

ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ

Введение

- Основным направлением дальнейшего развития сетей различных видов телекоммуникации является их объединение, т.е. интеграция [1-7, 10-34, 44-56]. Предусматривается объединение (интеграция) телефонных и других «не телефонных» систем телекоммуникации (телеграф, передача данных, факсимильная передача и др.) в единую сеть, построенную на основе единых научных, технических, методологических и организационных принципов [8-27, 35-43]. Международный Союз Телекоммуникации (ITU) сформировал два определения для таких сетей:

- 1. Integrated Digital Network (IDN)
представляющая собой «Интегральную цифровую сеть», в которой соединения установленные с помощью цифровой системы коммутации (ЦСК) используются для передачи цифровых сигналов. Основой интегральной цифровой сети (IDN) является единость цифровизации как систем передачи, так и коммутационной системы. Следовательно, IDN-это сеть построенная на цифровой системе передачи (ЦСП) и цифровой системе коммутации (ЦСК): Здесь понятие «интеграция» относится как правило к городским телефонным сетям (ГТС). Поэтому на первом этапе говорят об интегральной цифровой телефонной сети (ИЦТС).

- 2. Integrated Service Digital Network (ISDN) представляет собой «цифровые сети интегрального обслуживания», в которой та же самая IDN со своей цифровой коммутацией и цифровой линией используется не только для ГТС, но и для различных служб и видов телекоммуникации. Основой интеграции здесь является то, что единость цифровизации при ISDN относится не только к ЦСП и ЦСК, но и к цифровизации абонентской линии со скоростью передачи 64 Кбит/сек. Данное определение относится к интеграции (объединению) в единую цифровую сеть всех видов телекоммуникации на базе методов и средств интегральной цифровой телефонной сети (ИЦТС), созданной на первом этапе.

ИЦТС имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с аналоговыми ГТС:

- Возможность широкого применения линейных (выносных) концентраторов, снижающих затраты на абонентскую линию;
- Использование преимуществ ЦСК, обеспечивающих большое (неограниченное) число направлений межстанционных связей;
- Возможность образования непрерывных цифровых трактов между оконечными станциями, с повышенным качеством передачи речи;
- Повышение емкости цифровых районных станций, с укрупнением коммутационных узлов с повышением эффективности центров технической эксплуатации (ЦТЭ) и т.д.;
- Единообразие в ЦСК и ЦСП одноступенчатых элементов электроники, позволяющих унифицировать технологическую и элементарную базу сети телекоммуникации;
- Стоимость аналогового оборудования коммутации и передачи имеют тенденцию к возрастанию в среднем за год на 6-8%, а цифровые системы уменьшаются ежегодно в среднем на 5-8%.
- Известно, что по объему передаваемой информации телефонные сети намного превосходят все остальные (не телефонные) виды телекоммуникации. Следовательно, интегральная цифровая сеть телекоммуникации должна строиться на базе цифровой телефонной сети с ее основным цифровым каналом 64 Кбит/сек.

- В результате интеграции различных видов телекоммуникации будет постепенно создаваться единая интегральная цифровая сеть всех видов (систем) телекоммуникации, что полностью соответствует международной аббревиатуре ISDN. Для такой сети скорость передачи данных достигнет как минимум 64 Кбит/сек, а для будущего и применения в ISDN каналов со скоростью 348 Кбит/сек. Нетелефонные системы телекоммуникации, вводимые в состав ISDN, должны обеспечивать совместимость с коммутируемыми цифровыми трактами телефонных станций на скоростях 64 Кбит/сек. При необходимости в устройство управления ЦСК могут быть внесены требуемые для не телефонных систем изменения и дополнения или согласовывающие комплекты этих систем.

- ⦿ Вообще, при рассмотрении проблемы создания ISDN на ГТС в целом имеют в виду три формы интеграции:
- ⦿ 1. интеграцию аналоговых и цифровых первичных сетей различных систем телекоммуникации;
- ⦿ 2. интеграцию цифровых систем передачи (ЦСП) и коммутации (ЦСК) на ГТС;
- ⦿ 3. интеграцию вышеупомянутой системы передачи и коммутации с не телефонными системами (службами) телекоммуникации, т.е. полной ISDN. Основная особенность интегральной сети -это наличие потоков речевой и неречевой информации в одной и той же сети телекоммуникации.
- ⦿ В сети возможно установление двух соединений:
- ⦿ - коммутируемых (с помощью коммутации каналов или пакетов);
- ⦿ - некоммутируемых.
- ⦿ Рекомендации ITU по построению ISDN в первую очередь направлены на стандартизацию функций сети и ее отдельных устройств, а также обеспечение их взаимодействия.
- ⦿ Внутренняя структура (архитектура) сети может быть различной, она рассматривается в первой главе. Такой подход обеспечивает возможность не зависимо изготовления оборудования, а следовательно внедрения на сети различных систем коммутации и передачи.
- ⦿ Внешняя структура сети во многом зависит от принятого интерфейса для ЦСК и ЦСП и соответствующей их стыковки, что будет рассмотрено во второй главе.
- ⦿ Стык –это точка соединения, у которой определены общие физические характеристики соединяемых участков тракта (цепи).
- ⦿ Локальные сети передачи данных, сети ЭВМ и цифровые учрежденческие станции будут составными частями интегральной сети, вот почему сегодня коммутационные станции и компьютеры –это очень близкие родственники.

ITU рекомендует использовать на сети два типа каналов

- 1. каналы, по которым не передается сигнальная или управляющая информация для работы в режиме коммутации каналов. Это каналы В и Н;
- 2. каналы, по которым передается сигнальная или управляющая информация. Это каналы D и E.
- Основным каналом передачи (каналом В) для интегральной сети является канал ИКМ со скоростью передачи 64 Кбит/сек, называемый «В». По нему пользователю (абоненту) передается любая информация без помех и нарушений. Канал «В» может работать в режиме коммутации каналов или пакетов.
- Имеется два вида каналов Н: Н0 и Н1. В канале Н0 обеспечивается скорость передачи 348 Кбит/сек, а в канале Н1 – скорость 1536 и 1920 Кбит/сек.

- В сигнальных каналах передается сигнальная и управляющая информация (типа S) для работы в режиме коммутации каналов, но может передаваться также телеметрическая информация (типа t) и пакеты данных (типа r).
- Канал D работает в режиме коммутации пакетов со скоростью передачи 16 или 64 Кбит/сек. В нем передается в основном информация S, но может и информация типов t и r. Канал типа D организуется на абонентских линиях. Канал E со скоростью передачи 64 Кбит/сек используется для межстанционной общеканальной сигнализации.
- Вот почему в современных интегральных цифровых сетях телекоммуникации возможна коммутация как каналов, так и пакетов.
- Коммутируется основной цифровой канал со скоростью передачи 64 Кбит/сек. Одновременно могут коммутироваться ($n \times B$) цифровых каналов, где $n=1 \dots 24$ или $n=1 \dots 32$.
- Это может обеспечивать коммутацию цифровых потоков со скоростью передачи до 2,048 Мбит/сек. Для коммутации цифровых потоков с большей скоростью строятся сверхширокополосные сети связи (B-ISDN). Сегодня сети связи строятся на плезиосинхронных и синхронных (PDH, SDH) принципах, позволяющих перейти к широко развитым асинхронным системам передачи (ATM)

Архитектура построения ЦСК

- Цифровая коммутационная станция – это технологическая система, используемая в телекоммуникационных сетях для коммутации сигналов поступающих на ее терминалы. В наше время существуют два основных вида коммутационных систем (КС) – телефонные станции и станции коммутации данных .
- Коммутационная система (КС)- это совокупность технических средств телекоммуникации, обеспечивающая коммутацию абонентских (АЛ) и соединительных линий (СЛ) или каналов, при осуществлении окончных и транзитных соединений в сетях телекоммуникации .
- Телефонные станции обычно коммутируют голосовые и другие сигналы (такие как факсимильные), которые физически эквивалентны им.
- Станции коммутации данных, наоборот, коммутируют данные или телекс.
- Однако с развитием интегральной цифровой сети служб телекоммуникации (ISDN) телефонные станции также становятся способными коммутировать данные, видео и др. сигналы, и поэтому также имеют тенденцию включать в себе функции коммутации данных.
- Следовательно, для цифровых систем коммутации (ЦСК), коммутационные телефонные станции и станции коммутации данных обрабатывают голосовую информацию и данные одинаково, как просто потоки информации

Принцип взаимосвязи на ЦСК

- ⦿ В цифровой системе коммутации (ЦСК) телефонии под сигнализацией понимается передача информации и команд между двумя узлами телекоммуникационной сети в целях установления, поддержания и разъединения коммутируемого соединения. При этом традиционно различаются два типа сигнализации:
- ⦿ - абонентская (Subscriber Loop Signaling) – сигнализация на участке между абонентским терминалом и коммутационной станцией;
- ⦿ - межстанционная (Inter-Exchange Signaling) – сигнализация между двумя коммутационными станциями.
- ⦿ Регистровые сигналы используются только на фазе установления соединения и самого вызова для передачи адресной информации и данных о категории абонента.
- ⦿ Линейные сигналы передаются в течении всего времени существования соединения для контроля состояния линий. Состав межстанционных сигналов аналогичен составу сигналов при абонентской сигнализации.

Межстанционная сигнализация, в свою очередь, по способу передачи сигнальной информации делится на три класса.

- 1. Внутриполосная сигнализация (Inband Signaling), при которой сигнальная информация передается непосредственно по телефонному аналу (разговорному тракту) при помощи постоянного тока, токов тональной частоты (ТЧ), индуктивных импульсов и др.
- Системы внутриполосной сигнализации ассоциируются с декадно-шаговыми станциями, в которых реализован принцип непосредственного управления. Такие станции состоят из отдельных ступеней искания, каждая из которых имеет собственный механизм управления, и совмещают функции управления и коммутации.

- 2. Сигнализация по индивидуально выделенному сигнальному каналу (Channel Associated Signalling, CAS), которая предоставляет выделенные средства передачи сигнальной информации (выделенную емкость канала) для каждого разговорного канала в тракте передачи информации. Это может быть один временной канал в тракте импульсно-кодовой модуляции (ИКМ), выделенный частотный канал ТЧ и др. Здесь действуют разделенные блоки коммутации и управления. В этом случае вместо ступеней искания шаговых станций используются коммутационные блоки, а процессы установления/разъединения соединений осуществляются управляющими устройствами (регистрами и маркерами), отделенными от коммутационных блоков. В системах сигнализации второго класса пути передачи сигнальной информации и соответствующего ей разговора совпадают на уровне каналов, но разделены внутри коммутационной станции.

- Примерами сигнализации первых двух классов являются:
- одночастотная система тональной сигнализации 1VF (One Voice Frequency) – декадно- импульсная;
- двухчастотная система тональной сигнализации 2VF (Two Voice Frequencies) – система сигнализации №4, ITU;
- многочастотная импульсная система сигнализации MFP (Multi Frequency Pulsed) - система сигнализации №5, ITU (известная также под названием R1);
- многочастотная система сигнализации MFC (Multi Frequency Compelled)- система сигнализации R2, ITU.
- Сигнализация по общему каналу (Common Channel Signaling, CCS), при которой тракт передачи сигнальных сообщений предоставляется для пучка телефонных каналов по принципу адресно-группового использования: сигналы передаются в соответствии со своими адресами и размещаются в общем буфере для использования каждым телефонным каналом.
- Системы межстанционной сигнализации первых двух классов были разработаны для применения в сетях с аналоговым коммутационным оборудованием. Протоколы общеканальной сигнализации оптимизированы для использования в сетях, основанных на цифровой коммутации и программном управлении. В настоящее время во всем мире большинство национальных сетей связи включает значительную часть оборудования, использующего системы первых двух классов. Поэтому при внедрении SS7 в сети с цифровыми коммутационными станциями требуется организация взаимодействия между системами сигнализации различных классов.

- Появление станций с программным управлением (Stored Program Control, SPC) позволило реализовать систему сигнализации по общему каналу. Концепция общеканальной сигнализации (ОКС) проста – каналы для передачи голоса используются только после установления соединения. При этом обмен сигнальными сообщениями между управляющими устройствами коммутационных станций происходит по соединяющим их звеньям, а передачу речи осуществляют каналы передачи несигнальной информации. Таким образом, основным принципом общеканальной сигнализации является полное отделение тракта сигнализации от разговорного тракта.

- Система сигнализации №7 (SS7)- появилась в конце 70-х гг. и предназначена для использования как в цифровых (каналы со скоростью передачи 64 кбит/с, так и в аналоговых национальных и международных сетях.
- Система SS7 разработана для управления установлением соединения телефонных вызовов услугами передачи неголосовой информации. По сравнению с предыдущими системами сигнализации, SS7 имеет следующие преимущества:
 - - скорость – время установления соединения в большинстве случаев не превышает 1 с;
 - - высокая производительность – каждое звено сигнализации способно одновременно обслужить несколько тысяч телефонных вызовов;
 - - экономичность – сокращается объем необходимого оборудования;
 - - надежность – использование альтернативной маршрутизации в сети сигнализации позволяет значительно повысить надежность базовой связи;
 - - гибкость – система передает любые данные и может использоваться для целей, отличных от телефонии.
- Увеличение спроса на новые виды телекоммуникационных услуг в 80-90гг. привело к разработке стандартов системы SS7, обеспечивающих требования практически всех типов связи:
 - - телефонной сети общего пользования (Public Switched Telephone Network, PSTN);
 - - цифровой сети с интеграцией служб (ISDN);
 - - интеллектуальной сети (IN);
 - - сети наземной подвижной связи (Public Land Mobile Network, PLMN), например сети сотовой подвижной связи стандарта GSM (Global System for Mobile Communications).

Принцип доступа на ЦСК:

- Большинство АЛ несут как аналоговую голосовую информацию, так и сигнализацию. Это же справедливо и для аналоговых СЛ. Однако, абонентские линии ISDN полностью цифровые. Они могут быть двух видов, рекомендованных Международным Союзом Телекоммуникации (ITU), и называемых линиями базового доступа и первичного доступа.

Логическая функциональная модель ЦСК:

- С точки зрения выполняемых функций мы можем с полной уверенностью рассматривать цифровую систему коммутации ЦСК как квазибиполярную модель, полюсами которой являются коммутационная система и общее управление со множеством оконечных устройств станции (ОУС) и множеством других блоков вокруг них.
- Общее управление (ОУ) включает в себя большинство функций обработки, имеющих место на станции, получая, обрабатывая и направляя сигнализацию. Более того, общее управление (ОУ) определяет КС коммутируемых линий с указанием начала и конца соединения.
- В станциях с ISDN трафиком ОУ, кроме выше изложенных функций, выполняются и функции пакетной коммутации.
- В квазибиполярной модели ОУС – это точка доступа для линии (как аналоговой, так и цифровой) к станции. Первая функция ОУС – это разделить 2 компонента информационного потока следующего в линию на (1) полезный сигнал, который должен быть скомутирован схемным способом и (2) сигнальную информацию, которая должна быть скомутирована пакетным способом.
- Полезный сигнал передается через КС и полученный сигнал выделяется, тогда как сигнализация и пакеты данных проходят через общее управление к ОУС. В некоторых случаях, оба компонента могут отсутствовать. Например, в случае ОКС, где нет голосового канала, подключение производится схемным способом, однако СЛ при этом не несет никакой сигнализации. Характеристика ОУС существенно зависит от его линий.

- В коммутационных системах ЦСК более удобный путь – это обрабатывать ИКМ-линии (т.е. 2048 Кбит/сек по Евростандарту и 1544 Кбит/сек по Северно-американскому стандарту) вместо базисных 64 Кбит/сек каналов. Вследствие этого, многочастотные регистры обычно организуются в многорегистровые блоки, состоящие из числа элементарных регистров, что эквивалентно числу каналов указанных для ИКМ первичного доступа. Элементарные регистры (ЭР) принадлежащие к одному блоку сообщаются с общим управлением через общий интерфейс где могут концентрироваться некоторые способы обработки. Эта распределенная обработка позволяет Линии данных соединенные только с ОУ Сигнализация и данные ISDN для коммутации пакетным способом Общее управление (ОУ) Периферийные процессоры Линии станции Оконечное устройство станции (ОУС) КС Информация для коммутации схемном методом Внутренние ИКМ-линии Линии без сигнализации соединенные только с КС Мультирегистры или вспомогательные блоки Рис. 1.7. Упрощенная функциональная модель ЦСК Линия с многочастотной сигнализацией Внеполосовая сигнализация ОУС ОУС ОУС ОУС Общее управление (ОУ) КС Мультичастотные сигнальные сообщения Сообщения от общего управления Мультичастотный регистр Программируемый генератор оповещений Приемник речевого сообщения Многочастотная сигнализация Многочастотная сигнализация Речевые сообщения Сообщения к общему управлению Рис. 1.8. Схема внутренней взаимосвязи на ЦСКлучше использовать возможности внутреннего управления и большую гибкость в наблюдении за каждым способом обработки каждого элементарного регистра и их общую связь с КС

- Интерфейс между общим управлением и многочастотным регистром с минимальной обрабатывающей способностью осуществляет следующие функции: - получает сигнализацию от общего управления (ОУ), расшифровывает ее и направляет к выбранному многочастотному регистру; - посылает сообщения ОУ, указывая появление многочастотных комбинаций полученных от каждого элементарного регистра (ЭР). С более высоким уровнем обработки тот же интерфейс может выполнять проверочные процедуры либо сам, либо по указанию от ОУ. Результаты этих процедур посылаются из многочастотного регистра к ОУ. Цифровые линии передачи данных и каналы ОКС, соединенные с блоком ОУ, должны оканчиваться логическим интерфейсом, позволяя общему управлению видеть каждую линию или канал как виртуальную схему, с которой он обменивается полезными сообщениями. Для аналогового случая характеристики этих интерфейсов анализируются (т.е. данные голосовых линий посылаются через модемы).
- Однако, наиболее общий случай для коммутационных станций – это наличие каналов передачи данных, созданных посредством 64 Кбит/сек ИКМ- каналов. Итак, на коммутируемой станции требуется наличие специального типа многочастотного регистра данных для каждого протокола данных, с которым должно иметь дело ОУ. Такие многочастотные регистры соединяются с КС образом схожим со случаем многочастотных регистров через ИКМ- линии первичного доступа и состоят из числа элементарных регистров (ЭР), которое эквивалентно числу каналов ИКМ-линий первичного доступа.