СОДЕРЖАНИЕ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | |
|  | Введение………………………………………………………………. | | 4 |
| 1. | Цель и задачи дисциплины……………………………………......... | | 5 |
| 2. | Назначение курсовой работы……………………………………….. | | 5 |
| 3. | Содержание и объем курсовой работы…………………………….. | | 6 |
| 4. | Задание на курсовую работу……………………………………….. | | 8 |
| 5. | Методические указания по выполнению курсовой работы……… | | 20 |
| 5.1. | Рекомендации по обоснованию структурной/функциональ­ной схемы устройства (блока) системы связи……………………………… | | 20 |
| 5.1.1 | Радиостанции очень высокочастотного (ОВЧ) диапазона……….. | | 20 |
| 5.1.2 | Радиостанции высокочастотного (ВЧ) диапазона………………… | | 20 |
| 5.2. | Рекомендации по обоснованию схемы синтезатора частоты (СЧ)…………………………………………………………………….. | | 21 |
| 5.3. | Рекомендации по разработке системы автоматической  дистанционной настройки (АДН) радиостанции…………….......... | | 23 |
| 5.4. | Рекомендации по разработке антенно-согласующих уст­ройств…………………………………………………………………. | | 25 |
| 5.5. | Рекомендации по разработке схемы подавителя шума…………… | | 26 |
| 5.6. | Рекомендации по разработке устройств документирования сигналов связи…………………………………………................................. | | 27 |
| 5.7. | Рекомендации по разработке схемы демодулятора манипулиро­ванных сигналов …….……………………………………………….. | | 30 |
| 5.8. | Рекомендации по разработке схемы формирователя сигналов с дискретными видами модуляции……………………………………. | | 36 |
| 5.9. | Рекомендации по разработке систем связи с дискретными видами модуляции………………………………………………….................. | | 39 |
| 5.10. | Рекомендации по разработке систем встроенного контроля параметров радиостанции………………………………………....... | | 43 |
| 5.11 | Рекомендации по обоснованию принципиальной схемы разрабатываемого устройства (блока)………………………………………….. | | 44 |
| 6. | Типовая структура курсовой работы и её защита………………… | | 45 |
|  | Литература……………………………………………………………. | | 46 |

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Системы связи» изучается на пятом курсе заочного факультета и на четвертом курсе дневного факультета.

В итоге ее изучения предусмотрены следующие виды контроля: защита контрольной работы (для заочного факультета), защита курсовой работы, экзамен.

Для освоения дисциплины полезными могут оказаться материалы кафедры в электронной форме, включенные в состав учебного методического комплекса дисциплины, размещенного на сайте Университета – www. MSTUCA.ru

*Для консультаций студент может использовать электронный адрес кафедры ТЭРЭС ВТ*[*www. teresvt@mstuca.aero*](mailto:www.%20teresvt@mstuca.aero)*.* Для закрепления изученного в течение года материала, в период сессии, выделяется 14 часов обзорных лекций, и проводятся 5 лабораторных работ по 4 часа каждая (заочное обучение).

Ориентировочное время на изучение дисциплины *заочного обучения* студентов по видам занятий:

- на освоение теоретического материала 70 часов;

- на выполнение контрольной работы 8 часов;

- на выполнение курсовой работы 20 часов.

Целью лабораторных занятий является углубление и конкретиза­ция знаний по отдельным видам связного оборудования.

Среди радиотехнических систем обеспечения полетов особое место занимают системы связи, поскольку они являются основным источником оперативной информации для наземных систем УВД, источником поучения информации о метеорологической обстановке при полете ВС по маршруту, а также обеспечивают получение необходимой для УВД оперативной информации о местоположении ВС в любой момент времени независимо от метеорологических условий.

Изучение дисциплины системы связи выполнение курсовой работы является непременным условием профессиональной подготовки инженеров гражданской авиации, специализирующихся в области технической эксплуатации радиоэлектронного оборудования ГА.

Современные бортовые и наземные связные системы включают в себя большое количество подсистем и устройств. Поэтому изучению дисциплины и выполнению курсовой работы должно предшествовать усвоение таких дисциплин как:

- прием и обработка сигналов;

- формирование и передача сигналов;

- антенны и устройства СВЧ;

- схемотехника;

- основы электродинамики и распространение радиоволн;

- радиотехнические цепи и сигналы и др.

Материалы изучаемого курса являются базовыми для освоения таких дисциплин, как «Надежность и техническая диагностика», «Техническая эксплуатация авиационного РЭО», а также дипломного проектирования.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Системы связи» является уяснение принципов организации и построения радиосредств ВЧ и ОВЧ диапазонов, проводных и цифровых сетей связи, вопросов обеспечения качества связи в воздушных и наземных каналах связи и многоканальных линиях связи.

Перечень задач определяет:

- назначение, принципы построения, основные тактико-технические характеристики, структурные, функциональные и принципиальные схемы, элементную базу наземного и бортового авиационного оборудования, достоинства и недостатки;

- роль и место авиационных систем и устройств связи в обеспечении безопасности, регулярности и экономичности полётов;

- основные проблемы обеспечения связи ГА и пути их решения;

- умение измерять и определять основные технические параметры авиационных систем и устройств связи;

- использование основных принципов организации авиационной связи в конкретных ситуациях.

Заключительным этапом, определяющим уровень изучения и закрепления материала дисциплины, является курсовая работа.

2. НАЗНАЧЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Целью курсовой работы является проверка умения и способности студента правильно применять теоретические и практические знания к решению конкретных инженерных и научно-исследовательских задач по вопросам авиационной наземной и авиационной воздушной связи.

Выполнением курсовой работы достигается:

- приобретение навыков самостоятельного решения научно-исследова-тельских и инженерных задач по анализу построения, эксплуатации и ремонту авиационной техники;

- приобретение навыков технико-экономического обоснования и оптимизации принимаемых решений;

- расширение опыта выполнения и оформления расчетной и графической части пояснительных записок, которые должны оформляться в соответствии с требованиями ГОСТ и ЕСКД на данные виды проектной документации;

- совершенствование навыков работы с научно-технической, инженерно-технической и справочной литературой;

- расширение, углубление, систематизация и закрепление теоретических и практических знаний;

- подготовка к работе над дипломным проектом.

3. СОДЕРЖАНИЕ, ОБЪЕМ И ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Пояснительная записка к курсовой работе должна содержать следующие разделы:

Техническое задание на курсовую работу.

Аннотацию.

Введение.

1. Анализ состояния исследуемого вопроса и определение путей решения поставленной задачи на современном научно-технологическом уровне.
2. Проработка, обоснование и выбор структурной/функциональной схемы рассматриваемой системы и устройства связи.
3. Выбор принципиальной схемы рассматриваемой системы и устройства связи.

Заключение.

Литература.

Рекомендации по содержанию разделов пояснительной записки.

Техническое задание на курсовую работу.

При анализе технического задания на курсовую работу, указать возможные методы решения поставленной задачи, а также рассмотреть особенности построения штатного оборудования, используемого в гражданской авиации, если оно имеется. Анализ текущего состояния исследуемого вопроса и определения путей решения поставленной задачи желательно выполнять с использованием соответствующих статистических данных.

Введение.

Во введении отмечается актуальность разработки (модернизации) системы (устройства) связи, роль проектируемых авиационных систем и устройств связи в улучшении характеристик обеспечения безопасности и регулярности полетов, вытекающих из определений НПП ГА, ЕНЛГС и ФАП, соответствующих документов ИКАО.

Раздел заканчивается формулировкой постановки задачи курсовой работы. В постановке задачи должны быть указаны основные технические характеристики разрабатываемой системы или устройства связи. Эти характеристики должны соответствовать требованиям ICAO, МСЭ-Т (Международный союз электросвязи – сектор стандартизации телекоммуникаций.

Анализ состояния исследуемого вопроса.

В этом разделе необходимо проанализировать состояния данного вопроса и рассмотреть принципы построения заданных систем и устройств с указанием их технических характеристик, с приведением сведений об их соответствии требованиям ICAO и МСЭ-Т. При анализе необходимо обратить внимание на эксплуатационные возможности систем и устройств – на наличие встроенных систем контроля контролепригодность, надежность и т.п. В заключение этого раздела необходимо остановиться на способах решения данного вопроса - алгоритме и обосновании выбранного метода.

Выбор и обоснование структурной/функциональной схемы проектируемой системы, устройства связи.

Этот раздел выполняется на основании сформулированных выше способов решения и требований к системам и устройствам, анализа принципа их построения.

При построении структурной/функциональной схемы разрабатываемого устройства необходимо приводить анализ работы схемы, также необходимо учитывать основные тенденции развития систем и устройств связи и совершенствование элементной базы. Например, при разработке отдельных узлов радиостанций необходимо помнить, что особенностями построения современных радиостанций являются:

- трансиверное исполнение схемы;

- применение систем автоматической регулировки глубины модуляции (АРГМ), автоматической регулировки громкости (АРГ) и усиления (АРУ), а также подавителей шумов;

- применение в ВЧ радиостанциях антенных согласующих устройств;

- применение цифровых синтезаторов частот;

- использование современных многофункциональных интегральных схем и полевых транзисторов, малогабаритных кварцевых резонаторов и фильтров, термостатов в синтезаторах частот;

- применение систем встроенного контроля;

- применение цифровых систем дистанционного управления радиостанциями.

В данном разделе выполняется обоснование выбора структурной/функциональной схемы заданного устройства. Необходимо выбрать и методически обосновать взаимодействие всех элементов схемы разрабатываемой системы и устройства. При необходимости, например, при выборе схемы синтезатора частот, привести соответствующие оценочные расчеты. В результате анализа определяются данные, которые являются исходными для синтеза принципиальной схемы. Раздел заканчивается кратким описанием принципа работы устройства и назначением его отдельных узлов, в соответствии с приведенной схемой.

Выбор элементов принципиальной схемы.

В этом разделе следует выбрать принципиальную схему узла или блока заданного устройства. Необходимо обосновать выбор активных и пассивных элементов принципиальной схемы, привести их типы в соответствии с ГОСТами. **Электрический расчёт элементов принципиальной схемы не требуется.**

При программной реализации разрабатываемых систем и устройств связи необходимо привести алгоритмы функционирования и составить структурную схему программы в соответствии с этим алгоритмом.

Заключение.

В заключении необходимо привести краткий анализ выполненной работы и сделать основные выводы.

Литература.

В этом разделе необходимо указать список литературы, используемой при выполнении курсовой работы.

Работая с рекомендуемой литературой по решению поставленных вопросов, полезно не ограничиваться предлагаемым перечнем, а использовать современные источники научно-технической информации, соответствующие сайты Интернета, на которые необходимо обязательно делать ссылки.

1. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ.

В соответствии с заданием следует разработать устройство (блок) связи с выбором структурной и функциональной схем и детальной проработкой принципиальной схемы. Содержание, объём и требования к курсовой работе приведены выше в п.3.

Задания на курсовую работу для студентов дневной формы обучения выдаются преподавателем индивидуально каждому студенту.

Для студентов заочной формы обучения задания выбираются из таблиц 4.1, …, 4.11 по двум последним цифрам номера студенческого билета (номера зачетной книжки).

Тип устройства выбирается в соответствии с табл. 4.1.

Исходные данные для разрабатываемого устройства (блока) системы связи приведены в таблицах 4.2, …, 4.11. Таблицы содержат только основные технические характеристики устройств (блоков) систем связи. Все необходимые дополнительные параметры выбираются в процессе работы над заданием. В рамках данной работы выполняется один чертёж принципиальной электрической схемы устройства (блока) системы связи.

Табл.4.1

Варианты заданий на курсовую работу по дисциплине «Системы связи»

|  |  |
| --- | --- |
| Цифры №  студенческого  билета | Тип устройства |
| 00, 10, …,60,…, 90 | Синтезаторы частоты радиостанций |
| 01, 11, …,61,…, 91 | Пульт дистанционной перестройки радиостанции |
| 02, 12, …,62,…, 92 | Антенно-согласующее устройства радиостанции |
| 03, 13, …,63,…, 93 | Подавитель шумов радиостанции |
| 04, 14, …,64,…, 94 | Тракт записи аналоговой и цифровой информации бортового (наземного) магнитофона |
| 05, 15, …,65,…, 95 | Тракт воспроизведения аналоговой и цифровой информации бортового (наземного) магнитофона |
| 06, 16, …,66,…, 96 | Демодулятор манипулированных сигналов |
| 07, 17, …,67,…, 97 | Формирователь сигналов с дискретными видами модуляции |
| 08, 18, …,68,…, 98 | Система связи с дискретными видами модуляции |
| 09, 19, …,69,…, 99 | Система встроенного контроля параметров радиостанции |

Исходные данные соответствующих устройств систем связи приведены в таб. 4.2 – 4.11.

Табл.4.2

Исходные данные для разработки синтезаторов частоты радиостанции

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные  данные | Варианты | | | | | | | | | |
| 00 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| Диапазон  частот, МГц | 0,15-1,6 | 1,0 - 1,6 | 2,0 - 19 | 2,0 - 30 | 15 - 30 | 118-136 | 0,15 -1,6 | 118-136 | 121,5 | 118-136 |
| Промежуточная частота, МГц | 0,5 | 0,5 | 45,5 | 55,5 | 55,5 | 10,7 | 0,465 | 20,0 | 10,0 | 18,0 |
| Шаг сетки  частот, Гц | 100 | 10,0 | 100 | 100 | 100 | 2500 | 10,0 | 2500 | - | 8330 |
| Относительная нестабильность |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Схема  реализации | ФАП | Выбрать | ПС | ФАП | ПС | ФАП | Выбрать | Выбрать | КГ | ПС |
| Элементная  база | БТ | ПТ | МС | Выбрать | БТ | ПТ | Выбрать | БТ/ПТ | МС | БТ/ПТ |

Сокращения:

БТ – биполярный транзистор;

КГ – кварцевый генератор;

МС – микросхема;

ПС – прямой синтез;

ПТ – полевой транзистор;

ФАП – фазовая автоподстройка.

Табл.4.3

Исходные данные для разработки пульта дистанционной перестройки радиостанции

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные  данные | Варианты | | | | | | | | | |
| 01 | 11 | 21 | 31 | 41 | 51 | 61 | 71 | 81 | 91 |
| Диапазон  частот, МГц | 0,15-1,6 | 1,0 - 1,6 | 2,0 - 19 | 2,0 - 30 | 15 - 30 | 118-136 | 0,15 -1,6 | 118-136 | 121,5 | 118-136 |
| Промежуточная частота, МГц | 0,465 | 0,5 | 35,5 | 45,5 | 55,5 | 10,0 | 0,5 | 20,0 | 0,5 | 10,7 |
| Шаг сетки  частот, Гц | 100 | 10,0 | 100 | 100 | 100 | 2500 | 10,0 | 2500 | - | 8330 |
| Вид кода | Выбрать | ПОС | ПАР | Выбрать | ПАР | ПОС | ПАР | Выбрать | Выбрать | ПАР |
| Элементная  база | МС | ПТ | Выбрать | БТ | ПТ | МС | Спец.В | Спец.В. | Выбрать | Выбрать |

Сокращения:

БТ – биполярный транзистор;

Спец.В. – специализированный вычислитель

МС – микросхема;

ПАР – параллельный код;

ПОС – последовательный код;

ПТ – полевой транзистор;

ФАП – фазовая автоподстройка.

Табл.4.4

Исходные данные для разработки антенно-согласующего устройства радиостанции

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные  данные | Варианты | | | | | | | | | |
| 02 | 12 | 22 | 32 | 42 | 52 | 62 | 72 | 82 | 92 |
| Диапазон частот, МГц | 0,15-1,6 | 1,0 - 1,6 | 0,15-1,6 | 2,0 - 30 | 2,0-18 | 12 - 30 | 18 - 30 | 12 - 18 | 1,6 - 16 | 2,0 – 6,0 |
| , Вт | 150 | 5,0 | 50 | 400 | 150 | 400 | 800 | 400 | 50 | 150 |
| Тип  настройки | Выбрать | Э | Э-М | Выбрать | Э | Э-М | Выбрать | Выбрать | Э | Э-М |
| Алгоритм работы СУ |  | Выбрать | КБВ/КСВ | Выбрать |  | Выбрать | КБВ/КСВ |  | Выбрать | КБВ/КСВ |

Сокращения:

КБВ/ КСВ – коэффициент бегущей/стоячей волны;

Э – электронный способ настройки;

Э-М – электронно-механический способ настройки.

Табл.4.5

Исходные данные для разработки подавителя шумов радиостанции

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные  данные | Варианты | | | | | | | | | |
| 03 | 13 | 23 | 33 | 43 | 53 | 63 | 73 | 83 | 93 |
| Диапазон  частот, МГц | 0,15-1,0 | 1,0 - 1,6 | 2,0 - 19 | 2,0 - 30 | 15 - 30 | 118-136 | 0,15 -1,6 | 118-136 | 121,5 | 118-136 |
| Промежуточная частота, МГц | 0,465 | 0,5 | 0,13 | 0,5 | 0,13 | 20,0 | 0,5 | 10,0 | 0,9 | 10,7 |
| , Гц | 300 | 300 | 300 | 250 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| , Гц | 2700 | 2700 | 3400 | 3200 | 3400 | 3200 | 2700 | 3000 | 3400 | 2700 |
| Элементная  база | Выбрать | МС | Выбрать | БТ/ПТ | БТ | ПТ | МС | Выбрать | МС | Выбрать |

Сокращения:

БТ – биполярный транзистор;

МС – микросхема;

ПТ – полевой транзистор.

Табл.4.6

Исходные данные для разработки тракта записи аналоговой и цифровой информации

бортового (наземного) магнитофона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные  данные | Варианты | | | | | | | | | |
| 04 | 14 | 24 | 34 | 44 | 54 | 64 | 74 | 84 | 94 |
| Тип  магнитофона | А | Ц | Ц | Ц | А | Ц | А | Ц | А | Ц |
| Число каналов | 2 | 8 | 4 | 32 | 4 | 16 | 4 | 8 | 2 | 4 |
| , Гц | 300 | 40 | 40 | 60 | 270 | 120 | 60 | 120 | 80 | 40 |
| , Гц | 3500 | 3200 | 800 | 400 | 3200 | 3500 | 3500 | 2400 | 3500 | 3200 |
| , В | 0,05-0,5 | 0,01-0,5 | 0,5 | 1,0 | 0,05-1,0 | 0,01-1,0 | 0,01-1,0 | 1,0 | 0,05-0,5 | 0,01-1,0 |
| Элементная  база | БТ/ПТ | Выбрать | МС | МС | Выбрать | ПТ | Выбрать | МС | БТ | Выбрать |

Сокращения:

А – аналоговый;

БТ – биполярный транзистор;

МС – микросхема;

ПТ – полевой транзистор.

Ц – цифровой.

Табл.4.7

Исходные данные для разработки тракта воспроизведения аналоговой и цифровой информации

бортового (наземного) магнитофона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные  данные | Варианты | | | | | | | | | |
| 05 | 15 | 25 | 35 | 45 | 55 | 65 | 75 | 85 | 95 |
| Тип  магнитофона | А | Ц | Ц | Ц | А | Ц | А | Ц | А | Ц |
| Число каналов | 2 | 8 | 4 | 32 | 4 | 16 | 4 | 8 | 2 | 4 |
| , Гц | 150 | 40 | 60 | 40 | 270 | 120 | 60 | 150 | 80 | 40 |
| , Гц | 3500 | 3200 | 900 | 400 | 3200 | 3500 | 3500 | 2400 | 3500 | 3200 |
| , В  (=600 Ом) | 0,5 | 1,0 | 2,4 | 0,5 | 0, 5 | 0,25 | 0,5 | 1,0 | 0,25 | 0,5 |
| Элементная  база | БТ/ПТ | Выбрать | МС | МС | Выбрать | ПТ | Выбрать | МС | БТ | Выбрать |

Сокращения:

А – аналоговый;

БТ – биполярный транзистор;

МС – микросхема;

ПТ – полевой транзистор.

Ц – цифровой.

Табл.4.8

Исходные данные для разработки демодулятора манипулированных сигналов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные  данные | Варианты | | | | | | | | | |
| 06 | 16 | 26 | 36 | 46 | 56 | 66 | 76 | 86 | 96 |
| Промежуточная частота, МГц | 0,5 | 10,0 | 18,0 | 20,0 | 10,0 | 0,5 | 10,0 | 10,0 | 20,0 | 0,5 |
| Скорость передачи, бит/с | 2400 | 9600 | 9600 | 9600 | 19200 | 4800 | 9600 | 9600 | 19200 | 4800 |
| Вид  манипуляции | АМн | ЧМн | ЧМн | ФМн | ФМн | АМн | ФМн | ОФМн | ЧМн | ОФМн |
| Элементная  база | Выбрать | МС | БТ/ПТ | Выбрать | Выбрать | МС | БТ/ПТ | МС | Выбрать | МС |

Сокращения:

АМн – амплитудная манипуляция;

БТ – биполярный транзистор;

МС – микросхема;

ПТ – полевой транзистор;

ОФМн – относительная фазовая манипуляция;

ЧМн – частотная манипуляция;

ФМн – фазовая манипуляция;

ФМн – четырех позиционная фазовая манипуляция.

Табл.4.9

Исходные данные для разработки формирователя сигналов с дискретными видами модуляции

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные  данные | Варианты | | | | | | | | | |
| 07 | 17 | 27 | 37 | 47 | 57 | 67 | 77 | 87 | 97 |
| Частота  формирования, МГц | 0,5 | 10,0 | 18,0 | 20,0 | 10,0 | 0,5 | 10,0 | 10,0 | 20,0 | 0,5 |
| Скорость  передачи, бит/с | 2400 | 9600 | 9600 | 9600 | 19200 | 4800 | 9600 | 9600 | 19200 | 4800 |
| Вид  манипуляции | АМн | ЧМн | ЧМн | ФМн | ФМн | АМн | ФМн | ОФМн | ЧМн | ОФМн |
| Элементная  база | Выбрать | МС | БТ/ПТ | Выбрать | БТ/ПТ | МС | Выбрать | МС | Выбрать | МС |

Сокращения:

АМн – амплитудная манипуляция;

БТ – биполярный транзистор;

МС – микросхема;

ПТ – полевой транзистор;

ОФМн – относительная фазовая манипуляция;

ЧМн – частотная манипуляция;

ФМн – фазовая манипуляция;

ФМн – четырех позиционная фазовая манипуляция.

Табл.4.10

Исходные данные для разработки систем связи с дискретными видами модуляции

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные  данные | Варианты | | | | | | | | | |
| 08 | 18 | 28 | 38 | 48 | 58 | 68 | 78 | 88 | 98 |
| Диапазон  частот, МГц | 0,15-1,6 | 2,0 - 12 | 15 - 30 | 2,0 - 30 | 118-136 | 2,0-30 | 118 -136 | 15 - 30 | 1,0 – 1,6 | 118-136 |
| Промежуточная частота, МГц | 0,5 | 1,9 | 6,8 | 10,0 | 20,0 | 0,5 | 1,9 | 0,5 | 0,5 | 6,8 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Вид  манипуляции | АМн | ЧМн | ЧМн | ФМн | ФМн | АМн | ФМн | ОФМн | ЧМн | ОФМн |
| Элементная  база | МС | Выбрать | МС | ПТ/БТ | Выбрать | БТ | Выбрать | Выбрать | МС | ПТ |

Сокращения:

АМн – амплитудная манипуляция;

БТ – биполярный транзистор;

МС – микросхема;

ПТ – полевой транзистор;

ОФМн – относительная фазовая манипуляция;

ЧМн – частотная манипуляция;

ФМн – фазовая манипуляция;

ФМн – четырех позиционная фазовая манипуляция.

Табл.4.11

Исходные данные для разработки систем встроенного контроля параметров радиостанции

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные  данные | Варианты | | | | | | | | | |
| 09 | 19 | 29 | 39 | 49 | 59 | 69 | 79 | 89 | 99 |
| Диапазон  частот, МГц | 0,15-1,0 | 1,0 - 1,6 | 2,0 - 19 | 2,0 - 30 | 15 - 30 | 118-136 | 0,15 -1,6 | 118-136 | 120,1 | 118-136 |
| Промежуточная частота, МГц | 0,5 | 0,5 | 35,5 | 55,5 | 45,5 | 10,7 | 0,465 | 20,0 | 10,0 | 18,0 |
| , Гц | 300 | 300 | 300 | 270 | 250 | 200 | 300 | 300 | 200 | 300 |
| , Гц | 2700 | 2700 | 3500 | 3200 | 3500 | 3500 | 2700 | 3500 | 3200 | 3200 |
| , В | - | - | - | - | - |  | - |  |  |  |
| *,*Вт | 150 | 400 | 400 | 800 | 50 | 20 | 5,0 | 16 | 10 | 5,0 |

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

5.1. Рекомендации по обоснованию структурной/функциональной схемы устройства (блока) системы связи.

Рассмотрим особенности выбора структурных/функциональных схем отдельных систем и устройств связи. В связи с этим приведем характеристики, отвечающие основным требованиям, на наземные и бортовые авиационные радиостанции и их основные узлы, применяемые в гражданской авиации.

5.1.1 Радиостанции очень высокочастотного (ОВЧ) диапазона

1. Диапазон частот. Системы воздушной подвижной связи ГА в ОВЧ диапазоне могут использовать полосу частот от 118 по 137 МГц. При этом самой низкой присваиваемой частотой является частота 118 МГц, а самой высокой - 136,975 МГц. Минимальный разнос частот в настоящее время может составлять 25; 8,33 кГц. Нестабильность частот для сетки в 25кГц – 0,002%, для сетки в 8,33 кГц – 0,0001% от присвоенной частоты.

2. Напряженность поля в точке приема должны обеспечивать:

- бортовой передатчик порядка 20 мкВ/м ;

- наземный передатчик порядка 75 мкВ/м.

3. Глубина модуляции должна быть постоянной и не менее 0,85 без проявления перемодуляции, а шумовой фон не должен превышать 1,5%.

4. Передача должна производиться незатухающими колебаниями.

5. Аварийно-спасательные бортовые радиостанции на частотах 121,5 и 406,025 МГц должны использовать излучение типа А1А. Излучение типа A3Е допускается как дополнение к А1А. Средняя излучаемая мощность должна быть не менее 100 мВт в течение 24 ч непрерывной работы. При этом несущая модулируется звуковыми посылками с частотой заполнения в пределах 700-1600 Гц.

6. Чувствительность бортового приемника с учетом потерь на поляризацию и в фидере должна обеспечивать при входном сигнале напряженностью 75 мкВ/м номинальный выходной звуковой сигнал с отношением сигнал-шум не менее 15 дБ.

Литература [2,8,14,15,16].

5.1.2 Радиостанции высокочастотного (ВЧ) диапазона

1. Диапазон частот 2,0-30,0 МГц с шагом сетки частот 100 Гц.

2. Нестабильность сетки частот должна быть не хуже ±10Гц.

3. Должны быть предусмотрены классы излучений A1А, А3Е, J3E, J7B, H3E, J2D, F1B.

С 1981 г. к основному режиму стали относить однополосную работу с верхней боковой полосой для работы в основном с наземными радиостанциями.

4. Пиковая мощность огибающей, подводимая к самолетной антенне в режимах А3E и J3E, не должна превышать номинального значения- 400 Вт, а в наземных радиопередатчиках не более 6 кВт.

5. Подавление несущей относительно максимальной мощности огибающей однополосного сигнала может достигать уровня 6 – 32 дБ.

Литература [2,8,17,18].

5.2. Рекомендации по обоснованию схемы синтезатора частоты (СЧ)

Наиболее распространенными являются следующие методы синтеза частот:

- прямой аналоговый синтез (на основе структуры смеситель/ фильтр/делитель, при котором выходная частота получается непосредственно из опорной частоты посредством операций смешения, фильтрации, умножения и деления;

- косвенный синтез на основе фазовой автоматической подстройки частоты, при котором выходная частота формируется с помощью дополнительного генератора (чаще всего это генератор, управляемый напряжением (ГУН), охваченного петлей фазовой автоматической подстройки частоты (ФАПЧ);

- прямой цифровой синтез, при котором выходной сигнал синтезируется цифровыми методами;

- гибридный синтез, представляющий собой комбинацию нескольких методов, описанных выше.

Каждый из этих методов синтеза частот имеет преимущества и недостатки. К основным параметрам, характеризующим качество синтезатора частоты, относятся:

- чистота спектра выходного сигнала (уровень побочных компонентов и уровень шума);

- диапазон перестройки (полоса частот выходного сигнала);

- скорость перестройки;

- частотное разрешение;

- количество генерируемых частот;

- гибкость (возможность осуществления различных видов модуляции);

- неразрывность фазы выходного сигнала при перестройке.

Основными параметрами синтезатора частот являются: количество образуемых частот, сетка частот, стабильность частоты, быстродействие переключения.

1. Количество образуемых частот- N в синтезаторе является результирующим параметром от требований на перекрываемый радиостанцией диапазон частот и сеткой частот. Так, для радиостанций ОВЧ при диапазоне частот 118-136,975 МГц и сетке частот 25 кГц (N = 760), для сетки частот 8,33 кГц (N порядка-2400), а для радиостанций ВЧ соответственно, при f =2-30 МГц и шаге сетки 100 Гц (N = 280000).

2. Сетка частот в синтезаторах для эффективного использования частотного диапазона должна быть по возможности меньшей. Однако высокие требования к уровню побочных излучений предопределяют также высокие требования к стабильности частот и фильтрации сигналов.

3. Стабильность частот СЧ определяется отклонением частоты от номинального значения, т.е. нестабильностью. По требованиям ИКАО для радиостанций ОВЧ диапазона относительная нестабильность частот не должна превышать 0,0001-0,0002%, а для радиостанций ВЧ – ±10 Гц.

4. Быстродействие перехода с волны на волну радиостанции определяется в СЧ временем переключения с одной частоты на другую. Однако этот параметр задается на радиостанцию в целом, и, кроме времени перестройки синтезатора частот, включает в себя и время перестройки необходимых контуров в антенно-фидерных устройствах (антенно-согласующих устройствах (АСУ)), входных цепях и т.д. По требованиям ИКАО быстродействие перехода с частоты на частоту для радиостанций ОВЧ диапазона должно составлять не более 1с, для радиостанций ВЧ диапазона - не более 5 с. Такое большое быстродействие достигается за счет электронного способа переключения кварцевых резонаторов (если в синтезаторе их много) и электронной перестройкой контуров с помощью варикапов. В ВЧ радиостанциях время перехода с волны на волну определяется в основном временем перестройки реактивных элементов антенно-согласующих устройств (АСУ). Для цифровых синтезаторов с применением 1 кварцевого резонатора время перестройки связано, в основном, с полосой пропускания ФАП.

Выбор структурных схем СЧ определяется предъявляемыми требованиями, которые зависят от назначения радиостанций. Синтезаторы частот должны выдавать стабильные частоты, хорошо отфильтровывать выходные колебания, иметь высокую надежность, малые габариты и потреблять незначительную мощность.

При выборе структурных схем СЧ необходимо учитывать, что в настоящее время для радиостанций всех диапазонов СЧ строятся, в основном, по схемам косвенного синтеза, т.е. с использованием системы ФАПЧ. Системы ФАПЧ на современном этапе строятся в основном в цифровом виде, но по принципу аналоговой.

Структурная схема петли ФАПЧ состоит из ГУН, фазового дискриминатора и фильтра. На такую петлю ФАПЧ возлагаются функции образования частотных приращений, переноса частоты в область более высоких или более низких частот, умножения или деления частоты или комбинации этих операций. По сравнению с ФАПЧ в приемном тракте, ФАПЧ в синтезаторе частот должна обладать более широкой полосой захвата. Полоса захвата определяется по формуле ПЗ=Uфд⋅Sуэ⋅τз , где Uфд - максимальное напряжение на выходе фазового детектора (≈1В); Sуэ *-* крутизна управляющего элемента (40…50 кГц/В); τз - постоянная времени задержки кольца ФАПЧ, определяемая элементами фазового детектора (ФД) и фильтра нижних частот (ФНЧ), а для цифровых ФАПЧ и делителя с переменным коэффициентом деления (ДПКД).

Широкое использование в аппаратуре связи получили СЧ, построенные на основе цифровых ЧФАПЧ и импульсной работе частотно- фазовой автоподстройки частоты и ДПКД в цепи обратной связи. Введение в структурную схему ДПКД позволяет изменять выходную частоту подстраиваемого генератора в заданном диапазоне с заданным шагом. В современной аппаратуре связи всё большее применение находят СЧ, построенные на базе специализированного вычислителя.

Такие важные характеристики СЧ, как быстродействие, потребляемая мощность, простота управления делителем во многом определяется характеристиками ДПКД. Лучшие результаты получаются при более высоких частотах сравнения и при работе ДПКД непосредственно на выходных частотах подстраиваемого генератора, т.е. при отсутствии в структурной схеме СЧ делителя с фиксированным коэффициентом деления.

Однако возможности построения такой схемы СЧ зависят прежде всего от частотных свойств используемых интегральных микросхем.

Литература [8,9].

5.3. Рекомендации по разработке системы автоматической дистанционной настройки (АДН) радиостанции

Система АДН предназначена для оперативной дистанционной настройки и перестройки радиостанций в полете. Система включает в себя пульт дистанционного управления (ПДУ), матрицу электронной перестройки (МЭП), систему электронной настройки контуров.

Пульт дистанционного управления формирует сигналы управляющих команд (переход с канала на канал, включение и выключение, ПДУ, регулировку громкости, контроль работоспособности). Необходимо различать схемы ПДУ по принципу передачи сигналов последовательным или параллельным кодом. Передача управляющих сигналов параллельным кодом предполагает наличие большого количества проводов между ПДУ и радиостанциями. Например, в радиостанции "Баклан" применяется 11-разрядный код (одиннадцать проводов). Передача сигналов с ПДУ последовательным кодом требует установки в ПДУ шифратора команд, а в радиостанции - дешифратора.

МЭП – матрица электронной перестройки, это электронная схема, позволяющая получать дискретные напряжения, поступающие на варикапы для перестройки контуров каскадов радиостанции. Наиболее распространенной схемой МЭП является матричный дешифратор из диодов, резисторов и усилителей постоянного тока (УПТ). В зависимости от поступающих сигналов управления с ПДУ дешифратор вырабатывает ряд дискретных напряжений, которые после усиления поступают на варикапы.

Система электронной настройки контуров включает в себя элементы перестройки (обычно варикапы) и элементы коммутации (диоды). Структурно эта система представляет разветвленную сеть из элементов перестройки контуров, которые объединены МЭП.

Основными параметрами системы АДН являются: количество перестраиваемых частот, количество управляющих проводов, разрядность используемых для перестройки кодов, параметры сигналов шифратора.

1. Количество перестраиваемых частот зависит от назначения радиостанций. Так, в радиостанциях ОВЧ диапазона в настоящее время перестраивается до 2500 частот, а в ВЧ диапазона - до 280 тысяч частот. В радиостанциях ОВЧ диапазона это осуществляется с помощью 2-х ручек, в радиостанциях ВЧ диапазона с помощью 6-ти ручек. Выполняются и другие операции (включение подавителя шумов, регулировка громкости, выбор режимов работы, которые связаны только с коммутацией цепей).

2. Количество управляющих проводов зависит от используемой системы перестройки. Если информация о перестройке передается параллельным двоично-десятичным кодом, то в радиостанциях ОВЧ диапазона используется 11 проводов. Если же параллельный двоично-десятичный код, поступающий с наборного устройства, преобразуется с помощью шифратора в последовательный код, то используются 2 провода.

3. Разрядность используемых для перестройки кодов зависит от количества перестраиваемых частот. Так, при 760 частотах используется 11-разрядный код.

4. Амплитуда, полярность и форма выходного сигнала шифратора, а также структура слова должны соответствовать требованиям ГОСТ 18977-79. Приведем структуру 32-разрядного слова.

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

•

1

0

1

1

0

•

команда

ПШ

код набора частоты

адрес

сигнал четности

Шифраторы формируют 32-разрядные слова. Пауза между словами равна 32 разрядам передачи информации. Каждое слово содержит адрес, код набора частоты, сигнал четности и дополнительные разовые команды. Первым в слове передается адрес (00011000), занимающий 1-8 разряды, затем команда подавителю шума 10-м разрядом. 11-29 разряды занимает код набора частоты. Последним 32 разрядом передается сигнал четности. Передача слова осуществляется последовательным кодом, младшими разрядами вперед. Неиспользуемые разряды слова передаются логическим нулем. Кроме информации, в каждом слове передается сигнал тактовой синхронизации, необходимой для работы приёмного устройства.

Общими требованиями к системе АДН являются:

- минимальное время настройки или перехода с канала на канал;

- как можно большее число предварительно настраиваемых кана­лов;

- удобство эксплуатации и т.д.

Рассмотрим особенности разработки основных узлов систем АДН. К таким узлам относятся шифраторы, дешифраторы, преобразователи кодов. В качестве элементной базы для таких узлов наиболее эффективно применять цифровые микросхемы. Методика структурного проектирования таких устройств может быть представлена так.

Исходными данными для проектирования являются функциональное описание блоков и требования к основным электрическим параметрам. Функциональное описание этих комбинационных блоков обычно дается в виде таблицы истинности или алгебраического выражения. На стадии структурного проектирования получается наиболее простое логическое выражение заданной функции и строится соответствующая ему структурная схема на выбранной элементной базе.

Таким образом, процесс структурного проектирования можно разбить на следующие последовательные этапы:

1. Минимизация заданной логической функции. Чем проще логическое выражение реализуемой функции, тем меньше элементов требуется для ее выполнения. В результате микросхема, выполняющая эту функцию, будет иметь лучшие показатели по быстродействию и потребляемой мощности.

2. Для минимизации функций относительно небольшого числа переменных (К≤6) наиболее простым и наглядным является графический метод, использующий карты Карно. Для функций большего числа переменных (К>6) можно декомпозицией выделить более простые составляющие функции с числом переменных не более 6, которые минимизируются с помощью карт Карно.

3. Синтез логической структуры. На этом этапе в соответствии с полученными значениями минимизированной дизъюнктивной и конъюнктивной нормальной форм заданной функции (соответственно МДНФ и МКНФ) строится структурная схема проектируемого устройства. При этом полученные логические выражения сначала представляются в виде комбинации операций, выполняемых элементами базового набора (И-НЕ, ИЛИ-НЕ, И-ИЛИ-НЕ и др.). Затем строят логическую структурную схему.

Литература [11,12].

5.4. Рекомендации по разработке антенно-согласующих устройств

Применяются только в радиостанциях ВЧ диапазона, которые, как правило, работают в широком диапазоне рабочих частот (коэффициент перекрытия по частоте достигает 15), а входное сопротивление антенн (активная и реактивная составляющие) изменяются в широких пределах. АСУ используется для обеспечения согласования активного сопротивления антенн с волновым сопротивлением фидера и компенсации реактивной составляющей. При таком согласовании передача сигналов от усилителя мощности к антенне осуществляется без потерь с наибольшим КПД.

Основными параметрами, характеризующими антенно-согласующие устройства, являются: диапазон рабочих частот, время перестройки. Время перестройки АСУ для современных радиостанций должно быть не более 5 с.

Наиболее оптимальная схема АСУ может быть представлена в виде настроенного Т- образного или П- образного контура, который перестраивается с помощью индуктивности и группы параллельно-последовательно подключенных конденсаторов. Настроенный в резонанс контур имеет чисто активное входное сопротивление, которое затем трансформируется с помощью трансформатора в сопротивление, близкое к волновому сопротивлению фидера. Однако если элементы настойки меняют свои параметры дискретно, то при этом достигается не очень точное согласование. Более сложная схема АСУ содержит два основных органа настройки: конденсатор переменной емкости С (плавной перестройки), который обеспечивает компенсацию реактивной составляющей комплексного сопротивления антенны , и вариометр L (желательно также плавной настройки), обеспечивающий трансформацию активной составляющей в волновое сопротивление фидера - . Схема обеспечивает хорошее согласование, однако имеет сравнительно большое время перестройки.



Выбор и обоснование структурной схемы АСУ, величина энергетических, временных и габаритных параметров особенно актуальны для бортовых радиостанций и ВС, на которых они будут эксплуатироваться.

Для обеспечения связи на большую дальность (для магистральных ВС) необходимо хорошее согласование, что и обеспечивает настройка с помощью плавных органов настройки. Быстродействие при этом уменьшается.

Литература [17,18].

5.5. Рекомендации по разработке схемы подавителя шума

При разработке структурной схемы подавителя шумов (ПШ) необходимо четко представлять его назначение и когда он функционирует в условиях эксплуатации. Говоря о назначении ПШ, необходимо отметить, что они предназначены для отключения оконечных устройств от приемного тракта при отсутствии сигналов или при превышении установленного отношения сигнал/шум (с/ш). Подавители шумов используются обычно на небольших расстояниях, т.е. в аэродромной зоне. На дальних расстояниях принимаемые сигналы обычно слабые и соотношение с/ш меньше установленного значения, и ПШ отключают вручную.

В настоящее время ПШ применяют в радиостанциях ОВЧ и ВЧ диапазона. Все существующие ПШ можно классифицировать так:

1) ПШ, срабатывающие по превышении выходным сигналом определенного уровня;

2) ПШ, срабатывающие по пропаданию ВЧ шума на выходе, при наличии полезного сигнала на входе приемника;

3) ПШ, срабатывающие по превышению уровня смеси сигнала с шумом в определенное число раз над уровнем высокочастотного шума;

4) ПШ, использующие различие временных статистических характеристик помехи (шума) и речевого сигнала.

Примером ПШ первого типа может служить устройство, применяемое в радиостанции Р-802.

ПШ этого типа отличаются простотой при изменении коэффициента усиления приемника и увеличении шумов. Примером ПШ второго типа может служить подавитель шума в радиостанции "Баклан".

Недостатком ПШ этого типа является потеря чувствительности приемника, снабженного таким ПШ. Это объясняется тем, что шумы в канале ПШ могут исчезнуть за счет уменьшения коэффициента усиления тракта при работе системы АРУ. А так как в современных приемниках широко распространены АРУ с задержкой, не реагирующие на входные сигналы, соответствующие порогу чувствительности, то чувствительность будет завышена.

Подавители шума, основанные на статистической обработке входного случайного процесса, т.е. вероятностном обнаружении речевых сигналов, отличаются сложностью алгоритмов реализации и в настоящее время, за счет совершенствования современных технологий, могут быть реализованы не только в наземных, но и в бортовых радиостанциях.

Примером ПШ, срабатывающего при достижении определенного значения отношения (с+ш)/ш, может служить подавитель шума радиостанции "Ландыш".

Выбор структурной схемы ПШ зависит от выбранной модели подавителя шума. Например, в схеме ПШ третьего типа должны быть реализованы отдельно подканалы сигнала и шума, чтобы, в конечном счете, определить соотношение сигнал/шум.

Литература [2,16].

5.6. Рекомендации по разработке устройств документирования сигналов связи.

*Тракт записи (воспроизведения) аналоговой и цифровой информации бортового (наземного) магнитофона.*

Устройства документирования сигналов удобно характеризовать в зависимости от типа носителя (подвижный или неподвижный) и вида документируемого сигнала (аналоговый или цифровой). Наиболее широко применяются устройства записи и воспроизведения речевых сигналов, т.е. устройства документирования с подвижными носителями, но по мере увеличения объёма цифровой информации актуальность приобретает аппаратура цифровой записи сигналов.

*Усилители записи* предназначены для усиления напряжения, поступающего на вход от различных источников сигнала (микрофона, звукоснимателя, и.т.д.), и создания предыскажений (искажений АЧХ, вводимых с определённой целью). К усилителю записи предъявляются требования достаточно малого уровня собственных шумов и вносимых нелинейных искажений. Выходной каскад усилителя записи должен допускать перегрузку, что необходимо для неискажённого усилителя пиков сигнала, не регистрируемых индикаторов уровня записи. Для исключения влияния нагрузки усилитель записи (индуктивное сопротивление головки записи) на АЧХ канала записи выходной каскад усилителя записи должен иметь большое выходное сопротивление (значительно больше полного сопротивление головки записи на наивысшей частоте), т.е. работать в режиме генератора токов. Записывающая головка подключается к выходу усилителя записи так, чтобы к ней можно было подвести ток высокочастотного подмагничивания.

АЧХ усилителя записи представляет собой зависимость, тока в головке записи от частоты при постоянном напряжении сигнала на входе. Она должна иметь подъёмы на низших и высших частотах. Подъём на высших частотах необходим не только для компенсации потерь в головке записи и магнитоносители (магнитной ленте), но и для предыскажений, подъём на низших частотах – только для предыскажений. Введение частотных предыскажений при записи позволяет уменьшить усиление тракта воспроизведения на низших и высших частотах и, следовательно, уровень шумов этого тракта. Некоторое повышение уровня шумов усилителя записи, обусловленное предыскажениями, не ухудшает шумовые свойства сквозного канала запись-воспроизведение, поскольку одновременно повышает уровень сигнала на низших и высших частотах.

Частотные предыскажения при записи не должны быть слишком большими во избежание перемагничивания ленты на краях диапазона рабочих частот, приводящего к резкому увеличению нелинейных искажений. В связи с этим введено рациональное распределение коррекции между усилителем воспроизведения и усилителем записи. Частотные предыскажения при записи должны быть такими, чтобы АЧХ сквозного тракта запись-воспроизведение в магнитофоне имела в диапазоне рабочих частот неравномерность в пределах допускаемых стандартом отклонений.

АЧХ усилителя записи, при которой получается необходимая АЧХ сквозного тракта запись-воспроизведение, зависит от типа применяемой магнитной ленты и параметров головки записи.

*Генератор**подмагничивания и стирания*.Подмагничивание (ток смещения) в [магнитной записи](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BE%D1%84%D0%BE%D0%BD) - сигнал ([электрический ток](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D0%BE%D0%BA)), подаваемый на записывающую головку одновременно с записываемым (полезным) сигналом, с целью вывести магнитный слой ленты из [нелинейной области](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C). Возможно подмагничивание как [постоянным](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%82%D0%BE%D0%BA), так и [переменным](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%82%D0%BE%D0%BA) током; на практике, в магнитофонах применяется исключительно подмагничивание переменным током.

Частота сигнала подмагничивания устанавливается в четыре-пять раз выше верхней границы воспроизводимого диапазона частот; для техники высокой верности воспроизведения характерны частоты 85 - 100 [кГц](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%93%D1%86). Форма сигнала должна быть предельно близкой к [синусоиде](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D1%83%D1%81%D0%BE%D0%B8%D0%B4%D0%B0), при этом следует особо избегать асимметричности полуволн сигнала подмагничивания: чётные [гармоники](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%93%D0%B0%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%28%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%29&action=edit&redlink=1) тока подмагничивания, и тем более присутствие в токе подмагничивания постоянной составляющей существенно повышают уровень шумов ленты. Поэтому в [транзисторной](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80) технике генератор стирания и подмагничивания (ГСП) выполняется двухтактным, как правило - с [трансформаторным](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) выходом.

Уровень подмагничивания — критический параметр тракта записи; он определяет динамический диапазон записываемого сигнала, линейность его [АЧХ](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%A7%D0%A5) и уровень [искажений](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9D%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%B8%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F&action=edit&redlink=1). Оптимальный ток подмагничивания для конкретной ленты может отличаться от стандартного тока. Превышение тока подмагничивания сверх оптимального «заваливает» верхние частоты и сужает динамический диапазон.

*Усилители воспроизведения* предназначены для предварительного усиления сигналов, поступающих от воспроизводящей или универсальной головки, и коррекции АЧХ тракта воспроизведения. Особенности усилителей воспроизведения следующие:

- работа при слабых сигналах на входе (ЭДС, развиваемая головкой воспроизведения, не превышает нескольких милливольт);

- внутреннее сопротивление источника сигнала (магнитной головки) зависит от частоты и изменяется в широких пределах;

- неравномерность АЧХ, необходимая для коррекции, может достигать 20-25 дБ.

Основные трудности, встречающиеся при разработке усилителя воспроизведения, заключаются в достижении достаточно низкого уровня собственных шумов и минимального уровня нелинейных искажений. Получение необходимой АЧХ особых трудностей не представляет.

Поскольку шумовые свойства усилительного каскада зависят от внутреннего сопротивления источника сигнала, при выборе режима, например транзистора, первого каскада усилителя воспроизведения необходимо учитывать полное сопротивление головки воспроизведения или головки универсальной.

Чтобы увеличить напряжение полезного сигнала на входе усилителя воспроизведения, необходимо применять головки с большой индуктивностью (свыше 100мГн). Однако в этом случае усилитель воспроизведения должен иметь достаточно большое входное сопротивление. В противном случае появляется дополнительный спад АЧХ на высокой частоте и, следовательно, требуется дополнительная коррекция АЧХ, приводящая к ухудшению шумовых характеристик тракта воспроизведения. Кроме того, требование большого входного сопротивления усилителя воспроизведения противоречит условию получения минимального относительного уровня шумов.

При подключении головки воспроизведения или универсальной головки к входу усилителя воспроизведения через конденсатор увеличивается модуль полного сопротивления источника сигнала (головка-конденсатор), что приводит к росту уровня шумов. Кроме того, конденсатор вносит дополнительный шум, уровень которого тем больше, чем меньше емкость и добротность конденсатора. Непосредственное подключение головки к входу усилителя воспроизведения возможно при питании усилителя воспроизведения от двух разнополярных источников.

АЧХ усилителя воспроизведения представляет собой зависимость напряжения сигнала на выходе от частоты при постоянной ЭДС головки воспроизведения.

Литература [13, 20, 21].

5.7. Рекомендации по разработке схемы демодулятора манипулированных сигналов

*Амплитудная манипуляция.* Квазикогерентный демодулятор двоичных сигналов с амплитудной манипуляцией строят по корреляционной схеме, рис. 5.1.

Для работы демодулятора необходимо создать копию принимаемого сигнала, эту задачу выполняет устройство формирования опорного напряжения (УФОН). Создать точную копию принимаемого сигнала в приемнике сложно.

Один из возможных способов создания опорного сигнала состоит в использовании системы фазовой автоподстройки частоты (ФАП), работающей от принимаемых радиоимпульсов. УФОН должно вырабатывать гармонический сигнал с частотой, равной несущей частоте импульсов.

ЛТП

ГТС

РУ

УФОН

коррелятор

S0(t)

S1(t)

h

t = nτ

Z(t)

Рис.5. 1 . Схема квазиоптимального демодулятора АМн-сигналов

Решающее устройство (РУ) в моменты окончания тактов t = nt, n = 1, 2, … производит сравнение выходного напряжения коррелятора с пороговым и выносит решение о наличии сигнала. При фиксированном значении отношения сигнал/шум (q) существует оптимальный порог, минимизирующий вероятность Ре, hopt = А/2. Для работы приемника с оптимальным порогом уровень сигнала стремятся поддерживать постоянным. С этой целью необходимо применять эффективную систему АРУ, работающую в широком диапазоне входных сигналов и при сравнительно быстрых замираниях сигнала. Кроме того, АРУ должна запоминать уровень сигнала и поддерживать неизменным усиление в паузах (между импульсами).

Вероятность ошибки на символ при когерентном способе приема радиосигналов с АМн определяется выражением:

,

где - табулированный интеграл вероятностей;

q – отношение мощности сигнала и мощности шума в полосе частот, .

*Частотная манипуляция.* Различают два способа формирования ЧМн-сигналов, выбор одного из которых существенно влияет на схему квазикогерентного приемника.

При первом способе передающее устройство содержит несколько генераторов гармонических колебаний (в двоичном канале – два с частотами f1 (S1) и f2 (S0). Эти генераторы все время включены и работают на своих частотах. К выходным устройствам передатчика в каждый момент времени подключается один из генераторов в соответствии с передаваемым кодом (цифровым сигналом).

В таком канале связи на каждой из частот f1 и f2 сигналы представляют собой последовательность квазикогерентных радиоимпульсов. Эти сигналы совершенно аналогичны сигналам АМн и поэтому формирование опорных колебаний на каждой из частот можно осуществлять как показано ранее на рис. 5.1.

В этом случае демодулятор манипулированных по частоте сигналов строят по схеме двухканального коррелятора, рис. 5.2. В каждом канале формируется свое опорное напряжение. Выходные напряжения корреляторов сравниваются в решающем устройстве в моменты окончания тактов t = n , n = 1,2, … Так как энергии сигналов S1 и S0 одинаковы, то уровень порога h равен нулю. Решающее устройство принимает решение о приеме того сигнала (1 или 0), где больше выходное напряжение (на выходе коррелятора 1 или на выходе коррелятора 2).

ГТС

УФОН 1

0

1

РУ

ФВЧ 2

ФВЧ 1

коррелятор 2

коррелятор 1

УФОН 2

Z(t)

Рис.5. 2.Схема квазиоптимального демодулятора ЧМн-сигналов

Вероятность ошибки на символ при данном способе приема радиосигналов с ЧМн определяется выражением:

.

Частотная манипуляция более помехоустойчива, чем амплитудная. При одинаковой вероятности ошибки на символ применение ЧМн обеспечивает двукратный выигрыш в мощности сигнала по сравнению с Амн.

При втором способе получения манипулированных по частоте сигналов в передатчике используется один задающий генератор, частота которого скачками переключается в соответствии с передаваемыми цифровыми сигналами, например, путем изменения емкости контура, в этом случае колебания на выходе передатчика не имеют разрывов. Конструктивно такой способ частотной манипуляции реализуется проще, однако квазикогерентный прием таких сигналов реализовать затруднительно. Обычно при этом способе формирования ЧМн – сигнала применяется некогерентный прием.

*Фазовая манипуляция****.***Демодуляторы сигналов с фазовой манипуляцией строятся по корреляционному принципу и различаются, в основном, устройствами формирования опорного напряжения.

В отличие от каналов связи с АМн и ЧМн, в каналах связи с фазовой манипуляцией на  формирование опорного сигнала сопряжено со значительными трудностями. Это обусловлено отсутствием в спектре сигналов несущей составляющей на частоте , которую можно было бы выделить с помощью фильтра**.**

Для формирования опорного сигнала А.А. Пистолькорс предложил схему, изображенную на рис. 5.3.

Рис.5.3. Функциональная схема восстановления несущего колебания



2f

f

2f

f

Uвх(t)

Uвых(t)

Она состоит из удвоителя частоты, узкополосного полосового фильтра и делителя частоты в два раза. При удвоении частоты фазовая манипуляция на  снимается, и образовавшееся гармоническое колебание фильтруется из шума с помощью полосового фильтра. Далее производится деление частоты колебаний. Схема квазикогерентного демодулятора ФМн – сигнала Пистолькорса показана на рис. 5.4.

Схема демодулятора дополнительно содержит полосовой фильтр (ФВЧ2) на частоту несущего колебания и фазовращатель (ФВ), который компенсирует фазовые сдвиги сигнала в устройстве формирования опорного напряжения.

: 2

ФВ

ФВЧ 2

ФВЧ 1

коррелятор

УПЧ

× 2

2 f0

f0

Uвых(t)

Uвх(t)

Рис.5.4. Схема квазикогерентного демодулятора ФМн-сигналов Пистолькорса

Лучшими свойствами обладает демодулятор ФМн – сигналов, в котором пассивный фильтр заменен узкополосным следящим фильтром, реализуемым системой ФАП. Такая схема получила название демодулятора Сифорова, рис. 5.5.

× 2

ФВ

ГУН

ФНЧ

коррелятор

УПЧ

× 2

2 f0

f0

Uвых(t)

Uвх(t)

2 f0

×

Рис.5.5. Схема квазикогерентного демодулятора ФМн-сигналов Сифорова

Известны и другие схемы демодуляторов ФМн-сигналов, в частности демодулятор Каршина, адаптивный демодулятор, демодулятор Костаса рис. 5.6.

UJ

1

Uвх(t)

UJ-1

0

коррелятор

t = nτ



ГТС

СС

ЛЗ (Δτ)

УФОН

×

Рис.5.6. Схема квазикогерентного демодулятора ОФМн-сигналов

Все они обладают примерно одинаковыми качественными показателями. Вероятность ошибки на символ в данном случае равна:

.

*Относительная фазовая модуляция.* Пример построения схемы демодулятора ОФМн показан на рис. 5.6. Демодулятор также построен по корреляционному принципу.

Решение о том, какой символ был передан, принимается после сравнения полярностей огибающей принятой посылки с предыдущей. Решающее устройство демодулятора состоит из элемента памяти в виде линии задержки (Т= ) и схемы совпадения (СС). При совпадении полярностей в момент времени t = n решающее устройство фиксирует прием единицы, а в противном случае – нуля.

Вероятность ошибки на символ при ОФМн в два раза превышает вероятность ошибки для ФМн.

В авиационных радиосистемах отношение сигнал/шум много больше единицы, то, как правило, находят применение некогерентные демодуляторы манипулированных сигналов.

*Некогерентные демодуляторы манипулированных сигналов.* Практическая реализация квазикогерентного устройства сопряжена с техническими трудностями, вызванными необходимостью генерировать опорный сигнал, синхронный с передаваемым. Поэтому на практике часто используют более простые некогерентные устройства.

*Амплитудная манипуляция.* Схема некогерентного демодулятора сигналов с амплитудной манипуляцией приведена на рис. 5.7.

1

Uп

0

t = nτ

ЛЗτи

ВУ

ПУ

детектор со сбросом

КСФτ

АД

ЭК

ГТС

Рис.5.7. Схема некогерентного демодулятора АМн-сигналов

В этой схеме на входе демодулятора стоит полосовой фильтр с полосой пропускания, равной . Фильтр выполняется как квазисогласованный фильтр (КСФ) для импульсного сигнала длительностью .



В приёмных устройствах этот фильтр образуется фильтрующими цепями усилителей высокой и промежуточной частоты. Далее амплитудный детектор (АД) выделяет огибающую процесса u(t). Если помех нет, то она должна представлять собой последовательность прямоугольных импульсов. Обычно схема детектора дополняется электронным ключом (ЭК), который закорачивает емкость детектора после снятия отсчета. Это делается для уменьшения межсимвольных искажений. Часто детектор и выключатель реализуют в виде конструктивно законченного блока, называемого стробируемым детектором или детектором со сбросом. Видеоусилитель (ВУ) необходим для увеличения уровня импульса, подаваемого на пороговое устройство.



*Частотная манипуляция.* В каналах с частотной манипуляцией находят применение два варианта схем некогерентных приемников. Чаще некогерентный демодулятор строят по двухканальной схеме, рис. 5.8.

Рис.5.8. Двухканальный некогерентный демодулятор ЧМн -сигналов

0

1

U1

ПУ

t = nτ

U0

Uвх(t)

СФ1

ВУ

ГТС

ОГ

ДО

СФ0

ДО

ВУ

Если несущие частоты fсигналов Sизвестны на приемной стороне радиолинии не точно (или они имеют низкую стабильность), то некогерентный демодулятор ЧМн – сигналов строят по одноканальной схеме, рис. 5.9.

Рис.5.9 Одноканальный некогерентный демодулятор ЧМн -сигналов

0

t = nτ

1

ПУ

Uвх(t)

ПФ

ВУ

ЧД

ГТС

ОГ

Она содержит полосовой фильтр, образованный избирательными цепями приемника, частотный детектор, подобный применяемому в аналоговых каналах связи при некогерентном приеме. Решение о том, какой символ принят, принимается пороговым устройством, которое представляет собой дискриминатор (различитель) полярностей.

Все рассмотренные демодуляторы могут реализовываться программно и в цифровом виде, если это позволяет быстродействие процессоров или интегральных микросхем.

Методика расчета элементов схем имеется в литературе.

Литература [1,2,3,5].

5.8. Рекомендации по разработке схемы формирователя сигналов с дискретными видами модуляции

*Двоичная амплитудная манипуляция.* (АМн) является частным видом амплитудной модуляции (АМ). Она находит применение ввиду простоты ее технической реализации. Можно считать, что в радиосистеме с АМн в соответствии с кодом передаются элементы сигнала следующего вида:

S(t) =

U(t) sin (2πfc + φ) – посылка (1);

0 – пауза (0)

На рис. 5.10 представлен вид радиосигнала с АМн.

1

1

1

0

0

S(t)

t

τ

Рис. 5.10. Вид радиосигнала с АМн

Такой радиосигнал может быть легко сформирован с использованием в качестве модулятора электронного ключа (ЭК), управляемого цифровым сигналом (кодом), рис. 5.11.

Задающий генератор

S(t) = U(t) cosωt

Модулятор – электронный ключ

Источник информации (код, 1000101…)

S(t)

Рис. 5.11. Схема формирования АМн радиосигнала

*Частотная манипуляция.*Система связи с частотной манипуляцией (ЧМн) является радиосистемой с активной паузой. При посылке, соответствующей единице кода, излучается колебание частоты , в паузе (посылка - 0) излучается колебание с частотой . В простейшем случае элементы радиосигнала имеют вид, показанный на рис. 5.12.



Такой радиосигнал может быть легко сформирован по схеме аналогичной, приведенной на рис. 5.11. Модулятор должен иметь два электронных ключа. Напряжение с выходов ключей необходимо сложить в любом сумматоре, например, на резисторах рис. 5.13.

1

1

1

0

0

S(t)

t

τ

Рис. 5.12. Вид радиосигнала ЧМн

Задающий генератор ω1

Задающий генератор ω2

Электронный ключ ЭК1

Электронный ключ ЭК2

Источник информации (код, 1001100)

Инвертор кода (код, 1001100)

S(t)

R1

R1

R2

Рис. 5.13. Схема формирования ЧМн радиосигнала

*Фазовая манипуляция.* Радиосистемы с фазовой манипуляцией также относятся к системам с активной паузой. В этом случае, при двоичной ФМн, колебания, соответствующие кодовым символам единице и нулю, являются противофазными, так что два значения сигнала равны рис. 5.14:

.

Радиосигнал с фазовой манипуляцией может быть сформирован по схеме, показанной на рис. 5.13, однако необходим лишь один задающий генератор. Такой генератор должен иметь парафазный выход, т.е. на одном выходе должен быть сигнал , а на втором - .

Методика расчетов элементов схем формирования радиосигналов с АМн, ЧМн, ФМН имеется в литературе по цифровым дискретным системам передачи данных.

Литература [1,2,4].

1

1

1

0

0

S(t)

t

τ

Рис. 5.14. Вид ФМн радиосигнала с модуляцией фаза на



5.9. Рекомендации по разработке систем связи с дискретными видами модуляции.

В качестве основного параметра, характеризующего канал связи, используется вероятность ошибки P на символ в зависимости от отношения h2 средних мощностей сигнала и помехи , где последняя представляет собой аддитивный белый шум:



h = .

Зависимость представлена в виде графика на рис. 5.19, где по оси ординат в логарифмическом масштабе отложены значения вероятности ошибки p при приеме единичного элемента, а по оси абсцисс – значения отношения сигнал/помеха , дБ, где:



h2, дБ

P



ЧМн

ФМн

АМн

Рис. 5.19. Зависимость вероятности ошибки от отношения сигнал/шум при АМн, ЧМн, ФМн

При построении графика зависимости для определенного вида модуляции используются формулы табл. 1, где Ф(*h*) – функция Крампа, значения которой имеются в справочной литературе.



Таблица1

|  |  |
| --- | --- |
| Способ модуляции | Оценка вероятности ошибки |
| АМн | p= 0,5 |
| ЧМн | p= 0,5 |
| ФМн | p=0,5 |
| ФМн | p= 0,5 |

Если при передачи данных задана допустимая вероятность ошибки единичного элемента , то максимальную скорость можно определить с помощью следующего выражения:



,



где – заданная скорость передачи;



– значения при P =  и заданной соответственно в дБ.



Значения и  определяются по формулам табл.1 путем подстановки величин и Например, для ; . Тогда = 



Полученное округляется до ближайшего значения из стандартного ряда МСЭ-Т (1200, 1800, 2400, 3600, 4800, 7200, 9600, 14400, 19200, 28800 бод). Таким образом, принимается равным 7200 бод.



Для обеспечения заданной достоверности при передаче данных применяют обратные связи и помехоустойчивое кодирование, использование которых приводит к появлению избыточности и, следовательно, к уменьшению скорости передачи данных.

Эффективная скорость зависит от состояния канала связи, оптимальной длины передаваемых блоков и числа служебных разрядов.



Блоки данных передаются пакетами, которые состоят из (байт служебных разрядов), (байт проверочных разрядов) и (байт информационных разрядов). Обратная связь осуществляется с помощью управляющих кадров, которые состоят из (байт служебных разрядов). При этом необходимо учитывать время распространения сигналов по каналу .



Если в системе передачи данных используется модель дискретного канала с независимыми ошибками и обратной связью, то число служебных разрядов , а эффективная скорость



где – число байт в принимаемом блоке;



– числа информационных и проверочных байт соответственно;



 – вероятность ошибки в принятом блоке;

– вероятность ошибки единичного элемента.



Для определения максимальной эффективной скорости приема данных и оптимальной длины передаваемых блоков данных необходимо построить график зависимости эффективной скорости от длины принимаемых блоков путем подстановки в выражение для значений , которое может изменяться от 15 до 500 байт. Если значение задано и равно 9 байт, принимается равным 2, определено ранее – 7200, равно отношению длины канала и скорости распространения сигнала по каналу . Для заданных значений и это отношение равно 1мс.



6000

600

5000

500

4000

3000

2000

1000

0

400

300

200

100

Vэф, бит/с

k, байт

Vmax

kопт

Рис. 5. 20. Зависимость



Из анализа графика на рис. 5.20 определяются соответствующие максимуму построенной функции максимальная эффективная скорость (~5500 бит/с) и оптимальная длина принимаемого информационного блока .



.



В связи с тем, что при приеме сообщений в системах связи необходимо обеспечить вероятность ошибки не более , используются помехоустойчивые коды, исправляющая и обнаруживающая способности которых определяются их кодовым расстоянием – минимальным расстоянием между комбинациями, входящими в код. Максимальная кратность обнаруживаемых ошибок при этом равна , максимальная кратность исправляемых ошибок для четного и ( для нечетных .



В курсовой работе используется модель дискретного канала с независимыми ошибками, тогда для определения вероятности необнаруженной ошибки в принятом блоке при использовании циклического корректирующего кода можно воспользоваться следующим выражением:



,



где  - число сочетаний из по



 - число ошибок, обнаруживаемых кодом.

Циклические коды получили широкое распространение вследствие простоты и удобства формирования этих кодов. Один из возможных вариантов аппаратурной реализации кодера для циклического кода изображен на рис. 5.21 вместе с последовательностью сигналов, подтверждающей получение тех же проверочных разрядов (010) на восьмом такте. Кодер представляет собой сдвиговый регистр с обратными связями, организуемыми с помощью элементов М2 (исключающее ИЛИ, сумматор по модулю 2). Структура обратных связей полностью определяется ненулевыми коэффициентами порождающего полинома. На первых восьми тактах ключ Кл находится в верхнем положении, формируются проверочные разряды. Затем ключ Кл устанавливается в нижнее положение, что соответствует разрыву цепей обратных связей и передаче непосредственно в канал связи или на модулятор проверочных разрядов. Для хранения информационной части сообщения с целью последующей ее передачи вместе с проверочными разрядами кодер должен быть дополнен сдвиговым регистром длиной в разрядов, ключами и соответствующими цепями управления. Однако в целом аппаратурные затраты при реализации кодеров в случае циклических кодов невелики - общее число триггеров и элементов М2 не превышает и не зависит от длины информационной части сообщения.



М2

М2

D

C

T

Исходное сообщение

D

C

T

D

C

T

Синхр.

g0 = 1

g1 = 1

g3 = 1

В линию передачи

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1) | 0 | 0+0 | 0 | 0+0 | 0 | 0 |
| 2) | 1 | 1+0 | 0 | 0+0 | 0 | 0 |
| 3) | 1 | 1+0 | 1 | 1+0 | 0 | 0 |
| 4) | 1 | 1+0 | 1 | 1+0 | 1 | 0 |
| 5) | 0 | 0+1 | 1 | 1+1 | 1 | 1 |
| 6) | 0 | 0+1 | 1 | 1+1 | 0 | 1 |
| 7) | 0 | 0+0 | 1 | 1+0 | 0 | 0 |
| 8) | 0 | 0+0 | 0 | 0+0 | 1 | 0 |

Рис.5.21. Кодер циклического кода (сигнал обратной связи отличен от нуля на 5-м и 6–м тактах)

Литература [1,2,6].

5.10. Рекомендации по разработке систем встроенного контроля параметров радиостанции

К радиотехническим системам, применяемым в гражданской авиации, предъявляются высокие требования по эксплуатационной надежности. Это приводит к необходимости иметь в радиосистемах эффективные системы встроенного контроля технических параметров изделия.

Контроль параметров изделия, в настоящее время, обычно выполняют с использованием программного или аппаратурно-программного методов контроля.

В программном методе контроль технического состояния осуществляется программно с использованием специализированного вычислителя (контроллера) по соответствующим программам. При этом стимулирующие (контрольные) сигналы также формируются программно.

В аппаратно-программном методе стимулирующие сигналы генерируются встроенными в радиосистемы аналоговыми генераторами, управляемыми по цифровым шинам.

Программный метод контроля удобен для контроля технического состояния чисто цифровых систем.

Область применения аппаратурно-программного метода значительно шире, в частности, именно с использованием данного принципа, построены системы контроля современных радиосредств радиостанция «Фазан».

Система встроенного контроля в автоматическом режиме должна измерять, так называемые, «определяющие» (основные) параметры изделия, которые в основной степени определяют его работоспособность и эксплуатационную надежность. (В режиме оперативного контроля обычно возможен контроль дополнительных параметров изделия).

Выбор этих основных параметров является сложной инженерной задачей. При большом числе контролируемых параметров система встроенного контроля будет сложной и резко возрастёт стоимость изделия, а при малом числе контролируемых параметров, глубина контроля будет недостаточна и возможны не прогнозируемые отказы радиосредств.

Контроль (измерения) технических параметров изделия должны проводиться в соответствии с действующими ГОСТами или требованиями отраслевых нормалей на данное изделие.

В качестве примера на рис.5.22 показана методика измерения реальной чувствительности приемного устройства в соответствии с ГОСТ 24375-81.

В соответствии с требованиями ГОСТа система встроенного контроля должна содержать два встроенных генератора: генератор высокой частоты и генератор частоты модуляции. Частота модуляции для радиоприёмных устройств связных радиостанций равна 1000 Гц. В качестве генератора ВЧ следует использовать автогенератор с кварцевой стабилизацией частоты и с регулируемым выходным напряжением. Обычно чувствительность диапазонных приёмных устройств контролируют в двух – трёх точках рабочего диапазона, поэтому генератор ВЧ должен предусматривать возможность дискретной перестройки частоты, например, за счёт переключения кварцевых резонаторов.

Эквивалент

антенны

Эквивалент

нагрузки

Приёмник

Генератор

НЧ

Генератор

ВЧ

Измеритель

Рис. 5.22 Схема измерения реальной чувствительности радиоприёмного устройства.

В соответствии с требованиями ГОСТа система встроенного контроля должна содержать два встроенных генератора: генератор высокой частоты и генератор частоты модуляции. Частота модуляции для радиоприёмных устройств связных радиостанций равна 1000 Гц. В качестве генератора ВЧ следует использовать автогенератор с кварцевой стабилизацией частоты и с регулируемым выходным напряжением. Обычно чувствительность диапазонных приёмных устройств контролируют в двух – трёх точках рабочего диапазона, поэтому генератор ВЧ должен предусматривать возможность дискретной перестройки частоты, например, за счёт переключения кварцевых резонаторов.

В курсовой работе необходимо выбрать схемы генераторов, произвести их расчёт по постоянному и переменному токам, привести структурную схему программы работы процессора/контроллера, определить требования к быстродействию, объёму памяти устройства контроля.

Использование направленных ответвителей позволяет обеспечить постоянный контроль излучаемой мощности передатчика и кбв/ксв в тракте.

Расчёт каскадов и блоков, входящих в систему встроенного контроля параметров изделия, можно найти в литературе.

Литература [4,21].

5.11. Рекомендации по обоснованию принципиальной схемы разрабатываемого устройства (блока).

На основании выбранной функциональной схемы разрабатывается электрическая схема устройства (блока), определяемого заданием. При этом рекомендуется придерживаться следующего порядка:

- выбирается элементная база проектируемого устройства;

- составляются электрические схемы отдельных каскадов устройства (блока);

- составляется полная электрическая принципиальная схема разрабатываемого устройства (блока).

**При этом производить электрический расчёт элементов схемы не требуется.**

1. ТИПОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ И ЕЁ ЗАЩИТА.

Типовая структура курсовой работы по разделам и объёму представляется в следующем виде:

|  |  |
| --- | --- |
| - титульный лист | 1с. |
| - техническое задание на курсовую работу | 1с. |
| - аннотация | 1с. |
| - введение |  |
| - анализ состояния исследуемого вопроса и определение путей решения поставленной задачи на современном научно-технологическом уровне | 3-5с. |
| - проработка, обоснование и выбор структурной схемы рассматриваемой системы и устройства связи | 2-3с. |
| - проработка, обоснование и выбор функциональной схемы рассматриваемой системы и устройства связи | 2-3с. |
| - выбор принципиальной схемы рассматриваемой системы и устройства связи | 5-8с. |
| - заключение | 1-2с. |
| - литература | 1-2с. |

Курсовая работа представляется на рецензию в виде пояснительной записки объёмом 20…25 страниц текста, написанного (отпечатанного) аккуратно и грамотно на одной стороне листа писчей бумаги формата А4 и графической части, выполненной на чертёжном листе формата А2 по ГОСТу 2.301-85 с рамкой и основной подписью по ГОСТу 2.104-85.

Защита курсовой работы

Защита производится в форме доклада (7-10 минут) с использованием графической части. Доклад следует подготовить заранее, он должен быть ясным по содержанию и чётким по форме. Содержание доклада следует построить так, чтобы отразить проделанную работу – от постановки задачи до выводов.

**Литература**

**Основная**

Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: учебник СПб.: Питер, 2003. (6Ф7.3 С32)\*

1. Сергеев В.Г. Устройства приёма и обработки сигналов. Расчёт и проектирование. Часть 1. -М.: МГТУ ГА 2001. Часть 2. -М.: МГТУ ГА 2002. (6Ф2.12 С32)\*

**Дополнительная**

1. Акимов В.А., Арипов М.Н. Передача дискретных сообщений в задачах и упражнениях: учебное пособие. - М.: Радио и связь, 1994.
2. Передача дискретных сообщений: учебник для вузов / под ред. В.П. Шувалова. - М.: Радио и связь, 1990. (6Ф.2.12 П27)\*
3. Радиоприёмные устройства /под ред. А.П. Жуковского. - М.: Высшая школа, 1989.
4. Чернега В.С., Василенко В.А., Бондарев В.Н. Расчёт и проектирование технических средств обмена и передачи информации: учебное пособие. - М.: Высшая школа, 1990. (001.8.Ч.49)\*
5. Вдовиченко Н.С., Набатов О.С., Соломенцев В.В. Системы связи ВС ГА. – М.: Транспорт, 1988. (0578.2. В25)\*
6. Штагер В.В. Цифровые системы связи, теория расчёт и оптимизация. - М.: Радио и связь, 1993.
7. Рыжков А.В., Попов В.Н. Синтезаторы частот в технике радиосвязи. - М.: Радио и связь, 1993. (6Ф2 Р93)\*
8. Проектирование импульсных и цифровых схем /под ред. Казаринова Ю.М. – М.: Радио и связь, 1985. (6Ф2.12. П79)\*
9. Парамонов А.А., Куликов Г.В. Цифровые системы и узлы радиоприёмных устройств: учебное пособие МГИ РЭА. - М., 1998.
10. Когновицкий О.С. Основы циклических кодов: учебное пособие / ЛЭИС. - Л.,1990.
11. Щербина В.И. Цифровая звукозапись. - М.: Радио и связь, 1989.

**Специальная**

1. Техническое описание радиостанции «Фазан»\*\*.
2. Техническое описание радиостанции «Бриз» \*\*.
3. Техническое описание радиостанции «Баклан» \*\*.
4. Техническое описание радиостанции «Ядро 2» \*\*.
5. Техническое описание радиостанции Микрон» \*\*.
6. Техническое описание магнитофона «Союз» \*\*.
7. Техническое описание радиостанции «Марс» \*\*.
8. Техническое описание радиостанции «Утёс - Т» \*\*.

**Справочная**

##### Партала О.Н. Радиокомпоненты и материалы: Справочник. – К.- М., 1998.

(…..)\* - наличие в библиотеке МГТУГА, в скобках номер по каталогу.

\*\* - наличие в лабораториях кафедры ТЭРЭСВТ.