

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АЛОҚА, АХБОРОТЛАШТИРИШ
ВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ДАВЛАТ
ҚЎМИТАСИ**

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ
ФАРҒОНА ФИЛИАЛИ**

Телекоммуникация кафедраси

**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ УЗАТИШ ТИЗИМЛАРИ
1-қисм
(ўқув қўлланма)**

Фарғона -2014

Муаллиф: А.Абдуллаев

Ўқув қўлланма, телекоммуникация узатиш тизимлари хақида асосий тушунчалар, телекоммуникациянинг бирламчи сигналлари ва уларнинг асосий характеристикалари, аналог ва рақамли узатиш тизимларининг тузилиш принциплари, уларда сигналларни узатиш усуллари, алоқа тармоқларини тузишда қўлланиладиган телекоммуникация узатиш тизимлари хақида маълумотлар берилган.

Ўқув қўлланма «Телекоммуникация» йўналиши бўйича таълим олувчи талабаларга мулжалланган.

1-маъруза. Телекоммуникация узатиш тизимларини тузилиш принциплари. Асосий тушунчалар: алока линияси, алока тизими, канал, тармок ва унинг турлари

Алоқа, бу ахборот узатувчи манбадан қабул қилувчи манбагача бўлган жараёндир. **Ахборот** (хабар), маълумотлар тўплами (йиғиндиси)дан иборат. Муҳитдаги ҳақиқий ўзгаришда узатиладиган ахборотларнинг акс етиши **сигнал** деб аталади ёки сигнални соддагина қилиб **ахборот (хабар) ташувчи тўлқин** дейиш мумкин. Турли сигналларни узатиш учун, хабарларни акс етдирувчи электромагнит тебраниш (электр сигнал)лар қўлланилади.

Электрик сигналлар физик табиатдаги сигналлардан бир қанча афзалликлари билан фарқ қилади, масалан уларни жуда узоқ масофаларга узатиш, оддий техник қурилмалар ёрдамида ўзгартириш мумкин. Уларни тарқалиш тезлиги ёруғлик тезлигига яқин. Электрик сигналлар ёрдамида хабарларни узатишга **электр алоқа** дейилади. Узатиладиган хабарларга боғлиқ ҳолда ҳар хил электр алоқа турлари мавжуд, масалан: телефон, телеграф, маълумотларни узатиш ва ҳакозолар. Электр алоқа сигналларини узатишни таъминловчи техник қурилмалар мажмуасига **электр алоқа тизимлари** дейилади. Узатувчи пунктлардаги бундай тизимларда ахборот манбаларидан ҳосил бўлган сигналлар, электрик сигналларга ўзгартирилади, қабул қилувчи пунктда эса талабгорлар қабул қила оладиган электрик сигналларга ўзгартирилади.

Узатувчи қисмдаги электрик сигналларни шакллантирувчи қурилма узатувчи қисмдаги **бирламчи ўзгартиргич** дейилади, унинг чиқишидаги сигналга эса **бирламчи сигнал** дейилади. Худди шунга мос ҳолда қабул қилувчи қурилмага қабул қилувчи қисмдаги **бирламчи ўзгартиргич** дейилади. Масалан, овозли узатишда бирламчи ўзгартиргич-микрофон, қабул қилувчи қисмда эса бирламчи ўзгартиргич-телефон ҳисобланади. Узатувчи ва қабул қилувчи қисмдаги бирламчи ўзгартиргичлар **охирги аппаратуралар** ёки **охирги қурилмалар** деб ҳам аталади.

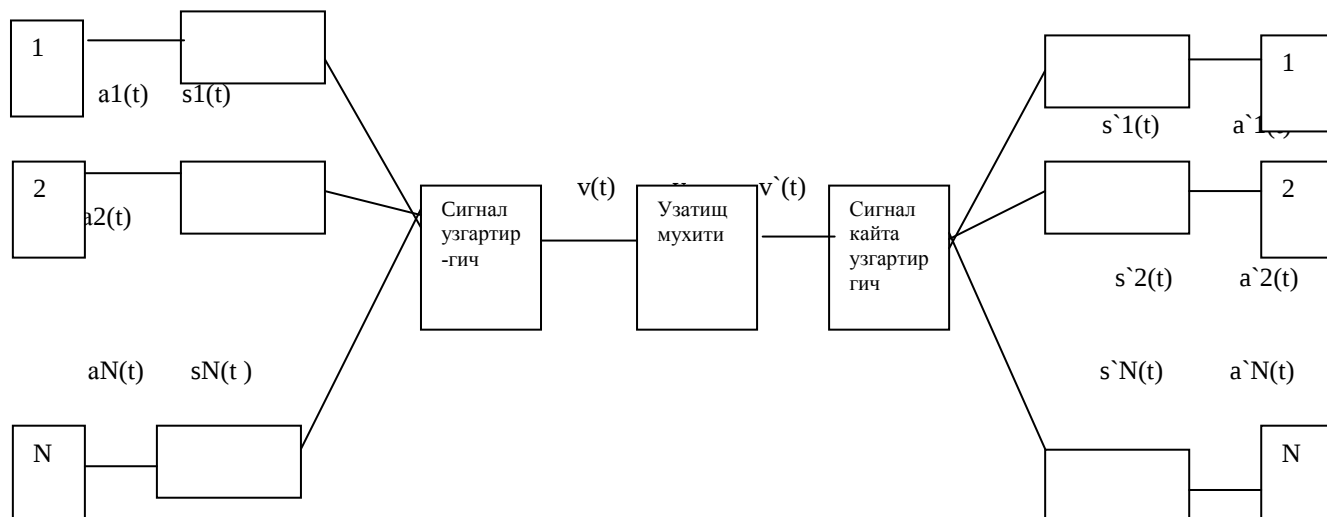
Узатиш канали деб, белгиланган частота областида қувват ёки белгиланган тезлик билан чегараланган, электромагнит сигналларни узатишни таъминловчи тарқалувчи муҳит ва техник қурилмалар йиғиндисиға айтилади.

XIX асрнинг урталарида дуне буйича телеграф алоқаси жуда кенг тарқалган эди. У вақтларда алоқа воситаси сифатида хаво алоқа симлари, яъни алоқа устунларига илинган очик симлардан фойдаланилган. Ҳар бир телеграф аппарати учун битта сим ишлатилган, иккинчи сим вазифасини эса ер утаган. Лекин баъзи вақтларда узатиладиган телеграф хабарлар сони шунчалик купайиб кетардики, бу хабарларни зудлик билан, иложи борича катта тезликда узатишга тугри келарди. Буни амалга оширишнинг икки хил усули мавжуд эди. Биринчи усул, телеграф аппаратларини мукаммаллаштириш ва узатувчи ходим малакасини ошириш. Лекин бу

холларда ҳам ходим канчалик тез ишламасин 1 минут ичида 250-300 та харфдан ортигини узата олмайди. Иккинчи усули, узатиладиган маълумотга караб кушимча телеграф аппарати ва кушимча хаво алока сими тортиш. Лекин алока симларини тортиш имконияти ҳам чегараланганлиги учун бу усул ҳам етарли самарадорлик бермас эди. Фараз килинг, хар бир телеграф аппарати учун алоҳида сим тортилса, бутун алока трассаси симларга тулиб, чалкашиб кетади. Алока устунлари ҳам бу симларни кутара олмаслиги мумкин еки янги алока устунлари урнатиш керак. Демак, шундай килиш керакки, битта сим оркали бир неча телеграф хабарларини узатиш мумкин булсин. Бошқача килиб айтганда, бу линияни барча телеграф аппаратларига улаш мумкин булсин.

Симли алока линиялари сигнални ун, юз килогерцдан унлаб мегагерцгача, радиоалока линиялари эса юзлаб, минглаб мегагерцгача булган кенг ораликда узатиши мумкин.

Битта алока линияси оркали бир неча мустакил манбалар бирламчи сигналларини узатиш принципи 1-расмда келтирилган.



1.1-расм. Маълумотларни бир вақтда узатиш принципи

Бу расмдан куринадики 1, 2,...,N та манбадан келиб тушаётган $a_1(t)$, $a_2(t)$,..., $a_N(t)$ хабарлар $s_1(t)$, $s_2(t)$,..., $s_N(t)$ бирламчи сигналлар куринишига келтирилади. Бу сигналлар узатиш тизимидаги сигнал узатгичга келиб тушади. Бу ерда сигналлар махсус қайта ишланади ва $v(t)$ гуруҳ сигналига айлантириб, узатиш мухитига узатилади. Узатиш мухитининг иккинчи томонида хар хил тусик ва шовкинлар натижасида узгарган $v'(t)$ сигнал қайта узгартирувчи курилмага узатилади ва бу курилма ердамида хар бир каналларнинг $s'_1(t)$, $s'_2(t)$,..., $s'_N(t)$ индивидуал бирламчи сигналлари

ажратилади. Кабул қилиш томони бирламчи узгартиргичларида бу сигналлар $a_1(t), a_2(t), \dots, a_N(t)$ хабарларга айланади.

Бирламчи сигналларни узатиш учун элитувчи (у тебранишлар гармоник элитувчиси еки импульслар кетма кетлиги булиши мумкин) танланади, унинг параметрлари бирламчи сигнал ердамида амплитуда, частота еки фаза буйича модуляция қилинади.

Бир неча манбадан келатган бирламчи сигналлар бир вақтда мавжуд булиши ва бир хил частота оралигига эга булиши (масалан, хамма бирламчи сигналлар телефон сигналлари булиб, 0,3-3,4 кГц частота оралиги) мумкин. Бу ҳолда сигналларни гуруҳ сигналига айлантйрилганда сигналлар бир биридан фарқ қилиши керак. Шундагина кабул қилиш томонида бу сигналларни ажратиб олиш мумкин.

Узатиш тизими деб, узатувчи каналнинг шаклланишини таъминловчи техник қурилмалар йиғиндисига айтилади. Узатиш тизимининг таркибига сигналларни ўзгартириш ва кучайтиришни амалга оширувчи аппаратуралардан ташқари электр таъминоти қурилмаси, телебошқарув ва телесигнализация, бундан ташқари узатувчи муҳит (узатиш линияси) ҳам қиради. Узатиш линияси симли ёки радиолинияли бўлиши мумкин.

Симли узатиш линияси деб, электромагнит сигналларни узлуксиз йўналтирувчи муҳит бўйлаб тарқалишни таъминловчи линияга айтилади. Симли узатиш линиясига ҳаво алоқа линиялари, кабелли линиялар (электрик сигналларни ёки ёруғликни ўтказувчи), тўлқин ўтказгичлар ва шунга ўхшаганлар қиради.

Радиолинияларда хабарлар очик муҳитда, радиотўлқинлар орқали узатилади. Ердаги радиореле линияларида детсиметрли ва қисқа тўлқинлар қўлланилади, сигналларни ретранслятсия қилиш эса ердаги кабул қилиб узатувчи станциялар орқали амалга ошади. Фазовий алоқа тизимларида ретранслятсиялаш станциялари сунъий ер йўлдошларида жойлаштирилади.

Телекоммуникация тизимларининг энг катта ва энг қиммат (мис симларидан иборат бўлган) қисмини узатиш линиялари ташкил қилади. Симли линияларни, битта электрик сигнални узатиш учун мўлжалланган симлар йиғиндиси деб фараз қилинувчи алоқа занжири деб тасаввур қилиш мумкин. Агар радио линиялар қўлланилса худди шунга ўхшаб ствол тушунчасидан фойдаланилади.

N-каналли алоқа тизими деб, N манбадан N талабгорга битта алоқа занжири орқали бир вақтда бир-бирига боғлиқ бўлмаган ҳолда хабарларни узатишни таъминловчи техник қурилмалар йиғиндисига айтилади. Бундай ҳолда N каналли алоқа тизимининг узатгичига N хабар манбасидан бирламчи сигналлар тушади. Бу сигналлар махсус қайта ишланади ва алоқа занжирининг киришига тушувчи умумий гуруҳли сигналга бирлаштирилади. Тизимнинг кабул қилувчи қисмида гуруҳли сигналлардан, берилган ахборотга мос ва N талабгорга берилувчи алоҳида каналларнинг шахсий сигналлари ажратиб олинади. Бундай узатиш тизимлари **кўп каналли** деб аталади.

Сигналлар алоқа линияси орқали ўтганда ўзининг энергиясини йўқотади (сўнади), техник қурилмалар такомиллашмаганлиги туфайли бузилади (характеристикалар ноидеаллиги туфайли), бундан ташқари унга яна шовқин (халақитлар) таъсир қилади. Бунинг учун узатиш тизими сигналларни шундай ажратиши керакки, бузилиш ва шовқинлар бўлишидан қатъий назар хабар белгиланган аниқликда қайта тиклансин. Узатиш тизими (УТ) узатиладиган ахборотларни юқори сифатли даражада узатишдан ташқари узоқ масофаларга алоқани ташкил қилганда уларнинг чидамлилигини ҳам таъминлаши лозим. Кўп каналли алоқа техникасини асосий вазифаларидан бири юқори иқтисодий самарадорликка, (масалан: 1 км алоқа каналидан фойдаланиш ва ташкил қилишни нархини баҳолаш орқали) еришишдан иборат. Шундай қилиб, кўп каналли алоқа техникасининг ривожланиши, талаб қилинган каналлар сони, сифати, чидамлилиги, самарадорлиги ва алоқа масофасини таъминловчи узатиш тизимларининг яратилишига олиб келади.

Маълумот еки сигнал бир жойдан иккинчи бир жойга узатилиши учун алоқа линияси мавжуд бўлиши керак. 1-расмдаги узатиш муҳити алоқа линиясини англатади. Алоқа линияси симли еки симсиз бўлиши мумкин. Симли алоқа линиялари қуйидагилардан иборат:

1. Хаво симли алоқа линиялари;
2. Симметрик кабеллар;
3. Коаксиал кабеллар;
4. Оптик алоқа кабеллари.

Симсиз алоқа линиялари радиолиниялар дейилади.

Тарихда энг биринчи бўлиб хаво алоқаси симли линиялари ишлатилган. Хаво алоқа линияси вазифасини бир биридан маълум масофада изоляцияланган ва кузголмас симга айтилади. Симлар орасидаги изолятор вазифасини бу ерда хаво бажаради. Бу симларни егоч еки темир-бетон устунларга урнатилади. Хаво алоқа линияларининг камчиликлари қуйидагилардан иборат:

1. Атроф муҳит узгаришининг алоқа сифатига таъсири;
2. Шовқин даражасининг юқорилиги (юқори вольтли кучланиш линиялари, темир йул линиялари, радиостанциялар таъсирида);
3. Кичик частота диапазони(кичик утказиш ораликлари).

Алоқа кабеллари бир биридан изоляцияланган бир неча утказгичлардан ташкил топган. Изолятор вазифасини кабел коғозлари еки пластмасса турлари бажаради. Намлик киришининг олдини олиш учун утказгичлар герметик колам билан уралади, механик бузилишлардан саклаш учун устига химоя кобиги урнатилади. Хаво алоқа линияларидан кабель линияларга утиш туфайли атроф-

мухитнинг алока сифатига булган таъсирига анча бархам берилди. Шовкин даражаси камайди. Утказиш оралиги анча кенгайди. Кабеллар ер ости, сув ости ва осма кабелларга булинади.

Кабеллардан энг кадимгиси ва энг куп таркагани шаҳар телефон кабелларидир. Бундай кабеллар 10 жуфтликдан тортиб хаттоки 3 000 жуфтликкача утказгичлардан ташкил топган булади.

Шаҳарлараро алока учун махсус кабеллар ишлатилиб, улар симметрик ва коаксиал кабеллар дейилади. Бу кабелларда жуфт утказгичлар сони шаҳар алока кабеллари жуфт утказгичлар сонидан анча кам булиб, купи билан бор йуги ун-йигирматтани ташкил килади. Улар аксарият холларда шундоқкина ерга кумилади. Пулат химоя кобиклари уларни механик бузилишлардан химоялайди.

Шаҳар алока кабелларида утказгичлардаги синусоидал ток частотасини ошиши бошқа утказгичларда ҳам бу токни пайдо булишига олиб келади, яъни ҳар хил сигналлар узатилаётган утказгичлар жуфтликлари бошқа жуфтликлар билан узаро таъсирлашади. Шунинг учун бундай кабелларда утказиш тезлиги 2 Мб/с дан ошмайди. Коаксиал кабелларда эса бу ҳол кузатилмайди, яъни бундай кабелларда тезликни(бу дегани частотани) исталган тарзда ошириш мумкин ва кабел утказгичлари бошқа утказгичлар билан узаро таъсирлашмайди. Шунинг ҳисобига коаксиал кабелларда сигнал тезлиги секундига миллион битга етиши мумкин. Симметрик кабелларда ҳам утказгичлар сонининг камлиги ва изоляция даражасининг анча юқорилиги ҳисобига сигналлар тезлигини 8 Мб/с тезликкача етказиш мумкин.

Радиолинияларнинг утказиш ораликлари жуда ката булади. Шунинг учун радиолинияларда турли хилдаги, спектр кенглиги анча ката булган бир неча сигналларни катта тезлигга узатиш мумкин.

Оптик алока линияларида ута тиник ва тоза оптик тола орқали еруглик нури таркалади. Бу еруглик нури бирламчи электр сигналларни аналог-оптик узгартиргичлар ердамида еруглик нурига айланишидан ҳосил булади. Ҳозирги оптик алока толалари шунчалик тиник ва тоза килиб чиқарилганки, уларда еруглик жуда кам сунади: 1,05 марта. Агар бир дона оптик тола кулланилса, у орқали узатилаётган еруглик тола ташқарисига чиқиб, таркалади. Шунинг учун оптик тола икки катламдан, асос ва коплам қисмидан иборат булади. Коплам қисмининг нур синдириш қурбаткичи асосниқига нисбатан кичик. Шунинг натижасида нурнинг деярли барчаси асосдан ташқарига таркалиб кетмай, асос ичида таркалади. Оптик алока линиялари орқали нурнинг узатиш тезлиги 100 Гбит/с га етиши мумкин(бир модали нурларда).

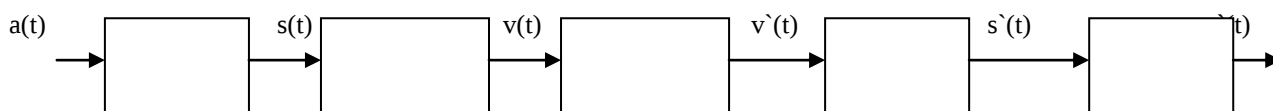
Маъруза – 2. Сигналлар. Бирламчи сигналлар, уларни узатиш сатхлари, параметрлари ва тавсифлари. Канал сигналларини булиниш (частотавий ва вақтли) принципи.

Сигнал тури	Спектр кенглиги, Гц
Телеграф сигнали	0...100
2400 бод тезликдаги маълумотлар узатиш сигнали	0...2 400
Телефон сигнали	300...3 400
Овозли эшиттириш сигнали	50...10 000
Факсимил алока сигнали	0...180 000
Телевизион сигналлар	50...6 000 000

2.1-жадвал турли хил алокалар бирламчи сигналлари спектр кенгликлари

1-жадвалдан куринадики, бирламчи сигналлар спектр кенглигини алока линияларининг жуда кенг булган утказиш ораликлари билан солиштирилганда, бу алока линиялари ишлатилаётган утказиш ораликларидан фойдаланиш самарасиз амалга оширилатганига гувоҳ буламиз. Бошқача қилиб айтганда, бу алока линиялари орқали бундай сигналлардан бир эмас, бир нечасини узатиш мумкин. Демак, бир алока линияси орқали бир неча каналлар ҳосил қилиш мумкин.

Ҳар қандай хабар манбаи томонидан $a(t)$ хабар ишлаб чиқарилади (масалан, инсон гапирётган овози, ҳаракатланадиган еки ҳаракатсиз объект, текстли хабар ва ҳоказо). Бу хабар махсус қурилмалар (масалан, овоз узатилганда бу махсус қурилма – микрофон, шакллар узатилганда электрон-нур трубкаси ва ҳоказо бўлиши мумкин) ёрдамида бирламчи $s(t)$ сигналга айлантирилади. Бу сигнални узатиш муҳити орқали узатиш учун қандайдир бир элитувчи керак бўлади. Бундай элитувчи сифатида уша муҳитда ҳаракатланиш имкониятига эга булган объектларни танлаш мумкин. Бундай объектлар симли узатиш линияларида ва очик фазода электромагнит майдон, оптик алока тизимида еруғлик нури бўлиши мумкин.



2.1 расм. Хабарни узатиш тизими оркали узатиш тузилиш схемаси

Узатилаётган бир турдаги электр сигналларни частота еки вақт бўйича фарқлаш учун бу сигналлар узатиш томонида махсус узгартирилади, яъни модуляция қилинади.

Сигналларни узатиш ва бўлиниш турига боғлиқ ҳолда икки хил усулда узатиш мумкин:

1. Каналларни частота бўйича бўлиниш усуллари
2. Каналларни вақт бўйича бўлиниш усуллари

Шундай қилиб, узатиш линияси оркали узатиш қулай бўлиши учун бирламчи $s(t)$ сигнал $v(t)$ қуринишига узгартирилади ва линияга узатилади. $v(t)$ сигнал қабул қилиш томонида бирламчи сигналга, бирламчи сигнал эса хабарнинг асл шаклига айлантирилади.

Шовкинлар ва бузилишлар натижасида қабул қилиш томонидаги сигнал узатилаётган сигналдан фарқ қилади. Қабул қилинаётган хабарнинг узатилаётган хабарга мослик даражаси узатилаётган хабарнинг аниқлигини белгилайди.

Алоқа линиялари узлуксиз равишда хабарларни узатишга мўлжалланган. Умумий ҳолатда хабар бирорта объектнинг ҳолати ҳақидаги маълумотлар йиғиндисидан иборат, шунинг учун узатиш пунктининг охириги абонент аппаратида бирламчи деб аталувчи электрик сигнал шаклланиши ва бу узатиладиган хабарларга мос ҳолда ажратилиши лозим. Қабул қилувчи пунктнинг абонент аппаратида тесқари жараён амалга ошади, яъни қабул қилинган бирламчи сигналга мос ҳолда хабар шаклланади. Овозли эшиттириш сигналларини узатишда овоз босимини ўзгартириши хабар ҳисобланади, узатишнинг охириги аппарати-микрофон, қабул қилувчи томонда эса овоз баландлатгичдир.

Сигналларни қувват, кучланиш ва ток билан характерлаш мумкин. Бунинг учун алоқада кўпгина ҳисобларни соддалаштириш мақсадида логарифмик характеристикалар (узатиш сатҳлари)дан фойдаланилади. Ўнли логорифмлар асосида ҳисобланган узатиш сатҳлари **децибел (дБ)**, натурал логорифмлар асосида ҳисобланган узатиш сатҳлари **непер (Нп)** деб аталади. Ҳозирги пайтда децибелдан фойдаланилади. Қувват кучланиш ва ток бўйича узатиш сатҳлари қуйидаги формулалар бўйича аниқланади:

$$P_K = 10 \lg \left(\frac{P_x}{P_0} \right), \text{ дБ}$$

$$P_K = 20 \lg \left(\frac{U_x}{U_0} \right), \text{ дБ}$$

$$P_T = 20 \lg \left(\frac{I_x}{I_0} \right), \text{ дБ}$$

бу ерда: P_x , U_x , I_x -лар қаралаётган x нуқтадаги қувват, кучланиш ва тоқларнинг қийматлари; P_0 , U_0 , I_0 -лар бошланғич деб қабул қилинган қийматлар. Агар P_x , P_0 қувват ажралиб чиқадиган қаршиликларнинг P_x , P_0 қийматлари маълум бўлса, қувват, кучланиш ва тоқларни узатиш сатҳлари орасидаги маълум нисбат асосида:

$$P = U^2 / |Z| = I^2 |Z|$$

боғланишларни топиш мумкин:

$$P_{\kappa} = 10 \lg \frac{U_x^2 |Z_0|}{|Z_x| U_0^2} = P_{\kappa} + 10 \lg \frac{|Z_0|}{|Z_x|},$$

$$P_{\kappa} = 10 \lg \frac{I_x^2 |Z_x|}{I_0^2 |Z_0|} = P_T - 10 \lg \frac{|Z_0|}{|Z_x|},$$

$$P_{\kappa} = P_T - 20 \lg \frac{|Z_0|}{|Z_x|},$$

Агар $|Z_x| = |Z_0|$ бўлса, $P_{\kappa} = P_{\kappa} = P_T$ га тенг.

Агар қувват, кучланиш ва тоқнинг бошланғич қийматлари: $P_0 = 1 \text{ мВт}$, $U_0 = 0,7746 \text{ В}$ ва $I_0 = 1,29 \text{ мА}$ қабул қилинган бўлса, унда ҳисобланган сатҳлар ҳақиқий деб аталади ва дБқ, дБк ва дБт деб белгиланади. Бу қийматлар $|Z| = 600 \text{ Ом}$ қаршилиқда ажратиб олинади. Унда ҳисобланган сатҳлар нисбий деб аталади ва дБқ, дБк ва дБт лар билан белгиланади:

$$P_{\kappa O} = 10 \lg (P_x / P_{\kappa}), \quad \text{дБ}$$

$$P_{\kappa O} = 20 \lg (U_x / U_{\kappa}), \quad \text{дБ}$$

$$P_{\kappa O} = 20 \lg (I_x / I_{\kappa}), \quad \text{дБ}$$

Бундай сатҳлар трактларни узатиш характеристикаларини ўлчашда кенг қўлланилади, чунки уларнинг қийматлари бошидан охиригга берилган нуқтагача тракт участкасининг қувват, кучланиш ва ток кучайишига сонли равишда тенгдир. Бунда сатҳларнинг манфий қийматлари берилган участкадаги кучайишга емас, балки сўнишга мос келади. Канал ва трактларда сигнал ва ҳалақитларнинг қийматларини меъёрлаштириш учун қувват бўйича нолинчи нуқтага нисбатан сатҳлар (НННС) тушунчаси қўлланилади. Сигнал сатҳидан (P_{κ}) қувват бўйича сатҳга (P_{κ}) ўтиш учун трактнинг берилган нуқтасида ўлчов тенглиги қўлланилади.

$$P_K = P_{KO} + P_{K, \text{ўлчов}},$$

бу ерда: $P_{K, \text{ўлчов}}$ - трактнинг берилган нуқтасидаги қувват бўйича ўлчов сатҳи.

Алоқа сигналлари вақт ўтиши билан ўзининг оний қийматларини ўзгартиради. Бу ўзгартиришларни бирдан кичик еҳтимолликлар дейиш мумкин. Шундай қилиб, алоқа сигналлари тасодифий жараёнлар ҳисобланади ва уларни тавсифи, тасодифий жараёнларни тавсифларига ўхшашдир. Сигналларнинг электрик параметрлари, доимий ташкил топувчилар ҳисобланиб, бу тасодифий жараённинг ўртача қийматидир:

Бу ерда:

$$U = \overline{U}(t) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} U(t) dt$$

$U(t)$ - Тасодифий жараён

$-T/2, T/2$ - Вақт оралиғи

Доимий ташкил топувчилар вақт бўйича ўзгармасдир, лекин унинг қиймати тасодифийдир. Кўпгина алоқа сигналлари учун доимий ташкил топувчилар нолга тенг. Электрик параметрлар ўзгарувчан ташкил топувчилар ҳисобланиб, бу марказлаштирилган тасодифий жараёндир:

$$U_L(t) = U(t) - U(T).$$

Ўртача қувват - бу ўзгарувчан ташкил топувчиларнинг қувватидир. (доимий ташкил топувчилар ҳисобга олинмайди, чунки улар хабар ташимайди).

$$P_{\text{ўр}} = \overline{U_L^2(t)} / \Phi 1 \text{ Ом} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} U_L^2(t) dt.$$

Ўртача қувват тасодифий жараённинг дисперсияси билан мос тушади. Мусбат қийматлар қўйидагича аниқланади:

$$U_{\text{самар.}} = \sqrt{P_{\text{ўр}}} \cdot 1 \text{ Ом}$$

ва самарали ёки сигналга таъсир қилувчи кучланиш дейилади.

Максимал қувват $P_{\text{мах}}$, U_K амплитудага эга бўлган синусоидал сигналнинг қувватидир. Бу қувват аниқ ва йетарли даражадаги еҳтимоллик (E)га эга бўлган $U(t)$ сигналнинг ўзгарувчан ташкил топувчиларининг оний қийматлари орқали аниқланади. Сигнал турлари учун $E=10^2$, 10^{-3} , айрим ҳолларда 10^{-5} қийматларга тенг деб қабул қилиш мумкин.

Минимал қувват $P_{\text{мин}}$ - бу экспериментал ҳолда белгиланган, берилган кўринишдаги сигнални қабул қилишда мумкин бўлган ўртача квадратик

хатоликка тенг деб қабул қилинади. Ўз навбатида, ўртача квадратик хатолик, мумкин бўлган флуктуация шовқинларининг ўртача қувватига тенг: $P_{\min}=P_{\text{н.ўр}}$. Айрим ҳолларда сигналнинг минимал қуввати, ($U_{\min}$) амплитудага эга бўлган синусоидал сигналнинг қувватига тенг. Замонавий кўп каналли узатиш тизимлари ҳар хил: телефон, телеграф, факсимил, маълумотларни узатиш, овозли эшиттириш, телевизион, телеметрия ва телесигнализация сигналларини узатишни таъминлайди. Бу сигналлар вақт бўйича тасодифий функциялар, яъни тасодифий жараёнлар ҳисобланади. Бундай сигналларни алоқа линиясига узатганда, сигналнинг характеристикаси ва канал хусусиятлари орасида мослик бўлиши лозим. Масалан, бундай характеристикаларга сигналнинг динамик диапазони киради. Сигналнинг **динамик диапазони** деб, сигналнинг энг катта оний қуввати ($P_{\max}$)ни, энг кичик оний қуввати ($P_{\min}$)га бўлган нисбатига айтилади. Сигналнинг бу характеристикаси сигналнинг оний қувватларини ўзгариш чегарасини аниқлайди. Одатда динамик диапазон логорифмик бирликларда акс эттирилади, яъни:

$$D_s = 10 \lg \frac{P_{\max}}{P_{\min}}, \text{дБ}$$

Телефон сигналларининг динамик диапазони 40 дБдан, факсимил сигнал учун -25 дБдан, телевизион овозли эшиттириш сигнали учун эса -40дБдан ошмайди. Энг катта динамик диапазон, (симфоник музыкаларни узатишда овозли эшиттириш сигнали учун) 75 дБга тенг. Шуни ҳам айтиш жоизки, телеграф ва маълумотларни узатиш сигналлари учун (қуввати доимий бўлган) динамик диапазон тушунчаси қўлланилмайди.

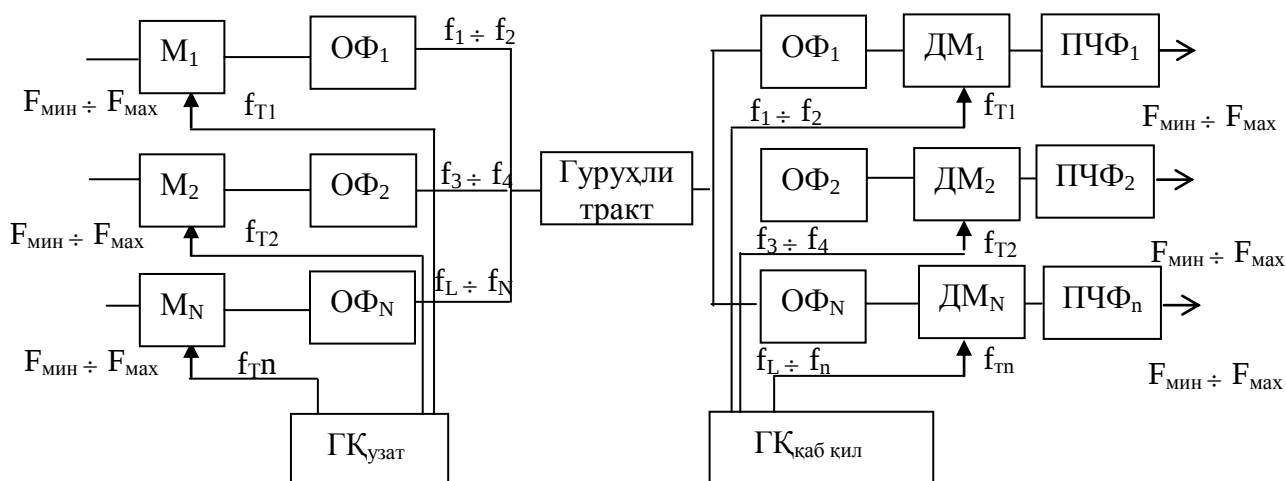
Сигналнинг давомийлиги сигнал мавжуд бўлган вақт интервали билан аниқланади. Сигналнинг давомийлиги қанча кичик бўлса, уни узатиш учун канални қўлланган вақт шунча кичикдир.

Телекоммуникация сигналлари узлуксиз ва дискрет бўлиб, вақт бўйича доимий бўлмаган функцияга эга. Бундай сигналларга, чексиз ташкил топувчилар сонига эга бўлган узлуксиз спектрлар мос келади. Одатда ҳар доим сигналнинг асосий энергияси жойлашган частота диапозонини чегарасини белгилаш мумкин. Бундай диапозонлар орқали сигнал частотасининг спектр кенглигини аниқлаш мумкин.

Узатиш тизимининг иқтисодий кўрсаткичларини яхшилаш мақсадида сигнал спектрини чегаралаш зарур. Бу чегаралаш сифатни ёмонлашишига олиб келмаслиги лозим. Экспериментал текширишлар шуни кўрсатдики, телефон сигналларининг спектри 300...3400 Гц оралиқ, овозли эшиттириш эса 300...15000 Гц оралиқ билан чегараланиши мумкин. Сигналларнинг бундай спектр кенгликлари аниқ жаранглаш ва тиниқ эшитиш талабини таъминлайди. Телеграф сигналлари ва маълумотларни узатиш сигналларининг частота спектрларини кенглиги ($0-\Phi_{\max}$) импульс давомийлигига яъни узатиш тезлигига боғлиқ. ($\Phi_{\max}$ частота, $\Phi_{\max}=1,5$ В каби аниқланади. Бу ерда В-сигнални Боддаги узатиш тезлиги. Телеграф

сигналларининг узатиш тезлиги 50...200 Бод, маълумотларни узатиш: паст тезликли сигналлар учун 200 Бод, ўртача тезликни сигналлар учун 9600 Бод, юқори тезликли узатиш учун эса юзланган килободни ташкил қилади. Факсимил сигналларнинг частота оралиғини кенглиги ($0-\Phi_{\max}$), қабул қилувчи қисмда тасвирнинг аниқлиги билан белгиланади. $\Phi_{\max}$ частотаси узатилган тасвир характериға, тезлигиға (в) ва развёртка қадамиға (δ) боғлиқ ва $\Phi_{\max}=0,5 \text{ В}/\delta$ каби аниқланади. $V=\pi Dn/60\delta$ еканлигини ҳисобға олсак, $\Phi_{\max}=\pi Dn/120\delta$ га тенг бўлади, бу ерда: D-барабан диаметри, n-барабаннинг айланиш частотаси (мин/айланиш). Қўлланиладиган факсимил аппаратлари учун бу 1465 Гцдан ошмайди. Телевизион овозли эшиттириш сигналларининг спектрини кенглиги тасвир чэгараси ва майда деталларни талаб қилинган аниқликда қабул қилиш орқали аниқланади. Стандартда 625 катор учун телевизион сигналининг юқори частота спектри 6 мГцни, паст частотаси эса 0 Гцни ташкил этади. Шундай қилиб телевизион эшиттиришларининг сигнал частотасини спектри 0 Гцдан -6 мГц гача оралиқни ташкил қилади.

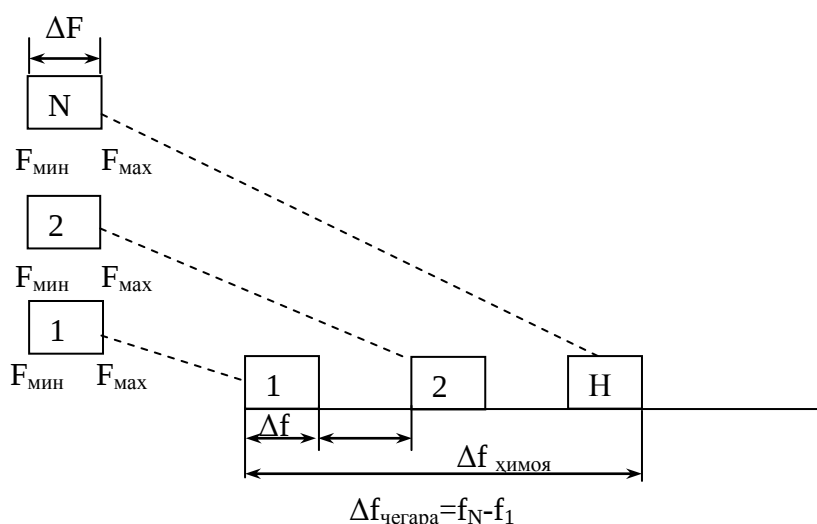
Кўп каналли узатиш тизимларини тузишда частотавий ва вақт бўйича ажратиш усулларидан фойдаланилади. Частота бўйича ажратиш усулида узатиш линиясидаги ҳар бир канал учун маълум бир частота спектри ажратилади. Шунинг учун узатувчи охириги станцияда бошланғич сигналнинг частота оралиқларини шу ёки бошқа канални узатиш учун ажратилган оралиқ частоталарга жойлаштириш амплитудавий, частотавий ёки фазавий модулятсия ёрдамида амалга оширилади. Бунда ташувчи частоталар шундай танланиши керакки, канал сигналларининг спектр частоталари бир-бирига устма-уст тушмасин. Каналлари частота бўйича ажратилган кўп каналли узатиш тизимларининг соддалаштирилган тузилиш схемаси 2.1-расмда кўрсатилган.



2.1-расм. Каналлари частота бўйича ажратилган кўп каналли узатиш тизимларининг тузилиш схемаси

Кўп каналли узатиш тизимларининг каналлари асосан бир хил турдаги (масалан телефон) сигналларни (частота оралиқлари бир хил бўлган) узатиш учун мўлжалланган. Шунинг учун ҳам 2.1-расмда бошланғич сигналларнинг оралиқ частоталари ($F_{\min} \dots F_{\max}$) бир хил деб қабул қилинган. Каналга тушувчи бошланғич сигналлар, $M_1 \dots, M_n$ модуляторлар орқали, $f_{T1} \dots f_{Tn}$ ташувчи частоталар ёрдамида модулятсияланади. Канал сигналларини шакллантириш $ОФ_1 \dots ОФ_n$ оралиқ филтрлари орқали амалга оширилади. Бундан ташқари модулятсиялаш натижасида ҳосил бўлган, узатишда қўлланилмайдиган кераксиз маисулотларни пасайтиришда филтрдан фойдаланилади.

Филтр орқали ажратилган канал сигналлари $f_1 \dots f_2, f_3 \dots f_4, f_L \dots f_n$ частота оралиғини эгаллайди. Бу оралиқ частоталар бир-бирига устма-уст тушмаслиги лозим (2.2-расм).

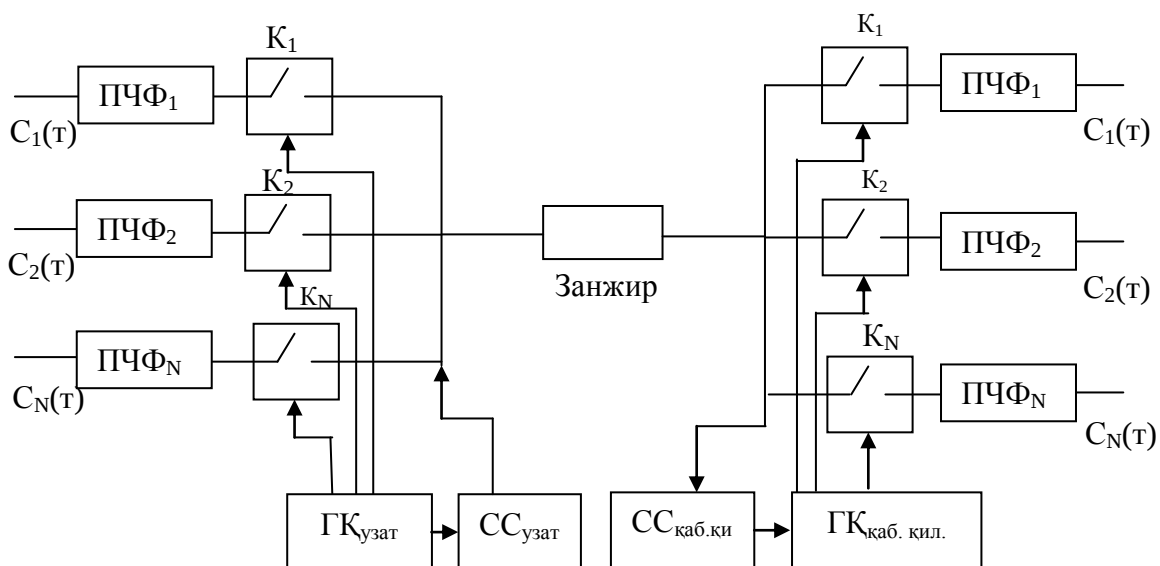


2.2-расм. Канал сигналларининг шаклланиши

Канал сигналлари бирлашгандан кейин оралиқ частотаси $f_1 \dots f_N$ га тенг бўлган гуруҳли сигнал шаклланади. Канал сигналларининг оралиқ частоталарини кенглиги (Δf) бошланғич сигналнинг оралиқ частотасини кенглигидан фарқ қилиши мумкин ($\Delta f \geq \Delta F$). Умуман, $\Delta f = \Delta F$ бўлиши учун (бундай ҳолатда берилган N каналлар сони учун гуруҳли сигналнинг спектр кенглиги кичкина), узатиш тизимларининг самарадорлигини ошириш лозим. Қабул қилувчи охириги станцияда, гуруҳли сигналлар таркибидан каналнинг оралиқ филтр ($ОФ_1 \dots, ОФ_N$)лари ёрдамида канал сигналлари ажратиб олинади. Бошланғич канал сигналларини олиш учун сигналлар демодулятор ($ДМ_1 \dots, ДМ_N$)ларга берилади. Агар ташувчи частоталар узатувчи охириги станциядаги модуляторлар чиқишида йўқотилган бўлса, унда демодуляторга канал сигналларидан ташқари ташувчи частота ($f_{T1} \dots f_{TN}$)лар ҳам берилиши

лозим. Паст частотали филтр (ПЧФ)лар, демодулятсиялаш жараёнида ҳосил бўлган, сигнални юқори частотали ташкил топувчиларидан бошланғич сигнални ажратиб олади. Канал сигналларини тўлиқ ажратиб олиш учун оралиқ филтр (ОФ₁...ОФ_N)ларни характеристикалари идеал бўлиши лозим. Ҳақиқий филтрларда сўнишнинг ошиши чэгараланганлиги туфайли каналлараро ўзаро ўтишлар юзага келиши мумкин. Уларни мумкин бўлган қийматгача камайтириш учун, канал спектрларининг орасига ҳимоя частота оралиғи ($f_{\text{хим}}$) (2.2-расм) киритилади. Масалан, гаплашадиган сигналларни узатиш учун ҳимоя частота оралиғи 0,9 кГцни ташкил қилади.

Каналлари вақт бўйича ажратилган усулда занжир бўйича жуда қисқа импульсларнинг даврий кетма-кетлиги узатилади. Импульсларнинг амплитудаси канал сигналларининг оний қийматларига тенг. Биринчи каналнинг импульсидан кейин, иккинчи, учинчи ва охириги каналнинг импульси берилади, ундан кейин цикл яна такрорланади. Агар канал бўйича импульслар кетма-кетлиги берилса, бирорта каналнинг иккита қўшни импульслари орасида бошқа канал импульсларини узатиш мумкин. Канал бўйлаб узлуксиз аналог сигналларни узатиш учун (масалан гаплашадиган) уни вақт бўйича дискретизациялаш лозим. Дискретизациялаш натижасида узлуксиз сигналлар вақт бўйича ажратилган ҳар хил амплитудали импульслар (АИМ) кетма-кетлигига ўзгаради. Узатиш линиясига аввал биринчи каналнинг импульси (узлуксиз сигналнинг отсечети), ундан кейин иккинчи каналнинг ва N каналнинг импульслари жўнатилади. Ундан кейин яна биринчи каналнинг вақт бўйича ажратилган иккинчи қисми (импульси) жўнатилади ва жараён даврий ҳолатда такрорланади. Каналлари вақт бўйича ажратилган кўп каналли узатиш тизим (КВББ ККУТ)ларининг соддалаштирилган тузилиш схемаси 2.3-расмда кўрсатилган.

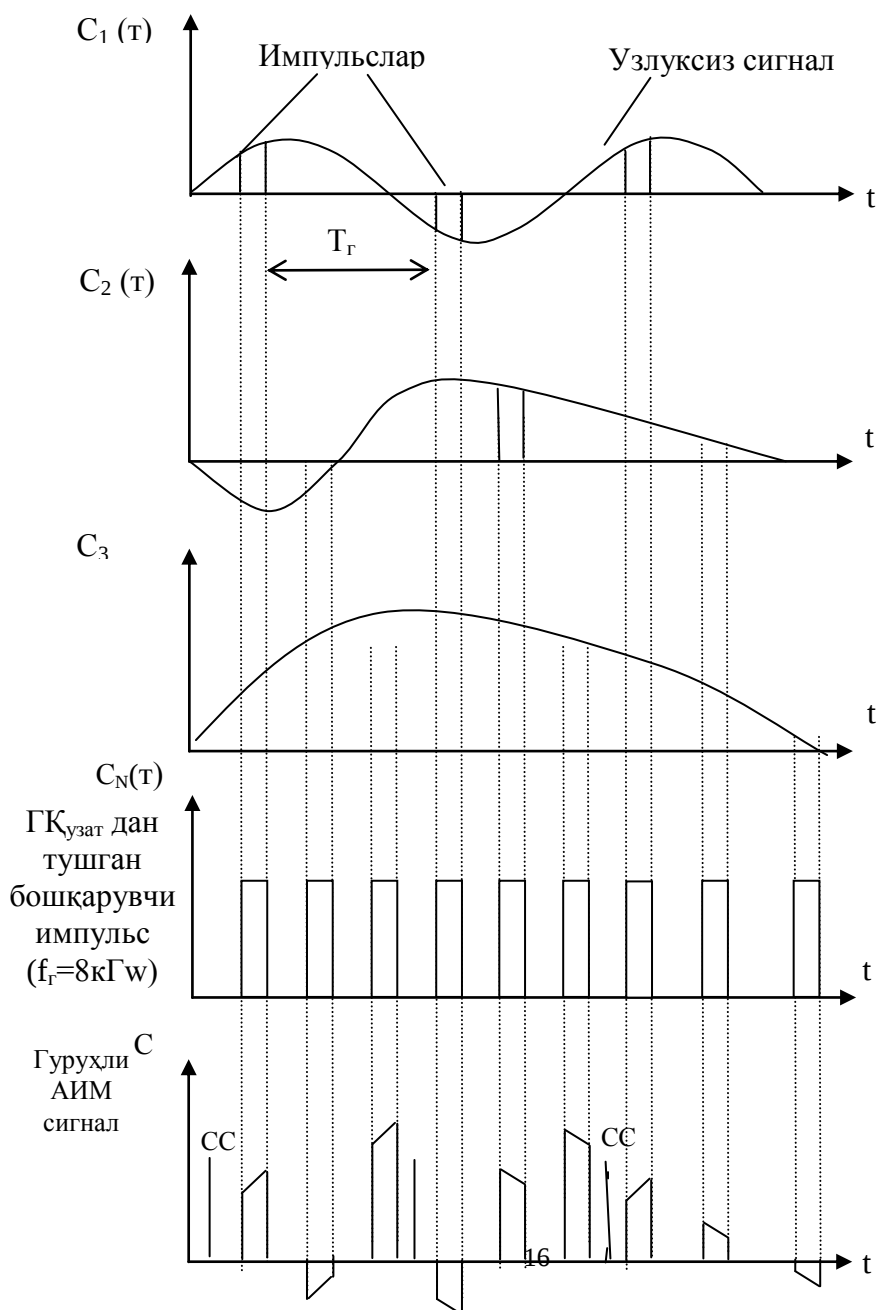


2.3-расм. Каналлари вақт бўйича ажратилган кўп каналли узатиш тизимларининг соддалаштирилган тузилиш схемаси

Ҳар бир каналнинг паст частотали филтри билан чэгараланган бошланғич узлуксиз сигналлар, шу сигналларни дискретизациялашни амалга оширувчи калит ($K_1, \dots, K_N$)ларга тушади.

Узатувчи қисмдаги генератор қурилма ($\Gamma K_{\text{узат}}$)си ишлаб чиқарган даврий импульслар кетма-кетлиги калитнинг ишини бошқаради. Бу импульсларнинг таъқиб частотаси, дискретизациялаялаш частотасига тенг, яъни Котелников теоремасига биноан узлуксиз сигналнинг энг юқори частота спектрининг икки марта оширилган қийматларидан кам бўлмаслиги лозим. У қуйидагича аниқланади: $f_r \geq 2 \cdot F_{\text{max}}$ дискретизациялаш даври эса $T_r = 1/f_r$ га тенг.

Турли каналларнинг электрон калитларини бошқарувчи импульслар кетма-кетлиги ($\Gamma K_{\text{узат}}$ дан тушувчи) тенг вақтли оралиқларда бир-биридан сурилган ҳолатда жойлашади. Уларнинг қиймати канал импульсларининг дискретизациялаш даври (T_r) ва тизимдаги каналлар сони билан аниқланади. Калит беркилган лаҳзада канал сигнали (отсчети)нинг оний қийматлари линияга узатилади.



2.4-расм. КВБА узатиш тизимининг канал сигналларини ва гурухли АИМ сигналларбни шаклланишининг вақт бўйича диаграммаси

Канал сигналларининг импульс кетма-кетликларидан гурухли АИМ сигнал ҳосил бўлади. Қабул қилувчи охириги станцияда канал сигналларини ажратиш ($K_1' \dots K_N'$) калитларда амалга ошади.

Қабул қилувчи қисмдаги генератор қурилма ($ГК_{\text{қаб.қил.}}$)си ишлаб чиқарадиган импульслар кетма-кетлиги калитларнинг ишини бошқаради. Узатилган сигнал қабул қилувчи станциядаги синхрон ва синфаз ишловчи мос келувчи электрон калитларга тушади. Калитлар бир вақтда ишлаши учун, узатувчи охириги станциядан қабул қилувчи станцияга, иккита станцияни вақт бўйича мос ҳолда ишлашини таъминловчи махсус синхронизация сигнали (СС) берилади..

Амплитудавий модулятсияланган импульслар (шу сигналнинг отсчетлари) кетма-кетлигидан (узлуксиз) бошланғич сигналларни қайта тиклаш паст частотали филтрларда амалга ошади. 2.4-расмда каналлари вақт бўйича ажратилган (КВБА) узатиш тизимининг канал сигналларини ва гурухли АИМ сигналларнинг шаклланишини вақт бўйича диаграммаси кўрсатилган.

Шуни айтиш жоизки, КВБА узатиш тизимларининг каналлари орасида, узатиш линиясининг ўтказувчанлик оралиғини чэгараланиши туфайли ўзаро ўтувчи ҳалақит (шовқин)лар юзага келиши мумкин. Уларни камайтириш учун канал импульслари орасига вақт бўйича ҳимоя оралиғи $T_{\text{хим}}$ киритилади. КВБА узатиш тизимларининг ва АИМнинг шовқин бардошлиги жуда паст, шунинг учун АИМ одатда шу тизимларнинг биринчи поғона ўзгартиришида қўлланилади, кейинги поғоналарда эса шовқинга анча бардошли бўлган модулятсия турлари ИКМ ёки ФИМ қўлланилади.

3 - маъруза. Товуш частотали канал, унинг тавсифлари, меъёрлари. Икки томонлама товуш частотали каналлар. Дифференциал қурилма, икки томонлама канал мувозанати, колдик сунитиш, сатх диаграммаси

Инсон уз упкасига хавони тулдириб, товуш чиқарган пайтда бу овозлар упкадан чикиб товуш туқималарини ҳаракатга келтиради. Хавонинг тебранишлари туқималардан чикиб томок оркали оғиз ва бурун бушликлари билан тугалланувчи товуш аппаратиға келиб тушади. Бу товуш аппарати резонатор вазифасини утайди ва товуш тулкинларини кучайтириб беради. Товуш аппаратидан чиккан овоз товуш тулкини ҳосил килиб ҳаво оркали таркалади. Бу товуш тулкинлари (еки кискача килиб айтганда товуш) микрофон деб атладиган қурилма ердамида электр сигналға айлантйрилади ва линияға узатилади. Бу электр сигнал қабул килгич томонида телефон деб

аталувчи курилма ердамида товуш куринишига айланади. Бир манба товушни ҳам узатиш, ҳам қабул қилиш вазифасини бажаргани туфайли узатиш ва қабул қилиш томонидаги курилмада ҳам микорфон, ҳам телефон курилмалари мавжуд бўлади. Бундай курилма телефон аппаратлари дейилади. Товуш тулкини тезлиги чегараланган бўлиб, у тахминан 330 м/с га тенг. Товушни вужудга келтираётган манбадан узоклашган сари товуш амплитудаси кичиклашиб боради ва охири сунади. Бир марта тулик тебраниш учун кетган вақт тебраниш даври дейилади ва у T ҳарфи билан белгиланади. Бир секунд давомидаги тебранишлар сони частота дейлади ва у f билан белгиланади. Частота ва давр орасида қуйидаги боғлиқлик мавжуд: $f = 1/T$ ёки $T = 1/f$. Частота улчов бирлиги сифатида Герц (Гц) олинган. Бир Герц катталиқ – бу бир секунддаги бита тебранишга тенг.

Инсон кулоғи 16 Гц дан 20 000 Гц гача частотани қабул қила олади. Телефон алоқасини 300-3400 Гц частота оралиғидан фойдаланиб амалга ошириш мумкинлиги аниқланган ва Халқаро Электроалоқа Кумитаси томонидан стандарт телефон канали сифатида тавсия этилган.

Товуш майдони товуш босими P ва товуш интенсивлиги I катталиқлар билан тавсифланади. Товуш босими деб маълум бир нуктада товуш манбаи томонидан ҳосил қилинаётган, ҳаво босимига нисбатан ортиқча босимга айтилади. Товуш босими улчов бирлиги Паскаль (Па) дир. 1 Па катталиқ 1 кв.м жойга тугри келувчи 1 Н куч микдорига тенг катталиқдир.

Товуш интенсивлиги деб товуш тулкини томонидан элитиладиган ва бирлик юзага тугри келувчи қувват микдорига айтилади. Товуш интенсивлиги улчов бирлиги Вт/м.кв.

Турли кишилар томонидан бир хил интенсивлик билан чиқарилган товушлар бир-биридан фарқ қилади. Бунга сабаб, товуш чиқарилаётганда асосий частота(асосий тон)дан ташқари бир қатор қушимча частота(қушимча обертон)лар вужудга келадики, бу частоталар сони ва интенсивлиги турли кишилар учун турлича бўлади.

Инсон кулоғи маълум бир минимал қийматдан катта бўлган товуш тебранишларини эшитиши мумкин ва бу қиймат эшитиш чегараси дейилади.

Жуда юқори товушларни инсон кулоғи оғриқлар сингари ҳис қилади. Инсон кулоғи учун оғриқлар бошланадиган товуш интенсивлиги қиймати оғриқ ёки босим ҳис қилиш чегараси дейилади.

Товушнинг баландлиги улчови товушнинг баландлик даражаси дейилади. Ҳаар хил частотали, лекин бир хил интенсивликка эга бўлган товушлар ҳар хил баландлик даражасига эга бўлади.

Телефон алоқаси қифатининг асосий характеристикалари узатилаётган товушни қабул қилиш томонидаги аниқлиги, баландлиги ва табиийлигидир. Аниқлик бузилишларсиз қабул қилинган суз бирикмалари сони билан улчанади. Табиийлик гапиратган кишини англаб олиш учун керак бўлган товуш тембри билан белгиланади.

Товуш тебранишлари қуввати анча катта диапазон (шивирлашдан кичириккача) да узғариши мумкин. Товуш қуввати узғариш диапазони децибелларда(Дб) улчанади, у товушнинг динамик диапазони дейилади ва

$$D=10\lg 5000/0,01=57 \text{ Дб га тенг.}$$

Бу ерда 5000 мкВт – кичкирикдаги тебраниш куввати; 0,01 мкВт – шивирлашдаги тебраниш куввати. Телефон каналлари буйлаб 25-30 Дб га динамик диапазон узатилади.

Кўп каналли узатиш тизим (ККУТ)ларининг каналлари бўйича узатилувчи сигналлар линиядан ўтганда айрим сабабларга кўра бузилади ва унга яна шовқин таъсир қилади. Каналнинг сифати нуктаи назаридан бузилишлар белгиланган миқдордан ошиб кетмаслиги учун каналнинг электрик характеристикаларини меъёрлаштириш зарур. ТЧ каналнинг характеристикаларини меъёрлаштиришда каналнинг узунлиги, транзит уланишлар, бундан ташқари товуш частотали каналлардан бошқа турдаги ахборотларни узатишда фойдаланиш мумкинлигини ҳам ҳисобга олиш зарур.

ТЧ каналнинг энг асосий характеристикаларидан бири қолдиқ сўниш ҳисобланади. У вақт бўйича доимий қолмайди. Шунинг учун қолдиқ сўнишни номинал қийматидан ташқари, 800 Гцли частотада мумкин бўлган номўтадиллиги ҳам меъёрлаштирилади.

Қолдиқ сўниш деб, берилган частотадаги барча сўнишлар (Σa) йиғиндисидан, барча кучайишлар (ΣS) йиғиндисининг айирмаси орқали аниқланувчи ишчи сўнишга айтилади.

$$a_{\text{қолд}} = \Sigma a - \Sigma S.$$

Каналдаги кириш ва чиқиш қаршиликларини назарда тутган ҳолда қолдиқ сўнишни каналнинг киришидаги ва чиқишидаги узатиш сатхларининг фарқи орқали ҳам аниқлаш мумкин:

$$a_{\text{қолд}} = P_{\text{кир}} - P_{\text{чик}}$$

($P_{\text{кир}}$ —каналнинг киришидаги узатиш сатҳи;

$P_{\text{чик}}$ —каналнинг чиқишидаги узатиш сатҳи.)

$P_{\text{кир}}=0$ эканлиги ҳисобга олинса: $P_{\text{чик}}=-a_{\text{қолд}}$

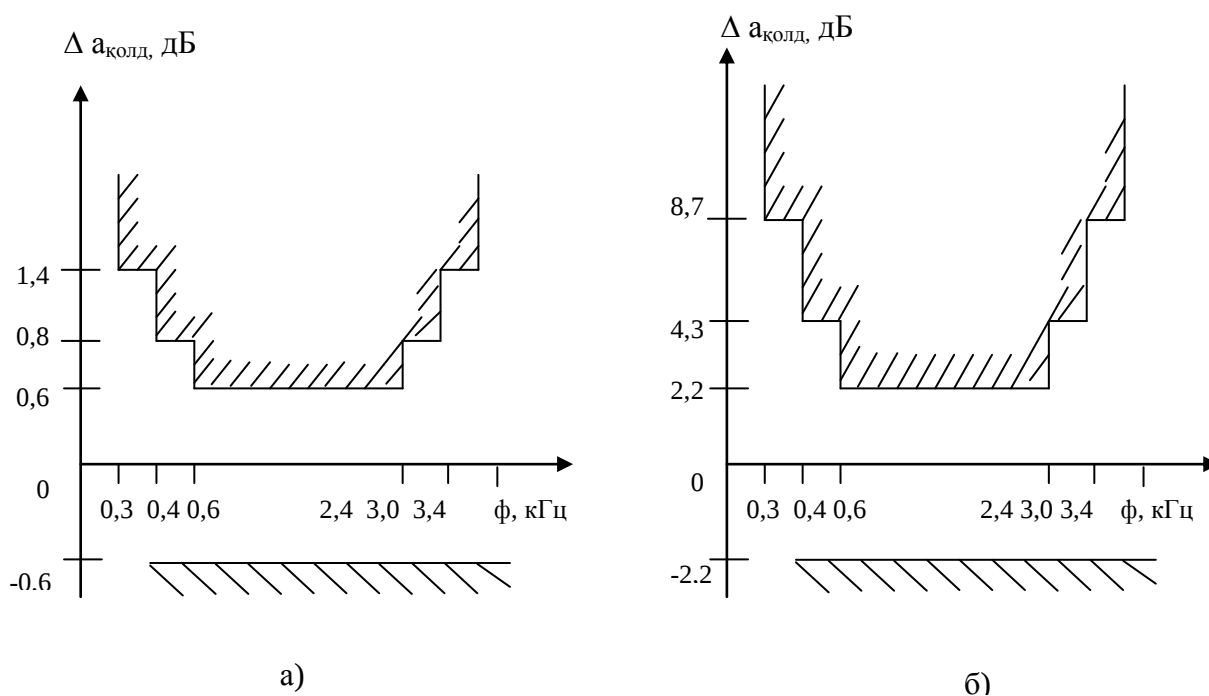
Қолдиқ сўниш 800 Гцли частотада меъёрлаштирилади.

Каналнинг икки симли қисми учун қолдиқ сўниш: $a_{\text{қолд}}=7$ дБ, каналнинг 4 симли қисми учун қолдиқ сўниш $a_{\text{қолд}}=-17$ дБ га тенг. Қолдиқ сўнишнинг меъёрдан оғиши (800 Гцли частотада) оддий ТЧ канал учун (яъни транзит уланишларсиз) 1 дБдан ошмаслиги лозим. Қолдиқ сўнишнинг меъёрдан ошиши сигнал сатҳини пасайишига олиб келади ва сигналга таъсир қилувчи шовқинларнинг сатҳи ошади. Қолдиқ сўнишнинг меъёрдан пасайиши эса, ночизиқли бузилишларни юзага келишига олиб келади. Натижада кўшимча гармоникалар туфайли каналлараро бир-бирига ўтишлар ҳосил бўлади.

Қолдиқ сўнишнинг частотага боғланиши каналнинг **амплитуда-частотавий характеристикаси** (АЧХ) дейилади. Агар бу боғланиш ТЧ каналнинг 0,3...3,4 кГц частота оралиғида доимий бўлса, унда каналда

амплитуда-частотавий бузилиш (АЧБ)лар бўлмайди. ТЧ каналнинг частота оралиғида қолдиқ сўнишнинг частотага боғлиқ бўлмаган характеристикасини амалга оширишнинг иложи йўқ. Бунга жуда кўп омиллар таъсир қилади, биринчи навбатда кучайтиргичларнинг, трансформаторларнинг, филтр (айниқса каналнинг оралиқ филтр)ларнинг реал АЧХси. Шунинг учун қолдиқ сўнишнинг қиймати ҳар хил частоталарда турлича. Шунга қарамасдан, АЧБлар мумкин бўлган қийматдан ошиб кетмаслиги учун ТЧ каналнинг таклиф қилинган АЧХсини қўллаш мақсадга мувофиқдир. Кетма-кет уланган оддий ТЧ каналларнинг сонига боғлиқ ҳолда қолдиқ сўниш ($a_{\text{қолд}}$) қийматининг ошиши ва камайиши ўзгаради, чунки алоҳида оддий товуш частотали каналлар учун АЧБ йиғилади.

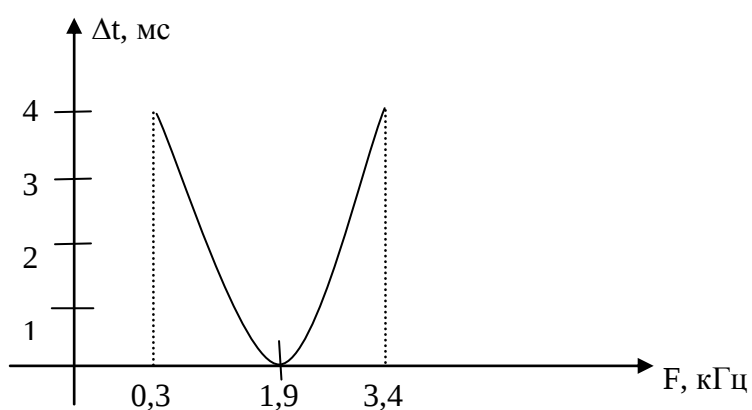
Битта ва ўн иккита кетма - кет уланган оддий ТЧ каналлар учун 800 Гцли частотада қолдиқ сўнишнинг номинал қийматдан оғишини меъёрлаштириш қийматлари 2.5.а,б-расмларда кўрсатилган. Пастки чэгара, икки томонлама каналларни ташкил қилганда узатилаётган бирорта частотада генерация юзага келмаслик шартига биноан танланган. Юқоридаги поғонасимон чэгара, текширишлар натижасида канал бўйлаб телефон сигналлари узатилганда мумкин бўлган АЧБ учун олинган. Реал ТЧ каналлардан қолдиқ сўниш оғишини частотавий боғланиши, меъёрланадиган чэгарадан чиқмаган ҳолда кетма-кет ўзгариши лозим.



2.5.а,б-расм. Каналнинг АЧХ меъёри

Канал олиб келадиган фазалар сурилишининг частотага боғланиши каналнинг **фаза-частотавий характеристика (ФЧХ)**си дейилади. Реал ТЧ каналларда ФЧХ идеалдан фарқ қилади, яъни уларда ФЧБ (фаза-частотавий бузилишлар) мавжуд, одатда бу бузилишлар, ТЧ каналнинг частота оралиғидаги гуруҳли ўтиш вақтининг нотекислик қиймати билан баҳоланади.

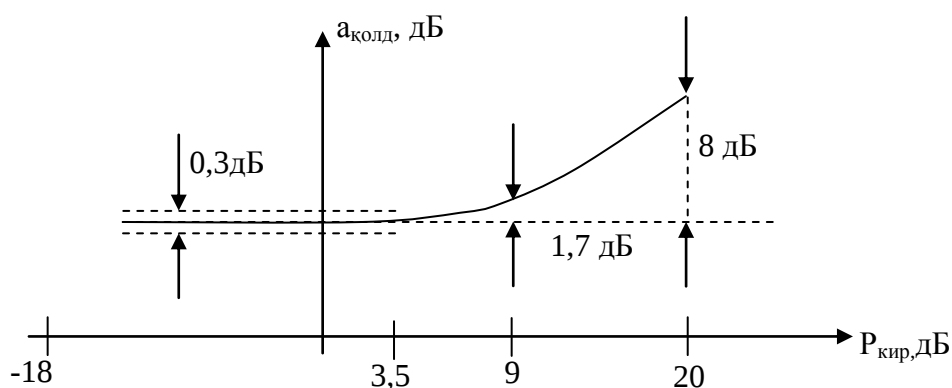
Фазо-частотавий бузилишлар дискрет ахборотларни узатишда (хатолик еҳтимоллигининг ошиши туфайли) сезиларли даражада таъсир қилади. Телефон сигналларини узатишда ФЧБлар гуруҳли ўтиш вақтининг нотекислилиги туфайли овозларнинг алоҳида компонентларида вақт бўйича сезиларли сурилиш ҳосил қилиши мумкин. Бу каттагина ФЧБларни юзага келтиради. Шунинг учун ТЧ каналларда гуруҳли ўтиш вақтининг мумкин бўлган нотекислилиги, дискрет ахборот сигналларини бузилишсиз узатиш талабини ҳисобга олган ҳолда амалга оширилади. Сигналнинг гуруҳли ўтиш вақтининг мумкин бўлган оғиш қийматлари 400...3000 Гцгача ҳар қандай частота оралиғида 1900 Гц частотага нисбатан меъёрлаштирилади. Шунини айтиш лозимки, фазаларни созловчи қурилмалар қўлланилмаганда сигналларни қайта ишлаш жараёнида бу меъёр, талаб қилинган узатиш тезлигини таъминлай олмайди. Шунинг учун сигналнинг гуруҳли ўтиш вақтини ҳақиқий қиймати меъёрланади. Унинг магистрал тармоқдаги энг узоқ пунктлари орасидаги (ТЧ канал) максимал қиймати 90 мсдан катта бўлмаслиги лозим.



2.6 -расм. Каналнинг фаза-частотавий характеристикаси

Ночизикли бузилишлар ТЧ каналлар таркибидаги ночизикли қурилмалар туфайли юзага келади. Улар узатиладиган сигналларнинг шаклини бузади. Бошланғич сигнал спектри нуқтаси назаридан, таркибида бўлмаган янги ташкил топувчиларни юзага келтиради.

Каналнинг ночизиклилик даражаси, маълум бир частоталар- даги каналнинг қолдиқ сўнишини киришдаги сигнал сатҳига боғланиши деб фараз қилувчи амплитудавий характеристика билан баҳоланади ТЧ каналнинг амплитудавий характеристика (АХ)си 2.7-расмда кўрсатилган. Бундай ҳолда киришдаги сигнал сатҳи -18 дБдан +3,5 дБгача оралиқда ўзгарганда, 0,3...3,4 кГц частота диапазонида оддий ТЧ каналнинг қолдиқ сўниши 0,3 дБ аниқликда доимий қолса, ночизикли бузилишлар мумкин бўлган қийматдан ошмайди. Кириш сатҳлари 9 дБ ва 20 дБ бўлганда қолдиқ сўниш 1,7 ва 8 дБ дан кам бўлмаган ҳолда ошиши мумкин (2.7-расм).



2.7-расм. ТЧ каналнинг амплитудавий характеристика (АХ)си

3,5 дБдан юқори сатҳларда талаб қилинган характеристикани таъминлаш учун канал киришига махсус қурилмалар, катта амплитудавий чэгаралагичлар уланади. Улар шундай мўлжалланганки, 3,5 дБдан паст сатҳда, қурилма олиб келадиган сўниш кам, ундан юқорида эса катта бўлиши лозим. Бундай катта амплитудавий чэгаралагичларнинг каналга уланиши, гуруҳли тракт қурилмаларини ишини энгиллаштиришга мўлжалланган. Чунки кириш сатҳининг энг юқори чэгарасида унинг юкламаси ошади.

Ночизикли бузилишлар, ночизикли бузилиш коэффиценти орқали баҳоланади:

$$K_{н, б} = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + \dots}}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + \dots}}.$$

Ночизикли сўниш эса қуйидагича аниқланади:

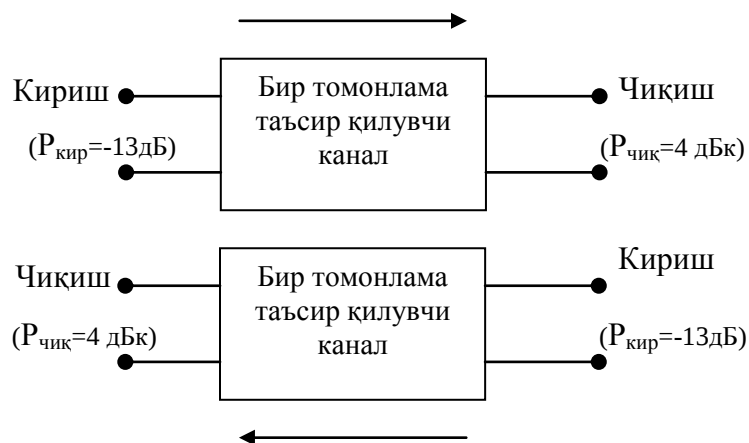
$$a_n = 20 \lg \frac{1}{K_{н. б}},$$

Бу ерда: U_1 -асосий частотанинг кучланиш амплитудаси; U_2, U_3, U_N - мос келувчи гармоникаларнинг кучланишини амплитудаси. Оддий ТЧ канал учун ночизикли бузилишлар 1,5% дан кам бўлиши лозим. Агар оддий ТЧ каналлар

сони н бўлса, унда ночизикли бузилиш коэффиценти $1,5\sqrt{n}$ % дан ошмаслиги зарур. Канал ва трактлардаги мумкин бўлган шовқин қиймати алоқа каналининг узунлигига боғлиқ. Чунки алоқа масофаси ошиши билан шовқинлар ҳам оша боради. 2500 км узунликдаги канал учун психофизик шовқин қуввати 10000 пиковатт (пВт) дан ошмаслиги лозим (-50дБк_0). Шундан 25% ни спектрларни ўзгартирувчи қурилмалар, 75% ни линия тракти ҳосил қилади. Шундай қилиб ТЧ каналнинг линия трактида юзага келувчи шовқин қуввати 1 км узунлик учун 3 пВт психофизик ошмаслиги лозим. Халқаро ТЧ каналлар учун эса 1,5 пВт психофизик ошмайди.

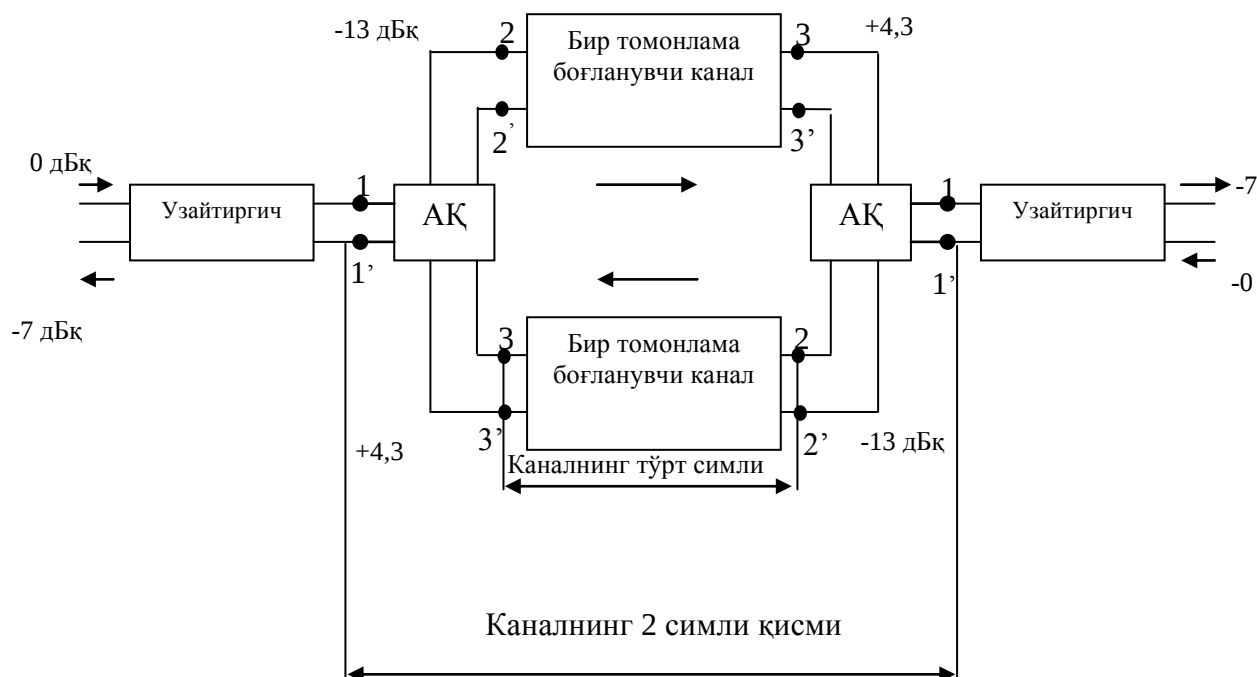
Икки пункт орасида алоқа ўрнатиш учун иккита йўналишда ҳам сигнални узатишга тўғри келади. Айниқса, бундай каналлар телефон алоқасида қўлланилади. Чунки икки томонлама каналлар абонентлар орасида ўзаро узлуксиз муносабатни таъминлаш имконини беради. Бундай каналлар иккита қарама-қарши йўналишдаги бир томонлама каналлардан ташкил топади.

Ҳар хил йўналишдаги канал сигналларини узатиш, иккита ҳар хил йўналишга эга бўлган каналларда амалга ошганлиги сабабли, бундай усулда ташкил қилинган ТЧ каналлар 4 симли ҳисобланади ва унга ТЧ каналнинг 4 симли якунланиши дейилади.



2.8-расм. Қарама-қарши йўналишдаги иккита бир томонлама боғланган каналлар

ТЧ каналларнинг маҳалий тармоқларини икки симли қисмига уланганда ажратувчи қурилмалардан фойдаланилади. ТЧ каналнинг бундай охири икки симли якунланиш дейилади.



2.9-расм. Сигналларни икки томонлама узатиш

2.9-расмдан кўришиб турибдики, сигналларни ҳар хил йўналишда бир-бирисига боғлиқ бўлмаган ҳолда узатиш учун, АҚ (ажратувчи қурилма)ларни 3-2 йўналишидаги сўниши чексиз катта бўлиши лозим. ТЧ каналлар меъёрда ишлаши учун, уларни қувват ва кучланиш қийматларини ёки шу каналнинг ҳар хил нуқталарига мос келувчи сатхларини меъёрлаштириш лозим. Шундай қилиб, ТЧ каналнинг 2 симли киришидаги нисбий узатиш сатхи (нолинчи нуқтага нисбатан) 0 дБни, 4 симли киришидаги нисбий узатиш сатхи эса -13 дБни, уларнинг чиқишидаги сатхлар эса икки, симлида -7 дБни, 4 симлида эса 4.3 дБни ташкил этади. Сигналнинг ўлчов частотаси 800 Гцга тенг. ТЧ каналнинг икки симли чиқишидаги узатиш сатхи унинг қолдиқ сўниши билан аниқланади (олдинги бандларда қараб чиқилган). ТЧ каналнинг икки симли яқунланишида қолдиқ сўниш нолдан катта бўлиши лозим, бу тескари алоқа туфайли юзага келган мумкин бўлган бузилишлар ва электрик акс садо тоқларининг мувозанатлик шарти орқали аниқланади. Юқоридагиларни назарда тутган ҳолда, ТЧ каналнинг икки симли яқунланишида 800 Гцли частотадаги номинал қолдиқ сўниш 7 дБ бўлиши лозим. Қолдиқ сўнишнинг бу қийматини, икки томонлама боғланган ТЧ каналнинг киришига ва чиқишига уланган узайтиргичлар таъминлайди.

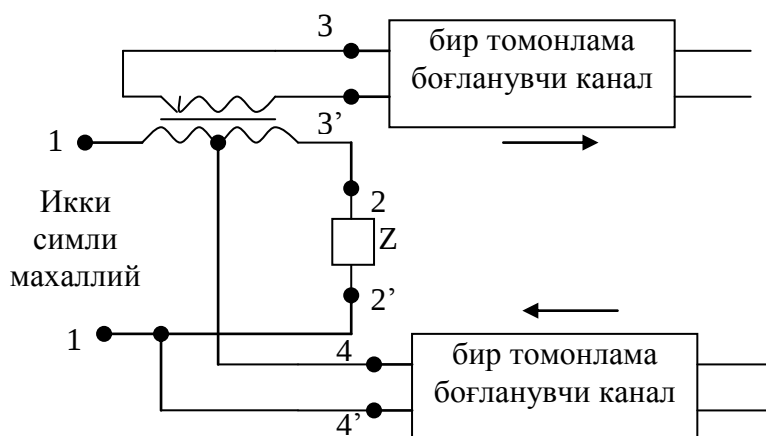
Узайтиргичларнинг сўниши:

$$a_{\text{узайт.}} = a_{\text{қолд.}} / 2 = 3,5 \text{ дБ.}$$

Бундан ташқари бу (транзит деб аталувчи узайтиргичлар) дифференциал қурилманинг мувозанатлик шартини энгиллаштиради ва бир нечта ТЧ каналларни транзит улашда қолдиқ сўнишни номинал қийматга тенглигини таъминлайди, чунки транзит уланишлар амалга ошириладиган пунктларда бу узайтиргичлар уланмайди.

ТЧ каналнинг тўрт симли якунланишида қолдиқ сўнишнинг номинал қиймати $a_{\text{колд}} = (-13 \text{ дБ}) - (4.3 \text{ дБ}) = -17.3 \text{ дБ}$, яъни -17 дБга кучайтирилган. Бунда ТЧ каналнинг якунланишида берк тизим ҳосил бўлмайди.

Икки симли якунланишга эга бўлган ТЧ каналларда ажратувчи қурилма сифатида дифференциал қурилмалар қўлланилади. Дифференциал қурилмалар каналга мослаштирилган ҳолда уланиши ва алоҳида кучайтирувчи йўналишлар орасида катта сўнишни таъминлаши лозим. Шунинг учун дифференциал қурилмаларни хусусиятларига қараб чиқилганда ҳар хил узатиш йўналишидаги сўнишни ҳисобга олиш лозим. Дифференциал қурилмалар дифференциал трансформаторлар ёки кўприксимон схемалар ёрдамида қурилиши мумкин. Кўп каналли узатиш тизимларида трансформаторли дифференциал тизимлар кенг қўлланилади.

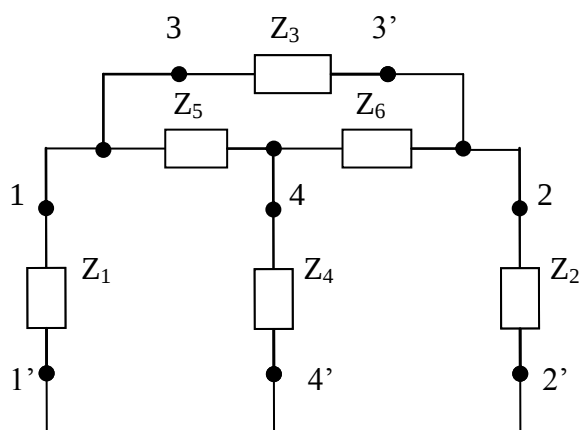


2.10-расм. Трансформаторли дифференциал тизим

Иккита қарама-қарши бир томонлама каналлар уланган дифференциал тизимнинг 3-3 ва 4-4ъ қисқичлари, кўприк диагоналлари ҳисобланади. Кўприкнинг бир елкаси (1-1ъ)га икки симли маҳаллий занжир уланади. Бошқа елкасига эса (2-2ъ) мувозанат контури уланади (Z_2 қаршилиқ шундай танланадики, натижада кўприк қаршиликлари тенглашади). Бундай ҳолда сигнал бирорта бир томонлама канал чиқишидан бошқа киришига тушмайди, яъни қарама-қарши узатиш йўналиши бир-бирига боғлиқ бўлмайди.

Дифференциал қурилмалар, трансформациялаш коэффициенти (m)га боғлиқ ҳолда тенг елкали ва тенг елкали бўлмаган ДҚ ларга бўлинади. Агар $m=1$ бўлганда, дифференциал қурилма тенг елкали, $m \neq 1$ бўлганда эса тенг

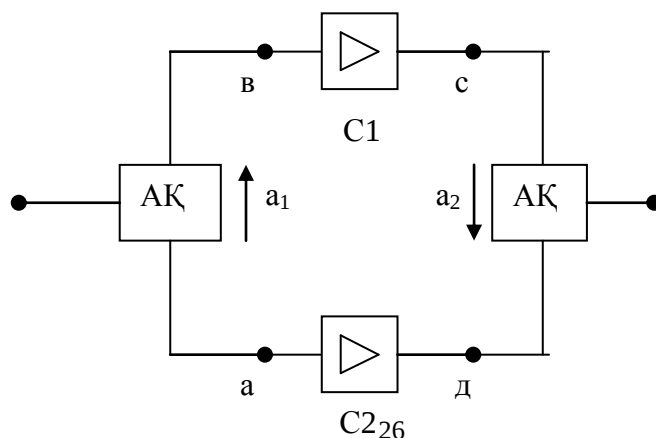
елкали бўлмаган дифференциал қурилма дейилади. Шуниям айтиш жоизки, ДҚлар узатиш тизимларида нафақат икки симли ТЧ каналларнинг якунланишида, балки филтрларни паралел улашда, трактга назорат ва ўлчов частоталарини киритишда ҳам қўлланилади. Икки симли ТЧ каналларни ташкил қилишда тенг елкали ДҚлар қўлланилади ($m=1$). Бундай ДҚ ларда сигнални узатиш йўналишидаги сўниш 3 дБ, сигнал узатилмайдиган йўналишда эса ∞ ташкил топади. Шунинг учун бундай ДҚлардан узок масофаларга алоқа ўрнатишда фойдаланиш мумкин. Маҳаллий тармоқларда қўлланиладиган узатиш тизимларида айрим ҳолларда резисторли ДҚлар қўлланилади (2.11-расм).



2.11-расм. Резисторли ДҚ

Бундай тизимларда сигнални узатиш йўналишидаги сўниш 6 дБни ташкил этади. Сигнални узатиш йўналишидаги сўниш 2 баробар кўп бўлганлиги туфайли бундай ДҚ ларни қўллаш чекланган.

Икки томонлама каналларни ташкил қилишда берк электрик тизимлар юзага келади. Бундай тизимларни юзага келиши, ажратувчи қурилма (ДҚ)лар ва йўналтирувчи филтрлар туфайлидир. Берк тизимларнинг умумий тузилиш схемаси қуйидаги 2.12-расмда кўрсатилган. Ажратувчи қурилмаларнинг ўзаро ўтувчи сўнишлари туфайли бундай тизимларда бирорта узатиш йўналиши бошқасига таъсир қилади.



2.12-расм. Берк электрик тизим

Бу ерда: C_1 ва C_2 кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициенти;
 a_1 ва a_2 иккита узатиш йўналишидаги ажратувчи қурилма-ларнинг ўзаро ўтувчи сўниши.

Натижада берк занжир ҳосил бўлади ва тескари алоқа токлари юзага келади. Тескари алоқа (а-в-с-д-а) токлари туфайли тизим генерация ҳолатига келади ва ахборотни узатиш мумкин бўлмайди. Берк тизимнинг мувозанатлик ҳолатини шарт Нейквист критерияси бўйича аниқланади. Критерияга асосланган ҳолда, агар бир вақтнинг ўзида 2 та шарт бажарилса, тизим генерация ҳолатида бўлади.

1. амплитудалар шarti: $\sum S \geq \sum a$;
2. фазалар шarti: $\sum \varphi = 2\pi m$.

Бу ерда: $n=0,1,2,\dots$ Берк тизимда фазалар нисбатини назорат қилишнинг амалий жихатдан иложи йўқ. Берк тизим мувозанат ҳолатда бўлиши учун қуйидаги тенгсизликка риоя қилиш зарур:

$$\sum a \geq \sum S .$$

Демак,

$$(a_1+a_2)>(S_1+S_2),$$

бўлса берк тизим мувозанат ҳолатда бўлади

Сўнишлар йиғиндиси кучайишлар йиғиндисидан қанча катталигини кўрсатувчи қийматга **мувозанатлик захираси дейилади** ва у қуйидагича аниқланади:

$$X=(a_1+a_2)-(S_1+S_2).$$

Айрим ҳолларда X тескари алоқа халқаси бўйича сўниш деб ҳам юритилади.

Тизим мувозанат ҳолатга келгунга қадар, кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициенти яна қанчага ошириш мумкинлигини кўрсатувчи қийматга мувозанатлик дейилади ва у қуйидагича аниқланади:

$$\sigma = ((a_1+a_2)/2)-((S_1+S_2)/2)=X/2.$$

Агар берк тизимда ажратувчи қурилмалар сифатида тенг елкали ДҚ лар қўлланилса, унда

$$X=(a_{3-4}+a_{4-3})-(S_1+S_2)$$

га тенг бўлади.

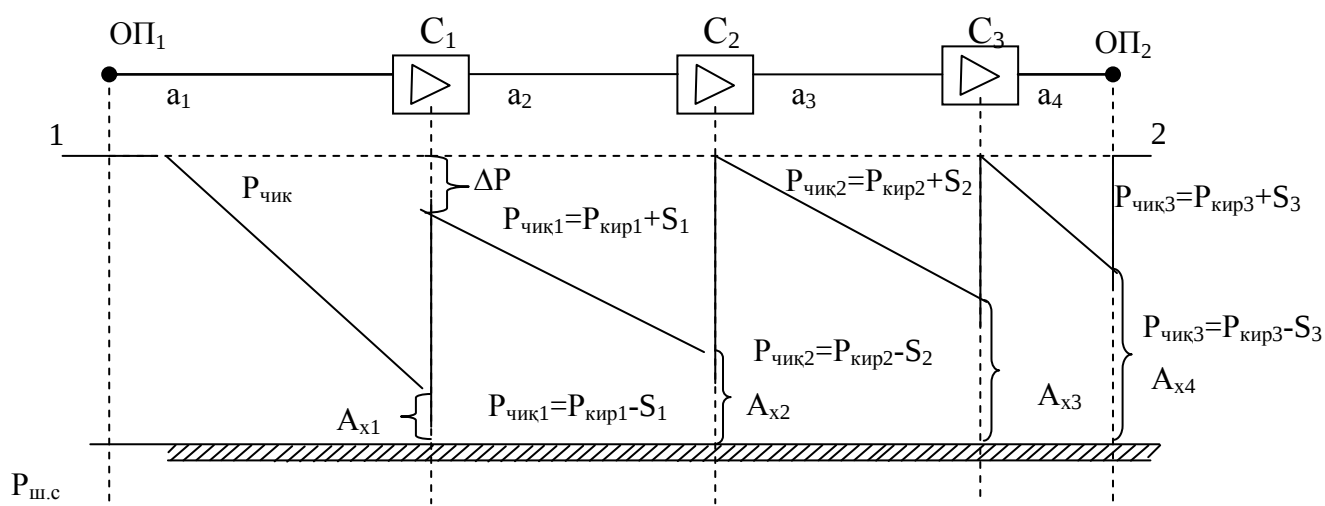
Ишчи режимдаги телефон каналларининг минимал захира мувозанати 24 дБга, мувозатлиги эса $\tau = \frac{x}{2} = 12$ дБга тенг бўлади.

Тескари алоқа токлари туфайли каналларнинг икки симли қисмида спетсифик шовқинлар деб аталувчи амплитуда-частотавий бузилишлар юзага келади.

Тескари алоқа фазаларининг ўзгаришига боғлиқ ҳолда манфий ва мусбат бўлиши мумкин яъни кучайиш коэффиценти ошиши ёки камайиши мумкин.

Абонентларнинг икки томонлама каналларга уланиш нуқталари мос келмаслиги туфайли электрик акс садолар юзага келади. Бундай ҳолда акс садоларни ўтказмайдиган махсус қурилмалар қўлланилади. Бундай қурилмаларни қўллаганда алоқа сифати бирмунча пасаяди.

Сигналларнинг ҳақиқий ва нисбий узатиш сатҳлари ҳақидаги тушунча сатҳ диаграммаси (СД)ни беради. **Сатҳ диаграммаси** деб, узатиш сатҳларининг алоқа канали ёки тракти бўйлаб тарқалишига айтилади. Сатҳ диаграммаси ички ва ташқи бўлиши мумкин. Агар сатҳлар канал бўйлаб тарқалса ички СД, агар магистрал бўйлаб тарқалса ташқи СД дейилади. Сатҳ диаграммасини қуйидагича фараз қилиш мумкин:



2.13-расм. Сатҳ диаграммаси

Бу ерда: 1-каналнинг кириши; 2-каналнинг чиқиши. P_{ш.с.}-шовқин сатҳи.

4 – маъруза. Электрик акс садо ходисаси. Каналлари частота буйича булинган узатиш тизимларининг тузилиш схемаси. Канал сигналларининг шаклланиши. Частоталарни куп марта узгартириш принципи

Электр акс-садо ходисаси дифференциал қурилмаларнинг балансли эмаслиги туфайли вужудга келади. Дифференциал қурилмалар пассив трансформаторли ва резисторли кўприк кўринишида бўлади. Электр акс-садо ходисаси овоз узатилганда ҳам ёки маълумотлар узатилганда ҳам алоқа сифатига таъсир кўрсатади. Каналнинг қабул қилиш томонига сигналлар узатиш томонидагига қараганда бирмунча тўхталиш билан етиб келади.

Бунга сабаб сигналларнинг тезлиги чегараланганлиги ва алоқа жиҳозлари(қурилмалари) томонидан вужудга келтириладиган тўхталишлар туфайлидир. Натижада, агар каналда акс-садо мавжуд бўлса мижоз тўғри ва тескари йўналишларда сигнал узатилаётганда вужудга келадиغان тўхталиш туфайли ўз овозини эшитади.

Алоқа тизимларида электр акс-садо ҳодисаси билан курашиш филтрлар ёрдамида амалга оширилади.

Каналлари частота бўйича ажратилган узатиш тизим (КЧБАУТ)ларида линияга узатиладиган ҳар бир канал сигнали алоҳида оралик частоталарда узатилади яни улар бир-биридан частота диапозони билан фарқ қилади.

Канал сигналларининг эгаллаган оралик частотаси қанча тор бўлса, линияга узатиладиган каналлар сони шунча ошади. Шунингдек бундай усул канал сигналларини шовқиндан ҳимояланганлигини ҳам таъминлаши лозим.

КЧБАУТда канал сигналларини шакллантириш, амплитуда- вий модулятсия (АМ), фазавий модулятсия (ФМ) ва частотавий модулятсия (ЧМ) ёрдамида амалга ошириши мумкин. Агар ташувчи частота сифатида: $U_{\omega} \cos(\omega t + \varphi_{\omega})$ гармоник тебраниш, бошланғич (модулятсияланувчи) сигнал сифатида эса $U_{\Omega} \cos(\Omega t + \varphi_{\Omega})$ гармоник тебраниш қўлланилса, унда модулятсияланган тебраниш учун тенглама қуйидаги кўринишга келади:

$$\text{АМда: } U_{\text{ам}}(t) = U_{\omega} [1 + m \cos(\Omega t + \varphi)] \cos(\omega t + \varphi_{\omega}) \quad (3.1)$$

бу ерда: m - модулятсиянинг чуқурлик коеффитсенти.

$$\text{ЧМда: } U_{\text{чм}}(t) = U_{\omega} \cos[(\omega t + m \cos((\Omega t + \varphi_{\Omega} + \pi/2))], \quad (3.2)$$

бу ерда $m_{\text{ф}}$ -частотавий модулятсия индекси;

$$\text{ФМда: } U_{\text{фм}}(t) = U \cos[(\omega t + \varphi_{\omega} + m_{\text{ф}} \cos(\Omega t + \varphi_{\Omega})], \quad (3.3)$$

бу ерда: m –фазавий модулятсия индекси. (3.1)-(3.3) формулаларни гармоник ташкил топувчиларнинг йиғиндиси кўринишида фараз қилсак, унда қуйидагиларга эга бўламиз:

$$U_{\text{ам}}(t) = U_{\omega} \cos(\omega t + \varphi_{\omega}) + m/2 U_{\omega} \cos[(\omega + \Omega)t + (\varphi_{\omega} - \varphi_{\Omega})] + m/2 U_{\omega} \cos[(\omega - \Omega)t + (\varphi_{\omega} + \varphi_{\Omega})], \quad (3.4)$$

$$U_{\text{чм}}(t) = U_{\omega} \{ I_0(m_{\text{ф}}) \cos(\omega t + \varphi_{\omega}) + \sum_{k=1}^{\infty} I_k(m_{\text{ф}}) \cos[\omega t + k(\Omega t + \varphi_{\Omega})] + \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k I_k(m_{\text{ф}}) \cos[\omega t + k(\Omega t + \varphi_{\Omega})] \}; \quad (3.5)$$

$$\begin{aligned}
U_{\Phi M}(t) = & U_{\omega} \{ I_0(m_{\phi}) \cos(\omega t + \varphi_{\phi}) + \\
& + \sum_{k=1}^{\infty} I_k(m_{\phi}) \cos[\omega t + \varphi_{\omega} + k(\Omega t + \varphi_{\Omega} + \pi/2)] + \\
& + \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k I_k(m_{\phi}) \cos[\omega t + \varphi_{\omega} + k(\Omega t + \varphi_{\Omega} + \pi/2)] \}, \quad (3.6).
\end{aligned}$$

Бу ерда: $I_k(m_{\phi})$, $I_k(m_{\omega})$ – k - тартибли Бессел функсияси. (4.4) формуладан кўриниб турибдики, амплитудавий модулятсияда модулятсияланган тебраниш, ташувчи частота тебранишидан (ω) ва 2 та ён частота ($\omega + \Omega$) тебранишидан иборат бўлган дискрет спектрга эга. (3.5) ва (3.6) формулалардан кўриниб турибдики, ФМ ва ЧМда модулятсияланган сигнал фақатгина Бошланғич фазаси ва модулятсиялаш индекси билан фарқ қилади. (3.4) формуладан кўриниб турибдики амплитудавий модулятсияда, модулятсияланган тебраниш ташувчи частота тебранишидан (ω) ва иккита ён частота тебранишидан, ташувчи частотага нисбатан симметрик жойлашган паст ва юқори оралиқ частота спектрларидан иборат бўлган чексиз дискрет ташкил топувчиларга эга. Бу ташкил топувчиларнинг амплитудаси модулятсиялаш индексига боғлиқ. Модулятсиялаш индекси қанча кичик бўлса, модулятсияланган тебранишни узатиш учун лозим бўлган частота оралиғи шунча кичкина. ФМ ва ЧМ нинг кам модулятсиялаш индекслари худди амплитудавий модулятсияга ўхшаб кичкина, лекин уларнинг шовқиндан ҳимояланганлиги, кичик модулятсиялаш индексига жуда кичкина. Шунинг учун ҳам симли алоқа линияларига эга бўлган КЧБА УТда канал сигналларини шакллантириш учун амплитудавий модулятсиядан фойдаланилади. Чунки у юқори шовқинбардошли ва тор узатиш оралиғига эга. Радиореле ва фазовий узатиш тизимларида, линиядаги шовқин сатҳи анча кичик бўлганлиги туфайли ЧМ ва ФМ қўлланилади. Бундан ташқари ФМ ва ЧМ ларни дискрет ва телефон сигналларини узатиш тизимларида ёки ЧМни ТЧ каналлар бўйича факсимал сигналларни узатиш тизимларида қўллаш мумкин. Амплитудавий модулятсияланган канал сигналларини шакллантиришда қуйидаги усуллардан фойдаланиш мумкин:

- икки оралиқ ён частота ва ташувчи;
- икки оралиқ ён частота ташувчисиз;
- бир оралиқ ён частота ва ташувчи;
- бир оралиқ ён частота ташувчисиз;
- бир оралиқ ён частота ва иккинчи оралиқ ён частотани бир қисмини узатиш.

Симли алоқа линияларига эга бўлган КЧБА УТ да бир оралиқ ён частотага эга бўлган (ташувчисиз) амплитудавий модулятсиядан фойдаланилади.

Юқорида айтиб ўтилганидек, каналлари частота бўйича ажратилган усулда ҳар бир канал сигнали учун алоҳида оралиқ частота ажратилади. Берилган бирламчи N канал сигналлари умумий ҳолатда бир-биридан фарқ

қилмайди ва бу сигналларни бир вақтнинг ўзида битта линияга узатиб бўлмайди. Шунинг учун кўп каналли тизимларни тузишда узатувчи қисмда бирламчи сигналларни бир-биридан фарқли, бир-бирига ҳалақит бермайдиган равишда узатиш ва қабул қилувчи қисмда уларни ажратиб, Бошланғич сигналга қайтиш масаласи қараб чиқилган.

Каналлари частота бўйича ажратилган узатиш тизимларида қуйидаги шартлар бажарилади:

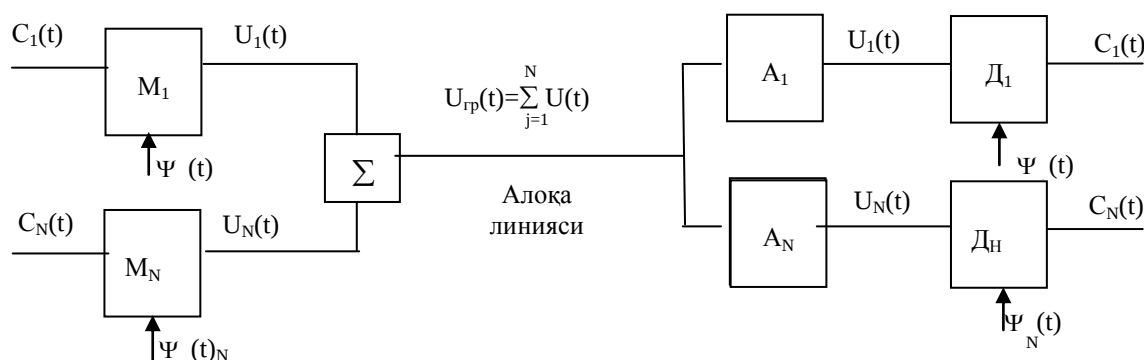
- бирламчи сигнал (0,3-3,4)га канал сигнали деб айтилувчи шакл бериш ва фарқ қилишини таъминлаш (яъни канал сигналлари бирламчи сигналда барча ахборотга эга бўлиши ва бир вақтнинг ўзида бошқа канал сигналлари ҳам бири-бирисидан фарқ қилиши);

- канал сигналларини гуруҳли сигналга бирлаштириш ва уни битта физик занжир орқали иложи борица кам бузилишли ҳолда узатиш;

- қабул қилувчи қисмда канал сигналларини гуруҳли сигнал таркибидан ажратиб олиш;

- канал сигналларидан Бошланғич сигнални қайта тиклаш лозим.

КЧБА УТ ларининг тузилиш схемаси қуйидаги 3.1-расмда кўрсатилган:



3.1-расм. КЧБА УТ ларининг тузилиш схемаси

Бу ерда: $C_1(t) \dots C_n(t)$ -бирламчи сигналлар;
 $U_1(t) \dots U_N(t)$ -канал сигналлари;
 $U_{гр}(e)$ -линиядаги гуруҳли сигнал;
 $C_1^*(t) \dots C_N^*(t)$ -бирмунча бузилишга эга бўлган сигнал;
 $\Psi_1(t) \dots \Psi_N(t)$ -ташувчи частоталар;
 $M_1 \dots M_N$ -модулятсияловчи қурилма;
 Σ - канал сигналларини йиғувчи қурилма;
 $A_1 \dots A_N$ -канал сигналларини ажратувчи қурилма;
 $D_1 \dots D_N$ -демодулятор.

Бирламчи сигнал ($C_1(t) \dots C_N(t)$)лар модулятсияловчи қурилма ($M_1 \dots M_N$)да, ташувчи частота ($\Psi_1(t) \dots \Psi_N(t)$)лар ёрдамида канал сигналларига ўзгартирилади йиғувчи қурилма (Σ)да барча канал сигналлари йиғилиб, бир-биридан частота диапозони билан фарқ қилувчи гуруҳли сигнал

ҳосил бўлади. Гуруҳли сигналнинг характеристика ва параметрлари шундай бўлиши керакки, сигнал линия трактидан ўтганда бузилмасин. Қабул қилувчи қисмда ажратувчи қурилма ($A_1, \dots, A_N$)лар ёрдамида линиядан тушган гуруҳли сигналлар таркибидан ҳар бир каналнинг сигнали ажратиб олинади. Канал сигналларини бирламчи сигналга ўзгартириш –демодулятор ($D_1, \dots, D_N$)ларда амалга ошади. Каналлари частота бўйича ажратилган узатиш тизимларида, канал сигналлари бир-бирисидан юқорида айтиб ўтилганидек частота диапозонида маълум бир частота оралиғи билан фарқ қилади. Ташувчи частота сифатида турли частоталарга эга бўлган гормоникали тебранишлардан фойдаланилади.

Каналлари частота бўйича ажратилган кўп каналли узатиш тизимларининг аппаратураларини тузишда частоталарни кўп марта ўзгартириш усули қўлланилади. Бунинг маъноси шундан иборатки, Бошланғич сигналлар линияга узатилишидан олдин частоталар шкаласи бўйича бир неча марта ўзгартирилади қабул қилувчи қисмда эса тесқари жараён амалга ошади. Кўп марта ўзгартириш оддий ва арзон филтрларни, ҳар хил каналлар сонига эга бўлган узатиш тизимларининг стандарт қурилмаларини ва линиянинг оралиқ частотасидан унумли фойдаланиш имконини беради.

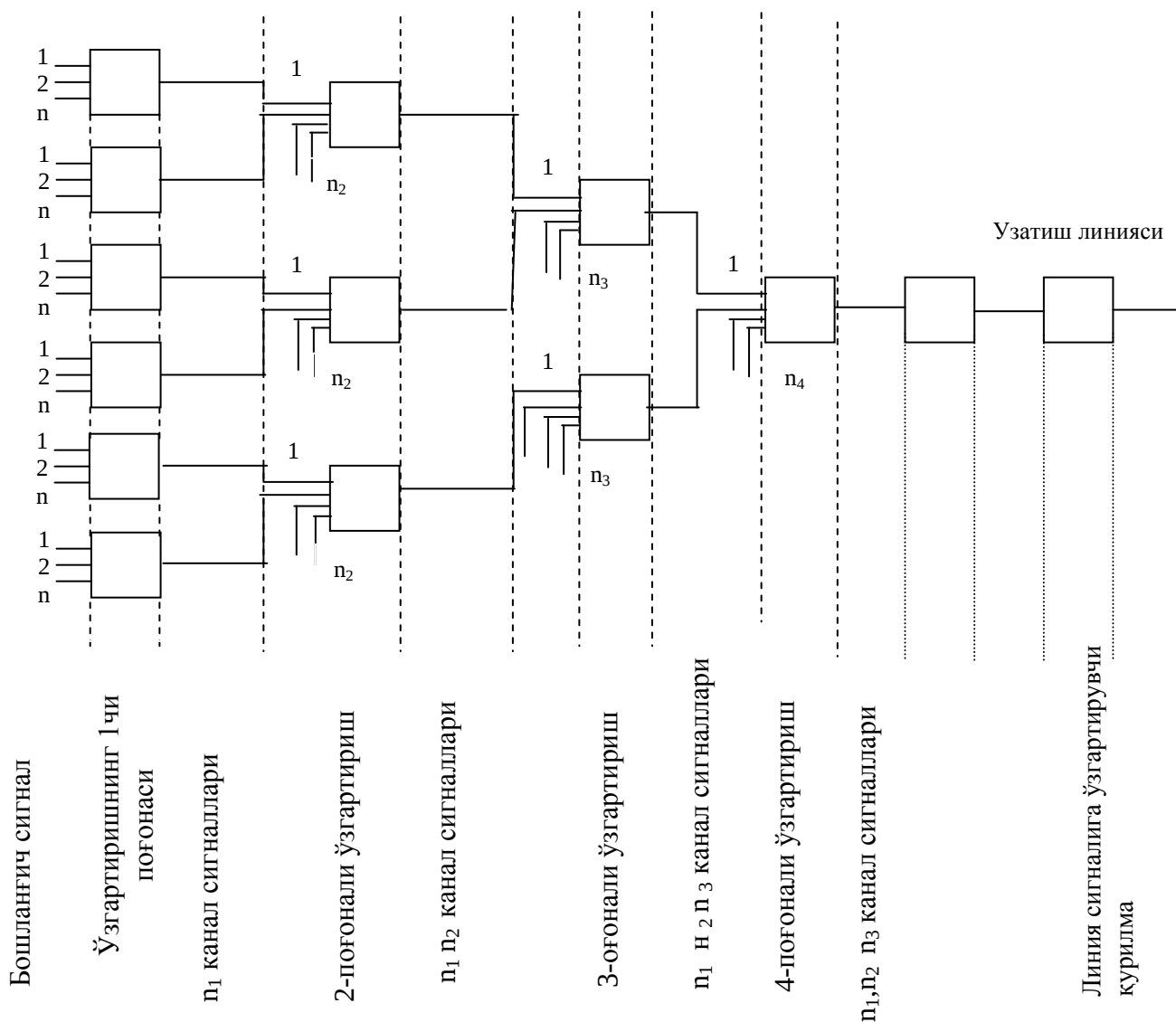
КЧБА УТлари шахсий ва гуруҳли усулда тузилиши мумкин. Шахсий усулда қурилганда ўзгартиргичлар, филтрлар, кучайтиргичлар ва бошқа қурилмалар ҳар бир канал учун алоҳида ва ҳар бир охириги ва оралиқ станцияларда каналлар сонига боғлиқ ҳолда шунча марта такрорланади.

Агар ҳар бир канал учун охириги аппаратураларнинг қурилмалари алоҳида ва оралиқ аппаратураларнинг қурилмалари эса барча каналлар учун умумий бўлса, бундай усулга **гуруҳли** дейилади.

Ҳозирги пайтда узатиш тизимларини шахсий усулда тузиш усули узатиш масофасининг чэгараланганлиги ва каналлар сони камлиги туфайли қўлланилмайди. Чунки каналнинг оралиқ филтрлари нафақат охириги, балки ҳар бир оралиқ станцияларда ҳам қўлланилади. Шунинг учун оралиқ станцияларнинг сони ошиши билан каналнинг оралиқ частотасини самарали узатиш оралиғи кичраяди, бу эса оралиқ станцияларни ва узатиш масофасини чэгараланишига олиб келади. Бундан ташқари ҳар бир оралиқ станция учун бир хил характеристикаларга эга бўлган филтрларни қўллаш қийинчилик тујдиради ва аппаратураларни ҳажмини катталашишига ва нархини ошишига олиб келади. Юқоридаги камчиликларни назарда тутган ҳолда, каналлари частота бўйича ажратилган кўп каналли узатиш тизимлари гуруҳли усулда тузилади. Кўп каналли узатиш тизимларининг гуруҳли усулда тузилиш схемаси 3.2.-расмда кўрсатилган.

Бирламчи поғона (шахсий ўзгартирувчи поғона)да n канал гуруҳли сигналларга айланган ҳолда бир-бирини беркитмайдиган оралиқ частоталарда жойлашган n_1 канал сигналларига ўзгаради. Иккинчи ва қолган поғона ўзгартиришлар гуруҳли ҳисобланади. n_1 канал сигналларининг бир хил оралиқ частоталари, n_2 иккинчи поғонада n_1 , n_2 умумий гуруҳли канал

сигналларига ўзгартирилади. Кейинги ўзгартириш поғонасида n_1 , n_2 , n_3 гуруҳли канал сигналларининг бир хил оралиқ частоталарини n_3 га кўчирган ҳолда бир-бирини беркитмайдиган ҳолда n_1, n_2, n_3 канал сигналларига ўзгаради.



3.2-расм. Кўп каналли узатиш тизимларининг гуруҳли усулда тузилиши

n_1 канал сигналларидан ҳосил бўлган гуруҳга бирламчи, n_2 бирламчи гуруҳлари бирлаштирилган гуруҳга иккиламчи (n_1, n_2), n_3 ни бирлаштириш йўли билан олинган n_1, n_2, n_3 канал сигналларига учламчи гуруҳлар дейилади.

Жуда кўп каналлар сонига эга бўлган узатиш тизимларининг аппаратураларини тузишда тўртламчи ва бешламчи гуруҳ каналларидан фойдаланилади, ҳамда гуруҳли қурилмаларнинг йиғиндиси асосий **ўзгартирувчи аппаратура** дейилади.

Асосий ўзгартирувчи аппаратура чиқишидаги узатиш тизимининг спектрини линия спектрига ўзгартириш, ўзгартирувчи аппаратура орқали

амалга оширилади. Бу аппаратура ҳар хил аппаратуралар учун турлича ва бир ёки икки ўзгартиришдан иборат бўлиши мумкин.

Линия трактининг охириги аппаратураси (ЛТОА) ёрдамида ўзгартирувчи аппаратура чиқишида спектр шаклланади. Бундай қурилма таркибига асосан кучайтиргичлар, сатҳни автоматик бошқарувчи қурилма, йўналтирувчи филтрлар киради.

5 – маъруза. Каналлари частота бўйича ажратилган кўп каналли узатиш тизимларининг линия трактида ва каналларида ҳосил бўлувчи шовқинлар

Шовқин бу, узатилган сигнални қабул қилишга ҳалақит берувчи бегона электрик тебранишлардир. У сигналга таъсир қилиш характериға боғлиқ ҳолда аддитив ва мултипликатив шовқинларға бўлинади. Аддитив шовқинлар деб, канал ва трактларда юзаға келувчи тасодифий электр юритувчи кучға айтилади. Улар фойдали сигнал билан қўшилади ва қабул қилиш нуқтаси (узатиш каналининг, трактининг чиқишиға) қуйидаги кучланиш билан тушади:

$$I_{\text{кк}}(t) = I_{\text{с}}(t) + I_{\text{ш}}(t).$$

Мултипликатив шовқинлар деб, канал (тракт)нинг узатиш коэффицентини тасодифий ўзғаришиға айтилади. Бундай ҳолда сигнални қабул қилиш нуқтасидаги кучланиши:

$$I_{\text{кк}}(t) = I_{\text{с}}(t) \cdot R_{\text{н}}(t),$$

бу ерда: $R_{\text{н}}$ - трактнинг узатиш коэффицентини. Бундан ташқари шовқинлар тебранишининг шакли, частота спектри юзаға келиш жойи ва ҳалақит берувчи таъсири бўйича ҳам синфланади. Шакли бўйича тебранишлар, узлуксиз ва импульсли шовқинларға бўлинади. Уларнинг жуда кичкина қиймати, ўртача қийматни юзлаб хатто минглаб ошишиға олиб келади. Узлуксиз шовқинларнинг кичик қиймати уларнинг ўртача қийматини бир неча ўн марта ошишиға олиб келади.

Частота спектри бўйича, шовқинлар узлуксиз тўғри (оқ шовқинлар кўринишида) ва дискрет спектрларға бўлинади. Кўпгина ҳолларда флуктуация характериға эға бўлган шовқинлар (шахсий шовқинлар) узлуксиз тўғри ва тахминан текис спектрға эға, электрланган транспорт, юқори волтли линия, электр таъминоти қурилмалари шовқинлари дискрет спектрға эға.

Юзаға келиш жойи бўйича ички ва ташқи шовқинларға бўлинади. Ички шовқинлар узатиш тизимининг аппаратурасини ўзида ҳосил бўлади. Унга масалан: шахсий шовқинлар нозизиқлилик туфайли юзаға келувчи шовқинлар, маҳаллий уланиш контактларининг ёмонлиги туфайли юзаға келувчи шовқинлар ва х.к. киради. Ташқи шовқинлар канал ва трактлардан

ташқарида ҳосил бўлади. Бундай шовқинларнинг келиб чиқишига параллел занжирлар орасидаги алоқанинг таъсири, радиостанция сигналларининг таъсири, саноат ускуналарининг шовқинлари момақалдироқ разрядлари шовқинлари киради. ҳалақит берувчи таъсири бўйича шовқин ва ўзаро ўтувчи гаплашишлар кўринишидаги шовқинларга бўлинади. Овозли сигналларни узатишда шовқинлар гаплашаётган гапнинг аниқлигини камайтирган ҳолда (чиқиллаш, титраш кўринишида) нимжон сигналнинг ташкил топувчиларини қоплайди. Овозли сигналларни узатишда энг хавфлиси ўзаро ўтувчи гаплашишлардир. Улар аниқ ва ноаниқ ўзаро ўтувчи гаплашишларга бўлинади. Аниқ ўзаро ўтувчи гаплашишлар алоқа махфийлигини бузган ва абонентларнинг диққатини ўзига жалб қилган ҳолда овозли паузаларда бошқа каналлардан эшитилади. Ноаниқ ўзаро гаплашишлар унчалик хавфли емас, чунки уларда бошқа каналлардан эшитиладиган гапларни аниқ эшитиб бўлмайди. Дискрет сигналларни узатишда шовқинларнинг пайдо бўлиши, узатиладиган ахборотнинг ишончилигини камайтиради, тасвирни узатганда эса деталларни ажратиш қийинлашади.

Алоқа линияси бўйлаб узатиладиган сигналларда таъсир қилувчи шовқинларни баҳолаш учун «ҳимояланганлик» деб аталувчи тушунча киритилади. Сигналнинг шовқиндан ҳимояланганлиги қуйидагича аниқланади.

$$A_x = 10 \lg (P_c / P_{\text{ш}}) = P_c - P_{\text{ш}} \text{ дБ};$$

бу ерда: n , $n_{\text{ш}}$, P_c , $P_{\text{ш}}$ -сигналнинг қуввати ва сатҳи. Айниқса ҳимояланганликни қўллаш, ўзаро ўтувчи гаплашишлар кўринишидаги шовқинларни баҳолашда қулайдир.

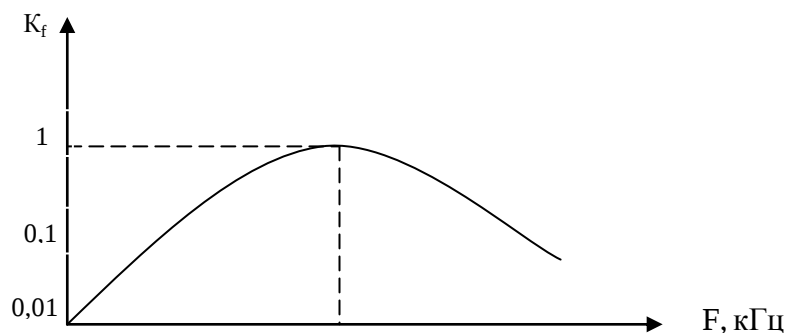
Нисбий узатиш сатҳи маълум бўлган нуқтадаги шовқин таъсирини, кучланиш ва шовқин қувватининг қиймати орқали ҳам баҳолаш мумкин. Бунда фойдали сигналнинг қуввати аниқланади.

$$A_i = P_c - P_{\text{ш}} = 20 \lg I_c / I_{\text{ш}}, \text{ дБ}.$$

Бу ерда: I_c ва $I_{\text{ш}}$ -сигнал ва шовқиннинг кучланиш қиймати. Телефон сигналларининг аниқлиги меъёрида бўлиши учун ҳимояланганлик 10 дБдан ошиқ бўлиши лозим. Телефон каналларидаги шовқинлар кўп частотали мураккаб тебранишлардан иборат. Қулојимизнинг сезувчанлиги эса ҳар хил частоталар учун турлича. Шунинг учун таъсир қилувчи шовқинларнинг барча ташкил топувчиларини, кучланиш бўйича йиғинди билан баҳолаб бўлмайди, балки шовқиннинг психофометрик кучланиши билан баҳоланади.

Псофометрик кучланиш деб, психофометр ёрдамида ўлчанадиган кучланишга айтилади. Псофометрнинг ўзи квадрат шаклига эга бўлган вольтметрдан ва қулојимиз сезадиган оралиқдаги частотавий характеристика билан асбоб сезгирлигининг частотавий боғланишини таъминлайдиган қурилмадан иборат. Бу қурилманинг узатиш коэффицентини частотавий

характеристикасига мос келувчи, егилган сезувчанлик 3.3-расмда кўрсатилган.



3.3-расм. Кулоқ-телефон тизимининг сезувчанлик характеристикаси

Бу ерда кучланишнинг ўзгариши фақатгина кулоққа таъсир қилувчи частоталарда ҳосил бўлиши мумкин. Товуш частотали каналлар учун кулоқнинг энг яхши эшитиш оралиғи 0,3-3,4 кГц, психофотрик қийматнинг энг яхши оралиққа бўлган нисбати эса тахминан 0,75га тенг ва у психофотрик коэффитсент деб аталади ($K_{нс} = 0,75$). Шовқинларни баҳолашда психофотрик коэффитсент билан биргаликда психофотрик қувват ҳам қўлланилади (аппаратура ва магистралларни лойихалаштиришда)

$$P_{п.с \text{ шовқин}} = K_{п}^2 \cdot r_{ш};$$

бу ерда: $r_{ш}$ -таъсир қилувчи шовқин қуввати.

Алоқа каналларида шовқинларни меёрлаштириш, каналнинг талаб қилинган сифатини таъминлаш мақсадида амалга оширилади.

Ҳақиқий алоқа магистрали ҳар хил узунликка ва тузилишга эга. Шунинг учун шовқинларни меёрлаштириш эталон ёки гипотетик занжир деб аталувчи 2500 км узунликка эга бўлган шартли занжир учун амалга оширилади.

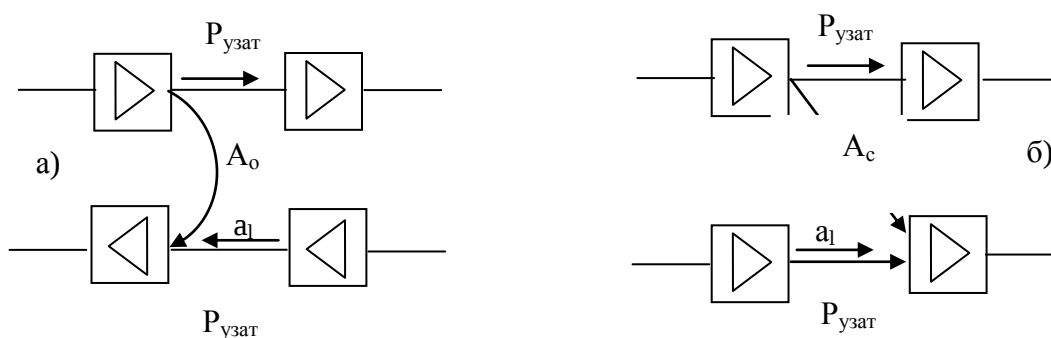
Нолинчи нуқтага нисбатан шовқиннинг ўртача квадратик қиймати 10000 пВтни ташкил этади. Шундан: 2500 пиковати охири ва оралиқ станциялар ҳосил қилган шовқинлар учун ажратилади, 7500 пиковати линия трактида ҳосил бўлган шовқин қувватлари учун ажратилади. Магистрал бўйлаб кучайтиргич пунктлари тенг оралиқ масофаларда жойлашиши ҳисобга олинса, магистралнинг 1 км учун ажратиладиган шовқин қуввати 7500 /3 пВт/км га тенг. Шундай қилиб, мумкин бўлган шовқин қуввати қуйидагича аниқланади:

$$P_{\text{мумкин бўлган л.т. ...}} = 3 \cdot L \text{ пВт},$$

бу ерда: L- ҳақиқий магистрал узунлиги.

Чизиқли ўзаро ўтувчи шовқинларни, параллел занжирларда бир хил номга эга бўлган каналлар бўйлаб сигналларни узатиш натижасида юзага келувчи шовқинлар деб тасаввур қилиш мумкин. Параллел занжирлар орасидаги ўзаро ўтувчи шовқинларни (таъсирлар) ҳосил бўлишининг асосий сабаби, шу занжирларнинг симлари орасидаги индуктив ва сијимли алоқанинг мавжудлигидир. Бундан ташқари, ўзаро ўтувчи шовқинлар алоқа линияси конструктсиясининг бир хил емаслиги, юкламаларнинг мос келмаслиги ва учинчи занжирнинг таъсири орқали аниқланади. Ўзаро ўтувчи шовқин (таъсир)лар қуйидагиларга бўлинади: яқиндаги ўзаро ўтишлар, узокдаги ўзаро ўтишлар.

Яқин ва узокдаги ўзаро ўтишлар қуйидаги 3.4-расмда кўрсатилган:



3.4-расм. Яқин ва узокдаги ўзаро ўтишлар

Агар бирорта параллел занжирга уланган энергия манбаи ва бошқа параллел занжирга уланган энергия қабул қилувчиси битта пунктда жойлашган бўлса, бундай таъсирга яқиндаги ўзаро ўтишувчи шовқинлар (таъсирлар) дейилади.

Агар занжирга уланган манба ва қабул қилгич ҳар хил пунктларда жойлашган бўлса, бундай таъсирларга узокдаги ўзаро ўтувчи шовқинлар (таъсирлар) дейилади. Узокдаги ўзаро ўтувчи сўнишлар (A_e) ҳар доим яқиндаги ўзаро ўтувчи сўнишлардан катта бўлган $A_e > A_o$ ва шунча мос ҳолда узокдаги ҳимояланганлик яқиндаги ҳимояланганликдан катта бўлади: $A_{хе} > A_{хо}$.

$$A_{\ddot{o}} = A_o - A_x - \Delta \text{ , дБ}$$

$$A_{\ddot{e}} = A_e - A_x - \Delta \text{ , дБ}$$

$$\Delta = P_{узат2} - P_{узат1} \text{ .}$$

Бу ерда: A_o -яқиндаги сўниш; A_e -узокдаги сўниш;

a_l -линиядаги сўниш;

$P_{узат1}$ -таъсир қилувчи занжирга уланган узатувчи кучайтиргич чиқишидаги сатх.

$P_{\text{узат}2}$ -таъсир остида қолган узатувчи кучайтиргич чиқишидаги сатх. Шунинг учун зичлаштирувчи аппаратура шундай тузилиши керакки, амалда фақатгина яқин тугалланишдаги таъсирлар ҳисобга олинсин.

Шуларни назарда тутган ҳолда симметрик кабел занжирлари бўйича ташкил қилинувчи юқори частотали алоқада икки кабелли алоқа тизимлари қўлланилади. Бундай тизимларда қарама-қарши томонларнинг узатиш йўналишларидаги жуфтликлар, турли кабелларда жойлаштирилади. Яқиндаги лозим бўлган ўзаро ўтувчи сўнишлар (140дБ дан кам бўлмаган) кабелнинг экранлаштирилган қобији ҳисобига амалга оширилади. Параллел ҳаво алоқа линиялари орқали ташкил қилинувчи яқиндаги ўзаро ўтувчи таъсирларни йўқотиш учун сигналларни бир хил оралиқ частотада узатиш лозим (бир йўналишда). Шунинг учун 12 каналли зичлаштирувчи аппаратуранинг юқори частотали гуруҳи (92-143 кГц) ва 3 каналли зичлаштирувчи аппаратуранинг паст частотали гуруҳи (4-16кГц) шимол-жануб ва ғарб-шарқ йўналиши бўйича узатилади, 12 каналли зичлаштирувчи аппаратуранинг паст частотали гуруҳи (36-84 кГц) ва 3 каналли зичлаштирувчи аппаратуранинг юқори частотали гуруҳи (18-31кГц) тескари йўналишда узатилади. Узатиш йўналишини бундай ташкил қилиниши, кўп каналли тизимларни битта занжир бўйлаб биргаликда ишлаши учун шароит яратади.

Узоқ тугалланишдаги ўзаро ўтувчи таъсирлардан ҳимояланганликни ошириш учун, параллел занжирларнинг бир хил номланадиган каналларида қуйидагича шартлар бажарилиши лозим:

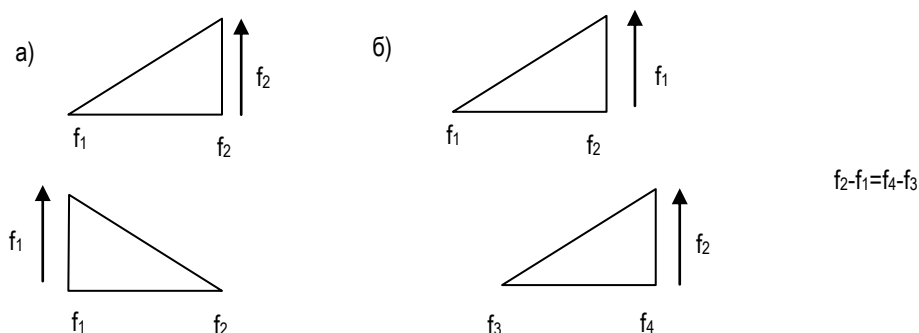
1. Аппаратуранинг кириш қаршилиги линиянинг тўлқинли қаршилиги билан мослашган бўлиши лозим. Акс ҳолда, акс қайтган тўлқинларнинг юзага келиши туфайли ўзаро таъсир қилувчи шовқинлар зудлик билан ошади. Линиянинг тўлқинлари қаршилигини мос келиш даражаси ($Z_{\text{л}}$) ва аппаратуранинг кириш қаршилиги ($Z_{\text{а}}$) акс қайтиш коэффиценти ёрдамида баҳоланади.

$$R = \frac{|Z_{\text{а}} - Z_{\text{л}}|}{|Z_{\text{а}} + Z_{\text{л}}|}$$

2. Таъсир қилувчи ва таъсир остида қолган каналларни узатиш сатҳларининг фарқи ΔR , 2-3 дБдан ошмаслиги лозим. Агар ўзаро ўтувчи гаплашишларнинг ҳимояланганлиги йетарли бўлмаса, унда қуйидаги усуллардан фойдаланилади: частоталар инверсияси; параллел занжирларда бир хил номланувчи каналларни оралиқ частоталарини суриш.

Параллел занжирларда бир хил номланган каналларнинг оралиқ частоталари инверсиясида, линия спектри бир хил чэгарага эга бўлади, лекин турли ташувчи частоталарга эга бўлган паст ва юқори ён оралиқларга мосдир. Бундай ҳолатда ўзаро ўтувчи тоқлар биргаликда жойлашади, алоҳида частота ташкил топувчилари қабул қилувчи қисмда ўзгартиргандан кейин ташувчи частота қийматлари ҳар хил бўлганлиги туфайли тескари бўлади, яъни частота бўйича юқори бўлган Бошланғич сигналнинг ташкил

топувчиси паст частотали ташкил топувчига ўзгаради ва тескариси, яъни ўзаро ўтувчи гаплашишларнинг аниқлиги йўқолади.



3.5.-расм. Оралик частоталар инверсияси ва сурилган ҳолати

Пареллел занжирларда бир хил номланган каналлар бўйича оралик частоталарни суришда, ташувчиларни бир-бирисига нисбатан суриш ёрдамида ҳосил бўлган бир хил кенгликдаги оралик частоталар узатилади (3.5.б-расм). Бундай ҳолда, қабул қилувчи қисмда таъсир остида қолган каналда турли ташувчи частоталар натижасида ўзаро ўтувчи ток ташкил топувчиларининг бир қисмигина пайдо бўлади. Шунинг учун ўзаро ўтувчи гаплашишлар ноаниқ шовқинларга ўзгаради. Бу ўзаро ўтуви тоқларнинг энергиясини бир қисмигина ўтгани учун камаяди. Инверсия ва частота ораликларини суриш усулларини бир вақтда қўлласа ҳам бўлади.

Линия тизимлари бўйлаб сигналларни бузилишсиз узатиш учун:

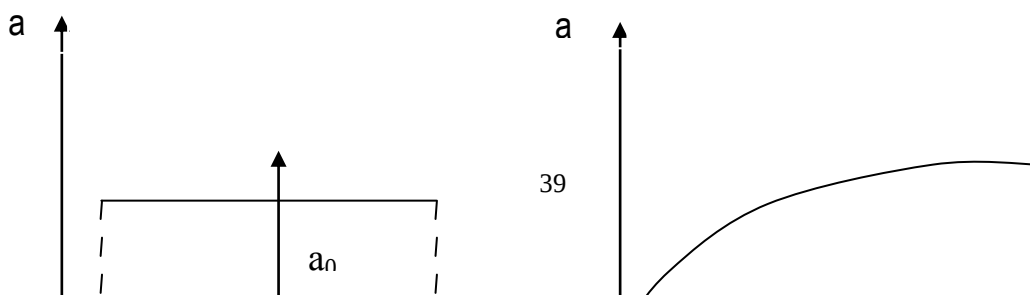
- барча частота диапозонида сўниш бир хил бўлиши;

$$a(\omega) = a_0 = \text{const}$$

- фаза–частотавий характеристика тўғри чизиқли бўлиши ёки гуруҳли ўтиш вақти частотага боғлиқ бўлмаслиги лозим.

$$t_{г\ddot{y}в}(\omega) = \text{const.}$$

Ҳақиқий трактда реактив элементларнинг мавжудлиги, сўниш ва гуруҳли ўтиш вақтининг частотага боғлиқлигини юзага келишига, бу эса узатиладиган сигналларни бузилишига олиб келади. Бундай бузилишлар чизиқли деб аталади, чунки уларнинг қиймати узатиладиган сигналнинг амплитудасига боғлиқ емас. Линиянинг идеал ва реал амплитуда частотавий характеристикаси 3.6-расмда кўрсатилган.



а) Идеал характеристика,

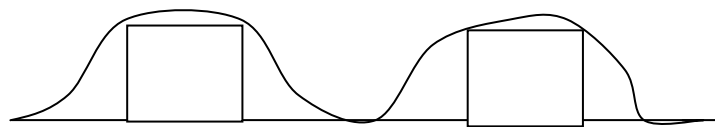
б) Реал характеристика

3.6–расм. Линиянинг идеал ва реал амплитуда частотавий характеристикаси.

Чизиқли бузилишлар қуйидаги турларга бўлинади:

- амплитуда частотавий бузилиш;
- фазо частотавий бузилиш.

Чизиқли бузилишлар турли сигналларни узатиш сифатига ҳар хил таъсир кўрсатади, яъни бир хил емас. Ҳаракатли ва ҳаракатсиз таъсирли сигналларни узатишда амплитуда частотавий бузилиш (АЧБ) ва фазо-частотавий бузилиш (ФЧБ) лар мавжуд бўлганлиги туфайли, узатилаётган сигнал шакли бузилади. Бу эса тасвирнинг аниқлигини йўқотади ва нисбатини бузади. Натижада импульслар қуйидаги кўринишга келади.



3.7-расм. Линияга узатилган импульс шаклининг бузилиши.

АЧБ ва ФЧБларнинг иккаласи ҳам дискрет ахборотларни узатишда таъсир қилади, яъни узатиладиган импульсларнинг бир бирига қўшилиб устма-уст тушишига олиб келади (3.7-расм). Шунинг учун овозли ахборотларни узатишда фақатгина АЧБнинг ошиши гапнинг аниқлигини ҳақиқийлигини йўқотади ва каналлари частота бўйича ажратилган узатиш тизимларида алоҳида каналларни шовқиндан ҳимояланганлигини пасайишига олиб келади. Сабаби, чизиқли бузилишлар ҳар доим охириги пунктгача йиғилиб боради, ФЧБлар эса мусиқий овозли эшиттириш сигналларини узатишда овознинг баландлигини ошириш тезлигини ўзгартиради.

Линиядаги филтр ва кучайтиргичлар сабабли юзага келган АЧБлар асосий ҳисобланади. Филтрлар натижасида ҳосил бўлган бузилишлар эксплуатация қилиш даврида ўзгармайди. Уларнинг параметрлари ўзгармас бўлган амплитудавий созлагичлар ёрдамида бирлаштирилади. Линиянинг амплитуда частотавий бузилиши об-ҳаво шароитига, кучайтиргичларда эса манба таъминотининг кучланишига ва ҳаво ҳароратига боғлиқ. Шунинг учун бу бузилиш ўзгарувчан ҳисобланади ва уни ўзгарувчан амплитудавий созлагич ёрдамида меъёрлаштириш мумкин, яъни частотавий характеристикани эксплуатация қилиш жараёнида созлагичлар ёрдамида

ўзгартириш мумкин. Бу сатҳни автоматик бошқариш қурилмаси (САБК) ёрдамида амалга оширилади. Амплитудавий созлагич ва ўзгарувчан амплитудавий созлагичлар АЧБларнинг барчасини йўқота олмайди. Бундай қолдиқ бузилишларга созлаш натижасида юзага келган фарқли бузилишлар дейилади. Бу қолдиқ бузилишлар тракт бўйлаб чизиқли қонун бўйича йиғилада ва унга тез-тез пайдо бўлувчи ёки тизимли бузилишлар дейилади. Бузилишларни тўғрилаш учун бир нечта кучайтирувчи участкалардан кейин магистрал созлагичлар уланади. Созлагич элементларининг параметрлари натижасида ҳосил бўлувчи бузилишлар (лампадар туфайли) тасодифий деб ҳисобланади ва уларни тўғрилаш учун гормоник созлагичлар қўлланилади.

Ҳаво алоқа линияси ва кабелли алоқа линияларининг параметрлари доимий емас. Атроф муҳит ҳароратининг ўзгариши ва тупроқ ҳароратининг ўзгариши ҳаво алоқа линияларида ва кабелли алоқа линияларида сўнишни ўзгаришига олиб келади. Узоқ масофали алоқа линияларида сўнишнинг ўзгариши, кўчайтиргич участкаларида йиғилиб катта қийматларни ҳосил бўлишига олиб келади. Линиядаги сўнишнинг ошиши, қолдиқ сўнишни ($a_{\text{қолд}}$) ошишига олиб келади, бундан ташқари фойдали сигналнинг узатиш сатҳини ошишига сабабчи бўлади.

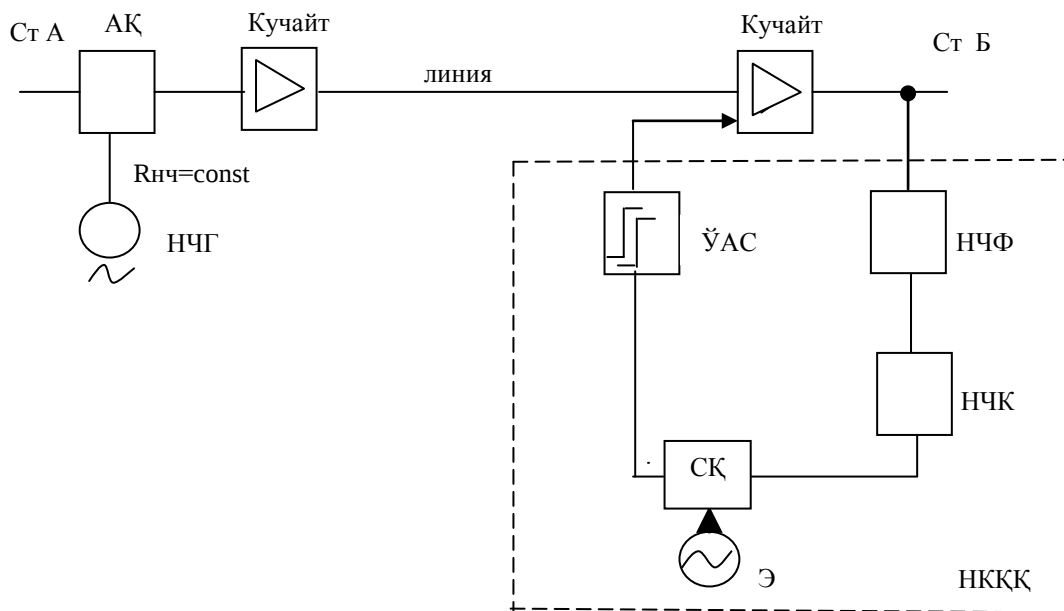
Линиядаги сўнишнинг камайиши қолдиқ сўнишни камайишига ва генерацияни юзага келишига олиб келади. Бундан ташқари оралиқ станцияларнинг чиқишида сигнални узатиш сатҳи ошади. Охирги ва оралиқ станцияларда кучайишнинг ўзгариши (таъминот манбаи кучланишининг ўзгариши, эскириши, лампадарнинг ўзгариши) қолдиқ сўнишни ўзгаришига олиб келади. Юқоридагилардан шундай хулоса қилиш мумкинки, алоқани меъёрида таъминлаш учун (ҳаво алоқа линиялари ва кабелли алоқа линиялари бўйича) трактнинг юқорида кўрсатилган барча параметрларини тўғрилаш лозим. Бунинг учун бир қатор чоралар кўрилади. Шулар жумласига қуйидагилар киради:

- таъминот манбаи кўчланишини мўътадиллаштириш;
- чуқур тескари манфий алоқага эга бўлган кўчайтиргичларни қўллаш;
- кичик амплитуда частотавий бузилишларни вақт бўйича секин ўзгаришини тўғрилаш учун косинусоидал филтрларни қўллаш;
- занжирли участкалардаги охирги ва оралиқ станция кучайтиргичларидаги сўниш ва АЧБларни ўзгаришини тўғрилаш учун автоматик сатҳ бошқариш қурилмаларини (АСҚ) жойлаштириш лозим.

АСБ қурилмалари қуйидагиларга бўлинади:

- узлуксиз назорат қилувчи тизим;
- линия тракти участкаларини назорат тизими;

Назорат частотаси бўйича АСБ тизими узлуксиз назорат тизимларидан ҳисобланади. Назорат частота бўйича АСБ тизимининг тузилиш схемаси 3.8-расмда кўрсатилган.



3.8-расм. Бир частотали АСБ тизими.

НЧГ- назорат частота генератори;

$R_{нч}$ - назорат частота сатҳи;

($R_{нч} = \text{const}$), ($R_{нч} < R_c$)

АҚ- ажратувчи қурилма;

Кучайт.- кучайтиргич;

НЧФ- назорат частота филтри;

НЧК- назорат частота кучайтиргичи;

СҚ- созлаштирувчи қурилма;

ЎАС- ўзгарувчан амплитудавий созлагич;

Э- эталон генератор;

НКҚҚ- назорат канали қабул қилгичи.

Ҳаво алоқа линияларида қонун бўйича икки частотали АСБ қурилмалари қўлланилади. АСБ қурилмалари, оралиқ ва қабул қилувчи станцияларда ўрнатилади. ЎАС қабул қилувчи қисмдаги кучайтиргичнинг тескари алоқа занжирига уланган. НЧГ узатиш трактига тизимнинг линия спектри билан биргаликда юбориш учун назорат частота ишлаб чиқаради. Бунинг учун линия трактига назорат частота тоқлари юборилади. Назорат частота линия спектрининг чеккасидан ёки линия спектрининг ўртасидан танланади. Назорат частотанинг сатҳи ўзгармас бўлиши шарт, чунки у каерда (қайси пунктда) назорат қилинаётган бўлса, бу сатҳнинг ўзгариши фақатгина линиядаги сўнишни ўзгаришига боғлиқ бўлиши мумкин.

Назорат частота тоқларининг манбаи, махсус назорат частота генератори (НЧГ) ҳисобланади ва у ажратувчи қурилма (АҚ) орқали

кучайтиргич (Кучайт.) киришига уланган. Кучайтиргичга ошқоча юк бўлмаслиги учун назорат частота сатҳи сигнал сатҳидан паст бўлиши лозим. Созлаш амалга ошириладиган пунктларда кучайтиргич чиқишига, параллел ҳолда назорат канали қабул қилгичи уланади. Бу қурилма тор оралиқли филтр ва назорат частота кучайтиргичидан иборат.

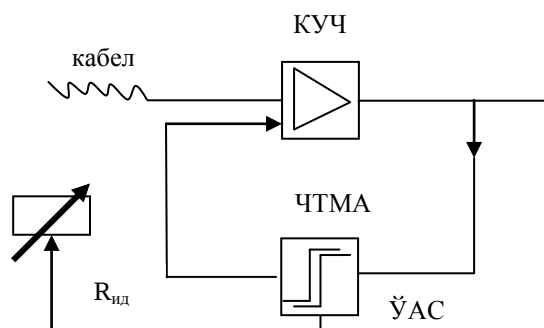
Ажратилган ва кучайтирилган назорат частота токи, эталон сигнал билан солиштиришни амалга оширувчи, солиштирувчи қурилма (СК)га берилади. Сигнал сатҳи эталон қийматдан ошса, СК чиқишида айирма токлари ҳосил бўлади. Бундай сигнални меъёрга келтириш учун ЎАС сўнишни шундай ўзгартирсинки, назорат частота сигнали чиқишда тахминан керакли бўлган қийматга тенг бўлсин.

Кўриниб турибдики, бу тизимда фақатгина назорат частота кучайтиргич чиқишида номинал қийматдан фарқли бўлсагина созлаш жараёни амалга ошади.

Назорат частота бўйича АСБ қурилмасига қуйидагича талаблар қўйилган:

- созловчи қурилма оддий бўлиши;
- чидамлилиги юқори бўлиши;
- таъминот қийматига талаби кичик бўлиши;
- жуда кичкина фарққа эга бўлган натижада ҳам, уни созлаш чэгараси юқори бўлиши;
- назорат частота тасодифан йўқолган тақдирда ҳам, созлагичлар ўзининг қобилиятини сақлаши шарт.

Тупроқ ҳарорати бўйича ишловчи назорат тизимини қўллаганда кабелдаги сўниш ўзгаришини, тупроқ ҳароратини назорат қилиш орқали аниқлаш мумкин. Бундай тизимлар асосан кабелли алоқа линияларида ишлатилади. Кабел ҳароратининг ўзгариши ва унинг сўниши орасида бир хил боғланиш мавжуд бўлганлиги туфайли, кабелдаги сўнишнинг ўзгариши ҳақидаги ахборотни, кабел ётқизилган тупроқнинг ҳарорати бўйича билса бўлади, бундай назорат тизимига тупроқ ҳарорати ўзгариши бўйича ишловчи АСБ тизими дейилади.



3.9-расм. Тупроқ ҳароратининг ўзгариши бўйича ишловчи АСБ қурилмаси.

Бу ерда: $R_{ид}$ - иссиқлик датчиги. Бу созловчи элемент ҳисобланиб, кабел ётқизилган чуқурликда жойлашган. Шундай қилиб, тупроқ хароратининг ўзгариши бўйича ишловчи АСБ қурилмаси, тупроқ хароратига боғлиқ ҳолда сўнишни созлайди. Иссиқлик датчиги тупроққа жойлашганлиги туфайли вақтнинг ҳар қандай лаҳзасида кабел қандай хароратга эга бўлса, у ҳам худди шундай хароратга эга бўлади. Бундай қурилманинг афзаллиги шундан иборатки, у оддий тузилишга эга ва чидамли, камчилиги эса, созлаш фарқи анчагина катта, чунки АСБ занжири уланмаган ва созлаш натижалари созлагичга тескари таъсир кўрсата олмайди (қайта тескари алоқа занжири орқали созлай олмайди). Бундай қурилмалар фақатгина назорат частоталари бўйича ишловчи АСБ қурилмалари билан биргаликда ишлаши мумкин.

Ҳозирги пайтда магистрал тармоқлар диаметри 2,6/9,4 ммли коаксиал кабел жуфтликлари, минтақанинг ички тармоқлари эса кичик диаметрли коаксиал ёки симметрик кабеллар орқали ташкил қилинади. Бундан ташқари, бундай тармоқларда радиореле линиялари (РРЛ) кўп қўлланилади. Диаметри меъёрида бўлган коаксиал кабелли линиялар орқали К-1920 П ва К-3600 узатиш тизимлари, кичик диаметрга эга бўлган коаксиал кабел жуфтликлари орқали К-300 ва симметрик кабеллар орқали К-60 П узатиш тизимлари ишлайди. Бу барча тизимлар бир полосали, тўрт симли схема бўйича тузилган. Енди узатиш тизимлари ҳақида қисқача маълумотларни қараб чиқамиз.

К-3600 узатиш тизими, иккита коаксиал жуфтлик орқали 3600 товуш частотали канал (ТЧК)ни ёки 1800 ТЧКни ва овозли эшиттириш (ОЕ) каналига эга бўлган телевизион (ТВ) канали ва иккита ОЕ каналини олиш имконини беради. Тизимнинг линия спектри 812-1759 кГц оралиқ частотани эгаллайди, алоқа масофасининг узунлиги 12500 км. Бу тизим, умумий узунлиги 25000 км бўлган халқаро алоқа участкалари сифатида ҳам қўлланилиши мумкин.

К-3600 узатиш тизимининг линия трактида хизмат талаб қиладиган кучайтиргич пунктлари (ХТҚКП) ва хизмат талаб қилмайдиган кучайтиргич пунктлари (ХТҚЙКП) қўлланилади. 186 км бўлган ХТҚКП - ХТҚКП участкасида масофадан таъминот олувчи 61 та ХТҚЙКПлари жойлашади. Кучайтиргич участкаларининг узунлиги $3 \pm 0,075$ кмни ташкил етади. Товуш частота бўйича қабул қилиб узатувчи участканинг максимал узунлиги 1500 кмга тенг. ХТҚЙКП уч турга бўлинади: асосий (участка узунлигига боғлиқ ҳолда кучайишни созлаш), ҳар 12 ХТҚЙКПда созлаш ва тўғрилаш имконияти мавжуд. Созловчи ХТҚЙКПлар, ўзгарувчан автоматик ҳолда сатхни бошқариш (ў-АСБ) қурилмасига ва тупроқ харорати бўйича АСБ қурилмасига эга. Кабелнинг йиллик ўртача хароратининг тебраниш қийматига боғлиқ ҳолда (Δt) ҳар бешинчи, ($\Delta t = \pm 12,5^{\circ}\text{C}$) ҳар олтинчи ($t = \pm 9^{\circ}\text{C}$) ёки ҳар саккизинчи ($t = \pm 6,5^{\circ}\text{C}$) ХТҚЙКП созловчи ҳисобланади. Созловчи ХТҚЙКПлари амплитуда частотавий бузилишларни созловчи қурилмага эга. Барча ХҚКПларида уч частотали тупроқ харорати бўйича ишловчи АСБ қурилмаси қўлланилади.

К-1920 П узатиш тизими, кабелнинг икки жуфтлиги орқали 1920 ТЧК ёки 30 ТЧК ва овозли эшиттиришга эга бўлган ТВ каналини узатиш имконига эга. Тизимнинг линия спектри 312-8544 кГц, алоқа масофасининг узунлиги 12,5 минг км. ТЧ бўйича қабул қилиб узатувчи участканинг максимал узунлиги 1500 км. Юқоридаги кўрсатилган алоқа масофасини ХТҚКП ва ХТҚЙКП лари таъминлайди. Иккита ХТҚКП орасидаги масофа КМ-4 кабелни қўлланганда 246 кмдан, км-8/6 кабелни қўллаганда эса 186 кмдан ошмаслиги лозим. Таклиф қилинган кучайтиргич участкаларининг узунлиги $6 \pm 0,15$ км га тенг. Бу тизимда асосий ва созловчи ХТҚЙКПлари қўлланилади. Ҳар тўртинчи ($t = \pm 12,5$ °С), ҳар олтинчи ($t = \pm 9$ °С) ёки ҳар саккизинчи ($t = \pm 6,5$ °С) ХТҚЙКПлар созловчи ҳисобланади (ХТҚКП орасида).

К-300 узатиш тизими, иккита коаксиал жуфтлик орқали 300 ТЧК ни ҳосил қилиш имконига эга. К-300 нинг линия спектри 60-1300 кГц, алоқанинг максимал узунлиги 12500 км каналларни тарқатиш мақсадида магистрал бўйлаб учта иккиламчи гуруҳни ажратиш имкони қараб чиқилган. ХТҚКлари орасидаги масофа 246 кмдан ошмаслиги лозим. Таклиф қилинган кучайтиргич қурилмасининг узунлиги 6 км. Сектсиядаги ХТҚЙКПларининг сони 40га тенг. Бу тизимда 3 турдаги: тупроқ ҳарорати бўйича ишловчи АСБ қурилмага, назорат частота бўйича ишловчи АСБ қурилмага ва амплитуда частотавий характеристикасини созловчи қурилмага эга бўлган ХТҚЙКПлардан фойдаланилади. Созловчи ХТҚЙКПлари ҳар 60 км, 90 кмдан жойлаштирилади.

Барча охириги пуктларда ва ХТҚКПларда икки частотали ўзгарувчан АСБ қурилмаси қўлланилади.

К-60 П узатиш тизими 12...252 кГц частота спектрида симметрик кабел бўйича ишлайди. Тизимнинг каналлари орасидаги аниқ ўзаро ўтишларни йўқотиш учун битта тўртликка эга бўлган кабел қўлланилади. Бунда битта узатиш тизимининг линия спектри асосига мос келадиган ҳолда, иккинчиси эса инвертсияланган ҳолда қўлла-нилади. Алоқанинг максимал узунлиги 12500 кмга, ТЧ бўйича қабул қилиб узатувчи участканинг узунлиги 2500 кмга тенг. К-60 П узатиш тизимида икки ва уч частотали ўзгарувчан АСБ қурилмасига эга бўлган ХТҚКП қўлланилади. Икки частотали ХТҚКП орасида максимал алоқа масофаси 300 км, уч частоталида эса 600 кмни ташкил қилади. Иккита ХТҚКП орасида масофадан таъминот олувчи 12 тагача ХТҚЙКПни жойлаштириш мумкин. Кучайтиргич участкалари орасидаги масофа 19,4 км га тенг. Барча ХТҚЙКПлари частотага боғлаган, тупроқ ҳарорати бўйича ишловчи АСБ қурилмасига эга.

Ҳозирги пайтда маҳаллий тармоқларда ҳам каналлари частота бўйича ажратилган узатиш тизимлари қўлланилади. Уларни ШТС (шаҳарлараро телефон станцияси) ва кишлоқ АТСлари орасида абонент линияларини уловчи сифатида қўллаш мумкин. Бу тизимларнинг хусусияти шундан иборатки, алоқа қилиш масофаси кам, қисқа масофаларга алоқа ўрнатишда охириги қурилмаларга кам харажат сарфланади.

Маҳаллий тармоқда қуйидагича узатиш тизимлари қўлланилади: В-3-3 с, АВУ ва КАМА.

Маҳаллий тармоқларда қўлланиладиган узатиш тизимлари икки симли ҳисобланади. Бу пунктларнинг айрим турларида оралиқ кучайтиргич тизимларида линия трактини арзонлаштириш мақсадида иккала узатиш йўналишидаги сигналларни кучайтириш учун битта кучайтиргич қўлланилади. Енди узатиш тизимлари ҳақида қисқача маълумотларни қараб чиқамиз.

АВУ узатиш тизими, ШТСларнинг абонент линиясидан қўшимча каналлар олиш учун қўлланилади. Бунда 0,3-3,4 кГц оралиқда сигналларни узатиш бузилмайди. Қўшимча канални яна таксафон учун линия сифатида қўлласа ҳам бўлади. АВУ тузатиш тизимидаги сўниш абонент линиясининг 3,5 км узунликдаги сўниш билан мос тушади.

КАМА узатиш тизими АТС, АТС ва ШТС (шаҳарлараро телефон станцияси) орасида уловчи линияларни ташкил қилиш учун қўлланилади. Бу узатиш тизимида йўналтирувчи муҳит сифатида МКС, ВТСПВ, КСППБ, КСППБ ва Т туридаги кабеллар ишлатилади. КАМА узатиш тизими икки вариантда ишлаши мумкин: битта йўналишда 12...252 кГц частота спектрида бир кабелли икки полосали ва тескари йўналишда 312-548 кГц спектрда, 12-248 кГц частота спектри икки кабелли бир полосали схема бўйича 30 та ТЧ канални ташкил қилиш имконига эга. Тизим МКС, МКПВ, КСПП ва ВТСП кабеллари орқали икки полосали бир кабелли каби, Т кабелини қўллаганда икки кабелли бир полосали режимда ҳам ишлаши мумкин. МКС кабелини қўллаганда кучайтиргич участкасининг узунлиги 14,3 км, узатиш масофаси эса 80 кмни, КСПП кабелини қўллаганда кучайтиргич участкаси 8 км, узатиш масофаси эса 50 кмни ташкил этади. Т турдаги кабелни қўллаганда, ҳимояланганлик талабини қондирувчи жуфтликни танлаш лозим. Унда кучайтиргич участкасининг узунлиги шовқин сатҳлари юқори бўлганлиги туфайли 3,3 кмни, алоқа масофаси эса 23 кмни ташкил этади. Битта канал сигналини узатиш учун 8 кГц частота ишлатилади.

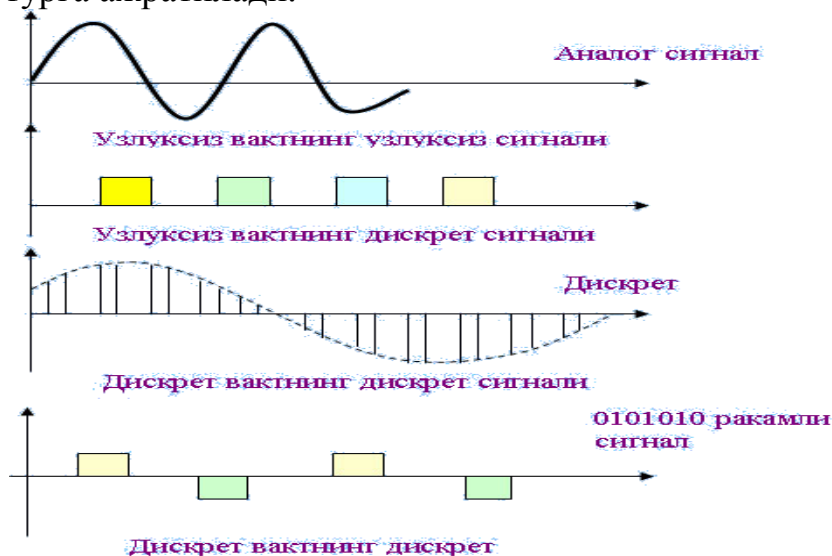
В-3-3с узатиш тизими учта ТЧ канал ва алоқа хизмати каналини ҳосил қилиш учун мўлжалланган. Иккита ТЧ канал орқали иккинчи синфли овозли эшитириш каналини ҳосил қилиш мумкин. Узатувчи муҳит сифатида алоқа линиялари ёки маҳаллий тармоқларнинг уловчи линиялари қўлланилади. Узатиш тизими симли, икки полосали тизим бўйича тузилган. Битта йўналишда сигналларни узатиш 4-16 кГц да, тескари йўналишда 18-30 кГц ёки 19-31 кГц оралиқ частотада амалга ошади. 4 кГц гача оралиқ частотада хизмат алоқа канали ташкил қилинади. В-3-3с узатиш тизими таркибига охирги ва масофадан таъминот олувчи хизмат талаб қилмайдиган станциялар киради. Иккита охирги станция орасида иккита ХТҚйКП лари жойлашади. Бундай ҳолда, мис занжирларни қўлланганда максимал алоқа масофаси 75 кмни ташкил этади. В-3-3 С узатиш тизимида икки частотали АСБ қурилмаси қўлланилади.

Назорат частота сифатида битта йўналишда 4 ва 16 кГц, иккинчи йўналишда 18 ва 30 ёки 19 ва 31 кГц қўлланилади. АСБ қурилмаси билан

фақатгина охирги станциялар таъминланган, ХТҚЙКП ларида АСБ курилмаси йўқ.

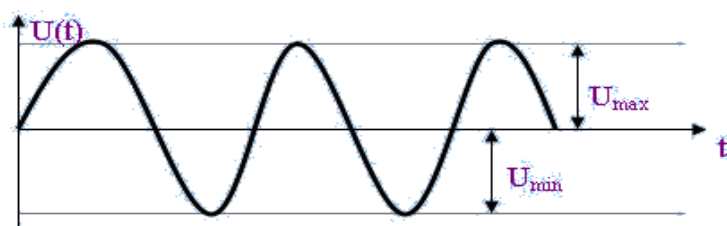
6 – маъруза. Рақамли тизимларининг тузилиш принципи. Аналог сигналдан рақамли сигналга утиш. АИМ сигнал хусусиятлари, 1 ва 2 тартибли АИМ сигналлар.

Электр алоқа тизимларида ахборотлар сигналлар ёрдамида узатилади. Ахборотларни канал бўйича узатиш учун такдим қилиш шакли сигнал деб аталади. Ишлатилиш сохаларига қараб ва вақт бўйича аниқланишига қура, сигналлар 4 турга ажратилади.



1.1 - расм. Сигнал турлари

Аналогли сигнал деб, аналог сигнал амплитудасининг мах ва мин оралигида чексиз қийматлар сонини қабул қилинишига айтилади.



1.2 - расм. Аналог сигнал

Дискретли сигнал деб, чекланган қийматлар қабул қиладиган сигналга айтилади. Дискрет сигнал рақамли сигнал бўлиши мумкин. АТС техникасида дискретли сигналлар қўп қўлланилади, масалан: регистрли ва қизикли рақамли сигналлар 2 асосли код қурилишида тасвир этилади. Рақамли сигналлар ишлатилиши, сигналларни рақамли қурилишда аниқлашга имкон беради. Рақамли сигналлар, иккиламчи сигнал қурилишида тасвир этилади.

Ҳозирги пайтда электр алоқада рақамли усулда сигналларни узатиш жуда қўп қўлланилади. Чунки у аналог усулга нисбатан қўйидагича бир қанча афзалликларга эга:

- шовқиндан химояланганликнинг юқорилиги, бу асосан рухсат этилган сатҳларнинг сони кам бўлган кодларни қўллаш билан боғлиқ. Рақамли узатиш тизим (РУТ)ларининг юқори шовқинбардошлилиги, шовқин сатҳи юқорилиги туфайли аналог узатиш тизим (АУТ)лари ишлай олмайдиган алоқа линиясидан фойдалана олиш имконини беради. Бу куйидагилар билан боғлиқ:

- алоқа сифатини линия узунлигини боғлиқ емаслиги. Бу рақамли сигналларни регенерациялаш ҳисобига амалга ошади. Рақамли шаклда амалга ошувчи транзитлар ҳам амалда алоқа сифатини пасайтирмайди;

- дискрет ахборотларни узатишда РУТ каналларини қўллашнинг юқори самарадорлиги. ҳозирги пайтда РУТлар орқали ўзининг физик табиатига эга бўлган жуда кўп дискрет оқимларни узатиш мумкин. Бунда рақамли сигналлар каналнинг паст частотали тугалланишини четлаб ўтган ҳолда тўғридан-тўғри грухли трактга киргизилади. РУТларда битта телефон каналининг ўрнига 50-60 Кбит/с ли рақамли оқимларни узатиш мумкин, АУТларда эса битта ТЧ каналда 10 Кбит/с дан ошмаган тезликдаги оқимни узатиш мумкин;

- интеграл рақамли тармоқларни тузиш им конияти интеграл алоқа тармоқларини куришда, РУТлари ва рақамли сигналларни коммутациялаш тизимлари асосий ҳисобланади. Бундай тармоқларда транзит ва коммутациялаш рақамли усулда амалга ошади. Рақамли тармоқларда барча аппаратура мажмуаларида юқори интеграциялаш даражасига эга бўлган интеграл схемалар базасидан фойдаланилади. Юқори чидамлилигига эга бўлган ва бир хил принципда тузилган курилмаларни қўллаш, тармоқни бошқариш ва унинг ҳолатини назорат қилиш, ажратилган тармоқнинг барча операцияларини юқори даражада автоматлаштириш билан боғлиқ бўлган масалаларни тармоқнинг чидамлилигини ва мустахкамлигини ташкил қилишни таъминлайди. РУТларнинг энг асосий камчилигидан бири, унинг кенг ораликлигидир. Каналлари частота бўйича ажратилган АУТларда битта ТЧ канални узатиш учун 4 кГц ажратилади. Шунинг учун Н-каналли тизимларнинг гурухли сигналини частота спектрини кенглиги: $\Delta F_{\text{кчба}} = 4 \cdot N$ кГц. ИКМли РУТларда гурухли сигнал спектрининг кенглиги тахминан тактли частотага тенг. $\Delta F_{\text{ИКМ}} = f_{\text{т}} \cdot f_{\text{г}} \cdot m \cdot N$. Мавжуд РУТларда телефон сигналлари учун $f_{\text{г}} = 8$ кГц га тенг.

Демак $\Delta A_{\text{гр к}} = 2048 \cdot 8 \cdot 8 \cdot T \cdot 64 / N = 16$ марта, яъни гурухли ИКМ сигналининг частота спектрини кенглиги АУТларга нисбатан тахминан 16 марта кенг. Шунинг учун РУТларининг линия трактидаги оралик пунктларини, АУТлариникига нисбатан яқинроқ жойлаштириш лозим. Бунда линия трактини нархи ошади (кучайтиргич пунктларининг сони кўпайгани ҳисобига), лекин РУТларнинг охирги курилмалари мураккаб ва қимматбаёо филтрлардан иборат емас ва унинг курилмалари АУТларникига нисбатан арзон. Шунинг учун бундай узатиш тизимлари барча алоқа тармоқларида кенг тарқалган.

Агар сигнал факат 2 та ҳолатга эга булса, у ҳолда сигналларни битта иккиланган рақамли код курунишида курсатиш мумкин. Агар сигналлар

хोलатини бир неча сон билан тасвирламокчи булсак, у холда иккиланган рақамнинг разрядлар сони купаяди. Дискретли сигнал холатининг сони қуйидаги формула асосида аникланади: бунда a – символлар сони.

q – асоси, тизимнинг негизи.

Агар $q=2$ $a=0, 1$

$q=10$ $a=0, 1, \dots, 9$

Агар 57 сонини унли сон асосида ёзсак, у қуйидагича ёзилади.

$$N_{10} = 57 = 5 \cdot 10^1 + 7 \cdot 10^0$$

Агар иккиланган код асосида ёзсак,

$$N_{57} = a \cdot q^7 + a \cdot q^6 + a \cdot q^5 + a \cdot q^4 + a \cdot q^3 + a \cdot q^2 + a \cdot q^1 + a \cdot q^0 = 0 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 0 + 0 + 32 + 16 + 8 + 0 + 0 + 1 = 57 \text{ ёки } 00111001.$$

Дискрет сигнал шу каторда рақамли сигналлар чекланган охирги ҳолат сонидан иборат, яъни «0» ва «1» шунинг учун узатилаётган сигналлар асл қийматини тиклаш, осонроқ.

Бу ҳолат ахборотларни йукотмасдан, гуруҳли улагич ва ташки таъсир ҳисобига содир бўлади.

Аналог сигналларни узатишда муаммо, бу линия узунлигининг ортиши билан бирга шовкин сатхининг ҳам ошиб бориши ҳисобланади.

Рақамли сигналларни сифатли узатиш, линия узунлигига боғлиқ булмайди. қабул қилиш қисмига сигналларни тиклашда регистрлар қўйилади.

Рақамли сигнал, дискрет сигнал бўлиб, унинг учун қабул қилувчи ва узатувчи қурилмасида чегараловчи қурилма урнатилган ва улар учун сигнал қучланишининг, белгиланган рақамга мос қилиши шарти қабул қилинган.

Масалан К155 серияли микросхемада 0 +0,45 В қучланиш мантикий «0» га рухсат берилган катталиқ ҳисобланади.

2,7 +5 В қучланиш мантикий «1» га

0,5 +1 В қучланиш барқарор «0» га

0,7 +2,6 В қучланиш барқарор «1» га рухсат берилган катталиқ.

1 +1,7 В қучланиш аналог диапазонга мос келади.

Сигналларни «0» ва «1» рақаида қуриниши иккиланаётган код асосида бўлади ва барча рақамли техникаларда ҳамда сигналларни қиска масофага узатишда кенг тарқалган. Узок масофага узатувчи рақамли тизимларда қупинча квази уқламчи код қулланилади. Масалан:

+0,4 +5В мантикий «+1»

- 0,4 –5В мантикий «-1» тугри келади.

- +0,4 –0,4В мантикий “0”

Импульсли кодли модуляция (ИКМ) ёрдамида, аналог сигналларини рақамли сигналга айлантериш жараёни кетма-кет бажариладиган 3 тадбирдан ташкил топган:

1. дискретлаш;

2. квантлаш;

3. кодлаштириш;

Дискретлаш аналог сигнални (амплитуда – Импульсли модуляцияси)

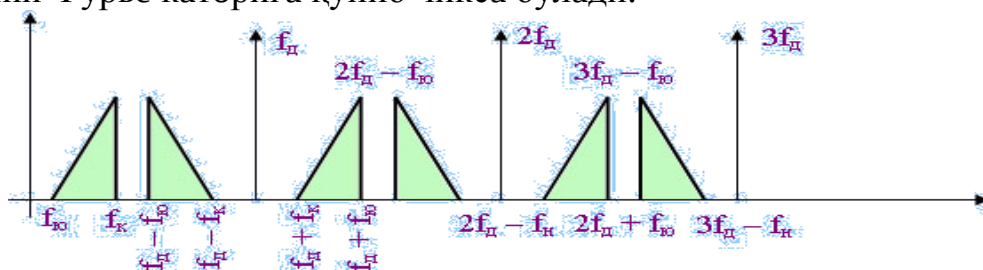
АИМ ёрдамида дискрет ҳолатда курсатишдан иборат.

Телефонияда товуш сигнали 0,3 – 3,4 кГц ораликда чегараланган. Бу ҳолда аналог сигнал қуйидаги қуринишда бўлади.

$$U(t) = A \cdot \cos \omega t \quad \omega = 2\pi f \quad f = (f = 0,3 - 3,4 \text{ кГц})$$

Биринчи амалда аналог сигнал вақт бўйича дискретланади. Бу дегани сигнал узлуксиз вақт функцияси қуринишида эмас, балки сигнал амплитудаси онийлик қийматига тенг импульслар кетма-кетлигига алмаштирилади. Сигнал қуриниши кам бузилиши учун дискретлаш частотаси f_d катта бўлиши керак. Тонал частотали канал учун $f_d = 8$ кГц олинади. Бу частота Котелников теоремасига асосан олинган.

Иккинчи амалда сигнал амплитудаси бўйича квантланади. Бунда сигнални бир зумлик қийматига тугри келган импульс амплитудасининг аниқ қиймати эмас, балки импульс чуққиси жойлашган интервал рақами узатилади. Учинчи ҳар интервал рақами кодлаштирилади. Бир сигналнинг дискрет кетма-кетлигини Фурье каторига қўйиб чикса бўлади.



1.3 - расм. Дискретлаш частота спектри. Фурье катори

$$a(t)_{\text{диск}} = A_0 + A_1 \cdot \cos(t \cdot \cos(2st))$$

Агар $\cos x \cdot \cos y = \frac{1}{2} \cdot [\cos(x + y) + \cos(x - y)]$ бўлса, у ҳолда чиқиш сигнали қуйидаги қуринишда бўлади:

$$a(t)_{\text{диск}} = A_0 \cdot A \cos \omega t + A \cdot A_1 / 2 \cdot \cos[(\omega s + \omega)t] + A \cdot A_1 / 2 \cdot \cos[(2\omega s - \omega)t] + A \cdot A_2 / 2 \cdot \cos[(2\omega s + \omega)t] + A \cdot A_2 / 2 \cdot \cos[(2\omega s - \omega)t] + A \cdot A_3 / 2 \cdot \cos[3\omega s + \omega)t] + A \cdot A_3 / 2 \cdot \cos[3\omega s - \omega)t]$$

$A \cdot A_3 / 2 \cdot \cos[3\omega s + \omega)t]$ — юкори ёнги полоса,
 $A \cdot A_3 / 2 \cdot \cos[3\omega s - \omega)t]$ — қўйи ёнги полоса.

Модулятор спектри, аналог спектр полосасини коплаб қуймаслик учун Найквис мезони бажарилиши керак. Бунда дискретлаш частотаси

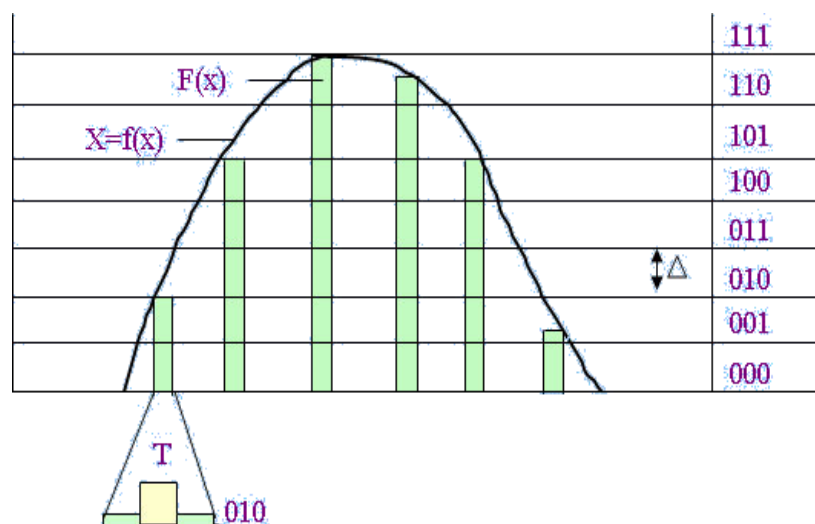
$$f_d = 2f_{\text{max}} \quad (f_{\text{max}} = 3400 \text{ Гц кабул килинган } f_{\text{max тлф}} = 4000 \text{ Гц}).$$

Телефонияда $f_{\text{max}} = 4000$ Гц ишлатилади.

Агар $f_s < F_{\text{max}}$ бўлса, бу ҳолда тулик тиклаш мумкин эмас.

Ахборотларни сифатли узатиш учун телефонияда стандарт кабул килинган, яъни бунда f_s — дискретлаш частотаси $f_s = 8 \text{ кГц}$.

Дискретлашдан олдин аналог сигнал частотаси 4 кГц бўлиши керак, бунинг учун дискретлаш қурилмасидан олдин КЧФ қўйилади (5 - расм). Юкори полоса частотасини 4 кГц чегаралаш учун:



1.5 - расм. Сигнални дискретлаш

Дискретлаш электрон контакт (ЭК) ёрдамида содир булади, бунда берилаётган импульслар, кетма-кетлик берилган вақт интервалига мос келиши керак. ЭК ёрдамида берилаётган кетма-кет импульслар оралиғи хар бир каналнинг вақт интервалидан кичик булиши керак.

Шундай килиб, узатиш трактида (ДТ) дифференциал тизимдан кейин КИФ туриши керак, бу сўзлашув спектр полоса частотаси (0,3 – 3,4 кГц) булишини таъминлайди ва бундан сунг ЭК ёрдамида сигнал дискретланади.

Дискретлаш куйидагича бажарилади. Сигналнинг амплитуда диапазони юкоридан мусбат максимал сигнал киймати билан, пастдан шунга тенг манфий киймати билан чегараланади. Бу диапазон катта булмаган 2^n интервалларга эга (квантлаш кадамига) булинади. Бу ерда n – иккиламчи ҳисоблашда курсатилган интервалнинг тартиб рақамидаги символлар сони.

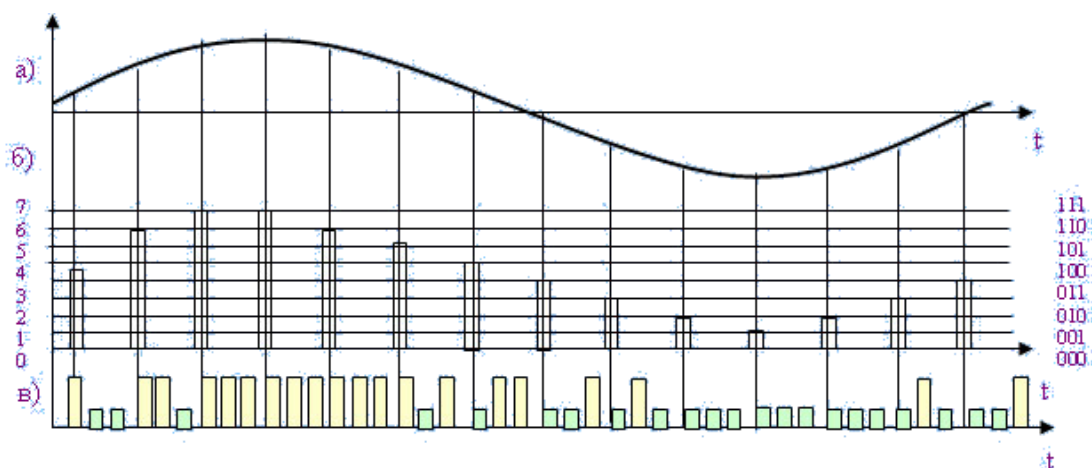
Алоҳида ораликлар тартиб билан «0» билан белгиланган энг ичик сондан $2^n - 1$ билан белгиланган энг катта сонгача белгиланади. Иккиламчи ҳисоблашда курсатилган бу сонларни элементар токли ҳолатлар гуруҳи сифатида курсатиш мумкин. Бунда ток импульси 1 га, токсиз ҳолат 0 га тугри келади (6 - , 7 - расмлар).

Сигнални алоҳида дискретларини дискретлар чуққиси жойлашган интерваллар тартиб рақамига мос тушувчи сон билан белгилаймиз. Бунда хар бир дискретга мос тушувчи сон берилади. Бу сон иккиламчи ҳисоблашдаги код комбинацияси ёрдамида ёзилади. Бу код комбинацияси икки хил символдан иборат: импульс ва пробелдан.

Бу код комбинациясига ораликдан шу комбинация интервали ичида ётган баъзи дискретлари тугри келади. Бу дискретлар кийматининг фарқи интерваллар сони ошган сари камаяди. Лекин код комбинациясида символлар сони ошади.

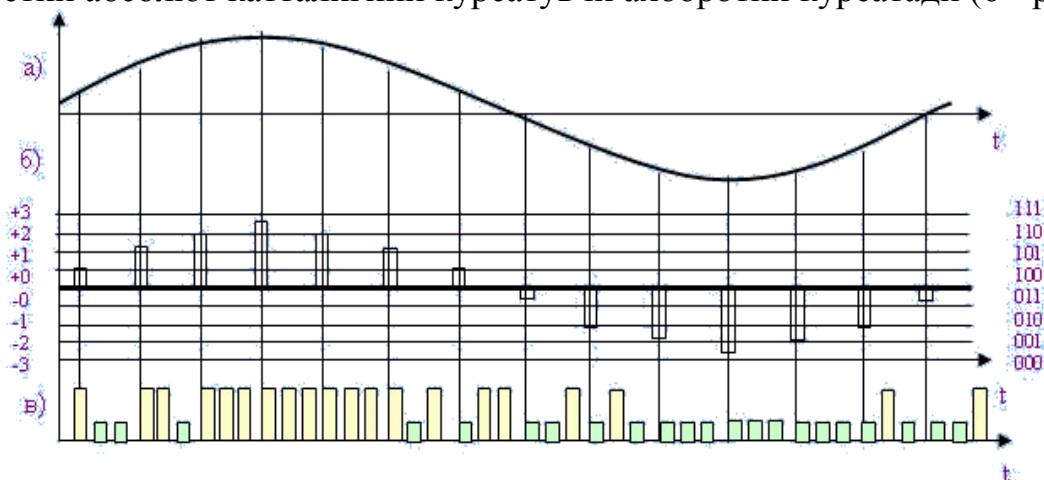
Кодлаштириш асимметрик ёки симметрик булиши мумкин.

Асимметрик кодлаштирилганда (натурал иккиламчи код) сигналга сигналнинг динамик диапазонининг кок ярмига тенг узгармас сон кушилади. Бу ҳолда сигналнинг ҳамма дискретлари мусбат булади (6 - расм).



1.6 - расм. Натурал иккиламчи код

Симметрик кодлаштиришда (симметрик иккиламчи код) узгармас сон кушилмайди, код комбинациясидан биринчи элемент дискретни киймати мусбат (бир) ёки манфий (нуль) лигини курсатади, колган элементлар дискретни абсолют катталигини курсатувчи ахборотни курсатади (6 - расм).



1.7 - расм. Симметрик иккиламчи код

Хозирги пайтда симметрик иккиламчи код ишлатилади. Натурал иккиламчи кодда дастлабки сигнални тиклаш қабул қилувчида қуйидагича амалга оширилади: ноль – бир белгиси кетма-кетлиги асосида кодлаштирилган дискретнинг киймати аникланади, бу аниклашда гуруҳдаги биринчи элементда келган диапазон ярмидан дискрет катталиги (1) сон кичикли (0) ҳисобга олинади. Шу билан дискрет чуққиси диапазон ярмидан юқоридами ёки пастдаги ярмидами аникланади. Гуруҳдаги иккинчи элемент дискрет чуққиси диапазон ярмининг юқориғи ёки пастки туртталигидагини билдиради. Учинчи элемент дискрет чуққиси диапазониининг юқори ёки паст саккизинчи қисмидаги ҳолатини билдиради. Код комбинацияси ёрдамида, дискретнинг кийматини, $1:2^n$ аниқлик билан аниклаш мумкин.

Код комбинацияси ёрдамида дискретнинг киймати жойлашган интервал аникланади. Дискретнинг аниқ киймати аниқланмайди. Шунинг учун қабул қилишда, дискрет тикланаётганда, аниқсизликка йўл қўйилади. Агар

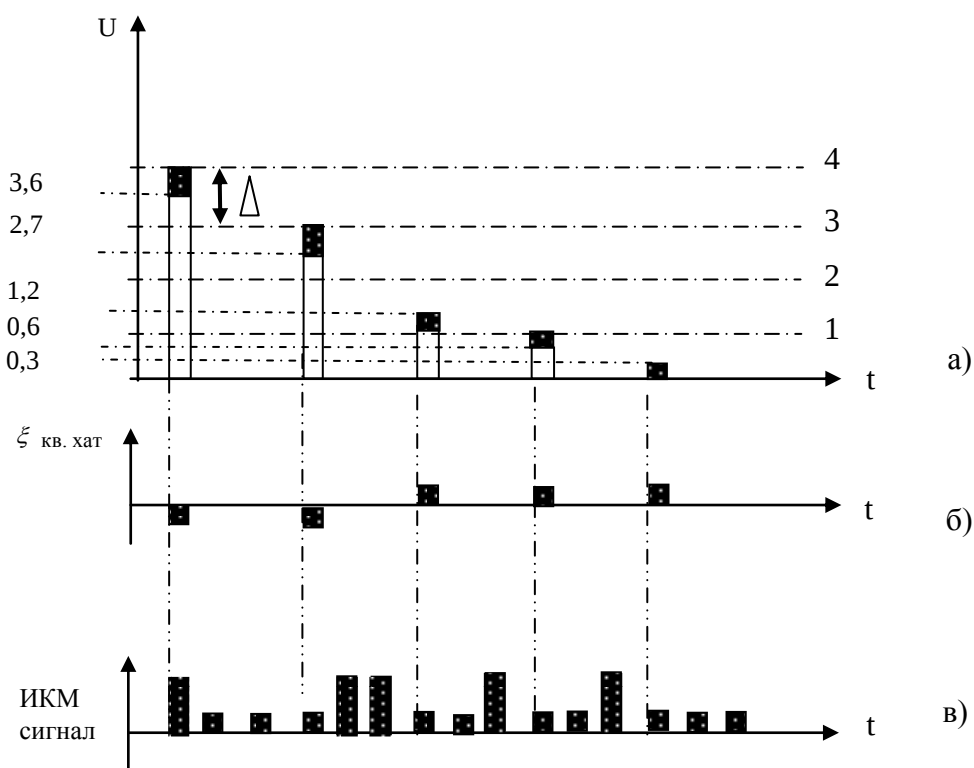
тикланаётган дискрет киймати интервал уртасида жойлашса, мумкин булган максимал хатолик $a/2$ дан ошмайди. Бу ерда a – квантлаш кадами (8 - расм).

7- маъруза. Квантлаш ва кодлаш жараёнлари. Чизикли ва ночизикли кодлаш.

Ҳозирги пайтда РУТларда импульс кодли модуляция (ИКМ) жуда кенг тарқалган. ИКМда АИМ сигналнинг вақт бўйича ажратилган бўлаклари кодли гуруҳларга ўзгартирилади. Улар 1 ва 0 лар кетма-кетлигидан иборат иккилик символлар дейилади. ИКМни амалга ошириш учун, юқорида айтганимиздек, 3 та операция амалга оширилади:

- вақт бўйича сигналларни дискретизациялаш;
- олинган импульсларни амплитуда бўйича квантлаш;
- амплитуда бўйича квантланган импульсларни кодлаш.

Дискретизациялаш операцияси олдин қараб чиқилган, энди квантлаш ва кодлаш операциясини қараб чиқамиз. ИКМда сигналларни ўзгартириш куйидаги 4.3-расмда кўрсатилган.



4.3-расм. Квантлаш ва кодлаш операцияси

Олинган кўп каналли гуруҳли АИМ сигнални (4.3.а-расм) сатҳ бўйича квантлаш лозим. Бу жараён сонларни ўзгартириш процедураси билан бир хил. Иккита қўшни узатиш сатҳлари орасидаги фарқ **квантлаш қадами (Δ) дейилади**. Агар сигналнинг вақт бўйича ажратилган бўлагининг амплитудаси иккита рухсат этилган сатҳлар орасида ярим қадамдан ошса ($\Delta/2$), унинг қиймати катта томонга, агар квантлаш қадамининг ярмидан кичик бўлса, кичкина томонга яхлитланади. Бундай яхлитлашлар фарқлар билан кузатилади. Сигналнинг вақт бўйича ажратилган бўлагининг ҳақиқий қиймати ва унинг квантлаш қиймати орасидаги фарқ квантлаш **хатолиги** ёки квантлаш шовқинлари дейилади ва у қуйидагича аниқланади:

$$\xi_{\text{кв хат}}(t) = U_{\text{АИМ}}(t) - U_{\text{кв}}(t).$$

Квантлаш сатҳларини рақамлашни амалга оширган ҳолда сигнал сатҳининг ўзини емас, балки иккилик кодлардаги шкала сатҳининг қийматини узатиш мумкин. Сигналнинг қийматлари 4.1-жадвалда берилган.

4.1-жадвал

Сигналнинг вақт бўйича ажратилган бўлаклари	$U_{\text{АИМ}}(t)$	$U_{\text{кв}}(t)$	$\xi_{\text{кв хат}}(t)$	N	Иккилик код
1	3,6	4	-0,4	4	100
2	2,7	3	-0,3	3	011
3	1,2	1	0,2	1	001
4	0,6	1	-0,4	1	001
5	0,3	0	0,3	0	000

Бу ерда $U_{\text{АИМ}}(t)$ -сигналнинг вақт бўйича ажратилган бўлакларини амплитудаси (8.1.а-расм)

$U_{\text{кв}}(t)$ -уларнинг квантланган қийматлар (8.1-б расм.);

$\xi_{\text{кв хат}}(t)$ квантлаш хатоликлари (8.1.-в расм.);

N- квантлаш сатҳларининг рақами

Иккилик код квантланган сатх қийматларини ўнлик қийматини иккилик кодга ўзгартириш амалга ошади. Бундай ўзгартириш натижасида олинган импульслар кетма-кетлиги гуруҳли ИКМ сигнал ҳисобланади. Ўнлик қийматларни иккиликка ўзгартиришни қуйидаги қонун бўйича осон амалга ошириш мумкин:

1. Шартли квантлаш қадамларини иккилик сонларда, қуйидаги йиғинди қўринишида фараз қилиш мумкин: Масалан: $105=64+32+8+1$
2. $\xi \ 2^m$ сонларининг қаторига, сонлар қаерда бўлса, 1 қаерда йўқ бўлса 0 қўйилади

$$\begin{array}{cccccccc}
 64 & 32 & + & 8 & + & & & 1=105 \\
 \underbrace{} & \underbrace{} & & \underbrace{} & \underbrace{} & \underbrace{} & \underbrace{} & \underbrace{} \\
 \downarrow & \downarrow & & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\
 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1
 \end{array}$$

Гуруҳли сигналнинг вақт бўйича ажратилган бўлақларини квантланган қийматлари орасидаги нол ва бирлар йиғиндиси кодли гуруҳлар дейилади ва кодли гуруҳдаги унинг разряди бир ва ноллар кетма-кетлиги билан аниқланади. Масалан: 011-уч разрядли кодли гуруҳ, 1101001-етти разрядли кодли гуруҳ. Агар кодли гуруҳ m разряддан иборат бўлса, унда бундай m разрядли кодни $M=2^m$ сатх учун кодлаш мумкин, $m=5$ да $M=32$, $m=7$ да $M=128$ ва х.к. Квантлаш сатхларининг сони маълум бўлса, кодли гуруҳларнинг разрядини қуйидаги тенглик орқали аниқлаш мумкин:

$$M = \log_2 M_{p.э},$$

бу ерда $M_{p.э}$ -рухсат этилган сатхлар сони. У симметрик кодлар учун қуйидагича аниқланади:

$$M = \frac{|U_{\max}|}{\Delta} + 1.$$

Натурал кодлар учун эса:

$$M = 2 \frac{|U_{\max}|}{\Delta} + 1,$$

бу ерда:

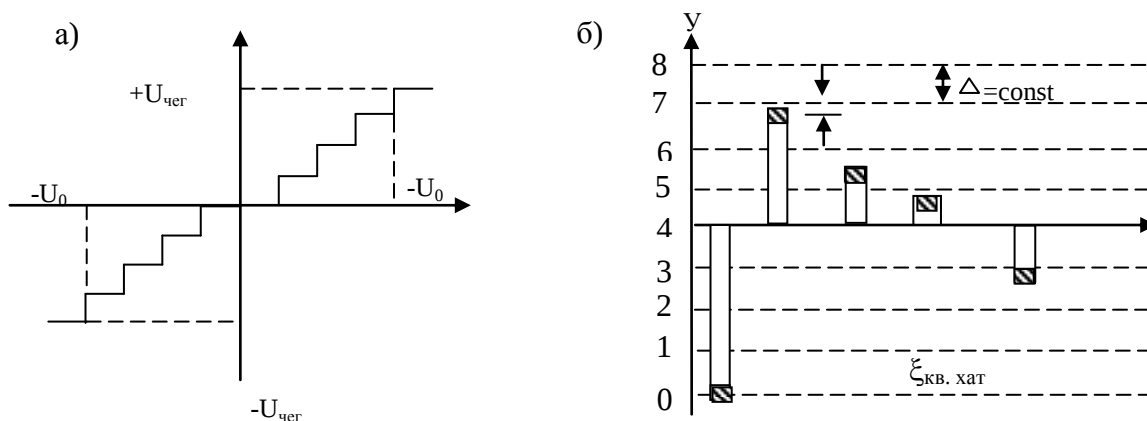
$U_{\max}$ - импульснинг максимал амплитудаси;

Δ - квантлаш қадами.

Сигналнинг вақт бўйича ажратилган бўлақларини амплитудасини кодли гуруҳларга ўзгартирувчи қурилмага **кодерлар**, тескари ўзгартирувчи қурилма эса **декодерлар** дейилади. Иккала кодловчи ва декодерловчи

қурилмаларга **кодеклар** дейилади. ИКМли РУТларда сигналларни кодлаш жараёнида текис ва нотекис квантлаш шакалларидадан фойдаланилади.

Агар сигналнинг амплитудавий қийматлари учун мумкин бўлган чэгарада квантлаш қадамлари доимий қолса ($\Delta = \text{const}$), бундай квантлашга текис квантлаш дейилади.



4.4-расм. Текис квантлаш

- а) квантловчи қурилманинг амплитудавий характеристикаси;
- б) квантлаш хатолиги.

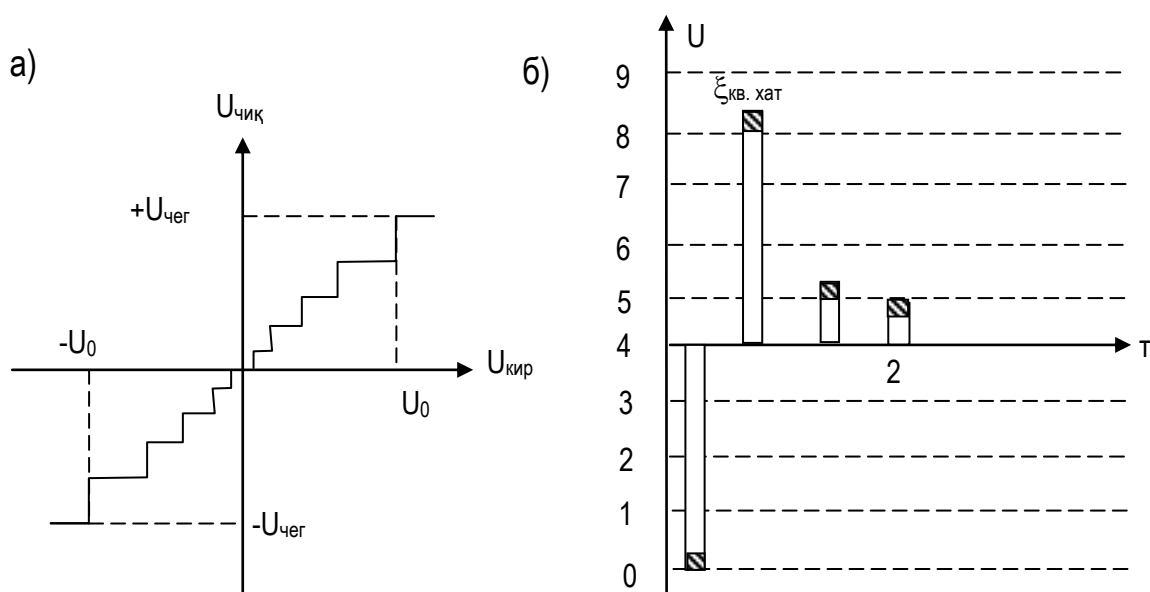
4.4.а-расмда тенг квантлаш қадамига эга бўлган квантлаш қурилмасининг амплитудавий характеристикаси $U_{\text{чик}} = f(U_{\text{кир}})$ кўрсатилган. Амплитудавий характеристика (АХ) квантлаш зонаси ва чэгаралаш зонаси каби иккита характерли участкага эга. Биринчи участка учун кириш сигналларини квантлашнинг ўзи характерли ва уларнинг қиймати ($U_{\text{кир}}$) куйидаги $-U_0 \leq U_{\text{кир}} \leq U_0$ чэгараларига эга. Айрим лаҳзаларда кириш сигналининг қиймати U_0 қийматидан ошиши мумкин, яъни $|U_{\text{кир}}| > U_0$. Шунга мос ҳолда сигналнинг максимал оний қийматларида чэгаралаш рўй беради ва квантлаш шовқинларидан ташқари яна чэгаралаш шовқинлари ҳам юзага келади. Одатда, ИКМли узатиш тизимларининг каналларини киришидаги сигнал сатҳи шундай танланадики, сигналнинг статистик характеристикаларини назарда тутган ҳолда еҳтимолликнинг ошиши $|U_{\text{мах}}| > U_0$ йетарли даражада кичик бўлиши лозим. Шунинг учун ҳам ИКМли тизимларда чэгаралаш шовқинлари емас, квантлаш шовқиилари мавжуд. Тенг қадамда кватлаш шовқиларининг ўртага қуввати: $P_{\text{кв.ш}} = \Delta^2/12$ га тенг. Бу ерда: Δ квантлаш қадами. Текис квантлашда, квантлашнинг шартли сатҳларининг максимал сони куйидагига тенг:

$$M_{\text{кв}} = (2/U_{\text{мах}} // \Delta) + 1 = (2/U_{\text{чег}} // \Delta) + 1$$

Текис квантлашда, квантлашнинг нисбий хатолиги, кириш сигналининг вақт бўйича ажратилган бўлакларининг қийматига боғлиқ.

4.4.б-расмда кўрсатилган сигналнинг биринчи қиймати учун максимал квантлаш хатолиги $1/8$ га, иккинчиси учун эса $1/2$ га тенг. Шунинг учун ҳам текис квантлашнинг камчилиги шундан иборатки, паст сатхли сигналлар учун нисбий квантлаш хатолиги юқори ва сигнал сатхи ошиши билан у камаяди. Квантлаш сатхларининг сонини аниқлашда телефон сигналларининг ўртача қиймати анча паст бўлган узоқдаги абонентлар назарда тутилиши лозим. Одатда сигналнинг шовқинга бўлган нисбатини меъёри бўйича, барча абонентларнинг $99,7\%$ учун текис квантлашда лозим бўлган сатхлар сони $M_{\text{кв}} = 512-2048$ гача бўлиши лозим, бу эса кодли гуруҳда тўққиз-ўн разрядни талаб қилади. Шундай қилиб, абонент сигналларининг ўртача қувватининг кескин ўзгариши текис квантлашда сатхлар сонининг ошишига ва аппаратураларни мураккаблашиб кетишига ва кейинчалик гурухли рақамли сигналларнинг рақамли оқимларини тезлигини ошишига олиб келади. Текис квантлашнинг юқоридан камчиликларни абонент сигналларининг қувватини ўртача сатхини автоматик ҳолда созлашни таъминлаш ва нотекис квантлашни амалга ошириш орқали таъминлаш мумкин.

Абонент сигналларининг ўртача қийматини ўзгаришига боғлиқ бўлган квантлаш хатоликларини нисбатан тенглаштириш ва квантлаш қадамларининг сонини мос ҳолда камайтириш учун нотекис (ночизиқли) квантлаш қўлланилади. Нотекис квантлашда сигнал сатхи ошиши билан квантлаш қадами квантланадиган сигналнинг амплитудавий қийматини мумкин бўлган чегарасида ўзгаради. Квантлашнинг нисбий хатолиги сигнал сатхи ошиши билан ошади, лекин унинг нисбий қиймати яъни квантлаш хатолигининг сигналга бўлган нисбати ўзгармайди. Нотекис квантлашни қўллаш, барча диапазонда киришдаги абонент сигналларининг ўртача қувватини, квантлаш хатолигининг сигналга бўлган нисбатини тўғрилаш имконини беради.



4.5-расм. Нотекис квантлаш

- а) квантловчи қурилманинг амплитудавий характеристикаси;
 б) квантлаш ҳолатолиги.

Бундан ташқари текис квантлаш билан солиштирганда квантлаш кадамларининг сонини 2..4 марта қисқартириш ҳисобига рухсат этилган сатхлар сони $M_{\text{кв}}=128 \dots 256$ тага камаяди, бу эса кодли гуруҳда етти-саккизта разряд талаб қилади.

Квантлаш қурилмасининг нотекис (ночизикли) амплитудавий характеристикасини бир неча усуллар орқали олиш мумкин:

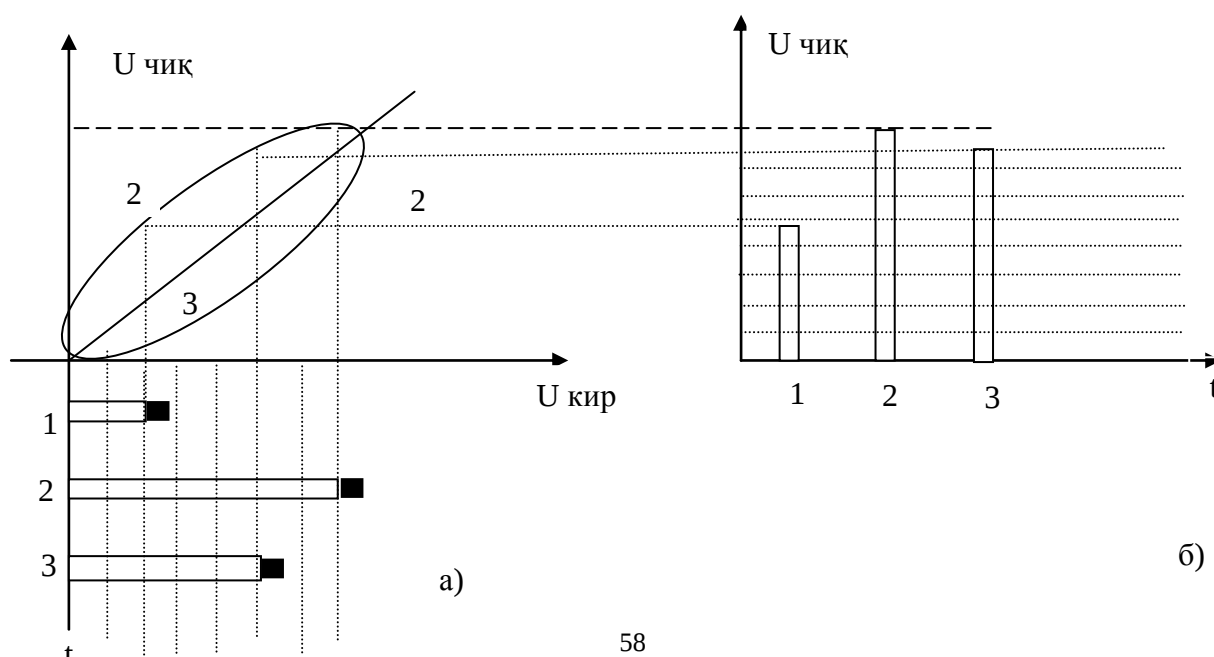
-компрессор қурилмалари ёрдамида; кодлашдан олдин кириш сигналининг динамик диапазонини кичрайтириш ва чиқишдаги сигнални декодерлангандан кейин экспандер қурилмалари ёрдамида динамик диапазонини кенгайтириш;

-рақамли компандерлаш;

-нотекис кодлаш ва декодерлаш. Шулардан энг кўп тарқалгани биринчи усули ҳисобланади.

4.6-расмда динамик диапазонни сиқувчи компрессорнинг нотекис амплитудавий характеристикаси ва унга тушувчи гуруҳли сигналларнинг вақт бўйича бўлаклари кўрсатилган.

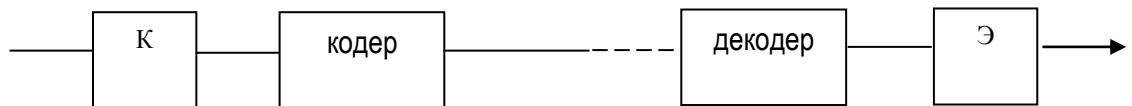
Текис квантлаш характеристикасига эга бўлган кодерлардан олдин компрессорларни қўллаш, нотекис квантлашни олиш имконини беради. Қабул қилувчи қисмда сигналнинг Бошланғич динамик диапазонини қайта тиклаш учун, амплитудавий характеристикаси компрессор характеристикасига тескари бўлган експандерлар қўлланилади (2-сгри чизик). Компандер ва экспандер занжирининг йиғинди амплитудавий характеристикаси (3-чизик), тўғри бўлиши лозим.



4.6-расм. Нотекис квантлаш учун компандер қурилмасини қўллаш

- а) компандернинг амплитудавий характеристикаси;
- б) компрессор чиқишидаги гурухли сигнал.

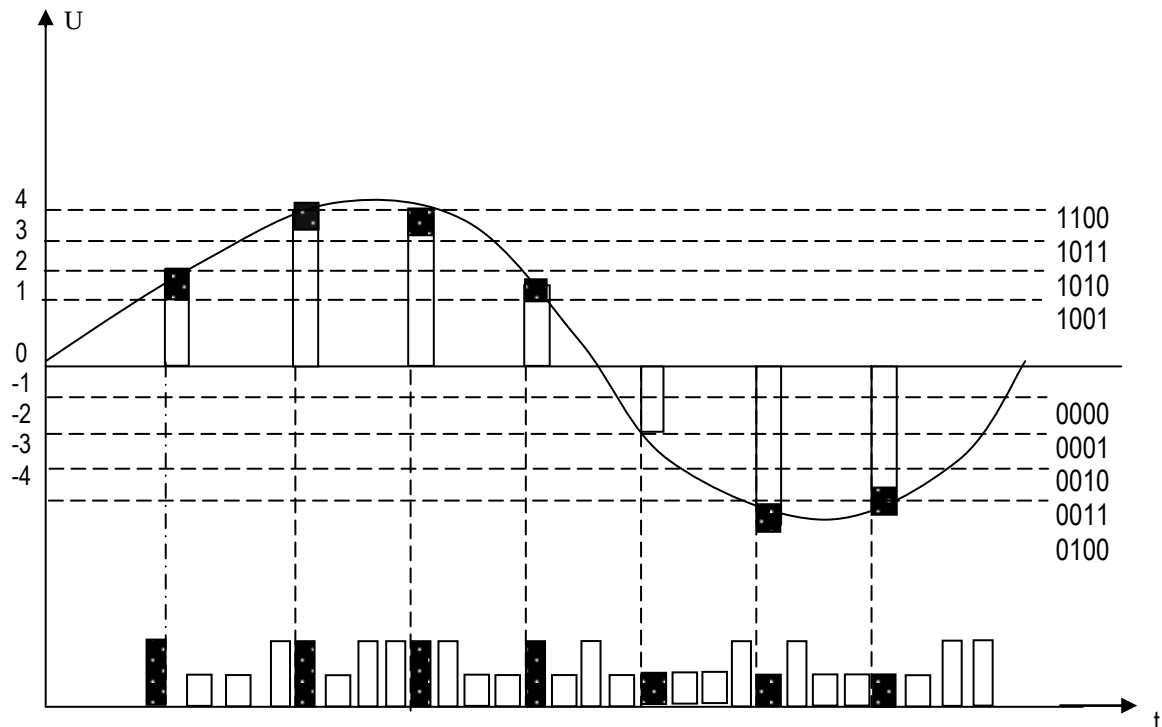
Бундай усулнинг камчилиги, компрессор ва экспандернинг ўзаро тескари амплитудавий харагеристикасини катта аниқликда олишни жуда мураккаблигидир. Натижада йиғинди амплитудавий харагеристиканинг нотекислилиги туфайли узатиладиган сигналларда нозизиқли бузилишлар ҳосил бўлиши мумкин.



4.7-расм. Компандер қурилмасининг уланиш схемаси.

Кодлаш. 4.3-расмда биз оддий натурал иккилик кодлар ёрдамида кодлаш жараёнини қараб чиққан едик. Бундай кодлар бир қутубли АИМ сигналларни кодлашда қўлланилади (домий ташкил топувчиларга эга бўлган, масалан телевизион ва маълумот-ларни узатиш сигналлари).

Телефон сигналлари, овозли эшиттириш сигналлари, дискретизациялашда турли қутубли импульслар кетма-кетлиги олинганлиги сабабли икки қутубли ҳисобланади. Турли қутубли импульсларни кодлаганда асосан иккилик симметрик кодлар қўлланилади. Симметрик иккилик кодларда катта (бош) разряддаги 1 ва 0, кодланаётган импульснинг қутбини аниқлайди (1-мусбат, 0-манфий, сигналнинг вақт бўйича ажратилган бир бўлагининг қутби).



4.8-расм. Симметрик иккилик кодда импульс кодли модулятсия

Катта разряддан кейинги кодли гурух мусбат ёки манфий соидаги сигналнинг квантлаш қадамини сонини аниқлайди.

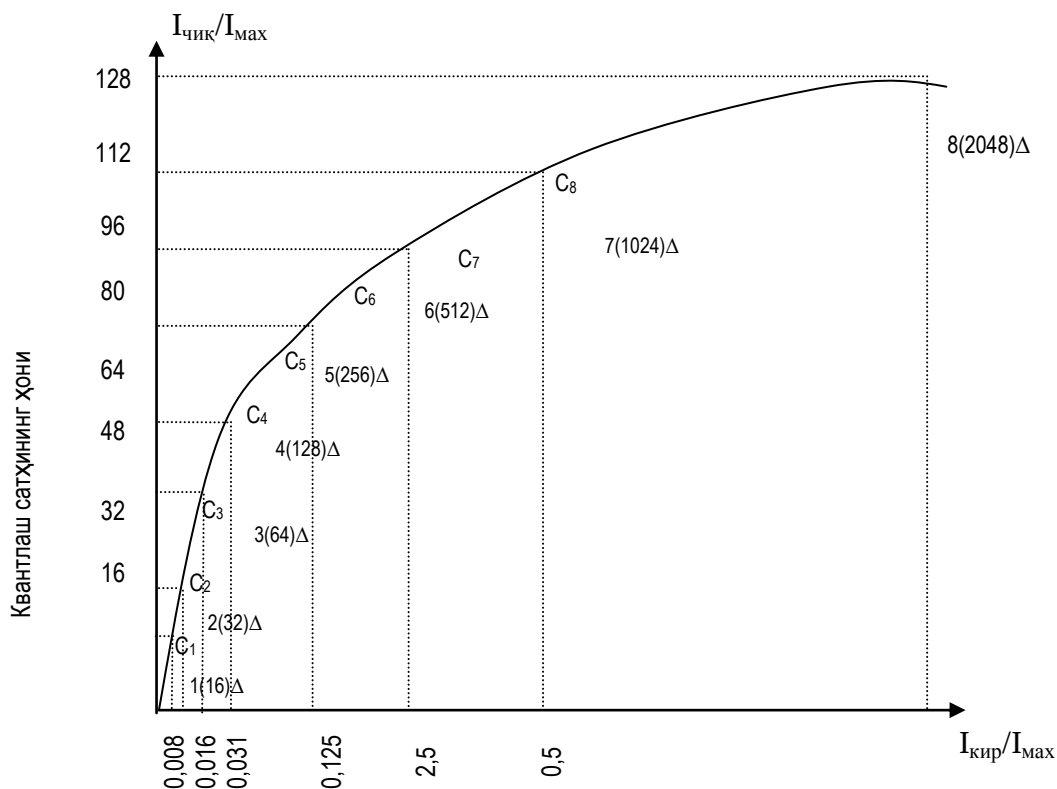
Масалан: 1101101 кодли гурух 5-квантлаш қадамидаги мусбат импульс қийматини, 0101101 кодли гурух эса худди шу қийматнинг манфий импульсини аниқлайди.

Натурал ва симметрик иккилик кодларнинг афзаллиги, улардан фойдаланишда оддий кодерларни қўллаш имкони, етишмовчилиги эса шовқиндан ҳимояланганлигининг кичиклиги- дир. Чунки ҳар хил салмоқ (ојирлик)даги разрядларни қўллаганда, катта салмоқдаги бирорта импульснинг йўқолиши сигналларни каттагина бузилишига олиб келади. Масалан, қабул қилинаётган 1101101 кодли аралашманинг олтинчи разрядида хатолик рўй берса ва 1001101 кўринишдаги аралашма қабул қилинса, хатолик $2^5=32$ шартли квантлаш қадамига тенг.

8- маъруза. Ночизикли кодер ва декодерларнинг тузилиш схемаси ва ишлаш принципи.

Каналлари вақт бўйича ажратилган ИКМли тизимларда А-87,6/13 турдаги компандерлаш қонунига эга бўлган сегментли характеристикалар кенг тарқалган, яъни логарифмик характерис- тикаларни апроксимациялаш, А қонуни бўйича амалга ошади.

Бу ерда: А, 87,6га тенг бўлган компрессиялаш коэффиценти, характеристиканинг ўзи эса 13 сегментдан иборат. Бундай характеристика қуйидаги 4.9-расмда кўрсатилган.



4.9-расм. А-87,6/13 турдаги компретсиялаш характеристикаси

У, 0-1, 1-2, 3-4, . . . 7-8, нуқталар (тугунлар) орасидаги $C_1, C_2, C_3, \dots, C_8$ мусбат сегмент соҳаларидан иборат. Кириш сигналининг манфий соіаси учун ҳам худди шундай характеристика тузилади. Марказдаги тўртта сегмент (иккита мусбат ва иккита манфий) квантлаш қадамлари жуда кичик бўлганлиги сабабли битта марказий сегментга бирлаштирилади. Шунинг учун ҳам икки қутубли характеристикадаги сегментлар сони 13 га тенг. Характеристиканинг 16 сегментининг ҳар бири 16 квантлаш қадами (сатҳи)га эга. Умумий сатҳлар сони 256 га тенг. Шундан 128 таси мусбат, 128 таси эса манфийдир. Ҳар бир сегмент асосий деб аталувчи эталон бўйича аниқланади. Бу эталонлар ҳар бир сегментнинг бошида берилади, сегмент ичидаги квантлаш қадами текис (бир хил), битта сегментдан иккинчисига ўтишда эса марказий сегментдан бошлаб 2 марта ўзгаради (C_1 ва C_2 лар киради), асосий ва қўшимча эталон қийматлар, 4.2-жадвалда кўрсатилган. Жадвалдаги барча эталон қийматлар минимал квантлаш қадамининг қийматига нисбатан шартли birlikда берилган сегментнинг ҳар қандай 16 квантлаш сатҳини олиш имконини беради. Енди квантлашнинг нотекис характеристикаси учун сигналларни кодлаш ва декодерлаш босқичларининг хусусиятларини қараб чиқамиз. Сигналнинг вақт бўйича ажратилган бир бўлагини кодлаш учун, А=87,6/13 турдаги компретсиянинг сегментли характеристикаси ҳолатида

$2^0 2^1, 2^2, 2^3 \dots 2^{10}$ (ёки 1, 2, 4, . . . 1024) шартли белги, шартли салмоққа эга бўлган 11 эталон лозим.

4.2-жадвал

Сегмент рақами	Сегмент рақамини кодли аралаш- маси	Эталон сигналлар					Квантлаш қадами	Созловчи эталон
		Асосий	Қўшимча					
1	000	-	8	4	2	1	1	0,5
2	001	16	8	4	2	1	1	0,5
3	010	32	16	8	4	2	2	1
4	011	64	32	16	8	4	4	2
5	100	128	64	32	16	8	8	4
6	101	256	128	64	32	16	16	8
7	110	512	256	128	64	32	32	16
8	111	1024	512	256	128	64	64	32

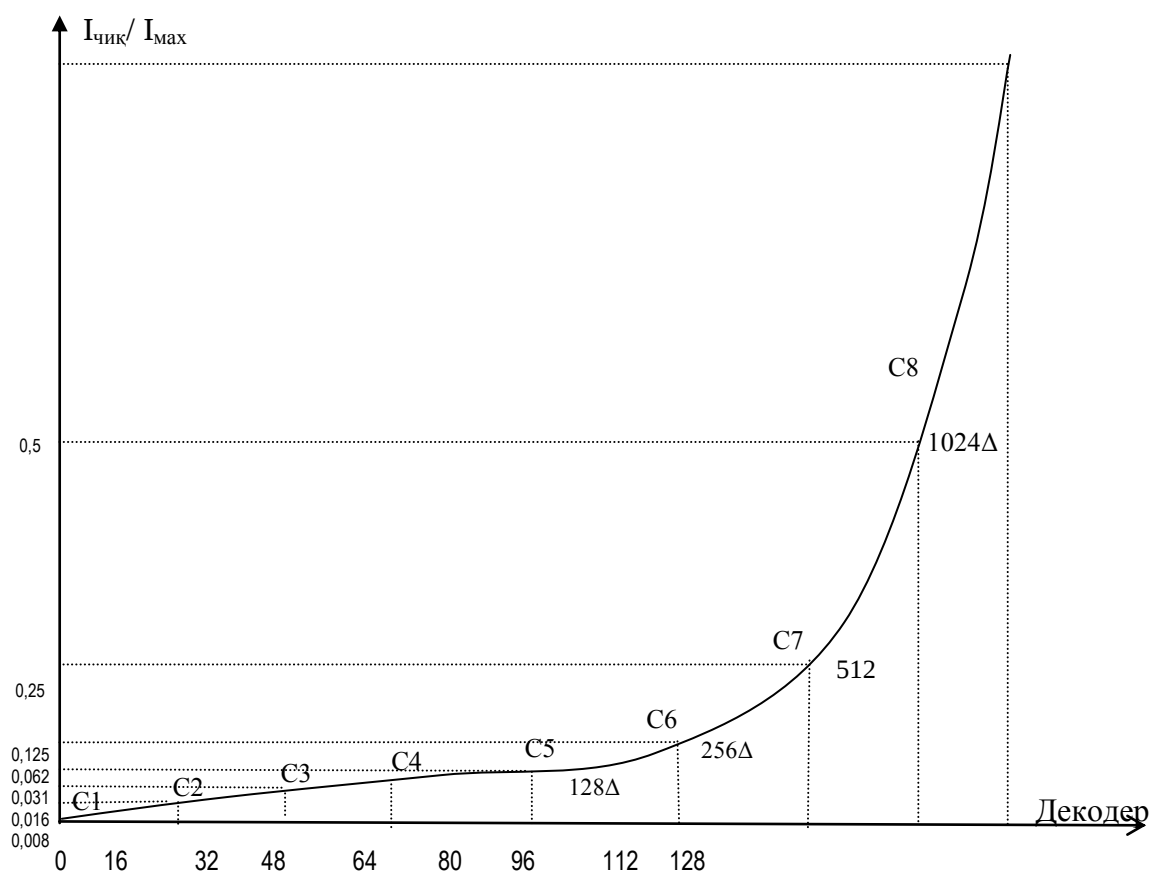
Нотекис кодлашда $A_{\text{кв}} \geq 25$ дБ ҳимояланганликни таъминлаш учун 128 мусбат ва 128 манфий сатхни, кодли гуруҳ эса 8 разрядни талаб қилади. Кодлаш 8 тактда ва 3 асосий босқичда амалга ошади:

- 1) кириш сигналини аниқлаш ва кодлаш;
- 2) тугун сегментининг рақамини аниқлаш ва кодлаш;
- 3) кодланадиган импульс амплитудаси ётган соіадаги сегментнинг квантлаш сатхини рақамини аниқлаш ва кодлаш.

Биринчи босқичдаги кодлаш 1-тактда, иккинчи босқич-2. . . 4 тактда, учинчи босқич-5. . . 8 тактда амалга ошади.

Сигналнинг вақт бўйича ажратилган бир бўлагининг қутбини аниқлаш ва кодлаш учун, кодлашнинг биринчи босқичида кодернинг иши чизиқли кодернинг ишидан фарқ қилмайди. Иккинчи босқичда, кодланадиган импульс амплитудаси ётган сегмент тугунининг рақами аниқланади ва кодланади. Бунинг учун кодлашнинг учта тактидаги характеристика тугунларини аниқлашни таъминловчи иш алгоритми танланади. Кодлашнинг биринчи тактида сигнал импульсининг амплитудаси I_c , $I_{\text{эт4}}$ эталон ток билан солиштирилади. Солиштириш натижасида $I_c > I_{\text{эт4}}$ бўлса, унда I_c ни характеристиканинг 5. . . .8 сегментида топшиш мумкин ва $I_{\text{эт4}}$ ўрнига $I_{\text{эт6}}$ уланади. Солиштириш натижасида $I_c < I_{\text{эт4}}$ бўлса, унда I_c ни характеристиканинг 1 . .4 сегментида топшиш мумкин ва $I_{\text{эт4}}$ ўрнига $I_{\text{эт2}}$ уланади. Кейинчалик кодлашнинг иккинчи босқичидаги солиштириш натижаларида агар $I_c > I_{\text{эт6}}$ дан бўлса, $I_{\text{эт7}}$ ток уланади ёки агар $I_c < I_{\text{эт6}}$ бўлса, $I_{\text{эт5}}$ токи уланади. Кодлашнинг учинчи тактидаги солиштириш натижаларида, сегментнинг бошини аниқлаш учун характеристика тугунининг охириги рақамини танлаш амалга оширилади. Натижалар кодли гуруҳдаги 2. . 4 разрядларни эгалловчи иккилик кодли аралашмалар

кўринишида тасвирланади. Сегментнинг кодли аралашмаларини рақами 4.2-жадвалда берилган. Учинчи босқичда, кодланадиган импульс (сигналнинг вақт бўйича бир бўлаги, отчет) ётган зонада танланган сегментнинг ичидаги квантлаш сатхларини рақами аниқланади ва кодланади. Шунинг ҳам еслатиб ўтиш жоизки, сегмент ичидаги квантлаш қадамнинг сони 16 га тенг, квантлаш қадами текис, Δ_c га тенг ва ҳар бир сегментнинг ўзини квантлаш қадами мавжуд. Учинчи босқич, чизиқли кодлаш усулида тўртта тактда амалга оширилади. Кодлашда, сегментнинг бошини аниқловчи асосий эталонга қўшимча 8с, 4с, 2с, с салмоққа эга бўлган эталонлар қўшилади. Солиштириш натижасида импульс амплитудаси жойлашган зонадаги квантлаш сатхининг рақами аниқланади.



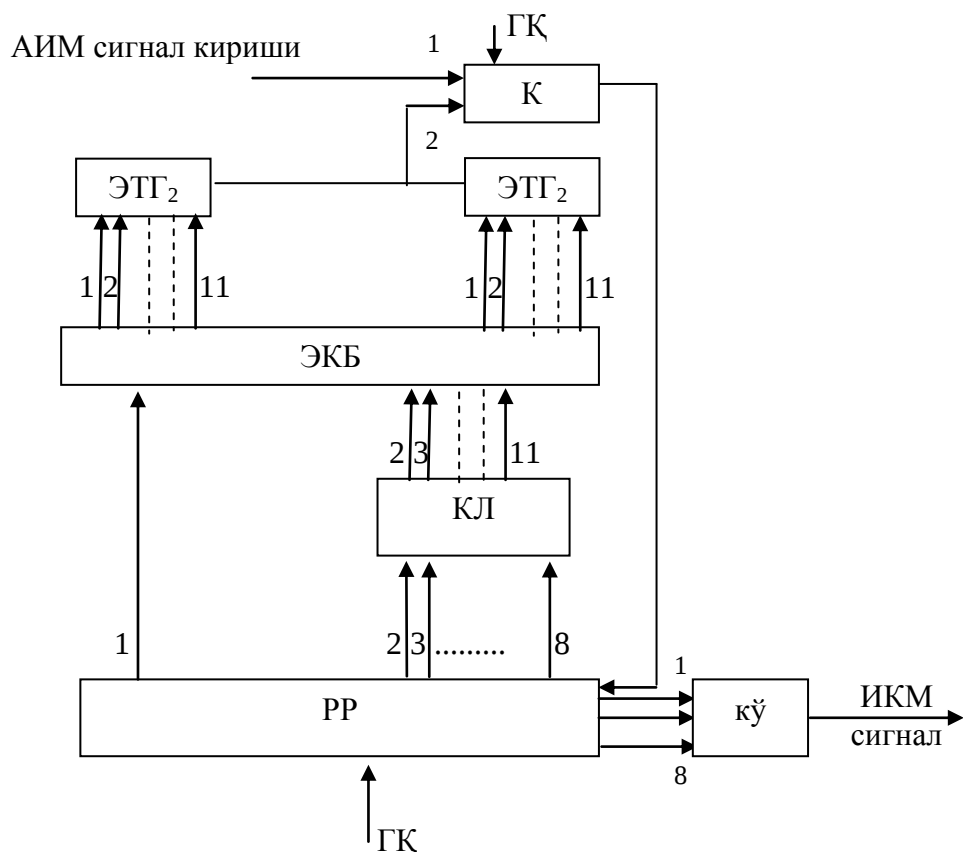
4.10-расм. А-87,6/13 турдаги экспандерлаш характеристикаси

Демак, юқоридаги операцияларни бажариш натижасида, иккилик символларнинг 8-разрядли кодли аралашмалари олинади. Бунда 1-разряд кодланадиган импульс кутбини, 2...4 разрядлар компрессиялаш характеристикасининг сегмент тугунининг рақамини, 5.....8-разрядлар кодланадиган сигнал ётган сегмент ичидаги квантлаш қадамнинг рақамини кўрсатади. Масалан, 11011010 иккилик символларнинг кодли аралашмаси кодланган импульс (отчет)нинг мусбат еканлигини, амплитудаси 6 сегментдалигини ва унинг ўзи эса шу сегментнинг ичида 10-квантлаш қадамида еканлигини билдиради. Компрессиялаш характеристикасида бу 90-

квантлаш сатхи зонасидаги амплитудага эга бўлган сигналга мос келишини билдиради. Декодерлашда, тескари, рақамлидан-аналогга ўтиш амалга оширилади. Декодернинг нозичикли экспандерлаш характеристикаси нозикли декодернинг компрессиялаш характеристикасига тескари бўлиши лозим. Декодернинг киришидаги сигнал, импульс (отчет) кутбини ва қиймати (сегмент рақами ва унинг квантлаш сатхи)ни аниқловчи 8-разрядли кодли гурухлардан иборат. Қабул қилинган кодли аралашмаларга мос ҳолда, рақамли логик бошқариш, йиғинди тоқлар асосида декодерланадиган АИМ сигналнинг қийматини аниқлаш учун сегментнинг бошини аниқловчи асосий эталонни танлайди. Масалан, 11011010 иккилик символларнинг декодерланадиган аралашмалари, мусбат қутубли эталон тоқлар манбаига ва салмоғи 6-тугуннинг асосий эталонига (яни 256 шартли бирликка) тенг бўлган эталон тоқа, 6-сегментнинг иккинчи ва тўртинчи қўшимча эталонларига уланади ва у қуйидагига тенг: $256+128+32+16$ шартли бирлик. Декодернинг нозичикли квантлаш характеристикасини тузилиш хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда, декодерлашда бузилишларни камайтириш учун яна битта 12-эталон қўлланилади. Бу эталон, ҳар бир сегмент учун ўзининг қийматига эга ва шу сегментдаги квантлаш қадамнинг ярмига тенг (созловчи эталонлар 4.2-жадвалда кўрсатилган).

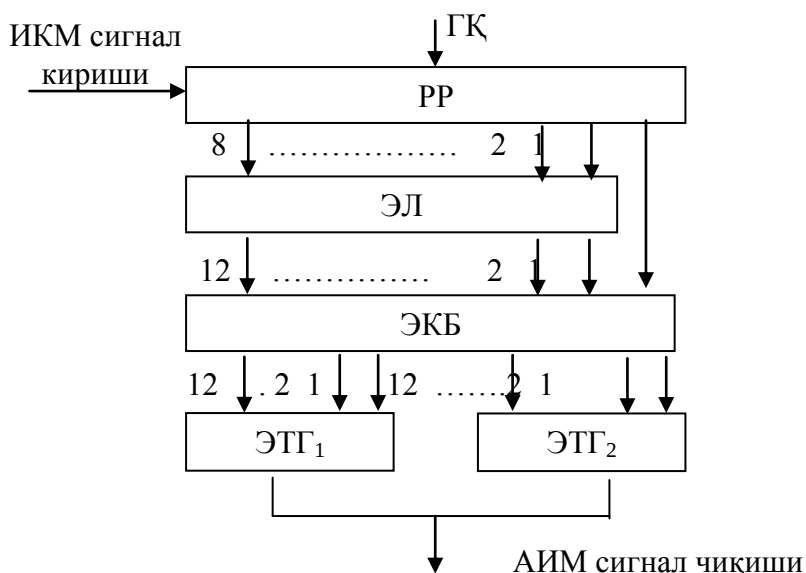
ИКМли РУТларда асосан кодерларнинг 3 тури қўлланилади: матритсали, ҳисоблаш ва разрядларни солиштириш туридаги кодерлар. Шулардан энг кўп тарқалгани 3 турдагиси. Эталонларни рақамли компрессиялашга эга бўлган солиштириш туридаги нозичикли кодерларнинг тузилиш принципини қараб чиқамиз. Унинг тузилиш схемаси 4.11-расмда кўрсатилган.

Кодер, компаратор (К)дан, эталон тоқларни танлаш ва коммутациялаш блоки (ЭКБ)дан, мусбат ва манфий эталон тоқлар генератори (ЭТГ₁ ва ЭТГ₂)дан, компрессияловчи логика (КЛ) дан, рақамли регистр (РР)дан ва код ўзгартиргич (КЎ)дан иборат. Компаратор, кодланадиган сигналнинг амплитудавий токи (I_c) ва эталон ток ($I_{эт}$) орасидаги фарқни аниқлайди. Эталон генераторлар эталонларнинг кутбини ва қийматини шакллантиради. Рақамли регистр, ҳар бир тактдаги кодлашдан кейинги компаратор хулосасини ёзади ва кодли гурухларнинг тузилишини шакиллантиради. Компаратор хулосасига боғлиқ ҳолда, РР, ЭТГ учун қутубни аниқлайди ва компрессияловчи логика ишини бошқаради. Шакллантиргич, параллел кодларни кетма-кЭТГа ўзгартирган ҳолда 1,2,...8 РР чиқишларининг ҳолатини ҳисоблайди. Кодер туғунларининг ишини узатиш тизимининг генератор қурилмаси бошқаради.



4.11-расм. Ночизикли коднинг тузилиш схемаси

Энди солиштириш туридаги декодернинг ишини қараб чиқамиз. Унинг тузилиш схемаси қуйидаги 4.12-расмда кўрсатилган.



4.12- расм ночизикли декодернинг тузилиш схемаси

Декодерда ИКМ сигнаlining кодли гуруҳларини, АИМ сигналга рақамли-аналог ўзгартириш амалга оширилади, яъни сигналнинг лозим бўлган қутби ва амплитудаси олинади. Эталонларни рақамли экспандерлашга

эга бўлган солиштириш туридаги ночизикли декодерларнинг тузилиш принципи юқоридаги 4.12-расмда кўрсатилган.

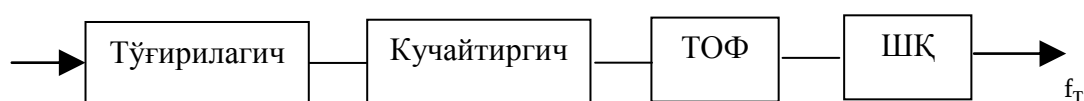
Декодер, рақамли регистр (РР)дан, экспандерловчи логика блоки (ЭЛ)дан, эталон тоқларни танлаш ва коммутациялаш блоки (ЭКБ)дан ва эталон тоқларнинг иккита генератори (мусбат кутбли ЭТГ₁ ва манфий кутбли ЭТГ₂)дан иборат.

Қабул қилинган ИКМ сигналининг саккиз разрядли кодли гурухи РРнинг 1...8-чиқишида, 8 разрядли параллел иккилик кодларни шакллантирган ҳолда унга (РРга) ёзилади. Шу аралашманинг биринчи разряди, уланадиган ЭТГнинг кутбини аниқлайди, 2...8 разрядлар эса сегмент рақамини ва экспандерлаш характеристикасидаги квантлаш сатҳини аниқлайди. Қабул қилинган кодли аралашмаларга мос ҳолда йиғинди тоқлар, АИМ сигналнинг вақт бўйича ажратилган бўлагини декодерланган қийматига мос келувчи эталонларга уланади.

Олдин таъкидлаб ўтилганидек декодерлашда, бузилишларни камайитириш учун, квактлаш қадами 0.5 га тенг бўлган сегментнинг 12-созловчи эталони қўлланилади. Берилган мисол учун созловчи эталон тоқ 8 шартли бирликка тенг ва эталон тоқларнинг умумий қиймати 408 шартли бирликка тенг.

9 – маъруза. Рақамли узатиш тизимларида тактли, циклли, юқори циклли синхронизация. Синхросигнал узаткичи ва қабул қилгичи.

Импульс кодли модуляция (ИКМ)га эга бўлган сигналларни тўғри декодерлаш ва қабул қилувчи станцияда мос келувчи каналлар бўйича декодерланган ахборотларни тарқатиш учун, тактли ва циклли синхронизация қўлланилади. Тактли синхронизация узатувчи ва қабул қилувчи станцияларда сигналларни қайта ишлаш тезлигини тенглаштиришни таъминлайди. Уни кузатиш учун қабул қилувчи станциянинг генератор қурилмаси (ГҚ), қабул қилинган ИКМ сигналидан ажратиб олинган тактли частотани бошқаради. Тактли частотани ажратиб олиш резонанс усулда амалга ошади. Бундай усулни қўлашдан мақсад, ИКМ сигналининг энергетик спектрини дискрет қисми тактли частоталардан иборатлигидир. Тактли частоталарни ажратиб олиш учун тактли ораликларни ажратиб олувчи қурилмадан фойдаланилади. Унинг соддалаштирилган схемаси 5.1-расмда кўрсатилган.



5.1-расм. Тактли ораликларни ажратиб олувчи қурилманинг соддалаштирилган схемаси

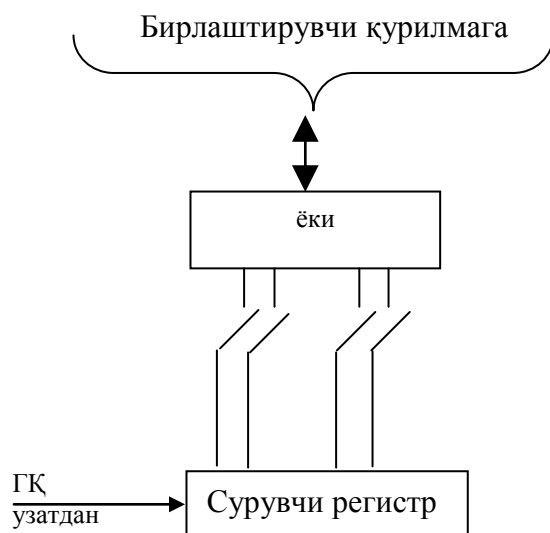
Тўғирлагич, линиядан тушган икки қутбли сигнални бир қутблига ўзгартиради. Кейин сигнал кучайтиргичда кучайтирилади. Тор оралиқли фильтр (ТОФ), тактли частота (f_T)нинг гармоник тебранишларини ажратади. Бундай филтрларга тактли частота тебранишларини ажратиб олишда қаттиқ талаблар қўйилган, акс ҳолда бир қутбли ИКМ сигналининг энергетик спектрларини узлуксиз ташкил топувчиларининг бир қисми филтр орқали ўтади ва тактли частотани фазали титрашига олиб келади, яъни импульслар орасидаги вақтли оралиқларни ўзгартиради. Тактли частотанинг импульсли кетма-кетликларини шакллантириш, шакллантирувчи қурилма (ШҚ)да амалга ошади. ШҚ чиқишидан тактли частота, қабул қилувчи қисмдаги ГҚни ишини бошқарган ҳолда унга узатилади.

Цикл бўйича синхронизация каналларни тўғри тарқалишини, яъни маълум бир каналларнинг декодерланган АИМ сигналларини қабул қилувчи қурилманинг шу каналларига тушишини таъминлайди. Узатувчи станцияда шаклланган синхросигнал ахборотли сигналлар билан биргаликда линия трактига узатилади. Қабул қилувчи станцияда синхросигналлар, фарқланувчи белгилар бўйича ажратилади. ИКМли узатиш тизимларида улар доимий тузилишга ва тақиб частотасига эга. Синхросигнал сифатида битта иккилик символни ёки маълум бир тузилишга эга бўлган символлар гуруҳини қўллаш мумкин. Ҳозирги пайтда, синхронизм йўқолганда, уларни зудлик билан топишни таъминловчи кўп символи синхрогуруҳлар қўлланилади. Циклли синхронизм аппаратурасини улашда синхронизмга кириш вақти деб аталувчи маълум бир вақт оралиғи белгиланади. Синхронизм бузилганда тизим синхронизмни излаш режимига ўтади. Бу синхронизмни излаш вақти билан характерланади. Синхронизм йўқолганда ИКМли тизимларнинг иши бузилмаслиги учун, иложи борица, синхронизмга кириш ва уни излаш вақти кам бўлиши лозим. Замонавий ИКМли тизимларда бу вақт бир неча миллисекунддан ошмайди, чунки унинг ошиши, АТС асбоблари орқали абонентларни ажралиб кетишига олиб келади.

ИКМли узатиш тизимларида циклли синхронизациядан ташқари, АТСларни ўзаро боғловчи ва мослаштирувчи сигналларни тўғри тақсимланишини таъминловчи юқори циклли синхронизация ҳам қўлланилади.

Циклли ва юқори циклли синхронизация қурилмаси узатувчи станцияда синхросигнал шаклантиргичидан ва қабул қилувчи станцияда синхросигнал қабул қилгичидан ташкил топган.

Шаклантиргич, вақтли бирлаштирувчи қурилма орқали гуруҳли рақамли трактга киритилувчи синхросигналларни танланган тузилишини шакллантиради. Шаклантиргичнинг схемаси қуйидаги 5.2.- расмда кўрсатилган.

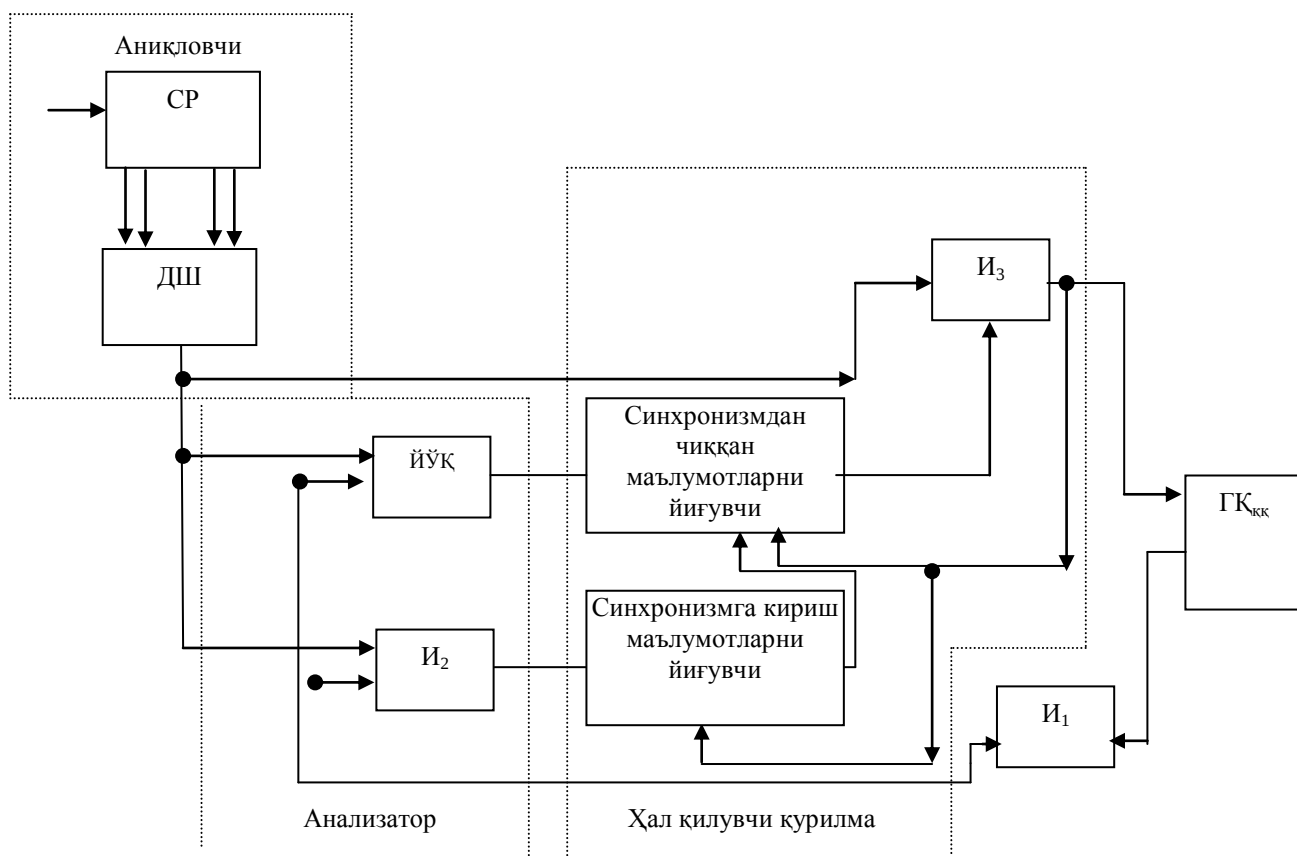


5.2-расм. Шакллантиргич схемаси

Регистр, ячейкаларнинг сонини ва калитларнинг уланиш тартибини ўзгартириб, керакли бўлган тузилишдаги кодли гуруҳларни шакллантириши мумкин. Шакллантиргичнинг даврий уланишини $ГК_{узат}$ аниқлайди.

Синхросигнал қабул қилгичи узатиш тизимининг циклли ва юқори циклли синхронизм ҳолатини назорат қилишни амалга оширади, аппаратура уланишида ва ишлаш жараёнида синхронизм бузилганда тизимнинг синхронизмга киришини таъминлайди.

Синхросигнал қабул қилгичининг ишлаш принципини сирпаниб изловчи ва бир разрядли сурилишга эга бўлган қабул қилгич мисолида қараб чиқамиз. (ИКМ-30 тизимларида қўлланилади). Бу ерда циклли синхронизм ҳолатининг назорати, линиядан тушган ва қабул қилувчи қисмдаги генератор қурилмаси ($ГК_{к.к.}$) ишлаб чиққан синхросигнал символларини вақт бўйича мос тушишини текшириш орқали амалга ошади.



5.3-расм. Циклли синхросигнал қабул қилгичининг тузилиш схемаси

Циклли синхронизация қабул қилгичи, (5.3-расм) аниқловчидан, анализатордан ва ҳал қилувчи қурилмадан иборат. Синхросигнал аниқловчиси, қабул қилинган ИКМ сигналдан синхрогуруҳларни ажратиб олиш учун хизмат қилади ва сурувчи регистр (СР)дан, дешифратор (ДШ)дан (кўп киришли, мос тушувчи И схемаси деб тасаввур қилинадиган) иборат. Синхросигнал анализатори “ЙЎҚ” ва “И₂” логин ячейкасидан иборат бўлиб, улар ДШ чиқишига ва И₁ схемаси орқали ГҚ_{кк} га уланган. Ҳал қилувчи қурилма синхронизмдан чиққан маълумотларни йиғувчидан, синхронизмга кириш ҳақидаги маълумотларни йиғувчидан ва И₃ логик ячейкасидан иборат.

Маълум бир тузилишли синхросигнал, аниқловчидаги регистрга тушганда у ишга тушади ва ДШ схемасининг чиқишида якка сигнал шаклланади. Анализаторда бу сигналнинг пайдо бўлган лаҳзаси ва И₁ схемаси орқали ГҚ_{кк} дан берилган сигнал лаҳзаси солиштирилади.

Агар бу сигналларнинг ҳосил бўлган лаҳзалари бир-бирига мос тушса, унда анализатор синхронизм мавжуд, деган хулосага келади. Бунда “ЙЎҚ” схемасининг чиқишида сигнал, ЙЎҚ, И₂ схемасининг чиқишида эса, синхросигнални аниқланган лаҳзага мос келувчи сигнал шаклланади. Бу сигналнинг пайдо бўлиши, «синхронизмга кириш» маълумотларини йиғувчини тўлишига ва синхронизмдан чиқиш маълумотларини йиғувчини нолинчи ҳолатга қайтишига олиб келади.

Синхросигналга ўхшаш рақамли кетма-кетликлар И₁ схемасининг чиқишидаги сигнал билан вақт бўйича мос тушмайди ва шунинг учун ҳам тўлиш жараёнида қатнашмайди. Агар синхронизм бир нечта кейинги кетма-кет циклларда бўлмаса (ИКМ-30 да 4 та циклда), «синхронизмдан чиқиш» маълумотларини йиғувчи тўлади ва И₃ схемаси орқали ГҚ_{кк}га таққиловчи сигнални беради. Бу сигнални олиши билан ГҚ_{кк}нинг бўлувчисининг иши ва сигнални декодерлаш тўхтатилади.

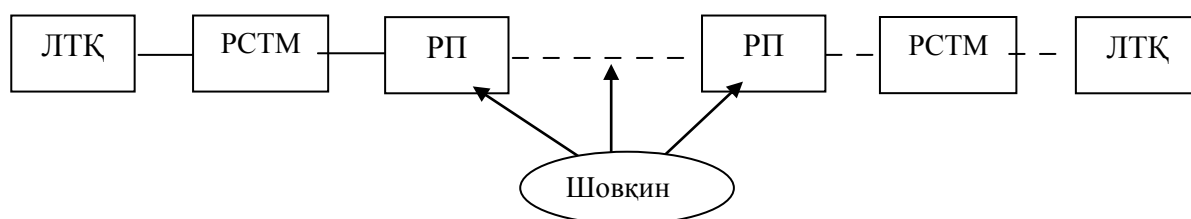
Кейинги аниқлаш натижаси худди шу позицияда, лекин кейинги циклда амалга оширилади. Агар иккинчи марта аниқланганда шу позицияларда ёлгон синхрогуруҳлар шаклланмаса, унда И₁ схемаси чиқишидаги сигнал, синхронизмдан чиқиш маълумотларини йиғувчини тўлдиради, И₃ схемаси эса ГҚ_{кк}га таққиловчи сигнални жўнатади ва тизим синхронизмни излаш режимига ўтади. Агар бирор позицияда ёлгон синхрогуруҳлар 2 марта (худди шу позицияни ўзида) кетма-кет пайдо бўлса, унда ДШ чиқишидаги сигнал, И₃ схеманинг чиқишида сигнални пайдо бўлишига олиб келади, синхронизмга кириш бўйича маълумотларни йиғувчи тўлади ва синхронизмдан чиқиш бўйича маълумотларни йиғувчи нолинчи ҳолатга қайтади. Сигнални аниқлаш жараёни яна синхронизмдан чиқиш бўйича маълумотлар йиғувчи тўлгунга қадар давом этади. (тугамайди). ҳал қилувчи қурилма аиволга қараб, бир нечта хатолик сигналлари кетма-кет тушгандан кейин синхронизм йўқолди деган хулосага келади, яъни синхросигналлар қисқа муддат бузилганда, тизимни синхронизмдан чиқишдан сақлайди.

Юқори циклли синхронизация қабул қилгичининг ишлаш принципи юқорида ёзилганлар билан бир хил. Лекин шуниям назарда тутиш лозимки, юқори циклли синхронизмни излаш циклли синхронизм қайта тиклангандан кейин амалга ошади.

10 – маъруза. Рақамли линия трактининг тузилиши, Импульсли сигналларни узатиш хусусиятлари.

Аналог-рақамли қурилма импульс ва пробел (бир ва нол)лардан ташкил топган рақамли иккилик сигналларни шакллантиради. Бу сигнал, қарама-қарши охириги станциянинг узатиш тизимига рақамли линия тракт (РЛТ)и бўйлаб узатилиши лозим. Бунинг учун етарли даражада сигналларни узатишни таъминлаш лозим.

Рақамли линия тракти, узатиш тизимларининг тракти каби рақамли сигнал тарқаладиган муҳитдан ва талаб даражасида сифатли узатишни таъминловчи қурилмалардан иборат. Бундай тизимларнинг аналог тизимларидан фарқи, охириги станциядан узатилган импульс кўринишидаги сигналлар, ҳар бир оралиқ пунктларида барча параметри (амплитудаси, давомийлиги ва дискретизациялаш даври) бўйича қайта тикланади (регенерацияланади). Шунинг учун ҳам рақамли линия трактининг оралиқ пунктлари «регенерациялаш пунктлари» номини олган. Қуйидаги 6.1.-расмда рақамли линия трактининг тузилиши кўрсатилган.

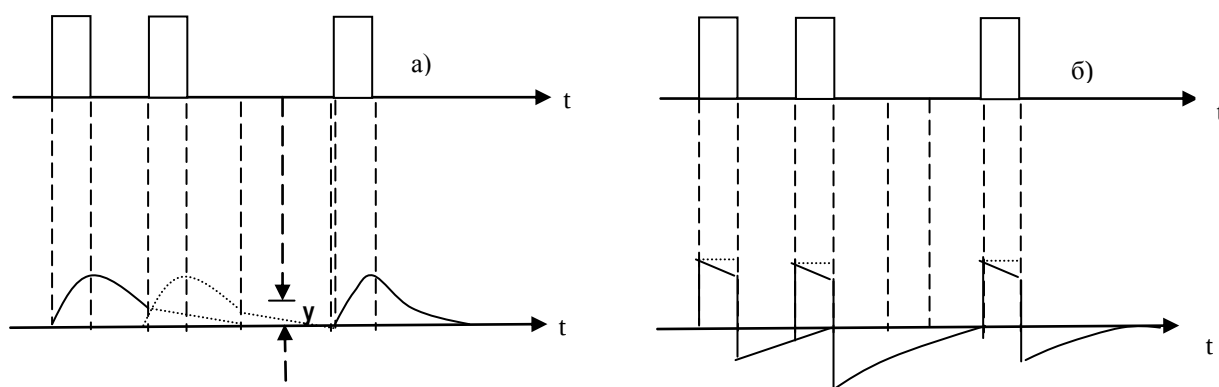


6.1-расм Рақамли линия трактининг тузилиши

ЛТҚ-линия тракти қурилмаси узатиладиган рақамли линия сигналларини шакллантириш ва қабул қилинган сигналларни регенерациялаш учун қўлланилади. РП-регенерациялаш пунктлари, линия трактининг оралиқ участкаларида рақамли сигналларни регенерациялашни таъминлайди. Ҳар хил узатиш тизимининг РЛТни тузилиш хусусиятлари, рақамли сигнал тарқаладиган муҳит (РСТМ)нинг сигнални бузилиш даражаси, шовқиндан ҳимояланганлиги ва рақамли сигналларни узатиш ишончлилигини аниқловчи физик хоссалари билан боғлиқ. Юқоридагиларни ҳисобга олган ҳолда РСТМнинг асосий хоссаларини, уларни сигналга таъсирини, муҳитга ва сигналга бўлган талабларини қараб чиқамиз.

Рақамли сигналларни узатишда энг кўп тарқалган муҳит электрик (симметрик ёки коаксиал) кабеллардир. Шунинг учун рақамли сигналларни узатишда кабел характеристикаларини таъсирини қараб чиқамиз.

Кабелли занжирлардаги сўниш частота ошиши билан ўсади, бу, рақамли сигналларнинг оралиқ частоталарини юқоридан чегараланишига олиб келади. Худди шундай таъсир, регенераторнинг киришидаги схеманинг турли элементлари туфайли ҳам юзага келиши мумкин (масалан трансформаторлар, кучайтиргичлар). Қуйидаги 6.2-расмда занжирнинг кириш ва чиқишидаги иккилик импульслар кетма-кетлигининг ўтказувчанлик оралиғини юқоридан чегаралангандаги ҳолати кўрсатилган.



6.2-расм. Линия трактида, иккилик рақамли сигнал шаклига оралиқ частота чегараланишининг таъсири

Кабелли занжир участкасининг киришига импульслар тушганда, шу занжирда юзага келган ўзаро ўтувчи жараёнлар, импульс фронтларининг ва амплитудаларининг бузилишига олиб келади. Участка қанчалик узун бўлса, унинг чиқишида кабелнинг бирлик импулсга жавобининг давомийлиги қиймати шунча ортади. Агар рақамли сигналнинг оралиқ частотаси сезиларли даражада чегараланган бўлса, кейинги импульсли пробел тушадиган лаҳзагача кабелли занжирда ҳар бир импульс ўтганда юзага келувчи жараёнлар тугаб улгурмайди. Бу импульсларни бир-бирига устма-уст тушишига олиб келади, айниқса рақамли сигналнинг қўшни символлари учун жуда сезиларлидир. Рақамли сигналларнинг давомийлиги кенгайиши ҳисобига устма-уст тушиш ҳолати символлараро интерферентсия номини олган. Символлараро интерферентсия, амплитудаларни ўзгариши каби символларни вақт бўйича сурилишига ҳам олиб келади.

Рақамли сигналнинг оралиқ частотаси пастдан чегараланишининг таъсири 6.2-расмда кўрсатилган. Паст частотали ташкил топувчиларнинг заифлиги, рақамли сигнал символларининг кутбига қарама-қарши бўлган кутбни юзага келтиради ва импульснинг охириги фронтларининг манфий қисми, импульсларнинг амплитудасини камайтирувчи символлараро интерферентсОЛияларни юзага келтирган ҳолда кейинги тактли оралиқгача чўзилади. Оралиқ частоталарнинг бундай пастдан чегараланиши, рақамли

сигналларни бузилишига ва шовқиндан ҳимояланганликнинг камайишига олиб келади.

Симметрик кабелли занжирлар бўйича ташкил қилинган линия трактларида, спектрнинг доимий ва паст частотали ташкил топувчиларини пасайтириш (заифлаштириш) керак. Бу нарса регенератор киришида частота оралиғини чегаралаш имконини беради, бу эса шовқинларинг бу киришдаги таъсирини камайтиради.

Симметрик кабеллар бўйича ташкил қилинган рақамли линия трактларида ўзаро ўтувчи шовқинлар кўп юзага келади. Сигналнинг шовқинга таъсири, сигналларни узатишни ташкил қилиш усулиги боғлиқ. Бир кабелли узатишда, ўзаро ўтувчи шовқинлар регенерациялаш участкаларининг яқинида, икки кабеллида эса узоқда ҳосил бўлади. Яқиндаги ўзаро ўтувчи шовқинлар регенерациялаш участкасининг узунлигига боғлиқ эмас ва кўпгина ҳолларда узоқдаги ўзаро ўтувчи шовқинлар ошади. Яқиндаги ўзаро ўтувчи шовқинларнинг қиймати, узатилган сигналнинг сатҳи, яқиндаги кабел жуфтликлари орасидаги ўзаро ўтувчи сўниш (A_0) ва таъсир остида қолган сигнал спектри орқали аниқланади.

Рақамли сигналнинг узатиш тезлигини ошириш, импульслар давомийлигини камайишига ва оралиқ частотани кенгайтиришига олиб келади. Бу ўз навбатида, ўзаро ўтувчи сўнишни камайтиради ва шовқинни оширади. Бундай ҳолатда яқиндаги ҳимояланганлик камаяди. Ҳимояланганликни мумкин бўлган чегарада сақлаш учун регенерациялаш участкасининг узунлигини камайитириш ёки узатишни икки кабелли тизимини қўллаш лозим.

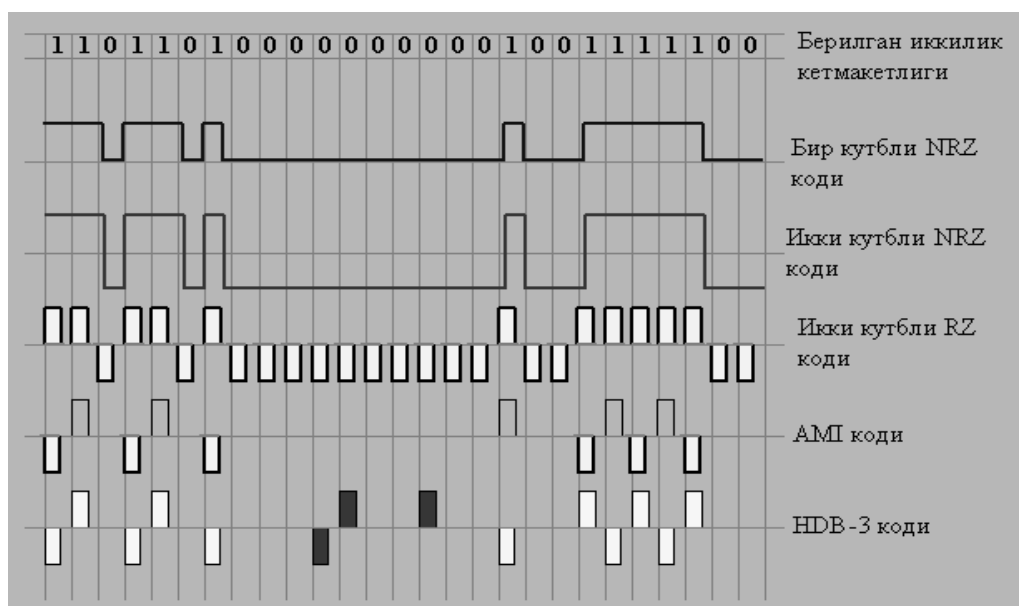
Юқори тезликли рақамли трактларни ҳосил қилишда коаксиал кабеллар қўлланилади. Бундай трактларда частота ошириш билан ўзаро ўтувчи сўниш ҳам ошади. Коаксиал кабелларда 1 мГц частотада ўзаро ўтувчи сўниш 120 дБдан кам бўлмайди яъни бунда сигналларни ўтиш жараёнида ўзаро ўтувчи шовқинлар ҳисобга олинмайди.

Коаксиал рақамли трактларда, кабелли занжирларга ток ташувчиларнинг иссиқлик ҳаракати туфайли ва регенераторларнинг кириш босқичлари туфайли юзага келувчи иссиқлик шовқинлари асосий ҳисобланади. Иссиқлик шовқинларидан ҳимояланганлик, рақамли сигналнинг узатиш тезлиги ва ренгенерациялаш участкасининг узунлиги орқали аниқланади.

Коаксиал занжирларда симметрик занжирларга нисбатан шовқин сатҳи анча паст.

11 – маъруза. Рақамли узатиш тизимларини линия кодлари: иккилик, квази учлик ва бирлари юкори зичлаштирилган (HDB-3) кодлар

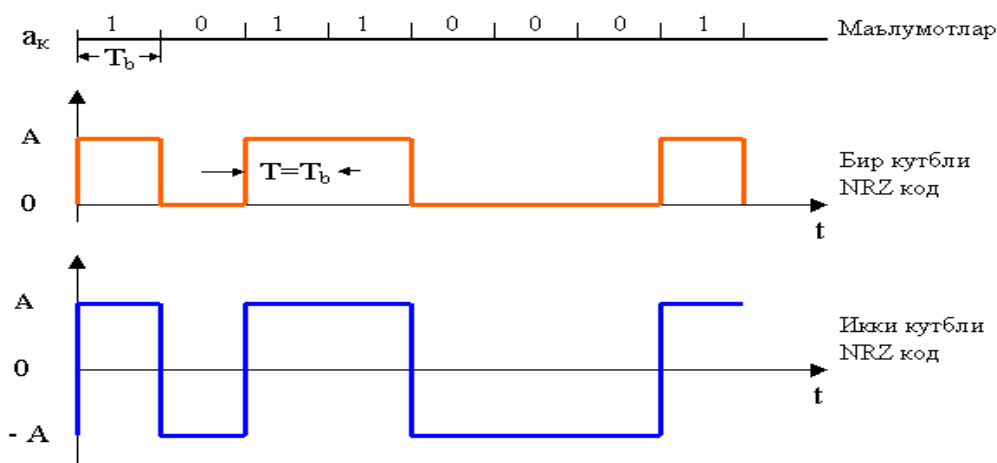
Кодлардан фойдаланилганда уларни белгиларини алоқа линиялари бўйича узатиш ва кейинги операцияларни кулай холда бажариш учун дискрет сигналнинг у ёки бу шаклдаги элементлари курунишида келтириш зарур. Сигналнинг шакллари коднинг белгиларига каттик уланиши мажбурий эмас. Нисбий кодлашнинг коидалари кенг таркалаган, бунда битта коднинг белгиси шаклларнинг навбатма-навбатлиги билан тасвирланади, иккинчиси эса олдинги элементнинг шакли билан тасвирланади. Сигналнинг шаклини танлаш бевосита қуйидагиларни аниқлайди: энергетик спектрни (эгалланадиган частоталар йулагини), синхронлаш сигналини ажратиш имконини, частоталар йулаги бирлиги ҳисобидан узатиш тезлиги (солиштирма узатиш тезлиги). Алоқа линиялари бўйича узатиш учун мулжанланган рақамли сигналларнинг шакллари, линиявий кодлар (ЛК) деган номни олган. ЛК маълумотларни нолдан бошланувчи бирламчи частоталар йулагига модуляциясиз узатиш учун ишлатилади. Бошқача айтганда, оддий иккилик кетма-кетликдан иборат булган ва шакллантирилган узатиш тизимсининг рақамли кодлари, алоқа линиясига узатишдан аввал линиявий кодерга мувофиқ равишда узгартиришларга учрайди.



10-расм. Линиявий кодлар

Нолга кайтмайдиган код - Non Return to Zero (NRZ) оддий иккилик кетма-кетликдан иборат бўлиб энг содда линиявий код ҳисобланади, ҳамда амалиётда энг куп таркалган коддир. NRZ сигнал спектрининг муҳим хусусияти бу нолли частотада спектрал зичликнинг киймати чекланганидир.

Бу коднинг икки тури мавжуд - униполяр ва биполяр NRZ кодлар. Биполяр NRZ кодда мантикий бирга мусбат кутбли тугри бурчакли импульс, мантикий нолга эса - манфий кутбли тугрибурчакли импульс мос келади. Импульсларнинг узунлиги битта бит узунлигига тенг. Кодернинг чиқишидаги мусбат ёки манфий кучланиш белги узунлиги давомида узгармай сақланади, шунинг учун бу кодни "нолга кайтмайдиган код" деб юритилади. Униполяр NRZ код биполяр коддан фарқи шундаки мантикий нолга манфий импульс эмас нолли кучланиш тугри келади. br>

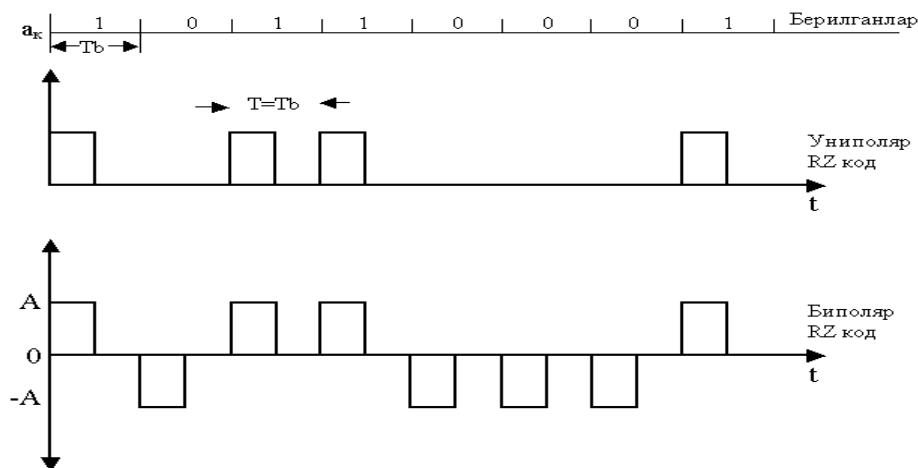


11-расм. Нолга кайтмайдиган NRZ код

ак - Коэффициент алоқа канали бўйича узатиладиган белгилар кетма-кетлигида К чи белгини аниқлайди.

Т - Белги узунлиги. ТВ узатилаётган ахборот битта битининг узунлиги. Униполяр NRZ коднинг спектридан нолли частота дискрет спектрал чизикнинг мавжудлиги билан фаркланади.

Нолга кайтадиган кодда - Return to Zero (RZ) бир икки марта кичик узунликдаги импульс билан узатилади. Оддий кодларнинг спектрари куйидаги камчиликларга эга: тактли частотанинг кичик куввати (синхронлаш частоталари); нолларнинг узун кетма-кетлиги мавжудлигининг имконлиги; RZ код NRZ кодга нисбатан кенгрок утказиш йулагини талаб килади, лекин узгармас ташкил этувчисининг кичикрок кийматига эга. Металл кабеллар бўйича ишлаш учун мулжанланган узатиш тизимларида кенг куламда учлик кодлар ишлатилади. Уларнинг ишлатилиши юкламага (металл кабел) ЭЮК генераторининг турли кутбли уланиш имконига асосланган. Код икки турли куринишга эга - биполяр RZ код ва униполяр RZ код. Униполяр RZ код биполярдан фарқи шундаки мантикий нолга манфий импульс эмас, нолли кучланиш мос келади. Биполяр RZ сигналнинг спектри биполяр NRZ сигналнинг спектрига ухшаш ҳамда ухгармас ташкил этувчисига эга. Биполяр ва униполяр RZ кодернинг чиқишидаги сигналнинг шакли 13-расмда курсатилган.



12-расм. Нолга кайтадиган RZ код

Импульс кутблари навбатма-навбат келадиган код - (ИКНН)- биполяр код бўлиб учлик коднинг бир туридир, бунда нолларга импульсларнинг мавжуд булмаслиги, буларга эса - навбатма-навбат узгарадиган манфий ва мусбат кутбли тугрибурчакли импульслар тугри келади. Импульсли кетма-кетликда узгармас ташкил этувчиси нолга тенг булгани учун, ажратувчи трансформаторларга эга линиялар бўйича узатиш имкони тугилади. Мазкур коднинг устунлиги уни иккилик кодга узгартиришга соддалигидир.

Бирликлар келишининг юкори зичлигига эга булган код КРВ-3 High Density Bipolar (HDB-3) кенг таркалан, унда $n = 3$. Оптик тола узатиш тизимларининг (ТОУС) линиявий кодларига қўйиладиган асосий талаб бу сигналнинг иккита ахамиятли даражасини ишлатиш ҳисобланади, чунки нур манбаи (лазер ёки нурдиод) иккита кувват тартибида - нурланиш мавжуд ёки мавжуд булмаган тартибда ишлайди.

ТОУС да бевосита NRZ ва RZ кодларни ишлатиш чекланган. Купрок корреляцион алоқали кодлар таркалан, хусусан CMI- Coded Mark Inversion коди: 1в2в синфидаги нолга кайтмайдиган иккилик коди. CMI кодида ноллар бир такт оралиғида ноллар ва бирликларнинг алмашиш кетма-кетлигида узатилади, бирликлар эса иккита нол ёки иккита бирнинг кетма-кет бирикмаси курунишида навбатма -навбат узатилади (яъни хар бир "1" га мос равишда "11" ёки "00" комбинацияси, хар бир "0" га эса "01" импульси берилади).

Катта тезликка эга тизимларда NRZ формадаги скрембирланган сигнал ишлатилади. Скрембирлаш алгоритмини батафсилроқ куриб чиқамиз. Скрембирлаш маъноси маълум бир кетма-кетликни хосил қилишдан иборат, бунда ноллар ва бирларнинг пайдо булиши статистикаси тасодифий воқеага яқинлашади, у берилган частоталар соҳасида йигилган узатилаётган сигналнинг кувватининг узгармас спектрал куввати ва тактли частотасини

ишончли ажратиш талабларини кондиритиш имконини беради. Шунинг таъкидлаш лозимки скрембирлаш сигналнинг статистик хусусиятларини яхшилаш учун алоқа тизимларининг куп турларида кенг ишлатилади. Скрембирлаш одатда бевосита модуляциядан ордин амалга оширилади. Скремблер - курилма ёрдамида узатувчи томонида амалга оширилади, у кабул килувчи томонда тескари операция - дискрембирлаш дискремблер номли курилма ёрдамида бажарилади. Дискремблер кабул килинаётган кетма-кетликдан дастлабки ажратиш олади. Скремблернинг асосий қисми сохтатасодифли кетма-кетлик генератори бўлиб (СТК), у $2n-1$ максимал узунликдаги кетма-кетликни шакллантирувчи тескари алоқали n -каскадли линиявий регистр курилишида бажарилаётган бўлади. Скремблер ва дискремблер уртасида синхронлаш йуқолганда синхронлашни тиклаш вақти скремблер регистри ячейкаларининг сонига тенг бўлади.

АМІ ва HDB-3 кодлари тугрисида батавсил маълумот

АМІ ли кодда дастлабки иккилик кетма-кетлигида улар уртасидаги ноллар сонига боғлиқ бўлмаган ҳолда бирлик белгиларни узгартиришда мусбат ва мунфий кутбли импульслар навбатини амалга оширилади. Курсатилган узгартириш тамойили туфайли коднинг энергетик спектридан линиядан узгармас ташкил этувчиси олиб ташланади. АМІ кодининг асосий энергияси $0,5 \text{ fг}$ га яқин частоталар сохасида йиғилган. Шунинг учун узаро таъсирларнинг баҳоси ва регенерация қисмининг ҳисоби $0,5 \text{ fг}$ да бажарилади.

АМІ ни код импульслари кутбларининг навбатма-навбат келиш тамойилидан фойдаланилиши туфайли регенерациялашда вужудга келадиган хатоликларни осонлик билан топишга имкон беради, чунки ихтиёрий белги регенерацияланса бу ҳол линиявий трактда белгилар кутбларининг навбатма-навбат келиш тамойилини бузилишига олиб келади. Маълум вақт ичида бундай бузилишлар сонига қараб линиявий трактдаги хатоликлар клэффициентини баҳолаш мумкин. Бунда шунинг этиборга олиш лозимки, баъзи ҳолларда хатоликлар аниқланмай қолиши мумкин (агар масалан бирин кетин келувчи белгиларни регенерациялашда хатоликлар мавжуд бўлса ва улар мазкур коднинг тузилиш тамойилини бузмаган бўлса). АМІ ли коднинг энг муҳим нуқсонларидан бири бу линиявий тракт бўйича узун серияли нолларни узатишдир, бу эса регенераторларнинг нормал ишлашига зарар етказиш мумкин, чунки тактли частотани ажратиш жараёни кийинлашади. Курсатилган нуқсонни бартараф этиш мақсадида АМІ ли коднинг бир неча модификацияси ишлаб чиқилган, буларнинг ичида кенг тарқалгани HDB-3 коди ҳисобланади.

HDB-3 кодининг тузилиш тамойили иккита бирлик белгилар уртасида учдан ортик бирин-кетин келувчи нолли белгилари пайдо бўлмагунга қадар айнан АМІ ли кодга ухшашдир. Бунда бошлангич иккилик кодидаги туртта

ноллик (0000) белгилардан иборат ҳар бир кетма-кетлик В00У ёки 000У курунишидаги икки кетма-кетликдан бирига алмаштирилади, бу ерда В аввал келадиган импульс кутбига карама-карши кутбли импульсни билдиради, V - эса аввалги В импульс кутбини такрорловчи импульсни билдиради. Иккита алмаштирувчи кетма-кетликларни ишлатиш линиявий сигналнинг турли жойларида келадиган V белгиларнинг кутбларини навбат билан келиши таъминлайди, бу эса уз навбатида бу белгиларнинг урта кийматида буладиган таъсирини бартараф этади.

000V курунишидаги комбинация агар олдинги V белгидан кейин ток сондаги В белгилар пайдо булса, В00У комбинация эса агар олдинги V белгидан кейин жуфт сондаги В белгилар пайдо булса ишлатилади.

Аммо HDB-3 кодининг рақамли йиғиндиси V белгиларни киритиш оқибатида АМІ ли кодга нисбатан катта бўлиб $2(+1/2)$ ёки $(-1/2)$ ни ташкил этиши мумкин. Шундай қилиб HDB-3 коди ишлатилганда линиявий сигналда бирлик белгиларни юзага келиш эҳтимоллигининг узгариш диапазони сезиларли даражада қисқаради, у $0,25 < p(1) < 1$ чегаралар билан чекланади, шу билан бирга АМІ ли кодда тасодифий кетма-кетликда бирлик белгининг пайдо булиши эҳтимоллиги амалда нолгача камайиши мумкин.

12 – маъруза. Рақамли узатиш тизимларининг охирги тракти. Рақамли кетма-кетликларнинг шаклланиши. ИКМ-30 нинг охирги станциясини тузилиши

Битта узатиш йўналиши учун импульс кодли модулятсия (ИКМ)га эга бўлган бирламчи узатиш тизимларининг охирги станциясини тузилиш схемаси 7.1-расмда кўрсатилган.

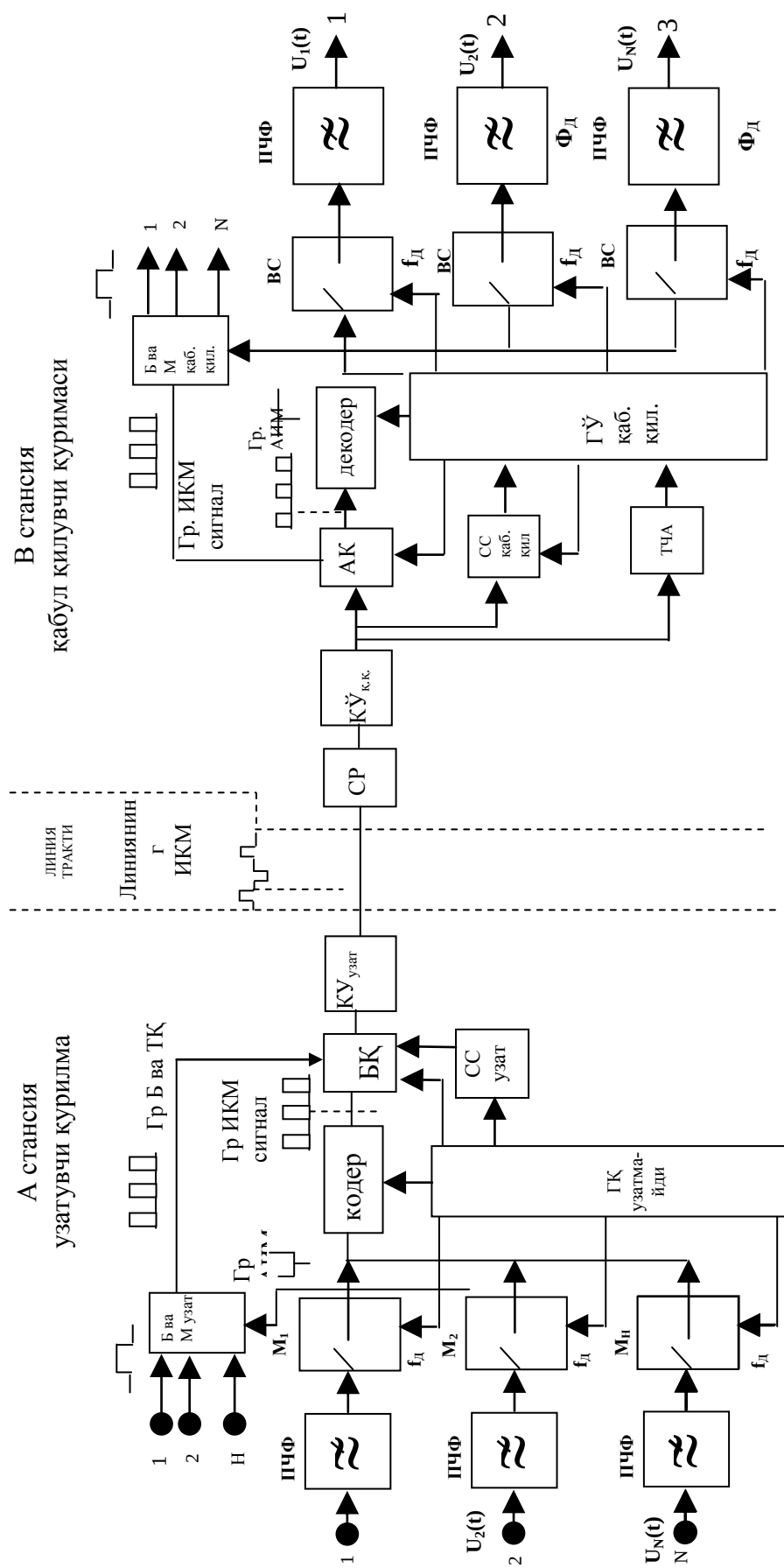
1, 2, ... N абонентлардан тушувчи $U_1(t)$, $U_2(t)$... $U_N(t)$ Бошланғич сигналлар паст частотали филтр (ПЧФ) орқали каналнинг амплитуда импульсли модулятори (М)га тушади. Бундан модуляторлар сифатида электрон калитлардан фойдаланилади. Модуляторлар ёрдамида узатилаётган сигналларни вақт бўйича дискретизациялаш амалга оширилади. Модулятор чиқишида сигналлар битта гуруҳли АИМга бирлаштирилади ($АИМ_{узат}$). Модуляторнинг ишини, узатувчи қисмдаги генератор қурилмаси ($ГК_{узат}$)дан тушган импульслар кетма-кетлиги бошқаради. Бунда импульслар канал модуляторларига навбатма-навбат берилади (вақт бўйича суралган ҳолатда), бу эса гуруҳли АИМ сигналларни тўғри шаклланишини таъминлайди. Кетма-кетликдаги ҳар бир импульснинг давомийлиги тахминан $125/2+N$ мксни ташкил этади, бу каналнинг АИМ импульсини давомийлиги билан аниқланади, таъқиб даври эса 125 мксга тенг, бу эса дискретизациялаш частотаси ($f_r = 8$ кГц)га мос келади. Гуруҳли АИМ сигнал кодловчи қурилма (кодер)га тушади. Бу ерда бир вақтни ўзида сатх бўйича квантлаш ва кодлаш операцияси бажарилади.

АТС асбобларини бошқариш учун телефон каналлари орқали берилувчи боғловчи ва мослаштирувчи сигналлар, генератор қурилмаси ($ГК_{у\text{зат}}$)да шаклланган импульслар кетма-кетлиги ёрдамида дискретизацияланувчи ва бирлаштирилувчи узатгич ($Б$ ва $М_{у\text{зат}}$)га тушади. Натижада гурухли боғловчи ва мослаштирувчи сигналлар шаклланилади.

Декодернинг чиқишидаги каналларнинг кодли гурухларини яъни гурухли ИКМ сигнални, кодланган боғловчи ва мослаштирувчи сигналларни, синхросигнал узатгичи ($СС_{у\text{зат}}$)дан тушган синхросигналларнинг кодли гурухларини, цикл ва юқори циклларни ҳосил қилган ҳолда бирлаштирувчи қурилма ($БК$)да бирлаштирилади. $ГК_{у\text{зат}}$ дан тушган, мос келувчи бошқарувчи импульслар, юқори цикл таркибидаги циклларни ва узатиш циклидаги кодли гурухларни таъқиб қилишни тўғри тартибини таъминлайди. Узатиш тизимининг узатувчи қурилмаларини кетма-кет ишлашини ва лозим бўлган тезликни $ГК_{у\text{зат}}$ таъминлайди.

Шаклланган ИКМ сигналлар, бир қутбли иккилик символлар (мусбат бир ва ноллар) кетма-кетлигидан иборат. Бундай сигнал линия орқали узатилганда бузилади ва сўнади, шунинг учун линияга узатишдан олдин бундай бир қутбли ИКМ сигналлар, линия тракти бўйлаб узатишга қулай бўлган икки қутбли импульслар кўринишига ўзгартирилади. Бу узатувчи қисмдаги код ўзгартиргич ($КЎ_{у\text{зат}}$) да амалга ошади.

ИКМ сигнални линия бўйлаб узатиш жараёнида ҳар бир регенерациялаш пунктида сигналнинг шакли барча параметрлари бўйича қайта тикланади. Қабул қилувчи станцияда ИКМ сигнал станция регенератори ($СР$) ёрдамида қайта тикланади ва икки қутбли сигналларни бир қутблига ўзгартирувчи код ўзгартиргич ($КЎ_{кк}$)га тушади. Тактли частота ажратгичи ($ТЧА$) бу сигналлар таркибидан генератор қурилмаси ($ГК_{к.к}$)ни ишини бошқариш учун лозим бўлган тактли частота сигналларини ажратиб олади. Бундан ташқари узатувчи ва қабул қилувчи қисмдаги генератор қурилма ($ГК_{у\text{зат}}$ ва $ГК_{к.к}$)ларини синхрон ва синфаз ишлашини, тўғри декодерлашни, телефон каналларининг $Б$ ва $М$ сигналларини тўғри таксимланишини ҳам таъминлайди. Ажратувчи қурилма ($АҚ$) телефон каналларининг ва $Б$ ва $М$ каналларининг кодли гурухларини ажратади. $ГК_{кк}$ дан тушувчи импульслар кетма-кетлиги ёрдамида $Б$ ва $М_{кк}$ қабул қилгичи боғловчи ва мослаштирувчи сигналларни ўзининг каналлари бўйлаб тарқатади, декодер эса гурухли ИКМ сигнални гурухли АИМ сигналга ўзгартиради. $ГК_{к.к}$ дан тушувчи импульслар кетма-кетлиги, каналларнинг вақтли селектор ($ВС$)ларига тушади ва навбатма-навбат уларни очган ҳолда гурухли АИМ сигналлар таркибидан канал сигналинини ажратиб олишни таъминлайди. АИМ сигналлари кетма-кетлигидан Бошланғич (узлуксиз) сигналларни қайта шакллантириш, паст частотали филтр ($ПЧФ$) ёрдамида амалга ошади ва олинган сигналлар талабгорларга тарқатилади.



7.1-расм. ИКМли узатиш тизимларининг охириги станцияларини тузилиши схемаси

13 – Маъруза. Сигналларни регенерациялаш, регенераторларнинг тузилиши. Тактли частотани ажратиш

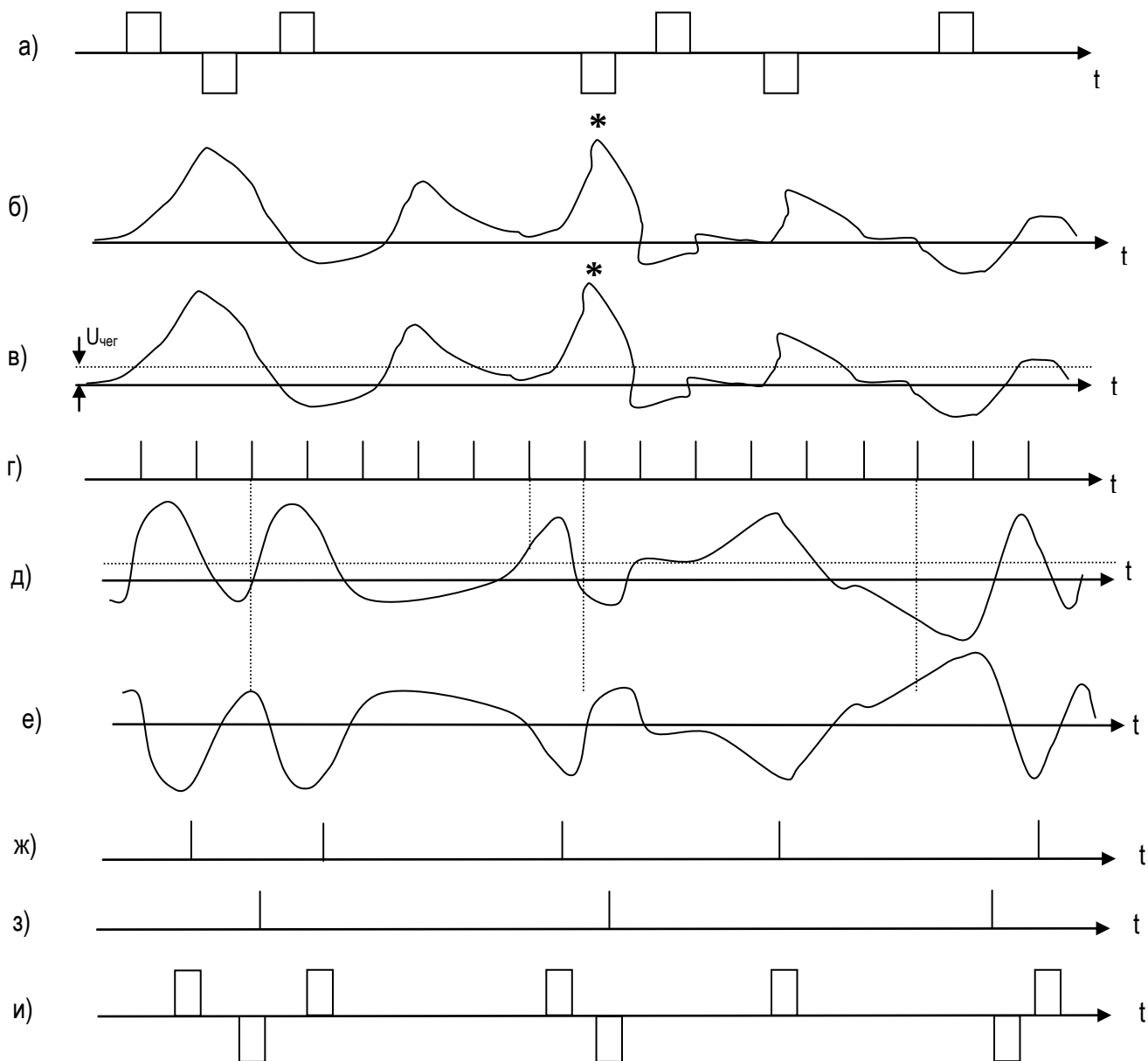
Рақамли сигнал, алоқа линиясидан ўтганда пасаяди ва унга яна шовқин таъсир қилади. Бу эса импульсларнинг шаклини ва давомийлигини ўзгартиради, амплитудасини пасайтиради, вақт бўйича тасодифий сурилишга олиб келади. Шунинг учун ҳам ИКМли тизимларнинг рақамли линия трактидаги рақамли сигналларни қайта тиклаш учун маълум бир масофалардан кейин регенераторлар жойлаштирилади.

Рақамли сигналларни регенерациялаш жараёнида қуйидаги асосий операциялар бажарилади (6.3-расм):

- қайта тикланувчи импульсларнинг амплитудаси кучайтирилади ва уларни шакли соzланади;
- соzланган импульслар таъқиб қилинади (бундай ҳолда таъқиб қилиш натижасида шундай шароит яратиладики, чиқишдаги импульслар фақатгина вақтнинг маълум бир лаҳзаларидагина шаклланади);
- таъқибдан кейин олинган импульс амплитудаларининг қийматлари эталон (чэгара) қиймат билан солиштирилади;
- берилган параметрларга эга бўлган янги импульслар шаклланади.

Энди 6.3-расмда кўрсатилган регенератор ишининг вақт бўйича диаграммасини қараб чиқамиз. Фараз қилайлик, регенератор сектсиясининг киришида, яъни олдинги регенератор чиқишидаги рақамли сигнал 6.4-а расмдаги кўринишга эга. Линия участкасидан ўтгандан кейин регенератор киришига бузилган ва маълум бир муддатга кечиккан сигнал берилади. Линия трансформатори орқали бу сигнал (6.4.б-расм) линия соzлагичи киришига берилади. Бу соzлагич таркибига сунъий соzловчи линия, автоматик сатҳ бошқариш қурилмаси (АСБ), соzловчи кучайтиргич схемаси киради. (6.4-расмда кўрсатилган). АСБ қурилмасида импульслар шаклини соzлаш тўлиқ ёки қисман амалга оширилади. Бу символларни регенерациялашда хатолик ехтимол-лигини пасайтиради. Линия соzлагичи чиқишида шаклланган сигналнинг кўриниши 6.4.в-расмда кўрсатилган. Линия соzлагичининг чиқишига трансформатор орқали тактли частотани ажратувчи блок уланган. Бу блокнинг чиқишида қисқа таъқиб импульсларининг кетма-кетлиги шаклланади. Бу импульслар кириш символларига нисбатан шундай фазаланадики, қаерда кириш символларининг амплитудаси катта бўлса, шу ери тактли импульсларнинг ўртасига тушиб қолади. Бу ҳам, ўз навбатида регенерациялаш жараёнида хатолик ехтимоллигини камайишига олиб келади.

Таъқиб импульслари (6.4.г-расм) ҳал қилувчи қурилма ($X\bar{K}K_1$ ва $X\bar{K}K_2$)ларга берилади. $X\bar{K}K_2$ га бундан ташқари трансформатор орқали чэгара кучланишини шакллантиргичи ишлаб чиқарган чэгара кучланиши ҳам тушади (6.4.д,е-расм). Энг охирида тўғрилагич жойлашган, у доимий кучланишни ишлаб чиқаради. Бу кучланиш линия соzлагичи чиқишидаги импульсларнинг ярим амплитудасига тенг.



6.4-расм. Регенераторнинг вақт бўйича ишлаш принципи

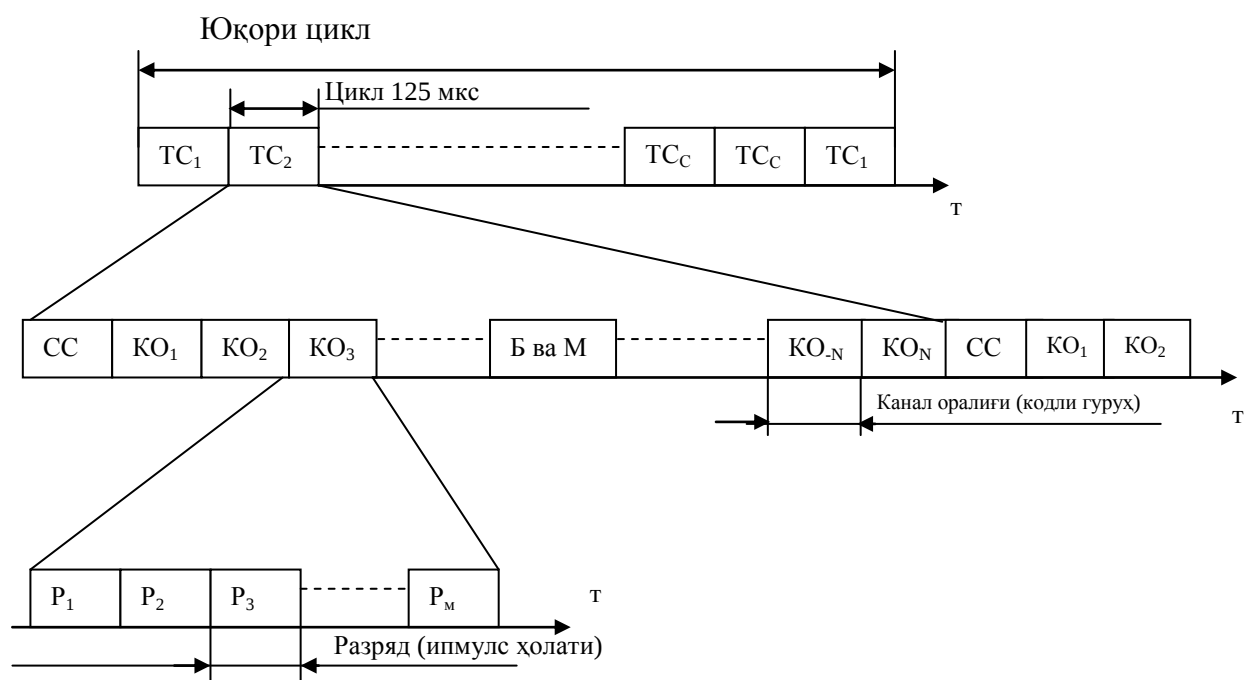
Автоматик сатҳ бошқариш тизими линия созлагичи чиқишидаги импульс амплитудасини созлаганлиги сабабли ҳал қилинган чэгара ўзгаришсиз қолади. ХҚҚда тушаётган символларнинг ҳар бир тактидаги таъқиб импульслари ХҚҚга тушган лаҳзага, кириш сигнали мусбат кутбга эга бўлса (яъни линия созлагичи чиқишидаги сигнал ва чэгара кучланиши орасидаги фарқ мусбат бўлади) унда ХҚҚ чиқишида, мос келувчи чиқиш импульслари шакллантиргичи (ЧИШ) киришига шаклланган импульслар тушади (6.4.ж,з-расм). Агар кўрсатилган фарқ манфий бўлса, унда ХҚҚ чиқишида импульс шаклланмайди. ЧИШга ХҚҚ дан импульслар тушганда,

амплитудаси ва давомийлиги тактли частотага эга бўлган импульснинг стандарт кўриниши шаклланади.

ЧИШ₁ ва ЧИШ₂ линияга дифференциал трансформатор орқали уланганлиги сабабли (6.2-расм), ЛТР₂ чиқишидаги импульслар ҳар хил кутбга эга.

Регенераторнинг ишлаш принциpidан кўриниб турибдики қачонки, шовқин қийматлари чэгара кучланишидан юқори бўлса, регенерациялашда хатолик юзага келади.

ИКМли рақамли узатиш тизмларининг цикл ва юқори циклларининг вақт бўйича диаграммаларининг тузилиш принципи қуйидаги 7.2-расмда кўрсатилган.



7.2-расм Цикл ва юқори циклнинг вақт бўйича диаграммаси

Одатда битта циклда битта ёки иккита каналнинг Б ва М сигнали берилади. Шундай қилиб, барча (N) каналнинг Б ва М сигналларини узатиш учун юқори циклда бирлаштирувчи N ёки N/2 цикл талаб қилинади. Юқори циклларда бундай циклларни бирлаштирилиши Б ва М сигналларни узатиш учун лозим бўлган каналлар сонини ташкил қилиш ва қабул қилувчи қисмда бу сигналларни тўғри тақсимлаш учун лозим. Юқори циклнинг биринчи қисмида одатда юқори қиклли синхронизациянинг синхросигнали (СС) узатилади, Б ва М эса узатилмайди. Шундай қилиб юқори цикллар таркибидаги циклларнинг умумий сони, Б ва М сигналларини узатиш учун мўлжалланган барча каналлар сонидан битта кўп. Гуруҳли ИКМ сигналнинг узатиш тезлиги, тизимнинг тактли частотаси: $f_t = f_d \cdot N \cdot m$ орқали аниқланади, бу ерда: f_d -дискретизациялаш частотаси; N- каналлар сони; m-разрядлар сони. Цикл 32 канал оралиғидан ташкил топган бўлиб, шундан 30 таси

асосий ахборотли сигналларни узатиш учун, қолган 2 таси хизмат ахборотларини узатиш учун қўлланилади (ИКМ-30 узатиш тизими учун). $F_d=8$ кГц эканлигини ҳисобга олсак, бу тизимнинг тактли частотаси $f_T=8 \cdot 32 \cdot 8$ кГц.

8. ПЛЕЗИАХРОН РАҚАМЛИ ИЕРАРХИЯ

8.1. ИКМли рақамли узатиш тизимларининг иерархияси ва уларга бўлган талаблар

Иқтисодий ривожланган давлатларда рақамли узатиш тизимларини жалб этиш 70-йиллардан бошланди. Рақамли узатиш тизимларини қўллашдан асосий мақсад телефон станциялари орасида кўп жуфтлик электр кабеллар асосида боғловчи линиялар ҳосил қилишдан иборат. Чунки рақамли узатиш тизимлари аналог узатиш тизимларига қараганда шовқинга бардошли еди. Рақамли узатиш тизимларида сигналларни узатиш учун импульс кодли модулятсия (ИКМ) қўлланилади ва улар плезиахрон рақамли иерархия (PDH) тизимлари деб ном олган. Импульс кодли модулятсияда аввал таъкидлаб ўтганимиздек аналог сигналлар олдин вақт бўйича дискретланади, сўнгра амплитуда бўйича квантланади ва амплитуданинг квантланган қийматлари иккилик код ёрдамида кодланади. Телефон сигналининг максимал частота спектри 3,4 кГцни ташкил қилади, мувофиқли сигнални қайта тиклаш учун эса дискрет импульслар частотаси икки баробор катта, яъни дискретизация частотаси 8 кГц бўлиши керак. Нутқ сифатини қониқтириш учун амплитуданинг $256=2^8$ дискрет сатҳлари йетарли ва ушбу сатҳларнинг ҳар бири 8 бит ёки 1 байтга тенг бўлган кодлар комбинациясига алмаштирилади, шундай қилиб, стандарт телефон сигналининг ИКМ усулида узатиш учун 8 бит 8 кГц=64 кбит/с тезлик керак бўлади. Тезлиكنинг ушбу қиймати барча рақамли иерархиялар учун Бошланғич (нолинчи) сатҳдир. Шунини таъкидлаш керакки, циклларни қайтарилиш частотаси 8 кГц, цикл узунлиги 125 мксга тенг ва бу юқори тартибдаги PDH тизимларини қуришда ва синхрон рақамли иерархия (SDH)га ўтишда ҳам сақланиб қолади.

PDH иерархиясида рақамли тизимларнинг тузилиши қуйидаги талабларга жавоб бериши лозим:

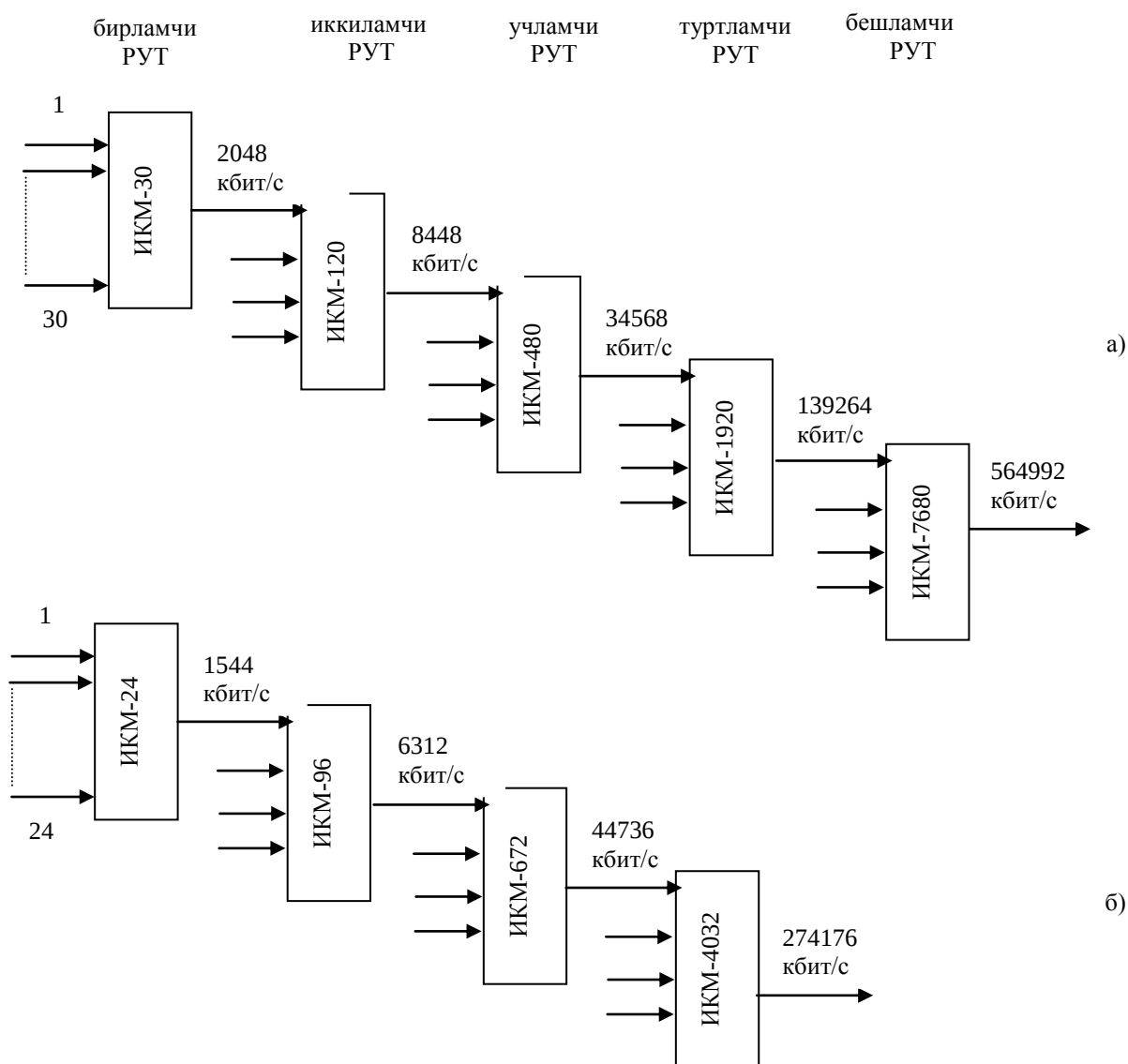
- аналог ва дискрет сигналларни барча кўринишини узатишни таъминлаш;

- мавжуд бўлган ва келгусидаги алоқа линияларини характеристикаларини назарда турган ҳолда узатиш тизимининг параметрларини танлаш;

- узатиладиган сигналларни оддий ҳолатда бирлаштириш, ажратиш ва транзит ҳосил қилиш имконияти.

РУТларининг иерархия усулида тузилиши, канал ҳосил қилувчи қурилмаларни такомиллаштириш, тайёрлаш жараёнини энгиллаштириш, техникасидан фойдаланувчи қурилмаларни яратиш имконини беради. Ҳозирги пайтда РУТларнинг икки иерархия тури кенг тарқалган: Европа ва

Шимолий Америка. Европа иерархияси ИКМ-30 туридаги бирламчи рақамли узатиш тизимларига асосланган. Бунда аналог-рақамли қурилма ҳар бирининг ўтказувчанлик қобилияти 64 кбит/с га тенг бўлган 30 та канални шакллантиради. Гурухли сигнални узатиш тезлиги 2048 кбит/с га тенг. Анча юқори бўлган сатҳдаги РУТларнинг гурухли сигналларини шакллантиришда, рақамли оқимларни вақтли бирлаштириш усули қўлланилади.



8.1-расм РУТ иерархиясининг турлари

Бундай оқимлар паст сатхли РУТларнинг қурилмаларида шаклланади. 8.1-расмдан кўриниб турибдики, иерархиянинг барча поғоналари учун бирлаштириш коэффиценти 4 га тенг. Худди шунга ўхшаган ҳолда шимолий Америка иерархияси ҳам тузилади, фақат унда бирламчи РУТ сифатида ИКМ-24 қўлланилади ва иерархиянинг турли поғонаси учун

бирлаштириш коэффиценти ҳар хил. Юқоридаги икки иерархия, плезиахрон рақамли иерархия номини олган. Бундай иерархияда рақамли оқимларни бирлаштириш асинхрон усулда амалга ошади, яъни рақамли оқимларни тезлиги бир-бирисидан озгина бўлса-да, фарқ қилади. Бундай ҳолатда оқимларни бирлаштириш учун тезликларни созлаш амалга оширилади. Охирги йилларда синхрон рақамли иерархияга тегишли юқори кўрсаткичига эга бўлган тизимлар кенг тарқалмоқда. Бу плезиахрон рақамли иерархиянинг камчиликлари билан боғлиқ. Чунки тармоқ ривожлана борган сари тармоқни назорат қилиш ва бошқариш муаммолари юзага келди ва ушбу рақамли узатиш тизимларини такомиллаштириш ейтиёжи тујилди.

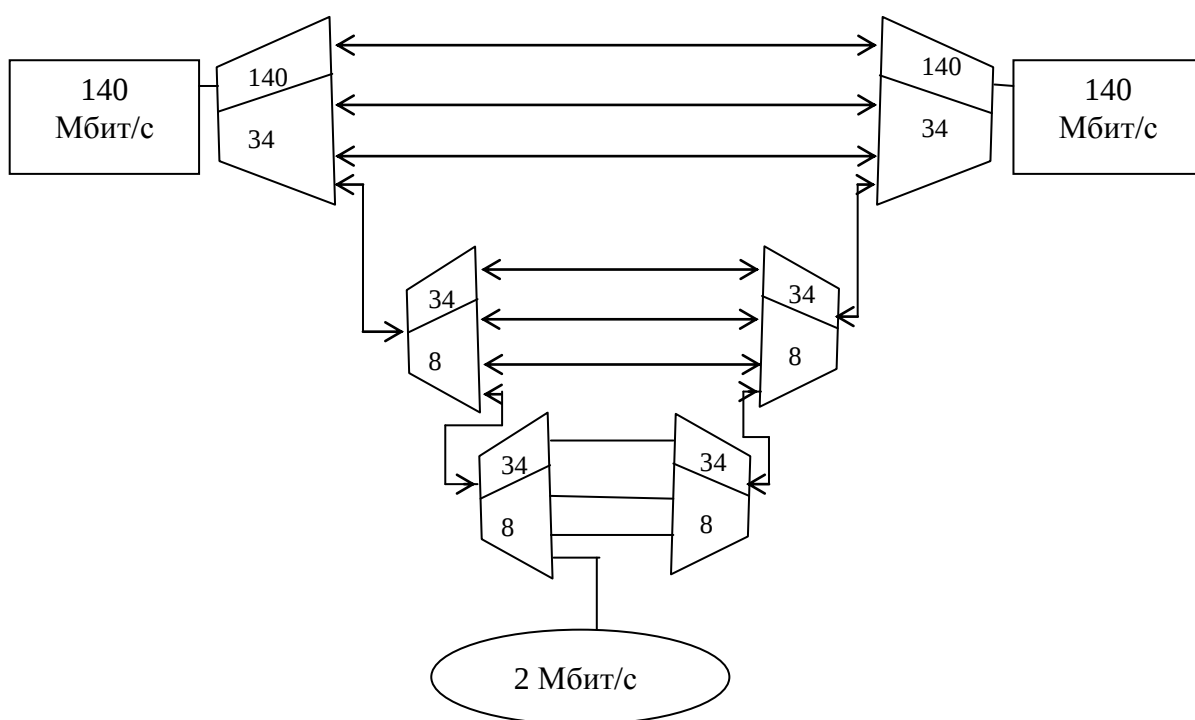
8.2. PDH тизимларининг камчиликларини

Енди PDH тизимларининг камчиликларини кўриб чиқамиз:

- плезиохрон рақамли иерархия тизимларининг узатиш тезликлари 2048, 8448, 34368, 139264 кбит/сга тенг;
- биринчи ва бошқа сатҳдаги рақамли оқимларни бирлаштиришда тезликларни созлаш учун қўшимча битлар қўлланилади. Бундай мултиплексорлаш кўп каналли юқори тезликли сигналларни ҳосил қилишни қийинлаштиради;
- PDH тизимларида юқори тезликли рақамли оқимдан паст тезликли рақамли оқимни тўғридан-тўғри ажратиб олиш имкони йўқ. Бунинг учун линия сигналини бир неча бор ўзгартириш керак. Буларни амалга ошириш учун бир қанча мултиплексорлар тўплами керак бўлади. Бу эса, ўз навбатда, тизимни эксплуатация қилишни, ишмат кўрсатишини қийинлаштиради ва узатиладиган ахборот сифатига таъсир кўрсатади. Масалан 140 Мбит/с тезликдаги рақамли оқимдан 2 Мбит/с тезликдаги рақамли оқимни ажратиш жараёнини кўриб чиқайлик (8.2-расм). Бунинг учун 140 Мбит/с тезликли рақамли оқим MUX-140 мултиплексори орқали, 34 Мбит/с тезликли рақамли оқимларга ажратилади. Сўнгра бу сигнал MUX-34 орқали 8 Мбит/сек тезликли рақамли оқимларга ажратилади. Ниҳоят MUX-8, орқали 2 Мбит/с тезликли рақамли оқимга ажратиб олиш мумкин. Агар 2 Мбит/с тезликли рақамли оқимни юқори тезликдаги рақамли оқимга бирлаштирмоқчи бўлсак, яна бир неча марта худди шу жараённи тескарисини амалга ошириш лозим. Бу эса, ўз навбатида ускунавий қийинчиликларни, синхронизация муаммоларини юзага келтиради ва хатоликларни келиб чиқишига сабаб бўлади;
- рақамли коммутация учун керакли бўлган синхронизация биринчи сатҳдаги сигналлардагина бажарилади, юқори сатҳдаги рақамли сигналлар синхрон емас;
- PDH тизимлари турли типдаги кабеллар, асосан мис ўтказгичли кабелларни қўллаш учун мўлжалланган. Линия трактидаги узатиш тезлиги ва кодлар, кабелнинг ишлаш шартини белгилайди. Бу

параметрлар стандартлашмаган ва турли ишлаб чиқарувчиларда турличадир;

- тизимда кўпгина ўзгартиришлар (блокларни ўзгартиришлар ёки ёқиб улашлар) кўл ёрдамида амалга оширилади;
- бошқарув ва назорат қилиш қийин, бунинг учун қўшимча бошқарув тармоғи ва тизимни ташкил қилиш керак;
- PDHнинг яна бир асосий камчилиги, тармоқни автоматик назорат қилиш ва бошқарувнинг деярли йўқлиги. Буларсиз юқори сифатли хизмат кўрсатувчи ишончли тармоқни ташкил қилиш мумкин эмас. PDHда унча катта бўлмаган ҳажмда бундай воситалар мавжуд, лекин улар стандартлашмаган. Шу сабабли ҳар хил ишлаб чиқарувчилар томонидан яратилган назорат ва бошқарув тизимлари бир-бири билан чиқиша олмайди.



8.2-расм. PDH асосидаги схемада 140 Мбит/с тезликли рақамли оқимдан 2 Мбит/с тезликли рақамли оқимни ажратиш усули

8.3. PDH да синхронизация ва бошқариш муаммолари

Каналларни вақтли ажратиш ва ИКМли мултиплексорлашга асосланган, аналогдан рақамлига ўтиш билан боғлиқ бўлган телекоммуникациянинг янги технологиялари охириги йилларда зудлик билан ривожлана бормоқда. Рақамли усулларни қўллаганда мултиплексор киришдаги кетма-кетликларни "тайм-слот" (слот-вақтли оралик, цикл) шаклланган бир хил номланувчи "n" блоклар бўйича (бит, байт, бир неча байтлар) такрорланувчи гуруҳлардан ташкил топган битта чиқишда

шакллантиради, яъни мултиплексорларнинг асосий вазифаси (мултиплексорлаш алоқачилар тилида зичлаштириш деган маънони англатади) киришдаги ҳажми бўйича кичик бўлган бир неча алоқа каналларини, чиқишдаги битта алоқа каналига узатиш учун катта ҳажмли битта каналга бирлаштиришдан иборат. Агар киришдаги сигнал сифатида узатиш тезлиги 64 кбит/сга тенг бўлган DSO асосий рақамли каналлар (АРК)дан фойдаланилса, унда битта мултиплексор ёрдамида амалда $n \times 64$ кбит/сга тезликка эга бўлган оқимларни шакллантириш мумкин. Шундай бир нечта мултиплексорларни қўллаш орқали талаб қилинган сатҳгача, талаб қилинган каналлар сонини берувчи рақамли иерархияни ташкил қилиш мумкин. Бундай учта иерархия 80-йиларда ишлаб чиқилган еди. АҚШ ва Канадада қабул қилинган битта иерархияда, асосий рақамли канал сигналининг узатиш тезлиги сифатида 1544 кбит/с ($n=24$ та, тезлиги 64 кбит/с)ли телефон каналлари қўлланилади. Японияда қабул қилинган иерархияда асосий рақамли каналнинг тезлиги учун худди шу тезликдан фойдаланилади. Европа ва Жанубий Америкада қабул қилинган учинчи иерархияда, асосий рақамли канал сигналининг узатиш тезлиги 2048 кбит/с деб қабул қилинган (ТЧ каналлар сони $n=32$ тенг, умуман олганда $n=30$), яъни бунда ахборотли каналлар сифатида тезлиги 64 кбит/с бўлган 30 та ТЧ канал ва 64 кбит/сга 2 та сигнализация канали, бошқариш учун қўлланилади. Қуйидаги 8.1-жадвалда Америка (АС), Япония (ЯС) ва Европа (ЕС) иерархияларининг узатиш тезликлари кўрсатилган.

8.1-жадвал

Рақамли иерархия сатҳи	Турли иерархия схемаларига мос келувчи узатиш тезликлари		
	АС: 1544 кбит/с	ЯС: 1544 кбит/с	ЕС: 2048 кбит/с
0	64	64	64
1	1544	1544	2048
2	6312	6312	8448
3	44736	32064	34368
4	-	97728	139264

Учта иерархияни бир вақтда параллел ривожланиши дунёда глобал телекоммуникацияни ривожланишини амалга ошира олмади.

Бундан ташқари, рақамли оқимларнинг тезлигини тенглаштириш учун қўшимча битлардан фойдаланишга тўғри келди. Яна бир мураккаб томони шундан иборатки, тармоқда оқимларни назорат қилиш ва бошқариш мақсадида измат каналларини ташкил қилиш имкониятининг сустлиги ва тармоқда берилганларни узатиш учун жуда муҳим бўлган пастки мултиплексорланган оқимларни маршрутизатор воситаларини тўлиқ йўқлиги. Чунки стандартда сарловха учун лозим бўлган меъёргаги маршрутлаштириш қараб чиқилмаган. Бундай махсус маршрутизатор воситаларининг йўқлиги натижасида, РДНнинг фрейм ва мултифреймларини шаклланиш жараёнида хатоликларни юзага келиши ошади ва ахборотларни

йўқолишига олиб келади. Натижада узатиш тизимлари орасидаги синхронизация бузилиши мумкин ва ахборотларни узатиш имконияти бўлмайди.

PDH тизимлари ўзларининг қатор камчиликлари билан ҳозирги замон талабига жавоб бера оладиган тармоқлар яратишга имкон бермайди. Шу сабабли синхрон рақамли иерархияга ўтиш ушбу муаммоларни ечишда катта аҳамият касб этади.

Назорат саволлари

1. РУТ ларнинг шахсий қурилмалари ҳақида тушунча беринг.
2. РУТларнинг гуруҳли қурилмалари ҳақида тушунча беринг.
3. РУТ ларнинг цикли қандай тузилади?
4. ИКМ ли РУТ ларнинг иерархияси ҳақида маълумот беринг.
5. Плезиахрон рақамли иерархиянинг хусусиятлари нимадан иборат?
6. PDH да рақамли оқимлар қандай ажратиб олинади?
7. PDH ни камчилиги нимадан иборат?
8. Мультиплексорнинг вазифаси нимадан иборат?
9. Қандай иерархия турларини биласиз ва уларни тезликлари қандай?
10. Нима учун бу учта иерархия алоҳида кенг тарқалмаган?

АДАБИЁТЛАР

1. Н.Н. Баева. Многоканальная электросвязь и РРЛ. М.: Радио и связь, 1988.
2. Многоканальные систем передачи. Под редакцией Н.Н. Баевой и В.В. Гордиенко. М.: Радио и связь, 1997.
3. Ю.В. Скалин, А.Г. Бернштейн, А.Д. Финкевич. ТСифровые систем передачи. М.: Радио и связь, 2002.
4. Н.Н. Слепов. Современные технологии тсифровых оптоволоконных сетей связи. М.: Радио и связь, 2002.

МУНДАРИЖА

СЎЗ БОШИ

Кириш

1. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ УЗАТИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ТУЗИЛИШ АСОСЛАРИ	
1.1. Асосий таъриф ва тушунчалар.....	6
1.2. Алоқа тармоқларининг тузилиш принциплари.....	7
1.3. Сигналлар. Бирламчи сигналлар ва уларни узатиш сатҳлари	9
1.4. Сигналнинг параметр ва характеристикалари.....	11
2. КАНАЛ СИГНАЛЛАРИНИ АЖРАТИШ ПРИНЦИПЛАРИ. ТОВУШ ЧАСТОТАЛИ КАНАЛЛАРНИНГ АСОСИЙ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ	
2.1. Канал сигналларини частота бўйича ажратиш принципи.....	14
2.2. Канал сигналларини вақт бўйича ажратиш принципи.....	16
2.3. Товуш частотали (ТЧ) канал, унинг характеристикалари.....	18
2.4. Сигналларни икки томонлама узатиш.....	22
2.5. Дифференциал қурилма (ДҚ).....	24
2.6. Икки томонлама канал мувозанати.....	26
2.7. Сатҳ диаграммаси.....	28
3. КАНАЛЛАРИ ЧАСТОТА БЎЙИЧА АЖРАТИЛГАН УЗАТИШ ТИЗИМЛАРИ	
3.1. Каналлари частота бўйича ажратилган узатиш тизимларида канал сигналларининг шаклланиши.....	30
3.2. Частоталарни кўп марта ўзгартириш принципи.....	33
3.3. Каналлари частота бўйича ажратилган кўп каналли узатиш тизимларининг линия трактида ва каналларида ҳосил бўлувчи шовқинлар.....	35
3.3.1. Шовқинларнинг турлари.....	35
3.3.2. Шовқинларни баҳолаш ва уларни меъёрлаштириш.....	36
3.4. Чизиқли ўзаро ўтувчи шовқинлар ва улар билан курашиш усуллари.....	38
3.5. Канал ва тарактларда сигналларнинг бузилиши.Бузилишларни келиб чиқиш сабаблари.....	40
3.5.1. Чизиқли бузилишларнинг синфлари.....	42
3.5.2. Автоматик сатҳ бошқариш (АСБ) қурилмаси.....	42
3.6. Магистрал, минтақавий ва ички тармоқларда қўлланиладиган, каналлари частота бўйича ажратилган узатиш тизимлари.....	45
3.6.1. Магистрал ва минтақавий тармоқларда қўлланиладиган, каналлари частота бўйича ажратилган узатиш тизимлари.....	45

3.6.2. Маҳаллий тармоқларда қўлланиладиган узатиш тизимлари.....	47
4. КАНАЛЛАРИ ВАҚТ БЎЙИЧА АЖРАТИЛГАН УЗАТИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ТУЗИЛИШ ПРИНЦИПИ	
4.1. АИМ сигналининг хусусиятлари.....	50
4.2. Импульсли-кодли модулятсия. Текис ва нотекис квантлаш. Кодловчи қурилмаларнинг тузилиши.....	52
4.2.1. Текис квантлаш.....	55
4.2.2. Нотекис квантлаш.....	57
4.2.3. Нотекис квантлаш шкаласига эга бўлган кодер ва декодерлар.....	60
5. РАҚАМЛИ УЗАТИШ ТИЗИМЛАРИДА СИНХРОНИЗАЦИЯ	
5.1. Рақамли узатиш тизимларида тактли, цикли, юқори цикли синхронизация.....	67
5.2. Синхросигнал қабул қилгичи.....	68
6. РАҚАМЛИ УЗАТИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ЛИНИЯ ТРАКТИ	
6.1. Линия тракти бўйлаб рақамли сигналларни узатиш хусусиятлари.....	71
6.2. Сигналларни регенрациялаш. Регенераторларнинг тузилиш схемаси...	73
7. РАҚАМЛИ УЗАТИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ОХИРГИ СТАНЦИЯСИНИ ТУЗИЛИШИ	
7.1. Импульс кодли модулятсияга эга бўлган рақамли узатиш тизимларининг охирги станциясининг тузилиши.....	78
7.2. Импульс кодли модулятсияга эга бўлган рақамли узатиш тизимларининг цикли ва юқори циклининг тузилиши.....	81
8. ПЛЕЗИАХРОН РАҚАМЛИ ИЕРАРХИЯ	
8.1. ИКМ ли рақамли узатиш тизимларининг иерархияси ва уларга бўлган талаблар.....	82
8.2. PDH тизимларининг камчиликлари.....	84
8.3. PDH да синхронизация ва бошқариш муаммолари.....	85
АДАБИЁТЛАР.....	88

