Курсовая работа

Телекоммуникационные системы и технические способы защиты

Киев 2009

Основные принципы построения систем передачи информации

Системы связи по Шеннону:

ИС

Пр1

К

М

ЛС

ДМ

ДК

Пр2

ПС

Сообщение – информация, представима в определенной форме, присущей источнику.

Передатчик – преобразовывает исходное сообщение в форму, удобную для эффективной передачи по линии связи.

Пр1 – приводит сообщение в некоторый стандартный вид (микрофон).

Вокодер (Voice coder) – преобразовывает речь, избавление от избыточности.

К1 – кодер источника сообщения.

К2 – кодер канала связи (обеспечение помехоустойчивой связи).

Модулятор – делает так, чтобы сообщение максимально удобно и эффективно передавалось.

Канал связи – совокупность технических устройств (передатчик + приемник), связанных между собой физической линией связи.

Система связи – канал связи + абоненты (источник + приемник).

Многоканальные системы связи – много каналов забитых в одну физическую линию.

Каналы связи:

1. а) симплексный (поочередная передача на одной несущей частоте);

б) дуплексный (одновременная передача на разных частотах);

1. а) односторонняя связь (передатчик не может принимать сигнал);

б) двухсторонняя (передатчик и приемник могут, как передавать, так и принимать сигнал);

1. выделенный канал связи (2 абонента);

а) составной (телефон) (абонент район город …);

б) единый;

1. интегрированные каналы связи (соответственно используются для всего).

Формы представления сигналов в каналах связи

1. Аналоговая (непрерывная, континуальная).
2. Дискретизированный (по времени).
3. Квантованный по уровню.
4. Цифровой сигнал.

Виды модуляций.

1. Прямая модуляция.
2. Непрерывная (аналоговая) модуляция.
3. Импульсная модуляция.
4. Кодо-импульсная модуляция.

Прямая модуляция – преобразует исходное сообщение к виду удобному для последующей обработки; по каким-то свойствам (параметрам) сигнал на выходе аналогичен входному.

Аналоговая модуляция – преобразование входного сигнала в форму удобную для передачи по физическим каналам связи.

Аналоговая:

1. Амплитудная модуляция (АМ).

2. Частотная модуляция (ЧМ)

Угловая модуляция (УМ)

3. Фазовая модуляция (ФМ)

Информационные параметры – те параметры, которыми управляют в соответствии с сигналом прямой модуляции и получают устойчивый к передаче на большие расстояния сигнал, относительно легко читаемый приемником.

U(t)=Usin(ωt+φ)

Манипуляция - как правило, на выходе счетное количество сигналов (например 2: (0;1)).



Уплотнение линий связи

* Частотное;
* Временное;
* Мультиплексирование.

1. Частотное уплотнение.

Абонент Полосовой фильтр



. . .

А1

Пф1

M1

А2

Пф2

M2

Аn

Пфn

Mn

П

ЛС

Пф2

Пф1

Пр

Пфn

Дм1

Дм2

Дмn

МЧ

Каждому каналу свою частоту.

2. Временное уплотнение.

Селектор

Синхронизации

сигнала

Генератор

Тактовой

Частоты

схема форм.

синхронизации

сигнала

генератор кадр.

частоты

HC1

ЭК1

HCn

Mn

M1

ГТЧ

ЭКn

ГКЧ

СФСС

ЛС

Форм ГС

Прием

ГС

ССС

ЭК1

ГКЧ

ЭКn

ДМ1

ПС



Мультиплексирование

* Временное
* Частотное
* Кодовое

Побитовое мультиплексирование



Обобщенные характеристики сигналов и каналов связи

# Физические характеристики каналов связи

Сигнал:

* 1. Длительность сигнала (Tс).
  2. Частотный спектр (Fс).
  3. Динамический диапазон сигнала (Dс).



(в числителе Р может быть Рср или Рmax)

- минимальная мощность сигнала, с которой можно его передать.



* 1. Объем сигнала: .



* 1. База сигнала .



Канал:

1. Tк.
2. Fк.
3. , - верхний уровень усиления, - шумы возникающие на приеме.



1. Емкость канала связи , ≥.



## Информационные характеристики каналов связи:

Н(Х) – энтропия сигнала,

Н(Е) – помехи квантования.

Среднее количество информации по каналу связи (КС):



- мощность сигнала на входе



- мощность шума



Пропускная способность канала связи: С, С ≥ І - это условие необходимо для передачи информации.



- мощность помехи



- мощность сигнала



Способы повышения качества передачи информации в каналах связи

Для повышения качества передачи информации в каналах связи вводится избыточность в передаваемый сигнал. Избыточность бывает: аппаратная и информационная.

Аппаратная избыточность – введение в системе связи обратной связи, то есть еще одного канала.

Схема канала с ОС

ЛС

ИОС

(инф.

об. св.)

(инф.

об. св.)

ИС

ПР

РУ

П

ОС

П

РУ

ПР ОС

ПС

РОС (решающая обратная связь)

Если решающее устройство (РУ) со стороны источника – информационная обратная связь, если со стороны получателя – решающая обратная связь.

1 0…1 …00

10…1…00

К,Д – Кодер, модулятор ДК,ДМ – декодер, демодулятор

РУ – решающее устройство УУ – устройство управления

Н1 – накопитель 1 Н2 – накопитель 2

ПС – полученное сообщение

РОСОЖ – решающая обратная связь с ожиданием.

ИС

К

Н1

М

ЛС

ДМ

ДК

Н2

ПС

РУ

УУ

УУ

ДКос

ДМос

ЛС

Мос

Кос

Каналы РОС связи с непрерывной передачей информации

Виды решающей обратной связи:

* 1. РОС с ожиданием.

Сигнал в линии связи должен быть избыточен, если РУ решает, что сигнал принят неправильно, то затирается содержимое Н2 и передается запрос на повторную посылку. Устройство управления (УУ) запрещает ИС и активизирует Н1 (если число запросов превышает предел, то пересылается новый пакет). Если же РУ решает, что все хорошо, то сигнал пропускается, а обратно посылается квитанция о благополучном получении сигнала, после чего содержимое Н1 затирается и активизируется ИС и шлется новый пакет.

Недостаток: потеря времени на пересылку квитанций.

* 1. РОС с кусочно-непрерывной передачей по каналу:

а) Поблочный переспрос. Квитирующая посылка приходит с задержкой, но идет одновременно по каналу с сигналом. Между К и Н1 ставят Н0 который хранит блоки информации. Если обнаружена ошибка в посылке, то блок пересылается дальше, а неправильные посылки досылаются потом.

Недостаток: маленькие блоки.

Преимущество: не ждем ОС.

б) Поадресный переспрос. ОС передает номер неправильной посылки.

Недостаток: в случае исключения позиция остается пустой.

Преимущество: блоки могут быть большими.

Амплитудная модуляция (АМ). Основные методы и способы реализации

Аналоговая АМ.

A(t)cost – сигнал передатчика, – несущая частота, A(t) – управляющий сигнал.



Методы получения АМ:

* 1. Параметрический
  2. Компенсационный

f



Методы реализации непрерывной модуляции и схемные решения

Параметрический способ АМ

i



- несущий сигнал, = .



- модулирующий сигнал.



i =Yu, Y – проводимость, - несущая частота



Y() = b



1 случай. (t) =



Тогда i(t) = Y= bcost = cos t



2 случай. = (1+kx(t)).



Тогда i(t)= (1+kx(t)) cos t



- дифференциальная проводимость.

;



(при условии ) = 0



.



Получили квадратичную ВАХ.

Если <<1, то характеристика ≈ квадратичная и мы можем реализовать амплитудный модулятор.



Схема реализующая параметрическую АМ



– высокочастотный сигнал.



Др 1 – препятствует обходу транзистора.

– низкочастотный управляющий сигнал, меняет рабочую точку.



LC нагрузка – образует полосовой фильтр, пропускающий только на резонансной частоте.

- разделитель, иначе бы смещение ничего не давало.



- электролитический конденсатор, который не позволяет пройти высокочастотному сигналу.



Схема хорошо работает в области низких сигналов.

Нелинейный метод реализации АМ.



U=+, = cost, =(1+kx(t))



-Ω + Ω 2



1 фильтр

Схема реализующая нелинейную АМ (схема лучше, чем параметрическая АМ)



Балансная АМ.

#### Кольцевой балансный модулятор



Отсутствует несущая частота.

(через)



- то, что снимается из 2 полуобмоток.

Требование для устойчивой работы схемы: амплитуда должна быть намного больше амплитуды обмотки Тр 1. Если они сопоставимы, то равное напряжение может закрыть диод.



Манипуляция – когда сигнал имеет конечное (счетное) количество значений амплитуды (как правило, 2).

Модуляция – амплитуда сигнала принимает непрерывное множество значений.

Схема реализации модулятора с амплитудной манипуляцией



Амплитуда опорного сигнала должна быть меньше амплитуды управляющего сигнала x(t).

Если полярность будет наоборот « + – », то диоды будут закрыты.

Недостаток схемы: все время работает генератор, схема энергетически расходная



Экономичная схема амплитудной манипуляции

Если транзистор заперт, энергия генератора не потребляется, то есть напряжение не передается на следующий каскад. Если есть x(t), открывается базовый каскад.

Угловая модуляция.



- частотная модуляция;



- фазовая модуляция.



- связь между частотой и фазой сигнала.



Схемная реализация частотной модуляции.

Схема генератора с трансформаторной обратной связью.



Аналоговые демодуляторы

#### Амплитудная демодуляция

U(t) – вход демодулятора, зависит от вольт - амперной характеристики демодулятора.

S(t)=A(t)cost – пришедший сигнал



Диодные балансные демодуляторы



Работает ½ периода. При отсутствии S(t) = 0.



Требование к схеме: амплитуда U1 должна быть больше амплитуды сигнала S(t).

Недостаток: однополупериодное выпрямление.

### Частотное детектирование

Операция детектирования: преобразование частотной модуляции в амплитудное модулирование.



Амплитуда колебаний в отсутствии модуляции.

Появляется модуляция, сигнал растет (амплитуда увеличена).

Двухконтурная схема частотного детектора



Напряжение на дросселе соответствует напряжению на контуре. Е2 – ЭДС в контуре L2C2, . Дифференцирование эквивалентно смещению на в сторону опережения (соответственно минус поворачивает в сторону отставания).



\* < \*> \* =



2.



I При резонансе

I



I При резонансе

I



3.



=



>



>



Фазовый детектор.

1. S(t) – входной сигнал – модулирован по фазе

- гармонический сигнал, немодулированный.



На последовательный сигнал:



Модуляция отсутствует

2.



Угловое смещение



на выходе



На выходе детектора нулевой сигнал.

3.



:



:



π/2 π

Максимально при , и максимально при π, только другого знака.



Телефонная связь

Основные характеристики речи. Механизм продуцирования речи. Модель воспроизведения человеческой речи

Носовая полость

Ротовая полость

Трахея гортань

Т≈14

Частота звучания звуков около 100 Гц.



Самое трудное – это различать гласные.

F1, .., F4 – форманты – пики мощности по частоте. Большинство формант (главное первые 2) вмещаются в диапазон 300Гц – 3.4 кГц.

Наличие пиков в диапазоне это гарантия распознавания речи в телефонной связи.

Взрывные звуки – буквы, которые резко вылетают. «П»

Накапливается турбулентный поток. Высокий уровень шума.

Фрикативные согласные – воздух выпускается долго («Ш»). Шипящие, взрывные менее информативные, чем гласные и звонкие согласные. Их можно не передавать, если не важно качество звука, в том числе узнаваемость.

Звук – механические колебания упругой среды, испускаемое колеблющимся телом (источником звука) и воспринимаемое органом слуха, ухом или специальными приборами.

Скорость распространения волны: С=λ/Т



λ – длина волны, Т – период колебаний

Звуковое давление – это происходящие непериодические изменения в пространства.

Интенсивность звука – обозначается J и измеряет мощность, отнесенную к единице площади



Уровень интенсивности звука: L = [Дб]



- порог слышимости



Разрушение механических аппаратов человека

<16 1000 >2000 f, Гц



J,P,L



Вверху – уровень болевых ощущений: 200 Па 10



#### Шкала субъективного восприятия громкости



Градация систем радиовещания по классам.

* Высшего 30 Гц ÷ 30 кГц
* Первого 15Гц ÷ 15 кГц

##### Телефонные системы передачи речи

###### Классификация телефонных аппаратов

Телефонный аппарат предназначен для вызова станции, получения станционного вызывного сигнала и ведения разговора. Он состоит из разговорных, вызывных приборов и коммутационного устройства. К разговорным приборам относится микрофон, телефон, телефонный трансформатор и балансный контур. В состав вызывных приборов входят элементы, необходимые для посылки и приема вызова. В качестве коммутационного устройства применяется рычажный переключатель (РП). При снятии микротелефона контактами РП выключаются вызывные и включаются в абонентскую линию разговорные приборы.

Телефонные аппараты классифицируются по различным признакам. В зависимости от способа питания микрофонных цепей различают аппараты местной батареи (МБ) (питание микрофона обеспечивается от батареи, расположенной возле аппарата), центральной батареи (ЦБ) (микрофон получает питание от батареи, расположенной на телефонной станции) и без источников питания. В зависимости от способа соединения микрофона и телефона с линией схемы телефонных аппаратов бывают с местным эффектом, противоместные и переменные.

Местным эффектом называют прослушивание собственной речи и местных шумов в телефоне аппарата. Если приняты меры к уменьшению местного эффекта, схема аппарата называется противоместной. В противном случае схема аппарата называется схемой с местным эффектом. В аппаратах с переменной схемой на время передачи к линии подключается только микрофон, а на время приема только телефон.

* 1. Телефонная система связи с местной батареей.

Разговорная схема



Схема подключения звонков



Дуплексная система двух проводной связи с общей батареей (местной).

* 1. Схема связи с центральной батареей



Система односторонняя, симплексная. Центральная батарея при необходимости подключается к вызываемому и вызывающему. Реально для симметричной связи необходима еще одна такая же система – в другую сторону.

Схема максимально приближенная к реальности.



К схеме:

1 – разговорная схема;

2 – вызовно-коммутирующая схема;

3 – звонковая схема;

R – балансировочное сопротивление;

НН – номеронабиратель.

Реле определяет состояние аппарата, индуктивности L1 и L2 мощные, не пропускают переменный ток. Вызов минует L1 и L2. Поднятие трубки при трели звонка разрывает звонок, подъем трубки переключает РП. Номеронабиратель при обратном ходе включает шунтирующий контакт, размыкая схему. Импульсы 60В идут на АТС. Этими импульсами определяются цифры номера, ‘0’ передается за 1 сек. АТС находит сначала район, потом аппарат.

- реле проверяет наличие вызова.



Нажимаем 1: идет сигнал

Набираем 0: 10 импульсов – самый длинный сигнал.

Элементы телефонного аппарата.

Микрофон:

* + - 1. Угольный (порошковый).
      2. Электростатический (конденсаторный).
      3. Пьезоэлектрический.
      4. Электродинамический.
      5. Электромагнитный.
      6. Магнитный.

Неустойчив к работе угольный микрофон, нужно взболтать угольный порошок. Частотная характеристика неравномерна.

Угольный микрофон.

Самый популярный: простой, мощный. При обычном разговоре подает вход 1мкВт, выход – 100 мВт.

Недостатки: параметры микрофона изменяются в зависимости от положения; микрофон имеет нестабильную частотную характеристику.

Конденсаторный микрофон



Основное применение конденсаторного микрофона в диктофонах и при прослушивании.



Местный эффект и его влияние на качество передачи

Местный эффект в телефонном аппарате тесно связан с такими свойствами органа слуха, как адаптация и маскировка. Рассмотрим два момента при разговоре: когда абонент говорит перед микрофоном и когда он слушает своего собеседника. При разговоре в аппаратах с местным эффектом весь разговорный ток, генерируемый микрофоном, проходит через телефон своего аппарата. В результате абонент на передающем конце очень отчетливо слышит себя. Ухо «приспосабливается» к звуку большой интенсивности, и чувствительность уха понижается. Поэтому прием более слабых звуков речи собеседника вследствие инерционности процесса адаптации оказывается затруднительным. Кроме того, уменьшается эдс, развиваемая микрофоном, и ухудшается слышимость на приемном конце вследствие непроизвольного снижения громкости речи.

Когда абонент слушает, местные акустические шумы поступают в микрофон его аппарата и воздействуют на ухо совместно со звуками речи другого абонента. В результате местные шумы, имеющие большую интенсивность, чем звуки речи собеседника, вызывают явление маскировки в ухе слушающего.

Вредное влияние местного эффекта сказывается в уменьшении дальности передачи и в снижении понятности телефонного разговора.

Противоместные схемы.

Построение противоместных схем, у которых в идеальном случае мощность, воспринимаемая своим телефоном при передаче речи, равняется нулю, возможна путем мостового либо компенсационного включения преобразователей аппарата. Для подавления местного эффекта в аппаратах применяются балансные контуры, состоящие из одного или нескольких элементов.

Мостовая балансная схема (с ЦБ).



Эта схема может быть представлена в виде канонического моста переменного тока, в котором микрофон, рассматриваемый как генератор переменного тока, включен в одну его диагональ, а телефон – в другую. При равновесии моста, в момент передачи речи, ток в диагонали моста равен нулю и, следовательно, в телефоне не будет слышен собственный голос. Равновесие моста будет при условии:

,



где - полное сопротивление балансного контура; - соответственно полные сопротивления 1 и 2 обмоток трансформатора; Zл – входное сопротивление линии.



Однако полного подавления местного эффекта практически достичь не удается, так как балансный контур, имеющий небольшое количество элементов с сосредоточенными параметрами, не может воспроизвести частотную зависимость входного сопротивления линии. Следует также учитывать, что длина и тип линии в условиях эксплуатации аппаратов бывают различными. Поэтому при разработке схем аппаратов стремятся не к полному устранению местного эффекта, а только к его значительному ослаблению.

При работе аппарата на прием источником разговорного тока становится линия Zл. В этом случае не весь разговорный ток проходит через телефон, часть его шунтируется микрофоном.

Частичная потеря энергии, имеющая место при работе схемы на передачу и прием, компенсируется увеличением дальности передачи за счет снижения местного эффекта.

Балансная схема с автотрансформатором (с ЦБ).



Сопротивление R подбирается таким образом, чтобы наводимые по II обмотке ЭДС компенсировались.

В схемах компенсационного типа так же, как и в схемах мостового типа, подавление местного эффекта зависит от того, насколько точно частотная зависимость балансного контура отражает частотную зависимость входного сопротивления линии.

Схема телефона (1972).

При заводе диска номеронабирателя замыкаются контакты ШК1 и ШК 2 и размыкается контакт ШК3. При обратном движении диска несколько раз в соответствии с набранной цифрой размыкается импульсный контакт ИК. Для устранения искры в ИК применяется искрогасительный контур. Его функции выполняют емкости С1, С2 и сопротивление R1.



Системы связи.

РШ

РШ

РАТС

ГАТС

ГАТС

В местах усиления:

Дифференциальная трансформаторная схема



Телефонные сети

Телефонная сеть – совокупность конечных устройств, АТС, узлов в коммутации, которые обеспечивают маршрутизацию и коммутацию телефонных вызовов.

ТСОП – телефонная сеть общего пользования.

УПАТС – учрежденческая производственная автоматическая телефонная сеть (Можно войти на сеть общего пользования).

АМТС – автоматическая международная телефонная станция. Внутри зоны ГАТС (городская АТС), если города больше РАТС (районной автоматической телефонной станции).

Узел автоматической коммутации УАК. УАК – 1, УАК – 2 соединяли АМТС и УАК – 1. Иногда УАК – 2 нет и связь прямая.

Структура телефонных сетей.

Городская телефонная станция, меньше 10000 людей.

РАГС емкость до 60000 абонентов.

РАТС11

УВС1 УВС2

РАТС13, РАТС12 УНС1

УВС – узел входных сообщений.

Сельская телефонная связь

ОС1 ЦС

ОС3

ОС2

ОС – оконечная система

УС – узловая станция

УС

УС

### Установление соединения в телефонной сети



Основные функции узла коммутации

1. Возможность обнаружения изменения состояния абонентской или соединительной линии.
2. Генерация сигналов, позволяющих установить взаимодействие с абонентом или другим узлом коммутации и осуществить соединение.
3. Возможность выбора маршрута соединения и создание взаимодействующего телефонного тракта.

Процессы:

1. Обнаружение запроса к ресурсам станции (от абонента или другой станции).
2. Поиск ресурса.
3. Оповещение абонента о предоставлении ресурса (ответ станции).
4. Прием и накопление цифр номера.
5. Передача по номеру линейных и адресных сигналов в линии связи.
6. Определение состояния линии вызываемого абонента.
7. Генерация посылки вызова (если линия свободна).
8. Генерация сигнала контроль посылки вызова.
9. Обнаружение ответа вызываемого абонента
10. Установление разговорного тракта через коммутационное поле станции.

Виды сигналов:

1. Линейный сигнал (Л), определяет состояние устройства сети.
2. Адресный сигнал (А), определяет маршрут телефонной сети.
3. Информационный сигнал (гудки) (И), оповещает о коде соединения.

Установление соединения:



1. Вызов абонентом станции: линейный, падение напряжения с 60 до 15В
2. Ответ станции: информационный, 425 Гц



1. Набор номера: абонент шлет адресный; станция – все 3 признака



Тональный набор:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1209 | 1336 | 1474 | 1633 |
| 679 | 1 | 2 | 3 | А |
| 770 | 4 | 5 | 6 | В |
| 852 | 7 | 8 | 9 | С |
| 941 | \* | 0 | # | Д |

Максимальная длительность при тональном наборе 7\*100=700 млс. При импульсном наборе возможны любые неточности, ошибки. Вызов: тональный, импульсный.

1. Контроль посылки вызова
2. Ответ абонента 2 и установление разговорного тракта, 5-7В.
3. Ответ «линия занята», 450Гц.
4. Разрыв связи.
5. Сигнал отбоя от абонента.

АОН

Возможности АОНа заложены в конструкции телефонных сетей, так как надо перехватывать номер для того, чтобы отслеживать междугородние звонки с домашних аппаратов.

Протокол работы системы с АОНом.



* счетчик времени срабатывает не от подъема трубки, а от звонка;
* нет трели звонка;
* падение напряжения не до 10В, а до 20В;
* посылка на АТС с запросом (~100 мс). Абонент который делал вызов временно отключается, включается АОН станции, он передает АОН’у 10 элементную посылку (начало, номер, конец, категория телефона).

Иногда номер не удается распознать, тогда посылка отправляется 3 раза, иначе – «номер не определен». На станции можно установить блокировку выдачи номера.

Телекоммуникационные сети

Транспортная сеть – это система, которая обеспечивает распространение некоторого продукта среди его потребителей, территориально разбросанных.

Телекоммуникационные сети распространяют исключительно информацию.

Групповой тракт – совокупность технических средств, обеспечивающих передачу сигналов электросвязи или в полосе частот, или с определенной скоростью передачи, определенной нормализованной группой каналов телефонной частоты.

Функции:

* Распределение.
* Хранение.
* Транспортировка.
* Преобразование.

Пример: телепровод, нефтепровод.

Первичная сеть – магистраль, районная сеть, запускается унификация.

Типы:

* Телеграфно – телефонные
* Сеть универсального использования (все передающиеся сигналы).

Основные ступени образования групп каналов.

В первой ступени с помощью аппаратуры канального преобразования (АКП) осуществляется индивидуальное преобразование полос частот 12 каналов тональных частот (ТЧ), в результате которого формируется основная первичная группа каналов с полосой частот 60 – 108 кГц.

Вторая и все последующие ступени преобразования являются групповыми. При помощи аппаратуры преобразования типовых групп каналов (АППГ, АПВГ, АПТГ) осуществляется формирование более крупных типовых групп каналов. Каждые пять первичных групп (ПГ) в результате раздельного группового преобразования по каждой ПГ вначале объединяются во вторичные группы (ВГ) с полосой частот 312 – 552 кГц, затем каждые 5 ВГ формируются в третичные группы (ТГ) с полосой частот 812 – 2044 кГц, и наконец, каждые три ТГ формируются в четверичные группы каналов с полосой частот 8516 – 12388 кГц. Полоса частот каждой типовой группы каналов выбирается таким образом, чтобы ее абсолютная и относительная ширина была как можно меньше. Абсолютная полоса частот ПГ зависит только от эффективно передаваемой полосы частот каналов ТЧ и частотного интервала, необходимого для разделения каналов ТЧ. Этим же определяются полосы частот остальных групп каналов, построенных на базе ПГ, с учетом частотного интервала между типовыми группами.

Относительная ширина полосы частот каждой типовой группы каналов зависит от места ее размещения на шкале частот. Желательно, чтобы отношение крайних частот спектра группы fmax /fmin<2. В этом случае вторые и более высокие гармоники и комбинационные частоты разместятся, в основном, за пределами полосы частот данной группы и не будут оказывать мешающего действия.

Предгрупповое образование (4 предгруппы):

1 предгруппа: 60 – 72 кГц;

2 предгруппа: 72 – 84кГц;

3 предгруппа: 84 – 96 кГц;

4 предгруппа: 96 – 108 кГц.

Первичная группа каналов тональной частоты.

Аппаратура канального преобразования (АКП) преобразует исходные полосы частот 12 каналов ТЧ 0,3 – 3,4 кГц в полосу частот основной ПГ 60 – 108 кГц со строго определенным инверсным расположением полос частот, занимаемых каждым каналом, причем в верхней части диапазона частот ПГ размещается первый канал, а в нижней двенадцатый.

При отведенной полосе частот 4 кГц на один канал ТЧ полезная полоса частот составляет 3,1 кГц и частотный интервал между каналами 0,9 кГц. Это обстоятельство требует применения канальных полосовых фильтров с большой крутизной нарастания затухания в переходной области, так как подавление неиспользуемой боковой полосы частот должно быть не менее 60 дБ. Для выполнения этого требования используются фильтры из элементов с высокой добротностью, то есть применяются пьезоэлектрические (кварцевые), магнитострикционные или электромеханические резонаторы. Существует несколько Способов формирования спектра ПГ. Из них наибольшее практическое распространение получили следующие: с использованием одной ступени преобразования, двух индивидуальных ступеней преобразования, индивидуальной и групповой ступеней преобразования.



При формировании основной первичной группы каналов с использованием одной ступени преобразования на каждый из 12 – канальных преобразователей подаются исходные информационные сигналы в полосе частот 0,3 – 3,4 кГц и разные несущие частоты, значения которых =112-4i, где i – номер канала ТЧ в пределах ПГ. Для первого канала f1 = 108 кГц, для второго f2= 104 кГц и т.д., для 12-го f2 = 64 кГц. Канальный полосовой фильтр (КПФ), включенный после каждого преобразователя, выделяет нижнюю боковую полосу частот, которая при данной структуре формирования ПГ принята в качестве полезной боковой полосы частот. Верхняя боковая полоса и побочные продукты преобразования должны быть подавлены с определенной степенью с помощью КПФ.



Диаграмма преобразования спектров

На приеме аналогичные фильтры распределяют общую полосу частот ПГ по отдельным каналам и после преобразования в преобразователе приема выделяется нижняя боковая полоса частота, которая будет являться восстановленным информационным сигналом.

Недостатком данного способа формирования ПГ является необходимость применения 12 дорогостоящих КПФ с различными полосами пропускания.

Вторичные группы



Вторичная группа предназначена для создания более крупных групп ТЧ при последующем группообразовании или для формирования линейного спектра частот систем передачи с числом каналов от 60 до 300. Вторичная группа формируется из 5 основных ПГ (5\*12 = 60) путем раздельного преобразования спектра каждой ПГ 60 – 108 кГц в преобразователях первичных групп ППГ с соответствующей групповой несущей частотой. Вторичная группа с полосой частот 240 кГц (5\*48) размещается по шкале частот в диапазоне 312 – 552 кГц. В некоторых типах преобразовательного оборудования основных ПГ предусматривается возможность формирования двух вариантов спектра ВГ – основного и инверсного. Инверсный вариант спектра ВГ позволяет (с помощью аппаратуры сопряжения) получить инверсный вариант линейного спектра системы передачи. Введение инверсии частотных полос позволяет ослабить мешающее действие помех.

Для облегчения параллельной работы при формировании спектра выходы фильтров включают через развязывающее устройство – блок параллельной работы ПГ (БПРПГ).

Основной вариант построения ВГ: =420+48(k-1). Выделяется нижняя часть спектра Δf = 420 – 612.



Инверсный вариант построения ВГ: =252+48(k-1). Выделяется нижняя часть спектра Δf = 312 – 552.



Образование третичных групп

5 вторичных групп модулятор появляются свои частоты

=1364+248(k-1)



Диапазон: 812 – 2044 кГц, 300 каналов.

Линейный тракт.

Схема тракта первичной сети:

CN(t)

ОПВ

C1(t)

UN(t)

U1(t)

Ur(t)

U1(t)

Ur’(t)

л.с

…

…

л.с

U1

UN

∑

Пер

>

Пр

Розд1

РоздN

ДМ1

ДМN

C1(t)

CN(t)

UN(t)

лин. тракт

ОПА

Обобщенная схема линейного канала с частотным разделением.



РФ – режекторный фильтр

РУ – развязывающее устройство

СУ – согласующее устройство

АРУ – автоматическая регулировки усиления по частотам

КУ – корректирующее устройство

ЛУС – линейный усилитель

НУП – не обслуживаемый усилительный пункт

ОУП – обслуживаемый усилительный пункт

Генераторы корректировки сигнала.

По конкретным частотам определяется степень затухания отдаленных частей спектра.

СС – служебные сигналы

ДП – дистанционное питание (для подпитки НУП)

Блок АРУ позволяет регулировать автомат, но периодически проверяет.

Регенераторы – корректируют сигнал

По конкретным частотам определяется степень затухания отдельных частей спектра.

СС – служебные сигналы (из кольца)

ДП – дистанционное питание (для подпитки НУП)

ТМ – сигналы телемеханики (управляют первичной сетью)

Блок АРУ регулировать автоматически, но периодически проверяется. Между двумя ОУП включается НУП – как позволяет дистанционное питание.

Первичная сеть

Система коммуникации (вторичные системы связи)

* Абонентская часть
* Узлы коммуникации
* Реализация каналов связи

Первичная сеть: сетевые станции, сетевой узел, линия передачи.

Сетевая станция – любой оконечный элемент первичной сети

Сетевой узел – те же свойства, что и у сетевой станции только ещё и транзитный элемент.

Система передачи

* Оконечная станция
* Линейный тракт (всё, что способствует передаче сигнала по физической среде)

Классификация первичных сетей:

* Местная (в пределах района).
* Зонная (в пределах области, нескольких областей).
* Магистральная (страна, регион).

Оконечный узел (пункт, станция) – формирует групповой а потом линейный тракт по передаче сигнала.

Структурная схема оконечного пункта системы передачи:

АКП

АППГ

АПВГ

АПТГ

АС

ОАЛТ

ГО

(1) (1) (1) (1) (1)

… …

(12) (5) (5) (5) (К)

НЧ НЧ НЧ НЧ НЧ КЧ

АКП – аппаратура канального преобразования (12 канальных каналов сформировали первичную группу).

АППГ – аппарат преобразования первичных групп, из них создаётся вторичная группа.

АПВГ – аппарат преобразования вторичных групп в третичную группу

АПТГ – аппарат преобразования третичных групп в четвертичную группу

АС – аппарат сопряжения (из набора сформировался линейный спектр)

ОАЛП – оконечный аппарат линейного тракта

ГО – генераторное оборудование.

Генераторное оборудование. Генераторные схемы



Автогенератор с трансформаторной обратной связью:

Схема низкочастотного RC генератора:



Схема « 3 точки» - компактный высокочастотный генератор (без элементов стабилизации и т. д) постоянного тока.

Ёмкостная схема:



Например обратные связи снимаются с конденсатора.



Выполняется условие баланса фаз.



Индуктивная схема:

Выполняется баланс фаз.



Электрические фильтры

Пассивный фильтр.



ФНЧ – пропускает низкие частоты.



ФВЧ – пропускает высокие частоты.



## Полосовой фильтр

Оба контура снимают одну резонансную частоту.



Активные фильтры

Отрицательную обратную связь реализует частотно – зависимый элемент.



Применение

Системы автоматической регулировки усиления по контрольным частотам



Цифровые системы передачи

Базовый цифровой канал

Граница тонального канала 3,4.

Граница частоты 6,8:

Fвт = 3,4 кГц

Fдк =2Fвт

Fд=8 кГц

Скорость передачи: Vбк (баз. канал)= 64 к бит/с

Общие понятия по цифровой системе передачи

1. Аппарат формирования и приёма ЦС (цифрового сигнала).
2. Аппарат цифрового линейного тракта.

Схема формирования цифрового группового сигнала.

КТЧ

Дескриптор

∑

Квантователь

\*

КУ

ИКМ-сигнал

КТЧ – канал тональной частоты

КУ – кодирующее устройство

∑ – временное уплотнение сигнала

\* – мультиплексирование

Временное уплотнение



ФЦ – формирователь циклов (дополнение сигналов служебными и вспомогательными сигналами)

ЦС – цикловая частота

СЦС – частота сверх циклов

ПК – преобразователь кода

РП – дополнительное питание

РС – регенерирующая система

ГО – генераторное оборудование (достаточно сложное)

СУ – согласующее устройство

ПСС – выделение служебных сигналов

ВС – восстановитель

Временная структура сигнала на выходе оконечной станции



КИ – канальный интервал

Тц – длина цикла (0,125 млс)

Длина цикла Тц =(N + Nсл)∆f

М – число полезных каналов ((N+1) или (+1))



В каждом цикле определяется служебная информация об одном канале → сверхцикл включает в себя столько циклов, сколько нужно информации про каналы (M = N+1 или M=N/2+1; +1 – служебная информация о самих сверциклах).



Принципы построения асинхронной иерархии цифровой системы передачи

30 каналов→ 64 кбит → 2042 к бит/с – выход первичной сети.

ПЦСП – первичная цифровая система передачи.

АЦО ЧУКВ – аналого—цифровое оборудование, с частичным разделением каналов, В -вторичный.

Объединяет 60 каналов.

2024∙4+256=8448 кбит/с — вторичная (для обслуживания служебной информации).

8448∙4+768=34368 выход третичной сети.

139264 кбит/с – выход четвертичной сети.

Проблемы в цифровых системах передачи:

* проблема синхронизации
* проблема выбора линейного кода

Синхронизация уровня:

* синфазно-синхронная (тактовые импульсы имеют одну частоту и фазу)
* синхронная

Линейные коды

Потенциальные и импульсные коды

Если информацию несёт вершина импульса, то это потенциальный код. А если информация определяется переходом от одного импульса к другому, то это импульсный код.

Необходима хорошая проходимость в трансформаторах и конденсаторах (постоянная составляющая проходить не будет).

Должны обладать самосинхронизацией.



Максимальная частота для NRZ F=, где N-бит/с



Неприятный сигнал:

011111000001

101010101010 синхросигнал

110101101011 уже лучший

NRZ – потенциал передаёт первому. Следующая единица – смена знака потенциала. Длинные серии единиц будут передаваться нормально. Но уже появляется третий уровень.

NRZ и NRZI – потенциальные коды.

Биполярный импульсный код (тоже 3 уровня). Резко возрастает частотный диапазон. Более приемлемый – манчестерский код – перепад - 0, а -1. При длинной серии идёт служебный переход (не информационный). Для него достаточна низкая частота.

Аппаратная реализация элементов цифровых систем передачи

Блок-схема АЦП

Uвх

ГТИ

CC

ГИ

t

t

t

t

х

Uвх

ГТИ

ГИ

СУ

СС

КОМП

ГЛНН

Си,и

ГТИ – генератор тактовых импульсов;

ГИ – генератор импульса;

ГЛНН – генератор линейного нарастающего напряжения;

СУ – схема управления;

СС – схема совпадения;

КОМП – компаратор;

Си,и – счётчик импульсов;

Когда линейное нарастающее напряжение совпадает с Uвх , КОМП (сравнивая их) закрывает схему совпадений.

Когда ГТИ выдает импульс, система выдаёт, полученное при совпадении, значение.

Триггерная линейка



Считает побитово.

При переключении первого триггера дважды, второй триггер срабатывает один раз.

Генератор аплитудно-импульсного сигнала

На вход подаётся непрерывный сигнал, а на выходе – импульсный.



|Uупрмах| > |Uвх мах |

Схема ограничителя: Диодный ключ:



Генератор линейно меняющий напряжение:



В исходном состоянии транзистор открыт.

Вторичные сети

Основные компоненты: ОП (оконечные пункты) и УК (узлы коммутации).

Способы коммутации:

* Непосредственное соединение.
* Соединение с накоплением информации (с ожиданием).

Непосредственное соединение – физическое соединение.

Соединение с накоплением информации – сначала приходит сообщение, по которому подбирается соответствующая линия для исходящей посылки.

Методы коммутации:

1. Метод коммутации каналов – соединение пары входящих и исходящих линий, при котором образуется канал связи, монотонно использующийся абонентами в течение всего сеанса связи.

Преимущества:

* Простота реализации.
* Надёжность.
* Высокая скорость.
* Простота квитирования.
* Быстрое решение поддержать/отказать в установлении.

Недостатки:

* Высокая вероятность отказа.
* Низкая эффективность использования линии.
* Возможность лавинообразного отказа.
* Пропускная способность составного канала определяется пропускной способностью самого «плохого» участка.

2. Метод коммутации сообщений – пересылка сообщения без нарушения его целостности и без предварительного создания физического непрерывного канала. Пересылка – через цепочку узлов с возможной задержкой – буферизацией – в случае ожидания канала.

Преимущества:

* Надёжность посылки.
* Нет узких мест.

Недостатки:

* Длинные сообщения забивают канал, возникает перегрузка.

3. Метод коммутации пакетов – передача сообщения разделенного на фрагменты (пакеты), обычно заданного объема.

1) Метод виртуального канала – перед посылкой самого сообщения генерируется служебный пакет, который сначала проходит путь, оставляя указания о том, какие исходные линии использовать. Устанавливается виртуальный канал. После получения сообщения отправляется другой служебный пакет, который размыкает канал.

Преимущества:

* Надёжность.

Недостатки:

* Есть вероятность попасть в очередь.

2) Дейтаграммный способ – каждый пакет снабжается заголовком с местом получения. Эти пакеты отправляются по разным линиям, чтобы не образовывать очередь, по методу коммутации сообщений. В конечный пункт они приходят в произвольном порядке. Однако если один пакет не пришел, то теряется все сообщение.

Преимущества:

* Скорость.

Недостатки:

* Ненадежно.

Маршрутизация сообщений в системах связи

Маршрут – список элементов сети, соединяющих узел-отправитель с узлом-получателем.

Маршрутизация – определение оптимального в плане заданного критерия маршрута в сети связи.

1. Для каждого транзитного узла формируются таблицы маршрутизации: для узла j:



Пример.



– узел 2 по отношению к узлу 1.



=



2. Для построения плана распределения информации выписываем все матрицы



Для выбора маршрута для известного узла коммутации необходимо произвести выбор строк, которые ведут к узлу получения. Определяем линию связи первого выбора, если она занята, то – линию связи второго выбора и т.д.

Формирование плана распределения информации методом рельефа

Метод рельефа:



Отметим j узел и по всем путям отправим 1. Получим узлы связи с j. От первого уровня узлов отправим 2. Так определяются все узлы связи с ними. Получим 2 уровень.

Для каждой линии будем суммировать высоту. Потом пытаемся найти кратчайший путь.

Идём по маршруту в сторону минимального значения.

В нашем примере нашли два пути из N в А, оба длины 10, однако также могут учитываться другие критерии, например стоимость отправки по некоторой линии.

Эталонная модель взаимодействия открытых систем

Эталонная модель воздействия ОС (ЭМВОС) OSI/ISO.

Открытая система – система, у которой гарантируется возможность взаимодействия друг с другом, благодаря формализации процессов взаимодействия и декомпозиции процессов на отдельные группы, называющиеся уровнями с последующей стандартизацией и реализацией этих процессов.

Контроль характеристик передаваемых сигналов. На физическом уровне происходит сопряжение физического звена в системе передачи информации.

1 уровень – физический.

2 уровень – канальный.

3 уровень – сетевой.

4 уровень – транспортный.

5 уровень – сеансовый.

6 уровень – уровень представлений.

7 уровень – прикладной.

Протокол – совокупность правил, определяющих взаимодействие сетевых компонент внутри одного уровня.

Интерфейс – правило, определяющее взаимодействие элементов принадлежащих разным уровням.

Физический:

На физическом уровне передаются биты по физическим каналам связи (коаксиал, витая пара, оптоволокно). К этому уровню имеют отношение характеристики физических сред передачи данных, такие как полоса пропускания, помехозащищенность и др.

Функции физического уровня реализуются во всех устройствах, подключенных к сети.

Канальный:

Задачи: функции и процедуры, обеспечивающие надёжную передачу сигналов.

Механизмы реализуются:

Обнаружение и коррекция ошибок, структуризация предаваемых групп сигналов, управление потоками данных (механическая адресация в пределах одной цепи), определение механизмов защиты – линейное шифрование.

Основная форма данных – блок данных.

Хотя канальный уровень и обеспечивает доставку кадра (блока данных) между любыми двумя узлами локальной сети, он это делает только в сети с совершенно определенной топологией связи.

Сетевой:

Задачи: передача информации между сетями, задачи маршрутизации (сети произвольной топологии).

Решаются планы распределения информации.

Выбор исходной линии связи при маршрутизации. Составляется коммутативная таблица.

Основной формат данных – пакет.

Транспортный:

Основная форма данных – сообщение.

Задачи: обеспечить надёжность передачи информации между любыми двумя точками сети, управление передачей информации не уровне сетей, сборка и разборка пакетов, согласование работы сетевых элементов на уровне.

Сеансовый:

Обеспечивает управление взаимодействием: фиксирует, какая из сторон является активной в настоящий момент, предоставляет средства синхронизации. Определяется тип свзи, начало и конец сеанса.

Уровень представлений:

Задача: обеспечение одинаковых представлений (например, кодировка). Включает все механизмы, чтобы сформировать и передать набор сообщений на нижние уровни.

Прикладной:

Формирует и передает на более низкие уровни сообщения, которые пересылаются.

Линии связи.

Классификация линий связи (ЛС):

1. ЛС с направляющими системами.

Направляющая система – комплекс, предназначенный для направленной передачи энергии в заданном направлении (кабель, оптоволокно и т.д.). Виды: механические, оптические, электромагнитные.

2. ЛС без направляющих систем – широковещательные системы (недостаток – тратится много энергии).

Направляющие системы.

Электромагнитные направляющие системы – коаксиальный или симметричный кабель. Подвержены внешним воздействиям. Диапазон 0 – 160 кГц.

Воздушная линия связи – НС.

Волновод – анализирует и в заданном направлении отправляет электромагнитную волну.

Оптоволокно – основное преимущество низкое затухание.

Шкала диапазонов радиосвязи.

## Мириаметровые 10 000 – 100 000 м3 – 30 кГц

Километровые волны 10 000 – 1000 м30 – 300 кГц

## Гектометровые волны 100 – 1000 м 300 – 3000 кГц

Декаметровые 10 – 100 м 3 – 30 МГц

Метровые 1 – 10 м 30 – 300 МГц

Дециметровые 0,1 – 0,01 м300 – 3000 МГц

Сантиметровые 0,01 – 0,001м3 – 30 ГГц

Миллиметровые 0,001 – 0,0001м30 – 300 ГГц

### Телеграфная связь

Телеграф – система связи с обеспечением передачи на расстоянии буквенно-цифровых сообщений с обязательной записью принятого сообщения на принимающей стороне.

Типы:

* Телеграфная связь общего пользования ТСОП (для передачи телеграмм, денег, переводов).
* Абонентский.
* Ведомственный.

#### Особенности телеграфных систем связи

* Дискретный вид информации
* Импульсная передача. Частотная манипуляция.

Структура:

Глобальная магистральная

Внутрезонная – областная

Местная сеть, районная

Методы телеграфной связи:

* 1. Метод частотного уплотнения (частотный диапазон: 24 (по 80 Гц)).
  2. Метод частотно-временного уплотнения (организуется 12 временных промежутков и 4 полосовых → 48 каналов).

Коды, используемые для передачи информации:

* Раньше – Морзе
* Сейчас – МТК-2 (на букву выделяется 5 бит; структура посылки – 5мест, каждый интервал передаёт позицию кода (30 мс)).

Абонентский телеграф

Устанавливается у абонента.

Система абонентских телеграфов обеспечивает телексную связь.

Факсимильный аппарат.

Механико-электрооптический аппарат, который обычно совмещён с телефоном.

РУ – развертывающее устройство.

1

4

АЧ

РУ

СОС ФП

М

КС

ДМ

ЗУ

РУ

АЧ

2

3

барабан

Считывающее устройство

Светооптическая система и фотоэлектронный преобразователь:

1 – фотоблок.

2 – источник света.

3 – фотоприёмник.

4 – пятна, создающие источники отраженного света.

Недостатки механико-электрооптического устройства:

* Неодинаковое развертывание барабана;
* Должно быть позиционирование листа, угловое позиционирование.
* Неодинаковая скорость сканирования.

Мобильные системы связи

Передают в основном речевую информацию, работают по радиоканалу.

Пейджинговая связь – персональное оповещение.

## Транкинговая связь – ограниченное количество каналов в определенном диапазоне, т.е. связь на выделенном диапазоне.

Особенности сотовой связи

* Возможно многократное использование одной частоты в разной местности.
* Имеет тенденцию к уменьшению соты.
* Имеет ограниченные ресурсы частот. Через соту частоты могут повторяться (принцип обратного использования частот).

Сжатие речевой информации.

Методы сжатия:

1. Кодирование формы сигнала.
2. Кодирование источника сигнала (использует информацию о механизме источника).

Системы сжатия информации используют принцип кодирования источника сигнала. Vo-coder, voice-coder, схема Dudly.

3 типа звуков:

* Звонкие – однозначно определяются по спектру.
* Глухие (невокализированная речь) ~ спектру шума.
* Взрывные – могут быть как глухие, так и звонкие, имеют четко выраженные характеристики (экстремумы), выражаются одновременно частотной и шумовой составляющей.

Схема Dudly.



ВОТ – выделение основного тона;

ВШС – выделение шумового сигнала;

ОХРС – определение характеристики речевого сигнала;

СВ С/Ш – схема выделения «сигнал—шум»;

ГОТ – генератор основного тона;

ГШ – генератор шума;

АМ – амплитудный модулятор (синхронизирует сигнал из левой схемы)

∑ —смешивание всех сигналов

##### Формантный вокодер

|  |  |
| --- | --- |
| Форманта 1 | 140 – 1000 Гц |
| Форманта 2 | 500 – 3000 Гц |
| Форманта 3 | 1100 – 3400 Гц |



Характеристики формант:

Ширина:

|  |  |
| --- | --- |
| Форманта 1 | 50 Гц |
| Форманта 2 | 75 Гц |
| Форманта 3 | 125 Гц |

Мощность:

|  |  |
| --- | --- |
| Форманта 1 | 28 дБл |
| Форманта 2 | 31 дБл |
| Форманта 3 | 25 дБл |

Схема



ПФ – полосовой фильтр;

АD – амплитудный детектор;

ЧD – частотный детектор.

Фонемный вокодер



Д – детектирующее устройство;

СФ – субформанта – спектральный максимум производной по времени от временной огибающей, образуемый на выходе соответствующего полосового фильтра.

1 – 8 выделяют обычные форманты. В канал поступает информация о форманте, ее амплитуде и о субформанте.

9, 10 – распознают шумовые фонемы.

0 – выделение гласных фонем.

– выделение сопровождающих фонем (спектральный максимум огибающей общего спектрального сигнала).



Кодирование речевых сигналов в мобильной системе связи

Ширина канала – 8 кГц.

Особенности:

Только речевой сигнал.

,



где – дисперсия



Адаптивное квантование

Изменение шага квантования при передаче нестационарного сигнала в канале связи.

Адапт. кв. – адаптивный квантователь по уровню.

– текущее значение сигнала.



– квантованное .



Адаптивное блочное квантование.

Есть блок информации, N – число отсчётов в блоке



Заполненный сигнал

k – номер старшего заполненного разряда. Посылка из укороченных по k бит.

Общее количество бит в канале связи будет меньше в ⅓. Сокращается скорость передачи.

Векторное кодирование

Вместо кластеров блоков можно передавать один, который их приближает (вся информация разбивается на области, которые заменяются на 1 сигнал).

Выделяем последние передаваемые блоки. Получим группу.

Дельта-модуляция.

## Кодируем f ` > 0 единицей f ` < 0 нулем.

Восстановление: добавляем квант, если приходит 1, и отнимаем, если 0.

Получаем ступенчатую аппроксимацию.

Недостатки: если длительное время f постоянна, получаем ступенчатый квантовый шум.

Схема кодера/декодера



−

+

Кодер

∆t

1→ +



−1→ −δ

кодо-импульсная модуляция

Дифференциальная модуляция

В канал связи передаётся информация не о сигнале, а о его приращении между двумя счётами.



Практическая реализация дифференциально-импульсной модуляции.

Посылаем разность между предсказанным и полученным (т.е. ошибку предсказания).

Предсказатель обычно линейный



Просмотрев сигнал на определённом участке, строим аппроксимацию участка в пределах интервала и предсказываем сигнал на шаг вперёд.

Разница идёт на приёмник, там тоже предсказатель и он предсказывает сигнал. Ошибка квантования приводит к большой ошибке предсказания сигнала.



Дискретизатор

АЦП

Пред. тель

сглаживание

Пред. тель

…



∆t

∆t

∑

…



Кодек речевых сигналов на базе полувокодера



###### ВПФС – вычислитель параметров ФС;



ФС – фильтр синтезатор;

АКК – адаптивная кодовая книга;

ПКК – постоянная кодовая книга;

ФО – фильтр ошибки;

Opt – оптимизатор;

a, b – подбираются;

K1, K2 – коды в кодовых книгах.

### Общие определения и понятия области ТЗИ

ТЗИ – деятельность, направленная на предотвращение утечки информации, её блокировки или нарушения целостности.

* Конфиденциальность (от утечки)
* Доступность (от блокирования)
* Целостность (от искажения)

Цель: деятельность, направленная на выполнение требований записанных в определении.

Система ТЗИ – комплекс организационных мероприятий, нормативно-правого обеспечения, материально-технических средств, позволяющий решить все задачи ТЗИ.

Угроза – потенциально возможные действие, которое может привести к нарушению конфиденциальности, доступности и целостности информации.

Атака – попытка выполнения действий, ведущих к нарушению конфиденциальности, доступности и целостности информации.

Проникновение – успешная атака: пассивное (лазейка и использование технических средств), и активное (внедрение подложной информации):

* НСД
* Утечка по техническим каналам
* Утечка по каналам специального воздействия
* Разглашение

Опасный сигнал – недокументированный сигнал, отправляемый в пространство электрическими приборами при их работе.

Технический канал – специально созданная линия связи, источник опасного сигнала, приёмник.

Потеря информации в телефонной линии связи

кабель

шлейф

)

(

ТА

РК

АТС

АТС

РЩ

…

\*

РК – распределительная коробка (10 пар).

РЩ – распределительный щит (150, 300, 600, 1200 …).

ТА – телефонный аппарат.

Доступ к АТС имеет ограниченное число лиц.

\*– наиболее уязвимо.

Непосредственный контактный съём информации

>

>

>

Все способы таковы, что они меняют сопротивление в системе. Если следить за напряжением, можно обнаружить, что внедрено устройство.

Прямое контактное подключение с батареей (батарея компенсирует перепад напряжения).

### Слушанье через звонковую цепь

Существуют так называемые "беззаходовые" системы передачи акустической информации по телефонным линиям, позволяющие прослушивать помещения без установки какого либо дополнительного оборудования, используются недостатки конструкции телефонного аппарата.

При положенной на рычаг телефонной трубке с линией соединен электрический звонок, который бывает электромагнитным либо капсюльным (пьезоэлектрическим или электродинамическим). Первый из них подключен к линии фактически напрямую, тогда как второй - через радиосхему. Непосредственное (через конденсатор) подключение электромагнитного звонка позволяет реализовать его обратимость, или "микрофонный эффект", т.е. возникновение в нем электрического тока при различных механических (в том числе и от звуков голоса) вибрациях подвижных частей конструкции. Амплитуда возникающего сигнала достигает нескольких милливольт, которых хватает для его дальнейшей обработки, проводимой, впрочем, не слишком далеко от используемого аппарата. Дальность этой системы, не превышает (из за затухания) нескольких десятков метров. Прием осуществляется на качественный, малошумящий усилитель низкой частоты.

Недостаток этого метода состоит в том, что представленный эффект очень просто нейтрализовать, если включить последовательно со звонком (а практически - на входе телефона) парочку запараллеленных во встречном направлении кремниевых диодов, обладающих для незначительных напряжений слишком большим сопротивлением. Сходную защиту иной раз используют в отдельных образцах промышленной аппаратуры.

### Внутрикомнатное прослушивание с применением ВЧ – навязывания

Этот вариант "беззаходовой" системы связан с реализацией эффекта "навязывания", позволяет услышать то, что происходит в комнате при положенной на рычаг трубке. Действуя по данной методике, к одному из проводов линии подключают относительно какой-то общей массы «земли» (труб канализации и отопления, металлических фрагментов оформления и фундамента строения) регулируемый (от 50 до 300 кГц) высокочастотный генератор и вращая ручку настройки ловят, ориентируясь по скачку тока, точку его резонанса с телефоном. Обнаруженная частота здесь и будет рабочей. Хотя трубка вроде бы отключена от аппарата, внешние высокочастотные колебания через различные конструктивные элементы проникают в его схему и активно модулируются микрофоном, реагирующим на звуки в комнате. Наполненный информацией сигнал через парный провод линии поступает на стандартный амплитудный детектор. Детектор приемника выделяет низкочастотную огибающую речевого сигнала, которая затем усиливается и передается на пост прослушивания либо к пишущему входу диктофона. Из-за существенного затухания ВЧ сигнала в двухпроводной линии дальность также не превышает нескольких десятков метров (без ретранслятора).

Схема прослушивания на эффекте "навязывания"

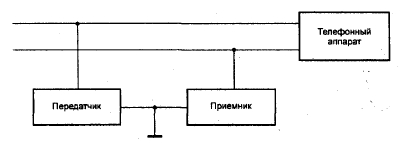
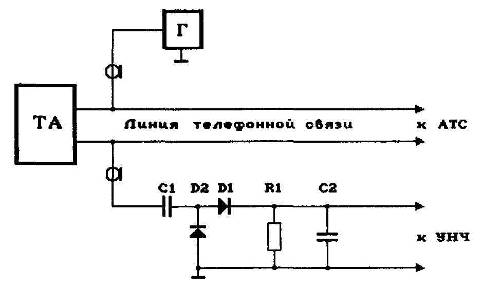


Схема использования микрофона неактивного телефона для прослушивания помещения



Методы дистанционного контроля помещения посредством телефонного аппарата.

1. Биперное подключение телефона.

Бипер выдаёт сигнал на 0,3 – 0,4 кГц.

бипер

ТА

В телефонном аппарате:

Тг

Тш

Эм

Ф

ТШ – триггер Шмидта. Определяет уровень сигнала, переключая триггер на некоторое время.

Тг – триггер.

Эм – электромагнит.

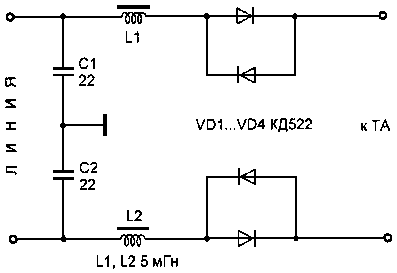
Признаки такого подключения:

* Занят телефон.
* В трубке нет гудка.

Телефонное ухо.

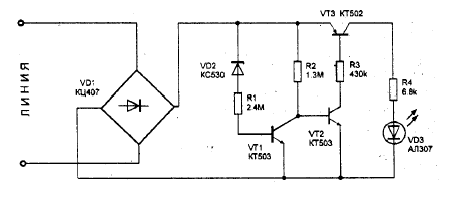
Звоним два раза через условленный промежуток времени. Слышим гудки. Ждём условленный промежуток времени и начинаем записывать…

Защита против ВЧ навязывания: на выходе ставится высокочастотный фильтр.



Диоды VD1-VD4, включенные встречно-параллельно, защищают звонковую цепь телефона. Конденсаторы и катушки образуют фильтры С1, L1 и С2, L2 для подавления напряжений высокой частоты.

Анализатор телефонной линии



При свободной линии постоянное напряжение в ней около 60 В. Стабилитрон VD2 "пробивается" (открывается), и в базу транзистора VT1 подается через ограничительный резистор R1 управляющий ток. Открытый и насыщенный транзистор VT1 шунтирует вход каскада на транзисторе VT2, поэтому усилитель тока закрыт и светодиод VD3 погашен. При подключении в линию посторонних устройств напряжение в линии падает и ток, протекающий через стабилитрон VD2, уменьшается (вплоть до закрытия последнего). Транзистор VT1 закрывается, а в базу транзистора VT2 через резистор R2 подается управляющий ток. Усилитель открывается и светодиод VD3 включается.

Радиолинейная связь – набор радиопередающих систем, которые передают друг другу информацию.

Минимальное расстояние между двумя станциями .



Земная поверхность



Прямой приём (схема)

Y

ПY

УРП

ДМ

Гетерадинирование.

Крутим ручку приёмника, меняем частоту f и частоту генератора .



Позволяет работать в широком диапазоне частот. На входе частота



Y

ПY

любая, гетеродин синхронизируем, разница частот более менее постоянная. Можем выделить амплитуду.



В мобильной связи бывает 2 частоты .



Спутниковая связь.

Если 3 спутника будут находиться вдоль экватора на высоте 86000 км над уровнем земли, то они перекроют весь диаметр земли.

Классификация:

1. Низко висящие спутники ЛЕО (~1500 км над землёй (максимум 2000 км))
2. Средне висящие ~5000 км НЕО
3. Эллиптические (очень вытянутые эллиптические орбиты, поэтому их должно быть много).
4. Геостационарные.

Зона видимости:

Если спутник виден над углом 10º и выше, то он в зоне видимости.

Системы, действующие сейчас:

Global star, Гонец (рос), носящие коммерческий и не коммерческий характер. Наблюдение за катастрофами и т.п. имеют гуманные цели.

Управление и пользование

ОО 295

Недостаток – большая мощность передачи.