

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)
Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта
(ТТЖТ – филиал РГУПС)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО
ПМ 01. МОНТАЖ, ВВОД В ДЕЙСТВИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ УСТРОЙСТВ
ТРАНСПОРТНОГО РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ
для студентов специальности
11.02.06 Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования
(по видам транспорта)



Методические рекомендации по выполнению практических занятий по ПМ 01. Монтаж, ввод в действие и эксплуатация устройств транспортного радиоэлектронного оборудования разработаны на основе рабочей программы ПМ 01. Монтаж, ввод в действие и эксплуатация устройств транспортного радиоэлектронного оборудования (базовая подготовка), разработанной на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности **11.02.06 Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования (по видам транспорта)**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.07.2014 года № 808.

Организация-разработчик: Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ТТЖТ – филиал РГУПС)

Разработчик:

А.Н. Исаев – преподаватель ТТЖТ- филиала РГУПС

Рекомендованы цикловой комиссией №12 «Специальностей 09.02.01 и 11.02.06».

Протокол заседания № 1 от «01» сентября 2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	5
1	ПЗ №1 - Ознакомление с конструкцией медножильных кабелей связи	7
2	ПЗ №2 - Ознакомление с конструкцией волоконно-оптических кабелей связи	10
3	ПЗ №3 - Ознакомление с методами монтажа соединительных муфт	13
4	ПЗ №4 - Определение места повреждения медножильного и волоконно-оптического кабеля связи	17
5	ПЗ №5 - Ознакомление с приборами для защиты устройств связи от внешних и взаимных влияний	28
6	ПЗ №6 - Расчет сопротивления заземления и числа заземлителей	37
7	ПЗ №7 - Составление ведомости симметрирования кабеля	42
8	ПЗ №8 - Расчет опасных и мешающих влияний на линии связи ПП. Расчет их габаритных и установочных размеров	47
9	ПЗ №9 - Построение логических схем мультиплексора и демультимплексора	50
10	ПЗ №10 - Определение параметров и режима работы ОЗУ и ПЗУ	53
11	ПЗ №11 - Контроль арифметических операций. Устройства контроля и исправления ошибок	57
12	ПЗ №12 - Расчёт схемы выпрямителя со сглаживающим фильтром	60
13	ПЗ №13 - Расчёт полупроводникового стабилизатора напряжения	66

14	ПЗ №14 - Расчёт полупроводникового преобразователя напряжения	69
15	Расчёт электропитающей установки узла связи	72
	Заключение	75
	Список использованной литературы	76

Введение

Методическое пособие для проведения практических и лабораторных занятий по МДК 01.01 Теоретические основы монтажа, ввода в действие и эксплуатации устройств транспортного радиоэлектронного оборудования специальности 11.02.06 Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования (по видам транспорта) предназначено для выполнения практических и лабораторных работ в третьем семестре второго курса.

Предварительная подготовка к практическому и лабораторному занятию заключается в изучении студентами теоретического материала в отведенное для этого время, ознакомление с инструктивными материалами с целью осознания задач практического и лабораторного занятия, техники безопасности при работе с электрическими приборами.

Консультирование студентов преподавателями с целью предоставления исчерпывающей информации, необходимой для самостоятельного выполнения предложенных преподавателем задач, ознакомление с правилами техники безопасности при работе.

Предварительный контроль уровня подготовки студентов к выполнению конкретной работы.

Самостоятельное выполнение студентами заданий согласно обозначенной учебной программой тематики.

Обработка, обобщение полученных результатов практического занятия и оформление индивидуального отчета.

Контроль и оценка преподавателем результатов работы студентов

Существует необходимость дифференцированного подхода к студентам при выполнении практических занятий. Для выполнения практических занятий разного уровня сложности студентов можно объединять группы с учетом уровня их подготовки (высокий, средний, низкий) индивидуализирующую задачи, преподаватель должен определить

уровень знаний и умений для каждой группы. При этом занятия должны организовываться таким образом, чтобы каждый студент (сильный, средний, слабый) испытывал повышение уровня своей подготовки.

Практическое занятие №1

Тема: Ознакомление с конструкцией медножильных кабелей связи

Цель: изучить конструкцию медножильных кабелей электросвязи

Оборудование и материалы: мультимедийный проектор, презентация в Power Point, образцы медножильных кабелей электросвязи.

План практического занятия:

1. Рассмотреть виды медножильного кабеля
2. Зарисовать основные конструкции кабеля
3. Кратко описать назначение образцов
4. Сделать выводы и защитить практическое занятие

Теоретическая часть

Кабель представляет собой довольно сложную конструкцию, состоящую из изолированных проводов, заключенных в общую оболочку. Сверху накладываются различные покровы, защищающие кабель от механических повреждений. В качестве материала проводов используется медь, алюминий. Изоляцией служит кабельная бумага или различные разновидности пластмасс. Оболочка делается из свинца или полихлорвинила.

Городские телефонные кабели

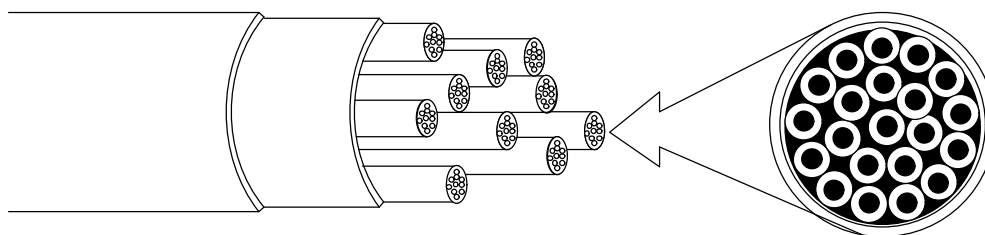


Рисунок 1.1 – Конструкция городского телефонного кабеля

Городские телефонные кабели могут содержать от 10 пар жил (распределенные) до 500, 1000 и более пар жил (соединительные). Прокладываются в асбоцементных трубах. Это кабели с парной скруткой жил.

Междугородные кабели

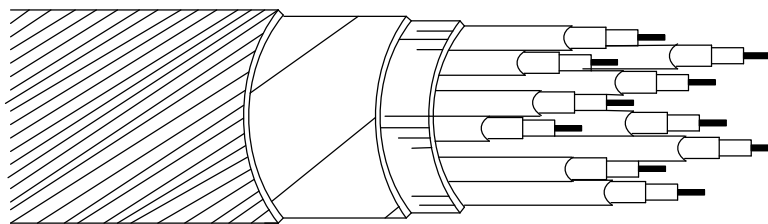


Рисунок 1.2 – Конструкция междугородного кабеля

Междугородные кабели содержат намного меньше пар, чем городские (10-20). Они имеют симметричную конструкцию с парной или четверочной скруткой жил. Прокладываются в грунте или в полиэтиленовых трубах.

Витая пара (twisted pair)

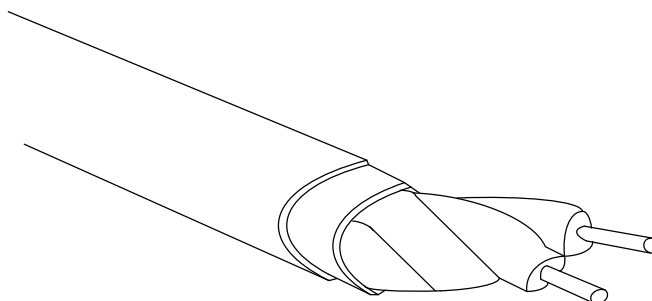


Рисунок 1.3 – Конструкция кабеля «витая пара»

Витая пара может быть двух видов: неэкранированная (unshielded- UTP) и экранированная (shielded- STP). Кабели UTP различаются по категориям (Category1- Category7), а кабели STP- по типам (Type1- Type 9).

Коаксиальный кабель



Рисунок 1.4 – Конструкция коаксиального кабеля

Коаксиальный кабель представляет собой конструкцию из одного сплошного проводника, помещенного внутри другого, который представляет собой полый цилиндр. Проводники изолированы друг от друга диэлектриком.

Типы коаксиального кабеля:

- RG-8 (RG-11)- «толстый» коаксиальный кабель для локальных сетей Ethernet с волновым сопротивлением 50 Ом и рабочей частотой до 300 МГц;
- RG-58- «тонкий» коаксиальный кабель для локальных сетей Ethernet с волновым сопротивлением 50 Ом и рабочей частотой до 70 МГц;
- RG-59- телевизионный кабель с волновым сопротивлением 75 Ом и рабочей частотой до 20 МГц.

Содержание отчета:

1. Название занятия
2. Цель занятия
3. Используемые материалы
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Основные элементы конструкции городского телефонного кабеля?
2. Основные элементы конструкции междугороднего кабеля?
3. Основные элементы конструкции коаксиального кабеля?
4. Основные элементы конструкции витой пары?

Практическое занятие №2

Тема: Ознакомление с конструкцией волоконно-оптических кабелей связи

Цель: изучить конструкцию волоконно-оптических кабелей электросвязи

Оборудование и материалы: мультимедийный проектор, презентация в Power Point, образцы волоконно-оптических кабелей электросвязи, раздаточный материал.

План практического занятия:

1. Рассмотреть образцы оптического кабеля
2. Зарисовать основные конструкции кабеля
3. Кратко описать назначение образцов
4. Сделать выводы и защитить практическое занятие

Теоретическая часть

К основным конструктивным элементам оптического кабеля относятся: оптические волокна, оптические модули, оптический сердечник, силовые элементы, гидрофобный материал, броня, оболочка.

Кабель ОЗКГ (зоновый)

Предназначен для прокладки в кабельных канализациях, в грунте, а также при речных переходах несплавных рек.

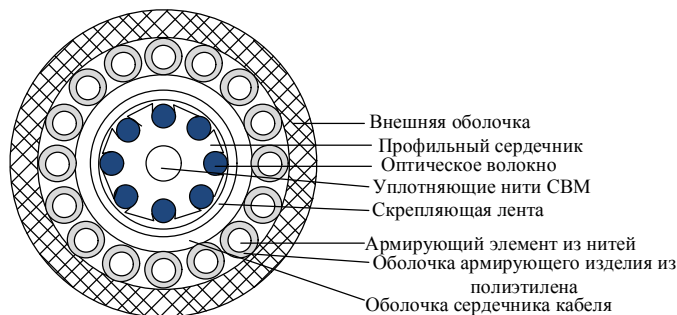


Рисунок 2.1 – Конструкция кабеля типа ОЗКГ с профильным сердечником

Кабель ОКЛ

Выпускается в 2 модификациях: для прокладки в трубах, коллекторах кабельной канализации, а также внутри зданий и для прокладки в полиэтиленовых трубопроводах.



Рисунок 2.2 - Конструкция кабеля типа ОКЛ

Кабель ОКЛК

Кабель для подземной прокладки, имеет броневой покров из круглых стальных проволок и поэтому допускает воздействие более высоких механических нагрузок.

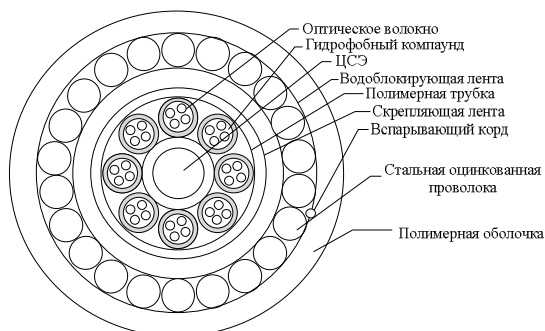


Рисунок 2.3 – Конструкция кабеля ОКЛК

Кабель ОКЛЖ

Кабель оптический самонесущий, диэлектрический, предназначен для подвески на опорах контактной сети электрифицированных железных дорог.

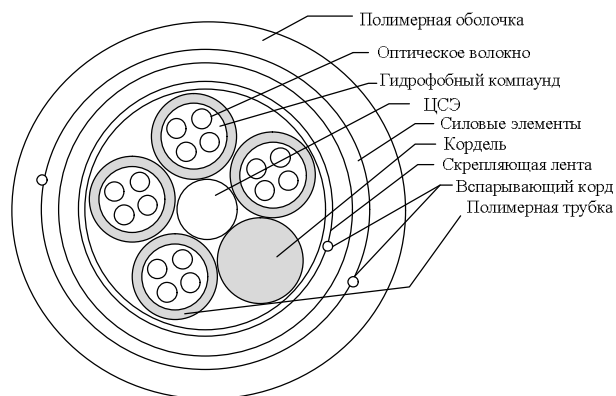


Рисунок 2.4 – Конструкция кабеля ОКЛЖ

Содержание отчета:

1. Название занятия
2. Цель занятия
3. Используемые материалы
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Основные элементы конструкции зонowego оптического кабеля с профилированным сердечником?
2. Основные элементы конструкции оптического кабеля для прокладки в трубах и коллекторах?
3. Основные элементы конструкции бронированного оптического кабеля для прокладки в грунт?
4. Основные элементы конструкции самонесущего оптического кабеля?

Практическое занятие №3

Тема: Ознакомление с методами монтажа соединительных муфт

Цель: Научиться монтировать соединительные муфты, изучить конструкцию муфт

Оборудование и материалы: мультимедийный проектор, презентация в Power Point, раздаточный материал, монтажные козлы, кабель.

План практического занятия:

1. Рассмотреть метод соединения пар жил кабеля
2. Рассмотреть и изучить виды и назначение свинцовых муфт
3. Рассмотреть и изучить виды и назначение полиэтиленовых муфт
4. Изучив теоретическую часть написать отчет о проведенной работе
5. Сделать выводы и защитить практическое занятие

Теоретическая часть

Сращивание жил кабелей местных сетей связи выполняют либо скруткой, либо скруткой с пропайкой в зависимости от их диаметров, либо с помощью сжимаемых соединителей.

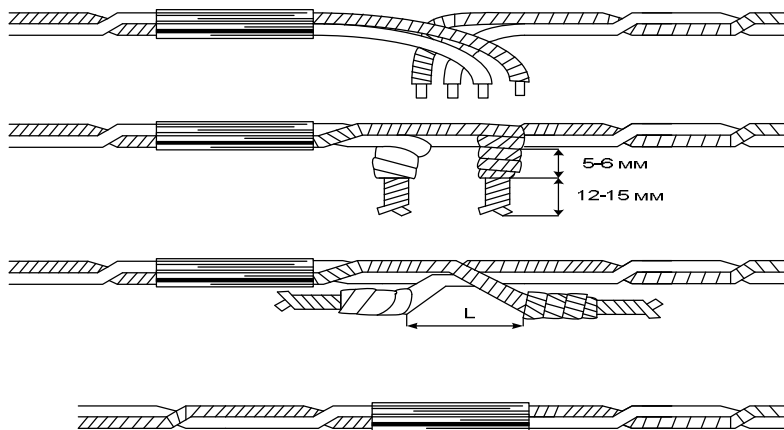


Рисунок 3.1 – Сращивание и изоляция пары жил

Для кабелей емкостью 50 пар и более в стальных гофрированных и алюминиевых оболочках применяют свинцовые разветвители и соединительные муфты. Их же используют на стыках кабелей в разнородных оболочках.

Концы стальных гофрированных оболочек облуживают паяльной пастой ПМКН-10 и припаивают к ним припоем ПОССу-30-2 свинцовую муфту соответствующих размеров. При прокладке непосредственно в грунте свинцовые муфты кабелей защищают чугунными муфтами, заливаемыми массой МКБ. При прокладке кабелей в канализации чугунные муфты не применяются. В этом случае участки стальной гофрированной оболочки между обрезам внешних полиэтиленовых шлангов и пайками свинцовой муфты обматывают несколькими слоями липкой полиэтиленовой и поливинилхлоридной ленты. Свинцовую муфту защищают полиэтиленовой муфтой, приваренной одним из перечисленных способов к наружному шлангу кабелей.

Монтаж муфт подвесных кабелей со встроенным тросом начинают с удаления полиэтиленовой перемычки между канатом и кабелем на определенной длине. Сращивание жил и восстановление полиэтиленовых оболочек производят как на рисунке 1. Концы встроенных тросов сращивают в обжимаемой специальными клещами стальной гильзе, которую затем защищают полиэтиленовой муфтой- трубкой, привариваемой одним из указанных способов к отделенной от кабеля оболочке каната.

Монтаж муфт при стыковании кабеля с полиэтиленовой и со свинцовой оболочками осуществляют с помощью специальных манжет, рассчитанных на надежное сопряжение полиэтилена со свинцом

При монтаже на линии манжету надевают на один из стыкуемых кабелей соответствующей стороной и либо припаивают к свинцовой оболочке, либо сваривают с полиэтиленовой оболочкой кабеля другой стороны сростка. После монтажа сростка муфту приваривают или припаивают одной стороной к переходной манжете, а другой- к оболочке второго из стыкуемых кабелей.

Стыкование кабелей со стальной гофрированной оболочкой с кабелями с полиэтиленовой оболочкой осуществляется с помощью тех же специальных переходных манжет.

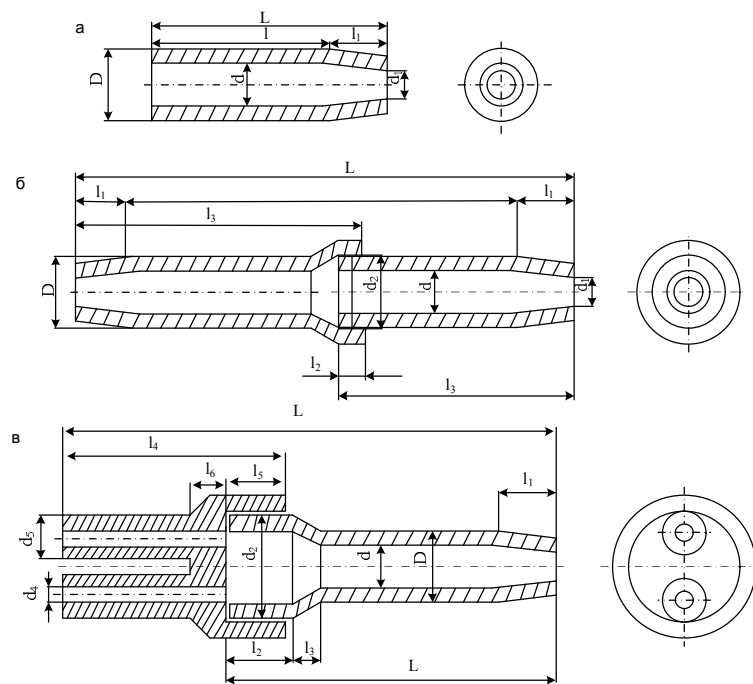


Рисунок 3.2 – Свинцовые муфты:

а- цельная соединительная, б- соединительная из двух половин, в- круглая разветвительная . D и d - наружный и внутренний диаметр муфты на прямом участке, d_1 , d_2 , d_3 - внутренний диаметр муфты на конусе на прямом участке стыка, d_4 , d_5 - внутренний и наружный диаметры одного разветвления, L - общая длина муфты, l_1 - размер муфты до конусной части, l_2 - длина стыка двух половин муфты, l_3 - длина перехода от стыка к одной половине, l_4 - длина участка разветвления, l_5 - длина стыка, l_6 - длина перехода от стыка к разветвлению.

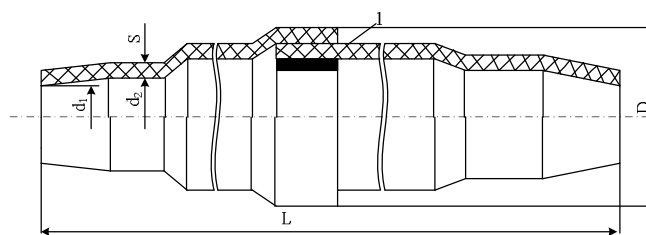


Рисунок 3.3 – Конструкция полиэтиленовой соединительной муфты для небронированных кабелей в полиэтиленовой оболочке;
l- опорное кольцо

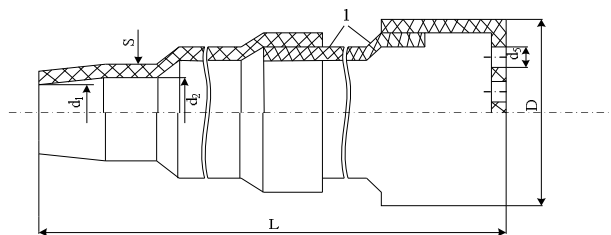


Рисунок 3.4 – Станционная разветвительная полиэтиленовая муфта на 18 направлений

Содержание отчета:

1. Название занятия
2. Цель занятия
3. Используемые материалы
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Рассказать порядок соединения и изоляции жил пар кабеля.
2. Перечислить виды свинцовых муфт и рассказать о их назначении и конструктивных особенностях
3. Перечислить виды полиэтиленовых муфт и рассказать о их назначении и конструктивных особенностях

Тема: Определение места повреждения медножильного и волоконно-оптического кабеля связи

Цель: Научится отыскивать места повреждения медножильного и волоконно-оптического кабеля связи при помощи специализированных приборов

Оборудование и материалы: мультимедийный проектор, презентация в Power Point, раздаточный материал.

План практического занятия:

1. Рассмотреть используемые в отыскании неисправностей приборы
2. Изучить методы отыскания неисправностей
3. Изучив теоретическую часть написать отчет о проведенной работе
4. Сделать выводы и защитить практическое занятие

Теоретическая часть

Порядок определения типа повреждения кабеля и выбора метода его поиска

Используемые приборы и методы

- Трубка телефонная. Применяется для прозвонки и определения характера повреждения.
- Прибор кабельный. Имеется в виду приборы класса ПКП, ИРК-ПРО или любые другие способные измерить сопротивление изоляции до 30 000 МОм, электрическую ёмкость жил кабеля и имеющие мостовые схемы сравнения сопротивлений и емкостей.
- Измеритель неоднородности линий или рефлектометр (практически это одно и то же). Например ИРК-ПРО-"Альфа". Используется импульсный метод измерения кабеля.
- Измеритель переходного затухания. Например: ИПЗ-(вся серия), "Дельта-ПРО" и подобные. Тоже могут быть выполнены в составе кабельного прибора.
- Поисковый комплект (трассоискатель, кабелеискатель). Используется для поиска непосредственно по трассе кабеля. Должен использовать

индукционный и контактный метод поиска. Состоит минимум из двух блоков: генератор и поисковый блок.

Ещё до того как подойти к оконечному устройству кабеля надо составить для себя чёткое представление, где кабель начинается, где должен заканчиваться, и нет ли на этом кабеле других оконечных устройств - параллелей. В практике эксплуатации возможны малоизвестные врезки и неправильно скрученные муфты.

Работа с телефонной трубкой

Способы найти нужную пару на боксе.

О том, какая на боксе пара повреждена должен сообщить техучёт (кросс). Первый способ хорошо работает на магистралях и при образцовой паспортизации.

Как его разновидность, это отслеживание нужной пары начиная от станции. Например, зная, каким номером пары идёт искомый номер в магистрали, находим в его в распределительном шкафу и определяем, какой парой он ушёл в распределение или передачу.

Второй связан с кроссом. Работник кросса включается в повреждённую пару своим аппаратом, а вам приходится искать это включение трубкой на боксе поочередно подключаясь трубкой к каждой паре, пока вам не ответит этот работник кросса.

Третий заключается в том, что вы набираете номер требуемого абонента (можно мобильником) и отвёрткой или другим проводником закорачиваете поочередно все пары бокса. При замыкании нужной пары в трубке прервётся сигнал вызова.

Второй и третий способы плохи тем, что вызывают сработку сигнализации на соседних парах .

Определение типа повреждения

Для измерений нужно определить обрывные жилы, жилы с наиболее низкой изоляцией и жилы с высокой изоляцией (чистые)

Для эксплуатации.

Отключив входящую и исходящую кроссировку с исследуемой пары, убеждаемся, что повреждение именно в искомом кабеле .

Если на паре после отключения есть напряжение (трубка щелкает на цепи земля-жила) - это сообщение, нарушение изоляции к другой паре кабеля. Определив, что в жиле кабеля сообщение, найдите, с какой жилой она сообщается. Для этого подключив трубку в цепь "земля - повреждённая жила" поочерёдно закорачивайте остальные пары кабеля. В момент закорачивания сообщаемой парой в трубке будет слышен громкий щелчок и если щёлкают несколько пар выбирайте самую громкую. Отключите питание с найденной пары. Сообщение должно пропасть или уменьшится. Определите, измерив изоляцию между общающимися жилами с какой жилой этой пары происходит сообщение.

Земля трубкой определяется в эксплуатации с использованием питающей жилы другого номера. Если на отключенной паре трубка щёлкает на цепи питание-жила, то это называют "землёй".

Обрыв определяется по отсутствию ответа станции с пары на выходном конце кабеля. Иногда бывает полезно поискать обрывную жилу на других парах бокса, особенно если кабель недавно был в ремонте.

Для определения прослушки (разнопарки или пониженного переходного затухания) то же применяют монтерскую трубку, хотя определяются ей только переходное не более 40 дБ. Трубку подключают в исследуемую пару, при этом можно даже не отключать питание, а только набрав одну цифру номера. Далее поочерёдно коротят отвёрткой соседние пары. Если пара плохо защищена, то в трубке будут слышны щелчки от короткого, и та пара, которую коротят то же подвержена влиянию. Для более точного измерения применяют приборы соответствующего класса.

Для строительства.

Строителям проще в том, что они имеют дело с незанятым (чистым) кабелем. Без всяких отключений все его повреждения можно определить простой прозвонкой. Тут уже все хитрости в том, чтобы сделать это с одной

стороны или минимальным количеством ездов между оконечными устройствами. Так, для определения обрывов можно заземлить все жилы на одном конце кабеля и убедиться в присутствии заземления на другом конце. Сообщение и землю определяют с одного конца той же трубкой или измерением изоляции.

При прозвонке следует более внимательно отнестись к правильности сборки кабеля и в случае обнаружения ошибок в расшивке плинтов, недостаточно перепайки жил в плинтах, следует проверять переходное затухание между парами плинта.

Важным параметром при приёмке кабеля в эксплуатацию является изоляция экрана (доказывает целостность оболочки)

Телефонной трубкой можно определить все повреждения изоляции и при некотором понимании процессов даже разбитость пар (разнопарку).

Таблица 4.1 - Выбор метода измерения расстояния до места повреждения

	Диапазон	Народные названия	Использовать в первую очередь	Если невозможно применить предыдущую колонку	Использование поисковых комплектов
Обрывы	-	Обрыв	Импульсный метод	Измерение ёмкости или сравнение рабочих ёмкостей пар	При обрыве всех жил кабеля, контактный метод для однопарных кабелей
Пониженная изоляция	От 0 до 1 кОм	Плотное (полное) короткое, сообщение, земля	Импульсный метод, метод Муррея*	Измерение шлейфа повреждённых жил	Используется при повреждении внешней оболочки кабеля**
	От 1 кОм до 100 кОм	Большое короткое, сообщение, земля	Метод Муррея*	Импульсный метод	Используется при повреждении внешней оболочки кабеля**
	От 100 кОм до 10 МОм	Небольшое короткое, сообщение, земля	Метод Муррея*	Импульсный метод используется скорее для поиска муфт	Используется при повреждении внешней оболочки кабеля**
	Свыше 10 МОм	Чистые жилы	Отсоединение и проверка оконечных устройств	Деление длин кабеля на участки	Используется при повреждении внешней оболочки кабеля**
Пониженное переходное затухание	Менее 65 дБ***	Прослушка, разнопарка, битость пар	Импульсный метод	Метод сравнения рабочих ёмкостей пар	Не используется

* Для ИРК-ПРО "Утечка", используется если есть чистая жила.
 ** Имеется ввиду изоляция экрана менее 500 кОм, естественно экран должен быть при измерении изолирован на всех оконечных устройствах
 *** Измеряется приборами типа ИПЗ, Дельта-ПРО и пр. Этим типом приборов определяется только наличие повреждения, но не расстояние до разбивки пар
 Примечание. К значениям сопротивления повреждения изоляции следует относиться как к приблизительным.

Измерения импульсным методом

Метод замечателен наглядностью показаний. Для определения расстояния до повреждения или конца кабеля не надо применять каких-либо формул. Особенно эффективен метод при полном обрыве жил кабеля. Приборам не мешает пониженная изоляция и присутствие постоянного напряжения в кабельной паре. Так же не мешает им разница или неопределённость в диаметрах жил кабеля (сечении).

Приборы этого класса могут видеть даже окислившиеся скрутки в муфте или длине кабеля. Рефлектометры незаменимы при поиске места разбивки кабельных пар (разнопарке).

Измерения универсальными кабельными приборами

Обязательным условием применения всех мостовых схем является наличие целой и чистой по изоляции жилы. Зато приборами типа ИРК-ПРО и ПКП можно довольно точно рассчитать повреждение с сопротивлением от 0 до 10 МОм.

В эти же приборы заложена ещё и возможность измерения электрической ёмкости, что позволяет искать чистые по изоляции обрывы. К сожалению погрешность больше, чем при использовании импульсного метода и пользуются им только при отсутствии рефлектометра.

Поиск места повреждения непосредственно на месте

Поисковые комплекты. Трассоискатели, кабелеискатели.

Все приборы этого класса имеют в своём составе генератор и поисковую часть.

Генератор выдаёт в исследуемый кабель сигнал звуковой частоты, а с помощью другой части производится поиск. Поисковая часть часто имеет возможность использования двух методов поиска индуктивного и контактного.

При индукционном методе производится поиск трассы кабеля и явных повреждений (полных обрывов, земляных повреждений с малым

сопротивлением). Контактным методом ищется точное место повреждения изоляции кабеля. Поиск производится измерительными штырями. В месте максимальных показаний прибора, как правило, и находят повреждения.

Измерения кабеля постоянным током. К измерениям постоянным током в связи относят измерение шлейфа, изоляции, асимметрии и ёмкости.

Измерение электрического сопротивления цепи (шлейфа) кабеля.

Шлейф это сопротивление двух жил соединённых последовательно. Чтобы помереть шлейф коротят две жилки кабеля между собой, а с другой стороны собственно и производят измерение. Меряют его не простым тестером, а как правило, довольно сложным прибором, способным измерить сопротивление до десятых долей Ома.

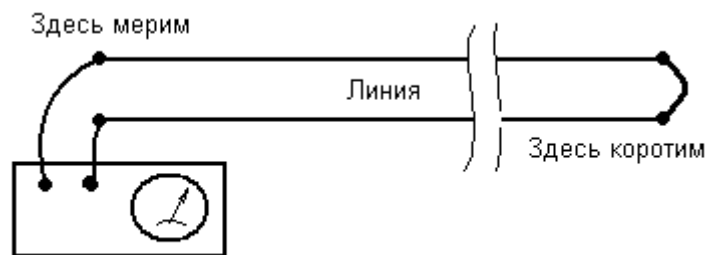


Рисунок 4.1 - Схема измерения электрического сопротивления цепи (шлейфа) кабеля

Выпускают кабеля с диаметрами жил: 0.32 мм; 0.4 мм; 0.5 мм; 0.64 мм; 0.9 мм; 1.2 мм. Соответственно, для каждого диаметра есть своя норма сопротивления шлейфа. Сопротивление шлейфа одной и той же линии меняется в зависимости от температуры среды, в которой находится кабель.

Для расчёта надо использовать формулу:

$$L = \frac{R_t}{R_{km20} \cdot (1 + \alpha(t - 20))},$$

где α – температурный коэффициент, для меди 0,004 (алюминий 0,0042)

t – температура кабеля,

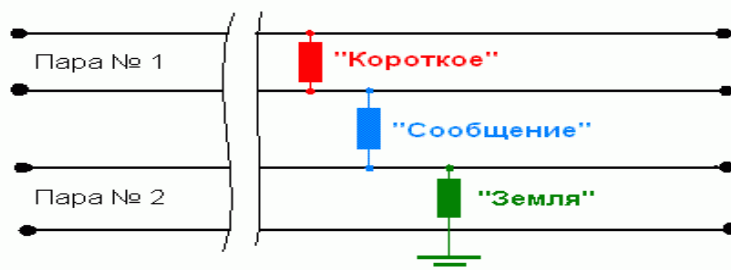
R_{km20} – сопротивление 1км цепи, взято из таблицы , для диаметра жилы 0,5 мм,

R_t – тот, шлейф, который мы померили. Получается:

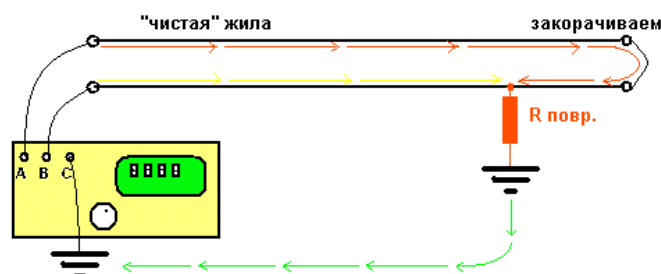
$$L = \frac{344,8}{192,0 \cdot (1 + 0,004 \cdot (3 - 20))} \approx 1,927 \text{ (km)}$$

Электрическая изоляция

Земля – нарушение изоляции по отношению к заземлению.



Чем ниже изоляция, тем проще найти повреждение. А если в том же кабеле присутствуют целая жила с хорошей изоляцией, то всё довольно просто. Коротим на противоположном конце линии повреждённую жилу с чистой, со своей стороны включаем три провода прибора (ИРК-ПРО, ПКП, ПКМ или другой с мостовой схемой): два провода «А» и «В» идут на «чистую» и повреждённую жилу соответственно, «С» заземляется.



Асимметрия

Асимметрия омическая

Омическая асимметрия – разница в сопротивлении двух жил пары постоянному току. Мерить сопротивление одной жилы в проложенном кабеле проблематично. Гораздо проще сравнить сразу две. Для этого в приборах ПКП, ИРК-ПРО и др. предусмотрена соответствующая мостовая схема. Шнуры включаются так же, как при измерении шлейфа, только закороченная пара на другом конце заземляется или присоединяется к экрану кабеля. Выбираешь соответствующий режим измерений, получаешь ответ в Омах.

Остаётся сравнить с нормой 0,5 % от сопротивления шлейфа. (Кое-где допускают 1% при диаметрах жилы 0,4 и 0,32.)

Асимметрия ёмкостная

Ёмкостная асимметрия это разница в ёмкости к земле (экрану) двух жил пары. Например, ёмкость жилы "а" к "земле" 36 nF, а ёмкость жилы "б" 35 nF. Отнимаем большее от меньшего (чтобы не выкидывать получившийся минус) и получаем ёмкостную асимметрию абсолютную в нанофарадах (nF)

$$A_c = |C_a - C_b|, (nF)$$

Электрическая ёмкость. Поиск обрывов и разбитости

Электрическая ёмкость

На практике все приборы, специально предназначенные для измерения ёмкости, используют генераторы переменного тока. В старых ПКП использовалось специальное реле, которое при включении издавало характерный писк. Сейчас приборы уже не «писчат», вместо реле используются полупроводниковые схемы. Но ток на выходе прибора всё-таки переменный.

Официально учитывается рабочая ёмкость и ёмкость к земле. Причём нормируется только рабочая ёмкость (измеряется между жилами пары).

Поиск обрывов жил кабеля

Поиск повреждений. С помощью измерения ёмкости довольно неплохо ищутся обрывы. Действительно, если целая пара 78 нФ, а обрывная 16 нФ можно просто разделить второе на первое получим 0,205 или 20,5% от длины целой пары.

В новых приборах есть функции расчёта длины по типу кабеля и мостовая схема сравнения. Так что ответ они выдают сразу в метрах. Погрешность измерения по ёмкости намного больше измерений по шлейфу и всё это работает при хорошей изоляции измеряемого кабеля.

Поиск разбитости пар (разнопарки)

Разбитость, разнопарка. Пониженное переходное затухание. Это ещё один тип повреждений, который можно искать измерением ёмкости. Рабочая

ёмкость правильно скрученной пары всегда больше ёмкости искусственно разбитой. По порядку.

1.Мерим рабочую ёмкость хорошей пары этого кабеля. Предположим 81 нФ. Обозначу $C_{\text{норм.}}$.

2.Мерим ёмкость искусственно битой, пары. Причём лучше не одной, а нескольких с усреднением. Предположим получилось 62 нФ. Обозначим $C_{\text{бит.}}$.

3.Мерим рабочую ёмкость повреждённой пары. Пускай она будет 70 нФ(у разбитой пары она всегда меньше). И назовётся $C_{\text{повр.}}$.

4.Далее формула:

$$L = \frac{C_{\text{раб.}} - C_{\text{повр.}}}{C_{\text{раб.}} - C_{\text{бит.}}} \cdot 100\%$$

И расчёт:

$$L = \frac{81 - 70}{81 - 62} \cdot 100\% = 57,9 \%$$

Измерение переходного затухания на ближнем конце

Разбитость пар, прослушка - измерение и причины

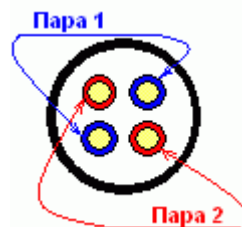


Рисунок 4.2 - Четвёрочная (1х4) скрутка.

Пары в четвёрке кабеля связи

Измерения оптоволоконных линий оптическими тестерами

С оптоволоконном производят два вида измерений. Первый это оценка общего затухания сигнала от одного оконечного устройства до другого. Суть его в том, что с одной стороны к волокну подключается инфракрасный лазер с длиной волны соответствующей требуемому окну прозрачности. С другой включают фотодиод и по изменению тока через него определяются потери в волокне. Этот класс приборов называют оптическими тестерами. В настоящее

время имеют карманные размеры. Различаются составом отдельного блока, то есть в каждом блоке могут содержать и излучатель и приёмник или излучатель отдельно приёмник тоже. Не способны определить расстояние до повреждения и применяются только для контроля целостности или для приёмо-сдаточных измерений. Выдают значение в децибелах.

Измерения оптоволоконных линий оптическими рефлектометрами

Второй вид - измерение оптическим рефлектометром.

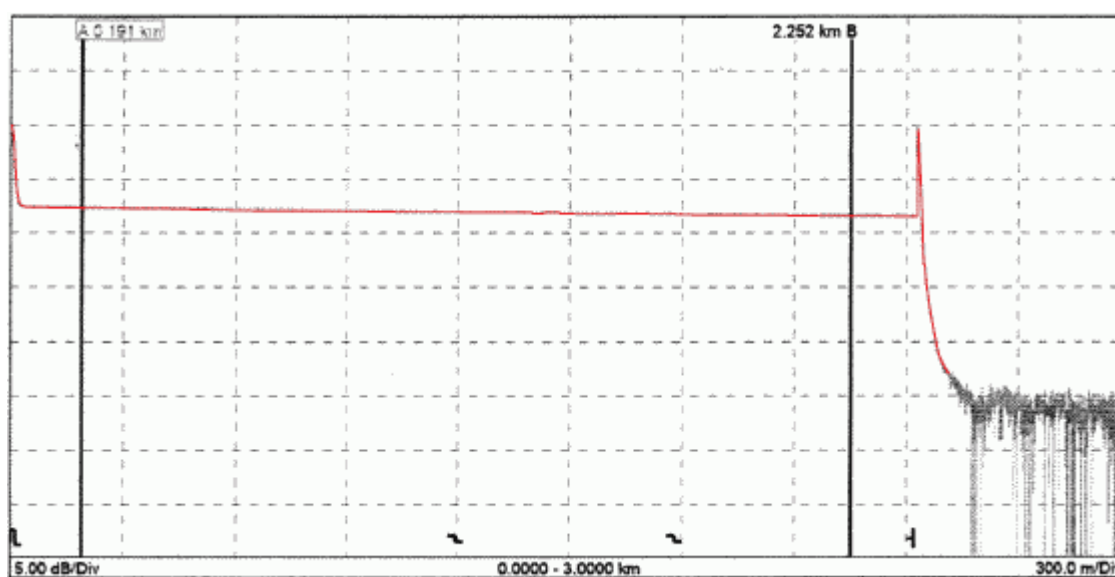


Рисунок 4.3 - Рефлектограмма измерений оптоволоконна, изображённая оптическим рефлектометром

В отличие от измерений на медном кабеле рефлектограмма на оптоволокне красива и понятна. Прибор сам отмечает то, что принимает за начало линии, конец и другие неоднородности. (на рисунке соответствующие галочки внизу). Сам составляет таблицу этих неоднородностей, называемую таблицей событий. Вносит в эту таблицу и расстояние и величину затухания на всём, что принимает за события. Как правило не ошибается или ошибается незначительно. Иногда пропускает хорошо сваренные стыки в муфтах при затухании на них менее 0,05 дБ. В этом случае предусмотрена возможность добавления события в ручную.

Содержание отчета:

1. Название занятия
2. Цель занятия
3. Используемые материалы
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Рассказать о методике поиска неисправностей телефонной трубкой
2. Рассказать о методике поиска неисправностей прибором кабельным
3. Рассказать о методике поиска неисправностей измерителем неоднородностей или рефлектометром
4. Рассказать о методике поиска неисправностей измерителем переходного затухания
5. Рассказать о методике поиска неисправностей поисковым комплектом

Практическое занятие №5

Тема: Ознакомление с приборами для защиты устройств связи от внешних и взаимных влияний

Цель: Ознакомиться с приборами для защиты устройств связи от внешних и взаимных влияний

Оборудование и материалы: мультимедийный проектор, презентация в Power Point, раздаточный материал.

План практического занятия:

1. Рассмотреть приборы для защиты устройств связи
2. Изучив теоретическую часть написать отчет о проведенной работе по изучению образцов приборов для защиты устройств связи
3. Сделать выводы и защитить практическое занятие

Теоретическая часть

Защита сооружения связи

Для защиты кабеля от удара молнии применяются различные способы, основными из которых являются:

1. выбор трассы с наименьшим ожидаемым числом повреждений;
2. применении кабелей с меньшим сопротивлением оболочки;
3. прокладка специальных защитных проводов или тросов;
4. оборудование существующих воздушных линий, проходящих вблизи кабеля, искровыми разрядниками с выносным заземлениями;
5. включение малогабаритных разрядников между жилами и оболочкой, устанавливаемых в специальных муфтах.

Защита с помощью медных, биметаллических проводов или стальных тросов осуществляется путем их прокладки выше кабеля на глубине, равной половине его глубины залегания, но не менее 0,4 м. Защитное действие проложенных проводов или тросов характеризуется коэффициентом тока, показывающим отношение тока молнии в оболочке кабеля при наличии троса к току при отсутствии троса. Количество защитных проводов или тросов

определяется расчетным путем. Первоначально выбирается один защитный провод или трос. Для оценки эффективности его действия подсчитывается коэффициент n , по величине которого при помощи графиков и по формулам определяется вероятное число повреждений кабеля после прокладки троса провода, при этом вместо сопротивления оболочки и брони кабеля $R_{об}$ берется величина $R = \eta R_{об}$. Если полученная величина больше допустимой, то берутся два троса, после чего опять находится вероятное число повреждений и т.д.

По концам кабельного участка защитные тросы отводятся на 15-30 м в сторону от трассы, а при этом невозможности отвода заземляются так, чтобы сопротивление заземления не превышало 10 Ом. Расстояние между кабелем воздушной линией должно быть не более 1,5 высоты опор. Через расстояния, определяемые расчетом на опорах линии оборудуются искровые разрядники с зазором 20-30 мм. Для защиты кабеля, проходящего вблизи дерева, а также от отводов токов молнии, попавших в дерево, вокруг последнего прокладывают заземленный защитный трос. Одним из способов защиты кабеля от грозового электричества и высоковольтных линий передач является применение кабелей с повышенной проводимостью оболочки. Защита линий связи от влияния радиостанций может достигаться выбором трассы линии с таким расчетом, чтобы помехи не достигали ощутимых значений, выбором специального типа кабеля, металлическая оболочка которого обеспечивает достаточное экранирование цепей (например, алюминиевые оболочки), оборудованием заземления и таким соединением оболочек, при котором достигается наиболее эффективное использование экранирующих свойств оболочек кабеля.

Газонаполненный разрядник типа Р-350 – трехэлектродный

Он заменяет два двухэлектродных, что является его преимуществом, кроме того, при установке трехэлектродных разрядников значительно уменьшается опасность возникновения так называемого акустического удара. На цепях с дистанционным питанием устанавливаются вилитовые разрядники типов РВ-500 и РВ-1000. Вилитовые разрядники состоят из двух латунных дисков, между которыми образуется искровой промежуток. Между дисками

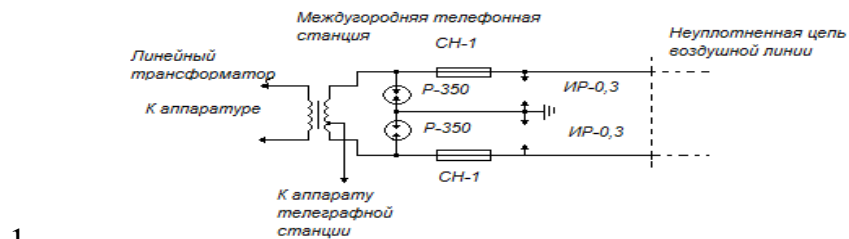
находится слюдяная прокладка. Вилитовый диск изготавливается из смеси порошкообразного корбонда. Жидкого стекла и мела.

На сетях городской и внутризоновой связи применяются угольные разрядники типа УР-500, номинальное напряжение зажигания которых равно 500 В. Угольный разрядник состоит из двух угольных колодок с изолирующей прокладкой. Качество угольных разрядников значительно уступает газонаполненным за счет нестабильности характеристик. Поэтому эти разрядники применяются на цепях местной связи.

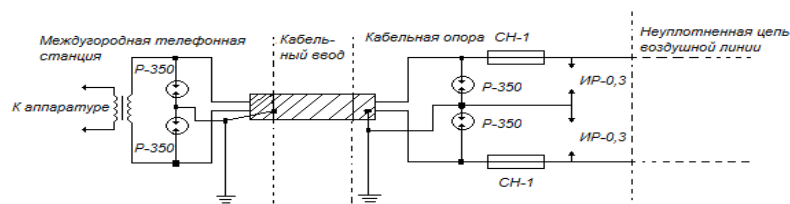
Для защиты от высоковольтных линий применяются двух- и трехэлектродные барьерные разрядники типа РБ-280 и ЗРБ-350 на напряжение 280 и 350 В. Эти разрядники выдерживают большой разрядный ток в течение длительного времени. Для защиты от перенапряжений в схемах усилителей от перенапряжений в схемах усилителей применяются малогабаритные разрядники Р-4. Они состоят из двух стальных электродов, покрытых вольфрамом, заключенных в стеклянный баллон, наполненный аргоном. Для повышения надежности защиты и сохранения газонаполненных разрядников от разрушения перед последним устанавливают искровые разрядники, которые монтируют на держателях газонаполненных разрядников. Пробивное напряжение разрядников зависит от величины искрового промежутка. Для защиты стационарной аппаратуры и разрядников от опасных токов, возникающих при случайных соприкосновения провода связи с проводом линии сильного тока, применяются предохранители на номинальный ток 1 и 0,15 А типа СН- спиральные с ножевыми наконечниками- или типа СК- с коническим наконечниками. Предохранители на 1 А включаются со стороны линии и защищают аппаратуру и разрядники от разрушений при токах, протекающих через них длительное время, а также касаниях с высоковольтными проводами, напряжение на которых превышает напряжение зажигания разрядника. Предохранители на 0,15 А устанавливаются со стороны станции на проводах линий связи для защиты аппаратуры от опасных токов напряжением ниже зажигания разрядников: например, при сообщении провода

линии связи с проводами силовой распределительной сети, при замыкании провода на землю. На городских телефонных станциях в качестве предохранителей применяются термические катушки ТК-0,15 (предохранитель на номинальный ток 0,15 А). Термическая катушка состоит из корпуса, внутри которого помещен латунный стержень с обмоткой. Один конец обмотки соединен с корпусом, а другой – при помощи легкоплавкого сплава со стержнем. Если через обмотку в течение $10 \div 15$ с проходит ток больше номинального, то легкоплавкий металл плавится при помощи пружины латунный штифт выдергивается, в результате чего цепь тока через обмотку прерывается.

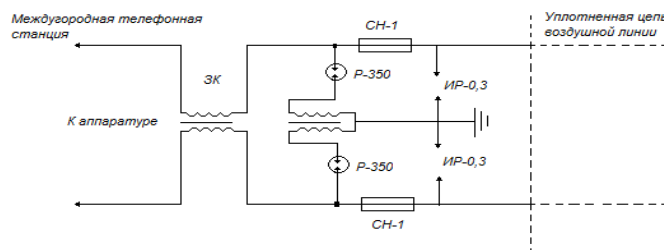
Приборы защиты включаются в линии связи по определенным схемам. Аппаратура междугородных телефонных станций и усилительных пунктов на воздушных линиях защищаются по схемам:



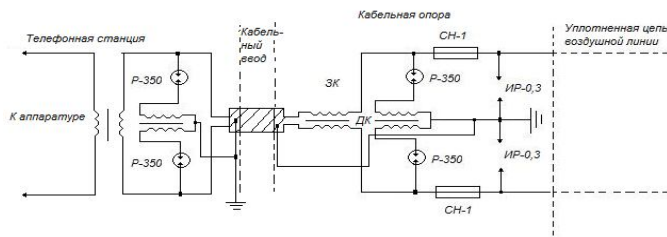
1.



2.



3.



4.

Рисунок 5.1 - Схемы защиты междугородних телефонных станций при:

1. воздушном вводе неуплотненной цепи;
2. кабельном вводе неуплотненной цепи;
3. Воздушном вводе уплотненной цепи;
- 4 кабельном вводе уплотненной цепи

Защита аппаратуры телефонных станций и усилительных пунктов при дистанционном питании осуществляется по тем же схемам, только в этом случае разрядники Р-350 заменяются разрядниками РВ-500. При наличии опасных влияний со стороны линий электропередачи вместо разрядников Р-350 устанавливаются мощные разрядники РБ-280, ЗРБ-350 и предохранители типа ПН. На схемах показанных на рис. №1, используются дополнительные приборы защиты: ДК- дренажная катушка и ЗК- запирающая катушка. Вследствие различия в характеристиках разрядников при их срабатывании неизбежно появляются уравнительные токи. Два разрядника, одновременно действующие в цепи, замыкают цепь почти накоротко. Это искажает сигналы тонального телеграфа, создает трески и шумы в телефонных каналах. Указанные помехи резко снижают при включении в линию дренажной катушки ДК, состоящей из двух одинаковых обмоток, помещенных на кольцевом сердечнике. При срабатывании одного разрядника в одной половине дренажной катушки возникает ток, магнитное поле которого, воздействуя на вторую половину обмотки катушки, создает в ней ЭДС одинакового знака с наведенным напряжением на проводе. Увеличение напряжения способствует ускорению срабатывания второго разрядника. В результате уравнительный ток, проходящий через аппаратуру станции, резко уменьшается. При

одновременном действии в цепи обоих разрядников и наличии дренажной катушки рабочие токи не имеют такого заметного затухания, как при её отсутствии. Запирающие катушки ЗК устанавливаются для снижения помех в высоких каналах от внешних электромагнитных полей и уменьшения влияний через третьи цепи. Эти катушки имеют одинаковые обмотки, заключенных в металлический экран. При соответствующем включении обмоток ЗК создается значительное затухание для токов помех, протекающих по обоим проводам в одном направлении, особенно при высоких частотах. Для рабочих токов, протекающих по обоим проводам в разных направлениях, катушка имеет незначительное затухание. При прямых ударах молнии в воздушную линию связи в проводах появляются очень большие напряжения - до 1100÷1200 кВ. Схемы защиты с одним разрядником не могут обеспечить надежную защиту аппаратуры связи от таких больших напряжений. В целях снижения величины опасных напряжений применяются дополнительная, так называемая каскадная (ступенчатая) защита. При такой защите через определенные расстояния на подходе воздушной линии к защищаемому сооружению подключаются искровые разрядники.

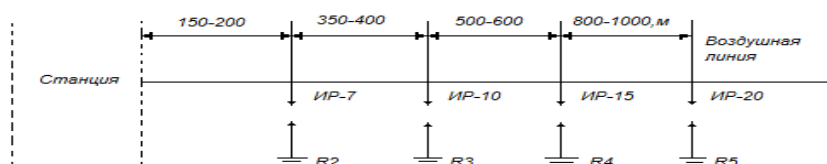


Рисунок 5.2 - Схема каскадной защиты воздушной линии

На схеме (Рисунке 5.2) искровые разрядники обозначены: ИР-7, ИР-10 и т.д., цифра указывает величину воздушного промежутка между электродами. При появлении перед искровыми разрядниками электромагнитной волны с большой амплитудой срабатывает первый искровой разрядник ИР-20 и затем в зависимости от амплитуды волны - последующие разрядники, что значительно уменьшает амплитуду падающей волны. Схемы и приборы защиты, включаемые в цепи подземных междугородних кабелей связи, предназначаются

для защиты аппаратуры от опасных напряжений и токов, возникающих в результате влияния грозового электричества и линий сильного тока, а также для уменьшения помех в каналах связи, возникающих как непосредственно в цепях связи, так и через цепи дистанционного питания. Если электрическая прочность изоляции аппаратура выше электрической прочности изоляции жил кабеля, то в этом случае обычно аппаратура не защищается от опасных влияний, так как при перенапряжениях сначала пробьется изоляция жил кабеля, после чего напряжение снизится и таким образом аппаратура окажется защищенной. Количество звеньев защитных фильтров берется различным в зависимости от величины наводимой ЭДС. В некоторых схемах дополнительно к защитным фильтрам применяются резонансные контуры, рассчитанные на подавление токов определенных частот.

Включаемые в цепь дистанционного питания фильтры Д-8 с частотой среза 8 кГц позволяют организовать по искусственным цепям канал тональной частоты и, кроме того, они препятствуют возникновению нежелательных связей между высокочастотными цепями через цепи дистанционного питания, включенные параллельно через землю. Для снижения мешающих напряжений и токов в цепях связи применяются соответствующие меры, как на линиях электропередачи, так и на линиях связи. Для уменьшения остаточных составляющих напряжения и тока в трехфазных линиях электропередачи применяют транспозицию проводов, то есть меняют их местами. Транспозиция выполняется так, чтобы каждый провод линии электропередачи на определенной длине последовательно занимал все три возможных места на линии. Таким образом, транспозиция по своему действию аналогично скрещиванию цепей воздушных линий связи. Магнитное влияние контактной сети электрифицированной железной дороги переменного тока уменьшается с помощью отсасывающих трансформаторов. Первичная обмотка трансформатора включается последовательно в контактный провод, вторичная обмотка – либо в отдельный, обратный, провод, подмешанный на опорах контактной сети, либо последовательно в рельсы. Ток контактной сети,

протекая по первичной обмотке, индуцирует во вторичной почти противоположно направленный ток. Благодаря этому ток, возникающий в обратном проводе, индуцирует в подверженных влиянию цепей связи токи противоположного знака, и тем самым результирующее влияние снижается. При включении вторичной обмотки в рельсах значительно увеличивается ток, что приводит к увеличению защитного действия рельсов. Для сглаживания пульсаций напряжения на дорогах постоянного тока используются реакторы с резонансными контурами. Одной из мер защиты от опасного и мешающего влияний линий высокого напряжения является экранирование цепей связи. При рассмотрении влияний от высоковольтных линий принято под коэффициентом экранирования или, как его часто называют ЭДС, индуцируемой в проводе связи при наличии экрана, к продольной ЭДС, индуцируемой при его отсутствии. Коэффициент защитного действия всегда меньше единицы, причем, чем он меньше, тем выше экранирующее действие. Практически роль экранов при влиянии от высоковольтных линий могут выполнять тросы и провода, подвешенные на линии электропередачи или линии связи, металлические оболочки кабелей, рельсы железных дорог, металлические трубопроводы и т.п.

Содержание отчета:

1. Название занятия
2. Цель занятия
3. Используемые материалы
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Перечислить способы защиты кабеля от удара молнии.
2. Привести и пояснить схему защиты междугородних телефонных станций при воздушном вводе неуплотненной цепи.

3. Привести и пояснить схему защиты междугородних телефонных станций при кабельном вводе неуплотненной цепи.
4. Привести и пояснить схему защиты междугородних телефонных станций при воздушном вводе уплотненной цепи.
5. Привести и пояснить схему защиты междугородних телефонных станций при кабельном вводе уплотненной цепи.
6. Привести и пояснить схему каскадной защиты воздушной линии.
7. Привести типы разрядников и принцип их работы.

Практическое занятие №6

Тема: Расчет сопротивления заземления и числа заземлителей

Цель: Рассчитать сопротивление заземления и необходимое число заземлителей согласно таблицы данных

Оборудование и материалы: мультимедийный проектор, презентация в Power Point, раздаточный материал.

План проведения занятия:

1. Рассмотреть требования к защитному заземлению
2. Изучив методику расчета защитного заземления
3. Сделать расчет и построить схему контура
4. Сделать выводы о проведенной работе

Теоретическая часть

Требования к защитным заземлениям и занулениям питания по схеме «провод-земля» с заземлением «плюса» источника тока.

Нейтраль трансформаторов, вывод источника однофазного тока трансформаторной подстанции или собственной электростанции, питающей оборудование предприятий связи, радиорелейную станцию или станцию ПВ, должны быть присоединены к защитному или рабоче-защитному заземляющему устройству. При этом заземляющее устройство для указанного выше предприятия и для трансформаторной подстанции должно быть общим, если расстояние между предприятием и трансформаторной подстанцией менее 100 м.

Сопротивление общего заземляющего устройства должно соответствовать нормам сопротивления заземляющих устройств для каждой подключаемой установки.

Сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтраль генераторов или трансформаторов или вывод источника однофазного тока, при удельном сопротивлении грунта до $100 \text{ Ом} \times \text{м}$ не должно быть более, Ом:

2 - установок напряжением 660/380 В;

4 - установок напряжением 380/220 В;

8 - установок напряжением 220/127 В.

Расчёт защитного заземления

Для заземления оборудования используем заземляющее устройство, состоящее из соединительной полосы с приваренными к ней стержневыми электродами. Исходные данные для расчета защитного заземления поместим в таблицу 6.1

Таблица 6.1 – Исходные данные для расчета защитного заземления

Вид грунта	Чернозем
Удельное сопротивление грунта измеренное ρ_1 , Ом·м	45
Длина вертикального электрода L , м	3,00
Диаметр вертикального электрода d , м	0,12
Ширина соединительной полосы D , м	0,05
Заглубление n , м	0,8
Коэффициент сезонности ϕ	1,5
Отношение расстояния между электродами к длине электрода	3

На основании исходных данных определим предельно допустимое сопротивление заземляющего устройства. В соответствии с требованиями ПУЭ в электроустановках напряжением до 1000 В $R_3 \leq 4$ Ом.

Вычислим сопротивление растеканию одиночного вертикального заземлителя, по формуле (6.1).

$$R_B = \frac{\rho}{2 \pi L} \cdot \left[\ln \frac{2L}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + L}{4t - L} \right], \quad (6.1)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом·м ;

L – длина вертикального электрода, м;

d – диаметр вертикального электрода, м;

t – расстояние от земли до середины заземлителя, м.

Определим ρ с учетом коэффициента сезонности по формуле (6.2).

$$\rho = \rho_1 \cdot \varphi, \quad (6.2)$$

где φ – коэффициента сезонности

Определим необходимое количество вертикальных электродов по формуле (6.3).

$$N = \frac{R_B}{\eta_B \cdot R_3}, \quad (6.3)$$

где R_B – сопротивление растеканию одиночного вертикального заземлителя, Ом;

R_3 – предельно допустимое сопротивление заземляющего устройства, Ом;

η_B – коэффициент использования вертикальных заземлителей,

принимается по справочным данным $\eta_B = 0,86$.

Сопротивление растеканию тока вертикальных электродов в групповом заземлителе определим по формуле (6.4).

$$R_{гр.в} = \frac{R_B}{N \cdot \eta_B} \quad (6.4)$$

Определим сопротивление растеканию горизонтальной соединительной полосы $R_{п.}$. При этом длина полосы определяется по формуле (6.5) для заземлителей расположенных в ряд.

$$L = 1.05 \cdot A \cdot (N - 1), \quad (6.5)$$

где A – отношение расстояния между вертикальными электродами к длине электрода L .

Сопротивление растеканию соединительной полосы определим по формуле (6.6).

$$R_{г} = \frac{\rho}{2 \pi L} \cdot \left(\frac{2 L^2}{D n} \right), \quad (6.6)$$

где D – ширина соединительной полосы, м;

n – глубина расположения соединительной полосы в грунте, м.

Возникает экранирование между горизонтальными и вертикальными составляющими. Сопротивление растеканию соединительной полосы в групповом заземлителе, с учетом экранирующего эффекта вертикальных электродов определяется по формуле (6.7).

$$R_{\text{гр.г}} = \frac{R_{\text{г}}}{\eta_{\text{г}}}, \quad (6.7)$$

где $\eta_{\text{г}}$ – коэффициент использования горизонтальной соединяющей полосы. Принимается по справочным данным $\eta_{\text{г}}=0,9$.

Результирующее сопротивление растеканию тока группового заземлителя (всего заземляющего устройства) определим по формуле (6.8).

$$R_{\text{гр}} = \frac{R_{\text{в}} \cdot R_{\text{г}}}{R_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{г}} + R_{\text{гр.г}} \cdot N \cdot \eta_{\text{в}}} \quad (6.8)$$

Сравнивая полученное значение $R_{\text{гр}}$ с допустимой величиной $R_{\text{з}}$, делаем выводы

Схема рассчитанного защитного заземления представлена на рисунке 1.

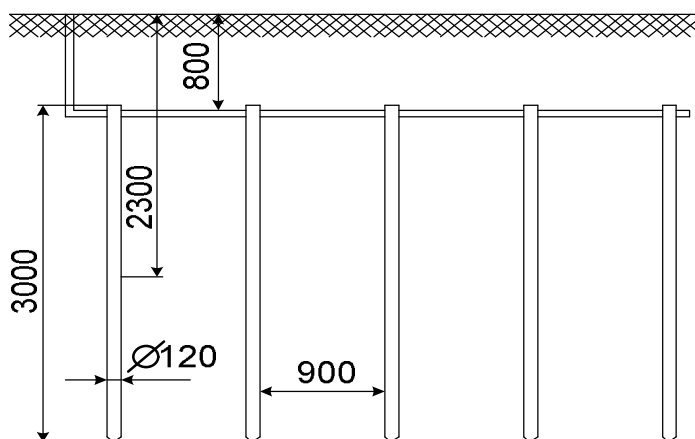


Рисунок 6.1 – Схема рассчитанного заземления

Содержание отчета:

1. Название занятия
2. Цель занятия
3. Используемые материалы
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Перечислить требования к защитным заземлениям и занулениям питания по схеме «провод-земля» с заземлением «плюса» источника тока.
2. Привести нормы сопротивления заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали генераторов или трансформаторов или вывод источника однофазного тока
3. Рассказать методику расчета защитного заземления.
4. Рассказать методику построения контура защитного заземления

Тема: Составление ведомости симметрирования кабеля

Цель: Научиться составлять ведомость симметрирования кабеля.

Оборудование и материалы: мультимедийный проектор, презентация в Power Point, раздаточный материал.

План практического занятия:

1. Изучить требования к проведению симметрирования
2. Рассмотреть ведомости симметрирования и метод их заполнения
3. Изучив теоретическую часть написать отчет о проведенной работе по заполнению ведомостей симметрирования
4. Сделать выводы и защитить практическое занятие

Теоретическая часть

Концентрированное симметрирование (повышение до требуемых норм значений защищенности цепей на дальнем конце) следует проводить на усилительных участках после монтажа оконечных устройств НУП, монтажа секций симметрирования, электрических измерений секций и проверки их герметичности.

Во всех равноотстоящих муфтах (кроме симметрирующих) строительные длины должны монтироваться по оператору систематического скрещивания х..

Симметрирование должно проводиться специализированной бригадой во главе с измерителем-симметрировщиком в соответствии с требованиями «Руководства по симметрированию кабелей связи» (Связьиздат, 1959) и «Руководства по симметрированию кабелей связи в широком диапазоне частот» («Связь», 1965).

ВЕДОМОСТЬ

симметрирования четверок путем скрещивания

Объект	
--------	--

Прибор типа	№
-------------	---

Усилительный участок

Дата симметрирования 19 г.

Кабель №

Симметрировщик

Шаг пупинизации (симметрирования)

Мүфта

[illegible]

ВЕДОМОСТЬ

симметрирования четверок путем скрещивания

Объект _____ Прибор типа _____ № _____

Усилительный участок _____ Дата симметрирования _____ 19 ____ г.

Кабель № _____ Симметрировщик _____

Шаг пупинизации (симметрирования) _____

Муфта _____

Сторона А				Сторона Б			Результаты				Сторона Б		
							вычисленные		измеренные				
Номер четверки	e_1	k_2	Схема соединения	k_2'	e_1'	Номер четверки	k_2	e_1	k_2	e_1	k_2'	e_1'	Номер четверки
	e_2	k_1		k_1'	e_3'		k_1	e_3	k_1'	e_3'			
	e_3	k_3		k_3'	e_2'		k_3	e_2	k_3	e_2	k_3'	e_2'	

Измерения проводил представитель подрядчика

Проверил представитель заказчика

_____ (_____)

(_____)

В случае необходимости повышение переходного затухания на ближнем конце проводится в трех муфтах, расположенных на расстояниях 0 - 400, 400 - 800 и 800 - 1300 м от НУП. Повышение переходного затухания во внутричетверочных комбинациях следует проводить методом скрещивания и включением контуров противосвязи, а в межчетверочных комбинациях - включением контуров противосвязи. При выборе наилучшей схемы соединения жил в четверке следует опробовать только сочетания основных операторов скрещивания ... и х... Схемы контуров противосвязи и способы подключения их к жилам кабеля показаны на рисунке 7.1. Контур противосвязи следует включать в той муфте, где его подключение наиболее эффективно. При симметрировании на ближнем конце не следует использовать конденсаторы емкостью более 30 пФ и резисторы менее 30 кОм. Для контуров противосвязи следует использовать резисторы типа МЛТ-0,5 и конденсаторы типа КТИ-1.

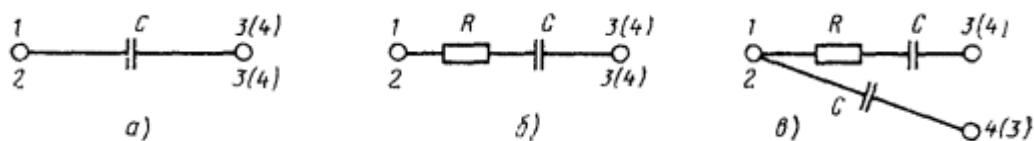


Рисунок 7.1 - Схемы контуров противосвязи:

а - с включением конденсатора, *б* - двухполюсник RC ; *в* - сложный контур

В случае если симметрирование по приведенной выше методике не позволило достичь установленной нормы, следует провести компенсацию частотных характеристик комплексных связей (ХКС) на ближнем конце в соответствии с требованиями «Руководства по симметрированию кабелей связи в широком диапазоне частот» («Связь», 1965).

При симметрировании по комплексным связям необходимо измерить частотные характеристики кабелей связи прибором ИКС-600 во всех комбинациях пар, где переходное затухание на ближнем конце ниже нормы, рассчитать схемы контуров противосвязи, вычислить места их подключения, а

затем включить контуры противосвязи в ближайших к определенным местам муфтах.

Повышение защищенности цепей на дальнем конце следует проводить скрещиванием жил четверок в трех симметрирующих муфтах (равноотстоящих друг от друга и от концов усилительного участка) и концентрированным симметрированием - включение контуров противосвязи в тех симметрирующих муфтах, где их подключение наиболее эффективно.

Симметрирование кабеля на дальнем конце необходимо проводить в такой последовательности: организовать рабочие места для оператора, обслуживающего генератор, и симметрировщика-измерителя в НУП и для спайщиков в трех симметрирующих муфтах, разделить кабели в муфтах и организовать служебную связь, определить для всех четверок наилучшие сочетания операторов скрещивания, обеспечивающие (вместе с контурами противосвязи) максимальную защищенность внутричетверочных комбинаций, выполнить монтаж муфт по найденным операторам скрещивания, провести концентрированное симметрирование межчетверочных комбинаций взаимовлияющих пар, выполнить концентрированное симметрирование внутричетверочных комбинаций, припаять контуры противосвязи и закончить монтаж симметрирующих муфт, выполнить в объеме приемо-сдаточных испытаний электрические измерения и испытания усилительного участка и оформить техническую документацию.

При симметрировании скрещиванием выбор наилучшего сочетания операторов следует проводить в два этапа: на первом выбрать для каждой из трех муфт один из двух основных операторов ... или х.., на втором - в муфтах с основным оператором ... пробовать дополнительные хх., ..х и ххх, а в муфтах с оператором х.. - .х., х.х и .хх. Если эта методика не позволила получить требуемые нормы, следует проанализировать все сочетания из операторов ..., х.., ..х и х.х в каждой из трех муфт. Наилучшим сочетанием операторов скрещивания является такое сочетание, при котором достигается наибольшая защищенность цепей данной четверки (с учетом прибавки защищенности за

счет включения контура противосвязи) и достаточно подавляется эффект перестановки.

Содержание отчета:

1. Название занятия
2. Цель занятия
3. Используемые материалы
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Для чего проводится симметрирование кабелей?
2. Методы проведения симметрирования.
3. Привести и пояснить схемы контуров противосвязи.
4. Пояснить порядок заполнения ведомости симметрирования.

Тема: Расчет опасных и мешающих влияний на линии связи

Цель: Научиться рассчитывать опасные и мешающие влияния на линии связи

Оборудование и материалы: мультимедийный проектор, презентация в Power Point, раздаточный материал.

План практического занятия:

1. Изучить методику расчета опасных и мешающих влияний на линии связи
2. Произвести расчет согласно данным, полученных у преподавателя
3. Написать отчет о проведенной работе
4. Сделать выводы и защитить практическое занятие

Теоретическая часть

Источники внешних электромагнитных влияний на цепи автоматики, телемеханики и связи весьма разнообразны как по своей природе, так и по степени воздействия.

Формулы для определения индуцированных напряжений и токов с учетом волновых процессов можно получить, если поставлены конкретные условия задачи.

При сближении с несимметричными ВЛ, в том числе тяговыми сетями переменного тока, кроме индуктивного, возможно и гальваническое влияние. В этом случае опасное напряжение:

$$U_{\text{мг}} = (U_r^2 + U_M^2)^{1/2}$$

Значение индуцированного психофизического напряжения и тока вычисляется по формулам:

$$U_{\text{пс}} = \sqrt{\sum_1^n (p_{f_i} U_{f_i})^2}; \quad I_{\text{пс}} = \sqrt{\sum_1^n (p_{f_i} I_{f_i})^2}$$

Где U_{fi} , I_{fi} - эффективное значение i -ой гармонической составляющей влияющего напряжения и тока соответственно; p_{fi} - коэффициент акустического воздействия i -ой гармоники на частоте f .

Предельные допустимые значения опасных для человека токов без ДП в кабеле при режиме работы вынужденном (Вольт)- $U_{\text{раб}}$, в режиме короткого замыкания $0,6U_{\text{исп}}$.

Предельные допустимые значения опасных для человека токов при схеме питания «Провод-земля» постоянным током при режиме работы вынужденном (Вольт)- $U_{\text{раб}} = (\frac{U_{\text{дп}}}{\sqrt{2}})$, в режиме короткого замыкания $0,6U_{\text{исп}} = (\frac{U_{\text{дп}}}{\sqrt{2}})$.

Предельные допустимые значения опасных для человека токов при схеме питания «Провод-провод» постоянным током с заземленной средней точкой цепи ДП при режиме работы вынужденном (Вольт)- $U_{\text{раб}} = (\frac{U_{\text{дп}}}{2\sqrt{2}})$, в режиме короткого замыкания $0,6U_{\text{исп}} = (\frac{U_{\text{дп}}}{2\sqrt{2}})$.

Предельные допустимые значения опасных для человека токов при схеме питания «Провод-провод» переменным током с заземленной средней точкой цепи ДП при режиме работы вынужденном (Вольт)- $U_{\text{раб}} = (\frac{U_{\text{дп}}}{2})$, в режиме короткого замыкания $0,6U_{\text{исп}} = (\frac{U_{\text{дп}}}{2})$.

Для определения полного индуцированного напряжения шума используют формулу:

$U_{\text{ш}} = \sqrt{\sum_1^n (p_{fi} U_{fi})^2}$, и, соответственно называется психофизическим напряжением: $U_{\text{ш}} = U_{\text{ПС}}$.

Если цепь замкнута на согласованную нагрузку, то норму напряжения шума определяют, умножая установленные значения на коэффициент :

$k_{\text{ш}} = \frac{\sqrt{|Z_{\text{в}}|}}{600}$, где $|Z_{\text{в}}|$ - модуль волнового сопротивления цепи, Ом (при частоте 800 Гц).

При воздействии грозовых разрядов индуцированное напряжение на проводах ВЛ зависит от тока молнии, средней высоты подвеса проводов и расстояния от линии до места разряда молнии: $U_{\text{и}} = I_{\text{м}} \frac{h_{\text{ср}}}{a}$

Так при токе молнии 100 кА и $a=10h_{\text{ср}}$ напряжение провода относительно земли будет равно 300 кВ, что опасно для устройств, включенных в цепи линии.

Содержание отчета:

1. Название занятия
2. Цель занятия
3. Используемые материалы
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Перечислить источники внешних электромагнитных влияний на цепи автоматики, телемеханики и связи.
2. Привести методику расчета опасных влияний на линии связи.
3. Привести методику расчета мешающих влияний на линии связи.

Практическое занятие №9

Тема: Построение логических схем мультиплексора и демультиплексора

Цель: Научиться строить логические схемы мультиплексора и демультиплексора

Оборудование и материалы: мультимедийный проектор, презентация в Power Point, раздаточный материал.

План практического занятия:

1. Изучить правила построения логических схем мультиплексоров
2. Изучить правила построения логических схем демультиплексоров
3. Написать отчет о проведенной работе
4. Сделать выводы и защитить практическое занятие

Теоретическая часть

Мультиплексор представляет собой двухступенчатое устройство, выполненное на основе инверторов и схем типа И-ИЛИ, И-ИЛИ-НЕ, которые используют стробирующие свойства функции И аргументов канала информации и адреса.

Таблица 9.1 - Таблица истинности мультиплексора

Адресные входы		Стробирующий сигнал	Выход
A_1	A_0	C	Q
X	X	0	0
0	0	1	D_0
0	1	1	D_1
1	0	1	D_2
1	1	1	D_3

При отсутствии стробирующего сигнала ($C = 0$) отсутствует разрешение работы, отсутствует связь между информационными входами и выходом $Q = 0$. Выход является нулевым независимо от информационных и адресных сигналов. При подаче стробирующего сигнала ($C = 1$) на выход передается логический уровень того из информационных входов D_i , номер которого i в двоичной форме задан на адресных входах.

Так, например, при задании адреса $A_1A_0 = 11_2 = 3_{10}$ на выход Q будет передаваться сигнал информационного входа с адресом 3_{10} , т. е. D_2 .

Из таблицы истинности следует логическая функция в СДНФ для выхода Q :

$$Q = (D_0 \bar{A}_1 \bar{A}_0 \vee D_1 \bar{A}_1 A_0 \vee D_2 A_1 \bar{A}_0 \vee D_3 A_1 A_0) C,$$

В тех случаях, когда требуется передавать на выходы многоразрядные входные данные в параллельной форме, используется параллельное включение мультиплексоров по числу разрядов передаваемых данных.

Мультиплексор можно синтезировать на основе дешифратора, добавив по одному входу конъюнкторам для логического перемножения информационных сигналов на сигналы дешифратора и последующего логического суммирования и применив элемент И-ИЛИ-НЕ

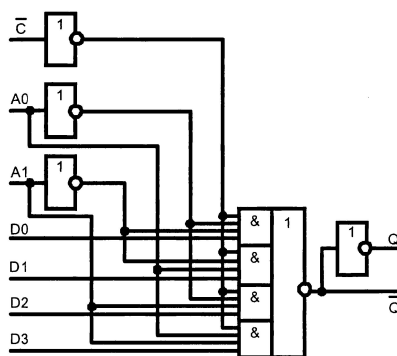


Рисунок 9.1 – Схема мультиплексора с четырьмя информационными входами

Демultipлексор выполняет функцию обратную мультиплексору. Состоят демultipлексоры из дешифратора, управляемого адресом, и конъюнкторов, управляемых информационным сигналом и выходами дешифратора.

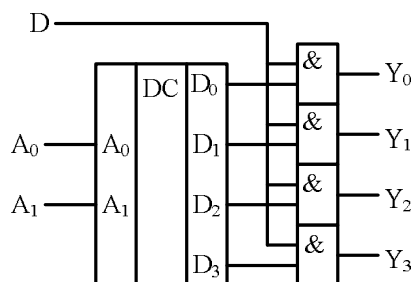


Рисунок 9.2 – Схема демultipлексора

Содержание отчета:

1. Название занятия
2. Цель занятия
3. Используемые материалы
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Что представляет собой мультиплексор?
2. Что представляет собой демультиплексор?
3. Объяснить принцип построения логической схемы мультиплексора.
4. Объяснить принцип построения логической схемы демультиплексора.

Тема: Определение параметров и режима работы ОЗУ и ПЗУ

Цель: изучить порядок работы ОЗУ и ПЗУ при записи и считывании информации.

Оборудование и материалы: мультимедийный проектор, презентация в Power Point, раздаточный материал.

План практического занятия:

1. Изучить теоретический материал
2. Рассмотреть порядок работы ОЗУ по записи и считыванию информации
3. Рассмотреть порядок работы ПЗУ по записи и считыванию информации
4. Написать отчет о проведенной работе
5. Сделать выводы и защитить практическое занятие

Теоретическая часть

Оперативные запоминающие устройства

Микросхемы статических ОЗУ имеют, как правило, матричную структуру с двухкоординатной системой адресации (выборки). Матричная структура накопителя и двухкоординатная система выборки обеспечивают возможность доступа к каждому элементу памяти.

Всякое ОЗУ состоит из двух основных частей: накопителя и схемы управления или, как говорят, периферии. Периферия предназначена для ввода и вывода данных, в нее входят дешифраторы, усилители, регистры, разного рода ключи, коммутаторы и другие схемы общего назначения.

Накопитель — основная часть ОЗУ, где хранятся данные (двоичные коды), он состоит из элементов памяти (запоминающих ячеек), каждый из которых хранит один бит информации (0 или 1). Элементы памяти являются бистабильными запоминающими ячейками, основным свойством которых является наличие двух устойчивых состояний $Q = 1$ или $Q = 0$.

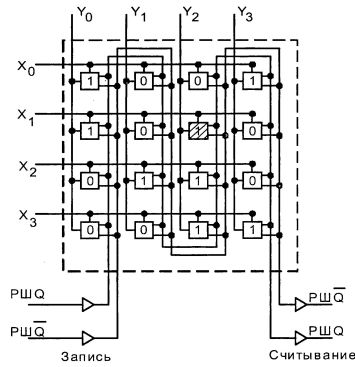


Рисунок 10.1 – Структура ОЗУ

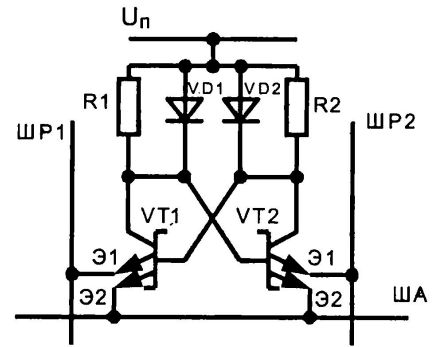


Рисунок 10.2 – Элемент памяти ТТЛШ

И запись, и считывание осуществляются с помощью разрядных шин $PШ$, которые подключены ко всем ЭП; шины $PШQ$ подключены к прямым выходам, $PШ\bar{Q}$ — к инверсным. При считывании входы записи отключаются и уровни, характеризующие состояние ЭП, поступают через усилители в соответствующие внешние узлы. Коммутирующие устройства, которые подключают (или отключают) разрядные шины к управляющим устройствам, показаны на рисунке 10.1 треугольниками на входах и выходах разрядных шин.

БИС ОЗУ на основе биполярных структур выполняются типа ТТЛ, ЭСЛ, И²Л. Накопитель БИС ОЗУ представляет собой матрицу триггерных элементов.

На рисунке 10.2 представлен элемент памяти ТТЛШ на двухэмиттерных транзисторах. Схема работает следующим образом.

В режиме хранения информации шина адреса (ША) находится под низким потенциалом U_1 . На обе шины разряда (ШР1 и ШР2) подан более высокий потенциал $U_2 > U_1$. При этом эмиттерно-базовые переходы транзисторов, соединенные с шинами разряда, закрыты напряжением смещения U_2 . Пусть, например, в режиме хранения транзистор $VT1$ открыт, а транзистор $VT2$ закрыт. Ток питания в этом случае протекает по цепи: шина питания, нагрузочный резистор $R1$, переход эмиттер-база Э1 транзистора $VT1$, шина адреса ША. В режиме считывания потенциал шины адреса повышается до $U_3 > U_2 > U_1$. Вследствие этого ток эмиттера Э1 открытого транзистора $VT1$

переключается в эмиттер Э2 и будет отводиться в шину разряда ШР1 и далее в усилитель считывания, так как эмиттерный переход, соединенный с ША, закрывается. После окончания опроса U_3 шина адреса вновь оказывается под потенциалом U_1 и схема возвращается в исходное состояние.

В режиме записи шина адреса вновь возбуждается до потенциала U_3 , а на шину разряда ШР2 подается импульс, либо повышающий ее потенциал до U_3 (запись нуля), либо понижающий до U_1 (запись единицы). В первом случае транзистор $VT2$ остается в закрытом состоянии, а ток протекает через транзистор $VT1$. Состояние элемента памяти (ЭП) не изменяется. Во втором случае состояние ЭП меняется на противоположное, так как транзистор $VT2$ переходит в проводящее состояние, а транзистор $VT1$ закрывается.

Постоянные запоминающие устройства

Постоянные запоминающие устройства предназначены для хранения не меняющейся или редко меняющейся информации: таблиц функции констант, стандартных подпрограмм и ряда другой информации.

Основной особенностью ПЗУ является неразрушаемость хранимой информации и энергонезависимость, т. е. способность сохранять информацию при отключении питания.

Рассмотрим масочные ПЗУ- программируемые маской на заводе — изготовителе. Информация в масочные ПЗУ, иногда их называют программируемые по заказу, заносится на одной из завершающих технологических операций изготовления микросхем. Весь комплект фотошаблонов, за исключением фотошаблона одного слоя (металлизации или контактные окна), является постоянным для данного типа ПЗУ и не зависит от записываемой в данный кристалл информации. В качестве элементов программирования применяют контактные окна или металлизацию внутрисхемных соединений в накопителе. Запись осуществляют в процессе изготовления на этапе создания металлизации внутрисхемных соединений с помощью фотошаблонов металлизации или контактных окон. Вскрытие контактного окна, например, к эмиттеру транзистора запоминающего элемента или подключение его с помо-

щью металлизации к разрядной шине соответствует записи 1, невоскрытие или неподключение — записи 0.

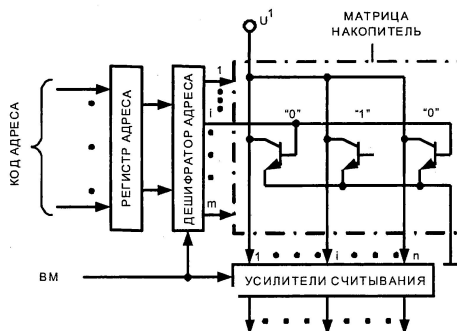


Рисунок 10.3 – ПЗУ на биполярных транзисторах

На рисунке 10.3 изображена структурная схема ПЗУ на биполярных транзисторах. Масочные ПЗУ на биполярных транзисторах строятся в виде матрицы, в которой 0 соответствует наличию соединения базы транзистора с шиной строки, а 1 — отсутствию такого соединения. При выборке строки открываются транзисторы, соединенные с адресной шиной и на соответствующих им разрядных шинах фиксируется 0, а на остальных шинах 1.

Содержание отчета:

1. Название занятия
2. Цель занятия
3. Используемые материалы
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Рассказать порядок работы ОЗУ по записи информации.
2. Рассказать порядок работы ОЗУ по считыванию информации.
3. Рассказать порядок работы ПЗУ по записи информации.
4. Рассказать порядок работы ПЗУ по считыванию информации.
5. Привести и объяснить структуру ОЗУ.
6. Привести и объяснить структуру ПЗУ.

Практическое занятие №11

Тема: Контроль арифметических операций. Устройства контроля и исправления ошибок

Цель: ознакомиться с методом контроля правильности передачи и хранения информации по модулю 2

Оборудование и материалы: мультимедийный проектор, презентация в Power Point, раздаточный материал, схемы свертки пирамидального и последовательного типов, таблица контроля разряда при проверке на четность и нечетность.

План практического занятия:

1. Изучить теоретический материал
2. Рассмотреть метод контроля правильности передачи и хранения информации по модулю 2
3. Написать отчет о проведенной работе
4. Сделать выводы и защитить практическое занятие

Теоретическая часть

Контроль правильности передачи и хранения данных – важное условие нормальной работы ЦУ. Чтобы появилась возможность обнаруживать хотя бы единичные ошибки, используют контроль по модулю 2. При этом способе контроля каждое слово дополняется контрольным разрядом, значение которого подбирается так, чтобы сделать четным (нечетным) вес каждой кодовой комбинации. При одиночной ошибке в кодовой комбинации четность (нечетность) ее веса меняется, а такая комбинация не принадлежит к данному коду, что и обнаруживается схемами контроля. При двойной ошибке четность (нечетность) комбинации не нарушается- такая ошибка не обнаруживается.

При контроле на четность вес кодовых комбинаций делают четным, при контроле на нечетность- нечетным.

Значения контрольного разряда на четность $r_{\text{ч}}$ и нечетности $r_{\text{н}}$ приведены для четырехразрядного информационного слова в таблице 11.1.

Входные данные обозначены через D , на выходе канала связи или из памяти данные обозначены D' , поскольку вследствие ошибок они могут измениться.

Контроль по модулю 2 применим не только для операций передачи и хранения слов, но и для некоторых более сложных операций. В этих случаях недостаточно просто добавить к информационному слову контрольный разряд, а требуются более развитые операции.

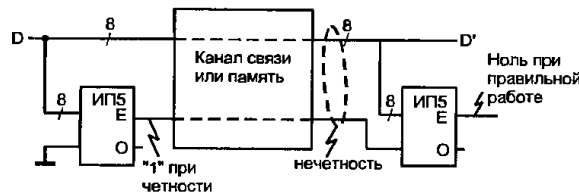


Рисунок 11.2 – Передача данных с контролем по модулю 2

Содержание отчета:

1. Название занятия
2. Цель занятия
3. Используемые материалы
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Для чего проводится контроль правильности передачи и хранения данных.
2. Что позволяет сделать контроль по модулю 2.
3. Принцип проведения контроля по модулю 2.
4. Методы реализации контроля по модулю 2.

Практическое занятие №12

Тема: Расчёт схемы выпрямителя со сглаживающим фильтром

Цель: Научиться рассчитывать схемы выпрямителя со сглаживающим фильтром

Оборудование и материалы: мультимедийный проектор, презентация в Power Point, раздаточный материал.

План практического занятия:

1. Изучить теоретический материал
2. Провести расчет схемы выпрямителя со сглаживающим фильтром
3. Написать отчет о проведенной работе
4. Сделать выводы и защитить практическое занятие

Теоретическая часть:

Исходными данными для расчета выпрямителя являются:

- номинальное выпрямленное напряжение на нагрузке U_d
- ток нагрузки I_d ;
- сопротивление нагрузки $R_n = U_d / I_d$ или выходная мощность $P_{\text{вык}} = U_d I_d$;
- допустимый коэффициент пульсаций выходного напряжения на нагрузке ϵ_n ;
- частота питающей сети f ;
- количество фаз n ;
- номинальное напряжение, подаваемое на первичную обмотку трансформатора U_1 , его возможное отклонение в сторону повышения и понижения.

Режим работы выпрямителя в значительной степени определяется типом сглаживающего фильтра, включенного на его выходе. В маломощных выпрямителях, питающихся от однофазной сети переменного тока, применяются простейшие ёмкостные фильтры, в выпрямителях средней и

большой мощности - Г-образные LC- и RC-фильтры и П-образные CLC- и CRC-фильтры.

Основным параметром сглаживающих фильтров является коэффициент сглаживания :

$$q = \frac{k_{\text{п вх}}}{k_{\text{п н}}},$$

где $k_{\text{п вх}}$ – коэффициент пульсаций на входе фильтра; $k_{\text{п н}}$ – коэффициент пульсаций на нагрузке.

Ёмкостной фильтр является наиболее простым из всех видов сглаживающих фильтров. Применение ёмкостного фильтра рационально при достаточно больших значениях сопротивления нагрузки и коэффициента пульсаций на нагрузке. Фильтр состоит из конденсатора, включенного параллельно нагрузке .

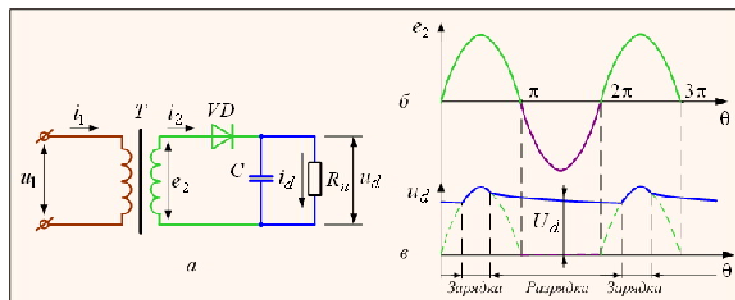


Рисунок 12.1 - Сглаживание пульсаций с помощью ёмкостного фильтра

Включение конденсатора существенно изменяет условия работы диода.

Конденсатор хорошо сглаживает пульсации, если его емкость такова, что выполняется условие

$$X_C = \frac{1}{m\omega C} \ll R_{\text{н}},$$

где m – пульсность схемы, т. е. количество пульсаций за период. Для однофазного однополупериодного выпрямителя $m=1$, для однофазного двухполупериодного со средней точкой и мостового выпрямителя $m=2$.

Во время некоторой части положительного полупериода, когда напряжение на диоде прямое, через диод проходит ток, заряжающий конденсатор C до напряжения E_m . В то время когда ток через диод не проходит, конденсатор разряжается через нагрузку R_H и создает на ней напряжение, которое постепенно снижается. В каждый последующий положительный полупериод конденсатор подзаряжается и его напряжение снова увеличивается.

Зарядка конденсатора через малое сопротивление диода VD происходит быстро. Разрядка на большое сопротивление нагрузки совершается гораздо медленнее. Вследствие этого напряжение на конденсаторе C и включенной параллельно ему нагрузке пульсирует незначительно. Кроме того конденсатор повышает постоянную составляющую выпрямленного напряжения.

Коэффициент пульсаций напряжения на выходе выпрямителя с ёмкостным фильтром находят по выражению

$$k_{\Pi} \approx \frac{1}{m\omega R_H C},$$

Индуктивно-ёмкостные фильтры (Г-образный LC-фильтр и П-образный CLC-фильтр) широко применяются при повышенных токах нагрузки, поскольку падение напряжения на них можно сделать сравнительно небольшим. КПД у таких фильтров достаточно высокий. Недостатки индуктивно-ёмкостных фильтров: большие габаритные размеры и масса, повышенный уровень электромагнитного излучения от элементов фильтра, сравнительно высокая стоимость и трудоемкость изготовления.

Наиболее широко используется Г-образный LC-фильтр (рис. 2.30). Для эффективного сглаживания пульсаций таким фильтром необходимо выполнение следующих условий:

$$X_C = \frac{1}{m\omega C} \ll R_H; \quad X_L = m\omega L \gg X_C.$$

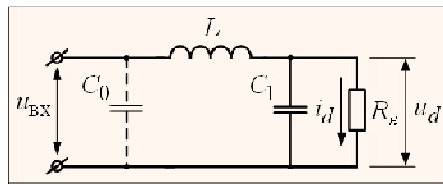


Рисунок 12.2 - Индуктивно-ёмкостный сглаживающий фильтр

При их выполнении, пренебрегая потерями в дросселе L , для коэффициента сглаживания можно записать:

$$q = (m\omega)^2 LC - 1$$

Для того, чтобы избежать резонансных явлений в фильтре необходимо выбирать $q > 3$. Кроме этого, одним из основных условий является обеспечение явно выраженной индуктивной реакции фильтра на выпрямитель, необходимой для большей стабильности внешней характеристики выпрямителя. При индуктивной реакции фильтра меньше действующие значения токов в вентильях и обмотках трансформатора. Для обеспечения индуктивной реакции необходимо, чтобы:

$$L \geq \frac{2U_d}{(m^2 - 1)m\omega I_d} = \frac{2R_H}{(m^2 - 1)m\omega}$$

П-образный CLC-фильтр отличается от описанного LC-фильтра наличием еще одной ёмкости C_0 , включаемой на входе фильтра. Расчет таких фильтров производят в два этапа, сначала рассчитывают ёмкость конденсатора C_0 , исходя из допустимой величины пульсации напряжения на нем, затем по приведенным выше формулам рассчитывают Г-образное звено. Наибольший коэффициент сглаживания в П-образном фильтре достигается при $C_0 = C_1$.

При выборе конденсаторов фильтра следует следить за тем, чтобы они были рассчитаны на напряжение на 15–20% превышающее напряжение холостого хода выпрямителя при максимальном напряжении сети (чтобы учесть перенапряжения, возникающие при включении выпрямителя).

Необходимо также, чтобы амплитуда переменной составляющей напряжения на них не превышала предельно допустимого значения.

Резистивно-ёмкостные фильтры целесообразно применять при малых токах нагрузки (менее $10 \dots 15$ мА) и небольших требуемых коэффициентах сглаживания. Достоинства этих фильтров – малые габариты и масса, низкая стоимость. Недостаток – сравнительно большое падение напряжения на фильтре (что снижает КПД устройства выпрямления в целом).

Простейший Г-образный RC-фильтр состоит из балластного резистора R_Φ и конденсатора C_1 . Коэффициент сглаживания такого фильтра вычисляется по формуле:

$$q = m \omega C \frac{R_H R_\Phi}{R_H + R_\Phi}.$$

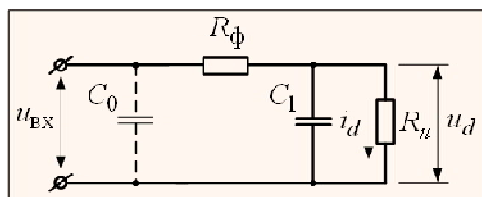


Рисунок 12.3 - Резистивно-ёмкостный сглаживающий фильтр

Сопротивление фильтра R_Φ выбирают из условия допустимого падения напряжения на фильтре или исходя из заданного КПД η по формуле:

$$R_\Phi = \frac{R_H(1 - \eta)}{\eta}.$$

Оптимальным считается КПД порядка $\approx 0,6 \dots 0,8$.

Расчет П-образного резистивно-ёмкостного фильтра, как и в случае П-образного CLC-фильтра, в два этапа после деления этого фильтра на ёмкостной C_0 и Г-образный LC_1 -фильтр.

Комбинированные фильтры применяются при необходимости получения больших коэффициентов сглаживания на выходе выпрямителя. Они представляют собой последовательное включение нескольких фильтров.

При каскадном включении LC -фильтров можно считать, что суммарный коэффициент сглаживания (q_{Σ}) равен произведению коэффициентов сглаживания составляющих фильтр звеньев: $q_{\Sigma} = q_1 q_2 q_3 \dots q_n$. Для нахождения оптимального числа звеньев такого фильтра $n_{\text{опт}}$ при заданном q_{Σ} можно воспользоваться формулой:

$$n_{\text{опт}} = \frac{|\ln(1/q_{\Sigma})|}{2}.$$

Содержание отчета:

1. Название занятия
2. Цель занятия
3. Используемые материалы
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Какие исходные данные необходимы для расчета выпрямителя?
2. Как производится расчет коэффициента сглаживания?
3. Как производится расчет коэффициента пульсаций напряжения на выходе выпрямителя с ёмкостным фильтром?
4. Как производится расчет коэффициента сглаживания Γ -образного RC -фильтра?
5. Привести условие сглаживания пульсации конденсатором.
6. Привести условие для обеспечения индуктивной реакции.
7. Привести условие допустимого падения напряжения на фильтре

Практическое занятие №13

Тема: Расчёт полупроводникового стабилизатора напряжения

Цель: Научиться рассчитывать полупроводниковые стабилизаторы напряжения

Оборудование и материалы: мультимедийный проектор, презентация в Power Point, раздаточный материал.

План практического занятия:

1. Изучить теоретический материал
2. Провести расчет полупроводникового стабилизатора напряжения согласно полученных данных
3. Написать отчет о проведенной работе
4. Сделать выводы и защитить практическое занятие

Теоретическая часть:

Для расчётов цепи стабилизации используются значения параметров стабилитронов, публикуемые в справочниках:

- Напряжение стабилизации $U_{ст}$;
- Ток стабилизации $I_{ст}$ (обычно - средний);
- Минимальный ток стабилизации $I_{ст.min}$;
- Максимальный ток стабилизации $I_{ст.max}$.

Для расчёта стабилизатора, как правило, используются только два первых параметра - $U_{ст}$, $I_{ст}$, остальные применяются для расчёта схем защиты по напряжению, в которых возможно значительное изменение входного напряжения.

Для повышения напряжения стабилизации можно использовать цепочку из последовательно соединённых стабилитронов, но для этого, допустимый ток стабилизации таких стабилитронов должен быть в пределах параметров $I_{ст.min}$ и $I_{ст.max}$, иначе существует вероятность выхода стабилитронов из строя.

Следует добавить, что простые выпрямительные диоды также обладают свойствами стабилизации обратного приложенного напряжения, только значения напряжений стабилизации лежат на более высоких значениях обратного

приложенного напряжения. Значения максимального обратно приложенного напряжения выпрямительных диодов обычно указывается в справочниках, а напряжение при котором проявляется явление стабилизации обычно выше этого значения и для каждого выпрямительного диода, даже одного типа, различно. Поэтому, используйте выпрямительные диоды в качестве стабилитрона высоковольтного напряжения только в самом крайнем случае, когда не сможете найти необходимый Вам стабилитрон, или сделать цепочку из стабилитронов. В этом случае, напряжение стабилизации определяется экспериментально. Необходимо соблюдать осторожность при работе с высоким напряжением.

Расчет простейшего стабилизатора напряжения мы проведем с рассмотрением конкретного примера.

Исходные, предъявляемые к схеме параметры:

1. Входное напряжение делителя - $U_{вх}$ (может быть стабилизированным, а может и нет). Допустим, что $U_{вх} = 25$ вольт;
2. Выходное напряжение стабилизации - $U_{вых}$ (опорное напряжение). Допустим, что нам необходимо получить $U_{вых} = 9$ вольт.

Решение:

1. Исходя из необходимого напряжения стабилизации, по справочнику подбирают необходимый стабилитрон. В нашем случае это Д814В.
2. Из таблицы находят средний ток стабилизации - $I_{ст}$. По таблице он равен 5 мА.
3. Вычисляют напряжение, падающее на резисторе - U_{R1} , как разность входного и выходного стабилизированного напряжения.

$$U_{R1} = U_{вх} - U_{вых} \quad \text{--->} \quad U_{R1} = 25 - 9 = 16 \text{ вольт}$$

4. По закону Ома делят это напряжение на ток стабилизации, протекающий через резистор, и получают значение сопротивления резистора.

$$R1 = U_{R1} / I_{ст} \quad \text{--->} \quad R1 = 16 / 0,005 = 3200 \text{ Ом} = 3,2 \text{ кОм}$$

Если полученного значения нет в резистивном ряде, выберите ближайший по номиналу резистор. В нашем случае это резистор номиналом 3,3

кОм.

5. Вычисляют минимальную мощность резистора, помножив падение напряжения на нём на протекающий ток (ток стабилизации).

$$P_{R1} = U_{R1} * I_{ст} \quad \text{--->} \quad P_{R1} = 16 * 0,005 = 0,08 \text{ Вт}$$

Учитывая, что через резистор кроме тока стабилитрона протекает ещё и выходной ток, поэтому выбирают резистор, мощностью не менее, чем в два раза больше вычисленной. В нашем случае это резистор мощностью не меньшей 0,16 Вт. По ближайшему номинальному ряду (в большую сторону) это соответствует мощности 0,25 Вт.

Содержание отчета:

1. Название занятия
2. Цель занятия
3. Используемые материалы
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Какие исходные данные необходимы для расчётов цепи стабилизации?
2. Привести методику расчета стабилизатора напряжения
3. Произвести расчет согласно полученных у преподавателя данных

Практическое занятие №14

Тема: Расчёт полупроводникового преобразователя напряжения

Цель: Научиться рассчитывать полупроводниковые преобразователи напряжения

Оборудование и материалы: мультимедийный проектор, презентация в Power Point, раздаточный материал.

План практического занятия:

1. Изучить теоретический материал
2. Провести расчет полупроводникового преобразователя напряжения согласно полученных данных
3. Написать отчет о проведенной работе
4. Сделать выводы и защитить практическое занятие

Теоретическая часть:

Однополупериодный выпрямитель. За счет односторонней проводимости диодов ток протекает только в положительные полупериоды напряжения U и следовательно имеет импульсную форму.

Наиболее широкое распространение получила схема мостового выпрямителя, схема состоит из 4 диодов $D_1 - D_4$. В положительные полупериоды напряжения U_2 открыты диоды D_1 и D_3 ; в отрицательные полупериоды напряжения U_2 открыты диоды $D_2 - D_4$.

Трёхфазные выпрямители применяют в устройствах большой и средней мощности.

Вторичные обмотки трёхфазного выпрямителя соединены "Звездой". К фазам А, В, С трансформатора подключены диоды D_1, D_2, D_3 катоды которых присоединяют к нулевой точке.

Между нейтральной точкой трансформатора O и O_1 включена нагрузка R_n . Ток через каждый диод может проходить только тогда, когда потенциал на аноде выше потенциала на катоде. Это возможно в течении одной трети периода, тогда напряжение в данной фазе, выше напряжения в двух других

фазах. Так например, когда открыт диод D_1 , через него нагрузку R , течёт ток определяемый. В это время диоды D_2 и D_3 заперты.

Пример:

Для питания постоянным током потребителя мощностью $P=300$ Вт при напряжении $U=20$ В необходимо собрать схему однополупериодного выпрямителя, используя имеющиеся стандартные диоды типа Д 242 А.

Решение:

1. Выписываем из таблицы параметры диода: $I_{\text{доп}}=10$ А; $U_{\text{обр}}=100$ В.

2. Определяем ток потребителя из формул $P=UI$; $I = \frac{P}{U} = \frac{300}{20} = 15 \text{ А}$

3. Определяем напряжение, действующее на диод в не проводящий период; $U=3,14*20=63$ В.

4. Проверяем диод по параметрам $I_{\text{доп}}$ и $U_{\text{обр}}$. Для данной схемы диод

должен удовлетворять условиям $U_{\text{обр}} = \frac{63 \text{ В}}{I_{\text{доп}}} = 15 \text{ А}$. В данном случае второе условие не соблюдается, т.к. $10 \text{ А} < 15 \text{ А}$. Первое условие выполняется т.к. $100 \text{ В} > 63 \text{ В}$.

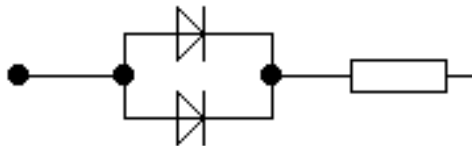


Рисунок 14.1- Схема выпрямителя

5. Составляем схему выпрямителя. Для того чтобы выполнить условие, надо два диода соединить параллельно, тогда $I_{\text{доп}}=2*10=20$ А; $20 > 15$ А.

Содержание отчета:

1. Название занятия
2. Цель занятия
3. Используемые материалы

4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Для каких целей используют выпрямители?
2. Привести принцип действия трехфазного выпрямителя.
3. Произвести расчет согласно полученных у преподавателя данных.
4. Рассказать методику расчета однополупериодного выпрямителя.

Практическое занятие №15

Тема: Расчёт электропитающей установки узла связи

Цель: Научиться рассчитывать полупроводниковые преобразователи напряжения

Оборудование и материалы: мультимедийный проектор, презентация в Power Point, раздаточный материал.

План практического занятия:

1. Изучить теоретический материал
2. Провести расчет электропитающей установки согласно полученных данных
3. Написать отчет о проведенной работе
4. Сделать выводы и защитить практическое занятие

Теоретическая часть:

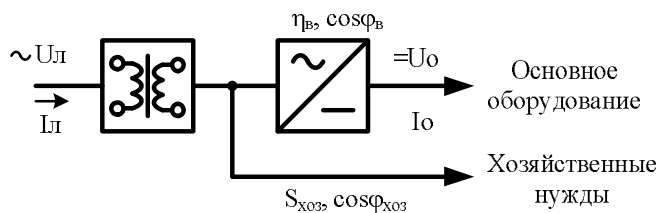


Рисунок 15.1 – Структурная схема ЭПУ

Пример:

1. *Определить* полную мощность трансформатора электропитающей установки и ток, потребляемый электропитающей установкой от сети для следующих исходных данных:

Напряжение питания основного оборудования $U_0 = 60\text{В}$, ток потребления от выпрямительного устройства $I_0 = 1500\text{А}$, к.п.д. выпрямителя $\eta_{\text{в}} = 0,87$, коэффициент мощности выпрямительного устройства $\cos \varphi_{\text{в}} = 0,75$;

Полная мощность хозяйственных нагрузок $S_{\text{хоз}} = 35\text{ Ква}$, $\cos \varphi_{\text{хоз}} = 0,75$.

Решение:

1. Полную мощность находим через активные мощности

$$P_0 = U_0 \cdot I_0 = 60 \cdot 1500 = 90(\text{кВт})$$

$$P_{2\text{ОСН}} = \frac{P_0}{\eta_B} = \frac{90}{0,87} = 103,44(\text{кВт})$$

$$S_{2\text{ОСН}} = \frac{P_{2\text{ОСН}}}{\cos \varphi_B} = \frac{103,44}{0,75} = 137,92(\text{кВА})$$

$$S_2 = S_{2\text{ОСН}} + S_{\text{ХОЗ}} = 137,92 + 35 = 172,92(\text{кВА}),$$

где S_2 - полная мощность трансформатора.

При использовании трехфазного трансформатора на каждую фазу приходится мощность, равная:

$$S_{1\phi} = \frac{S_2}{3} = \frac{172,92}{3} = 57,64(\text{кВА})$$

При соединении трансформатора "звездой" -

$$U_{\text{Л}} = \sqrt{3}U_{\phi} = 1,73 \cdot 220 = 380 \text{ В}, I_{\text{Л}} = I_{\phi}, S_{1\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi},$$

$$I_{\phi} = I_{\text{Л}} = \frac{57,64}{220} = 262(\text{А}).$$

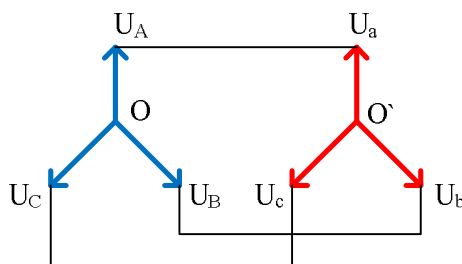


Рисунок 15.2 – Соединение трансформатора «звездой»

При соединении трансформатора "треугольником":

$$U_{\text{Л}} = U_{\phi} = 220 \text{ В}, I_{\text{Л}} = \sqrt{3} \cdot I_{\phi} = 1,73 \cdot 262 = 453,26(\text{А}),$$

$$S_2 = \sqrt{3} \cdot U_{\text{Л}} \cdot I_{\text{Л}}.$$

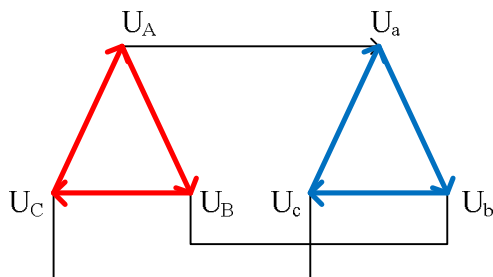


Рисунок 15.3 – Соединение трансформатора «треугольником»

Содержание отчета:

1. Название занятия
2. Цель занятия
3. Используемые материалы
4. Отчет о проведении занятия
5. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Объяснить структурную схему ЭПУ.
2. Привести формулы и принцип расчета полной мощности
3. Привести формулу расчета мощности каждой фазы
4. Привести формулы расчета мощности, тока и напряжения при соединении трансформатора «звездой».
5. Привести формулы расчета мощности, тока и напряжения при соединении трансформатора «треугольником».

Заключение

Методическое пособие для проведения практических занятий по МДК 01.01 Проектирование цифровых устройств специальности 09.02.01 Компьютерные системы и комплексы предназначено для самостоятельного выполнения практических работ в третьем семестре второго курса и содержит необходимый теоретический материал. Для правильного и окончательного проведения практических занятий необходимо руководствоваться не только теоретическим материалом, но так же, методическим пособием для проведения практических и лабораторных работ по предмету, содержащим правила составления отчета и контрольные вопросы, которые необходимо отразить в отчете. Сочетание двух методических пособий и курса лекций по предмету гарантируют хорошее усвоение предмета обучающимися.

Список использованной литературы

1. Исаев А.Н., Рабочая учебная программа модуля ПМ.01 Монтаж, ввод в действие и эксплуатация устройств транспортного радиоэлектронного оборудования, специальности 11.02.06 Техническая эксплуатация транспортного радиоэлектронного оборудования (по видам транспорта), Тихорецк, 2016.

2. Исаев А.Н., УМП по МДК 01.01 Теоретические основы монтажа, ввода в действие и эксплуатации устройств транспортного радиоэлектронного оборудования, специальности, Тихорецк, 2016

Internet-ресурсы

- <http://digteh.ru/digital>
- <http://cymp.ru>
- <http://digteh.ru/digital/PLA/>
- <http://prom-komplekt.com/content/funktsii-algebry-logiki>