

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет

вычислительной техники

Кафедра

«Вычислительная техника»

Направление подготовки: 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

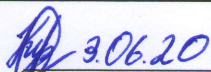
Профиль подготовки: «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
БАКАЛАВРА**

на тему

**СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ПОРТОВ АБОНЕНТСКОЙ ЛИНИИ ДЛЯ
УЧРЕЖДЕНЧЕСКОЙ ЦИФРОВОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ
ТЕЛЕФОННОЙ СТАНЦИИ**

Студент


(подпись, дата)

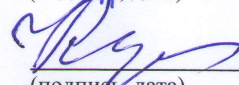
Кузнецов Александр Вячеславович
(ФИО полностью)

Руководитель


(подпись, дата)

03.06.20 Н.С. Карамышева
(фамилия, инициалы)

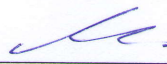
Нормоконтролёр


(подпись, дата)

А.В. Кучин
(фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол зас. кафедры от 03.06.2020 г. № 12)

Заведующий кафедрой


(подпись)

М.А. Митрохин
(фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой отлично
11.06.2020 № 7)

(протокол заседания ГЭК от

Секретарь ГЭК


(подпись)

Е.И. Гурин
(фамилия, инициалы)

Пенза 2020

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет
вычислительной техники

Кафедра
«Вычислительная техника»

«Утверждаю»
Заведующий кафедрой
 М.А. Митрохин
«30» апреля 2020г.

**ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ
КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРА**

1. Студент Кузнецов Александр Вячеславович гр. 16ВВ1 факультета вычислительной техники

2. Тема работы: «Средства защиты портов абонентской линии для учрежденческой Цифровой Автоматической Телефонной Станции (УЦАТС)».

Тема утверждена приказом ПГУ № 0335а/о от "30" апреля 2020 г.

3. Руководитель выпускной квалификационной работы бакалавра Карамышева Н.С., к.т.н., доцент кафедры ВТ.

4. Задание на работу (назначение разработки, исходные данные и т.п.)

Средства защиты портов учрежденческой автоматической телефонной станции должны предотвращать негативное воздействие деструктивных факторов, в частности: повышенного тока, напряжения, удара молнии.

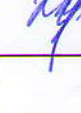
Провести симуляции в программе LT spice, для проверки работоспособности средств защиты.

Написать программу тестирования работоспособности порта FXS.

5. Перечень подлежащих разработке вопросов

Требуется провести анализ деструктивных факторов, воздействующих на абонентскую линию, рассмотреть существующие решения средств защиты, разработать принципиальную и структурную схемы, осуществить выбор элементной базы, провести симуляции в программе LT Spice, разработать программное обеспечение (тестирование работоспособности порта FXS).

6. Календарный график выполнения работы

№ п/п	Наименование этапов работы	Объем работы	Срок выполнения	Подпись руководителя
1	Анализ деструктивных факторов	20	30.04.2020-03.05.2020	
2	Анализ существующих решений	7	04.05.2020-06.05.2020	
3	Разработка принципиальной схемы	2	07.05.2020-10.05.2020	
4	Разработка структурной схемы	1	11.05.2020-13.05.2020	
5	Выбор компонентов для реализации принципиальной схемы	3	14.05.2020-17.05.2020	
6	Моделирование в программе LT Spice	5	18.05.2020-21.05.2020	
7	Разработка программного обеспечения	10	22.05.2020-26.05.2020	
8	Оформление выпускной работы	20	27.05.2020-29.05.2020	

Дата выдачи задания "30" апреля 2020г.

Руководитель бакалаврской работы  30.04.20. Карамышева Н.С.
(подпись, дата)

Задание к исполнению принял студент  30.04.20 Кузнецов А.В.
(подпись, дата)

Работу к защите допустить
Декан факультета  Фионова Л.Р.
(подпись, дата)

Реферат

Выпускная квалификационная работа бакалавра содержит: 75 листов, 33 рисунка, 19 таблиц, 5 приложений.

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ПОРТОВ, АБОНЕНТСКАЯ ЛИНИЯ, УЧРЕЖДЕНЧЕСКАЯ ЦИФРОВАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ ТЕЛЕФОННАЯ СТАНЦИЯ, ПОРТ FXS.

Целью ВКР является:

- анализ методов защиты портов, существующих ЦАТС.
- разработка защиты портов абонентских линий для специальной УЦАТС, с учетом условий применения, возможных факторов воздействия.

Объектом разработки является защита портов Учрежденческой цифровой автоматической телефонной станции, предотвращающая воздействие деструктивных факторов на абонентскую линию.

В результате проведенной работы, были рассмотрены возможные деструктивные факторы, разработана схема защиты по току и напряжению, проведена симуляция работоспособности схемы в симуляторе LTspice, и написана программа тестирования работоспособности порта FXS.

Перечень принятых сокращений

FXS (Foreign eXchange Subscriber) – голосовой интерфейс или порт, эмулирующий расширение интерфейса АТС;

PPTC (Polymeric positive temperature coefficient device) – полимерное устройство с положительным температурным коэффициентом сопротивления;

ВАХ – вольтамперная характеристика;

ВВФ – внешние воздействующие факторы;

ВКР – выпускная квалификационная работа.

ВЛС – воздушная линия связи;

ГОСТ – государственный общесоюзный стандарт

ИР – искровой разрядник;

ИРП – промышленные радио помехи;

КЛС – кабельная линия связи;

МУФ – модуль управления функционирования;

ОАТУ – оконечные абонентские телефонные устройства

ОИТ – оборудование информационных технологий;

ПЭВМ – персональная электронно вычислительная машина;

ТА – телефонный аппарат;

УЗИП – устройство защиты от импульсного перенапряжения;

УЗО – устройство защитного отключения;

УЦАТС – учрежденческая цифровая автоматическая телефонная станция.

Содержание

Введение.....	9
Актуальность.....	10
1. Анализ предметной области.....	11
1.1 Характеристика области и условий применения.....	11
1.2 Воздействие Повышенного тока.....	12
1.3 Воздействие повышенного напряжения (Перенапряжение).....	14
1.5 Воздействие грозовых разрядов.....	18
1.6 Информационная атака.....	20
1.7 Воздействие промышленных радиопомех.....	21
1.8 Воздействие на человека.....	24
1.9 Воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды.....	25
1.10 Организация защиты существующих УЦАТС	30
1.10.1 УЦАТС Агат.....	30
1.10.2 УЦАТС Протей.....	33
1.10.3 УЦАТС DX500.....	34
1.10.4 Сравнение характеристик УЦАТС.....	36
1.11 Вывод.....	37
2. Реализация.....	38
2.1 Технические характеристики разработанной УЦАТС.....	38
2.2 Структурная схема защиты по току и напряжению порта FXS разработанной УЦАТС.....	39
2.3 Фрагмент принципиальной схемы защиты по току и напряжению порта FXS разработанной УЦАТС.....	39
2.4 Реализация защиты по току.....	40
2.5 Реализация защиты по напряжению	40

2.6 Вывод.....	41
3. Моделирование работоспособности защиты портов абонентских линий(FXS).....	42
3.1 Моделирование системы защиты в программе LTSpice.....	42
3.1.1.Имитация порта FXS модуля SLIC.....	42
3.1.2. Блок защиты.....	43
3.1.3. Имитация абонентской линии с с источником помех.....	43
3.1.4Имитация Телефонного аппарата(ТА).....	44
3.2. Моделирование работоспособности блока защиты и канала FXS в режиме ожидания.....	44
3.2.1 Симуляция работы УЦАТС без воздействия деструктивных факторов.....	44
3.2.2 Симуляция работы УЦАТС с повышенным напряжением.....	45
3.3. Моделирование работоспособности блока защиты и канала FXS в режиме вызова.....	45
3.3.1 Вызов абонента без воздействия деструктивных факторов.....	45
3.3.2 Симуляция работы УЦАТС при вызове с повышенным напряжением.....	46
3.4 Срабатывание блока защиты при ударе молнии.....	46
3.5 Программа тестирования работоспособности порта FXS.....	47
3.6 Вывод.....	48
4. Охрана труда.....	49
4.1 Анализ негативных факторов, воздействующих на оператора ПЭВМ и способы их устранения.....	49
4.2 Психофизический фактор.....	49
4.3 Оборудование рабочих мест с ПЭВМ.....	50
4.4 Электробезопасность.....	52

4.5 Освещенность рабочего места.....	53
6. Заключение.....	54
Список использованных источников.....	55
Приложение А.....	56
Приложение Б.....	58
Приложение В.....	59
Приложение Г.....	61
Приложение Д.....	66

Введение

Учрежденческая цифровая автоматическая телефонная станция - устройство, обеспечивающая автоматическое поддержание телефонной связи между абонентами, пользующимися для этого специальными оконечными устройствами, как правило, телефонными аппаратами. В цифровых автоматических телефонных станциях реализуется обработка цифровых сигналов управления и речи, поступающих по интерфейсам E1 или Ethernet, а также аналоговых сигналов от ТА, подключенных по обычным двухпроводным линиям к портам УЦАТС (так называемые «Foreign eXchange Subscriber», или FXS).

Для УЦАТС характерны проблемы надёжности функционирования, обусловленные сложностью УЦАТС, подверженностью их различным внешним воздействиям естественного и искусственного происхождения.

В рамках выпускной квалификационной работы рассматриваются вопросы защиты портов абонентских линий УЦАТС.

Цель работы: проанализировать основные методы защиты портов, существующих ЦАТС, разработать защиту портов абонентских линий для специальной УЦАТС с учетом условий применения возможных факторов воздействия.

Задачи работы:

- обзор основных элементов защиты и требований к ним согласно ГОСТ;
- классификация основных деструктивных факторов воздействия на порт абонентской линии;
- анализ возможных вариантов построения защиты;
- разработка структурных и принципиальных схем защиты портов абонентской линии УЦАТС;
- разработка программ тестирования портов абонентских линий УЦАТС.

Актуальность

Работа любого предприятия требует слаженных действий работников, постоянного умелого управления руководителями над подчинёнными. Использование УЦАТС, позволяет предприятию оперативно решать возникающие задачи, благодаря обеспечению устойчивой связи, а также оптимизировать взаимодействие с телефонной сетью общего пользования.

Для обеспечения бесперебойной связи важно обеспечить устойчивую работу УЦАТС. К абонентским портам УЦАТС подключаются длинные линии связи, расположенные в здании, на них возможно воздействие различных деструктивных факторов (короткие замыкания абонентских линий, попадания высокого напряжения на абонентские линии и др.) Территориально распределенные организации, располагающиеся в нескольких зданиях, могут использовать абонентские линии, подключенные к одной УЦАТС для соединения абонентов, вследствие этого добавляются дополнительные деструктивные внешние воздействия (например, удар молнии в абонентскую линию) Все эти факторы могут привести к нарушению корректной работы УЦАТС. Поэтому, достаточно актуальной является правильная реализация защиты портов абонентских линий.

1. Анализ предметной области

1.1 Характеристика области и условий применения

УЦАТС предназначена для обеспечения автоматического соединения (без участия оператора или телефонисток) и поддержания телефонной связи между абонентами этой УЦАТС, использующие специальное конечное оборудование- телефонные аппараты (аналоговые телефоны, IP телефоны, и т.д.), факсы.

Учрежденческие ЦАТС, в отличие от ЦАТС крупных провайдеров телефонных сетей, размещаются и применяются только внутри одной организации. Это позволяет абонентам использовать короткие номера для связи.

Абонентская линия - два или более проводника, предназначенная для подключения аналогового ТА к порту FXS УЦАТС.

Порт FXS (Стык СТф-2) - обеспечивает расширение интерфейса АТС, для подключения обычного аналогового телефона. Согласно ОСТ 45.54-95 «Стыки оконечных телефонных станций. Характеристики и параметры электрических цепей и сигналов на стыках» Рассмотрим параметры системы питания оконечных абонентских телефонных устройств в таблице 1

Таблица 1 — параметры системы питания ОАТУ

Параметры системы питания	Значение
напряжение постоянного тока при разомкнутом шлейфе АЛ, В	от 44 до 72;
ток питания в шлейфе АЛ в режиме разговора, мА	от 18 до 70

Параметры сигналов набора номера в декадном коде, принимаемых УЦАТС, предоставлены в таблице 2

Таблица 2 — параметры сигналов набора номера в декадном коде

Параметр	Значение
скорость передачи импульсов, имп/с	от 7,5 до 12,5
импульсный коэффициент	от 1,3 до 1,9
длительность межсерийной паузы, мс, не менее	400

Рассмотрим деструктивные факторы в таблице 3, действующие на абонентскую линию и на порт FXS.

Таблица 3 — деструктивные факторы

Раздел	Наименование
1.2	Воздействие повышенного тока
1.3	Воздействие повышенного напряжения (перенапряжение)
1.5	Воздействие грозовых разрядов
1.6	Информационная атака
1.7	Воздействие промышленных радиопомех
1.8	Воздействие на человека
1.9	Воздействие окружающей среды

1.2 Воздействие Повышенного тока

Номинальный ток в абонентской линии составляет 20мА согласно ГОСТ45.54-95.

Повышенный ток (сверхток) в абонентской линии - один из деструктивных факторов, из-за которых УЦАТС может полностью выйти из строя. Основные факторы возникновения повышенных токов:

- замыкание линии;
- зависимость от паразитных силовых линий, которые приводят к повышению тока через АТС.

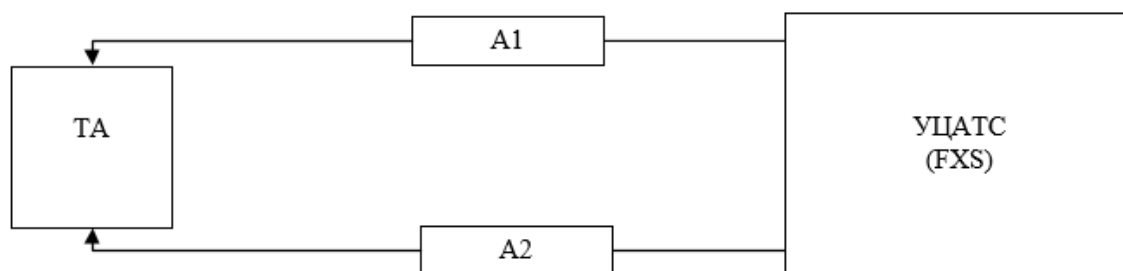


Рисунок 1 — Схема защиты по току

На рисунке 1 изображена схема защиты по току, в которой А1, А2 самовосстанавливающиеся предохранители, ТА-телефонный аппарат, УЦАТС(FXS) - Учрежденческая цифровая автоматическая телефонная станция.

Наиболее распространенной и стандартной защитой электронных устройств от возникновения аварийных ситуаций вызванных повышением тока являются предохранители. Для повышения живучести портов FXS УЦАТС, как правило, применяют самовосстанавливающиеся предохранители. Самовосстанавливающиеся предохранители - это устройства, ограничивающие ток в цепи, но в отличие от обычных плавких вставок, не утрачивают работоспособность после срабатывания. Под самовосстанавливающимися предохранителями подразумевается PPTC-термисторы - полимерные устройства с положительным температурным коэффициентом сопротивления. Несмотря на то, что существует несколько мировых лидеров в создании элементов защиты электрических цепей, к примеру: Littelfus, Fuzetec Technology, Bourns. Все PPTC имеют одинаковый принцип работы и схожую структуру.



Рисунок 2 — Структура PPTC

PPTC состоит из полимерного материала, к примеру полиэтилен. При низких температурах полимер имеет кристаллическую структуру, между отдельными кристаллическими участками имеется незаполненные пространства, при изготовлении PPTC эти пространства заполняют графитом. Графитовые каналы в не разогретом состоянии являются проводниками с низким собственным сопротивлением.

При разогреве выше определенной температуры, молекулы полимера получают дополнительную энергию, и кристаллическая структура начинает трансформироваться в аморфную и вытиснять графит, в результате

графитовые каналы разрываются, сопротивление резко увеличивается, а РРТС переходит в непроводящее состояние.

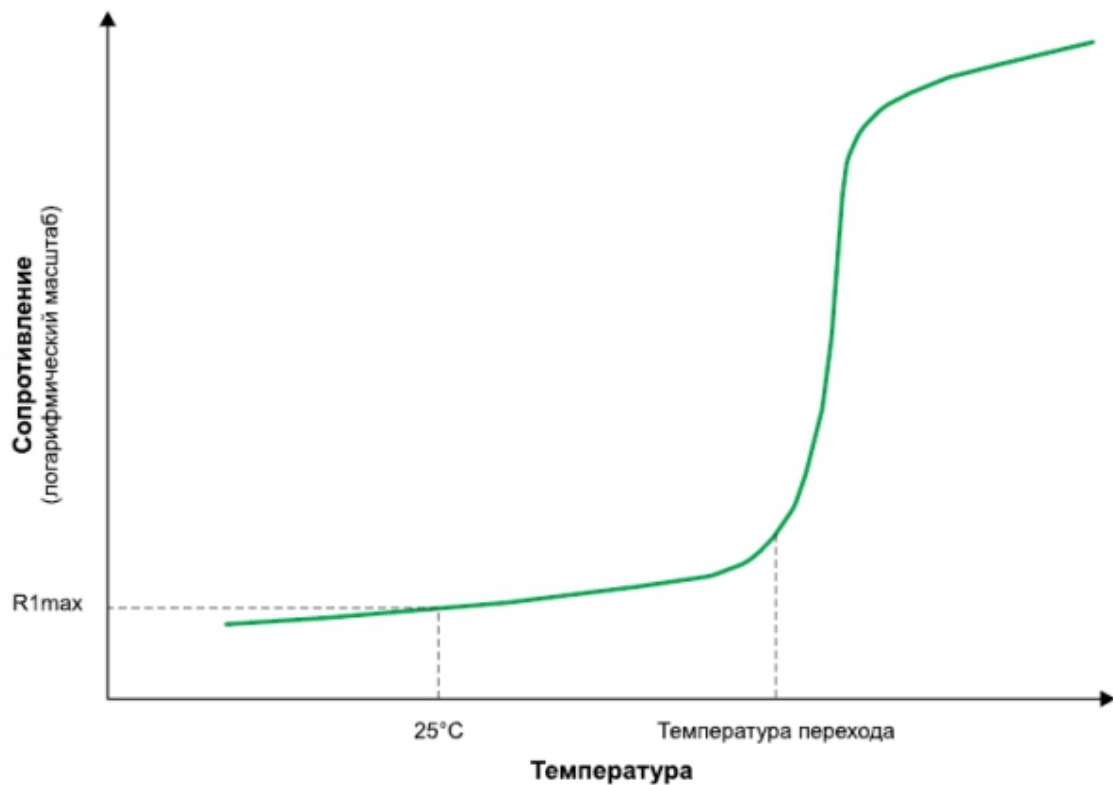


Рисунок 3 — Зависимость сопротивления РРТС от температуры

Самовосстанавливающиеся предохранители используются в необслуживаемых устройствах с возможностью возникновения многократных перегрузок по току, где замена плавкой вставки является проблематичной задачей.

1.3 Воздействие повышенного напряжения (Перенапряжение)

В УЦАТС питание линии обеспечивает порт FXS, при этом номинальное питание линии составляет 40-60В по ГОСТ45.54-95. При вызове абонента напряжение в линии поднимается до 100-110В согласно ГОСТ45.54-95.

Но при возникновении неисправностей абонентской линии и соответственно на порту FXS возможно возникновение перенапряжения.

Перенапряжение - это увеличение напряжённости электрического поля в линии электропередачи, достигающей величины, опасной для изоляции, УЦАТС, а также для человека, находящегося в непосредственной близости.

Причины перенапряжения:

- Прямое замыкание - соединение двух точек электрической цепи с различными значениями потенциалами, не предусмотренные конструкцией устройства и нарушающие его нормальную работу;
- электромагнитные помехи - воздействие электрических, магнитных или электромагнитных полей, электрических токов или напряжений внешнего, или внутреннего источника, которое нарушает нормальную работу устройства;
- природного происхождения (попадание молнии).

Для защиты абонентской линии по перенапряжению, чаще всего используются элементы защиты, построенные на полупроводниковой структуре с динисторным эффектом - неуправляемые тиристоры (динисторы).

Динистор - силовой электронный не управляемый ключ. Принцип работы заключается в том, что при включении динистор не пропускает ток, пока напряжение на его выходах не достигнет определенного значения. Значение величины напряжения невозможно изменить, в связи с тем, что динистор в отличие от тиристора не имеет третьего, управляющего, вывода. Для понимания принципа работы динистора рассмотрим вольтамперную характеристику (ВАХ) на рисунке 4

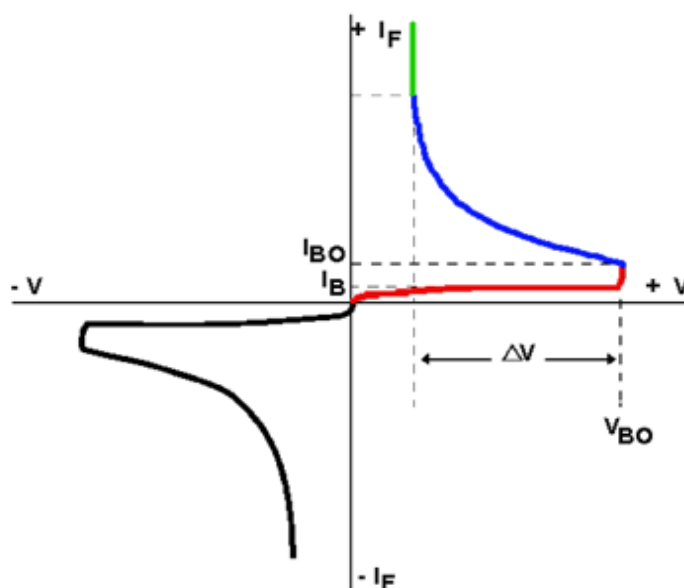


Рисунок 4 — ВАХ динистора

На рисунке 4 красный участок на графике демонстрирует закрытое состояние, напряжение меньше напряжения включения(VBO). Синий участок показывает момент открытия динистора по достижении напряжения, большего VBO, при этом через него начинает протекать ток. Зеленый участок показывает открытое состояние динистора, при этом ток ограничен только максимальным током динистора. Для перехода динистора в закрытое состояние, необходимо уменьшить протекающий через него ток, до значения меньше тока удержания.

Динистор имеет четырехслойную p-n-p-n-структуру, содержащий 3 последовательных перехода p-n(П1,П2,П3) с двумя выводами:

- к внешнему p-слою называется анодом,

- к внешнему n-слою - катодом



Рисунок 5 — Структура динистора

Рассмотрим возможное применение динисторов на электрических схемах.

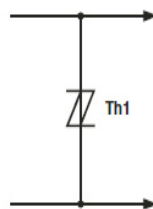


Рисунок 6 — Динистор для защиты схемы без заземления

На рисунке 6 изображен динистор Th1 ограничивает максимальное напряжение между двумя проводниками до напряжения включения. Эта конфигурация обычно используется для защиты схемы без заземления, такие как модемы

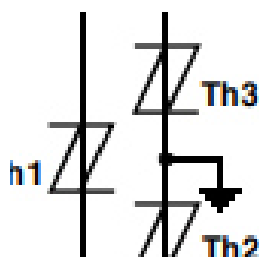


Рисунок 7 — Для защиты схемы с заземления

На рисунке 7 изображены защитные устройства Th2 и Th3 ограничивают максимальное напряжение между каждым проводником и заземлением до напряжения включения индивидуальной защиты. Динистор Th1 ограничивает максимальное напряжение между двумя проводниками до его значения напряжения включения. Если в защищаемом оборудовании все уязвимые компоненты подключены между проводниками и землей, динистор Th1 не требуется.

1.4 Схема защиты от повышенного тока и напряжения

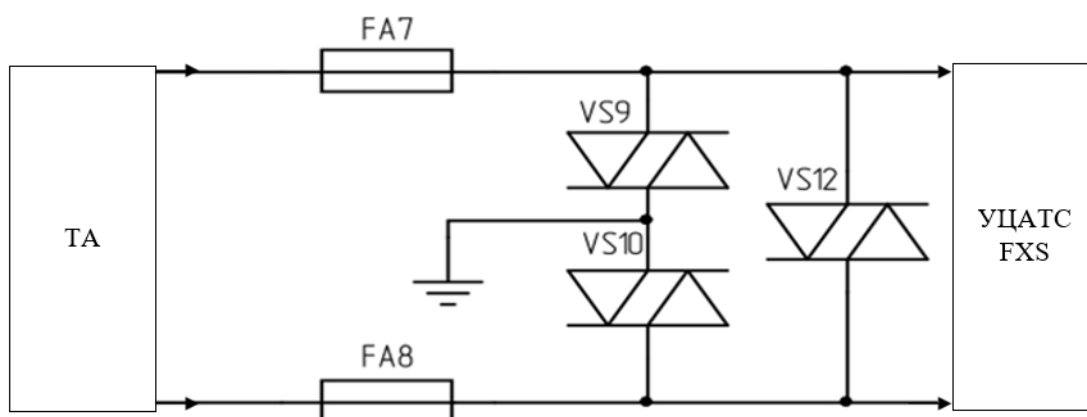


Рисунок 8 — Схема защиты от повышенного тока и напряжения

На рисунке 8 мы видим телефонный аппарат, абонентскую линию с системой защиты, которая реализована на самовосстанавливающихся предохранителях (FA7, FA8) и тиристорах (VS9, VS10, VS12) и подключение абонентской линии в порт FXS микросхемы SLIC УЦАТС.

1.5 Воздействие грозовых разрядов

В связи с тем, что абоненты УЦАТС могут располагаться в разных зданиях, абонентские линии могут проводиться по воздушной линии связи и кабельной линией связи. При попадании молнии в абонентскую линию, в линии происходит скачек повышения напряжения. Для защиты абонентских линий от скачка напряжения вызванного ударом молнии, необходимо использовать УЗИП, а также УЗО.

В состав УЗИП, как правило, входит комбинация, по меньшей мере, одного варистора и искрового разрядника. Варистор - это разновидность резистора, который способен менять сопротивление по нелинейному закону при изменении напряжения. Рассмотрим вольтамперную характеристику (ВАХ) варистора на рисунке 9.

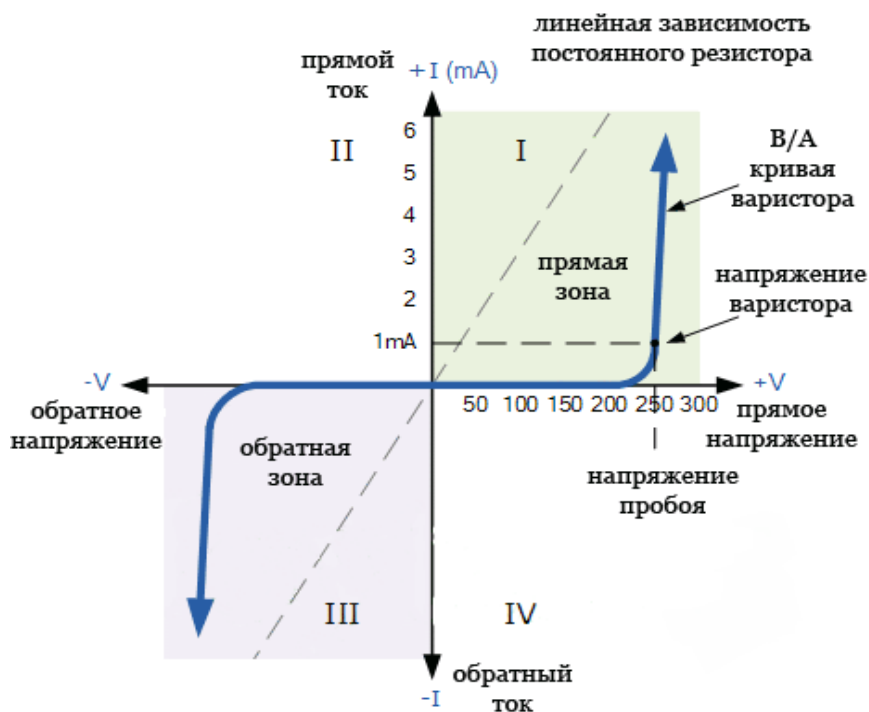


Рисунок 9 — ВАХ варистора

В штатном режиме работы, когда напряжение в сети не превышает допустимого значения, сопротивление варистора не позволяет электроток

протекать через защитное устройство. В случае удара молнии, вследствие которого происходит скачкообразный подъем напряжения, сопротивление варистора многократно падает, в результате через УЗИП начинает протекать ток к заземляющему проводнику, из-за чего происходит короткое замыкание, приводящее к срабатыванию УЗО, в нашем случае тиристоров.

Так же при подключении абонентской линии по ВЛС, возможно использование искровых разрядников. Искровой разрядник - без накального газоразрядного прибора, резко изменяющий свою электропроводность при возникновении электрического разряда (искры) между электродами под действием приложенного электрического напряжения. Конструктивно, искровые разрядники представляют собой стеклянный или металлокерамический баллон, с двумя и более электродами, наполненный газом, для наполнения искровых разрядников используют инертные газы: водород, кислород, азот. Расстояние между электродами, определяется напряжением срабатывания, или пробоя разрядника. Один электрод заземляется, второй имеет прямое электрическое подключение к защищаемой линии. При пробое, в трубке возникает интенсивная газогенерация, и через выхлопное отверстие образуется продольное дутье, достаточное для гашения дуги. Рассмотрим пример использования искровых разрядников на рисунке 10:

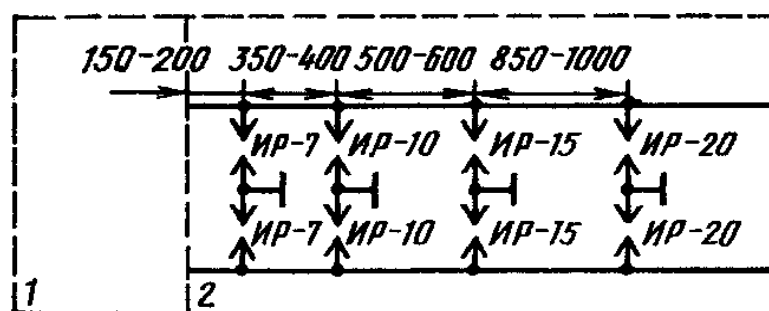


Рисунок 10 — пример использования искровых разрядников:
1 - УЦАТС; 2 - воздушная линия связи

На подходах воздушных линий к учрежденческим автоматическим телефонным станциям, установлены искровые разрядники типов ИР-7, ИР-10, ИР-15, ИР-20 (каскадная защита) по ГОСТ 5238-81, на проводах из цветного металла.

1.6 Информационная атака

Информация - это один из самых ценных и важных активов любого предприятия и должна быть надежно защищена. В связи с развитием информационных технологий появляются различные угрозы для УЦАТС. Такие как:

- угроза атаки через АРМ-администратора;
- угроза несанкционированного входа в АРМ-администратора;
- угроза модификации системного или программного обеспечения администрирования узла связи;
- угроза заражения файлов компьютерными вирусами;
- угроза прослушивания и модификации трафика;
- угроза модификации аппаратной части АРМ, АТС и линейной аппаратуры (вставка постороннего устройства);
- угроза отказа в обслуживании;
- угроза атаки через систему удаленного программирования и диагностики;
- угроза атаки через систему сигнализации и управления;
- угроза атаки наведенным сигналом;
- угроза атаки по абонентским линиям;
- угроза атаки через сеть электропитания;
- угроза атаки через системы тарификации и записи переговоров.
- Для предотвращения угроз возможны три метода защиты:
- радикальный метод защиты предполагает полную замену импортного фирменного ПО на собственные разработки на основе защищенной операционной системы;
- консервативный метод заключается в исследовании фирменного ПО на предмет недокументированных возможностей (закладок) и устранение их;

- прагматический метод является комбинацией указанных выше методов и состоит в разработке защищающей оболочки (shell) для фирменного ПО.

1.7 Воздействие промышленных радиопомех

Оборудование информационных технологий подразделяются на 2 категории (Класс А и класс Б).

ОИТ класса Б - предназначено для применения, в бытовой обстановке которое включает в себя:

- переносное оборудование с питанием от встроенных батарей;
- оконечное оборудование связи, получающее электропитание от сети связи;
- персональные компьютеры и вспомогательное оборудование, подключаемое к ним.

ОИТ класса А - оборудование, не относящееся к классу Б, при использовании в бытовой обстановке, возможно нарушение функционирования других технических средств в результате создания промышленных радиопомех.

УЦАТС относится к Б классу, в связи с тем, что оконечное оборудование (телефонные аппараты) получает питание по сети связи, возможно подключение персонального компьютера или же вспомогательного оборудования, а также не имеет возможности нарушения функционирования других технических средств, из-за промышленных радиопомех (ИРП).

ИРП бывают 2 типов:

- Кондуктивное ИРП;
- Внешние - напряженности поля ИРП.

Информационное оборудование должно соответствовать нормам промышленных радиопомех (ИРП).

Все нормы УЦАТС по ИРП прописаны и предоставлены в ГОСТ 30805.22-2013 (CISPR 22 2006) «Совместимость технических средств

электромагнитная. Оборудование информационных технологий. Радиопомехи промышленные. Нормы и методы измерений» [10].

Под кондуктивным напряжением подразумевается, нормы общего несимметричного напряжения ИРП или нормы общего несимметричного тока ИРП.

Измерение кондуктивных ИРП производится, при использовании измерителей ИРП с детектором средних значений и квазипиковым детектором соответственно и проведении измерений в соответствии с методами, установленными в разделе 9 ГОСТ 30805.22-2013, а именно оба детектора могут применяться в одном измерителе ИРП; измерения могут проводиться с использованием квазипикового детектора либо детектора средних значений. При этом рекомендуется проводить измерения кондуктивных ИРП в экранированном помещении.

Для уменьшения времени испытаний вместо измерителя ИРП с детектором средних значений или квазипиковым детектором допускается применять измеритель ИРП с пиковым детектором. В спорных случаях при испытаниях ОИТ на соответствие нормам для квазипиковых значений отдают предпочтение измерителю ИРП с квазипиковым детектором, а при испытаниях на соответствие нормам для средних значений - измерителю ИРП с детектором средних значений.

Нормы общего несимметричного напряжения и общего несимметричного тока ИРП на портах связи, предоставлены в таблице 4, согласно ГОСТ 30805.22-2013.

Таблица 4 — Нормы общего несимметричного напряжения и общего несимметричного тока ИРП на портах связи ОИТ класса Б

Полоса частот, МГц	Напряжение U_n , дБ (мкВ)		Сила тока /л, дБ (мкА)	
	Квазипиковое значение	Среднее значение	Квазипиковое значение	Среднее значение
0,15-0,5	84-74	74-64	40-30	30-20
0,5-30	74	64	30	20
Примечания 1 В полосе частот от 0,15 до 0,5 МГц норма линейно уменьшается в зависимости от логарифма частоты. В указанной полосе частот допустимые значения напряжения вычисляются по формулам: $U_n = 97 - 19,1 \lg f/0,15$. Для квазипиковых значений и $U_n - 84$ -				

19,1 lg $f/0,15$ для средних значений; допустимые значения силы тока ИРП вычисляют по формулам: $1Л= 53 - 19,1 \lg f/0,15$ для квазипиковых значений и $1Л= 40 - 19,1 \lg f/0,15$ для средних значений.

2 Нормы напряжения и силы тока ИРП установлены применительно к использованию эквивалента полного сопротивления сети (ЭПСС), который представляет общее несимметричное сопротивление для испытываемого порта связи, модуль которого равен 150 Ом (коэффициент преобразования $20 \lg 150/1 = 44$ дБ).

Внешние ИРП измеряется на измерительном расстоянии R в соответствии с методами, установленными в разделе 10 ГОСТ 30805.22-2013, а именно: измерения в полосе частот от 30 до 1000 МГц проводят измерителем ИРП с квазипиковым детектором. Для уменьшения времени испытаний вместо измерителя ИРП с квазипиковым детектором допускается применять измеритель ИРП с пиковым детектором. В спорных случаях преимуществом обладают результаты измерений квазипиковых значений ИРП. При этом, если измеритель ИРП отмечает изменения показаний, близких к норме, эти показания наблюдают в течение не менее 15 с на каждой частоте измерений и регистрируют наиболее высокие показания.

Максимальную частоту измерений согласно требованиям, максимальной частоте измерений ГОСТ 30805.22-2013:

- если наивысшая частота внутреннего источника излучений ОИТ не более 108 МГц, измерения проводят на частотах не более 1 ГГц;
- если наивысшая частота внутреннего источника излучений ОИТ более 108 МГц, но не более 500 МГц, измерения проводят на частотах не более 2 ГГц;
- если наивысшая частота внутреннего источника излучений ОИТ более 500 МГц, но не более 1 ГГц, измерения проводят на частотах не более 5 ГГц;
- если наивысшая частота внутреннего источника излучений ОИТ более 1 ГГц, измерения проводят на частотах, не превышающих меньшего из следующих двух значений:
 - а) пятой гармоники наивысшей частоты внутреннего источника излучений ОИТ;

б) 6 ГГц.

Нормы напряженности поля ИРП представлены в таблицах 5,6 согласно ГОСТ 30805.22-2013.

Таблица 5 — Нормы напряженности поля ИРП от ОИТ при измерительном расстоянии 10 м

Полоса частот, МГц	Напряженность поля, дБ(мкВ/м)
30-230	30
230-1000	37
Примечание 1 На граничной частоте нормой является меньшее значение напряженности поля ИРП. 2 При измерениях в условиях внешних помех может потребоваться проведение дополнительных мероприятий	

Таблица 6 — Нормы напряженности поля ИРП от ОИТ при измерительном расстоянии 3

Полоса частот, ГГц	Напряженность поля, дБ (ькВ/м)	
	Среднее значение	Пиковое значение
1-3	50	70
3-6	54	74
Примечание - На граничной частоте нормой является меньшее значение напряженности поля ИРП		

1.8 Воздействие на человека

Кроме-того необходимо обеспечить безопасность человека, работающего с оконечной аппаратурой УЦАТС согласно ГОСТ ИЕС 62368-1-2014 от негативных воздействий:

- воздействие электрического тока;
- химическое воздействие;
- механическое воздействие;
- тепловое воздействие (ожоги).

В связи с тем, что химическое воздействие, механическое воздействие, тепловое воздействие (ожоги) не актуальны для оконечного оборудования, абонентских линий, рассмотрим подробнее воздействие электрического тока.

В зависимости от величины, продолжительности воздействия, формы волны и частоты тока его воздействия на человеческое тело варьируется от неощутимого то травматического.

Передача электрической энергии происходит только при наличии двух электрических контактов с телом:

- одного электрического контакта между частью тела и проводящей частью оборудования;
- второго контакта между другой частью тела и землей или другой проводящей частью оборудования.

Возможные решения:

- Изоляция контактов, а также источника энергии;
- использование дополнительной защиты (проводящая перегородка с защитным заземлением);
- допускать к работе только обученных лиц, прошедших технику безопасности;
- использовать диэлектрические средства индивидуальной защиты.

1.9 Воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды

Требования к безопасности защитных оболочек подразумевают под собой, стандарт безопасности, обеспечиваемый устойчивостью технических изделий к проникновению твердых предметов и воды при эксплуатации. Стандарт безопасности предоставлен в ГОСТ 14254-2015 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)» [11], и включает в себя части стойкости оболочек и оборудования в целом к климатическим, механическим внешним воздействующим факторам (ВВФ) и специальным средам. ГОСТ 14254-2015, является модифицированным по отношению к международному стандарту МЭК 60529:2013.

Защитная оболочка подразумевает под собой часть, обеспечивающая защиту оборудования от некоторых внешних воздействий и защиту по всем направлениям от прямых контактов.

Защитная оболочка имеет степень защиты и классифицируется по коду IP.

Степень защиты - способ защиты, обеспечиваемый оболочкой от доступа к опасным частям, попадания внешних твердых предметов и (или) воды и проверяемый стандартными методами испытаний.

Код IP- Система кодификации, применяемая для обозначения степеней защиты, обеспечиваемых оболочкой, от доступа к опасным частям, попадания внешних твердых предметов, воды, а также для предоставления дополнительной информации, связанной с такой защитой.

Опасная часть- часть оборудования, приближаться либо прикасаться к которой опасно, обладающая признаками опасного производственного фактора.

Структура кода IP приведена в рисунке 11

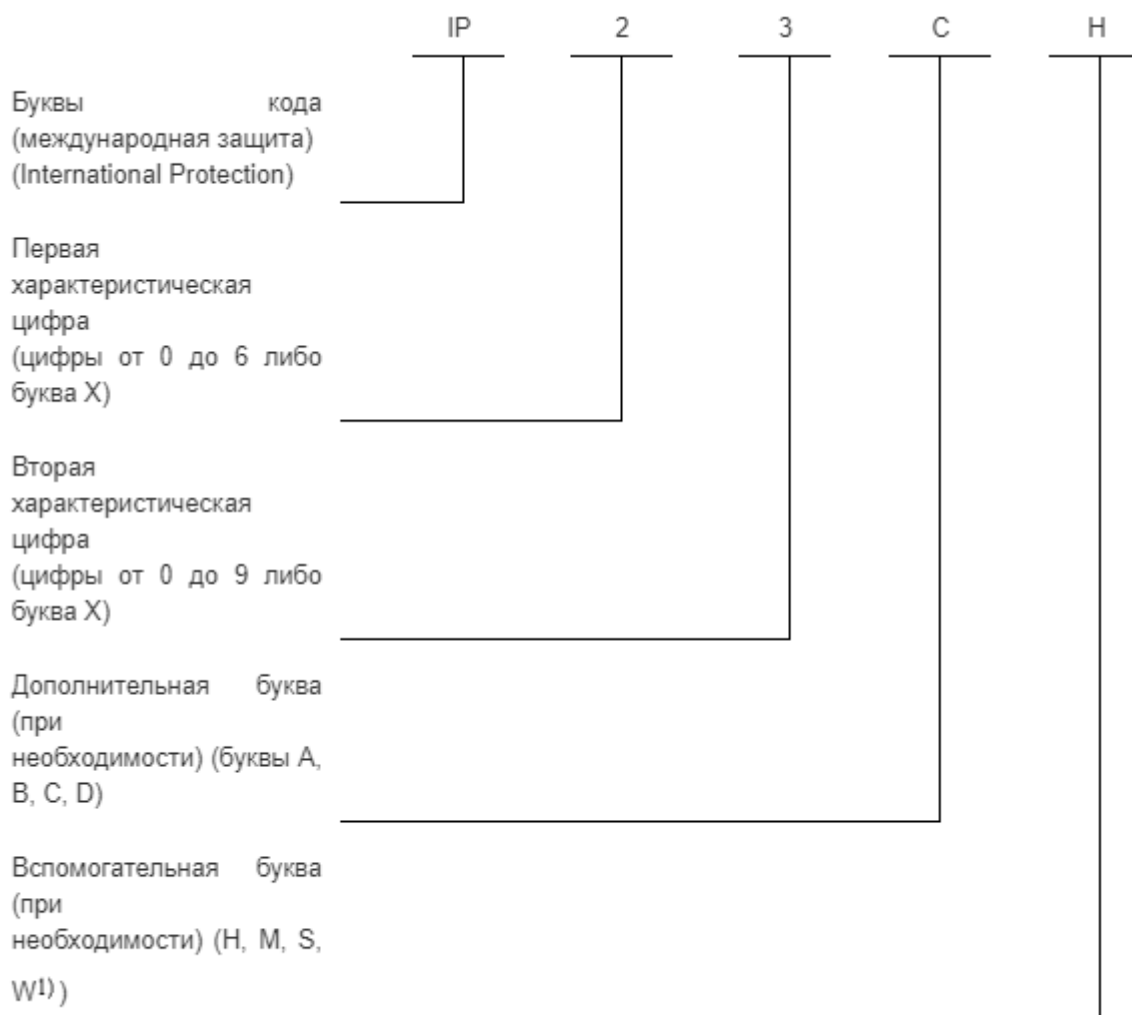


Рисунок 11 — Структура кода IP

В структуру кода IP входит:

- 1 цифра- защита от проникновения посторонних предметов;

- 2 цифра- защита от проникновения воды;
- дополнительная буква- степень защиты людей от доступа к опасным частям. Указывается только если действительная степень защиты выше указанной 1 цифры, обозначена только защита от вредного воздействия воды, а первая характеристическая цифра заменена символом «Х»;
- вспомогательная буква- «Н» обозначает высоковольтное электрооборудование, М» и «S» обозначают соответствие степени защиты от вредных воздействий, связанных с проникновением воды, находясь в движении.

Код IP и степень защиты определяется испытаниями согласно ГОСТ 14254-2015.

Для УЦАТС испытания проводятся по таким параметрам, как:

- Защита от доступа к опасным частям, защита от внешних твердых предметов;
- степени защиты от проникновения воды.

Каждый из этих параметров имеет критерии оценивания, в ГОСТ 14254-2015.

Критерии первой цифры кода IP (защиты от доступа к опасным частям) приведены в таблице 7.

Таблица 7 — критерии оценивания защиты от доступа к опасным частям

Уровень	Защита от посторонних предметов, имеющих диаметр	Описание
0	-	Защита отсутствует
1	≥ 50 мм	Большие поверхности тела, нет защиты от сознательного контакта
2	$\geq 12,5$ мм	Пальцы и подобные объекты
3	$\geq 2,5$ мм	Инструменты, кабели и т. п.
4	≥ 1 мм	Большинство проводов, болты и т. п.
5	Пылезащищённое	Некоторое количество пыли может проникать внутрь, однако это не

		нарушает работу устройства.
6	Пыленепроницаемое	Пыль не может попасть в устройство

Критерии оценивания степени защиты от проникновения воды приведены в таблице 8.

Таблица 8 — критерии оценивания степени защиты от проникновения воды

Уровень	Защита от	Описание
0	-	Защита отсутствует
1	Вертикальные капли	Вертикально падающая капля не должна нарушать работу устройства
2	Вертикальные капли под углом 15°	Вертикально капающая вода не должна нарушать работу устройства, если его отклонить от рабочего положения на угол до 15°
3	Падающие брызги	Защита от дождя. Брызги падают вертикально или под углом до 60° к вертикали.
4	Брызги	Защита от брызг, падающих в любом направлении.
5	Струи	Защита от водяных струй. Вода, направляемая на оболочку в виде струй с любого направления, не должна оказывать вредного воздействия.
6	Сильные водяные струи	Вода, направляемая на оболочку в виде сильных струй с любого направления, не должна оказывать вредного воздействия.
7	Кратковременное погружение на глубину до 1 м	При кратковременном погружении вода не попадает в количествах, нарушающих работу устройства. Постоянная работа в погружённом режиме не предполагается
8	Погружение на глубину не более 1 метра длительностью не более 30 минут	Устройство может работать в погружённом режиме

Продолжение таблицы 8

Уровень	Защита от	Описание
9	Воздействие струй воды высокой температуры	Устройство может работать в условиях высокотемпературной

		мойки водой высокого давления
--	--	-------------------------------

Критерии дополнительной буквы кода IP приведены в таблице 9

Таблица 8 — критерии дополнительной буквы кода IP

Буква	Значение
A	Тыльной стороной руки
B	Пальцем
C	Инструментом
D	Проволокой

Критерии вспомогательной буквы кода IP приведены в таблице 10

Таблица 9 — критерии вспомогательной буквы кода IP

Буква	Значение
H	Высоковольтная аппаратура
M	Во время испытаний защиты от воды устройство работало
S	Во время испытаний защиты от воды устройство не работало
W	Защита от погодных условий

1.10 Организация защиты существующих УЦАТС

1.10.1 УЦАТС Агат

УЦАТС Агат производства компании Агат-РТ - это многофункциональные мини АТС, позволяющие организовывать голосовую и факсимильную связь не только через обычные телефонные линии, но и через компьютерные сети (Интернет, Ethernet и т.д.), так называемые, IP-сети. IP-АТС серии АГАТ UX предоставляют все основные функции обычной УЦАТС. Возможность осуществления голосовой и факсимильной связи по IP-сетям позволяет создавать корпоративные распределенные телефонные сети.

Рассмотрим защиту портов по току и от перенапряжения УЦАТС Агат.

На рисунке 12 мы видим защиту портов, построенную на модульной конструкции каналов. Такая защита портов достаточно развита, а также обеспечивает высокие восстанавливающие способности. Модульная конструкция каналов FXS, обеспечивает высокую степень защиты тем, что при выходе одного модуля, остальные модули продолжают свою работу, при этом, ремонту или замене подлежит только поврежденный модуль.

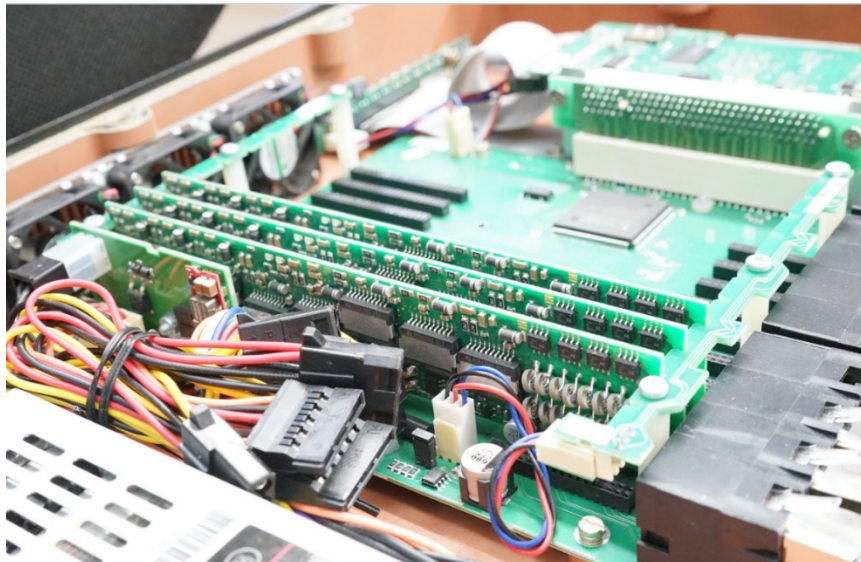


Рисунок 12 — модульная конструкция УЦАТС АГАТ

На рисунке 13 предоставлены элементы системы защиты:

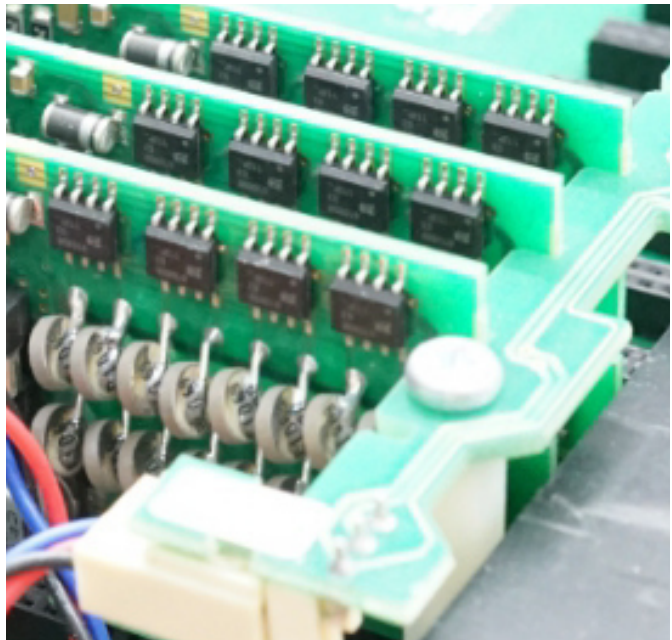


Рисунок 13 — реализация защиты УЦАТС АГАТ

В УАЦТС Агат для обеспечения восстанавливающих способностей, а также для защиты УЦАТС по току, используются самовосстанавливающиеся предохранители фирмы TDK EPCOS со следующими техническими характеристиками, приведёнными в таблице 11.

Таблица 10 — характеристики PPTC

Параметр	Значение
Тип	B1069
Конструктивное исполнение	Диск
Номинальный ток, мА	85
Ток переключения, мА	170

Максимальный допустимый ток, А	1
Номинальное сопротивление, Ом	25
Рабочая температура, грд.С	-25..125

Для защиты по напряжению в УЦАТС Агат используются тиристоры фирмы Bourns. Их технические данные приведены в таблице 12.

Таблица 11 — характеристики динистора

Параметр	Значение
Тип	TISP61089B
Максимальное повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии (V_{DRM})	-170 V
Максимальное импульсное напряжение между управляющим входом и катодом, VGKRM	-167 V
Максимальный импульсный ток в открытом состоянии ITSP	170. A
Максимальный ток в открытом состоянии (I_{TSM})	6.5 A
Максимальный ток на управляющем входе, IGSM	+40 A
Рабочая температура, ТА	40 to +85 C
Температура хранения, (Tstg)	-40 to +150 C

1.10.2 УЦАТС Протей

УЦАТС Протей компании «НТЦ ПРОТЕЙ» используется в качестве управляющего узла в сетях связи, предоставляющий услуги телефонии, взаимодействие с вышестоящим программным коммутатором, а также выполняет, возможно, выполнение функций абонентского шлюза.

На рисунке 14 предоставлена защита портов УЦАТС “Протей”. Данная защита является наиболее слабой и упрощенной для УЦАТС, связано это с тем, что все каналы, а также защита УЦАТС расположены на одном модуле, поэтому и при выходе из строя 1 канала, необходим ремонт или замена всей платы электроники в целом. (При этом остальные каналы УЦАТС теряют свою работоспособность)

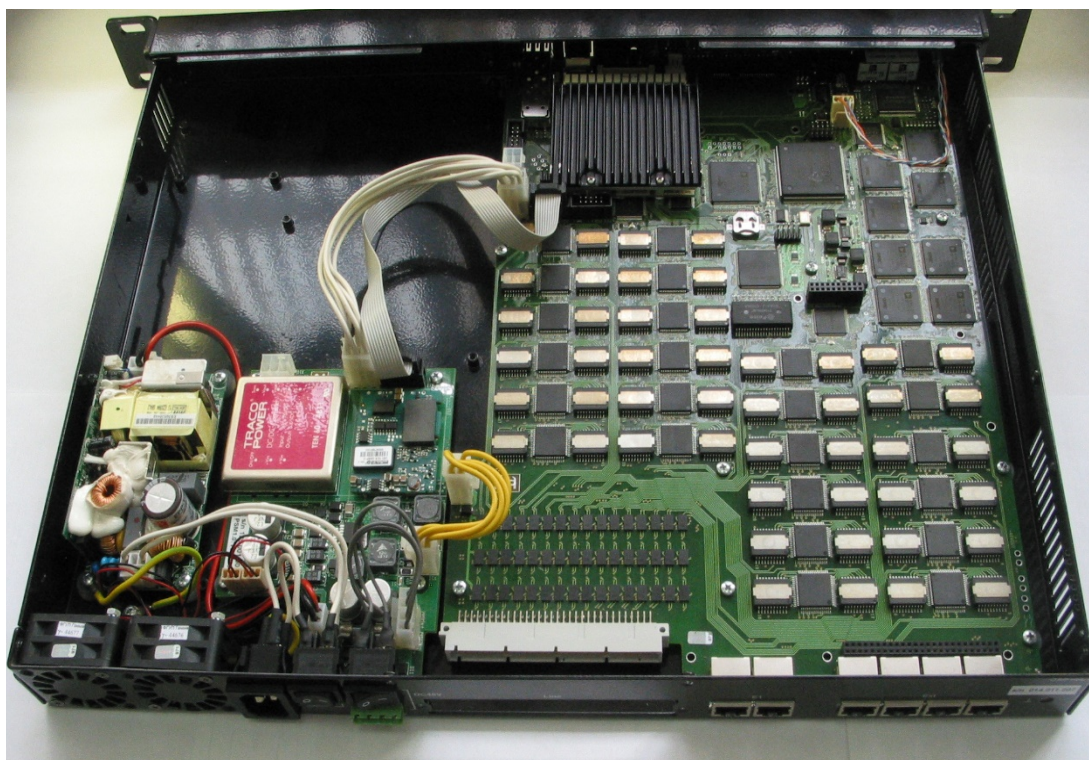


Рисунок 14 — УЦАТС Протей

На рисунке 15 предоставлены элементы защиты УЦАТС Протей:

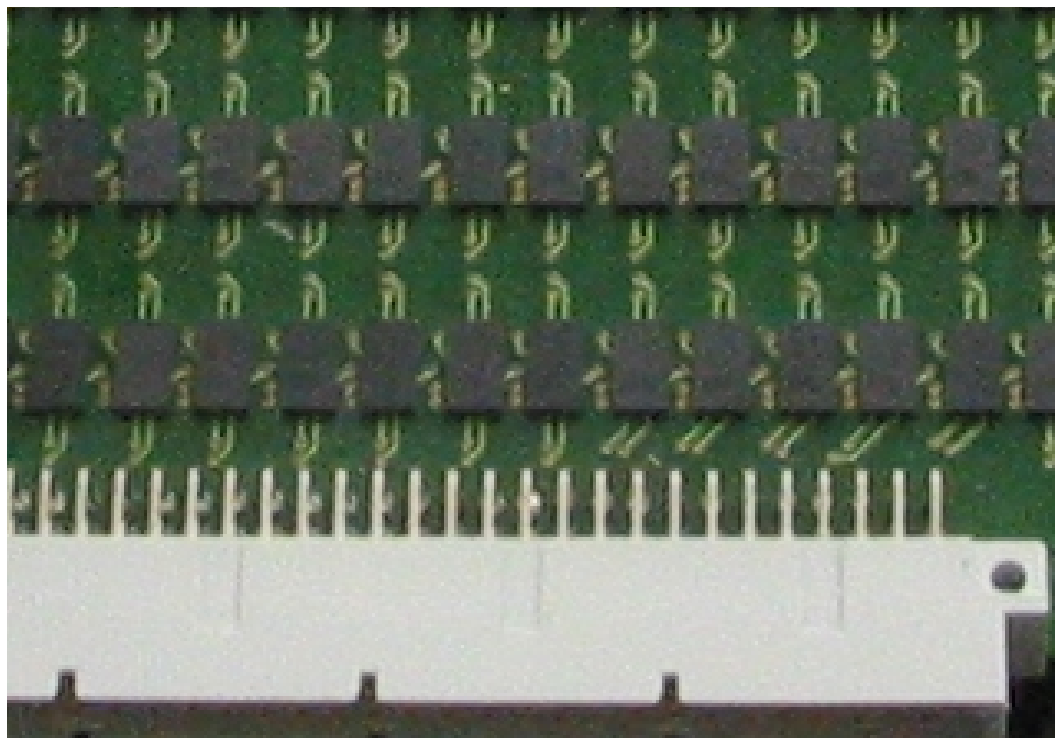


Рисунок 15 — Реализация защиты УЦАТС Протей

В УЦАТС Протей для защиты используются импульсные регуляторы напряжения производства компании «Texas Instruments» их технические характеристики приведены в таблице 13

Таблица 12 — характеристики импульсных регуляторов

Параметр	Значение
Выходное напряжение	3.3 V
Выходной ток	2 A
Входное напряжение (макс.)	5.5 V
Входное напряжение МИН.:	2.85 V
Частота переключений:	500 kHz
Диапазон рабочих температур:	- 40 C to + 125 C

1.10.3 УЦАТС DX500

Автоматическая телефонная станция «DX500» компании «Информтехника» - предназначена для применения в распределенных сетях различных ведомств в качестве АТС малой емкости. Выполнена в стандартном 19" корпусе, не требует отдельной стойки и может размещаться либо в стойках с другим оборудованием, либо в настенном или настольном варианте корпуса.

На рисунке 16 предоставлена защита портов УЦАТС «DX500» В данной УЦАТС предоставленна наиболее классическая защита. Модульность защиты происходит на уровне плат, это позволяет использовать резервирование каналов на уровне плат, что в свою очередь обеспечивают надежность работы, в связи с тем, что можно просто переключиться на резервный модуль FXS

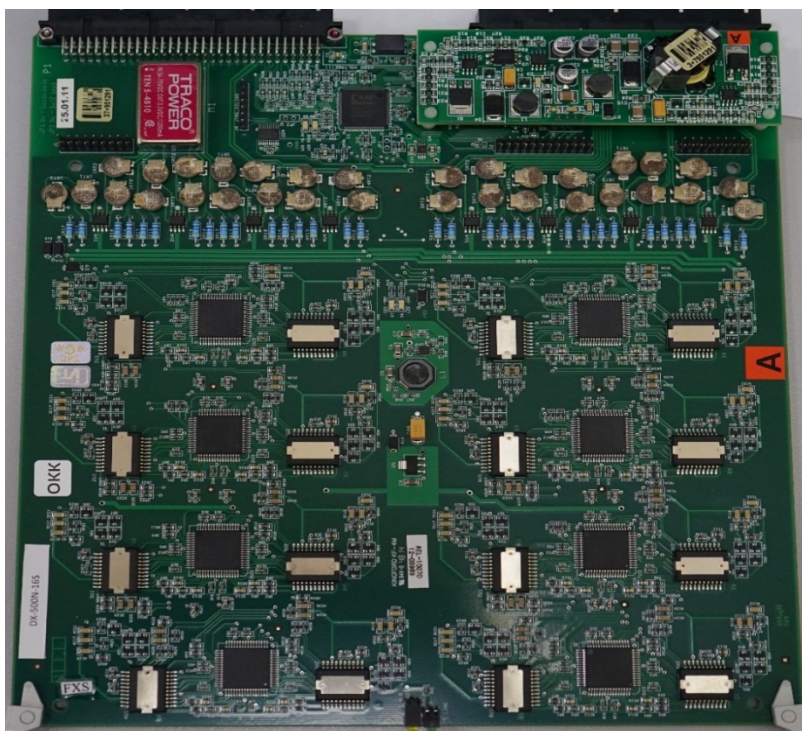


Рисунок 16 — УЦАТС DX500

На рисунке 17 предоставлены элементы защиты, используемые в: УЦАТС DX500.



Рисунок 17 — Реализация защиты УЦАТС DX500

В УАЦТС DX500 для обеспечения восстанавливающих способностей, а также для защиты УЦАТС по току, используются самовосстанавливающиеся предохранители фирмы TDK EPCOS со следующими техническими данными, приведёнными в таблице 14.

Таблица 13 — характеристики РРТС

Параметр	Значение
Тип	G1080
Максимальное допустимое напряжение	265В
Номинальный ток	130мА
Ток переключения	270мА
Максимальный допустимый ток	2.8А
Номинальное сопротивление	250Ом
Рабочая температура	-25..125 грд.С

Для защиты по напряжению в УЦАТС DX500 используются тиристоры фирмы STMicroelectronics. Их технические данные приведены в таблице 15

Таблица 14 — характеристики тиристора

Параметр	Значение
Максимальный пиковый импульсный ток	100А
Максимальный ток в открытом состоянии	5А
Максимальная рабочая температура	-55..150 грд.С

1.10.4 Сравнение характеристик УЦАТС

Рассмотрим сравнение УЦАТС по общим характеристикам приведённые в таблице 16

Таблица 15 — сравнение УЦАТС по общим характеристикам

Критерий сравнения	УЦАТС «Протей»	УЦАТС «DX500»	УЦАТС «Агат»
Максимальное Количество портов	-	96	80
Порт E1	1	1	1
Порт FXO	-	4	До 80 в зависимости от комбинации
Порт FXS	48	32	
Enthernet	1	1	2
Защита по току		РРТС	РРТС
Защита по напряжению	Импульсные регуляторы	Тиристоры	Тиристоры

Продолжение таблицы 9

Критерий сравнения	УЦАТС «Протей»	УЦАТС «DX500»	УЦАТС «Агат»
Электромагнитная совместимость ГОСТ Р 51318.22-99	Информация отсутствует	Сертификат соответствия ГОСТ Р	Сертификат соответствия ГОСТ Р
Требования	Информация	Сертификат	Сертификат

безопасности ГОСТ IEC 60950-1- 2014	отсутствует	соответствия ГОСТ Р	соответствия ГОСТ Р
---	-------------	------------------------	------------------------

1.11 Вывод

В данной главе были рассмотрены и проанализированы возможные деструктивные факторы, воздействующие на порт УЦАТС. Рассмотрены схемы защит, а также элементная база существующих УЦАТС.

2. Реализация

2.1 Технические характеристики разработанной УЦАТС

Для разработки системы защиты, необходимо определить технические характеристики нашей УЦАТС.

В настоящее время наша УЦАТС предназначена для обеспечения связи небольшого предприятия или отдела и иметь следующие функциональные возможности:

- подключение до 4 аналоговых телефонных аппаратов, в том числе - факсимильный аппарат;
- порт Ethernet 10/100 Base-T/TX для подключения цифровых телефонов, удаленных АТС и системы управления (порт WAN);
- питание от сети постоянного тока (12-24 В, 1 А) или переменного тока (с использованием дополнительного адаптера);
- габаритный размер 250 x 170 x 55 мм (возможно исполнение без корпуса).

УЦАТС имеет защиту, перечисленную в таблице 17.

Таблица 16 — защита разработанной УЦАТС

Защита от	Реализация
Воздействие повышенного тока	PPTC Bourns C650-260-WH
Воздействие перенапряжения	Динисторы Bourns Ttisp 4250h3
Электромагнитная совместимость ГОСТ Р 51318.22-99	Декларация о соответствии ЕАЭС
Требования безопасности ГОСТ IEC 60950-1-2014	Декларация о соответствии ЕАЭС

Основными элементами защиты УЦАТС будет комбинация самовосстанавливающихся предохранителей и тиристоров.

Реализовать защиту полностью на отечественной элементной базе невозможно, из-за того, что некоторые элементы не производятся в России.

2.2 Структурная схема защиты по току и напряжению порта FXS разработанной УЦАТС

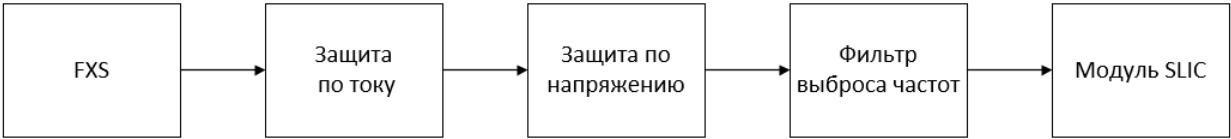


Рисунок 18 — Структурная схема защиты по току и напряжению

На рисунке 18, видно, что защита включаются последовательно. После порта FXS встречается защита по току, она минимизирует вред от повышенных токов, следом идет защита по напряжению, она не позволяет перенапряжению вывести из строя аппаратуру, после защиты по напряжению подключается фильтр низких частот, который отсекает высокие частоты, при этом пропуская низкие.

2.3 Фрагмент принципиальной схемы защиты по току и напряжению порта FXS разработанной УЦАТС

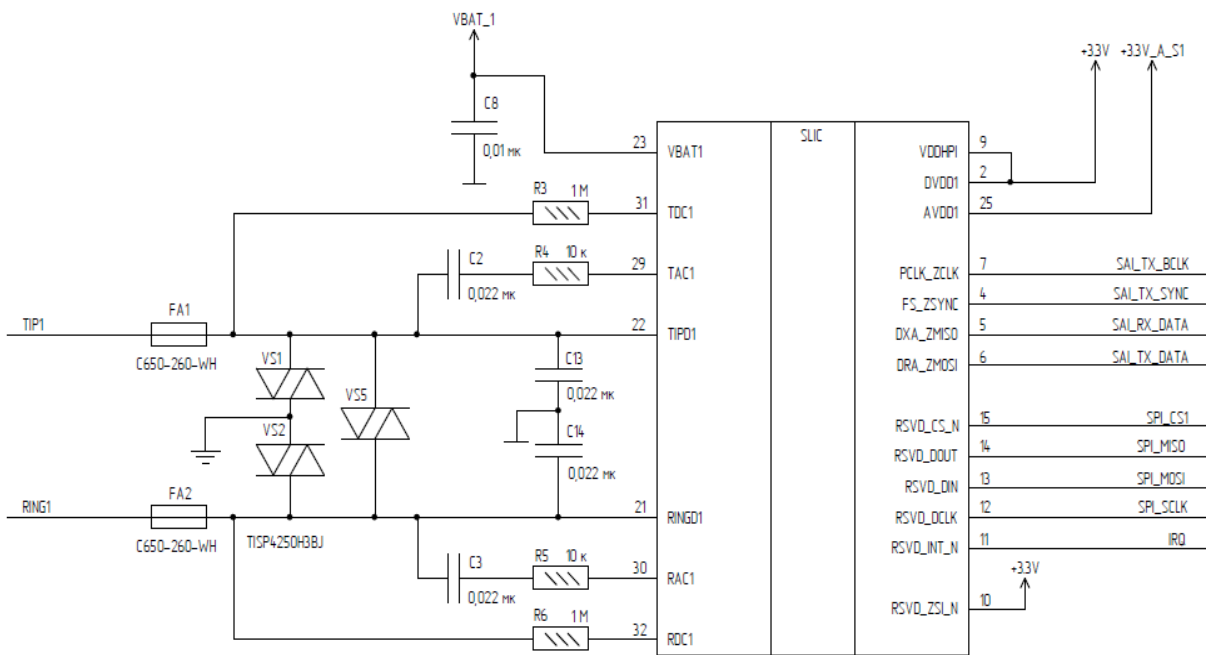


Рисунок 19 — фрагмент принципиальной схемы

Для удобства предоставлен фрагмент принципиальной схемы на рисунке 19. На принципиальной схеме защита по току реализована с помощью самовосстанавливающихся предохранителей с обозначением FA1, FA2. Защита по напряжению реализована с помощью не управляемых тиристоров (Динисторы) с обозначением VS1, VS2, VS5. Принципиальная схема предоставлена в приложении Б.

2.4 Реализация защиты по току

Принцип работы описан в пункте 1.2. Воздействие повышенного тока

Защита реализована на элементной базе компании Bourns, использованы самовосстанавливающиеся предохранители Bourns C650-260-WH, FA1, FA2 на фрагменте принципиальной схемы. Их технические характеристики предоставлены в таблице 18.

Таблица 17 — характеристики PPTC

Параметр	Значение
Номинальное напряжение	14 V
Номинальный ток	260 mA
Тип выводов:S	MD/SMT
Минимальная рабочая температура	- 40 C
Максимальная рабочая температура	+ 85 C
Высота	0.85 mm
Длина	8.25 mm
Сопротивление	8 Ohms
Ширина	4 mm

2.5 Реализация защиты по напряжению

Принцип работы см 1.3 Воздействие повышенного напряжения (Перенапряжение):

Защита по напряжению реализована на динисторах компании Bourns Ttisp 4250h3, VS1,VS2,VS5 на фрагменте принципиальной схемы.

технические характеристики Ttisp 4250h3 предоставлены в таблице 19.:

Таблица 18 — характеристики динисторов

Параметр	Значение
Максимальное повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии (V_{DRM})	190
Максимальное напряжение $V(BO)$ V	250
Падение напряжения, V_T V	3
Максимальный повторяющийся импульсный ток в закрытом состоянии, $IDRM$ A	5

Максимальный ток, $I(BO)$ mA	600
Удерживающий ток, I_H mA	150
Емкость в закрытом состоянии, C_{off} pF	170

2.6 Вывод

В данном разделе был описан процесс реализации защиты порта УЦАТС, подобраны элементы защиты.

Была спроектирована принципиальная, а также структурная схема защиты порта абонентской линии.

3. Моделирование работоспособности защиты портов абонентских линий(FXS)

3.1 Моделирование системы защиты в программе LTSpice

Средствами программы LTSpice была спроектирована схема защиты рабочего канала FXS, для проверки работоспособности блока защиты. Согласно ГОСТ45.54-95 номинальное питание линии в режиме ожидания составляет 40-60 В, сила тока составляет 20mA, при вызове напряжение поднимается до 100-110В.

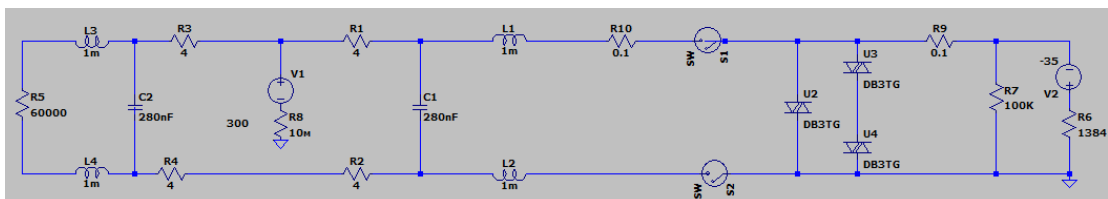


Рисунок 20 — Реализация канала FXS

На рисунке 20 предоставлен канал FXS. Данный канал включает в себя:

3.1.1.Имитация порта FXS модуля SLIC



Рисунок 21 — Имитация порта FXS

В имитации модуля SLIC были использованы элементы:

- Элемент питания (V2) на 40В, имитирующий внутреннее питание абонентской линии постоянным током от модуля SLIC;
- резистор (R6), имитирующий сопротивление модуля SLIC;
- измерительный резистор (R7) с сопротивлением 100кОМ;
- заземление.

3.1.2. Блок защиты

- Динисторы U2, U3, U4, с номинальными значениями динистра Bourns Ttisp 4250h3;
- самовосстанавливающиеся предохранители S1, S2;
- измерительный резистор R9 с сопротивлением 100кОМ.

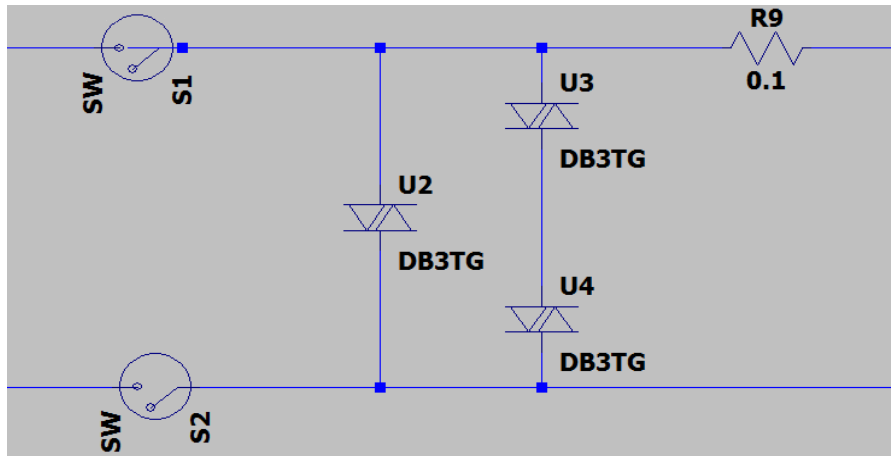


Рисунок 22 — Блок защиты УЦАТС

3.1.3. Имитация абонентской линии с с источником помех

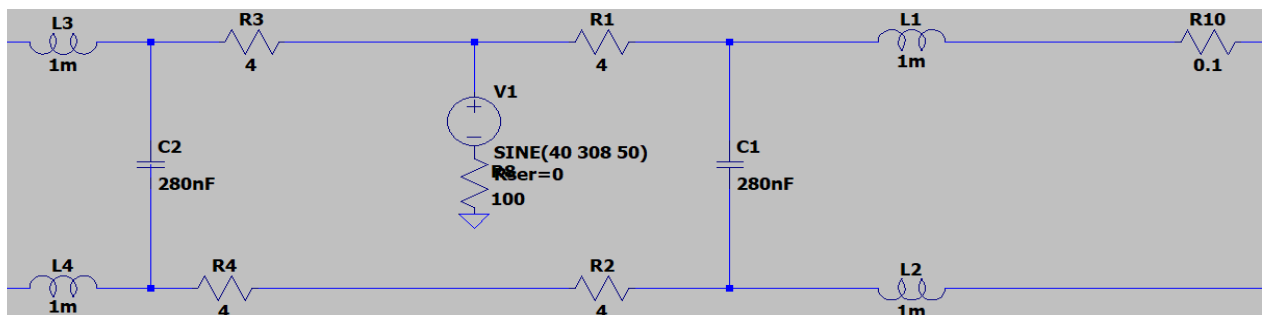


Рисунок 23 — абонентская линия с источником помех

Имитация абонентской линии реализована с помощью:

- резисторов R1, R2, R3, R4;
- индукторов L1, L2, L3, L4;
- конденсаторов C1, C2;
- источник помех V1.

3.1.4 Имитация Телефонного аппарата(ТА)

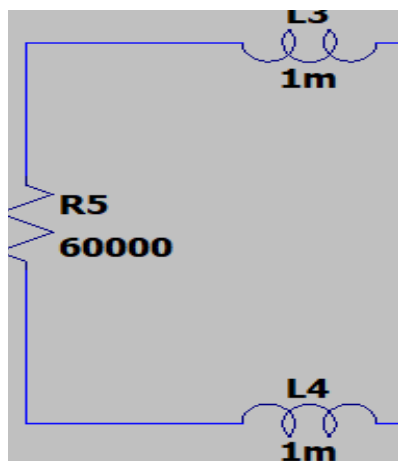


Рисунок 24 — телефонный аппарат

ТА реализован с помощью:

- резистора R5;
- индуктора L3.

3.2. Моделирование работоспособности блока защиты и канала FXS в режиме ожидания

3.2.1 Симуляция работы УЦАТС без воздействия деструктивных факторов



Рисунок 25 — вольтамперная характеристика (ВАХ) FXS

На рисунке 25 мы видим, что в штатном режиме работы вольтамперная характеристика соответствует номинальным значениям 12В и 20 мА. Замеры производились на измерительном резисторе R9 и R6 резисторе внутреннего сопротивления модуля SLIC. При этом блока защиты не срабатывает, о чем говорит нам бесперебойный сигнал ВАХ.

3.2.2 Симуляция работы УЦАТС с повышенным напряжением

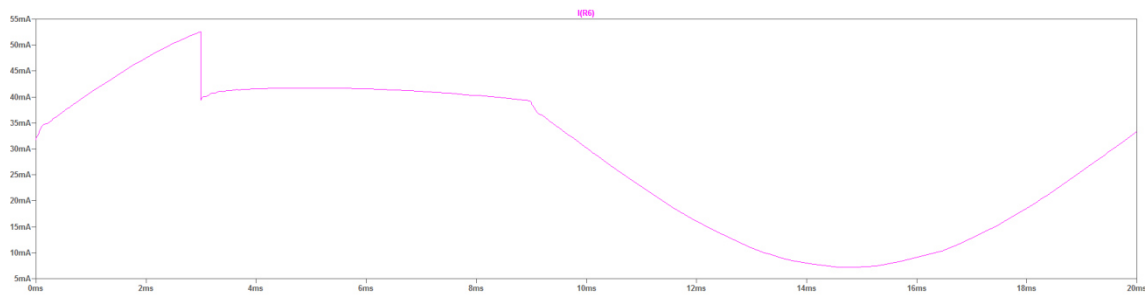


Рисунок 26 — Срабатывание динистора

На рисунке 26 мы видим, что при скачке тока срабатывают динисторы, которые стабилизируют ток тем самым предотвращают выход из строя УЦАТС.

3.3. Моделирование работоспособности блока защиты и канала FXS в режиме вызова

3.3.1 Вызов абонента без воздействия деструктивных факторов

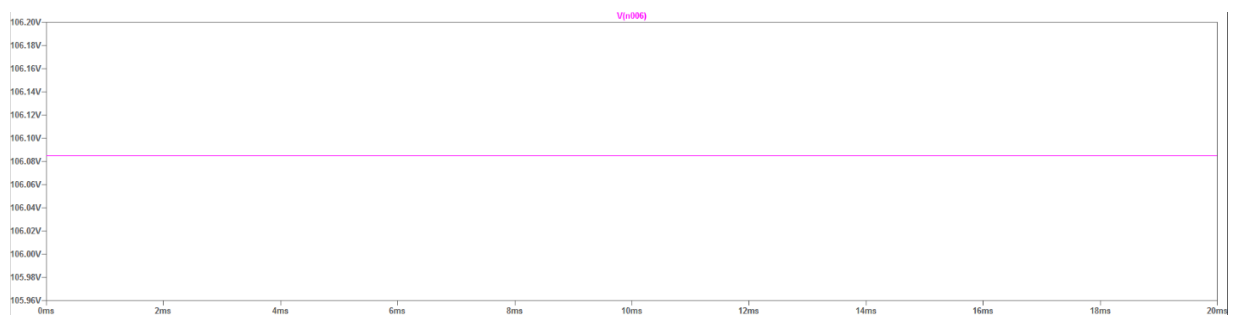


Рисунок 27 — Вызов абонента

На рисунке 27 мы видим, что при вызове абонента происходит повышение напряжения на абонентской линии, но защита не срабатывает, потому что максимально допустимое напряжение не было превышено.

3.3.2 Симуляция работы УЦАТС при вызове с повышенным напряжением

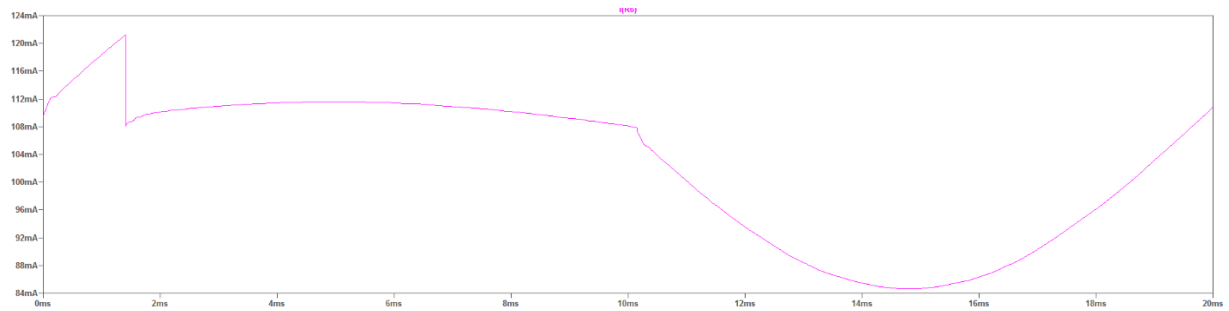


Рисунок 28 — Срабатывание защиты

На рисунке 28 мы видим, что при повышении напряжения больше напряжения вызова (110В) происходит срабатывание динисторов, тем самым нормализуя ток в абонентской линии.

3.4 Срабатывание блока защиты при ударе молнии

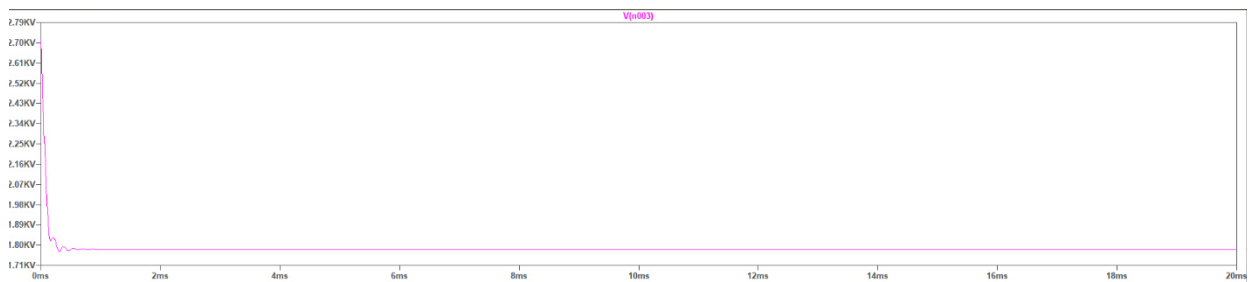


Рисунок 29 — Удар молнии в абонентскую линию

На рисунке 29 показан удар молнии в абонентскую линию удар молнии реализован путем подачи на источник помех напряжение равное 5000 В. Напряжение в абонентской линии поднялось до 2.7 кВ.

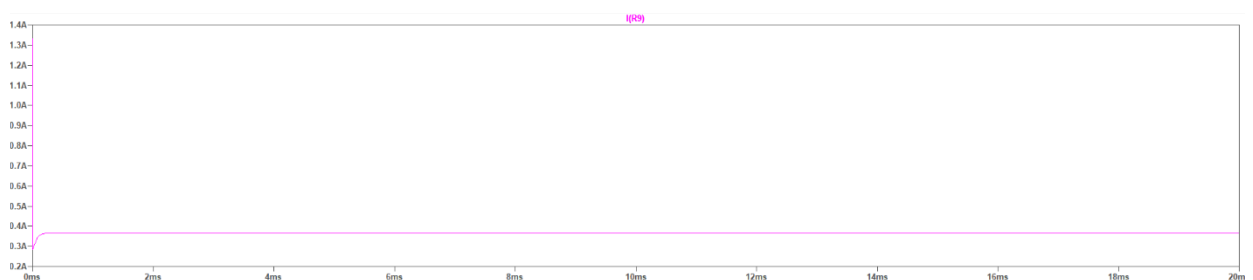


Рисунок 30 — Поведение динисторов при ударе молнии

На рисунке 30 мы видим поведение динисторов при ударе молнии, при повышении напряжения выше номинального, динисторы открылись, предотвратив попадание перенапряжения на модуль SLIC, тем самым предотвратив выход из строя аппаратуры.

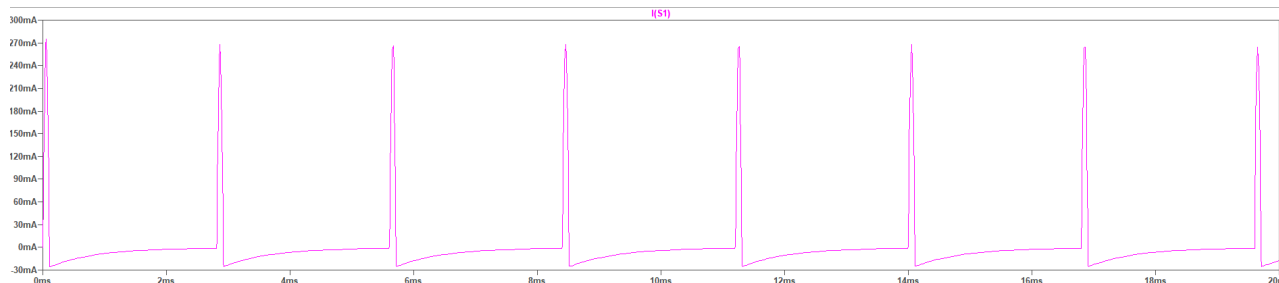


Рисунок 31 — Срабатывание предохранителей.

На рисунке 31 видно, что при превышении тока, выше максимального допустимого значения, срабатывают предохранители. Тем самым минимизирует негативное воздействие повышенного тока на УЦАТС.

3.5 Программа тестирования работоспособности порта FXS

Для проверки работоспособности УЦАТС, была написана программа по тестированию узла FXS. Программа входит в состав модуля управления функционирования (МУФ) УЦАТС, и управляет аппаратным имитатором ТА. Имитатор ТА обеспечивает имитацию:

- подъем трубки;
- набор номера;
- вырабатывает сигнал predetermined постоянной частоты (имитация голоса);
- опускание трубки.

Данная программа позволяет тестировать порт FXS в автоматическом режиме или по команде администратора. Процедура тестирования заключается в имитировании набора одного из служебных номеров, не совпадающих с используемыми в УЦАТС реальными номерами и проверки реакции основного программного обеспечения на эти действия. Программа тестирования написана под микроконтроллер Arduino на языке «С».

В программе реализованы следующие основные функции:

- dialNumber- набор номера;
- playDTMF-набор цифры;
- SetFreqB- генерация 1 частоты;

– SetFreqA- генерация 2 частоты.

Программа тестирования входит в программное обеспечение УЦАТС, исходный код программы предоставлен в приложении Г.

3.6 Вывод

В данном разделе описываются результаты моделирования разработанной защиты порта в программе LTspice, с имитацией различных деструктивных факторов. Так же рассматриваются основные функции программы тестирования работоспособности порта УЦАТС.

4. Охрана труда

4.1 Анализ негативных факторов, воздействующих на оператора ПЭВМ и способы их устранения

В настоящее время, вычислительная техника, в том числе ПК, стали неотъемлемой частью в различных сферах деятельности, в частности ПК используется для автоматизирования рабочего места оператора УЦАТС.

Несмотря на применение инновационных технологий при проектировании ПЭВМ, невозможно полностью избежать вредного влияния на оператора ПЭВМ, однако их можно минимизировать. Для минимизации вредного воздействия необходимо соблюдать правила пользования ПЭВМ. Основными правилами использования ПЭВМ являются правильное расположение техники, освещённость рабочего места, соблюдение правил безопасности.

В данном разделе ВКР рассматриваются вопросы по правильной организации рабочего пространства для операторов ПЭВМ, участвующих в разработке и управлении УЦАТС, а также методы уменьшения воздействия вредных факторов на них.

4.2 Психофизический фактор

Психофизиологический фактор состоит из физической и нервно-психической перегрузки. Нервно-психические факторы подразумевают под собой стресс, эмоциональную перегрузку, монотонность. Физические перегрузки бывают статическими и динамическими.

Для уменьшения влияния этих факторов необходимо применять оптимальные режимы труда и отдыха в течение рабочего дня:

- При интенсивной работе за ПЭВМ делать перерыв каждый час на 15 минут, при размеренной работе допускается каждые 2 часа.
- Контакт работника с монитором не должен превышать 50% всего рабочего времени;

- Рекомендуется использовать ЖК дисплеи с высокими разрешением, комфортным размером экрана;
- использовать видеоадаптеры с максимальной 3 частотой обновления экранного изображения.

К работе с ПЭВМ допускаются лица, прошедшие медицинский осмотр. Медосмотр сотрудников, работающих с техникой проводится раз в 2 года.

4.3 Оборудование рабочих мест с ПЭВМ

Требования к организации рабочего места оператора ПЭВМ приведены в ГОСТ 12.2.032-78:

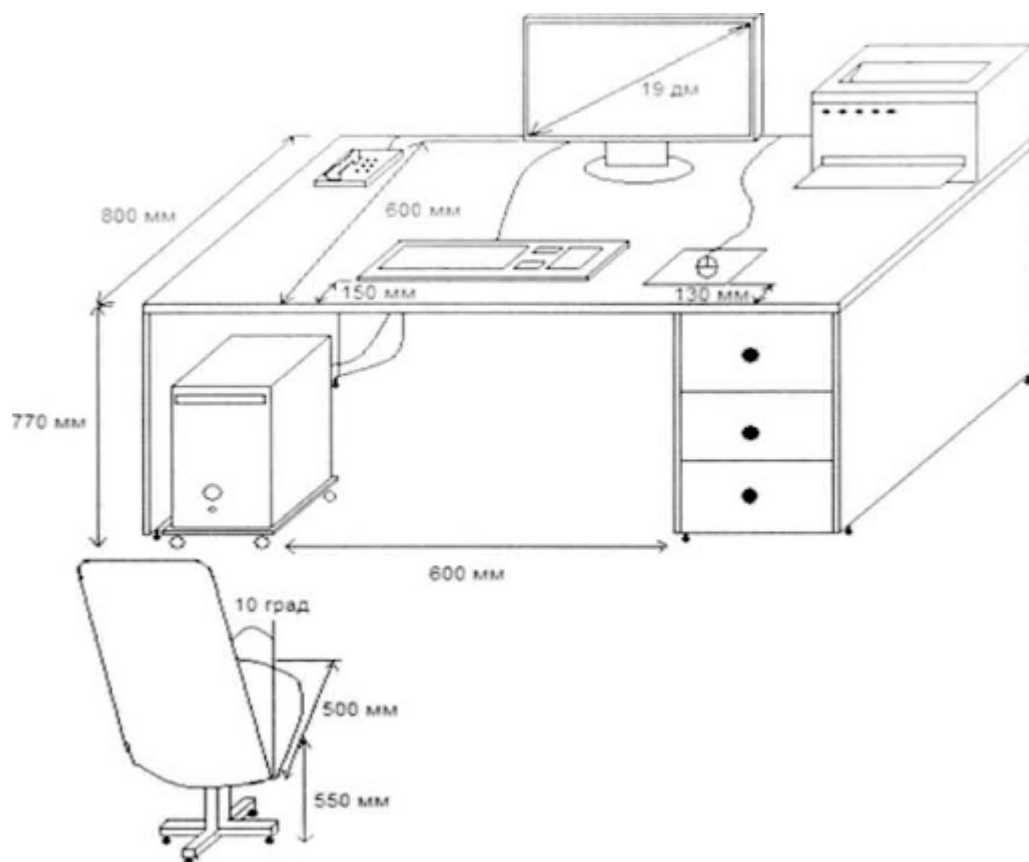


Рисунок 32 — организация рабочего места

На рисунке 32 изображена организация рабочего места и отвечает требованиям ГОСТ 12.2.032-78, а именно:

- регулируемая высота рабочей поверхности стола 680-800 мм;
- нерегулируемая высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм;
- модульные размеры рабочей поверхности стола для ПЭВМ следует считать: ширина 800, 1200, 1400 мм, глубина 800, 1000 мм при нерегулируемой высоте 725 мм;
- пространство для ног у рабочего стола: высота - не менее 600 мм, ширина - не менее 500 мм, глубина на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм;
- рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте, углам наклона, а также расстоянию спинки до сидения;
- расположение клавиатуры на рабочем столе от края 100-300 мм, или на специальной регулируемой по высоте рабочей поверхности.

Угол расположения монитора с учетом особенностей работы:

- для работы только сидя - 30 градусов;
- для работы только стоя угол должен составлять 60 градусов;
- для работы как сидя, так и стоя - 45 градусов.

Так же рабочее место должно обеспечивать правильную посадку оператора, изображенную на рисунке 33.

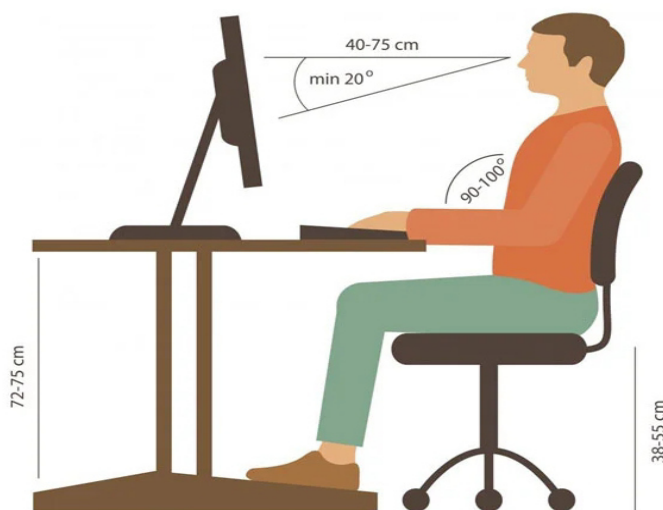


Рисунок 33 — правильная посадка оператора.

4.4 Электробезопасность

ПЭВМ работает от сети со стандартным напряжением 220 В, поэтому он представляет опасность для человека.

Требования безопасности, при работе с ПЭВМ прописаны в ГОСТ 12.2.007-75. Для предотвращения возможности поражения электрическим током, выхода из строя ПЭВМ, необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- сетевые розетки питания ПЭВМ, должны соответствовать вилкам кабелей электропитания;
- запрещается во время работы на ПЭВМ отключать и подключать разъемы соединительных кабелей;
- запрещаются любые вмешательства в корпус системного блока до полного отключения от электропитания;
- запрещается использовать в качестве заземления водопроводные и газовые трубы, радиаторы и другие узлы парового отопления;
- запрещается закрывать вентиляционные отверстия на корпусе системного блока и монитора во избежание перегрева элементов.

В помещениях для работы с ПЭВМ, проводка выполняется изолированными проводами или кабелями. В местах подверженных механическим повреждениям, их укладывают в металлические трубы.

4.5 Освещенность рабочего места

В связи с тем, что основной объем информации оператор ПЭВМ получает по зрительному каналу, освещение в дисплейном зале должно соответствовать следующим требованиям:

- обеспечение достаточно равномерного распределения яркости рабочей поверхности (светлый потолок, светлые стены и производственное оборудование)
- постоянство освещенности во времени;
- отсутствие резких теней, прямой и отраженной блескости;
- освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана, освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 люменов.

Для искусственного освещения дисплейных помещений лучше использовать люминесцентные лампы, так как у них высокая световая отдача (до 15 лм/Вт и более), продолжительный срок службы (до 10000 часов)

Любые сбои, колебания или мерцания освещенности приводят к значительному утомлению глаз. Зачастую с пульсацией освещенности связана особенность газоразрядных ламп, поэтому для таких помещений следует выбрать дуговой тип ламп. Допустимый коэффициент пульсации не должен превышать 20%.

6. Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были рассмотрены деструктивные факторы воздействующие на порт УЦАТС, возможные защиты УЦАТС, проанализирована реализация защит в существующих УЦАТС, предложена реализация защиты от повышенного тока и перенапряжения порта абонентской линии, разработанной УЦАТС, защита порта по току и перенапряжению была реализована на элементах компании Bourns.

Для проверки работоспособности защиты, были проведены симуляции по повышенному току и напряжению в программе LTspice.

Была написана программа для тестирования работоспособности узла FXS, которая позволяет проверять в автоматическом режиме работоспособность портов FXS.

А также в ВКР были рассмотрены опасные и вредные факторы, методы и способы организации безопасного рабочего места оператора УЦАТС.

Список использованных источников

1. Гольдштейн Б.С. Системы коммутации. Учебник для ВУЗов. Второе издание, исправленное и дополненное СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2017. – 314 с.
2. Соколов Н.А. Эволюция местных телефонных сетей. ТОО Типография "Книга". г. Пермь, 2016. – 375 с.
3. Соколов Н.А. Сети абонентского доступа. Принципы построения. ИПК "Звезда". г. Пермь, 2018. – 254 с.
4. Соколов Н.А. М., Альварес Паблиншг. Телекоммуникационные сети Монография в 4-х главах Часть 1 (Глава 1) Принципы построения телекоммуникационных систем.2003. – 128 с.
5. Родичев Юрий Андреевич. Нормативная база и стандарты в области информационной безопасности. Учебное пособие. Издательство: “Питер”, 2017. – 256 с.
6. [Электронный ресурс]: Основы моделирования схем в ЛТспайс. - 2020. Режим доступа: <https://radioprogram.ru/post/96>.
7. [Электронный ресурс]: Система схемотехнического моделирования LTspice IV.-2020. Режим доступа: <http://zpostbox.ru/ltspice.html>.
8. Абилов А.В. Сети связи и системы телекоммуникаций, Издательство: М.: Радио и связь, 2004. – 288 с.
9. [Электронный ресурс]: Основные элементы и функции. – 2020. Режим доступа: <https://meanders.ru/skachat-ltspice-xvii-iv-switchercad-i-rusifikator.shtml> .
10. ГОСТ 30805.22-2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование информационных технологий. Радиопомехи промышленные. Нормы и методы измерений М.: Издательство: Стандартинформ, 2015 – 57 с.
11. ГОСТ 14254-2015.Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP). Издательство: Стандартинформ, 2016 – 34с.

Приложение А

Структурная Схема

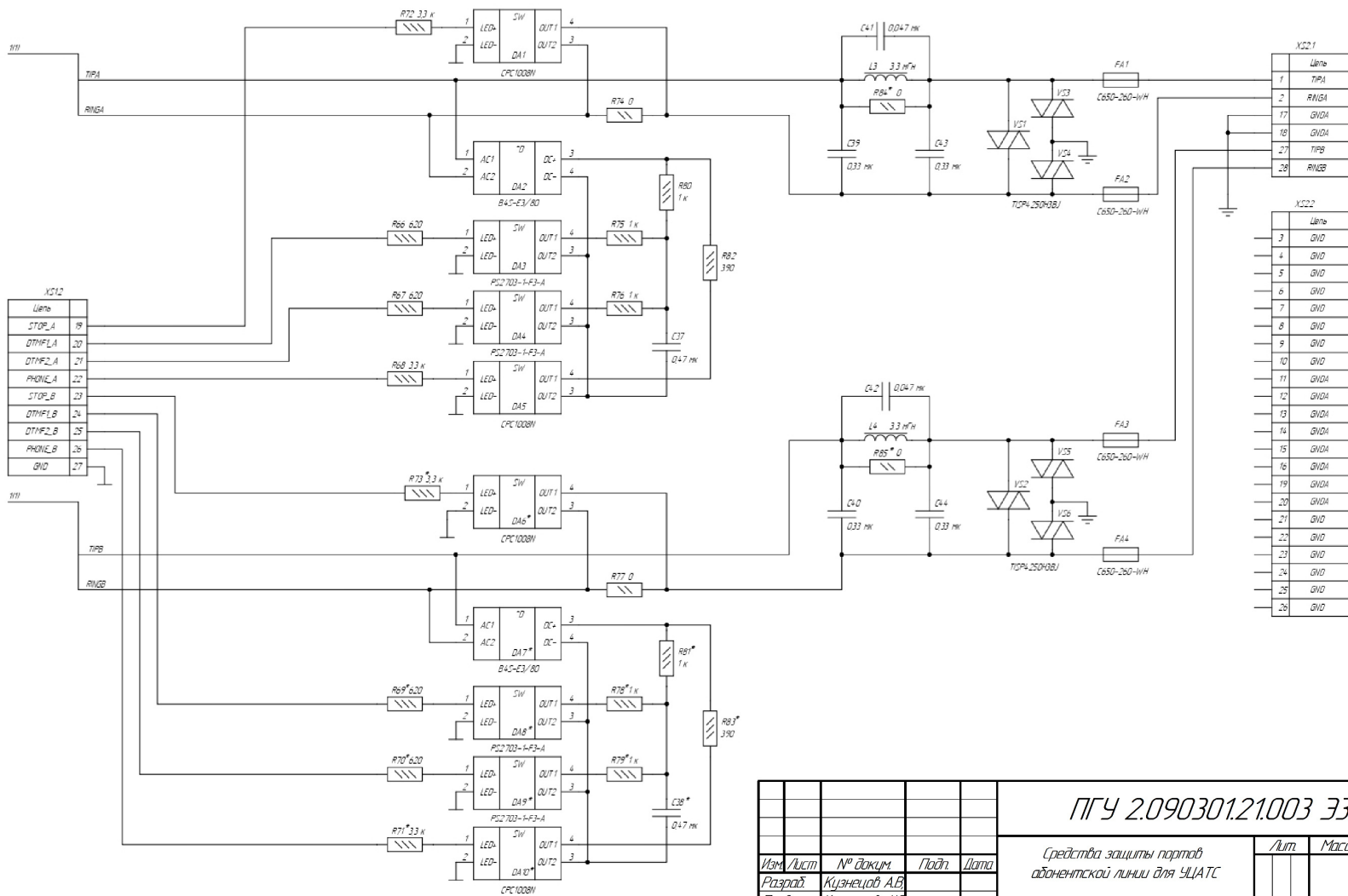
FILE NO. 200171050607 JUL



						<p align="center"><i>ПГУ 2.090301.21.002 31</i></p>		
						<p align="center"><i>Средства защиты портов абонентской линии для УЦАТС</i></p>		
<i>Изм./Лист</i>		<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разработ</i>		<i>Кузнецов А.В.</i>						
<i>Проб.</i>		<i>Карафеева Н.С.</i>						
<i>Т.контрп.</i>								
						<p align="center"><i>схема электрическая структурная</i></p>		
<i>Н.контрп.</i>		<i>Кушин А.В.</i>						
<i>Утв.</i>		<i>Митрохин М.А.</i>						
						<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	<i>1</i>
						<p align="right"><i>ФВТ, каф. ВТ гр. 16ВВ1</i></p>		

Приложение Б
Принципиальная схема

ЛУ 2.090301.21.003 33



Лист 2.090301.21.003 ЗЗ

Лист 2.090301.21.003 ЗЗ

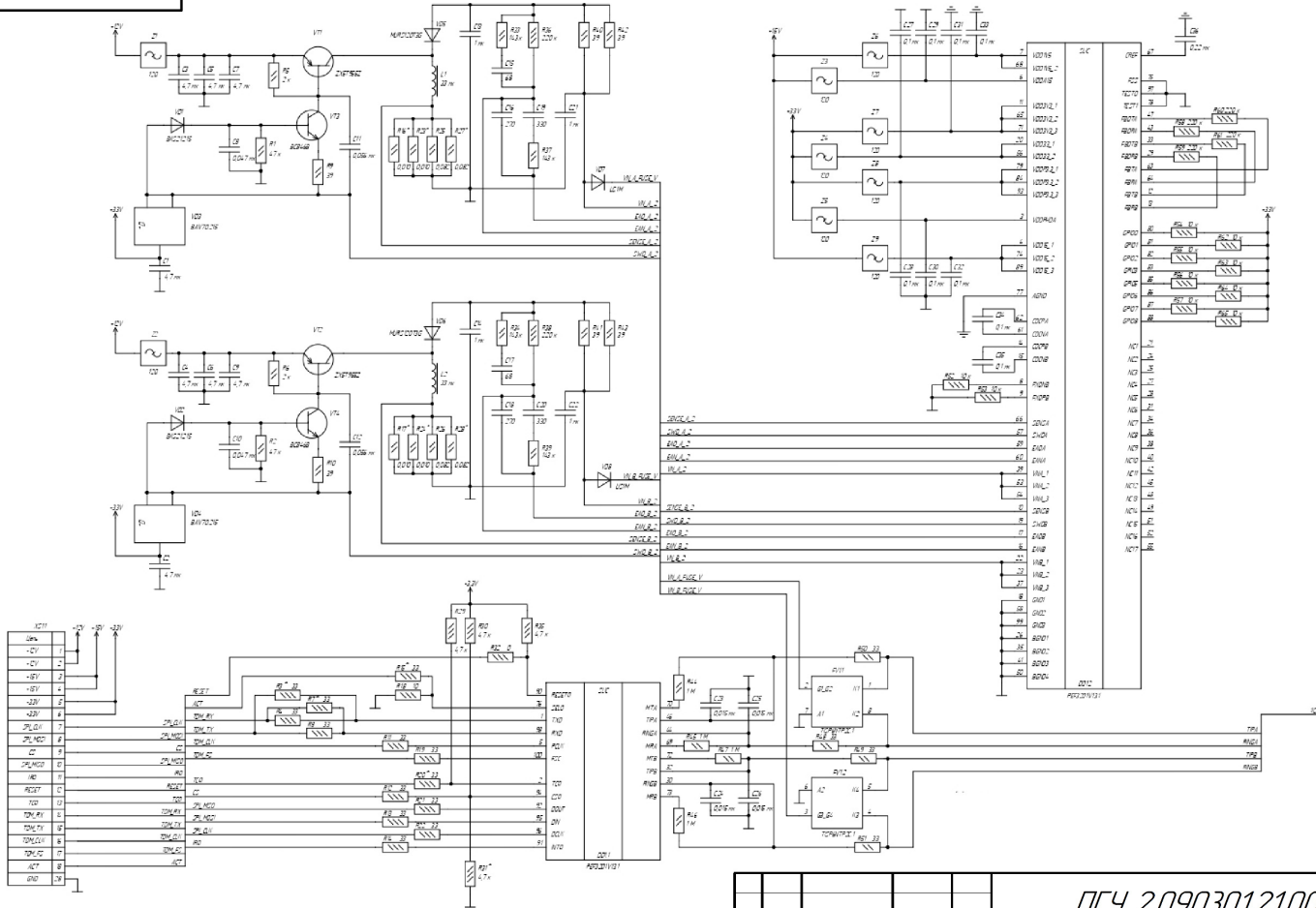
Лист 2.090301.21.003 ЗЗ

Лист 2.090301.21.003 ЗЗ

Лист 2.090301.21.003 ЗЗ

Лист 2.090301.21.003 ЗЗ

Лист 2.090301.21.003 ЗЗ



					ЛГЧ 2.090301.21.003 ЗЗ			
Изм./лист	№ докум	Подп.	Дата	Средства защиты портов абонентской линии для УЦАТС схема электрическая принципиальная		Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Кузнецов А.В.							
Проб.	Карачибеда Н.С.							
Т.контр.								
И.контр.								
И.контр.	Кучин А.В.					Лист 1		Листов 2
Утв.	Митрохин М.А.					ФВТ, каф. ВТ зр. 16БВ1		

Копирован

Формат А3

Приложение В

Перечень элементов

Приложение Г

Листинг программы

```
#include <Arduino.h> // byte
#include <wiring_private.h> // sbi, cbi

int test = 12;

int DTMF[13][2]={
    {941,1336}, // frequencies for touch tone 0
    {697,1209}, // frequencies for touch tone 1
    {697,1336}, // frequencies for touch tone 2
    {697,1477}, // frequencies for touch tone 3
    {770,1209}, // frequencies for touch tone 4
    {770,1336}, // frequencies for touch tone 5
    {770,1477}, // frequencies for touch tone 6
    {852,1209}, // frequencies for touch tone 7
    {852,1336}, // frequencies for touch tone 8
    {852,1477}, // frequencies for touch tone 9
    {941,1209}, // frequencies for touch tone * // 10
    {941,1477}, // frequencies for touch tone # // 11
    {0,0} // pause // 12
};

byte PhoneNumber[] = {1,2,3,4,5,6,1,5,5,8,1,1,9,7,0,10,11,1,1};
byte PhoneNumberLength = 19;

void dialNumber (byte number[], byte len)
{
    for(int i=0;i<len;i++)
    {
        playDTMF(number[i]); // цифра
        delay(50);
    }
}
```

```
    playDTMF (12); // пауза
    delay(50);
  }
}
```

```
void playDTMF (byte digit)
{
  SetFreqA (DTMF[digit][1]);
  SetFreqB (DTMF[digit][0]);
}
```

```
void SetFreqA(unsigned long freq) //2 частота
```

```
{
  Serial.println(freq);
  if (freq == 0)
  {
    cbi(TCCR1A,COM1A0);
    cbi(TCCR1A,COM1A1);
    return;
  }
  unsigned long TOP=0;
  TCCR1A = 0;
  sbi(TCCR1A, WGM10); // Fast PWM top to OCR1A
  sbi(TCCR1A, WGM11);
  sbi(TCCR1B, WGM12);
  sbi(TCCR1B, WGM13);

  //Set Prescaler
  #define t1prescale 1
  sbi(TCCR1B, CS10);
  cbi(TCCR1B, CS11);
  cbi(TCCR1B, CS12);
}
```

```

    TOP = clockCyclesPerMicrosecond()*1000*1000/(freq*2)/t1prescale-1;
    // Serial.println(timeStrob);
    Serial.println(TOP);
    // Set Counter Match
    OCR1A = TOP;

    //reset Time counter
    TCNT1 = 0;
    sbi(TCCR1A,COM1A0);
    cbi(TCCR1A,COM1A1);

}

void SetFreqB(unsigned long freq) // 1 частота
{
    Serial.println(freq);
    if (freq == 0)
    {
        cbi(TCCR2A,COM2A0);
        cbi(TCCR2A,COM2A1);
        return;
    }

    unsigned long TOP=0;
    TCCR2A = 0;
    sbi(TCCR2A, WGM20); // Fast PWM top to OCR1A
    sbi(TCCR2A, WGM21);
    sbi(TCCR2B, WGM22);

```

```
//Set Prescaler  
#define t2prescale 64  
cbi(TCCR2B, CS20);  
cbi(TCCR2B, CS21);  
sbi(TCCR2B, CS22);
```

```
TOP = clockCyclesPerMicrosecond()*1000*1000/(freq*2)/t2prescale-1;  
Serial.println(TOP);
```

```
// Set Counter Match  
OCR2A = TOP;
```

```
//reset Time counter  
TCNT2 = 0;  
sbi(TCCR2A,COM2A0);  
cbi(TCCR2A,COM2A1);
```

```
}
```

```
void setup() {  
    pinMode(9,OUTPUT); //верхняя частота  
    pinMode(11,OUTPUT); //нижняя частота  
    pinMode(test, OUTPUT);  
    digitalWrite(test, LOW);  
    Serial.begin(9600);  
  
    //SetFreqA(1477);  
    // SetFreqB(697);  
}
```

```
void loop() {  
    // put your main code here, to run repeatedly:  
    // put your setup code here, to run once:  
  
    delay(1000);  
    digitalWrite(test, HIGH);  
    delay (200);  
    dialNumber(PhoneNumber, PhoneNumberLength);  
    delay (5000);  
    digitalWrite(test, LOW);  
    while(1){}  
  
}
```

.

Приложение Д

Презентация



Тема работы:
"Средства защиты портов абонентской
линии для учрежденческой цифровой
автоматической телефонной станции."

Автор работы: студент группы 16ВВ1 Кузнецов А.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. ВТ ПГУ Карамышева Н.С.

1



Постановка задачи

Цель работы: разработка защиты портов абонентской линии для
учрежденческой цифровой автоматической телефонной станции.

Основные задачи:

- анализ методов защиты портов, существующих ЦАТС.
- разработка защиты портов абонентских линий для специальной
УЦАТС, с учетом условий применения, возможных факторов
воздействия.

2



Деструктивные факторы и защита от них

- Воздействие повышенного тока;
- воздействие повышенного напряжения (перенапряжение);
- воздействие грозовых разрядов;
- информационная атака;
- воздействие промышленных радиопомех;
- воздействие окружающей среды;
- воздействие на человека.

4



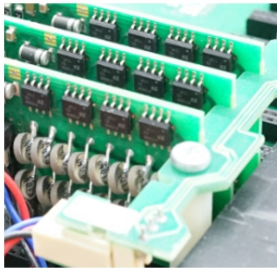
Подзадачи

- Рассмотреть возможные деструктивные факторы;
- разработать схему защиты по току и напряжению;
- провести симуляции работоспособности схемы в симуляторе LTspice ;
- написать программу тестирования работоспособности порта FXS.

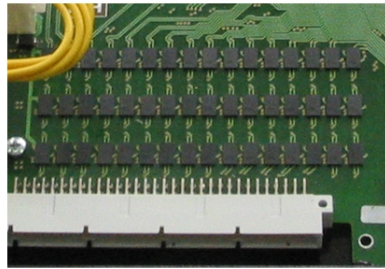
3



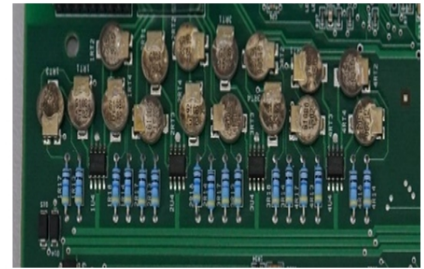
Существующие аналоги защиты



УЦАТС АГАТ



УЦАТС Протей



УЦАТС DX500

5



Технические характеристики разработанной УЦАТС

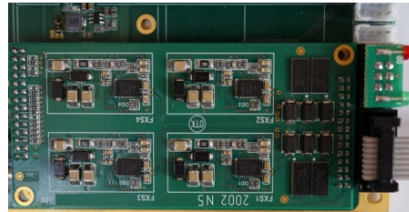
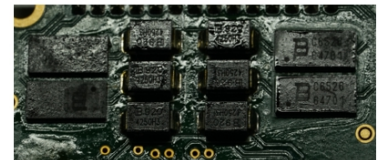
- Подключение до 4 аналоговых телефонных аппаратов, в том числе - факсимильный аппарат;
- порт Ethernet 10/100 Base-T/TX для подключения цифровых телефонов, удаленных АТС и системы управления (порт WAN);
- питание от сети постоянного тока (12-24 В, 1 А) или переменного тока (с использованием дополнительного адаптера);
- габаритный размер 250 x 170 x 55 мм (возможно исполнение без корпуса).

6



Реализация защиты разработанной УЦАТС

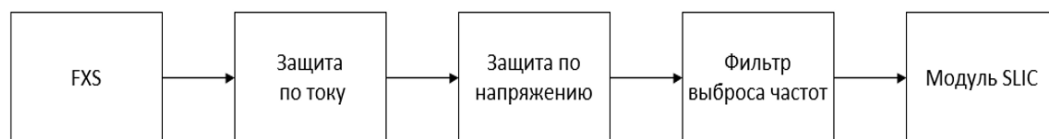
Защита от деструктивных факторов	Реализация
Повышенный ток в абонентской линии	PPTC Bourns C650-260-WH
Повышенное напряжение в абонентской линии	Динисторы Bourns Ttisp 4250h3
Электромагнитная совместимость по ГОСТ Р 51318.22-99	Декларация о соответствии ЕАЭС
Требования безопасности по ГОСТ IEC 60950-1-2014	Декларация о соответствии ЕАЭС



7



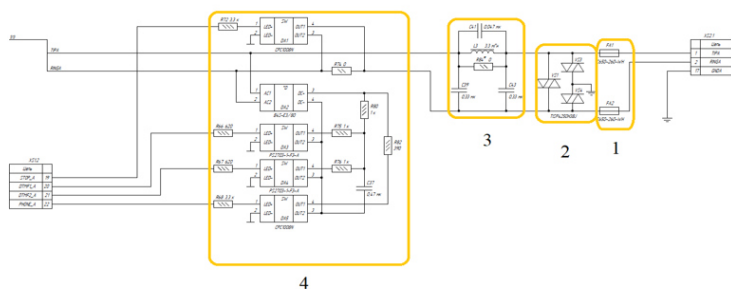
Структурная схема



8



Фрагмент принципиальной схемы

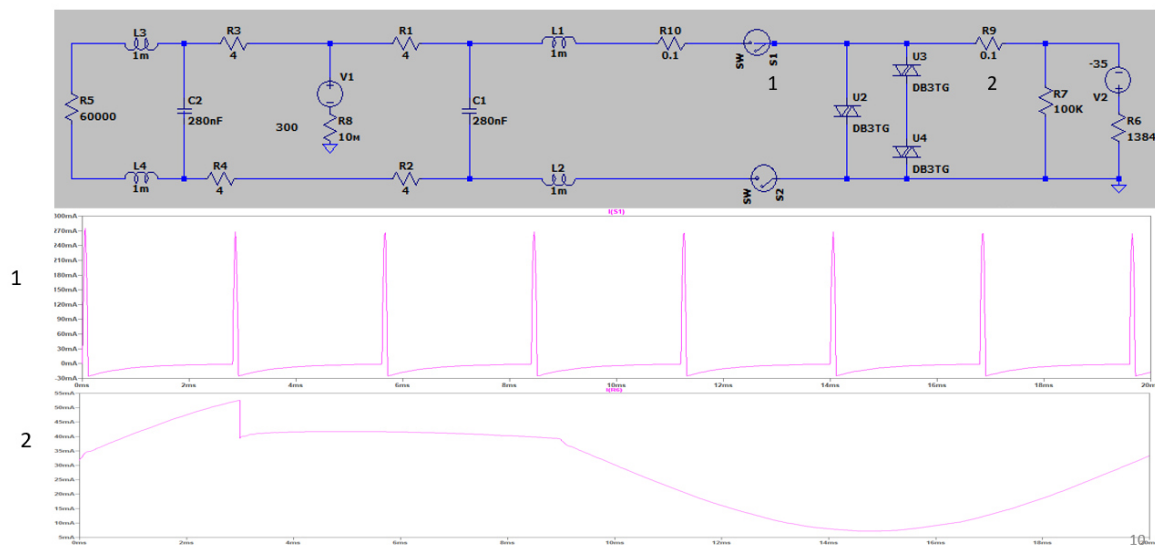


1. Защита по току
2. Защита по напряжению
3. Фильтр низких частот
4. Блок тестирования порта

9



Моделирование в LTSpice





Программа тестирования работоспособности порта FXS

Основные функции программы

- dialNumber- набор номера;
- playDTMF-набор цифры;
- SetFreqB- генерация 1 частоты;
- SetFreqA- генерация 2 частоты.

```
#include <Arduino.h> // byte
#include <wiring_private.h> // sbi, cbi
int test = 12;
int DTMF[13][2]={
  {941,1336}, // frequencies for touch tone 0
  {697,1209}, // frequencies for touch tone 1
  {697,1336}, // frequencies for touch tone 2
  {697,1477}, // frequencies for touch tone 3
  {770,1209}, // frequencies for touch tone 4
  {770,1336}, // frequencies for touch tone 5
  {770,1477}, // frequencies for touch tone 6
  {852,1209}, // frequencies for touch tone 7
  {852,1336}, // frequencies for touch tone 8
  {852,1477}, // frequencies for touch tone 9
  {941,1209}, // frequencies for touch tone * // 10
  {941,1477}, // frequencies for touch tone # // 11
  {0,0} // pause // 12
};
byte PhoneNumber[] = {1,2,3,4,5,6,1,5,5,8,1,1,9,7,0,10,11,1,1};
byte PhoneNumberLength = 19;
void dialNumber (byte number[], byte len)
{
  for(int i=0;i<len;i++)
  {
    playDTMF(number[i]); // usdp
    delay(50);
    playDTMF (12); // naysa
    delay(50);
  }
}

void playDTMF (byte digit)
{
  SetFreqA (DTMF[digit][1]);
  SetFreqB (DTMF[digit][0]);
}

void SetFreqA(unsigned long freq) //2 частота
{
  Serial.println(freq);
  if (freq == 0)
  {
    cbi(TCCR1A,COM1A0);
    cbi(TCCR1A,COM1A1);
    return;
  }
  unsigned long TOP=0;
  TCCR1A = 0;
  sbi(TCCR1A, WGM10); // Fast PWM top to OCR1A
  sbi(TCCR1A, WGM11);
  sbi(TCCR1B, WGM12);
  sbi(TCCR1B, WGM13);
  //Set Prescaler
```

11



Заключение

В процессе ВКР было сделано:

- Рассмотрели возможные деструктивные факторы и защиту от них;
- проанализирована реализация защит в существующих УЦАТС;
- разработаны структурная и принципиальная схема защиты от повышенного тока и перенапряжения порта абонентской линии, разработанной УЦАТС;
- моделирование в Ltspice;
- разработана программа тестирования работоспособности порта FXS.

12

Спасибо за внимание