

A

05.13.01.

M-139

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ԵՆԴՍԱՐՈՎԳԻՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

Համո Մազիար

ԻՆՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻ ՀԱՂՈՐԴՄԱՆ ԵՎ ԲԱՇԽՄԱՆ ԹՎԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ

ՍԻՆԽՐՈՆԻԱՑՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԲԱԸ ԵՎ ՄՇԱԿՈՒԲԱԸ

Ե.13.01 - «Կառավարում, կառավարման համակարգեր և դրանց տարրերը» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Ր

ԵՐԵՎԱՆ 2000

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРМЕНИИ

Хамо Мазхар

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ
СИНХРОНИЗАЦИИ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ И
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.13.01-
"Управление, системы управления и их элементы "

ЕРЕВАН 2000

Ատենախոսության բեման հաստատվել է Հայաստանի Պետական Ճարտարագիտական Համալսարանում

Գիտական դեկավատի: Կ.Գ.Ո. Կրոֆետով, Հեռահաղորդակցության Միջազգային Ակադեմիայի ակադեմիկոս Վ.Ե.Առուստամյան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ: Ֆ.Վ.Գ.Ո. Կրոֆետով Ե.Ե.Բոգոլյան Կ.Գ.Բ. Ղոցենտ Վ.Ե. Մելիքյան

Առաջատար կազմակերպիչ: Երևանի Կապի Միջոցների ԳՀՈ

Պաշտպանությունը կայանալու է 2000թ դեկտեմբերի 22-ին, ժամը 14-00. ՀՊՃՀ 032 Մասնագիտական Խորհրդում. ՀՊՃՀ-ի գիտական նիստերի դասիչում (375009, ք.Երևան, Տերյանի փ. 105, 17-րդ մասնաշենք):

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՊՃՀ-ի գրադարանում:

Սեղմագիրը առաքված է « 22 » նոյեմբերի 2000թ

032 Մասնագիտական Խորհրդի գիտական քարտուղար, Կ.Գ.Բ. Ղոցենտ Է.Խ.Աճեմյան

Է. Աճեմյան

Тема диссертации утверждена в Государственном инженерном университете Армении

Научный руководитель: д.т.н., профессор, академик Международной Академии связи В.Е. Арустамян

Официальные оппоненты: д.физ.-мат.н., профессор П.Е. Бозоян, к.т.н., доцент В.П. Меликян

Ведущая организация: Ереванский НИИ средств связи

Защита диссертации состоится 22 декабря 2000г. на заседании Специализированного Совета 032 в конференц-зале ГИУА (375009, г.Ереван, ул. Теряна, 105, корпус 17).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГИУА

Автореферат разослан 22 ноября 2000г.

Учестный секретарь Специализированного Совета 032 Է.Մ. Աճեմյան Է.Մ. Աճեմյան

3698-2000

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Современный этап развития телекоммуникации характеризуется глобализацией мировой системы связи, т. е. приведением в соответствие различных систем и стандартов, аппаратных, программных и языковых принципов организации обработки, передачи – приема и хранения информации. По существу, это стало возможным благодаря широкому применению цифровых принципов построения систем связи. Многие идеи цифровых методов обработки в системе связи были заимствованы из области вычислительной техники, где новые технологии (элементной базы и программирования) позволили качественно улучшить технико-экономические, временные, надежность и другие показатели процессов обмена информацией.

Хотя большинство развитых стран выбрали индивидуальные пути развития телекоммуникации, однако "информационная дипломатия" привела к необходимости выработать единые принципы построения сетей и систем связи с точки зрения обеспечения их взаимодействия. Одним из важнейших факторов обеспечения взаимодействия независимых сетей и систем связи является их временная привязка, т.е. приведение в единое временное соответствие процессов обработки и обмена информацией между различными сетями и системами связи. Возможным путем решения этой задачи, на наш взгляд, является синхронизация процессов в системах передачи и распределения информации (СПРИ).

В последнее время в сетях введены в эксплуатацию и строятся: цифровые междугородные и зоновые линии значительной протяженности и большой пропускной способности, спроектированные в основном на базе синхронной цифровой иерархии (СИИ); цифровые междугородные, городские и сельские АТС; системы передачи синхронной цифровой иерархии на местных сетях, образующие сложные структуры кольцевых систем передачи. Все это привело к качественному изменению цифровых сетей.

Развитие цифровых сетей носило случайный характер. Было введено в эксплуатацию цифровое оборудование связи без взаимной увязки технических решений по синхронизации и без общей концепции построения тактовой сетевой синхронизации. В результате большое количество разнообразного оборудования связи препятствует оптимальному построению систем тактовой сетевой синхронизации.

Решение этих вопросов осложняется также тем, что действующие стандарты и нормативные документы по построению тактовой сетевой синхронизации во многом устарели и мало пригодны из-за недостатков в организации работ по сертификации цифровых АТС в части синхронизации. Дело в том, что упомянутые стандарты основаны на Общих технических требованиях (ОТТ) к цифровым АТС. В настоящее время ни одна фирма-поставщик не выполняет эти требования, так как в них не отражено применение синхронных оптических систем передачи на местных сетях.

Применение синхронизации в цифровых системах обусловлено самим принципом построения этих систем. В них, в отличие от аналоговых, в которых для передачи различных сигналов организуются каналы с соответствующей полосой пропускания, используется временное разделение каналов. При этом для выделения требуемого канала на приемной стороне необходимы сигналы, указывающие отведенный для данного канала промежуток времени, т.е. сигналы синхронизации. Поэтому в состав любой цифровой АТС входит тактовый генератор. Но при соединении двух таких АТС может возникнуть расхождение их тактовых частот, которое приводит к возникновению проскальзываний, заключающихся в повторении или исключении группы символов в результате различия скоростей считывания и записи в буферной памяти. Проскальзывание ведет к частичной потере информации, что, в свою очередь, вызывает потерю цикловой синхронизации.

Качество синхронизации оценивается количеством проскальзываний в единицу времени, причем их влияние на различные виды услуг зависит от

структуры передаваемых и коммутируемых сигналов. В речевых сообщениях они проявляются в виде щелчков разной длительности и амплитуды, в факсимильных сообщениях – в виде искажений или потери строк при приеме. Во время передачи данных через модемы создаются пакеты ошибок длительностью до 1,5 с. При высокой частоте проскальзываний из-за повторений передачи искаженных данных существенно снижается пропускная способность. Появление проскальзывания в момент видеотелефонной связи приводит к потере изображения и необходимости повторного установления соединения, а при передаче шифрованных данных - к потере ключа, в результате чего нарушается связь. Все это приводит к необходимости затрачивать время на распознавание ошибки, передачу ключа и установление нового соединения.

Проскальзывания влияют и на потери при установлении соединений, на производительность каналов, достоверность передачи тарифной информации и т.д.

Основная задача тактовой сетевой синхронизации заключается в обеспечении равенства частот генераторов с заданной погрешностью с целью устранения проскальзываний или уменьшения их количества до допустимой величины, что является одной из основных целей данной диссертационной работы.

Цепь синхронизации - это совокупность оборудования связи, обеспечивающая формирование и передачу сигналов тактовой синхронизации к конкретной станции сети. Она состоит из задающего генератора, линий связи, ведомых задающих генераторов и блоков синхронизации коммутационного оборудования.

Цепь каждого центра коммутации терминала начинается от задающего генератора. В данной диссертационной работе предусматривается использование для этих целей регионального управляющего эталонного генератора (УЭГ), сигналы которого проходят через магистральные линии

и управляемые задающие генераторы (УЗГ), блоки синхронизации узлов, центра коммутации и терминала.

При отсутствии аварий полоса захвата и удержания синхронизации каждой цифровой АТС должна быть достаточной для поддержания синхронной работы в случае любых изменений: частоты ведущего генератора; параметров систем передачи; частоты синхронизируемого генератора.

При прерывании цепи синхронизации, идущей к одной АТС, все зависимые от нее станции не должны переходить в плезиохронный режим, т.е. погрешность запоминания частоты и суточный дрейф частоты этой станции в течение ремонта не должны вызывать нарушений в их работе.

В цепях соединений, в зависимости от маршрутизации, даже при одиночной неисправности может появиться несколько плезиохронных участков. Поэтому решение вопросов синхронизации на местных сетях жестко связано с решениями по структуре сетей.

Организация многоканальной цифровой связи осуществляется различными методами. В данной работе рассматривается преимущественно импульсная кодовая модуляция (ИКМ), являющаяся самым распространенным методом организации многоканальных системы связи. Одним из основных факторов, необходимых для осуществления многоканальной связи, является синхронная работа аппаратуры передачи и приема на уровне тактовой синхронизации. Это объясняется тем, что при нарушении синхронизации невозможно осуществлять работу связи, т.е. возникает задача скорейшего восстановления синхронизма.

Цель и основные задачи исследования. Целью настоящей диссертационной работы является исследование и разработка методов синхронизации цифровых систем передачи и распределения информации, т.е. временная привязка процессов обработки и передачи цифровой информации при обмене между несколькими независимыми (отдаленными) центрами с учетом обеспечения следующих требований:

при обмене между несколькими независимыми (отдаленными) центрами с учетом обеспечения следующих требований:

- снижение потери времени,
- повышение качества передачи,
- уменьшение затрат на передачу информации.

Эти требования определяют круг задач, исследование и разработка которых являются предметом данной работы. В соответствии с поставленной целью сформулированы следующие основные задачи исследования:

- определить основные требования, предъявляемые к системам передачи и распределения информации;
- исследовать и разработать методы повышения достоверности цифровой передачи аналоговой информации;
- исследовать и разработать методы оптимизации цифрового канала и синхронизации передачи;
- выявить возможности использования синхронизации как способа защиты от импульсных помех и несанкционированного вмешательства;
- исследовать методы и разработать схемы регистрации временных параметров сигналов и согласования скоростей информационных потоков;
- выявить возможности построения структуры цикла передачи и разработки схем, обеспечивающие большее время удержания и меньшее время поиска синхроимпульса;
- разработать схемы генераторов и формирователей для построения систем синхронизации;
- разработать схемы построения систем синхронизации для передачи информации по цифровым и аналоговым каналам.

Методы исследования. При решении поставленных задач использованы положения теории цифровой обработки сигналов, теории вероятностей и математического анализа с применением методов импульсной техники, нелинейной электроники и вычислительной техники.

Научная новизна. В процессе исследования достигнуты следующие результаты, отличающиеся существенной новизной:

- разработан метод компандирования с малыми шумами при аналого-цифровом преобразовании (АЦП) и цифро-аналоговом преобразовании (ЦАП);
- разработан метод оптимизации цифрового канала;
- исследованы методы и разработаны схемы для регистрации временных позиций сигналов и максимального сближения частоты и фазы независимых синхрогенераторов систем передачи и распределения информации (СПРИ);
- исследована возможность и разработан метод передачи синхросигналов по аналоговым каналам;
- разработан метод организации синхронизации отдаленных объектов и методика расчетов временных параметров синхросигналов.

Практическая ценность и реализация результатов работы.

1. Предложен более точный метод компандирования (закон X) при ЦАП и АЦП.
2. Предложен и реализован в лабораторных условиях оптимизированный вариант цифрового канала.
3. Реализованы и апробированы практические схемы устройств регистрации события, генераторов и формирователей синхроимпульсов и выработаны рекомендации для их применения в системах синхронизации ПРИ.
4. Разработана и апробирована схема передачи синхроимпульса по тональному аналоговому каналу.

Основные научные положения, выносимые на защиту:

- метод компандирования, позволяющий повысить точность аналого-цифрового и цифро-аналогого преобразования;

- метод оптимизации цифрового канала по суммарному значению затрат и потери времени;
- методы временного согласования и синхронизации процессов и устройств СПРИ и разработка схем, реализующие предложенные методы;
- использование синхронизации для защиты СПРИ от импульсных помех и фиксации времени несанкционированного вмешательства.

Апробация результатов. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на:

- годовых научных конференциях ГИУА за 1997, 1998 и 1999 гг;
- научных семинарах сектора "Конструирование и производство радиоаппаратуры" департамента радиотехники и систем связи ГИУА (1997, 1998, 1999 гг.)

Публикации. Основное содержание диссертационной работы отражено в семи опубликованных работах.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, основных выводов, списка литературы, включающего 56 наименований. Работа изложена на 128 страницах, включает 53 рисунка, 7 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении приведено обоснование актуальности темы диссертационной работы, сформулированы цели и задачи исследования, дана структура работы.

В первой главе представлены основные проблемы организации системы передачи и распределения информации (СПРИ), включая, достоверность,

скорость, надежность, стоимость. Перечислены основные требования, предъявляемые к каналам, дана их классификация, способы коммутации и пути их развития. Исследованы методы АЦП и выработаны рекомендации для повышения достоверности передачи аналоговых сигналов при ИКМ. Так как одной из основных задач при передаче информации является повышение отношения сигнал / шум, то необходимо увеличить число разрядов, что, в свою очередь приводит к снижению пропускной способности и увеличению стоимости канала связи. Эффективным способом повышения точности аналого-цифрового преобразования является неравномерное квантование, характеристику которой можно получить с помощью нелинейных кодеков. Наиболее известным методом нелинейного компандирования является компандирование по закону A и μ , каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Исходя из этого, разработан новый алгоритм, повышающий отношение сигнал / шум и динамический диапазон при меньшем числе разрядов. Отметим, что предложенный метод не создает новых проблем для организации синхронизации. Здесь пригодны те же хорошо отработанные принципы синхронизации, которые применяются при группообразовании на основе ИКМ-30 (преимущественно закон A) и ИКМ-24 (преимущественно закон μ). Однако указанный метод необходимо учитывать при стыковке с системами A и μ , которые нуждаются в дополнительном исследовании.

Как известно, на практике используются два способа передачи цифровой информации по каналам связи: параллельный и последовательный. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. В диссертационной работе рассмотрен и разработан компромиссный вариант - параллельно-последовательный метод обмена, позволяющий оптимизировать суммарное значение времени и стоимости передачи. Так, пусть требуется передать N - разрядный код по K - каналам ($1 \leq K \leq N$). Разделим акт обмена информацией на три этапа.

- Выборка и обработка K - разрядного кода с затратой времени $t_{пл}$.
- Передача по K - параллельным каналам с задержкой времени $t_t = t_{t0}l$, где t_{t0} -задержка на единице длины линии; l -длина линии.
- Прием по K - разрядам и восстановление N - разрядного кода с затратой времени $t_{вк} \approx t_{пл}$.

Рассмотрим два случая.

а) Расстояние большое, $l \gg 2A_{пл} / NA_{t0}$. При этом суммарное значение нормированных (безразмерных) времени обмена $T_{об}^o$ и стоимости затрат $A_{ст}^o$ будет

$$T_{об}^o + A_{ст}^o = \frac{1}{K} + K/N = \frac{N + K^2}{KN}$$

Указанная зависимость показана для реальных случаев N (рис. 1). Так, в случае 8-разрядного кода оптимальным является $K=2$, а для 16-разрядного кода - $K=4$ (кривые 1 и 2), то есть оптимальными являются $K=2$ и 4 соответственно.

б) Расстояние небольшое $l \ll 2A_{пл} / NA_{t0}$. При этом

$$T_{об}^o + A_{ст}^o = \frac{1}{K} + 1 = \frac{K+1}{K}$$

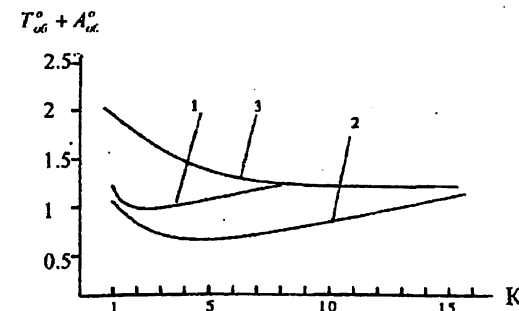


Рис. 1. Зависимость суммарной функции эффективности канала от разрядности информации.

т.е. в рамках допущения суммарная функция зависит не от разрядности кода, а только от разрядности набора K (кривая 3). В диссертации показано, что рассмотренная оптимизация порождает новые задачи синхронизации, решению которых посвящены последующие разделы.

Во второй главе анализируются и исследованы роль и значение синхронизации при построении системы передачи и предложены некоторые аспекты ее применения, включая использование ее в качестве способа защиты от импульсных помех (ИП), т.к. система передачи дискретных сообщений весьма чувствительна к воздействию (ИП). Особенно существенным это влияние оказывается в случае возрастания скорости телеграфирования, а также при создании сетей передачи данных (в том числе и пакетной радиосвязи), когда требуются высокая достоверность и надежность обмена дискретными сообщениями. Несмотря на использование помехоустойчивого кодирования и шумоподобных сигналов, воздействие ИП приводит к искажению полезного сигнала и нарушению связи. Предложены схемы для защиты от импульсных помех путем закрытия канала связи во время их действия. Применение системы синхронизации в качестве способа фиксации несанкционированного вмешательства в сети Internet также целесообразно, так как с расширением масштабов сетей возник новый вид воздействия на содержащую в сети информацию - преднамеренное изменение программы и информации (введение вирусов и хакерство).

Для случая хакерства одним из возможных способов борьбы может служить фиксация времени вмешательства хакеров с точностью до одной миллисекунды. Естественно, для этого всякий пользователь или сервер должен отсчет времени своего объекта с большой точностью привязать к системному времени, т.е. появляется новый аспект использования синхронизации.

В третьей главе исследованы основные методы регистрации символов, и отмечены их преимущества и недостатки, обсуждена основная проблема,

возникающая во время регистрации символов - это расхождение частоты записи и считывание. Обычно для устранения этих расхождений применяется метод добавления или исключения одного импульса в групповом тракте. Однако это приводит к увеличению буферной памяти и длительности цикла для передачи дополнительной информации о добавлении или исключении символов. Для устранения этих недостатков был разработан метод согласования скоростей без увеличения длительности цикла и объема буферной памяти, что, в свою очередь, повышает пропускную способность канала связи. Время вхождения в синхронизм является очень важным показателем сети.

Одним из важнейших параметров при организации системы передачи и распределении информации является время поиска синхросигнала (СС). Как известно, при увеличении длительности СС уменьшается время его поиска, что приводит к увеличению длительности цикла передачи и соответственно к снижению пропускной способности канала.

Уменьшение времени поиска СС, не изменяющее при этом пропускную способность канала, можно обеспечить путем увеличения длины СС в два раза и передачи информационных импульсов из каждого канала два раза подряд в каждом цикле. При этом отношение числа синхроимпульса к числу информационных импульсов в цикле остается постоянным, не изменяется также пропускная способность канала. Время поиска СС определяется по выражению

$$M(t_n) = M(t_n)_c + M(t_n)_s,$$

где $M(t_n)_c$ и $M(t_n)_s$ - среднее время поиска СС в зоне случайного и синхросигнала соответственно.

При использовании в качестве синхронизирующих кодовых групп с одной критической точкой (КТ) время поиска СС составляет

$$M'(t_n) = \left(\frac{a-b+1}{2^b-1} + \frac{a+b-1}{a+b} \right) T_n.$$

При использовании кодовых групп с b КТ время поиска СС составляет

$$M''(t_n) = \left[\frac{2^{b-1}(a-b+1)}{(2^b-1)^2} + 2 \sum_{i=1}^{b-1} \frac{1}{2^i-1} + \frac{a+b-1}{a+b} \right] T_y,$$

где a - число информационных позиций в цикле; b - число синхросимволов; T_y - длительность цикла.

Для конкретных случаев рассмотрена эффективность предложенного метода на системе передачи ИКМ-120, имеющей следующие параметры: $a=1048$, $b=8$, $T_y=0,125$ мс. В этом случае $M'(t_n)=0,635$ и $M''(t_n)=0,781$. При $a=2096$, $b=16$, $T_y=0,25$ мс имеем $M'(t_n)=0,257$ и $M''(t_n)=1,057$. Отсюда видно, что применение нового метода с использованием в качестве синхронизирующих кодовых групп с одной КТ значительно уменьшает время поиска СС в пределах одного цикла передачи вместо пяти для обычного метода. На рис 2 показан график зависимости времени поиска синхросигнала от длины синхриимпульсов для разных случаев применения b (кривая 1) и одной (кривая 2) КТ.

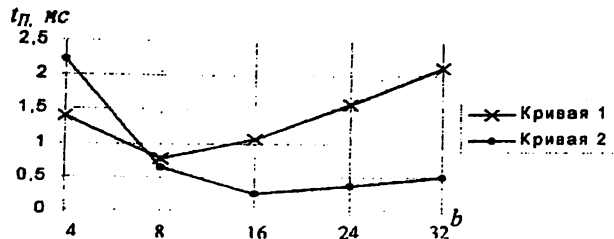


Рис. 2. Зависимость времени поиска СС от его длины

В четвертой главе рассматриваются основные принципы устройства тактовой и цикловой синхронизации. Устройства тактовой синхронизации делятся на две группы. К первой относятся устройства, в которых сигналы синхронизации передаются независимо от информационных символов, путем

выделения специального канала синхронизации. Осуществляется это передачей фазирующего колебания в виде пилот-сигналов. Ко второй группе относятся устройства, в которых сигналы синхронизации передаются по основному каналу. По способу выделения тактовой частоты из принимаемого сигнала устройства синхронизации также делятся на две группы: резонансные системы, использующие узкополосные фильтры (разомкнутые системы синхронизации), а также устройства автоматического регулирования (замкнутые системы синхронизации). Раскрываются преимущества каждого метода и его недостатки. Рассматриваются основные характеристики устройства цикловой синхронизации и основные требования, предъявляемые к ним.

В пятой главе разработаны практические схемы генераторов и формирователей синхроимпульсов, рассматриваются схемы генераторов, построенные на серийных интегральных микросхемах. Однако в них есть недостатки, наблюдаемые при их применении в системах синхронизации, поскольку они имеют большой разброс частот. С этой целью разработаны схемы генератора с управляемой частотой, длительностью и фазой. Принцип работы этой схемы основан на использовании одного генератора в качестве эталонного, а всех остальных в качестве управляемых. Схема позволяет стабилизировать частоты генераторов, например, для ИКМ со скоростью передачи 2048 кбит/с до 0,05%. При организации систем синхронизации часто возникает необходимость зафиксировать начало отсчета времени. Для этого необходимо из серии импульсов задающего генератора выделить заданный номер импульса. Тогда все синхронизируемые объекты можно привязать во времени.

В работе рассматривается случай выделения первого импульса, затем заданного n -го импульса. С этой целью разработаны схемы, обеспечивающие выделение этих импульсов. Иногда при организации систем синхронизации в цифровых СПРИ возникает необходимость выделения переходов 10 и 01 асинхронных сигналов, появляющихся в произвольный момент времени, с

одновременной привязкой выделенных переходов к моменту времени, определяемому тактовыми импульсами. Для этого были разработаны и апробированы схемы, регистрирующие события переходов 10 и 01.

Как известно, стабильность длительности, периода и временного сдвига синхроимпульсов играет первостепенную роль в обеспечении высокой функциональной надежности и быстродействия сети связи. Поэтому к генерированию, формированию и размножению синхроимпульсов предъявляются весьма жесткие требования. Очевидно, наиболее подходящим для этой цели является генератор с кварцевой стабилизацией частоты, хотя такой генератор обладает одним существенным недостатком, заключающимся в отсутствии возможности изменения частоты, что является необходимым для работы и настройки системы синхронизации. На рис 3, а приведены схема генератора, формирователя и первая ступень размножения синхроимпульсов с использованием коаксиального кабеля в качестве искусственной линии задержки (ЛЗ) и микросхем серии 155. График рис. 3, б иллюстрирует формирование длительности и сдвига синхроимпульсов. Преимущество этой схемы заключается в возможности изменения частоты и длительности импульсов.

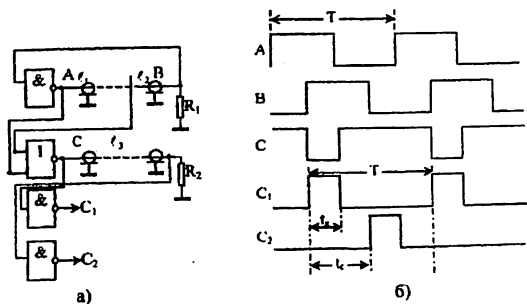


Рис. 3. Схема генератора и формирователя синхроимпульсов на кабеле (а) и временная диаграмма формирования импульсов (б)

Выбор тактовой частоты генераторов, определяющей скорость передачи информации в сети, тесно связан с принципом организации синхронизации обмена. Одним из путей повышения помехоустойчивости и быстродействия сети является многотактовый способ синхронизации.

Весьма серьезной проблемой является выбор числа тактов, поскольку это затрагивает и затраты, и быстродействие. Чем больше число тактов, тем более гибка система управления, меньше потеря времени при выполнении микрооперации и больше расходы на их реализацию. В работе рассматривается двухтактная система синхронизации (рис. 4), как наиболее экономичная и универсальная с точки зрения возможности превращения ее в четырех- и восьмитактовую.

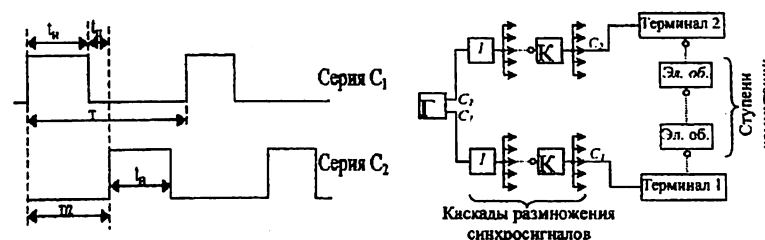


Рис. 4. Временная диаграмма синхросигналов.

Рис. 5. К расчету тактовой частоты

Представим типовой обмен типа передачи " терминал- терминал " по обобщенной схеме (рис. 5). Временной сдвиг между импульсами серий C_1 и C_2 должен быть таким, чтобы к приходу импульса серии C_2 на вход терминала 2 информация уже поступила бы на его вход от терминала 1. Но, как видно из рис.5, эта информация тактируется синхроимпульсом серии C_1 , который преодолевает путь от генератора G (через каскады размножения, терминал 1, ступени коммутации) до входа терминала 2. Расчеты определяют все необходимые временные параметры синхроимпульсов. Тактовая частота синхронизации будет

$$F = \frac{0,5}{\sum_{i=1}^K (t_{2\max}^i - t_{2\min}^i) + \sum_{j=1}^n t_{2\max}^j + t_{2\text{пр}\max} + t_{\phi\max} + (t_{1\max} - t_{1\min})}$$

Зная число каскадов размножения (K), глубину коммутации (n), и временные параметры используемых микросхем, можно определить тактовую частоту и остальные параметры системы синхронизации, приведенные в диссертационной работе.

В шестой главе рассматриваются основные принципы необходимости использования аппаратуры сопряжения (АС), дается их классификация и основные методы обмена информацией между АС и центральным процессором (ЦП). Выявлены также возможности модернизации ТТЛ-схемы для построения систем синхронизации. Число синхронизируемых элементов в сети обычно большое, и они территориально разнесены, поэтому построение мощного высокостабильного генератора прямоугольных импульсов, работающего на большое число согласованных кабелей, связано с большими трудностями.

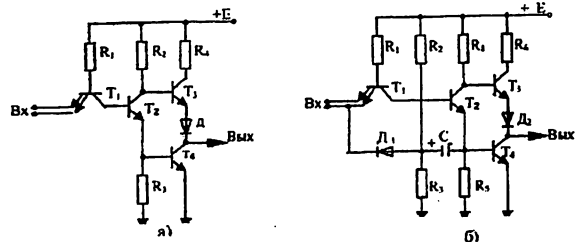


Рис.6. Структура ТТЛ - схемы до (а), и после (б) модернизации

Для обеспечения помехозащищенности устройства необходимо блокировать все синхронизируемые входы элементов самими же синхроимпульсами. Для этого следует уменьшить длительность синхроимпульсов t_H до возможно минимального значения.

Наиболее рациональным, на наш взгляд, способом уменьшения длительности синхроимпульсов t_H является уменьшение разброса задержек переключательных схем $(t_{2\max}^i - t_{2\min}^i)$ и $(t_{1\max}^i - t_{1\min}^i)$. На рис.6 а приведена базовая схема типа ТТЛ. Основным недостатком этой схемы, с точки зрения построения системы синхронизации, является то, что при переключении из состояния "0" в состояние "1" времена задержки и фронта выходного сигнала затягиваются из-за медленного рассасывания насыщенного транзистора T_1 током сравнительно высокоомного резистора R_3 . Поскольку задержки и длительности фронтов обычно не ограничиваются снизу, то $t_{3\min}^{01}$ может оказаться весьма малой величиной. Статистика показывает, что величина $t_{3\max}^{01} - t_{3\min}^{01}$ составляет порядка 30...35 нс. Одним из путей уменьшения $t_{3\max}^{01}$ является улучшение параметров транзистора T_4 . Однако этого можно добиться увеличением выключающего тока базы транзистора T_4 . В табл.1 приведены данные измерений нескольких схем с крайними и средними значениями параметров до и после модернизации по нашей схеме.

В работе рассматриваются также возможности передачи синхросигнала по аналоговым каналам. Синхроимпульсы задающего генератора цикловой синхронизации с частотой 8 кГц подаются на вход делителя частоты с коэффициентом деления 2^5 (прямой пятиразрядный счетчик). На его выходе образуются импульсы прямоугольной формы (меандры) с частотой 250 Гц, которые подаются на вход модулятора с несущей частотой 3 кГц. Импульсно-модулированный (манипулированный) сигнал поступает в смеситель, складывается с передаваемым аналоговым сигналом, вводя в его спектре пик в течение не более 2 мс при частоте 3 кГц. Затем смешанный сигнал (аналоговый + импульсно-модулированный 3 кГц) передается по каналу ТЧ через смеситель. На приемном конце сигнал сначала проходит через полосовой фильтр, где выделяется импульсно-модулированный сигнал с центральной частотой 3 кГц, затем подается на вход детектора и преобразуется в сигнал с частотой в 250 Гц,

который проходит через умножитель 2^5 , и на выходе получаем синхроимпульсы частотой 8 кГц.

Таблица 1

Тип ИС	№ ИС	До модернизации				После модернизации			
		t_2^{01}	t_2^{10}	$t_4^{01} - t_4^{10}$	$t_{7max}^{01} - t_{7m}^{01}$	t_3^{01}	t_3^{10}	$t_4^{01} - t_4^{10}$	$t_{7max}^{01} - t_{7min}^{01}$
1ЛР551	1	14	2.5	11.5	33	15	2	13	2
	390	45	3	42		16	2	14	
	400	46	2	44		16	2	14	
	56	13	2.5	11.5		16	2	14	
	64	14	3	11		17	2	15	
	42	35	3.5	32.5		16.5	2.5	14	
	47	38	3	35		17	3.5	14.5	
	10	39	2.5	32.5		16.5	3	13.5	
2ЛБ173	17	30	4,5	25,5	33	18	6	12	3
	9	29	4	25		18	5	13	
	8	44	4	40		19	5	14	
	13	39	4	35		21	5	16	
	6	30	5	25		20	6	14	
	18	14	6	8		18	8	10	

На рис.7 иллюстрируется один из возможных вариантов решения этой задачи для случая использования тонального канала, предложенного в работе. Синхроимпульс формируется с некоторой задержкой $\Delta t = \Delta\phi/\omega_r$. Важным фактором, оказывающим влияние на начальный момент фиксации синхроимпульса (НМФСИ), является порог срабатывания решающего устройства. В табл. 2 показано значение Δt для разных отношений $U_{прел}/U_0$.

Таблица 2

$U_{прел}/U_0$	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25
Δt мкс	16,6	33,4	50,2	67,1	84,2

Как видно из таблицы 2, с увеличением порога срабатывания РУ время задержки увеличивается, а при уменьшении создается возможность возникновения помех, т.е. уменьшается помехоустойчивость приемника. Поэтому для порога срабатывания необходимо выбрать компромиссное значение, обеспечивающее оптимальную помехоустойчивость и минимальное время задержки.

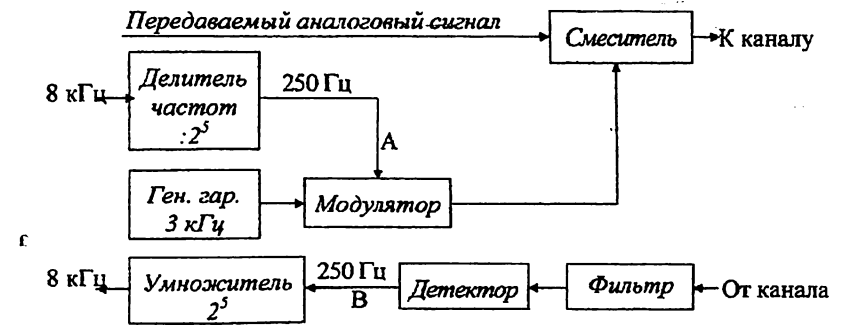


Рис. 7. Структурная схема формирования и передачи синхросигнала по аналоговым каналам

Рассматриваются также возможности совместной работы аналоговых и цифровых систем передачи и выработаны некоторые рекомендации.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Глобализация мировой системы связи основывается на цифровых принципах передачи, обработки и хранения информации, что и немисливо реализовать без строгого отсчета и привязки времени между объектами и каналами, участвующими в обмене информацией и образующими систему передачи и распределения информации (СПРИ). Одним из возможных путей решения этой задачи является синхронизация как процессов, происходящих в

объектах системы, так и отдельных ее компонентов. Этой проблеме и посвящена настоящая диссертационная работа.

Основные результаты, полученные в диссертации, можно сформировать следующим образом.

1. Разработан метод повышения достоверности цифровой передачи аналоговой информации на основе предложенного закона компандирования.
2. Изучены пути и разработан метод оптимизации цифровых каналов с учетом особенностей синхронизации процесса передачи.
3. Исследованы методы, разработаны и апробированы схемы регистрации временных фаз сигналов и согласования скоростей информационных потоков.
4. Рассмотрен процесс поиска синхросигнала и предложены структура и схема, обеспечивающие большие времена удержания и малые времена поиска синхросигнала.
5. Разработаны и апробированы схемы генераторов, формирователей и размножителей синхроимпульсов для построения систем синхронизации цифровой и аналоговой передачи информации.
6. Исследованы возможности использования синхронизации в качестве способа защиты СПРИ от импульсных помех и несанкционированного доступа.

Основные результаты диссертации отражены в следующих публикациях

1. Арустамян В. Е, Мазхар Хамо, Об одном методе оптимизации цифрового канала // Изв. НАН РА и ГИУА.-1998-Т.51, №3,-С.371-374.
2. Мазхар Хамо, Исследование возможности повышения точности цифровой передачи аналогового сигнала: Деп. в АрмНИИНТИ,15.04.98,№52-Ар98, №3,1998г- С.14.

3. Арустамян В.Е., Хамо Мазхар. Формирование и передача синхросигнала по аналоговым каналам: Сб. мат. Год. Науч. Конф. ГИУА. Ереван,1998 – С 228.
4. Хамо Мазхар. Исследование и разработка устройства выбора заданного импульса для организации системы синхронизации. Деп. в АрмНИИНТИ, 07.07.99, №69-Ар99, №4,1999- С.12.
5. Арустамян В.Е., Хамо Мазхар. Формирователь синхросигналов: Сб. мат. Год. Науч. Конф. ГИУА. - Ереван,1999 - С.236.
6. Хамо Мазхар Об одном методе-оптимизации передачи синхросигнала: Сб. мат. Год. Науч. Конф. ГИУА. - Ереван,1999 - С.238.
7. Хамо Мазхар Организация системы синхронизации при обмене информацией между удаленными объектами // Изв. НАН РА и ГИУА.-2000.- Т.53, №3.

Համո Մազհար

ԻՆՖՈՐՄԱՅԻՄՅԻ ՀՆՂՈՐԴՄԱՆ ԵՎ ԲԱԾԱՄԱՆ ԹՎԱՅԻՆ
ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ՄԻՆԻՍՏՐՈՆԱՑՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ
ԵՎ ՄԵԱԿՈՒՄԸ

Ամփոփագիր

Կապի համաշխարհային համակարգի զլորբալացումը հիմնվում է ինֆորմացիայի հաղորդման, մշակման և կուտակման թվային սկզբունքների վրա, իսկ վերջինները դժվար է իրագործել առանց համակարգ կազմող և ինֆորմացիա փոխանակող օբեկտների ու կապուղիների համար միասնական ժամանակի հաշվարկի:

Այդ խնդրի լուծման ուղիներից մեկը օբեկտներում և կապուղիներում գործընթացների և սարքավորումների սինխրոնացումն է, որի հետազոտությանը և լուծման որոշ եղանակներին է նվիրված սույն ատենախոսությունը:

Ատենախոսության ամենաեական արդյունքները հետևյալն են:

1. Առաջարկված կոմպանդավորման նոր օրենքի հիման վրա մշակված է նմանակային ինֆորմացիայի թվային հաղորդման ճշտության բարձրացման եղանակ:
2. Հետազոտված են թվային կապուղիների օպտիմալացման ուղիները և մշակված է եղանակ, որը հաշվի է առնում հաղորդման գործընթացի սինխրոնացման առանձնահատկությունները:
3. Հետազոտվել, մշակվել և փորձարկվել են եղանակներ և սխեմաներ ազդանշանների փուլերի գրանցման և ինֆորմացիայի հոսքերի արագությունների համաձայնեցման համար:
4. Հետազոտվել է սինխրոնազդանշանի որոնման գործընթացը և առաջարկվել է սխեմա, որը ապահովում է սինխրոնիզմի երկարատևություն և որոնման կարճատևություն:
5. Մշակվել և փորձարկվել են սինխրոնազդանշանների գեներատորների, ձևափոխիչների և բազմապատկիչների սխեմաներ, որոնց հիման վրա կարելի է կառուցել թվային և նմանակային ինֆորմացիայի հաղորդման սինխրոնացման համակարգ:
6. Հետազոտվել է սինխրոնացման հնարավորությունների օգտագործումը իբրև եղանակ թվային համակարգը իմպուլսային խանգարումներից և չարտոնված միջամտություններից պաշտպանելու համար:

خلاصة

إن توسيع عمق شبكة المعلوماتية العالمية يقوم على أسس الطرق الرقمية لبث و معالجة و تخزين المعلومات و هذه المتطلبات لا يمكن تحقيقها بشكل جيد بدون ارتباط زمني دقيق بين التجهيزات القنوية المشاركة في عملية تبادل المعلومات و التي تشكل الأساس الذي تقوم عليه شبكة إرسال و توزيع المعلومات .

أحد طرق حل هذه المشكلة هو :

أولاً: تحقيق تزامن العمليات داخل الأجزاء المشكلة للشبكة .

ثانياً: تحقيق التزامن بين هذه الأجزاء.

هذه المشكلة تشكل الأساس الذي يقوم عليه موضوع هذه الرسالة إن أهم النتائج المستخلصة من هذه الرسالة يمكن تلخيصها كما يلي:

- ١- إنشاء طريقة لزيادة مصداقية عملية بث المعلومات اللارقمية عن طريق بثها بطرق رقمية و ذلك باستخدام القانون الجديد لضغط و تشفير المعلومات .
- ٢- البحث عن طرق جديدة لإيجاد العدد الأمثل للقنوات الرقمية بين نهايتين من الشبكة مع الأخذ بعين الاعتبار عملية التزامن في إرسال المعلومات الرقمية .
- ٣- البحث عن طرق و إنشاء و تجربة دارات تنظيم نبجل و قراءة المواقع الزمنية لنبضات التزامن في عملية تبادل المعلومات و مساواة سرعة تدفق المعلومات الرقمية .
- ٤- البحث عن عملية تقليل وقت إيجاد نبضة التزامن و إنشاء دارة تحقق زمن أقل لهاو زمن أكبر للحفاظ على عملية التزامن .
- ٥- البحث و إنشاء و تجربة دارات المذبذبات و مصححات و مولدات (مكثرات) نبضات التزامن و ذلك لاستخدامها في أنظمة تبادل المعلومات الرقمية و اللارقمية .
- ٦- البحث في عملية استخدام التزامن كسلاح ضد التشويش البيضي و سلاح ضد الدجول الممنوع في شبكات الإنترنت.

15.05.2014

