ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Инфокоммуникациялық технологиялар **кафедрасы**

«Қорғауға жіберілді»
Кафедра меңгерушісі
т.ғ.к., доцент Чежимбаева К.С.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

_____ «____» _____20___ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: Телекоммуникациялық жүйелерде ақпаратты тарату кезіндегі сигналдардың синхронизациясын қамтамасыз ететін құралдардың әдістері

5В071900–Радиотехника,электроника және телекоммуникациялар **мамандығы бойынша**

Орындаған Айтқалиева Ақмарал Тілекқызы
(аты - жөні) (тобы)

Жетекші т.ғ.к., доцент Чежимбаева К.С.
(аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы, қолы)

Кеңесшілер:

Экономикалық бөлім бойынша:
к.э.н, профессор Базылов Қазкен Базылович
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «06» мамыр 2016ж.
(қолы)

Өмір тіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
б.ғ.к, аға оқытушы Мустафин Қайрат Габбасович
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «03» мамыр 2016ж.
(қолы)

Есептеу техникасын қолдану бойынша:
аға оқытушы Жожабаева Г.Б
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «03» 06 2016ж.
(қолы)

Мөлшер бақылаушы: аға оқытушы Жожабаева Г.Б
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «03» 06 2016ж.
(қолы)

Пікір жазушы: Серік М.
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)
_____ «03» 06 2016ж.
(қолы)

Алматы 2016

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Коммерциялық емес акционерлік қоғамы
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ

Радиотехника және байланыс факультеті
Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы
Инфокоммуникациялық технологиялар кафедрасы

жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Айтқалиева Ақмарал Тілекқызы
(аты - жөні)

Жоба тақырыбы Телекоммуникациялық жүйелерде ақпаратты тарату кезіндегі сигналдардың синхронизацияланған қалыптасуын ететін құралдардың әдістері

ректордың «19» қазан № 148 бұйрығы бойынша бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: « 25 » мамыр 2016 ж.

Жобаға бастапқы деректер (талап етілетін жоба нәтижелерінің параметрлері және нысанның бастапқы деректері):

2048 кГц немесе 2048 кбит/с интерфейстерін пайдаланатын БЦТ 10 60
МСЭТ-G.812 ұсынысының 1 типіне сәйкес болатын СДБ жалғаушы станция немесе ЕБТ 6 30
ТСЭ СЖИ 6 25
СП ПЖИ 4 20

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс сұрақтар тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

Кіріспе
1. Қазіргі заманғы жүйелерді синхрондау технологиясы
2. Дәстүрлі жиілік синхрондау жүйелерін құрудың негізгі мәселелері мен қағидалары.
3. ТЖС оқыту
4. Өміртіршілік қауіпсіздігі
5. Бизнес жоспар
Қорытынды
Әдебиеттер тізімі
А қосымша
Б қосымша

Сызба материалдарының (міндетті түрде дайындалатын сызуларды көрсету) тізімі:

Жолмен өтудің пайда болу механизмі
Синхрондау сигналдың негізгі параметрі
Тактілі желілік синхрондау жүйелерін құрудың негізгі мәселелері мен қағидалары
Синхрондаудың тораптаралық қағидалары
Цифрлық желіде желілік генераторларды орналастыру
Синхрондаудың жабдықтарын таңдау
Дискретті басқарумен синхрондаудың сұлбасы
ФАПЖ (ЖФАИ) фазалап жылжыту істеу принципі
Бизнес жоспар
Экономикалық көрсеткішті жобалау

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер

1. Шахгильдяна В.В. Системы фазовой синхронизации с элементами дискретизации: Радио и связь. Москва
2. Мошиц Г., Хорн П. Проектирование активных фильтров. М.: Мир. 1984
3. Линдсей В. Системы синхронизации в связи и управлении. Пер. с анг.
4. Под ред. Бакаева Ю.Н. и Капранова В.В. – М.: Сов. радио

Жоба бойынша бөлімшелерге қатысты белгіленген кеңесшілер

бөлімшелер	кеңесші	мерзімі	қолы
Экономика	Бавенов К.Б	20.03 – 6.5.16	
ОТ	Мустафин К.Т	– 03.05.16	
Мүшелер бақылаушы	Кожабаева Ә.Б	03.06.16	
Есептеу. техн. қолдау	Кожабаева Ә.Б	03.06.16	

диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

№ р/с	Тарау аттары, әзірленетін сұрақтардың тізімі	Жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1.	Қазіргі заманғы жүйелерді синхрондау технологиясы	10.02.16ж	орындалды
2	Синхронда сигналдың негізгі параметрлері	29.02.16ж	орындалды
3	Тактілі желілік синхрондау жүйелерін құрудың негізгі мәселелері мен қағидалары	11.03.16ж	орындалды
4.	ТЖС оқу	16.03.16ж	орындалды
5.	Есептік бөлім	13.04.16ж	орындалды
6.	Жиіліктің фазалық автоүйлесуі жүйесінің параметрлер есебі	11.05.16ж	орындалды
7	Тіршілік қауіпсіздігі және еңбек қорғау	20.04.16ж	орындалды
8.	Бизнес - жоспар	13.05.16ж	орындалды
9.	Қорытынды	25.05.16ж	орындалды

Тапсырманың берілген уақыты «10» желтоқсан 2015 ж.

Кафедра меңгерушісі _____ т.ғ.к., доцент Чежимбаева К.С.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Жоба жетекшісі _____ т.ғ.к., доцент Чежимбаева К.С.
(қолы) (аты-жөні, ғылыми дәрежесі, атағы)

Орындалатын тапсырманы қабылдаған студент _____ Айтқалиева А. Т.
(қолы) (аты -жөні)

Аңдатпа

Дипломдық жобада «Oscilloquarz» швейцар фирмасының жоғары сенімді жабдығын пайдалантын Қазақстан Республикасы телекоммуникация желісін синхрондау жүйесі қарастырыған. Басында Қазақстан Республикасына синхрондау жүйесін енгізу қажеттілігі мен жалпы сипаттамасы берілген, сосын бірінші үлгіліг генераторлар мен екінші беруші генераторлар аппаратураларының басты бөліктері сипатталған, синхрондау жүйесін техникалық ұйымдастыру мен резервтеуді есепке ала отырып тактілі желілік синхрондаудың топологиялық жүйесі жасалған.

Дипломдық жобада керекті есептеулер жасалады. Сонымен қатар өміртіршілік қауіпсіздігінің сұрақтары қарастырылды және синхрондауды енгізудің бизнес жосрпары жасалған.

Аннотация

В данном проекте описана система синхронизации сети телекоммуникаций Республики Казахстан с использованием высоконадежного оборудования швейцарской фирмы «Oscilloquarz». В начале дано общее описание и необходимость внедрения системы сетевой синхронизации в Республике Казахстан. Затем разработана топология системы синхронизации с учетом резервирования и техническая организация системы синхронизации, где описаны главные компоненты аппаратуры первичных эталонных генераторов и вторичных задающих генераторов. В дипломном проекте были проведены необходимые расчеты. А так же расмотрены вопросы по безопасности жехнедеятельности и составлены бизнес план внедрения синхронизации.

Abstract

In this project the system of synchronization jf network of telecommunications of republic of Kazakhstan. The tepology of the system of synchronization with accounting of buckupping and technical organization of the system of synchronization are worked out then where the main components of apparatus of primary standard generators and secondary maintain generators are described. Necessary calculations were conductedin a diplom project. And also quantions on sefaty of life – sustaining activity are considered and business plan of introduction of synchronization was arranged.

Мазмұны

Кіріспе 8
1 Қазіргі заманғы жүйелерді сихрондау технологиясы 10
1.1 Қазіргі заманғы байланыс желілерін синхрондаудың қызметі 10
1.2 Желілер жұмысының параметріне синхронсыздандырудың әсері 11
1.3 Цифрлық байланыс сапасының параметрлеріне синхрондаудың әсері 13
1.4 Тарату жүйелеріндегі жылт ету санын нормаға келтіру 14
1.5 Синхронды сигнал көздерінің негізгі параметрлері 15
1.6 Синхронды сигналдың негізгі параметрі 17
1.7 Уақыт аралығының қателігі TIE (УАҚ) 17
1.8 Уақыт аралығының максималдық қателігі УАМҚ (MTIE) 17
1.9 TVAR (Time Variance) уақытша вариациялау мен TDEV уақытының ауытқуы (девиация) 18
1.10 Синхрондау жүйелері көздерінің параметрлері мен түрлері 19
1.11 ТЖС желісінің жұмыс режімі 20
2 Тактілі желілік синхрондау жүйелерін құрудың негізгі мәселелері мен қағидалары 22
2.1 ҚР ВСС ТЖС жүйелерін құруының жалпы ойжүесі 22
2.2 ТСЖ өңдеген кездегі талаптар 23
2.3 ТСЖ жабдықтары 30
2.4 Теориялық аспектілер 30
2.5 Беруші генератордың функциялық сипатталуы. Бірінші үлгілі генератор (PRC) 33
2.6 Бірінші реттік беруші генераторлардың жабдығына қойылатын талаптар 35
2.7 Тізімдегі беруші генератордың жабдығына қойылатын талаптар 37
3 ТЖС өңдеу 40
3.1 Цифрлық желіде үлгілік генераторларды орналастыру 40
3.2 Екінші реттік желіні синхрондау 42
3.3 Синхрондау тораптарының ішіндегі синхронды сигналдардың түрлендірілуі 43
3.4 Синхрондаудың жабдықтарын таңдау 43
3.5 OSA6500B PRC (Oscilloquartz) бірінші үдгілік генераторы 45
3.6 Екінші беретін генератор OSA 5548B SASE (Stand−Alone Sync Equipment) 49
3.7 SSU Шуылдың математикалық моделінің параметрлерін есептеу (MTIE и TDEV) 53
3.8 Ұзақ мерзімді фазалық өтуге реакция (мәліметтердің шөгуі режімі) 56
3.9 Жиіліктің фазалық автоикемдеу жүйесінің параметрлер есебі 58
3.10 Негізгі ТЖС желісінің сенімділігін есептеу мен нормалау 65
3.11 Тактілі желілік синхрондау жүйесінің сенімділігін қамтамасыз ету 71
3.12 Бірінші үлгілік генераторды резервте сақтау 72
3.13 Екінші беру генератор көмегімен резервте сақтау 73
3.14 Синхрондау тізбегін резервте сақтау 73

4 Өміртірішілік қауіпсіздігі 77
4.1 Пайдалынатын бөлмедегі еңбек ету жағдайын талдау 77
4.2 Бөлмені жарықтандыру жүйесін есептеу 78
4.3 Жұмыс орындарындағы автоматты өрт сөндіру жүйесінің есебі 84
5 Бизнес жоспар 88
5.1 Бизнес − жоспар мақсаты 89
5.2 ТЖС жүйесін енгізу кезіндегі мүмкін болатын қауіп−қатерлер 89
5.3 Жобаны құру бойынша ұсыныстар 89
5.4 Қаржы жоспары 89
5.5 Жылдық табыс сомасы 94
5.6 ТЖ Жүйесін енгізуден алынатын өнеркәсіп табысын есептеу 95
5.7 Экономикалық эффект 99
Қорытынды 101
Әдебиеттер тізімі 102
А қосымшасы ДЖ электронды нұсқасы және көрсетуге арналған бейнематериалдар (CD-R)
Ә қосымшасы Үлестірмелі материалдар (А4 пішімі – 15 бет)
Б қосымшасы Антиплагиат туралы анықтама

Кіріспе

Қазақстан үшін жаңа мыңжылдықтың басы экономиканың дамуы, іскерлік белсенділіктің байқалуы, халық табысының көтерілуімен белгіленді. Осы факторлар телекоммуникация қызметіне жоғары сұранысты қалыптастырады және 2015 − 2016ж телекоммуникация нарығының динамикалық өсуіне кепілдік береді. «Қазақтелеком» ААҚ компаниясы Қазақстан Республикасының өзара ұштасқан байланыс желісінің өзегі болып табылады. Компанияның мақсаты өз ұстанымын сақтап қалу мен нығайту, қысқа мерзімінде бәсекелестік нарық жағдайында жұмысқа дайындау және компанияны капиталдауды ұлғайту.

Компания нарықтық экономиканың қалыптасу кезеңінде көптеген қиындықтардан өтіп, ол қазір экономикалық белсенділіктің өрлеуінің желісін жинайты кезенде тұр. Алайда, сыртқы жағдайлар күрт өзгеруде − өкімет телекоммуникация нарығын 2016 жылға дейін либерализация іске асыру туралы қаулы қабылдады, Қазақстан ІСҚ − ға (ВТО) жедел кіруді күтілуде. Шетелдік операторлардың отандық нарыққа енуі «Қазақтелеком» ААҚ халықаралық ірі компаниялармен техникалық және технологиялық бәсеклесуінің негізі туралы мәселені шұғыл түрде көтереді. Тек қызмет көрсетудің сапасын жоғарылату арқылы компания жаһандық телекоммуникация нарығында үздік бәсекелестікке түсе алады. Халықаралық, қалааралық және зоналық желілердің телефондық арналардың қашықтығы 177 млн. кан − км, оның ішінде 75 пайыз таратудың цифрлық жүйесі арқылы құралған. Қазақстанның географиялық тиімді жағдайы Еуропа - Азия маршрутындағы ең қысқа телекоммуникациялық бағыт болып табылатын Ұлттық Ақпараттық Супермагистраллың Батыс тармағын (Шымкент − Қызылорда − Ақтөбе − Атырау) салудың бастамасын алдын ала анықтады. Қазақстанда алғаш рет 30000 телефонды арна ұйымдастыруға мүмкіндік беретін STM − 16 тарату жүйесі құрастырылды.

2017 жылы Ұлттық Ақпараттық Супермагистралды құруды толықтай аяқтау жоспарланды.

Қазіргі таңда республикада мәлімет таратудың жаһандық желісі қызмет етуде (Қазақтелеком, Нұрсат, Astel, Banknet), олардың ішінде «Қазақстан Online» салуда белгісі бар «Қазақтелеком» ААҚ мамандардың пікірі бойынша тең жетілген компания болып саналады. ТМД−ғы ең озық технологияларды іске асырған желінің негізгі мақсаттары – деректер тарту саласындағы соңғы жетістіктерге сай қызмет көрсетудің толық пакетін ұсыну және жоғарысапалы техникалық қолдау көрсетуді қамтамасыз ету. Қазақстанның ірі 19 қаласын қамтыған «Қазақстан Online» мынадай қызмет түрлерін ұсынады: Интернетжүесіне қосу, корпоративтік клиенттер үшін желілер жобалау және құру, цифрлық арналар.

ҚР − ның жалпыға бірдей желілер мен мекемелік желілеріне басым көпшілігі синхронды цифрлық жүйелерімен жабдықталған үлкен қашықтықты

байланыс жолдары салынып, пайдалануға берілді. Бір мезгілде бірқатар ірі қалаларда цифрлық қалааралық жалғаушы станциялар іске қосылды.

Қазақстан Республикасының өзара ұштасқан байланыс желілері ауқымындағы байланыстың цифрлық жүйелерінің дамуы осы желіге жататын жалғау мен таратудың цифрлық жүйелерінің үйлесімді өзара әрекеттерін, білдіреді.

Құрылып жатқан цифрлық желі тиімді жұмысы үшін тұтас тәуелсіз ТЖС жүйе ұйымдастыру қажет.

Бұл жүйе сапағалы үлгілік синхронды сигналдарды қалыптастыру мен сәйкес желілік элементтер тарату қызметін атқарады және осының салдарынан цифрлық желілердің Халықаралық электрбайланыс одағы мен электрбайланыстың Еуропалық стандарттарына сәйкес ұсыныстарымен белгіленген былайша айтқанда жылт етудің саны нормадан аспайтындай жұмыс жағдайын қамтамасыз етеді.

1 Қазіргі заманғы жүйелерді сихрондау технологиясы

1.1 Қазіргі заманғы байланыс желілерін синхрондаудың қызметі

Жиіліктік синхрондаудың негізгі қызметі цифрлық байланыс жүйесіне жататын барлық цифрлық құрылғылардың генераторларының біріңғай немесе өтпелі жиіліктеріне (тактылы жиіліктерге) қол жеткізу болып табылады.

Желілерде синхрондауға қол жеткізу үшін:

– жүйе бір жылжамдықпен жұмыс істеу үшін барлық байланыс жүйелерге біріңғай тактылы жиілікті белгілеу;

– желідегі барлық цифрлық құрылғылар синхронды түрде жұмыс істеуді қамтамасыз етуі;

– уақытша тығыздалған жолдың цикл фазасы дәл түсу үшін, жалғаудың цикл периодын тұтас мәнге жеткізе отырып, температуралық және басқа да өзгерістер салдарынан болатын жалғау тербелістері мен оның тораптары аралығындағы кездесетін кедергілердің есесін қайтаруға тырысу;

– желі құрылымында арналар мен тораптардағы ақаулар желідегі ауытқулар, желенің кенейтіп кетуі және сол сияқты басқа да факторлардың салдарынан болатын өзгерістерге қарамастан кез-келген уақытта желіні синхрондауға қолдау көрсету;

– желіні синхрондау (ЖС) тораптағы жиілік пен фазаның өзгеруі, жолдар бойынша тарату уақытының өзгеруі және де тағы басқа сол сияқты жұмыс тәртібінің бұзылуына қатысты мейлінше тұрақты болуы тиіс.

Жоғарыда айтылғандардан синхрондаудың интегралдық маңызы көрінеді – ЖС үшін желілерді біріші және екінші түрге бөлуге болмайды, синхрондау желінің барлық цифрлық құрылғыларын қамтуы тиіс. Алайда, электрбайланыс жүйесінде бірінші желі желілердің өзегі болып табылатындықтан және ол екінші желі үшін арналар құратындықтан, ЖС мына тәртіпте мейлінше түзу құрылады: алдымен бірінші желінің ЖС жүргізіледі, сосын екінші желі бірінші желіден синхрондалады.

Қазіргі бірінші желі SDH технологиясын пайдалануға бағытталған. Таратудың әртүрлі құрылғыларының плезиохрондық жұмыс режімін қарастыратын. PDH технологиясына қарағанда, SDH технлогиясы желіге кіретін барлық құрылғылар мен барлық желінің синхрондық жұмысын қарастырады. Сол себептен ЖС қызметін арттыру бірінші желінің дамуындағы тенденция болып табылады. Және бұл бет алыс келешекте сақталып қалмақшы.

Қазіргі заманғы байланыстың цифрлық жүйелерін синхрондаудың қызметін арттыратын екінші фактор − цифрлық жүйелердің дамуы. Цифрлық құрылғылар аз мөлшерде болса, синхрондау мәселесі жеке түрде шешілер еді де, операторлар синхрондау жүйелерін желі құрамындағы бір бөлек жүйе ретінде қарастырмас еді. Алайда, цифрлық ұрылғылар саны көбейген жағдайда синхрондау мәселесі жеке түрде шешілуі мүмкін емес, ол жүйелі түрде қарастырылуы тиіс.

Желіні синхрондауға қол жеткізу үшін желідегі барлық құрылғыларға тактілі жиілік туралы ақпарат тарату қажет. Бұл үшін синхронды сигналдар немесе синхрондау сигналдарын қолданылады. Бұндай сигналдар сызықтық сигнал түрінде немесе бөлек арнайы сигнал түрінде таратыла алады. Желі бойынша синхросигналдарды тарату процесінде оларға әр−түрлі жағдайлар әсер етеді. Соның нәтижесінде сигналдардың сапасының төмендеуі, желідегі синхрондаудың параметрлерінің бұзылуына әкеп соғады.

Қазіргі телекоммуникация тәжирибесінде сыртқы электрлік бөгеуілдер мен қабылдау кезіндегі сигналда тарату жолдарының физикалық параметрлерінің өзгеруі салдарынан, болатын физикалық себептер және, сондай−ақ, алгоритмдік себептер салдарынан сигналдарды синхрондау немесе мерзімдеуші сигналдардың тұрақсыздығы пайда болады (мысалы, стафинг джиттері мен көрсеткіштің ауытқуы). Тактілі жиіліктің қорытындылаушы тұрақсыздығын синхронды сигналдың фазалық дірілі немесе джиттер деп атайды. Синалдың фазалық дірілінің жиілігіне байланысты жоғары жиілікті фазалық діріл жиілігі 10 Гц жоғары − джиттер және төменгі жиілікті фазалық діріл жиілігі 10 Гц −тең төмен вандер − (кейде фазаның ығуы) деп аталатын түрлеріне бөлінеді. Джиттер параметрі фазалық синхрондаудың параметріне (әсіресе ФАПЧ тұзағының жұмысына) үлкен әсер етеді. Джиттерге қарағанда вандер фазалы синхрондаудың тізбектері арқылы оңай өтеді, және желіде біршама жиналып тұра алады. Ол синхрондау жүйесіне әсер етеді. Синхрондау жүйелері үшін вандер ең маңызды параметрлердің бірі болып табылады.

Жиіліктің тұрақсыздығының негізгі физикалық себептері мыналар: электромагниттік интерференция; қабылдағыштағы синхрондау тізбегіне әсер ететін шуыл мен бөгеуілдер; күре жол ұзындығының өзгеруі; таралу жылдамдығының өзгеруі; жылжымалы ақырғы құрылғының әсерінен болатын доплерлік ығысу; мерзімдеуші ақпараттың жүйесіз түсуі.

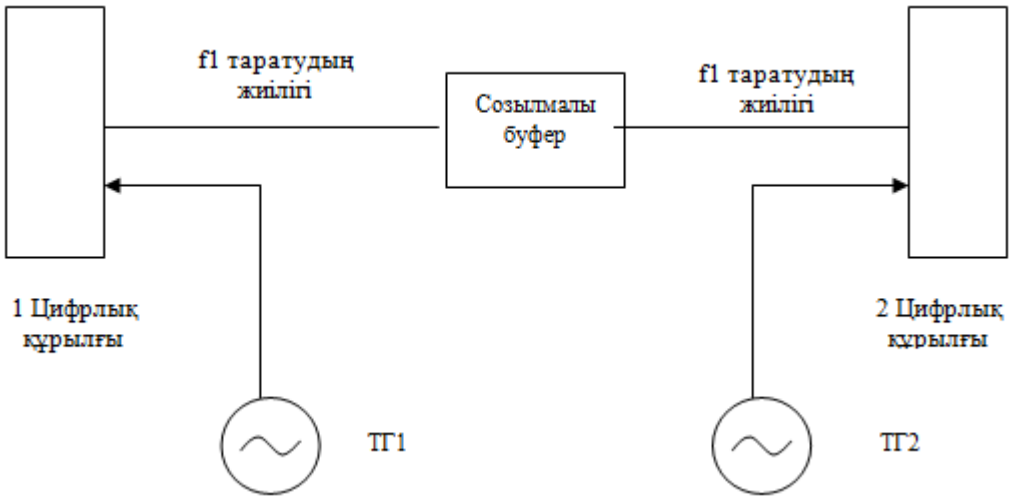
Жиілік тұрақсыздығының негізгі алгоритмдік себебі байт немесе бит стаффингін пайдаланатын жылдамдықтарты теңестіру режимі болып табылады салы, көрсеткіштердің ығысуы.

1.2 Желілер жұмысының параметріне синхронсыздандырудың әсері

Желілерді синхрондаудағы бұзылулар цифрлық желіде байланыс қызметін едәуір төмендетеді. Қызмет түрлеріне байланысты бұл әсер әртүрлі болады: кейбір қызмет түрі желідегі синхрондаудың бұзылуына толық төзімді болады, басқалары азырақ төзімді. Қай жағдайда болса да, синхрондаудың бұзылуы қызмет сапасының құлдыруына әкеліп соғады және желі жұмысында едәуір ақаулар пайда болады.

Жылт ету туралы түсінік − цифрлық жүйелерінің арналарының параметлеріне синхрондаудың әсерінен жылт ету пайда болады. Жылт ету деп буферлік жадыда санау мен жазудың жылдамдықтарының арасындағы айырмашылықтар нәтижесінде болатын екілік символдардың синхронды

немесе плезиохронды тізбектегі символдар тобының қайталануы немесе шығарылуын айтады. Жылт етудің пайда болу механизмі 1.1 − суретте белгіленген.



1.1сурет - Жылт етудің пайда болу механизмі

1 цифрлық f1 жиілікті цифрлық сигналды генерациялайды, бұл сигнал жиілігі f1, f2 жиілікті екі цифрлық қабылдайтын құрылғысы есеп жүргізетін созылмалы буфердің жадына жазылады. Тарату мен есептеудің жиіліктері (ТГ1 және ТГ2) қоюшы тактылы генераторлардың жиілігімен анықталады. Егер f1>f2 болса буфер акырындап толады, осының салдарынан буфер сыйымдылығы көлеміндей ақпарат жоғалады да оң жылт ету пайда болады. Егер де f1<f2 болса, екі цифрлық құрылғы бетті қайталай отырып, ақпаратты санай бастайды. Бұның салдарынан қателік туады − теріс жылт ету пайда болады[1].

Созылмалы буфер болмаған жағдайда қабылдау мен таратудың сигналдарының фазалық ығысудың жиналуына қарай жылт ету пайда болады. Бұл жағдайда бит жылт етулері пайда болады, яғни бит есптеуде қателік кетеді. Қазіргі цифрлық сигналдар циклдар немесе кадрлар түрінде құрылған, бит жылт етулері циклдық синхрондауды бұзады. Мысалы, бір бит жылт ету қазіргі цифрлық АТС−де үш циклға дейін ақпарат жоғалтуға әкеліп соғады. Бұл циклдық синхрондауды орнына келтіру үшін қажет. Бұндай жылт етулер басқаруға келмейтіндер деп аталады.

Жылт етуге байланысты ұнамсыз құбылыстарды азайту үшін өлшемі бір немесе бірнеше цикл созылмалы буфер қолданылады. Бұл жағдайда басқарылатын жылт етудің механизмі іске асырылады: буфер толған кезде ондағы бүкіл ақпарат толықтай жойылады, буфер босайды. Бұл ақпараттың бір циклын жоғалтуға әкеледі. Алайда циклдық синхрондауды жоғалтудан сақтайды. Қазіргі кезде басқарылатын жылт етулер байлыныстың цифрлық желілерінде рұқсат етілген жалғыз түрі.

1.3 Цифрлық байланыс сапасының параметрлеріне синхрондаудың әсері

Әртүрлі байланыс қызметтері мен бірінші желі арналарының параметрлеріне жылт етудың әсері 1.1 кестеде көрсетілген.

1.1 − кесте. Жылт етудың бірінші желі арналарының параметрлері мен байланыс қызметінің сапалы параметрлеріне әсері

Бірінші желі	Арналар параметрлеріне әсері
PDH негізінде	Жылт ету, циклдық синхрондауды жоғалту, UAS, SES, параметрлерінің көбеюі, қателіктер пакеті.
SDH негізінде	Көрсеткіштердің ауытқуы, пайдалы жүктемеде алгоритмдік джиттердің пайда болуы.
Қызмет көрсету (екінші желілер)	Сапалы параметрлерге әсер
Телефондық байланыс	Шыртылдар түріндегі импульсты бөгеуілдер
Факсимильдік байланыс	Жолдың бұрмалануы
ТЖ арнасында (модемдік, ADSL, HDSL т.б.) мәліметтер тарату	Мәліметтерді жоғалту, BER мәнінің шашылуы
Видео	Экранда кадрдың тұрып қалуы
Кодаланған мәліметтер	Қосылысты жоғалту

Телефондық қызмет көрсетуде бір жылт ету трубкадағы шыртылдың пайда болуына әкеледі. Бұл шыртыл үнемі естіле бермейді. Яғни, бірлік жылт етулер телефондық байланыстың сапалық параметрлеріне азақ әсер етеді. Әдетте минутына бірнеше шыртыл телефондық байланыстың өте жағымды сапасын береді.

Факсимильдік хабар таратуға жылт етудің әсерін зерттеу мынаны көрсетеді: бірлік жылт ету үшінші топты факс хабарламаның жолдарын жоғалту немесе оның сапасын бұзады және ол таратудың вертикаль бойынша екі мм−ге сәйкес келетін хабарлаудың сегіз жолын бұзуға әкеледі. Бірнеше жылт ету жағдайында берілетін бетті қайта жіберу қажет.

Жылт етудің сөйлесу арнасындағы МТ −ға әсері ұзындығы 10 мс − тан 1,5 с болатын қателіктер тізбегіне әкеп соғады.

Видеотелефон арқылы қосылған жағдайда әдетте жылт ету видеоарнаның жоғалуына және қосылуды қайталауды қажет етеді.

МТ арналарына жылт етудің әсері МТ −ға пайдаланатын хаттамаға байланысты болады. Әдетте жылт ету ақпараттың бір бөлігін жоғалту мен оны таратуды қайталаудың қажеттігіне әкеледі. Қазіргі МТ хатттамаларында бұл құрылыс автоматты түрде болады[3].

Сондықтан жылт ету таратуды қайталауға арналған қосымша уақыт есебінен мәліметтерді тарату уақытын ұзартады. Цифрлық видеоақпарат (видеоконференц байланыс) тарату кезінде жылт ету кадрдың жоғалуы немесе оның 6с − дейін тоқтап қалуы түрінде видеобейнелеудің сапасының құлдырауын тудырады. Видеосигналдың құлдырау ұзақтығы компрессияны кодалау типіне және технологиясына байланысты болады.

Жылт етудің едәуір нашарлауы кодаланған мәліметтерге енгізіледі (мысалы, шифрленген тарату). Жыл ету нәтижесінде кодалау кілті жоғалады. Мұндай жағдайда қабылданатын мәліметтерді айырып оқу кілт қайтадан берілмейінше мүмкін болмайды. Яғни, барлық мәліметтер жоғалады. Бір қатар ақпаратты сақтай алатын жүйелерде кілтті қайталап беру мүмкін емес, себебі бұл жағдайда мәліметтерді сақтау деңгейі бұзылады. Осы себептен мұндай арнайы желілер үшін “тәулігіне бір жылт ету’’ жарамсыз болып есептеледі.

1.4 Тарату жүйелеріндегі жылт ету санын нормаға келтіру

Осы заманғы технология цифрлық бірінші желіде жылт етуді мүлдем жоюға жол бермейді. Жалғыз мүмкін нәрсе – ол жылт етудің параметрлерін нормаға келтіру. Бұл параметрлерді нормалау жылт ету параметрлері ISDN (HRX) жалғанатын қосылыстың жорамалды моделі ауқымында белгіленген G.811 − де берілген. Бұл моделъ G.801 суреттеліп, G.821, G.826 бойынша сапаны нормалаудың әдісін суреттеуде беріледі. HRX қосындысының жорамалдық моделі екі ұлттық желіні біріктіретін, халықаралық сапаның бір секциясы және екі ұлттық секциядан тұратын үш түрлі учаскелерден тұратын ұзындығы 27500км жалғаушы қосынды болып табылады. Жылт ету параметрлерін нормалау қосындының ұлттық және халықаралық учаскелеріне бірдей орындалады[3].

Жылт етудың параметрлерін нормалау сапаның үш категориясын (a,b,c) анықтайтын 64 кбит/с арнасын пайдаланудың үш уақыт мерзіміне арналып орындалады. Арнаны пайдалану уақытының көпшілігінде (98,9пайыз) тәулігіне бес жылт ету рұқсат етіледі (а категориясы).

Мұндай жылт ету деңгейі ISDN қызмет көрсетуді бұзбайды деп саналады. Қысқа мерзім аралығында бұл нормадан асу да мүмкін. Мысалы, арнаны 1 пайыз − не пайдалану кезінде сағатына 30 – дан кем жылт ету нормасы рұқсат етіледі. Жылт етудің бұл деңгейі ISDN қызмет көрсетудің орта және төменгі сапасын белгілейді. Ақыры, арнаны пайдалану уақытының 0,1пайыз үшін сағатына 30 – дан астам жылт ету рұқсат етіледі. Бұл жағдайда ISDN қызмет көрсетудің мүмкін еместігі байқалады.

1.2 кесте – 64 кбит/с халықаралық жалғанатын қосындылардың жылт ету параметрлерінің нормасы

Сапа Категориясы	Жылт ету саны	Уақыт учаскесінің ұзақтығы
a	24 сағатта < 5	>98,9 пайыз
b	24 сағатта < 5, бірақ 1 сағатта < 30	<1,0 пайыз
c	1 сағатта > 30	<0,1 пайыз

1.2 кестеден байқалатындай жылт етудің басым көпшілігі төңіректік сапа участкелерінде болады. Нақты келтірілген нормалар 60 сағатта бір жылт ету болатын халықаралық сапа учаскелері, ал 80 сағатта бір жылт ету болатын ұлттық сапа учаскелеріндегі арнаны пайдаланудың ұзақ уақытына арналған.

Суреттелген жылт етулар HRX учаскелері бойынша былай таралады (1.3– кестеде).

1.3 кесте – Жылт етудің HRX секциялары бойынша таралуы

HRX учаскесі	Жылт ету санының рұқсат етілген проценті
Халықаралық сапа	8
Ұлттық сапаның әрбір учаскесі	6
Төніректік сапаның әрбәр учаскесі	40

1.5 Синхронды сигнал көздерінің негізгі параметрлері

Жиіліктің тұрақтылығы мен нақтылығы синхронды сигнал көздерінің негізгі параметрі болып табылады.

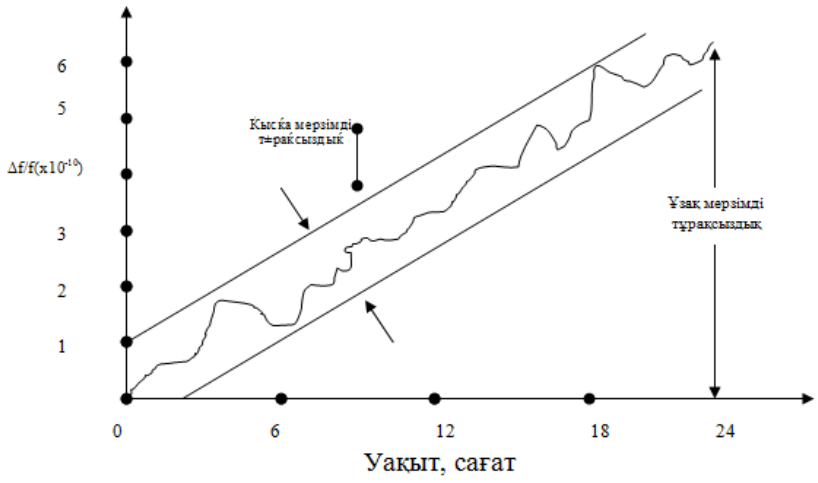
Генерацияланатын жиіліктің нақтылығы деп генерацияланатын f_a жиіліктің номинал f_0 жиіліктен салыстырмалы ауытқуын атайды.

Нақтылық = $|f_0 – f_a| / f_0$.

Тұрақтылық деп аталған генаратордың берілген уақыт аралығында номинал жиіліктің генерациялау режимін ұстап тұру қасиетін айтады.

Бақылау уақытына байланысты генратордың ұзақ мерзімді және қысқа мерзімді тұрақтылығы болады. Уақытша тұрақтылық параметрі $t_s = 10^3 – 10^4$с шегінде бағаланады: егер тұрақтылық параметрі t_s– ке дейін талданатын болса, ол қысқамерзімді тұрақтылық, ал егер t_s мерзімінен көп болса, ол ұзақ мерзімді тұрақтылық деп аталады[2].

1.2 – сурет бойынша тұрақсыздық сызбасын қарастырайық.



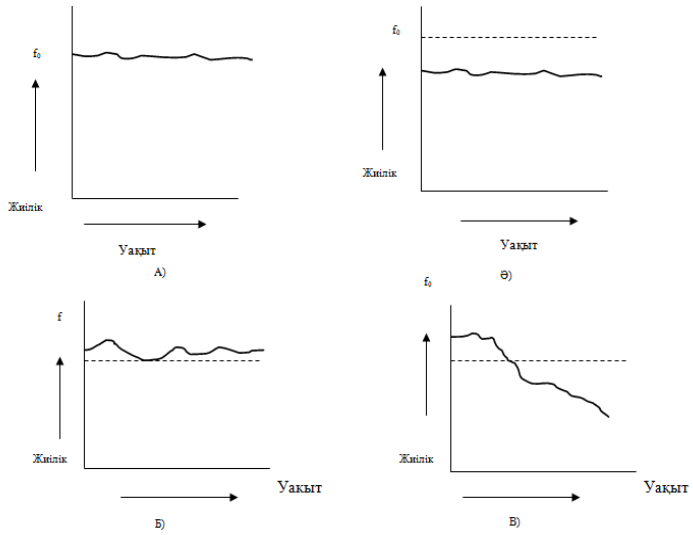
1.2сурет – Синхронды сигналдың тұрақсыздық сызбасы: ұзақ мерзімді және қысқа мерзімді тұрақсыздық

Сызбада көрініп тұрғандай, ұзақ мерзімді тұрақсыздық сигнал жиілігінің ауытқуындағы трендті көрсетеді, ал қысқа мерзімді тұрақсыздық уақыттың қысқа интервалындағы жиіліктің кездейсоқ өзгерісін көрсетеді.

Генератор сапасын бағалау үшін Аланның AVAR (Allan Variance) вариация коэффициенті қолданылады. Ол жиіліктің келтірілген орташа квадраттық ауытқуға тең.

$$\eta_{Алланнынъ} = \sqrt{\sum_{N} (\Delta f / \ f_0)^2} \qquad (1.1)$$

Тұрақтылық пен нақтылық параметрлерінің сипаттамасы ретінде номинал f_0 жиілікті генератор жұмысының вариантын қарастырайық.



1.3сурет – Генератор жұмысының бірнеше варианты

1.3А) суретте генератордың ең жоғары сапалы жұмысы көрсетілген − тұрақты және нақты. 1.3Ә) генераторы тұрақты, бірақ жұмысы нақты емес, 1.3Б) − нақты, бірақ тұрақсыз, ал 1.3В) суретінде генератордың тұрақсыз және нақты емес жұмысы көрсетілген.

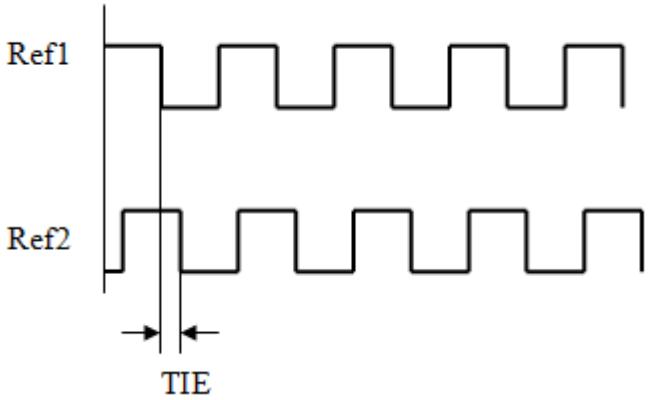
Суреттерде көрсетілгендей, генератор жұмысының дәлсіздігі (нақты емес) генерациялаушы жиілік үнемі ауытқуымен байланысты. Генератордың жоғары тұрақтылығы жағдайында, одан берілетін синхроды сигналдардың тұрақты жиілікті ауытқулары болады. Генератордың тұрақсыз жұмысы, керісінше, жиіліктің айнымалы ауытқулары мен айнымалы вариациялар генератордың меншікті вандері ретінде сипатталады.

1.6 Синхронды сигналдың негізгі параметрі

Синхронды жүйесінің параметрлерінің екінші категориясы вандері талдаумен байланысты TIE (УАҚ), MTIE (УАМҚ), TVAR (УВИ) және TDEV (УДИ) сияқты синхронды сигналдар болып табылады. Бұл параметрлердің әрқайсысына жеке тоқталайық.

1.7 Уақыт аралығының қателігі TIE (УАҚ)

1.4 − суретте эталондық Ref1 сигналымен салыстырылатын Ref2 цифрлық сигналдың таратылуы мен қабылдануын қарастырайық. Суретте көрсетілгендей, Ref2 сигналы эталондық сигналға қарағанда фаза бойынша ауытқиды УАҚ TIE (Time Interval Error). Бұл ауытқу уақыт аралығының қателігі деп аталатын уақыт параметрі арқылы бағалауға болады. Эталондық сигнал мен синхрондау сигналын салыстыра отырып, УАҚ (TIE) параметрлері өлшенеді: ағымдағы мәні, өлшеу кезіндегі орташа мән, бақылау уақытына және т.б. УАҚ (TIE) параметрлерінің әртүрлі тәуелділігі, УАҚ (TIE) параметрлерінің максималдық мәні.



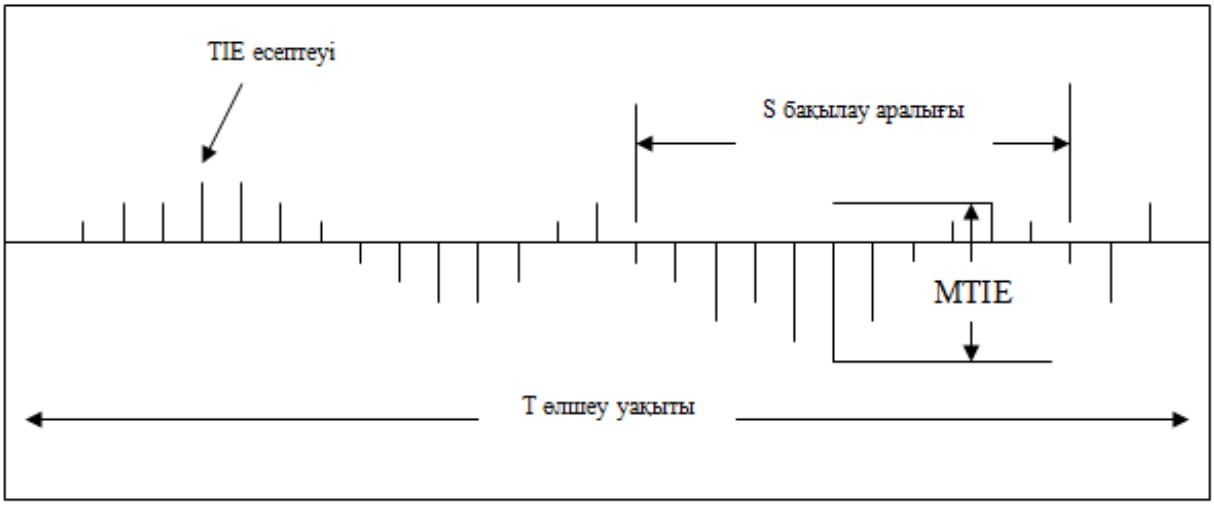
1.4 сурет – TIE (УАҚ) туралы түсінік

1.8 Уақыт аралығының максималдық қателігі УАМҚ (MTIE)

TIE параметрі синхронды сигналдардың параметрлерін талдау үшін нормативтік маңызы жоқ. 1.5 – суретте эталон сигналмен салыстырылатын

ерікті синхронды сигналды қарастырайық. TIE мәні белгілі дискреттеу қадамымен өлшенеді. TI параметрі T өлшеу уақыты бойы өлшенеді. TIE параметрінің максимал шыңдық ауытқуын бағалайтын S өлшеу аралығының параметрін енгіземіз. Бұл параметр MTIE (уақыт аралығының максимал қателігі – УАМҚ) деп аталады. Сонымен,

$$MTIE=TIE^{max}|_s - TIE^{min}|_s$$



1.5 сурет – УАҚ (TIE) және УАМҚ (MTIE) параметрлері

Демек, MTIE параметрінің мәні S аралығының өлшеміне байланысты (тәуелді) болады. Әдетте синхронды сигналды сипаттау үшін. Синхрондау көзінің негізгі сипаттамасының бірі болып табылатын MTIE (S) тәуелділігі қолданылады.

1.9 TVAR (Time Variance) уақытша вариациялау мен TDEV уақытының ауытқуы (девиация)

Жоғарыда келтірілген барлық сипаттамалар синхронды сигнал жиілігін вариациялауды ескермейді. Параметрлердің бірі ретінде мұндай сипаттаманы қосу үшін, уақыттық TIE орташа квадраттық ауытқуы болып табылатын TVAR уақыттың вариация пайдаланылады. Ол мынаған тең болуы керек:

$$TVAR(\tau) = \sigma^2(\tau), \qquad (1.2)$$

мұндағы $\tau = n(\tau_0)$, τ_0 – TIE өлшеу кезіндегі дискреттеу уақыты.

TVAR уақыттың квадраттың бірлігімен өлшенеді. Мысалы, квадраттық наносекунд. Мұндай бірліктің ерекше физикалық мағынасы жоқ, сондықтан жиілік вариациясын сипаттау үшін тең болатын TDEV (Time Deviation) жиілікті ауытқу параметрі қолданылады.

$$TDEV = \sqrt{TVAR}\ . \qquad (1.3)$$

Синхронды сигнал сапасын талдау үшін қазіргі кезде MTIE (S) және TDEV (τ) тәуелділіктері жеткілікті болып саналады.

1.10 Синхрондау жүйелері көздерінің параметрлері мен түрлері

Синхрондау жүйелерінің көздері немесе генераторлар мынадай негізгі екі түрге бөлінеді: кварцты және аталады. Бірінші топқа көздердің үш түрі жатады: қарапайым кварцты, ТССО (Temperature Compensated Crystal Oscillator) температуралық теңгерушісі бар кварцты және салқындатылатын кварцты ОССО (Oven Compensated Crystal Oscillator) көздері. Атомды көздер үш топқа бөлінеді: сутегілі мазерлер, цезийлік стандарттар мен рубидийлік көздер. Генерацияланатын сигналдың ең көп дәлдігі мен тұрақтылығын сутегілік мазерлер орната алады. Содан кейінгілері – цезийлік стандарттар, жиіліктің рубидийлік көздері, ТССО, ОССО және қарапайым кварцты көздер. Осыған қатысты бағаларыда азаяды. Синхрондау көздерінің параметрлері мен түрлері 1.4 кестеде келтірілген.

1.4 кесте − Синхрондау көздерінің салыстырмалы сипаттамасы

Сипаттама	Синхрондау көздерінің түрлері				
	Қарапайым кварцты	ТЖСО	ОССО	Цезийлік стандарт	Рубидийлік көз
Резонатордың негізгі жиілігі		10 кГц – 100 МГц		9192631770 Гц	6834682613 Гц
Қамтамасыздандырылатын шығыс жиіліктер		10 кГц – 100 МГц		1, 5, 10 Мгц	1, 5, 10 Мгц
Салыстырмалы қысқа мерзімді жиілк дрейфі, 1 с	10^{-9}	10^{-9}	10^{-9}-10^{-10}	10^{-11}-10^{-13}	10^{-11}-10^{-12}
Салыстырмалы ұзақ мерзімді жиілк дрейфі, 1 тәулік	10^{-7}	10^{-8}	10^{-7}-10^{-9}	10^{-13}-10^{-14}	10^{-12}-10^{-13}
Салыстырмалы ұзақ мерзімді жиілк дрейфі, үлкен уақыт аралығы	10^{-6} жылына	10^{-8}-10^{-7} Жылына	10^{-9}-10^{-11} жылына	10^{-13} жылына	10^{-11} айына

1.11 ТЖС желісінің жұмыс режімі

МСЭ-Т G.803 ұсынысымен синхрондау желісінің төрт жұмыс режімі белгіленген (6 сурет):

1) синхронды;
2) жалғансинхронды;
3) плезиохронды;
4) асинхронды;

Синхронды режім кездейсоқ жылт етулер болатын цифрлық желінің қалыпты жұмыс режімі болып табылады. Әдетте бұл режім мемлекеттердің ұлттық цифрлық желілерінің шекарасына сәйкес келетін синхрондау аумағының шеңберінде пайдаланылады. Олардың өлшемдері орташа болады.

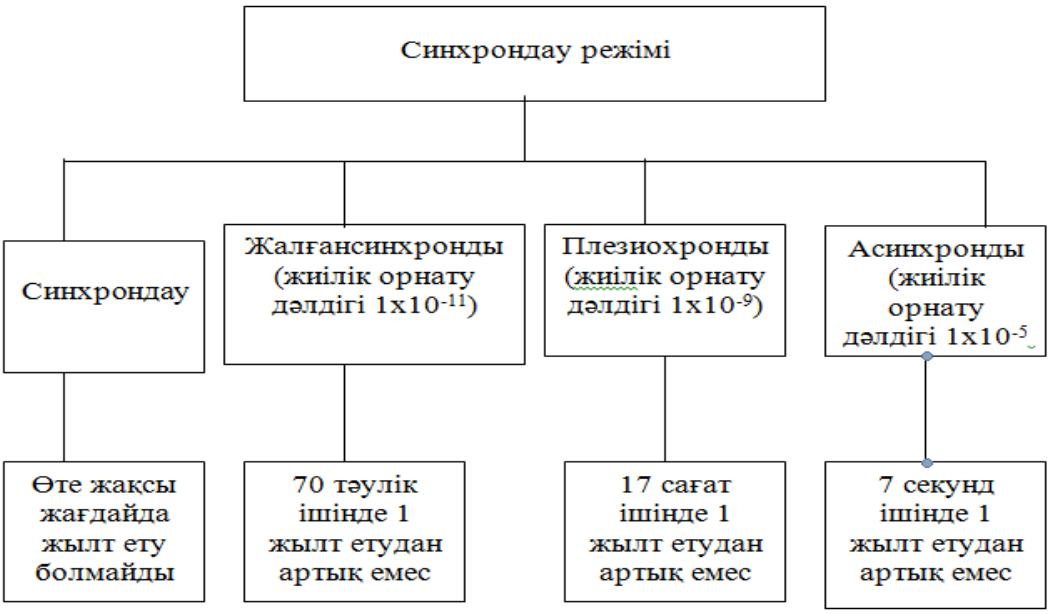
Жалғансинхронды режім цифрлық желіде жиілік орнату дәлділігі $1x10^{-11}$ G.811 ұсынысына сәйкес кем емес екі (немесе бірнеше) генератор бір−біріне тәуелсіз жұмыс істейтін жағдайда пайдаланылады. Мұндай жұмыс режімі, мысалы, екі тәуелсіз синхронды ұлттық желілер немесе бір ұлттық желінің синхрондау аймақтарын біріктірген жағдайда пайда болады[15].

G.802 ұсынысына сәйкес, егер тәуелсіз синхрондалатын ұлттық жілілер екі ұлттық желінің бірде біреуімен синхрондалмаған халықаралық тракт арқылы қосылса (мысалы, үшінші ұлттық цифрлық желі арқылы өтсе), онда ол тракт G.811 ұсынысына сәйкес келетін көзден синхрондалуы тиіс. Ал егер тәуелсіз синхрондалатын ұлттық желілер таратуды іске асыратын мемлекет тарапынан синхрондалатын халықаралық цифрлық желі арқылы қосылған болса, онда жалғансинхрондық желілердің түйісуі қабылдайтын мемлекеттерде іске асырылуы тиіс.

Жалғансинхронды желіде байланыстың барлық түрлері үшін жиіліктердің айырмашылығы салдарынан болатын сапаның төмендеуі сигнал тарату кезіндегі басқа бұзушылықтарға қарағанда аз ғана болады (мысалы, 70 тәулікте бір жылт ету). Бұл бұзушылықтар алдын−ала болжап біле алмайтын себептердің салдарынан жылт етулер арасындағы уақыт аралығында болуы мүмкін.

Плезиохронды жұмыс режімі цифрлық желіде белгіленген торап генераторы синхрондаудың негізгі немесе резервтегі жолдарының істен шығу салдарынан сыртқы ырықсыз синхрондау мүмкіндігінен айырылған жағдайда пайда болады. Мұндай жағдайда генератор ырықсыз синхрондау желісінің жиілігі сақталатын ұстап тұру режіміне ауысады (holdover mode). Ары қарай бастапқы кезде жадына сақтап қалған өлшемнен болатын дрейф салдарынан уақыт өткен сайын жиіліктің жоғалуына байланысты генератор еркін режімге (free−run mode) ауысады. Сондықтан жылт ету жиілігі бойынша G.822 ұсынысына сақтау үшін жасалған синхрондау режімін қарағанда ұстап тұру режімің жұмысының ұзақтығы уақыт бойынша қатаң түрде шектелуі тиіс.

Асинхронды режім генератор жиілігінің едәуір үлкен айырмашылығымен сипатталады және ол ҚР ВСС қолданылмайды.



1.6сурет – Синхрондау режімі

2 Тактілі желілік синхрондау жүйелерін құрудың негізгі мәселелері мен қағидалары

2.1 ҚР ВСС ТЖС жүйелерін құруының жалпы ойжүесі

Өзінің жұмыс істеу сапасы мен сенімділігі мен қамтамасыз ету үшің ақпараттың ағындарын жалғау және тарату жүесімен бірге жұмыс істейтін байланыстың әр цифрлық жүйесінде тактілік желілік синхрондау (ТЖС) жүйесі болу керек. Цифрлық желінң ТЖС ұйымдастыру үшін қажет:

– ҚР жалпы пайдалануының цифрлық желілер басқа елдердің цифрлық желілерімен өзара әрекеттесуін қамтамасыз ету;

– МСЭ−Т ұсынысына сәйкес және ВСС кіретін, әрі соларды керек ететін барлық желілер үшін бірыңғай болу керек;

– 2048 кбит/с бірінші топты сигналдарды және демек таратудың аса төмен жылдамдықты сигналдарының барлық компоненттері цифрлық желілер бойынша синхрондық таратуын қамтамасыз ету қажет;

– таратудың цифрлық жүйелерінің синхрондау сұлбасының негізінде және жалғау жүйелерінің мүмкіндіктерін есептей отырып құру;

– синхросигналдарды таратудың қосалқы жолдарын ұйымдастыру және сәйкес артықшылығын орнату есебінен жоғары сенімділігіңқамтамасыз ету қажет.

Басқа елдердің цифрлық желілермен өзара әрекеттесуі бойынша көрсетілген талаптарды орындау үшін ТСЖ ұйымдастыру сұлбалы өзінің желісінде салыстырмалы бірлігі 1×10^{-11} аспайтын қателерімен тактілік жиіліктің номиналын орнатуының нақтылығын қамтамасыз ету қажет.

Синхрондаудың негізгі мәселесін шеше отырып – байланыс жүйесінің барлық генераторларының бірдей жиіліктеріне жету, осындай желі үшін сигнал бергіш генератордың біреуі болу керек, ол берілген жүйе үшін жиіліктің үлгісі болып табылады. Осындай генераторды біріншілік үлгілі генераторы (БҮГ) деп атаймыз.Ол тәуелсіз режімде жұмыс істейді және үлгілі синхросигналды ең жоғарғы тұрақтылықпен қамтамысыз етеді. PRS –тан синхросигналдар барлық СС генераторларына тарату арналары бойынша таратылады. СС көзқарасынан қалған барлық генераторлар екіншілік беруші генераторлады (ЕБГ) болады. Олардың бәрі еріксіз синхрондау режімінде жұмыс істейді. Олар арнайы СС генераторлары (SSU – Synchronization Supply Unit) және жалғау (SEC − Synchronous Equipment Clock) мен тарату аппаратуралардың құрамына кіретін генераторлар болып екіге бөлінеді.

Үлкен созымдылығы және тармақталуы болатын цифрлық желі синхрондау бойынша бірнеше алқаптарға бөлінуі мүмкін. Әр алқаптағы тактілік жиіліктердің синхрондауы, біріншілік үлгілі генератордан (БҮГ) немесе басқарылатын ескертуді беруші генераторы арқылы жүргізіледі.

ҚР аймағын синхрондау бойынша алқаптатрға бөлу, келесі негізгі ахуалдардан шыға отырып жүргізілу қажет:

– синхрондау алқабы мүмкіндігі бойынша ҚР ВСС желісін басқаратын алқабымен сәйкес болу керек;

– әр алқапта келешекте цифрлық байданыстың тармақталған желісі болу керек және байланыстың бірнеше магистралдық желісі бойынша басқа алқаптармен өзара әрекеттесуі керек;

– алқапта, берілген алқаптың негізгі тораптарымен тікелей байланысты қолдап отыратын анықтама орталығы болу керек;

– алқаптың орталығы ретінде авоматты жалғау торабы (АЖТ) немесе халықаралық жалғау орталығы (ХЖО) болу керек. Цифрлық желіні бірінші және екінші желіге бөлу жағдайларында, алқап орталығында біріншілік және екіншілік желіні орнату керек;

– магистралдық және ішкіаумақтық желілерде бір алқаптың шегінде, 2 деңгейлі сатылы тарамды синхрондау аппаратурасы арқылы синхрондау сигналдарын тізбектеп қосатын 3−4 қайта қабылдау торабы болу қажет[15].

2.2 ТСЖ өңдеген кездегі талаптар

ТСЖ сұлбасын құрастырған кезде қажет:

– синхросигналдың көздерін таңдау (негізгі және резервті);

– синхросигналдардың өтуінің негізгі және резервті жолдарын анықтау;

– ТСЖ желісінің барлық жабдықтарындағы синхрондау сигналдары үшін кірістердің артықшылығын белгілеу;

– синхрондау сигналдарының көздерінің сапасын анықтау;

– апат кезіндегі синхрондаудың шығындары мен тұзағының пайда болуын жою мақсатымен желілердің құрамдық тарауын жүргізу;

– желіде орнату үшін синхрондаудың қосымша жабдықтарындағы мұқтаждықтарды анықтау;

– жалғауыш станцияларға және басқа соңғы жабдықтарға синхрондау сигналдарын ішкітораптың сұлбасын құру;

2.2.1 Синхросигналдың көзін таңдау. Цифрлық желілерінің элементтерін синхрондаудың негізгі желілеріне қосудың әртүрлі нұсқалары 1.1(қ) − суретте келтірілген (А қосымша) және 2.1 − кестеде сипатталған.

БГМ және ЕБГ арасындағы немесе ЕБГ арасындағы мультиплексорлардың саны, УВИ және УАМҚ бойынша нормаларының шарттарын сақтаған кезде 20 аспау кажет.

ЕБГ немесе мультиплексорлардың көп санын пайдалануы қажет болған кезде синхрондаудың қосымша көзін орнату қажет.

1) Бірінші реттік үлгілік генераторына (БҮГ) оның 2048 Гц немесе 2048 кбит/с интерфейстерін пайдалана отырып, тікелей қосылуы, синхросигналды алудың бірінші тобына сәйкес болады.

2) Екінші тап бойынша қосу, МСЭ−Т G.812 ұсынысының 1 типіне сәйкес болатын СЖБ жалғауыш станциясына немесе ЕБГ−на қосылуы жатады.

3) ЕБГ немесе мультиплексорлардың көп санын қолдану қажет болған кезде, және СЦИ мультиплексорына қосылуын, үшінші тап бойынша қосқа кезде, негізгі желіге қосудың нақты нұсқасын қарастыру қажет.

4) Синхросигнал төртінші тап бойынша қосылған кезде СП ПЦИ бойынша басқа жалғауыш станцияларға берілу керек, ал СП СЦИ пайдаланған кезде СП СЦИ бірінші мультиплексорының алдында ЕБГ немесе БГМ (егер синхрондаудың тізбегі СЦИ мультиплексорлары 10−нан аспаса) немесе СЖБ цифрлық АЖТ, ЕБГ (БГМ) параметрлеріне сәйкес болғанда қосылу керек.

2.1 кесте − Цифрлық желінің элементтерін қосуының нұсқалары.

Тап	Қосу көзі	АЖТ тізбектеп қосылған ЕБГ, БГМ немесе СЖБ ең көп жіберілетін саны	СЦИ тізбектеп қосылған мультиплексорларының жіберілетін ең көп саны
1	2048кГц немесе 2048кбит/с интерфейстерін пайдаланатын БҮГ (синхрондау үшін арнацы қалыптасқан сигнал)	10	60
2	МСЭ−Т G.812 ұсынысының 1 типіне сәйкес болатын СЖБ жалғауыш станция немесе ЕБГ	6	30
3	ГСЭ СЦИ	6	25
4	СП ПЦИ	4	20

5) Негізгі желі болмайтын ТСЖ желісіне қосылған кезде ЦНИИС ЛОНИИС қосылуға құралған ТЖ 1−4 п.п. сәйкес СЭ СЦИ жіберілетін саны және ЕБГ жіберілетін саны көрсетіледі.

Синхросигналдардың резервті көзі ретінде жиіліктің адтық режімінде жұмыс істейтін жалғауыш станциялардың генераторлары және БГМ, ВЗГ пайдалана алады, егер олар ETSI 300 462−4 немесе 300 462−7−1 (G. 812 ұсынысы 1−нші типіне) нормаларын қанағаттандырса.

2.2.2 Синхросигналдардың өтуінің негізгі және резервті жолдарын анықтау. Желіде апат болмаған кезде синхрондау сигналдарын таратудың негізгі бағыттары келесі тізбектерден алынады:

– БҮГ немесе ТСЖ негізгі желісіне қосылу нүктесінен, берілген желінің орнатылған ЕБГ дейінгі бағытталуы;

– желіде орнатылған қосымша ЕБГ немесе жалғауыш станциялардың БГМ дейін ЕБГ синхросигнал алатын бағыттарына басқа, цифрлық желідегі негізгі ЕБГ−дан барлық бағыттарға;

– ЕБГ синхросигнал алатын бағытынан басқа қосымша ЕБГ баолық жақтарына.

Цифрлық желінің барлық учаскелері мүмкіндігінше, синхрондаудың негізісінен, сондай−ақ резервті көзінен синхросигналдар алу керек.

Егер жалғауыш торап үшін синхросигналдарды берудің, ең болмаса, онда ЕБГ/СЖБ осындай торабында жөндеу уақытында шығыс сигналға УВИ және УАМҚ бойынша талаптарды орындауын қамтамасыз ететін ұстап қалу режімі болу керек.

Синхрондау кезіндегі желіні құрудың сақиналы құралымы жағдайында резервті көзден (негізінің апатты жағдайында) синхросигналды таратудың негізгі және резервті жолдары бір бағытта болатындай, қайта кескіндеме процесінде апаттық жағдайда ГСЭ ең аз саны қатысатындай жобалау керек.

Кейбір жағдайларда (мысалы, сызықтық тізбектер кезінде) таратудың резервті жолдары таратудың негізгі жолдарына қатысы бойынша кері бағыты болу керек, сонымен резервтік бағытқа, синхрондау үшін осы бағыттан сигналдарды рұқсатсыз таратын синхрондаудың күйі туралы хабарлар сәйкес болу керек.

Содан басқа, синхрондаудың резервті сигналдары, синхрондаудың негізгі сигналдарын қалыптастыратын ЕБГ−на түспеу керек.

Синхросигналды таратудың әр жағдайларында тұйық жолдардың пайда болатын мүмкіндігін жою қажет. Егер СП СЦИ байланыс желісінде бірнеше сақинасы болса, онда тұйық ілгектердің пайда болуын болдырмау үшін, сақиналар арасындағы синхросигналдармен алмасу, әдетте, бір жақты болу керек (негізгі сақиналардан көмекшіге).

2.2.3 Синхрондаудың кірістерінің артықшылықтарын анықтау. Синхрондаудың кірістерінің артықшылықтары, БҮГ−дан ең қысқа және сенімді жол бойынша бірінші артықшылықпен сигнал түсетіндей орнатылу қажет.

Синхрондаудың резервті көзі желілік эдементте қосылғанда, және егер аппаратура синхросигналдың көзінің сапасын ажырата білсе (яғни алдымен көздің сапасы бойынша, содан кейін артықшылығы бойынша синхросигнал алыныды), онда бірінші артықшылық, әдетте, сапасы төмен деңгейлі синхросигналүшін, яғни резервті көзден орнатылу қажет, ал төменгі артықшылық БҮГ−дан түсетін сапасы төмен деңгейлі синхросигнал үшін орнатылады.

Егер аппаратура синхросигналдың көзінің сапасын ажырата алмас, онда орнатылатын артықшылық, түсетін синхросигналдың сапасын есептеу керек және сапасы жоғары болса, одан жоғары болу керек (нөмері төмен).

Артықшылықтар туралы мәліметтер кірістерінде белгіленеді, олардан синхрондау аппаратурасына, жалғауыш жабдықтарға және СЦИ мультиплексорларына синхрондау сигналы түсуі мүмкін.

Ішкі генераторда әрқашан артықшылықтың төмен деңгейі болады, сондықтан сұлбада көрсетілмейді.

Артықшылық сандар түрінде белгіленеді, 1.3(к) суреттің шеңберінде бекітілген (А қосымша).

2.2.4 Синхрондау сигналдарының көдерінің сапасын анықтау. Синхрондаудың көзінің сапасы туралы ақпарат СП СЦИ бойынша SSM хабарлары түрінде таратылады, сондай−ақ 2048 кбит/с тізбектерінде таратылуы мүмкін.

СЦИ мультиплексорының берілген кірісіне түсетін сигналдың берілген кірісіне иеленетін синхрондау көзінің сапасының деңгейі, ТСЖ сұлбасында, 2.2 кестеде келтірілген индексі мәндерімен Q әріпімен (МСЭ−Т G.781 ұсынысымен сәйкес және G.704 ұсыныс есептей отырып) бейнеленеді.

Егер сигнал желіден түссе және синхросигнал (SSM) көзінің сапасы туралы хабарлауын құраса. Онда ТСЖ сұлбасында берілген сапасы белгіленбейді.

Резервті синхросигналға немесе негізгі синхросигнал үшін синхрондау көзінің сапасы туралы төмен деген мәнді иелендіру керек, яғни сигналды таратудың негізгі бағытында резервті сихросигналдан, синхрондау көзінің сапасы төмен емес болу керек.

2.2 кесте − Синхрондау көзінің сапасы туралы хабардың мәні

SSM хабарлар коды	Сапаның белгісі	Синхрондау сигналының көзінің сапасының сипаттамасы
0000	Q0	Сапасы туралы мәліметтер жоқ
0010	Q 2	Сыртқы көздің жоғары сапасы G. 811ұсынысына сәйкес болады
0100	Q 4	Сыртқы көздің сапасы G. 812 T (SSU−A) сәйкес болуы мүмкін
1000	Q 8	Сыртқы көздің сапасы G. 812 L (SSU−B) сәйкес болады
1011	Q 11	(ГСЭ СЦИ) сапасы бойынща өте төмен
1111	Q 15	Синхросигналды қабылдауға тыйым салынған (Not use)
қалғандары		Резерв

Синхрондаудың сұлбаларын құрған кезде 2,4,8 мәндері, және бөлек жағжайларда, 15 қолданылады (сұлбаңын жұмысы үшін принципиалдық мәні болған кезде).

Ескертпе – кейбір жағдайларда, негізгі сигналдың сапасының деңгейін резервті сигналдан төмен емес қамтамасыз ететін кезде, SSM хабарының кодында сихрондау сигналының көзінің нақты сапасынан айырмашылығы болу керек.

Жергілікті желілерде Q кезінде 2 саны егер СП СЦИ бойынша синхрондаудың сапасы туралы басқа сигнал түспесе – бұл магистралдық желісінің көзінің артықшылығы болды. Синхрондау сигналының сапасы

туралы қалған мәндері, әдетте, желеінің құрылмасымен сәйкес таратылады (1 және 8 сандары, әдетте, синхрондаудың резервті көзін білдіреді).

Егер желіде 2.2−кестеде келтірілген синхросигнал көзінің сапасының мәніне сәйкес емес жабдық орнатылса, онда STM – N сигналдары сол жабдықтан басқа жабдыққа синхросигнал таратпау керек. Осы жағдайда сихросигналды таратқан кезде Т4 –Т3 синхросигналдары пайдаланылуы қажет.

Содан басқа, СЦИ мультиплексорларының шығатын сихросигналдары үшін көздің артышылығы (қажетті жағдайда) көрсетіледі, сонда сихросигнал өшірілмейді. Мысалы, егер шығатын синхросигнал 8 және 11 мәнді SSM хабарының кодын алған кезде сөндірілсе, онда жазба түрі келесіндей көріну керек: Q ≤ 4. Деректер шығыс сихросигналда тікелей көрсетіледі.

2.2.5 Желінің құрылымдық талдауы. Желінің құрылымдық талдауы өзіне келесілерді қосады:

− желілік элементтерінің жіберілетін ең көп санының ұқсастығы бойынша сихрондаудың тізбектерін тексеру;

− сихрондау тізбектерінде тізбектеп сихрондалатын генераторлардың (ЕБГ,СЖБ) сандарын тексеру;

− тізбектеп сихрондалатын генераторлар арасындағы желілік элементтерінің санын тексеру;

− сихрондау бойынша ілгектердің шоқтығын тексеру;

Көрсетілген барлық тексерулер, желідегі аппатың басқа−басқа түрлеріндегі сихрондаудың сұлбаларын қайта кескіндеуін есептей отырып, жүргізілу қажет.

2.2.6 ТСЖ Жабдықтары. Жобаланатын ТЖС желілерінде БҮГ (ПЭГ) және ЕБГ (ВЗГ) жабдықтары орнатылуы мүмкін.

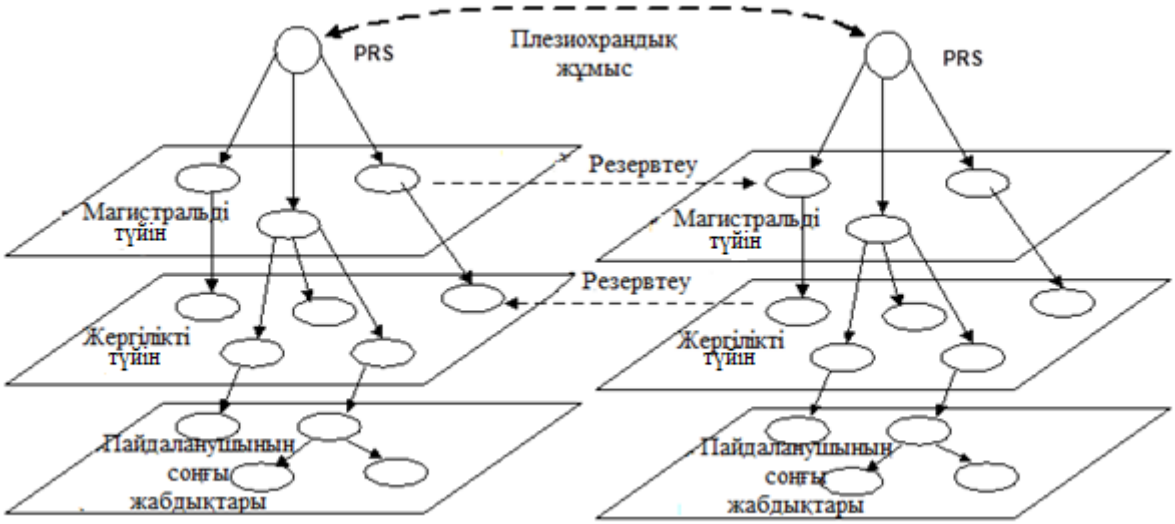
Алқаптыдан тәуелсіз жобаланатын ТЖС желісіне қосымша жергілікті немесе белгіленген БҮГ немесе БҮК (ПЭИ) орнатуы жіберіледі.

Синхрондау сигналын алу қиын болатын цифрлық желілердің учаскелерінде, ТЖС негізгі желісінен бірінші реттік үлгілік көздер (БҮК) тікелей орнату ұсынылады, олар БҮГ сияқты сипаттамаларымен сихросигналды қалыптастырады. Сихрондаудың осындай көздерін пайдалану жөнді болады, мысалы, цифрлық желілерде пайдаланатын жерсеріктік тарату жолдары.

Сихросигналды тармақтағыштар, үлкен емес желілік тораптарда немесе бір және одан көп операторлар отаратын тораптарда, қажетті жағдайда пайдаланылады. Бір операторға жататын, ЕБГ (ВЗГ) бар және бірнеше желілік элементтері шоғырланған үлкен желілік тармақталу қызметін ЕБГ (ВЗГ) орындайды.

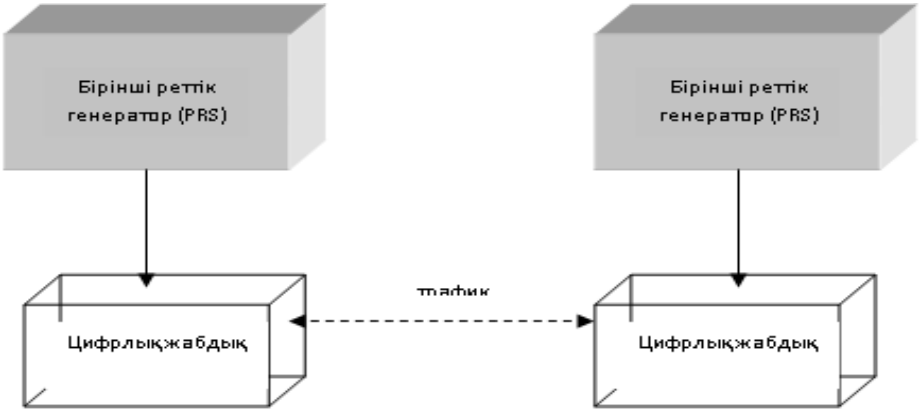
2.2.7 Сихрондаудың торапаралық қағидалары. Синхрондаудың торапаралық жүйесі (СТЖ) сихрондау генераторларының желілерінің кілттік тораптарында орналастыруды және желі бойынша синхрожииліктерді тарату жүйесін құруды қарастырады. СТЖ (СМС) өзіндік топологиясы бар, желі

топологиясынан жақсы және бірінші реттік және екінші сияқты құрылымдық желімен тығыз байланысады[10].



2.1 сурет − Торапаралық сихрондау жүйесін құрудың қағидалары

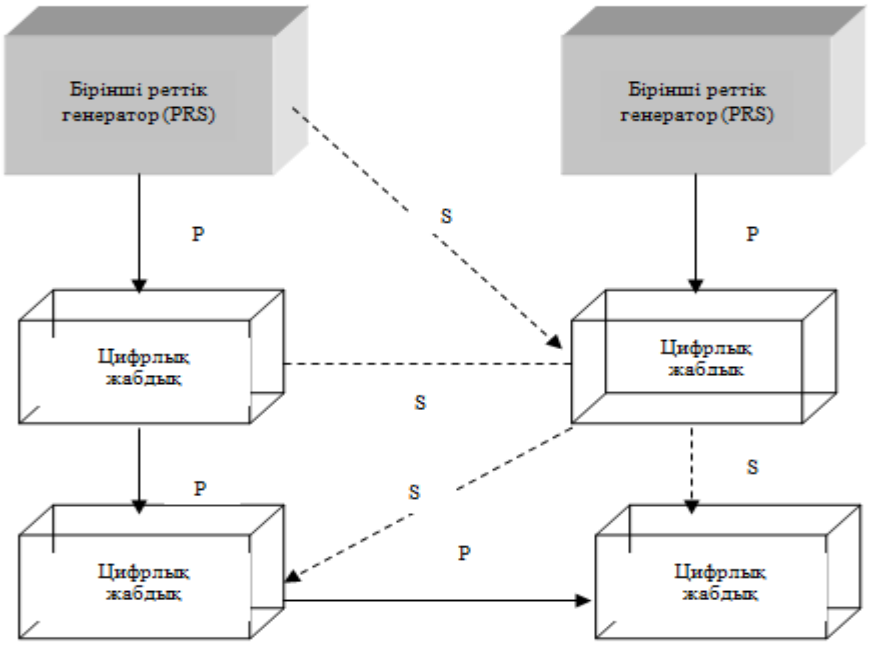
2.2.8 Торапаралық сихрондау генераторлардың жұмысының негізгі режімдері. Сихрондаудың сұлбасын еріксіз, тәуелсіз және өзаралық сихрондаудың сұлбаларына бөлуге болады.



2.2 сурет −Тәуелсіз сихрондаудың сұлбасы

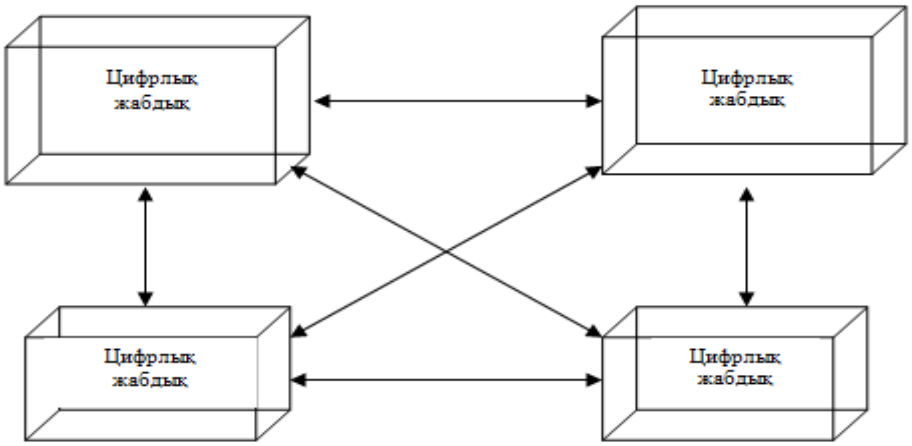
2.2 − суретте телекоммуникациялық тораптардың плезиохрондық жұмысы үшін пайдаланатын тәуелсіз синхрондауың сұлбасы көрсетілген, мысалы, байланыстың ұлттық жүйесі өзара әрекеттескен кезде, олардың әрқайсысында өзінің сихрондау жүйесі болады.

СТЖ құрудың басқа нұсқасы еріксіз сихрондаудың қағидасын пайдалану болып табылады, желінің бір трабы екіншісінен сихрондалады. Осындай сұла халықаралық тәжірибеде бөлінген желілер немесе олардың учаскелері СТЖ құрудың сұлбасы ретінде қабылданған, олар жүйенің жұмысының ең үлкен тұрақтылығын қамтамасыз етеді.



2.3 сурет – Еріксіз сихрондау сұбасы

Сихрондаудың бірнеше сызбаларының бар болуы сихрондаудың тізбектерін резервлеуге мүмкіндік береді. 2.3 – суретте сихрондаудың негізгі жолдары, сондай−ақ сихрондаудың резервті жолдары көрсетілген.



2.4 сурет − Өзаралық сихрондаудың сұлбасы

2.4 − суретте келтірілген өзара сихрондаудың қағидасы, тактілік жиіліктерді орташалау жолымен тең құрылғыларды сихрондауды қарастырады. Өзара сихрондаужың сұлбасы, мысалы, құамдық бірінші үлгіліг генератлрдың кескіні үшін (ПЭГ− PRS – Primary Reference Source), оның құрамына бірнеше резервті цезиевті стардарттары кіруі мүмкін.

2.2.9 Ішкі тораптың сихрондаудың қағидалары. Объектінің барлық жабдықтары, негізгі немесе резервті сигналды пайдалана отырып, сихрондаудың сол бір көзінен сихрондалу керек.

Объектінің жабдықтарын сихрондау үшін мультиплексордың ішкі генераторын немесе ПЦИ шығысынан 2048 кГц сигналын өте отырып, STM−N ағымынан шыққан Т4 сигналын пайдалану ұсынылады.

СЦИ мультиплексордың шығысынан Е1 құраушы сигналына сихрондау сигналын беру мүмкін емес, өйткені берілген СЦИ мультиплексорының шығысында сихросигналдарды (ПСС) түрлендіру құрылғысы орнатылмаған.

Тығыз жағдайда, егер басқа мүмкіндігі болмаса, сихросигналдарды қосалқы станцияларға және шоғырлауыштарға, сондай−ақ АЦО аппаратурасының СЦИ мультиплексорының Е1 шығысына тікелей қосылу жіберіледі.

СП ПЦИ жүйелері бойынша жалғауыш станцияның шығысынан түсетін Е1 ағымында, немесе СЦИ мультиплексорының Т4 шығысынан, немесе сихрондаудың жабдықтарынан (ПЭГ, ВЗГ т.б.), сондай−ақ СЦИ мультиплексорының құраушы шығысынан ПСС құрылғысымен жабдықталған сихросигналдар таратылу мүмкін.

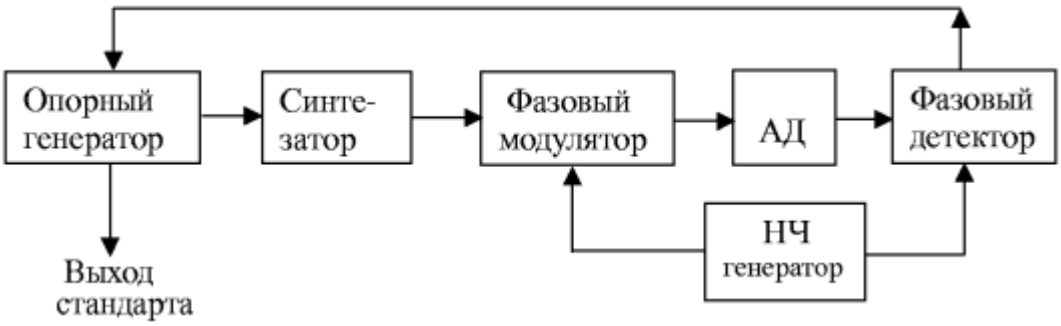
ПЦИ жүйелерін мүмкіндігінше, объектінің жабдығынан 2048 кГц сигналымен синхрондау сынылады[10].

2.3 ТСЖ жабдықтары

2.3.1 Теориялық аспектілер

Қазіргі уақытта уақыттың бірінші стандартарында Cs атомы қолданылады. Оның негізгі күйінің (9192 МГц шамасында) аса жіңішке тарамдауы, 10^{-3} Гц ретінің белсіздігімен Раби−Рамзи әдісімен өлшенуі мүмкін, сонымен 10^{-13} ретінің үлкен салыстырмалы дәлдігін қамтамасыз етеді. Осымен байланысты жаңа бірінші реттік СЕКУНДТАР анықтауы қабылданады: 1с 9 192 631 770 «цезиев сағаттары» тербелістердің кезеңіне тең.

Қазір уақытты және/немесе жиілікті өлшеу ең жоғарғы дәлдікпен жүргізіледі, физиктер өзінің бақылайтын шамасын жиілікке немесе уақытқа көздестіруге талпынады.



2.5 сурет − Қазіргі атомдық стандарттың типтік блогы

Жиіліктің қазіргі атомдық стандарты келесі типтік блок – сызбанұсқасына сәйкес құрылады.

Жүйенің негізін жиіліктің атомдық дискриминаторы құрайды – бұл радиоспектроскоп, ол электромагнит өрісінің (ЭМ) соған берілген жиілігін резонанстық үлгімен өзгертуге жауап қайтарады. Бұл өріс, тіреткік генератордың шығыс кернеуінің негізіне синтезделеді. Соңғының сапасында, әдетте, жиіліктің жоғарғы қысқа мелзімді тұрақтылығымен және атомдық дискриминаторға, сыналатын ЭМ өрісін берген кезде, қателердің сигналы ретінде пайда болатын сыртқы сигналдың аз шектерінде басқара білетін, жоғары сапалы кварцтық генераторы пайдаланылады.

Осындай сигналды құрудың сұлбасы әртүрлі болуы мүмкін. Сұлбада жұтудың резонансының белсенді емес АД−типі келтірілген. Осы жағдайда ЭМ өрісінң жиілік/фаза төменжиілікті модуляциясы енгізілген. Оның АД өзара әрекеттескен кезде шығыс сигналдың амплитудалық модуляциясы пайда болады, ол модуляцияның жиілігімен сихронды детектерленеді. Егер ЭМ орта жиілігі атомдық резонанстан ауытқыса, онда сихрондық көрстекіш қатенің тақ сигналын табады, ол қатенің сигналын ықшамдай отырып, тіректік генератордың басқаруына түседі.

Уақытты аса жоғары нақтылығын өлшеуді талап ететін бірқатар мәселелері болады және жиіліктің стандарттарының параметрлерін жақсартуға сұранысы да бар. Соңғысы екі негізгі сапасымен – көпуақытты тұрақтылықпен, немесе көрстудің мүлделігімен және қысқауақытты тұрақтылықпен, немесе спектрдің тұрақтылығымен сипатталынады. Орталықтың отра тұрақтылығымен дискриминатордың спектралдық жолын өзімізге таныстыруға болады, бірақ осымен білінетін ені болу керек. Осы жағдайда жиілікті өлшеу келешекте аса нақты нәтижесін беретін болады, бірақ уақыттыөлшеу уақытпен өсетін фазаның диффузиясымен байланысты қателерді табады. Және аз енді жолмен жұмыс жасауға болады, бірақ спектрдің орталығының тұрақсыз жағдайымен, әртүрлі өлшеуіш мәселелер жиіліктің стандарттарына әртүрлі талаптарды ұсынады. Фазалық тұрақтылықтың жан−жақты тәсіл, атомдық дискриминатордың жолының енін азайту болып табылады. Басқа жақтан, жиіліктің ұзақмерзімді тұрақтылығын көбейту үшін ең жоарғы жиілікпен өтуді пайдалану керек.

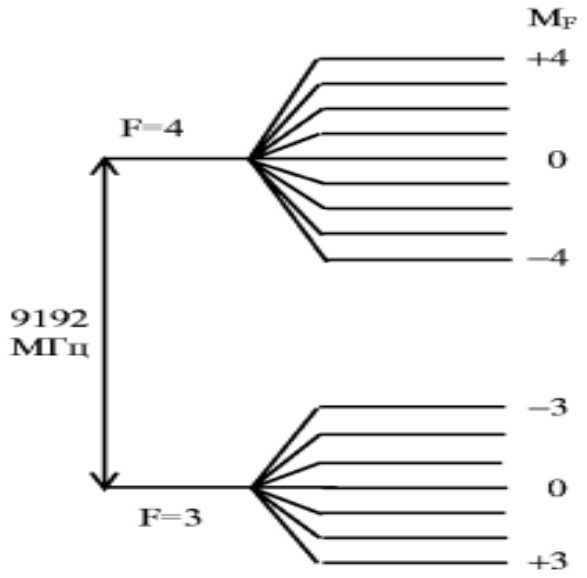
Өту жолының теориялық ені тек атомаралық соқтығулармен шектелген, оның табиғи ені, қатты тыйым салынған өтулер үшін қанша да болса аз болуы мүмкін. Осындай өтуде лазерді немесе мазерді жасау қиын, бірақ жұтудың тар жолы әрдайым жетік болады (немесе люминесценция). Атомаралық соқтығулар екі жолда: 1) егер дара атомдар болмай атомдардың өте аз санын құрайтын ЭМ – ұстағыштарды пайдалану арқылы және 2) атомдардың ультра салқын ансамблдерін пайдалана отарып түбегейлі басылуы мүмкін. Осы екі бағыттар жігерлі құрстырылып жатыр, соңғы онжылдықта нобелевск премиясын алып келді. Ойланып көрейік, 10 жыл ішінде жиіліктің беріктігі 10^{-15} деңгейде немесе одан да жоғарыға жетуі мүмкін.

Өте тар резонанстарды пайдалана отырып, жоғарыда келтірілген стандарттың негізіг сұлбасын қайта қарастыруға тура келді. Өте тар жол жұту жолы ретінде іске асырылуы мүмкін, жарықтың бірқатар қосымша (тіректік) көзі арқылы оны жаймалай тексеруі білдіреді. Бірақ осы кезде көздің тіректік спектрі үлгілік жолдың спектрінан кең болмауы керек. Бұл кесел шеңберге ұқсас жағдайды тудырады. Негізінде тіректік көзден тек жоғарғы қысқамерзімді тұрақтылық талап етіледі. Ол тіректік генератор құралған резонанстың Q сапалылық шамасымен анықталады. Сапалылық шамалы $\nu/\Delta\nu$ қатынасына тең. Ең жақсы кварц резонатарлары 10^6 аспайды, атомдық резонанстың сапалылығы 10^9 және одан жоғары реті бролуы мүмкін. Сондықтан жиіліктің ең жақсы стандарттарында тіректік генератор мазер немесе лазердін негізінде құрылады. Осындай тіректік генераторда жоғары қысқамерзімді тұрақтылығы болады, ал жүйенін көпуақыттық тұрақтылығы тар белсені емес үлгілі резонанспен қамтамасыз ететіді.

Ең қарапайым мәселеге өте тар жолды өтуде лазер/мазерді құру жатады. Мұндай стандарт ещқандай тірек генераторларын талап етпейік өте тұрақты тербелістердің белсенді көзі болатын еді. Бірақ, табиғи тар жолы бар өту, анықтама бойынша нашар өту болып табылады. Осындай жүйенің тәжірибелік мысалы – бұл ~ 1420 Мгц жиілігінде жұмыс істейтін ~ 1 Мгц резонанс жолының енімен будалы сутекті мазер болып табылады. Оның қысқа мерзімді тұрақтылығы 10^{-15} жетеді, бірақ ұзақ бақылаған кездеол, 10^{-12} деңгейдей жиіліктің дрейфтерін табады. Осы дрейфтер микротолқынды көлемді резонатордың жиілігінің ортасына мазердің жиілігін созумен байланысты, олда қажеттілігі бойынша атомдық резонанстың сапалығымен салыстырғанда өте жоғары сапалылығы болу керек. Сондықтан жиіліктің ұқсас белсенді стандарттары «созылу» эффектісіне шалдықпаған және резонаторды керек етпейтін белсенді еместілермен жиі байланысады. Осымен белсенді стандарт, жиіліктің белсенді емес стандартының жолын көшіретін жоғары спектралдық жиіліктің тіректік өрісінің көзі ретінде жұмыс істейді.

Атомдық резонанстың жиілігінің тұрақтылығы ішкі атомдық элекртлік және магниттік өрістердің тұрақтылығында негізделген. Бірақ бұл сыртқы өрістердің жеткілікті экрандалғанын талап етеді, өйткені стандарттың жиіліктері кетіп қалуы мүмкін. Мысалы, жиіліктің цезиев стандарты жағдайында 10^6 эрстед ретінде ішкі атомдық өрісі пайдаланылады. Сыртқы жердегі өріс 6 ретке нашарлау және егер ол ішкі атомдыққа перпендикуляр болса, онда оның қос магниттік өрістің кернеулігіне деген салымы 10^{-12} ретінде болады. Сыртқы өрістің атомдық резонанстың жиілігіне әсері квантты магнитометриялық негізін құрайды.

Магний өрісін өлшеген кезде бір аса жіңішке ішене деңгейдің шегінде өтулерді қолданады, яғни $\Delta F = 0$, $\Delta M_F = \pm 1$ бөліп алудың ережелеріне бағындырылған. Цезия үшін осындай өтулердің f жиілігі $f \cong 0.35$ H қатынасымен магний өрісінің H кернеулігімен байланысты болады, оның жиілігі мегагерцпен, ал өрісте эрстеда өлшенеді.



2.6 сурет – Жердегі магнит өрісіндегі цезия атомының негізгі күйінің энергетикалық деңгейінің сұлбасы

Жиілікті стандарттау үшін үлгілі өтудің ретінде F = 4, $M_F = 0$ ‹=› F’ = 3, $M_{F'} = 0$ өтуі қолданылады, сыртқы магнит өрісімен өте нашар байланысқан. Аса тар құрылымның деңгейлері F = 3 және F = 4 толық кезеңдерімен сыртқы магниттік өрісінде ішене деңгейдің эквидистанттық жүйелерге (түзетулер өрісі бойынша аз шаршыларға дейін беріктілігімен) тарамдалады[11].

Магний өрісіндегі аса жіңішке құрылманың ішене деңгейінің тарамдану жиілігінде генерациялайтын лазер типті цезиев автогенераторлары, қазіргі кезде геомагниттік ауқымда өрістің кернеулігін өлшеу үшін ең таралымды магнитометрлер болып табылады. Оларда 10^{-7} эрстед ретінде сезімділігі болады, яғни $\sim 10^{-7}$ салыстырмалы беріктікпен және $\sim 10^{-4}$ эрстед нақты беріктікпен жердегі өрісте өлшеуге мүмкіндік береді.

2.3.2 Беруші генератордың функциялық сипатталуы. Бірінші үлгілі генератор (PRC)

PRC дербес беруші генератор болып табылады және логикалық қызметімен:

– өзінен немесе дербес генераторды ұсынады,

– оның синхрондалуы радиодан немесе жерсеріктік сигналдан іске асырылады және сүзу жасалады.

PRC ETS 300 462-5 стандартына сәйкес болу керек.

Синхрондаумен қамтамасыз ететін блок (SSU).

SSU логикалық берне болып табылады:

– бірқатар көзден синхрондаудың кіріс сигналдарықабылданады;

– осы кіріс сигналдардың біреуі алынады;

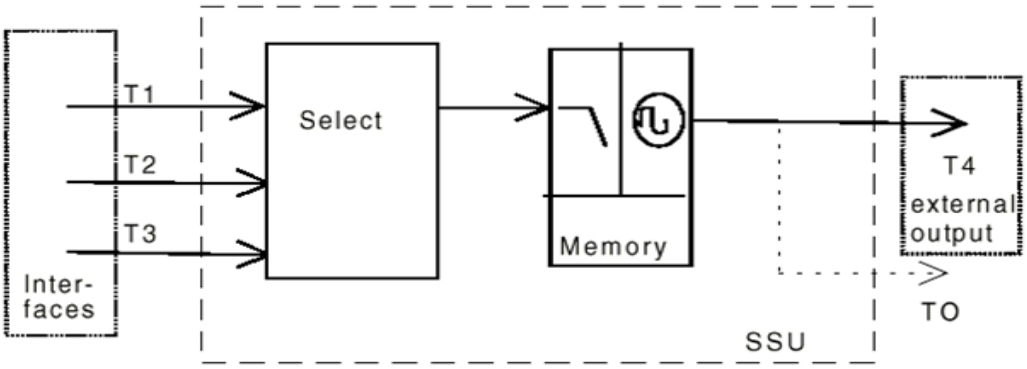
– осы көздің тактілік сигналы сүзіледі;

– нәтижелі тактілік сигнал, тораптың басқа элементтері арасында жаратылады.

SSU функциялық сұлбасы 1 суретте көрсетілген.

Синхрондаудың барлық үлгілі кіріс сигналдары нашарланған немесе ақаулықтары болған жағдайда SSU-да тактілік сигналдардың ішкі көзі пайдаланылады.

Осы бернені тұлғалық жұмыс істеуі, жалпы пайдаланудың телефон жалғаушы желісі құрамында (PSTN) SDN желілік элементінде немесе дербес блогы ретінде (синхрондаудың дербес жабдығы (SASE) іске асырылады.



2.7 сурет – Беруші генератордың қызметі SSU

Белгілеулер:

T0: тактілік синхрондаудың ішкі үлгілі сигналы .

T1: STM-N кіріс сигналынан алынған тактілік синхрондаудың сигналы.

T2: 2 Мбит/с кіріс сигналынан алынған тактілік синхрондаудың сигналы.

T3: 2 МГц кіріс синхрондаушы сигналдан алынған тактілік синхрондаудың сигналы.

T4: тактілік синхрондаудың сигналының сыртқа шығысы.

1-ескерту. SSU желілік элементімен SDH (NE) қосылған кезде T0 қарастырылу керек.

2-ескерту. Дербес режимнің күніне SSU еріксіз орнату мүмкін болады.

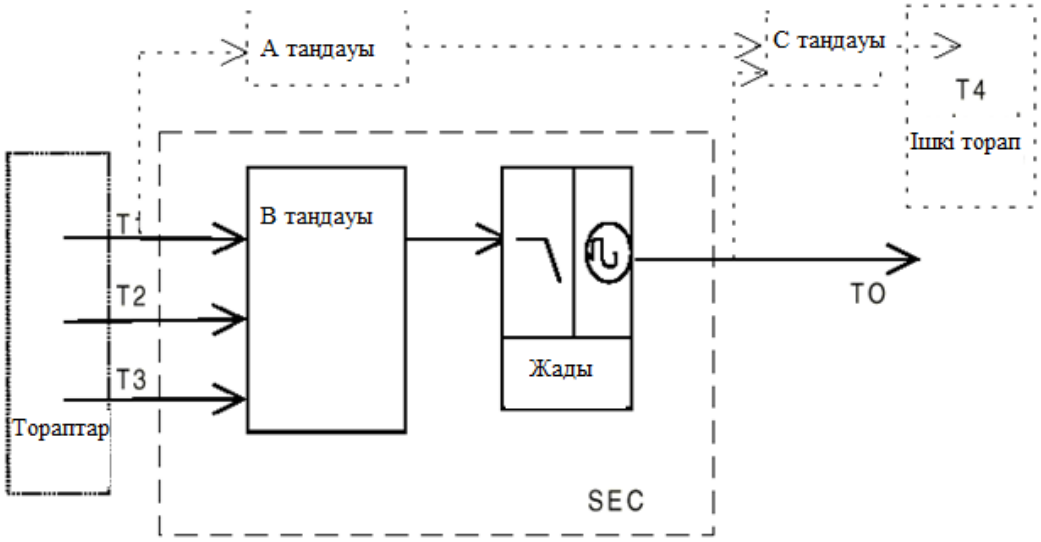
SDH жабдығының беруші генераторы (SEC).

SEC логикалық берне мен беруші генератормен SDH желілік элементіне қондырылған құрылғы болып табылады.

- берілген элементтің ішіндегі көздердің қатарынан кіріс синхрондау сигналдары қабылданады;
- ETS 300 462-5 [4].стандартына сәйкес тактылық сигнал сүзіледі.

SDH беруші генератор желілік элементтің STM-N түйіспелерінде SDH шығатын сигналдарды синхрондау үшін пайдаланылады. SEC функционалдық сұлбасы 2-суретте көрсетілген:

Синхрондаудың SEC кіретін барлық үлгілік сигналдары бұзылған жағдайда, ETS 300 462-5[4] стандартына сәйкес болатын ішкі беруші генераторы пайдаланылуы қажет.



2.8 сурет – SEC беруші генератордың бернесі

Белгілеулер:

T0: тактілік синхрондаудың ішкі үлгілі сигналы .

T1: STM-N кіріс сигналынан алынған тактілік синхрондаудың сигналы.

T2: 2 Мбит/с кіріс сигналынан алынған тактілік синхрондаудың сигналы.

T3: 2 МГц кіріс синхрондаушы сигналдан алынған тактілік синхрондаудың сигналы.

T4: тактілік синхрондаудың сигналының сыртқа шығысы.

1-ескерту. G.783 ұсынысында анықталған SETS құрылымының бернелік бөлігі болып табылады.

2-ескерту. Дербес режимнің күйіне SEC еріксіз орнату.

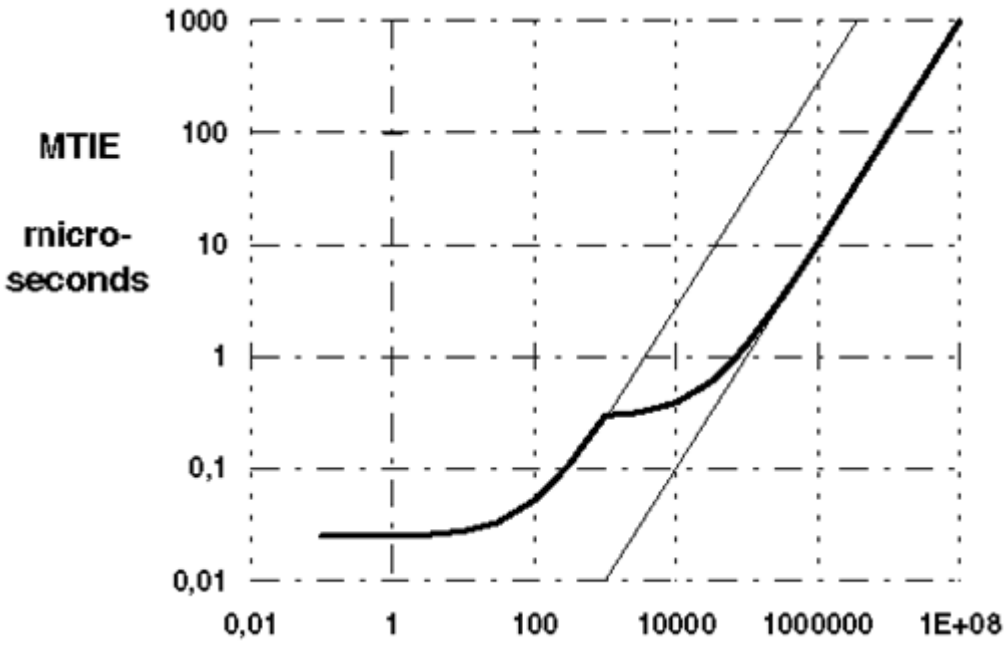
2.3.3 Бірінші реттік беруші генераторлардың жабдығына қойылатын талаптар

Бірінші реттік үлгілік генераторлардың (БҮГ) жабдықтары цифрлық желіде, сатылы тарамның ең жоғарғы (бірінші) деңгейдегі синхрондаудың аппаратурасының қызметін орындайды.

БҮГ негізгі мәселесі 1×10^{-11} көп емес, жиіліктің салыстырмалы қателіктерімен, 2048 кбит/с және 2048 кГц үлгілік тактылық тізбектілігін құру болып табылады. МСЭ-Т G.811 ұсынысына сәйкес тактілік тізбектіліктің БҮГ шығысында уақытылы аралықтың ең көп қателігі (УАКҚ) 0,1<S<2,5 с, уақытылы аралықта 25 нс, 2,5<S<200 с уақытылы аралықта 10 S нс және 100<S<1000 с уақытылы аралықта 2000 нс аспау керек. А ETS – 300 – 462 – 6 ұсынысына сәйкес MTIE белгіленген фазаның дрейфі келесі шектерде болуы қажет:

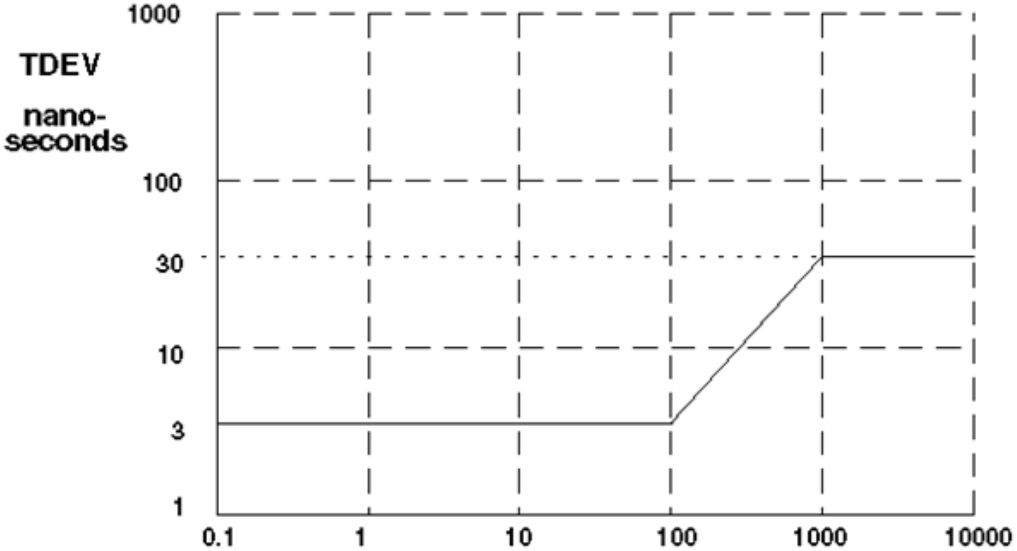
MTIE: $0,1 < \tau \leq 1000$ с үшін $(0,275 \times 10^{-3}\tau + 0,025)$ мкс

$\tau > 1000$ с үшін $(10^{-5}\tau + 0,29)$ мкс



2.9 сурет – τ (интеграция) бақылау кезеңінің бернесі ретіндегі MTIE.

ETS 300 462-1 [2] 2-суретте көрсетілген, тәуелсіз беруші генератордың сұлбасы арқылы өлшенген, TDEV беруші генератордың сұлбасы арқылы өлшенген, TDEV келтірілген фазаның дрейфі келесі шектерде болу қажет.



2.10 сурет – τ (интеграл) бақылау кезеңінің бернесі ретіндегі TDEV

TDEV: $0,1 < \tau \leq 100$ с үшін 3 нс

$100 < \tau \leq 1000$ с үшін $0,03\tau$ нс

$1000 < \tau \leq 10000$ с үшін 30 нс

Нәтиже беретін талаптар 3.6 – суретте көрсетілген.

БҮГ үлгілік сигналдардың басқа көздерінен синхрондаудың сигналдарын толық дербес генерациялау керек және жиіліктің стандарттық үлгілік көздерінен әрі уақытынан басқарылуы керек.

БҮГ құрамындағы УАМҚ және тактілік жиіліктің номиналының беріктігін орнату бойынша жоғарыда келтірілген нормаларын қамтамасыз ету үшін атомдық сәулелік түтіктерін – сутекті немесе цезиевтікті пайдалану жөн болады.

БҮГ аппаратурасы 0^0 тан $+50^0$С дейінқоршаған ауаның температурасында жылытылған орын-жайларда тәулік бойы жұмыс істеу керек.

БҮГ сыртқы сигналдармен синхрондық режимде жұмыс істеу мүмкіндігі болу керек, бірақ осымен басқарылатын синхрондаушы әсерлер, уақытылы аралықтың ең көп жіберілетін қателіктерін арттыратын жиіліктің қысқамерзімдік ауытқуын болдырмау керек.

БҮГ шығыс сигналдың үздіксіздігін қамтамасыз ету мақсатымен өзінің құрамында резервтік жабдықты сәйкес қосып, жоғары сенімді болу керек. БҮГ талап ететін жоғары сенімдікке жету үшін, жоғарыда жіберілетін жиіліктің шектерінің ауытқуының пайда болатынын тануға және УАМҚ жіберілетін мәндерінің арттуын жібермейтін, бұзылған генераторды ауыстырып қосуын жүргізуге болатындай артықшылықты болу керек.

Аппаратурады МСЭ-Т G. 703/10 ұсынысының түйіспесі бойынша 2048 кГц тактілік жиілігінің 32 шығысы және МСЭ-Т G. 703/6 ұсынысының түйіспесі бойынша 2048 кбит/с 16 кем емес шығыстары болу керек.

2.3.4 Тізімдегі беруші генератордың жабдығына қойылатын талаптар

Бөлек құрылғы түрінде орындалған тізімдік беруші генераторлар (ТБГ), желідегі сатылы тарамдының екінші деңгейлі синхрондаудың аппаратурасы болып табылады.

ТБГ негізгі мәселесі – станцияда орнатылған әртүрлі жабдықтарды синхрондау үшін 2048 кГц тактылық тізбектілікті құру болып табылады.

ТБГ-ға құрылатын тактылық жиіліктің шығыс тізбектері сыртқы синхрондаушы сигналымен басқарылу қажет, сонда болатын фазалық шуылдарды шақырмау қажет.

ТБГ синхросигналдың жиілігін жадтау режимінде қысқамерзімді дербес жұмыс істеу керек. Жиіліктің жадтау дәлдігі осымен 5×10^{-10} кем емес, ал тәулік дрейф 1×10^{-9} аспайтын болу керек.

Жіберілім және созылым ауқымдары шуылдың генерациясы.

SSU шуылды генерациялау кіретін үлгілік тактылық сигнал кезіндегі шығыста болатын фазалық шуылдың шамасын немесе деректердің шөгілу режимінде болатын беруші генераторын білдіреді. Тәжірибелік өлшеулердің мақсаттары үшін қолайлы үлгі, сапалы көрсеткіштердің деңгейін, оның тұрақтылығын, шығыс сигналға қойылған талаптарға қарағанда, 10 есе жақсы

деп болжайды. Осы шуылды шектеу үшін беруші генератордың қабілеттілігі оның жиілігінің тұрақтылығымен анықталады. Шуылды генерациялаудың сапалы көрсеткіштерін анықтау үшін MITE шаралары және уақыттың ауытқуы (TDEV) пайдалы болады.

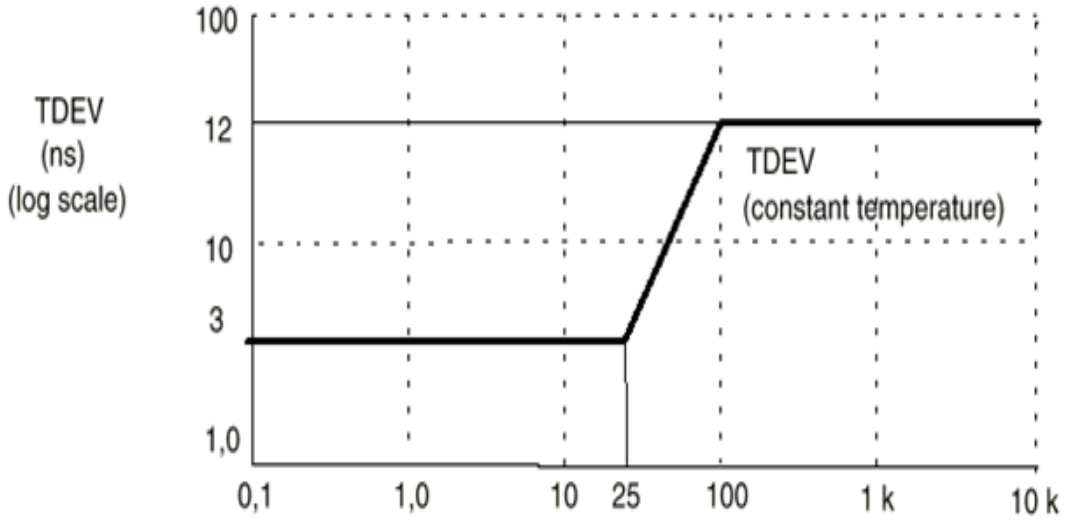
0,1 және 10000 с арасындағы бақылаудың аралықтары үшін уақытылы аралықтың ең көп қателігін (MTIE) және уақыттың ауытқуын (TDEV) 1/30 секундта τ_0 дискреттеудің ең көп уақытымен, 10 Гц эквиваленттік жолағы мен бірінші реттің өлшемдері. TDEV үшін өлшеудің ең аз кезеңі интеграциясының кезеңінен (T=12τ). 12 есе көп болады. Қалған әдістемелік нұсқаулар ETS 300 462-3 [4] стандартының А.2 тарауында келтіріледі.

Қармау режиміндегі фазаның дрейфі.

SSU қармау режимінде жұмыс істеген кезде, синхрондалған генератордың сұлбасы арқылы әмиенетін MTIC және TDEV, ETS 300 462-1 [2], стандартының 1а суретінде келтірілген, егер оның температурасы тұрақты (±1 К).болса, 3.1 және 3.2 кестелерде келтірілген жіберілетін шектерде болу керек.

2.3 кесте – TDEV нөмірленген тұрақты температурадағы қармау режимінде фазаның дрейфі.

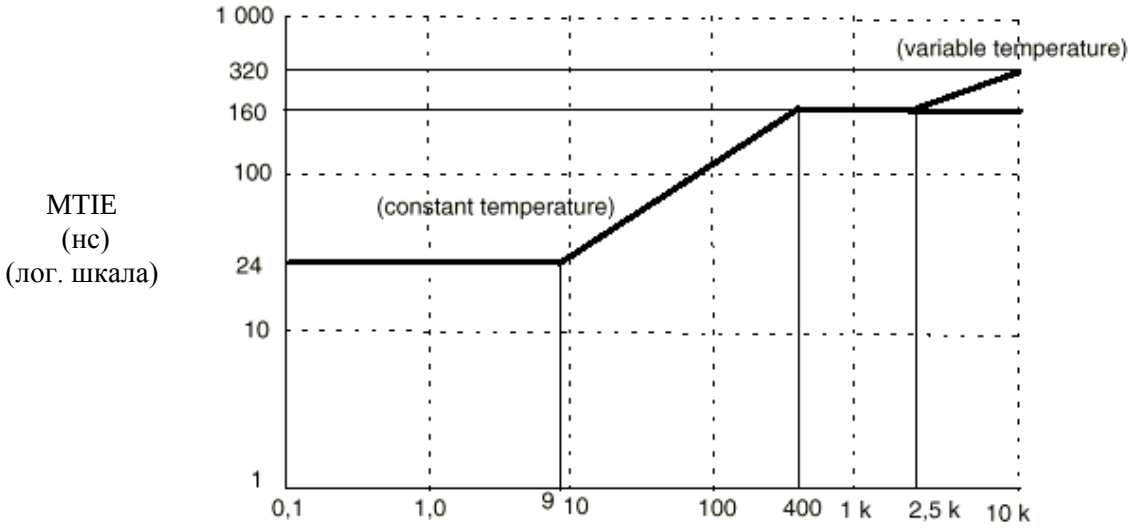
Талаптар	Бақылау аралығы
3 нс	$0,1 < \tau \leq 25$ с
0,12τ нс	$25 < \tau \leq 100$ с
12 нс	$100 < \tau \leq 10\,000$ с



2.11 сурет – τ бақылау кезеңінің бернесі ретіндегі TDEV.

2.4 кесте – МЕІУ нөмірлегнен тұрақты температурадағы қармау режимінде фазаның дрейфі.

Талаптар	Бақылау аралығы
24 нс	$0,1 < \tau \leq 9$ с
$8\tau^{0,5}$ нс	$9 < \tau \leq 400$ с
160 нс	$400 < \tau \leq 10\,000$ с



2.12 сурет – τ бақылау кезеңінің бернесі ретіндегі MTIE

ТБГ 6 дб аспайтын синхронсигналды тарату жолында жіберілетін сөнуде МСЭТ G.703/10 ұсынысына сәйкес 120 Ом жүктемеде 2048 кГц синхрондаудың сыртқы сигналын қабылдау керек. ВЗГ синхросигнал 2048 кбит/с ақпараттық сигналдың құрамына немесе 5 МГц синусоидалық үлгілік сигнал түрінде түсуге мүмкіндігі бар.

ВЗГ МСЭ-Т G.703/10 ұсынысына сәйкес 2048 кГц жиілігінің синхрондалатын тактылық тізбектілігін құру қажет, онда 12 Ом жүктемеде 32 шығысынан кем болмау керек, содан басқа ВЗГ аппаратурасында МСЭ-Т G.703/6 ұсынысының түйіспесі бойынша 2048 кбит/с 16 кем емес шығыстары болу керек. Қайта жабдықтау бойынша ішкі операцияларды ВЗГ-да жүргізілген жағдайларда (резервті блоктарға немесе синхрондаудың өзге көздері қайта қосуы), шығатын стгналдың фазасының үздіксіздігі бұзылмау керек. Тактылық жиіліктегі 8 кезеңге дейінгі уақыт аралығында (3,9 мкс) фазаның секірмесі 1/64 кезеңінен (7,6 нс) аспай, ал 2-ге дейін 1/8 кезеңнен (61 нс) аспау керек. Әр 2 с сайын фазаның қайта-қайта ұзақ бұзылған кезде – 61 нс, ал барлық кезеңде 1 мкс аспайтындай өзгертулер жіберілді.

Кіріс сигналдың джиттері 0,05 тактылық аралықтан (<24 нс) аспау керек, кезбенің беріліс коэффициентін октаваға 6 дб көлбеуімен және 0,001 Гц немесе 0,01 деңгейінде сипаттаманың бұзылған жері, 0,2 дб аспайтын өткізу жолағында ұқсас болу керек.

3 ТЖС өңдеу

3.1 Цифрлық желіде үлгілік генераторларды орналастыру

Тактылық желілік синхрондаудың жүйесі ҚР Ұлттық Ақпараттық Супермагистралдық даму сұлбасы бойынша деректердің негізінде құрылады.

ТЖС жобасын енгізу үшін Қазақстан Республикасының жалпы пайдаланудың барлық цифрлық желісі, синхрондау бойынша үш аймаққа бөлінген Оңтүстік, Солтүстік-Шығыс, Батыс.

Синхрондау бойынша Оңтүстік аймақ Талдықорған, Алматы, Шымкент, Тараз қалаларындағы орталықтарымен әкімшілік облысының жерлерін жабады.

Солтүстік-Шығыс аймақ өзіне Өскемен, Павлодар, Қостанай, Көкшетау, Астана қалаларындағы орталықтармен әкімшішлік облыстарының жерлерін қосады. Батыс аймағы өзіне Ақтөбе, Ақтау, Атырау, Орал, Қызылорда қалаларындағы орталықтармен әкімшілік облыстарының жерлерін қосады.

Синхрондау бойынша аймақтардың орталығы ретінде Алматы, Астана және Ақтөбе қалаларын таңдауды ұсынды. Бұл келесі себептермен серттеледі:

– синхрондау бойынша Солтүстік-Шығыс аймағының орталығы ҚР астанасымен, Оңтүстік аймағының орталығы ең үлкен ғылыми және мәдениет орталығымен, ал Батыс аймағының орталығы Батыс Қазақстанның негізгі мұнай өндіруші ауданы ең үлкен өндірістік орталығымен түйісілген;

– осы қалаларда жалғаудың халықаралық орталығының бар болуы;

– станцияда синхрондауды керек ететін жабдықтардың ең үлкен стандартының болуы;

– Астана және Алматы қалаларында таратудың қиылысуы;

– содан басқа, олар ҚР НИС желісінің басқару орталығымен түйіседі.

Синхрондау бойынша аймақтарға псевдосинхрондық режимде басқа елдердің цифрлық желілерімен және өзінің арасында өзара әрекеттесуі болады.

Әр ішкі аймақтың барлық тораптары мен станцияларын синхрондау ТЖС жүйесінің қалыпты апатсыз жұмыс істеуі өзінің БҮГ іске асырылады. СПСЦИ бойынша синхросигналды тарату желілік элементтің береуінен басқасына, аймақтың шекуарасына дейін жүргізіледі. Шекара ішіндегі учаскелерде тек синхрондаудың резервті бағыты анықталды.

Синхрондау «жетекші-көрсетуші» әдістемесін іске асырылады.

ҚР цифрлық желісінде ВЗГ орналастыру келесі қағидалардың негізінде жүргізіледі:

– ВЗГ орналасқан ГСЭ тұратын үлкен созылымдықтың СЦИ тармақтануының біреуі немесе СЦИ тарату жүйелерімен, бірнеше тармақ ұйымдастырылған байланыстың тораптарында орнатылады;

– синхрондауға жататын желілік элементтердің ең үлкен санына үйлестірілген байланыстың тораптарында ВЗГ орнатылады;

– тізбектеліп қосылған ГСЭ снадары (солардың арасында ВЗГ қосылымсыз) 20 аспайды;

– аймақтардың синхрондау желілерін резервлеудің мүмкіндіктерін жеңілдету үшін үш БҮГ-дан ВЗГ аймақтардың шекараларында орнату маңызды, ал кейбір жағдайларда берілген тораптан шығатын тарату жолдарын және осы торапта болатын жабдықтарды синхрондау үшін тек желінің тораптарында ВЗГ орнату қажет.

– ВЗГ–ны негізгі магистралыдқ жолдарда жеткілікті созылған тармақтарда орнатуды ұсынады.

Жоғарыда айтылғаннан шыға отырып, ВЗГ келесі пункттерде: Ақтау, Атырау, Ақжар, Өскемен, Петропавлде орнатуды ұсынады.

БҮГ және ВЗГ синхрондау барлық бағыттарға таратылады. Олар ПЦИ арналары бойынша 2048 кбит/с бірінші цифрлық топтарға және СЦИ жүйелері бойынша ВЗГ немесе БҮГ берілгендерімен байланысты барлық станциялар мен тораптарға түседі. Синхрондаудың сигналын таратуды бағыттарының саны, тек байланыстың ұйымдастыру жүйесімен шектеледі.

ВЗГ мен БҮГ орнатқан кезде жабдықтың көлемі мен дамуын есептей отырып ҚР жалпы пайдаланудың магистралдық цифрлық желісінің созымдылығы ескертілген. Бұл:

– басқа желілердің ТЗС жүйесінен технологиялық тәуелсіз тармақталған цифрлық желісі байланысты болмайды;

– СЦИ СП ҒСЭ синхросигналдарын таратқан кезде болатын тізбектерде желілік элементтері 60 аспайды.

Жобаланған сұлбаның сенімділігін арттыру үшін ГСЭ тізбектеліп қосылған саны 40 аспайды, ал синхрондау сигналын қалпына келтіру үшін қолданылатын ВЗГ саны жеті;

– БҮГ желісіне орнатылған саны, осы БҮГ құралатын синхрондау бойынша аймақтардың өзара резервтелуіне мүмкіндік береді;

– Апатты жағдайларда желінің кебір учаскелері, жиіліктің жадтау режимінде жұмыс істейтін ВЗГ-дан синхрондала алады;

– Станцияда немесе торапта орнатылған барлық жабдықтарды синхрондау үшін синхрондау көзінің біреуі пайдаланылады (синхрондау сигналының тізбектеліп, қайта қабылдау жіберілмейді). Қосылу сұлба таратылатын сәулелерімен «жұлдыз» түрінде болады;

– Синхрондаудың тасымалдаушысы ретінде СЦИ жүйелерінде STM-N (155520 x N кбит, № 1,6,16,64) сызықтық сигналдары, ал ПЦИ жүйелерінде 2048 кбит/с бірінші реттік тобының сигналдары пайдаланылады;

– СЦИ желісі бойынша өтетін синхрондау сигналын қалпына келтіруде ВЗГ басқа СЦИ (ГСЭ) желілік элементтерінің генераторлары қатысады. ГСЭ ПЭГ, ВЗГ немесе алдындағы ГСЭ синхрондалады;

– Синхрондау сигналдарын таратқанда синхрондау жүйесінде нақты сатылы тарам сақталады. БҮГ негізінде магистралдық желі синхрондалады. Магистралдық желіде ішкі аумақтың немесе магистралдық –жергілікті желілер синхрондалады;

– Синхрондау желісінің тиянақтылығын қамтамасыз ету үшін синхрондау сигналдарды таратудың резервті жолары - соның ішінде көршілес аймақтардың БҮГ-мен қарастырылады.

ТЖС сигналдарын таратудың құрылымдық сұлбасы 2-суретте (А қосымшада) келтірілген.

3.2 Екінші реттік желіні синхрондау

Бірінші реттік типтік тұлғалық тізбектерінің таратудың типтік арналарының және типті трактылаудың негізінде жалғау станцияның және тораптардың көмегімен әртүрлі екінші реттік желілер құрылады (телефондық, телеграфтық мәліметтерді тарату, факсимильдік, ЗВ және ТВ бағдарламаларын тарату желілері). Екінші реттік желілер тасымалдауды, жалғауды, электр байланыс қызметтерінде сигналдарды таратуды қамтамасыз етеді.

Синхрондау сигналдарын тарату кезінде приоритетті төмендету ретінде оптикалық, кваксиалдық, симметриялы және цифрлық радиорелелік жолдары пайдаланылады

Әр белгілі станцияда синхрондау мақсаттары үшін пайдаланылатын желілер саны екіденкем емес. Апатты кезде синхрондау жолдарын қосу ертереке анықталған приоритеттермен сәйкес өткізілу қажет.

Жергілікті желілерде СЖБ үш түрі пайдаланылады, негізгі талаптар 4.1–кестеде келтерілген.

3.1 кесте - Цифрлық жалғауыш станциялардың синхрондау блоктарына қойылған негізгі талаптар

Параметрлер	Синхрондау блогының типі		
	СЖБ 1	СЖБ 2	СЖБ 3
Жиіліктің салыстырмалы ауытқуы (±):			
тәулікте	$3{,}0\times10^{-10}$	$2{,}0\times10^{-8}$	$5{,}0\times10^{-8}$
Айда	$1{,}0\times10^{-8}$	$1{,}0\times10^{-6}$	$1{,}0\times10^{-6}$
Жылында	$7{,}5\times10^{-8}$	$3{,}0\times10^{-6}$	$3{,}0\times10^{-6}$
20 жылда	$5{,}0\times10^{-7}$	$1{,}0\times10^{-5}$	$1{,}0\times10^{-5}$
Синхрондау кірістерінің саны	6	3	3
Қармау жолағы кем емес (±)	$2{,}0\times10^{-7}$	$(1\text{-}2)\times10^{-6}$	$(2\text{-}5)\times10^{-6}$
Беріліс сипаттамасының қиығының жиілігінің мәні аспай (Гц)	0,001	0,01	0,1
Синхрондаудың барлық кірістерінің апат кезінде жиілікті жадтау дәлдігі нашар емес (±)	$5{,}0\times10^{-10}$	$1{,}0\times10^{-8}$	

Қалалық телефон желісі (ҚТС) тораптық және аймақтық және аймақтық телефон станциялары (АТС) сондай-ақ селолық телефон желісі (СТЖ) СППЦИ бойынша цифрлық АМТС беруші генераторынан немесе ВЗГ, МСГ, БҮГ синхрондау жабдықтарынан, егер сондай мүмкіндік болса синхрондалады. Әр станцияның желісін (АМТС ҚТС СТЖ және тағы басқа) оның орнынан байласты және синхрондау бойынша оны қосу деңгейінен байланысты сәйкес типті синхрондаудың жүйесінің блогы (СЖБ) орнатылады, апаттық жағдайда, егер желі клезинхронды учаскелерге бөлінсе, онда синхросигналдардың шығындарының есебінен синхрондау жүйесінің бұзылуын аудандық АТС арқылы жібермеу керек[17].

СЖБ 1 үшін транзиттік тораптың беруші генератордың сапасына сәйкес Q 4 синхронсигналдың сапасын, ал СЖБ 2 – жергілікті тораптың беруші генераторының сапасына сәйкес Q 8 сапасын анықтауға болады.

3.3 Синхрондау тораптарының ішіндегі синхронды сигналдардың түрлендірілуі

Берілген торапты орналасқан техникалық құралдар мен жабдықтар кешенгі ПЗГ немесе ВЗГ станциялар немесе берілген тораптан тікелей синхрондалады. Айтылғандар болмаған жағжайда екінші желі жабдықтары синхрондаудың 2048кГц сыртқы шығысынан желілік элементінің генераторынан тікелей синхрондалады.

Екінші желі аппаратурасы 2048кГц синхронды сигналға арналған сыртқы кірісі болмайытын ерекше жағдайда плезиохронды цифрлық иерархия (ПСИ) желісі арқылы немесе синхронды сигнал қабылдағышы (ССҚ) (Retiming режімі) аппаратурасы көмегімен қалпына келтірілген және ССИ ПЖ –ден таралатын 2048 кбит/с шығысынан синхрондау жабдықтарының мүмкіндігі қолданылады.

Синхрондау учаскесінің максимал ұзындығы (синхрондайтын және синхрондалатын жабдықтардың арасындағы максимал қашыщқтық) таратудың цифрлық жүйелерінің сызықтық жағдайының түріне, кабель түріне және оның төсеуіне байланысты болады және ол мәләімет тарату кезінде максимал рұқсат етілгеннен 70 пайыз −тен асуы тиіс.

3.4 Синхрондаудың жабдықтарын таңдау

Әлемдік нарықта синхрондау жабдықтарын жеткізуін ірі компаниялар алда келеді. Олардың ішінде «Oscilloquartz» (Швейцария), «Datum» (США), «Hewlett−Packard», фирмасы қазіргі кезде «Simmetricom» (США) фирмасы, «Время−Ч» (Россия). Іс жүзінде Бұл компаниялардың барлығы Қазақстан нарығына таныс. Айтылғандар болмаған жағжайда екінші желі жабдықтары синхрондаудың 2048кГц сыртқы шығысынан желілік элементінің генераторынан тікелей синхрондалады. Әр станцияның желісін (АМТС ҚТС СТЖ және тағы басқа) оның орнынан байласты және синхрондау бойынша оны қосу деңгейінен байланысты сәйкес типті синхрондаудың жүйесінің блогы (СЖБ) орнатылады

3.2 кесте - ҚР ТЖС желілерінде пайдалануға ұсынылған синхрондау жабдықтары

№	Жабдық түрі	Жабдық атауы	Техникалық мүмкіндіктері	Ескертулер
1	ПЭГ	PRC 6500 фирмасы «Oscilloquartz» Швейцария	МСЭ−Т G.811 ұсынысына сипаттамасын қамтамасыз етеді.	ҚР ТЖС желісіндегі ПЭГ ретінде қолданыла алады.
2	ПЭГ	VCH−001 фирмасы ЗАО «Время−Ч»	МСЭ−Т G.811 ұсынысына сипаттамасын қамтамасыз етеді.	Может применяться в качестве ПЭГ на сети ТЖС РК.
3	ВЗГ	SASE 5548B фирмасы «Oscilloquartz» Швейцария	МСЭ−Т G.812 ұсынысына сипаттамасын қамтамасыз етеді.	ҚР ТЖС желісінде қолданыла алады.
4	ВЗГ	HP 55400A фирмасы «Hewlett Packard» США	МСЭ−Т G.812 ұсынысына сипаттамасын қамтамасыз етеді. 48 В қоректену көзіне есептнлген	ҚР ТЖС желісінде қолданыла алады. GPS HP55300A қабылдағышымен бірге екінші резерв ретінде пайдаланыла алды.

Алайда, «Oscilloquartz» (Швейцария) фирмасы синхрондау жүйелеріне арналған жабдықтар жасаушы ретінде ең әйгілі болып табылады. Компания жұмысының бірегей бағыты – отандық нарыққа цифрлық желілерді синхрондауға арналған жабдықтарды жеткізу. Компания шығаратын жабдықтар ауқымы телекоммуникацияға арналған синхрондау көздерін, әуе−космостық және байланыс жабдықтарына арналған компонттерді, навигация жүйелерінің жабдықтарын, нақты уақыт жүйелерін ұйымдастыруға арналған жабдықтар, синхрондаудың ғылыми−зерттеу кешендерін және мәлімет тарату желілеріне арналған синхрондау жүйелерінің жабдықтарын қамтиды.

Сонымен «Oscilloquartz» әлемдік сапасы мен тәжирибесіне сүйене отырып, синхрондау жабдықтарына қойылатын талаптарға сүйене отырып, біз осы фирманың жабдықтарын таңдаймыз.

Жүйенің аналитикалық және сандық моделін құрастыру үшін [4] әдіске сәйкес көрсетілген ФАПЧ құрамына кіретін элементтер санының мәндерін есептейміз. Төменгі жиілікті фильтрлер негізінде RC пассивті фильтрін таңдаймыз. Синхронизациялау жиілігінің орташа мәнін әдіске сәйкес f=2,048 МГц аламыз, жиілік бойынша тұрақсыздық шамамен 1%.

3.2 − кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
5	ВЗГ	SSU2001 базасында NFR2001 фирмасы «Siemens» Германия	МСЭ−Т G.812 ұсынысына сипаттамасын қамтамасыз етеді. (жанартудан кейін)	
6	МЗГ оңайлатылған.	СТО 5542В фирмасы «Oscilloquartz» Швейцария	МСЭ−Т G.812 ұсынысына сипаттамасын қамтамасыз етеді. Тек жергілікті басқаруы бар және тек екі кіріс сигналын пайдалана алады.	Байланыс операторларының ТСЖ желілерінде қолданылуы мүмкін.
№	Жабдық түрі	Жабдық атауы	Техникалық мүмкіндіктері	Ескертулер
7	ВЗГ	ВЗГ−Р Ресейдің шығарылуы С.−Петербург СП «ДС»		
8	ВЗГ	VCH−002 фирмасы ЗАО «Время−Ч»	МСЭ−Т G.812 ұсынысына сипаттамасын қамтамасыз етеді.	

3.5 OSA6500B PRC (Oscilloquartz) бірінші үдгілік генераторы

4.5.1 OSA 6500B PRC функциялары. OSA 6500B PRC (Бірінші беретін генератор) плезихронды цифрлық иерархия (PDH), сихронды цифрлық иерархия (SDH), немесе синхронды оптикалық желінің (SONET) технологияларын пайдаланатын телекоммуникациялық желілерде қолдануға арналған.

OSA6500B PRC (Oscilloquartz), OSA 5585 PRS, OSA 5548B SASE, және OSA 5530B SDU−дың үш модулімен жабдықталған. Осы модульдердің әртүрлі комбинациясы мен сандары бар OSA 6500B PRC GPS қабылдағыштары біріккен екі тәуелсіз қайталауы бар цезийлік түтікшелердің үшеуіне дейін қоса алады.

Функциялары:

1) синхрондау үлгісінің түрлілігі:

− бір немесе одан артық цезийлік стандарт,

− бір немесе одан артық біріккен GPS қабылдағыштар,

− бір немесе одан артық жиілік үдгілер саны (64kHz−ден 10MHz дейін),

− бір немесе одан артық электрлік үлгі (2.048Mb/s, 1.544Mb/s),

2) синхрондау үлгісінің үнемі бақылауы;

3) тіректік сигнал таңдау үшін төрт критерийді қамтамасыз етуі:

− автоматтық тәсіл,

− қол тәсілі,

− ырықсыз тәсіл,

− жұмыс режімі.

4) жеке немесе екі қайтара жұмыс режімінде конфигурациялау;

− екі қайтара жұмыс режімінде орталықтандырылған немесе орталықсыздандырылған PRC сияқты конфигурацияланған.

5) 112−ге дейін синхрондау шығысынқамтамасыз етеді;

− OSA 5530B SDU модулімен біріккен жағдайда 228 дейін қосымша шығыс (бұл жалпы шығыс санын 400−ге дейін көбетеді).

6) шығысты қорғаудың бірнеше сұлбасын қамтамасыз ету;

− сыртқы SDU щығысындағы (1+1) сигналдық қорғаныс мүмкіндігі, мысалы OSA 5530B SDU.

Ерекшеліктері:

1) синхрондаудың барлық үлгілерінің сапасын мен статусын бір мезгілде бақылау, фазалық үздіксіз өлшеуімен бірге,

2) синхрондаудың 2.048Mb/s және 1.544Mb/s шығысында сәйкес келетін SSM−дерек қою,

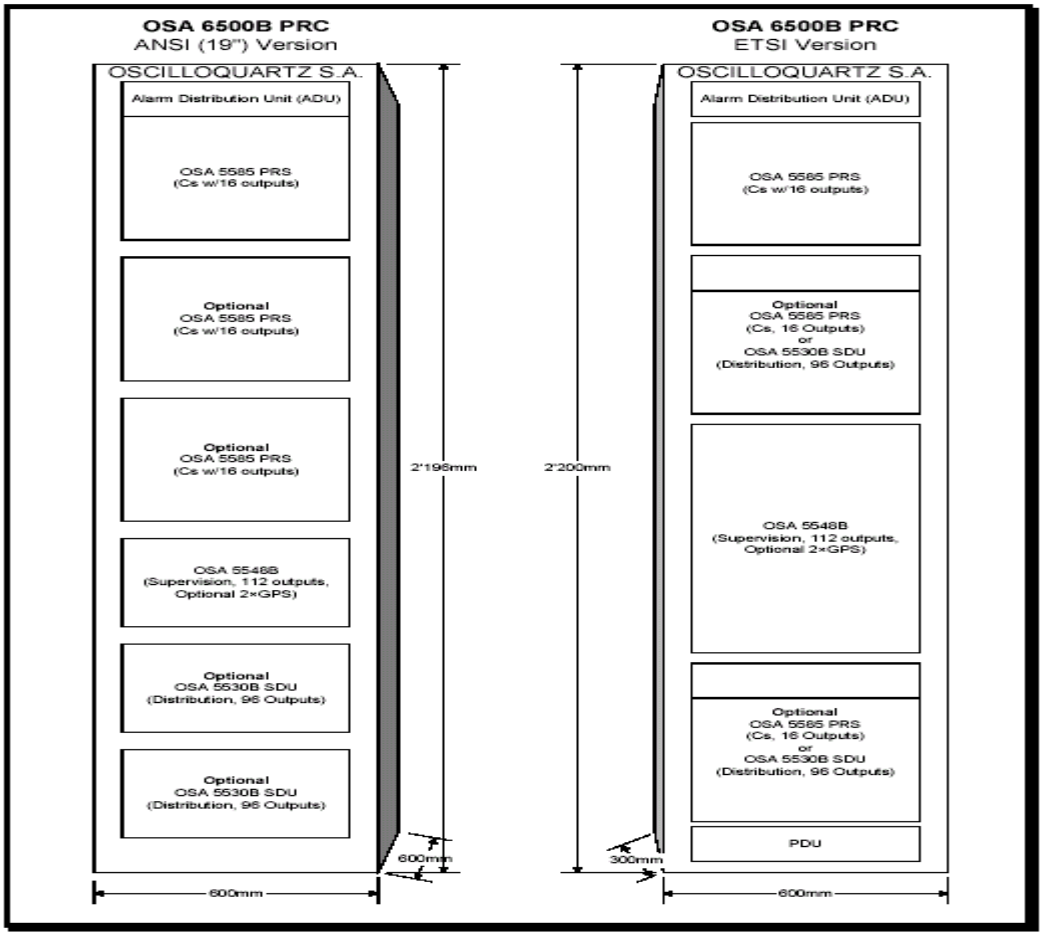
3) бақылау (басқару) қызметін және істен шығуын хабарлау SyncView орталық басқару жүйесімен байланыс.

3.5.2 Жабдықтың сипаттамасы. Жабдықтың түрі

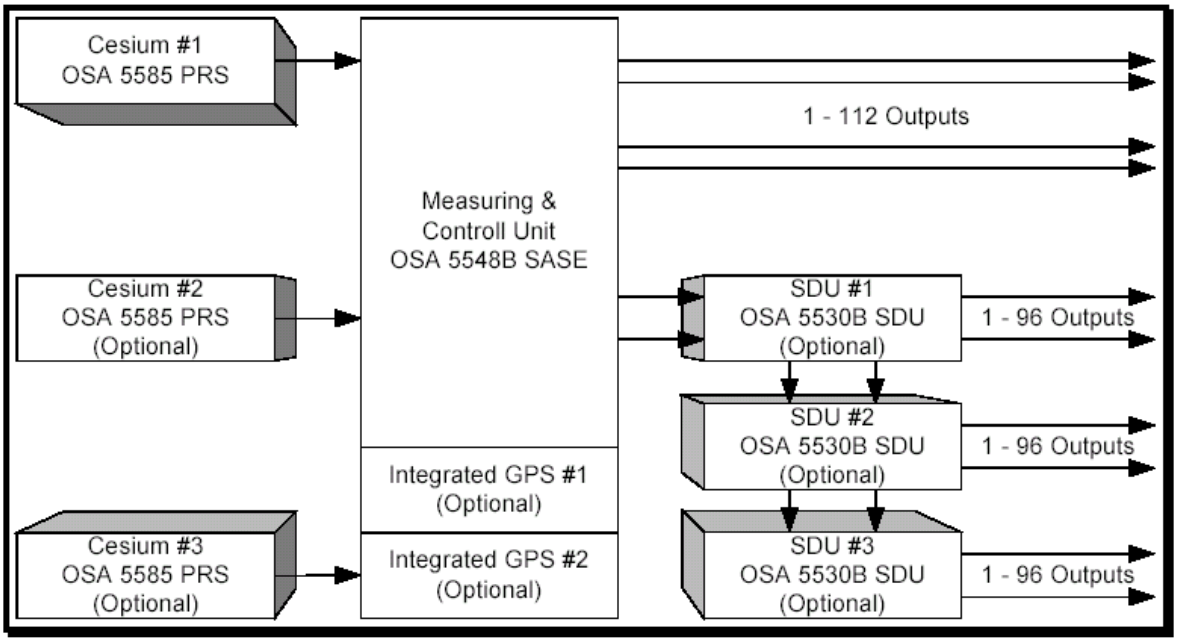
OSA 6500B PRC ETSI немесе 19” ANSI стандартына сәйкес жеткізіледі.

ETSI версияда OSA 6500B PRC ағытпалары артқы жақта орналасқан 19” ANSI ағытпалары артқы жақта орналасқан. ETSI және ANSI версиясында OSA 6500B PRC физикалық орналасуы суретте көрсетілген.

(OSA 5585 PRS) цезийлік бір түтікше және өлшеу мен бақылау блогынан басқа (OSA 5548B SASE), OSA 6500B PRC−дағы басқа бөліктер міндетті түрде қажет емес (2 суретте көрсетілгендей). Орталық OSA 6500B PRC блогы 112−ге дейін қорғаныссыз шығыстарды қолдайды (бұлар қорғаныстағы комбинацияларға сәйкес). Синхронды сигналдардың ішкі және сыртқы блогын қолданған жағдайжа (OSA 5530B SDU) шығыс сигналдар саны көбеюі мүмкін. Қосымша артықшылық жағдайда екі (көршілес) торап арасында екі бөлігі өзара қатынаста болатын орталықсыздандырылған (бөлшектенген) жүйесіне OSA 6500B PRC үйлесуі мүмкін. Барлық бөліктері өлшеу мен басқару блогында басқару интерфейсі арқылы іштей бақылауда болады.



3.1сурет − Жүйелі архитетура



3.2сурет − OSA6500B PRC блок диаграммасы

(OSA 5585 PRS) цезийлік бір түтікше және өлшеу мен бақылау блогынан басқа (OSA 5548B SASE), OSA 6500B PRC−дағы басқа бөліктер міндетті түрде қажет емес (2 суретте көрсетілгендей). Орталық OSA 6500B PRC блогы 112−ге дейін қорғаныссыз шығыстарды қолдайды (бұлар қорғаныстағы комбинацияларға сәйкес). Синхронды сигналдардың ішкі және сыртқы блогын қолданған жағдайжа (OSA 5530B SDU) шығыс сигналдар саны көбеюі мүмкін. Қосымша артықшылық жағдайда екі (көршілес) торап арасында екі бөлігі өзара қатынаста болатын орталықсыздандырылған (бөлшектенген) жүйесіне OSA 6500B PRC үйлесуі мүмкін. Барлық бөліктері өлшеу мен басқару блогында басқару интерфейсі арқылы іштей бақылауда болады.

3.5.3 Модульдер: OSA 5585 PRS

Қызметі:

1) OSA 5585 PRS атомдық цезийлі генераторды пайдалана отырып, ITU−T−ден G.811 ұсынысына сапасы сәйкес мерзімдеуші сигналдар шығарады;

2) OSA 5585 атомдық цезийлі генератор шығарған мерзімдеуші сигналдарды көптеген шығыстарға таратады және шығыс сигналдарын стандарт сигналдарға айналдырады;

3) OSA 5585 атомдық цезийлі генератордан алынған қосымша 10 МГЦ сигналды қамтамасыз етеді;

4) OSA 5585 1 PPS сигналының ішкі генерациясын қамтамасыз етеді;

5) OSA 5585 төңіректік басқару жүйесі арқылы басқарылыуы мүмкін (5585 үшін LM);

6) OSA 5585 жарық диод көмегімен беттік панельде жабдықтың істен шығуын көрсетеді, және де график түрінде төңіректік басқару жүйесінде көрсетеді.

OSA 5548B SASE

Қызметі:

1) OSA 5548B SASE кез−келген комбинацияда алты үлгілік шығыс синхронды сигнал қабылдай алады:

− 2.048Mb/s,

− 1.544Mb/s,

− жиіліктер (64kHz−тен 10MHz−ке дейін),

−GPS қабылдағыш (екі кіріс слотын қолданады).

2) OSA 5548B SASE синхрондаушы кіріс сапасы төмендеген жағдайда немесе сәтсіздікке ұшыраса, келесі артықшылығы бар синхрондау кірісін таңдайды,

3) OSA 5548B SASE тіректік сигнал таңдаудың төрт критериін қамтамасыз етеді:

− автоматтық тәсіл,

− қол тәсілі,

− ырықсыз тәсіл,

− жұмыс режімі.

4) синхрондаудың барлық кірістері сәтсіздікке ұшыраса немесе сапасы төмендеген жағдайда, жоғары сапа резервін беретін генератор ретінде қолданылады (ұстап тұру режімі);

5) синхрондаудың 112−ге дейінгі шығысын қамтамасыз етеді;

6) шығыстың барлық тәсіміндерезервтеу (1:1);

7) синхронды сигналдар (OSA 5530B SDU) тарату блогында шығысты резервтеуді (1+1) қамтамасыз етеді;

8) бақылау (басқару) қызметін және істен шығу жағдайын хабарлау үшін төңіректік басқару жүйесі (5548B үшін LM) және/немесе орталық басқару жүйесімен (SyncView ®) байланысады.

Сипаттамалары:

1) синхрондау шығысындағы 2Mbit/s Синхрондаудың Статус Дерегін (SSM) бақылайды;

2) 2Mbit/s синхрондаушы шығыста сәйкес SSM−деректі генерациялайды;

3) сигналдардың статусы мен сапасын синхрондаудың барлық алты кірісінде бірмезгілде бақылайды, фазалық үздіксіз өлшеуімен бірге;

4) таңдап алынған синхрондаушы сигналдар көздерінде джиттер мен вандерді азайтады;

5) барлық синхрондаушы көздерде сапаны өлшеу.

OSA 5530B SDU

Қызметі:

1) синхрондау үлгісінің сыртқы екі кірісін қабылдау;

2) синхрондаудың артықшылығы бар кірісін таңдау;

3) синхрондаудың бірінші кірісі сәтсіз болған жағдайда, синхрондаудың екінші кірісі автоматты түрде таңдау;

4) синхрондау көздерінің бір қалыпты қайта қосылуын қамтамасыз етеді (фазаның ауытқуысыз)

5) 96−ға дейін синхрондаудың қорғаныстағы (1+1) немесе қорғаныссыз шығысын қамтамасыз ету;

6) RS232 b RS 485 интерфейсі арқылы жергілікті немесе қашықтық басқару мен бақылау.

3.6 Екінші беретін генератор OSA 5548B SASE (Stand−Alone Sync Equipment)

Қызметтік сипаттамалары:

Архитектура

− модульдік, икемдік және сенімділік,

− модульді құрылғыны өшірместен ауыстыру,

− қызмет көрсетудің құнының аздығы,

− болашақ талаптарына сәйкес оңай жаңғырту.

Кіріс интерфейстер модульдері

− E1 ағыны,

− E1 ағыны синхрондау жүйесі статусының деректерін таратумен бірге (SSM),

− 1/1.544/2.048/5/10 МГц,

− 12−ге дейін кіріс интерфейсі, синхрондау жүйесі сапасының параметрлер мониторингі (параметр MTIE/TDEV/жиілігі/фазалар түрлілігі).

Генератор параметрі

Stratum 2E/2/3E деңгейі (МСЭ−Т терминдерінде−транзиттік немесе ақырғы генератор деңгейі).

− рубидийлік стандарт,

− кварцтік генератор.

Шығыстық интерфейстер

− қарапайым немесе резервтелген E1 шығысы,

− SSM –дерегін генерациялаумен E1 шығысы,

− 1/1.544/2.048/5/10 МГц,

− шығыс қуаты: 19 ”− стойка екі есілік құрылғыда 400−ге дейін порт шығысы, 23 “ –стойка екі еселік құрылғыда 520−ға дейін.

Қашықтатылған басқару

− RS232/Ethernet басқару порты,

− кіргізілген TL1 – интерфейс,

− интерактивті ASCII – интерфейс,

− TMN−мен түйіндесу үшін QS интерфейсі,

− SMNP интерфейсі.

Стандарттарға сәйкестік

− қазіргі заманғы және перспективті ITU − T, ETSI, ANSI, EIA, Bellcore және AS/CE стандарттар талабын қанағаттандырады,

− ЭМС нормаларына сәйкес.

OSA 5548B SASE қолданылуы

− OSA 5548B SASE талаптарды қанағаттандыру үшін құрылғының пішімін қарапайым өзгерту жолымен жасалған,

Генераторды пайдаланудың негізгі мысалдары:

− екінші генератор құрылғысы, SDM/ATM цифрлық бірінші желінің синхронды жиілігін тарату және қалпына келтіру,

− екінші желінің бірінші үлгілік генераторы,

− транзиттік генератор,

− BITS жүйесінің ақырғы генераторы.

Икемді архитектура және резервтеу

OSA 5548B SASE архитектурасы қазіргі және перспективтік барлық талаптарды қанағаттандыратын модульдерді қолдану негізінде жасалған.

Құрамына келесі модуль топтары кіреді:

− ЭМС бойынша тұрақтылығы жоғары модульдер,

− синхронды жиіліктер мен синхрондау параметрлерінің мониторингін алуға арналған кіретін жолдар модулі, (1−3 порттан әрқайсысына максимум төрт модуль),

− орталық процессор модулі,

− рубидий немесе кварцтік стандарттың бір немесе қос модулі,

− ИКМ−ның циклдық сигналдың жеке немесе қос генераторы,

− жеке немесе резервтенетін шығыстық модульдер (ең көбі 40 шығатын сызық (жол) 19 «−стойка үшін немесе 80 шығатын сызық (жол) 23»−стойка үшін),

− кеңейтудің екі модуліне дейін: жеке немесе резервтенетін шығыс модульдері (ең көбі 180 шығатын сызық (жол) кеңейтудің 19 « стойка модулінің әрқайсысы үшін немесе 220 шығатын сызық 23» орындау үшін).

Жоғары сенімділігі қамтамасыз ету

OSA 5548B SASE әрбір моделіне жаңа техникалық құралдар мен бағдарламалық қамтамасыз ету кіреді. Мның нәтижесінде сенімділіктің, икемділіктің жоғары көрсеткіштері мен қызмет атқарымдығына қол жеткізуге болады. Модульдер щығатын байланыс сапасының параметрлерін бұзбай және TSG жұмысын тоқтатусыз қойылып және алына алады. Әрбір модуль едәуір маңызды параметрлерді өлшеу мен істен шығу туралы сигналдарды тіркеуді іске асырады. Коммуникациялық порт арқылы қашықтатылған және төңіректік басқару қамтамасыз етіледі.

Негізгі модульдер

Кіретін жолдар модулі – Input

Бұл модульдер мынадай шығатын сигналдар үшін пішімдік үйлесімге келе алады:

– E1 (G.703/6 немесе G.703/10),

– DS1 (D 4/SF немесе ESF),

– E1 SSM дерек (мәлімет) таратумен бірге,

– MTIE/TDEV мәліеттерін E1 ағынында тарату,

– 1/1.544/2.048/5/10 МГц.

Әрбір порт импеданс бойынша талаптарға сай жеке пішімдік үйлесімге келе алады.

CPU – Comm негізгі процессор модулі

Бұл модуль пайдаланушы тарапынан OSA 5548B SASE толық басқаруын қамтамасыз етеді. Егер OSA 5548B SASE қосымша TMN − NMS бағдарламалық қамтамасыз етумен жабдықталған болса, модуль қосымша қызметтердің көптеген түрін көрсете алады: құрылғы жұмысының қателіктері мен бұзылыстарын іздеу, табу, және жою, мониторинг, шығару, қорғау, қашықтық басқару және т.б. CPU модулі келесі басқару интерфейсін қолдайды:

– PS 232 екі порты,

– Ethernet бір порт,

– Енгізілген TL 1,

– ASCII негізіндегі интерактивті қисындық интерфейс,

– TMN−да интеграциялау үшін Q3/CMIP интерфейсі (қосымша жеткізіледі),

– SNMP интерфейсі (қосымша жеткізіледі).

Syn Clock – ішкі көздер модулі

Модуль OSA 5548B SASE жұмысының автономдық (плезиохрондық) режімін қамтамасыз етеді. Жұмысқа қойылатын талаптарға байланысты плезиохронды режімде модульдің әр түрлі құрылымы болуы мүмкін. Модуль Stratum 2E/2/SE деңгей көздерінің талабын және синхрондаудың транзиттік немесе ақырғы көздері деңгейінің тұрақтығы талабын қанағаттандырады. Модуль құрамына мына көздер кіреді:

– рубидий стандарты,
– иермостаттаулы кварцтік генератор.

Кіретін сигналды жоғалтқан жағдайда OSA 5548B SASE автономдық (плезиохрондық) жұмыс режіміне ауысады. Бұл үшін арнайы бағдарламамен қамтамасыз ету пайдаланылады.

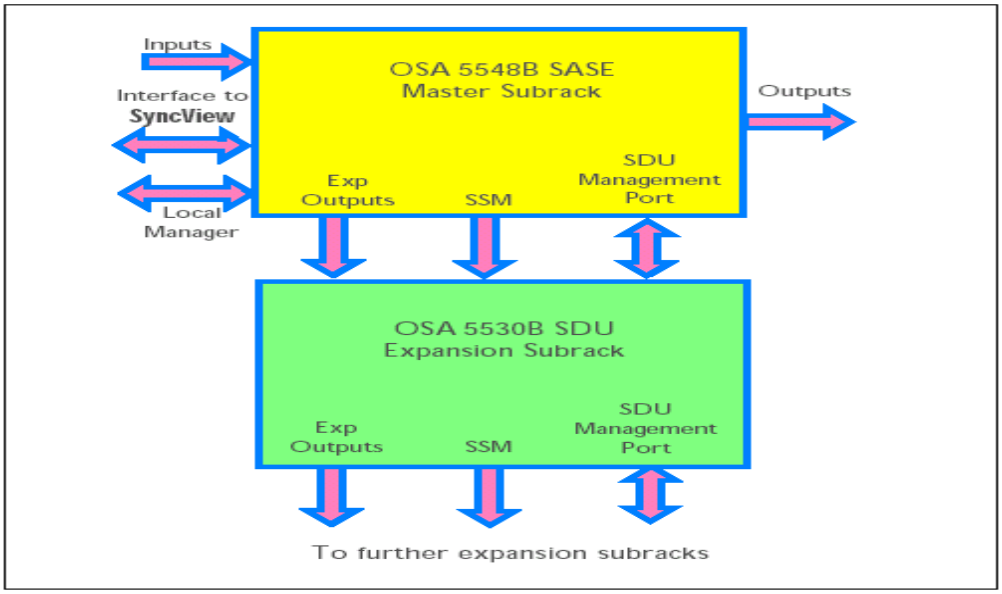
Frame Gen – циклдық сигналды генерациялау модулі

Бұл модуль мынадай шығыс сигналдарын генерациялауды қамтамасыз етеді:

– E1 (G.703/6 немесе G.703/10),
– DS1 (D 4/SF немесе ESF),
– E1 SSM дерек (мәлімет) таратумен бірге,
– MTIE/TDEV мәліеттерін E1 ағынында тарату,
– 1/1.544/2.048/5/10 МГц.

Output plus – шығатын жолдар можулі

Шығатын жолдар модулі берілген циклдық құрылымының щығатын сигналдарын генерациялауды қамтамасыз етеді. Қосымша 1.544 және 2.048 МГц жиілікті TTL және RS 449 сигналдарын генерациялау мүмкіндігі бар.

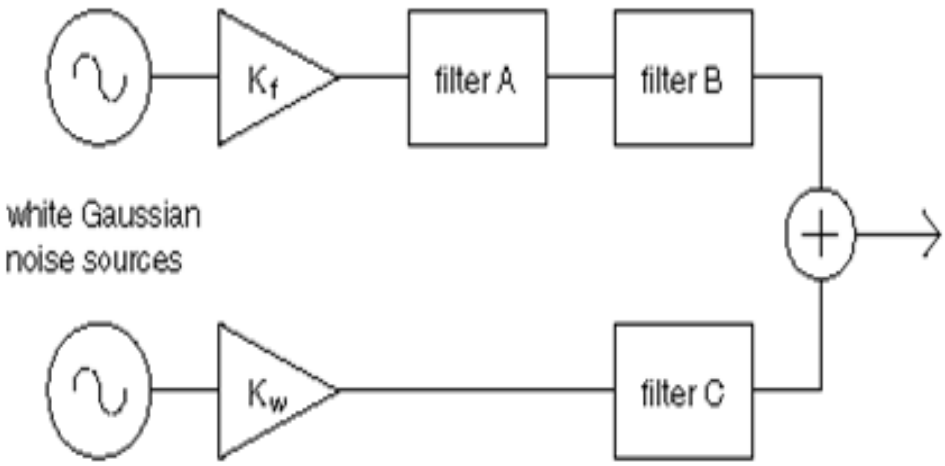


3.3сурет – Retiming plus – синхрондауды енгізу модулі

Бұл модуль синхрондаушы сигналды трафикті санды арнаға енгізуге арналды.

3.7 SSU Шуылдың математикалық моделінің параметрлерін есептеу (MTIE и TDEV)

Төменде келтірілген SSU шуыл моделі белгілі PLL (ФАПЧ) блогының сұлбасынан алынады. Одан шығыс сигналының едәуір маңызды шу көздері алынған және жеке модельденген (ақ фазалық шуыл және жылтылдақ фазалық шуыл). Беретін генератордың бұл қарапайым моделі ФАПЧ ілмегіндегі кернеумен басқарылатын генераторға (VCO) дейінгі нүктелер мен VCO –дан кейінгі нүктелерге енгізілетін шуылдар көздерінің тигізетін әсерін көрсетеді. Ол TDEV−те рұқсат етілген SSU шуылын генерациялауға қойылатын талаптарға сәйкес келетін MTIE пердесін алу үшін пайдаланылады және ол 4.4 – суретте көрсетілген.



3.4сурет − Берілетін SSU генератор моделі

3.4 – суретіндегі сұлбаның толықтамасы мынадай:

– шуыл көздері $\sigma_n = 1$ нс стандарттық ауытқуы және нөлдік орташа мәні бар кездейсоқ Гауссов есептеуін береді; шуыл жолақшасы B_n=5 Гц–ке тең деп шамаланады. Ол тәуелсіз есептеу жағдайында 0,1с дискреттеу уақытына сәйкес келеді;

– А фильтрі жиіліктің қажетті ауқымында жылтырауық шуыл спектрінің қалыптасуын модельдейді:

– В фильтрі VCO−ға дейінгі беретін генератордың жылтырауық

$$H_A(s) = \prod_{n=1}^{8} \frac{1}{\sqrt{7}} \times \frac{s + \alpha_n \sqrt{7}}{s + \alpha_n} \quad \alpha_{n+1} = 7\alpha_n \quad \alpha_8 = 2\pi \times 6{,}72 rad/s; \qquad (3.1)$$

фазалық шуылын тменгі жиілікті сүзгілеуді модельдейді. (В беретін генератордың жолақшасы болып есептеледі)

$$H_B(s) = \frac{B}{s+B} \qquad \beta = 2\pi \times B. \tag{3.2}$$

– С фильтрі VCO−дан кейінгі беретін генератордың ақ фазалық шуылын жоғарғы жиілікті сүзгілеуді модельдейді. (B беретін генератор жолақшасы болып табылады):

– K_f жылтырауық шуылының күшеюінің, K_w ақ шуылының

–

$$H_C(s) = \frac{B}{s+\beta} \qquad \beta = 2\pi \times B \tag{3.3}$$

күшеюінің белгіленген мәндері және беретін генератордың B жолақшалары TDEV және MTIE−дің нақты шуылдық сипаттамаларымен анықталады. Берілген модель негізінде, егер аппроксимация енгізілген болса, TDEV және MTIE асимптомдық жүрісі белгіленіп, K_f, K_w және B параметрлері арасындағы қарапайым талдау қатынастары орнауы мүмкін:

– Қарастырылған жиіліктер аумағында A фильтрі фазалық жылтырауық шуыл спектрінің құралуын тиімді модельдейді, яғни:

– Берілген жолақша бойынша спектрлік сипаттамаларында TDEV асимптомдық бағалау орындалуы мүмкін:

$$H_A(s) = \sqrt{\frac{2\pi f_0}{s}} \qquad f_0 = \alpha_1 / (2\pi \times \sqrt[4]{7}) = 5\ \mu\text{Hz}; \tag{3.4}$$

– мұндағы − $S_x(f)$ бірлік аралығымен берілетін фазалық шуылдың бір жолақтық спектрінің тығыздығы, ал τ − бақылау аралығы;

– MTIE статистикалық түрде 2σ бағаланады, бұл TIE (TIErms) төртеселік стандарттық ауытқуына сәйкес болады және өлшенген MTIE мәнінің 95 проценті бағаланған мәннен төмен болатынын білдіреді:

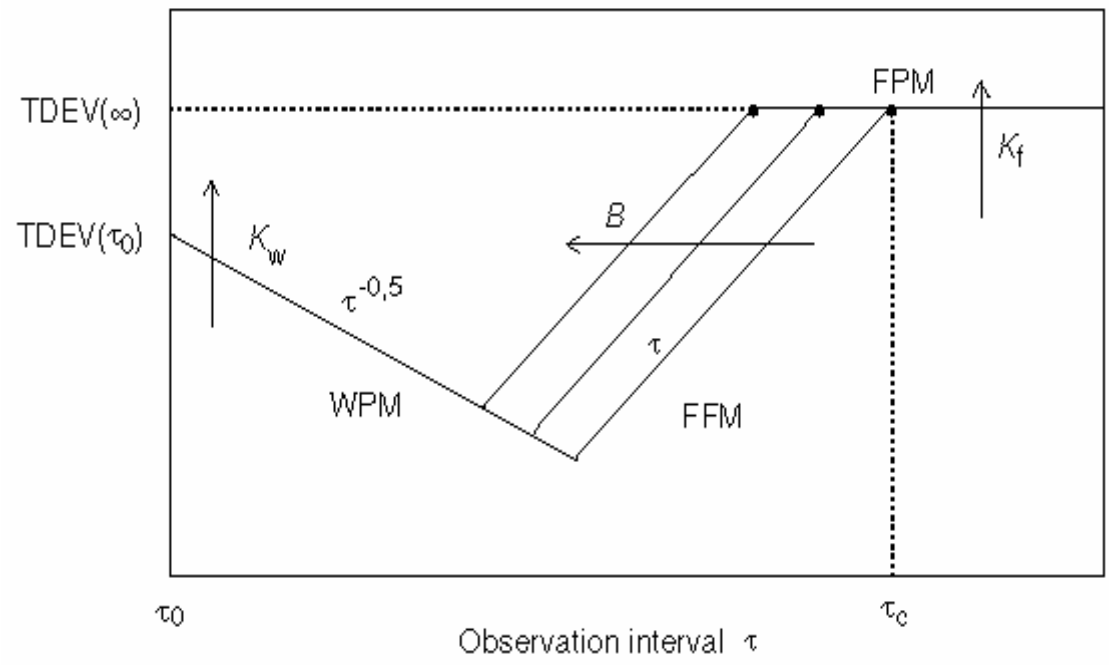
$$\text{MTIE}(\tau) \approx 4\sqrt{4\int_0^{\infty} S_x(f)\sin^2(\pi f \tau)df} \tag{3.5}$$

– берілген жорамалда нәтиже ретінде TDEV және MTIE үшін мынадай ассимптомды аппроксимацияланған баға беріледі:

– Ары қарай TDEV және MTIE үшін $B_\tau \approx 0{,}13$ және $B_\tau \approx 0{,}3$ жағдайда жылтырауық шуылға арналып екі ассимтотикалық мағына ($B_\tau \to 0$ және $B_\tau \to \infty$) қанағаттандырылғаны есептеліп шығуы мүмкін; TDEV мағынасы $B_\tau \approx 0{,}26$ жағдайда ақ шуыл үшін қанағаттандырады, сол кезде $B_n >> B$ жағдайда B_τ MTIE−ге қатты әсер етеді.

3.3 − кесте. TDEV және MTIE үшін формулалар

Формуланың қолданылуы	TDEV	MTIE
Ақ шуыл $(B\tau \to 0)$	$0{,}71 \times \frac{K_w \sigma_n}{\sqrt{B_n \tau}}$	$7{,}1 \times K_w \sigma_n$
Ақ шуыл $(B\tau \to \infty)$	$0{,}36 \times \frac{K_w \sigma_n}{\sqrt{B_n \tau \times B\tau}}$	$7{,}1 \times K_w \sigma_n$
Жылтырауы $(B\tau \to 0)$ қ шуыл	$3{,}5 \times K_f \sigma_n \sqrt{\frac{f_0}{B_n}} \times B\tau$	$25 \times K_f \sigma_n \sqrt{\frac{f_0}{B_n}} \times \sqrt{\log\left(\frac{1}{B\tau}\right) - 0{,}92} \times B\tau$
Жылтырауы $(B\tau \to \infty)$ қ шуыл	$1{,}1 \times K_f \sigma_n \sqrt{\frac{f_0}{B_n}}$	$5{,}6 \times K_f \sigma_n \sqrt{\frac{f_0}{B_n}} \sqrt{\log(B\tau) + 2{,}42}$



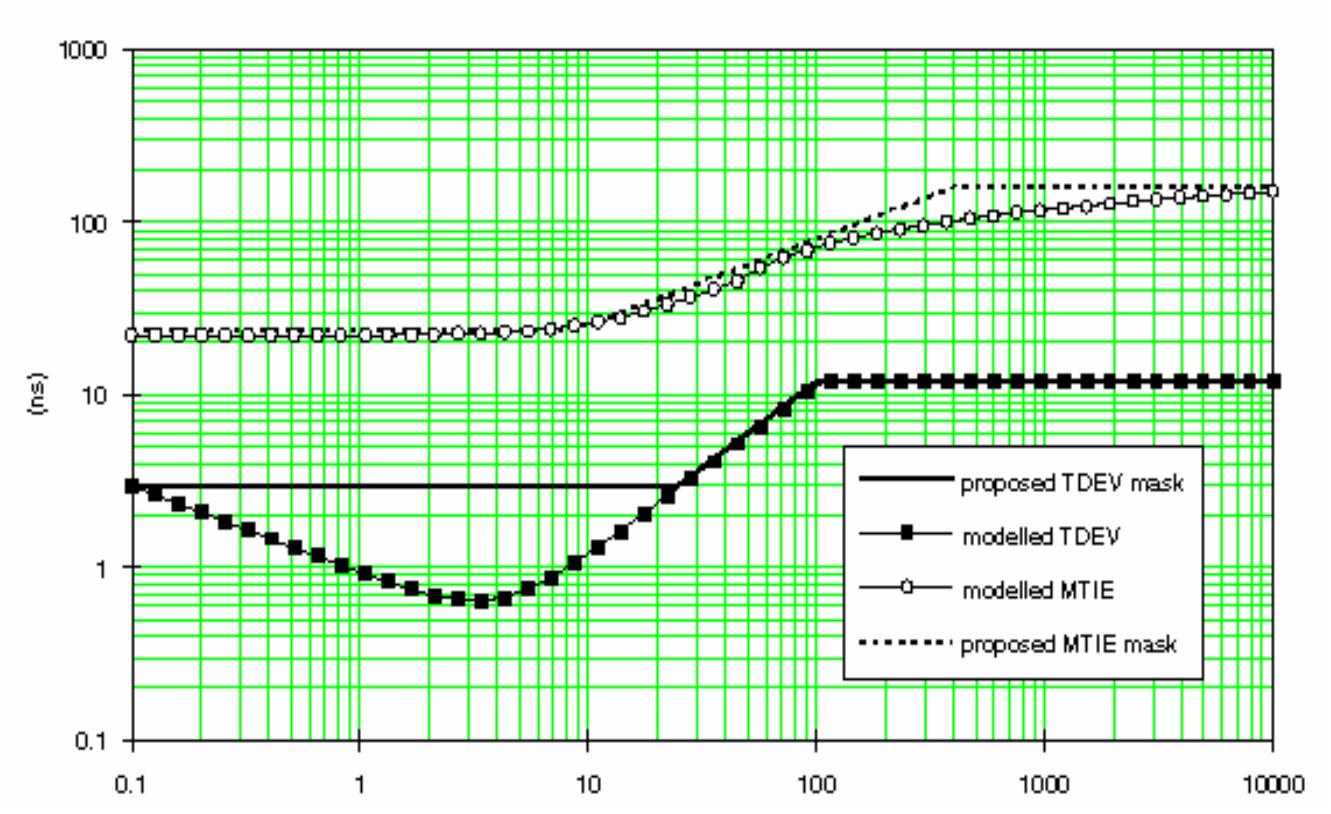
3.5 − сурет. SSU моделінің TDEV асимптотикалық жүрісі

Алдындағы суретте TDEV негізгі деп есептеп, өз пердесіне сәйкес келетін беретін генератор моделін толықтай анықтау үшін модель параметрлерін есептеп шығаруға болады: 12 нс аумағынан және үзілу нүктесінен

K_f = 11000 және $B \approx 3$ МГц,

екенін есептеуге болады. Ақ фазалық шуыл бақылаудың аздаған аралықтарында үстем болатынын ескере отырып, 3нс деңгейінде TDEV K_w =3 үйлесімді болады ($B_\tau \to 0$ мағынасы пайдаланылады).

K_f, , K_w және B параметрлерінің берілген мәндерінде және жоғарыда келтірілген аппроксимацияланған мағыналарда асимтомдық TDEV және MTIE қисығы (3.6 − суретте көрсетілген мынадай нәтижеге әкеледі: модельденген TDEV ұсынылған TDEV пердесімен үйлесімді екенін растайды. (3.6 − суретте көрсетілген). Сонымен қатар, молельденген MTIE ұсынылған MTIE пердесі үйлесімдік анықтамасы үшін негіз ретінде пайдаланылады (ол да суретте көрсетілген).



τ бақылау аралығы

3.6 сурет − Ұсынылатын перделер мен модельденген ассимптомдық мағыналар арасындағы үйлесімдік

3.8 Ұзақ мерзімді фазалық өтуге реакция (мәліметтердің шөгуі режімі)

Берілген техникалық талаптар тактілі синхрондаудың шығыс сигналында фазаның максималь өзгеруін шектейді. Және де, олар кіріс сигналын бұзылуы кезінде немесе ішкі тұрақсыздық жағдайында фазалық өзгерудің жиналуын шектейді.

Үлгілік сигналдың SEC−те жоғалды жағдайында мәліметтердің шөгуі режімі енгізіледі. Фазалық қателік, ΔT, кіріске қатысты SEC шығысында

үлгілік сигналдың жоғалуы кезінде кез–келген S > 15 с мерзімінде мынадай рұқсат етілген шектеуден аспауы қажет:

$$\Delta T(S) = \{(a_1 + a_2)S + 0{,}5\, b\, S^2 + c) \qquad (3.6),$$

Мұндағы, a_1 = 0,5 нс/с (1 ескертуді қара);
a_2 = 2 000 нс/с (2 ескертуді қара);
b = 1,16 $\times 10^{-4}$нс/с^2 (3 ескертуді қара);
c = 120 нс (4 ескертуді қара).

Ескерту 1: a_1 жиілік ығысуы 5×10^{-8} (0,05 ppm) мәніне сәйкес келетін бастапқы жиілік ығысуы болып табылады.

Ескерту 2: a_1 жиілік ығысуы беретін генератордың мәліметтердің шөгуі режиміне енгеннен кейінгі температуралық өзгірістердің ескереді және 2×10^{-6} (2 ppm) мәніне сәйкес болады. Егер температуралық өзгерістер болмаса, $+a_2S$ элементтің фазалық қателігі болмауы керек.

Ескерту 3: b дрейфі ескіру салдарынан болады: 1,16 $\times10^{-4}$ нс/с^2 дрейф жиілігіне 1 $\times10^{-8}$ /күн (0,01 ppm/күн) сәйкес болады. Бұл мән күнделікті 10 күн/бай жұмыс істеуден кейінгі кәдімгі ескіру сипаттамасынан алынады. Ол бір күндік есептеуге арналмаған, себебі температуралық әсер үстем болады.

Ескерту 4: c фазалық ығысу мәліметтердің шөгуі жағдайына ену кезеңінде пайда болатын қосымша фазалық ығысуға көңіл аудартады.

Сонымен, қалыпты температурадағы мәліметтер шөгуі режімінде SEC жұмысында кездесетін фазалық қателіктерді есептейік.

Сонда

$$\Delta T(S) = \{a_1 S + 0.5bS^2 + c\ \} \qquad (3.7)$$

S периодындағы түрлі мәндерді есептеп, фазалық қателігінің графигін жасаймыз.

1) S=10с болғанда
2)

$$\Delta T(S) = \{0{,}5\cdot 10 + 0{,}5\cdot 1{,}16\cdot 10^{-4}10^2 + 120\} = 125{,}0058\text{, нс}$$

3) S=100с болғанда
4)

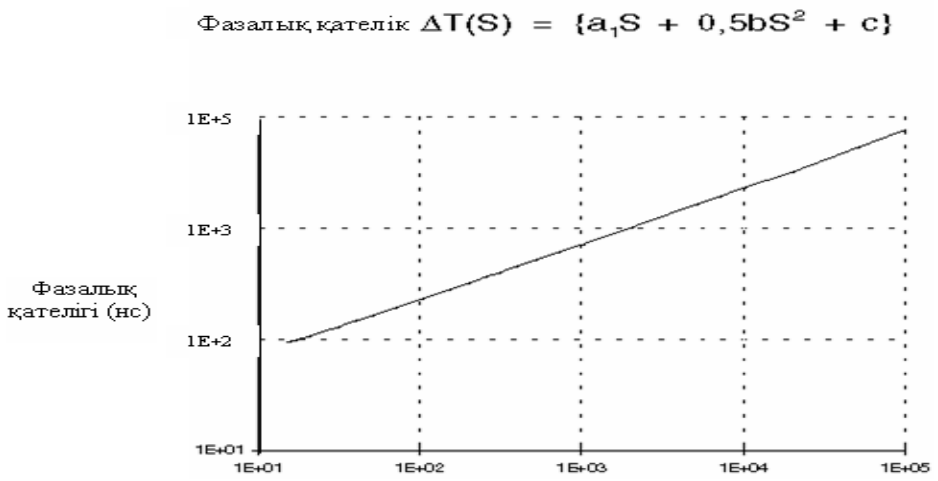
$$\Delta T(S) = \{0{,}5\cdot 100 + 0{,}5\cdot 1{,}16\cdot 10^{-4}100^2 + 120\} = 170{,}58\text{, нс}$$

5) S=1000с болғанда
6)

$$\Delta T(S) = \{0{,}5\cdot 1000 + 0{,}5\cdot 1{,}16\cdot 10^{-4}1000^2 + 120\} = 678{,}0031\text{, нс}$$

7) S=10000с болғанда
8)

$$\Delta T(S) = \{0{,}5\cdot 10000 + 0{,}5\cdot 1{,}16\cdot 10^{-4}1000^2 + 120\} = 10920{,}0134\text{, нс}$$



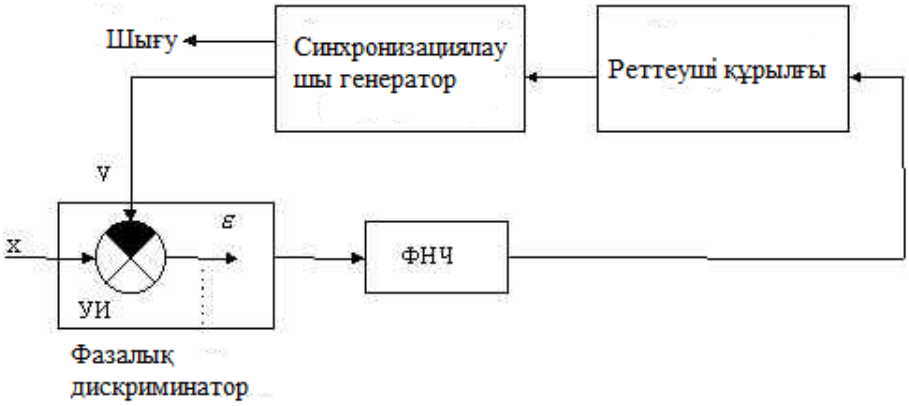
3.7сурет − Қалыпты температурадағы мәліметтер шөгуі режіміндегі SEC жұмысында кездесетін мүмкін болатын фазалық қателіктер.

Бұл мүмкін болатын шек ±4,6 ppm максималдық жиілік ығысуы арқылы анықталады. Қалыпта температурадағы (яғни температуралық әсер азғантай) нәтижелеуші жалпы талаптар 4.7 − суретте жинақталған.

3.9 Жиіліктің фазалық автоикемдеу жүйесінің параметрлер есебі

ФАПЧ (ЖФАИ) фазалап дәл жумыс істейді, яғни синхрондаушы және синхрондалушы генераторлар арасында өзара жиіліктің бұзылуы болған жағдайда ол салыстырылатын екі тербеліс аралығында болатын фазалық ығысуды есебінен бұл бұзылыстың есебін қайырады.

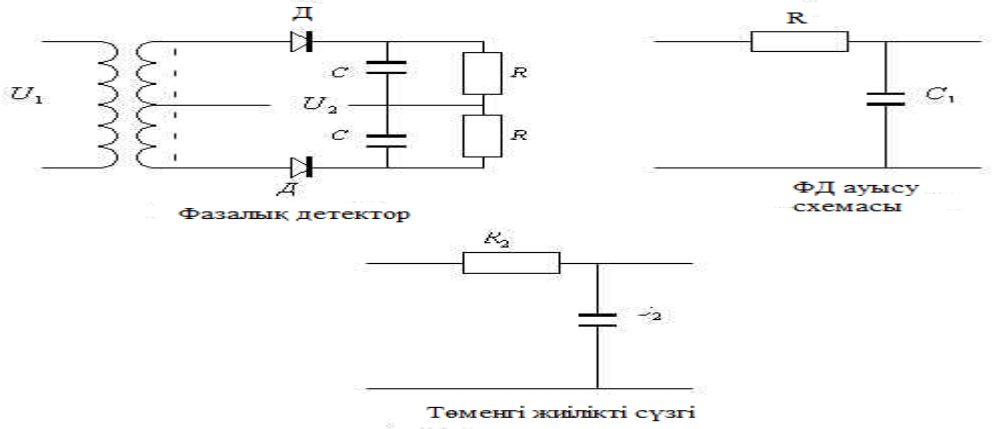
ФАПЧ (ЖФАИ) жүйесіне жататын негізгі бөлімдер: фазалық дискриминатор (ФД), төменгі жиіліктер сүзбесі (ТЖС), реттеуші құрылғы (РҚ), синхрондалушы генератор (СГ). Синхрондалушы генератор реттеу объекті болып табылады. Фазалық детектор өлщеуіш құрылғының (ӨҚ) қызметін атқарады. (3.8 − сурет)



3.8 сурет − ФАПЧ (ЖФАИ) жүйесіне жататын негізгі бөлімдер

Аталған бөлімдерді сызықтық және бағытталған қасиеті бар деп есептейік. Жасалған болжам тек фазалық детектор мен ТЖС арасында айыру болған жағдайда ғана дұрыс болады.

Қызметтік бөлімдерді типтік бөлімдерге ауыстыру үшін әр бір жеке бөлімнің принциптік сұлбасын келтірейік (3.9 − сурет). Фазалық детекторды инерттік бөліммен ауыстыруға болады. Төменгі жиіліктер сүзбесі де инертті бөлім болып табылады. Синхрондаушы генератордың беруші қызметін толығырақ қарастырайық[18].



3.9 − сурет. Әр бір жеке бөлімнің принциптік сұлбасы

ТЖС –нің шығысындағы кернеу әсерінен синхрондалушы генератор жиілігі өзгереді. Әдетте, реттеуші құрылғы шығысындағы кернеу әсерінен болатын генератор жиілігінің өзгеру заңдылығы сызықтық:

$$\Delta\omega = k_3 \Delta u \tag{3.8}$$

Алайда, ФАПЧ (ЖФАИ) жүйесіндегі өлшеуіш құрылғы (фазалық детектор) фазаларды салыстырады, сол себепті синхрондалушы генератордың беруші қызметін анықтау кезінде оның шығатын өлшемі ретінде $\Delta\varphi$ фазаның өзгеруін алу керек.

Жиілік пен фазаның өзгеруі белгілі қатынаспен байланысты:

$$\Delta\omega = \frac{d\Delta\varphi(t)}{dt}$$

$$k_3 \Delta u = \frac{d\Delta\varphi}{dt} \tag{3.9}$$

Лаплас бойынша 3.9 теңдігінің оң және сол жағын өзгертіп, мынадай теңдік шығады.

$$k_3 \Delta U(p) = p \Delta \varphi(p) \tag{3.10}$$

3.10 теңдігінен сихрондалушы генератордың беруші қызметін анықтаймыз:

$$W_Г(p) = \frac{\Delta \varphi(p)}{\Delta U(p)} = \frac{k_3}{p} \tag{3.11}$$

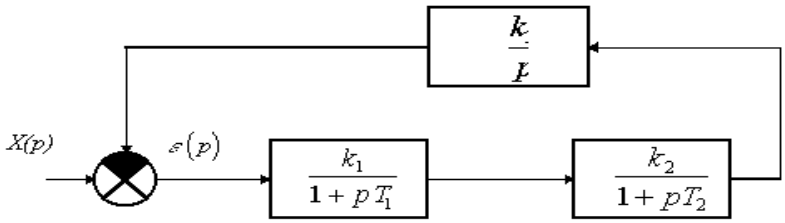
Сонымен, (3.11) беруші қызмет негізінде мынадай қорытынды жасауға болады – сихрондалушы генератор интеграциялаушы бөлім болып табылады.

ФАПЧ жүйесіндегі әрбір бөлімнің беруші қызметіне сәйкес құрылымдық сұлбаны көрсетейік (3.10 − сурет). Реттеудің ажыратылған контурының беруші қызметі әрбір бөлімнің беруші қызметтерінің туындысына тең.

$$W(p) = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{p \cdot (1 + pT_1)(1 + pT_2)} = \frac{k}{p \cdot (1 + pT_1)(1 + pT_2)} \tag{3.12}$$

(3.12) теңдігін пайдаланып ФАПЧ−ның тұйықталған жүйесінің беруші қызметін анықтаймыз.

$$W_3(p) = \frac{k}{p \cdot (1 + pT_1)(1 + pT_2) + k} \tag{3.13}$$



3.10сурет − ФАПЧ−ның тұйықталған жүйесі

(3.12)−ден р –ны $j\omega$−ға өзгерту жолымен анықталатын таратудың кешенді коэффициентін қолдана отырып, ФАПЧ жүйесінің тұрақтылығын зерттейміз.

$$W(j\omega) = \frac{k}{j\omega \cdot (1 + j\omega T_1)(1 + j\omega T_2)} \tag{3.14}$$

Амплитудалы жиіліктік және фазалық–жиіліктік сипаттамаларға арналған мағыналар мынадай болады:

$$W(\omega) = \frac{k}{\omega \cdot \sqrt{\left(1 + \omega^2 T_1^2\right)\left(1 + \omega^2 T_2^2\right)}} \tag{3.15}$$

$$\varphi(\omega) = -90^0 - arctg\,\omega T_1 - arctg\,\omega T_2 \tag{3.16}$$

T_1 = 0,2 с, T_2 = 0,02 с, k = 20 $с^{-1}$ параметрлі ФАПЧ жүйесінің амплитудалық–фазалық сипаттамасын құру үшін бірнеше ω мағынасына есептеу жүргізіміз.

1) $\varpi = 3$ болғанда, (4.15) формуласына мандық мәндер қойып,

$$W = \frac{20}{3\sqrt{(1+3^2 \cdot 0{,}2_1^2) \cdot (1+3^2 \cdot 0{,}02^2)}} = 5{,}71$$

2) $\varpi = 4$ болғанда, (3.21) формуласына мандық мәндер қойып,

$$W = \frac{20}{4\sqrt{(1+4^2 \cdot 0{,}2_1^2) \cdot (1+4^2 \cdot 0{,}02^2)}} = 3{,}89$$

3) $\varpi = 5$ болғанда, (3.21) формуласына мандық мәндер қойып,

$$W = \frac{20}{5\sqrt{(1+5^2 \cdot 0{,}2_1^2) \cdot (1+5^2 \cdot 0{,}02^2)}} = 2{,}81$$

4) $\varpi = 6$ болғанда, (3.21) формуласына мандық мәндер қойып,

$$W = \frac{20}{6\sqrt{(1+6^2 \cdot 0{,}2_1^2) \cdot (1+6^2 \cdot 0{,}02^2)}} = 2{,}12$$

5) $\varpi = 7$ болғанда, (3.21) формуласына мандық мәндер қойып,

$$W = \frac{20}{7\sqrt{(1+7^2 \cdot 0{,}2_1^2) \cdot (1+7^2 \cdot 0{,}02^2)}} = 1{,}64$$

6) $\varpi = 8$ болғанда, (3.21) формуласына мандық мәндер қойып,

$$W = \frac{20}{8\sqrt{(1+8^2 \cdot 0{,}2_1^2) \cdot (1+8^2 \cdot 0{,}02^2)}} = 1{,}31$$

7) $\varpi = 9$ болғанда, (3.21) формуласына мандық мәндер қойып,

$$W = \frac{20}{9\sqrt{(1+9^2 \cdot 0{,}2_1^2)\cdot(1+9^2 \cdot 0{,}02^2)}} = 1{,}06$$

8) $\varpi = 10$ болғанда, (3.21) формуласына мандық мәндер қойып,

$$W = \frac{20}{10\sqrt{(1+10^2 \cdot 0{,}2_1^2)\cdot(1+10^2 \cdot 0{,}02^2)}} = 0{,}88$$

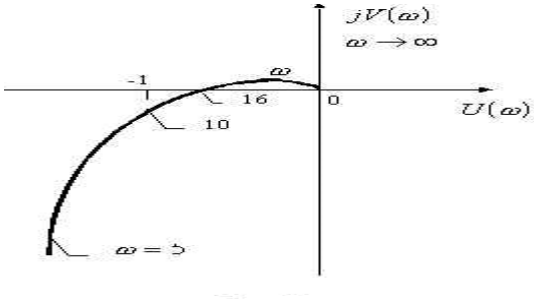
График сызамыз. Көрініп тұрғандай.

$$\omega \to 0 \quad \omega \to \infty$$

$$W(\omega) \to \infty, \qquad W(\omega) \to 0,$$

$$\varphi(\omega) \to -90^0, \qquad \varphi(\omega) \to -270^0.$$

Найквист критерийі негізінде жүйенің тұрақты екені көрініп тұр, себебі қисық (−1,j0) нүктесін қамтымайды.



3.11 сурет- Найквист критерийі

Интеграциялық тізбек бойынша жүйенің фазалық автоқұрастырғышы негізіндегі жиіліктің оратылған фильтрінің фазалық портретінің құрылымы[18].

Фазалық портрет – бұл траекториялардың кешені (фазалық траекториялар), ол әр түрлі бастапқы шарттарға сәйкес фазалық кеңістіктегі белгіленген нүктелерді сипаттаушы. Фазалық траекториялар алдымен динамикалық процесстердің геометриялық сипатын көрсетеді. Бұл геометриялық көрсеткіштің құрамында уақыт болмайды және координалар қатысады. Кез-келген басқару жүйесінің фазалық портретін құрастыру үшін, оның математикалық моделін алу міндетті[21]. Бұл жағдайда, интеграциялық тізбек бойынша жүйенің фазалық автоқұрастырғышы негізіндегі жиіліктің оратылған фильтрінің фазалық портретінің құрылымының математикалық моделін алу үшін сызықтық басқаруды пайдалансақ болады. Ол келесідей түрде болады

$$\tau p^2 \Delta\varphi_г(p) + p\Delta\varphi_г(p) + AK\Delta\varphi_г(p) = AK\Delta\varphi_c(p) + \tau S_г pe(p) + S_г e(p)$$

Қарастырып отырған мысалда кернеу болмағандықтан $e(t)$, басқаруды келесідей түрге түрлендіре аламыз

$$\tau p^2 \Delta\varphi_г(p) + p\Delta\varphi_г(p) + AK\Delta\varphi_г(p) = AK\Delta\varphi_c(p) \tag{3.17}$$

Символдық формадан дифференциялдық формаға ауысамыз, ол келесідей түрде болады (3.1)

$$\tau \frac{d^2\Delta\varphi_г(t)}{dt^2} + \frac{d\Delta\varphi_г(p)}{dt} + AK\Delta\varphi_г(p) = AK\Delta\varphi_c(t) \tag{3.18}$$

(3.18) басқару жүйесінде тек қана екі айнымалы бар $\Delta\varphi_г(t)$ және $\Delta\varphi_c(t)$, сонда көрсетілген нүкте кеңістікте емес жазықтық бойымен қозғалатын болады. Интеграциялық тізбек бойынша жүйенің фазалық автоқұрастырғышы негізіндегі жиіліктің оратылған фильтрінің фазалық портретінің құрылымының математикалық моделі келесідей сипатқа ие

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 \\ \dot{x}_2 = -\dfrac{AK}{\tau}x_1 - \dfrac{1}{\tau}x_2 + \dfrac{AK}{\tau}u \end{cases} \tag{3.19}$$

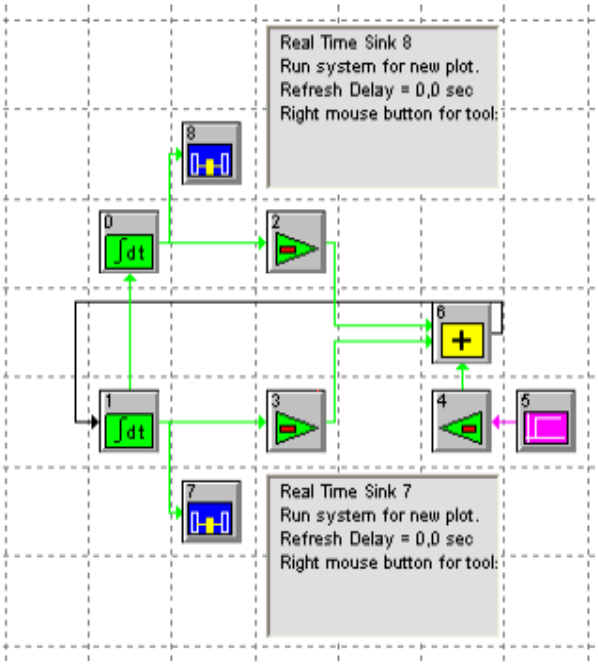
Бұл басқару жүйесін SystemView программалық құрылымы арқылы жүзеге асырамыз. Бұл үшін келесі блоктар қажет:

- Integral, оны operator кітапханасындағы integral/dif бөлімінен аламыз.
- Gain, оны operator кітапханасындағы gain/scale бөлімінен аламыз.
- Adder.
- StepFct, оны operator кітапханасындағы aperiodic бөлімінен аламыз.
- RealTime, оны sinks кітапханасындағы graphic бөлімінен аламыз.

Енді блоктардың параметрлерін орнату қажет. Integral (0, 1) блоктарына бастапқы шарттарды енгізу қажет (initial condition) жене біріншілік интеграциялық кезекті таңдауымыз қажет (first order белгілейміз. Gain (2) блогында gain параметрін орнату қажет, ол айнымалы алдындағы коэффициент параметріне тең x_1 екінші теңдік жүйесінде (5.3), яғни $-\frac{AK}{\tau}$. Gain (2) блогында gain параметрін орнату қажет, ол айнымалы алдындағы коэффициент параметріне тең x_1 екінші теңдік жүйесінде (5.3), яғни $-\frac{1}{\tau}$, ал gain (4) блогында айнымалы алдындағы коэффициент параметрі *u* тең болатын

gain параметрін орнату қажет, екінші теңдік жүйесінде (5.3), яғни $\frac{AK}{\tau}$. Stepfct (5) блогы (бірлік кезеңдік әсер), *u* басқарушы әсер қызметін атқарады

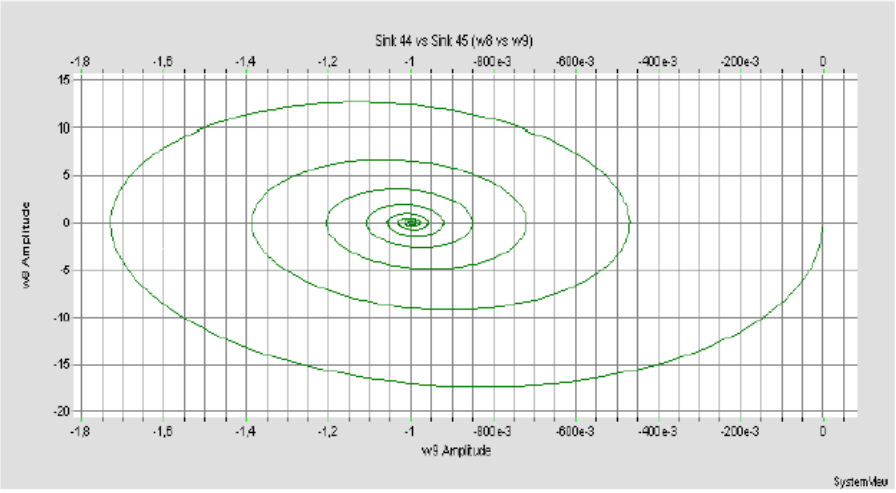
Теңдік жүйесіне сәйкес келетін сұлба 3.12 суретте көрсетілген



3.12 сурет - Интеграциялық тізбек бойынша жүйенің фазалық автоқұрастырғышы негізіндегі жиіліктің оратылған фильтрінің фазалық портретінің құрылымының математикалық моделін SystemView программасы арқылы жүзеге асыру.

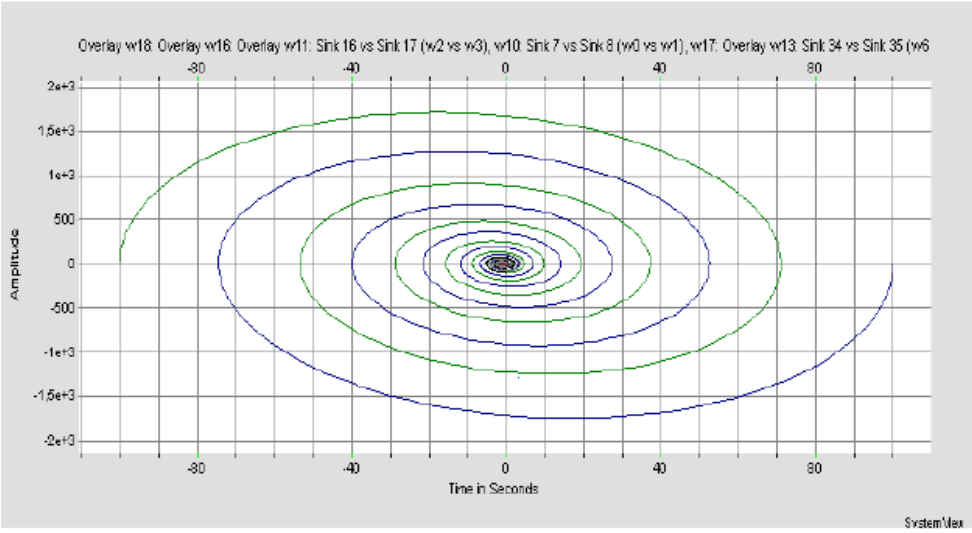
. Мұндағы amplitude параметрін 1 деп алуымызға болады. Adder блогы (5.3) жүйесінің екінші теңдігін жүзеге асыруға мүмкіндік береді, ал realtime (7, 8) x_1 -дің *t* –дан және x_2 -нің *t*-ға қатысты графиктерін тұрғызамыз. Талдау терезесінде x_1 -дің x_2 -ге қатысты қатынасының графигін алу үшін, келесі қадамдарды жасамуымыз: sink calculator-ды ашамыз; style бөлімін таңдаймыз; scatter plot параметрін таңдау; терезенің оң жақ бөлігіндегі тізімнің жоғарғы бөлігінен sink 7 таңдалады, ал төменгі бөлігінен sink 8. Осыдан, бастапқы берілген шарттарға сәйкес фазалық траекторияны аламыз[16].

Мысалға сәйкес жүйенің фазалық портретін құрастыру үшін, gain (2), gain (3), gain (4) блоктарында gain параметрін сәйкесінше -400, -5 және 400 мәндерін енгізуіміз қажет. Integral (0, 1) блогының бастапқы шарттары еркін енгізіледі, мысалы, $x_1^н = 0$ және $x_2^н = 0$ алуымызға болады. Сонда, талдау терезесінде 5.6 суретте көрсетілгендей фазалық траекторияны аламыз



3.13 сурет - $x_1^{\prime\prime} = 0$ и $x_2^{\prime\prime} = 0$ бастапқы шарттарға сәйкес интеграциялық тізбек бойынша жүйенің фазалық автоқұрастырғышы негізіндегі жиіліктің оратылған фильтрінің фазалық траекториясы

Әр түрлі бастапқы шарттар бойынша бірнеше фазалық траекториялар құрастыра отырып, қарастырылған жүйенің фазалық портретін аламыз (3.14 сурет).



3.15 сурет – Интеграциялық түрдегі оратылған фильтрлік жиілік бойынша фазалық автоқұрастырғыш жүйесінің фазалық портреті

3.15 суретте көрсетілген фазалық портреті тұрақты фокус типінің ерекше нүктесіне сәйкес келеді. Бұл жағдайда өшулік тербелісі орын алады.

3.10 Негізгі ТЖС желісінің сенімділігін есептеу мен нормалау

Кез−келген күрделі техникалық жүйенің сенімділігін қамтамасыз етудің ажыратылмайтын бөлігі болып жобалау кезеңіндегі априорлық есептеу

сана0лады. Егер жүйенің сенімділік көрсеткіштеріне цифрлық талаптар қойылған болса, онда есептеу мәні қойылатын талаптар кем болмауы тиіс.

ТЖС жүйесінің сенімділігін нормалау мен талдаудың конструкциялық әдістемесі цифрлық желідегі ақпаратты жазу мен санау кезіндегі тактілі сигналдардың Δf жиіліктерінің айырмашылығынан пайда болатын жылт етуді талдауға жүгінуі керек деп саналады.

Жылт ету ашық түрде ұсынылатын қазммет сапасына мынадай түрде әсер етеді: телефондама тарату кезіндегі шыртылдар, факс мәтінінің бір бөлігінің бұрмалануы, бейнелеуде кадрдың немесе бір жолдың «қатып қалуы». Жылт етудің жиі болуы синхрондау жиілігінің Δf айырмашылығына байланысты қарапайым формула бойынша анықталады.

Тәулік бойғы жылт ету саны = $6{,}9 \times 10^8 \times (\Delta f / f)$,

мұндағы f – синхрондық номиналдық жиілігі; $\Delta f/f$ – синхрондау дәлдігі. Желінің екі элементін синхрондау дәлдігі 10^{-8} болған жағдайда жылт ету жиілігі бір тәулікте 6,9 жылт етуге тең болады. Жалған синхронды режимде әрқайсысы $\pm 10^{-11}$ ($\Delta f = 2\times10^{-11}$) дәлділігі ПЭГ−і бар әртүрлі екі оператор өзара қатынаста болған жағдайда орташа есеппен 72 күнде бір ғана жылт ету болады.

Келтірілген формула жылт ету санының көбеюін және, яғни, келтірілген қызмет сапасы желі элементтеріндегі синхрондау жиілігінің айырмашылығына сәйкес төмендейтінін көрсетеді.

ҚР ВСС−та жылт етудің жиілік нормасы 27500 км қашықтықты халықаралық үлгілік қосылыстарға арналған ITU−T G.822 халықаралық ұсыныс талабымен анықталады.

Үлгілік қосылыстардың (а) категориялары цифрлық желілері үшін жылт етудің максимальды жиілігі бақылау мерзімінің 98,8 пайыз−нан кем емес уақыт ішінде бір тәулікте бес жылт етудің аспауы тиіс екендігі ұсыныста көрсетілген.

Совер Ванг 11−ші Еуропалық жиілік пен уақыт бойынша форумда (1997ж.) өз баяндамасында халықаралық қосылыс жүйесін синхрондау жұмысының тоқтаусыз жұмысының мүмкіндігі ретінде келтірілген процестерді қарастырды. Ол $K_г$ = 0,989 мәнін халықаралық қосылысты синхрондау жүйесінің дайындығы коэффициентінің талап етілетін мәні деп санауды ұсынды. Алайда көрсетілген әдістеме ТЖС ВСС ҚР негізгі желінің дайындық коэффициентінің есебі мен нормасын таңдау жағын анықтауды қажет етеді.

Біріншіден, жоғарыда көрсетілгендей, 0,989 өлшемі халықаралық «басынан аяғына дейін» қосылыс G.822 ұсынысының (а) категориясының талаптарын қанағаттандыруға тиіс уақыт процентіне сәйкес болады. Ұлттық қосылыс учаскесі, оның ішінде ҚР аумағындағылар, барлық халықаралық қосылыстың тек бір бөлігін ғана құрайды. Сондықтан, «бастан аяғына дейін» талабын орындауды қамтамасыз ету үшін әрбір учаскеге қойылатын норма жоғары болуы керек. G.822 ұсынысы жалпы нормадан әрбір ұлттық учаскеге 46 пайыз бөледі , жеке халықаралық бөлікке 8пайыз = 100пайыз − 2*46 пайыз

қалдырады. Осыны еске ала отырып ТЖС негізгі желі дайындығының коэффициентіне $0{,}989^{0{,}46} = 0{,}995$ деңгейіндегі талаптарды қойған дұрыс.

ТЖС негізгі желі сенімділігіне пайдалануда бұл ҚР ВСС негізгі желісі $K_г$ (ҚР ВСС негізгі желісі) = $(K_{г1}\times K_{г2}\times K_{г3}\times K_{г4}\times K_{г5})\geq 0.995$, шартын қанағаттандыруы тиіс. Мұндағы $K_{г1}$, $K_{г2}$…, $K_{г5}$ – ТЖС негізгі желісін синхрондау аймақтарының дайындық коэффициенті. Олардың әрқайсысы орнатылған генераторлық жабдықтың және синхронды сигнал тарату жолының дайындық коэффициенттерінің туындысы.

Басқа (резервтерді санамағанда) теңдеулік шарттарда аймақтағы орнатылған элементтер саны неғұрлым көп болса және синхрондау сигналының тарату жолдарының жалпы ұзындығы көбейсе ТЖС аймағының сенімділігі соғұрлым төмен болады.

Жабдықпен тарату жолдарының дайындық коэффиценттерінің мәнін есептейік.

3.10.1 Жабдықтың пішімі (кескін) үйлесімі. 1 − кестеде көрсетілген модульдерге арналған T_O бас тарту жасаудың орташа уақыт мәні MILHDBK 217F1.0 сәйкес есептелінген және жабдықтық техникалық деректерден алынған. T_O бас тартудың орташа уақыт және жабдықты толық комплектілеу дайындығының мәндері осы деректер мен келесі болжамдардан алынған:

− Модулдердің λ_i бас тарту қарқыны үнемі болады.

− T_B орнына келудің орташа уақыты қайта орнына келтіруге арналған модульдер саны мен уақытына байланысты емес тәуелсіз.

− Дайындық үнемі (әрқашан) болады.(Қалыпты жағдай)

− Артық модульдерді жөндеу кезінде тоқтап тұру уақыты болмайды.

Толық жабдықтаудың T_O мәні синхрондау қызметтерінің бас тартулары арасындағы орташа уақытты көрсетеді (яғни, үлгілік кіріс сигналын таңдау мен синхрондау шығыс сигналдарын жабдықтың шығысына тарату қызметтері). T_O бас тартудың орташа уақыты синхрондау қызметінің толық бас тартуына арналып есептелген. Алайда бұл арада жабдықтауды басқару қызметінің бас тартулары есепке алынбайды (синхрондау қызметінің ешбір әсері жоқ соңғысынан бастап).

3.4 кесте - ПЭГ пішін үйлесімдігі

Модуль	T_o (сағат)	Модуль	T_o (сағат)	Модуль	T_o (сағат)
OSA 5585 PRS	59 980	OSA 5548B SASE	5 778 022	Қоректендіру блогы	500 000

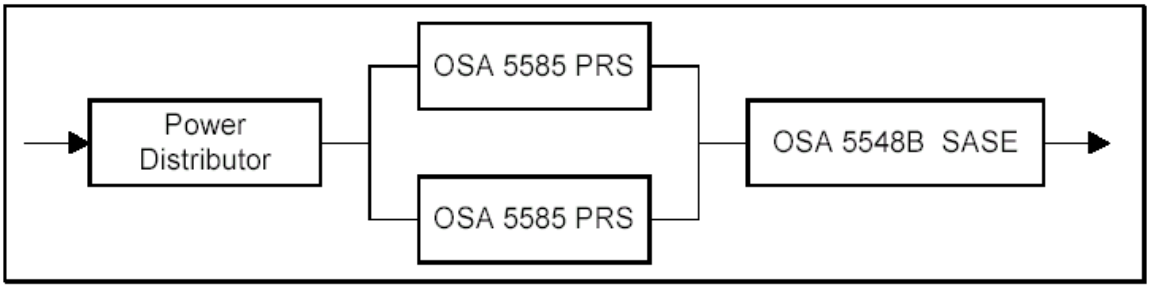
T_O бас тартудың орташа уақытын және дайындығын есептеу келесі ПЭГ пішін үйлесімдігіне негізделген:

− 2*OSA 5585 PRS;

− 1*OSA 5548B SASE;

− 1* Қоректендіру блогы;

Пішім үйлесімдігінің сенімділігінің диаграммасы 4.16 суретте көрсетілген.



3.16 сурет - Пішім үйлесімдігінің сенімділігі

4.10.2 Жабдықтау сенімділігінің көрсеткіштерін есептеу

$T_в$ = 72 сағат,

Онда орнына келу қарқыны:

$$\mu = \frac{1}{T_в} = \frac{1}{72} = 0{,}013(8) \qquad (4.20)$$

Модульдердің бас тарту қарқыны:

$$\lambda = \frac{1}{T_{oi}} \text{ , где i = 5585, 5548B, және БП}^5. \qquad (4.21)$$

OSA 5548B модулдері мен қоректендіру блогына арналған бас тарту қарқынын анықтаймыз::

$$\lambda_{5548B} = \frac{1}{T_{5548}} = \frac{1}{5778022} = 1{,}73 \times 10^{-7} \qquad (4.22)$$

$$\lambda_{БП} = \frac{1}{T_{БП}} = \frac{1}{500000} = 0{,}000002 \qquad (4.23)$$

2 OSA 5585 PRS модулі болғандықтан модульдердің, бас тарту λ_1 қарқыны:

$$\lambda_{5585} = \frac{1}{T_{5585}} = \frac{1}{59980} = 1{,}667 \times 10^{-5} \qquad (4.24)$$

$$\lambda_1 = 2 \times \frac{(\lambda_{5585})^2}{\mu} = 2 \times \frac{(1{,}667 \times 10^{-5})^2}{0{,}0138} = 2 \times \frac{2{,}7796 \times 10^{-10}}{0{,}0138} = 4{,}028 \times 10^{-8} \qquad (4.25)$$

Онда бас тарту үшін орташа тоқтап құру жасамы (көрсетілген пішімдік үйлесім):

$$T_o = \frac{1}{\lambda_{БП} + \lambda_1 + \lambda_{5548в}} = \frac{1}{4{,}028\times10^{-8} + 1{,}73\times10^{-7} + 0{,}000002} = 451869{,}834 \qquad (4.26)$$

Арығарай дайындық коэффициентін анықтаймыз:

$$К_г = \frac{T_o}{T_o + T_в} = \frac{451869{,}834}{451869{,}834 + 72} = 0{,}99984 \qquad (4.27)$$

Сонымен: T_o = 451 869,8 сағатында = 51,58 жылда

$$К_г = 0{,}99984$$

3.10.3 Тарату жолдарына сенімділік көрсеткіштерін есептеу.

ВОЛС бас тартулары мен бұзылыстары кез−келген уақытта пайда болады. Олар уақыт аралығындағы кездейсоқ жағдай – бастартулар ағынын құрайды.

ВОЛС−тағы бастартуларды жою процесі осы дипломдық жобада 0,5 сағ тең деп алынатын $t_В$ орнына келтіру уақытымен сипатталады. Бас тартпай істелетін жұмыс уақыты $T_{Б.Р} >> t_В$ және $T_{Б.Р}=7{,}72\cdot10^4$сағ. Онда бас тарту ағынының қарқыны /3/ −ке тең болады.

$$\nu = 1/T_{Б.Р} = 1/7{,}72\times10^4 = 13\times10^{-6}ч^{-1} \qquad (3.28)$$

ВОЛС жөндетілген жағдайдың орнына келуі қосалқы жүйенің өнімділігі деп аталатын параметрмен Пуассан заңы бойынша үлестірілген $t_В$ кездейсоқ уақыт аралығында өтеді:

$$\mu = 1/t_В = 1/0{,}5 = 2ч^{-1} \qquad (3.29)$$

Бұл жобада 3 аймақты алғандықтан, әр аймаққа алғандықтан, әр аймаққа арналған сенімдік параметрін анықтаймыз.

1) Ұзындығы L =2082км (Оңтүстік аймақ) болатын ВОЛС үшін бас тарту қарқынын анықтаймыз.

$$\lambda = \nu/L = 13\times10^{-6}/2082 = 6{,}24\times10^{-8}ч^{-1}/км \qquad (3.30)$$

Бір жылдағы 100 км трассаға тиесілі m зақымдалу тығыздығы:

$$m = \lambda\cdot100\cdot8760, \qquad (3.31)$$

Мұндағы 8760 – бір жылдағы сағат саны;
100 – m мәні анықталатын трасса ұзындығы.

$$m = 6{,}24 \times 10^{-8} \times 100 \times 8760 = 0{,}54$$

Жабдықтау жағдайының көрсеткіштерін есептейміз. СП жабдығы үздіксіз пайдаланылатын аппарат. Оған арнайы пайдалану, техникалық қызмет көрсету мен жөндеу уақыты мен орнына келтіру уақытының ауысып тұруы тән. Яғни СП жабдығы пайдалану кезеңінде әр түрлі жағдайда болады.

Дайындық коэффициенті жабдықты пайдаланудың белгіленген режимінде жөнделулі қалыпта болу мүмкіндігін сипаттайды.

$$К_{Г\text{-}Зп}=\mu/(\mu+\lambda)=2/(2+3{,}617\times 10^{-8})=0{,}999999819 \qquad (3.32)$$

Тоқтап тұру коэффициенті:

$$К_{П}=1-К_{Г}=1-0{,}999999819=1{,}81\times 10^{-7} \qquad (3.33)$$

2) Ұзындығы L = 891 км (Солтүстік–шығыс аймағы) болатын ВОЛС үшін бас тарту қарқынын анықтаймыз.

$$\lambda=\nu/L=13\times 10^{-6}/891=1{,}459\times 10^{-7}ч^{-1}/км \qquad (3.34)$$

Бір жылдағы 100 км трассаға тиесілі *m* зақымдалу тығыздығы:

$$m=\lambda\cdot 100\cdot 8760, \qquad (3.35)$$

мұндағы 8760 – бір жыл ішіндегі сағат саны
100 – *m* мәні анықталатын трасса ұзындығы

$$m = 1{,}459 \times 10^{-7} \times 100 \times 8760 = 1{,}278$$

Жабдықтау жағдайының көрсеткіштерін есептеймі. Дайындық коэффициенті жабдықты пайдаланудың белгіленген режимінде жөндеулі қалыпта болу мүмкіндігін сипаттайды:

$$К_{Г-СВ}=\mu/(\mu+\lambda)=2/(2+1{,}459\times 10^{-7})=0{,}99999927$$

Тоқтап тұру коэффициенті:

$$К_{Г-СВ}=\mu/(\mu+\lambda)==1-К_{Г}=1-0{,}99999927=7{,}3\times 10^{-}$$

3) Ұзындығы L = 3594 км (Батыс аймақ) болатын ВОЛС үшін бас тарту қарқынын есептеу:

$$\lambda=\nu/L=13\times10^{-6}/3594=3{,}617\times10^{-8}\text{ч}^{-1}/\text{км}$$

Бір жылдағы 100 км трассаға тиесілі m зақымдалу тығыздығы:

$$m=3{,}617\times10^{-8}\times100\times8760=0{,}316$$

Жабдықтау жағдайының көрсеткіштерін есептеймі. Дайындық коэффициенті:

$$К_{Г-Зп}=\mu/(\mu+\lambda)=2/(2+3{,}617\times10^{-8})=0{,}999999819$$

Тоқтап тұру коэффициенті:

$$К_{П}=1-К_{Г}=1-0{,}999999819=1{,}81\times10^{-7}$$

3.10.4 ТЖС желісінің сенімділік көрсеткіштерін есептеу

Синхрондау аймақтарының дайындық коэффициентін орнатылған генераторлық жабдықтың дайындық коэффициенттері мен синхронды сигнал тарату жолдарының дайындық коэффициентінің туынды ретінде анықтаймыз.

$$К_{г1} = К_{гЮ}\times К_{г-обор} = 0{,}999999688 \times 0{,}99984 = 0{,}9998363$$

$$К_{г2} = К_{г-СВ}\times К_{г-обор} = 0{,}99999927 \times 0{,}99984 = 0{,}9998391$$

$$К_{г3} = К_{г-Зп}\times К_{г-обор} = 0{,}999999819 \times 0{,}99984 = 0{,}9998398$$

Онда

$$К_{г}(\text{негізгі желі})=(К_{г1}\times К_{г2}\times К_{г3})=0{,}9998363\times0{,}9\ 998391\times0{,}\ 9998398$$

$$К_{г}(\text{негізгі желі})=0{,}999515,$$

Бұл талап ететін 0,995 сенімділігінен едәуір артық.

3.11 Тактілі желілік синхрондау жүйесінің сенімділігін қамтамасыз ету

Тактілі желілік синхрондау жүйесі осы заманғы цифрлық байланыс желілерінің ажырамас бөлігі.

Оның жұмысындағы бұзылыстар желідегі жылт ету санын көбейтетіні белгілі. Және осы себептерден желідегі қызмет көрсетудің сапасы төмендейтіні мәлім. Сондықтан ТЖС жүйесінің сенімділігін қамтамасыз ету

негізгі мәселе болып табылады. Сенімділік мәселесі ТЖС жобалаудың алғашқы кезеңдерінен бастап қарастырылуы тиіс.

Сенімділікті қамтамасыз етудің кеңінен белгілі әдісінің бірі – резервте сақтау. Резервте сақтаудың аппаратуралық деңгейі мен жүйелі−желілік деңгейдегі түрлері болады. Аппаратуралық деп желілік элементтердің генераторлық жабдықтары мен синхрондау жаюдығының ішіндегі резервте сақтауды айтады.

Бірінші үлгілік генераторларда (БҮГ) әдетте жиіліктің үш үлгілік көздері пайдаланылады. Мысалы, цезийлік немесе сутектік стандарт. Осының есебінен тактілі жиіліктің номиналын қою мен демеу көрсетудің қажетті дәлдігі, БҮГ жоғары сенімділігі қамтамасыз етіледі.

Алайда ешбір аппаратуралық резервте сақтау жабдықты орнату орнындағы өрт, электрмен қоректендірудің шығыны сияқты жағдайлардан сақталмайды. Сонымен қатар, желі бойынша синхрондау сигналдары таратылатын байланыс жолдарының бас тартуынан да қорғаныс керек. Сондықтан, аппаратуралық резервте сақтаумен қатар желілік деңгейдегі резервте сақтауды пайдалану қажет. Оның негізгі принциптерін қарастырайықр[21].

3.12 Бірінші үлгілік генераторды резервте сақтау

Желілік деңгейде резервте сақтау деп әлде бір БҮГ бас тартқан жағдайда оның қызметін басқа БҮГ атқара алу мүмкіндігін айтады. Бұл сол байланыс операторының синхрондаудың көршілес аймағының БҮГ−сы болуы мүмкін (егер оператордың бірден артық синхрондау аймағы болса), немесе басқа операторға жататын жақын жерде орналасқан БҮГ.

Синхрондау аймағының территоррия аса үлкен болмаса, бірінші жағдайдың мүмкіндігі бар. Керісінше жағдайда, көршілес аймақтағы БҮГ−дан бас тартушы БҮГ айцмағының ең алыстағы желілік элементіне (ЖЭ) синхрондау сигналдарын тарату тізбегі аса ұзақ болып кетуі мүмкін. Бұл жағдай тізбектің соңындағы синхрондау сигналының сапасын төмендетеді.

Басқа оператордың БҮГ−дан резервте сақтау, әрине, операторлар арасындағы тиісті келісімсіз болуы мүмкін емес, сонымен қатар мұндай резервте сақталудың алдын−ала жасалған және келісілген процедураларсыз болмайды. Бұған қол жеткізу оңай емес, себебі операторлар бәсекелес болуы мүмкін.

Алайда, өзара негізде ұйымдастырылған мұндай резервте сақтау екі операторға да тиімді.

ТЖС−тың бұл нұсқасында әрқайсысы көршілес БҮГ−дан резервте сақтау қарастырылған. Астана БҮГ−ның істен шығу кезіндегі желінің реконфигурациясы мысалын қарастырайық. Бұл жағдайда чсинхрондау бойынша Солтүстік − шығыс аймағында орналасқан станция бөліктері мен тораптар (яғни Қостанай − Астана ВОЛС учаскесі) Ақтөбеде орналасқан БҮГ−дан синхрондала бастайды.

Солтүстік−шығыс аймағының қалған бөлігі Алматыда орналасқан БҮГ−дан синхронды сигналдар қабылдай бастайды. (А қосымшадағы 2−сурет). Алматыдағы БҮГ істен шыққан жағдайда Өскемен − Алматы ВОЛС учаскесі Астана БҮГ-нан синхрондалады, Ақжар − Алматы ВОЛС учаскесі Ақтөбе БҮГ−нан синхронды сигнал қабылдай бастайды. Ал Қарағанды − Алматы ВОЛС учаскесі Астана БҮГ нан (А қосымшасындағы 3−сурет). Ақтөбе БҮГ−сы істен шыққан жағдайда Алматы БҮГ−ның синхронды сигналдары Ақжар − Ақтөбе – Атырау − Ақтау ВОЛС учаскелері бойынша, ал Ақтөбе − Қостанай тармағы синхронды сигналды Астана БҮГ−нан алатын болады

3.13 Екінші беру генератор көмегімен резервте сақтау

Қалыпты режимде екінші беретін генератордың (ЕБГ) басты қызметі синхрондау сигналын тарату кезіндегі жиналған бұрмалануды сүзгілеу мен сигналдарды бірнеше бағытта үлестіру (тармақтау) болып табылады. ЕБГ БҮГ−дан синхрондау сигналын алуын таратқан жағдайда жадыда сақтау (ұстап тұру) режиміне өтіп, ол ЖЭ−нің кейбір топтары үшін синхрондау көздеріне айналуы мүмкін. ЕБГ шығысындағы сигналдардың сапасы БҮГ сигналдарының сапасынан төмен болатындықтан, жылт ету санының көбеюін жою үшін ЕБГ−ның ұстап тұру режимінде болу (уақыты) ұзақтығы шектеулі болуы керек. Бұл БҮГ−дан синхрондау шығынының себебі болатын бастарту салдарын жою бойынша жүргізілетін жөндеу – қалпына келтіру жұмыстарының уақытына шектеу қояды.

Ұстап тұру режиміндегі ЕГБ жұмысының ұзақтығы бір жыл ішінде бір тәуліктен аспауға тиіс.

ТЖС біздің нұсқада Өскеменде орнатылған ЕГБ үшін Астана мен Алматы БҮГ−дан барлық (негізгі және резервтік) сигналдардың жоғалуы жағдайда ЕБГ ұстап тұру режиміне өтеді де, Астана − Алматы ВОЛС учаскесі 24 сағат бойы PRC сапалы сигналмен қамтамасыз етіледі.

3.14 Синхрондау тізбегін резервте сақтау

Резервте сақтаудың бұл түрі – синхрондау сигналдарын географиялық жан−жаққа тарататын БҮГ−дан ЕБГ−ге таратып, ары қарай ЖЭ−ге жеткізудің бірнеше (аз дегенде ек) жолдары.

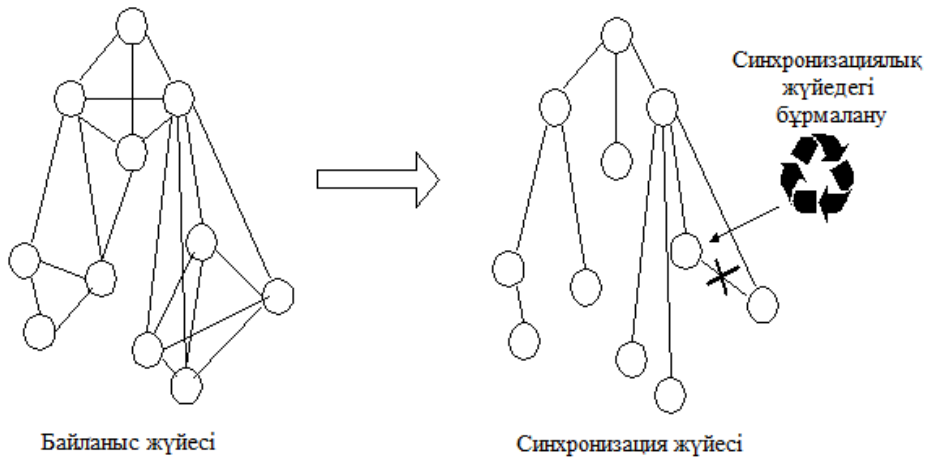
Синхрондау аппаратурасында оның кірісіне түсетін сигналдар тобынан кіріс синхронды сигналдар таңдауға болады. Синхрондау сигналын таңдау белгіленген басымдық жағдайға байланысты жүргізіледі.

Торап немесе станцияның синхрондау аппаратурасы үшін бірінші басымдық жағдай болып синхронды сигналдар жеткізу жолы бойында неғұрлым аз аралық ЕБГ орналасқан ең қысқа да сапалы маршрут бойынша бірінші үлгілік генератордан (БҮГ) түсетін синхрондау сигналдары белгіленген. Жалғаушы станциялар мен кросстық жалғау аппаратурасы үшін бірінші басымдық жағдай ретінде берілген торап немесе станцияда орнатылған синхрондау жабдығынан түсетін синхрондау сигналы саналды.

Желілік СЦИ элемент генераторлары үшін басымдық жағдай БҮГ−дан түсетін сигнал болып табылады.

Торап немесе станцияның негізгі жабдығы үшін екінші басымдық жағдай – бірінші басымдық жағдай сигналына қарағанда БҮГ−дан басқа маршрут арқылы түсетін синхрондау сигналы. Цифрлық жалғаушы станция үшін – бұл БҮГ−дың синхронды ақпаратты тасушы ақпараттың сигналдарының бірі. СЦИ желілік элементтері үшін – бұл таратудың басқа бағыттары. ЕБГ мен цифрлық жалғаушы станциялар синхронды сигналдарды 3−ші, 4−ші басымдық жағдайлардан қабылдай алады. Кез−келген синхрондау жабдығы үшін соңғы басымдық жағдай болып синхронды сигналды жадында сақтау режимінде жұмыс істейтін өзіндік беретін генератор саналады. Соңғы басымдық жағдай режимі келесі басымдық жағдай бойынша бірінен екіншісіне түсетін ауыспалы режимде өзінің қызметін атқара алады.

Тұзақты (ілмекті) алдын ала болдырмау (жою)



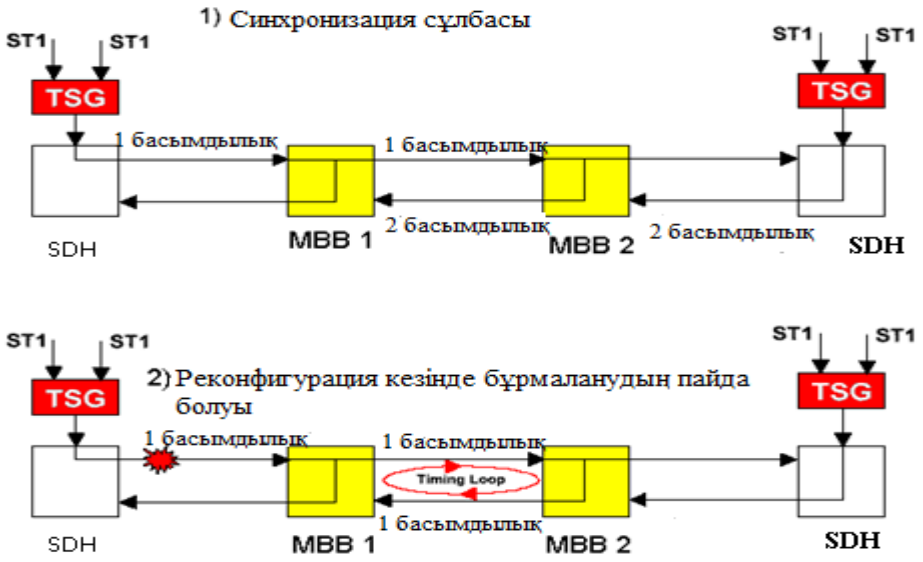
3.17 сурет – Синхрондау жүйесінің маңызды ерекшелігі олардың топологиясы

ТЖС жүйесіне қойылатын міндетті талаптардың бірі синхрондау бойындағы тұзақты болдырмау. Тұзақтың пайда болуы, яғни беретін генератор ең соңында өз тарапынан синхрондалатын жағдай, бірден байқала қоймайды. Алайда, тұзақтың пайда болуы оң кері байланысты туғызады. Оның салдарынан синхрондау тұрақсыздығы пайда болады. Бұл жағдайдағы жиіліктің ұзақ мерзімге жоғалуы 10^{-7} салыстырмалы бірлік өлшеміне көтерілуі мүмкін. Және де одан да жоғарылау қазмет көрсету сапасының құлдырауына әкеліп соғады. Сондықтан, тұзақты алдын ала болдырмау ТЖС сенімділігін қамтамасыз етудің маңызды аспектісі болып табылады.

байланыс жүйесінің топологиясынан айырмашылығы. Синхрондау жүйесі тұйықталмаған граф түрінде құрылуы тиіс. Синхрондау жүйесі графының кез келген тұйықталуы синхронды сигнал тұйықталған жол арқылы өтетін жағдай

«СЖ тұзағына» әкеліп соғады. Синхрондаудың жобалайтын сұлбасы жұмысының қалыпты режимінде тұзақтың жоқтығын анықтаудың еш қиындығы жоқ. Математикалық тілде айтқанда, аймақты синхрондаудың сұлбасын суреттейтін граф түбірі БҮГ болатын бағытталған оғаш түрінде болуы тиіс.

Тұзақтың пайда болуын жою апаттық, желіде пайда болған бастарту салдарынан резервтеу көздері мен синхрондау тізбегіне өту іске асырылатын, жұмыс режимінде өте күрделі болады.



3.18 сурет - Жұмыс режимінде

ТЖС желісіндегі нормаланатын және МҚЕ−ге тиісті синхронды сигналдар параметрлері. ТЖС жүйесінің үзіліссіз қызмет етуі мен сенімділігін қамтамасыз ету үшін белгіленетін нормаларының негізгі сипаттамалары МСЭ TG 703 G 812 және G 813 ұсынысында және ЕСЭ 300462−3, 4, 5, 6, 7 стандарттарында келтірілген. Бұларға желінің әртүрлі учаскелеріндегі аппаратураға шығындағы синхронды сигналдардың фазаларының дірілі мен кезу параметрлері, сондай−ақ импульс параметрлері жатады:

− уақыт интервалының максимал қателігі (УИНҚ);

− синхрондау сигналының фазалық дірілі (джидтер);

− резервтегі синхронды сигналға өту және аппаратурадағы ішкі ауысып−қосылу салдарынан болатын синхрондау сигналдарының фазасының үздіксіздігінің бұзылуы тұрақсыздық;

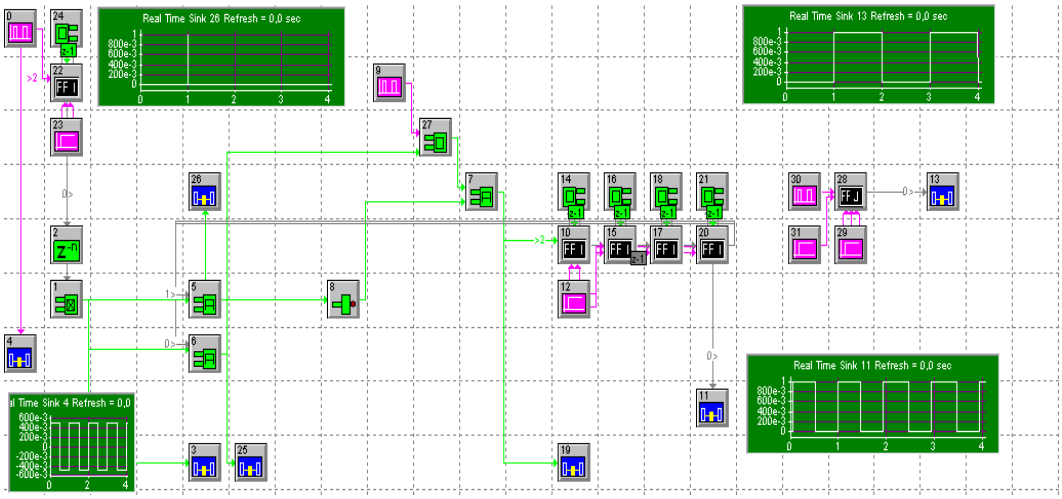
− синхрондау сигналдарының импульстерінің параметрлері (түрі мен амплитудасы);

− жиілікті есте сақтау режимінде номиналдан ауытқуы.

Бұл параметрлер Қазақстан Республикасы жерлерінде ТЖС жүйесінің әртүрлі кезеңіндегі техникалық пайдаланудың түрлі функцияларында тексерілуі тиіс: синхрондау аппаратурасы немесе ТЖС желісінің учаскесінің

пайдалануға енгізу кезінде және эксплуатациялық бақылау−пайдалану мен жөндеу кезіндегі техникалық қызмет көрсету[16].

Синхрондау жұмыс істеу режимі 4.19 суретте көрсетілген

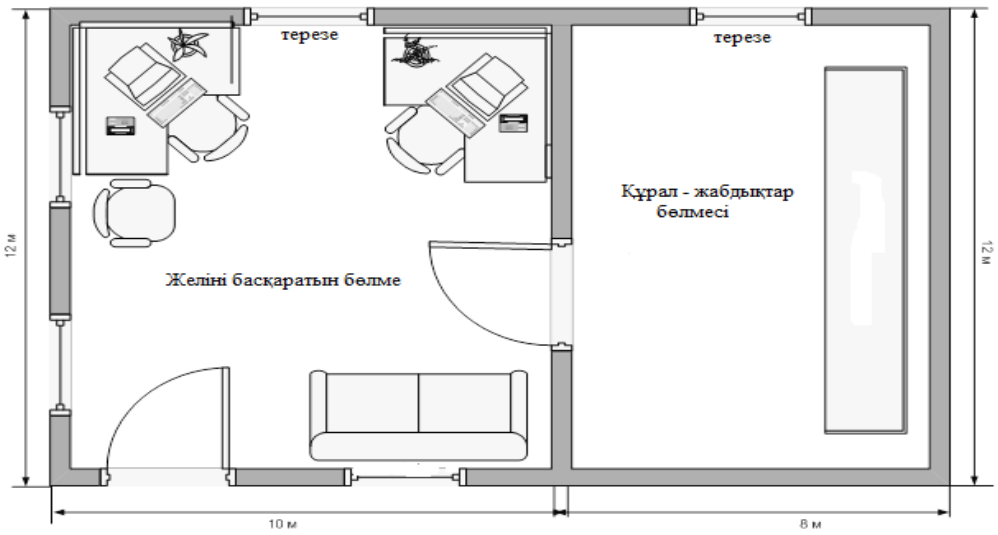


3.19 сурет – Дискретті басқармамен синхронизацияның сұлбасы

4 Өміртірішілік қауіпсіздігі

4.1 Пайдалынатын бөлмедегі еңбек ету жағдайын талдау

Мөлшерленген бөлме сипаттамасы 4.1 − суретте бейнеленген.



4.1 сурет − Бөлме жоспары

Техникалық қызмет көрсетушілер мыналардан құралады: бөлім болтығы, бір−бір адамнан тұратын пайдаланушыны қолдау тобы, төрт ауысымдық (сменалық) кезекші оператор, бір еден жуғыш. Күндізгі ауысымда цифрлық тарату жүйесі (СТЖ) бөлмесінде екі адам жұмыс істейді−бөлім бастығымен ауысымдық кезекші−оператор жұмыс істейді.

Гост 12.1.005−88 ССБТ [1]: «Жұмыс аймағының ауасы, жалпы санитарлық−гигиеналық тараптарға» сәйкес СТЖ бөлмесінде қызмет ететін адамдар еңбегі еңбегі орташа қиындықта болып саналады, жабдықты басқару компьютер көмегімен қашықтан басқару бойынша іске асырылады. Энергия жұмсау бойынша жұмыс категориялары 5.1 − кестеде келтірілген.

4.1кесте − Организмнің энергия жұмсауы бойынша жұмыс категориялары.

Жұмыс категория.	Организмнің энергия жұмсауы, Дж/(ккал/сағ)	Жұмыс сипаттамасы
Орташа қиындықты физикалық, Па.	172−232	Жүрумен байланысты, отрып немесе тұрып атқарылатын, ауырзат көтеріп ауыстыруды қажет етпейтін.

4.1 − кестеде ГОСТ 12.0.003−88. ССБТ [27] сәйкес оқтайлы микроклиматтық жағдайлар келтірілген: орташа қиындықты физикалық жұмыс атқару үшін. Оператор бөлмесінде жаз мерзімінде температура

+28^{0}С−ға дейін болады. Қыс кезінде температура +18 ден +20^{0}С дейін көтеріледі.

Операторлық бөлменің микроклиматымен орташа қиындықты жұмыс істеудің оңтайлы микроклиматтық жағдайдың параметрлерін салыстра отрып жаз мерзімінде жылудың артықтығын.

Сонымен, оператор бөлмесіндегі микроклимат жғдайын ұстау үшін оны конденсациялау жүйесімен жабдықтаған дұрыс[29].

4.2 кесте − Микроклимат параметрлерінің оңтайлы нормалары

Жұмыс мерзімі	Жұмыс катигориясы	Температура,° С	Ауа қозғалысының жылдамдығы немесе м/с
Суық және ауыспалы	II а	18−20	0,2
Жылы	II а	21−23	0,3

4.2 Бөлмені жарықтандыру жүйесін есептеу

4.2.1 Бөлмені табиғи жарықтандыру есебі. Егер техникалық процесс жағдайы бойынша бөлменің әр түрлі бөлігіндегі бүйтірліктің әртүрлі денгейін қамтамасыз ету қажет болса, бөлмені бүйтірлік жарықтандырылатын аймақтарға бөлуге болады.

Терезесі бар сыртқы қабырғаға жақын аймақ және жоғарыдан жарық түсіру аймағы. Бұл жағдайда әр бір аймақта табиғи жарықтандыруын мөлшері мен оның есебі бөлек жүргізіледі.

Мөлшерленген КFO (Г) мәні жарықтық климаттың III белбеу (г) үшін келтіріледі, жарықтық климаттық басқа белбеулері үшін КFO мөлшерленген мәні [6] формула бойынша анықталады:

$$e_{н}^{IV} = e_{н}^{III} \times m \times c, \qquad (4.1)$$

Мұндағы $e_{н}^{III}$ − белбеуге арналған КЕО мәні,

m – жарықтық климат коэффиценті,

с – күндік климат коэффиценті,

4.1 кестеде Қазақстанға арналған m және с мәндері келтірілген. Офистегі жарыұқ түсіру ойықтарының жұмыс орындарға мөлшерленген жарықтандыруды іске асыруға қажет ауданын есептейміз.

Бастапқы берілгені:

Офис өлшемі: ұзындығы L = 12 м, ені B = 10 м, биіктігі H = 4 м.

Жұмыстық беттің биіктігі еден деңгейінен 0,5 м, терезелер 1 м биіктікте, терезе биіктігі – 2 м.

Бөлме Алматыда орналасқан, яғни IY жарықтық белде. Офис жанында 10 м қашықтықта 7 метрлік үй тұр, басқа үш жағында көлеңкелейтін үйлер жоқ[30].

Табиғи жарықтандыру есебі жарықтық ойықтың ауданын анықтауда.

Бүйірлік жарық түсіру жағдайында мөлшерленген КЕО мәнінің қамтамасыз ететін жарықтық ойық ауданын SO (терезенің) есептеуі мына формула бойынша анықталады:

$$100 \times \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_н^{IV} \times \eta_0}{\tau_0 \times r_1} \times к_{зд} \times к_з \,. \qquad (4.2)$$

8.2.−формуладан жарықтың ойық ауданын анықтаймыз:

$$S_0 = \frac{S_n \cdot e_н^{IV} \cdot \eta_0 \cdot к_{зд} \cdot к_з}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1}, \qquad (4.3)$$

мұндағы S_n – бөлме еденінің ауданы, м^2;

$e_Н$ – мөлшерленген КЕО мәні (1.10 [6] кесте);

кз – қор коэффициенті (ткесте 1.10 [12]);

τ_0 – жарық өтудің жалпы коэффициенті (кесие 1.5 [12]):

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4, \qquad (4.4)$$

Мұндағы τ_0 – терезелердің жарықтық сипаттамасы (1.3 [6] кесте)

τ_1 – бүйірлік жарықтандыру жағдайындағы бөлменің үстіңгі беті мен төсенген қабаттан шағылысатын жарық салдарынан КЕО жоғарылауын ескерушәі коэффициент.

Еден ауданы:

$$S_n = L \cdot B = 12 \cdot 10 = 120\ м^2, \qquad (4.5)$$

КЕО мәнін 4.1 формуласы бойынша анықтаймыз:

$$e_н^{IV} = e_н \cdot m \cdot c,$$

m = 0,9,

c = 0,75.

$e_н$ = 1,2 (IV разрядты орташа дәлдікті жұмыстар үшін);

$$e_н^{IV} = 1{,}2 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}75 = 0{,}81.$$

η_o мәнін анықтаймыз. Ұзындықтың тереңдікке қатынасы (яғни, терезеден неғұрлым алыстаған нүкте) 12:10 1,2−ге тең (1.2 [6] кесте).

Қатынас

$$\frac{B}{h_1} = \frac{10}{2{,}5} = 4, \qquad (4.6)$$

h_1 = 2,5 м, себебі терезелер 1 м биіктіктен басталады. h_1 – жұмыстық беттің деңгейінен терезе төбесіне дейінгі биіктік. Бұдан η_o=21

Жарық өткізгіш материал ретінде терезелік екі қабатты әйнек қолданылпады, түбі ағаш, бөлек екі қабатты тіреу түбінің түрі болат форма. Күннен қорғау материалы ретінде алынатын реттелетін жалюзи қолданылады.

$$\tau 1 = 0{,}8;\ \ \tau 2 = 0{,}6;\ \ \tau 3 = 0{,}9;\ \tau 4 = 1.$$

Жарық өткізгіштіктің орташа коэффициенті 8.4−нші формула бойынша анықтаймыз:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4,$$

$$\tau_0 = 0{,}8 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}43.$$

Бөлмедегі шағылысудың орташа коэффициенті Р = 0,5 екі жақтық бүйірлік жарықтандыру аламыз.

r_1 мәнін анықтаймыз:

$$\frac{B}{h_1} = \frac{10}{2{,}5} = 4, \qquad (4.7)$$

$$\frac{l}{B} = \frac{4}{10} = 0{,}4, \qquad (4.8)$$

r_1 = 1,9 аламыз.

Қасындағы тұрғын үй Р = 10 м қашықтықта орналасқан, үй биіктігі Нзд=7 м.

Үйге дейінгі қашықтық пен оның биіктігі арасындағы қатынасты табамыз:

$$\frac{P}{H_{зд}} = \frac{10}{7} = 1{,}42, \qquad (4.9)$$

1.7−кесте бойынша Кзд = 1,2 анықтаймыз;

Қор коэффициентін Кэ = 1,2 деп аламыз.

Барлық мәндерді 8.3−нші формулаға қойып, табамыз:

$$S_0 = \frac{120 \cdot 0{,}81 \cdot 21 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}2}{100 \cdot 0{,}43 \cdot 1{,}9} = 35{,}97 = 36 \quad м^2$$

Екі жақтық бүйірлік жарықтандыру қарастырылғандықтан бір жақтағы жарықтық ойықтың ауданы тең болады:

$$\frac{36}{2} = 18 \quad м^2$$

Терезе ойығының биіктігі 2 м−ге тең болғандықтан, олардың ұзындығы құрайды:

$$\frac{18}{2} = 9 \quad м.$$

Сонымен бір жақтағы жарықтық ойық ауданы 18 м^2, қарама−қарсы қабырғада симметриялы жарықтық ойық орналасқан. Сонымен әр қайсысының ауданы 9 м^2 (2х4,5) болатын екі жақта екі−екіден төрт терезе бар.

4.2.2 Офисті жасанды жарықтандыру есебі

Жалпы жарықтандыруды есептейміз. Офиске тазалық тән.

Бастапқы берілгені:

Көру жұмысының разряды – 4.

Бөлме өлшемдері:

- ұзындығы (а) – 12 м;
- ені (в) – 10 м;
- биіксігі (с) – 4 м.

көрудің 4 разряды бойынша шағылысу коэффициенті:

- төбе ρ пот = 70 пайыз,
- қабырға ρ ст. = 50 пайыз,
- еден ρ пол. = 30 пайыз.

Мөлшерленген жарықтандыру – 150 лк.

Офисте қуаты 80Вт және жарық ағыны $Ф_л$ = 4070 лм ЛД II топтағы 18 люминисцент лампамен жалпы жарықтандыру жүйесі қолданылады.

Аспанның есептік биіктігі – лампалардың жұмыстық беті еденнен 0,5 м биіктікте орналасқан.

Бөлмедегі жалпы жарықтандыру лампалардың орналасуын анықтаймыз:

$$h = 4 - 0{,}5 = 3{,}5 \text{ м.}$$

Шамдар арасындағы ең тиімді қашықтықты түрінде анықтаймыз:

$$L = \lambda \cdot h, \qquad (4.10)$$

Мұндағы λ − 1,4 м−ге тең көршілес екі шамның арасындағы қашықтық.

$$L = 1{,}4 \cdot 3{,}5 = 4{,}9 м.$$

Бөлме индексін формула бойынша анықтаймыз:

$$I = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{12 \cdot 10}{3{,}5 \cdot (12 + 10)} = 1{,}6 \qquad (4.11)$$

Қабырғадан 0,5 м, қатарлар арасы 3,5 м болатын қашықтықтағы шамбардың 3 қатарын аламыз.

Пайдалану коэффициенті η = 56пайыз;

Қор коэффициенті $К_З$ = 1,5

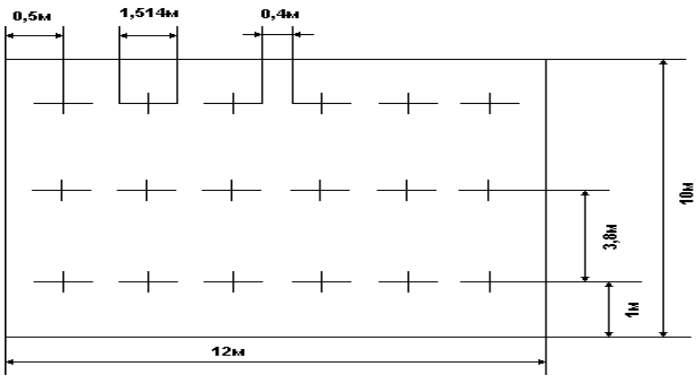
Люминисцент лампаларының қажетті саны:

$$N = \frac{E \cdot к_з \cdot S \cdot I}{Ф_л \cdot \eta} \qquad (4.12)$$

$$N = \frac{150 \cdot 1{,}5 \cdot 120 \cdot 1{,}6}{4070 \cdot 0{,}56} = 18$$ ламп.

Аралары 0,4 м етіп алты−алты шамнан 3 қатарға орналастырамыз (шам ұзындығы 1514,2 мм екенін ескеру керек).

Мөлшерленген 150 лк жарықтандыруды іске асыру үшін 80 Вт ЛД 18 шам қажет.



4.2 − сурет. Офистегі шамдарды орналастыру

Есептеулер нәтижесінде СНиП ГОСТ [10] стандартына сәйкес болатын телекоммуникациялық жабдықтың инженерінің қажетті қауіпсіздік шаралары мен еңбек ету жағдайларының есептеу жүргізіледі.

Жұмыс бетінің қажетті жарықтануы есептелінеді. Мөлшерленген жарықтандыруды есепке ала отырып жарық көзінің түрі мен оның жарық ағыны таңдалады. Жарық көздерінің орналасуы есептеліп, көрсетілген.

4.2.3. СТЖ кондиционерлеу жүйесінің есебі. СТЖ бөлмесіндегі кондиционерлеу жүйесінің есебін жүргіземіз. Кондиционерлеу бөлмедегі микроклиматтың ең қолайлы жағдайы мен сезімтал және дәл аппаратураның жұмыс жағдайын қамтамасыз етеді, және ол СНиП 11−3−75 жылыту, желдендіру және кондиционерлеу тарауына сәйкес орындалуы қажет. Артық жылулықты аумен бірге шығару үшін СТЖ бөлмесінен бір сағат ішінде шығарылатын L м^3/сағ ауа мөлшерін анықтаймыз.

$Q_{изб}$ формула бойынша анықтаймыз.

$$L = \frac{Q_{ИЗБ}}{C_B \cdot t \cdot y_B}, \text{м}^3/\text{ч}, \tag{4.13}$$

Мұндағы Св – құрғақ ауаның жылу сыйымдылығы, к/кол (Св = 0,24 к кал/кгград);

$t = t_{УХ} - t_{ВХ}$ – есептеу кезінде t = 5^{0}С –деп аламыз.

y_B – температураға байланысты анықталатын, кететін ауа тығыздығы; кг/м^3 (есептеуде y_B = 1,20 кг/м^3–деп алынады).

Артық жылуды анықтаймыз $Q_{изб}$, ккал/сағ:

$$Q_{ИЗБ} = Q_П - Q_{ОТ}, \tag{4.14}$$

мұндағы $Q_П$ – бөлмеге түсетін жылу мөлшері, ккал/сағ;

$Q_{ОТ}$ – қоршаған ортаға сыртқы қоршаулар арқылы берілетін жылу беру (жылы кезде, есептеуде нөл деп алуға болады).

$$Q_П = Q_{ОБ} + Q_Л + Q_Р, \tag{4.15}$$

мұндағы $Q_{ОБ}$ – адамдар шығаратын жылу, ккал/сағ.

$Q_Л$ – адамдар шығаратын жылу, ккал/сағ

$Q_Р$ – күн радиациясымен енетін жылу, ккал/сағ.

СТЖ жағдайынан бөлінетін жылу мына қатынастан анықталады: (4.16−формула):

$$Q_{ОБ} = 860 \cdot P_{ОБ} \cdot n, \tag{4.16}$$

Мұндағы 860 – 1 кВт сағ жылулық эквивалент, яғни 1 кВт/сағ электр энергиясына эквивалентті жылу:

$P_{ОБ}$ − $P_{ОБ}$ = 11 кВт автозал жабдығы пайдаланылатын қуат;

n − жылудың бөлмеге ауысу коэффициенті, n = 0,75.

$$Q_{ОБ} = 860 \cdot 11 \cdot 0{,}75 = 645 \text{ ккал/ч}$$

Күн радиациясымен енетін жылу мына қатынастан анықталады:

$$Q_P = m \cdot F \cdot g_{ОСТ}, \qquad (4.17)$$

мұндағы m – бөлмедегі терезе саны;

F – бір терезенің ауданы F = 9 м^2;

$g_{ОСТ}$ − әйнектелген бет арқылы енген күн радиациясы, яғни 1 м^2 әйнектелген бет арқылы 1 сағатта енген жылу мөлшері.

$$Q_P = 1 \cdot 9 \cdot 145 = 1305 \text{ ккал/сағ}$$

Олай болса жылу бөлу құрайды:

$$Q_{ИЗБ} = Q_П = 645 + 1305 = 1950 \text{ ккал/сағ}$$

Қажетті жылуалмасуды есептейміз:

$$L = \frac{1950}{0{,}24 \cdot 5 \cdot 1{,}20} = 1354{,}16 \text{ м}^3\text{/сағ}$$

Бір сағатта бөлмеге енетін ауа мөлшерінің бөлме көлеміне қатынасы, ауа алмасу еселігі деп аталады:

$$K = \frac{L}{V_П}, \qquad (4.18)$$

Мұндағы $V_П$ − бөлме көлемі $V_П$ = 111,435м^3;

$$K = \frac{1354{,}16}{111{,}435} = 12{,}15$$

4.3 Жұмыс орындарындағы автоматты өрт сөндіру жүйесінің есебі

СТЖ арнайы жабдығына жатады: 4.4 − кестеге сәйкес электр жабдығына арналған ұсынылған өртсөндіргіш заттар ұнтақтар, азот екі қышқылы, азот оксиді, көмірқышқыл газы, бромэтил + CO_2 құрамы болып табылады.

Сонымен, ең арзан өрт сөндіргіш жүйелер− ұнтақтық және аэрозольдік. Алайда, бөлмеге бүркілетін ұнтақ химиялық белсенді бола тұра, металдық коррозияға ұшырауы мен пластик, резина, қағаз және басқа да материялдардың бұзылуына әкеп соғады.

Ұнтақтың теріге немесе тыныс жолдарына түсуі өте зиян. Бұл осы жүйелерді пайдалануға шектеу салады және олардың сенімділігі мен жалған іске қосылуынан қорғануға жоғары талап қояды. Жүйенің құндылығы инсталлияциядағы қарапайымдылығында себебі олар автономды түрде болады[30].

Оларды қолдану қызмет көрсетілмейтін немесе аз қызмет көрсетілетін энергетикалық жабдық орналасқан бөлмелерде ғана ұсынылады (қосалқы станциялар, трансформаторлық сияқты) және олар өрт ошағын үстіртін сөндіруді талап ететін складтарда пайдалануы мүмкін.

4.3 кесте - ҚР ТЖС желісінде қолдануға ұсынылатын синхрондау жабдығы

№	Жабдық түрі	Жабдық атауы	Техникалық мүмкіндіктері	Ескертулер
1	ПЭГ	PRC 6500 фирмасы «Oscilloquartz» Швейцария	МСЭ−Т G.811 ұсынысына сипаттамасын қамтамасыз етеді.	ҚР ТЖС желісіндегі ПЭГ ретінде қолданыла алады.
2	ПЭГ	VCH−001 фирмасы ЗАО «Время−Ч»	МСЭ−Т G.811 ұсынысына сипаттамасын қамтамасыз етеді.	Может применяться в качестве ПЭГ на сети ТЖС РК.
3	ВЗГ	SASE 5548B фирмасы «Oscilloquartz» Швейцария	МСЭ−Т G.812 ұсынысына сипаттамасын қамтамасыз етеді.	ҚР ТЖС желісінде қолданыла алады.
4	ВЗГ	HP 55400A фирмасы «Hewlett Packard» США	МСЭ−Т G.812 ұсынысына сипаттамасын қамтамасыз етеді. 48 В қоректену көзіне есептнлген	ҚР ТЖС желісінде қолданыла алады. GPS HP55300A қабылдағышымен бірге екінші резерв ретінде пайдаланыла алды.
5	ВЗГ	SSU2001 базасында NFR2001 фирмасы «Siemens» Германия	МСЭ−Т G.812 ұсынысына сипаттамасын қамтамасыз етеді. (жанартудан кейін)	

Газдық өртсөндіру жүйесі материялдық құндылықтарға аздаған зиянды әсер етуді қамтамасыз етеді.

Бірақ олардың бағасы жоғары, себебі талап етілетін өртсөндіруші заттармен оларды сақтауға арналған ыдыстың бағасымен анықталады, және де автоматика мен хабарлау.

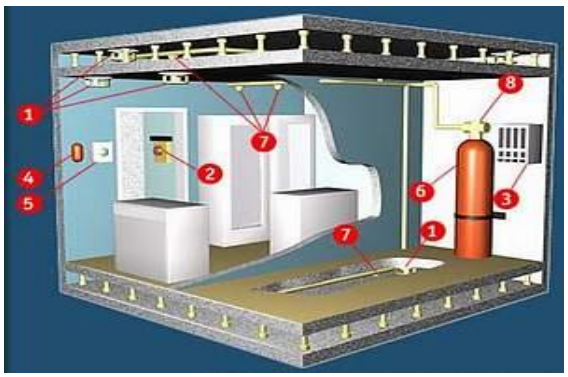
Бөлме герметизациясының арнайы талаптары мен газ−түтінді жою мен адамдарды эвакуациялау қажеттілігімен құны анықталады. Өрт қаупсіздігі ережелерінің талаптарына сәйкес СТЖ бөлмесі 100м^2 –қа бір өртсөндіргіштерімен жабдықталған.

СТЖ жалпы ауданы (гермозона− серверлі) 96м^2 крайды, яғни бір өртсөндіргіш орнатылады. Өрт қаупсіздігі талаптары бойынша гермозоно−серверлік автоматты өртсөндіру жүйесімен жабдықталады.

4.4 кесте − Өрт Классификациясы мен ұсынылатын өрт сөндіргіш заттар

Өрт классификациясы	Жану орта, нысан сипаттамасы	Өртсөдіргіш құралдары
А	Кәдәмгі қатты жіне жанатын материалдар (ағаш,қағаз)	Барлық түрі
Б	Жанатын сұйықтар, қызғанда еритін материалдар(мазут, спирт жанармай)	Бүркілетін су, көбіктің барлық түрі, ұнтақтар, құрамы CO_2 және бромэтил негізінде.
С	Жанатын газдар (сутек, ацетилен, көмір сутектер)	Газды құрамдар, құрамында инертті сүйылтқыштар бар (азат, ұнтақтар, су)
D	Металдар мен олардың ерітінділері (Na, K, AC, Mq)	Ұнтақтар
Е	Кернеудегі электрқондырғылар	Ұнтақтар, азот (двуокись) азот оксиді, көмірқышқыл газы, құрамы бромэтил +CO_2

Өрт сөндіруші зат ретінде у көмірқышқылды хладонды қоспа құрамы пайдаланылады. Автоматтық газдың өртсөндіру құрылғысы (АГӨ) жүйесінің жұмыс істеу принциптері.



4.4 сурет − Автоматты газды өртсөндіру құрылғысы жүйесінің жұмыс істеу принцптері

Өртті 1 өрт хабарлаушы көмегімен анықтаған жағдайда (автоматты режімде) юлась 2 қашықтан қосу батырмасын қызметкерлер басқан жағдайда 3 қабылдаушы − бақылаушы аспап ішкі хабарлау құралдарын қосады (жарықтық 4 және дыбыстық 5), диспечер пультіне сигналын береді және берілген нысанға сәйкес уақыт қалысы өткеннен кейін 6 модульдық (запорно−пусковое) құрылысы іске қосылады.

Газдық өртсөндіруші құралы (ГСҚ) қорғалатын аумаққа 7 бүркуші құрлығы арқылы келеді (насадка). ГОС (ГОҚ) бүркуші құбырға түскен кезде 8 қысым сигнализаторы (ҚС) іске қосылады. ПКП (Г) ішкі хабарлаушыны ажыратып, сыртқы хабарлаушы құралдарды қосады, және де диспечер пультіне қорғанатын аумаққа газ берілгені туралы сигнал беред[31]і.

Өрт сөндіруші заттар ретінде көміртек екі қышқылы, азот, аргон және олардың қоспасы пайдаланылады. Бұл модульдер үшін сыйымдылығы 24, 40,8,100л 15,0 МПа қысымы бар балондар қолданылады[31].

4.5 сурет – Автоматты өртсөндіруші модульдері

Қортындылай келе: өрт сөндіруші заттар ретінде көміртек екі қышқылы, азот, аргон және олардың қоспасы пайдаланылады. Бұл модульдер үшін сыйымдылығы 24, 40,8,100л 15,0 МПа қысымы бар балондар қолданылады.

5 Бизнес жоспар

Бұл бизнес−жоспар Қазақстан Республикасы телекоммуникациясының Ұлттық желісін жетілдіру мақсатымен тактылық желелік синхрондау жүйесінің дәлелді жобалауы болып табылады.

Тактылы желелі синхрондау – қазіргі заманғы байланыс желелерініңі тұрақты және сапалы жұмысының қажетті шарты.

Жаңа мыңжылдықтың басы Қазақстан үшін экономиканың өсуі, іскерлік белсенділіктің жандануы, халық табысының біршама өсуімен белгіленеді. Осы факторлардың барлығы телекоммуникация қызметіне жоғары сұранысты қалыптастырады және телекоммуникация нарығының серпінді өсуіне кепілдік береді.

Ғаламдық телекоммуникацмя нарығында үздік бәсекелестікке түсу үшін өз позицияларымызды сақтап қалып және нығайтуымыз қажет.

«Қазақтелеком» ААҚ компаниясы көптеген жобаларды енгізу арқылы Қазақстанда қазіргі заманға сай, тәуелсіз және тиімді байланыс жүйесін құруға талаптануда. Бұл тек ҚР телекоммуникация желісінде тактылы синхрондаудың бірыңғай жүйесін енгізген жағдайда ғана мүмкін.

Бұл жобада синхрондаудығң интегралдық маңызы көрсетіледі – синхрондау желісі үшін бірінші және екінші желіге бөлу тәжірибе түрінде жоқ, синхрондау желінің барлық сандық құрылғыларын қамтуы тиіс.

Сандық құрылғылар саны аз болған жағдайда синхрондау мәселесі жеке тәртіппен шешілуі мүмкін, және де синхрондау жүйесін операторлар желі құрамындағы бөлек жүйе ретінде қарастырмайды. Алайда, сандық құрылғылар санының көбеюі жағдайында синхрондау мәселесі жеке түрде шешіле алмайды, ол жүйелі түрде қарастырылуы тиіс.

Желілік синхрондалудың бұзылуы сандық желідегі байланыстық қызмет көрсетудің сапасын төмендетуі мүмкін.

Қызмет көрсету түріне байланысты бұл әсер әртүрлі: қызмет көрсетудің бірі желідегі синхрондалудың бұзылуына өте бекем болады, ал басқасының бекемдігі аз. Қандай жағдайда болмасын, синхрондалудың бұзылуы қызмет көрсету сапасының құлдырауы мен желі жұмысының едәуір бұзылысына әкеп соғады.

Инфрақұрылым салалары үшін жұмыс сапасын жақсарту мәселесі − өте маңызды және өзекті мәселе.

Ақпарат адамдардың іскерлік, қоғамдық өмірінде құралады. Байланыстың сапалық көрсеткіштеріне ақпараттың уақытылы таралуы, тұтынушыға оның жеткізілуі байланысты.

Ақпарат таратудың кідірісі, оның мазмұнының бұрмалануы оңтайсыз шешім қабылдауға әкеледі, басқару жүйесінің жеделділігін төмендетеді, өндірім қалыбын бұзады, моральдық және материаялық нұқсан келтіреді. Мұндай жағдайдапбасқару жүйесі, өндіріс, тұтунушы үшін ақпарат өзінің

пайдалылығы мен маңыздылығынан айырылады, ал байланыс өнімі өзінің тұтынушылық құнын жоғалтады[27].

Өнім сапасын жақсарту оның санын көбейтуге тең. Сонымен, бизнес−жоспардың екі мақсаты бар:

1) Жобаны іске асыру үшін қажетті инвестициялар көлемін анықтау.
2) ТЖС жүйесін пайдалануға енгізуді жоспарлау.

5.1 Бизнес − жоспар мақсаты

«Oscilloquartz» желілік синхрондаудың қажетті жабдықтарын жеткізу және монтаждау туралы және де қызмет көрсету персоналын оқыту туралы келісім−шарт жасау.

Жобаны іске асыру үшін қажетті инвестиция көлемін анықтау.

Байланыс сапасын жоғарылатудағы максимальды мүмкін болатын пайда табу.

5.2 ТЖС жүйесін енгізу кезіндегі мүмкін болатын қауіп−қатерлер

− ҚР жалпы экономикалық жағдайының нашарлауы;
− Жасаушылардың төмен біліктілігі мен селқостығы;
− Альтернативтік өнімнің пайда болуы;
− «Қазақтелеком» ААҚ банкрот болуы.

5.3 Жобаны құру бойынша ұсыныстар

ТЖС жүйесін ұйымдастыру үшін синхрондау сигналдарының қалыптасу уақыты мен жиіліктерінің цезийлік стандарттарымен жабдықталған «Oscilloquartz» бірінші эталондық генераторын пайдалану ұсынылады. Бұл синхрондау сигналдары еліміздің барлық сандық желілері бойынша немесе осы желінің үлкен аймақтары шеңберінде SDH немесе PDH тарату жүйелерінің көмегімен таралады.

Синхрондауды сандық желі бойынша тарату кезінде оларды қалпына келтіру басқарылатын беруші генераторлар көмегімен орындалады. Бұл жағдайда ЕБГ екінші беруші генератор пайдаланылады.

ҚР жалпы қолданыстағы бжеліні синхрондау бойынша үш аймаққа бөлу кезінде Астана, Алматы, Ақтөбе қалаларында үш БҮГ және Ақтау, Атырау, Ақжар, Өскемен, Петропавл қалаларында бес БҮГ орнату ұсынылады.

Жобалау кезінде келешекте ТЖС желісінің басқару жүйесінің жобасын енгізуге мүмкіндік болу үшін бір өндірушінің жабдықтарын пайдалану қарастырылған. БЖ ТЖС желісінің элементтерін бақылау мен басқару қызметін іске асыруға арналған.

5.4 Қаржы жоспары

Қаржы жоспары деп экономикалық көрсеткіштер есебін айтады: күрделі қаржы жұмсалымы, аппаратураны техникалық пайдаланудың пайдалану шығыны, пайда, өтелу мерзімі және т.б. ТЖС желісін ұйымдастыруға қажет күрделі қаржы жұмсалымының құрылымы 6.1 кестеде көрсетілген.

Қажетті инвестициялар көлемі 279,136 млн теңгені құрайды. «Қазақтелеком» ААҚ жылдық 10 пайыз 326,850 млн теңге көлемінде несие алады. Несиені өтеу мерзімі екі жыл. ТЖС желісінің қызмет көрсетуші қызметкерлері екі топқа бөлінеді: ТЖС жабдығын тек көрнекі түрде бақылауды іске асырушы қызметкерлер және сервистік қызмет көрсетушілер.

Жабдықты көрнекі түрде бақылаушы штат сандық тарату жүйелеріне қызмет көрсетуші инженерлерден тұрады. Инженерлердің бұл тобының еңбек ақысына шығарылатын шығындар жобада есепке алынбайды, себебі оларға аздаған қосымша жүктеме жүктеледі.

ТЖС аппаратурасына сервистік қызмет көрсетуші штат бас менеджер мен екі менеджерден тұрады.

5.1 кесте − Күрделі қаржы жұмсалымының құрылымы

Атауы	Сомасы	
Шығын баптары	Мың ш.б.	Мың теңге
Жабдықтау шығыны	1110,21	166309,46
Жобалау шығыны	333,06	49892,39
Қызметкерлерді оқытуға байланысты шығын	24,00	3595,2
Жабдықты монтаждау, баптау шығыны	410,77	61533,35
ИВО-1М аспабын алу шығыны	50,00	7490,00
Басқа шығындар мен жұмсаулар	55,51	8315,39
Барлығы:	1938	297136

5.2 − кестеде ТЖС жүйесінде сервистік қызмет көрсету үшін қажетті қызметкерлер штаты көрсетілген.

5.2 кестеде − ТЖС жүйесіне қызмет етуші штат

Қызмет атауы	Қызметақы, тенге	Адам саны
Бас менеджер	42000	1
Менеджер	36000	2
Барлығы:	114000	3

Байланыс құралдарын пайдалану бойынша есептеу жүргіземіз.
Пайдалану шығыны 7.1 формула бойынша анықталады:

$$Э_р = ФОТ + О_{сс} + М + С_{эл} + А + С_{пр} + Н + С_к + С_и , \qquad (5.1)$$

мұндағы $ФОТ -$ еңбек ақы қоры;

$О_{сс} -$ әлеуметтік сақтандыруға аударым;

$М -$ материалдармен босалқы бөлшектер шығыны;

$С_{эл} -$ электроэнергияға ақы төлеу;

$А -$ амортизациялық аударым;

$С_{пр} -$ басқа өндірістік шығын;

$Н -$ жүкқұжаттық шығын;

$С_к -$ несие бойынша шығын;

$С_и -$ бір жылғы несиені өтеу сапасы.

Формула бойынша жылдық пайдалану шығының шығыс бабын анықтаймыз:

$$1)\ ЕАҚ = ЗП_{НЕГ} + ЗП_{ҚОС} \qquad (5.2)$$

Мұндағы $ЗП_{ос}$ – 1 жылғы негізгі еңбек ақы;
$ЗП_{доп}$ – қосмша еңбек ақы;

Неізгі еңбек ақы құрайды:

$$ЗП_{НЕГ} = 114000 \times 12 = 1368{,}00, \text{ мың. Тенге}$$

Қосымша еңбек ақы қоры:

$$ЗП_{ҚОС} = ЗП_{ос} \times 0{,}5 = 1368{,}00 \times 0{,}5 = 684{,}00 \text{ мың. тенге} \qquad (5.3)$$

Формулаға сандық мәндер қоямыз

$$ФОТ = 1368{,}00 + 684{,}00 = 2052{,}00 \text{ мың. Тенге}$$

5.11.04-дегі Ұлттық банк курсые ескере отырып 1 у.е. = 139,8 тенге, осыдан

$$ФОТ = 13{,}69 \text{ тыс. ш.б.}$$

2) Әлеуметтік сақтандыруға аударым еңбекке ақы төлеу қорының 11 пайыз құрайды.

(5.4) формула бойынша анықтайық:

$$O_{cc} = ФОТ \times 0{,}11 \qquad (5.4)$$

ФОТ – бір жылғы еңбекке ақы төлеу қоры.

(5.4) формулаға сандық мәндер қоямыз.

$$O_{cc} = 2052{,}00 \times 0{,}11 = 225{,}72 \text{ мың. тенге}$$

3) Материалдар мен бөлшектерге шығын да күрделі қаржы жұмсалымы сомасынан 5 пайыз мөлшерде аламыз.

$$M = K \times 0{,}05 \qquad (5.5)$$

4) Аппаратура пайдаланылатын электр энергиясы шығыны аппаратура қуаттылығы, бір жылғы аппаратура жұмысының сағат саны және пайдалануға арналған қолданыстағы тарифтерге байланысты болады:

$$C_{эл} = W \times Ц_{квт} \times N_{рп} \times 8760, \qquad (5.6)$$

мұндағы $C_{эл}$ − өндірістік энергия шығындары

W − 1 сағ бір аралық пункттың пайдаланатын қуаты. (W = 0,2 кВт/сағ);

$Ц_{квт}$ − бір киловатт энергия құны ($Ц_{квт}$ = 23 теңге);

$N_{рп}$ − жабдық орнатылатын станциялар саны (N=8);

8760 − бір жылдағы сағат саны.

(5.6) формулаға сандық мәндер қоямыз:

$$C_{эл} = 0{,}05 \times 23 \times 8 \times 8760 = 80592 \text{, мың. Тенге}$$

5) Амортизациялық аударымды (6.7) формула бойынша табамыз. бір жылғы аударым 6,5 пайыз құрайды.

$$A = K \times 0{,}065 \qquad (5.7)$$

$$A = 297136 \times 0{,}065 = 19313{,}84 \text{ мың. тенге}$$

6) Басқа да әкімшілік−басқару және пайдалану−шаруашылық шығындарды есептейміз. Бұл баптың моменттерін жылдық еңбек ақы төлеу қорының 10 пайыз −деп аламыз.

$$C_{пр} = ФОТ \times 0{,}1 \qquad (5.8)$$

$$C_{пр} = 2052{,}00 \times 0{,}1 = 205{,}20 \text{ мың. тенге}$$

7) Жүк құжаттық шығындар негізгі шығынның 20 пайыз құрайды.

$$Н = О_р \times 0{,}2 \qquad (5.9)$$

мұндағы $O_P -$ негізгі шығын.

$$O_P = ФОТ + O_{сс} + М + C_{эл} + А \qquad (5.10)$$

$$O_р = 2052{,}00 + 225{,}72 + 14856 + 80592 + 19313 = 117038{,}72 \text{ мың. Тенге}$$

$$Н = 117038{,}72 \times 0{,}2 = 23407{,}7 \text{ мың. тенге}$$

8) Несие бойынша шығынды $C_к = К \times 0{,}1$ формула бойынша есептейміз

$$C_к = 297136 \times 0{,}1 = 29713{,}6 \text{ мың. Тенге}$$

Бір жылғы несие өтеу сомасын анықтаймыз.

$$C_и = \frac{297136 + 29713{,}6}{2} = 163425{,}3 \text{ мың .тенге}$$

Пйдалану шығынын анықтау үшін (7.1.) формулаға сандық мәндер қоямыз.

$$Э_р = 2052{,}00 + 225{,}72 + 14856 + 80592 + 19313{,}00 + 205{,}20 + 23407{,}7 + 29713{,}6 + 163425{,}1 = 333790{,}32 \textit{мы .тенге}$$

Алынған нәтижелерді 5.3 – кестеге келтіреміз.

5.3 кесте - Пайдалану шығыны

Көрсеткіштер атауы	Сома мың.тенге	Сома мың. у.е.
1. Еңбекке ақы төлеу қоры	2052,00	5,378
2. Әлеуметтік сақтандыруға аударым	225,72	0,59
3. Материалдар мен қосалқы бөлшектер	14856	38,93
4. Электрэнергия шығыны	80592	211,23

5. Амортизациялық аударым	19313	50,62
6. Басқа шығындар	205,2	0,53
7. жүккұжаттық шығын;	23407,7	61,35
8. Несие бойынша шығын	29713,6	77,88
9. Бір жылдық несие өтеу	163425,1	428,3
Барлығы:	333790,32	874,808

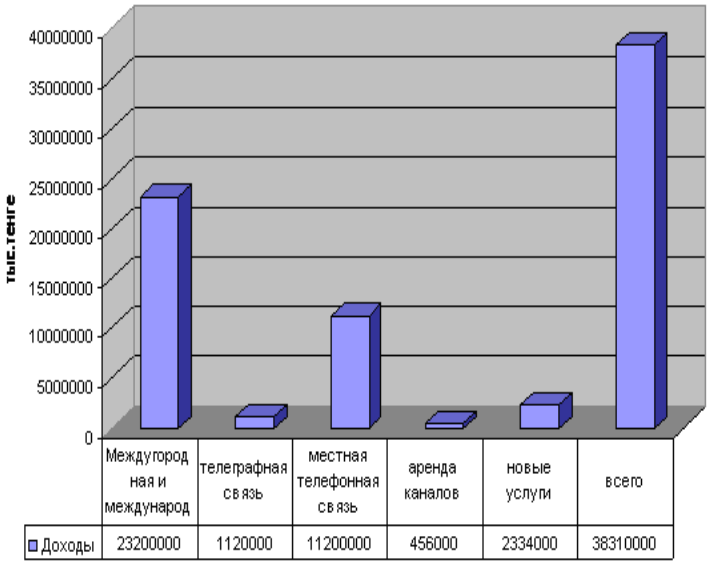
5.5 Жылдық табыс сомасы

«Қазақтелеком» ААҚ 2004 жылғы негізгі қызметінің табысы қызмет көрсету түрлері бойынша Құрайды:

ТЖС жүйесін енгізу салдарынан байланыс сапасының жақсаруы есебінен өнеркәсіп табысы жоғарылайды (жылт етуді болдырмай). Бір жылт ету ақпараттың бірден үшке дейінгі циклын жоғарылатуға әкеп соғады.

5.4 – кесте. Өнеркәсіп табысы

Қызмет көрсету түрі	Табысы, мың теңге
Халықаралық және қалааралық байланыс	23200000
Телеграфтық байланыс	1120000
Жергілікті телефондық байланыс	11200000
Арналарды жалға алу	456000
Мәлімет тарату	2334000
Барлығы	38310000



5.1 – сурет. 2014 жылғы «Қазақтелеком» ААҚ табыс диаграммасы

Байланыс өнімінің сапасын жоғарылатудың негізгі бағытының бірі ақпарат тарату жылдамдығын үдетуде, байланыс құралдарының сенімді

жұмысын, ақпарат таратудың растығын қамтамасыз ететін шаралар өткізу болып табылады.

Негізгі қызмет көрсету параметрлеріне синхрондау бұзылысының әсері туралы мәселені стандарттау органдары мен жұмысшы топтар зерттеген. Оның нәтижесінде сандық байланыстың қызмет көрсету топтары, жылт етуге тұрақты және тұрақты емес, белгіленді.

Әртүрлі байланыстық қызмет көрсету мен бірінші желінің арналарының параметрлеріне қызмет көрсету мен бірінші желінің арналарының параметрлеріне жылт етудің әсері 6.5 − кестеге көрсетілген[28].

5.5 кесте − Байланыстық қызмет көрсетудің сапалық параметрлері

Қызмет көрсету	Қателік сипаты	Жылт ету салдары	Жылт етудегі байланыс ысырабы	Тәуліктегі байланыс шығыны пайыз
Телефондық байланыс	Шыртылдар түріндегі импульстық бөгеуілдер	Абоненттер шағымы		Байланыстың төменгі сапасы
Факсимильдік байланыс	Жолдың бұрмалануы	Жолдың қате берілуі	Деректердің 8 жолының жоғалуы	46
ПД	Қателіктің ұзақтығы	Мәліметтердің жоғалуы, ақпарат таратуды қайталау	1−1,5 сек	14,28
Видео	Кадрдың экранда тоқтап қалуы	Бейне сапасының құлдырауы	6 сек	85,7
Кодталған деректер	Қосылыстың жоғалуы	Кодтау кілтінің жоғалуы	86400 сек	100

5.6 ТЖ Жүйесін енгізуден алынатын өнеркәсіп табысын есептеу

«Қазақтелеком» ААҚ−ның ТЖС жүйесін синхрондауды енгізгеннен кейінгі табысын (желіні рассинхронизация кезіндегі табыс сомасы ретінде) және байланыс сапасын жақсартудағы қызмет көрсету түрлері бойынша жалпы табыс өсімін (7.13) формула бойынша есептейік

$$Д_{енгізіл.кейін}=Д_{шығ}+ \Delta Д_{ТЖС} \qquad (6.13)$$

Мұндағы $Д_{шығ}$ – «Қазақтелеком» ААҚ енгізуге дейінгі табысы;

$\Delta Д_{ТЖС}$ − қызмет көрсету түрлері бойыншажалпы табыс өсімі.

5.6.2 Қызмет көрсету түрі бойынша рассинхронизация кезіндегі байланыс ысырабын есептеу. Синхрондау желісінің асинхронды жұмыс режимін қарастырып отырғандықтан, бір жылт ету әрбір жеті секнда болады.

1) Қаларалық – халықаралық байланыс

телефония қызмет көрсетуі үшін бір жылт ету трубкада шыртылдың болуына әкеп соғады. Бұл шыртыл әркез естіле бермейді. Сонымен жекелеген жылт етулер телефондық байланыс сапасының параметрлеріне аз ғана әсер етеді. Әдетте минутына бірнеше шыртылдар телефондық байланыстың едәуір қолайлы сапасын береді. Таратылған факсимиль ақпаратты құрылымдағы дыбыстық тарифтік жалпы санының 1 пайыз деп алып, өнеркәсіп табысын есептейміз.

$$Д_{ФС} = Д_{ммс} x\ 0{,}01 \qquad (6.14)$$

мұндағы $Д_{ммс}$ – халықаралық – қалааралық байланыстың ұсынылатын қызмет көрсету табысы.

$$Д_{фс} - 23200000\ x\ 0{,}01 = 232000 \text{ мың теңге}$$

Жылт етудің факсимиль дерек таратуға әсері туралы мәселені қарастыру мынаны дәлеледейді: жекеленген жылт етулер сапаның бұзылуына немесе үш топты факстық деректер жолын жоғалтуға әкеп соғады. Жылт ету тарату кезінде деректің 8 жолын бұзуға әкеледі, бұл вертикаль бойынша 2 мм сәйкес. Бірнеше сырғнау болған жағдайда берілетін бетті қайтадан жіберу керек.

Сонымен, жылт етудің мұндай санында (7 секундта біреу) факсимиль байланыс ысырабы. Факсимиль байланысы табысының 46 пайыз құрайды. Ысырапты (5.15.) формула бойынша есептейік.

$$П_{факс} = Д_{факс}\ x\ 0{,}46 \qquad (5.15)$$

Формула сандық мәндер қоямыз

$$П_{факс} = 232000\ x\ 0{,}46 = 106720 \text{ мың. тенге}$$

2) Мәлімет тарату (қызмет көрсетудің жаңа түрі). Жылт етудің сөйлесу арнасындағы МТ−ға әсері ұзақтығы 10 мс−тан 1,5−ке дейінгі жүйелі қателіктерге әкеледі.

Бейне−телефон арқылы қосылған жағдайда әдетте жылт ету бейнеарнаның жоғалуына әкеледі де, қосылуды қалпына келтіруге мәжбүр етеді.

Жылт етудің МТ арналарына әсер етуі МТ−ға арналған хаттамаға байланысты. Әдетте жылт ету ақпарат бөлігін жлғалтуға әкеліп, таратуды қайта

жүргізуге мәжбүр етеді, бұл қазіргі МТ хаттамаларында автоматты түрде іске асырылады. Сонымен, жылт ету МТ уақытын қайта таратуға арналған қосымша уақыт есебінен ұзартады. Сандық бейнеақпарат тарату кезінде (бейнеконференц−байланыс) жылт ету кадрының жоғалуы немесе оның 6 с дейін тоқтап қалу сияқты бейнелеу сапасының құлдырауына әкеледі. бейнесигналдық құлдырау ұзақтығы кодтау түрі мен компрессия технологиясына байланысты болады[27].

МТ кезінде бір жылт ету ұзақтығы 1 секундқа дейінгі қателіктің пайда болуына және бұл ақпараттың жоғалуына әкеп соғады.

Осыдан есептейік:

Тәуліктегі жылт ету саны, n

$$n = 86400 : 7 = 12342 \text{ жылт/тәу}$$

мұндағы 86400 тәуліктегі секунд саны (100 пайыз арна жұмысы) бір жылт ету ақпаратының 1 секндын жоғалтуға әкелетіндіктен, байаныстың жоғалу уақыты құрайды (пайыз): тәулігіне 12342 секунд, бұл тәуліктегі арна жұмысының жалпы уақытының 14,28 пайыз құрайды.

Сонымен, МТ қызметінен болатын өнеркәсіп ысырабын есептейік:

$$П_{пд} = Д_{пд} \text{ x } В_{пспд} \qquad (5.16)$$

Мұндағы $Д_{пд}$ – МТ қызметінен болатын өнеркәсіп табысы;

$В_{пспд}$ – байланыстың жоғалу уақыты, пайыз.

Формулаға сандық мәндер қоямыз:

$$П_{пд} = 2334000 \text{ x } 0{,}1428 = 333295{,}2 \text{ мың. тенге}$$

3) Телеграфтық байланыс

Қазіргі уақытта «Қазақстелеком» ААҚ телекоммуникация желісінде телеграфтық байланыс ДСПД желісі бойынша 75 пайыз МТ хаттамасын қолдана отырып ұйымдастырылған. Телеграфтық байланыс жоғалу уақыты МТ қызмет көрсетудің байланыс жоғалу уақытының 75 пайыз құрайды.

Формула бойынша есептейік:

$$В_{пстс} = В_{пспд} \text{ x } 0{,}75 \qquad (5.17)$$

Формулаға сандық мәндер қоямыз:

$$В_{пстс} = 14{,}28 \text{ x } 0{,}75 = 10{,}71 \text{ пайыз}$$

Бұдан кейін рассинхронизация кезіндегі телеграфтық байланыс қызмет көрсетуден өнеркәсіптің табыс ысырабын есептейік.

$$П_{тс} = Д_{тс} \text{ x } В_{пстс} /100 \qquad (5.18)$$

Мұндағы $Д_{пд}$ – телеграфтық байланыс қызмет көрсетуден өнеркәсіп табысы;

$В_{пспд}$ – байланыстың жоғалу уақыты, пайыз

Формулаға сандық мәндер қоямыз:

$$П_{тс} = 1120000 \text{ x } 0,1071 = 119952 \text{ тыс. тенге}$$

4) жақтық операторлар арналары (арнаны жалға беру/алу)

Арендаторлық (жалға алынған) арналардың 75 пайыз таратудың сандық жүйесі бойынша ұйымдастырылған және қызмет көрсету МТ желісі арқылы ұсынылғандықтан, осы қызмет көрсетудің ысырабы (шығыны) телеграфтық байланыс сияқты 10,71 пайыз құрайды.

Сонымен, қызмет көрсетудің осы түрінен болатын желісі рассинхронзация кезіндегі табыс шығынын (6.19) формула бойынша есептейміз.

$$П_{АК} = Д_{АК} \text{ x } В_{пстс} /100 \qquad (5.19)$$

мұндағы $Д_{АК}$ – арендаторлық байланыстың қызмет көрсетуінен өнеркәсіп табысы.

$В_{АК}$ – байланыстың жоғалу уақыты, пайыз

Формулаға сандық мәндер қоямыз:

$$ПАК = 456000 \text{ x } 0,1071 = 48837,6 \text{ мың. тенге}$$

5) Сонымен, тактылы желілік синхрондау жүйесін енгізуден қызмет көрсетудің барлық түрлері бойынша өнеркәсіп табысының жорамалдық өсімін есептейміз, яғни желідегі байланыс сапасы жақсарады және есептелген шығын енгізуден болатын табыс бабына ауысады.

$$\Delta Д_{тсс}=\Delta Д_{факс} +\Delta Д_{тг} +\Delta Д_{ар} + \Delta Д_{пд} \qquad (5.20)$$

Формулаға сандық мәндер қоямыз:

$$\Delta Д_{тс} = 106720 + 119952 + 48837,6 + 333295,2 = 608804,8 \text{ тыс. тенге}$$

Сонымен, тактылы желілік синхрондау жүйесін енгізуден кейін болатын өнеркәсіп табысын есептейміз, 7.20 формулаға сандық мәндерді қоямыз

$$Д_{пос.внед} = 38310000 + 608804,8 = 38918804,8 \text{ мың. Тенге}$$

Сонымен «Қазақтелеком» ААҚ ТЖС жүйесін енгізгеннен кейінгі қызмет көрсету түрлері бойынша табысы 608804,8 мың теңгеге өсті.

5.7 Экономикалық эффект

1) ТЖС енгізгеннен кейінгі таза табысты (6.22) формула бойынша анықтаймыз

$$Ч_{пайда} = Д_{ОС} - Э_{р} \qquad (5.22)$$

$$Ч_{пайда} = 608804, - 291336,41 = 317468,39 \text{ мың. тенге}$$

2) Таза табысқа салынатын табыс салығы 20 пайыз құрайды, формула бойынша анықтаймыз

$$Н_{п} = Ч_{пайда} \times 0,2 \qquad (5.23)$$

$$Н_{п} = 317468,39 \times 0,2 = 63493,6 \text{ тыс. тенге}$$

3) Салық салудан кейінгі $\Delta Д_{тсс}$ – тан түсетін таза табысты формула бойынша есептейміз

$$Ч_{пайда} = Ч_{пайдаОС.} - Н_{п} \qquad (5.24)$$

$$Ч_{пайда} = 317468,39 - 63493,6 = 253974,79 \text{ тыс. тенге}$$

4) Экономикалық тиімділікті есептейміз

$$E = \frac{П}{К}, \qquad (5.25)$$

мұндағы $E -$ экономикалық тиімділік

$$E = \frac{25394,79}{297136} = 0,8$$

5) Құнын қайыру мерзімін формула бойынша табамыз:

$$T = \frac{1}{E} \qquad (5.26)$$

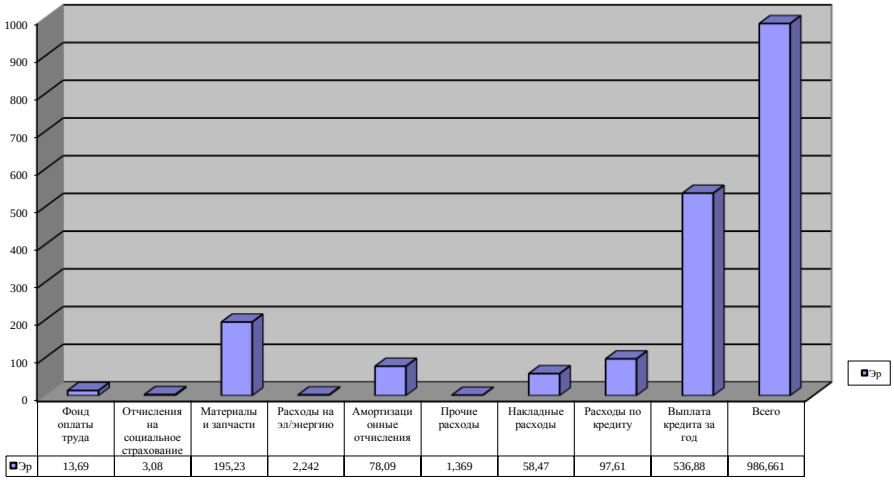
$$T = \frac{1}{0,8} = 1,2; жылда$$

Есептеулер нәтижелерін 5.6 − кестеге келтіреміз.

5.6 кесте − Жобаны енгізуден болатын бизнес−эффект

Экономикалық көрсеткіш	Мәні
1. Инвестициялар, мың теңге	326850
2. Табыс, мың теңге	608804,8
3. Пайдалану шығыны, мың теңге	291336,41
4. Штат, адам саны	3
5. Пайда, мың теңге	317468,39
6. Құнын қайыру мерзімі, жыл	1,2

Енгізуден болатын бизнес − эффект диаграммасын құрамыз



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

5.2 сурет- Енгізуден болатын бизнес − эффект диаграммасы

1. Еңбек ақы төлеу қоры 2. Әлеуметтік сақтандыру аударымы 3.Материалдық және қосалқы бөлшектер 4. Электрэнергия шығыны 5.Амортизациялық аударылым 6. басқа шығындар 7. Жүкқұжат шығыны 8.Несие бойынша шығын 9. Жылдық несие өтеу 10 Барлығы

Қорытынды: Алынған нәтижелер негізінде (6.4.кесте) жобаланған синхрондау жүйесін енгізудің экономикалық тиімділігі туралы қорытынды жасауға болады. Алынған мәліметтер бойынша жобаланған синхрондау жүйесі 1,2 жылдан кейін өз құнын өтеп алады жән бұл нормативке (6,6 жыл норматив бойынша) сәйкес деп айтуға болады.

Қорытынды

Жобада ҚР цифрлық желілері бойынша синхронды сигналдар тарату, ТЖС аппаратурасын метрологиялық қамтамасыз ету, ТЖС жабдығының негізгі сипаттамаларын бақылау бойынша ұсыныстар келтірілген. Синхронды сигналдар жұмыс сұлбасы және ТЖС желісін реклнфигурация лихалдары, оның әр түрлі элементтерінің істен шығуы мен талшықты−оптикалық кабелдің үзілуі жағдайлары келтірілген.

Қазақстан Республикасының өзара ұштасқан байланыс желілері ауқымындағы байланыстың цифрлық жүйелерінің дамуы осы желіге жататын жалғау мен таратудың цифрлық жүйелерінің үйлесімді өзара әрекеттерін, білдіреді.

Құрылып жатқан цифрлық желі тиімді жұмысы үшін тұтас тәуелсіз ТЖС жүйе ұйымдастыру қажет.

Бұл жүйе сапағалы үлгілік синхронды сигналдарды қалыптастыру мен сәйкес желілік элементтер тарату қызметін атқарады және осының салдарынан цифрлық желілердің Халықаралық электрбайланыс одағы мен электрбайланыстың Еуропалық стандарттарына сәйкес ұсыныстарымен белгіленген былайша айтқанда жылт етудің саны нормадан аспайтындай жұмыс жағдайын қамтамасыз етеді.

Газдық өртсөндіруші құралы (ГСҚ) қорғалатын аумаққа 7 бүркуші құрлығы арқылы келеді (насадка). ГОС (ГОҚ) бүркуші құбырға түскен кезде 8 қысым сигнализаторы (ҚС) іске қосылады. ПКП (Г) ішкі хабарлаушыны ажыратып, сыртқы хабарлаушы құралдарды қосады, және де диспечер пультіне қорғанатын аумаққа газ берілгені туралы сигнал береді.

Өрт сөндіруші заттар ретінде көміртек екі қышқылы, азот, аргон және олардың қоспасы пайдаланылады. Бұл модульдер үшін сыйымдылығы 24, 40,8,100л 15,0 МПа қысымы бар балондар қолданылады.

Қорытынды: біздің басты мақсат ол өнім сапасын жақсартып, оның санын арттыру. Алынған нәтижелер негізінде (6.4.кесте) жобаланған синхрондау жүйесін енгізудің экономикалық тиімділігі туралы қорытынды жасауға болады. Алынған мәліметтер бойынша жобаланған синхрондау жүйесі 1,2 жылдан кейін өз құнын өтеп алады жән бұл нормативке (6,6 жыл норматив бойынша) сәйкес деп айтуға болады.

Әдебиеттер тізімі

1.Шахгильдяна В.В. Системы фазовой синхронизации с элементами дискретизации: Радио и связь. Москва. 1989.

2.Мошиц Г., Хорн П. Проектирование активных фильтров. М.,: Мир. 1984.

3.Линдсей В. Системы синхронизации в связи и управлению / Пер. с англ.

4.Под ред. Бакаева Ю.Н. и Капранова В.В. – М.,: Сов.радио. 1978.

5.Голуб В.С. Мгновенная и средняя частота колебаний и интегрирующие

6.ЧМ и ЧИМ модуляторы // Радиотехника. — 1982. — т. 37. — № 9.

7.Голуб В. Взгляд на сигма-дельта АЦП // Chip News. — 1999. —ж. № 5.

8.Technical Brief SWRA029: Fractional/Integer-N PLL Basics / C.Barrett.

9.Texas Instruments. August 1999.

10.Васильев Д.В., Витоль М.Р., Горшенков Ю.Н. Радиотехнические цепи и сигналы. М.,: Радио и связь. 1982.

11.Шахгильдян В.В., Ляховкин Л.А. Фазовая автоподстройка частоты,

12.“Связь”— М.,: Радио и связь. 1966.

13.. Феер К. Беспроводная цифровая связь М.,: «Радио и связь». 2000.

14. Левин В.А. Синтезаторы частот с системой импульсно-фазовой

15.Давыдкин П.Н., Колтунов М.Н., Рыжков А.П. Тактовая сетевая синхронизация. – М.: Эко-Трендз, 2004. – 205с.

16.http://home.dei.polimi.it/bregni/papers/histsync.pdf A Historical Perspective on Telecommunications Network Synchronization.

17.Рекомендации ITU_T G.703/13.

18.Методические указания к выполнению лабораторных работ по системам ФАПЧ. Массачусетский технический университет.2002.

19.Уильрих Л. Роде. Синтезаторы для микроволновых средств и беспроводной связи

20.6.http://www.nxp.com/acrobat_download/datasheets/74HC_HCT4046A_CNV_2.pdf Datesheet for 4046.

21.Аллилуйкина А.Д. Построение модели ФАПЧ для систем тактовой сетевой синхронизации

22.автоподстройки. М.,: Радио и связь. 1989.

23.http://www.qrz.ru/schemes/detail/234.html.

24.http://www.radioradar.net/news/electronics_news/ltc3543.html.

25.http://www.eltech.spb.ru/pdf/almanah/alm_2007_1_2.pdf

26.Давыдкин П.Н., Колтунов М.Н., Рыжков А.П. Тактовая сетевая синхронизация. – М.: Эко-Трендз, 2004. – 205с.

27.Базылов К., Алибаева С., Аманжолова К. Организация управления и регулирования о связи общего пользования Республики казахстан: Учебное пособие – Алматы, 2005.

28. Базылов Қ.Б., Алибаева С.А., Нурмагамбетова С.С., Бітіруші жұмысының экономикалық бөлімі үшін әдістемелік нұсқаулар. 050719 – радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығының барлық түрінің студенттеріне арналған. – алматы, 2009.
29. Пожарная безапасность. Взрывоопасность. Справочник /Под ред. А.Н.баратов – М.: Химия, 1988.
30. Хакимжанов Т.Е. Охрана труда. Учебное пособие для вузов. – Алматы, 2006.
31. СНиП РК 2.02-05-2002. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – Астана: Комитет по делам строительств МЭиТ РК, 2003.