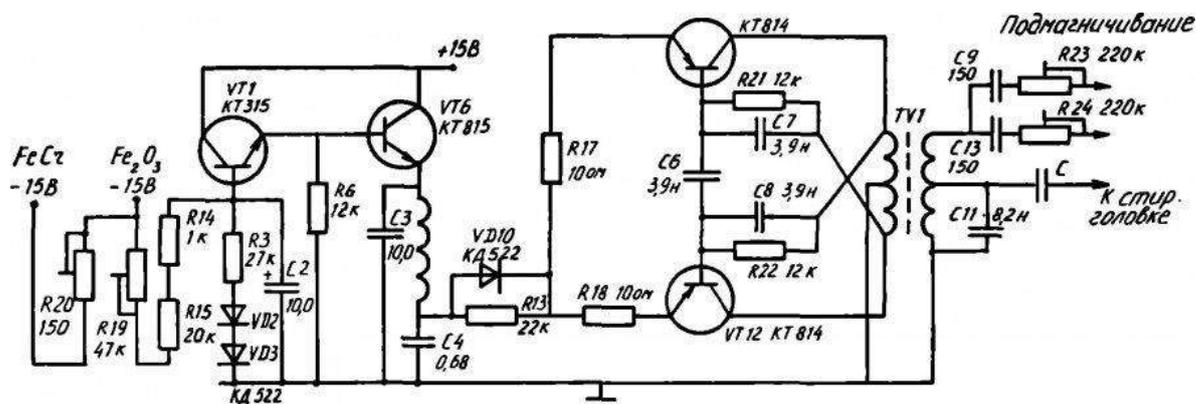


Рис. 4.10 Принципиальная схема генератора стирания

Подача тока подмагничивания в головку производится двумя способами (рис. 4.11). При последовательной схеме подачи тока (рис. 4.11, а) подмагничивания генератор включается последовательно с выходом усилителя записи на магнитную головку. Параллельная схема (рис. 4.11, б) реализуется параллельным соединением выходов усилителя записи и генератора ВЧ. Особое внимание в обеих схемах уделяется уменьшению влияния ВЧ колебаний генератора подмагничивания на усилитель записи. Преимущественное распространение получила схема параллельного включения, обеспечивающая постоянство нагрузки усилителя (цепочка R1C1), необходимое разделение выходов генератора и усилителя (цепочка L1C2 и конденсатор C3), нужную амплитуду тока подмагничивания. Оперативный контроль уровня записи в магнитофонах ведется по индикаторам уровня. Они выполняются на стрелочных магнитоэлектрических приборах, вакуумных люминесцентных индикаторах, полупроводниковых матрицах.

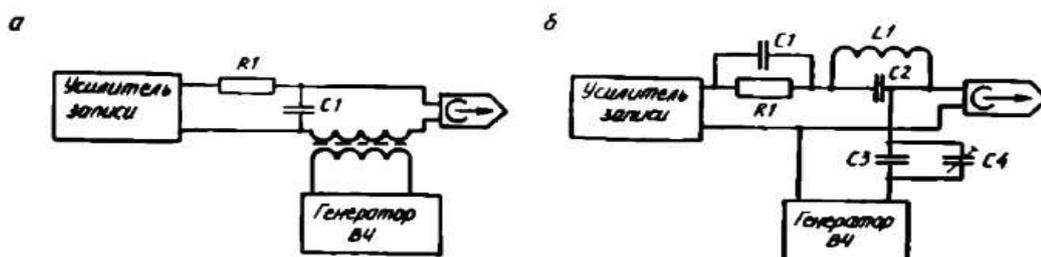


Рис. 4.11 Способы подачи высокочастотного подмагничивания

Работа индикатора обусловлена его техническими характеристиками, важнейшими из которых являются: время срабатывания, время обратного хода, время интегрирования. Время срабатывания индикатора (обычно не превышает 200 мс) - время перемещения указателя уровня на полную шкалу при воздействии сигнала. Время обратного хода - время уменьшения

показаний индикатора в 20 раз после отключения входного сигнала. По времени интегрирования индикаторы разделяют на индикаторы среднего уровня ($\tau > 150$ мс) и пиковые ($\tau \sim 20$ мс). В магнитофонах групп сложности 0, I, II имеются как индикаторы среднего значения, так и пиковые, выполненные по схеме компаратора напряжения с индикацией на светодиодах.

Упрощенная схема этого УЗ приведена на рис.4.12

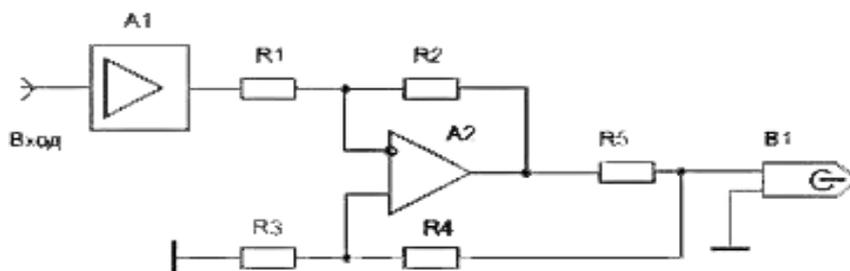


Рис. 4.12 Схема магнитофона на ОУ

A1- предварительный УЗ, в котором осуществляется коррекция АЧХ. На ОУ A2 собран активный источник тока, представляющий собой преобразователь напряжение-ток и являющийся упрощенным вариантом источника тока. Таким образом каскад на A2 как бы заменяет собой токостабилизирующий резистор. При $R1R4 = R3R2$ $I_z = U_{вх}R2/R1R5$. Как видно из формулы чувствительность такого каскада можно изменять с помощью одного резистора R5. Реально (при $R1=R3=130$ кОм, $R2=R4=20$ кОм) она составляет 320 мВ (на частоте 1кГц, 0 дБ). Для получения номинального тока записи от предварительного УЗ, в котором формируется АЧХ УЗ, с учетом коррекции +20дБ на частоте 20 кГц требуется всего 3,2 В. Таким образом, предварительный УЗ работает в значительно более легком режиме, чем в случае стабилизации тока резистором. Максимальный ток записи определяется типом ОУ и сопротивлением резистора R5. Здесь следует упомянуть об одном важном свойстве активного источника тока - способности снижать искажения тока записи, связанного с насыщением магнитопровода головки. Так, в моих экспериментах насыщение головки DYNУ 62 происходило (на частоте 2 кГц) при токе 0,65 мА, а головки ЗД24Н810 - при токе 0,9 мА. Максимальный неискаженный ток записи, создаваемый активным источником тока, на этой частоте был 1,4 мА. Для ЗД24Н810 этот ток сохранялся до частоты 10 кГц, а для DYNУ 62 - до 5 кГц. В случае применения токостабилизирующей RC- цепи ($R=10$ кОм, $C=820$ пФ) эти токи были соответственно равны 0,7 мА и 0,8 мА.

Кроме того, следует учесть, что источник тока на ОУ не вносит искажений ФЧХ, что улучшает переходные процессы записываемых сигналов. В этом и заключается преимущество УЗ №4 перед УЗ №3.

Все вышесказанное иллюстрируется осциллограммами, изображенными на рис.4.13.

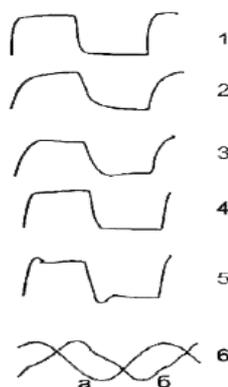


Рис. 4.13 Осциллограммы усилителя на ОУ

На осциллограмме 1 приведена форма выходного сигнала ОУ с линейной АЧХ. В случае применения токостабилизирующего резистора этот сигнал является как бы входным. На осциллограмме 2 изображена форма тока записи при применении в качестве токостабилизирующего резистора $R=20$ кОм. На осц. 3 изображена форма тока при применении RC-цепи ($R=10$ кОм, $C=820$ пФ). Как видно из осциллограмм форма тока записи значительно отличается от требуемой. На осц. 4 приведена форма тока записи в случае применения активного источника тока на ОУ. В этом случае форма тока записи практически совпадает с требуемой. Осц. №5 иллюстрирует влияние емкости кабеля ($C=30$ пФ), подключенного к ГЗ: на фронте сигнала возникает небольшой выброс, дающий на АЧХ тока записи подъем $0,5...1$ дБ на частоте 20 кГц. И, наконец, самая интересная осциллограмма 6, изображающая ток головки (кривая а) и напряжение на ней (б) при достаточно больших токах записи на частоте 2 кГц. Как видно, форма напряжения на головке значительно искажена третьей гармоникой из-за насыщения магнитопровода. Несмотря на это форма тока записи не искажена. Здесь же виден и фазовый сдвиг между током и напряжением на головке, вызванный ее индуктивностью.

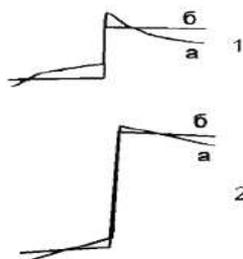


Рис. 4.14 Осциллограмма иллюстрирующая влияние $C1$ в цепи головки записи

На рис.4.14 показано влияние разделительной емкости ($C=1$ мкФ) в цепи головки записи на частоте 30 Гц. На осц.1а показан ток записи при наличии разделительной емкости, а осц.1б - при ее отсутствии. На осц. 2 (рис.4.14) показан тот же случай, но с использованием активного источника тока. Эта осциллограмма дана в большем масштабе, чем осц.1, с тем, чтобы отчетливей была видна разница между сигналами а и б. Также, как и в предыдущем случае сигнал а - при наличии разделительной емкости. В случае применения разделительной емкости активный источник тока также существенно снижает ее влияние на форму тока записи: происходит лишь изменение наклона плоской части прямоугольного импульса, которая остается линейной.

Таким образом УЗ с активным источником тока имеет неоспоримые преимущества перед другими. Необходимость обязательного применения ФП - не столь большая плата за существенное улучшение качества записи, особенно на ВЧ.

Можно предложить установку активного источника тока и в уже существующие УЗ. При этом придется лишь изготовить плату источника тока и установить ФП, если он отсутствует в магнитофоне. ФП следует располагать в непосредственной близости от ГСП с тем, чтобы минимизировать ВЧ наводки на отдельные цепи магнитофона. Кроме того, не требуется переделка коммутации головки с помощью реле, как это имеет место в мостовой схеме. В качестве корректирующего усилителя будет штатный УЗ. Возникающий при этом большой запас по чувствительности можно убрать с помощью простейшего пассивного делителя напряжения, включенного на входе штатного УЗ.

Полная принципиальная схема предлагаемого УЗ приведена на рис.4.15. Несмотря на схожесть предлагаемого УЗ и УЗ в корректирующей части, этот усилитель был разработан задолго до публикации. После публикации возник интерес произвести сравнительную оценку различных УЗ. После проведенных измерений были несколько скорректированы некоторые номиналы в предлагаемом УЗ.

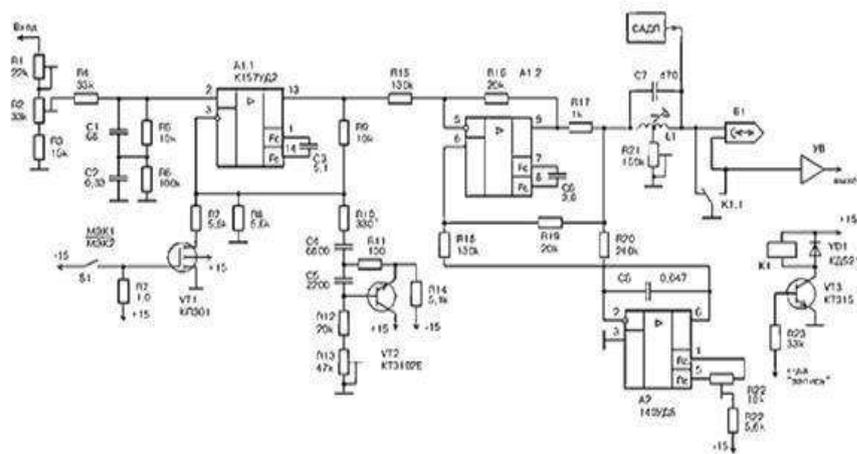


Рис. 4.15 Принципиальная схема УЗЧ

Характерная особенность предлагаемого УЗ - отсутствие конденсаторов в цепи прохождения звукового сигнала, что значительно улучшает ФЧХ на низких частотах, кроме того отсутствуют так называемые «ионные» искажения, свойственные электролитическим конденсаторам. Максимальная чувствительность УЗ 500 мВ. УЗ в современных магнитофонах подключается к выходу компрессора (Dolby, dbx), в котором происходит нередко и усиление сигнала. Для получения номинального уровня записи на частоте 1 кГц на выходе А1.1 требуется напряжение 340 мВ. Так как сам корректирующий усилитель имеет коэффициент усиления на средних частотах порядка 3, то излишняя чувствительность компенсируется ослаблением входного сигнала цепью R4R5R6C1C2. Одновременно этой же цепью формируется АЧХ УЗ на низших частотах (t_2) - элементы R4R5C7. Цепь R4C1C2 является ФНЧ с частотой среза 25 кГц. Резистором R2 производится подстройка чувствительности УЗ под конкретную головку. Резистор R1 служит для калибровки тока записи под конкретную магнитную ленту и устанавливается на лицевой панели аппарата. Применение такой подстройки особенно актуально для компрессорных систем Dolby - C,S и dbx с целью получения единичного коэффициента передачи магнитофона для любых лент и корректной работы компрессоров. Единичный коэффициент передачи в магнитофонах без сквозного канала устанавливается путем пробных записей от специального (нередко встроенного) калибровочного генератора. Пределы регулировки Iз резистором R1: ± 2 дБ; R2: ± 5 дБ. АЧХ УЗ на ВЧ формируется гиратором на VT2, включенным в цепь ООС А1.1. Частота квазирезонанса зависит от резисторов R12R13 и емкостей C4C5. Подстройка частоты квазирезонанса, а, следовательно, и величины подъема АЧХ на f_b магнитофона производится резистором R13. Максимальный подъем ВЧ ограничивается резистором R10. Несмотря на то, что вместо ОУ в гираторе применен транзистор (VT2), он отлично справляется со своей задачей. На ОУ А1.2 собран преобразователь напряжение-ток, о котором уже говорилось выше.

В связи с тем, что в УЗ отсутствуют разделительные конденсаторы, а также тем, что каскад А1.1 имеет усиление и по постоянному току, в схему введен каскад компенсации постоянной составляющей на выходе А1.2 с помощью ОУ А2, эффективно справляющийся даже с весьма значительной постоянной составляющей, могущей возникнуть в предыдущих каскадах. Он производит сравнение потенциала на выходе А1.2 с потенциалом общего провода, и при наличии разности вырабатывает корректирующий сигнал, сводящий эту разность к нулю. В связи с тем, что наличие постоянной составляющей на головке В1 совершенно недопустимо, А2 имеет подстройку смещения (R22), сводящую постоянную составляющую на головке до долей милливольт. Без этой подстройки — это напряжение находится в пределах 5 мВ.

Впрочем, для упрощения УЗ каскад на А2 можно не ставить. При этом исключаются все элементы, относящиеся к А2, нижний вывод R18 присоединяют к общему проводу, а в разрыв провода, идущего к ФП необходимо поставить емкость (1...2.2 мкФ) типа К73-17. Емкость желательно также поставить и на входе УЗ.

В УЗ применен модифицированный фильтр подавления (ФП) см. (Рис.4.16), позволяющий практически полностью подавить основную частоту ГСП.

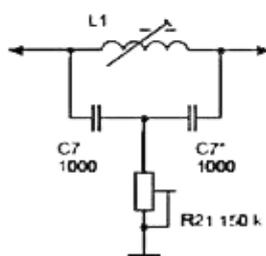


Рис. 4.16 Модифицированный ФП

Его настройка сводится к поочередному вращению подстроечников L1 и R21 до максимального подавления частоты подмагничивания. Если в процессе настройки форма напряжения (на левом выводе L1) будет несимметрична относительно оси X, это верный признак наличия в колебаниях ГСП четных гармоник. В этом случае следует обратить внимание на сам ГСП. Неполное подавление основной частоты может быть в том случае, если напряжение ГСП проникает на вход УЗ каким-то «обходным» путем (например, через паразитные емкости неудачно разведенной печатной платы).

Универсальный усилитель (УУ) выполняет функции УЗ в режиме «запись» и УВ в режиме «воспроизведение». УУ применяют вместе с универсальной головкой. Так как их функции аналогичны функциям

усилителей записи и воспроизведения, то и требования, предъявляемые к ним аналогичны.

Для получения токов подмагничивания (для записывающей головки) и стирания (для стирающей головки) применяют один генератор ультразвуковой частоты, который называется генератором стирания и подмагничивания.

Подмагничивание в магнитной записи применяется для снижения нелинейных искажений сигнала при его записи на магнитный носитель. Ток подмагничивания подается в записывающую головку одновременно с записываемым (полезным) сигналом, с целью вывести магнитный слой ленты из нелинейной области. Возможно подмагничивание как постоянным, так и переменным током.

Основные требования к ГСП: генератор должен быть достаточно мощным;

Обеспечивать создание колебаний симметричной формы.

Во всех современных магнитофонах применяется метод записи с высокочастотным подмагничиванием. Оно оказывает влияние на такие технические параметры конструкции, как полный эффективный частотный диапазон, коэффициент гармоник, неравномерность амплитудно-частотной характеристики и др. Поэтому выбор оптимального тока подмагничивания в магнитофоне становится одной, из ответственных операций.

До недавнего времени в абсолютном большинстве промышленных и радиолобительских разработок ток подмагничивания при регулировке усилителей записи устанавливали фиксированным в зависимости от типа используемой магнитной ленты и в процессе эксплуатации не изменяли.

Но ленты даже одного типономинала, но различного полива, имеют разбросы характеристик. Это свойство предопределяет необходимость введения в магнитофон устройства, позволяющего оперативно подбирать по какому-либо из критериев оптимальный ток подмагничивания для конкретной магнитной ленты, на которую производится запись фонограммы.

Среди известных решений оптимизации тока подмагничивания наиболее часто используют критерий по максимуму отдачи магнитного носителя. При использовании данного метода возникает трудность, заключающаяся в недостаточно резко выраженном максимуме отдачи ленты на низких частотах (обычно 1000 Гц), и поэтому погрешность установки тока подмагничивания оказывает сильное влияние на технические характеристики магнитофона, особенно при низких скоростях движения ленты.

Устройства, реализующие названный метод оптимизации тока подмагничивания, включают в себя генератор частоты 1000 Гц и регулятор дискретного изменения тока подмагничивания.

При данном способе производится ряд пробных записей с различными положениями регулятора. При последующем воспроизведении определяют

максимальную отдачу носителя и соответствующее ей положение регулятора.

Способ довольно трудоемок в части выполнения записи, воспроизведения и анализа фонограммы и требует высокой квалификации оператора.

Усовершенствованной разновидностью названного способа установки оптимального тока подмагничивания стал вариант с анализом сигналов после пробных записей специально разработанным микропроцессором. Такая система применена в магнитофоне "D-5500" (фирма "Hitachi"). Микропроцессор определяет максимальную отдачу ленты при записи частоты 5 кГц, корректирует данные для частоты 1 кГц и обеспечивает изменение тока подмагничивания в соответствии со свойствами ленты через масштабные коэффициенты 1,3; 1,25; 1,11 соответственно для типов лент МЭК I, МЭК II, МЭК III.

К сожалению, и эта система обладает недостатками - пересчет результатов ведет к снижению точности в установке необходимого тока подмагничивания, масштабные коэффициенты не могут учесть качество полива каждой из партий магнитных лент.

В магнитофоне "KD-A8" (JVC) предложена система для установки тока подмагничивания, содержащая встроенные генераторы опорных частот. Эти частоты в виде посылок записываются на одну дорожку, а на другую записывается контрольный сигнал, несущий информацию о положении регулятора тока подмагничивания. Критерий настройки - линейность АЧХ в пределах заданной величины (по ГОСТ неравномерность 3 дБ).

Недостатком данной системы является невозможность использования ее в монофонических конструкциях и необходимость применения специальных схем для формирования контрольного сигнала синхронизации.

Пользование названными системами оптимизации тока подмагничивания удобно в конструкциях магнитофонов со сквозным каналом записи - воспроизведения. Для конструкций магнитофонов с универсальным усилителем манипуляции намного усложняются, так как требуется вначале выполнить запись, затем перемотать рулон ленты в исходное состояние и воспроизвести фонограмму. Оперативность такого способа анализа сигнала невысока.

Ниже предлагается метод создания искусственного сквозного канала записи - воспроизведения для магнитофонов с универсальным усилителем путем использования стирающей магнитной головки в качестве записывающей во время установки фиксированного оптимального тока подмагничивания. Такой метод удастся реализовать даже несмотря на большие потери в стирающей головке. Сигнал, считываемый воспроизводящей головкой, уверенно различим на уровне имеющихся шумов и помех воспроизводящего канала.

Структурная схема устройства реализации метода для одного канала магнитофона показана на рис.4.17. Кроме традиционных узлов универсального тракта - источника питания GB1, входного A1 и оконечного A2 усилителей, универсальной B1 и стирающей B2 магнитных головок, индикатора PA1, переключателя SA1 "Запись-Воспроизведение" - оно содержит управляемый по цепи питания ГСП G1, кнопку SB1 "Установка тока", генератор G2 опорного сигнала 1000 Гц и фильтр-пробку Z1.

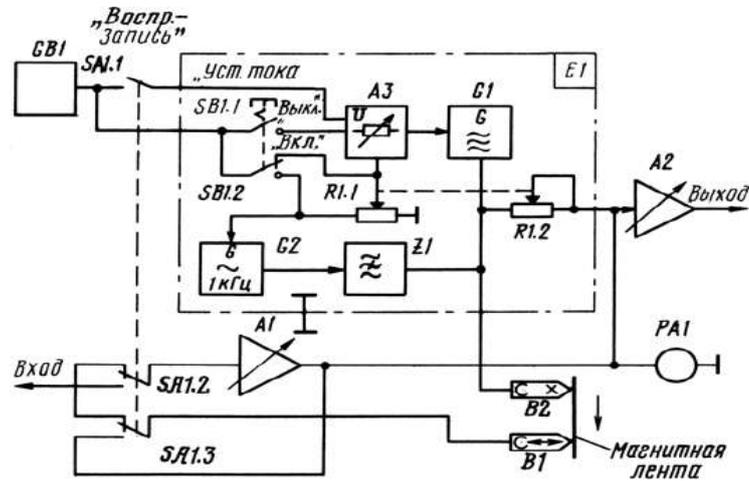


Рис. 4.17 Структурная схема создания искусственного сквозного канала записи - воспроизведения для магнитофонов с универсальным усилителем

Управление генератором G1 по питанию осуществляется регулятором постоянного напряжения A3, его выходное напряжение зависит от положения резистора R1.1. У генератора G1 два выхода: один - для работы на стирающую головку B2, другой через резистор R1.2 - на универсальную головку B1.

Установку оптимального тока подмагничивания производят следующим образом. Магнитофон переключателем SA1 переводят в режим "Воспроизведение" (положение контактов на рис.1). При этом универсальная головка B1 подключена к входу универсального усилителя A1. Для установки тока подмагничивания нужно нажать кнопку SB1, через контакты SB1.1 напряжение питания подается на генератор G1 через регулятор A3 и через SB1.2 - на резистор R1.1 и генератор G2. Так как лентопротяжный механизм транспортирует ленту от головки B2 к B1, а в цепи головки B2 протекает модулированный опорной частотой генератора G2 высокочастотный ток генератора G1, то головка B2 осуществляет запись опорного сигнала на ленту, а головка B1 - воспроизведение его. Уровень воспроизведенного сигнала контролируется индикатором PA1, подключенным к выходу усилителя A1. Регулятором (резистором R1) устанавливают такое напряжение питания генератора G1, при котором воспроизведенный опорный сигнал максимален.

Затем отпускают кнопку SB1. Контакты SB1.1 отключают регулятор АЗ от источника питания GB1, контакты SB1.2 размыкают цепь питания резистора R1.1 и генератора G2. При последующем переводе магнитофона переключателем SA1 в режим "Запись" на генератор G1 через контакты SA1.1 и регулятор АЗ подано почти полное напряжение питания (за вычетом падения напряжения на регулируемом элементе), универсальная головка В1 подключается группой SA1.3 к выходу усилителя А1, а вход усилителя А1 группой SA1.2 подключается к источнику сигнала. При этом ток подмагничивания протекающий в головке В1 зависит от сопротивления резистора R1.2, который регулируется пропорционально R1.1. В предложенном способе оптимизации тока подмагничивания стирание старой фонограммы на ленте не обязательно, так как ток подмагничивания стирающей головки в режиме "Установка тока" достаточно велик. Он фактически является током стирания для старой фонограммы. Принципиальная схема устройства показана на рис.4.18

Она содержит управляемый регулятор постоянного напряжения на активных элементах VT1 и DA1, ГСП (75...85 кГц) на транзисторах VT4, VT5 и генератор опорного сигнала (1 кГц) на транзисторах VT2, VT3.

Управление регулятором постоянного напряжения осуществляется резистором R14 - "Ток подмагничивания" (R14.2), который частью R14.1 является регулятором установки тока подмагничивания. Подстройка пропорциональности токов подмагничивания стирающей и универсальной головок выполняется резистором R1. Резистор R11 - "Ток записи" служит для установки тока записи стирающей головки для различных типов лент. Оси резистора R14 и кнопка SB1 выведены на лицевую панель магнитофона. ГСП и генератор опорного сигнала выполнены по схеме, предложенной в [5], но могут быть использованы и другие схемотехнические решения. Контур L2C12 - фильтр-пробка, предназначена для предотвращения проникновения помех от ГСП в цепи генератора опорного сигнала. Индуктивности L3, L4 - эквиваленты блока универсальных головок В1.

В приведенной схеме переключатель SA1, универсальные усилители А1, А1' (стереофонический канал) и блоки магнитных головок В1, В2 принадлежат конструкции магнитофона, в которую вводится предлагаемое устройство.

Предложенный вариант доработки предназначен для использования в носимых конструкциях магнитофонов с автономным питанием, но может быть применен и для стационарной аппаратуры. Возможен вариант работы с ГСП, имеющемся в магнитофоне.

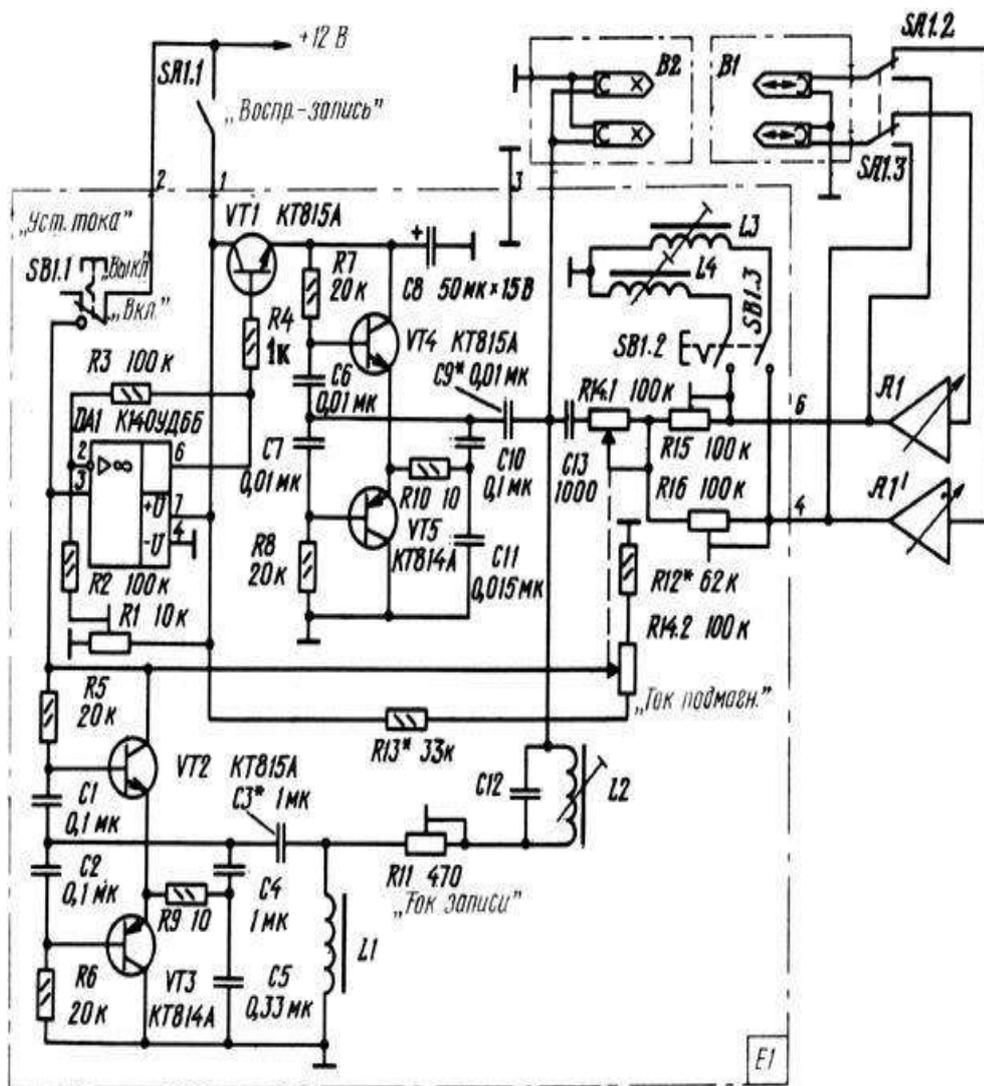


Рис. 4.18 Принципиальная схема оптимизации тока стирания подмагничивания

4.4 Ремонт магнитофонов

Поиск неисправностей в магнитофонах начинают с оценки его работоспособности и правильности функционирования. Первоначально диагностируют исправность *лентопротяжного механизма* в различных рабочих режимах. Неисправности, возникшие в ЛПМ из-за обрыва пассиков, замасливания и проскальзывания фрикционных передач, деформаций рычагов, стоек, осей, изнашивания сопряженных деталей, неисправности механизмов управления и двигателей привода, обнаруживаются при внешнем осмотре.

Определить неисправности в электронном блоке управления можно, контролируя прохождение сигнала управления ЛПМ в блоке управления. Чтобы установить правильно ли функционирует микросхема, используют способ последовательного сравнения напряжений на выводах микросхем с

заведомо исправными. При отсутствии исправного блока необходимо иметь таблицу- выходных параметров микросхем в зависимости от входных. Отсутствие вращения двигателей свидетельствует о неисправности двигателя или схемы его питания. Двигатели ЛПМ в большинстве случаев не ремонтпригодны. В коллекторных двигателях постоянного тока возможна замена щеточного узла. Неисправности электронных схем питания бесконтактных двигателей можно выявить при помощи произведенных последовательных промежуточных измерений.

Неисправность *усилителя записи* заключается в отсутствии или слабом уровне записи фонограммы. Увеличенный уровень нелинейных искажений может быть вызван при исправном усилителе дефектами генератора подмагничивания или его несогласованностью с усилителем записи. Независимо от схемного решения, типов активных элементов (транзисторы, микросхемы) усилителя, поиск неисправности состоит в последовательном контроле прохождения звукового сигнала от входа к выходу. Контроль удобно производить с помощью осциллографа.

Если при записи не стирается старая фонограмма, то может быть неисправен генератор стирания. Исправность генератора определяется осциллографом (по осциллограммам в контрольных точках).

Отсутствие *воспроизведения фонограммы* указывает на неисправность усилителя воспроизведения. Дефект можно обнаружить способом последовательных промежуточных измерений, контролируя прохождение сигнала от входа (магнитной головки) к выходу, а также способом исключений. В последнем случае необходимо подавать испытательный сигнал от генератора звуковой частоты на входы усилительных каскадов в направлении выхода усилителя к его входу.

Поиск неисправностей усилителей стереофонических магнитофонов также проводится описанными способами. Для обнаружения дефекта в одном канале подходит способ сравнения, т. е. напряжения и сигналы дефектного канала сопоставляются с аналогичными параметрами исправного.

Магнитные головки относятся к невосстанавливаемым элементам магнитофонов. Вследствие непосредственного контакта с магнитной лентой, обладающей абразивностью, средний срок службы пермаллоевых головок составляет 2000 ч. Срок службы современных магнитных головок с повышенной износостойкостью увеличился до 5000 ч. К неисправности головок, кроме естественного износа, приводят обрывы катушек, механические повреждения, загрязнения зазора. Последнее вызывает уменьшение уровня высокочастотных составляющих сигнала, искаженное, глухое звучание фонограммы. Неисправность такого типа устраняется очисткой рабочей поверхности головки тампоном со спиртом.

О *неисправности индикатора уровня* записи свидетельствует отсутствие его показаний при записи фонограммы. Дефект может быть

связан с индикатором или цепями его подключения к усилителю. Определить неисправность можно, производя последовательные промежуточные измерения. Для электролюминесцентного индикатора следует учитывать, что дефекты могут возникать в цепях питания индикатора.

Оценка работоспособности *шумоподавителя* производится при прослушивании фонограммы и периодическом включении, и выключении шумоподавителя. Регулировка шумоподавителей возможна с применением звукового генератора, вольтметра переменного напряжения и осциллографа. Последовательно изменяя частоту и уровни входного сигнала, оценивают уровни сигналов на выходе СШП. Лучшего качества настройки шумоподавителей можно достичь, используя для контроля анализатор спектра типа СК4-55 и генератор шума типа Г2-47.

Ухудшение качества записи и воспроизведения фонограмм нередко обусловлено качеством магнитной ленты. Кроме явных дефектов, обрыва ленты, возможно ее коробление, вытягивание, осыпание рабочего слоя. При обрыве ленты ее можно склеить, в остальных случаях необходима замена ленты. При деформации кассеты, увеличении трения рулонов ленты, образовании петель ленты и заеданий кассета подлежит замене. В разборной кассете подобные неисправности могут быть устранены при ремонте.

4.5 Проверка и настройка магнитофонов

Проверку и настройку магнитофонов начинают с ЛПМ и проводят на измерительных лентах. ГОСТ 197-86 регламентирует следующую маркировку измерительных лент. Первая цифра в обозначении указывает ширину ленты в миллиметрах (3-3,81 мм, 6-6,25 мм), далее дается сокращенное наименование - лента измерительная лабораторная (ЛИЛ). Цифра после этих букв указывает на число дорожек магнитофона, следующая за этим буква - на функциональное назначение ленты; последняя цифра означает скорость движения измерительной ленты.

Для измерения коэффициента детонации магнитофонов используют ленты ЗЛИЛ1Д4, БЛИЛ1Д19, БЛИЛ1Д9, БЛИЛ1Д4 с записью на прецизионном ЛПМ тона 3150 Гц±3 % с уровнем записи порядка 25 % от максимального. Для определения параметров каналов воспроизведения и уровня записи двух- и четырехдорожечных магнитофонов предназначены ленты ЗЛИЛ2У4-250, ЗЛ ИЛ2У4-1 60, 6Л ИЛ 4У19-320, БЛИЛ4У19-250, БЛИЛ4У9-250, БЛИЛ4У4-250. Для измерения АХЧ каналов воспроизведения служат ленты ЗЛИЛ244, БЛИЛ4419, БЛИЛ449, БЛИЛ444. Углы перекося рабочих зазоров магнитных головок измеряют с помощью лент ЗЛИЛ2Н, БЛИЛ4Н. Регулировка магнитофонов производится на специальных измерительных технологических лентах (ЛИТ).

Ленты для измерения параметров канала воспроизведения следующие: ЗЛИТ2У4-250, ЗЛИТ2У4-160, БЛИТ4У19-320, БЛИТ4У19-250, БЛИТУ9-250,

БЛИТУ4-250. Для контроля АЧХ каналов воспроизведения и угла наклона магнитных головок служат ленты ЗЛИТ2ЧИ, БЛИТ4ЧВН.

На рис. 4.19 показана структурная схема регулировки СШП.

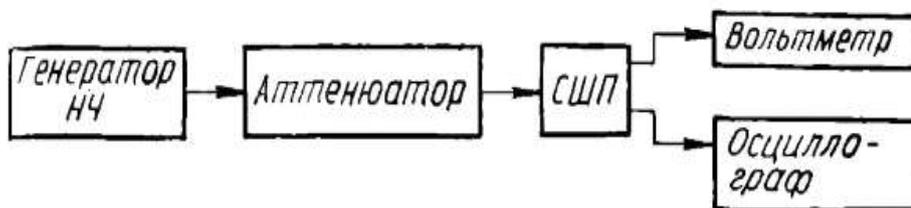
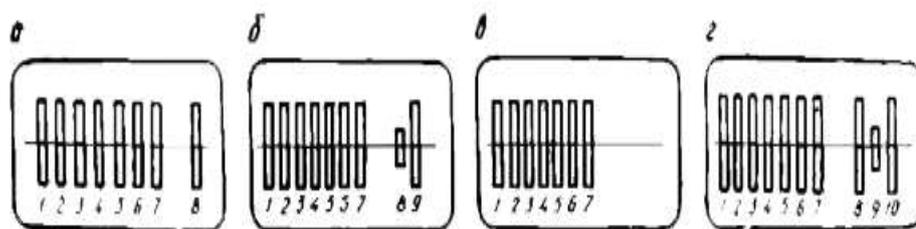


Рис. 4.19 Структурная схема СШП

После устранения неисправностей магнитофон проверяется на соответствие параметров номинальным значениям. Скорость ленты определяется временем прохождения мерного отрезка ленты. Более точный результат получится при применении специальных лент для измерения коэффициента детонации. Подключив к выходу магнитофона электронно-счетный частотомер типа 43-57, определяют частоту основного тона (3150 Гц). Ее отклонение свидетельствует о несоответствии скорости движения ленты номинальному значению. Подключив вместо частотомера детонометр, находят коэффициент детонации. После установления номинальной скорости проверяют силу прижима ленты к тонвалу с помощью динамометра, показания которого фиксируются в момент остановки прижимного ролика. Если в процессе ремонта заменялись магнитные головки, требуется установка их с учетом высоты, наклона и перпендикулярности рабочего зазора. Контроль установки производится по измерительным лентам БЛИТ4ЧВН или ЗЛИТ24Н. Подключив осциллограф к линейному выходу, наблюдают осциллограммы (рис. 4.20).



а) норма; б) ниже нормы; в) выше нормы; г) угле наклона магнитной головки, равным 90°

Рис. 4.20 Осциллограммы установки магнитной головки по высоте

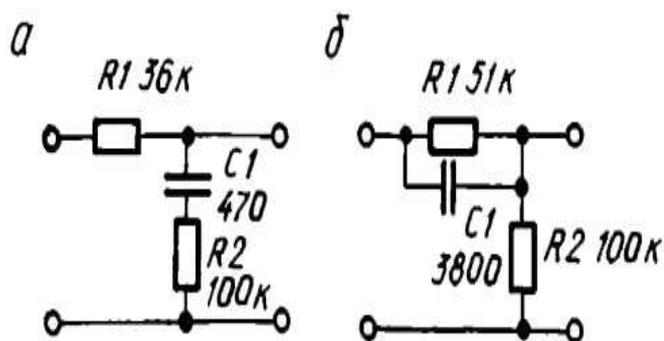
Информация о положении магнитной головки относительно магнитной ленты заключена в амплитудах сигналограмм 8, 9, 10. Если магнитная головка установлена по высоте неверно, то это проявляется в пропадании

сигналограмм 8, 9, 10 (рис. 4.20, в). Если неправилен угол наклона, эти сигналограммы имеют различные амплитуды, отличающиеся от требуемых (рис. 4.20, г).

Приблизительно можно установить высоту и наклон головок по фонограмме, записанной на заведомо исправном магнитофоне. Высота головки определяется по максимуму амплитуды сигнала, наклон - по наилучшему воспроизведению высших частот. Записывающие головки устанавливаются по максимальному уровню воспроизведения при включении сквозного канала, стирающая головка - по минимуму уровня стираемого сигнала тона частотой 2- 4 кГц, записанного с уровнем на 4-6 дБ больше номинального. В кассетных магнитофонах определяется только наклон рабочего зазора, так как положение ленты по высоте фиксируется конструкцией головки.

Проверка и регулировка напряжения на линейном выходе осуществляются при воспроизведении на магнитофоне измерительных лент и измерении напряжения на линейном выходе. При несоответствии выходного напряжения величине (250-500 мВ) регулировкой и настройкой добиваются требуемых показаний. В стереофонических магнитофонах необходима идентичность выходных напряжений обоих каналов.

Проверку и регулировку амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) канала воспроизведения проводят при всех номинальных скоростях с помощью измерительных лент. На этих лентах записываются циклически повторяющиеся тональные послылки с частотами 400, 800, 2000, 4000, 6300, 8000, 12500 Гц для скорости 9,53 см/с. На линейном выходе магнитофона эти послылки имеют вид осциллограмм (см. рис. 4.20). Для проверки АЧХ магнитофона на скоростях 19,05 и 4,76 см/с осциллограф к линейному выходу подключают с соответствующими корректирующими цепочками (рис. 4.21).



Скорость 19,05 см/с (а) и 4,76 см/с (б)

Рис. 4.21 Корректирующие цепочки для снятия АЧХ магнитофона

Относительный уровень помех в канале воспроизведения определяют как отношение напряжения на линейном выходе в режиме воспроизведения

без ленты напряжения при воспроизведении измерительной ленты уровня. Проверка индикатора записи магнитофона осуществляется подачей на вход сигнала частотой 400 Гц и уровнем, при котором стрелка индикатора устанавливается на границе сектора шкалы. Регулятор уровня записи фиксируется на максимальное усиление. Напряжение, измеряемое на линейном выходе при воспроизведении записанной фонограммы, сравнивают с напряжением при воспроизведении измерительной ленты и оценивают правильность показаний индикатора. При значительном расхождении показаний производят корректировку индикатора записи.

Для устранения помех от генератора стирания на усилительные цепи магнитофона настраивают заграждающие фильтры. Подключив вольтметр или осциллограф к выводам магнитной головки вращением сердечника катушки L1 (см. рис. 4.16), можно добиться максимума показаний вольтметра, при этом магнитофон включен в режиме «Запись». В отдельных магнитофонах для удобства установки тока подмагничивания и стирания последовательно с магнитными головками включают специальные измерительные резисторы. В этом случае вольтметр подключается к измерительному резистору и по максимуму показаний настраивается фильтр. Если настройку невозможно осуществить, надо проверить элементы фильтра или измерить частоту генератора стирания. В стереофонических магнитофонах операцию настройки фильтров следует производить несколько раз, так как существует взаимное влияние фильтров из-за общих цепей подключения генератора стирания.

Регулировка тока высокочастотного подмагничивания проводится в соответствии с паспортом на магнитную головку и тип применяемой магнитной ленты. Если тип ленты неизвестен, ток подмагничивания устанавливается в процессе записи сигнала частотой 1000 Гц и уровнем на 20 дБ ниже номинального при различных положениях регулятора тока. Измеряя уровень воспроизводимого сигнала, строят зависимость его от положения регулятора. Оптимальный ток подмагничивания соответствует максимальному уровню воспроизводимого сигнала.

Для контроля АЧХ канала записи - воспроизведения осуществляют запись ряда частот со входным напряжением, уменьшенным на 20 дБ относительно номинального уровня записи, поддерживая при этом входное напряжение постоянным. В процессе воспроизведения измеряют напряжение на линейном выходе и по полученным данным строят АЧХ. Если характеристика не соответствует требованиям, производят регулировку канала.

Уровень гармоник магнитофона контролируют измерителем нелинейных искажений. Относительный уровень стирания (измеряется в децибелах) определяют как отношение напряжений на линейном выходе при воспроизведении размагниченного и неразмагниченного участков записи.

Отметим, что при проведении контрольных и регулировочных работ элементы лентопротяжного тракта магнитофона необходимо размагнитить.

4.6 Видеомагнитофоны

Видеомагнитофон - устройство для записи телевизионного сигнала на магнитную ленту и его последующего воспроизведения. От магнитофона отличается многократно увеличенной полосой записываемых частот и устройством лентопротяжного механизма. Получаемая при помощи видеомагнитофона запись изображения и звука называется видеофонограммой. Возможность записи высокочастотных и импульсных сигналов делает видеомагнитофон пригодным не только для видеозаписи, но и для других прикладных задач, связанных с регистрацией информации. В некоторых иностранных языках катушечные и кассетные видеомагнитофоны называются разными словосочетаниями, например, англ. Video Tape Recorder, VTR - катушечный и англ. Video Cassette Recorder, VCR - кассетный.

Принципы магнитной видеозаписи

Технические характеристики видеосигнала, формирующего телевизионное изображение, накладывают следующие требования на конструкцию электрической и механической частей видеомагнитофона:

- Широкий спектр видеосигнала (5-6 МГц в аналоговых вещательных стандартах) требует высокой скорости движения магнитной ленты относительно магнитных головок. Единственным технически приемлемым решением является размещение головок на барабане, вращающемся с большой скоростью. Магнитная лента огибает барабан и движется относительно медленно. В то же время, за счёт вращения барабана, скорость движения магнитной ленты относительно магнитных головок получается большой, обеспечивая высокую плотность записи и её продолжительность.
- Широкополосный видеосигнал не может быть непосредственно записан на магнитную ленту и записывается с использованием узкополосной частотной модуляции, от параметров которой в конечном счёте зависит чёткость изображения.
- Высокая плотность видеозаписи и необходимость точного соблюдения временных характеристик видеосигнала налагают высокие требования на стабильность движения магнитной ленты в тракте видеомагнитофона. Это отражается в прецизионности изготовления деталей механизма, многократно превосходящей точность лентопротяжного тракта обычного магнитофона. Для компенсации неизбежных отклонений скорости ленты и частоты вращения барабана видео головок используется система автоматической регулировки, получившая название «автотрекинг»

Цифровая видеозапись

Развитие цифровых технологий и цифрового телевидения привело к распространению цифровой видеозаписи, предусматривающей запись на магнитную ленту не аналоговых сигналов, а цифровых данных. Такие форматы наклонно-строчной цифровой видеозаписи стали появляться уже в конце 1980-х годов, но их широкое использование началось только с середины 1990-х годов, ненамного опередив наступление компьютерных технологий, в конце концов вытеснивших магнитную ленту. Использование цифровой записи облегчает её перенос в компьютер и последующий нелинейный монтаж. Однако, главным преимуществом цифровых видеомагнитофонов по сравнению с аналоговыми, особенно важным для телевидения, является возможность многократной перезаписи без накопления искажений. Это необходимо при сложном видеомонтаже и создании спецэффектов. Цифровая видеозапись в большей степени совместима с современным цифровым телевидением, в том числе высокой чёткости.

На рис. 4.22 Показан цифровой видеомагнитофон.

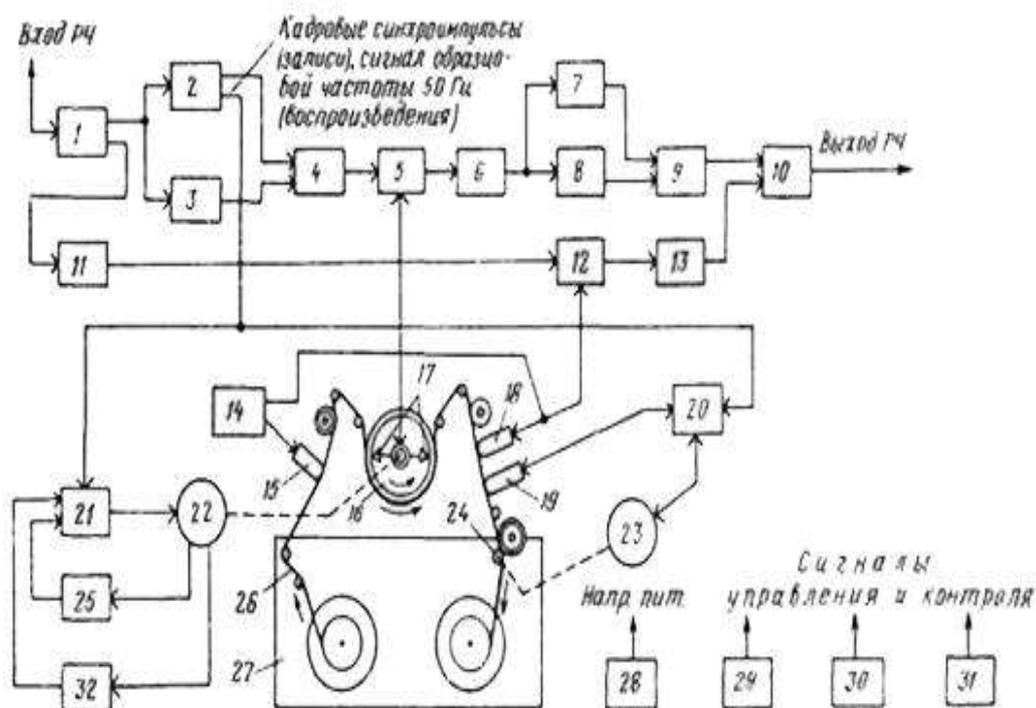


Рис. 4.22 Современный цифровой студийный видеомагнитофон «Panasonic»

В настоящее время на некоторых телестудиях всё ещё используются цифровые кассетные видеомагнитофоны форматов «Betacam SX», «DVCAM», «DVCPRO», а также видеокамеры этих форматов. Однако, в последние годы видеозапись на магнитную ленту быстро вытесняется из телевизионного производства камерами с твердотельными накопителями SxS или других типов, позволяющими оперативно переносить данные в станцию нелинейного монтажа и передавать их по Интернету. Видеомонтаж, выдача и хранение данных происходят при помощи видеосерверов, с оптических дисков или твердотельных накопителей, без применения видеомагнитофонов. Вместе с тем, видеозапись на магнитную ленту считается более надёжной, чем запись на жёсткий диск или твердотельную

память, требующие дорогостоящих технологий резервирования. На ленту данные записываются целиком и не требуют «таблиц расположения», повреждение которых делает запись нечитаемой. Более того, в отличие от цифровой памяти, магнитная лента не требует постоянного наличия электропитания.

На рис. 4.23 приведена структурная схема видеомагнитофона.



1 – радиоприёмное устройство, 2 – канал записи сигнала яркости, 3 – канал записи сигналов цветности; 4, 9 – сумматоры; 5, 12 – коммутаторы; 6 – предварительный усилитель воспроизводимого сигнала; 7 – канал воспроизведения сигнала яркости; 8 – канал воспроизведения сигналов цветности; 10 – радиопередающее устройство; 11 – канал записи звукового сопровождения; 13 – канал воспроизведения звукового сопровождения; 14 – генератор стирания-подмагничивания; 15 – стирающие головки; 16 – БВГ; 17 – видеоголовки; 18 – звуковая головка; 19 – синхроголовка; 20 – САР ведущего вала; 21 – САР БВГ; 22 – двигатель БВГ; 23 – тахогенератор ведущего вала; 24 – блок ведущего вала; 25 – датчик положения ротора БВГ; 26 – магнитная лента; 27 – ЛПМ; 28 – стабилизатор напряжения питания; 29 – блок автоматики; 30 – таймер, 31 – блок коммутации; 32 – датчик сигналов с частотой 25 Гц

Рис. 4.23 - Структурная схема видеомагнитофона

Радиоприёмное устройство 1 выделяет и усиливает сигнал выбранного канала, принятый антенной. Преобразует его в колебания промежуточной частоты изображения и звука.

Детектирует сигналы промежуточной частоты. На выходе приёмного устройства получаем полный цветной телевизионный сигнал изображения (ПЦТС) и сигнал звукового сопровождения.

В канале записи из ПЦТС при помощи фильтров выделяется сигнал яркости и сигнал цветности. АЧХ фильтров изображены на рис. 4.24, где $f_1=3$ МГц, $f_2=3,5$ МГц и $f_3=5,1$ МГц.

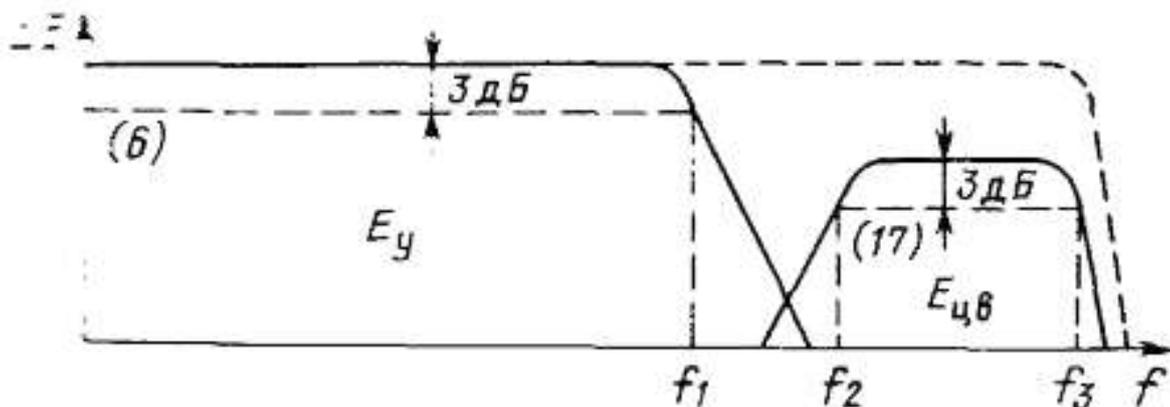


Рис. 4.24 Выделение сигнала яркости и сигнала цветности

Сигнал яркости, полученный на выходе фильтра нижних частот, усиливается, ограничивается, в сигнал вносят предискажения и подают на частотный модулятор.

С выхода частотного модулятора сигнал через фильтр верхних частот подается на сумматор 4.

Сигнал цветности с выхода полосового фильтра поступает на смеситель (или делитель частоты на 4). На второй вход смесителя подается сигнал гетеродина, частота которого 5.06 МГц. ФНЧ, частота среза которого 1.1 МГц, выделяется разностная частота.

Таким образом, поднесущая сигналов цветности переносится на частоту 627 кГц (PAL) (или 1.06 МГц и 1,1 МГц). Преобразованные сигналы цветности подаются на сумматор 4.

Сигнал с выхода сумматора усиливается усилителем записи и поступает на головки [17]

Запись звукового сопровождения осуществляется на отдельные дорожки, расположенные вдоль края ленты, также как в аудиомагнитофонах. При воспроизведении сигналы с головок 17 через коммутатор 5 и усилитель 6 поступают в каналы обработки сигналов яркости 7 и сигналов цветности 8. В канале яркостного сигнала производится компенсация выпадений, ограничение и демодуляция ЧМ сигнала, компенсация предискажений. Далее, сигнал поступает на сумматор 9.

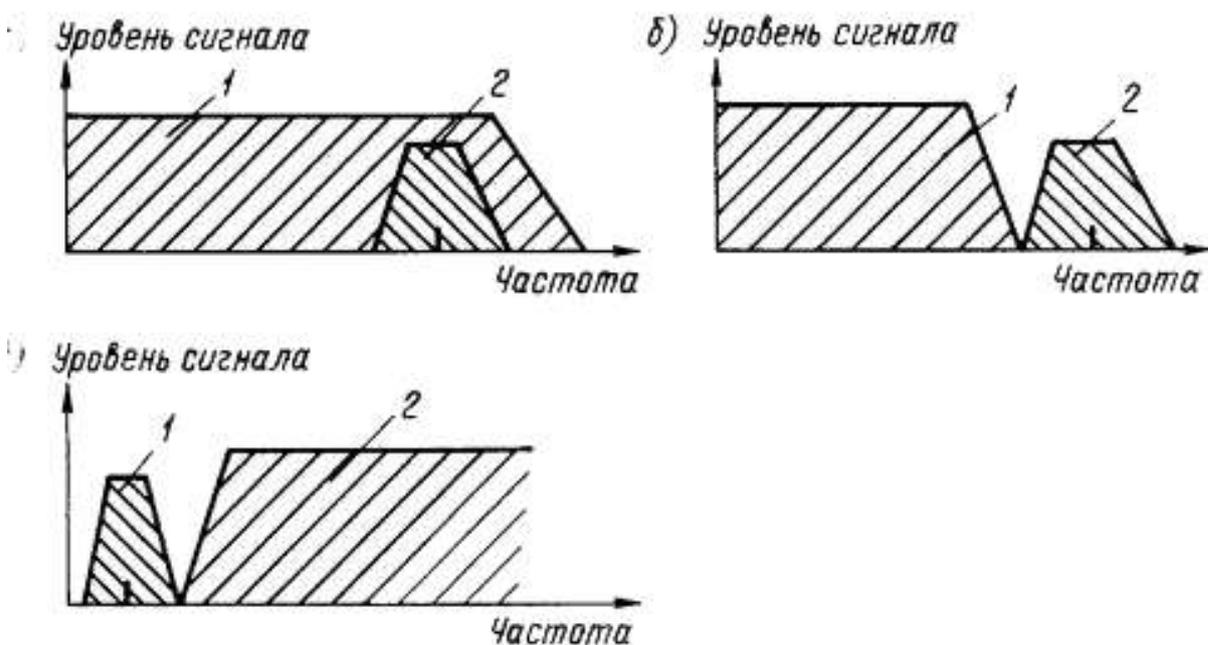
Сигналы цветности выделяются фильтром и подаются на смеситель. На второй вход смесителя поступает сигнал гетеродина. С выхода смесителя сигналы цветности с восстановленной частотой поднесущих поступают на сумматор 9.

ПЦТС с выхода смесителя поступает в радиопередающее устройство 10, где модулирует генератор, работающий на частоте одного из телевизионных каналов. Сюда же поступают сигналы звукового сопровождения. Модулированный сигнал генератора поступает на выход магнитофона.

Работа двигателей блока вращающихся головок 22 и ведущего вала 24 регулируется системами автоматического регулирования САР БВГ 21 и САР ВВ 20.

Видеомагнитофоны снабжаются устройствами автоматики 29 и таймерами 30, которые позволяют осуществлять запись по установленной программе.

На рис. 4.25 показаны спектры сигналов ПЦТС, яркости и цветности.



а) спектр полного цветного телевизионного сигнала (1 – сигнал яркости, 2 – сигнал цветности); б) спектры сигналов яркости (1) и цветности (2) после разделения и ограничения; в) спектр сигнала, поступающего на видеоголовки.

Рис. 4.25 Спектры сигналов ПЦТС

Характерные неисправности видеомагнитофонов:

1. Неисправность: искривление вертикальных линий, перекося изображения сверху.

Возможная причина:

Неправильно установлено натяжение ленты (не каждый производитель осуществляет регулировку натяжения ленты), постоянная времени цепи АПЧ и Ф телевизора (А/V- канала) такова, что не отслеживаются временные искажения строчных синхроимпульсов видеосигнала (см. главу "Подключение телевизора по А/V-каналу к видеомагнитофону"). Возможна неправильная установка направляющих стоек механизма заправки ленты.

Метод устранения:

С помощью измерителя натяжения ленты измерить натяжение магнитной ленты и, при необходимости, подрегулировать. С помощью осциллографа проверить соответствие сигналов управления и обратных связей привода ЛПМ осциллограммам, приведенным в сервисной документации. Проверить установку видеоголовок на барабане (Dihedral) и направляющих стоек.

2. Неисправность: при воспроизведении изображения на экране периодически сверху проходят горизонтальные шумовые полосы (регулятором трекинга полосы перемещаются по вертикали), периодически пропадает звук.

Возможная причина:

Загрязнение ЛПМ, сбита настройка ЛПМ или синхроголовки. Не правильно отрегулирована высота стоек механизма заправки ленты; деформированная лента (волнистость краев). При выпадениях (пропадании) синхроимпульса, считываемого с дорожки управления, шумовые полосы на изображении будут появляться временами, кроме того, в зависимости от степени деформации ленты, может ослабевать сигнал звукового сопровождения.

Метод устранения:

Очистка или механическая юстировка элементов ЛПМ в соответствии с рекомендациями, приведенными в сервисной документации. Использовать новую ленту или провести визуальный осмотр контрольной ленты. Юстировка синхрозвуковой головки; особенно необходима в случаях, когда при воспроизведении старых лент неисправность не наблюдается, а при воспроизведении новых - на экране шумовые полосы.

3. Неисправность: при воспроизведении на экране появляются перемещающиеся снизу шумовые полосы (регулятором трекинга полосы перемещаются по вертикали). Изменяется цветовой тон зеленого цвета (G-Y).

Возможная причина:

Сбита настройка ЛПМ или загрязнение его элементов; неправильно отрегулированы элементы механизма заправки ленты; сбита юстировка синхрозвуковой головки, возможна неисправность самой синхроголовки.

Метод устранения:

Очистка и юстировка частей и элементов ЛПМ согласно сервисной инструкции. Проверить соответствие сигналов в контрольных точках схемы ВМ осциллограммам.

4, 5. Неисправность: фазовый скачок строчного синхронизирующего импульса виден в нижней (4) или верхней (5) части изображения. Возможно, при воспроизведении различных записей, появление этих скачков в результате наложения сигнала встроенного генератора тест- сигнала.

Возможная причина:

Воспроизведение видеофонограммы, записанной на ВМ с неправильной регулировкой САР БВГ; при возникновении этого искажения изображения при воспроизведении собственной записи необходимо проверить настройку скорости вращения БВГ на предмет соответствия ее номинальному значению, а также момент коммутации видеоголовок. **Метод устранения:**

При воспроизведении измерительной магнитной ленты осциллографом проверить и, при необходимости, подрегулировать положение фронта трапецеидального импульса САР БВГ (взаимное положение наклонного фронта трапецеидального импульса и импульса датчика положения БВГ). Момент коммутации ВГ при записи устанавливается согласно сервисной инструкции так, чтобы интервал между фронтом (спадом) импульсов коммутации видеоголовок и началом кадрового синхронизирующего импульса видеосигнала был 5...11 строк.

6. Неисправность: на изображении перемещающиеся по всему экрану горизонтальные шумовые полосы, неустойчивая синхронизация по кадрам (изображение подергивается по вертикали). Регулятором трекинга помехи устранить не удастся.

Возможная причина:

Нарушение юстировки элементов ЛПМ. Сбита установка момента коммутации ВГ (фазовый скачок GAP) (5...11 строк). GAP осуществляется во время кадрового синхронизирующего импульса. Детонация привода ЛПМ либо неисправности в системе трекинга. Неисправность или нарушена регулировка механизма натяжения ленты или прижимного ролика.

Метод устранения:

Контроль положения момента коммутации ВГ (фаза импульсов коммутации видеоголовок, GAP) и, при необходимости, его регулировка. Проверка положения стоек ЛПМ. С помощью осциллографа и частотомера проверить наличие, форму, устойчивость и частоту импульсов датчика положения БВГ. Проверить цепи САР привода ЛПМ. В соответствии с сервисной инструкцией отрегулировать механизм обратного натяжения ленты.

7. Неисправность: контуры изображения раздвоены по всему экрану (смещены друг относительно друга на 10 см по горизонтали), нарушена четкость изображения.

Возможная причина:

Не совпадает время прохождения сигналов яркости и цветности в блоке обработки сигналов.

Метод устранения:

Выравнивание времени прохождения сигналов яркости и цветности линией задержки в канале яркости. Омметром проверить линию задержки.

8. Неисправность: изображение воспроизводится с малой яркостью и неестественной перенасыщенной окраской.

Возможная причина:

Отсутствует сигнал яркости на выходе УПЧИ в режиме записи. Неисправны цепи обработки сигнала яркости в режиме записи или воспроизведения. Амплитуда сигнала ниже номинального значения.

Метод устранения:

С помощью осциллографа проследить прохождение ПЦТС по цепям канала яркости.

9. Неисправность: есть черно- белое, нет цветного изображения. Или черно-белое изображение воспроизводится с сильными цветовыми помехами.

Возможная причина:

Запись сделана при выключенном канале цветности. Неисправности цепей прохождения сигнала цветности, ключевого каскада вспышки, преобразователей частот, генератора поднесущей 4.43 Мгц. Величина тока записи сигнала цветности не соответствует номинальному значению. Нарушена совместимость (азимутальные углы наклона ВГ не совпадают с углами наклона ВГ другого ВМ, на котором была сделана запись, при этом своя запись воспроизводится с цветом). Наложение пульсаций напряжения питания на несущую частоту. Неисправна или нарушена настройка схемы опознавания системы кодирования цвета.

Метод устранения:

С помощью цифрового частотомера и осциллографа проверить сигналы генератора поднесущей (FFTO) И вспомогательного генератора (FNZ), сигнал на выходе основного преобразователя (FN), преобразованный перенесенный в НЧ область сигнал цветности (FNT) И сигнал цветности ПЦТС (FAT) В режимах записи и воспроизведения. Проверить стабильность напряжения питания канала цветности и РЧ преобразователя. При наличии пульсаций или помех в шине питания отфильтровать их с помощью конденсатора емкостью 0,1 мкф. Проконтролировать наличие сигналов в контрольных точках схемы опознавания.

4.7 Системы видеонаблюдения

Система видеонаблюдения (закрытые системы кабельного телевидения, CCTV) - система аппаратно-программных средств, предназначенная для осуществления видеонаблюдения.

Локальная система - система, область действия и применения которой ограничена географически территорией здания, предприятия, организации и т. п. Централизованная система имеет один центр и некоторое количество видеокамер. Децентрализованная система представляет себя как совокупность нескольких централизованных, объединенных логически в одну структуру, но физически разделенных и способных функционировать независимо. Наибольшее распространение получили стандарты ONVIF и PSIA.

Основные характеристики систем:

- разрешение изображения: для охранных систем зачастую: 360x288, 640x480, 720x576 (для аналоговых камер стандарта PAL) и до 2560x1944 для IP камер и AHD камер видеонаблюдения.

- угол обзора: показывает, какая площадь территории будет охвачена при видеонаблюдении. Зависит от размера матрицы и фокусного расстояния камеры.

- скорость смены кадров: варьируется в широких пределах, в зависимости от основных задач системы, для охранных систем значение зачастую равно 6 кадрам/сек. Максимальное количество для сигналов PAL - 25 к/с NTSC - 30 к/с;

- глубина видеоархива - данный параметр зависит от объема используемых жестких дисков для хранения записи, в системах видеонаблюдения используют жесткие диски 3,5";

- возможность настройки автоматического сохранения определенных моментов и оповещения пользователя;

- наличие дополнительных средств автоматизации на основе видеоанализа.

Виды камер для систем видеонаблюдения.

Видеокамеры, работающие по стандартам HD-TVI, HD-CVI, AHD и HD-SDI. Данные камеры имеют более высокое разрешение записи, по сравнению с аналоговыми камерами, для передачи сигнала от видеокамеры до записывающего устройства используют коаксиальный кабель, чем облегчают замену аналоговых камер на более современные.

Аналоговые камеры. С 2016г. производство данных камер резко сократилось, благодаря появлению AHD видеокамер, которые в полном объеме могут заменить аналоговые камеры.

IP-камеры - наиболее технологичные и функциональные устройства. Для передачи сигнала используется локальная сеть, позволяют производить видеоаналитику получаемого изображения.

Цифровые системы видеонаблюдения предназначены для обеспечения безопасности на больших объектах, так как цифровые видеокамеры обеспечивают более четкую «картинку». Камеры имеют блок цифровой обработки сигнала и встроенный веб-сервер, изображение передается по LAN/WAN и беспроводным сетям.

Цифровая система видеонаблюдения:

- обеспечивает высокое качество воспроизводимой видеозаписи;
- высокую скорость доступа к видеоархиву;
- возможность цифрового увеличения и масштабирования любого кадра;
- мгновенный поиск и просмотр видеозаписи по камере, дате и времени;
- возможность интеграции с другими компьютерными системами безопасности;
- легкая и недорогая трансляция видеоархивов по каналам связи (Интернет и пр.);
- возможность отправки тревожных сообщений по электронной почте и SMS;
- возможность экспорта видеoinформации на совместимые внешние носители.

Цифровые системы видеонаблюдения.

Очень важным преимуществом цифровых систем является возможность создания на их основе интегрированных систем безопасности. Такие комплексы фиксируют, записывают и обрабатывают информацию, поступающую от видеокамер, считывателей системы контроля доступа, охранных и пожарных датчиков.

Главная отличительная черта комплексных сетевых систем безопасности – умение самостоятельно реагировать на сигналы тревоги и самопрограммироваться на защиту охраняемого объекта в автономном режиме или по указанию оператора системы.

Преимущества цифровых систем видеонаблюдения:

- Первое и самое важное преимущество – масштабируемость. Архитектура IP-систем предполагает возможность беспрепятственного подключения новых устройств. При этом количество элементов распределенных систем ограничивается только производительностью видеосервера, который всегда может быть заменен более мощным и многофункциональным.
- Второе, также немаловажное преимущество – возможность подключения абсолютно разных устройств. В состав одной системы могут входить камеры различных типов (аналоговые, цифровые, цифровые с регистратором), любое количество мониторов разных поколений, персональные компьютеры и консоли управления. Устойчивость таких разномастных систем достаточно высока.

- Третье преимущества систем видеонаблюдения, основанных на сетевом протоколе – возможность удаленного управления и возможность управления при помощи программных средств – тесно взаимосвязаны. Дело в том, что информация, полученная видеосервером, может быть обработана им же в автоматическом режиме (проверка движения, распознавание номеров автомобилей), либо отправлена в любую точку мира посредством сети Интернет. Такой «программно-удаленный» подход позволяет настроить IP-системы под любые, самые экзотические потребности.

Распределенная система видеонаблюдения на основе ip-видеосерверов.



Рис. 4.26 Распределенная система видеонаблюдения на основе ip-видеосерверов.

Распределенная система видеонаблюдения (рис. 4.26) включает до 500 каналов для видеокамер, IP-видеосерверы, до 5 VGA-мониторов, программное обеспечение CMS и RMS (Central Management System, Remote Management System). Видеосерверы имеют сетевой порт для подключения к сети Ethernet, посредством которой они подключены к CMS, и аналоговые входы для подключения видеокамер. Цифровые видеосерверы представлены компанией Inter-M (NVT-101/201 и INS-01/04).

Система позволяет отображать на одном мониторе до 100 видеоканалов, осуществлять запись на жесткие диски сервера видеоизображения автономных видеорегистраторов, IP видеосерверов.

Система осуществляет автоматическую проверку наличия подключения по сети, статус жестких дисков для записи, ведет журнал событий, детектирование движения, потерю видеосигнала, отображение режимов работы для каждого канала (например, активизацию записи). Программное обеспечение позволяет управлять поворотными устройствами и трансфокаторами установленных видеокамер благодаря встроенному виртуальному системному контроллеру.

Применяемые в системе видеокамеры имеют композитный аналоговый видеовыход. Для удобства работы оператора для каждого видеовхода задается индивидуальный идентификатор ID, который выводится на монитор вместе с изображением.

Распределенная система позволяет централизованно контролировать и осуществлять запись изображений от камер, которые находятся на достаточно большом удалении друг от друга (в разных районах города или в разных городах). Применение видеосерверов или видеорегистраторов, которые позволяют передавать изображение по сети Ethernet, обеспечивает наблюдение и мониторинг сразу нескольких крупных объектов, на которых могут быть установлены и локальные системы видеонаблюдения.

Неисправности систем видеонаблюдения. Методы ремонта.

1. Нет изображения на мониторе, видеорегистратор самопроизвольно перезагружается или выключается.

Способы выявления или устранения поломки:

Проверить работу блока питания видеорегистратора. Обычно он имеет 12 В, 3-5 А, проверить работу питающего блока на другом устройстве, при возможности заменить блок питания. Одна из самых распространенных неисправностей систем видеонаблюдения - выход из строя блока питания видеорегистратора. По внешним признакам (свечение индикатора) блок питания будет давать информацию о исправности, но по факту не выдавать нужного напряжения или силы тока, и его мощности будет недостаточно, для запуска и работы с системой.

Переподключите монитор к регистратору. Проверьте работу монитора на другом устройстве (компьютере, ноутбуке).

2. Видеорегистратор начинает "тормозить", видео идет урывками, перемещение по меню осуществляется с большой заторможенностью (задержкой).

Способы выявления или устранения поломки:

- Проверить исправность жесткого диска (который установлен внутри устройства).
- Перезагрузить систему, зайти в меню видеорегистратора «жесткий диск» и посмотреть его статус (состояние).
- При необходимости: отформатировать жесткий диск.

3. Одна из камер перестала показывать или наблюдается ухудшение качества изображения.

Способы выявления или устранения поломки:

- Проверить наличие питания со стороны камеры.
- Проверить разъемы со стороны регистратора и камеры.
- Прозвонить кабельную трассу тестером.
- Переподключить камеру на другой канал.
- Перезагрузить видеокамеру и регистратор.

4. Не работает мобильное приложение для удаленного просмотра видеонаблюдения через интернет.

Способы выявления или устранения поломки:

- Не работает интернет.
- Плохая связь оператора.
- Перегревается модем и теряет сеть оператора.
- Облачный сервис - перегружен, обновляется и недоступен.

Причины, приводящие к неисправности систем видеонаблюдения:

1. Неисправность блоков питания видеорегистраторов и камер видеонаблюдения. Часто причиной неисправностей являются скачки напряжения в сети питания. В результате таких воздействий происходит выгорание цепей или проводников печатных плат, разрушение электрорадиоэлементов из-за теплового пробоя.

2. Неисправность камер видеонаблюдения. Чаще является следствием скачков напряжения сети, заводской брак выявляется в первый месяц работы оборудования.

3. Не квалифицированный монтаж и проектирование систем видеонаблюдения. Недостаточная герметизация уличных видеокамер в местах коммутации. Использование заведомо некачественного оборудования или неудовлетворяющего нужным требованиям, например, размещение на улице купольных внутренних камер.

Практические работы:

1. Проверка и настройка ЛПМ.
2. Замена и установка УГ.
3. Замена двигателя, регулировка скорости движения ленты.
4. Техническое обслуживание ЛПМ.
5. Проверка и настройка каналов «Воспроизведение» и «Запись».
6. Замена и установка видеоголовок на БВГ.
7. Регулировка натяжения ленты в видеомагнитофоне.
8. Установка и регулировка видеокамеры.

Вопросы для самоконтроля:

1. Приведите классификацию магнитофонов.
2. Назовите основные функциональные узлы магнитофона.
3. Какие основные функции выполняет магнитофон?

4. Поясните принцип магнитной записи сигнала.
5. Перечислите основные технические характеристики магнитофона.
6. Какие факторы определяют качество магнитной записи.
7. Какова структура построения магнитофонов?
8. Каковы особенности усилителей воспроизведения и записи?
9. Какие характерные дефекты ЛПМ и причины этих дефектов?
10. Перечислите характерные неисправности электрической части магнитофонов.
11. Каковы методы проверки и настройки ЛПМ?
12. Поясните порядок и методы проверки и настройки каналов «Воспроизведение» и «Запись».
13. Назовите основные функциональные узлы видеомагнитофона.
14. Какой метод записи применяется в магнитофоне?
15. Перечислите основные преимущества цифрового магнитофона.
16. Назовите назначение системы видеонаблюдения.
17. Перечислите видеокамеры, применяемые в системах видеонаблюдения, дайте им характеристику.
18. Дайте краткую характеристику цифровой системы видеонаблюдения.
19. Перечислите преимущества цифровых систем видеонаблюдения.

Вывод:

Изучив данную главу студенты – смогут выполнять все виды ремонтов аппаратуры рассмотренной в этом разделе, будут владеть понятиями и терминами необходимыми для ремонта и обслуживания магнитофонов, видеомагнитофонов и систем видеонаблюдения. Получат практические навыки ремонта и обслуживания магнитофонов, видеомагнитофонов и систем видеонаблюдения. Студенты будут уметь «читать» схемы, иметь представление о назначении и принципе действия аппаратов на основе технической документации, поставляемой с аппаратами и искать отсутствующую информацию в интернете.

Обучающиеся в полной мере овладеют знаниями о принципе работы отдельных компонентов в электрических схемах, овладеют приемами демонтажа и монтажа радиоэлементов, а также методами их проверки.

Профессиональные термины, описанные в этом модуле:

Лентопротяжный механизм (ЛПМ) - предназначен для перемещения магнитной ленты.

Входное устройство (ВУ) – устройство на которое подаются сигналы звуковых частот.

Универсальный усилитель (УУ) – усилитель «записи и воспроизведения»

Генератор стирания и подмагничивания (ГСП). – обеспечивает током подмагничивания (ГУ) и током стирания (ГС) в режиме «запись».

Магнитная головка стирания (ГС) - стирает старую запись в режиме запись.

Универсальная магнитная головка (ГУ) – работает как записывающая, так и воспроизводящая.

Генератор звуковых частот (ГЗЧ) – вырабатывает сигналы звуковой частоты.

Блок видеоголовок (БВГ) – видеоголовки, размещенные на вращающемся барабане.

Система автоматического регулирования (САР) – регулирует, частоту вращения барабана с ВГ; скорости движения и положения ленты; натяжение ленты.

Список рекомендуемой литературы

1. П. И. Мисюль «Техническое обслуживание и ремонт бытовой радиоаппаратуры», спецтехнология, «Вышэйшая школа» Минск 2006.
2. П. И. Мисюль «Ремонт, настройка и проверка радиотелевизионной аппаратуры», специальная технология, «Вышэйшая школа» Минск 2007.
3. П. И. Мисюль «Ремонт, настройка и проверка телевизионной аппаратуры», производственное обучение, «Вышэйшая школа» Минск 2008.
4. А. Е. Пескин А.А.Коннов «Зарубежные видеомэгнитофоны и видеоплееры» Ремонт «Солон-Пресс» Москва 2003.
5. А.Е. Пескин «Обслуживание и ремонт систем видеонаблюдения» учебное пособие ООО «НТЦ Система» Москва 2010.

5. ПРОВЕРКА И НАСТРОЙКА РАДИОПРИЕМНЫХ И ПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ.

Содержание

Краткий обзор модуля	158
5.1 Общие сведения о радиоприемных и передающих устройствах	158
5.2 Электрическая часть радиоприемных и передающих устройств	160
5.3 Настройка и проверка радиоприемных и передающих устройств	173
5.4 Ремонт радиоприемных и передающих устройств	178
Практические работы	180
Вопросы для самоконтроля	180
Краткие выводы	180
Профессиональные термины	181

В результате изучения данного модуля студенты смогут:

1. Производить измерения режимов работы транзисторов;
2. Производить проверку усилителя радиочастоты, усилителя промежуточной частоты, схемы управления, передающего усилителя в радиоприемных и передающих устройствах.
3. Выявлять и устранять неисправности в антенных устройствах, усилителях радиочастоты, промежуточной частоты, передающем усилителе, демодуляторе частоты, усилителе звука;
4. Производить настройку радиоприемных и передающих устройств;
5. Осуществлять коммутацию радиоприемных и передающих устройств, с другими видами аппаратуры.

Совокупность технических средств, предназначенных для передачи сообщений от источника к потребителю, называется системой связи. Любая система связи включает в себя передающее и приёмное устройство и физическую среду, по которой передаются электрические сигналы передаваемого сообщения.

5.1 Общие сведения о радиоприемных и передающих устройствах

Радиоприёмник (сокр. *приёмник*, разг. *радио*)- устройство, соединяемое с антенной и служащее для осуществления радиоприёма, то есть для выделения сигналов из радиоизлучения.

Под радиоприёмным устройством понимают радиоприёмник, снабженный антенной, а также средствами обработки принимаемой информации и воспроизведения её в требуемой форме (визуальной, звуковой, в виде печатного текста и т. п.). Во многих случаях антенна и средства воспроизведения конструктивно входят в состав радиоприёмника.

Радиоприёмное устройство выполняет пространственную и поляризационную селекцию радиоволн и их преобразование в электрические радиосигналы (напряжение, ток) с помощью антенны, преобразование по частоте, выделение полезного радиосигнала из совокупности других (мешающих) сигналов и помех, действующих на выходе приёмной антенны и не совпадающих по частоте с полезным сигналом, усиление, преобразование полезного радиосигнала к виду, позволяющему использовать содержащуюся в нём информацию. Формально радиоприёмные устройства относят к радиостанциям, хотя такая классификация редко встречается на практике.

Радиоприёмные устройства делятся по следующим признакам:

- по основному назначению: радиовещательные, телевизионные, связные, пеленгационные, радиолокационные, для систем радиоуправления, измерительные и др.;
- по роду работы: радиотелеграфные, радиотелефонные, фототелеграфные и т. д.;
- по виду модуляции, применяемой в канале: амплитудная, частотная, фазовая, однополосная (разные виды), импульсная (разные виды);
- по диапазону принимаемых волн,
- по принципу построения приёмного тракта: детекторные, прямого усиления, прямого преобразования, регенеративные, сверхрегенераторы, супергетеродинные с однократным, двукратным или многократным преобразованием частоты;
- по способу обработки сигнала: аналоговые и цифровые;
- по применённой элементной базе: на кристаллическом, ламповые, транзисторные, на микросхемах;
- по исполнению: автономные и встроенные (в состав др. устройства);
- по месту установки: стационарные, бортовые, носимые;
- по способу питания: сетевое, автономное или универсальное.

Радиопередатчик (радиопередающее устройство) - электронное устройство для формирования радиочастотного сигнала, подлежащего излучению.

Радиопередатчик обладает способностью самостоятельно генерировать переменный ток радиочастоты, который с помощью фидера подводится к передающей антенне, которая, в свою очередь, излучает радиоволны

Радиопередатчики, помимо их использования в радиовещании, являются необходимой составной частью многих электронных устройств, которые обмениваются информацией друг с другом по радио, например, мобильные телефоны, беспроводные компьютерные сети, Bluetooth-совместимые устройства, рации на самолётах, кораблях и космических радиолокационных установках, а также навигационные маяки.

Самостоятельно радиопередатчики используются в тех областях, где не нужен приём информации в месте её передачи - сигналы точного времени, разнообразные навигационные радиомаяки для определения местоположения объектов, многопозиционная радиолокация, радиовещание, дистанционное управление и телеметрия.

Передатчики классифицируют по назначению, диапазону волн, излучаемой мощности, виду модуляции сигналов, виду излучения и условиям эксплуатации.

5.2 Электрическая часть радиоприемных и передающих устройств

Супергетеродинный радиоприёмник (супергетеродин) - один из типов радиоприёмников, основанный на принципе преобразования принимаемого сигнала в сигнал фиксированной промежуточной частоты (ПЧ) с последующим её усилением. Основное преимущество супергетеродина перед радиоприёмником прямого усиления в том, что наиболее критичные для качества приёма части приёмного тракта (узкополосный фильтр, усилитель ПЧ и демодулятор) не должны перестраиваться по частоте, что позволяет выполнить их со значительно лучшими характеристиками.

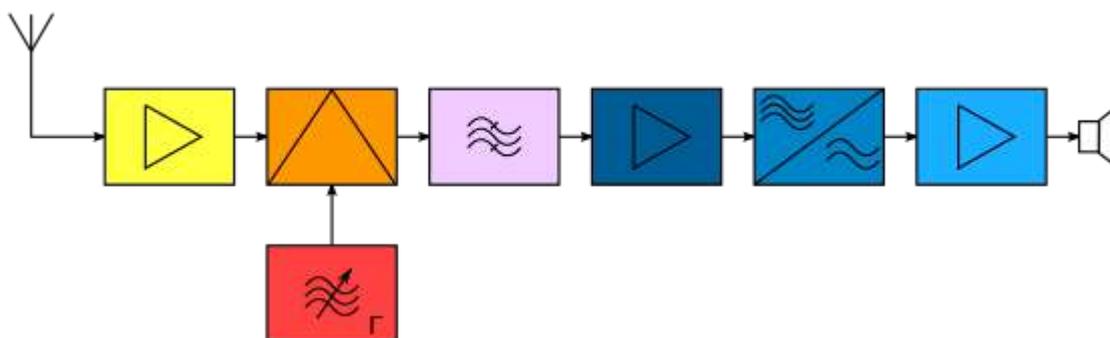


Рис.5.1 Антенна, Усилитель радиочастоты, Смеситель, Фильтр промежуточной частоты, Усилитель промежуточной частоты, Детектор, Усилитель звуковой частоты Гетеродин.

Упрощённая структурная схема супергетеродина с однократным преобразованием частоты показана на рисунке. Радиосигнал из антенны подаётся на вход усилителя высокой частоты (в упрощённом варианте он может и отсутствовать), а затем на вход смесителя - специального элемента с двумя входами и одним выходом, осуществляющего операцию преобразования сигнала по частоте. На второй вход смесителя подаётся сигнал с локального маломощного генератора высокой частоты - гетеродина. Колебательный контур гетеродина перестраивается одновременно с входным контуром смесителя (и контурами усилителя ВЧ) – обычно конденсатором

переменной ёмкости (КПЕ), реже катушкой переменной индуктивности (вариометром, ферровариометром) [18]. Таким образом, на выходе смесителя образуются сигналы с частотой, равной сумме и разности частот гетеродина и принимаемой радиостанции. Разностный сигнал постоянной промежуточной частоты (ПЧ) выделяется с помощью полосового фильтра и усиливается в усилителе ПЧ, после чего поступает на демодулятор, восстанавливающий сигнал низкой (звуковой) частоты.

Преимущества:

- Высокая чувствительность. Супергетеродин позволяет получить большее усиление по сравнению с приёмником прямого усиления. В супергетеродинах основное усиление осуществляется на промежуточной частоте, которая, как правило, ниже частоты приёма; чем ниже частота сигнала, тем проще построить для него устойчивый усилитель с большим коэффициентом усиления.
- Высокая избирательность, обусловленная фильтрацией сигнала в канале ПЧ. Фильтр ПЧ можно изготовить со значительно более высокими параметрами, так как его не нужно перестраивать по частоте. Например, широко используют кварцевые, пьезокерамические и электромеханические фильтры сосредоточенной селекции, а также фильтры на поверхностных акустических волнах. Они позволяют получить сколь угодно узкую полосу пропускания с очень большим подавлением сигналов за её пределами.
- Возможность принимать сигналы с модуляцией любого вида, в том числе с амплитудной манипуляцией (радиотелеграф) и однополосной модуляцией.

Недостатки:

Наиболее значительным недостатком является наличие так называемого *зеркального канала приёма* - второй входной частоты, дающей такую же разность с частотой гетеродина, что и рабочая частота. Сигнал, передаваемый на этой частоте, может проходить через фильтры ПЧ вместе с рабочим сигналом.

Например, пусть приёмник с ПЧ 6,5 МГц настроен на радиостанцию, передающую на частоте 70 МГц, и частота гетеродина равна 76,5 МГц. На выходе фильтра ПЧ будет выделяться сигнал с частотой $76,5 - 70 = 6,5$ МГц. Однако, если на частоте 83 МГц работает другая мощная радиостанция, и её сигнал сможет просочиться на вход смесителя, то разностный сигнал с частотой $83 - 76,5 = 6,5$ МГц не будет подавлен, попадёт в усилитель ПЧ и создаст помеху. Величина подавления такой помехи (избирательность по зеркальному каналу) зависит от эффективности входного фильтра и является одной из основных характеристик супергетеродина.

Помехи от зеркального канала уменьшают двумя путями. Во-первых, применяют более сложные и эффективные входные полосовые фильтры, состоящие из нескольких колебательных контуров. Это усложняет и

удорожает конструкцию, так как входной фильтр нужно ещё и перестраивать по частоте, притом согласованно с перестройкой гетеродина. Во-вторых, промежуточную частоту выбирают достаточно высокой по сравнению с частотой приёма. В этом случае зеркальный канал приёма оказывается относительно далеко по частоте от основного, и входной фильтр приёмника может более эффективно его подавить. Иногда ПЧ даже делают намного выше частот приёма (так называемое «преобразование вверх»), и при этом ради упрощения приёмника вообще отказываются от входного полосового фильтра, заменяя его неперестраиваемым фильтром нижних частот. В высококачественных приёмниках часто применяют метод двойного (иногда и тройного) преобразования частоты, причём, если первую ПЧ выбирают высокой по описанным выше соображениям, то вторую делают низкой (сотни, иногда даже десятки кГц), что позволяет более эффективно подавлять помехи от близких по частоте станций, то есть повысить избирательность приёмника по соседнему каналу. Подобные приёмники, несмотря на достаточно высокую сложность построения и наладки, широко применяются в профессиональной и любительской радиосвязи.

Кроме того, в супергетеродине возможен паразитный приём станций, работающих на промежуточной частоте. Его предотвращают экранированием отдельных узлов и приёмника в целом, а также применением на входе фильтра-пробки, настроенного на промежуточную частоту.

В целом супергетеродин требует гораздо большей тщательности в проектировании и наладке, чем приёмник прямого усиления. Приходится применять довольно сложные меры, чтобы обеспечить стабильность частоты гетеродинов, так как от неё сильно зависит качество приёма. Сигнал гетеродина не должен просачиваться в антенну, чтобы приёмник сам не становился источником помех. Если в приёмнике больше одного гетеродина, существует опасность, что биения между какими-то из их гармоник окажутся в полосе звуковых частот и дадут помеху в виде свиста на выходе приёмника.

С этим явлением борются, рационально выбирая частоты гетеродинов и тщательно экранируя узлы приёмника друг от друга.

Современное телекоммуникационное оборудование в частности приёмники, конструируются по комбинированной схеме, состоящей из аппаратной части и программной части, что соответствует концепции SDR. Программная реализация основных функций приёмника позволяет внедрять новые алгоритмы цифровой обработки сигналов (ЦОС) и расширять функциональные возможности SDR приёмников. На рис. (5.2) изображена идеализированная схема приёмника отражающая его основной принцип – минимальное количество аппаратных модулей. Однако на практике по ряду причин применяются более сложные схемы. телекоммуникационное оборудование работает в различных условиях, часто передаваемые сигналы подвергаются различным искажениям (атмосферные помехи, многолучевое распространение сигналов), в тоже время современные мобильные стандарты

предъявляют жесткие требования к качеству сигнала. Существует противоречие между жесткими требованиями к качеству принимаемого сигнала и реальными сигналами, поступающими на вход приемника, что может привести к ухудшению качества принятого сигнала. Для компенсации этих изменений необходимо иметь возможность оперативного управления амплитудой и фазой сигнала гетеродина, что проблематично при его аппаратной реализации.

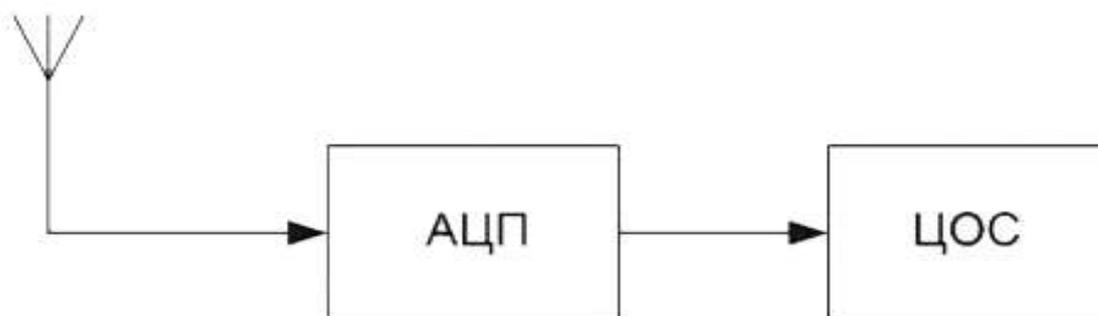


Рис.5.2 Идеализированная схема SDR приемника.

Зачастую схема идеализированного приемника не применяется на практике, так как намного легче провести некоторую предварительную обработку сигнала аппаратными средствами (в основном усилители, полосовые фильтры(ПФ), фильтры нижних частот(ФНЧ), перед подачей на АЦП. Концепция SDR достаточно нова, не существует единой стандартной схемы построения программного приемника.

SDR приемники могут быть построены по схеме прямого преобразования (рис.5.3) или по схеме промежуточной частотой (супергетеродинный приемник), каждая схема имеет свои достоинства и недостатки. Основные преимущества приемника прямого преобразования – простота и отсутствие побочных каналов, возникающих при наличии промежуточной частоты.

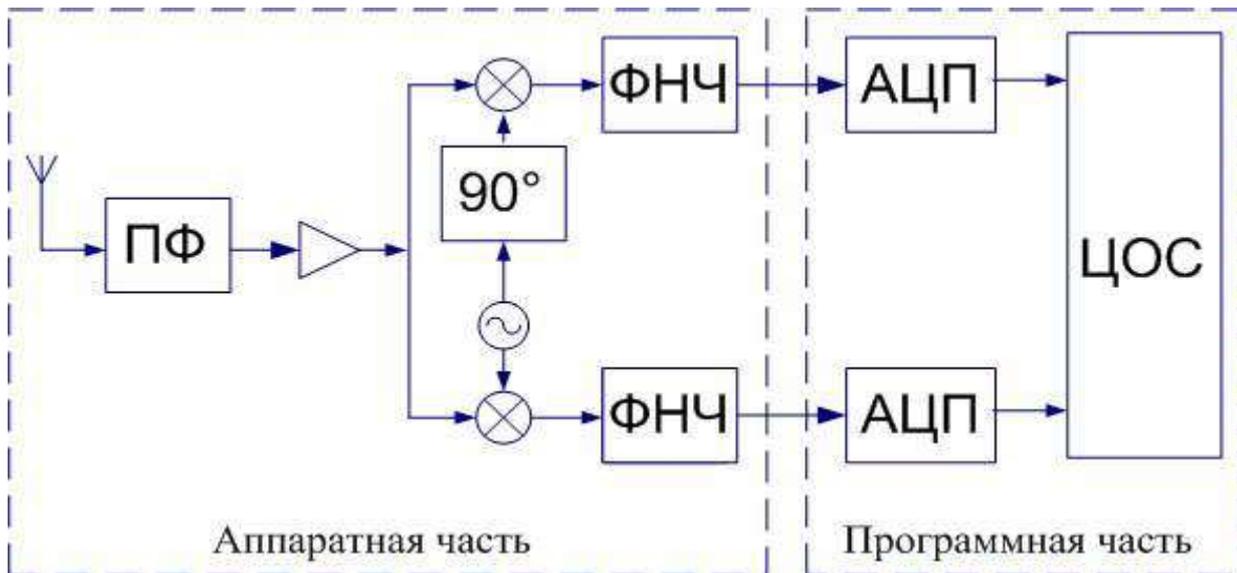


Рис.5.3 SDR – приемник прямого преобразования.

Супергетеродинный приемник не имеет этих преимуществ, зато имеет лучшую избирательность. Также есть существенное ограничение, связанное с полосой перестройки SDR приемника прямого преобразования. Она ограничена возможностями АЦЦ. Так, например, при реализации SDR на ПК со звуковой картой с частотной дискретизацией 44100 Гц, полоса перестройки составит около 20кГц. Применимо к SDR супергетеродинные приемники также делятся на приемники с аналоговой промежуточной частотой (рис.5.4) и программной промежуточной частотой (рис.5.5)

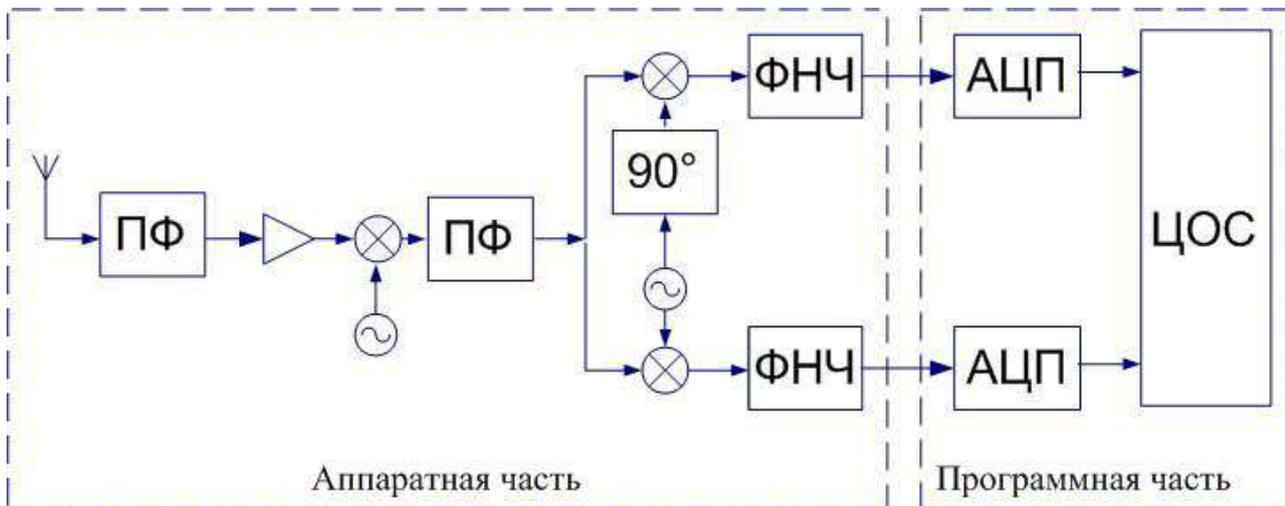


Рис.5.4 Супергетеродинный SDR приемник с аналоговой промежуточной частотой

Для реализации SDR приемника на базе ПК логичным видится применение схемы супергетеродинного приемника с программной

промежуточной частотой. Аппаратная часть позволит производить настройку в широком диапазоне частот, а программный гетеродин будет отвечать за точную подстройку сигнала. Также стоит отметить что в большинстве SDR приемников происходит обработка синфазного (I) и квадратурного сигналов (Q), именно поэтому перед ЦОС во всех схемах сигнал сначала расщепляется на I и Q компоненты.

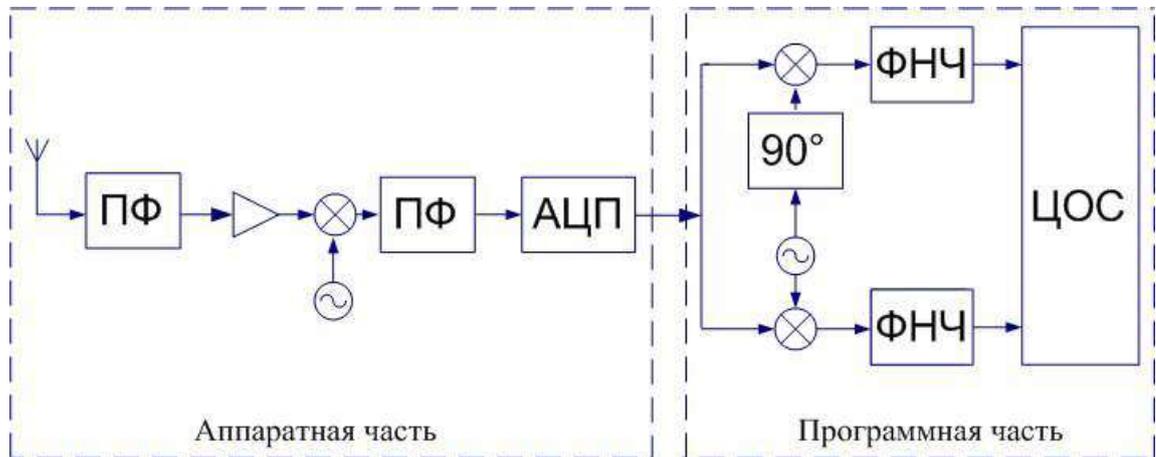


Рис.5.5 Супергетеродинный SDR приемник с программной промежуточной частотой

Синтез схемы программного гетеродина

Классическая схема фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) (рис.5.6) состоит из трех основных элементов: фазового детектора (ФД), фильтр низкой частоты (ФНЧ) и генератора, управляемого напряжением (ГУН).

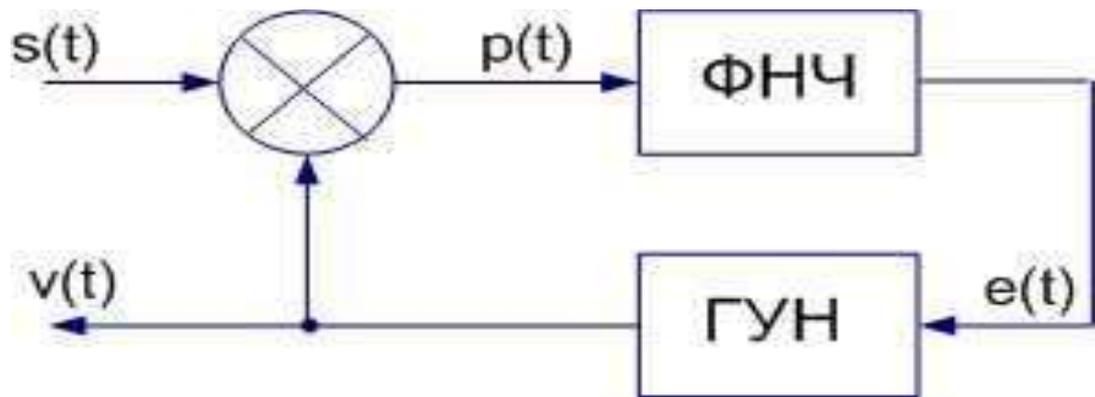


Рис.5.6 Схема контура ФАПЧ

При анализе схемы за входной сигнал принимают гармонические колебание с постоянной частотой и фазой.

Сигнал на выходе ГУН представляет собой сигнал, который синхронизируется со входным. Его опорная частота равна частоте входного сигнала.

Отсюда следует, что два из трех основных элементов ФАПЧ легко реализованы программно. ФД реализуется обычной операцией умножения отсчетов входного сигнала и сигнала ГУН, ГУН реализуется в виде генератора гармонического сигнала управления.

Гетеродин на основе программного ФАПЧ (рис. 5.7) должен отслеживать не только постоянное фазовое рассогласование, но и частотное рассогласование, которое может медленно меняться во времени, поэтому необходим порядок контура ФАПЧ равный двум.

При выборе прядка фильтра следует учитывать, что слишком маленький прядок приведет к существенным искажениям квадратурной составляющей, а слишком большой – к увеличению групповой задержке фильтра.

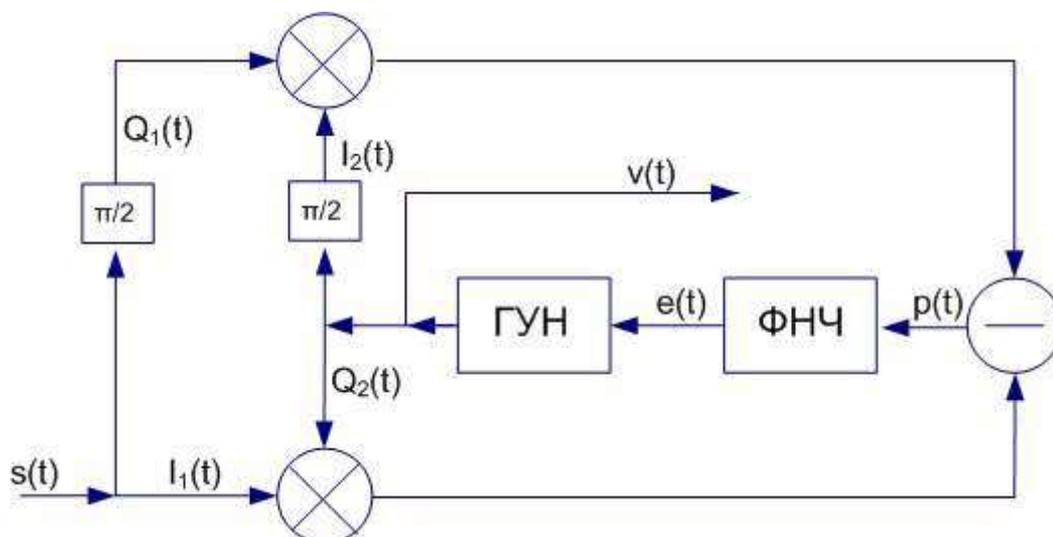


Рисунок 5.7 Схема программного гетеродина SDR на основе ФАПЧ

Помимо низкого уровня шума выдаваемого сигнала гетеродин должен обеспечить минимальную скорость перестройки при изменении частоты несущего колебания. Это связано с тем, что необходимо обеспечить минимальное число потерянных бит. А ошибки возникают из-за шумов гетеродина, также информация теряется за время перестройки гетеродина на необходимую частоту.

Радиопередатчик (радиопередающее устройство) - электронное устройство для формирования радиочастотного сигнала, подлежащего излучению.

Радиопередатчик обладает способностью самостоятельно генерировать переменный ток радиочастоты, который с помощью фидера подводится к передающей антенне, которая, в свою очередь, излучает радиоволны

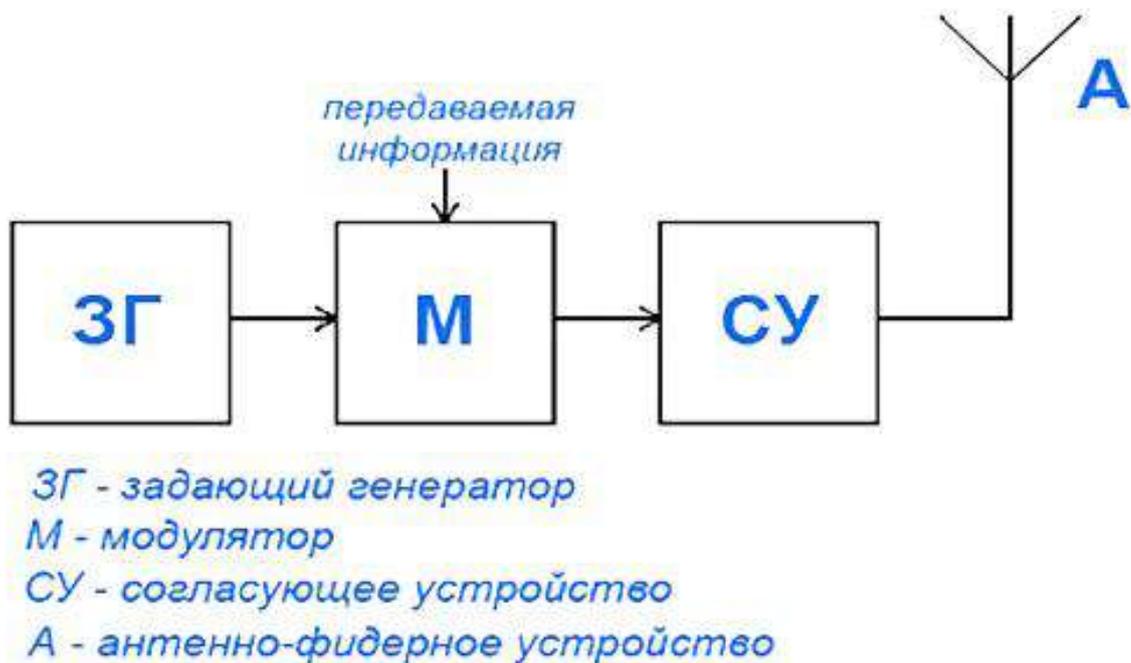


Рисунок 5.8 Структурная схема радиопередатчика

Современный радиопередатчик состоит из следующих конструктивных частей (рис.5.8.):

- задающий генератор частоты (фиксированной или перестраиваемой) несущей волны;
- модулирующее устройство, изменяющее параметры излучаемой волны (амплитуду, частоту, фазу или несколько параметров одновременно) в соответствии с сигналом, который требуется передать (часто задающий генератор и модулятор выполняют в одном блоке - возбуждатель);
- усилитель мощности, который увеличивает мощность сигнала возбуждателя до требуемой за счёт внешнего источника энергии;
- устройство согласования, обеспечивающее максимально эффективную передачу мощности усилителя в антенну;
- антенна, обеспечивающая излучение сигнала.

Радиопередатчики, помимо их использования в радиовещании, являются необходимой составной частью многих электронных устройств, которые обмениваются информацией друг с другом по радио, например, мобильные телефоны, беспроводные компьютерные сети, Bluetooth-совместимые устройства, рации на самолётах, кораблях и космических радиолокационных установках, а также навигационные маяки. Самостоятельно радиопередатчики используются в тех областях, где не нужен приём информации в месте её передачи - сигналы точного времени, разнообразные навигационные радиомаяки для определения местоположения объектов, многопозиционная радиолокация, радиовещание, дистанционное управление, телеметрия и т. д.

1. Передатчики с прямой модуляцией и прямой квадратурной модуляцией характеризуются тем, что генератор, управляемый напряжением (ГУН) вырабатывает колебания с рабочей частотой передатчика (например, для системы DECT около 1900 МГц, а для Bluetooth - 2.4 ГГц), а модуляция происходит путем воздействия на сам ГУН или его выходной сигнал. В передатчиках с прямой модуляцией (рис. 5.9а) реализуются виды модуляции с постоянной огибающей, например, частотная манипуляция (N-FSK), а в передатчиках с прямой квадратурной модуляцией (рис. 5.9б) возможно формирование любых узкополосных амплитудно-фазовых видов модуляции, например, многопозиционной квадратурной амплитудной модуляции (N-QAM). Интегральные квадратурные СВЧ-модуляторы были рассмотрены в предыдущем разделе.

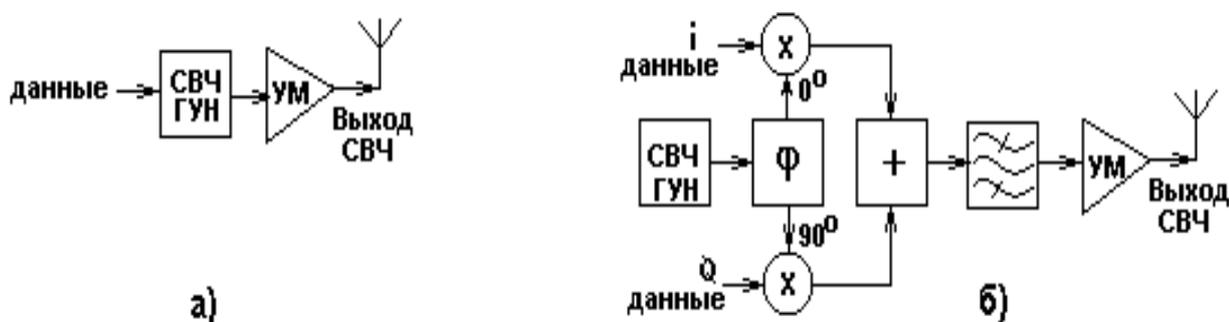


Рис. 5.9 Передатчики с прямой модуляцией и прямой квадратурной модуляцией

Схемы с прямой модуляцией и прямой квадратурной модуляцией получаются предельно простыми, и это является их основным достоинством, но при повышенных требованиях к качеству (спектральной чистоте) сигнала передатчика или его экономичности могут оказаться существенными следующие их недостатки:

- затягивание (т.е. изменение) частоты ГУН при изменении параметров нагрузки, которой для него является усилитель мощности;
- смещение частоты ГУН за счет изменения его питающего напряжения, которое может претерпевать скачки в моменты включения усилителя мощности;
- затягивание частоты ГУН за счет паразитного влияния сигнала усилителя мощности на его управляющий вход;
- паразитное просачивание сигнала несущей от ГУН на выход передатчика;
- значительное потребление энергии квадратурным модулятором СВЧ диапазона.

Большинство из этих недостатков обусловлено тем, что ГУН и усилитель мощности работают на одной и той же, достаточно высокой

частоте. Стремление устранить эти недостатки привело к разработке других видов модуляции.

2. Прямая модуляция со сдвигом или удвоением частоты применяется также в тех случаях, когда требуется получить простую схему генераторного тракта. Прямая модуляция со сдвигом частоты (рис. 5.10а) отличается тем, что рабочая частота, подаваемая на квадратурный модулятор, формируется как сумма или разность частот двух генераторов, один из которых опорный, а другой - ГУН. Поскольку на выходе этой схемы возможно появление паразитных продуктов преобразования, фильтр должен обеспечивать необходимую избирательность.

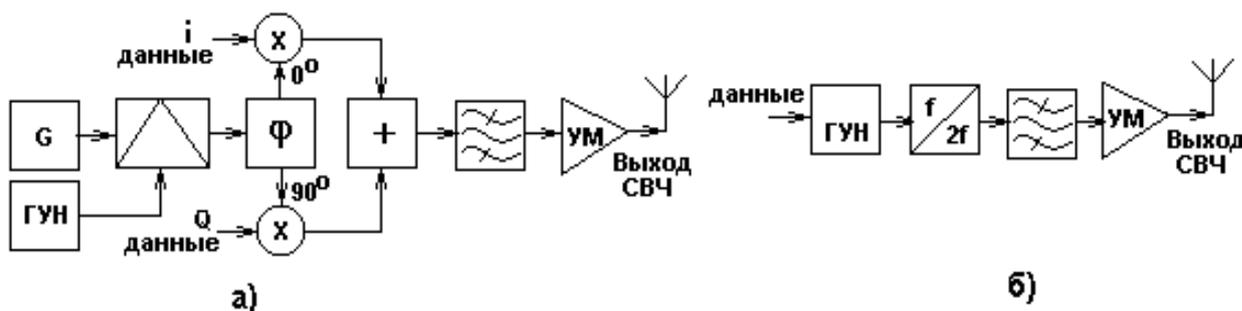


Рис. 5.10.а. Прямая модуляция со сдвигом (а) или удвоением частоты(б)

Прямая модуляция с удвоением частоты (рис. 5.10.б) не требует такого сложного фильтра, но могут возникнуть дополнительный фазовый шум и паразитная амплитудная модуляция, свойственные умножителям частоты. Все же, качество сигнала, обеспечиваемое прямой модуляцией с удвоением частоты, достаточно для устройств беспроводной связи стандарта DECT, и промышленностью выпускаются такие устройства (например, комплект ИМС для трансивера DECT PMB2420, PMB2220, фирма Siemens).

3. Непрямая модуляция (модуляция с преобразованием частоты вверх) (рис. 5.10.в) является наиболее популярной, так как позволяет реализовать все преимущества супергетеродинных передатчиков, в частности, спектральную чистоту сигнала и низкое энергопотребление квадратурного модулятора. Легко предотвратить затягивание частот гетеродина и просачивание его сигнала в антенну. Недостаток - трудность изготовления фильтров, а также необходимость генерирования двух частот генераторов.

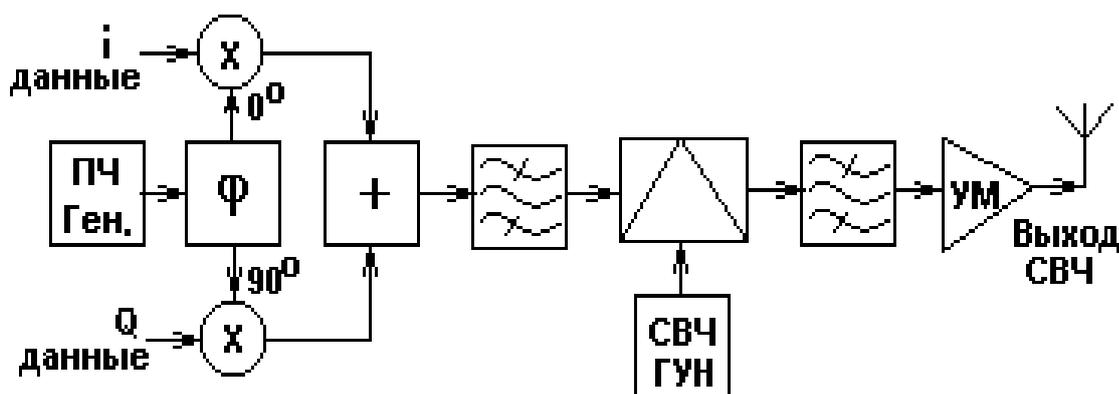


Рис. 5.10.в. Непрямая модуляция

4. Передатчики с петлей трансляции используют петлю ФАПЧ для частотной модуляции и одновременно преобразования частоты модулированного сигнала вверх до значения рабочей частоты. Существует несколько вариантов схем с петлей трансляции. На рис. 5.10.а. приведена схема с прямой модуляцией ГУН в петле ФАПЧ, она допускает очень высокую степень интеграции и малое энергопотребление, но имеет некоторый дрейф частоты при размыкании петли ФАПЧ на время прохождения модулирующих импульсов. Существуют более качественные методы модуляции в петле ФАПЧ, например, модуляция частоты опорного сигнала. В любом случае, в этих схемах не удастся получить виды модуляции с изменяющимся значением огибающей.

Передатчики, построенные на основе контроллеров информационного тракта, являются весьма экономичными, так как эти контроллеры работают на невысоких тактовых частотах (например, 13 или 26 МГц), могут работать в СВЧ диапазоне, имеют низкий уровень побочных продуктов в спектре выходного сигнала. Они позволяют получить в одном радиоканале сигнал с одной несущей частотой, т.е. реализовать один канал передачи информации. Для современных систем связи этого недостаточно, требуется формировать на выходе передатчика одновременно сигналы с несколькими несущими частотами, что гораздо удобнее, чем складывать в общей нагрузке (в «комбайнере» - сумматоре мощных сигналов, либо в эфире) сигналы нескольких передатчиков. Кроме того, в связи с быстрым развитием техники телекоммуникаций может потребоваться не одна смена стандарта связи без смены комплекта приемо-передающей аппаратуры. Все это возможно в более сложных цифровых радиопередающих устройствах, построенных на основе специализированных цифровых процессоров передатчиков (TSP), которые будут рассмотрены в следующей главе.

5. Цифровые синтезаторы частоты с косвенным синтезом (ФАПЧ)

Современные средства цифрового формирования и обработки сигналов позволяют получать цифровые модулированные ВЧ или ПЧ сигналы с частотами до сотен МГц. Существуют высококачественные

быстродействующие ЦАП, позволяющие перевести цифровой сигнал в аналоговую форму для подачи (через фильтр) на вход усилителя мощности передатчика, либо на вход смесителя, повышающего частоту сигнала до необходимого значения перед его усилением по мощности. Такой вариант имеет свои преимущества - возможность формировать сложные многочастотные сигналы (например, 8 модулированных несущих с разнесом частот в 100 кГц одновременно), позволяют менять все параметры излучения, в том числе и стандарт связи путем смены только программного обеспечения. Недостатком их можно считать относительно низкую экономичность и наличие заметных паразитных составляющих в спектре сигнала.

Наиболее простым вариантом цифрового передатчика с цифровым выходом на ПЧ/ВЧ можно считать комбинацию из цифрового сигнального процессора (DSP) и прямого цифрового синтезатора частоты (DDS), рис. 5.11. При этом DDS должен иметь одиночный (не квадратурный) выход, как, например, AD7008, AD9830. Такой передатчик может формировать сигналы с амплитудно-фазовыми видами модуляции (AM, ЧМ, SSB, PSK, FSK, QAM) на частотах до десятков МГц.

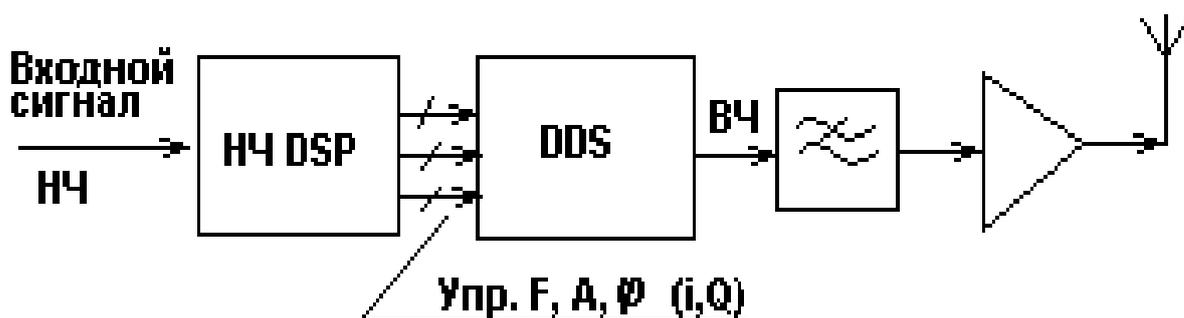


Рис. 5.11. Структурная схема цифрового передатчика

Так как тактовые частоты современных DDS не превышают сотен МГц, а максимальная рабочая частота DDS может быть около 0.4 от тактовой, то для повышения несущей частоты требуются дополнительные элементы наилучшим вариантом здесь является квадратурный СВЧ модулятор в интегральном исполнении. Принцип его работы описан в той же главе. Структурная схема такого передатчика, способного работать на частотах до 2.5 ГГц, показана на рис. 5.12.

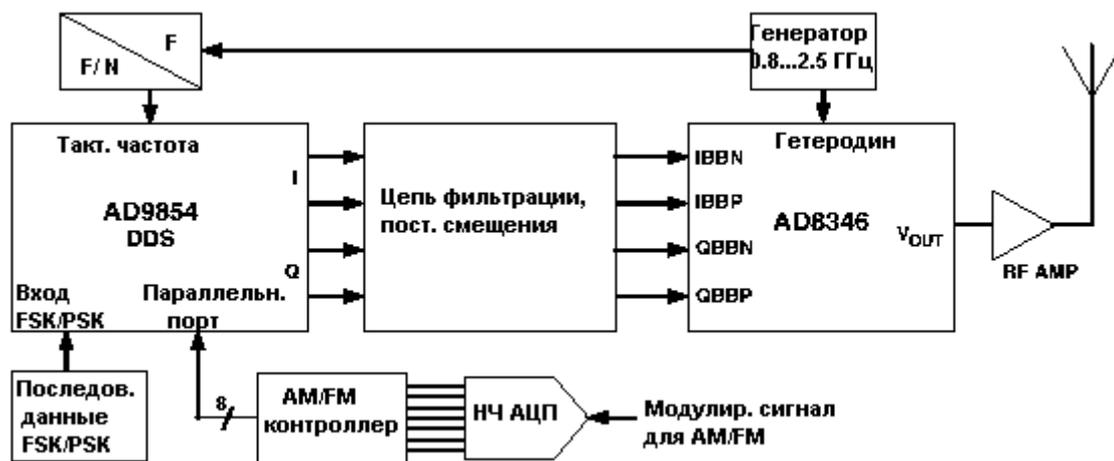


Рисунок. 5.12. Структурная схема передатчика, на частотах до 2.5 ГГц

Типовая структурная схема более совершенного цифрового приемопередатчика показана на рис. 5.13. Она является стандартной для современных цифровых приемопередатчиков и может быть реализована, в зависимости от требований к частотному диапазону и к алгоритму обработки сигнала, на различной элементной базе. В частности, **ядро формирования цифровых ВЧ сигналов** может быть выполнено на основе:

стандартного цифрового сигнального процессора (DSP) - если требуется сигнал с относительно невысокой частотой - до 1 МГц;

ПЛИС (FPGA) очень высокой степени интеграции, т.е. с эквивалентным количеством вентилях, исчисляемым миллионами;

стандартных ИМС нескольких типов - цифрового сигнального ВЧ процессора приемника (RSP) в приемном тракте; цифрового сигнального ВЧ процессора передатчика (TSP) в передающем тракте, который может быть заменен (как вариант исполнения передающего тракта без отдельного ВЧ ЦАП) на цифровой модулятор, модулируемый DDS или цифровой преобразователь частоты вверх (QDUC).

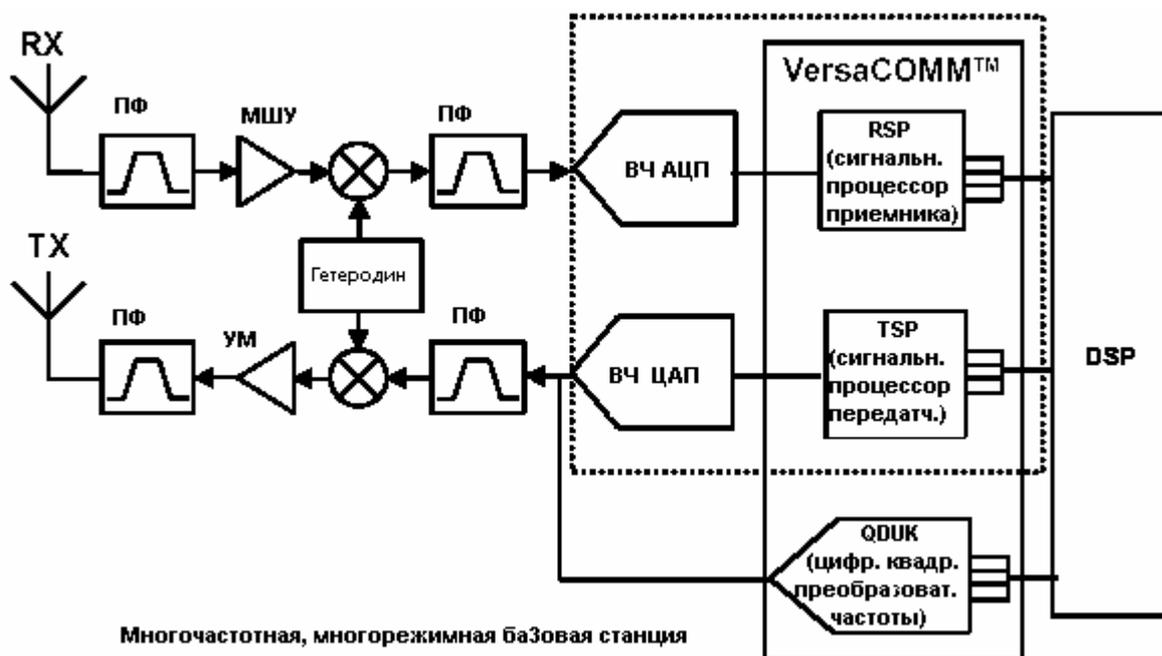


Рис. 5.13. Типовая структурная схема цифрового приемопередатчика

5.3 Настройка и проверка радиоприемных и передающих устройств

К основным параметрам и характеристикам радиоприемников относятся: Диапазон принимаемых частот; чувствительность; селективность (избирательность); номинальный диапазон воспроизводимых частот; среднее номинальное звуковое давление; коэффициент-гармоник; потребляемая мощность.

Диапазон принимаемых частот (волн) - это область частот, на прием которых рассчитано радиоприемное устройство. В России стандартизированы диапазоны частот: ДВ, СВ, КВ, УКВ. Радиоприемники могут быть всеволновые, трех-, двух- или однодиапазонные. Для удобства настройки средневолновый и коротковолновый могут быть разбиты на несколько поддиапазонов.

Чувствительность - это способность приемника принимать слабые сигналы. Чувствительность определяется величиной сигнала, поступающего на вход приемника. Этот сигнал обеспечивает установленное значение выходной мощности при полностью введенном регуляторе громкости.

Чувствительность определяется напряжением входного сигнала в микровольтах (мкВ). Чувствительность зависит от усилительных свойств всех каскадов приемника.

Селективность (избирательность) - это способность приемника выделять сигналы нужной станции и отстраиваться от сигналов мешающих станций и помех.

Селективность измеряется в децибелах (Дб).

Номинальный диапазон воспроизводимых частот - это полоса частот, которую приемник может воспроизводить эффективно, без повышения нормированных искажений. Чем шире полоса частот, тем больше верность воспроизведения. Наиболее широкий диапазон воспроизводимых частот может быть получен на УКВ-диапазоне.

Среднее номинальное звуковое давление определяется выходной мощностью приемника и средним стандартным звуковым давлением (эффективностью) громкоговорителя и характеризует громкость звучания.

Коэффициент-гармоник (коэффициент нелинейных искажений) показывает, как искажается сигнал низкой частоты при прохождении через тракт приемника. Коэффициент-гармоник измеряется в %.

Потребляемая мощность - количество электроэнергии, потребляемое приемником в единицу времени. Измеряется в ваттах.

При оценке потребительских свойств радиоприемника, кроме электроакустических параметров, учитывается наличие вспомогательных устройств - магнитной антенны в диапазонах ДВ и СВ; автоподстройки частоты гетеродина в диапазонах КВ и УКВ; регулировки тембра, индикатора настройки, подсветки шкалы, фиксированной настройки в диапазоне УКВ, дистанционного управления. Вспомогательные устройства повышают комфортность изделий.

Эргономические требования: удобство пользования, удобство управления радиоприемной аппаратурой, масса, габариты, надежность, безотказность, безопасность пользования.

Эстетические требования: оформление радиоприемников, привлекающее потребителя; соответствие современному жилому интерьеру.

Классификация. Ассортимент радиоприемников

Ассортимент радиоприемной аппаратуры динамичен, выпускается небольшими сериями; характеризуется появлением на рынке большого количества бытовой радиоаппаратуры зарубежного производства.

Радиоприемная аппаратура классифицируется:

- по условиям эксплуатации - стационарные, переносные, носимые, автомобильные;

- по способу питания - сетевое, автономное питание от батарей внешнего или встроенного выпрямительного устройства, с универсальным питанием;

- по особенностям звучания бытовую радиоприемную аппаратуру делят на моно- и стереофоническую.

К ассортименту радиоприемной аппаратуры относятся: радиоприемники, магнитолы, музыкальные центры, радиокомплексы, тюнеры.

Музыкальные центры предназначены для высококачественного приема и воспроизведения моно- и стереомагнитных записей.

Музыкальные центры имеют высококачественные электронно-механические устройства, тюнер, усилительно-коммутационное устройство (УКУ).

Тюнеры - устройства, обеспечивающие прием радиопередач и прослушивание с помощью головных телефонов (наушников) или совместно с внешним усилителем низкой частоты и акустическими системами.

Радиокомплекс состоит из отдельных блоков, объединенных единым внешним оформлением. В его состав входят УКВ, УМ, тюнер, эквалайзер, магнитофон-приставка (стерео), полный акустический усилитель, выносная акустическая система. Эквалайзер - многополосный регулятор тембра - улучшает качество воспроизведения программ за счет компенсации искажений амплитудно-частотных характеристик, возникающих в приемных и усилительных трактах устройства.

К основным параметрам и характеристикам радиоприемников относятся:

Напряжение источника питания - напряжение источника питания, при котором приемопередатчик остается работоспособным. Для базовых радиостанций обычно это напряжение сети переменного тока 220В +/- 10%, для мобильных станций это постоянное напряжение бортовой сети автомобиля (от 12В до 13,8В). Для портативных радиостанций это постоянное напряжение батареи аккумуляторов или гальванических элементов (обычно от 9В до 13,8В)

Потребляемая мощность - мощность, потребляемая от источника питания. Особенно важен этот параметр для портативных радиостанций, так как он определяет время работы от одного комплекта аккумуляторов. Для портативных радиостанций потребляемая мощность указывается для режима передачи, приема и ожидания.

Диапазон рабочих температур - температура окружающей среды, при которой приемопередатчик остается работоспособным. Для базовых радиостанций это диапазон комнатных температур, а для мобильных и портативных этот диапазон должен быть более широким (желательно, от -30 до +50 градусов Цельсия).

Диапазон рабочих частот - область частот, на которые передатчик может быть настроен (в СиБи - это набор фиксированных частот, в поддиапазонах А - F, в каждом из которых 40 частот; значения частот приведены в приложении). Диапазон рабочих частот передатчика и приемника в СиБи трансиверах совпадают.

Вид модуляции. В СиБи используется амплитудная модуляция, узкополосная частотная модуляция и однополосная модуляция с верхней или нижней боковыми полосами.

Глубина модуляции - это характеристика амплитудной модуляции, показывающая, на сколько процентов изменяется уровень выходного сигнала передатчика в момент действия модулирующего сигнала с максимальной

амплитудой. Чем больше глубина модуляции, тем громче сигнал на выходе приемника. В СиБи передатчиках используется глубина модуляции, близкая к 100%.

Девияция сигнала - это характеристика частотной модуляции, показывающая, на сколько изменяется частота выходного сигнала передатчика в момент действия модулирующего сигнала с максимальной амплитудой. Чем больше девияция, тем громче сигнал на выходе приемника. В СиБи передатчиках используется девияция около 2,0 КГц, что обеспечивает ширину полосы излучаемых частот не более 10 КГц.

Мощность излучения - это мощность, которую передатчик отдает в нагрузку. При работе в режиме частотной модуляции мощность не зависит от модуляции, а в режиме амплитудной и однополосной модуляции мощность зависит от модулирующего сигнала. Поэтому в этих режимах измеряется пиковая мощность, то есть мощность, которую отдает передатчик в момент максимального значения модулирующего сигнала.

Ширина полосы частот излучения - это полоса частот, в которой передатчик излучает основной сигнал. Ширина полосы частот излучения зависит от вида модуляции и ширины спектра частот модулирующего сигнала. При соблюдении установленных норм на СиБи передатчики (Приложение 1) ширина полосы составляет около 10 КГц для амплитудной и частотной модуляции и 4 КГц для однополосной. В случае слишком большой девияции частоты или перегрузки каскадом передатчика, полоса излучения может значительно расширяться, что приводит к возникновению помех в соседних каналах.

Уровень побочных излучений. Любой реальный передатчик излучает не только основной сигнал, но и побочные, то есть такие, частота которых не лежит в полосе частот основного сигнала. Для того чтобы побочные излучения не создавали помех, их величина должна быть минимальной. Уровень побочных излучений СиБи передатчика должен быть меньше основного сигнала не менее, чем на 40Дб.

Диапазон передаваемых звуковых частот - диапазон звуковых частот на границах которого уровень модулирующего сигнала снижается в 2 раза (на 6 дБ) относительно центральной частоты. Для разборчивой передачи речевых сигналов требуется полоса от 300 до 3000 Гц.

Стабильность частоты передачи - величина ухода частоты под воздействием самопрогрева, изменения внешней температуры, влажности, напряжения источника питания и механических воздействий. Для АМ и FM передатчиков сигналов уход частоты не должен превышать 0,005%, а для SSB - 0,0005% от номинального значения, что составляет на частоте 27 МГц около 1300 Гц и 130 Гц соответственно.

Для испытаний и проверки радиоприемных и передающих устройств используются следующие виды испытательных приборов (рис 5.14-5.16):



Рис. 5.14 Испытательная станция для вещательного оборудования

Испытательная станция для вещательного оборудования R&S®BTC

Испытательная станция для вещательного оборудования R&S®BTC - это генератор опорных сигналов, оснащенный функциями анализа и автоматизированными испытаниями для аудио-, видео- и мультимедийных приложений. Это уникальное сочетание выдающихся технических возможностей и модульной гибкой конструкции, которое отвечает самым высоким требованиям и поддерживает новейшие технологии передачи, такие как DVB-S2X.



Рис. 5.15 Многостандартный испытательный передатчик

Многостандартный испытательный передатчик

R&S®SFE100 - это многостандартный испытательный передатчик, который в реальном масштабе времени обеспечивает кодирование сигналов телерадиовещания. Он поддерживает все цифровые и аналоговые телевизионные стандарты и несколько стандартов радиовещания. Благодаря гибким возможностям настройки R&S®SFE100 подходит для широкого

спектра применений, от производства и обеспечения качества до простой разработки приложений.



Рис. 5.16 Анализатор телевизионных сигналов

Анализатор телевизионных сигналов R&S®ETL - это универсальное решение. В одном приборе объединены функциональные возможности анализаторов телевизионного сигнала, ЧМ-сигнала (радио), видеосигнала, транспортного потока MPEG и анализатора спектра. R&S®ETL также включает генераторы для создания аналоговых видеосигналов, аудиосигналов и транспортных потоков MPEG-2 [19].

5.4 Ремонт радиоприемных и передающих устройств

Наиболее распространенная неисправность для приемно-передающих устройств – это низкое качество связи, высокий уровень шума и помех.

Основными причинами подобных неполадок могут быть следующие.

- Проблемы с антенной. Особенно актуально для автомобильных приемно-передающих, которые требуют подключения ко внешней антенне. Повреждение целостности проводов, а также механические повреждения самой антенны могут стать причиной падения уровня сигнала. Решение проблемы – проверить целостность всех коммуникаций на пути к антенне.
- Наличие мощных источников радиочастотных помех. В частности, попытки радиосвязи рядом с устройствами, испускающими мощные электромагнитные поля, могут закончиться неудачно. Также весьма

серьезным препятствием для радиоволн являются объекты городской застройки и рельеф.

- Завышенные ожидания. Приобретая приемно-передающее устройство, многие пользователи ожидают от него качества связи, сопоставимого с мобильным телефоном. Но на практике аналоговые приемно-передающие устройства дают около 30 – 40% шума, а цифровые также требуют определенного умения и привычки. Кроме того, производители указывают дальность связи при идеальных условиях (прямая видимость без препятствий и помех), а потому реальный радиус связи может быть значительно меньше.
- Наиболее распространенная причина подобной поломки – банальное нарушение работы системы питания. Может отойти контакт с аккумулятором, выйти из строя батарея и т.п. Потому в первую очередь нужно проверить, что с питанием рации всё в порядке. Кроме того, если аккумулятор съемный, желательно его снять и вставить заново, чтобы перезапустить устройство.
- Также распространенная причина отсутствия приемно-передающего устройства – блокировка. Почти все модели имеют функцию блокировки от случайного нажатия, которую можно включить случайно. Чтобы снять блокировку, нужно почитать инструкцию к конкретной модели.

Среди наиболее распространенных повреждений приемно-передающих устройства можно выделить следующие:

- Трещины и разломы на корпусе. Появляются в результате падения устройства, которое не рассчитано на подобные нагрузки. Если после получения повреждений устройство продолжает работать, возможна его дальнейшая эксплуатация.
- Разбит дисплей. Именно LCD-экран является самым «слабым местом» в устройстве приемно-передающего устройства. Его разбитие может как просто затруднить работу с устройством, так и сделать ее полностью невозможной. Если трещинами взят только верхний слой стекла, а индикация дисплея в порядке, приемно-передающее устройство пригодно к эксплуатации. Если же индикация нарушена, требуется замена экрана.
- Изношены и испорчены кнопки. Если в ходе эксплуатации кнопки приемно-передающего устройства стали залипать и плохо нажиматься либо не слушаются вообще, их можно заменить.
- Последняя группа проблем, о которой следует упомянуть – это проблемы с аккумулятором. По мере износа аккумулятора возможно резкое ухудшение автономности приемно-передающего устройства. Кроме того, признаком проблемы является перегрев аккумулятора. А вот более быстрый разряд при отрицательной температуре – явление нормальное, и не является признаком поломки.

Практические работы:

1. Проверка параметров радиоприемника.
2. Проверка параметров радиопередатчика.
3. Проверка работоспособности и замена тюнера.
4. Измерение максимальной чувствительности радиоприемника.
5. Измерение общей частотной характеристики сквозного тракта приема.

Вопросы для самоконтроля:

1. По каким признакам классифицируются радиовещательные приемники.
2. По каким признакам классифицируются радиопередатчики.
3. Перечислите функциональные узлы супергетеродинного приемника.
4. Перечислите преимущества и недостатки супергетеродинного приемника.
5. Какова структура построения цифрового приемника?
6. Перечислите преимущества и недостатки цифрового приемника.
7. Каков принцип супергетеродинного приема?
8. Каков принцип цифрового приема?
9. Каков принцип работы супергетеродинного SDR приемника с аналоговой промежуточной частотой
10. Каков принцип работы супергетеродинного SDR приемника с программной промежуточной частотой.
11. Какова структура построения радиопередатчика?
12. Перечислите функциональные узлы передатчика с прямой модуляцией и прямой квадратурной модуляцией.
13. Каков принцип работы цифрового передатчика с цифровым выходом на ПЧ/ВЧ?
14. Перечислите функциональные узлы цифрового приемопередатчика.
15. Какие приборы используются для испытаний и проверки радиоприемных и передающих устройств?
16. Перечислите наиболее распространенные неисправности приемно-передающих устройств.

Вывод:

Изучив данную главу студенты – смогут выполнять все виды проверок приемно-передающих устройств рассмотренной в этой главе, будут владеть понятиями и терминами необходимыми для ремонта и обслуживания приемно-передающих устройств. Получат практические навыки ремонта и обслуживания приемно-передающих устройств. Студенты будут уметь «читать» схемы, иметь представление о назначении и принципе действия приемно-передающих устройств на основе технической документации,

поставляемой с аппаратами и искать отсутствующую информацию в интернете.

Обучающиеся в полной мере овладеют знаниями о принципе работы отдельных компонентов их проверке, овладеют приемами демонтажа и монтажа радиоэлементов приемно-передающих устройств.

Профессиональные термины, описанные в этом модуле:

Звуковое вещание - передача звуковой информации с помощью электрических колебаний высокой частоты широкому кругу потребителей.

(АМ) – амплитудная модуляция, звуковая информация заложена в амплитуде ВЧ-колебаний.

(ЧМ) – частотная модуляция, звуковая информация заложена в частоте ВЧ-колебаний.

(УРЧ) – усилитель радиочастоты.

(ГО) – гетеродин – малошумящий автогенератор радиочастоты.

(УПЧ) – усилитель промежуточной частоты.

(УЗЧ) – усилитель звуковой частоты.

(АРУ) – автоматическая регулировка усиления.

(АПЧ) – автоматическая подстройка частоты.

Чувствительность – способность принимать слабые сигналы.

Избирательность – способность ослаблять действие помех.

Диапазон принимаемых частот – область частот в пределах, которых возможна настройка приемника.

Демодуляторы – преобразователи частоты.

Список рекомендуемой литературы

1. П. И. Мисюль «Техническое обслуживание и ремонт бытовой радиоаппаратуры», спецтехнология, «Вышэйшая школа» Минск 2006.
2. П. И. Мисюль «Ремонт, настройка и проверка радиотелевизионной аппаратуры», специальная технология, «Вышэйшая школа» Минск 2007.
3. П. И. Мисюль «Ремонт, настройка и проверка телевизионной аппаратуры», производственное обучение, «Вышэйшая школа» Минск 2008.
4. В.А. Петренко, Ремонт радиостанций, выпуск 38, издательство Солон Москва, 2000 год

6. РЕМОНТ, ПРОВЕРКА АППАРАТУРЫ ОПТИЧЕСКОЙ ЗАПИСИ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ.

Содержание

Краткий обзор модуля	182
6.1 Принцип записи сигнала в системе CD-Аудио, DVD-проигрывателей	183
6.2 Функциональные узлы, особенности настройки и проверки CD-, DVD-проигрывателей	187
6.3 Ремонт мобильных устройств	208
Практические работы	217
Вопросы для самоконтроля	217
Краткие выводы	218
Профессиональные термины	219

В результате изучения данного модуля студенты смогут:

1. Диагностировать работу аппаратуры оптической записи и воспроизведения;
2. Выявлять неисправность и производить ремонт аппаратуры оптической записи и воспроизведения;
3. Производить демонтаж и монтаж радиоэлементов аппаратуры оптической записи и воспроизведения;
4. Проводит замену двигателей в механизмах;
5. Проводит чистку загрязненного узла;
6. Проводит замену шлейфа, чистку линзы, замену оптического блока;
7. Осуществлять коммутацию аппаратуры оптической записи и воспроизведения с другими видами аппаратуры

DVD-проигрыватель - автономное устройство, содержащее оптический привод для считывания информации с DVD-диска, в том числе DVD-Audio и HD DVD (при этом следует учесть, что DVD-проигрыватели поддерживают и CD, а выпускавшиеся ранее проигрыватели компакт-дисков DVD не поддерживают, в свою очередь появившиеся позже большинство blue ray-проигрывателей поддерживают DVD);

- программная составляющая: микропрограмма, предназначенная для воспроизведения (проигрывания) содержимого DVD-Video. Также, программа на компьютере, медиаплеер, для воспроизведения файлов стандарта DVD (в том числе записанных на других видах носителей в виде файлов или образа диска) и имитирующая аппаратное воспроизведение (к примеру, меню диска, выбор языка субтитров и т. д.).

Существует большое число устройств, позволяющих воспроизводить DVD-диски различного содержания и формата. К основным можно отнести:

- компьютер или ноутбук со встроенным DVD-приводом;

- переносные DVD-проигрыватели со встроенным видеозэкраном (видеомонитором);
- в том числе, автомобильные DVD-плееры;
- переносные DVD-проигрыватели без встроенного видеозэкрана;
 - современные игровые консоли с DVD-приводом;
 - стационарные DVD-проигрыватели;
 - различные гибриды стационарных проигрывателей с жёстким диском, VHS-рекордером (видеомагнитофоном) или CD-проигрывателем;
 - DVD-рекордеры (DVD-устройство, имеющее возможность не только воспроизводить, но и записывать DVD-диски)

6.1 Принцип записи сигнала в системе CD-Аудио, DVD-проигрывателей

DVD (ди-ви-ди, англ.*Digital Versatile Disc*- цифровой многоцелевой диск; также англ.*Digital Video Disc* – цифровой видеодиск)-оптический носитель информации, выполненный в форме диска, для хранения различной информации в цифровом виде. Имеет такой же размер, как и компакт-диск, но более плотную структуру рабочей поверхности, что позволяет ему, за счёт использования лазера с меньшей длиной волны и линзы с большей числовой апертурой, иметь больший объём хранимой информации.

DVD-привод - устройство чтения (и записи); имеет обратную совместимость (впрочем, привод Sony Playstation 4 поддерживает DVD диски, но не может воспроизводить CD-диски) и может воспроизводить и компакт-диски. DVD может содержать как минимум 4,7 ГБ (что достаточно для полноразмерного фильма). На видео DVD для сжатия видеоданных используется формат MPEG-2.

Принцип цифрового представления колебаний звукозаписи:

- вначале нужно преобразовать аналоговый сигнал в цифровой, это осуществляет устройство - аналого-цифровой преобразователь (АЦП);
- произвести сохранение полученных цифровых данных на носитель: магнитную ленту (DAT), жёсткий диск, оптический диск или флеш-память;
- для того чтобы прослушать сделанную запись, необходимо воспроизведение сделанной записи с носителя и обратное преобразование из цифрового сигнала в аналоговый, с помощью цифро-аналогового преобразователя (ЦАП).

Принцип действия АЦП тоже достаточно прост: аналоговый сигнал, полученный от микрофонов и электромузыкальных инструментов, преобразовывается в цифровой. Это преобразование включает в себя следующие операции:

1. Ограничение полосы частот производится при помощи фильтра нижних частот для подавления спектральных компонент, частота которых превышает половину частоты дискретизации.
2. Дискретизацию во времени, то есть замену непрерывного аналогового сигнала последовательностью его значений в дискретные моменты времени - отсчетов. Эта задача решается путём использования специальной схемы на входе АЦП - устройства выборки-хранения.
3. Квантование по уровню представляет собой замену величины отсчета сигнала ближайшим значением из набора фиксированных величин - уровней квантования.
4. Кодирование или оцифровку, в результате которого значение каждого квантованного отсчета представляется в виде числа, соответствующего порядковому номеру уровня квантования.

Делается это следующим образом: непрерывный аналоговый сигнал «режется» на участки, с частотой дискретизации, получается цифровой дискретный сигнал, который проходит процесс квантования с определенной разрядностью, а затем кодируется, то есть заменяется последовательностью кодовых символов. Для качественной записи звука в полосе частот 20-20 000 Гц применяется минимальная стандартная частота дискретизации от 44,1 кГц и выше (в настоящее время появились АЦП и ЦАП с частотой дискретизации 192,3 и даже 384,6 кГц). Для получения довольно качественной записи достаточно разрядности 16 бит, однако для расширения динамического диапазона и повышения качества звукозаписи используется разрядность 24 (реже 32) бита [20].

Помехоустойчивое и каналное кодирование

Помехоустойчивое кодирование позволяет при воспроизведении сигнала выявить и устранить (или снизить частоту их появления) ошибки чтения с носителя. Для этого в процессе записи к отсчётам, полученным на выходе АЦП, добавляется искусственная избыточность (контрольные биты), которая впоследствии помогает восстановить повреждённый отсчёт. В устройствах записи звука (рис 6.1) обычно используется комбинация из двух или трех помехоустойчивых кодов. Если же выбранный уровень избыточности кодирования не позволяет восстановить правильное значение отсчёта, то производится его замена с помощью интерполяции, чтобы исключить появление скачкообразного изменения уровня сигнала (щелчка).

Для лучшей защиты от пакетных ошибок, вызванных повреждениями носителя информации (царапины на компакт-диске, загибы магнитной ленты) также применяется перемежение.

К полезному сигналу также добавляются вспомогательные данные, которые облегчают последующее декодирование. Это могут быть сигналы временного кода, служебные сигналы, сигналы синхронизации.

Канальное кодирование служит для согласования цифровых сигналов с параметрами канала передачи (записи/воспроизведения). Например, при

записи цифровых сигналов на магнитный носитель необходимо исключить появление в токе записи постоянной составляющей и низкочастотных составляющих спектра (возникающих при появлении длинных последовательностей нулей или единиц). Для этого используются таблицы преобразования, по которым производится замена слов из m бит данных на слова из n канальных бит, причем всегда $n > m$. В устройствах воспроизведения цифровых сигналов каналный декодер выделяет из общего потока данных тактовые сигналы и выполняет обратное преобразование канальных n -битных слов в m -битные слова данных. После коррекции ошибок сигнал поступает в ЦАП.

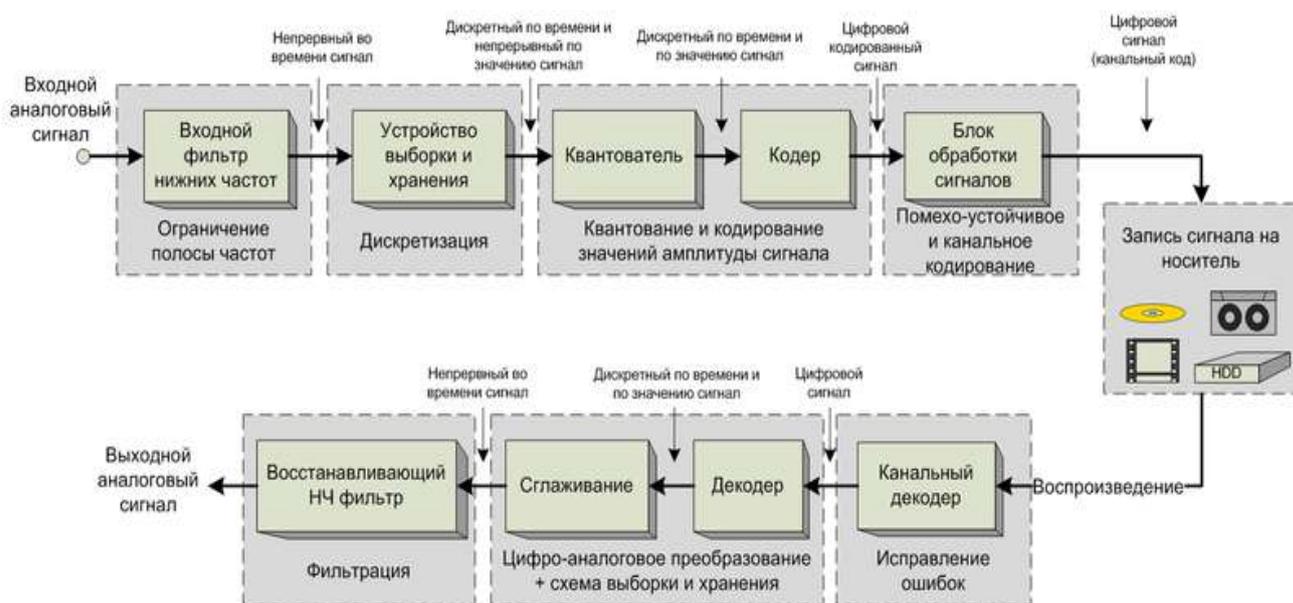


Рис. 6.1 Структурная схема цифровой звукозаписи и воспроизведения.

Принцип действия ЦАП

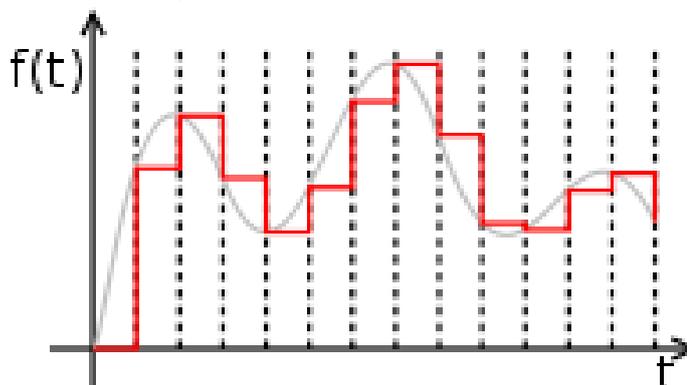


Рис. 6.2 Сигнал с ЦАП без интерполяции на фоне идеального сигнала

Цифровой сигнал (рис 6.2), полученный с декодера, преобразовывается в аналоговый. Это преобразование происходит следующим образом:

1. Декодер ЦАП преобразует последовательность чисел в дискретный квантованный сигнал
2. Путём сглаживания во временной области из дискретных отсчетов вырабатывается непрерывный во времени сигнал
3. Окончательное восстановление сигнала производится путём подавления побочных спектров в аналоговом фильтре нижних частот

Методы цифровой звукозаписи

По принципу записи выделяют следующие методы:

- Магнитная звукозапись - запись цифровых сигналов производится на магнитную ленту. Выделяют два типа записи:
 - продольно-строчная система записи - в которой лента движется вдоль блока неподвижных магнитных головок записи/воспроизведения (DASH, DCC)
 - наклонно-строчная система записи - в которой лента движется вдоль барабана вращающихся магнитных головок и запись осуществляется наклонно отдельными дорожками, что обеспечивает большую плотность, по сравнению с продольно-строчной системой записи. (R-DAT, ADAT, а также ранние системы, состоящие из ИКМ-приставки и видеомагнитофона)
- Магнитооптическая запись - запись ведется с помощью магнитной головки на специальный магнитооптический слой и в момент намагничивания кратковременно разогревается лазером до температуры точки Кюри. (Минидиск, Hi-MD)
- Лазерная запись - запись производится лазерным лучом, который выжигает углубления (питы) на светочувствительном слое оптического носителя. (Компакт-диск, DVD-Audio, DTS, SACD)
- Оптическая (фотографическая) запись звука - основана на воздействии светового потока на светочувствительный слой носителя (киноленты). (Dolby Digital, SDDS)
- Запись звука на электронные носители - звуковые данные при помощи персонального компьютера записываются в виде файлов на различные носители (жесткие диски, перезаписываемые оптические диски, флеш-карты, твердотельные накопители), при этом отсутствует ограничение на обязательное соответствие формата звука формату носителя.

На цифровых носителях и в персональных компьютерах для хранения звука (музыки, голоса и т. п.) применяются различные форматы, позволяющие выбрать приемлемое соотношение сжатия, качества звука и объема данных.

Техника цифровой звукозаписи

Запись цифрового звука в настоящее время осуществляется на студиях звукозаписи, под управлением персональных компьютеров и другой дорогостоящей и качественной аппаратуры. Также довольно широко развито

понятие «домашней студии», в которой применяется профессиональное и полупрофессиональное звукозаписывающее оборудование, позволяющее создавать качественные записи в домашних условиях.

Применяются звуковые карты в составе компьютеров, которые производят обработку в своих АЦП и ЦАП - чаще всего в 24 битах и 96 кГц, дальнейшее повышение битности и частоты дискретизации, практически не увеличивает качества записи.

Существует целый класс компьютерных программ - звуковых редакторов, которые позволяют работать со звуком:

- записывать входящий звуковой поток
- создавать (генерировать) звук
- изменять существующую запись (добавлять семплы, изменять тембр, скорость звука, вырезать части и т. п.)
- перезаписывать из одного формата в другой
- конвертировать разные аудиокодеки

Некоторые простые программы, позволяют осуществлять только конвертацию форматов и кодеков.

6.2 Функциональные узлы, особенности настройки и проверки CD, DVD-проигрывателей



Рис. 6.3 Структурная схема проигрывателя DVD-Video.

Сигнал, считанный с диска оптической головкой, поступает на блок предварительных усилителей (рис.6.3), после чего формируется цифровой код и выделяются импульсы тактовой синхронизации. Кроме того, сигнал с оптической головки поступает на сервопривод, который выделяет и отрабатывает возникающие при воспроизведении диска ошибки фокусировки и автотрекинга. Информационный сигнал и тактовые импульсы поступают на демодулятор и блок защиты от ошибок (декодер CIRC Plus). В качестве

модулирующего кода в DVD используется канальный код 8-16 (EFM Plus), который ставит в соответствие каждому байту информации 16-разрядную канальную группу. Соединительные разряды здесь, в отличие от простого EFM-кода, не используются, поскольку устранение постоянной составляющей и соблюдение ограничений на минимальный и максимальный интервалы обеспечиваются другими способами - путем выбора одной из нескольких возможных 16-разрядных комбинаций.

После модуляции (обратного преобразования 16-разрядных канальных групп в исходные байты информационного потока) из него выделяются служебные данные и направляются в центральный процессор, управляющий работой всех систем проигрывателя. А видео- и аудиоданные обрабатываются декодером CIRC Plus, который осуществляет деперемежение и коррекцию обнаруженных ошибок. Здесь же происходит выделение сигнала управления двигателем, вращающим диск, и сигналов блочной, кадровой и прочих видов синхронизации.

После этого информационные данные поступают на систему VBR (Variation Bit Rate), которая управляет потоком данных для видеodeкодера MPEG2. Поскольку его работа предполагает неравномерную скорость этого потока, зависящую от динамики видеосюжета, то система VBR выполняет роль буфера, накапливающего в ОЗУ данные, считываемые с диска и передающего их декодеру MPEG2 в ответ на его запрос.

Видеodeкодер, кроме того, может работать с данными, компрессированными по технологии MPEG1, которая предполагает постоянную скорость потока данных.

После декомпрессии видеoinформация преобразуется в тот или иной телевизионный формат (NTSC, PAL, SECAM) и поступает на выход проигрывателя (вход телевизора).

Звуковая информация поступает на блок аудиodeкодеров (MPEG2, AC-3, DTS), где в зависимости от способа её представления на диске, технических возможностей проигрывателя и желания пользователя, происходит её декодирование или перекодирование. Полученная в результате последовательность отсчетов либо преобразуется в аналоговую форму с помощью внутренних ЦАП, либо поступает на выход в цифровой форме для преобразования во внешнем декодере.

Работой всех систем проигрывателя управляет центральный процессор, который, в свою очередь, управляется пользователем либо с ПДУ (пульт дистанционного управления), либо с помощью органов управления на передней панели проигрывателя. У DVD-дисководов (DVD-ROM) роль органов управления выполняет соответствующий драйвер компьютера.

Сейчас существует куча различных моделей DVD-проигрывателей - как стационарных, так и переносных, отличающихся друг от друга объемом сервисных функций, способностью декодировать многоканальный звук, количеством оптических головок (1 или 2), совместимостью с другими

разновидностями дисков DVD и CD, качеством воспроизводимого изображения и звука и прочими особенностями.

Структурная схема проигрывателя DVD-Audio показана на рис. 6.4 Она значительно проще схемы проигрывателя DVD-Video.



Рис. 6.4 Структурная схема проигрывателя DVD-Audio

К основным функциональным узлам DVD-Audio относятся:

- узел вращения компакт-диска и систем привода оптического блока;
- оптический блок;
- канал обработки сигналов фотодетектора (фотодиодов);
- следящие системы автоматического регулирования исполнительными устройствами (сервосистемы);
- схемы управления исполнительными механизмами (драйверы);
- канал обработки цифрового сигнала (процессор DSP);
- микроконтроллер;
- ЦАП с фильтром НЧ;
- выходные каскады аналогового сигнала.

Узел вращения компакт-диска

Электромеханическое устройство для считывания и (в большинстве современных моделей) записи, посредством лазера, информации с оптических дисков в виде пластикового диска с отверстием в центре (компакт-диск, DVD и т. п.).

Сам по себе оптический привод может быть в виде составляющей конструкции в составе более сложного оборудования (например, бытового DVD-проигрывателя) либо выпускаться в виде независимого устройства со стандартным интерфейсом подключения (PATA, SATA, USB), например, для установки в компьютер.

Оптический блок

Формирует излучение лазерного диода и фокусирует его в виде считывающего пятна на поверхности диска. Считывание информации основано на интерференции световых волн, отраженных от дна пиков и от

поверхности флетов. Оптическая система направляет отраженный диск от компакт-диска луч, модулированный данными с оптического носителя, на устройство, преобразующее световую энергию в электрический сигнал. Таким устройством является фотодиоды (фотодиодная матрица).

Канал обработки сигналов фотодетектора (фотодиодов)

усиливает по мощности электрический сигнал. При этом в данном канале формируются сигналы: информационный сигнал, считанный с CD и направленный в канал обработки цифрового сигнала; сигнал ошибки фокусировки и отслеживания дорожки записи и направленные в сервосистему; сигнал для автоматического управления мощностью лазерного излучения, направленный через схему драйвера на оптический блок.

Следящие системы автоматического регулирования исполнительными устройствами (сервосистемы)

формируют сигналы управления для исполнительных механизмов на основании сигналов ошибки от фотодетектора.

Схемы управления исполнительными механизмами (драйверы)

усиливают по мощности выходные сигналы сервосистем и подают на исполнительные механизмы: двигатель вращения диска (скорость вращения); двигатель позиционирования (перемещение оптического блока в пределах информационной зоны); фокусной катушкой; тракинг катушкой (для правильного отслеживания дорожки записи).

Канал обработки цифрового сигнала (процессор DSP)

производит выделение кадровых блочных синхроимпульсов, декодирование канального и помехоустойчивого кодов. После завершения процесса декодирования происходит объединение левого и правого канала. Цифровой сигнал после ФНЧ подготовлен к цифро-аналоговому преобразованию.

Микроконтроллер

выполняет функции контроля и управления

В его состав входят: центральный процессор; ОЗУ; ПЗУ; порты ввода/вывода; тактовый генератор; приемник сигналов ПДУ; схема управления жидкокристаллическим дисплеем.

ЦАП с фильтром НЧ

Преобразует цифровой сигнал в ступенчатый и далее после ФНЧ появляется аналоговый.

Выходные каскады аналогового сигнала

осуществляют частотную коррекцию, необходимое усиление сигнала.

Принцип оптического считывания информации в CD-проигрывателях

Для считывания информации с компакт-диска используется лазерная головка (ЛГ). В корпусе ЛГ установлены лазерный диод, внутренняя оптическая система (дифракционная решетка, цилиндрическая,

коллиматорная и другие линзы, призма), катушки фокусировки и трекинга с фокусирующей линзой, лазерный диод (рис. 6.5).

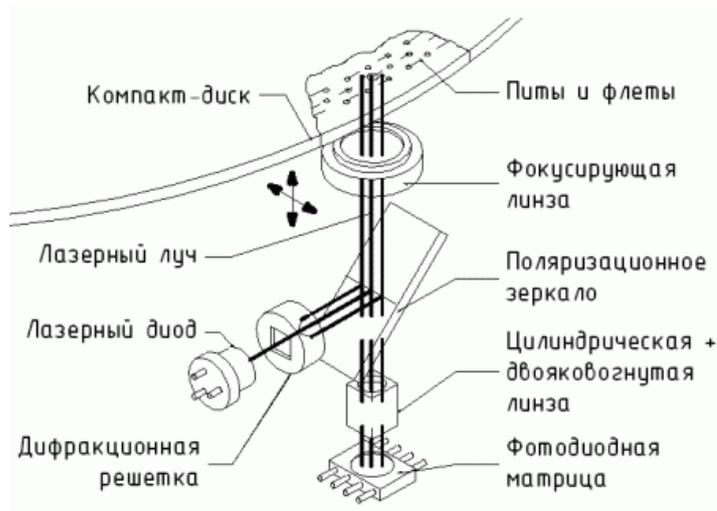


Рис. 6.5 Конструкция лазерной головки

При подаче напряжения питания полупроводниковый лазерный диод генерирует когерентный (разность фаз волн постоянна во времени) луч, который с помощью дифракционной решетки разделяется на основной луч и два дополнительных. Пройдя через элементы оптической системы и фокусирующую линзу, эти лучи попадают на компакт-диск (рис. 6.6).

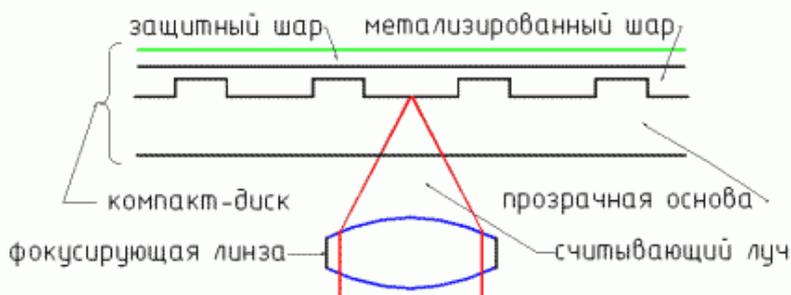


Рис. 6.6 Фокусировка луча на поверхности диска

Точную фокусировку лучей на диске осуществляют катушки фокусировки, устанавливающие нужное положение линзы. Отразившись от диска, лучи снова попадают на фокусирующую линзу и дальше в оптическую систему. При этом отраженные лучи отделяются от падающих благодаря их разной поляризации. Перед тем, как попасть на фотодатчики (фотодиодную матрицу), основной луч проходит через цилиндрическую линзу, в которой используется эффект дисторсии для определения точности фокусировки (рис. 6.7).

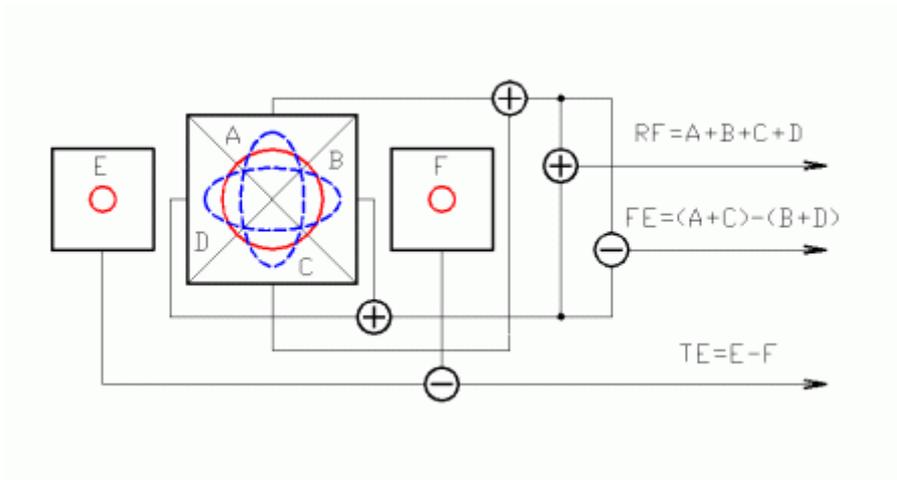


Рис. 6.7 Лучи и сигналы на фотодетекторах

Если луч сфокусирован точно на поверхности компакт-диска, отраженный луч на фотодатчиках имеет форму круга, если перед или за поверхностью - форму эллипса.

Сигналы с фотодатчиков предварительно усиливаются, и по разности сигналов $(A+C)$ и $(B+D)$ определяется ошибка фокусировки FE (Focus Error). При точной фокусировке сигнал FE равен нулю.

Два боковых луча попадают на датчики E и F. Они используются для отслеживания прохождения основного луча по считываемой дорожке (треку) (рис. 6.8).

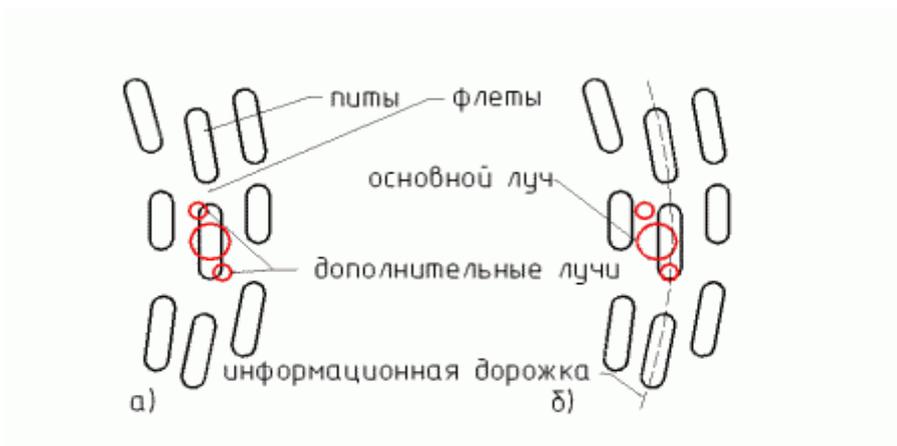


Рис. 6.8 Принцип отслеживания трека: а). точное прохождение луча по треку; б). ошибочное

Разность сигналов E и F определяет ошибку трекинга (отслеживания дорожки) TE (Tracking Error).

Суммарный сигнал с датчиков A, B, C и D представляет собой высокочастотный (RF) сигнал (>4 МГц) в формате EFM (Eight-to-Fourteen

Modulation). Он содержит закодированную аудиоинформацию и дополнительные данные.

Работа сервосхем и основные сигналы в процессе считывания диска

При установке компакт-диска двигатель позиционирования (Slide motor) перемещает лазерную головку в начальное положение, пока не замкнется концевик "Начальное положение головки" (в некоторых моделях для передвижения каретки и позиционирования имеется не два, а один двигатель.) Далее головка начинает медленно отъезжать, пока не разомкнется концевик.

По сигналу LDON **сервосхема автоматического питания лазера** (ALPC - Automatic Laser Power Control) подает питание на лазерный диод. Иногда могут применяться дополнительные концевики для блокировки включения лазера и предотвращения попадания в глаза лазерного луча при разобранном механизме, а иногда лазер постоянно включен при закрытой каретке. Система ALPC поддерживает на заданном уровне мощность излучения лазерного диода. Текущую мощность излучения контролирует фотоприемник, помещенный в одном корпусе с лазерным диодом.

Сервопроцессор начинает вырабатывать импульсы начального поиска фокуса (FSR), которые поступают к **сервосхемам фокусировки** и далее через драйвер - на фокусирующую линзу. Сервосхема фокусировки предназначена для компенсации биений компакт-диска (вверх-вниз). Драйвер (выходной каскад) используется для усиления мощности сигналов. Линза начинает перемещаться вверх-вниз. При точной фокусировке луча на поверхности компакт-диска сигнал ошибки фокусировки $FE=(A+C)-(B+D)$ станет минимальным, отключится подача импульсов FSR, и сервосхема фокусировки начнет управлять фокусирующей катушкой с помощью сигнала FEM, который представляет собой скорректированный сигнал FE. После удачной фокусировки вырабатывается сигнал FOK (FocusOk). Если после 3-4 FSR-импульсов сигнал FOK не вырабатывается, то определяется отсутствие компакт-диска, и работа проигрывателя останавливается.

Сигнал FOK поступает к **сервосхемам управления скоростью вращения двигателя** (СУСВД). Они вырабатывают сигналы MON (разрешение), MDS (обороты), MDP (фаза), CLV (управление) для управления работой двигателя и регулирования его скорости вращения. Двигатель начинает вращаться и набирать скорость. В некоторых проигрывателях импульсы запуска двигателя генерируются еще до подачи сигнала FOK вместе с FSR-импульсами. При постоянной угловой скорости вращения от начала к концу диска увеличиваются диаметр дорожки и линейная скорость. СУСВД поддерживает на постоянном уровне линейную скорость вращения диска, а после остановки проигрывателя притормаживает обороты двигателя.

Номинальная скорость потока считываемой информации с диска 4,3218 Мбит/с.

Одновременно сигнал FOK поступает к **сервосхеме трекинга** и активизирует ее работу. Эта сервосхема обеспечивает точное прохождение луча по центру дорожки. Для отслеживания положения луча используется сигнал ошибки трекинга ($TE=E-F$). Отфильтрованная высокочастотная составляющая сигнала TE (сигнал TER) поступает на катушку трекинга. Катушка трекинга перемещает линзу в перпендикулярном к дорожкам направлению и может обеспечить считывание до 20 треков без перемещения ЛГ. Отфильтрованная низкочастотная составляющая сигнала TE (сигнал RAD) подается на двигатель позиционирования, который перемещает ЛГ по полю диска. Лазерная головка периодически перемещается, когда количество прочитанных дорожек выходит за пределы, допустимые для катушки трекинга.

Схемы трекинга не могут самостоятельно определить нахождение луча на информационной дорожке или между ними. Для этого используется зеркальный детектор, который по амплитуде высокочастотного сигнала EFM определяет положение луча и корректирует его. Если луч находится между дорожками, то амплитуда сигнала EFM минимальна. При удачном отслеживании сервосхемы трекинга вырабатывают сигнал ТОК (Tracking OK).

После этого начинается считывание информации с диска. Протактированный импульсами с кварцевого генератора, **PLL-детектор** подстраивается по частоте и фазе к высокочастотному EFM-сигналу и выделяет из него данные. В сдвиговом регистре последовательные данные преобразуются в параллельные. Далее информация декодируется, проходит начальную обработку (деперемежение, коррекция ошибок и т.п.) и помещается в буфер "половинного состояния". СУСВД поддерживает заполнение буфера на уровне 50%. Если скорость вращения низкая и буфер заполнен менее чем на 50%, то сервосхема увеличит обороты двигателя, и наоборот. Можно на некоторое время притормозить диск, но звук не прервется. Это объясняется наличием буфера. Похожий принцип работы в AntiShock-схемах, но у них емкость и процент заполнения больше.

Информация в буфер записывается и считывается по импульсам WFCK и RFCK соответственно. Считанная информация разделяется на аудиоданные и субкод. Субкод - это служебная информация, которая содержит синхронизирующие биты, сведения о текущем треке, времени. Субкод используют сервосхемы для позиционирования лазерной головки в нужную точку. Скорость потока субкода составляет 58,8 кбит/с. Аудиоданные обрабатываются в звуковых схемах, и на выход поступает аналоговый аудиосигнал.

Преобразование звука

Преобразование звука из цифрового в аналоговый формат происходит в звуковых схемах. Первоначально данные левого и правого каналов смешаны

(мультиплексированы) и размещены в одном потоке. Аудиоданные проходят дальнейшую обработку (интерполяция, замещение) в цифровых аудиосхемах. Для улучшения качества звука и уменьшения шумов могут использоваться цифровые фильтры и схемы ускоренной выборки (OVERSAMPLING). Цифровые фильтры преобразуют разрядность аудиосигнала с 16 до 18 или 20 бит, уменьшая ступеньку квантования в выходном сигнале. При использовании 18-разрядного фильтра и ЦАП ступенька уменьшается в 4 раза и, соответственно, звук становится более приятным. Схемы ускоренной выборки перемещают шумы квантования (>22 кГц) в область более высоких частот. Данные для ЦАП считываются и преобразуются со скоростью в 2, 4, 8 или 16 раз большей, чем номинальная.

ЦАП преобразовывает цифровые сигналы в аналоговую форму. Возможны два варианта (рис. 6.9).

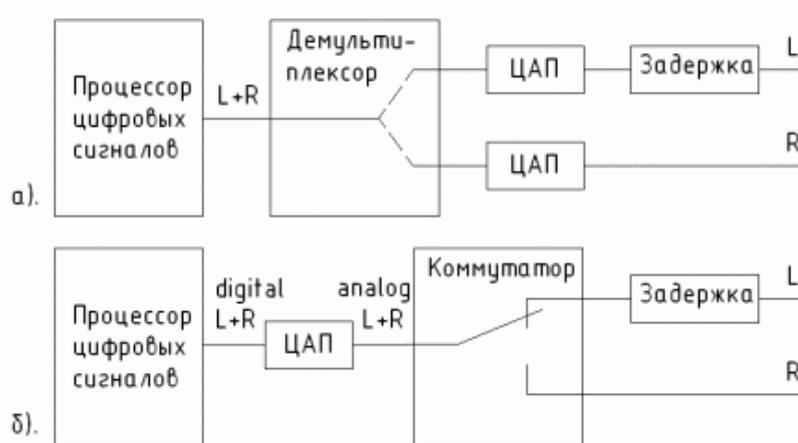


Рис. 6.9 Включение ЦАП в звуковых схемах

В дорогих моделях используется вариант, показанный на рис. 6.9,а. Мультиплексированный цифровой сигнал поступает на демultipлексор, который по тактирующим импульсам разделяет его на 2 цифровых потока соответственно для левого и правого каналов. Для каждого канала используется свой ЦАП. В другом варианте (рис. 6.9,б) применяется один ЦАП, аналоговый сигнал с которого разделяется коммутатором на два канала. В обоих случаях линия задержки используется для выравнивания по времени данных правого и левого каналов.

Аудиосигналы с выхода ЦАП усиливаются и поступают на выходные фильтры. Фильтры обрезают высокочастотные составляющие (>20 кГц), шумы квантования и сглаживают ступеньку.

В аудиосхемах используются транзисторные ключи, которые управляются сигналом MUTE и закорачивают выходной сигнал на корпус. Если диск считывается нормально, то в режимах "Воспроизведение" или

"Перемотка по треку" процессор отключает блокировку звука. Во всех остальных режимах функция MUTE активизирована.

От качества фильтра напрямую зависит качество аудиосигнала. В дорогих моделях используют фильтры более высоких порядков.

Особенности настройки и проверки cd-, dvd-проигрывателей.

Проверка линзы

Для просмотра поверхности линзы желательно использовать лупу и источник яркого света. Линза должна быть чистой, прозрачной, без царапин, в противном случае падает мощность считываемого луча и наблюдается эффект "подсевшего лазера". Поверхность линзы покрыта специальным фоточувствительным слоем, который придает ей голубоватый оттенок.

Для прочистки линзы выпускаются баллончики со специальной жидкостью. Также можно использовать спички с ватой и спирт. Смоченным в спирте ватным тампоном протирают линзу и сразу же сухим тампоном удаляют следы от спирта. Делать это нужно очень аккуратно, чтобы не повредить подвеску и не нарушить юстировку фокусирующей линзы. Из-за применения для чистки активных веществ линза со временем может помутнеть.

На практике допускаются маленькие царапины, но при больших повреждениях считывание информации становится невозможным. Нужно заменить лазерную головку или реставрировать ее.

Проверка наклона линзы

Наклон линзы - это отклонение от параллельности плоскости линзы относительно плоскости диска. Эта величина должна быть минимальной (рис. 6.10).

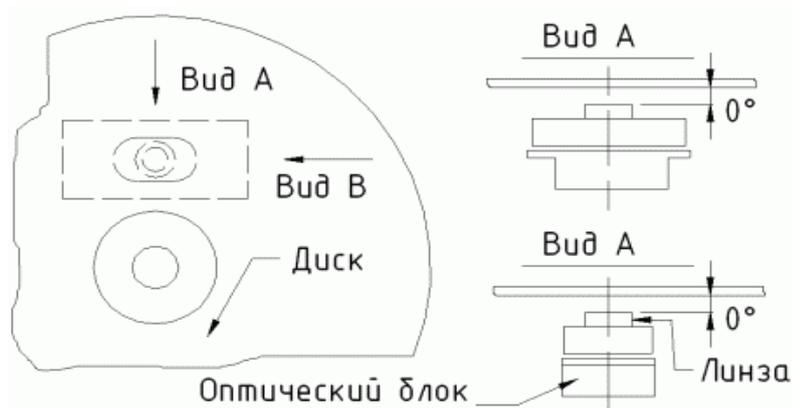


Рис. 6.10 Наклон линзы

Из-за увеличения наклона линзы уменьшается амплитуда полезных лучей, ухудшается отслеживание трека, поэтому диски плохо читаются. Со временем из-за изменения характеристик материала подвески катушки (внутреннее напряжение и т.п.) наклон линзы может увеличиться.

Настройка: Регулировку наклона линзы можно проводить в одной или двух плоскостях, в зависимости от модели ЛГ, либо же она не предусмотрена вообще (рис. 6.11, где 1 - регулировочные винты; 2 - пружина; 3 - винт с пружиной; 4 - фиксирующий винт; 5 - отверстие для регулировочного ключа).

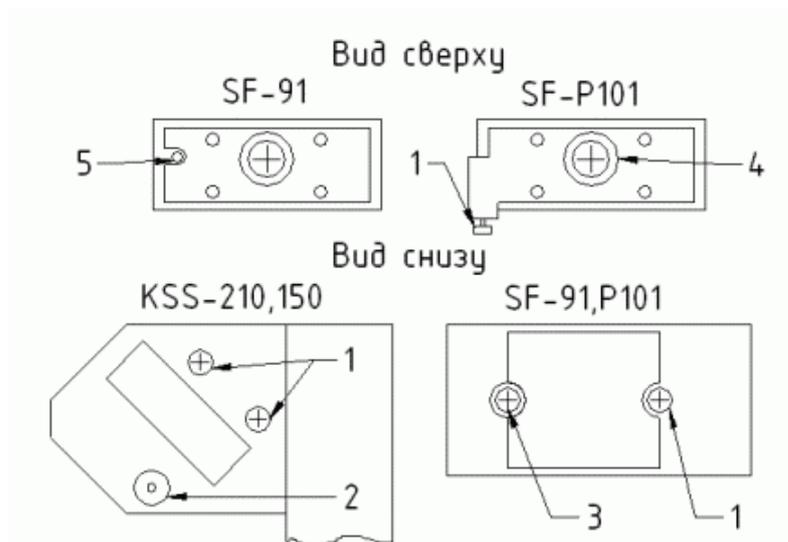


Рис. 6.11 Регулировка наклона линзы

Регулировку осуществляют с помощью винтов 1. В большинстве случаев настройку наклона можно проводить только при разобранной механике, “в воздухе”. Точно наклон настраивают по максимальной амплитуде сигнала EFM.

Если этот сигнал отсутствует или слабый, возможно, сначала нужно провести грубую настройку “на глазок”. Для этого следует подать напряжение (1...2) В на фокусирующую катушку, чтобы линза поднялась вверх к диску, не дотрагиваясь до него. При этом легче увидеть погрешность наклона (рис. 6.11). Выше некоторого уровня линза подняться не сможет, потому нужно следить за тем, чтобы не сжечь катушку. Затем нужно настроить наклон линзы по максимальной параллельности. После грубой регулировки при запуске линза должна фокусироваться, и диск должен вращаться.

Дифракционная решетка

Дифракционная решетка расщепляет лазерный луч на лучи разных порядков. В проигрывателе используются основной луч для считывания информации и два дополнительных луча первого порядка для отслеживания трека. Мощность дополнительных лучей составляет 25% от мощности основного. Регулируя положение дифракционной решетки, можно изменить положение дополнительных (отслеживающих) лучей относительно основного.

Регулировка возможна в некоторых (в основном старых) моделях оптических головок (рис. 6.12, где 1 - отверстие для регулировки; 2 - фотодатчик; 3 - лазерный диод; 4 - прижимные винты; 5 - регулировочный ключ).

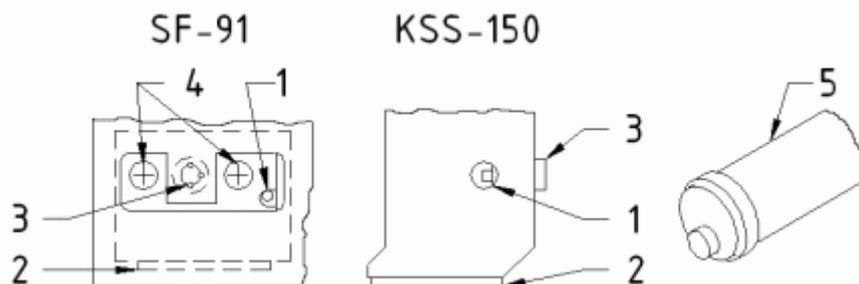


Рис. 6.12 Юстировка дифракционной решетки

Головки показаны со стороны соединительной платы.

Специальный регулировочный ключ 5 можно изготовить самостоятельно. Отверстие для регулировки может быть залито клеем. В головках SF-91 (рис. 6.12) дифракционная решетка конструктивно расположена в одном корпусе с лазерным диодом, поэтому перед регулировкой нужно слегка отпустить винты 4 и желательно отпаять диод от платы, временно соединив его с платой тонкими проводниками. Данным способом можно попробовать восстановить неисправную лазерную головку, которая не отслеживает трек (луч фокусируется, и сигнал ФОК вырабатывается).

Настройка: В процессе попытки считывания трека нужно плавно поворачивать ключ и выставить решетку по максимальной амплитуде сигналов EFM и TER.

Диагностика двигателя

При износе двигателя, вращающего диск, в нем увеличивается зазор между осью коллектора и бронзовой втулкой, в результате чего в несколько раз увеличиваются вибрация и колебания компакт-диска в вертикальном и горизонтальном направлениях. Сервосхемы фокусировки и трекинга не могут отследить дорожку, и из потока считываемой информации начинают выпадать полезные данные. Слышен шорох в выходном аудиосигнале (как у виниловой пластинки), диск плохо читается или не читается вообще.

При обгорании и искрении контактов коллектора, некачественной разводке и экранировке схем питания также может возникнуть треск и шорох в аудиосигнале. Если двигатель разбит, то он будет издавать сильный механический шум и треск.

Проверка на износ втулок (на "разбитость")

В корпусе двигателя установлены две бронзовые втулки, играющие роль подшипников. В процессе работы втулки изнашиваются, увеличивается

зазор между ними и валом двигателя dS (рис. 6.13, где 1 - ось; 2 - направление вибраций; 3 - бронзовая втулка; 4 - корпус), увеличивается вибрация и дребезг вала двигателя.

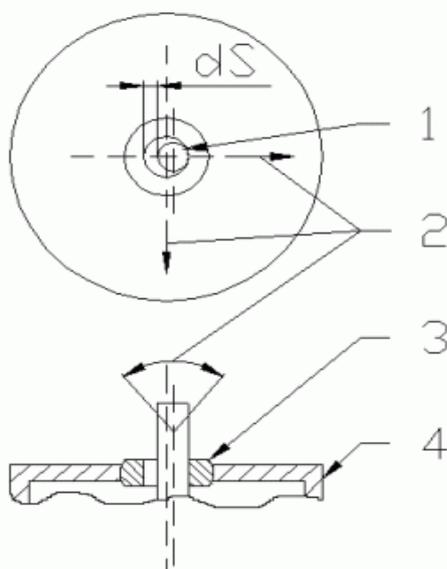


Рис. 6.13. Износ двигателя

Дребезг передается компакт-диску. Если колебания диска в радиальном направлении больше допустимой нормы, система трекинга не может отследить дорожку (диск читается плохо или вообще не читается).

В "разбитых" двигателях резко увеличивается механический шум. Например, при позиционировании головки слышен сильный треск. На практике определить износ двигателя можно следующим способом:

- извлечь двигатель, снять с вала шестеренку или столик;
- присоединить двигатель к регулируемому блоку питания 0...5 В, 100 мкА;
- плавно увеличивая напряжение от 0 до 3 В и наоборот, внимательно прислушиваются к механическому шуму.

В разбитом двигателе при некоторых значениях оборотов из-за резонанса в несколько раз увеличиваются шум и треск. В исправном двигателе шум меняется плавно. Для начала можно сравнить работу двигателя с заведомо исправным (эталонным). Попрактиковавшись несколько раз, можно научиться отбраковывать изношенные двигатели. В процессе проверки нужно быть осторожным с напряжением питания, чтобы не вывести из строя двигатель. Разбитые двигатели нужно заменять аналогичными или реставрировать.

Износ двигателя диска значительно больше влияет на качество считывания по сравнению с износом двигателя позиционирования. Поэтому, если разбит двигатель диска, то можно попытаться поменять его местами с

двигателем позиционирования, при условии, что оба двигателя одинаковой марки. Но часто вал двигателя диска по длине больше, чем вал двигателя позиционирования. В этом случае можно разобрать два двигателя и поменять местами их корпуса или попытаться его реставрировать.

Проверка на “мертвую точку”

"Мертвой точкой" называют положение двигателя, в котором из-за искрения и обгорания контактов пропадает контакт между коллектором и щетками. При вращении вала двигатель может по инерции проскакать мертвую точку, поэтому определять ее нужно во время запуска двигателя.

Для проверки наличия мертвой точки нужно подать на двигатель напряжение питания, достаточное для его медленного вращения и, притормаживая рукой вал двигателя, постараться найти положение, из которого двигатель перестает запускаться. Если после нескольких попыток найти мертвую точку не удастся, то можно предположить, что двигатель исправен.

Диагностика механики.

Проверка перпендикулярности плоскости столика к своей оси (кривизна столика).

Для проверки перпендикулярности столика нужно установить диск на столик и зафиксировать его магнитом. Затем следует слегка крутануть диск рукой. Если амплитуда колебаний диска на краю (А на рис.6.14) превысит 0,5 мм в вертикальном направлении, можно попытаться его выровнять или заменить другим.

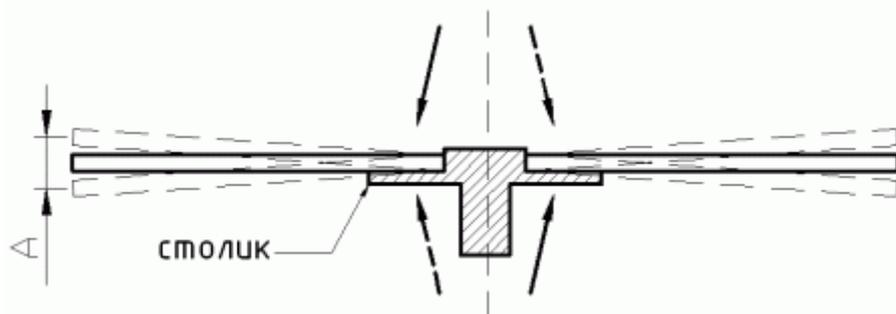


Рис. 6.14. Настройка кривизны столика

На практике выравнять можно следующим образом:

- устанавливают старый диск и, вращая его, находят места максимального отклонения диска вверх (вниз);
- надавливая на столик (направления надавливания указаны стрелками на рис. 6.14), пытаются его выровнять.

Надавливать нужно легонько, чтобы не повредить столик или двигатель. Для исключения повреждения или искривления столика снимать его с двигателя можно только за нижнюю часть, помогая при этом отверткой.

При колебаниях диска выше допустимых сервосхемы фокусировки не смогут обеспечить надежную фокусировку луча на поверхности диска. Поэтому процесс считывания может прерываться. Этот эффект особенно заметен на последних треках.

Если сила магнита "ослабла", диск на столике в моменты пуска и остановки проигрывателя может проскальзывать.

Проверка высоты столика

Установив параллельно с осью двигателя штангенциркуль, измеряют расстояние от плоскости столика к шасси, на которой закреплен двигатель (А на рис. 6.15).

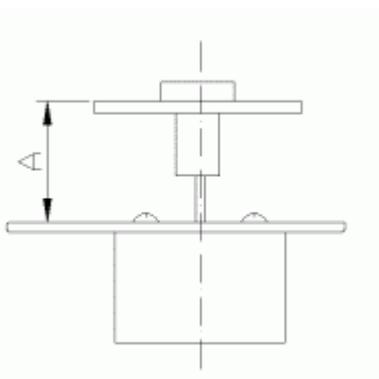


Рис. 6.15 Настройка высоты столика

В проигрывателях Sony KSM-210 (KSM-240, KSM-150), Sanyo SF-90 высота столика равна $19,5 \pm 0,25$ мм. У других проигрывателей это расстояние может быть другим (точную высоту определяют по документации). Есть смысл измерять высоту столика для разных типов "механики" и записывать в блокнот. Это может пригодиться при следующих ремонтах.

В процессе эксплуатации высота столика может немного измениться. Из-за этого проигрыватель начинает запускаться только со второго или третьего раза. При сильном отклонении высоты столика луч не может сфокусироваться.

Грубо высоту столика можно выставить, основываясь на том, что при считывании диска фокусная линза должна иметь запас для возможности перемещения вверх и вниз.

После изменения высоты столика нужно настроить смещение фокуса FO-Offset.

Проверка позиционирования ЛГ

Для проверки позиционирования лазерной головки нужно:

- отключить Slide-двигатель от схем проигрывателя;
- при отсутствии смазки на направляющих ЛГ и шестернях нанести смазку;

- подать на Slide-двигатель напряжение (1...5) В нужной полярности, чтобы ЛГ двигалась от начального к конечному положению и в обратную сторону. Можно попробовать покрутить вал двигателя рукой.

Если ЛГ движется неравномерно, приостанавливается, слышен сильный треск, заметно подклинивание или проскальзывание, то, возможно, поврежден двигатель, шестерни или пассики. Шестерни нужно осмотреть на отсутствие повреждений, разломов, лишних механических элементов. Пассиковые передачи должны надежно передавать движение. Если натяжение пассика ослабло, он начинает проскальзывать. При замене пассиков следует иметь в виду, что при использовании короткого, сильно натянутого, пассика большая часть энергии теряется из-за трения в передаче, а также сильно изнашивается двигатель. Из-за этого может часто прерываться считывание диска.

Если в двигателе позиционирования есть мертвая точка, то при воспроизведении проигрыватель может самопроизвольно переходить в режим остановки. При обгорании контактов в двигателе позиционирования ЛГ позиционируется рывками, проскакивая необходимое положение. В случае неисправности двигателя его заменяют или реставрируют.

В некоторых CD-проигрывателях Telefunken для позиционирования ЛГ применяется фрикционная передача, которая при ослаблении пружины может сильно проскальзывать. ЛГ позиционируется рывками, часто теряет трек. В данном механизме отсутствует концевик начального положения ЛГ, поэтому фрикционная передача не должна быть очень жесткой, чтобы иметь возможность проскальзывать при установке головки в стартовую позицию.

Каретка

При нажатии клавиши "Open/Close" каретка должна выехать и, замкнув концевик, остановиться. Для возможности извлечения диска лазерная механика может опуститься вниз, или используется специальный механизм для поднятия диска.

Для диагностики движения каретки подают напряжение 2...5 В или пробуют вращать рукой вал двигателя каретки. Если каретка не выезжает, возможно, она заклинила. Во многих моделях каретка может выехать только, когда лазерная механика опущена вниз. Загрязнение механических элементов затрудняет движение каретки. Иногда один двигатель управляет кареткой и позиционирует лазерную головку.

Проверяют пассик. Если он растянут, то передача проскальзывает, и каретка выезжает очень медленно или не выезжает вообще. В проигрывателях Telefunken, где использованы бесконтактные схемы, если пассик растянут, каретка может выехать до конца, но двигатель еще долго будет вращаться.

Возможен вариант, когда каретка выезжает до конца и сразу заезжает обратно. Если каретка закрыта, диск должен быть прижат к столику и иметь

возможность свободного вращения. Иногда, если диск плохо прижат, блокировочные концевики отключают ток питания лазера.

Для извлечения каретки нужно отжать защитные пластинки и (или) открутить болты или снять защелки (рис. 6.16, выделенными кругами обозначены возможные места блокировочных элементов). Если каретка свободно не выезжает, не нужно использовать силу, нужно найти блокировочные элементы.

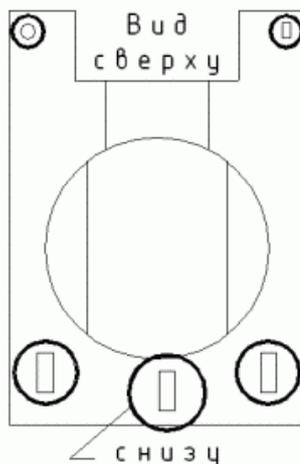


Рис. 6.16. Каретка

Чейнджера

Только при нормальной работе чейнджерного механизма возможен последующий поиск неисправности в проигрывателе. Встречаются кассетные и карусельные чейнджеры. При разборке чейнджеров желательно пометить положения шестеренок и других элементов, чтобы затем без проблем можно было собрать все обратно.

Из-за неисправности оптопары невозможно отслеживание состояния механики (положение карусели и пр.). Также следует проверить соединительные провода и плоские шлейфы.

Варианты, причины и последовательности поиска неисправностей

Последовательность поиска неисправности в схемах питания:

1. Наличие напряжения питания на первичной обмотке трансформатора (если нет напряжения на первичной обмотке, проверяют предохранители, шнур и выключатель питания).
2. Напряжение на вторичных обмотках трансформатора (в случае отсутствия напряжения возможен обрыв в обмотках трансформатора или КЗ в обмотках или нагрузке; следует отключить вторичную обмотку от нагрузки и прозвонкой тестером выявить место КЗ).
3. Предохранители в цепи вторичной обмотки. Наличие напряжения на фильтрующих конденсаторах, на входе и выходе выпрямителей и стабилизаторов. Если напряжение на выходе стабилизатора занижено и

силовые элементы сильно греются, то это свидетельствует о возможном КЗ в нагрузке. При поиске КЗ нужно помнить, что выводы питания процессоров могут дублироваться. В недорогих моделях часто встречается пробой оксидных фильтрующих конденсаторов.

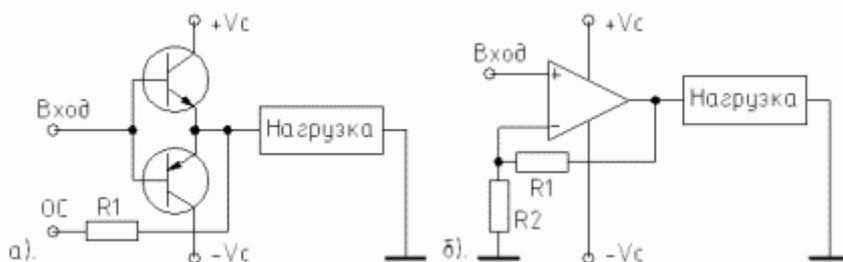
4. Входные и выходные напряжения на ключах питания, ключи питания (в качестве ключей используются электрические реле, транзисторы или интегральные микросхемы).
5. Наличие на ключах питания сигнала "Power" ("PowerOn") с процессора после нажатия кнопки "Power" на панели проигрывателя. При открытии всех ключей питания проигрыватель должен перейти в рабочий режим. Не стоит "вручную" открывать ключи без сигнала с процессора. Проигрыватель не будет работать пока процессор не готов.
6. Поступление напряжения питания с ключей к процессорам, драйверам и другим элементам.

Последовательность поиска неисправности в процессоре управления:

1. Напряжение питания 5 В.
2. Наличие сигнала начального сброса регистров процессора "Reset" через 0,2...0,5 с после подачи питания на процессор управления.
3. Импульсы сканирования кнопок. Возможно, заклинила одна из кнопок на панели управления, заблокировав процессор.
4. Кварцевый резонатор (стабильная синусоида на кварцевом резонаторе свидетельствует о его работоспособности).
5. Элементы обвязки процессора, т.е. дополнительные внешние элементы (резисторы, конденсаторы и т.п.), необходимые для его нормальной работы.

Выходные каскады (драйвера)

Выходные каскады используются для усиления сигналов управления выходными устройствами (двигателями, катушками). В выходных каскадах используют одно- или двухполярные схемы на транзисторах или интегральных микросхемах (рис. 6.17).



а) на транзисторах; б) на микросхеме

Рис. 6.17. Выходные каскады

Последовательность поиска неисправности:

1. Проверить напряжение питания (см. выше). Проверять напряжение питания на транзисторах нужно очень осторожно, так как случайное закорачивание базы и коллектора одного из выходных транзисторов приведет к выходу из строя сервопроцессора (несколько раз встречал сгоревшие процессоры СХА 1082 после предварительных ремонтов).
2. Проверить форму сигнала на входе и выходе. Осциллограмма на выходе должна быть похожа на входную. Если отсутствует верхняя или нижняя половина выходного сигнала, значит, неисправен один из выходных транзисторов. Даже в этих случаях проигрыватель может работать, но нестабильно.

С помощью обратной связи R1 стабилизируется работа выходного каскада. От номинала резистора R1 зависит величина коэффициента усиления каскада. При замене двигателей или катушек похожими, но имеющими другие характеристики, может возникнуть необходимость в изменении мощности выходного (управляющего) сигнала. Для этого можно в небольших пределах (50...200%) изменить сопротивление R1.

Если в процессе работы выходные каскады сильно нагреваются, можно увеличить их площадь рассеивания, прикрепив радиатор.

Плоские шлейфы

Для соединения движущихся элементов с электроникой применяют плоские шлейфы. Во время эксплуатации такие шлейфы могут переламываться, и контакт отходит или пропадает. Шлейфы прозванивают, осторожно выгибая шлейф в разные стороны. Неисправный шлейф желательно заменить новым, так как в случае если сломан хотя бы один проводник, велика вероятность того, что скоро выйдут из строя и другие.

Возможные неисправности и способы их устранения

Не включается, не переводится с дежурного режима в рабочий

Возможные причины неисправности: отсутствует питание, неисправен процессор

Если проигрыватель не включается только с пульта ДУ, то, возможно, неисправен сам пульт или фотоприемник схемы усиления и обработки его сигналов.

Не работает дисплей

В проигрывателях используются одно- и многоцветные жидкокристаллические дисплеи, флуоресцентные индикаторы, светодиодные матрицы.

Возможные причины неисправности: неисправность в процессоре дисплея, схемах питания. В жидкокристаллических дисплеях причина часто заключается в неисправности ламп подсветки или отсутствии их питания. Для работы флуоресцентного дисплея нужны несколько дополнительных напряжений: переменного накального (3...5) В; постоянного (20...30) В для анодной сетки. Напряжение накала может поступать непосредственно с

трансформатора питания или с преобразователя постоянного напряжения в переменное.

Дисплей отображает частично или непонятные символы

Возможные причины неисправности: вышли из строя некоторые светодиоды светодиодной матрицы; плохой контакт дисплея и проводников (нужно пропаять контакты на пути от дисплея к процессору, а если для контакта с жидкокристаллическим дисплеем используются токопроводящие резиновые пластинки, - прочистить места контакта); неисправны схемы управления дисплеем в процессоре управления (иногда для дисплея может применяться отдельный процессор).

Неправильные показания дисплея (время, количество песен)

Возможные причины неисправности: неправильно считывается информация с компакт-диска, что вызвано плохой настройкой сервосхем трекинга.

Не выезжает каретка

Последовательность поиска неисправности:

1. Нажав кнопку "Open/Close", проверяют напряжение (5...10 В) на двигателе каретки. Если напряжение есть, то искать неисправность нужно в механической части, если оно отсутствует - в электронной (на рис. 6.17 направления поиска показаны стрелками).
2. Проверяют двигатель.
3. Диагностируют каретку. При нажатии кнопки "Open/Close" вал двигателя каретки начинает вращаться. Если каретка длительное время не может достичь конечного положения, процессор реверсирует двигатель, а позже блокирует его.
4. Проверяют напряжение питания, выходной каскад, управляющий процессор, сигнал управления кареткой на выходе и входе, тактирующие импульсы. Сигнал на вход процессора может поступать с другого процессора по шине I2C или с концевика.
5. Проверяют, изменяется ли напряжение при замыкании-размыкании концевика начального положения каретки. При окислении контактов концевика сигнал с него может не восприниматься процессором.
6. Проверяют кнопку "Open/Close" (от влажности и температуры кнопки окисляются), сканирующие импульсы на ней.

Можно вручную выкрутить каретку при выключенном проигрывателе и включить его. Если каретка заедет обратно, возможно, неисправна кнопка или замкнут концевик. Нужно обратить внимание на режим работы на дисплее "Open", "Close".

Каретка выезжает медленно или не доезжает

Возможные причины неисправности: повреждены механические элементы, растянута пружина, обгорели щетки двигателя, занижено питание выходных каскадов.

Постоянно включен один или несколько двигателей

Возможные причины неисправности: выходные каскады пробиты или разбалансированы из-за отсутствия одного из питающих напряжений или неисправен управляющий процессор.

Диск не вращается, не считывается, считывается плохо, прыгает или заикливается

Возможные причины неисправности: неисправен двигатель; драйвер; сервопроцессор; схемы питания драйвера, процессора и лазера (ALPC); оптический считывающий блок; неисправны или неправильно настроены сервосхемы.

Последовательность поиска неисправности:

1. Проверить схемы питания проигрывателя: наличие всех напряжений, отклонение от номинальных величин, коэффициент пульсаций.
2. Осмотреть поверхность диска и прочистить линзу лазера.
3. Диагностировать лазерную головку, настроить ток питания лазера. При подозрении о неисправности оптического блока желательно временно заменить его заведомо исправным и подстроить сервосхемы (в практике ремонта автора в половине проигрывателей использовались взаимозаменяемые звукосниматели KSS210, KSS150, KSS212 фирмы Sony или похожие, но по-разному распаянные SF90, SF88 фирмы Sanyo).
4. Осмотреть механику, двигателя.
5. Проверить на обрыв провода, кабели, плоские шлейфы, соединяющие механику, оптический блок и плату. Плоские шлейфы могут иметь перегнутые проводники, которые в некотором положении шлейфа могут размыкаться. Если отсутствуют сигналы с лазерной головки, возможен обрыв соединительных проводов.
6. Проверить, двигается ли фокусирующая катушка вверх-вниз. Если катушка не двигается, нужно проверить прохождение импульсов FSR к фокусной катушке основные сигналы. В моменты прохождения линзы возле положения фокуса должен наблюдаться сигнал FE.
7. Проверить фокусировку луча на поверхности диска. Линза, сфокусировав луч, должна остановиться, а если рукой изменять положение диска вверх-вниз, линза должна двигаться в том же направлении ("ловить" новый фокус). Когда линза сфокусируется, сигнал FOK принимает высокий уровень и включается схема трекинга. Можно слышать шум фокусной катушки и трекинг-катушки.
8. Убедиться в наличии сигнала EFM, наличии и прохождении аналоговых сигналов отслеживания (Fe, Fer, Te, Ter, Rad и т.д.), других цифровых и аналоговых сигналов (Tok, Fzc, Jr, Jf, MON, MDP, MDN и т.д.), наличии тактовых импульсов (Clk).
9. Проверить выходные каскады.

10. Настроить сервосхемы. Перед началом настройки положение всех регуляторов желательно промаркировать.

Если диск не вращается, то проверку следует начать с напряжения питания. Если диск не считывается или считывается плохо, то проверку можно начать с механической части или с электронной. Если считывание диска периодически прерывается, диск "прыгает" или зацикливается, нужно обратить внимание на место, где это случается: постоянно в одних и тех же местах или хаотически. Если хаотически, то чаще всего причиной является механические неисправности: разбит двигатель, высохла смазка и т.д. Если в одних и тех же местах, это связано с дефектами компакт-диска, юстировкой лазерной головки, настройкой сервосхем.

Отсутствует звук

Возможные причины неисправности: отсутствие питающих напряжений; неисправны аналоговые схемы; неисправны схемы цифровой обработки; отсутствует поток входных данных; активирована функция MUTE, преобразование звука.

Возможен вариант, когда проигрыватель вращает диск, пытаясь найти нужный трек, но из-за некачественного сигнала звук заблокирован сигналом MUTE. При этом периодически слышны звуки, похожие на свист, от рывков фокусной катушки и трекинг-катушки (не монотонный шум, как при воспроизведении). Если отсутствует звук только в одном канале, то неисправность нужно искать в аналоговой части аудиосхем. Если в двух, то следует проверить питающие напряжения, тактирующие импульсы, наличие цифрового потока на входе цифровых аудиосхем и уровень сигнала MUTE. О наличии цифрового потока можно судить по равномерности изменения секунд на дисплее.

Убедившись в наличии цифрового потока, следует приступить к поиску неисправности в аудиосхемах. Поиск неисправности в аудиосхемах можно проводить в направлении от цифрового процессора к аналоговому выходу и наоборот. Для усиления аналогового сигнала чаще всего используются операционные усилители.

6.3 Ремонт мобильных устройств

Цифровое мобильное устройство (то есть легко перемещаемое, портативное) - это любое небольшое устройство, которое обычно содержит дисплей и миниатюрную клавиатуру (позже был изобретён сенсорный экран с виртуальной клавиатурой). Первоначально это были в основном карманные устройства, но разнообразие таких устройств постоянно увеличивается. Устройства становятся более гибкими и могут выполнять различные функции, такие как запись и воспроизведение мультимедиа, подключение к видеочатам, подключение к Интернету, функции оплаты.

Мобильные устройства имеют операционную систему (ОС) и могут запускать различные приложения, известные как мобильные приложения. Большинство из них также оснащены различными их типами (Wi-Fi, Bluetooth, GPS), которые позволяют подключаться к компьютерным сетям или другим аналогичным устройствам или, например, наушникам. Они часто оснащены одной или двумя миниатюрными цифровыми камерами, а их питание обеспечивается литиевой батареей.

Структурная схема сотового радиотелефона, работающего в цифровом стандарте GSM (рис. 6.18), состоит из аналоговой и цифровой частей, которые обычно располагаются на отдельных платах. Аналоговая часть включает в себя приемное и передающее устройства, которые по своим характеристикам и построению напоминают описанные выше.

В системах стандарта GSM передатчик и приемник сотового телефона работают не одновременно. Передача осуществляется только в течение 1/8 длительности кадра. Это значительно уменьшает расход энергии аккумуляторной батареи и увеличивает время функционирования как в режиме передачи (разговора), так и в режиме приема (ожидания). Кроме того, заметно снижаются требования к ВЧ-фильтру приемника, выполненному на ПАВ, что делает возможным интеграцию МШУ со смесителем. Блок сопряжения прием-передача - это электронный коммутатор, подключающий антенну либо к выходу передатчика, либо к входу приемника, поскольку сотовый телефон никогда не работает на прием и передачу одновременно.

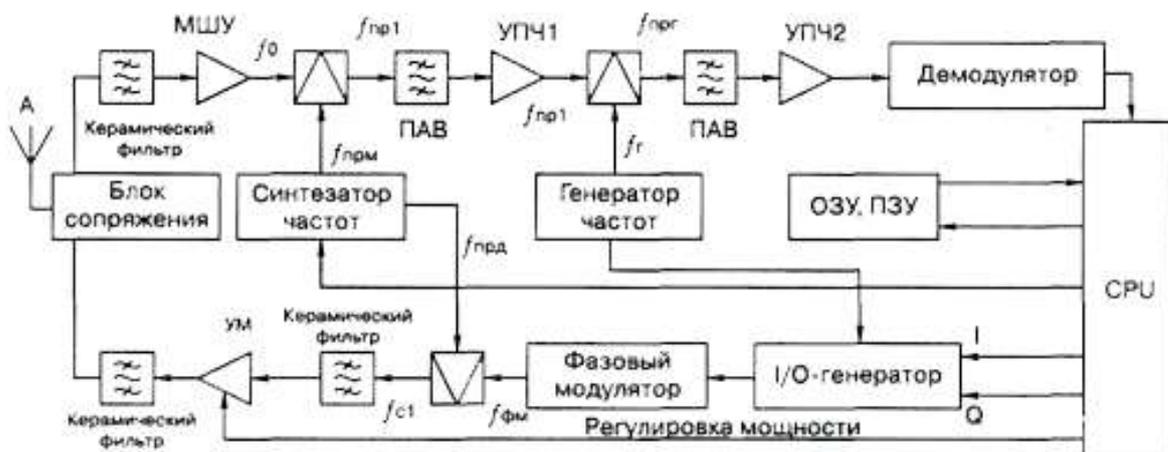


Рис. 6.18. Функциональная схема радиотелефона цифрового стандарта GSM

Принимаемый сигнал после прохождения входного полосового фильтра усиливается МШУ и поступает на первый вход первого смесителя. На второй вход поступает сигнал гетеродина $f_{прм}$ с синтезатора частот. Сигнал первой промежуточной частоты $f_{пр}$, проходит через полосовой фильтр на ПАВ и усиливается усилителем первой

промежуточной частоты УПЧ1, после чего поступает на первый вход второго смесителя. На второй его вход поступает сигнал гетеродина f_T с генератора частот. Полученный сигнал второй промежуточной частоты $f_{пр2}$ фильтруется полосовым фильтром на ПАВ, усиливается усилителем УПЧ2, демодулируется и поступает на аналого-цифровой преобразователь (АЦП), где преобразуется в сигнал, необходимый для работы цифрового логического блока, выполненного на центральном процессоре CPU.

В режиме передачи информационный цифровой сигнал, сформированный в логическом блоке, поступает на I/O-генератор, где происходит формирование модулирующего сигнала. Последний поступает в фазовый модулятор, с которого сигнал $f_{фм}$ поступает в смеситель. На второй вход смесителя поступает сигнал $f_{прд}$ с синтезатора частот. Полученный сигнал $f_{с1}$ через полосовой фильтр поступает в усилитель мощности (УМ), управляемый с помощью центрального процессора CPU. Усиленный до необходимого уровня сигнал $f_{с1}$ через полосовой керамический фильтр поступает к антенне А и излучается в окружающее пространство.

Цифровая логическая часть сотового телефона (рис. 6.19) обеспечивает формирование и обработку всех необходимых сигналов. Сердцевинной этой важной части цифрового телефона является центральный процессор CPU. Он выполнен в виде СБИС на микромощных полевых транзисторах со структурой «металл-диэлектрик-полупроводник» (МДП или MOS).

В состав цифровой части телефона входят:

- Цифровой сигнальный процессор (CPU) со своей оперативной и постоянной памятью, осуществляющий управление работой сотового телефона. CPU телефонов несколько проще, чем микропроцессоры компьютеров, но тем не менее являются сложнейшими микросистемными изделиями.
- Аналого-цифровой преобразователь (АЦП), который преобразует аналоговый сигнал с выхода микрофона в цифровую форму. При этом вся последующая обработка и передача сигнала речи производятся в цифровой форме, вплоть до обратного цифро-аналогового преобразования.
- Кодер речи, осуществляющий кодирование сигнала речи, имеющего уже цифровую форму, по определенным законам с использованием алгоритма сжатия для сокращения избыточности сигнала. Таким образом, осуществляется сокращение объема информации, которую необходимо передавать по радиоканалу связи.
- Кодер канала, добавляющий в цифровой сигнал, получаемый с выхода кодера речи, дополнительную (избыточную) информацию, предназначенную для защиты от ошибок при передаче сигнала по линии связи. С этой же целью информация подвергается

определенной переупаковке (перемежению). Кроме того, кодер канала вводит в состав передаваемого сигнала информацию управления, поступающего от логической части.

- Декодер канала, выделяющий из входного потока данных управляющую информацию и направляющий ее в логический блок. Принятая информация проверяется на наличие ошибок, которые по возможности исправляются. Для последующей обработки принятая информация подвергается обратной по отношению к кодеру переупаковке.

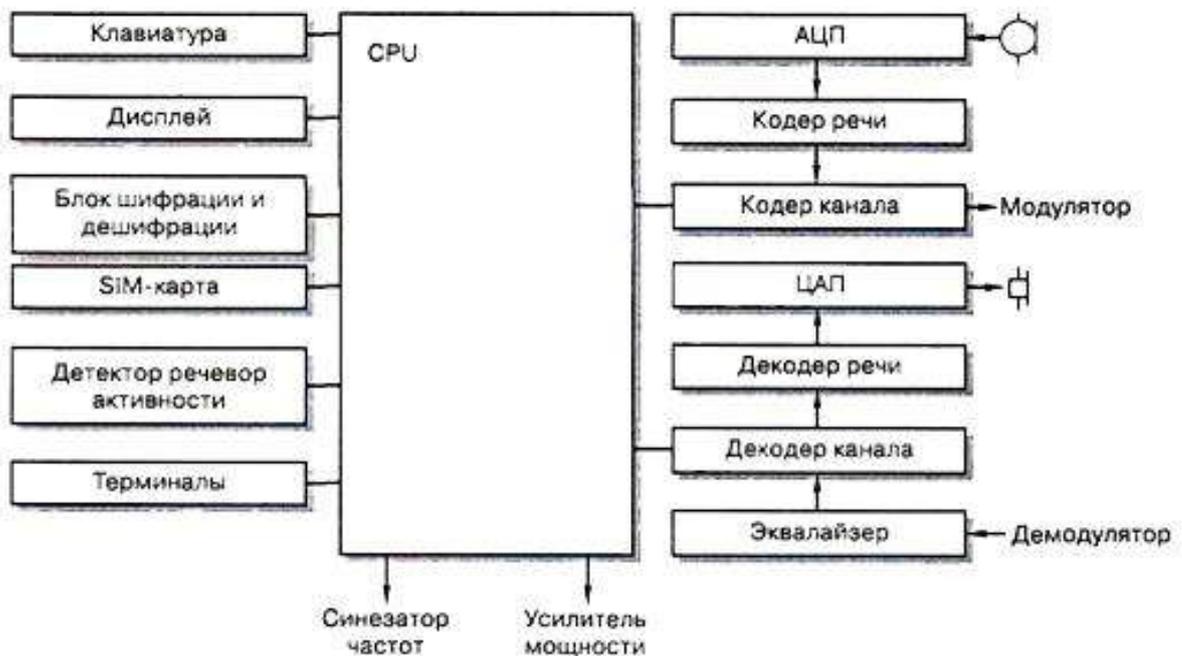


Рис. 6.19. Цифровая и логическая часть мобильного сотового телефона

- Декодер речи, восстанавливающий поступающий на него с декодера канала цифровой сигнал речи, переводящий его в естественную форму, со свойственной ему избыточностью, но по-прежнему в цифровом виде. Отметим, что для сочетания кодера и декодера, расположенных в одном корпусе интегральной микросхемы, иногда употребляют название кодек (например, кодек речи, канальный кодек).
- Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), преобразующий принятый сигнал речи в аналоговую форму и подающий этот сигнал на вход усилителя динамика.
- Эквалайзер, служащий для частичной компенсации искажений сигнала из-за многолучевого распространения. Эквалайзер является адаптивным фильтром, настраиваемым по обучающей последовательности символов, входящих в состав передаваемой

информации. Этот блок, вообще говоря, не является функционально необходимым и в некоторых случаях может отсутствовать.

- Клавиатура, представляющая собой наборное поле с цифровыми и функциональными клавишами для набора номера вызываемого абонента, а также команд, определяющих режим работы сотового телефона.
- Дисплей, служащий для отображения различной информации, предусмотренной устройством и режимом работы станции.
- Блок шифрования и дешифрования сообщений, предназначенный для обеспечения конфиденциальности передачи информации.
- Детектор речевой активности (voice activity detector), включающий передатчик на излучение только на те интервалы времени, когда абонент говорит. На время паузы в работе передатчика в тракт дополнительно вводится так называемый комфортный шум. Это сделано в интересах экономного расходования энергии источника питания, а также снижения уровня помех для других станций.
- Терминальные устройства, используемые для подключения через специальные адаптеры с использованием соответствующих интерфейсов, факс-аппаратов, модемов и др.
- *SIM-карта* (SIM - subscriber identification module, буквально - модуль идентификации абонента) - пластиковая пластина с микросхемой, вставляемая в специальное гнездо абонентского аппарата. В SIM-карте хранятся:
 - данные, присваиваемые каждому абоненту: международный идентификационный номер подвижного абонента (IMSI), ключ аутентификации абонента (Ki) и класс управления доступом;
 - временные данные о сети: временный идентификационный номер подвижного абонента (TMSI), идентификатор области местоположения (LAI), ключ шифрования (Ke), данные о запрещенных для доступа подвижных сетях;
 - данные, относящиеся к обслуживанию: предпочтительный язык общения, уведомления об оплате и перечень заявленных услуг.

Одна из основных задач SIM-карты состоит в обеспечении защиты от несанкционированного использования сотового телефона. На уровне абонентского интерфейса на SIM-карте записывается персональный идентификационный номер (PIN-номер) длиной от 4 до 8 разрядов, который микропроцессор SIM-карты после включения станции сверяет с номером, набираемым пользователем с помощью клавиатуры. Если три раза подряд набран ошибочный PIN-номер, использование SIM-карты блокируется до тех пор, пока абонент не введет 8-разрядный персональный ключ разблокирования (PUK).

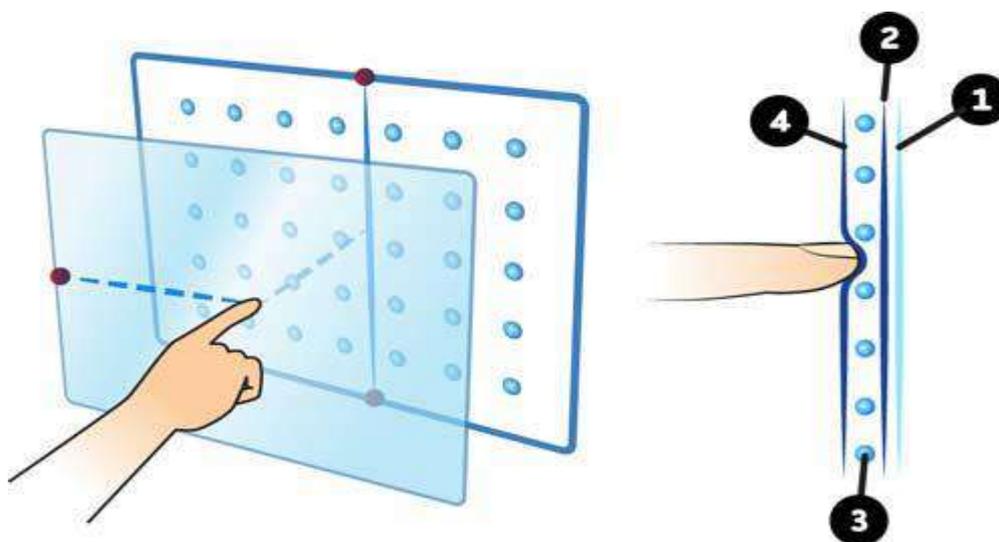
Если ошибочный PUK вводится 10 раз подряд, использование SIM-карты полностью блокируется, и абонент будет вынужден обратиться к оператору сети.

Кроме того, благодаря SIM-картам имеется возможность звонить не только со своего сотового телефона, но и с любого другого GSM-телефона, достаточно вставить SIM-карту в аппарат и набрать личный идентификационный PIN-номер [21].

Сенсорные экраны.

Резистивный экран.

Самый простой вид – это четырехпроводной, который состоит из специальной стеклянной панели, а также пластиковой мембраны. Пространство между стеклом и пластиковой мембраной обязательно должно заполняться микроизоляторами, которые могут надежно изолировать токопроводящие поверхности друг от друга. По всей поверхности слоев установлены электроды, являющиеся тонкими пластинками, сделанными из металла. В заднем слое электроды находятся в вертикальном положении, а в переднем слое – в горизонтальном для того, чтобы могло производиться вычисление координат. Если на дисплей нажать, то панель и мембрана автоматически замкнутся, а специальный датчик будет воспринимать нажатие, преобразовывая его в сигнал. Наиболее усовершенствованным видом считаются восьмипроводные дисплеи, которые отличаются высоким уровнем точности. Однако данные экраны отличаются низким уровнем надежности и недолговечностью. Если же важно, чтобы дисплей был надежным, необходимо остановить выбор на пятипроводном его виде.



1 - стеклянная панель, 2 - резистивное покрытие, 3 - микроизоляторы, 4 - пленка с проводящим покрытием

Рис. 6.20 Резистивный экран

Матричные экраны.

На мембрану нанесены вертикальные проводники, а на стекло – горизонтальные. Если нажать на дисплей, то проводники обязательно соприкоснутся, замкнутся крест-накрест. Процессор может отследить, какие проводники замкнулись, и это помогает обнаружить координаты нажатия. Матричные экраны нельзя назвать высокоточными, поэтому их уже продолжительное время не используют.

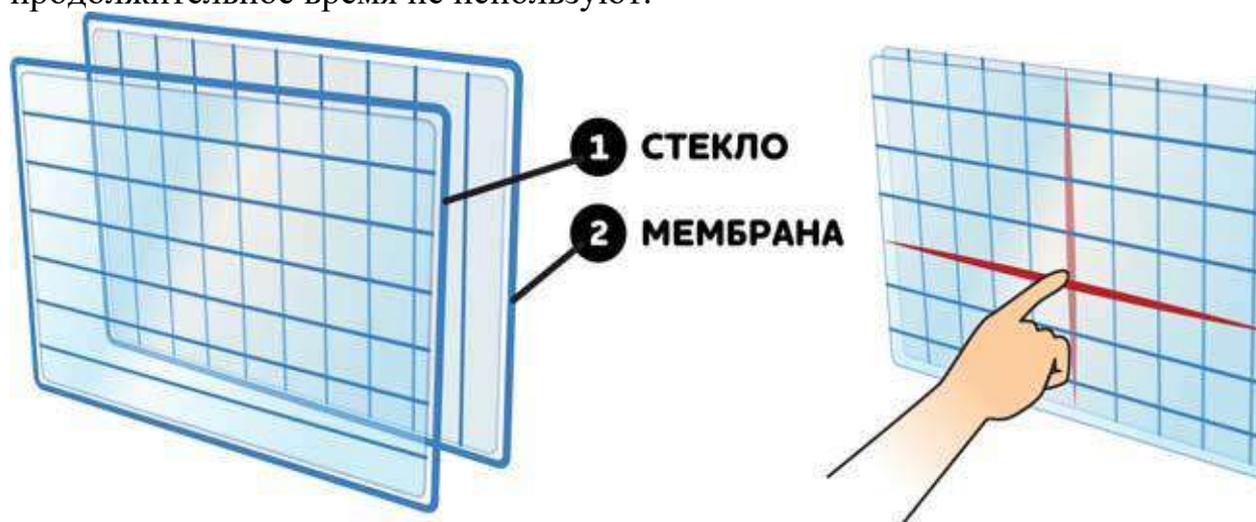


Рис. 6.21 Матричный экран

Емкостные экраны.

Конструкция основана на том, что тело человека и дисплей вместе образуют конденсатор, проводящий переменный ток. Подобные экраны выполняются в виде стеклянной панели, которую покрывают резистивным материалом для того, чтобы электрический контакт не затруднялся. Электроды располагаются по четырем углам дисплея, и на них подано переменное напряжение. Если же коснуться поверхности дисплея, то будет происходить утечка переменного тока через вышеупомянутый "конденсатор". Это регистрируется датчиками, после чего информацию обрабатывает микропроцессор устройства. Емкостные дисплеи могут выдержать до 200 миллионов нажатий, они отличаются средним уровнем точности, но, увы, они боятся любого влияния жидкостей [22].

Проекционно-емкостные экраны.

Проекционно-емкостные экраны могут, в отличие от предыдущих рассмотренных типов, способны определить сразу несколько нажатий. На внутренней стороне всегда есть специальная сетка электродов, и во время соприкосновения с ними обязательно будет образован конденсатор. В данном месте будет изменена электрическая емкость. Контроллер сможет определить точку, в которой пересеклись электроды. Затем происходят вычисления. Если

сразу нажать экран в нескольких местах, то будет образован не один конденсатор, а несколько.

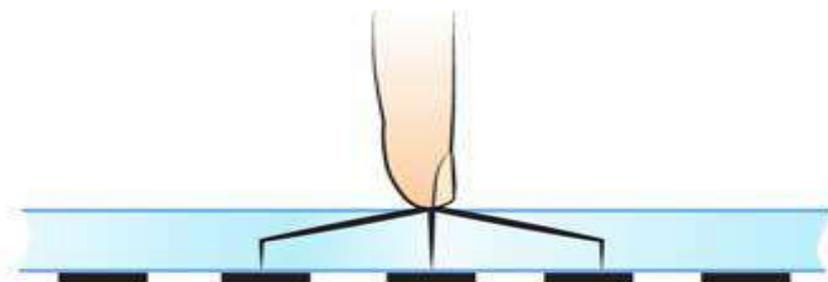


Рис. 6.22 Проекционно-емкостные экраны

Экран с сеткой инфракрасных лучей.

Принцип работы подобных дисплеев является простым, и он в какой-то степени похож на матричный. В этом случае проводники заменяют специальными инфракрасными лучами. Вокруг данного экрана проходит рамка, в которой есть встроенные излучатели, а также приемники. Если нажать на экран, то некоторые лучи будут перекрываться, и они не могут достигнуть собственного пункта назначения, а именно приемника. В итоге контроллер вычисляет место контакта. Подобные экраны могут пропускать свет, они долговечны, поскольку чувствительного покрытия нет и механического касания не происходит вообще. Однако такие дисплеи в настоящий момент не отвечают высокой точности и боятся любых загрязнений. Зато время диагональ рамки такого дисплея может достигать 150 дюймов.

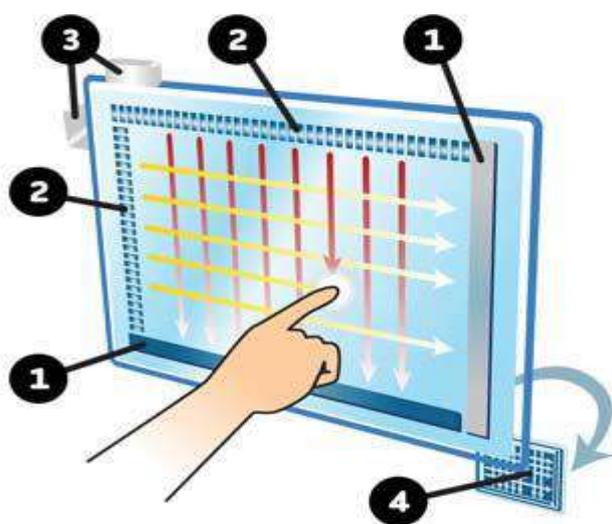
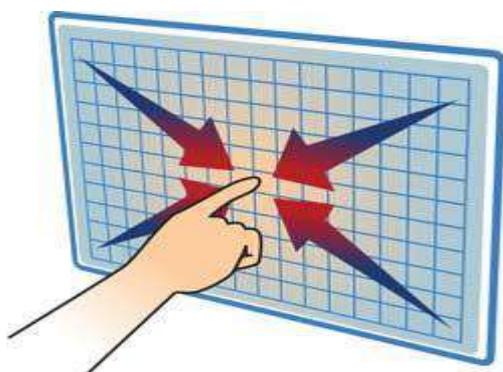


Рис. 6.23 Экран с сеткой инфракрасных лучей

Сенсорные экраны на поверхностно-акустических волнах.

Данный дисплей всегда выполняется в виде стеклянной панели, в которую встроены пьезоэлектрические преобразователи, расположенные по разным углам. По периметру также находятся отражающие, приемные датчики. Контроллер отвечает за формирование сигналов, частота которых является высокой. После этого сигналы всегда посылаются на пьезоэлектрические преобразователя, которые могут преобразовывать поступившие сигналы в акустические колебания, отражающиеся впоследствии от отражающих датчиков. Затем волны могут улавливаться приемниками, повторно посылаются на пьезоэлектрические преобразователи, после чего превращаются в электрический сигнал. Если нажать на дисплей, то энергия акустических волн будет частично поглощена. Приемники отличаются восприимчивостью к подобным изменениям, а процессор может вычислить точки касания. Основным преимуществом является то, что сенсорные экраны на поверхностно-акустических волнах отслеживают координаты точки нажатия, силу нажатия. Дисплеи данного вида отличаются долговечностью, ведь они могут выдержать 50 миллионов касаний. Чаще всего их используют для игровых автоматов, справочных системах. Следует учитывать то, что работа такого дисплея может быть неточной в условиях окружающих шумов, вибрации, акустического загрязнения.



1 - сенсоры, 2 - отражатели звука, 3 - транзисторы-источники звука, 4 - процессор, определяющий координаты

Рис. 6.24 Сенсорный экран

Диагностика смартфона

Первичное тестирование смартфона на неисправности. В рамках этой процедуры проводится диагностика основных элементов телефона на предмет их работоспособности. К таковым относятся дисплей, динамики, модули связи, аккумулятор, камера, клавиши включения и выключения, громкости и прочее. Если на основании первичной диагностики не была

выявлена проблема или ее невозможно выполнить (телефон не включается, система не запускается и т. д.), переходим к следующему этапу.

- Полная диагностика гаджета. Проводится путем разборки смартфона, оценки внешнего состояния его компонентов, тестированием посредством специальных приборов. После выявления проблемы меняют неисправную запчасть телефона на новую.

Гаджет не включается причина, неисправность аккумулятора, повреждение системной платы устройства, ошибка в программном обеспечении.

- Не работает или разбит экран мобильного устройства. Существуют различные типы моделей гаджетов. У одних экран состоит из дисплея и отдельной сенсорной панели, у других он выполнен в виде цельного модуля. В первом случае можно заменить какой-либо один компонент (сенсор или дисплей), а во втором придется менять модуль целиком [23].

- Неисправность мелких компонентов (динамики, микрофоны, камера, кнопки включения или выключения). Замена компонентов на исправные. Подсоединяется большинство компонентов к плате при помощи специальных контактов.

- Механические повреждения корпуса. Замена корпуса.

- Сбои в программном обеспечении. Телефон может медленно работать, зависать при включении, могут отсутствовать какие-либо функции. В этом случае может помочь «сброс» до заводских настроек, если проблемы не исчезли, потребуется «перепрошивка» гаджета.

- Слишком быстро разряжается АКБ. Чаще всего батарея отслужила свой срок и требует замены. Иногда проблема может возникать при вирусах в телефоне, сильной загрузке операционной системы приложениями, играми и прочее.

Практические работы:

1. Замена двигателя узла вращения компакт-диска.
2. Проверка линзы, проверка и регулировка наклона линзы.
3. Проверка на мертвую точку двигателя, проверка на износ втулок (на «разбитость»).
4. Проверка перпендикулярности плоскости столика к своей оси (кривизна столика), настройка высоты столика.
5. Проверки позиционирования лазерной головки.
6. Замена сенсорного экрана мобильного телефона.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какова структура записываемого цифрового сигнала в системе DVD-Video.
2. Перечислите функциональные узлы проигрывателя DVD-Video..

3. Структура построения канала записи в системе DVD-Video.
4. Структура построения канала воспроизведения в системе DVD-Video.
5. Перечислите функциональные узлы DVD-Audio?
6. Приведите общую структуру построения DVD-Audio.
7. Дайте характеристику основных функциональных узлов DVD-Audio?
8. Перечислите и охарактеризуйте функциональный состав оптического блока?
9. Приведите структурную схему включения ЦАП в звуковых схемах.
10. Перечислите основные проверки и настройки узла вращения компакт-диска и системы привода оптического блока.
11. Перечислите характерные неисправности транспортирующих и исполнительных механизмов, оптического блока и методы их поиска.
12. Объясните устройство и основное назначение узлов аналогового мобильного телефона?
13. Объясните устройство и основное назначение узлов цифрового мобильного телефона?
14. Перечислите виды сенсорных экранов мобильных телефонов
15. Перечислите основные неисправности мобильных телефонов и причины, их вызывающие?

Вывод:

Изучив данную главу студенты – смогут диагностировать работу аппаратуры оптической записи и воспроизведения, а также мобильных устройств;

Выявлять неисправность и производить ремонт аппаратуры оптической записи и воспроизведения рассмотренной в этой главе, будут владеть понятиями и терминами необходимыми для ремонта и обслуживания аппаратуры оптической записи и мобильных устройств. Получат практические навыки ремонта и обслуживания аппаратуры оптической записи и мобильных устройств. Студенты будут уметь «читать» схемы, иметь представление о назначении и принципе действия аппаратуры оптической записи и мобильных устройств на основе технической документации, поставляемой с аппаратами и искать отсутствующую информацию в интернете.

Обучающиеся в полной мере овладеют знаниями о принципе работы отдельных компонентов их проверке, овладеют приемами демонтажа и монтажа радиоэлементов аппаратуры оптической записи и мобильных устройств.

Профессиональные термины, описанные в этом модуле:

Узел вращения компакт-диска - двигатель, на оси которого закреплена вращательная платформа.

Оптический блок – формирует излучение лазерного диода.

Следящие системы (сервосистемы) – формируют сигналы управления.

Цифровой аналоговый преобразователь (ЦАП) – преобразует цифровой сигнал в аналоговый.

Оптическая система – служит для формирования считывающего пятна на поверхности компакт-диска.

Список рекомендуемой литературы

1. П. И. Мисюль «Техническое обслуживание и ремонт бытовой радиоаппаратуры», спецтехнология, «Вышэйшая школа» Минск 2006.
2. П. И. Мисюль «Ремонт, настройка и проверка радиотелевизионной аппаратуры», специальная технология, «Вышэйшая школа» Минск 2007.
3. П. И. Мисюль «Ремонт, настройка и проверка телевизионной аппаратуры», производственное обучение, «Вышэйшая школа» Минск 2008.
4. А.В. Родина, Н.А. Тюнина «DVD проигрыватели. Устройство и ремонт», выпуск 96, издательство Солон-Пресс, Москва, 2007 год
5. Д.А. Хрусталева «Ремонт сотовых телефонов» издательство Солон-Пресс, Москва, 2006 год

7. МОНТАЖ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, ПРИЕМНО-ПЕРЕДАЮЩИХ АНТЕНН И ОБОРУДОВАНИЯ СПУТНИКОВОГО ПРИЕМА.

Содержание

Краткий обзор модуля	220
7.1 Особенности приема и передачи сигнала	220
7.2 Конструкция антенн	227
7.3 Монтаж, техническое обслуживание антенн	236
Практические работы	248
Вопросы для самоконтроля	249
Краткие выводы	249
Профессиональные термины	250

В результате изучения данного модуля студенты смогут:

1. Выполнять безопасный монтаж антенных мачт и требования грозозащиты;
2. Выбирать места установки антенн;
3. Выполнять ориентировку вектора электрического поля радиоволн;
4. Выполнять коммутацию спутниковой антенны и ресивера;
5. Осуществлять настройку каналов;
6. Производит расчет контуров защитного заземления;
7. Устранять дефекты коммутации фидера, согласующее - симметрирующего устройства в распределительной коробке;
8. Осуществляет техническое обслуживание коммутации спутникового оборудования.

Передача данных - это физический перенос данных в виде сигналов от точки к точке или от точки к нескольким точкам средствами электросвязи по каналу передачи данных, как правило, для последующей обработки средствами электронной техники. Передача данных может быть аналоговой или цифровой, с помощью антенн и аналого-цифровых преобразователей.

7.1 Особенности приема и передачи сигнала

Антенна - устройство, предназначенное для излучения или приёма радиоволн.

Антенны в зависимости от назначения подразделяются на приёмные, передающие и приёмопередающие. Антенна в режиме передачи преобразует энергию поступающую от радиопередатчика электромагнитного колебания в распространяющуюся в пространстве электромагнитную волну. Антенна в режиме приёма преобразует энергию падающей на антенну электромагнитной волны в электромагнитное колебание, поступающее в радиоприёмник. Таким образом, антенна является преобразователем

подводимого к ней по фидеру электромагнитного колебания (переменного электрического тока, канализированной в волноводе электромагнитной волны) в электромагнитное излучение и наоборот.

Упрощённо принцип действия антенны состоит в следующем. Как правило, конструкция антенны содержит металлические (токопроводящие) элементы, соединённые электрически (непосредственно или через линию питания - фидер) с радиопередатчиком или с радиоприёмником. В режиме передачи переменный электрический ток, создаваемый источником (например, радиопередатчиком), протекающий по токопроводящим элементам такой антенны, в соответствии с законом Ампера порождает в пространстве вокруг себя переменное магнитное поле. Энергия источника электрического тока преобразуется антенной в энергию электромагнитной волны и переносится электромагнитной волной в пространстве. В режиме приёма переменное электромагнитное поле падающей на антенну волны наводит токи на токопроводящих элементах конструкции антенны, которые поступают в нагрузку (фидер, радиоприёмник). Наведённые токи порождают напряжения на входном импедансе приёмника [24].

Распространение радиоволн, процессы распространения электромагнитных волн радиодиапазона в атмосфере, космическом пространстве и толще Земли. Радиоволны, излучаемые передатчиком, прежде чем попасть в приёмник, проходят путь, который может быть сложным. Радиоволны могут достигать пункта приёма, распространяясь по прямолинейным траекториям, огибая выпуклую поверхность Земли, отражаясь от ионосферы, и т.д. Способы распространения радиоволн существенно зависят от длины волны, от освещённости земной атмосферы Солнцем и от ряда др. факторов.

Таблица 7.1 Диапазоны частот

Радиоволны		
Наименование	Длина	Частота
Декакилометровые (сверхдлинные (СДВ))	10...100 км	3...30 кГц
Километровые (длинные (ДВ))	1.. ,10 км	30...300 кГц
Гектометровые (средние (СВ))	100... 1000 м	0,3. ..3 МГц
Декаметровые (короткие (КВ))	10... 100 м	3. ..30 МГц

Продолжение таблицы 7.1

Метровые (ультракороткие (УКВ))	1 ...10 м	30...300 МГц
Дециметровые (УВЧ)	0,1...1 м	300...3000 МГц
Сантиметровые (СВЧ)	1... 10 см	3. ...30 ГГц
Миллиметровые (КВЧ)	1.. .10 мм	30...300 ГГц
Децимиллиметровые (ГВЧ)	1.. .0,1 мм	300...3000 ГГц

В системах передачи информации для осуществления связи между источниками и получателями сообщений используются электромагнитные колебания (радиоволны), свойства которых во многом определяются длиной волны. В табл. 7.1 приведено общепринятое подразделение используемого в радиотехнике диапазона радиоволн на поддиапазоны. Указанные в скобках названия нестандартные, но широко используются.

При расположении точек приема и передачи информации на поверхности Земли или же вблизи нее необходимо учитывать наличие нескольких видов распространения радиоволн:

- - над земной поверхностью;
- - с переизлучением от верхних слоев атмосферы к поверхности Земли;
- - с использованием для переизлучения на Землю ретрансляторов, расположенных в космосе.

Характер распространения радиоволн во многом зависит от подстилающей поверхности - как от рельефа, так и от свойств этого рельефа. Воздействие атмосферы также зависит от ее состояния (грозовые облака, снег и т.п.). Влияние этих факторов существенно различно для разных длин волн.

Основные закономерности распространения радиоволн:

- - в однородной среде радиоволна распространяется по прямой;
- - в неоднородных средах наблюдается явление рефракции - отклонение от прямолинейного распространения;
- - на границах сред с разными свойствами происходит преломление и отражение радиоволн;
- - радиоволны огибают радионепрозрачные предметы, т.е. происходит дифракция радиоволн;
- - энергия радиоволн поглощается частицами, находящимися в атмосфере.

Степень влияния подстилающей поверхности на электромагнитные волны, распространяющиеся над ней, определяется ее электропроводностью и диэлектрической проницаемостью. Существенно сказывается соотношение

между размерами неравномерностей рельефа подстилающей поверхности и длиной волны. К неравномерностям в ряде случаев необходимо относить волнение водной поверхности - начиная с УКВ и ниже по диапазону. При распространении над земной поверхностью электромагнитные поля наводят на поверхности Земли токи, с чем и связана потеря части энергии радиоволны.

Окружающую Землю атмосферу разделяют на три слоя, отличающихся друг от друга по особенностям воздействия на электромагнитные волны. Тропосфера - это нижний слой атмосферы толщиной 10-18 км. При постоянном соотношении содержания азота и кислорода уменьшается давление, температура и содержание водяных паров.

Стратосфера простирается ориентировочно до 80 км от поверхности Земли. Для стратосферы характерно несущественное изменение температуры - в нижней части стратосферы она составляет - 50 - 60 °С, неизменна до 40 км высоты, на высоте 60 км - +80 °С, затем падает опять. Повышение до 80 °С объясняется поглощением ультрафиолетового излучения Солнца озоном, содержащимся в воздухе [25].

Ионосфера расположена от 60 - 80 до 1500 км высоты. Это слой разряженного газа, ионизируемого излучением Солнца. По мере роста высоты падает плотность газа и растет длина пролета свободных электронов. В результате ионизированный газ является плазмой и обладает электропроводностью, которая меняется с высотой, временем суток и сезоном года, а также зависит от активности Солнца.

На больших высотах количество ионов меньше, соответственно меньше и влияние ионизации на распространение радиоволн. Влияние существенно до высот порядка 400 км. Так как ионосфера электропроводна, она отражает радиоволны определенных частот.

Свойства ионосферы достаточно устойчивы, что позволяет использовать их в регулярных системах радиосвязи. При расчете трассы канала связи учитывают, через какие слои атмосферы она проходит. Это могут быть или трасса вдоль поверхности Земли, или трасса, рассчитанная на переотражение от неоднородностей и слоев атмосферы, и трассы, в которых космический аппарат является ретранслятором. В зависимости от решаемых задач выбираются частотные поддиапазоны радиоволн.

Радиоволны в диапазоне ДВ и СДВ в большинстве случаев превышают длиной волны неравномерности земной поверхности и при их распространении проявляется эффект дифракции. Именно это явление позволяет радиоволнам огибать земную поверхность и препятствия на ней. Однако необходимо учитывать возможность появления «тени» при огибании препятствий (рис.7.1). В зоне тени нарушаются условия приема радиоволн.

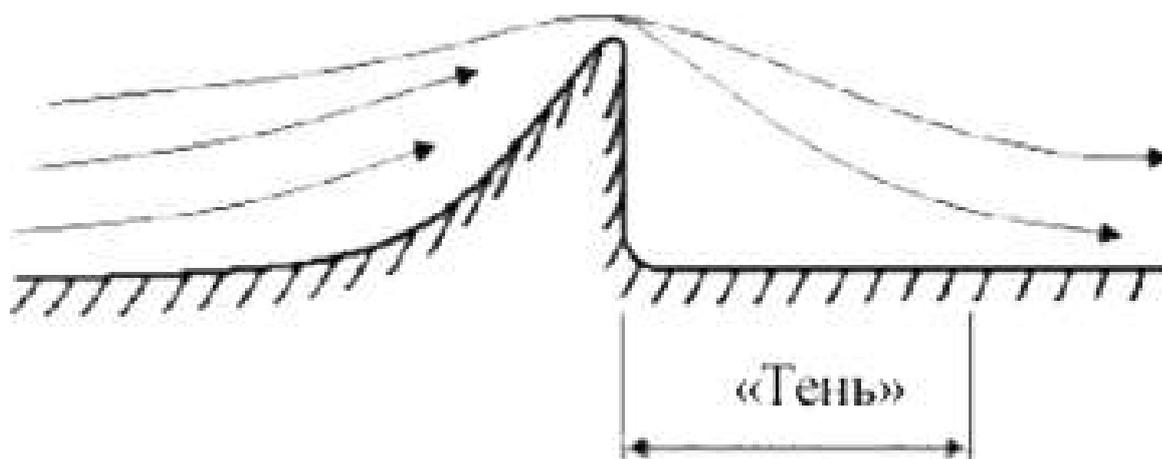


Рис. 7.1 Эффект появления тени

Естественно, при огибании препятствий часть энергии электромагнитных волн поглощается земной поверхностью, нагревая ее. Чем больше длина волны, тем меньше потери. Радиоволны могут распространяться на тысячи километров.

Радиоволны СВ-, ДВ- и СДВ-диапазонов обладают способностью отражаться от ионосферы, в результате чего такие «ионосферные» радиоволны позволяют устанавливать связь в пределах земного шара (рис. 7.2).

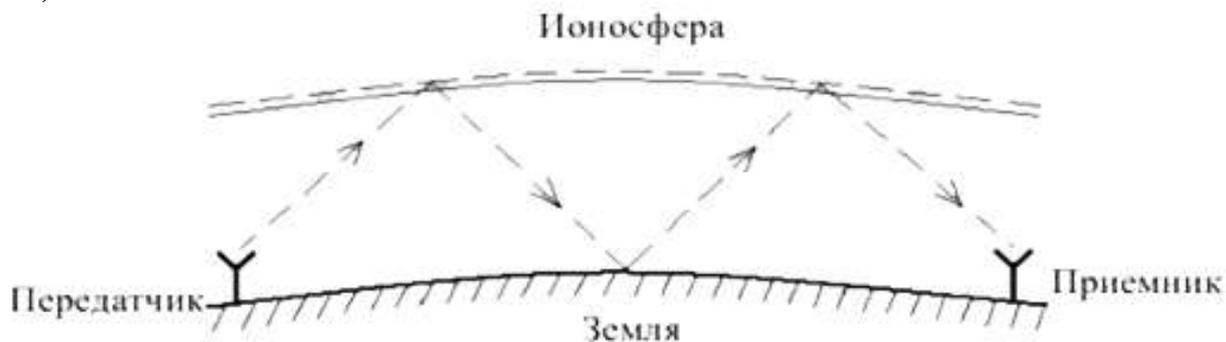


Рис. 7.2 Многоскачковое распространение радиоволн

Как уже указывалось, степень ионизации и высота отражающего слоя зависят от времени суток, сезона и активности Солнца. В результате условия распространения изменяются, причем по-разному для разных длин радиоволн. Так, СДВ-волны отражаются от ионосферы и днем, и ночью, а СВ- и ДВ-волны - наиболее интенсивно ночью.

Обратим внимание на нежелательный эффект, вызванный одновременным приходом в точку приема отраженных от ионосферы радиоволн и радиоволн, распространявшихся вдоль поверхности Земли (рис. 7.3).

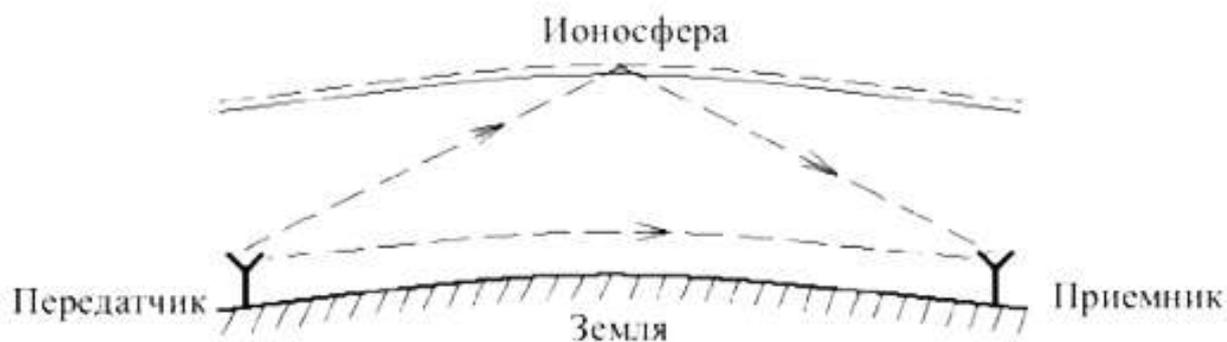


Рис. 7.3 Причина появления замираний

Наложение колебаний, сдвинутых на некоторую случайную величину по фазе вследствие разности хода, приводит к появлению интерференции. Изменение состояния отражающих свойств ионосферы приводит к медленным флуктуациям замираний - федингу.

Способность радиоволн СДВ-диапазона проникать в поверхностный слой Земли и в морскую воду позволяет осуществлять радиосвязь с подводными и подземными получателями информации.

В СВ-диапазоне дальность связи ночью больше, чем днем, так как днем велико их поглощение в ионосфере. Обратим внимание на существование ближней и дальней зон приема. Между ними находится пространство с соизмеримыми уровнями поверхностных и отраженных радиоволн. Естественно, в случае противофазного их сложения интерференционные замирания достигают максимума и связь начинает прерываться.

Радиоволны в КВ-диапазоне существенно поглощаются подстилающей поверхностью и дальность радиосвязи вдоль поверхности Земли не превышает 100 км, однако интенсивно, с малыми потерями, они отражаются от ионосферы. В результате отражения радиосигнал имеет достаточный уровень для его уверенного приема при сравнительно небольшой мощности передатчика. Этот диапазон очень давно был освоен радиолюбителями, так как позволяет с использованием передатчиков мощностью в десятки - сотни ватт устанавливать сверхдальние связи по всему Земному шару.

Свойство отражений от ионосферы заключается в том, что оно в отличие от зеркального отражения образует сравнительно широкий угол. В результате формируется зона уверенного приема и «мертвая зона». Часть энергии направляемого на ионосферу радиосигнала распространяется по отражающему слою как по проводнику, а часть покидает пределы Земли (рис. 7.4).

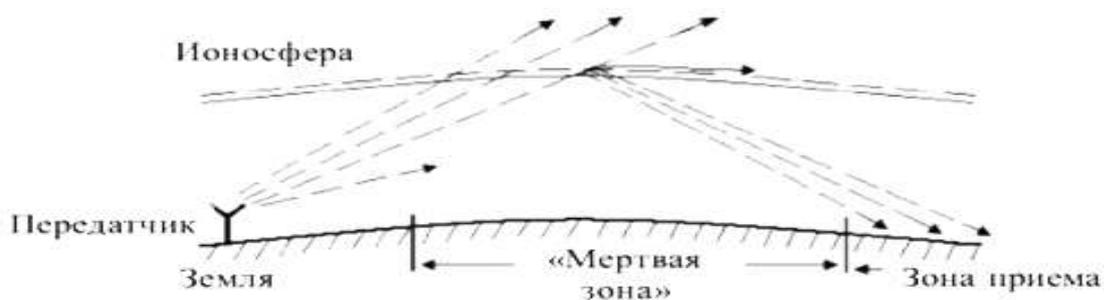


Рис. 7.4 Распространение радиоволн в КВ-диапазоне

Отметим, что при излучении радиоволн под большим углом к поверхности Земли радиосигналы высоких частот покидают атмосферу Земли. Определены углы, позволяющие добиться максимального отражения радиоволн и обеспечить, следовательно, достаточную энергию в зоне приема. Но именно по этой причине отраженные сигналы невозможно принимать в «мертвой зоне». Радиоволны, направленные вдоль поверхности Земли, не обеспечат «мертвую зону» достаточной энергией для приема, так как практически затухнут вследствие потерь. Радиоволны в УКВ-диапазоне и выше - СВЧ-, КВЧ-, ГВЧ- - распространяются по прямой (некоторые отклонения несущественны и их в системах передачи информации можно не рассматривать). Вследствие слабой дифракции они проходят сквозь ионосферу и достигают космических объектов. В условиях распространения радиоволн вдоль поверхности Земли необходимо учитывать их отражения от Земли, в результате которого возникает многолучевое распространение, приводящее в точке приема к замираниям сигналов, аналогичных наблюдаемому в длинноволновых поддиапазонах. Кроме того, имеет место рассеяние радиоволн в неоднородностях атмосферы, в результате чего возникает еще один вариант радиоканала (рис. 7.5).

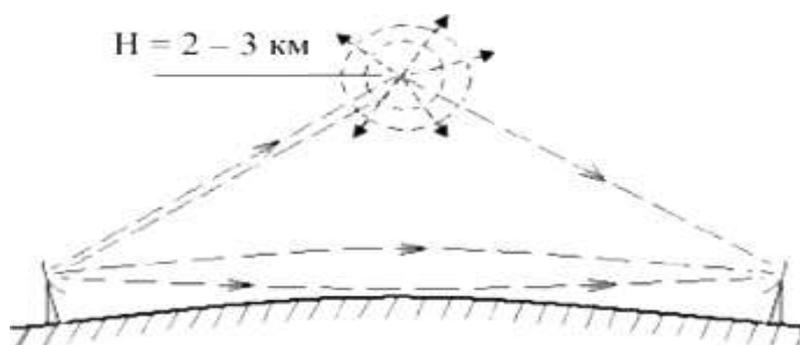


Рис. 7.5 Многолучевое распространение радиоволн УКВ-, СВЧ- и КВЧ-диапазонов

Многолучевость распространения, позволяет получать радиосвязь на расстояниях, на порядок превышающих видимость по прямой.

Неоднородности в ионосфере приводят к возникновению радиоканала на расстоянии в тысячи километров (рис. 7.6). Наличие следов от метеоров, создающих условия для переотражения позволило создать радиосистемы, реализующие так называемую «метеорную» радиосвязь, а также условие для дальнего распространения радиоволн в УВЧ- и СВЧ-диапазонах при использовании четко выраженных протяженных неоднородностей. В результате возникают дальние радиотрассы [26].

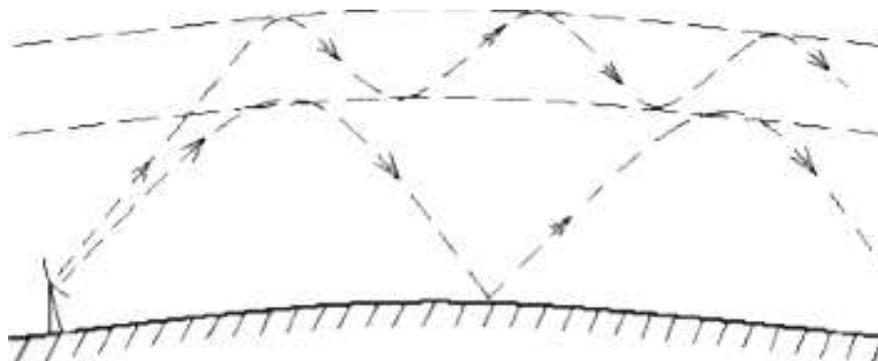


Рис. 7.6 Дальнее распространение радиоволн в протяженных неоднородностях

7.2 Конструкция антенн

Тип конструкции антенны зависит от длины волн, на которых она должна работать. Чтобы эффективно излучать энергию, антенна должна иметь размеры, близкие к длине рабочей волны. Поэтому на низких частотах, использовавшихся в свое время для трансатлантической радиотелеграфной и радиотелефонной связи (частоты от 16 до 70 кГц, т.е. волны длиной от 19 до 4,3 км), огромная система антенных проводов общей протяженностью до 2 км представляла собой электрически короткую антенну и оказывалась, следовательно, неэффективным излучателем. Если такая антенна должна была иметь заметную направленность, то ее эффективность получалась очень низкой. Напротив, на сверхвысоких частотах (СВЧ) использование полуволнового симметричного вибратора длиной менее 1 см и отполированного металлического рефлектора диаметром всего лишь несколько сантиметров позволяет весьма эффективно фокусировать излучение такого вибратора в узкий луч.

Антенны для радиовещания с амплитудной модуляцией (540–1600 кГц, 550–190 м) четвертьволновая передающая антенная мачта.

Основная зона охвата широковещательной станции «обслуживается» поверхностной (земной) волной. Для того чтобы волна распространялась вблизи земной поверхности, она должна иметь вертикальную поляризацию, т.е. вектор электрического поля излучения должен быть вертикальным, и,

следовательно, необходима вертикальная антенна. В действительности достаточно иметь антенну лишь половинной высоты; причиной тому является ее зеркальный заряд.

Когда электромагнитное поле встречает на своем пути проводящую плоскость, оно зеркально отражается от нее. Поэтому электромагнитное поле, создаваемое над проводящей плоскостью некоторой системой токов и зарядов, оказывается идентичным полю, которое существовало бы, если бы вместо проводящей плоскости имелась зеркально отраженная система токов и зарядов, т.е. просто зеркальное отображение реальной системы в данной плоскости. Таким образом, поле над плоскостью – это поле вертикального полуволнового симметричного вибратора (рис. 7.7). Такой вибратор наиболее интенсивно излучает в плоскости, перпендикулярной его оси; в рассматриваемом случае это означает, что излучение направлено вдоль поверхности земли. Такая антенна на практике представляет собой стальную мачту высотой около четверти длины волны, установленную на опорных изоляторах (рис. 7.8). Землю делают хорошим проводником, закапывая в нее систему проводов, расходящихся в радиальных направлениях от основания антенны. Если антенную мачту для устойчивости снабжают проволочными оттяжками, то их надо разделить изоляторами на секции, достаточно короткие, чтобы влияние оттяжек на локальное поле антенны было незначительным.

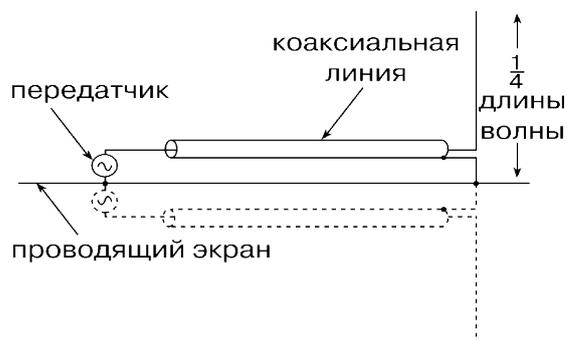


Рис 7.7 Четверть волновая антенна

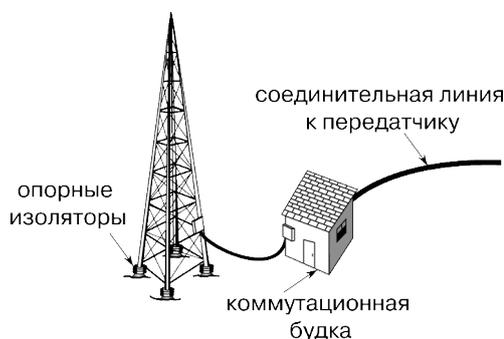


Рис 7.8 стальная мачта на опорах изоляторов

Направленные антенные решетки из антенных мачт.

Существуют две причины, по которым ширококвотательной станции может требоваться направленная диаграмма излучения. Во-первых, ее «аудитория» может находиться преимущественно с одной стороны от места расположения передающей станции. Так, например, региональная станция, размещенная в приморском городе, должна создавать более сильный сигнал в континентальном направлении, если нежелательно, чтобы половина ее мощности терялась на морских просторах. Во-вторых, может возникнуть необходимость исключения взаимных помех в зоне, обслуживаемой какой-либо удаленной станцией, работающей на той же самой частоте; в этом случае диаграмма направленности данной станции должна иметь нулевое излучение в направлении на удаленную.

Направленность излучения часто достигается созданием решетки из двух или большего числа антенных мачт, в которой расстояния между мачтами и фазы возбуждения антенн каждой из мачт выбраны так, чтобы получить желаемую диаграмму направленности. Проиллюстрируем данный подход примером. Пусть имеются две одинаковые антенные мачты, находящиеся друг от друга на расстоянии в половину длины волны и возбуждаемые токами одинаковой величины и фазы. Излучение каждой антенны равнонаправлено в горизонтальной плоскости; таким образом, если смотреть сверху, каждая из антенн выглядит как точечный источник круговых волн, распространяющихся равномерно во всех направлениях. Диаграмма направленности такой двухантенной решетки определяется наложением волн, излучаемых обеими антеннами. Как показано на (рис. 7.9), точки, находящиеся на оси запад – восток (WE), от одной антенной мачты на полдлины волны дальше, чем от другой. Таким образом, в этих точках две излучаемые волны отличаются по фазе на 180° и, следовательно, гасят друг друга; в результате излучение по линии WE в обе стороны отсутствует. Точки же, расположенные на прямой север – юг (NS), напротив, находятся на одинаковом удалении от антенных мачт, так что обе волны в этих точках оказываются в одинаковой фазе и суммируются. Такая система называется антенной решеткой бокового (поперечного) излучения – ее диаграмма направленности представлена на (рис. 7.10, а). Если же антенные мачты излучают в противофазе (разность фаз 180°), то вдоль оси NS будет происходить взаимное гашение волн, а вдоль оси WE – их сложение. Такая система называется антенной решеткой продольного (осевого) излучения. Ее диаграмма направленности похожа на диаграмму направленности решетки поперечного излучения, но повернута на 90° (рис. 7.10, б). Если две антенные мачты находятся друг от друга на расстоянии в четверть длины волны и возбуждаются токами равной величины, но волна, излучаемая восточной мачтой, опережает по фазе западную на 90° , то диаграмма направленности будет иметь форму кардиоиды (рис. 7.11, пунктирная линия). Штриховой и сплошной линиями на рисунке представлены диаграммы направленности,

получаемые при опережении по фазе восточной мачтой на 45° и 180° соответственно.

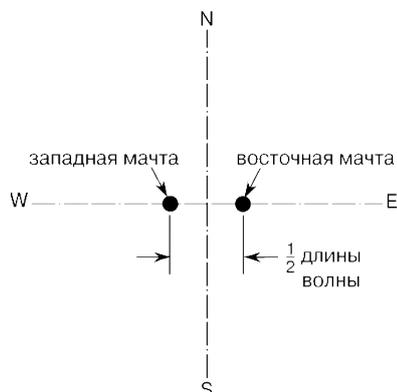
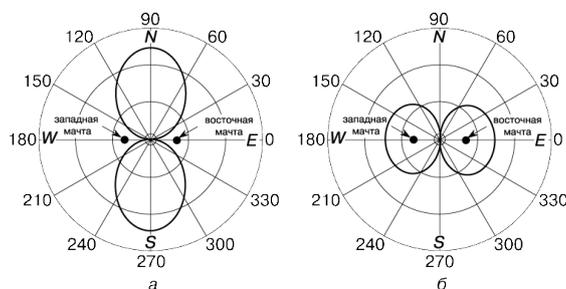


Рис 7.9 Две антенные мачты, разнесенные на пол длины волны



а)- поперечного излучения, б)-продольного излучения

Рисунок 7.10 Диаграмма направленности антенн



Рисунок 7.11 Диаграмма направленности антенн, разнесенных на $\frac{1}{4}$ длины

Радиовещательные приемные антенны.

Радиовещательные приемные антенны с высотой, близкой к половине или даже четверти длины волны, оказываются, как правило, непомерно большими. К счастью, это ограничение часто не играет существенной роли,

так как напряженность поля, создаваемого передающей станцией, обычно настолько большая, что даже маленькая антенна обеспечивает более чем достаточный сигнал для современного радиоприемника. Исключая из рассмотрения крайне удаленные пункты, надо сказать, что длинная наружная антенна не улучшает отношение сигнал/шум и часто может лишь ухудшить прием. Большинство вещательных радиоприемников выпускаются со встроенной рамочной или ферритовой антенной. Такое устройство представляет собой электрически небольшой магнитный диполь.

Если электрические и магнитные силовые линии, образующие поле антенны, поменять местами, то полученное в результате поле теоретически возможно в том смысле, что оно подчиняется законам электромагнетизма. Трудность состоит в том, что для излучения такого поля требуется магнитный аналог исходной излучающей системы; но магнитный аналог электрических зарядов, движущихся по электрическим проводникам, – это некие магнитные заряды, движущиеся по магнитным проводникам; однако ни магнитного заряда, ни магнитного проводника пока еще не удалось обнаружить. Существует, однако, магнитный аналог очень маленького диполя – катушка индуктивности. Хотя миниатюрный магнитный диполь, или рамочная антенна, как его называют, является весьма малоэффективной передающей антенной, такие качества, как миниатюрность и отличные возможности противостоять местным помехам и шумам, делают его идеальным средством для приема радиовещательных передач. Диаграмма направленности небольшой рамочной антенны представлена на (рис. 7.12). Поворачивая рамку, можно, используя резко выраженные нули диаграммы, совпадающие с осью рамки, исключить прием помехи. Такая рамочная антенна может иметь форму плоской спирально намотанной катушки, размещаемой на задней стенке корпуса приемника, или форму тонкого соленоида с ферритовым сердечником. Благодаря резко выраженным нулям диаграммы направленности такую рамочную антенну используют в радиопеленгационной аппаратуре.

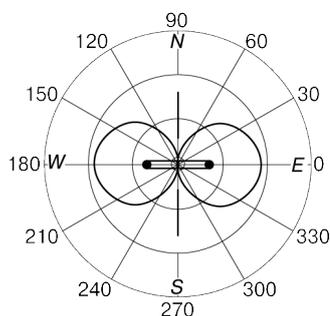


Рисунок 7.12 Диаграмма направленности небольшой рамочной антенны

Диапазон ЧМ-радиовещания (от 88 до 108 МГц) заключен между нижним и верхним каналами ОВЧ-диапазона телевидения (от 2-го до 13-го канала); поэтому антенны, применяемые для передачи и приема ЧМ-

сигналов, по существу такие же, как и используемые для телевидения, и хотя в последующем описании речь будет идти преимущественно о телевизионных антеннах, последние в большей или меньшей степени пригодны также и для ЧМ-радиовещания. Обычно и ЧМ-радиостанции, и телевизионные передающие станции ведут передачи на волнах с горизонтальной поляризацией.

Антенны для телевизионного и чм-радиовещания (54–216 мгц, 5,6 м – 72 см).

Телевизионные передающие антенны.

От телевизионной (или ЧМ) передающей антенны обычно требуется, чтобы она давала равномерно распределенное (ненаправленное) излучение в горизонтальной плоскости; однако в вертикальной плоскости выгодно концентрировать излучение в сравнительно узкий луч, направленный к горизонту, ибо именно там находится обслуживаемая «аудитория» зрителей и слушателей. Энергия, направляемая выше или ниже линии горизонта, либо теряется в космосе, либо уходит в землю. Характеристики диаграммы направленности в вертикальной плоскости той или иной телевизионной передающей антенны можно определить сравнением с соответствующей диаграммой горизонтального полуволнового симметричного вибратора в вертикальной плоскости, содержащей этот вибратор. Коэффициент усиления антенны по мощности определяется как отношение входной мощности, подаваемой на выбранный для сравнения симметричный вибратор, к мощности, подаваемой на вход антенны, коэффициент усиления которой надо определить, при условии, что обе антенны дают одинаковую интенсивность излучения в горизонтальной плоскости на расстоянии в одну милю (1,6 км). Эффективная излучаемая мощность определяется как мощность в ваттах, поступающая по соединительной линии (фидеру) от передатчика в антенну, умноженная на коэффициент усиления антенны. Таким образом, эффективная излучаемая мощность в типичном случае получается намного больше фактической мощности передатчика.

Одной из проблем конструирования антенны, решение которой особенно важно для телевидения, является исключение отражений от антенны обратно в соединительную линию. Эта отраженная энергия переотражается передатчиком в антенну, куда она попадает с задержкой, равной частному от деления двойной длины фидера на скорость света, и приводит к передаче в антенну задержанного эхо-сигнала. В худшем случае это эхо может проявить себя на принимаемой картинке как вторичное изображение (тускло воспроизводимое изображение, смещенное вправо), но даже при менее неприятных последствиях четкость получаемого изображения ухудшается.

Проблема отражений, как и другие проблемы, связанные с конструкцией антенны, при передаче телевизионного сигнала усугубляются требованиями, предъявляемыми к ширине полосы тракта. Видеоинформация

телевизионного сигнала занимает полосу около пяти мегагерц, что составляет почти 10% несущей частоты нижних каналов ТВ-диапазона. Это означает, что телевизионная передающая антенна должна иметь конструкцию, соответствующую жестким требованиям не только на одной частоте, но и в широкой полосе частот. Полуволновый проволочный симметричный вибратор был бы совершенно непригодным для передач телевидения, так как если даже согласовать его с фидером и добиться отсутствия отражений на какой-либо одной частоте, то при изменении частоты на 5% диполь будет отражать в фидер четверть подаваемой на его вход энергии.

Применяемая на практике телевизионная передающая антенна представляет собой «турникетную» модель, которая состоит из двух скрещенных горизонтальных симметричных вибраторов, сделанных из труб диаметром 5 или 8 см. Каждый вибратор имеет в горизонтальной плоскости диаграмму направленности в форме цифры 8, и при возбуждении двух вибраторов со сдвигом по фазе на 90° суммарная диаграмма в той же плоскости становится почти всенаправленной. Направленность в вертикальной плоскости (а, следовательно, и коэффициент усиления антенны) можно улучшить путем установки на антенной мачте нескольких ярусов турникетных антенн одну над другой.

Турникетная антенна – это прототип одной из самых широко применяемых телевизионных передающих антенн, получившей название «супертурникетной». Вибраторы простой турникетной антенны приобрели в ней форму излучателей с конфигурацией бабочки – такая конфигурация позволяет получить намного большую ширину полосы вещания. Коэффициент усиления по мощности трехъярусной супертурникетной антенны составляет около 4.

Телевизионные приемные антенны.

В отличие от волн, используемых для АМ-вещания, волны, на которых ведется телевещание, имеют значительно меньшую длину, так что приемные антенны размером в половину длины волны здесь вполне осуществимы. Так, телевизионный полуволновый симметричный вибратор настолько мал, что его можно сделать из жесткой трубки. Вместе с тем малый размер даже электрически длинной антенны на этих частотах означает, что эффективная площадь приема падающей волны (и, следовательно, возможность антенны захватить ее энергию) ограничена. Кроме того, из-за большой ширины полосы телевизионного сигнала и шума, равномерно распределенного по каналу, приемник должен получить значительное количество энергии, чтобы обеспечить приемлемое отношение сигнал/шум. В свете вышесказанного становится понятным, что эффективность антенны играет важную роль в приеме телевизионного сигнала.

На рабочих частотах телевещания атмосферные помехи не имеют особого значения, но приемная антенна будет улавливать массу

индустриальных помех и космический шум. Поэтому важно, чтобы приемная антенна имела четко выраженную направленность, позволяющую не принимать сигналы, приходящие с направлений, не совпадающих с направлением на нужную передающую станцию. Другой тип помех, часто ухудшающих качество телевизионного приема, – это многолучевое распространение, при котором нужный сигнал приходит на приемную антенну по двум путям разной длины. Так, например, один сигнал может прийти непосредственно от передатчика, а другой – отразившись от какой-либо горы или здания. Многолучевое распространение проявляется на экране в виде многоконтурности изображений, и, чтобы избавиться от него, надо использовать направленную антенну, позволяющую исключить прием по одному из двух лучей.

Ширина полосы телевизионной приемной антенны должна быть очень большой, поскольку от нее требуется охватить не один канал, а обычно все тринадцать, размещенные в диапазоне частот 4:1. К счастью, согласование линии передачи с антенной, при котором отражения не возникают, не так существенно на приемной стороне, где рассогласование приводит лишь к потере слабого сигнала, не порождая эхо-сигналов. Важное значение имеет, однако, согласование соединительной линии с приемником, но в этом случае следует уделить внимание конструкции приемника.

Отражения, возникающие на неоднородностях соединительной линии, могут вызывать многоконтурность или потерю резкости изображения. Такие отражения часто возникают, если двухпроводной ленточный кабель проходит слишком близко к металлическим конструкциям, например, таким, как лотки для проводов или водостоки. Это станет понятным, если вспомнить, что высокочастотная электромагнитная энергия распространяется в поле, возникающем вокруг проводов, которые служат проводниками этого поля.

Одна из самых простых антенн, используемых для приема телевизионного сигнала, представляет собой полуволновый петлевой симметричный вибратор (рис. 7.13), отличающийся от обычного полуволнового симметричного вибратора тем, что его выходной импеданс (300 Ом) согласуется с широко применяемыми типами фидеров, а также тем, что он обладает более широкой полосой; иначе говоря, он эффективно передает принимаемую электромагнитную энергию более широкого диапазона частот в соединительную линию.

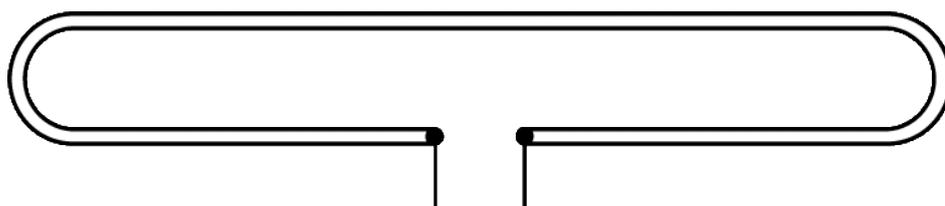


Рисунок 7.13 Полуволновой петлевой симметричный вибратор

Чтобы получить нужную диаграмму направленности в горизонтальной и вертикальной плоскостях, базовую антенну обычно используют совместно с одним или несколькими пассивными элементами. Пассивный элемент – это еще одна антенна, размещенная вблизи от основной, но не подсоединенная к фидеру. С основной антенной (а, следовательно, и с приемником) она связана только локальными полями. Понять, как пассивный элемент влияет на диаграмму направленности антенны, легко, поскольку здесь, по существу, используется тот же принцип, что и в ненаправленной антенной решетке; разница же состоит в том, что в данном случае возбуждается только одна антенна, а другая принимает энергию лишь от ее ближнего поля. Для примера отметим, что стержень полуволновой длины, помещенный (как показано на (рис. 7.14) на расстоянии в четверть длины волны от полуволнового симметричного вибратора, действует как отражатель. Почему это действительно так, можно пояснить следующим образом. Локальное поле возбуждаемой (основной) антенны индуцирует в пассивном элементе заряды и токи противоположного знака, но из-за расстояния в четверть длины волны эти токи и заряды отстают от соответствующих токов и зарядов в основной антенне приблизительно на четверть периода, т.е. ток в пассивном элементе опережает ток в основной антенне приблизительно на 90° . Диаграмма направленности возбуждаемой антенны с пассивным элементом определяется путем наложения обоих излучаемых волновых полей. Эта ситуация очень похожа на рассмотренную для ненаправленной (в горизонтальной плоскости) решетки АМ-вещания; ее диаграмма направленности показана пунктирной линией на (рис. 7.11). Эти две волны имеют тенденцию гасить друг друга в направлении к пассивному элементу и усиливать друг друга в противоположном направлении; следовательно, пассивный элемент действует как отражатель. Пассивный элемент не обязательно должен находиться на расстоянии в четверть волны от возбуждаемой антенны. Если его поместить очень близко к ней, например, на расстоянии всего $0,1$ длины волны, он тем не менее будет действовать как отражатель, если его длину сделать чуть больше половины длины волны. Увеличение длины пассивного элемента делает его индуктивным, в результате чего текущий по нему ток отстает по фазе от электродвижущей силы, индуцируемой полем основной антенны. Если же близко расположенный пассивный элемент сделать чуть короче половины длины волны, он становится направляющим («директором») и концентрирует излучение на своей стороне от основной антенны. Все вышесказанное имеет непосредственное отношение и к приемным антеннам. Поскольку диаграммы направленности при передаче и приеме одинаковы, пассивные директоры и отражатели можно использовать в телевизионных приемных антеннах для получения необходимой диаграммы направленности. Типичная высоконаправленная антенная решетка с одним отражателем и тремя директорами показана на (рис. 7.15).

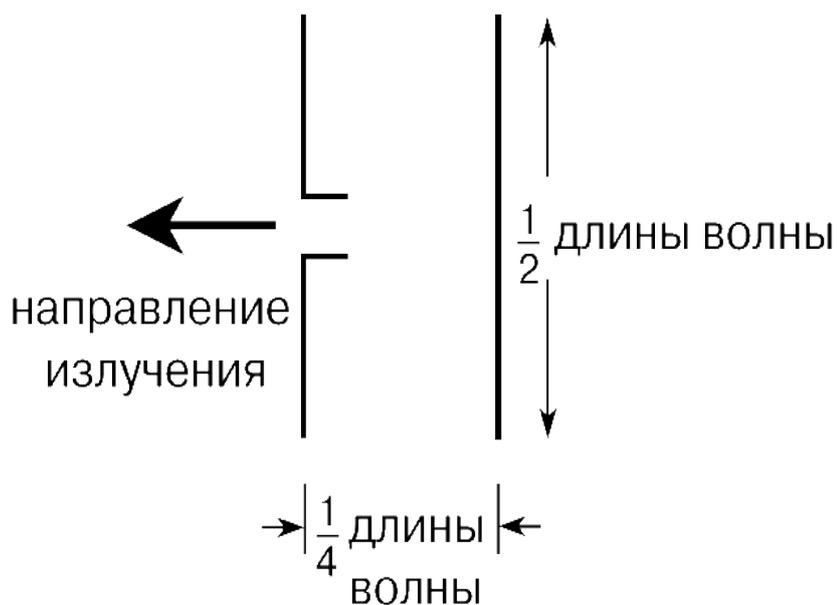


Рисунок 7.14 Отражающий элемент

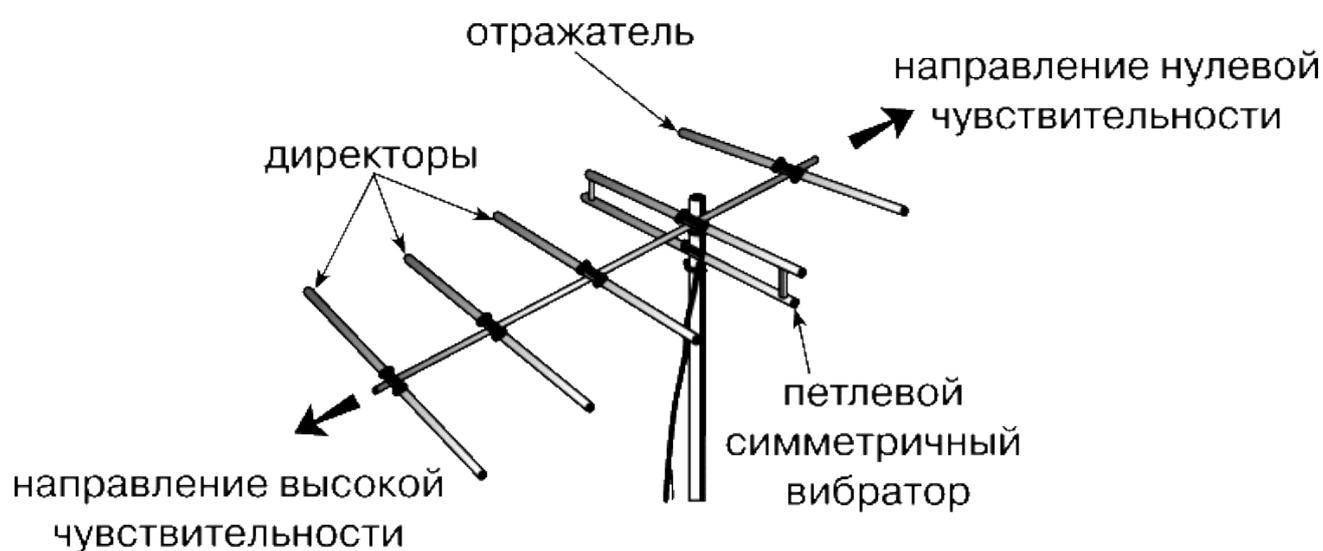


Рисунок 7.15 Остронаправленная приемная антенна

7.3 Монтаж, техническое обслуживание антенн

Техника безопасности при установке антенны.

Нельзя выполнять работы по установке антенн во время дождя, снегопада, гололедицы, при сильном ветре и т. п. Выходить на крышу можно через люк или слуховое окно. По пожарной лестнице допускается подниматься на здания, имеющие не более двух этажей. При установке и

ремонте антенн каждый работающий обязан иметь следующие защитные средства: диэлектрические перчатки, предохранительный пояс и веревку, очки, рукавицы, фонарь, а также инструмент с изолирующими ручками. Работают на крыше в обуви на резиновой подошве. Перед выходом на крышу необходимо надеть предохранительный пояс с веревкой для страховки или обвязаться прочной веревкой, второй конец которой закрепить на чердаке за балку или стропила. Крепление веревок за дымовые трубы не допускается. На плоские огражденные и не огражденные крыши выход допускается без страхующего каната в обуви на резиновой подошве с надетым предохранительным поясом. При необходимости подхода к краю крыши применение страхующего каната обязательно. Около мачт антенн, установленных на крутых крышах, должны быть устроены выходные люки. На люке прочно закрепляют болт с проушиной или кольцо, к которому привязывают веревку для страховки. Второй конец ее прикрепляют к предохранительному поясу работающего на крыше. Элементы антенн доставляют на крышу через чердак или непосредственно с земли при помощи кронштейна с блоком. Антенну устанавливают не менее двух человек (до 5 м). При длине мачты более 5 м количество работников увеличивается, например, при подъеме антенны высотой 7,5 м два человека поднимают мачту, два тянут за оттяжку в сторону подъема, а остальные двое человек страхуют мачту другими оттяжками. При подъеме антенны, работающие прикрепляют страхующие веревки к стяжным болтам или к основанию антенны. При оборудовании снижения антенны (закрепление кабеля к отводной планке и при устройстве ввода в окно комнаты работающий должен страховаться веревкой. При монтаже антенны следует пользоваться приставными лестницами.

Нижние концы лестниц при установке на полу снабжают резиновыми наконечниками, при установке на грунте - острыми металлическими щупами. Если работу с лестницы выполняют на высоте более 3-х метров или устанавливают ее на цементном и плиточном полах, во избежание падения лестницу поддерживает специально назначенный для этого работник. При пробивке отверстий, гнезд или борозд в каменных и бетонных стенах зданий надевают защитные очки и рукавицы. Перед подключением абонентского отвода к телевизионной антенне коллективного пользования проверяют измерительным прибором отсутствие в ней напряжения электросети. При наличии напряжения подсоединять к антенне вход телевизора категорически запрещается.

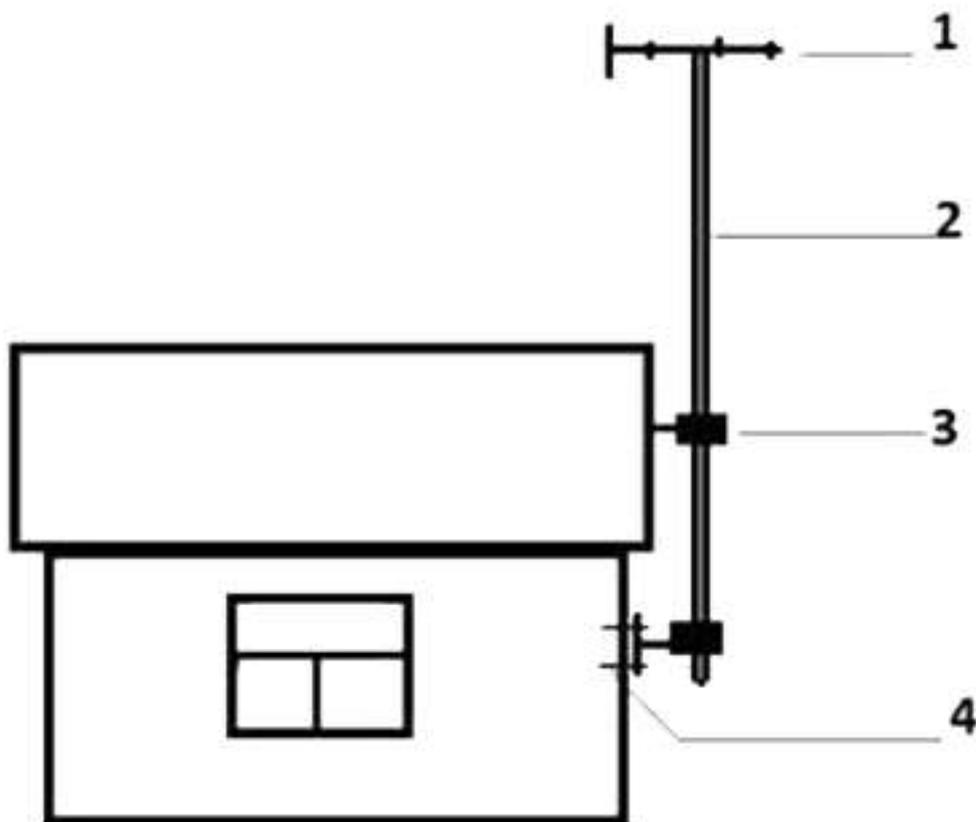
Варианты монтажа антенны.

Перед установкой необходимо убедиться в наличии комплектующего крепежа и произвести предварительную обработку его резьбовой части литолом или машинным маслом, в крайнем случае, силиконовой смазкой или WD-40. При установке активной антенны, для предотвращения окисления

точек контакта, рекомендуется после завершения подключения кабеля к электронной плате произвести ее герметизацию водостойким силиконом. В зависимости от мощности и направления сигнала, принимается решение о месте и высоте установки антенны. Чаще всего используются два варианта: на фасаде дома и на крыше. Рассмотрим обе технологии монтажа.

Монтаж антенны на фасаде дома.

Установка телевизионной антенны на фасаде дома (рис 7.16), имеет существенный недостаток. Для обеспечения уверенного приема, сигнал ближайшего ретранслятора должен быть такой мощности, при котором приемное устройство не надо поднимать высоко. Нельзя производить монтаж на сайдинг и на газобетонную кладку. Идеальным вариантом установки антенны на стене фасада будет тот случай, когда она выполнена из кирпича или древесины. При выполнении монтажа следует выдерживать расстояние между крепежом на расстоянии не более 1,5 метра. В качестве крепежного материала рекомендуется использовать анкерные болты или саморезы.



1. Приемное антенное устройство. 2. Металлическая труба или деревянный брус. 3. Кронштейн. 4. Анкерный болт (саморез).

Рис. 7.16 Монтаж антенны на фасаде дома

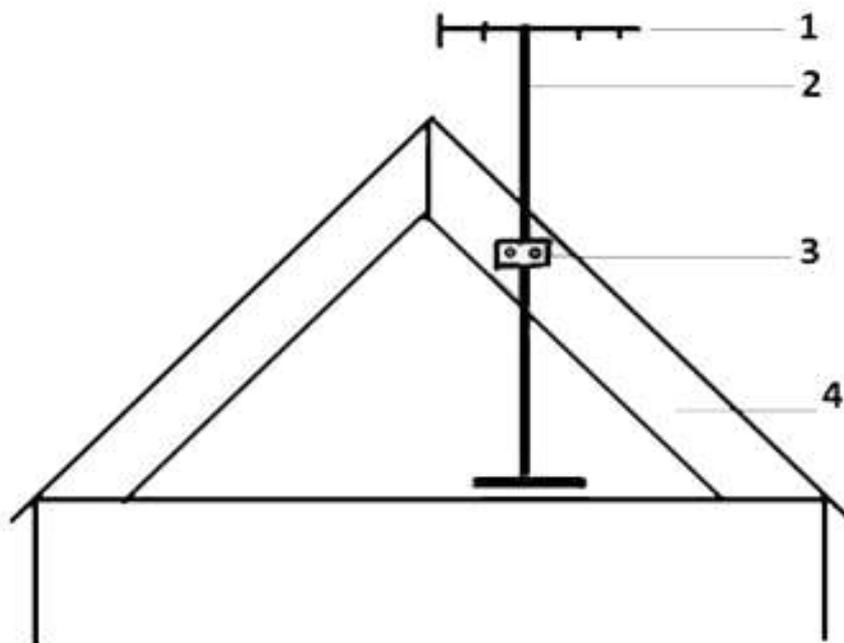
Монтаж антенны на крыше

Самый распространенный способ установки телевизионных антенн. В зоне уверенного приема, когда нет необходимости поднимать антенну на большую высоту, ее можно закрепить на деревянный брус небольшой длины. В противном случае, потребуется установить приемное антенное устройство на мачте, для этого случая в комплекте антенны предусмотрены специальные зажимы. Высота мачты может достигать нескольких метров, она может быть выполнена из цельной металлической трубы, круглого или профильного сечения, быть вариантом сборной или же телескопической конструкции. Наиболее приемлемой и удобной считается телескопическая мачта. В процессе эксплуатации для производства технического обслуживания или замены электронной платы антенну необходимо опускать, телескопическая конструкция позволит это сделать без труда.

Способы крепления мачты

Существует несколько способов крепления мачты телевизионной антенны на крыше дома:

Способ 1. Установка мачты на потолочном перекрытии с креплением к элементам конструкции крыши (рис 7.17).



1 - приемное антенное устройство; 2 – мачта; 3 - хомут крепления мачты к конструкции кровли; 4 - стропильный брус.

Рис. 7.17 Монтаж антенны на потолочном перекрытии

В данном случае основание мачты необходимо установить на плиту потолочного перекрытия в чердачном помещении дома. Мачта крепится

хомутом к деревянной конструкции кровли, для этой цели лучше всего использовать стропильный брус.

Способ 2. Установка мачты с креплением при помощи растяжек. Если нет возможности закрепить мачту к конструкциям кровли, можно использовать ее крепление при помощи растяжек из проволоки или стального тросика. Для этого необходимо обустроить мачту проушинами, расположенными в верхней части мачтовой конструкции.

Запрещено:

- крепить антенну (ее мачту) к вентиляционным каналам и дымоходам, к электрическим «гуськам» и телефонным стойкам, а также к слуховым окнам.
- крепить растяжки антенны таким образом, чтобы они проходили близко от ее вибраторов, либо электропроводки, к трубам системы водоснабжения или подоконникам.

Прокладка кабеля

После установки приемного антенного устройства очень важно правильно и надежно закрепить кабель. Он должен быть проложен и закреплен так, чтобы минимизировать воздействие на него ветра, сползающего с кровли снега и потоков дождевой воды. Кабель крепится равномерно по всей длине мачты при помощи хомутов с шагом 50 сантиметров, затем он укладывается по коньку кровли и в районе окна, через которое будет производиться его заводка в дом, опускается вниз. В этом месте кабель необходимо зафиксировать кронштейном. Предварительно в оконной раме необходимо просверлить отверстие диаметром, несколько превышающим размер проводника. Для того чтобы предотвратить попадание осадков через зазор в отверстии, его необходимо сверлить с соответствующим наклоном, будет лучше если есть возможность произвести его герметизацию водостойким силиконом. Обязательно перед входом в раму соблюсти легкий провис кабеля, это необходимо для компенсации температурных расширений.

Прокладку необходимо производить аккуратно, соблюдая установленные технические требования. Радиус изгибов кабеля не должен быть меньше пяти его диаметров, накладывая скобы крепления стараться избегать передавливания оболочки.

Заземление антенн и уравнивание потенциалов

Внешние фидеры, мачты и собственно антенны любых типов, располагающиеся полностью или частично вне зоны защиты, относятся к объектам, в которые может попасть молния. Этим обусловлено требование об исключении проникновения тока от антенны внутрь помещения с помощью специальной системы, предотвращающей возникновение между ее частями разности потенциалов, предоставляющих опасность. Для чего выполняются следующие мероприятия:

- заземление ТВ-антенн, обеспечивающее соединение заземляющей установки с выполненной из металла стойкой, на которой закреплена сама антенна. Выполняется это с помощью специального заземляющего провода;
- уравнивание потенциалов, которое выполняется путём соединения заземлённой мачты и всех исходящих от неё коаксиальных кабелей.

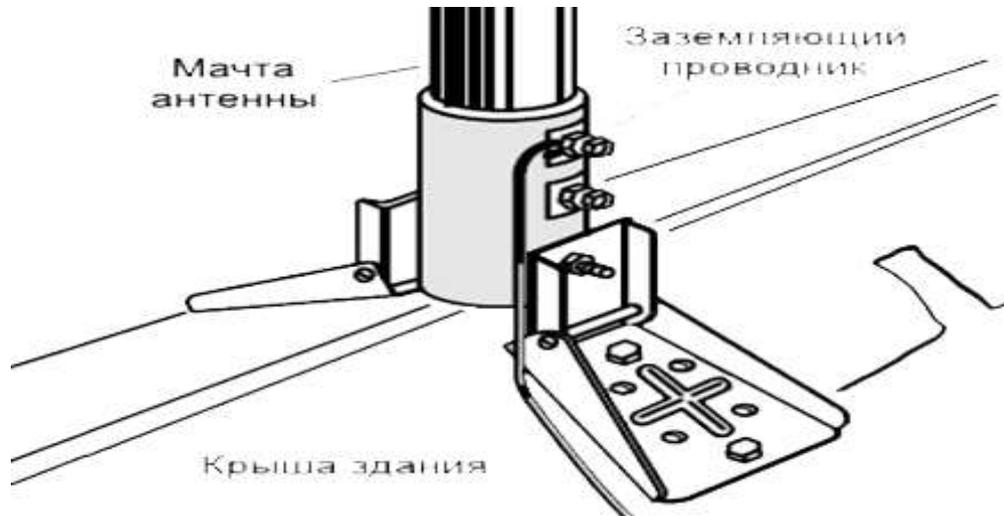


Рис. 7.18 Подключение заземляющего проводника к антенне

Если антенная мачта расположена в непосредственной близости от здания, имеющего молниезащиту, то она напрямую соединяется с последней. Если молниезащиты в здании нет, первоначально монтируется заземляющее устройство (рис. 7.18), которое, далее соединяется специальным проводом по кратчайшему расстоянию непосредственно с антенной.

Важно помнить, что провод, проложенный в обход тех или иных элементов строения, может генерировать значительную разность потенциалов, обусловленную возникающей от разряда молнии индуктивности в проводах. А это, в свою очередь, может стать причиной возникновения искровых разрядов. В качестве заземлителей применяются проводящие элементы (один или несколько), имеющие максимальную поверхность соприкосновения непосредственно с землёй.

Каждый токоотвод от стержневых и тросовых молниеприемников должен быть присоединен к заземлителю, состоящему минимум из двух вертикальных электродов длиной не менее 3 м, объединенных горизонтальным электродом длиной не менее 5 м. Он заглубляется минимум на 500 мм и должен иметь минимальное поперечное сечение для меди, равное 50мм^2 , а для стали – 80мм^2 .



Рис. 7.19 Схема электрического соединения антенны

Монтаж спутниковой антенны.

Установка спутниковой антенны - потенциально тяжелая и опасная работа. Монтаж антенны диаметром даже 90 сантиметров требует физической силы и выносливости. При установке антенны в окне монтажник должен как минимум наполовину высунуться из окна и соответственно перенести центр тяжести на улицу. Чтобы избежать падения с высоты необходимо обязательно применять страховочный пояс. Ни в коем случае нельзя заниматься монтажом спутниковой антенны в одиночку. Необходим партнер, который может в случае чего подстраховать и помочь.

Если производится установка антенны большого диаметра или в труднодоступном месте, необходим автоподъемник. Все детали антенны и инструмент, который вы выносите из окна необходимо страховать от падения с помощью веревки. Место внизу куда возможно падения антенны, инструмента или самого монтажника необходимо освободить от автомобилей и оградить это место. Желательно также выставить там человека, который не допускал в эту зону посторонних.

Особую осторожность необходимо соблюдать при работе на крыше. Если идет дождь настоятельно рекомендуется отказаться от проведения работ. Не стоит доверять ограждениям края крыши, как правило, они закреплены плохо и не могут спасти от падения.

Следует внимательно относиться к оголенным проводам радиотрансляции, подвешенные на крыше, они могут находиться под напряжением до 240 вольт. Касание такого провода частью тела может привести к электрической травме. Касание же этих проводов частью антенны может вывести из строя конвертер или ресивер. Очень аккуратно следует обращаться с электроинструментом на металлической кровле, как правило такая кровля заземлена и нарушение изоляции приведет к короткому замыканию.

Установка спутниковой антенны. Выбор места.

Прежде всего, необходимо определиться с местом установки антенны. Спутники, передающие сигнал, находятся на геостационарной орбите и имеют направление с юго-востока на юго-запад. Исходя из этого, необходимо чтобы ваши окна находились в том же направлении. При отсутствии такой возможности антенну придется устанавливать на крыше. Убедитесь, что в направлении спутника нет естественных препятствий, таких как другие здания, высокие деревья и т.п. Более точно определить место установки антенны поможет расчет угла места и азимута.

Угол места – угол на который отклоняется от горизонтали линия видимости на спутник.

Азимут – направление, указывающее на спутник в зависимости от расположения места приема.

Исходные данные для этого являются орбитальная позиция спутника и географические координаты вашего населенного пункта. Предельной точности тут не требуется, возможны погрешности +/- 0,5 градуса. Поэтому можно воспользоваться не слишком крупномасштабной картой. В век современных технологий для определения географических координат своего города можно воспользоваться Интернетом. Кроме того, существуют специализированные программы для расчета угла места и азимута которые вам помогут, или можно воспользоваться следующими формулами:

$$Az = 180^\circ + \arctg (tg A / \sin \phi); \quad (18)$$

$$El = \frac{(\cos A \cdot \cos \phi - 0.1509) / (\sin^2 A + \cos^2 A \cdot \sin^2 \phi)^{1/2}}{2}; \quad (19)$$

где Az -азимут, El-угол места,
φ - географическая широта города (северная),
Λг ^с - географическая долгота города и долгота спутника (восточные - положительные, западные - отрицательные).

Монтаж спутниковой антенны.

Большая часть антенн диаметром до 1,2 метра, имеют в комплекте настенный кронштейн для крепления. Если в вашем комплекте его нет, то вам придется приобрести его отдельно. Кронштейн необходимо крепить к стене используя дюбели с полиэтиленовыми пробками и шурупы с шестигранной головкой под ключ. Дюбели необходимо применять диаметром не менее 12-14 мм. Бывает, что кронштейны комплектуются цанговыми анкерами. Подобные анкеры хорошо применять только при бетонных стенах. Если же ваша стена для крепления из шлакоблоков или кирпича, то лучше все же применить полиэтиленовые пробки. Всегда нужно стараться сохранять часть стены или кирпича вокруг крепления, чтобы избежать откола части стены. При креплении в кирпичную стену старайтесь не производить крепление выше 4 ряда сверху или 4 кирпичей от угла во избежание появления трещин.

Производим разметку и с помощью перфоратора или дрели с ударным механизмом производим сверление. Забиваем дюбели и притягиваем кронштейн, до упора используя подходящие ключи. После этого не забудьте проверить конструкцию на прочность.

Далее производим сборку спутниковой антенны. Точно следуем инструкции к антенне. Особо аккуратно следует обращаться с зеркалом антенны, особенно если оно из алюминия. Механические повреждения зеркала антенны могут очень сильно повлиять на качество принимаемого сигнала. При установке антенны необходимо обратить внимание на монтаж спутникового конвертора. Правильность его установки очень важна. Насколько правильно установлен конвертор проверяется экспериментальным путем: необходимо вращать конвертор вокруг своей оси до получения максимального сигнала. Перед тем как вывешивать антенну необходимо позаботиться о том, чтобы она не упала вниз. Также необходимо заранее подключить кабель к конвертору и защитить разъем от влаги с помощью изоляционной ленты. После того как антенна установлена на кронштейн регулировочные болты затягиваются таким образом, чтобы антенна прочно была закреплена, но при этом была возможность проведения точной настройки.

Установка спутниковой антенны. Наведение на спутник.

Наведение на спутник является наиболее сложным технологическим процессом. Как высчитать правильный угол наклона и азимут мы уже рассказывали. Но даже если вы правильно и аккуратно высчитали эти данные и повернули антенну в нужную сторону, зачастую на выходе вы обнаружите отсутствие сигнала. Ширина диаграммы направленности спутниковой антенны на уровне половинного усиления равна

$$Q = 70 * A/D, (20)$$

где:

Q - ширина диаграммы направленности на уровне половинного усиления в градусах

A - длина волны, для Ки диапазона $A = 2,5$ см, для С-диапазона $A = 7,5$ см,

D - диаметр антенны.

Используя данную формулу можно посчитать, что ошибка наведения антенны на спутник всего на 1 градус снижает уровень сигнала вдвое. Поэтому окончательное наведение антенны на спутник производят только по фактическому сигналу.

Порядок действий при наводке антенны следующий. Подключаем ресивер к телевизору и настраиваем его таким образом, чтобы было видно меню. Помогаем ресиверу понять с каким конвертером он работает. Вводим в меню ресивера частоты спутниковых каналов. Однако здесь есть небольшой нюанс, сигнал на этих частотах существует только на входе конвертера. К ресиверу этот сигнал поступает на некой промежуточной частоте, которая равна разности частоты сигнала спутника и частоты гетеродина конвертера. Поэтому прежде чем начать настройку каналов необходимо в меню ресивера указать частоту гетеродина конвертера. Далее вводим в меню поиска каналов параметры спутникового сигнала, который уверенно принимается в данной местности и на данную антенну. Чтобы облегчить наведения антенны, в большинстве моделей ресиверов сделаны специальные шкалы, которые показывают качество сигнала. Медленно поворачивая антенну по горизонтали и по вертикали, добиваемся максимального уровня сигнала. Необходимо убедиться, что антенна наведена на правильный спутник. Бывает, что параметры каналов разных спутников совпадают. После точного наведения и получения максимального уровня сигнала следуют окончательно закрепить антенну. В процессе затягивания болтов следует обратить внимание, чтобы не сдвинуть антенну с найденного положения.

Техническое обслуживание антенно-фидерных устройств

Наиболее важными для телевизионного и радиовещания являются антенные сооружения (АМС) и антенно-фидерные устройства (АФУ), требующие повышенного эксплуатационного контроля и значительных затрат на их содержание в работоспособном техническом состоянии.

Бесперебойное функционирование оборудования систем вещательного телевидения предусматривает выполнение основных видов сервисных работ по техническому обслуживанию антенно-мачтовых сооружений (АМС), устройств, линий связи; обследованию и диагностике; ремонту, модернизации и реконструкции.

Сервисное обслуживание АФУ включает внутренние и внешние процессы, направленные на эффективное функционирование и использование оборудования.

Система сервисного обслуживания АФУ носит все признаки сложных систем. В ней взаимодействует большое число функционально связанных элементов и как всякая сложная система характеризуется рядом показателей эффективности.

Эффективность системы сервисного обслуживания АФУ определяется вероятностью успешного функционирования:

где – вероятность исправного состояния оборудования системы АФУ до начала функционирования; - вероятность безотказной работы оборудования системы АФУ во время функционирования, - вероятность выполнения функций при исправности всех элементов АФУ.

Входящие в выражение (1) вероятности не являются независимыми и вычисление является приближенным с некоторой погрешностью. В некоторых случаях этой погрешностью можно пренебречь, учитывая взаимозависимость величин вероятностей и значения также могут быть определены для конкретных элементов оборудования АФУ.

Влияние системы сервисного обслуживания на эффективность функционирования оборудования АФУ может быть оценено на основе критерия эффективности, который характеризует отношением времени безотказной работы АФУ без проведения технического обслуживания (ТО) ко времени безотказной работы ОСПС при проведении ТО за один и тот же промежуток времени:

Этот же показатель может быть преобразован в терминах числа отказов для обслуживаемых и необслуживаемых АФУ

В процессе ТО АФУ часть отказов по ряду причин может быть не выявлена, и они проявятся в процессе функционирования. Тогда показатель (3) может быть преобразован к виду:

где - число выявленных отказов в процессе технического обслуживания.

Показатель эффективности (4) определяет зависимость процесса предотвращения отказов от характеристик (параметров) АФУ и качества проведения сервисного обслуживания.

Сервисное обслуживание АФУ подразделяется на три вида:

- сервисное обслуживание, определяемое отказом (обслуживание до отказа);

- сервисное обслуживание через определенные интервалы времени (обслуживание по наработке);

- сервисное обслуживание по состоянию (если этого требует состояние системы).

Сервисное обслуживание, определяемое отказом, выполняется с минимальными материальными затратами на профилактические мероприятия и контролем за техническим состоянием АФУ. Такой вид сервисного обслуживания целесообразен при 100% резервировании оборудовании или, когда данное оборудование является второстепенным. Так как в этом случае каждый отказ может происходить неожиданно, то

оперативное планирование становится затруднительным или практически невозможным.

Сервисное обслуживание по наработке отличается простотой планирования мероприятий по техническому обслуживанию и не предъявляет требований по обязательному контролю параметров АФУ. Обслуживание осуществляется на основе информации об их эксплуатационной надежности, без учета реального технического состояния АФУ. Такое планирование, несмотря на хорошо разработанную теоретическую базу по обслуживанию однотипных и конструктивных технических средств, требует значительных временных и экономических затрат.

Сервисное обслуживание по состоянию ориентировано на реальное состояние оборудования АФУ и учитывает особенности конкретных образцов АФУ.

Сервисное обслуживание, определяемое состоянием, относится к индивидуальному планированию и характеризуется следующими факторами:

- возможностью использовать в наибольшей степени ресурс изделий, за счет уменьшения числа преждевременных вмешательств в их работу;
- возможностью предотвращения отказов за счет своевременного проведения профилактических (предупредительных) мероприятий.

В настоящее время часть функционирующих АМС и АФУ находится за пределами назначенного срока эксплуатации, другая часть требует реконструкции или модернизации. Поэтому, необходимо внедрение современных принципов прогнозирования сервисного обслуживания, результаты которого позволят эффективно осуществлять контроль за техническим состоянием АФУ, а также своевременно планировать профилактические и ремонтные работы.

Оборудование для технического обслуживания антенно-фидерных устройств



Рис. 7.20 N9330B. Портативный анализатор спектра (Agilent Technologies, США)

Портативный тестер для проверки кабелей и антенн N9330B (рис. 7.20) - экономичный и простой в эксплуатации прибор, предназначенный для инженеров и технических специалистов, осуществляющих установку и техническое обслуживание антенн и кабелей. Идеально подходит для установки и технического обслуживания оборудования беспроводных систем связи (стандарты GSM/ CDMA/ 3G/ PHS/ беспроводной LAN), военных беспроводных систем связи, систем теле- и радиовещания. Обладая легким прочным корпусом, идеально подходит для применения в полевых условиях. Тестер отличается долгим временем работы от батареи (до четырех часов), современным USB- интерфейсом и мощным программным обеспечением для последующего анализа полученных данных.

Rohde&Schwarz ZVH4 - анализатор кабелей и антенн, 100 кГц -3,6 ГГц представляет собой прочный портативный прибор, предназначенный для работы в полевых условиях (рис 7.21).



Рис. 7.21 анализатор кабелей и антенн

Малая масса и простота эксплуатации делают этот прибор незаменимым для каждого, кому необходим предназначенный для работы вне помещения инструмент для монтажа и обслуживания антенных систем.

Практические работы:

1. Сборка антенны симметричного линейного и петлевого вибратора.
2. Проверка работоспособности антенного усилителя.
3. Монтаж антенны и антенного усилителя.
4. Проверка схемы активного разветвителя.
5. Монтаж и настройка спутниковой антенны

Вопросы для самоконтроля:

1. Каково назначение приемных антенн.
2. Перечислите зоны распространения сигнала.
3. Перечислите виды распространения радиоволн.
4. Перечислите виды антенн, дайте им характеристику.
5. Дайте характеристику телевизионным передающим антеннам.
6. Перечислите требования, предъявляемые к приемным телевизионным антеннам.
7. Перечислите варианты монтажа приемных телевизионных антенн.
8. Назначение заземления антенн и молниезащиты.
9. Назовите порядок монтажа спутниковой антенны.
10. Перечислите вероятности успешного функционирования АФУ.
11. Перечислите виды сервисного обслуживания АФУ.
12. Дать характеристику видам сервисного обслуживания АФУ.
13. Назовите оборудование используемые при обслуживании антенно-фидерных устройств.

Вывод:

Изучив данную главу студенты – смогут выполнять монтаж и техническое обслуживание, приемно-передающих антенн и оборудования спутникового приема.

Выявлять неисправность, производить ремонт и техническое обслуживание, приемно-передающих антенн и оборудования спутникового приема

рассмотренной в этой главе, будут владеть понятиями и терминами необходимыми для ремонта и обслуживания приемно-передающих антенн и оборудования спутникового приема. Получат практические навыки ремонта и обслуживания приемно-передающих антенн и оборудования спутникового приема. Студенты будут уметь ориентировать приемно-передающие антенны и оборудования спутникового приема на местности, иметь представление о назначении и принципе распространения электромагнитных волн. Действия приемно-передающие антенны и оборудования спутникового приема на основе технической документации, поставляемой с антеннами и искать отсутствующую информацию в интернете.

Обучающиеся в полной мере овладеют знаниями о принципе работы антенных усилителей, ресиверов их проверке, овладеют приемами демонтажа и монтажа приемно-передающих антенн и оборудования спутникового приема.

Профессиональные термины, описанные в этом модуле:

Антенна - устройство, предназначенное для излучения или приёма радиоволн.

Фидер – линия, предназначенная для передачи электромагнитной энергии.

Симметрирующие устройства – служат для подключения симметричной антенны.

Антенный усилитель - предназначен для компенсации затухания сигнала в фидере.

Зона прямой видимости (освещенности) - ближняя зона от антенны передатчика.

Зона полутени (рефракции) – на 20-40 км больше зоны прямой видимости.

Зона дальнего приема (зона тени) – зона не уверенного приема, необходимо применять специальные антенные устройства.

Список рекомендуемой литературы

1. П. И. Мисюль «Техническое обслуживание и ремонт бытовой радиоаппаратуры», спецтехнология, «Вышэйшая школа» Минск 2006.
2. П. И. Мисюль «Ремонт, настройка и проверка радиотелевизионной аппаратуры», специальная технология, «Вышэйшая школа» Минск 2007.
3. П. И. Мисюль «Ремонт, настройка и проверка телевизионной аппаратуры», производственное обучение, «Вышэйшая школа» Минск 2008.

8. РЕМОНТ НАСТРОЙКА И РЕГУЛИРОВКА ТЕЛЕВИЗИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ.

Содержание

Краткий обзор модуля	251
8.1 Общие сведения о вещательном телевидении	251
8.2 Структура, функциональный состав ЦТ	253
8.3 Ремонт настройка и регулировка телевизионного оборудования	274
Практические работы	284
Вопросы для самоконтроля	284
Краткие выводы	285
Профессиональные термины	285

В результате изучения данного модуля студенты смогут:

1. Выполнять требования пожарной безопасности при ремонте телевизионной аппаратуры;
2. Исключать вредные факторы электромагнитных излучений;
3. Применять защиту от статического электричества;
4. Выполнять проверку качества изображения и звучания, основных функций телевизионного оборудования;
5. Проводить демонтаж улов телевизионного оборудования;
6. Проводить замену светодиодных и плазменных панелей.

В данном модуле рассматривается диапазон частот, в котором ведется ТВ вещание, способы обеспечения совместной работы большого количества ТВ станций, знание принципов построения систем кабельного телевидения, спутниковых систем ТВ вещания, систем сотового телевидения, а также принципов организации ремонта и контроля качества ТВ вещания.

8.1 Общие сведения о вещательном телевидении.

Телевидение (от др.-греч. τῆλε «далеко» + лат. *video* «видеть»)-технология электросвязи, предназначенная для передачи на расстояние движущегося изображения. В большинстве случаев одновременно с изображением передаётся звуковое сопровождение. В обиходе термин используется также для обобщённого обозначения организаций, занимающихся производством и распространением телевизионных программ. Со второй половины XX века телевидение стало наиболее влиятельным средством массовой информации, пригодным для развлечения, образования, передачи новостей и рекламы.

Технологии хранения переданных телепрограмм, такие как видеомаягнитофон и оптические видеодиски, увеличили доступность продукции кинематографа, позволив смотреть фильмы не только в кинотеатрах, но и на домашних телевизорах. К 2013 году

79 % домохозяйств во всём мире имели хотя бы один телевизионный приёмник. С 1950-х годов телевидение играет ключевую роль в формировании общественного мнения, начав уступать эту нишу интернету лишь в середине 2010-х годов. Роль технологии в бизнесе и политике огромна, что подчёркнуто ООН, установившей памятный день - Всемирный день телевидения, который отмечается ежегодно 21 ноября.

Телевидение основано на принципе последовательной передачи элементов изображения с помощью радиосигнала или по проводам. Разложение изображения на элементы происходит при помощи диска Нипкова, электронно-лучевой трубки или полупроводниковой матрицы. Количество элементов изображения выбирается в соответствии с полосой пропускания радиоканала и физиологическими критериями. Для сужения полосы передаваемых частот и уменьшения заметности мерцания экрана телевизора применяют чересстрочную развёртку. Также она позволяет увеличить плавность передачи движения.

Аналоговый телевизионный тракт в общем виде включает в себя следующие устройства:

1. Телевизионная передающая камера. Служит для преобразования изображения, получаемого при помощи объектива на мишени передающей трубки или полупроводниковой матрице, в телевизионный видеосигнал.
2. Телекинопроектор. Преобразует изображение и звук на киноплёнке в телевизионный сигнал и позволяет демонстрировать кинофильмы по телевидению.
3. Видеомагнитофон. Записывает и в нужный момент воспроизводит видеосигнал, сформированный передающей камерой или телекинопроектором.
4. Видеомикшер. Позволяет переключаться между несколькими источниками изображения: камерами, видеомагнитофонами и другими.
5. Передатчик. Несущий сигнал высокой частоты модулируется телевизионным сигналом и передаётся по радио или по проводам.
6. Приёмник - телевизор. С помощью синхроимпульсов, содержащихся в видеосигнале, телевизионное изображение воспроизводится на экране приёмника (кинескоп, ЖК-дисплей, плазменная панель).

Кроме того, для создания телевизионной передачи используется звуковой тракт, аналогичный тракту радиопередачи. Звук передаётся на отдельной частоте обычно методом частотной модуляции. В цифровом телевидении звуковое сопровождение, часто многоканальное, передаётся в общем с изображением потоке данных.

8.2 Структура, функциональный состав ЦТ

На рисунке 8.1 приведена обобщенная структурная схема ЖК телевизора.

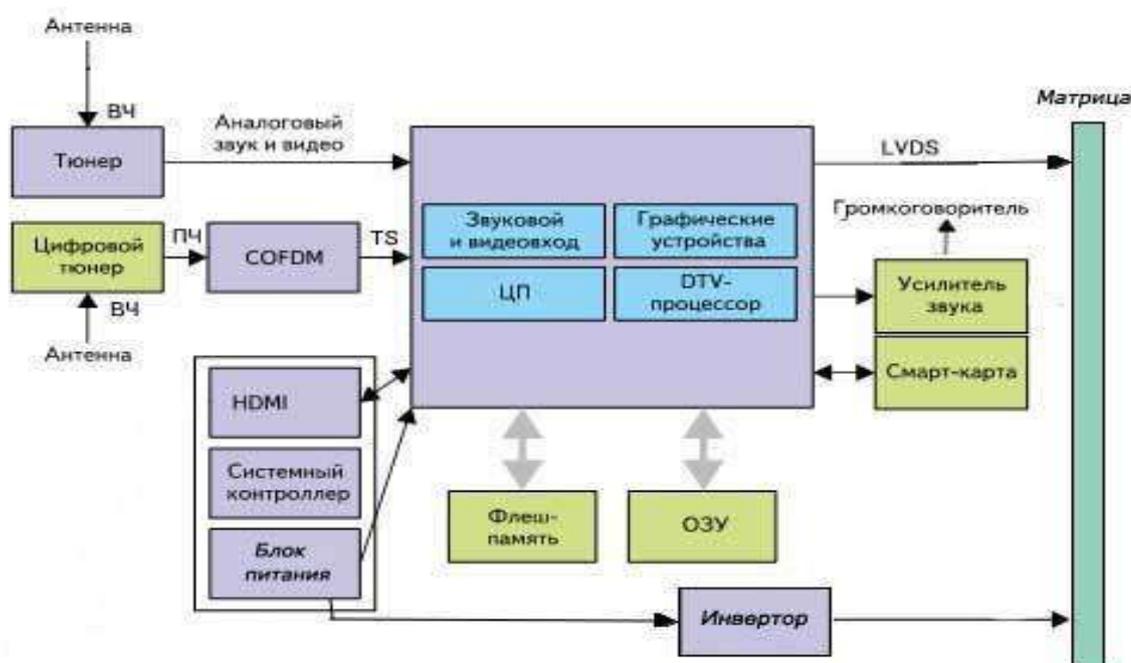


Рис 8.1 Структурная схема ЖК телевизора

Антенна служит для приёма сигналов телевизионных вещательных программ - радиосигналов телевизионного изображения и его звукового сопровождения. Различают телевизионные антенны, метрового и дециметрового диапазонов.

ТВ-тюнер (англ. *TV tuner*) - род телевизионного приёмника (тюнера), предназначенный для приёма телевизионного сигнала в различных форматах вещания.

В настоящее время с развитием цифрового телевидения наибольшее распространение получают ТВ-тюнеры, позволяющие принимать сигнал в следующих стандартах - DVB-T и DVB-T2 (европейское эфирное цифровое вещание), DVB-C (европейское кабельное цифровое вещание), DVB-S и DVB-S2 (европейское спутниковое цифровое вещание), ATSC (американское цифровое вещание), ISDB-T (японское и южноамериканское цифровое вещание), DTMB (китайское цифровое вещание).

Для совместимости с аналоговым телевидением предназначены ТВ-тюнеры, способные принимать сигналы с различными стандартами цветности - PAL, SECAM, NTSC и с различными стандартами разложения. Как правило, чисто аналоговые ТВ-тюнеры в настоящее время уже не

выпускаются - их заменили гибридные модели, позволяющие принимать как цифровые, так и аналоговые сигналы.

COFDM - обработка данных с ортогональным частотным разделением каналов с кодированием.

COFDM хорошо зарекомендовала себя среди вещателей ТВ программ как новый метод доставки цифровых сигналов потребителю. Главным преимуществом метода передачи COFDM является использование многократных отражений излучаемых сигналов от строений, стен и т. п. с коррекцией возникающих при приёме искажений и ошибок. Европейский консорциум DVB принял этот метод передачи в качестве базового стандарта для эфирного наземного телевидения и мультимедийной продукции.

Звуковой и видеовход - коммутирует внешние устройства, а также участвует в обработке аналогового сигнала изображения и звука.

Графические устройства

Графический процессор (англ. *graphics processing unit, GPU*) - отдельное устройство персонального компьютера или игровой приставки, выполняющее графический рендеринг; в начале 2000-х годов графические процессоры стали массово применяться и в других устройствах: планшетные компьютеры, встраиваемые системы, цифровые телевизоры.

Современные графические процессоры очень эффективно обрабатывают и отображают компьютерную графику, благодаря специализированной конвейерной архитектуре они намного эффективнее в обработке графической информации, чем типичный центральный процессор. Графический процессор в современных видеокартах (видеоадаптерах) применяется в качестве ускорителя трёхмерной графики.

Может применяться как в составе дискретной видеокарты, так и в интегрированных решениях (встроенных в северный мост либо в гибридный процессор).

ЦП – как и в ПК, является мозгом приемника ЦТВ. Функции, предоставляемые ЦП включают в себя:

- инициализирует различные аппаратные компоненты;
- обрабатывает ряд Интернет и интерактивных приложений ТВ;
- контролирует и управляет аппаратных прерываний;
- извлекает данные и инструкции из памяти;
- запускает различные программы.

содержит в себе Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) - устройство для преобразования цифрового (обычно двоичного) кода в аналоговый сигнал (ток, напряжение или заряд). Цифро-аналоговые преобразователи являются интерфейсом между дискретным цифровым миром и аналоговыми сигналами.

Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) производит обратную операцию.

DTV-процессор - производит обработку телевизионного сигнала в цифровой форме. В состав телевизионного сигнала входят и видеосигнал, и звук. А цифровая форма сигнала – это кодирование информации в формате MPEG, когда весь сигнал представлен в форме последовательности «0» и «1». Такая передача сигнала не подвержена влиянию помех, которые мы обычно наблюдаем на экране при аналоговом сигнале в виде снега, черточек и других мелких помех.

HDMI – это технология, позволяющая передавать многоканальный звук, а также видеоданные в формате Hd с высокой скоростью. Кроме того, интерфейс снабжен защитой передаваемых данных от копирования и, помимо звука и изображения, может передавать Ethernet-сигнал, а также управляющие команды. Это очень удобная технология, позволяющая подключать различную технику для передачи аудио и видео информации в высоком качестве без задержек. Наиболее часто применяется для вывода фильмов или игр на экран большего размера.

Системный контролер - устройство управления телевизора.

Флеш память (ПЗУ) - это собственная память телевизора, хранящая информацию о ваших настройках, встроенных функциях, управлении приемником.

ОЗУ - оперативная память, участвует в обработке данных при работе ТВ.

LVDS - способ передачи сигналов на матрицу.

Смарт-карта - позволяет использовать больше возможностей современного цифрового телевидения. С ее помощью телевизионное оборудование декодирует зашифрованные каналы.

Инвертор - устройство для преобразования постоянного тока в переменный с изменением величины напряжения. Обычно представляет собой генератор периодического напряжения, по форме приближённого к синусоиде, или дискретного сигнала. Формирует напряжение подсветки в телевизоре.

Источник питания – обеспечивает различные узлы и блоки необходимыми напряжениями и токами.

На рис 8.2 показано взаимодействие центрального процессора с коммутирующими устройствами и узлами телевизора.

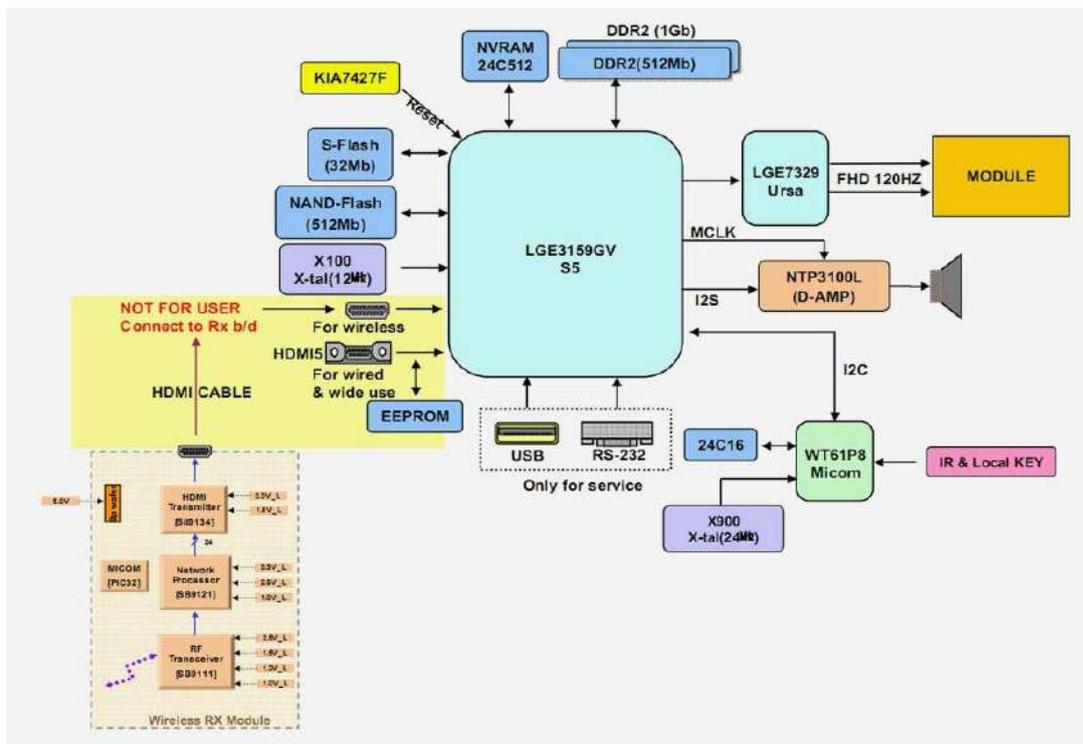


Рис 8.2 Схема взаимодействия центрального процессора с коммутирующими устройствами и узлами телевизора.

Устройство и принцип работы. Виды ЖК матриц.

В отличие от ЭЛТ и плазменных панелей ЖК-матрицы отличаются тем, что сами не излучают свет, а являются всего-навсего преобразователями светового потока, излучаемого внешним источником (чаще всего - неоновой лампой подсветки). Принцип их действия основан на эффекте поляризации света, пропущенного через жидкокристаллическое вещество в электромагнитном поле. Жидкий кристалл, в отличие от обычного, не имеет упорядоченной внутренней структуры, молекулы в нем расположены хаотично и могут свободно перемещаться. Пропущенный через такой кристалл свет не изменяет своей поляризации. Однако если на молекулы жидкого кристалла воздействовать внешним электрическим полем, то они выстраиваются в упорядоченную структуру, и свет, пропущенный через такую среду, приобретает направленную поляризацию. Но человеческий глаз не способен зафиксировать изменение плоскости поляризации светового потока без дополнительных устройств, поэтому на внешнюю часть ЖК-матрицы обычно ставится еще один поляризованный слой, который не пропускает свет поляризации другой направленности (отличной на 90 градусов), но пропускает неполяризованный свет.

Таким образом, если через такую конструкцию пропустить свет, то сначала он, пройдя через первый поляризатор, поляризуется в плоскости первого поляризатора. Далее направление поляризации светового потока, проходящего через слой жидких кристаллов, будет поворачиваться, пока не совпадет с

оптической плоскостью второго поляроида. После чего второй поляроид пропустит большую долю оставшейся части светового потока. Но стоит только приложить к электродам переменный потенциал, как молекулы вытянутся вдоль силовых линий электромагнитного поля. Проходящий поляризованный свет не изменит ориентации векторов электромагнитной и электростатической индукции. Поэтому второй поляроид не пропустит такой поток света. Соответственно, при отсутствии потенциала ЖК-ячейка "прозрачна" для проходящего света. А при установленном управляющем напряжении ЖК-ячейка "выключается", т.е. теряет свою прозрачность. А если направление оптической плоскости второго поляроида будет совпадать с первым, то ячейка будет работать наоборот: при отсутствии потенциала - прозрачная, при наличии - темная. Изменяя уровень управляющего напряжения в пределах допустимого диапазона, можно модулировать яркость светового потока, проходящего через ячейку.

Дальнейшим усовершенствованием стала технология **DSTN** (Double STN), в которой одна двухслойная DSTN-ячейка состоит из 2 STN-ячеек, молекулы которых при работе поворачиваются в противоположные стороны. Свет, проходя через такую конструкцию в "запертом" состоянии, теряет значительно большую часть своей энергии, чем раньше. Контрастность и разрешающая способность DSTN оказались настолько высоки, что появилась возможность изготовить цветной дисплей, в котором на каждый пиксель приходится три ЖК-ячейки и три оптических фильтра

Наиболее перспективная на сегодня технология, разработанная компанией Fujitsu, - **MVA** (Multi-Domain Vertical Alignment - многодоменное вертикальное размещение) - является дальнейшим развитием технологии VA, разработанной еще в 1996 году. Дисплеи, созданные на основе этой технологии, отличаются достаточно большим углом обзора - до 160 градусов и малым временем реакции на изменение изображения (менее 25 мс). Суть технологии MVA заключается в следующем: для расширения угла обзора все цветовые элементы панели разбиты на ячейки (или зоны), образуемые выступами на внутренней поверхности фильтров. Цель такой конструкции - дать возможность жидким кристаллам двигаться независимо от своих соседей в противоположном направлении. Это позволяет наблюдателю, вне зависимости от угла обзора, видеть один и тот же оттенок цвета - отсутствие такой возможности было главным недостатком предыдущей технологии VA. В выключенном положении молекулы жидких кристаллов ориентированы перпендикулярно второму фильтру (каждому его выступу), что на выходе дает точку черного цвета. При слабом электрическом поле молекулы немного поворачиваются, образуя на выходе точку половинной интенсивности серого цвета. Стоит заметить, что интенсивность света для наблюдателя не зависит от угла обзора, поскольку более яркие ячейки, попавшие в поле зрения, будут компенсироваться находящимися рядом более темными. В полном

электрическом поле молекулы выстроятся так, чтобы при разных углах наблюдения на выходе была видна точка максимальной интенсивности.

Используя достижения технологии MVA, некоторые производители создали свои технологии производства ЖК-матриц. Так, компания Samsung во всех своих последних разработках использует технологию PVA (Patterned Vertical Alignment - микроструктурное вертикальное размещение). Принцип действия PVA заключается в выстраивании молекул жидкого кристалла под прямым вертикальным углом по отношению к управляющим электродам и формировании картинки за счет их малых отклонений от указанного положения, гораздо меньших, чем в традиционных ЖК- дисплеях. Это, как отмечает Samsung, позволяет снизить инерционность и обеспечивает широкий конический угол обзора (170 градусов), высокий уровень контрастности (500:1) и улучшенное качество цветопередачи. Потенциал технологии MVA и ее клонов значителен. Один из главных ее плюсов - сокращенное время отклика. Кроме этого, также можно отметить и такое преимущество MVA, как очень хороший черный цвет. Однако сложное устройство панели не только серьезно увеличивает стоимость готового LCD-дисплея на ее основе, но и не позволяет производителю в полной мере реализовать все возможности MVA по причине сложностей технического характера. Будет ли данная технология доминировать на рынке LCD или ее место займет новая разработка, покажет время. Пока же MVA является самым технически совершенным LCD- решением. Выводы в последнее время параметры изображения ЖК-панелей существенно улучшились и по таким показателям, как яркость и контрастность, практически приблизившись к результатам ЭЛТ-мониторов. По такому важнейшему параметру, как количество отображаемых цветов, тоже был сделан большой шаг вперед: произошел переход от 16- к 24-битному цвету даже в массовых моделях ЖК-мониторов, хотя с практической точки зрения этому 24-битному цвету еще достаточно далеко до ЭЛТ- мониторов. А вот время реакции пикселей (т.е. с какой скоростью пиксели принимают нужный цвет) на быструю смену изображения в ЖК-дисплеях существенно больше, чем у ЭЛТ, что сильно сказывается на качестве динамических изображений (видео, игры). Ведь, если точки не успевают устанавливать цвет адекватно динамическому изображению, то наблюдатель отметит, что изображение имеет ненасыщенный и "грязный" цвет.

Для оценки этого параметра производители мониторов ввели термин "время отклика", который, впрочем, используется с рядом оговорок: полное время отклика, типичное и максимальное время отклика. Итак, полное время отклика - это сумма времени включения (активации) и выключения отдельного пикселя (Full Response Time = Time Rise + Time Fall). Эта характеристика означает скорость реакции пикселя на переключение в крайние значения: белый и черный. Для нормального воспроизведения видео

время отклика не должно превышать длительность одного кадра - 20 (16) мс при кадровой частоте 50 (60) Гц.

Теоретически, самыми быстрыми должны быть панели, выполненные по технологии MVA, самыми медленными - IPS, а обычные TN-панели должны находиться где-то посередине. На практике наблюдается существенный разброс значений времени отклика, обеспечиваемых разными технологиями, вплоть до их перекрытия.

Не менее серьезной проблемой современных ЖК-дисплеев является и проблема обеспечения приемлемой величины угла обзора формируемого изображения, контрастность и цветовые параметры которого заметно искажаются при изменении угла обзора наблюдателем. Только в том случае, когда наблюдатель смотрит на изображение почти перпендикулярно, оно выглядит наиболее естественно.

Хотя заявляемые производителями матриц углы обзора их изделий на бумаге выглядят вполне удовлетворительными, на деле это не всегда так. Так, большинство производителей матриц TN+Film указывают, что угол обзора по вертикали у них составляет 90 градусов, но при этом умалчивается, что на самом деле в этом диапазоне пользователь может наблюдать более чем 10-кратное изменение яркости (и более чем 15-кратное - для темных тонов). Поэтому реальные углы обзора, при которых сохраняется высокий уровень комфортности работы, для TN+Film- мониторов составляют по вертикали не более +/- 10 градусов (а для темных градаций серого - и того меньше), а по горизонтали эти цифры могут быть увеличены до +/- 30 градусов.

У технологий MVA и IPS все обстоит немного лучше, однако все равно имеются большие провалы по темным градациям, особенно у MVA. Темное поле будет становиться заметно ярче при отклонении от нормали, а потом снова станет темнеть. Это объясняет, почему на MVA-панели заметно искажается цветопередача изображения, так как не только уменьшается контрастность изображения, но и сам этот процесс происходит нелинейно. В общем, реальные углы обзора у MVA- панелей составляют как по вертикали, так и по горизонтали не более +/- 20 градусов (это особенно заметно для темных градаций серого), а для IPS-панели эти углы примерно в два раза больше.

Основой такого телевизора является жидкокристаллическая матрица. Это две тонкие стеклянные пластины, между которыми и располагаются жидкие кристаллы.

Основное свойство этих кристаллов- они умеют изменять свою прозрачность под внешним воздействием.

В данном случае внешнее воздействие оказывает электрический ток. Так как сами кристаллы свет не излучают, то для того чтобы увидеть на экране матрицы полученную картинку, требуется внешняя подсветка. Посветка осуществляется обычно при помощи ламп или светодиодов.

Основные требования к этим осветительным приборам- это их температурная стабильность и низкая рабочая температура.

Кроме этого еще требуется иметь возможность регулировать яркость во время работы.

А вот с лампами- ситуация намного сложнее... Чтобы избежать нагрева в ЖК- телевизорах применяются газоразрядные лампы белого свечения (подобные всем нам известным «энергосберегающим»).

Для их запуска требуется довольно большое напряжение: около 1000V. Затем для поддержки свечения требуется около 600V. Эти напряжения получают при помощи специального модуля- инвертора.

По сути инвертор- это импульсный преобразователь напряжения. Также, как и простой импульсный блок питания он имеет задающий ШИМ-генератор на микросхеме и выходной импульсный (в данном случае повышающий) трансформатор.

Еще одной отличительной особенностью ЖК- телевизоров является наличие в ИИП дополнительного повышающего преобразователя.

Сетевое напряжение, поступающее на ИИП при помощи импульсного преобразователя, увеличивается до уровня приблизительно 380V.

Такое конструкторское решение применено для того, чтобы снизить потребляемую нагрузку и облегчить работу инвертора.

DC-AC ИНВЕРТОРЫ. Типы, неисправности инверторов.

LCD- подсветка

Для работы ЖК панели первостепенное значение имеет источник света, световой поток которого, пропускаемый через структуру жидкого кристалла, формирует изображение на экране монитора. Для создания светового потока используются люминесцентные лампы подсветки с холодным катодом (CCFL), которые располагаются на краях монитора (как правило, сверху и снизу) и с помощью матового рассеивающего стекла равномерно засвечивают всю поверхность ЖК матрицы. «Поджиг» ламп, а также их питание в рабочем режиме обеспечивают инверторы. Инвертор должен обеспечить надежный запуск ламп напряжением свыше 1500 В и их стабильную работу в течение длительного времени при рабочих напряжениях от 600 до 1000 В. Подключение ламп в ЖК панелях осуществляется по емкостной схеме (см. рис. 8.3). Рабочая точка стабильного свечения (РТ - на графике) располагается на линии пересечения нагрузочной прямой с графиком зависимости тока разряда от напряжения, приложенного к лампам. Инвертор в составе монитора создает условия для управляемого тлеющего разряда, а рабочая точка ламп находится на пологой части кривой, что позволяет добиться постоянства их свечения в течение длительного времени и обеспечить эффективное управление яркостью. Инвертор выполняет следующие функции: преобразует постоянное напряжение (обычно +12 В) в высоковольтное переменное; стабилизирует ток лампы и при необходимости регулирует его; обеспечивает регулировку яркости; согласует выходной

каскад инвертора со входным сопротивлением ламп; обеспечивает защиту от короткого замыкания и перегрузки. Каким бы разнообразием не отличался рынок современных инверторов, принципы их построения и функционирования практически одинаковы, что упрощает их ремонт.

Приведенная ниже принципиальная схема инвертора принадлежит к ламповой подсветке. Подключение ламп осуществляется по емкостной схеме, что обеспечивает постоянство их свечения в течение долгого времени и дает эффективное управление яркостью. Транзисторы Q1, Q2 – включение и выключение инвертора.

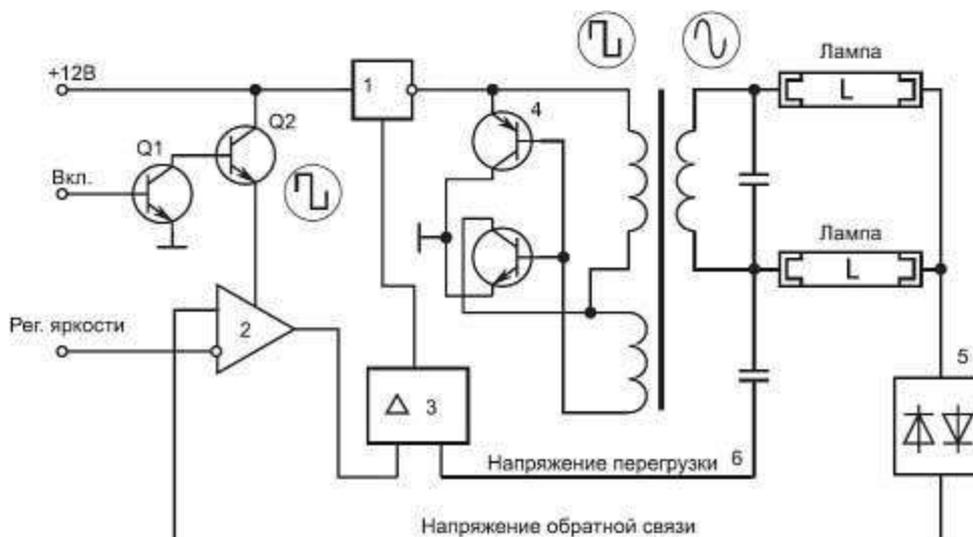


Рис. 8.3 Принципиальная схема инвертора.

Блок (1) обеспечивает постоянным напряжением автогенератор с ключами ((4) обычно представляет собой два полевых транзистора, например АРМ4010 и АРМ4015), который включается и управляется сигналами ШИМ. Блок управления яркостью (2) и ШИМ (3) конструктивно выполнены обычно в одной микросхеме. Широтно-импульсный модулятор (ШИМ) контролирует нагрузку во вторичных цепях и при неисправности ламп не дает включиться автогенератору 4, что уберезет от выхода из строя ключей или трансформатора.

Нужный световой поток создают люминесцентные лампы (R) с холодным катодом (CCFL) располагающиеся за матрицей и равномерно освещают ее.

Принцип работы

Инвертор должен обеспечивать несколько функций:

- Изменять постоянное напряжение в высоковольтное переменное;
- Обеспечивать регулировку яркости;
- Стабилизировать ток ламп и регулировать его;
- Обеспечивать защиту от КЗ и перегрузки.

Инвертор подсветки матрицы (для ламп) должен обеспечивать напряжение обычно вольт 600 с током нагрузки приблизительно 10 мА и обеспечивать максимальную яркость экрана около 250 кд/м². При этом начальное выходное напряжение будет около 1600 В, а время срабатывания защиты - от 1 до 1,3 с. Для уверенного запуска, время срабатывания защиты подбирается раз в 10 больше времени старта.

При подаче напряжения от блока питания, сигнал (обычно 3-5 вольт) выйти из дежурного режима поступает приблизительно через 2 секунды после включения телевизора от главной платы и инвертор подсветки выходит в рабочее состояние.

Контроллер инвертора телевизора обеспечивает «мягкий» старт при пуске инвертора, а также защиту от КЗ и перегрузки. Если короткое замыкание длится менее 1 с, то работа инвертора продолжится, иначе он отключается.

Импульсы ШИМ идут на преобразователь, обычно сделанный по схеме полу - мостового генератора с самовозбуждением и запускают DC/DC-преобразователь и на вторичной обмотке трансформатора инвертора появляется напряжение для ламп подсветки.

Малая обмотка выполняет в схеме инвертора телевизора функцию обратной связи.

При «поджиге» ламп в начале работы, напряжение преобразователя возрастает до 1600 В, а и только потом инвертор переходит в рабочий режим.

Неисправная лампа, конденсатор во вторичной цепи или КЗ вторичной обмотки приводит к срыву генерации.

Подсветка должна обеспечивать равномерное освещение всей поверхности матрицы, достаточную яркость, быстрое реагирование на изменение яркости сигнала.

Самым распространенным признаком неисправности инвертора является отсутствие изображения при наличии звука. Хотя возможен и другой вариант, когда телевизор пытается включиться, но снова уходит в дежурный режим и звук не появляется.

Некоторые признаки о неисправности инвертора:

- Подсветка не включается;
- Подсветка включается и тут же и выключаются;
- Не включается после длительного периода простоя;
- Мигание яркости экрана;
- Неравномерность яркости экрана.

Чаще всего инвертор подсветки выходит из строя из-за поломок электролитических конденсаторов в блоке питания и фильтров питания самого инвертора. Теряя емкость, вздуваясь и замыкая цепь питания, они понижают напряжение. Ключи начинают работать с большей перегрузкой и сгорают.

В LCD телевизорах чаще сгорают сами диоды. При ремонте телевизора можно заменить всю ленту со светодиодами или проверить каждый и заменить по отдельности. Например, у вас в телевизоре 3 полосы светодиодных лент по 7 диодов на каждой. Известно, что напряжение их питания 70 вольт. Делим и получаем 3,3 вольта ищем такой с мощностью 1 ватт для обеспечения нормальной яркости и делаем замену.

LED-подсветка

В качестве источника света в рассматриваемых мониторах используется LED-подсветка, состоящая из четырех параллельно соединенных сегментов (линеек). Таким образом, каждый сегмент LED-лампы состоит из 8-10 последовательно включенных светодиодов, а общее количество светодиодов может составлять от 32 до 40 штук. Напряжение питания линеек светодиодов равно 32...40 В? около 4 В на каждый светодиод. Питающее напряжение LED-лампы на схеме обозначается как VLED. Разъем для подключения LED-лампы является 6-контактным, и на рассматриваемых схемах чаще всего обозначается как CN801. Общая конфигурация LED-лампы мониторов Samsung и традиционная цоколевка разъема CN801 приводятся на (рис. 8.4).

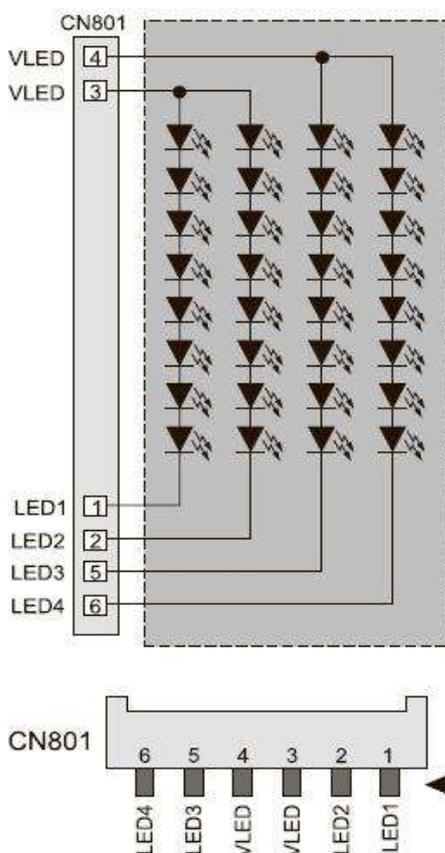


Рис. 8.4 Общая конфигурация LED-лампы мониторов Samsung и традиционная цоколевка разъема CN801

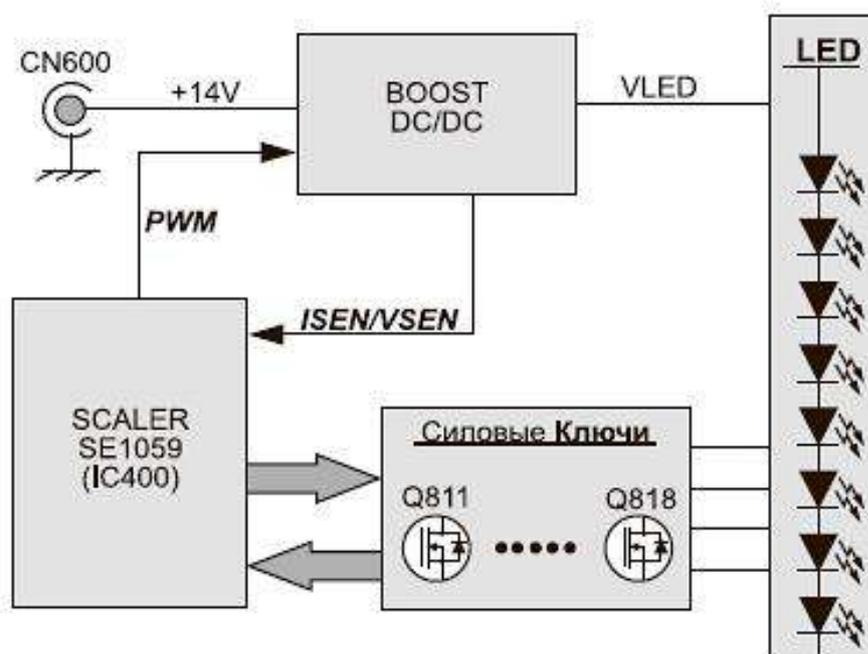


Рис. 8.6 Схема управления светодиодами

Обе схемы контролируются микросхемой скалера, которая, кроме функций обработки цветowych сигналов, выполняет еще и другие вспомогательные функции с помощью программируемых портов ввода-вывода.

Повышающий DC/DC-преобразователь

Напряжение VLED составляет около 31 В и формируется из напряжения 14 В, подаваемого на вход монитора от внешнего сетевого адаптера на разъем CN600. Повышение напряжения осуществляется схемой типа Boost, основными элементами которой являются:

- дроссель L800;
- ключ на силовом транзисторе Q802;
- диод D801;
- контроллер ШИМ, в качестве которого используется один из портов ввода-вывода скалера IC400.

Так как силовой ключ управляется не специализированной микросхемой, а процессором через универсальный выходной порт, работающий в режиме ШИМ, то потребовалось введение буфера для корректного переключения транзистора Q802. Входной каскад схемы на транзисторе Q821 представляет собой эмиттерный повторитель, а выходной выполнен по двухтактной схеме на транзисторах Q822, Q823.

Силовой транзистор управляется импульсами, которые формируются выходным цифровым портом скалера (выв. 96). Управление выходным напряжением VLED осуществляется по принципу ШИМ методом Burst Mode (режим прерывающейся модуляции). Это означает, что на выв. 96 скалера

генерируются пачки высокочастотных импульсов с частотой заполнения примерно 330 кГц и частотой пачек около 160 Гц. При этом ширина пачек изменяется при регулировке яркости, т.е. зависит от величины нагрузки DC/DC-преобразователя. При максимальной яркости высокочастотные импульсы следуют, практически не прерываясь (100% коэффициент заполнения D (Duty Cycle)), и ширина пачек становится максимальной.

Форма управляющих импульсов и форма напряжения на стоке Q802 представлены на (рис. 8.7).

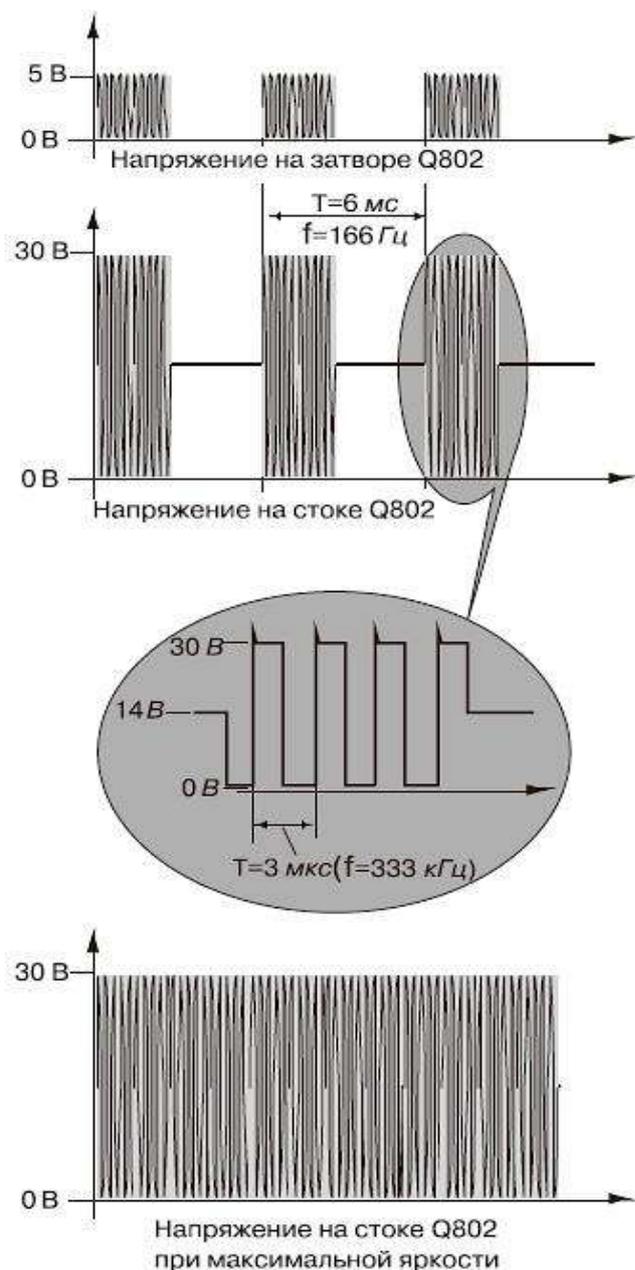


Рис 8.7 Форма управляющих импульсов и напряжения на стоке транзистора Q802.

Здесь следует отметить, что изменение ширины пачек управляющих импульсов DC/DC-преобразователя при регулировке яркости является лишь следствием увеличения тока через светодиоды LED-линейки, а не способом регулировки яркости. Характерно, что величина VLED практически не изменяется при регулировке яркости, и напряжение всегда остается стабильным на уровне около 31 В. Увеличение тока светодиодов, фактически, является увеличением мощности нагрузки DC/DC-преобразователя. Поэтому для поддержания стабильности выходного напряжения DC/DC-преобразователь должен увеличить свою мощность, и делается это именно увеличением ширины управляющих пачек. Важным элементом преобразователя является токовый датчик R831 R832 R833, измеряющий величину тока силового ключа Q802. Напряжение, формируемое на этих резисторах (сигнал ISEN), прямо пропорционально величине тока, протекающего через Q802. Это напряжение подается на вход скалера (выв. 92), который является входным аналоговым портом. Когда напряжение на этом выводе превышает запрограммированный уровень, транзистор Q802 закрывается, в результате чего предотвращается его пробой. Для контроля и стабилизации выходного напряжения преобразователя имеется цепь обратной связи из элементов R811-R814, C804. Напряжение, пропорциональное VLED (сигнал VSEN), прикладывается к аналоговому входному порту скалера (выв. 97). Это аналоговое напряжение оцифровывается внутренним АЦП, и полученное значение используется для управления шириной импульсов на выходном цифровом порте (выв. 96).

Транзисторные ключи

Коммутация тока каждой из четырех LED-линеек осуществляется независимо. В рассматриваемой схеме каждая линейка коммутируется парой параллельно-включенных MOSFET-транзисторов, например, Q811 и Q812. Параллельное включение, по-видимому, здесь необходимо лишь для снижения мощности, рассеиваемой на каждом из транзисторов. Таким образом, для управления четырьмя LED-линейками применяется восемь MOSFET-транзисторов Q811-Q818. Все они управляются абсолютно синхронно импульсами, следующими с частотой около 160 Гц. Таким образом, светодиоды задней подсветки питаются импульсным током, включаясь и выключаясь с частотой 160 Гц, незаметной для человеческого зрения. Изменение ширины импульсов, т.е. времени свечения светодиодов, приводит к изменению яркости задней подсветки.

Все восемь транзисторов имеют достаточно необычное включение по схеме с общим затвором, на затворы транзисторов подается постоянное напряжение смещения 4 В. При этом ток LED-линеек коммутируется ключами внутренних портов скалера. Такое включение внутренних и внешних транзисторов можно считать каскадной схемой (рис.8.8).

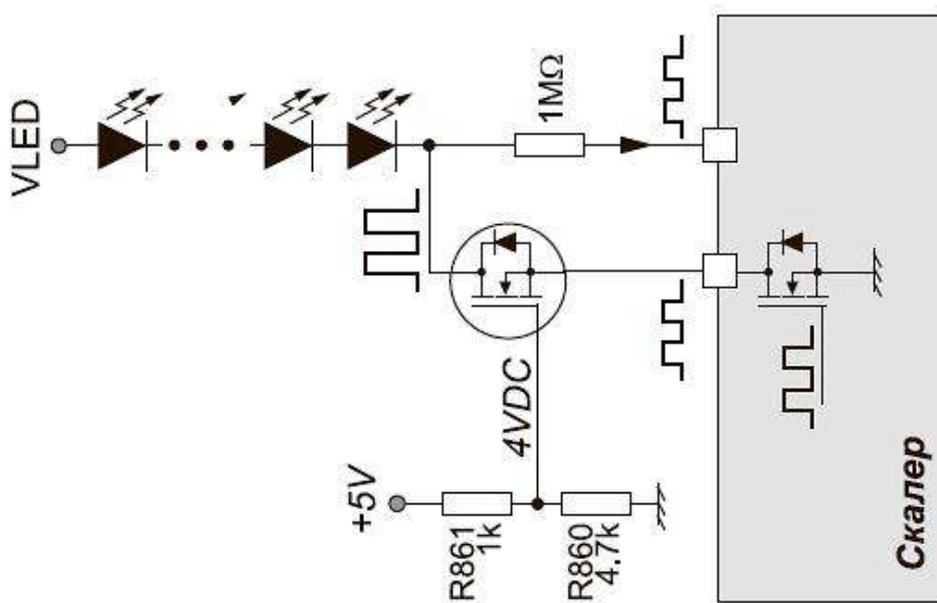


Рис. 8.8 Каскадное включение MOSFET-транзисторов

Возможные неисправности LED-драйвера

Неисправности схемы LED-драйвера - явление достаточно редкое, но, тем не менее, вполне вероятное, и случается в практике ремонта. Существующая в настоящее время статистика отказов ЖК мониторов указывает на три характерные проблемы.

Монитор не включается. Внешний блок питания монитора периодически «цыкает», что говорит о срабатывании защиты от короткого замыкания. При этом, когда внешний блок питания включается без нагрузки, на его выходе появляется напряжение +14 В (+14V)

Такое поведение монитора может говорить о неисправности (пробое) силового транзистора Q802. Следует отметить, что такое поведение монитора может быть вызвано и неисправностью другого элемента - микросхемы IC600 (BD9329), которая является импульсным DC/DC-преобразователем, формирующим напряжение +5 В (+5V_MAIN).

Монитор не включается. Задняя подсветка не светится

Блок питания нормально вырабатывает напряжение +14V. Напряжение +5V_MAIN формируется и соответствует номиналу. Все остальные постоянные напряжения 3,3 и 1,8 В (+3.3V и +1.8V) также формируются. Напряжение VLED равно +14V. Такое поведение монитора говорит, скорее всего, о неработоспособности скалера, что может быть вызвано самыми разными причинами.

Монитор включается. Но экран не светится, т.к. не работает задняя подсветка. При этом изображение на экран выводится, о чем можно узнать, если приглядеться к экрану

Напряжение VLED равно +14V. Такая неисправность однозначно указывает

на неработающую заднюю подсветку. В данном случае следует обратить внимание на скалер, транзисторы Q802, Q821-Q823.

Типы подсветок: Edge LED и Direct LED

Тип подсветки Direct LED

Direct LED - задняя подсветка, при которой светодиоды располагаются по всей площади матрицы (рис. 8.9)



Рис. 8.9 расположение подсветки Direct LED

Перед вами фрагмент пластины подсветки. Сами светодиоды расположены внутри корпуса, которые являются рассеивателем, для более равномерного распределения светового потока, излучаемого светодиодом. На пластину нанесён проводник и изолятор, как правило - светодиоды подключены последовательно в пределах одной планки и выход из строя хотя бы одного приводит к тому, что вся планка перестаёт светиться.



Рис. 8.10 расположение светодиодных планок внутри контейнера матрицы.

Как видно на рис 8.10 расстояние между светодиодами - около 8-12 см (в зависимости от типа пластины), поэтому хороший рассеиватель просто необходим, иначе никакого равномерного освещения не будет, этим обусловлена большая, по сравнению с типом Edge LED, толщина контейнера матрицы, а значит - и всего телевизора.

Плюсы Direct LED подсветки:

- Равномерное свечение по всей площади
- Меньшее потребление электричества
- Лучшая ремонтпригодность
- Отсутствие засветов

Минусы Direct LED подсветки:

- Телевизоры довольно толстые, примерно на 20 мм, по сравнению с другим типом.

Тип подсветки Edge LED

При боковой или торцевой подсветке Edge LED, рис 8.11 светодиоды размещаются по краям, точнее - торцам, толстого (около 8-10 мм) внутреннего стекла - светораспределителя (на вид - обычное матовое оргстекло). Обычно используется две планки, расположенные вдоль левого и правого торцов матрицы.

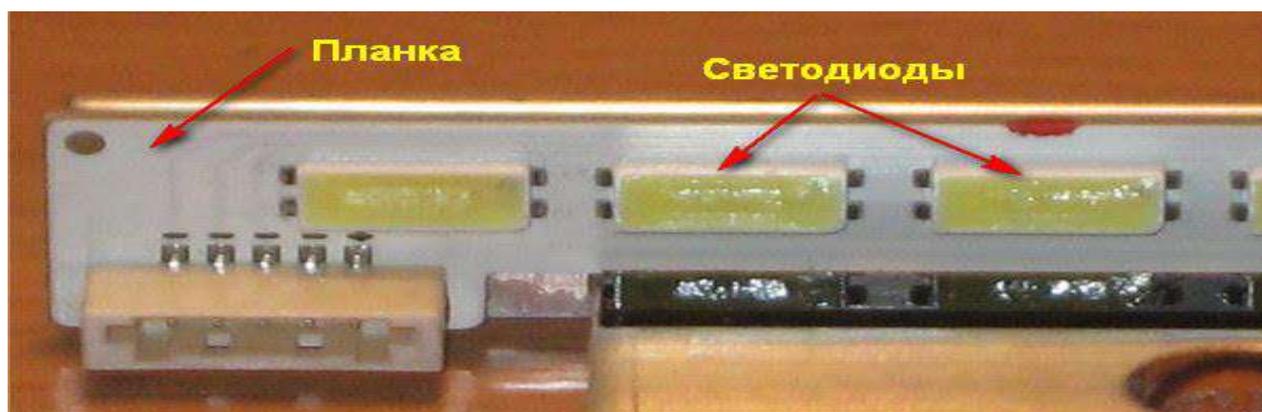


Рис. 8.11 Расположение светодиодов при боковой (торцевой) подсветке.

Как видно на (рис 8.11), сами светодиоды расположены очень близко друг к другу, тип их соединения - смешанный: все светодиоды разделены на несколько участков, в пределах каждого участка подключение последовательное (для уменьшения нагрузки по току), все участки имеют общий "минус" и разные "плюсы", к которым подаётся питание через специальный драйвер управления и ключ. В случае выхода из строя любого элемента срабатывает защита и отключит питание подсветки.

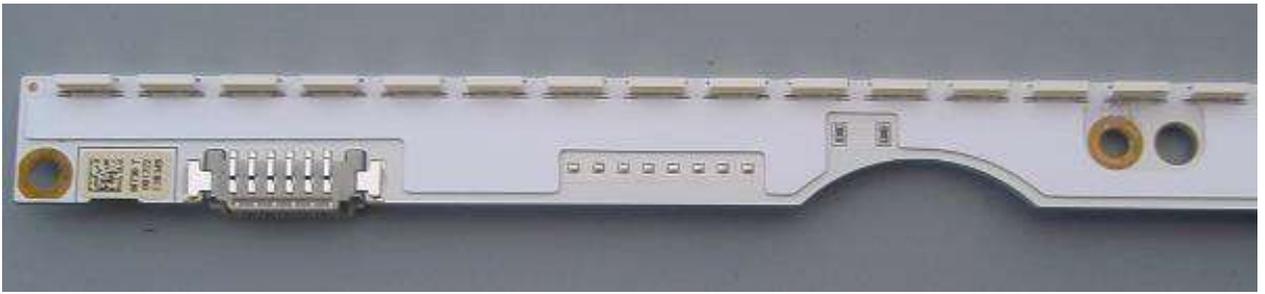


Рис. 8.12 Торцевая подсветка Edge LED



Рис. 8.13 Боковая подсветка Edge LED

На (рис. 8.12, 8.13) указано расположение на контейнере матрицы боковой и торцевой подсветки.

Такая планка очень сильно нагревается, поэтому её подложка - металлическая, она плотно крепится к металлическому контейнеру матрицы, который служит теплоотводящим радиатором. Замена одного, вышедшего из строя, элемента - весьма затруднительна, а зачастую - просто невозможна, приходится менять планку целиком.

Плюсы Edge LED подсветки:

- Тонкая матрица
- Отличная яркость

Минусы Edge LED подсветки:

- Немного большее энергопотребление
- Возможно появление засветов

Технология телевизоров LED и OLED

LED- телевизоры - разновидность ЖК-панелей, оснащенная светодиодной подсветкой вместо устаревшей ламповой. Светодиоды, расположенные либо по краям панели (Edge LED), либо прямо позади кристаллов (Direct LED), подсвечивают жидкокристаллическую матрицу. Матрица регулирует уровень просачивающегося света, создавая изображение на экране.

OLED - телевизоры созданы на основе органических светодиодов, соединенных в матрицу экрана. Они не нуждаются в дополнительной подсветке, так как излучают цвет сами. На практике это дает возможность создавать тончайшие дисплеи и получать глубокий черный цвет.

Параметры, телевизоров LED. OLED- в сравнении

Качество изображения

OLED -дисплеи благодаря своему принципу работы способны передать черный цвет значительно лучше LED. Матрица из органических светодиодов также обладает высокой контрастностью, но слегка проигрывает в яркости изображения.

Время отклика пикселя

В первых ЖК-телевизорах картинка при воспроизведении динамических сцен часто имела «шлейф»: пиксели не успевали «среагировать» и изменить яркость на нужную. Сейчас этот эффект минимален, особенно в топовых LED -моделях телевизоров, но все же скорости OLED даже они пока не достигли. Светодиоды в OLED -дисплеях мгновенно меняют уровень яркости на тот, который необходим, исключая возможность «размытия» изображения при воспроизведении динамических сцен.

Угол обзора

OLED - качество показа остается стабильным даже на больших углах обзора. Впрочем, стоит отметить, что лучшие модели LED тоже неплохо справляются с этой задачей, пусть и несколько уступая новым технологиям.

Диагональ

На данный момент в магазинах электроники можно купить LED-модели с диагональю от 15 до 105 дюймов, а OLED - от 55 до 77 дюймов. Таким образом, последние не подойдут для залов огромной площади или для маленькой комнаты, а вот LED -телевизоры можно выбрать в полном соответствии с размерами помещения.

Толщина и вес панели

Технология OLED: именно она позволяет создавать максимально тонкие и легкие панели. В свободной продаже модели толщиной от 4 мм без учета подставки. Устройства LED, пусть и не намного, но толще - от 10 мм.

Потребление электроэнергии

Преимущество у LED -моделей, хотя разница небольшая и во многом зависит от конкретной модели.

Срок службы

Нужно отметить, что этот параметр не имеет отношения ни к гарантийному сроку, ни к надежности системы в целом. Для экранов ТВ показатель срока службы означает время, через которое экран «выгорит», то есть утратит половину начального значения яркости цветов.

При появлении на рынке OLED -моделей многие эксперты говорили о чрезвычайно низком сроке службы используемых в дисплеях синих светодиодов - всего 15 тысяч часов. Экран, таким образом, рассчитан примерно на 30 тысяч часов (синий цвет «работает» не все время). Для сравнения - у LED -панелей заявленный срок службы составляет примерно 50–100 тысяч часов.

Сейчас некоторые производители отказались от применения RGB -светодиодов в пользу белых. Это позволило увеличить продолжительность срока работы OLED -дисплеев до 100 тысяч часов.

Таким образом, по этому параметру показатели обоих типов панелей идентичны и зависят от конкретного производителя и класса модели.

Это важно

Размер экрана важен при покупке любого типа ТВ: в идеале он должен быть таким, чтобы с места просмотра картинка не утомляла глаз и при этом обеспечивала «погружение» пользователя. Ранее считалось, что расстояние до телевизора при просмотре должно соответствовать трем диагоналям экрана. Сейчас для моделей высокой четкости это значение гораздо ниже. Для Full HD производители рекомендуют делить диагональ экрана в дюймах на 25, чтобы получить оптимальное расстояние в метрах (например, 50" / 25 = 2 метра), для разрешения 4K - на 39 (к примеру, 50" / 39 = 1,3 метра). При сомнениях следует ориентироваться на параметры, рекомендованные конкретным производителем в инструкции к изделию.

При разрешении 4K LED демонстрирует отличную картинку, хотя и немного проигрывает OLED в качестве изображения - передаче черного цвета и контрастности.

Если для пользователя важнейшими критериями является наилучшая цветопередача и максимальный угол обзора - стоит рассмотреть модели OLED. Конечно, при условии, что пользователя устраивают размеры экрана 55–77 дюймов.

В целом по результатам нашего сравнения, нельзя однозначно сказать, что модели с OLED -экранами готовы заменить LED. Производство последних - более «зрелая», отработанная технология, в которой было устранено большинство свойственных ей первоначально недостатков.

8.3 Ремонт, настройка и регулировка телевизионного оборудования

Техническое обслуживание и эксплуатация ЖК-панели

Рассмотрев все особенности внутреннего устройства ЖК-панели, переходим к одному из самых практических вопросов: как правильно работать с этим модулем, что допускается с ним делать, а что категорически запрещается, каким образом обеспечить грамотный уход за панелью во время эксплуатации и какие меры предосторожности соблюдать при проведении ремонтных работ. Все правила и рекомендации, приведенные ниже, относятся к ЖК-панели, но так как она является основным элементом мониторов, то автоматически все сказанное можно перенести и на LCD-мониторы в целом.

Правила хранения ЖК-панели

1. Нельзя надолго помещать ЖК-модуль в условия повышенной температуры и повышенной влажности. Наиболее оптимальными условиями для хранения является температура от 0 до +35°C, при относительной влажности менее 70%.

2. Нельзя хранить панели TFT-LCD при воздействии на них прямого солнечного света.

3. ЖК-панели должны храниться в темном месте, защищенном от попадания солнечного света и света люминесцентных ламп.

Правила эксплуатации и обслуживания ЖК-панели

1. ЖК-панель не должна подвергаться механическим деформациям и воздействию сил на скручивание.

2. Избегать воздействия сильных ударов и воздействия перегрузок. Это может приводить к повреждению не только самой матрицы LCD-TFT, но и ламп модуля задней подсветки.

3. Поляризующая поверхность панели очень хрупкая и может быть очень легко повреждена. Нельзя нажимать на поверхность экрана и царапать ее карандашами, ручками и т.п.

4. При попадании на поверхность экрана капля воды, масла или жира немедленно удалить (вытереть) их. Если капли оставить, то это может привести к образованию пятен и потери цветопередачи в данных местах.

5. В случае загрязнения поверхности экрана чистку производить специальными абсорбирующими салфетками или очень мягкой тканью.

6. В качестве очищающих средств для чистки экрана желательно использовать воду, изопропиловый спирт или гексан.

7. Категорически запрещается применять растворители класса кетонов (например, ацетон), этиловый спирт, толуол, этиловую кислоту и все средства, производимые на их основе. Применение перечисленных веществ может мгновенно повредить поляризующий слой экрана за счет возникающей химической реакции.

8. Если из панели вытекает материал жидких кристаллов, то запрещается его трогать руками, подносить к глазам, носу и рту. Если же этот состав все-таки попал на кожу, руки или на одежду, то необходимо промыть все тщательно водой с мылом.

9. Необходимо принять меры по защите панели от электростатических разрядов, которые могут стать причиной отказа электронных элементов (микросхем) внутри панели.

10. Запрещается разбирать ЖК-панель.

11. Защитная пленка с экрана должна удаляться непосредственно перед применением, т.к. она обеспечивает защиту и от электростатических разрядов.

12. При наружном применении ЖК-панели (на открытом воздухе) желательно использовать ультрафиолетовые фильтры.

13. При эксплуатации необходимо избегать образования конденсата.

14. Если на экране в течение очень долгого времени отображается одна и та же информация, то пользователь может столкнуться с явлением, при котором даже при выключенном мониторе на экране видны контуры этого изображения, т.е. экран как бы «прогорает» под соответствующее изображение.

Рекомендации при проведении ремонтных работ

1. При установке ЖК-панели необходимо следить за тем, чтобы все крепежные элементы были использованы, т.е. панель в корпус должна устанавливаться надежно и крепко.

2. Стоит предотвращать изгиб проводов ламп задней подсветки и запрещается сильно тянуть эти провода.

3. Запрещается регулировать переменные резисторы, находящиеся на ЖК-панели.

4. Запрещается трогать голыми руками (без перчаток) контакты соединительных разъемов панели – это может ухудшить их проводимость.

5. Монтажные и демонтажные работы лучше всего проводить на специальных лотках, покрытых мягкими антистатическими материалами и с использованием мягких перчаток.

6. Подключение и отключение панели от управляющих схем следует производить исключительно при выключенном питании.

7. Высокие частоты, на которых работают внутренние электронные схемы ЖК-панели, могут стать причиной явления электромагнитной интерференции. Для уменьшения этих явлений осуществляется «заземление» панели и ее экранировка. Поэтому при монтаже панели все эти меры должны строго соблюдаться.

8. Стоит также учесть тот момент, что длина соединительного кабеля между лампами задней подсветки и инвертором должна быть минимальной, и лампы к инвертору должны подключаться непосредственно. Удлинение

соединительных проводов может стать причиной снижения яркости задней подсветки и увеличения пускового напряжения.

Неисправности ЖК-телевизоров и их устранение

Самые распространённые поломки ЖК-телевизоров проявляются в виде выхода из строя матрицы, инвертора, блока питания и материнской платы. Это основные комплектующие, отвечающие за работоспособность ТВ. Преимущественно перечисленные детали ломаются в результате коротких замыканий и механических повреждений. Чтобы определить повреждённый узел, нужно знать симптомы.

Матрица

Матрица телевизора – хрупкая комплектующая, которая преимущественно выходит из строя вследствие механического воздействия. Модуль разбивается из-за того, что телевизор падает. Матрица также перестаёт работать из-за попадания жидкости. Поэтому протирать экран нужно аккуратно, без использования чрезмерно мокрых тряпок.

Если не работает матрица на телевизоре, то проводится замена модуля. Эта комплектующая не подлежит восстановлению. Некорректная работа матрицы проявляется в виде раздвоений изображения и всевозможных искажений. Иногда эти дефекты возникают из-за повреждения шлейфа матрицы.

Блок питания

Распространённой неисправностью жидкокристаллических телевизоров является выход из строя блока питания. Это важная комплектующая, которая обеспечивает подачу напряжения. Признаки неисправности БП:

- Изображение не выводится на экран;
- индикатор питания не горит или мигает;
- телевизор включается, но изображение пропадает после нескольких минут работы.

Преимущественно блок питания выходит из строя из-за перепадов напряжения. Чтобы предотвратить преждевременный выход из строя комплектующей, нужно купить устройство, стабилизирующее напряжение.

Выключите телеприёмник из сети и проверьте саму розетку: проблема может быть в нестабильном напряжении сети либо в неисправности самой розетки (или удлинителя), произведите разборку телевизора и проведите визуальный осмотр.

Разрядите высоковольтный конденсатор на плате, чтобы не было короткого замыкания в дальнейшем (его можно просто замкнуть изолирующей отвёрткой, тестером или поднести к нему лампочку на пару секунд).

Приступайте к поиску неисправного узла источника питания.

Чтобы отремонтировать блок питания, необходимо иметь соответствующее оборудование:

- Паяльную станцию с опцией регулировки температурного режима;
- Набор отвёрток;
- Мультиметр;
- Специальный нож;
- Припой, флюс и спирт;
- Лампочку на 100 Вт.

Обязательно следите за индикацией. Она позволяет определить выход из строя преобразователя напряжения TV.

Устранение проблем в системе питания телевизора принято начинать с кабеля. Снимите блок питания, внимательно осмотрите все комплектующие элементы и дорожки микросхемы. Вздутые конденсаторы, затемнения, трещины, обугливание сопротивлений, надлом паек – всё это основные симптомы неисправности рассматриваемого модуля.

Поиск внешних повреждений осуществляется с помощью мультиметра. Проводится проверка предохранителя, диодов, силовых транзисторов. Обязательно нужно определить работоспособность конденсаторов. Если вы уверены, что все элементы работают, необходимо поменять плату, которая обеспечивает генерацию импульсов.

Если говорить о преобразователе, то преимущественно нарушения возникают в балластных резисторах, электролитических конденсаторах или диодах. Когда повреждённый узел определён, нужно припаять лампочку на 100 Вт вместо предохранителя.

1. Лампочка сначала загорается и гаснет, затем появляется свечение светодиода спящего режима. Начинает включаться экран ТВ. Лампа загорается, но потом тухнет. Светодиод не горит. Причиной является генератор импульсов. Нужно замерить напряжение на конденсаторе, оно должно варьироваться в диапазоне 280-300 В. Если показатель ниже, проверьте исправность диодов, не исключена утечка из конденсатора. Отсутствие напряжения на конденсаторе свидетельствует о необходимости повторной проверки цепи высоковольтных источников питания.

2. Некоторые элементы не работают, но лампочка горит достаточно ярко. Необходимо заново проверить источник напряжения.

Для определения поломки в системе питания можно также использовать лампу накаливания. Крайне важно своевременно определить и устранить неисправности в работе блока питания. Игнорирование этой проблемы может привести к перегоранию материнской платы, что заметно увеличит стоимость ремонта.

Инвертор – блок подсветки

Выход из строя инвертора сопровождается отсутствием изображения на экране телевизора. Не исключено, что также пропадёт звук, появятся различные помехи. В некоторых ситуациях неработоспособный инвертор становится причиной того, что ТВ и вовсе не включается. Возможные

неисправности и методы их устранения описаны выше в разделе устройство и принцип работ инверторов.

Замена светодиодов подсветки

Ремонт подсветки – достаточно сложный и трудоёмкий процесс. Сначала необходимо разобрать телевизор, а потом определить повреждённый участок. Не исключено, что не работает вся подсветка. Система расположения подсветки напрямую зависит от модели ТВ. Преимущество светодиодной подсветки заключается в том, что можно поменять только повреждённый светодиод, который не работает, а не всю конструкцию целиком.

Плата

Абсолютно все рабочие процессы ЖК телевизора зависят от материнской платы. Признаки выхода из строя «материнской платы»:

- Помехи на экране: полосы, затемнения, серые точки;
- Телевизор не выполняет некоторые команды, например, не регулируется громкость;
- Вышли из строя USB, HDMI-разъёмы и другие порты;
- Телевизор не включается, индикатор не горит или мерцает;
- Не работает меню и нельзя изменить настройки ТВ.

Чаще всего происходит две основные причины некорректной работы материнских плат:

1. Повреждённый вторичный преобразователь DC.
2. Сбой в работе программного обеспечения.

Преимущественно все причины неисправной работы жидкокристаллических телевизоров очень схожи вне зависимости от модели.

Технические характеристики

Знание характеристик телевизора необходимо при выборе в магазине и при настройке. Поэтому нужно знать характеристики телевизоров и как их оценивать.

Яркость. Это одна из самых важных характеристик телевизора. Для любого типа дисплея необходим запас по яркости изображения. Тогда будет комфортно смотреть телевизионный приемник при любом уровне внешней освещенности (светлое время суток, яркий электрический свет и др.). Минимальное значение составляет 350-400 кд/м² при этом будет сохраняться нормальное качество картинки. С повышением диагонали экрана повышается и показатель яркости в паспорте телевизора. Если для 19 дюймовых телевизоров яркость может быть и 250 кд/м² то для 36 дюймовых яркость уже от 500 кд/м².

Для проверки яркости нужно во время трансляции сюжета с нормальной освещенностью (например, новости), вывести значение яркости на телевизоре сначала на минимум, а затем на максимум. На минимуме картинка должна потемнеть заметно для глаз, но в LCD моделях возможно и не будет заметного потемнения. Главное, чтобы изображение было с

яркостью, не больше нормальной, глаза не должны болеть при просмотре (актуально особенно для LED подсветки). А при максимуме должно произойти осветление изображения тоже заметное для глаз.

Угол обзора. Эта характеристика на сегодня не так актуальна, как несколько лет назад. Ведь в отличие от кинескопных телевизоров у ЖК матриц качество изображения зависит от угла просмотра. И в ранних моделях смотреть телевизор LCD со стороны было невозможно. Но и сегодня проверять качество картинки при просмотре с разных точек все-таки следует.

Для проверки нужно отойти в сторону от экрана и проверить качество изображения, если оно Вас удовлетворяет, то все нормально.

В паспорте значения угла просмотра выражаются в градусах. Нормальным будет значение выше 175 градусов по вертикали и горизонтали.

Возможности подключения. Подключить сегодня можно: проигрыватель дисков Blu-ray, видеокамеру, фотоаппарат, игровую приставку, компьютер, внешний USB накопитель (флешку), домашний кинотеатр, наушники, антенну, спутниковый ресивер и др. Значит нужно, чтобы телевизор имел нужные разъемы. Это могут быть и тюльпаны, SCART, S-Video, компонентный, HDMI, DVI, USB и др. На сегодня актуальны разъемы USB (не менее 3 шт.) и HDMI 2.0. На рисунке 8.14 указаны разъемы телевизора и их назначение.

Разъемы для подключения телевизора

Передача изображения высокого разрешения связана с применением видеосигнала в цифровом виде и последующей его обработкой. Для передачи видеосигнала в цифровой форме служат **интерфейсы HDMI и DVI**. Именно с разъемами и кабелями этих двух интерфейсов и связано сегодня подключение телевизора к компьютеру. Нужно сказать, что DVI бывает трех видов цифровой, аналоговый и комбинированный. То есть, чтобы передать по нему цифровой сигнал Full HD нужно выбрать видеокарту с цифровым выходом (обозначается дополнительной буквой D) или комбинированный и применить соответствующий кабель.

HDMI считается более предпочтительным вариантом подключения, так как по нему передается и звук вместе с видео. При подключении по DVI может потребоваться дополнительно подключать аудио сигнал по отдельному кабелю. Для того чтобы видеокарта выдавала звук на выход в некоторых моделях нужно будет внутри системного блока компьютера соединить разъемы S/PDIF, кабель для соединения идет в наборе видеокарты. Тогда возможно даже звук будет и на выходе DVI и, используя переходник DVI-HDMI и дальше на телевизор кабель HDMI-HDMI можно получить видео и звук с одного разъема DVI. HDMI кабель еще лучше и тем, что он может быть очень длинным (больше 10 метров). А при использовании кабеля DVI-DVI может потребоваться ставить промежуточные усилители (чего никто не делает) если длина превышает 5 метров, иначе возникнут помехи.

Для подключения компьютера у телевизора может быть отдельный вход HDMI, несмотря на то, что обычно таких разъемов у телеприемника несколько. Нужно прочитать инструкцию, чтобы определить нужный вход.

Если вы используете домашний кинотеатр для воспроизведения звука или другую аудио систему, то можно подать на ресивер сигнал с компьютера по HDMI, а уже с ресивера на телевизор так же по HDMI.

Все остальные методы передачи видео с компьютера используют аналоговую форму сигнала и не способны передать HD видео. Используются они, когда нет возможности подключиться по HDMI или DVI.

1) **VGA (D-sub)**. Один из основных разъемов в современных ЖК телевизорах. Используется для подключения компьютера. Имеет 15 контактов. Способен передать сигнал разрешением 1280x1024 пикселей.

2) **Компонентный**. Представляет собой три «тюльпана» разного цвета: зеленый, синий, красный. По двум из них передается цветная составляющая, а по третьему проходит сигнал яркости. На устройствах он обозначается как Y Pb Pr. Характеристики такого соединения лучше, чем A/V и S-video.

3) **Scart**. Это большой разъем с 21 контактами. Имеет различные спецификации, поэтому может передавать различные сигналы, в зависимости от того, что подключили производители внутри разъема. Может передавать видеосигнал хорошего качества (стандартной четкости) и звук.

4) **S-video**. Так же давно применяется в видеотехнике. Может уже не быть на современных телевизорах. Передача цветности и яркости идет по разным проводам, поэтому такой разъем лучше, чем обычные тюльпаны. Передача только видеосигнала, звук подключается отдельным кабелем. Может быть 4 или 7 штырьков в разъеме.

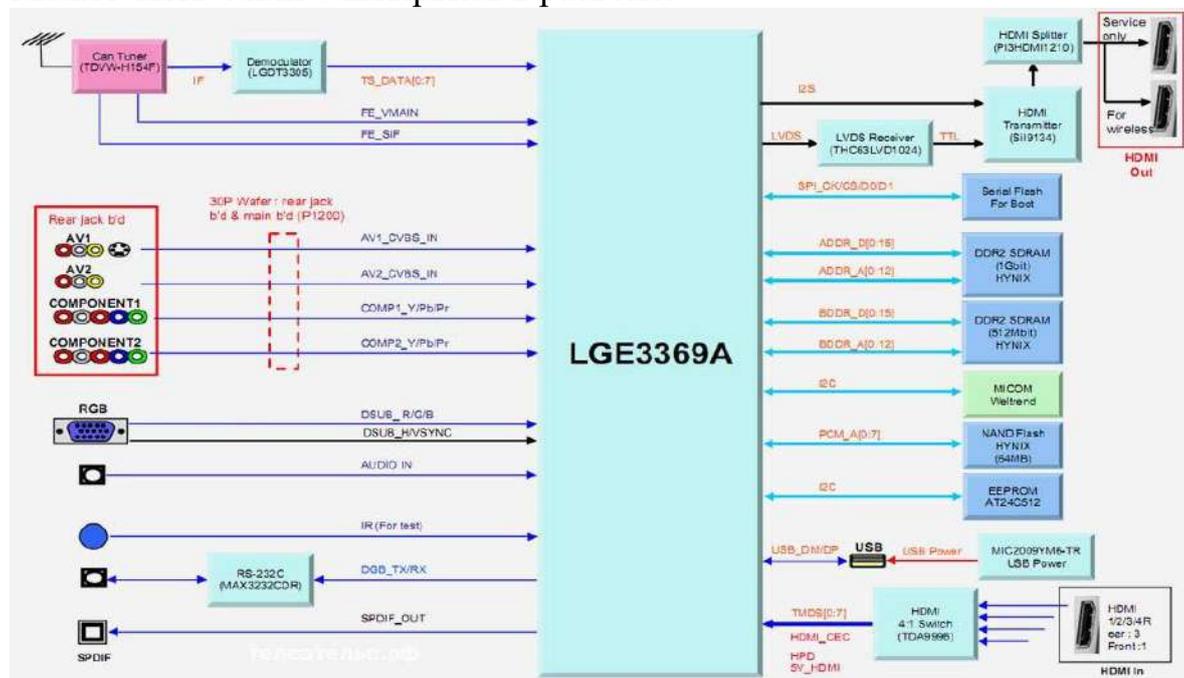


Рис 8.14 Схема расположения разъемов коммутации телевизора

Пиксели. К характеристикам телевизора можно отнести и количество неработающих пикселей. Это пиксели, которые не работают под управлением входящего сигнала и светятся одним цветом. Если присмотреться к экрану, то можно обнаружить такие пиксели. Производители допускают в характеристиках наличие нескольких неработающих пикселей на экране.

битый пиксель – это пиксель, который светится одним цветом независимо от картинки на экране. Он не управляется процессором телевизора.

Лучше всего проверить на битые пиксели телевизор можно, если экран закрашивается однородным цветом. То есть, если ищем черные точки, то подать на экран белое поле. Если ищем белые точки то, соответственно подать черное поле. Если ищем цветную точку, то подать на экран поле другого цвета и внимательно просмотреть весь экран, точка другого цвета (битый пиксель) будет заметна невооруженным глазом.

Время отклика матрицы (response time). Этот параметр показывает, за сколько изменяет свое положение кристалл в одном пикселе для различной пропускной способности. Сегодня этот параметр лежит в пределах нескольких миллисекунд. Эта характеристика очень важна для показателя качества ЖК - матрицы, поэтому производители уделяют большое внимание уменьшению этого параметра. Компании по-разному определяют этот параметр, поэтому может так случиться, что телевизоры будут одинаково показывать с различным временем отклика. Например, чтобы добиться минимального значения времени отклика, они его измеряют при переходе пикселя из полностью открытого состояния (на экране белый цвет) в полностью закрытое (черный экран). Но тогда к пикселю прикладывается наибольшее напряжение и соответственно скорость изменения положения кристаллов наибольшая. А если измерять время перехода между градациями серого, что и бывает при реальном изображении, то время отклика получается не такое маленькое.

Время отклика можно проверить на очень быстро сменяющемся изображении (например, гонки). При нормальном времени отклика за изображением не должно быть никаких шлейфов.

Разрешение экрана. Этот параметр показывает, сколько точек используется для создания картинки на экране. Обозначается разрешение как соотношение количества точек по горизонтали к количеству точек по вертикали. Например, обозначение 1920x1080 показывает, что у данного телевизора экран состоит из 1920 точек по горизонтали и 1080 точек по вертикали. Эти точки называются пикселями, а каждый пиксель состоит из трех составляющих: красной, зеленой и синей. Если посмотреть на экран с очень близкого расстояния, то можно увидеть пиксели и три разноцветные точки, из которых он состоит. Чем больше пикселей на экране, тем качественней сигнал телевизор может отобразить. Кроме того, что экран

состоит из определенного количества точек, так и сигнал, поступающий на вход телевизора, тоже имеет свое разрешение. Например, телевизионный сигнал с эфира имеет разрешение 720x576. Поэтому полностью использовать преимущества высокого разрешения можно, только если просматривать сигнал с таким же разрешением, на которое рассчитан дисплей. Если на экран с разрешением 1920x1080 подать телевизионный сигнал 720x576 пикселей, так результат может получиться еще хуже, чем у кинескопного телевизора. Но если подать на этот телевизор сигнал с разрешением 1920x1080, то результат будет великолепным.

Сигнал с разрешением 1920x1080 называется HDTV или по-другому Full HD. На сегодня большинство моделей идет с разрешением 4K Ultra HD (3840 × 2160).

Эти разработки относятся уже к телевидению сверхвысокой четкости:

- Разрешение дисплея - не менее 8 миллионов пикселей, 3840 по горизонтали и 2160 по вертикали.
- Соотношение сторон - 16:9.
- Повышающий преобразователь - способность масштабирования изображения HD видео и отображение его с разрешением UHD.
- Цифровой вход - один и более HDMI входов с поддержкой контента с разрешением 3840x2160 с частотой кадров 24p, 30p и 60p кадров в секунду.
- Колориметрия - способность обрабатывать видео 2160p с цветовым пространством ITU-R BT.709 и поддержка стандартов с более широким цветовым пространством.

Разрешение входного сигнала

Лучше всего телевизор будет отображать тот видеосигнал, разрешение которого совпадает с разрешением экрана. Поэтому не все телевизоры с высоким разрешением могут хорошо отобразить сигнал стандартного вещательного телевидения, в котором только 576 строк. Эфирные каналы кинескопные телевизоры могут лучше показывать, чем некоторые плоско панельные телеприемники с экранами высокого разрешения. Еще эфирные каналы часто передаются в формате 4:3, а все телевизоры HD выпускаются в формате 16:9.

Согласование форматов можно сделать по-разному:

- по сторонам будут черные полосы на экране 16:9;
- кадр растягивают на всю ширину, для уменьшения искажений больше растягивают крайние участки кадра;
- кадр увеличивается на весь экран, а верх и низ обрезаются;
- объединение двух последних способов, то есть кадр растягивают по ширине и немного обрезают сверху и снизу.

Обычно через меню пользователь сам может выбрать нужный способ согласования форматов.

Диагональ экрана. Диагональ экрана измеряется в дюймах и так же записывается в паспорт. Размер диагонали стоит в самом названии телевизора, это число, например, 32, 21, 42, 37 или другое. Выбирая диагональ экрана нужно учитывать расстояние, с которого Вы будете смотреть телевизор. Расстояние к телевизору должно примерно равняться 3-4 диагоналям экрана. При этом нужно учитывать, что чем ближе к экрану, тем заметнее будут искажения на картинке, но этих искажений будет меньше, чем больше разрешение экрана. По-другому сказать, чем выше разрешение телевизора, тем ближе его можно смотреть, но не нужно смотреть с такого расстояния, чтобы нужно было крутить головой, можно быстро устать. Чем больше разрешение изображения, то есть большее количество точек используется для его формирования, тем ближе можно просматривать картинку на экране без вреда для качества. И чем меньше разрешение картинки, тем меньше должна быть диагональ телевизора в см, или нужно увеличить расстояние просмотра телевизора.

Контрастность изображения. Значение контрастности показывает, во сколько раз один участок изображения по яркости превосходит другой участок картинки. В паспорте телевизора контрастность может быть прописана в виде: 800:1, показывающая отношение уровня белого на экране к уровню черного. Для ЖК - телевизоров различают статическую и динамическую контрастность.

Статическая контрастность указывает на параметр жк матрицы, по которому видно во сколько раз самая яркая картинка будет светлее самой темной картинки на экране. Это значение ограничено в силу технологических трудностей. Ячейка с жидким кристаллом не может полностью закрыть прохождение света от подсветки, поэтому и получить полностью черный свет на ЖК - экране трудно. А ведь от контрастности телевизора зависит и цветовая насыщенность, и четкость картинки. При малой контрастности черные участки изображения будут серыми. Большие значения в паспорте имеет динамическая контрастность и достигает десятков тысяч.

Динамическая контрастность отличается от статической тем, что она изменяется в зависимости от характеристик выводимого изображения. При показе более яркого изображения увеличивается и яркость подсветки матрицы, а при темных сценах яркость подсветки уменьшается. Ведь при сценах с большой яркостью темные участки изображения не так важны, потому что наш глаз воспринимает их и так очень темными, поэтому увеличение яркости подсветки не исказит общей картины. Так же и при темных сценах наш глаз по-другому воспринимает светлые участки, что дает возможность снизить яркость подсветки. Поэтому для измерения динамической контрастности берут уровень белого при самой яркой подсветке, а уровень черного при самой минимальной подсветке. Так и получают такие большие значения. Но в каждый момент времени

контрастность экрана не превышает значения статической контрастности. Динамическая контрастность действует только при изменяющейся картинке. Поэтому большее значение имеет величина статической контрастности.

Есть **несколько методик измерения контрастности**. Подать на вход сначала черное поле и измерить яркость, а затем – белое поле и также измерить яркость. Получается хорошая контрастность, но при реальном просмотре никогда не будет полностью белой или полностью черной картинки. При это еще и при показе обычного видеосигнала в телевизоре включается видеообработка, которая так же вносит свои изменения. Более правдивые показания дает тест по методу ANSI, когда на экран подается шахматное поле с белыми и черными полями. Это больше соответствует обычному изображению. Но при этом белые поля будут влиять на измерения значения яркости черных полей. Так что единого правильного метода измерения контрастности нет.

Так что рекомендации по выбору телевизора с хорошей контрастностью остаются те же. Если вы будете смотреть в основном кино в затененной комнате, то лучше всего подойдет плазма. В освещенной комнате хорошие результаты покажет LCD телевизор со светодиодной подсветкой из-за своей большой яркости. Между этими моделями можно поставить жк телевизор при наличии запаса по светоотдаче. И нужно помнить главное, любой телевизор нуждается в правильной настройке. Отрегулируйте правильно яркость и контрастность аппарата для получения максимально качественного изображения.

Практические работы:

1. Замена ЖК- матрицы.
2. Замена LCD - подсветки.
3. Замена Edge LED - подсветки.
4. Замена Direct LED - подсветки.
5. Проверка инвертора LCD - подсветки.
6. Проверка инвертора LED – подсветки.
7. Проверка источника питания.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите основные функциональные узлы телевизора цветного изображения.
2. Дайте характеристику функциональным узлам телевизора.
3. Охарактеризуйте принцип работы ЖК- матрицы.
4. Назовите каким способом добиваются снижения температуры ЖК- матрицы.
5. Дайте характеристику DC-AC инверторам.
6. Перечислите виды инверторов, применяемые в ЖК мониторах.

7. Охарактеризуйте работу LCD – подсветки ЖК – матрицы.
8. Охарактеризуйте работу LED – подсветки ЖК – матрицы.
9. Перечислите функциональные узлы DC-AC инвертора LCD – подсветки и дайте им характеристику.
10. Перечислите функциональные узлы DC-AC инвертора LED – подсветки и дайте им характеристику.
11. Дайте характеристику Direct LED подсветки ЖК- панели.
12. Дайте характеристику Edge LED подсветки ЖК- панели.
13. Охарактеризуйте технологию телевизоров LED и OLED.
14. Назовите основные параметры телевизоров LED. OLED- в сравнении.
15. Назовите основные правила хранения ЖК-панели.
16. Перечислите основные правила эксплуатации и обслуживания ЖК-панели.
17. Перечислите общие Рекомендации при проведении ремонтных работ ЖК- телевизоров.
18. Назовите основные неисправности ЖК –телевизоров.
Перечислите технические характеристики ЖК –телевизоров которым необходимо следовать при выборе телевизора, настройке или при испытании после ремонта.

Вывод:

Изучив данную главу студенты – смогут выполнять ремонт настройку и регулировку телевизионного оборудования. Выявлять неисправности, телевизионного оборудования рассмотренной в этой главе, будут владеть понятиями и терминами необходимыми для ремонта и обслуживания телевизионного оборудования. Получат практические навыки ремонта и настройки телевизионного оборудования. Студенты будут уметь «читать» схемы, иметь представление о назначении и принципе действия телевизионного оборудования на основе технической документации, поставляемой с аппаратами и искать отсутствующую информацию в интернете.

Обучающиеся в полной мере овладеют знаниями о принципе работы отдельных компонентов в электрических схемах телевизионного оборудования, овладеют приемами демонтажа и монтажа радиоэлементов, а также методами их проверки.

Профессиональные термины, описанные в этом модуле:

ТВ-тюнер - род телевизионного приёмника (тюнера), предназначенный для приёма телевизионного сигнала в различных форматах вещания.

COFDM - обработка данных с ортогональным частотным разделением каналов с кодированием.

Графические устройства, Графический процессор - отдельное устройство персонального компьютера или игровой приставки, выполняющее графический рендеринг; в начале 2000-х годов графические процессоры стали массово применяться и в других устройствах: планшетные компьютеры, встраиваемые системы, цифровые телевизоры.

Центральный процессор (ЦП) – как и в ПК, является мозгом приемника ЦТВ.

Системный контролер - устройство управления телевизора.

Флеш память (ПЗУ) - это собственная память телевизора, хранящая информацию о ваших настройках, встроенных функциях, управлении приемником.

ОЗУ - оперативная память, участвует в обработке данных при работе ТВ.

LVDS - способ передачи сигналов на матрицу.

Смарт-карта - позволяет использовать больше возможностей современного цифрового телевидения. С ее помощью телевизионное оборудование декодирует зашифрованные каналы.

Инвертор - устройство для преобразования постоянного тока в переменный с изменением величины напряжения. Обычно представляет собой генератор периодического напряжения, по форме приближённого к синусоиде, или дискретного сигнала. Формирует напряжение подсветки в телевизоре.

Источник питания – обеспечивает различные узлы и блоки необходимыми напряжениями и токами.

Direct LED - задняя подсветка, при которой светодиоды располагаются по всей площади матрицы

Edge LED- боковая или торцевая подсветка.

Список рекомендуемой литературы

1. П. И. Мисюль «Техническое обслуживание и ремонт бытовой радиоаппаратуры», спецтехнология, «Высшая школа» Минск 2006.
2. П. И. Мисюль «Ремонт, настройка и проверка радиотелевизионной аппаратуры», специальная технология, «Высшая школа» Минск 2007.
3. П. И. Мисюль «Ремонт, настройка и проверка телевизионной аппаратуры», производственное обучение, «Высшая школа» Минск 2008.
4. А.В. Родин Н.А. Тюнин «Телевизоры SAMSUNG» Издательство Солон-Пресс Москва 2006 год
5. А.В. Родин Н.А. Тюнин «ЖК телевизоры LG, Philips, Samsung, Горизонт. Регулировка и ремонт» Издательство: Солон-пресс, Москва 2018

Глоссарий

BGA (Ball grid array - массив шариков, тип корпуса поверхностно-монтируемых интегральных микросхем) детали

CCFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp) - люминесцентная лампа с холодным катодом.

АРУ – автоматическая регулировка усиления.

АПЧ – автоматическая подстройка частоты.

АМ - амплитудная модуляция.

АЧХ – амплитудно-частотная характеристика.

АХ – амплитудная характеристика.

Блок видеоголовок (БВГ) – видеоголовки, размещенные на вращающемся барабане.

ВИП - вторичные источники питания.

Вобулоскоп - измеритель частотных характеристик.

Универсальная магнитная головка (ГУ) – работает как записывающая, так и воспроизводящая.

Магнитная головка стирания (ГС) - стирает старую запись в режиме запись.

Генератор стирания и подмагничивания (ГСП). – обеспечивает ток подмагничивания (ГУ) и ток стирания (ГС) в режиме «запись».

ГО – гетеродин – малошумящий автогенератор радиочастоты

ГЗЧ – генератор звуковых частот

ИБП - импульсный блок питания.

Качество ремонтных работ – основной фактор, влияющий на стоимость ремонта, экономичность и долговечность работы аппаратуры.

Кинематические схемы - показывают механические части изделия и их взаимодействие.

ЛПМ - лентопротяжный механизм.

Объемный монтаж обеспечивает соединение различных электро- и радиоэлементов, узлов, модулей РЭА, выполненных на печатных платах, в цельную конструкцию с помощью монтажных проводов, кабелей, жгутов.

ООС – отрицательная обратная связь.

Охрана труда – выявляет и устраняет производственные опасности и вредные факторы и условия.

Охрана труда – выявляет и устраняет производственные опасности и вредные факторы и условия.

Оптический блок – формирует излучение лазерного диода.

ОЗУ - оперативная память, участвует в обработке данных при работе ТВ.

ПОС – положительная обратная связь.

Первичные источники питания - это сеть переменного тока, аккумуляторы, батареи, термо- и фотопреобразователи.

Печатный монтаж представляет собой электрическое соединение радиоэлементов с помощью печатных проводников, которые получают путем

металлизации поверхности изоляционного основания или травления фольгированного материала.

Поверхностный монтаж это - присоединение выводов радиоэлементов к контактной площадке, расположенной на поверхности коммутационной платы.

Припоями называют цветные металлы и их сплавы, предназначенные для создания неразъемных соединений металлических частей путем пайки.

Схема электрическая принципиальная представляет собой изображение в виде условных графических обозначений всех электро-радиоэлементов с типами, номиналами и их электрическими связями.

Схема электрическая структурная - определяет основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязь.

Схема электрическая функциональная - определяет функциональные части изделия, их взаимодействие.

Схемы - это документы, на которых в виде условных графических обозначений показаны составные части изделия и связи между ними.

Система автоматического регулирования (САР) – регулирует, частоту вращения барабана с ВГ; скорости движения и положения ленты; натяжение ленты.

Техника безопасности - это комплекс мер и организационных мероприятий, целью которых является обеспечение безопасности и сохранение здоровья работников.

Техника безопасности - это комплекс мер и организационных мероприятий, целью которых является обеспечение безопасности и сохранение здоровья работников.

Универсальный усилитель (УУ) – усилитель «записи и воспроизведения»

УРЧ – усилитель радиочастоты.

УПЧ – усилитель промежуточной частоты

УМЗЧ - усилитель мощности звуковой частоты.

УНЧ - усилитель низкой (звуковой) частоты.

Флюсы - это вещества, которые при сравнительно невысокой температуре образуют жидкую или газообразную защитную среду, растворяют и удаляют оксиды с поверхности соединяемых металлов, предохраняют их от окисления в процессе пайки, улучшают смачиваемость припоев.

ЦАП - цифро-аналоговый преобразователь.

ЧМ - частотная модуляция.

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) - процесс управления мощностью методом пульсирующего включения и выключения прибора.

Электропрогон - это проверка отремонтированного аппарата под напряжением.

Заключение

Учебное пособие разработано коллективом авторов в соответствии с требованиями государственного стандарта, по модулям ПМ01-08 «Обслуживание и ремонт телекоммуникационного оборудования и бытовой техники (по отраслям)», по квалификации «Радиомеханик по ремонту обслуживанию радиоэлектронного оборудования (радио-, теле-, аудио-, видео-)». Оно предназначено, в первую очередь, для студентов колледжа, может быть использовано, как в качестве материала для теоретических занятий, так и для производственного обучения.

В учебном пособии рассмотрены общие вопросы теории ПМ01-08 «Монтаж радиоэлектронных устройств и коммутационного оборудования»; «Ремонт и регулировка источников питания»; «Ремонт настройка и регулировка усилителей низкой частоты»; «Проверка ремонт, настройка устройств магнитной записи и воспроизведения», «Проверка и настройка радиоприемных и передающих устройств»; «Ремонт, проверка аппаратуры оптической записи и воспроизведения»; «Монтаж и техническое обслуживание, приемно-передающих антенн и оборудования спутникового приема»; «Ремонт настройка и регулировка телевизионного оборудования» даны основные понятия о функционировании, обслуживании, методике отыскания неисправностей и ремонта.

Знакомство с учебным пособием «Обслуживание и ремонт телекоммуникационного оборудования и бытовой техники (по отраслям)», студентами призвано способствовать формированию у будущих специалистов глубоких теоретических знаний, профессиональных навыков и компетенций, а также приобретению ими необходимых знаний для применения их в своей профессиональной деятельности в условиях новых экономических и реалий современного Казахстана.

Кроме этого, учебное пособие призвано:

- * способствовать углублению и закреплению знаний, полученных студентами на лекциях и в ходе самоподготовки;
- * развивать у студентов способность к творческому, самостоятельному анализу учебной и нормативной литературы;
- * вырабатывать умение систематизировать и обобщать усвоенный материал, критически оценивать его;
- * формировать и укреплять навыки практического применения своих знаний, аргументированного, логического и грамотного изложения своих мыслей;
- * прививать студентам навыки комплексного системного подхода к изучению и применению методики отыскания и устранения неисправностей;
- * служить материалом для самопроверки при изучении и закреплении отдельных тем диагностического оборудования.

Учебное пособие содержит теоретические материалы по разделам:

1. Монтаж радиоэлектронных устройств и коммутационного оборудования.

2. Ремонт и регулировка источников питания.
3. Ремонт настройка и регулировка усилителей низкой частоты.
4. Проверка ремонт, настройка устройств магнитной записи и воспроизведения.
5. Проверка и настройка радиоприемных и передающих устройств.
6. Ремонт, проверка аппаратуры оптической записи и воспроизведения.
7. Монтаж и техническое обслуживание, приемно-передающих антенн и оборудования спутникового приема.
8. Ремонт настройка и регулировка телевизионного оборудования.

При разработке учебного пособия авторы стремились раскрыть наиболее важные вопросы, часто встречаемые при выполнении монтажных и ремонтных работ.

Список использованной литературы

1. Резисторы - виды и обозначения на схемах [Электронный ресурс].- Режим доступа:<http://electricalschool.info/electronica/1871-rezistory-vidy-i-oboznachenija-na.html> (дата обращения: 20.07.20)
2. Потенциометры и их применение [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://electricalschool.info/spravochnik/eltehustr/1790-potenciometry-i-ikh-primenenie.html>(дата обращения: 21.07.20)
3. Конденсаторы [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://diodov.net/kondensatory-printsip-raboty-i-markirovka-kondensatorov/>(дата обращения: 23.07.20)
4. Диоды [Электронный ресурс].-Режим доступа: <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/diody/> (дата обращения: 25.07.20)
5. Транзисторы [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://wiki.amperka.ru/%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0:%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8B>(дата обращения: 26.07.20)
6. Игнатович В.Г., Митюхин А.И.-- Регулировка и ремонт бытовой радиоэлектронной аппаратуры.-- Минск: "Вышэйшая школа", 2002 – 366с.
7. Технология РЭУ и автоматизация производства РЭА :Учебник для ВУЗов А.П. Достанко, В.Л Ланин, А.А. Хмыль и др.Под ред.академика А.П.Достанко,-- Минск “Вышэйшая школа.-2002.-400 с.
8. Колесников В.М. -- Лазерная звукозапись и цифровое радиовещание. -- М.: "Радио и связь", 2001 -- 214 с.
9. Артюшенко В. И. Монтаж радиоаппаратуры. Пособие. К.: 1978.
10. Баркан В.Ф, В.К. Жданов. Радиоприемные устройства. Москва;
11. Бобровников. Л.З. Радиотехника и электроника. М.: Недра, 1974;.
12. Боровик. С.С.Бродский М.А. Ремонт и регулировка бытовой радиоэлектронной аппаратуры. - Минск: Высшая школа, 1989;
13. Гаврилов П.Ф, А.Я, Дедов. Ремонт цифровых телевизоров: принципы работы, типичные неисправности. - М.: Радиотон ,1999.
14. Краткий справочник конструктора радиоэлектронной аппаратуры / Под ред. Р. Г. Варламова. М.: Сов. Радио, 1972;
15. Леонов А.И. Дубровский Н.Ф. Основы технической эксплуатации бытовой радиоэлектронной аппаратуры. - М.: Легпромбытиздат, 1991;
16. Лузин В.И. и др. Основы телевизионной техники: Учеб. Пособие.- М.:СОЛОН-Пресс,2003; .
17. Структурная схема видеоманитофона [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.techsectors.ru/tesepts-885-1.html> (дата обращения: 03.08.20)

18. Мисюль П.И, Ремонт, настройка и проверка радиотелевизионной аппаратуры. Специальная технология. Феникс, 2007;
19. Пескин А.Е. и др. Бытовая радиотелевизионная аппаратура. Устройство, техническое обслуживание, ремонт. - М.: Горячая линия - Телеком, 2006; . 20. Петров В.П. Видеотехника. Ремонт и регулировка: Учебник. - М.: Образовательно-издательский центр Академия, 2002;
21. Полибин В.В. Ремонт и обслуживание радиотелевизионной аппаратуры.: Практик. Пособие. - М. высш. Шк., 1991;
22. Птачек М. Цифровое телевидение. Теория и техника. М.; . Хабаров Б.П, Г.В. Куликов Техническая диагностика и ремонт радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие. - М.: Горячая линия-Телеком, 2004.
23. <http://elektrik.info/main/praktika/1143-remont-impulsnyh-blokov-pitaniya.html>
24. <http://vuz-24.ru/nex/vuz-68100.php>
25. https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30198569#pos=0;0
26. Яновский Е. Б. В помощь любителям магнитной записи звука. М., «Энергия». 1977