

**ЎЗБЕКИСТОН АЛОҚА ВА АХБОРОТЛАШТИРИШ АГЕНТЛИГИ
ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

**Телекоммуникация узатиш
tizimlari kafedrasi**

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

Тошкент-2007

Муаллифлар: Р. Н. Раджапова, Р.К. Атаметов, Г.Д. Ахмедова
Терувчилар: Ж.Б. Хорунов, Н.М. Гулямов

Телекоммуникация узатиш тизимлари. ТАТУ. Тошкент 2007, 91 -бет

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 кундузги ва сиртдан таълим олувчи талабаларга мулжалланган.

СЎЗ БОШИ

Ушбу ўқув қўлланма, «Телекоммуникация узатиш тизимлари» дастури бўйича ёзилган бўлиб, 5522200 йўналиши бўйича таълим олувчи талабаларга мўлжалланган.

Ўқув қўлланма, каналлари частота бўйича ажратилган ва каналлари вақт бўйича ажратилган узатиш тизимларига тегишли бўлган кенг кўламдаги саволларни ўз ичига олган. Биринчи навбатда бу саволлар аналог ва рақамли тизимларнинг тузилиши, шаклланиш усуллари, уларнинг асосий характеристика ва параметрларини, кўп каналли сигналларни узатиш, кўп каналли узатиш тизимлари аппаратураларининг асосий функцияларини бажарувчи тугунларини қўллашга тегишлидир.

Ҳозирги пайтда алоқа қурилмалари, ишлаб чиқариш жараёнларининг ажралмас қисми бўлиб қолган. Замонавий алоқа тизимлари узатиладиган ахборотларни нафақат зудлик билан қайта ишлашни, балки бу функцияларни бажаришда анчагина иқтисодий усулларини таъминлашни ва сигнални сифатли даражада узатишни ҳам кафолатлаши лозим. Бунинг учун сигналлар қайси усулда узатилиши, уларнинг характеристика ва параметрлари меъёри жуда катта аҳамиятга эга. Ўқув қўлланманинг кейинги қисмларида замонавий технологиялар, телекоммуникация узатиш тизимларининг техникасидан фойдаланиш ҳақидаги маълумотлар ёритилган.

КИРИШ

Хурматли талаба!

Ўзбекистоннинг мустақиллик йиллари давомида жамиятимиз ҳаётида жуда кўп ўзгаришлар содир бўлди. Бугунги кунда иқтисодиёт, телекоммуникация соҳасида, ахборот тармоқлари олдида турган вазифалар ва мақсадлар тубдан ўзгарди.

Ўзбекистонда макро иқтисодиёт ва молиявий барқарорлик ўрнатилди, иқтисодиётнинг самарадор етакчиси сифатида олинган телекоммуникация соҳасида такомиллаштириш ва техник жиҳатдан қайта қуриш ишлари амалга оширилмоқда. Ушбу соҳани янада ривожлантириш учун зарур бўлган барча шарт–шароитлар яратилган. Жаҳон ахборот–телекоммуникация майдонида интеграциялаш ишлари амалга ошириляпти.

Республикада глобал ахборот тизимлари ва технологияларининг кенг камровли миллий ахборот тизимига киришни шакллантиришга алоҳида еътибор қаратилган, бу эса ўз навбатида ХХІ асрда мамлакатнинг ўсишида ҳал қилувчи вазифа ҳисобланади.

Маълумот узатиш миллий тармоғининг ривожланиши давом етмоқда. Умумий фойдаланишга мўлжалланган телефон тармоғини такомиллаштириш ва қайта таъминлаш ишлари амалга ошириляпти, шунингдек ахборот ресурслари шакллантирилмоқда, электрон ҳужжатлардан фойдаланиш, электрон тижорат, масофадан маълумотларни бошқариш, мултимедия, телеконференция, IP – телефонлаштириш каби хизматларни ўз ичига олган замонавий ва истиқболли телекоммуникация хизматлари доираси кенгаймоқда.

Ўзбекистон Республикасининг кўплаб халқ хўжалиги соҳаларида ёппасига замонавий ахборот технологияларини йўлга қўйиш ишлари амалга оширилмоқда. Кўплаб хорижий ваколатхоналар, қўшма корхоналар ва фирмаларнинг очилиши мустақил давлатимизнинг телекоммуникация соҳасини зудлик билан ривожланишининг яққол далилидир. Телекоммуникацияни бундан ҳам ривожлантириш, тез суръатда иш олиб бориш шароитларини яхшилаш учун сифатли технологияларни қўллаш, замонавий телекоммуникация воситаларига асосланган алоқа тармоғини яратиш ва унда жаҳон андозалари даражасидаги сифатли хизматларга эга бўлиш учун Республикамизда барча шароитлар яратилмоқда.

Замонавий технологияларнинг ютуқлари жамиятни компьютерлаштириш ҳисобига, ҳозирги кунда ҳаётимизнинг барча соҳаларида ўзгаришлар содир бўлмоқда. Бугунги кунда глобал компьютер тармоғи кўплаб бирлашган корпоратив ва локал тармоқларни ташкил қилади. Шунга қарамасдан алоқа соҳасида ишловчи барча мутахассисларга маълумки охириги пайтда ахборотларни узатиш ҳажмининг ошиши, мавжуд бўлган

имкониётли каналларнинг ўзатувчанлик қобилиятини етишмаслигига олиб келмоқда. Бу асосан интернет, видео, видеоконферентсия, электрон почта ва бошқа хизматларни пайдо бўлиши билан боғлиқ. Корпоратив тармоқларда бу муаммоларни юқори частотали узатиш каналларини арендага бериш йўли билан ҳал қилиш мумкин, лекин ҳонадон секторида ва кичик бизнес секторида бу муаммоларни ҳал қилиш қийинлашади. Бундай муаммоларни ҳал қилишда ҳозирги пайтда нафақат глобал телекоммуникация тармоқларида, балки абонент линияларида ҳам янги технологияларни қўллаш йўлга қўйилмоқда.

Юқоридагиларни ҳисобга олган ҳолда ушбу ўқув қўлланмада, алоқа тармоқларида қўлланиладиган аналог ва рақамли телекоммуникация узатиш тизимлари ҳақида тушунчалар берилган.

Телекоммуникация соҳасининг ривожланишини назарда тутган ҳолда ўқув қўлланманинг кейинги қисмларида замонавий технологиялар ва улардан техник фойдаланиш ҳақидаги маълумотлар ёритилади.

1. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ УЗАТИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ТУЗИЛИШ АСОСЛАРИ

1.1. Асосий таъриф ва тушунчалар

Алоқа, бу ахборот узатувчи манбадан қабул қилувчи манбагача бўлган жараён дур. **Ахборот** (хабар), маълумотлар тўплами (йиғиндисидан иборат. Муҳитдаги ҳақиқий ўзгаришда узатиладиган ахборотларнинг акс этиши **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 ҳақозолар. 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 чэгараланган, электромагнит сигналларни узатишни таъминловчи тарқалувчи муҳит ва техник қурилмалар йиғиндисига айтилади.

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 киради. 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 киради.

Радиолинияларда хабарлар очик муҳитда, радиотўлқинлар орқали узатилади. Ердаги радиореле линияларида детсиметрли ва қисқа тўлқинлар қўлланилади, сигналларни ретранслятсия қилиш эса ердаги қабул 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 қабул 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 узок 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 нарҳини 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.

1.2. Алоқа тармоқларининг тузилиш принтсиплари

Қишлоқ хўжалиги ва халқнинг турли соҳаларидаги талабларини кондириш учун мамлакатнинг исталган пунктлари орасида ҳар хил хабарларни узатиш мақсадида ягона автоматлаштирилган, ўзаро боғланган алоқа тармоқлари ташкил қилинади. Бу тармоқ, симли, радиорелели, фазовий ва бошқа узатиш алоқа линиялари бўйича барча электрик алоқа воситаларини техник жиҳатдан ташкил қилади ва бирлаштиради.

Алоқа тармоқлардаги барча уланишлар, тармоқ ҳолатининг назорати, ахборотларни узатиш учун йўл танлаш ва тармоқни бошқариш бўйича барча операциялар автоматлаштирилган бўлиши лозим. Канал ва трактларнинг параметрларига бўлган ягона, мустахкам меъёрлар алоқани юқори сифатлилигини ва чидамлилигини таъминлайди, бундан ташқари, шаҳарлараро алоқа тармоқларига чиқиш имконини беради. Шундай қилиб, ўзаро боғланган алоқа тармоқлари асосий узатиш каналлари ва асосий гуруҳли трактларнинг бирламчи тармоқларини ташкил қилувчи техник қурилмаларнинг мураккаб мажмуасидан иборат.

Бирламчи тармоқ, тармоқ тугунлари, тармоқ станциялари ва кўп каналли узатиш тизимларининг аппаратуралари, канал ва трактларнинг тармоқларини ташкил қилувчи узатиш линиясининг йиғиндисидан иборат. Бирламчи тармоқ бутун мамлакат ҳудудини ўз ичига олади ва магистрал, регионал, маҳаллий бирламчи тармоқларни бирлаштирган ҳолда учта сатҳли тузилишга эга.

Магистрал бирламчи тармоқлар мамлакатнинг бутун ҳудудида жойлашади ва ҳар хил регионал бирламчи тармоқларнинг асосий канал ва гуруҳли трактларини ягона автоматик коммутацияловчи тармоқларида ўзаро улайди. Турли ички регионал бирламчи тармоқлар бирор регион ҳудудида жойлашади. Регион ҳудуди маъмурий вилоят ёки республика чэгаралари билан мос тушади. Ҳар бир ички регионал бирламчи тармоқ, шу регионнинг турли маҳаллий тармоқларини асосий канал ва гуруҳли трактларини бири-бири билан ўзаро уланишини таъминлайди. Турли маҳаллий бирламчи тармоқлар шаҳар ёки қишлоқ территориясида ташкил қилинади ва шунга мос ҳолда **шаҳар ёки қишлоқ телефон тармоғи** дейилади. Минтақавий рақамларга мос келувчи территориядаги ички регионал ва маҳаллий бирламчи тармоқларнинг йиғиндиси регионал бирламчи тармоқларни ҳосил қилади.

Тугун тармоқлари одатда бир неча узатиш линиялари кесишган жойда ўрнатилади, шунинг учун улар орқали бирламчи тармоқларни бошқариш жараёнида ҳар хил узатиш линияларига тегишли бўлган узатиш каналлари ва трактларининг уланишини ва транзитларни амалга ошириш мумкин.

Бирламчи тармоқлар тузилишига мос ҳолда: магистралнинг барча тармоқ тугунлари биринчи синфли тугунлар, регионнинг барча тармоқ тугунлари иккинчи синфли тугунлар, барча маҳаллий тармоқ тугунлари учинчи синфли тугунлар каби белгиланади.

Тармоқ станцияларининг тармоқ тугунларидан фарқи мос келувчи бирламчи тармоқларнинг охириги нуқталари еканлигидир. Бирламчи тармоқнинг канал ва гуруҳли трактлари асосида иккиламчи тармоқлар

ташқил қилинади. Уларнинг ҳар бирини коммутациялаш станциялари, коммутациялаш тугунлари, абонентнинг охириги қурилмалари ва иккиламчи тармоқ каналларининг йиғиндиси деб фараз қилиш мумкин. Иккиламчи тармоқлар алоқанинг турига боғлиқ ҳолда телефон, телеграф, маълумотларни узатиш тармоғи, овозли ешиттириш ва телевизион тармоқлар деб ном олган. Иккиламчи тармоқлар асосида умумдавлат алоқа тизимлари ташқил қилинади (масалан, умумдавлат телефон алоқа тизимлари). Иккиламчи тармоқларнинг алоқа каналлари хабар турига боғлиқ ҳамда линияга боғлиқ ҳолда уларга телефон алоқа канали, телеграф алоқа канали, маълумотларни узатиш канали деган ном берилади. Бундан ташқари иккиламчи тармоқ турига боғлиқ ҳолда (канал қайси бирига тегишли бўлса) **шаҳарлараро, регионал ёки маҳаллий** деб аталади.

Иккиламчи тугун ва станциялар биргаликда, бирламчи тармоқларнинг мос келувчи тугун ва станцияларида жойлашади.

1.3. Сигналлар. Бирламчи сигналлар ва уларни узатиш сатҳлари

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 **детсибел (дБ)**, натурал логорифлар асосида ҳисобланган узатиш сатҳлари **непер (Нп)** деб аталади. Ҳозирги пайтда детсибелдан 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:

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

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

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

Агар $|Z_x| = |Z_0|$ бўлса, $P_k = P_k = P_T$ 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 дБк, дБк ва дБт деб белгиланади. Бу қийматлар $|Z| = 600 \text{ Ом}$ қаршиликда ажратиб олинади. Унда ҳисобланган сатҳлар нисбий деб аталади ва дБк, дБк ва дБт лар билан белгиланади:

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

$$P_{кo} = 20 \lg(U_x / U_k), \quad \text{дБ}$$

$$P_{кo} = 20 \lg(I_x / I_k), \quad \text{дБ}$$

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

$$P_k = P_{кo} + P_{к, \text{ўлчов}},$$

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

1.4. Сигналнинг параметр ва характеристикалари

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:

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

$U(t)$ - 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:

$$U_{\text{л}}(t) = U(t) - U(T).$$

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

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

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 $P_{\text{мах}}$, $U_{\text{к}}$ 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 флукуация шовқинларининг ўртача қувватига тенг: $P_{\text{мин}}=P_{\text{н ўр}}$. Айрим ҳолларда сигналнинг минимал қуввати, ($U_{\text{мин}}$) амплитудага эга бўлган синусоидал сигналнинг қувватига тенг. Замоनावий 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 ($P_{\text{макс}}$)ни, энг кичик оний қуввати ($P_{\text{мин}}$)га бўлган нисбатига айтилади. Сигналнинг бу характеристикаси сигналнинг оний қувватларини ўзгариш чегарасини аниқлайди. Одатда динамик диапазон логорифмик бирликларда акс эттирилади, яъни:

$$D_s = 10 \lg \frac{P_{\text{макс}}}{P_{\text{мин}}}, \text{ дБ}$$

Телефон сигналларининг динамик диапазони 40 дБдан, факсимил сигнал учун -25 дБдан, телевизион овозли эшиттириш сигнали учун эса -40дБ дан 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 диапазонини чегарасини белгилаш мумкин. Бундай диапазонлар 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 ($0-\Phi_{\text{макс}}$) импульс

давомийлигига яъни узатиш тезлигига боғлиқ. (Φ_{\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. Φ_{\max} частотаси узатилган тасвир характериға, тезлигига (v) ва развёртка қадамиға (δ) боғлиқ ва $\Phi_{\max}=0,5$ В/ δ 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 қатор учун телевизион сигналининг юқори частота спектри 6 мГцни, паст частотаси эса 0 Гцни ташкил етади. Шундай қилиб телевизион эшиттиришларининг сигнал частотасини спектри 0 Гцдан -6 мГц гача ораликни ташкил қилади.

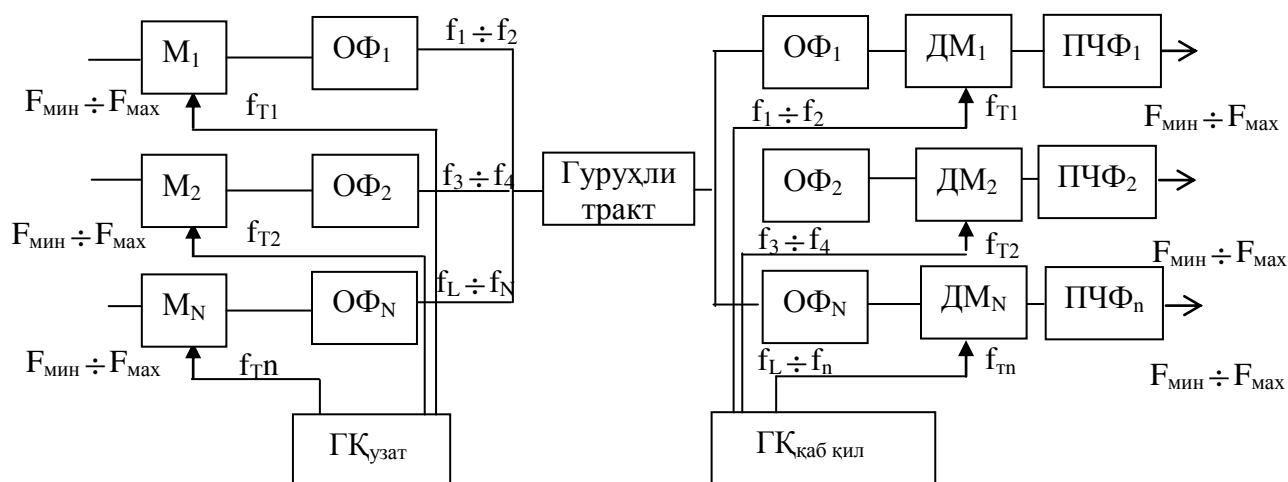
Назорат саволлари

1. Алоқа, ахборот дэганда нимани тушунасиэ?
2. Узатиш канали ва узатиш тизими деб нимаға айтилади?
3. Узатиш муҳити сифатида қандай линиялардан фойдаланилади?
4. Алоқа тармоқлари қандай тузилади?
5. Бирламчи алоқа тармоқлари қандай тузилади?
6. Иккиламчи алоқа тармоқлари қандай тузилади?
7. Қандай узатиш сатхларини биласиэ?
8. Агар ўлчанаётган х нуқтада сигналнинг қувват, кучланиш ва ток бўйича ҳақиқий узатиш сатхлари маълум бўлса унда шу нуқтадаги қувват, кучланиш ва ток қандай аниқланади?
9. Сигналнинг динамик диапозони дэганда нимани тушинасиэ ва у қандай аниқланади?
10. Сигнал характеристикалари ва канал хусусиятлари орасида қандай боғланиш бор?

2. КАНАЛ СИГНАЛЛАРИНИ АЖРАТИШ ПРИНЦИПЛАРИ

2.1. Канал сигналларини частота бўйича ажратиш принципи

Кўп каналли узатиш тизимларини тузишда частотавий ва вақт бўйича ажратиш усулларидадан 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.

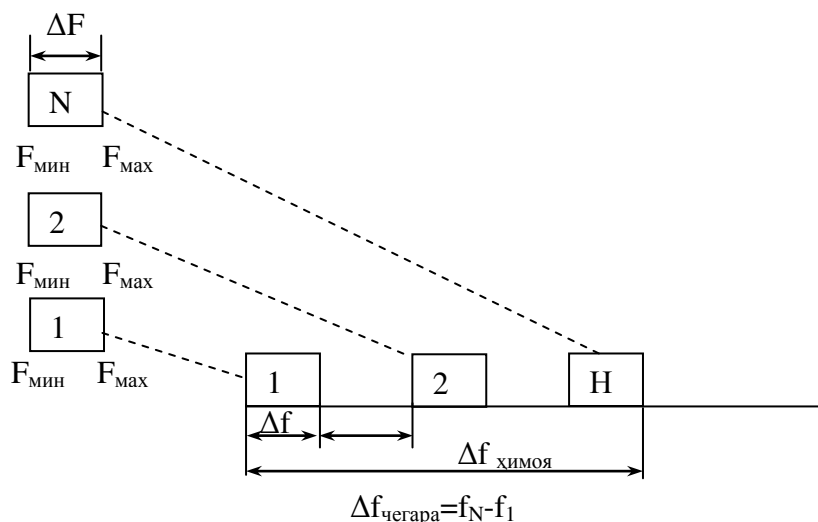


2.1-расм. Каналлари частота бўйича ажратилган кўп каналли узатиш тизимларининг тузилиш схемаси

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 $O\Phi_1 \dots O\Phi_n$ оралиқ филтрлари орқали амалга оширилади.

Бундан ташқари модулятсиялаш натижасида ҳосил бўлган, узатишда қўлланилмайдиган кераксиз маисулотларни пасайтиришда филтрдан фойдаланилади.

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



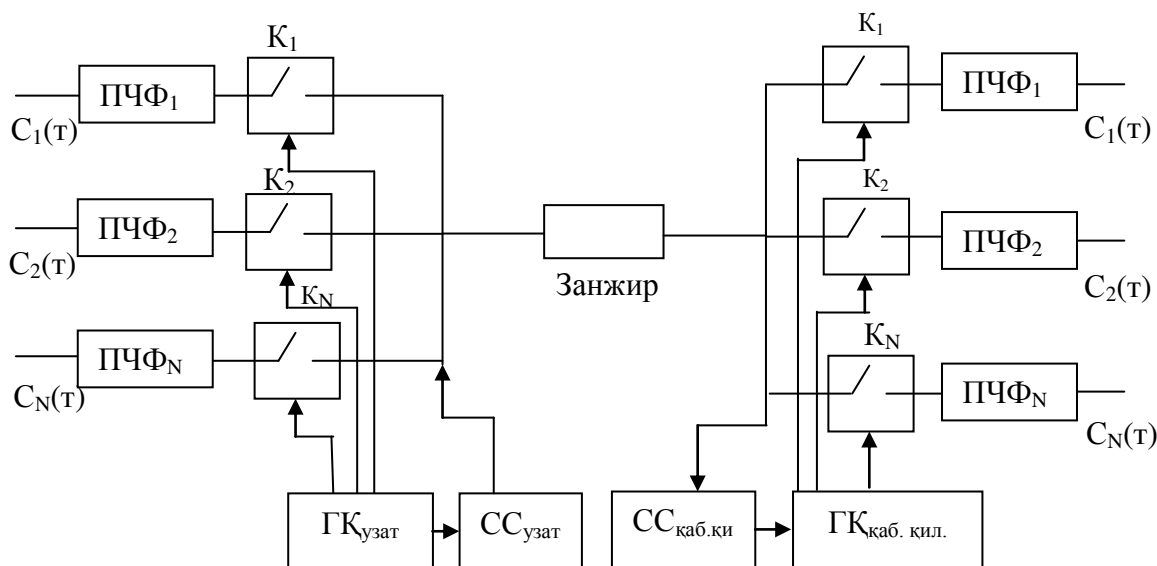
2.2-расм. Канал сигналларининг шаклланиши

Канал сигналлари бирлашгандан кейин оралик частотаси $f_1...f_N$ га тенг бўлган гуруҳли сигнал шаклланади. Канал сигналларининг оралик частоталарини кенглиги (Δf) бошланғич сигналнинг оралик 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 оралик филтр ($ОФ_1... ОФ_N$)лари ёрдамида канал сигналлари ажратиб олинади. Бошланғич канал сигналларини олиш учун сигналлар демодулятор ($ДМ_1...ДМ_N$)ларга берилади. Агар ташувчи частоталар узатувчи охириги стансиядаги модуляторлар чиқишида йўқотилган бўлса, унда демодуляторга канал сигналларидан ташқари ташувчи частота ($f_{T1}...f_{TN}$)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 оралик филтр ($ОФ_1...ОФ_N$)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 химоя частота оралиғи 0,9 кГцни ташкил қилади.

2.2. Канал сигналларини вақт бўйича ажратиш принципи

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 кўшни 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.

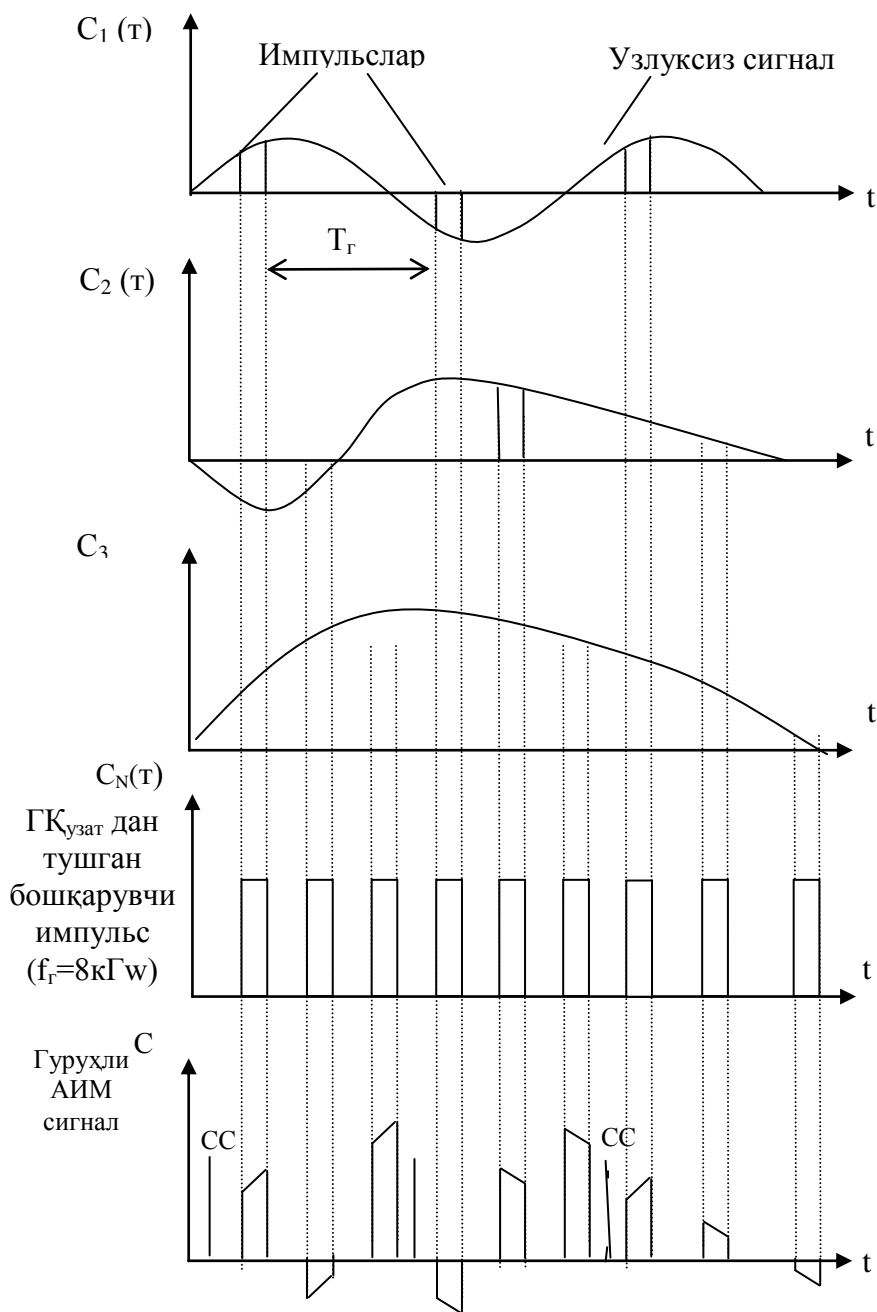


2.3-расм. Каналлари вақт бўйича ажратилган кўп каналли узатиш тизимларининг соддалаштирилган тузилиш схемаси

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

Турли каналларнинг электрон калитларини бошқарувчи импульслар кетма-кетлиги ($\Gamma K_{узат}$ 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 гуруҳли АИМ сигналларбни шаклланишининг вақт бўйича диаграммаси

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

Қабул қилувчи қисмдаги генератор қурилма ($ГК_{\text{каб.кил.}}$)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 гуруҳли 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.

2.3. Товуш частотали (ТЧ) канал, унинг характеристикалари

Кўп каналли узатиш тизим (ККУТ)ларининг каналлари бўйича узатилувчи сигналлар линиядан ўтганда айрим сабабларга кўра бузилади ва унга яна шовқин таъсир қилади. Каналнинг сифати нуқтаи назаридан бузилишлар белгиланган миқдордан ошиб кетмаслиги учун каналнинг электик 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:

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

($P_{\text{қир}}$ – каналнинг киришидаги узатиш сатҳи;

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

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

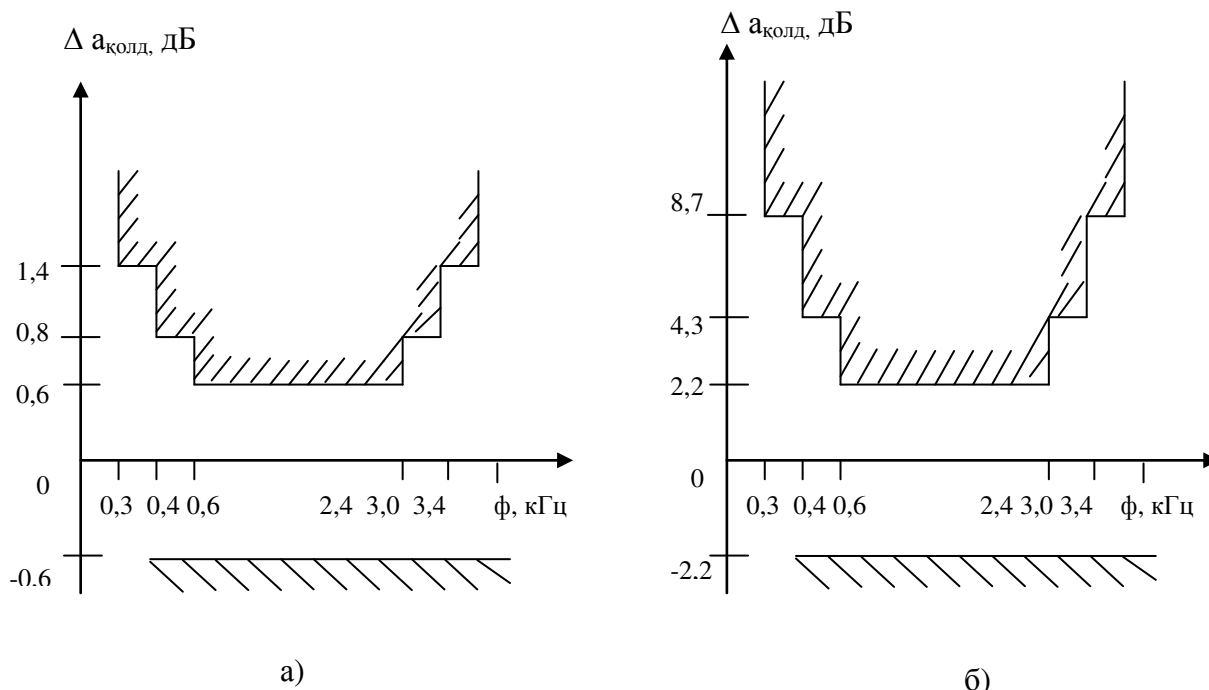
Қолдиқ сўниш 800 Гцли частотада меъёрлаштирилади.

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 қўшимча 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.

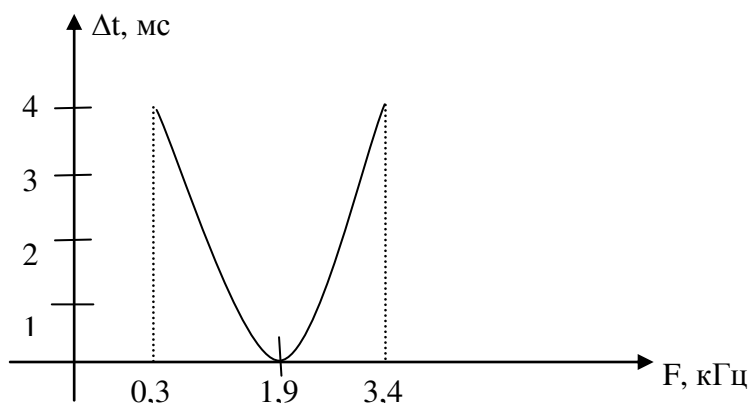


2.5.а,б-расм. Каналнинг АЧХ меъёри

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.

Фаза-частотавий бузилишлар дискрет ахборотларни узатишда (хатолик еҳтимоллигининг ошиши туфайли) сезиларли даражада таъсир қилади. Телефон сигналларини узатишда ФЧБлар гуруҳли ўтиш вақтининг нотекислиги 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 нотекислиги, дискрет ахборот сигналларини бузилишсиз узатиш талабини ҳисобга олган ҳолда амалга оширилади. Сигналнинг гуруҳли ўтиш вақтининг мумкин бўлган оғиш қийматлари 400...3000 Гцгача хар қандай частота оралиғида 1900 Гц частотага нисбатан меъёрлаштирилади. Шуни 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

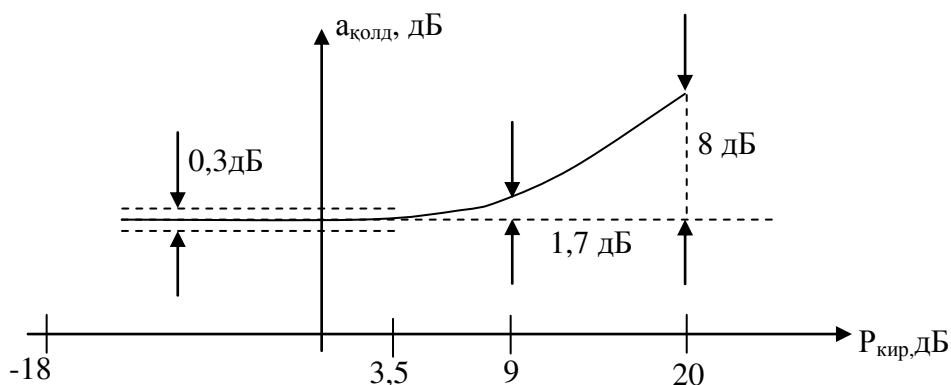
узок пунктлари орасидаги (ТЧ канал) максимал қиймати 90 мсдан катта бўлмаслиги лозим.



2.6 -расм. Каналнинг фаза-частотавий характеристикаси

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

Каналнинг ночизиқлилиқ 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, ночизиқли 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 сатхининг 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:

$$a_n = 20 \lg \frac{1}{K_{н,б}},$$

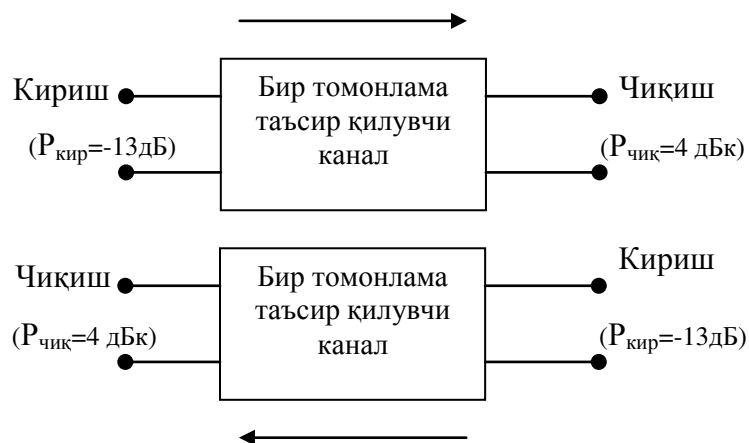
Бу ерда: U_1 -асосий частотанинг кучланиш амплитудаси; U_2 U_3 U_N - мос келувчи гармоникаларнинг кучланишини амплитудаси. Оддий ТЧ канал учун ночизикли бузилишлар 1,5% дан кам бўлиши лозим. Агар оддий ТЧ каналлар сони n бўлса, унда ночизикли бузилиш коэффиценти $1,5\sqrt{n}$ % дан ошмаслиги зарур. Канал ва трактлардаги мумкин бўлган шовқин қиймати алоқа каналининг узунлигига боғлиқ. Чунки алоқа масофаси ошиши билан шовқинлар ҳам оша боради. 2500 км узунликдаги канал учун психофотрикс шовқин қуввати 10000 пиковатт (пВт) дан ошмаслиги лозим (-50дБк_о). 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 психофотриксдан ошмаслиги лозим. Халқаро ТЧ каналлар учун эса 1,5 пВт психофотриксдан ошмайди.

2.4. Сигналларни икки томонлама узатиш

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.

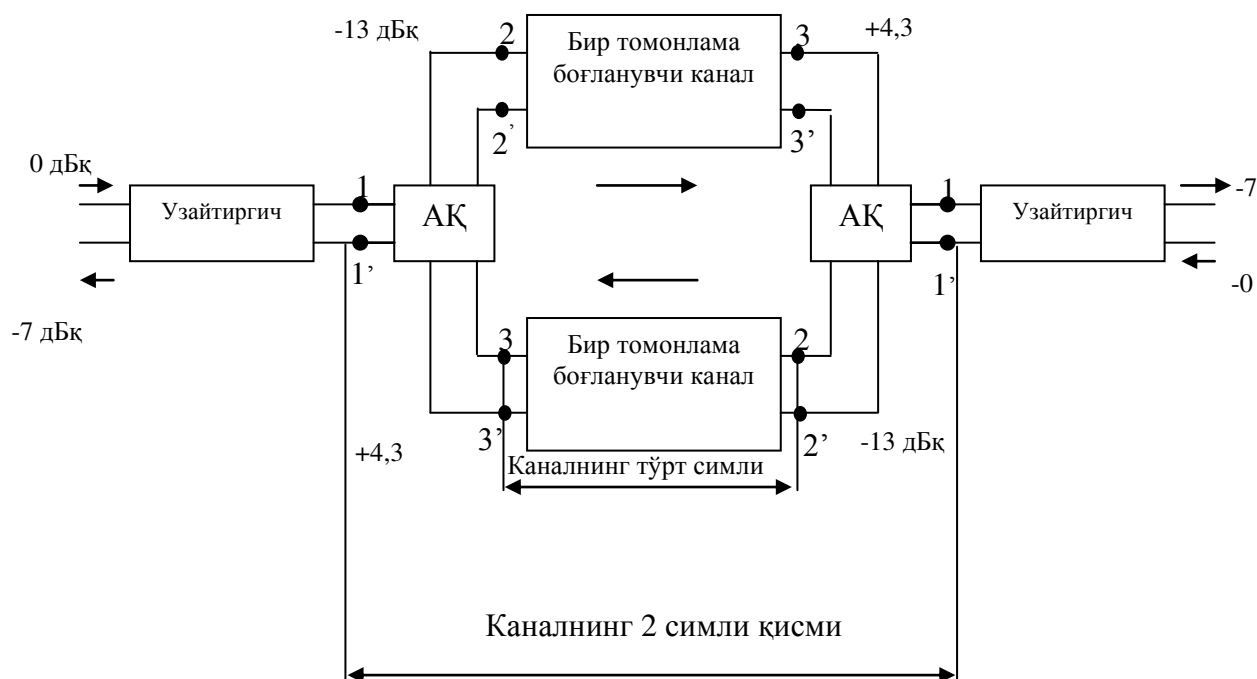
Ҳар хил йўналишдаги канал сигналларини узатиш, иккита ҳар хил йўналишга эга бўлган каналларда амалга ошганлиги сабабли, бундай усулда

ташқил қилинган ТЧ каналлар 4 симли ҳисобланади ва унга ТЧ каналнинг 4 симли яқунланиши дейилади.



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

ТЧ каналларнинг маҳаллий тармоқларини икки симли қисмига уланганда ажратувчи қурилмалардан фойдаланилади. ТЧ каналнинг бундай охири икки симли яқунланиш дейилади.



2.9-расм. Сигналларни икки томонлама узатиш

2.9-расмдан кўришиб турибдики, сигналларни ҳар хил йўналишда бири-бирисига боғлиқ бўлмаган ҳолда узатиш учун, АҚ (ажратувчи қурилма)ларни 3-2 йўналишидаги сўниши чексиз катта бўлиши лозим. ТЧ каналлар меъёрида 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:

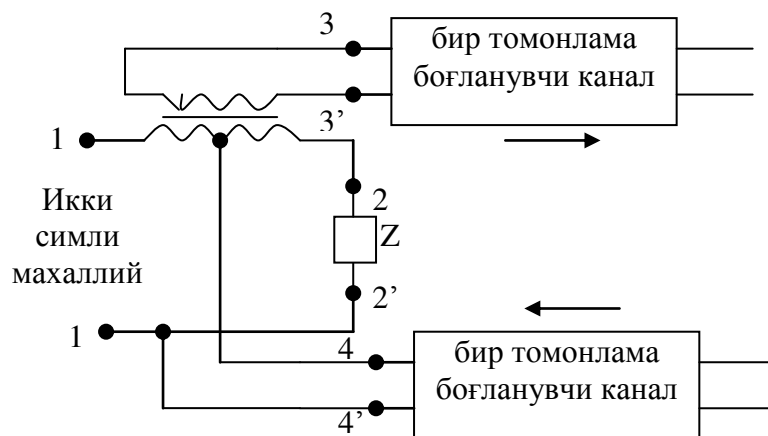
$$a_{\text{узайт.}} = a_{\text{қолд.}} / 2 = 3,5 \text{ дБ.}$$

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

2.5. Дифференциал қурилма

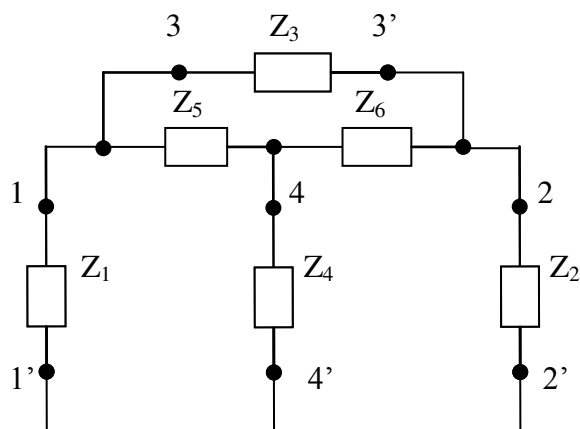
Икки симли яқунланишга эга бўлган ТЧ каналларда ажратувчи қурилма сифатида дифференциал қурилмалар қўлланилади. Дифференциал қурилмалар каналга мослаштирилган ҳолда уланиши ва алоҳида кучайтирувчи йўналишлар орасида катта сўнишни таъминлаши лозим. Шунинг учун дифференциал қурилмаларни хусусиятларига 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 қаршилик 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 коэффиенти (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).

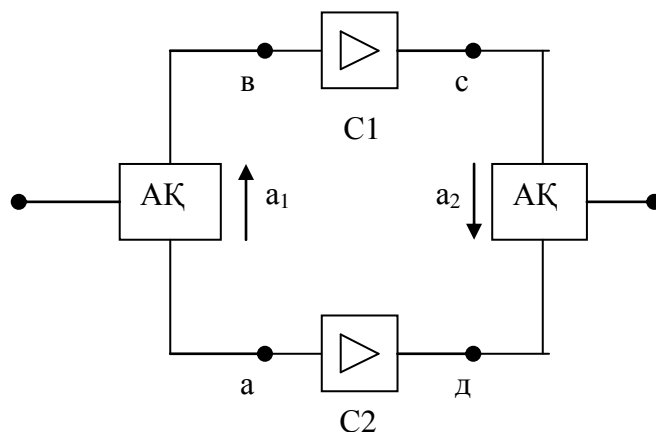


2.11-расм. Резисторли ДҚ

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

2.6. Икки томонлама канал мувозанати

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 коэффициентлари;
 a_1 ва a_2 иккита узатиш йўналишидаги ажратувчи қурилма-ларнинг ўзаро ўтувчи сўниши.

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

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

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:

$$\Sigma a \geq \Sigma S.$$

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 коэффициентини 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.

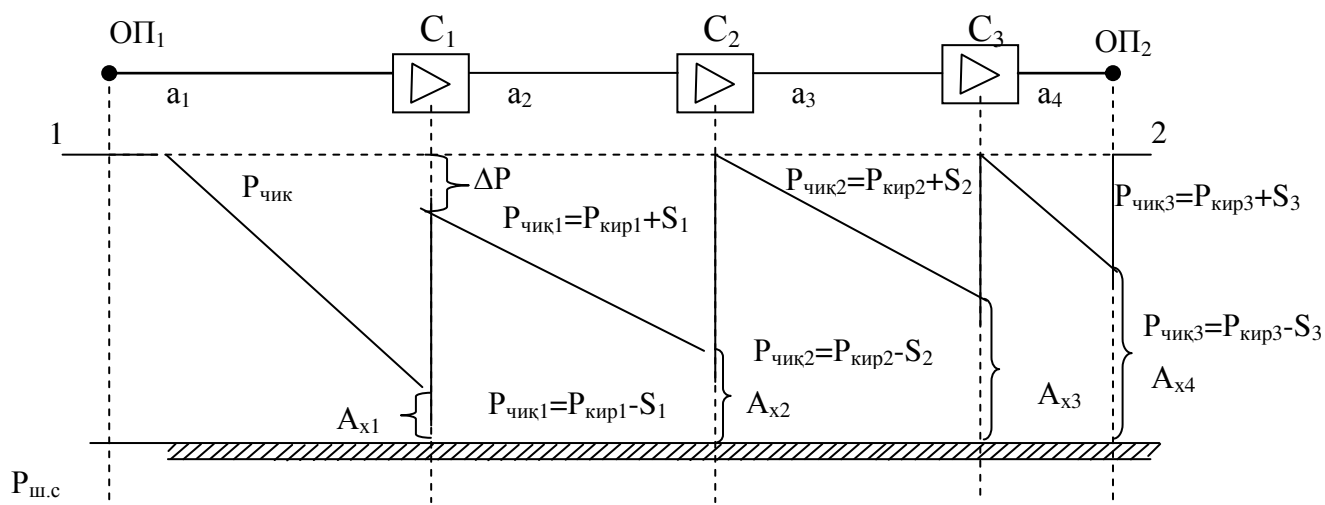
Тескари алоқа токлари туфайли каналларнинг икки симли қисмида спетсифик шовқинлар деб аталувчи амплитуда-частотавий бузилишлар юзага келади.

Тескари алоқа фазаларининг ўзгаришига боғлиқ ҳолда манфий ва мусбат бўлиши мумкин яъни кучайиш коэффициенти 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.

2.7. Сатҳ диаграммаси

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 чикиши. $P_{ш.с.}$ -шовқин сатҳи.

Назорат саволлари

1. Қандай узатиш сатҳларини биласиз?
2. Сигналнинг ҳақиқий сатҳи дэганданимани тушунасиз?
3. Сигналнинг нисбий сатҳи дэганданимани тушунасиз?
4. Сигналнинг қандай параметрларини биласиз?
5. Канал хусусиятларини характерловчи сигналнинг қандай параметрларини биласиз?

6. Каналлари частота бўйича ажратилган принтсипда канал сигналларини узатиш қандай амалга ошади?
7. Каналлари вақт бўйича ажратилган принтсипдан канал сигналларини узатиш қандай амалга ошади?
8. Дискретизациялаш жараёни қандай амалга ошади?
9. Котелников теоремасининг маъноси нимадан иборат?
10. Қолдиқ сўниш дэганда нимани тушунасиз?
11. ТЧ каналнинг АЧХ си қандай меъёрга солинади?
12. ТЧ каналнинг АХ си қандай меъёрга солинади?
13. Қолдиқ сўнишнинг меъёрдан оғиши, сигналнинг сифатига қандай таъсир кўрсатади?
14. Икки томонлама телефон каналлари қандай ташкил қилинади?
15. Сатҳ диаграммаси дэганда нимани тушунасиз?
16. ДҚ ларнинг вазифаси ва турлари ҳақида гапириб беринг.

3. КАНАЛЛАРИ ЧАСТОТА БЎЙИЧА АЖРАТИЛГАН УЗАТИШ ТИЗИМЛАРИ

3.1. Каналлари частота бўйича ажратилган узатиш тизимларида канал сигналларининг шаклланиши

Каналлари частота бўйича ажратилган узатиш тизим (КЧБАУТ)ларида линияга узатиладиган ҳар бир канал сигнали алоҳида оралик частоталарда узатилади яни улар бир-биридан частота диапазони 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 ошиши 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 коэффициентсенти.

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

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:

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

$$U_{\text{ЧМ}}(t) = U_{\omega} \left\{ I_0(m_f) \cos(\omega t + \varphi_{\phi}) + \sum_{\kappa=1}^{\infty} I_{\kappa}(m_f) \cos[\omega m + \kappa(\Omega m + \varphi_{\Omega})] + \right. \\ \left. + \sum_{\kappa=1}^{\infty} (-1)^{\kappa} I_{\kappa}(m_f) \cos[\omega m + \kappa(\Omega m + \varphi_{\Omega})] \right\}; \quad (3.5)$$

$$U_{\text{ФМ}}(t) = U_{\omega} \left\{ I_0(m_{\phi}) \cos(\omega t + \varphi_{\phi}) + \right. \\ \left. + \sum_{\kappa=1}^{\infty} I_{\kappa}(m_{\phi}) \cos[\omega m + \varphi_{\omega} + \kappa(\Omega m + \varphi_{\Omega} + \pi/2)] + \right. \\ \left. + \sum_{\kappa=1}^{\infty} (-1)^{\kappa} I_{\kappa}(m_{\phi}) \cos[\omega m + \varphi_{\omega} + \kappa(\Omega m + \varphi_{\Omega} + \pi/2)] \right\}, \quad (3.6).$$

Бу ерда: $I_{\kappa}(m_f)$, $I_{\kappa}(m_{\omega})$ – κ - тартибли Бессел функтсияси. (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 фарк 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 индексда 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 оралик ён частотага эга бўлган (ташувчисиз) амплитудавий модулятсиядан фойдаланилади.

Юқорида айтиб ўтилганидек, каналлари частота бўйича ажратилган усулда ҳар бир канал сигнали учун алоҳида оралик 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:

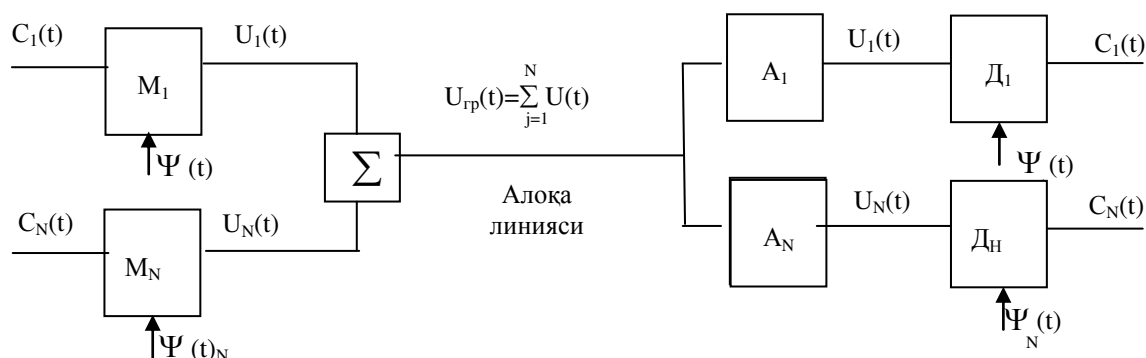
-бирламчи сигнал (0,3-3,4)га канал сигнали деб айтилувчи шакл бериш ва фарқ қилишини таъминлаш (яъни канал сигналлари бирламчи сигналда барча ахборотга эга бўлиши ва бир вақтнинг ўзида бошқа канал сигналлари ҳам бири-бирисидан фарқ қилиши);

-канал сигналларини гуруҳли сигналга бирлаштириш ва уни битта физик занжир орқали иложи борича 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 ($\Psi_1(t) \dots \Psi_N$)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.

3.2. Частоталарни кўп марта ўзгартириш принтсипи

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.

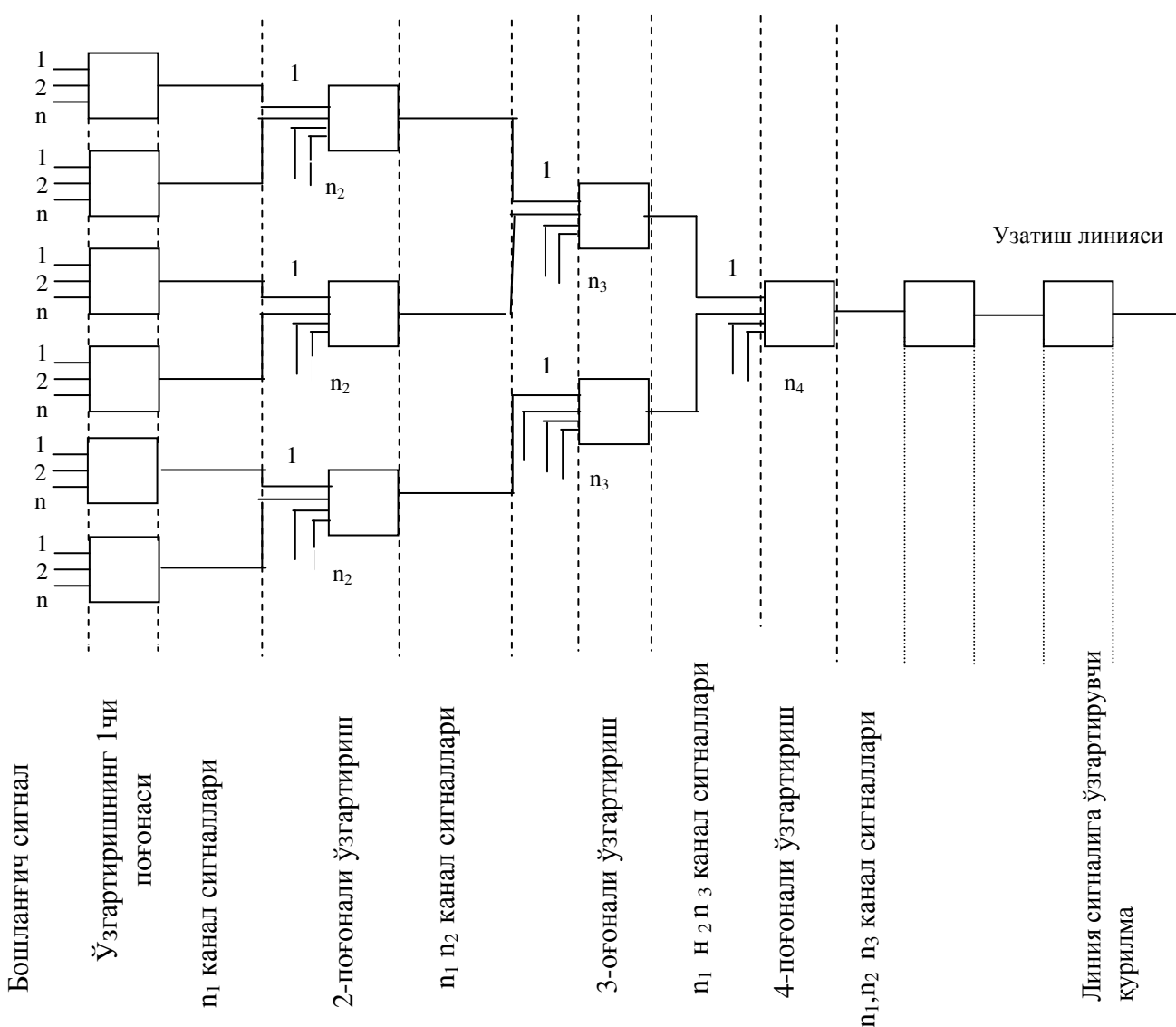
КЧБА УТлари шахсий ва гуруҳли усулда тузилиши мумкин. Шахсий усулда қурилганда ўзгартиргичлар, филтрлар, кучайтиргичлар ва бошқа қурилмалар ҳар бир канал учун алоҳида ва ҳар бир охириги ва оралиқ станцияларда каналлар сонига боғлиқ ҳолда шунча марта такрорланади.

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 оралик частоталарда жойлашган n_1 канал сигналларига ўзгаради. Иккинчи ва қолган поғона ўзгартиришлар гуруҳли ҳисобланади. n_1 канал сигналларининг бир хил оралик 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 оралик 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.

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

3.3.1. Шовқинларнинг турлари

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

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

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

$$I_{\text{кк}}(t) = I_c(t) \cdot R_n(t),$$

бу ерда: R_n - трактнинг узатиш коэффицентини. Бундан ташқари шовқинлар тебранишининг шакли, частота спектри юзага келиш жойи ва ҳалақит берувчи таъсири бўйича ҳам синфланади. Шакли бўйича тебранишлар, узлуксиз ва импульсли шовқинларга бўлинади. Уларнинг жуда кичкина қиймати, ўртача қийматни юзлаб хатто минглаб ошишига олиб келади. Узлуксиз шовқинларнинг кичик қиймати уларнинг ўртача қийматини бир неча ўн марта ошишига олиб келади.

Частота спектри бўйича, шовқинлар узлуксиз тўғри (оқ шовқинлар кўринишида) ва дискрет спектрларга бўлинади. Кўпгина ҳолларда флукутуация 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 ночизиқлилиқ 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 чиқишиға параллел занжирлар орасидаги алоқанинг таъсири, радиостанция сигналларининг таъсири, саноат ускуналарининг шовқинлари момақалди роқ разрядлари шовқинлари киради. ҳалақит берувчи таъсири бўйича шовқин ва ўзаро ўтувчи гаплашишлар кўринишидаги шовқинларға бўлинади. Овозли сигналларни узатишда шовқинлар гаплашаётган гапнинг аниқлигини камайтирган ҳолда (чиқиллаш, титраш кўринишида) нимжон сигналнинг ташкил топувчиларини қолайди. Овозли сигналларни узатишда энг хавфлиси ўзаро ўтувчи гаплашишлардир. Улар аниқ ва ноаниқ ўзаро ўтувчи гаплашишларға бўлинади. Аниқ ўзаро ўтувчи гаплашишлар алоқа махфийлигини бузган ва абонентларнинг диққатини ўзига жалб қилган ҳолда овозли паузаларда бошқа каналлардан эшитилади. Ноаниқ ўзаро гаплашишлар унчалиқ 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.

3.3.2. Шовқинларни баҳолаш ва уларни меъёрлаштириш

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

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

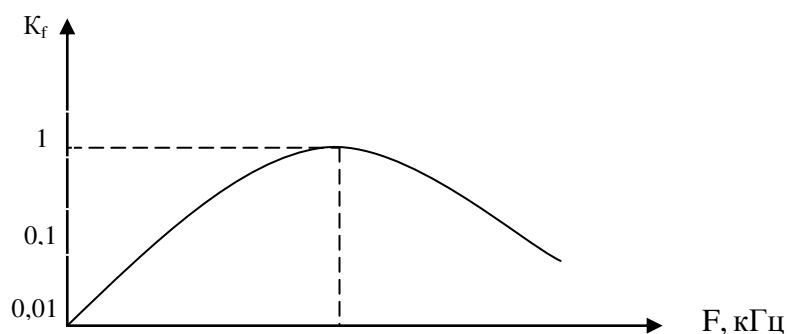
бу ерда: n , $n_{ш}$, P_c , $P_{ш}$ -сигналнинг қуввати ва сатҳи. Айниқса ҳимояланганликни қўллаш, ўзаро ўтувчи гаплашишлар кўринишидаги шовқинларни баҳолашда қулайдир.

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

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

Бу ерда: I_c ва $I_{ш}$ -сигнал ва шовқиннинг кучланиш қиймати. Телефон сигналларининг аниқлиги меъёрида бўлиши учун ҳимояланганлик 10 дБдан ошқ 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 психофотриқ кучланиши билан баҳоланади.

Псофотриқ кучланиш деб, психофотриқ ёрдамида ўлчанадиган кучланишга айтилади. Псофотриқнинг ўзи квадрат шаклига эга бўлган вольтметрдан ва қулојимиз сезадиган ораликдаги частотавий харақтиристика билан асбоб сезгирлигининг частотавий боғланишини таъминлайдиган қурилмадан иборат. Бу қурилманинг узатиш коэффицентини частотавий харақтиристикасига мос келувчи, егилган сезувчанлик 3.3-расмда кўрсатилган.



3.3-расм. Қулоқ-телефон тизимининг сезувчанлик харақтиристикаси

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

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

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

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

Ҳақиқий алоқа магистрали ҳар хил узунликка ва тузилишга эга. Шунинг учун шовқинларни меъёрлаштириш 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 охириги ва оралик станциялар ҳосил қилган шовқинлар учун ажратилади, 7500 пиковати линия трактида ҳосил бўлган шовқин қувватлари учун ажратилади. Магистрал бўйлаб кучайтиргич пунктлари тенг оралик 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:

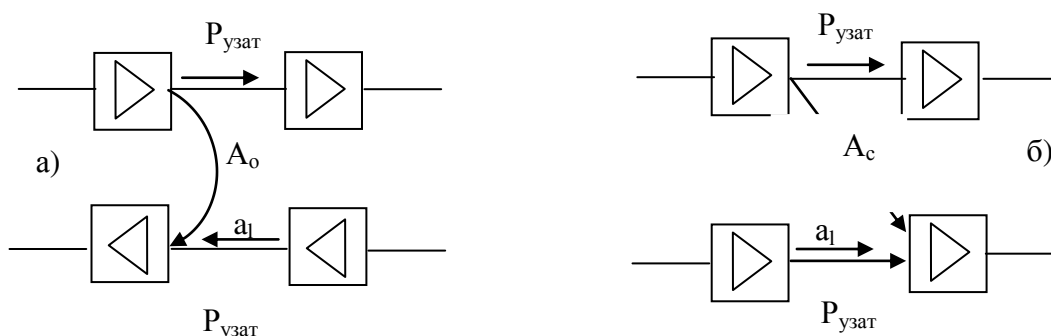
$$P_{\text{мумкин бўлган л.т. ...}} = 3 \cdot L \text{ пВт,}$$

бу ерда: L- ҳақиқий магистрал узунлиги.

3.4. Чизиқли ўзаро ўтувчи шовқинлар ва улар билан курашиш усуллари

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, узоқдаги ўзаро ўтишлар.

Яқин ва узоқдаги ўзаро ўтишлар қуйидаги 3.4-расмда кўрсатилган:



3.4-расм. Яқин ва узоқдаги 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 хар хил пунктларда жойлашган бўлса, бундай таъсирларга узоқдаги ўзаро ўтувчи шовқинлар (таъсирлар) дейилади. Узоқдаги ўзаро ўтувчи сўнишлар (A_c) хар доим

яқиндаги ўзаро ўтувчи сўнишлардан катта бўлган $A_e > A_o$ ва шунча мос ҳолда узоқдаги ҳимояланганлик яқиндаги ҳимояланганликдан катта бўлади: $A_{xe} > A_{xo}$.

$$A_{\dot{y}o} = A_o - A_x - \Delta r, \text{ дБ}$$

$$A_{\dot{y}e} = A_e - A_x - \Delta r, \text{ дБ}$$

$$\Delta = P_{\text{узат}2} - P_{\text{узат}1}.$$

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

a_1 -линиядаги сўниш;

$P_{\text{узат}1}$ -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 оралик 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) тесқари йўналишда узатилади. Узатиш йўналишини бундай ташкил қилиниши, кўп каналли тизимларни битта занжир бўйлаб биргаликда ишлаши учун шароит яратади.

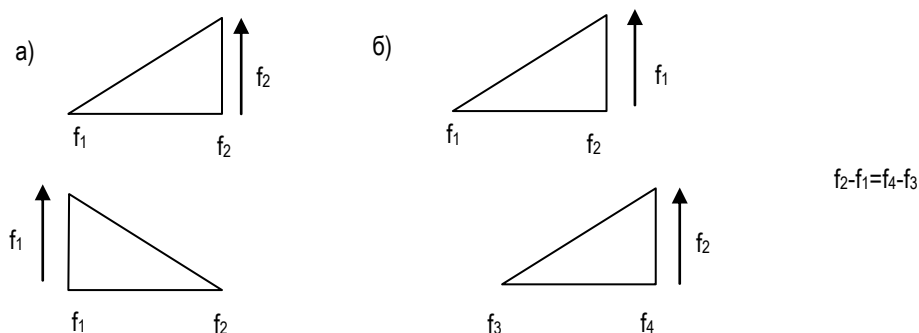
Узоқ тугалланишдаги ўзаро ўтувчи таъсирлардан ҳимояланганликни ошириш учун, параллел занжирларнинг бир хил номланадиган каналларида куйидагича шартлар бажарилиши лозим:

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 коэффициенти ёрдамида баҳоланади.

$$R = \frac{|Z_a - Z_n|}{|Z_a + Z_n|}$$

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 оралик частоталарини суриш.

Параллел занжирларда бир хил номланган каналларнинг оралик частоталари инверсиясида, линия спектри бир хил чэгарага эга бўлади, лекин турли ташувчи частоталарга эга бўлган паст ва юқори ён ораликларга 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

Параллел 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.

3.5. Канал ва тарқатларда сигналларнинг бузилиши. Бузилишларни келиб чиқиш сабаблари

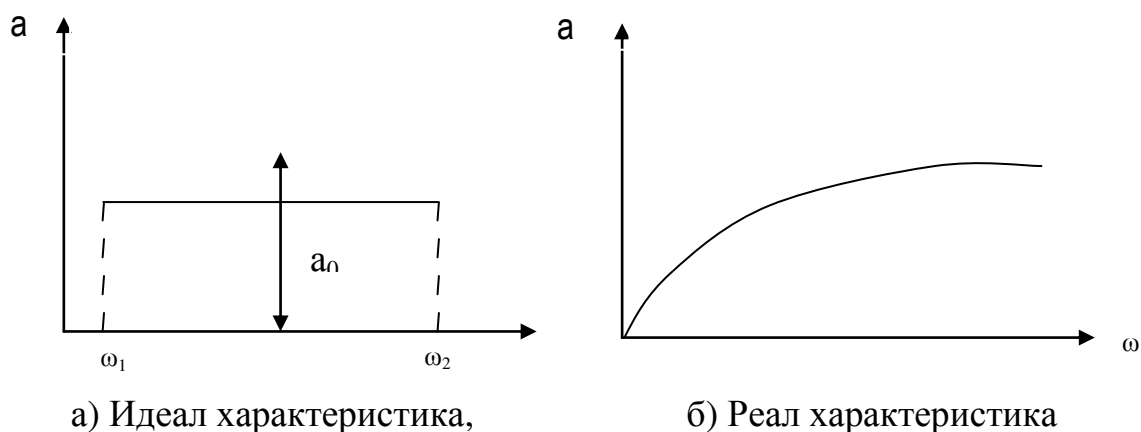
Линия тизимлари бўйлаб сигналларни бузилишсиз узатиш учун:
- барча частота диапозонида сўниш бир хил бўлиши;

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

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

$$t_{\text{гўв}}(\omega) = \text{const.}$$

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 эмас. Линиянинг идеал ва реал амплитуда частотавий характеристикаси 3.6-расмда кўрсатилган.

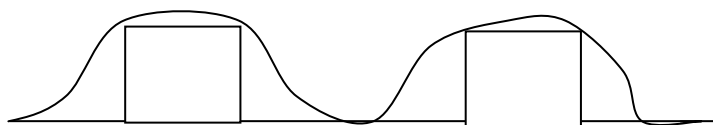


3.6–расм. Линиянинг идеал ва реал амплитуда частотавий характеристикаси.

Чизиқли бузилишлар қуйидаги турларга бўлинади:

- амплитуда частотавий бузилиш;
- фазо частотавий бузилиш.

Чизиқли бузилишлар турли сигналларни узатиш сифатига ҳар хил таъсир кўрсатади, яъни бир хил эмас. Ҳаракатли ва ҳаракатсиз таъсирли сигналларни узатишда амплитуда частотавий бузилиш (АЧБ) ва фаза-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 охиригача йиғилиб боради, ФЧБлар эса мусиқий овозли эшиттириш сигналларини узатишда овознинг баландлигини ошириш тезлигини ўзгартиради.

3.5.1. Чизиқли бузилишларнинг синфлари

Линиядаги филтр ва кучайтиргичлар сабабли юзага келган АЧБлар асосий ҳисобланади. Филтрлар натижасида ҳосил бўлган бузилишлар эксплуатация қилиш даврида ўзгармайди. Уларнинг параметрлари ўзгармас бўлган амплитудавий соzлагичлар 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 соzлагич ёрдамида меъёрлаштириш мумкин, яъни частотавий характеристикани эксплуатация қилиш жараёнида соzлагичлар ёрдамида ўзгартириш мумкин. Бу сатҳни автоматик бошқариш қурилмаси (САБК) ёрдамида амалга оширилади. Амплитудавий соzлагич ва ўзгарувчан амплитудавий соzлагичлар АЧБларнинг барчасини йўқота олмайди. Бундай қолдиқ бузилишларга соzлаш натижасида юзага келган фарқли бузилишлар дейилади. Бу қолдиқ бузилишлар тракт бўйлаб чизиқли қонун бўйича йиғилади ва унга тез-тез пайдо бўлувчи ёки тизимли бузилишлар дейилади. Бузилишларни тўғрилаш учун бир нечта кучайтирувчи участкалардан кейин магистрал соzлагичлар уланади. Соzлагич элементларининг параметрлари натижасида ҳосил бўлувчи бузилишлар (лампалар туфайли) тасодифий деб ҳисобланади ва уларни тўғрилаш учун гармоник соzлагичлар қўлланилади.

3.5.2. Автоматик сатҳ бошқариш (АСБ) қурилмаси

Ҳаво алоқа линияси ва кабелли алоқа линияларининг параметрлари доимий эмас. 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 ($a_{\text{колд}}$) ошишига олиб келади, бундан ташқари фойдали сигналнинг узатиш сатҳини ошишига сабабчи бўлади.

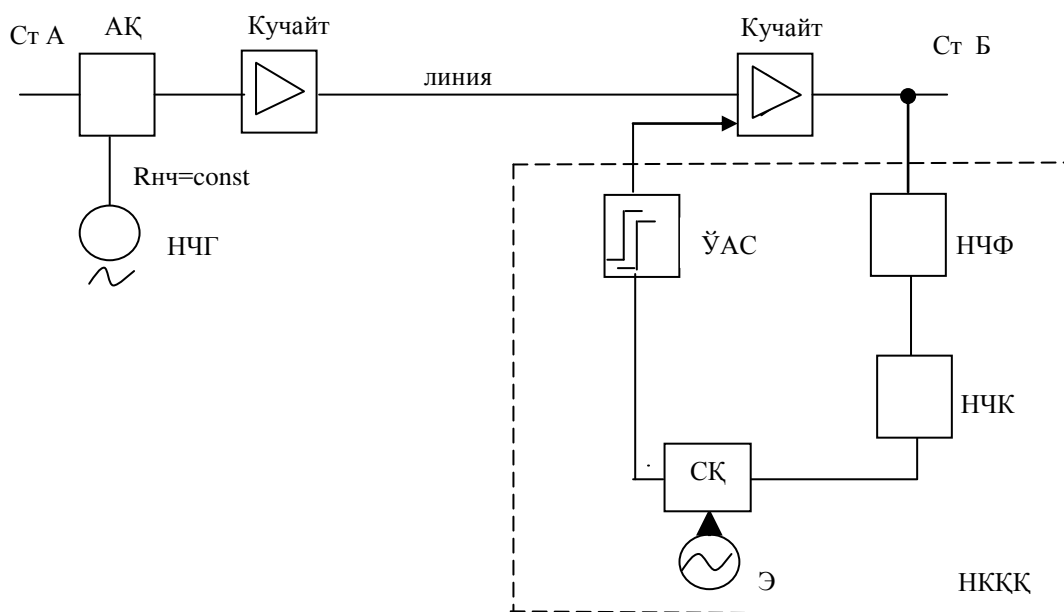
Линиядаги сўнишнинг камайиши қолдиқ сўнишни камайишига ва генерацияни юзага келишига олиб келади. Бундан ташқари оралик станцияларнинг чиқишида сигнални узатиш сатҳи ошади. Охирги ва оралик станцияларда кучайишнинг ўзгариши (таъминот манбаи кучланишининг ўзгариши, эскириши, лампаларнинг ўзгариши) қолдиқ 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 тесқари манфий алоқага эга бўлган кўчайтиргичларни қўллаш;
- кичик амплитуда частотавий бузилишларни вақт бўйича секин ўзгаришини тўғрилаш учун косинусоидал филтрларни қўллаш;
- занжирли участкалардаги охирги ва оралик 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;
($R_{нч}$ - 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 токлари юборилади. Назорат частота линия спектрининг чеккасидан ёки линия спектрининг ўртасидан танланади. Назорат частотанинг сатҳи ўзгармас бўлиши шарт, чунки у қаерда (қайси пунктда) назорат қилинаётган бўлса, бу сатҳнинг ўзгариши фақатгина линиядаги сўнишни ўзгаришига боғлиқ бўлиши мумкин.

Назорат частота тоklarининг манбаи, махсус назорат частота генератори (НЧГ) ҳисобланади ва у ажратувчи қурилма (АҚ) орқали кучайтиргич (Кучайт.) киришига уланган. Кучайтиргичга ошиқча 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 (СҚ)га берилади. Сигнал сатҳи эталон қийматдан ошса, СҚ чиқишида айирма токлари ҳосил бўлади. Бундай сигнални меъёрга келтириш учун ЎАС сўнишни шундай ўзгартирсинки, назорат частота сигнали чиқишда тахминан керакли бўлган қийматга тенг бўлсин.

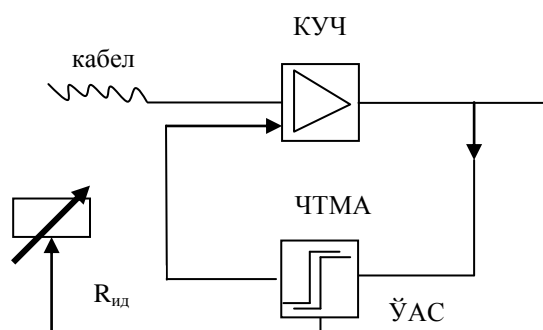
Кўриниб турибдики, бу тизимда фақатгина назорат частота кучайтиргич чиқишида номинал қийматдан фарқли бўлсагина созлаш жараёни амалга ошади.

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 чەгараси юқори бўлиши;

- назорат частота тасодифан йўқолган тақдирда ҳам, созлагичлар ўзининг қобилиятини сақлаши шарт.

Тупроқ харорати бўйича ишловчи назорат тизимини қўллаганда кабелдаги сўниш ўзгаришини, тупроқ хароратини назорат қилиш орқали аниқлаш мумкин. Бундай тизимлар асосан кабелли алоқа линияларида ишлатилади. Кабел хароратининг 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 харорати ўзгариши бўйича ишловчи АСБ тизими дейилади.



3.9-расм. Тупроқ хароратининг 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 соzлайди. 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, соzлаш фарқи анчагина катта, чунки АСБ занжири уланмаган ва соzлаш натижалари созлагичга тескари таъсир кўрсата олмайди (қайта тескари алоқа занжири орқали соzлай олмайди). Бундай қурилмалар фақатгина назорат частоталари бўйича ишловчи АСБ қурилмалари билан биргаликда ишлаши мумкин.

3.6. Магистрал, минтақавий ва ички тармоқларда қўлланиладиган, каналлари частота бўйича ажратилган узатиш тизимлари

3.6.1. Магистрал ва минтақавий тармоқларда қўлланиладиган, каналлари частота бўйича ажратилган узатиш тизимлари

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 II ва К-3600 узатиш тизимлари, кичик диаметрға эга бўлган коаксиал кабел жуфтликлари орқали К-300 ва симметрик кабеллар орқали К-60 II 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 канални 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 этади. Товуш частота бўйича қабул қилиб узатувчи участканинг максимал узунлиги 1500 кмга тенг. ХТҚЙКП уч турға 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 ҳарорати бўйича АСБ қурилмасига эга. Кабелнинг йиллик ўртача ҳароратининг тебраниш кийматиға боғлиқ ҳолда (Δt) ҳар бешинчи, ($\Delta t = \pm 12,5$ °С) ҳар олтинчи ($t = \pm 9$ °С) ёки ҳар саккизинчи ($t = \pm 6,5$ °С) ХТҚЙКП созловчи ҳисобланади. Созловчи ХТҚЙКПлари амплитуда частотавий бузилишларни созловчи қурилмага эга. Барча ХТҚКПларида уч частотали тупроқ ҳарорати бўйича ишловчи АСБ қурилмаси қўлланилади.

К-1920 II узатиш тизими, кабелнинг икки жуфтлиги орқали 1920 ТЧК ёки 30 ТЧК ва овозли эшиттиришға эга бўлган ТВ канални 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 кабелини қўлланганда 246 кмдан, км-8/6 кабелини 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 пунктларда 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.

3.6.2. Маҳаллий тармоқларда қўлланиладиган узатиш тизимлари

Ҳозирги пайтда маҳаллий тармоқларда ҳам каналлари частота бўйича ажратилган узатиш тизимлари қўлланилади. Уларни ШТС (шаҳарлараро телефон станцияси) ва қишлоқ 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, АБУ 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.

АБУ 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

қўлласса 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 кабеллини қўллаганда икки кабелли бир полосали режимда ҳам ишлаши мумкин. МКС кабеллини қўллаганда кучайтиргич участкасининг узунлиги 14.3 км, узатиш масофаси эса 80 кмни, КСПП кабеллини қўллаганда кучайтиргич участкаси 8 км, узатиш масофаси эса 50 кмни ташкил этади. Т турдаги кабеллини 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 сигналининг узатиш учун 8 кГц частота ишлатилади.

В-3-3с узатиш тизими учта ТЧ канал ва алоқа хизмати каналлини ҳосил қилиш учун мўлжалланган. Иккита ТЧ канал орқали иккинчи синфли овозли эшитириш каналлини 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 оралик частотада амалга ошади. 4 кГц гача оралик частотада хизмат алоқа канали ташкил қилинади. В-3-3с узатиш тизими таркибига охириги ва масофадан таъминот олувчи хизмат талаб қилмайдиган станциялар киради. Иккита охириги 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 охириги станциялар таъминланган, ХТҚЙКП ларида АСБ қурилмаси йўқ.

Назорат саволлари

1. КЧБА узатиш тизимларида қайси модулятсия тури кўп қўлланилади ва нима учун?
2. КЧБА узатиш тизимларига қандай шартлар қўйилган?
3. Нима учун частоталарни кўп марта ўзгартириш лозим?
4. Гуруҳли усулнинг афзаллиги нимада?

5. КЧБА узатиш тизимларининг линия трактида ва каналларида ҳосил бўлувчи шовқинларнинг қандай турларини биласиз?
6. Шовқинлар қандай баҳоланади?
7. Алоқа каналларидаги шовқинларнинг меъёри қандай?
8. Чизикли ўзаро ўтувчи шовқинлар қачон юзага келади?
9. Ўзаро ўтувчи шовқин таъсиридан ҳимояланганликни қандай ошириш мумкин?
10. Канал ва трактларда нима сабабли бузилишлар юзага келади?
11. Қандай бузилиш турларини биласиз?
12. Чизикли бузилишлар сигнал сифатига қандай таъсир кўрсатади?
13. Чизикли бузилишлар қандай созланади?
14. Алоқа тармоқларида қўлланиладиган қандай КЧБА узатиш тизимларини биласиз?

4. КАНАЛЛАРИ ВАҚТ БЎЙИЧА АЖРАТИЛГАН УЗАТИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ТУЗИЛИШ ПРИНЦИПИ

4.1. АИМ сигналининг хусусиятлари

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

- шовқиндан ҳимояланганликнинг 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 қуйидагилар 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 груҳли 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 қуришда, 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 чидамликка эга бўлган ва бир хил принтсипда тузилган қурилмаларни 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 N-каналли

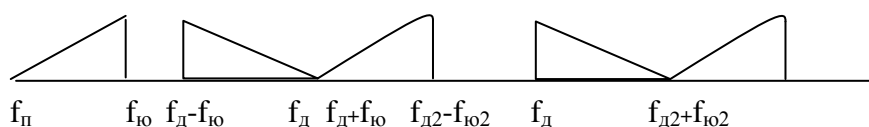
тизимларнинг гуруҳли сигнални частота спектрини кенглиги: $\Delta\Phi_{кчба}=4\cdot N$ кГц. ИКМли РУТларда гуруҳли сигнал спектрининг кенглиги тахминан тактли частотага тенг. $\Delta F_{ИКМ}=f_1\cdot f_r\cdot m\cdot N$. Мавжуд РУТларда телефон сигналлари учун $f_r=8$ кГц га тенг.

Демак $\Delta A_{гр к} = 2048\cdot 8\cdot 8\cdot T\cdot 64/N=16$ марта, яъни гуруҳли ИКМ сигналнинг 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 охириги қурилмалари мураккаб ва қимматбаю филтрлардан иборат эмас ва унинг қурилмалари АУТлариникига нисбатан арзон. Шунинг учун бундай узатиш тизимлари барча алоқа тармоқларида кенг тарқалган.

Энди узлуксиз кўринишдаги сигналларни рақамли сигнал кўринишга ўтказиш усуллари қараб чиқамиз. Аналог (узлуксиз) сигналдан рақамли сигналга ўтиш учун 3 та операция амалга оширилади:

- дискретизациялаш;
- дискрет импульсларни квантлаш;
- квантланган қийматларни кодлаш.

Сигналларни вақт бўйича дискретизациялаш жараёни Котелников теоремасига асосан амалга оширилади. $f_п-f_{ю}$ ($f_п$ -сигналнинг паст частотаси, $f_{ю}$ -сигналнинг юқори частотаси) частота оралиғида дискретизацияланган амплитудавий импульсли модулятсия (АИМ) сигналларининг спектри, $f_п-f_{ю}$ ораликда дискретизацияланадиган сигналнинг ташкил топувчиларидан ва дискретизациялаш частотаси гармоникаларининг оралик частоталаридан (биринчи гармоникани ҳисобга олмаганда) иборат.



4.1 расм. Дискретизацияланган сигналнинг ташкил топувчилари

АИМ сигналнинг частота спектрини қараб чиқиб шуни айтиш мумкинки, $0\dots f_{ю}$ ўтказувчанлик оралиғига эга бўлган паст частотали филтр (ПЧФ) ёрдамида уни осонгина демодулятсиялаш мумкин. Ҳақиқатдан ҳам, бу филтр АИМ сигнални паст частотали ташкил топувчиларини ўтказди. Одатда демодулятсиялаш жараёнида шовқинлар ҳосил бўлмаслигининг иложи йўқ. 4.2.а -расмдан кўриниб турибдики, $f_д>2f_{ю}$ да паст ён частотанинг паст чэгарада ва бирламчи сигнал спектрининг юқори чэгараси орасида $f=(f_д-f_{ю})-f_{ю}=f_д-2f_{ю}$ оралик частота қолади. Бундай ҳолатда АИМ сигнал спектрдан бирламчи сигнал спектрини ажратиб олиш имкони бор.



4.2 - расм.

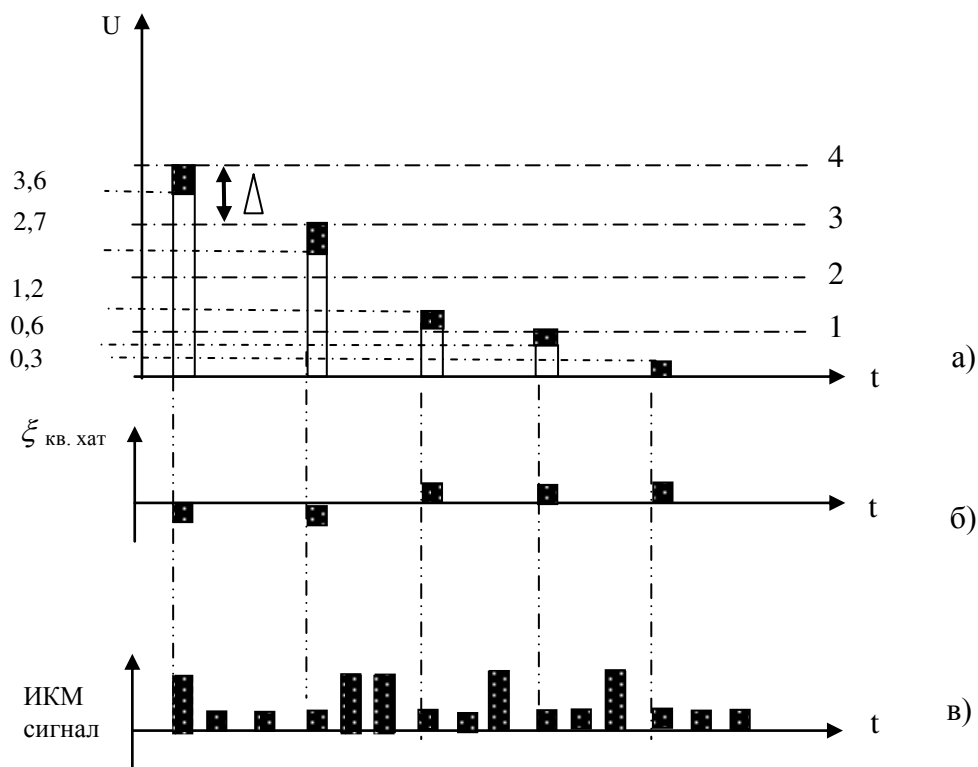
Юқоридаги 4.2.a-расмда $f_d=2F_{ю}$ ҳолатга мос келувчи спектрал диаграмма кўрсатилган. Бу диаграммада Бошланғич сигнални АИМ сигнал спектридан ажратиш олиш қийин. Уни фақатгина идеал ПЧФ орқалигина ажратиш мумкин. Лекин бундай филтрларнинг бошқа ўтказувчанлик оралиғидаги сўниш чексиз даражада катта бўлганлиги туфайли қўлланилмайди. $f_d < 2F_{ю}$ да эса (4.2-б-расм) бирламчи сигнал спектри ва паст ён частотаталар спектри бир-бирини беркитади, шунинг учун ҳам бундай ҳолатда АИМ сигнални бузилишсиз демодулясиялашнинг иложи йўқ. Амалда дискретизациялаш частотаси $F_d=(2,15\dots\dots 2,4)f_{ю}$ шартига биноан танланади. Бу эса амалда унча мураккаб бўлмаган ва қиммат паст частотали филтр ёрдамида бузилишсиз демодулясиялашни таъминлайди. Электрон калитлар чиқишидаги дискретизацияланган сигналлар АИМ-1 (биринчи тартибли АИМ сигналлар) деб номланади. АИМ-1да импульсларнинг юқори қисми Бошланғич сигналнинг синусоидал қонуни бўйича ўзгаради. Алоқа техникасида юқори қисми текис холдаги иккинчи тартибли АИМ (АИМ-ИИ) сигналлари кўп қўлланилади. Бундай сигналларда бирламчи сигналларнинг юқори частотали ташкил топувчилари пасайтирилади.

4.2. Импульсли-кодли модулятсия. Текис ва нотекис квантлаш. Кодловчи қурилмаларнинг тузилиши

Ҳозирги пайтда РУТларда импульс кодли модулятсия (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 сатхлари орасидаги фарқ **квантлаш қадами** (Δ) дейилади. Агар сигналнинг вақт бўйича ажратилган бўлагининг амплитудаси иккита рухсат этилган сатхлар 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 бўлақларини 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 сатҳ қийматлаини ўнлик қийматини иккилик кодга ўзгартириш амалга ошади. Бундай ўзгартириш натижасида олинган импульслар кетма-кетлиги гуруҳли ИКМ сигнал ҳисобланади. Ўнлик қийматларни иккиликка ўзгартиришни қуйидаги конун бўйича осон амалга ошириш мумкин:

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

$$\begin{array}{ccccccccccc}
 64 & 32 & + & 8 & + & & & & & & 1=105 \\
 \underbrace{} & \underbrace{} & & & & \underbrace{} & & & & & \underbrace{} \\
 \downarrow & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & \downarrow \\
 1*2^6 & + & 1*2^5 & + & 0*2^4 & + & 1*2^3 & + & 0*2^2 & + & 0*2^1 & + & 1*2^0 \\
 & & & & & & 54 & & & & & &
 \end{array}$$

1 1 0 1 0 0 1

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

$$M = \log_2 M_{p.э},$$

бу ерда $M_{p.э}$ -рухсат этилган сатҳлар 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:

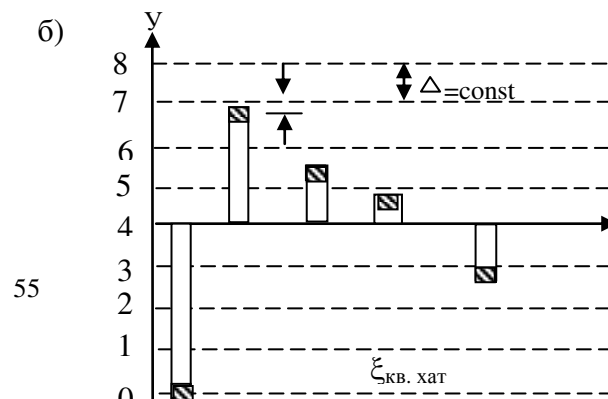
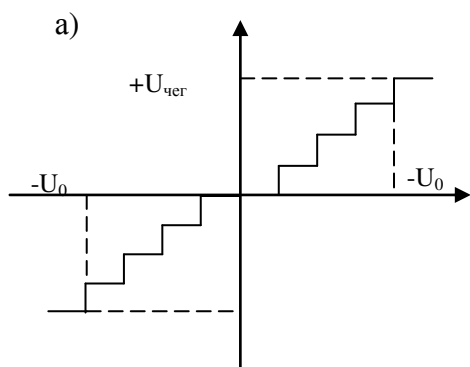
U_{\max} - импульснинг максимал амплитудаси;

Δ - квантлаш қадами.

Сигналнинг вақт бўйича ажратилган бўлақларини амплитудасини кодли гурухларга 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.

4.2.1. Текис квантлаш

Агар сигналнинг амплитудавий қийматлари учун мумкин бўлган чэгарادا 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 $U_{чик} = f(U_{кир})$ 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 ($U_{кир}$) куйидаги $-U_0 \leq U_{кир} \leq U_0$ чэгараларига эга. Айрим лаҳзаларда кириш сигналининг қиймати U_0 қийматидан ошиши мумкин, яъни $U_{кир} > U_0$. 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 $U_{max} > U_0$ йетарли даражада кичик бўлиши лозим. Шунинг учун ҳам ИКМли тизимларда чэгаралаш шовқинлари емас, квантлаш шовқинлари мавжуд. Тенг қадамда квантлаш шовқинларининг ўртача қуввати: $P_{кв,ш} = \Delta^2/12$ га тенг. Бу ерда: Δ квантлаш қадами. Текис квантлашда, квантлашнинг шартли сатҳларининг максимал сони куйидагига тенг:

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

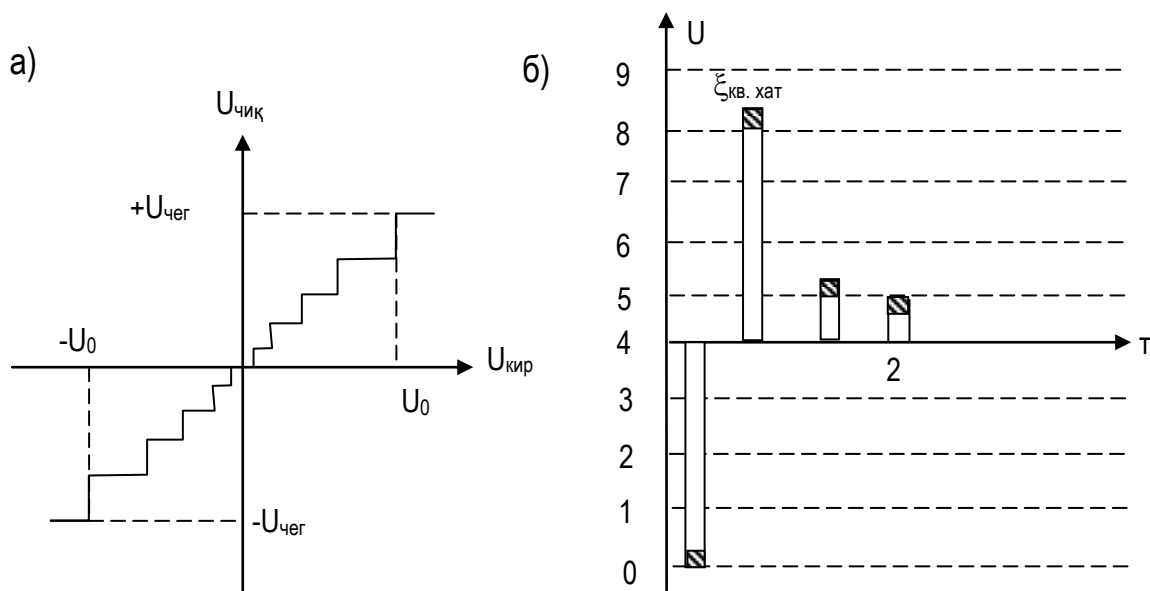
Текис квантлашда, квантлашнинг нисбий хатолиги, кириш сигналининг вақт бўйича ажратилган бўлакларининг қийматига боғлиқ.

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 сатҳли сигналлар учун нисбий квантлаш хатолиги юқори ва сигнал сатҳи ошиши билан у камаяди. Квантлаш сатҳларининг 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 сатҳлар сони $M_{кв} = 512-2048$ гача бўлиши лозим, бу эса кодли гуруҳда тўққиз-ўн разрядни талаб қилади. Шундай қилиб, абонент сигналларининг ўртача қувватининг кескин ўзгариши текис квантлашда сатҳлар 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 соzлашни таъминлаш ва нотекис квантлашни амалга ошириш орқали таъминлаш мумкин.

4.2.2. Нотекис квантлаш

Абонент сигналларининг ўртача қийматини ўзгаришига боғлиқ бўлган квантлаш хатоликларини нисбатан тенглаштириш ва квантлаш қадамларининг сонини мос ҳолда камайтириш учун нотекис (ночизикли) квантлаш қўлланилади. Нотекис квантлашда сигнал сатхи ошиши билан квантлаш қадами квантланадиган сигналнинг амплитудавий қийматини мумкин бўлган чەгарасида 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 холатолиги.

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

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

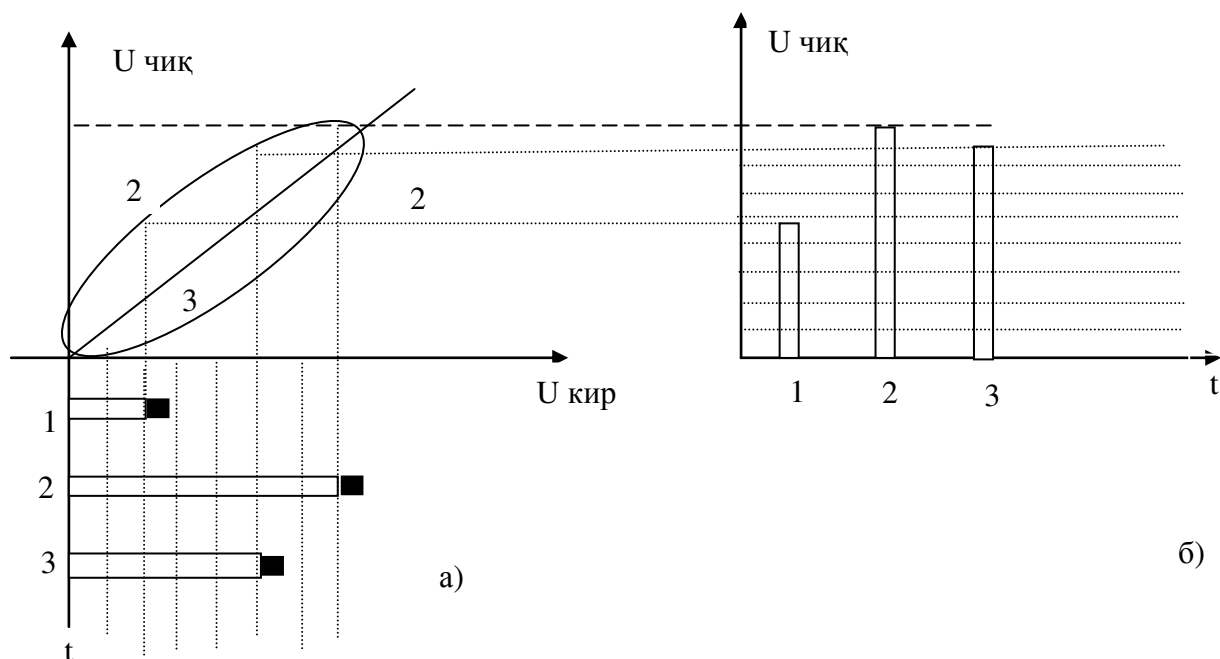
-компрессор қурилмалари ёрдамида; кодлашдан олдин кириш сигналининг динамик диапазонини кичрайтириш ва чиқишдаги сигнални декодерлангандан кейин экспандер қурилмалари ёрдамида динамик диапазонини кенгайтириш;

-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 тесқари бўлган експандерлар қўлланилади (2-егри чизиқ). Компандер ва экспандер занжирининг йиғинди амплитудавий характеристикаси (3-чизиқ), тўғри бўлиши лозим.

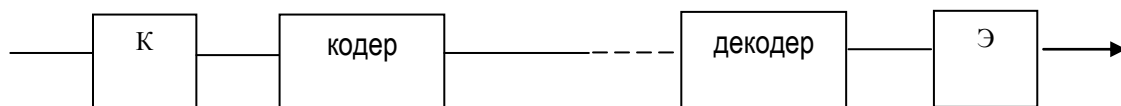


4.6-расм. Нотекис квантлаш учун компандер қурилмасини қўллаш

а) компандернинг амплитудавий характеристикаси;

б) компрессор чиқишидаги гурухли сигнал.

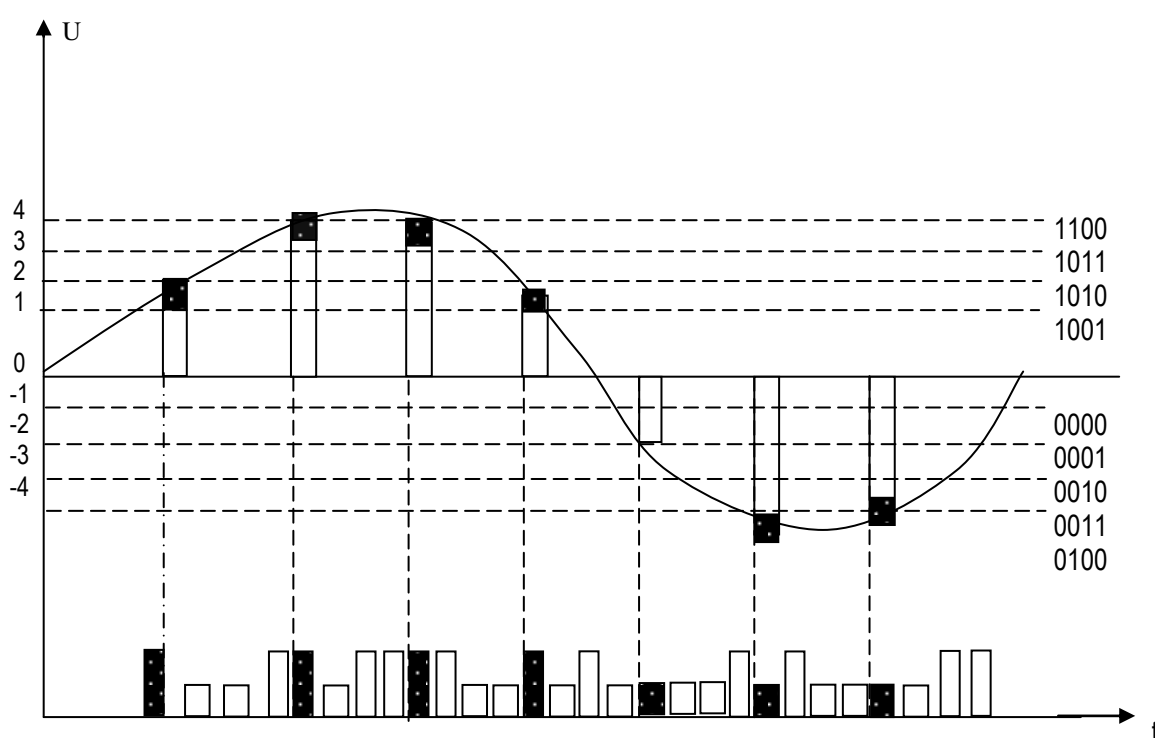
Бундай усулнинг камчилиги, компрессор ва экспандернинг ўзаро тескари амплитудавий харатеристикасини катта аниқликда олишни жуда мураккаблигидир. Натижада йиғинди амплитудавий харатеристиканинг нотекислиги туфайли узатиладиган сигналларда нозикли бузилишлар ҳосил бўлиши мумкин.



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 соіадаги сигналнинг квантлаш қадамини сонини аниқлайди.

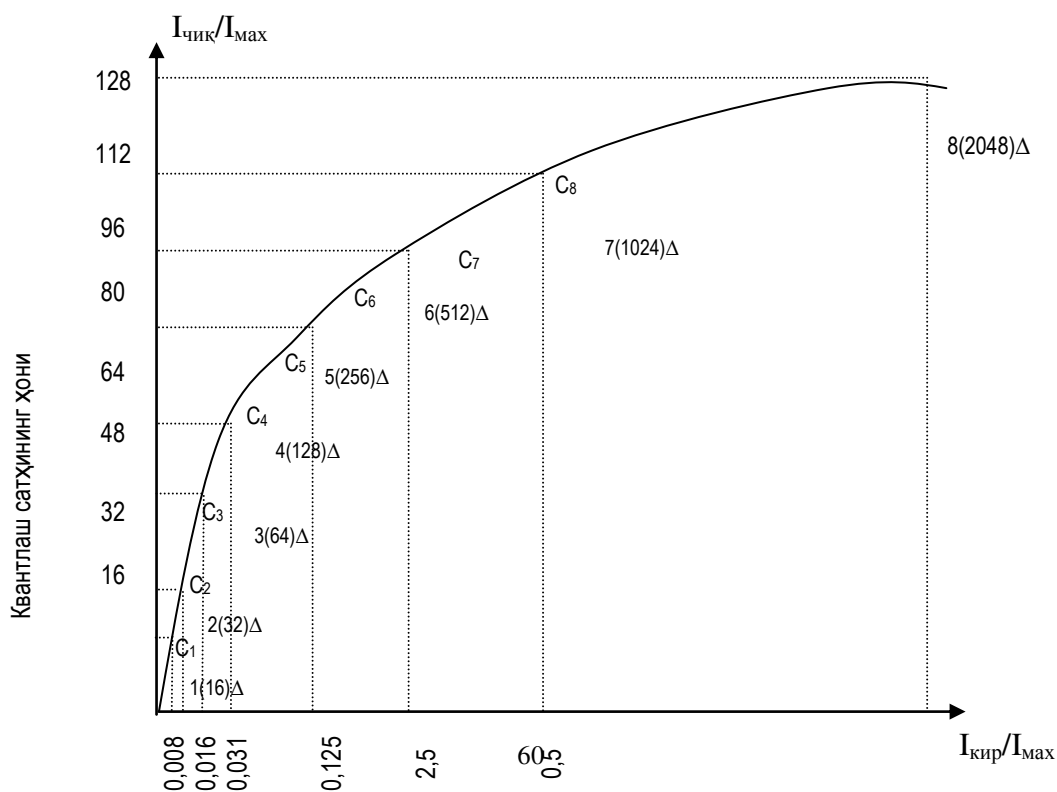
Масалан: 1101101 кодли гурух 5-квантлаш қадамидаги мусбат импульс қийматини, 0101101 кодли гурух эса худди шу қийматнинг манфий импульсини аниқлайди.

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.

4.2.3. Нотекис квантлаш шкаласига эга бўлган кодер ва декодерлар

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, $A=87,6/13$ турдаги компрессиянинг 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

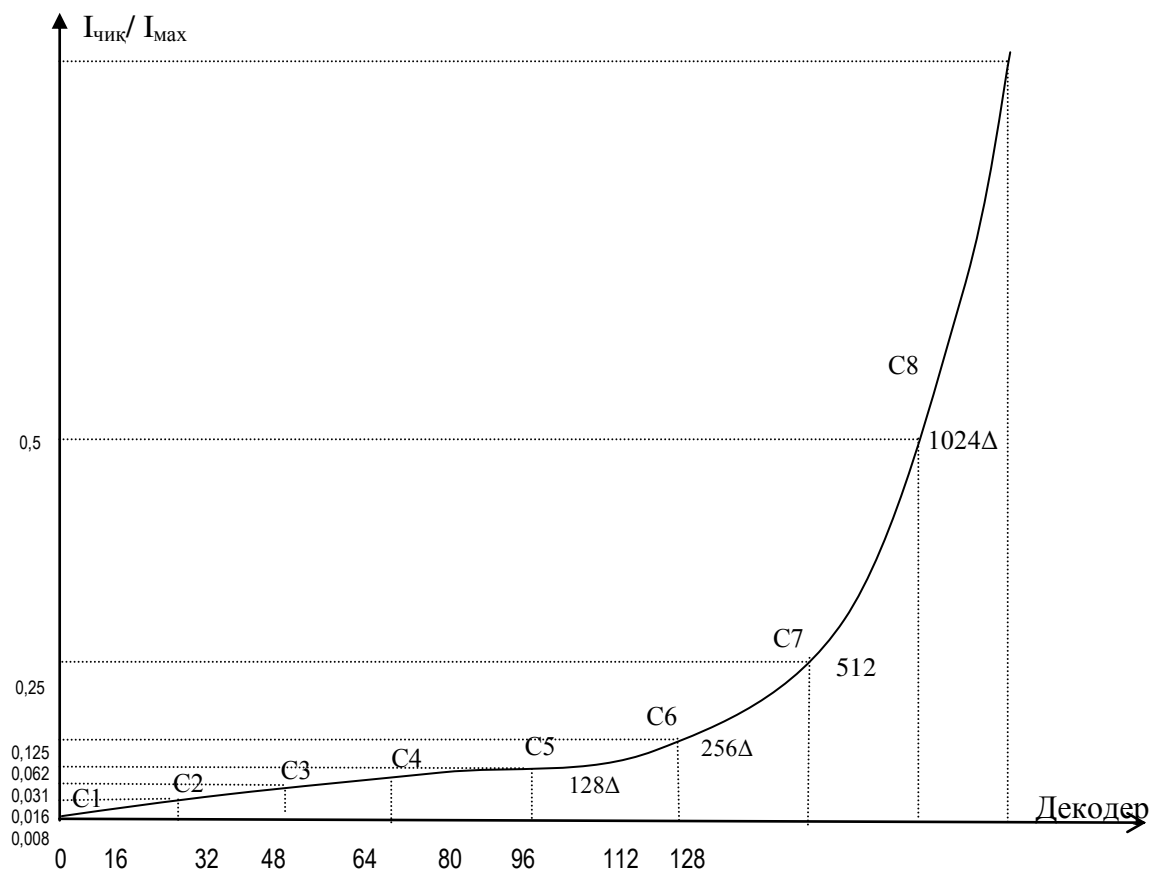
Сегмент рақами	Сегмент рақамини кодли аралаш-маси	Эталон сигналлар					Квантлаш қадами	Созловчи эталон
		Асосий	Қўшимча					
1	000	-	8	4	2	1	1	0,5
2	001	16	8	4	2	1	1	0,5
3	010	32	16	8	4	2	2	1
4	011	64	32	16	8	4	4	2
5	100	128	64	32	16	8	8	4
6	101	256	128	64	32	16	16	8
7	110	512	256	128	64	32	32	16
8	111	1024	312	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 кутбини 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 , $I_{\text{эт}4}$ эталон ток билан солиштирилади. Солиштириш натижасида $I_c > I_{\text{эт}4}$ бўлса, унда I_c ни характеристиканинг 5. . . . 8 сегментидан топиш мумкин ва $I_{\text{эт}4}$ ўрнига $I_{\text{эт}6}$ уланади. Солиштириш натижасида $I_c < I_{\text{эт}4}$ бўлса, унда I_c ни характеристиканинг 1 . . 4 сегментидан топиш мумкин ва $I_{\text{эт}4}$ ўрнига $I_{\text{эт}2}$ уланади. Кейинчалик кодлашнинг иккинчи босқичидаги солиштириш натижаларида агар $I_c > I_{\text{эт}6}$ дан бўлса, $I_{\text{эт}7}$ ток уланади ёки агар $I_c < I_{\text{эт}6}$ бўлса, $I_{\text{эт}5}$ 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 қадамининг сони 16 га тенг, квантлаш қадами текис, Δ_c га тенг ва хар бир сегментнинг ўзини квантлаш қадами мавжуд. Учинчи босқич, чизиқли кодлаш усулида тўртта тактда амалга оширилади. Кодлашда, сегментнинг бошини аниқловчи асосий эталонга кўшимча $8c$, $4c$, $2c$, c салмоққа эга бўлган эталонлар кўшилади. Солиштириш натижасида импульс амплитудаси жойлашган зонадаги квантлаш сатхининг рақами аниқланади.



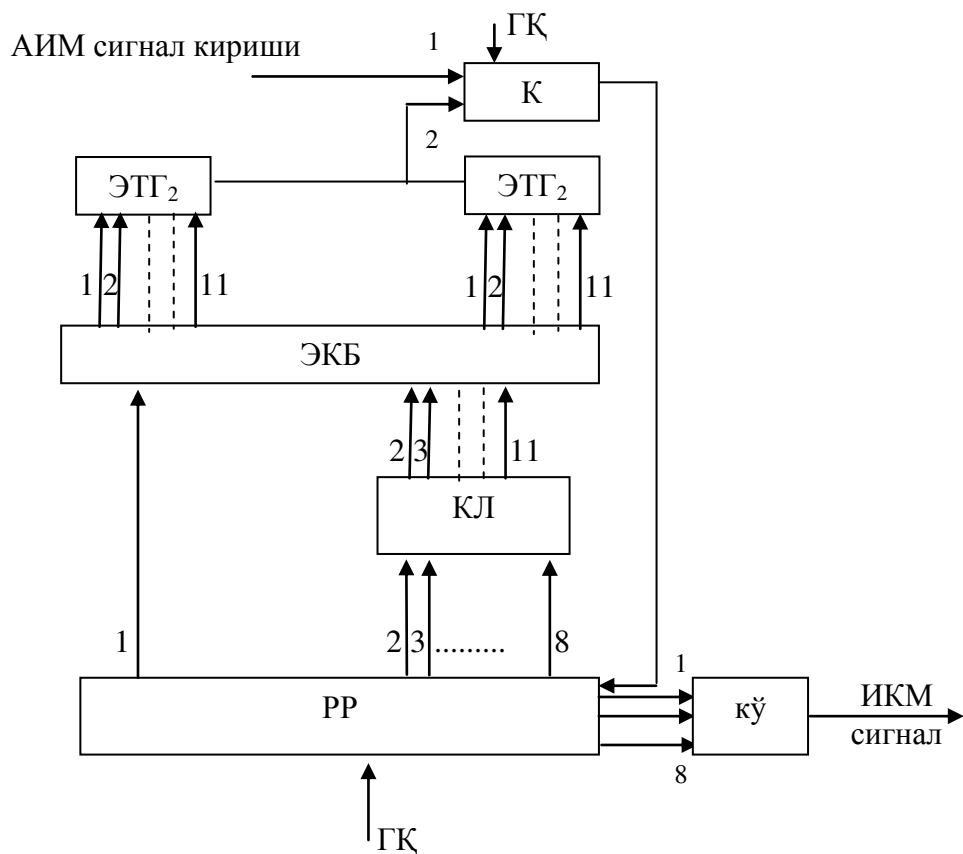
4.10-расм. А-87,6/13 турдаги экспандерлаш характеристикаси

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 қадамининг 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 нозичikli 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 салмоји 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).

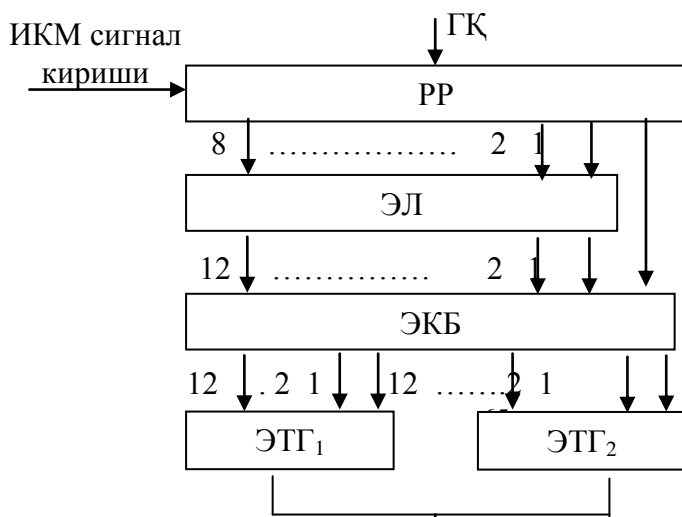
ИКМли РУТларда асосан кодерларнинг 3 тури қўлланилади: матритсали, ҳисоблаш ва разрядларни солиштириш туридаги кодерлар. Шулардан энг кўп тарқалгани 3 турдагиси. Эталонларни рақамли компрессиялашга эга бўлган солиштириш туридаги нозичикли кодерларнинг тузилиш принтсипини қараб чиқамиз. Унинг тузилиш 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 тоқи (I_c) ва эталон тоқ ($I_{эп}$) 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 тугунларининг ишини узатиш тизимининг генератор қурилмаси бошқаради.



4.11-расм. Ночизикли кодернинг 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 сигналининг кодли гурухларини, АИМ сигналга рақамли-аналог ўзгартириш амалга оширилади, яъни сигналнинг лозим бўлган кутби ва амплитудаси олинади. Эталонларни рақамли экспандерлашга эга бўлган солиштириш туридаги ночизикли декодерларнинг тузилиш принтсипи 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 сатхини 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 камайтириш учун, квактлаш қадами 0.5 га тенг бўлган сегментнинг 12-созловчи эталони қўлланилади. Берилган мисол учун созловчи эталон ток 8 шартли бирликка тенг ва эталон тоқларнинг умумий қиймати 408 шартли бирликка тенг.

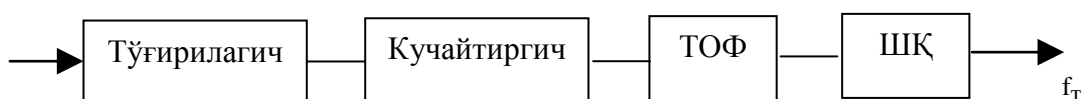
Назорат саволлари

1. РУТларининг афзаллиги нимада?
2. Дискретизациялаш частотаси нимага асосланган ҳолда танланади?
3. Нима учун f_r айнан 8 кГц га тенг?
4. Дискретизациялаш жараёнининг вақт бўйича диаграммасини тушунтиринг.
5. ИКМ сигнални олиш учун қандай операциялар амалга оширилади?
6. Квантлаш жараёнини мисол асосида тушунтириб беринг.
7. Кодлаш қандай амалга ошади?
8. ИКМли РУТ ларда қандай квантлаш туридан фойдаланилади ва нима учун?
9. Кодер ва декодернинг ишлаш принтсипини тушунтиринг.

10. РАҚАМЛИ УЗАТИШ ТИЗИМЛАРИДА СИНХРОНИЗАЦИЯ

5.1. Рақамли узатиш тизимларида тактли, циклли, юқори циклли синхронизация

Импульс кодли модулятсия (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 (ГК), 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

Тўғрилагич, линиядан тушган икки қутбли сигнални бир қутблига ўзгартиради. Кейин сигнал кучайтиргичда кучайтирилади. Тор ораликли филтр (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 ораликларни 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.

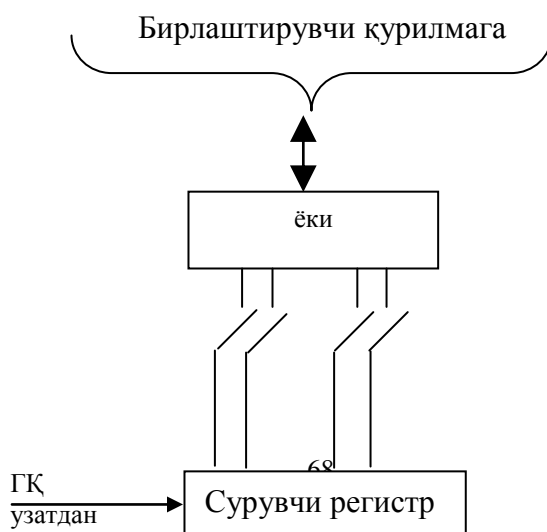
Цикл бўйича синхронизация каналларни тўғри тарқалишини, яъни маълум бир каналларнинг декодерланган АИМ сигналларини қабул қилувчи қурилманинг шу каналларига тушишини таъминлайди. Узатувчи станцияда шаклланган синхросигнал ахборотли сигналлар билан биргаликда линия трактига узатилади. Қабул қилувчи станцияда 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 символли 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 борича, 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.

5.2. Синхросигнал қабул қилгичи

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 шаклантиради. Шаклантиргичнинг схемаси қуйидаги 5.2.- расмда кўрсатилган.

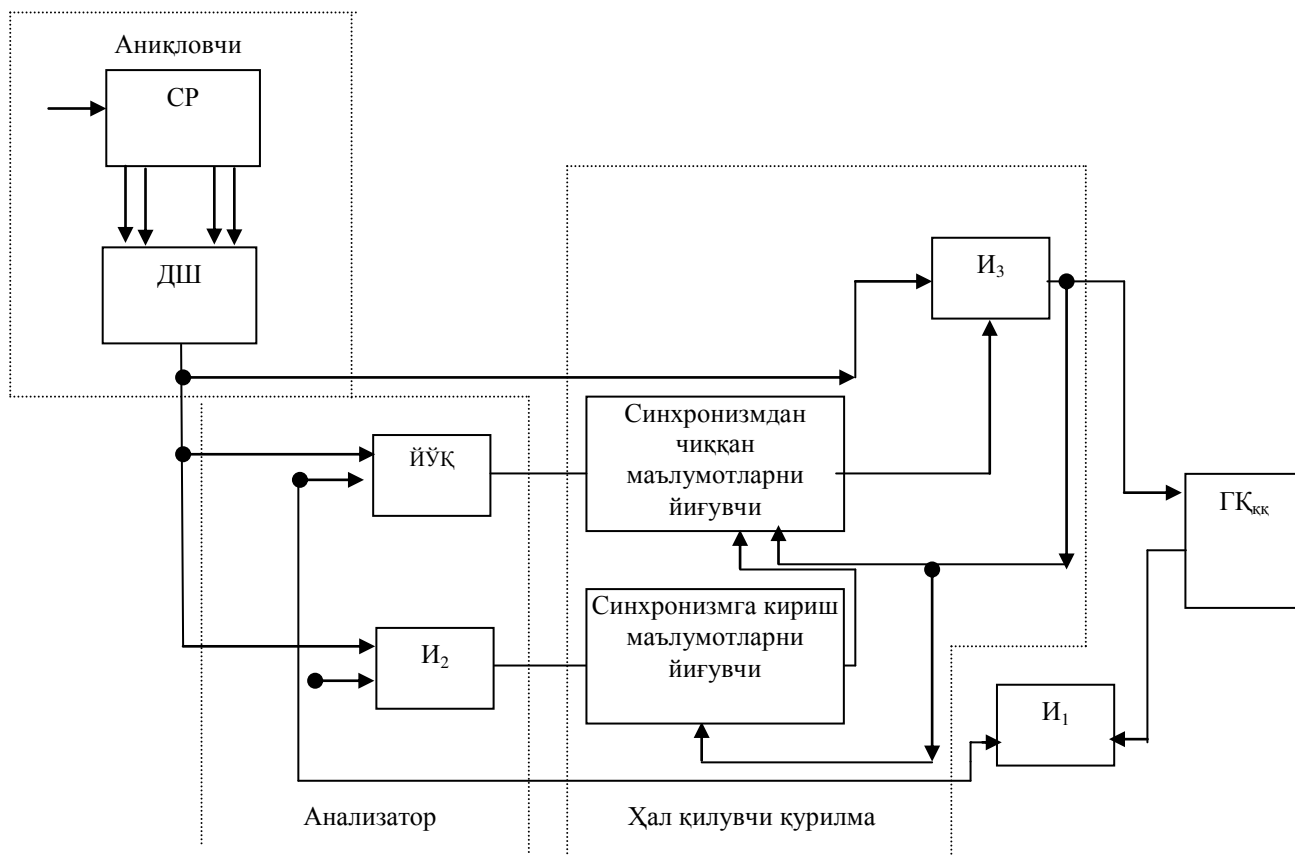


5.2-расм. Шакллантиргич схемаси

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

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

Синхросигнал қабул қилгичининг ишлаш принтсипини сирпаниб изловчи ва бир разрядли сурилишга эга бўлган қабул қилгич мисолида қараб чиқамиз. (ИКМ-30 тизимларида қўлланилади). Бу ерда цикли 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. Цикли 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 тақиқловчи сигнални беради. Бу сигнални олиши билан ГҚ_{кк}нинг бўлувчисининг иши ва сигнални декодерлаш тўхтатилади.

Кейинги аниқлаш натижаси худди шу позитсияда, лекин кейинги циклда амалга оширилади. Агар иккинчи марта аниқланганда шу позитсияларда ёлгон синхрогуруҳлар шаклланмаса, унда И₁ схемаси чиқишидаги сигнал, синхронизмдан чиқиш маълумотларини йиғувчини тўлдиради, И₃ схемаси эса ГҚ_{кк}га тақиқловчи сигнални жўнатади ва тизим синхронизмни излаш режимига ўтади. Агар бирор позитсияда ёлгон синхрогуруҳлар 2 марта (худди шу позитсияни 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 принтсипи юқорида ёзилганлар билан бир хил. Лекин шуниям назарда тутиш лозимки,

юқори циклли синхронизмни излаш циклли синхронизм қайта тиклангандан кейин амалга ошади.

Назорат саволлари

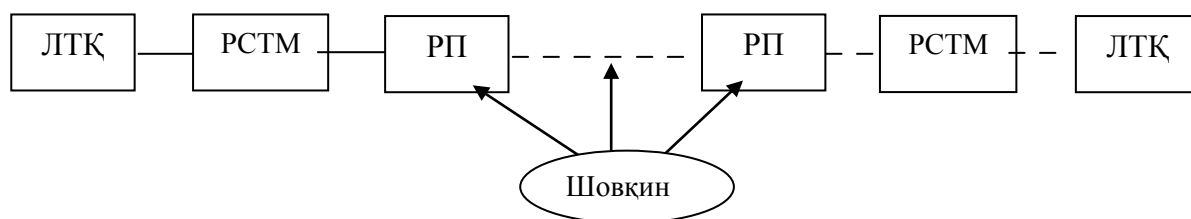
1. Қандай синхронизация турларини биласиз ва уларнинг вазифаси нимадан иборат?
2. Циклли синхросигнал қабул қилгичининг тузилиш схемасини тушунтиринг.
3. Синхронизм бузилганда тизим қандай ҳолатда бўлади?
4. Синхронизация сигналлари қандай узатилади?

6. РАҚАМЛИ УЗАТИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ЛИНИЯ ТРАКТИ

6.1. Линия тракти бўйлаб рақамли сигналларни узатиш хусусиятлари

Олдинги бандлардан бизга маълумки, 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 йетарли 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 пун-ктларида 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.



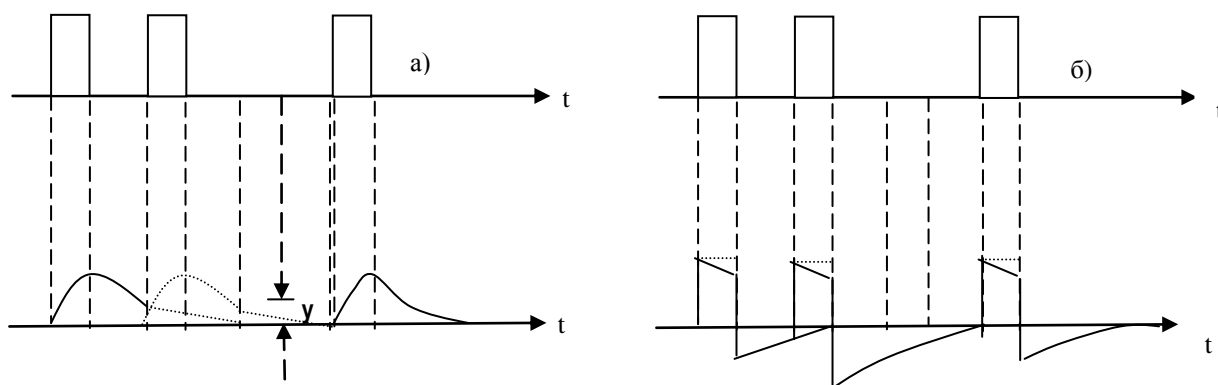
6.1-расм Рақамли линия трактининг тузилиши

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 МУХит (РСТМ)нинг сигнални бузилиш даражаси, шовқиндан ҳимояланганлиги ва рақамли сигналларни узатиш ишончилигини 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 чэгараланишига 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 чэгаралангандаги ҳолати кўрсатилган.



6.2-расм. Линия трактида, иккилик рақамли сигнал шаклига оралиқ частота чэгараланишининг 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 импульс жавобининг қиймати шунча кичик. Агар рақамли сигналнинг оралиқ частотаси сезиларли даражада чэгараланган 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 символларо интерференция номини олган. Символларо интерференция, амплитудаларни ўзгариши каби символларни вақт бўйича сурилишига ҳам олиб келади. Симметрик кабелли занжирлар бўйича ташкил қилинган линия трактларида, спектрнинг доимий ва паст частотали ташкил топувчиларини пасайтириш ҳисобига рақамли сигналнинг оралиқ частотасини чэгараловчи мослаштирувчи трансформаторлар ва

кучайтиргичлар қатнашади. Рақамли сигналнинг оралиқ частотаси пастдан чэгараланишининг таъсири 6.2-расмда кўрсатилган. Паст частотали ташкил топувчиларнинг нимжонлиги, рақамли сигнал символларининг кутбига карама-қарши бўлган кутбни юзага келтиради ва импульснинг охириги фронтларининг манфий қисми, импульсларнинг амплитудасини камайтирувчи символларо интерферентсияларни юзага келтирган ҳолда кейинги тактли оралиқгача чўзилади. Оралиқ частоталарнинг бундай пастдан чэгараланиши, рақамли сигналларни бузилишига ва шовқиндан ҳимояланганликнинг камайишига олиб келади.

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 емас 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 ошиши, 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 чэгарада сақлаш учун регенерациялаш участкасининг узунлигини камайтириш ёки узатишни икки кабелли тизимини қўллаш лозим.

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

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

Коаксиал занжирларда симметрик занжирларга нисбатан шовқин сатҳи анча паст.

6.2. Сигналларни регенерациялаш. Регенераторларнинг тузилиш схемаси

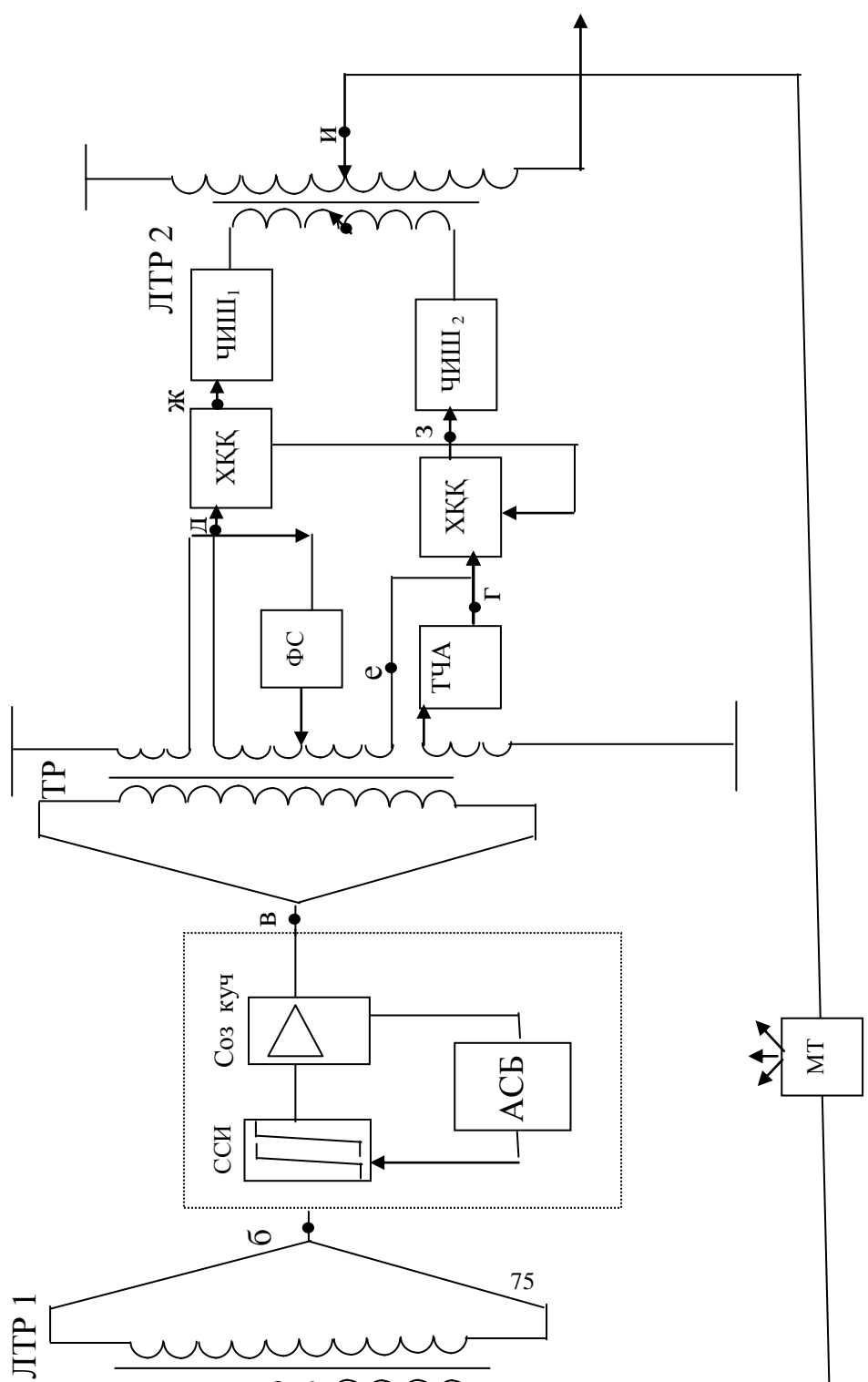
Рақамли сигнал, алоқа линиясидан ўтганда пасаяди ва унга яна шовқин таъсир қилади. Бу эса импульсларнинг шаклини ва давомийлигини ўзгартиради, амплитудасини пасайтиради, вақт бўйича тасодифий сурилишга олиб келади. Шунинг учун ҳам ИКМли тизимларнинг рақамли линия трактидаги рақамли сигналларни қайта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

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

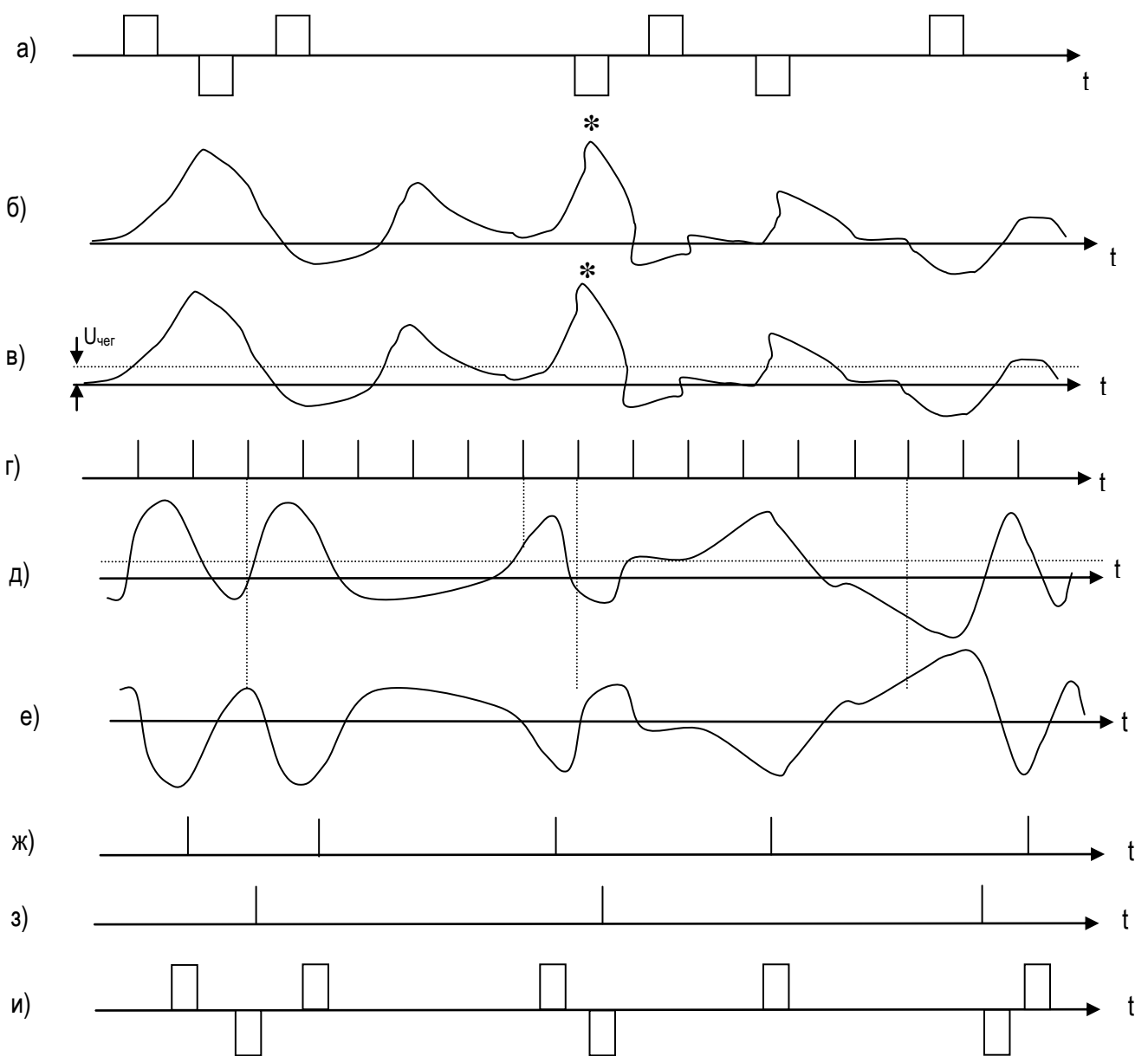
- қайта тикланувчи импульсларнинг амплитудаси кучайтирилади ва уларни шакли соланади;
- созланган импульслар таъқиб қилинади (бундай ҳолда таъқиб қилиш натижасида шундай шароит яратиладики, чиқишдаги импульслар фақатгина вақтнинг маълум бир лаҳзаларидагина шаклланади);
- таъқибдан кейин олинган импульс 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 созлагичи киришига берилади. Бу созлагич таркибига сунъий созловчи линия, автоматик сатҳ бошқариш қурилмаси (АСБ), созловчи кучайтиргич схемаси киради. (6.4-расмда кўрсатилган). АСБ қурилмасида импульслар шаклини созлаш тўлиқ ёки қисман амалга оширилади. Бу символларни регенерациялашда хатолик ехтимол-лигини пасайтиради. Линия созлагичи чиқишида шаклланган сигналнинг кўриниши 6.4.в-расмда кўрсатилган. Линия созлагичининг 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 (XKQ_1 ва XKQ_2)ларга берилади. XKQ 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 созлагичи чиқишидаги импульсларнинг ярим амплитудасига тенг.



6.3-расм. Регенераторнинг тўзилиш схемаси



6.4-расм. Регенераторнинг вақт бўйича ишлаш принтсипи

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,3-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 принтсипидан кўриниб турибдики қачонки, шовқин қийматлари чэгара кучланишидан юқори бўлса, регенерациялашда хатолик юзага келади.

Назорат саволлари

1. Рақамли линия тракти қандай қурилмалардан ташкил топган ва уларнинг вазифаси нимадан иборат?
2. Кабелли занжирларда сўниш қандай ўзгаради ва у сигналнинг сифатига қандай таъсир кўрсатади?
3. Символларо интерферентсиялар нима сабабли юзага келади?
4. Нима учун симметрик кабелли линияларда ўзаро ўтувчи шовқинлар юзага келади?
5. Линияга узатилган сигналларнинг сўнишини сабаби нимада?
6. Регенерациялаш дэганда нимани тушунасиз?
7. Регенераторларнинг ишлаш принтсипини тушунтиринг.
8. Регенераторнинг вақт бўйича ишлаш диаграммасини тушунтиринг.

7. РАҚАМЛИ УЗАТИШ ТИЗИМЛАРИНИНГ ОХИРГИ СТАНЦИЯСИНИ ТУЗИЛИШИ

7.1. Импульс кодли модулятсияга эга бўлган рақамли узатиш тизимларининг охириги станциясининг тузилиши

Битта узатиш йўналиши учун импульс кодли модулятсия (ИКМ)га эга бўлган бирламчи узатиш тизимларининг охириги 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 ($f_T = 8$ 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_{узат})да шаклланган импульслар кетма-кетлиги ёрдамида дискретизацияланувчи ва бирлаштирилувчи узатгич (Б ва М_{узат})га тушади. Натижада гуруҳли боғловчи ва мослаштирувчи сигналлар шаклланилади.

Декодернинг чиқишидаги каналларнинг кодли гуруҳларини яъни гуруҳли ИКМ сигнални, кодланган боғловчи ва мослаштирувчи сигналларни,

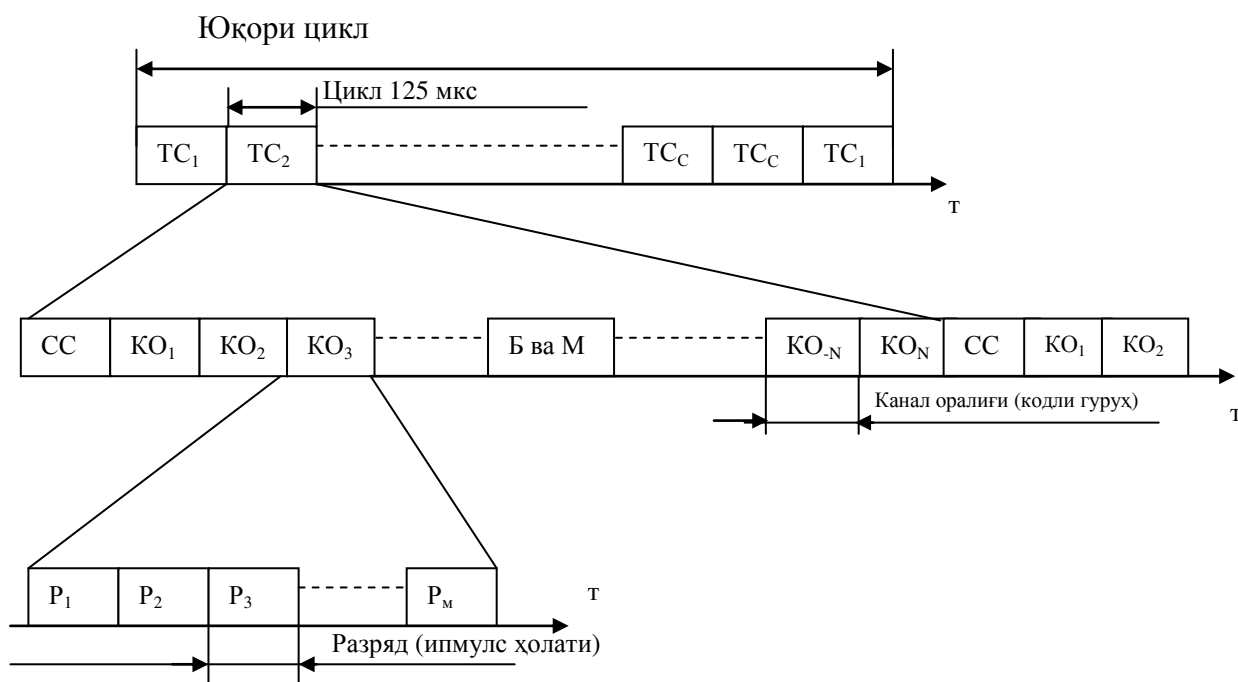
синхросигнал узатгичи ($СС_{узат}$)дан тушган синхросигналларнинг кодли гурухларини, цикл ва юқори циклларни ҳосил қилган ҳолда бирлаштирувчи курилма (БК)да бирлаштирилади. $ГК_{узат}$ дан тушган, мос келувчи бошқарувчи импульслар, юқори цикл таркибидаги циклларни ва узатиш циклидаги кодли гурухларни таъқиб қилишни тўғри тартибини таъминлайди. Узатиш тизимининг узатувчи курилмаларини кетма-кет ишлашини ва лозим бўлган тезликни $ГК_{узат}$ 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 ($КЎ_{узат}$) 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 курилмаси ($ГК_{к.к}$)ни ишини бошқариш учун лозим бўлган тактли частота сигналларини ажратиб олади. Бундан ташқари узатувчи ва қабул қилувчи қисмдаги генератор курилма ($ГК_{узат}$ ва $ГК_{к.к}$)ларини синхрон ва синфаз ишлашини, тўғри декодерлашни, телефон каналларининг Б ва М сигналларини тўғри тақсимланишини ҳам таъминлайди. Ажратувчи курилма (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 гуруҳли ИКМ сигнални гуруҳли АИМ сигналга ўзгартиради. $ГК_{к.к}$ дан тушувчи импульслар кетма-кетлиги, каналларнинг вақтли селектор (ВС)ларига тушади ва навбатма-навбат уларни очган ҳолда гуруҳли 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.

7.2. Рақамли узатиш тизимларининг цикли ва юқори циклининг тузилиши

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



7.2-расм Цикл ва юқори циклининг 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 циклининг 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 еканлигини 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 етиш 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 кониқтириш 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. Тезликнинг ушбу қиймати барча рақамли иерархиялар учун Бошланғич (нолинчи) сатҳдир. Шуни 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.

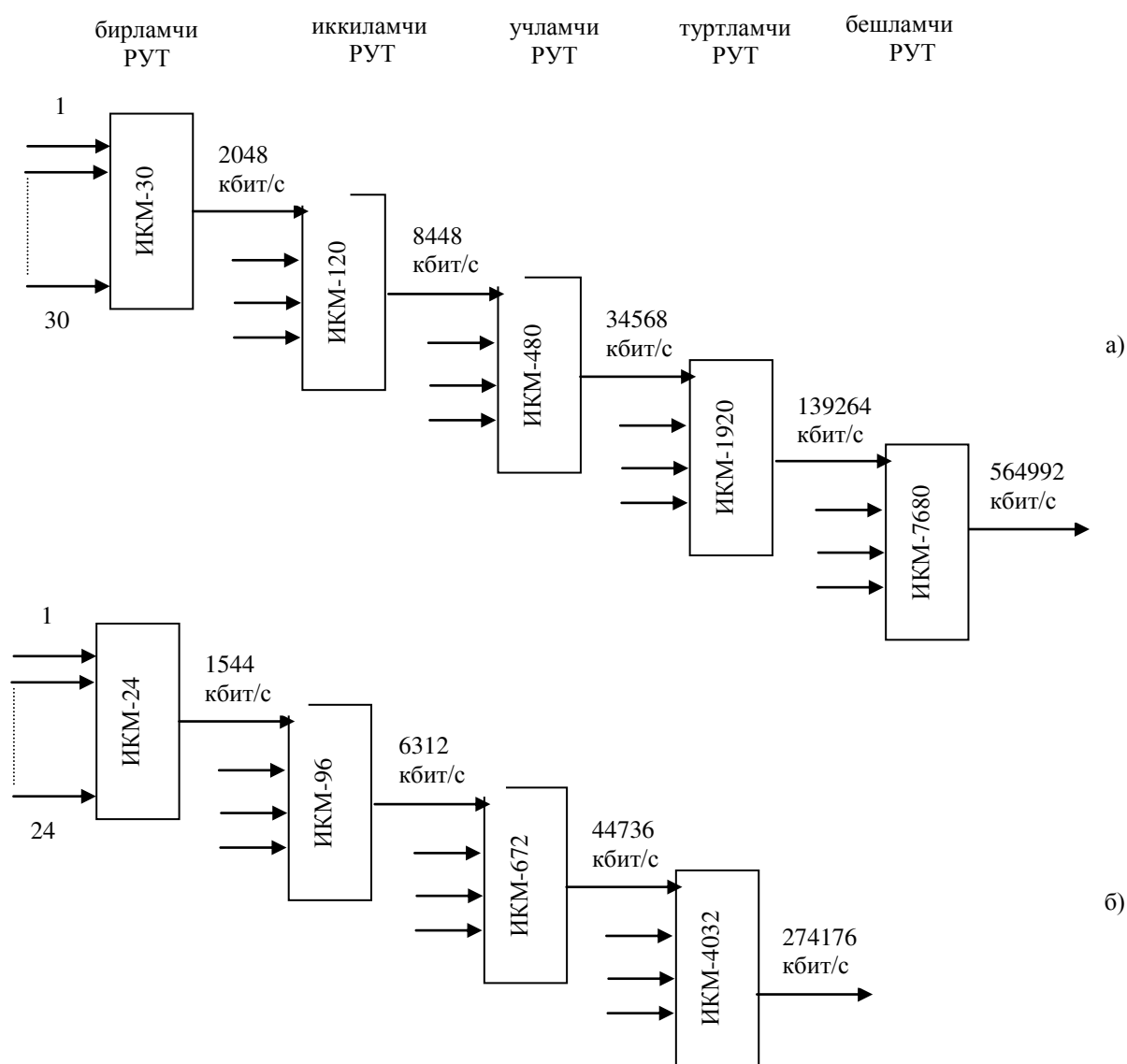
PDH иерархиясида рақамли тизимларнинг тузилиши қуйидаги талабларга жавоб бериши лозим:

-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.

РУТларнинг 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

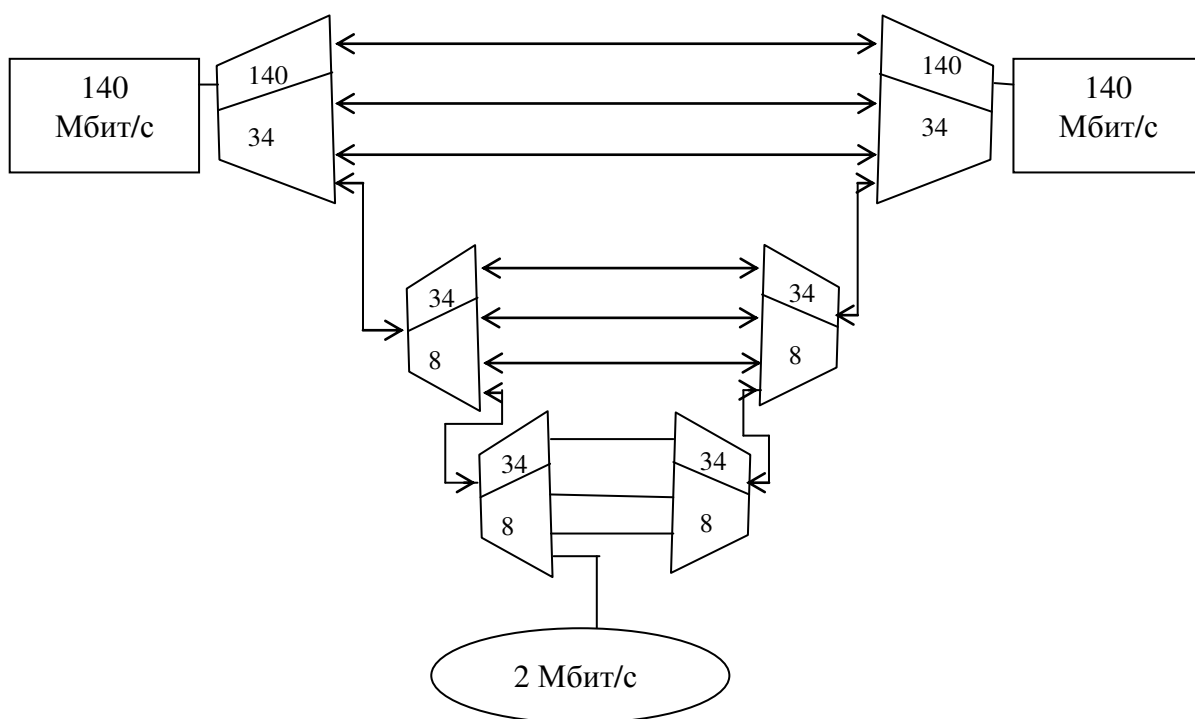
Бундай оқимлар паст сатхли РУТларнинг қурилмаларида шаклланади. 8.1-расмдан кўриниб турибдики, иерархиянинг барча поғоналари учун бирлаштириш коэффиценти 4 га тенг. Худди шунга ўхшаган ҳолда шимолий Америка иерархияси ҳам тузилади, фақат унда бирламчи РУТ сифатида ИКМ-24 қўлланилади ва иерархиянинг турли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

- плезиахрон рақамли иерархия тизимларининг узатиш тезликлари 2048, 8448, 34368, 139264 кбит/сга тенг;
- биринчи ва бошқа сатҳдаги рақамли оқимларни бирлаштиришда тезликларни созлаш учун кўшимча 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, илзват 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 бирлаштирамоқчи 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) қўл 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 емас. PDHда унча катта бўлмаган ҳажмда бундай воситалар мавжуд, лекин улар стандартлашмаган. Шу сабабли хар 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 нх64 кбит/сли тезликга 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=24та, 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/сли 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 иизмат каналларини ташкил қилиш имкониятининг суствлиги ва тармоқда берилганларни узатиш учун жуда муҳим бўлган пастки мултиплексорланган оқимларни маршрутизатор воситаларини тўлик йўқлиги. Чунки стандартда сарловха учун лозим бўлган меъёрдаги маршрутлаштириш қараб чиқилмаган. Бундай махсус маршрутизатор воситаларининг йўқлиги натижасида, PDHнинг 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 бўлмади.

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 етади.

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. Мултиплексорнинг 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 принтсиплари.....	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 принтсипи.....	14
2.2. Канал сигналларини вақт бўйича ажратиш принтсипи.....	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 принтсипи.....	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 сатх 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, циклли, юқори циклли 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

ТЕЛЕКОММУНИКАТСИЯ УЗАТИШ
ТИЗИМЛАРИ

Ўқув қўлланма. 1-қисми

5522200-телекоммуникатсия таълим
йўналиши талабалари учун

ТУТ кафедраси йиғилишидан кўриб
чиқилди ва нашрга тавсия етилди.

Муаллиф: Р.Н. Раджапова
Р.К. Атаметов
Г.Д. Ахмедова

Мухаррир: Р.И. Исаев