

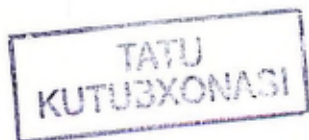
ЎЗБЕКИСТОН АЛОҚА ВА АХБОРОТЛАШТИРИШ
АГЕНТЛИГИ

ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ
УНИВЕРСИТЕТИ

А.АБДУАЗИЗОВ, Д.ДАВРОНБЕКОВ

РАДИОУЗАТИШ ВА ҚАБУЛ ҚИЛИШ
ҚУРИЛМАЛАРИ

(Ўқув кўлланма)



ТОШКЕНТ – 2011

УДК: 621.396.621 (075)

ББК 32.849я73+32.848я73

A15

A15 А.Абдуазизов, Д.Давронбеков. Радиоузатиш ва қабул қилиш қурилмалари. Ўқув қўлланма. Т.: «Fan va texnologiya», 2011, 272 бет.

ISBN 978-9943-10-541-6

Мазкур ўқув қўлланмада радиоузатиш ва радиоқабул қилиш қурилмаларининг схемалари, ишлаш принциплари ва вазифалари, шунингдек, уларнинг алоҳида каскадлари ва улардаги физик жараёнлар; радиоқабул қилгичлар турли каскадларини қуриш авфзалликлари, радиоқабул қилгичларнинг созлаш тизимлари, радиоузаткич генераторлари ва модуляциянинг бир нечта турлари; кўзгатувчи қурилмаларининг, хусусан, уларнинг алоҳида каскадларини анализ қилиш услублари кўриб чиқилган.

Ўқув қўлланма олий таълим муассасалари талабалари учун мўлжалланган.

УДК: 621.396.621 (075)

ББК 32.849я73+32.848я73

Тақризчилар: **Т.Д.РАДЖАБОВ** – ТАТУ «РАҚ ва Т» кафедраси мудири, ф.-м.ф.д., проф., ЎЗР ФА академиги;

Х.К.АРИПОВ – ТАТУ «Электроника» кафедраси мудири, ф.-м.ф.д., проф.;

Ф.Х.ХОЛИКОВ – «Ўзбектелеком» АК «Ўзбектелеком мобайл» филиали бош мутахассиси, т.ф.н.;

А.А.ТОЖИЕВ – ТошДТУ ЭАКТРТ кафедраси доценти, т.ф.н.

ISBN 978-9943-10-541-6

© «Fan va texnologiya» нашриёти, 2011.

КИРИШ

Азиз ўқувчи! Ушбу китоб олий таълим муассасаларида ўрганиладиган “Радиоузатиш қурилмалари” ва “Радиоқабуллаш қурилмалари” фанларидан ўқув қўлланма ҳисобланади.

Ўқув қўлланма иккита катта радиоузатиш ва радиоқабул қилиш қурилмалари қисмларидан иборат.

Радиоузатувчи қурилмалари қисми 1–7-бобларни ўз ичига олади. Амплитудавий, бурчакли ва бир минтақали модуляцияли, паст, ўрта, юқори ва ўта юқори диапазонли, шунингдек, бурчакли ва импульс модуляцияли ўта юқори ва ультра юқори частотали овозни эшиттириш узаткичларининг замонавий ҳолати, қуриш афзалликлари ва ривожлантириш истиқболлари келтирилган. Транзисторлар, югурма тўлқин лампалари ва кўп резонаторли клистронлардаги юқори ва ўта юқори частотали тебранишлар қувват кучайтиргичлари, частота синтез усуллари, синтезаторлар тузилиш схемалари кўриб чиқилган.

Радиоқабул қилувчи қурилмалари қисми 8–16-бобларни ўз ичига олади. Ушбу қисмда радиоқабул қилиш назарияси асослари билан, радиоқабуллагич, унинг алоҳида қисмлари ва вазифалари, уларда бўлиб ўтадиган жараёнлар билан танишиш мумкин. Турли элементлар базаларида йиғилган қабул қилгич каскадлари схемалари келтирилган ва уларнинг ишлаш афзалликлари кўрсатилган. Турли сигналлар қабул қилгичлари ва улардаги созланишлар кўриб чиқилган.

17-бобда радиоэлектрон воситаларнинг электромагнит мослашувчанлик масалалари кўриб чиқилган.

Ушбу фанларни чуқур ўрганиш учун ҳар бир боб охирида назорат саволлари келтирилган.

1 боб. РАДИОУЗАТКИЧЛАР ҲАҚИДА АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА СИГНАЛЛАР ҚУВВАТЛАРИНИ ҚЎШИШ УСЛУБЛАРИ

1.1. Радиоузаткичларнинг синфларга бўлиниши

Радиоузатиш қурилмаси (қисқача радиоузаткич (РУ)) деб антеннага бериладиган ва фазода тарқаладиган юқори частотали (ЮЧ) ва ўта юқори частотали (ЎЮЧ) тебранишларни генерациялаш, қувват бўйича кучайтириш ва модуляциялашга хизмат қиладиган радиотехник аппаратга айтилади.

Радиоузаткичлар бешта асосий белгилар бўйича синфларга бўлинади: вазифасига кўра; фойдаланиш объектига кўра; частоталар диапазониغا кўра; қувватига кўра; нурланиш турига кўра.

Радиоузаткичнинг вазифаси шундан иборатки, у фойдаланадиган радиотехник тизим орқали аниқланади ва у узатиладиган маълумот турига боғлиқ. Шунинг учун улар радиоалоқа, радиоэшиттириш, телевизион, радиолокацион, радиоўлчов, радионавигацион, радиобошқарув ва бошқа радиоузаткичлар турларига бўлинади.

Фойдаланиш объекти радиоузаткични ўрнатиш жойи орқали аниқланади ва бу унинг ишлатиши шароитларига таъсир қилади. Бу белги бўйича радиоузаткичлар ер устида стационар, самолёт, сунъий йўлдош, кема, кўчма, мобил радиоузаткичларга ажратилади, яъни улар автомобилларга, темир йўл транспортига ва бошқа ер устида ҳаракатдаги объектларга ўрнатилади.

Частоталар диапазони бўйича РУлар радиочастоталар диапазонини қабул қилиш бўйича мос равишда ўта узун тўлқинли, узун тўлқинли, қисқа тўлқинли, ультра қисқа тўлқинли, дециметрли, сантиметрли, миллиметрли РУларга ажратилади. Биринчи бешта диапазон узаткичлари умумий номда юқори частота РУлари, кейинги учта диапазон узаткичлари ўта юқори частота РУларига бирлаштирилади. Шундай қилиб, ЮЧ ва ЎЮЧ диапазонлари РУлари орасидаги чегара 300 МГц ҳисобланади. 300 МГцдан кичик бўлган частоталарда узаткич ЮЧ диапазонга, 300 МГцдан юқори бўлган частоталарда ЎЮЧ диапазони киритилади.

Антеннага бериладиган ЮЧ ёки ЎЮЧ сигнал қуввати бўйича РУлар узлуксиз режимда қувват нурланиши бўйича кичик - 10 Втгача, ўрта - 10...500 Вт, катта - 500Вт...10 кВт, ўта катта - 10 кВтдан юқори қувватли РУларга ажратилади.

1.1-жадвал

Диапазон номи	Тўлқин узунлиги	Частота	Тизимнинг ва РУ вазифаси
Мириаметрли (ўта узун тўлқинли)	100 - 10 км	3 - 30 кГц	Узоқ радионавигация
Километрли (узун тўлқинли)	10 - 1 км	30 - 300 кГц	Радиоэшиттириш
Гектометрли (ўрта тўлқинли)	1000 - 100 м	0,3 - 3 МГц	Радиоэшиттириш
Декаметрли (қиска тўлқинли)	100 - 10 м	3 - 30 МГц	Радиоэшиттириш, мобил радиоалоқа, ҳаваскор радиоалоқа (27 МГц)
Метрли (ультра қиска тўлқинли)	10 - 1 м	30 - 300 МГц	УҚТ ЧМ эшиттириш, телевидение, мобил радиоалоқа, самолёт радиоалоқаси
Дециметрли (диапазонлар)	10 - 0,1 м	0,3 - 3 ГГц	Телевидение, космик радиоалоқа ва радионавигация, уяли радиоалоқа, радиолокация
Сантиметрли (диапазонлар)	10 - 1 см	3 - 30 ГГц	Космик радиоалоқа, радиолокация, радионавигация, радиоастрономия
Миллиметрли	10 - 1 мм	30 - 300 ГГц	Космик радиоалоқа, радиолокация, радиоастрономия

Нурланиш тури бўйича узаткичлар узлуксиз ва импульсли режимларда ишлайдиган РУларга ажратилади. Биринчи ҳолда ахборот узатилаётганда сигнал узлуксиз, иккинчи ҳолда эса импульслар тарзида нурлантирилади.

РУ турларини тавсифлаш учун юқорида айтилган бешта разряддан қайси турига тегишли эканлигини кўрсатиш керак.

1.2. Радиоузатиш қурилмаларининг каскадлари ва қисмлари

РУ алоҳида каскадлардан ва қисмлардан ташкил топади. Уларнинг ҳар бири ҳам мустақил, ҳам бутун қурилманинг бошқа қисмлари билан қўшилган ҳолда шаклланади. Шунинг учун дастлаб РУ таркибига каскадлар ва қисмлар киришини ва уларнинг вазифалари нималардан иборат эканлигини кўриб чиқамиз.

Каскадларга қуйидагилар киради:

– ЮЧ ёки ЎЮЧ тебранишлар манбаи автогенератор ёки ўзидан кўзғатишли автогенератор бўлиши мумкин. Частотани стабиллаш услубига боғлиқ равишда кварцли ва кварцсиз автогенераторларга ажратилади;

– ЮЧ ёки ЎЮЧ сигнални қувват бўйича кучайтиргич ташқи ёки мустақил кўзғатишли генератор. Ўтказиш оралиғига боғлиқ равишда тор ва кенг полосали генераторларга ажратилади;

– тебранишлар частотасини кўпайтириш учун хизмат қиладиган частота кўпайтиргичи;

– талаб қилинадиган қийматга тебранишлар частотасини сижитишга мўлжалланган частота ўзгартиргичи;

– тебранишлар частотасини бўлиш учун хизмат қиладиган частота бўлгичи;

– частотавий модуляцияни амалга оширадиган частотавий модулятор;

– фазавий модуляцияни амалга оширадиган фазавий модулятор;

– сигнални фақат маълум частота оралиғида ўтказишга хизмат қиладиган филтрлар. Уларни оралиқ, паст частотали, юқори частотали ва режекторли филтрларга ажратилади;

– бир турдаги сигналлар қувватларини қўшиш ёки сигнал қувватини талаб қилинадиган сонга бўлиш амалга ошадиган сигналлар қувватларини сумматори (бўлгичи);

– икки сигналлар қувватларини қўшиш ёки сигнал қувватини иккига бўлишда сумматорнинг бошқа кўриниши бўлган кўприк-симон қурилма;

– асосий тарқалиш каналидан сигнал қувватининг қисмини олишга хизмат қиладиган йўналтирилган ажраткич;

– антенна кириш қаршилиги билан РУ чиқиш қаршилигини мослаштиришга мўлжалланган мослаштириш қурилмаси;

– сигнал қувватини ростлаш учун хизмат қиладиган аттенюатор;

– сигнал фазасини бошқариш учун зарур бўлган фаза айлантиргич;

– сигнални фақат битта йўналишда ўтказишга хизмат қиладиган ферритли бир йўналишли қурилмалар (циркуляторлар ва вентиллар). Асосан ЎЮЧ диапазонида қўлланилади;

– қувват тарқалиши амалга ошадиган балласт қаршиликлар;

– сигнал параметрларини ўлчаш имкониятларини берадиган турли хил асбоблар.

Каскадлардан тузиладиган асосий қисмларга қуйидагилар киради:

– кетма-кет уланган ташқи қўзғатишли генераторлардан иборат ЮЧ ёки ЎЮЧ сигнални қувват бўйича кучайтириш қисми;

– катта кўпайтириш коэффиценти талаб қилинадиган ҳолларда қўлланиладиган частота кўпайтиргичлари қисми;

– дискрет частоталар кўплигини вужудга келтиришга мўлжалланган частота синтезатори;

– таркибида частота синтезатори ва частотавий ёки фазавий модулятор бўлган қўзғаткич;

– амплитудавий модуляцияни амалга оширишга мўлжалланган амплитудавий модулятор;

– импульсли модуляцияни амалга оширишга мўлжалланган импульсли модулятор;

– таркибида фильтр, йўналтирилган ажраткич, ферритли бир йўналишли ва мослаштирувчи қурилмалар бўлган ва РУ чиқишини антенна билан улайдиган антенна-фидер қурилмаси;

– РУ параметрларини бошқариш ёки стабиллаш учун хизмат қиладиган автоматик ростлаш қисми. Уларга частотани автоматик созлаш, кучайтирувчи каскадлар электр занжирларини автоматик қайта созлаш қурилмалари, мослаштиргич қурилмасини автоматик қайта созлаш, қувватни автомат бошқариш ва иссиқлик режимини

автоматик ушлаб туриш киради. Замонавий автоматик ростлаш курилмалари микропроцессорлар асосида курилади.

1.3. РУнинг тузилиш схемаси

Ҳар хил кўринишдаги РУлар турлари мос равишда каскадлар ва қисмлар комбинациясидан ташкил топади. РУнинг умумий тузилиш схемаси 1.1-расмда келтирилган. Унинг ишлаш принципини кўриб чиқамиз.

Кўзгаткич талаб қилинадиган стабилликли ишчи частоталар тўрини шакллантириш учун хизмат қилади. Ишчи частоталар кўп бўлмаганида кўзгаткич «кварц-тўлқин» принципи бўйича курилади, бу частоталарнинг ҳар бири ўз кварцли автогенераторига эга бўлади. Бир частотадан иккинчи частотага ўтиш электрон коммутатор ёрдамида амалга оширилади.



1.1- расм.

Ишчи частоталар кўп бўлганида кўзгаткич вазифасини рақамли синтезатор бажаради. Унинг таркибига кварцли таянч автогенератор, ўзгарувчан коэффициентли бўлгич (КУБ1234) ва частотани автоматик созлаш курилмаси киради. Бундай синтезатор катта интеграл микросхема асосида бажарилиши мумкин.

Кварцли автогенераторлар частотаси етарли даражада баланд бўлмайди. Шунинг учун РУ частотаси бу қийматдан катта бўлса курилмага сигнал частотасини талаб қилинадиган сонга оширадиган частота кўпайтиргичи киритилади.

РУ талаб қилинадиган чиқиш кувватини олиш кетма-кет уланган ЮЧ генераторлар ёки ташқи кўзгатишли УЮЧ генераторлар кувватни кучайтириш қисми ёрдамида амалга оширилади. Узаткич

чиқиш куввати бир электрон асбоб кувватидан ортиқ бўлса, чиқиш каскадида генераторлар кувватларини қўшиш амалга оширилади.

РУ чиқиш каскади ва антенна орасига антенна-фидер қурилмаси (АФҚ) қўйилади. АФҚ таркибига РУ ён нурланишларини сўндириш учун филтр, тушадиган ва қайтадиган тўлқинлар асбоблари ва мослаштирувчи қурилма киради. ЎЮЧ диапазонида мослаштирувчи қурилма ўрнида одатда ферритли бир йўналишли қурилмалар вентил ёки циркулятор қўлланилади.

Частотавий модуляция РУ кўзгаткичида, фазавий модуляция кўзгаткичда ёки ЮЧ кўпайтиргичларда ва кучайтиргичларда, амплитудавий ва импульсли модуляция эса ЮЧ кучайтиргичларда амалга оширилади.

Автоматик бошқариш қурилмаси ёрдамида РУ параметрларини автоматик стабиллаш (биринчи навбатда кувватни ва температуравий режимни), нормал эксплуатация шароитлари бузилганда химоя (масалан, антенна узилганида) ва бошқариш (ўчириш-ёқиш, частота бўйича қайта созлаш) амалга оширилади.

1.4.Сигналлар қувватларини қўшиш услублари

Бир турдаги генераторлар сигналларини қўшишни учта асосий услублари мавжуд:

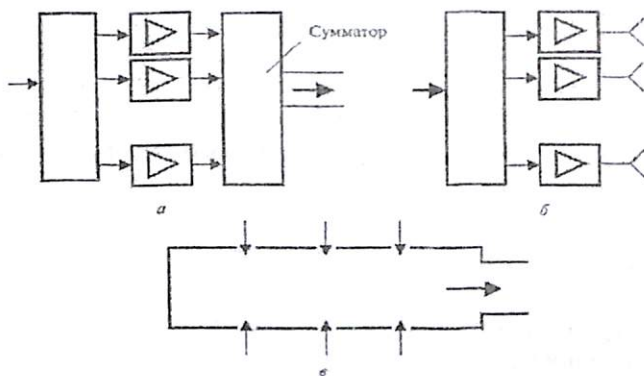
- кўп қутбли сумматор схемалари ёрдамида;
- фазалаштирилган панжарали антенналар ёрдамида фазода сигналларни қўшиш;
- умумий резонаторда.

Биринчи услубда махсус кўп қутбли қурилмага кўп сонли бир турдаги генератор уланади, уларнинг сигналларининг куввати юклама билан боғланган умумий чиқиш каналига берилади (1.2,а-расм).

Иккинчи услубда сигналлар қувваатларини қўшиш фазалаштирилган панжарали антенна (ФПА) ёрдамида фазода амалага оширилади. ФПА ҳар бири мустақил генератордан кўзгатиладиган кўп сонли маълум тарзда йўналтирилган нурлантиргичлардан иборат бўлади (1.2,б-расм). Нурлантиргичларга бериладиган барча сигналлар ўзаро маълум қонун асосида боғланган бошланғич фазалар қийматларидан ташқари бир хил бўлади. Бунда бир структурадаги сигналлар фазалари фронтларини бошқариш ва стабиллаш масаласи юзага келади.

Учинчи услубда генераторлар сигналлари умумий тебраниш контурига берилади ва унда сигналлар қўшилади (1.2,в-расм).

Амалда биринчи услуб РУ қувватини битта яримўтказгичли асбоб қувватига нисбатан 15...20 дБ; иккинчи услуб 30...40 дБ; учинчи услуб эса 10...13 дБга ошириш имкониятини беради. Барча услублар РУ ишончилигини сезиларли ошириш имкониятини беради, бинобарин, генераторлардан бирининг ишдан чиқиши фақат йиғинди чиқиш қувватини ва кучайтирувчи тракт барқарорлигини камайишига олиб келади, чунки сумматорлар алоҳида каскадлар орасида ажратишни яхшилайти.



1.2-расм.

1.4.1. Сигналлар қувватларини кўп кутбלי схема ёрдамида қўшиш

Кўп кутбли сумматор N бир турдаги генераторларни улаш учун N киришларга (уларни 1 дан n гача белгилаймиз), юкломани улаш учун битта умумий чиқишга (уни 0 деб белгилаймиз) ва балласт юкломаларни улаш учун K киришларга эга бўлиши керак. Балласт юкломаларни сумматорни таркибий қисми деб кўриб чиқамиз, шунинг учун сумматорни $(n+1)$ киришли кўп кутбли сифатида аниқлаймиз (1.3-расм).

Барча киришларга стандарт $\rho_0=50$ Ом қийматидаги тўлқин қаршилигига эга бўлган фидер линиялари уланади деб ҳисоблаймиз.

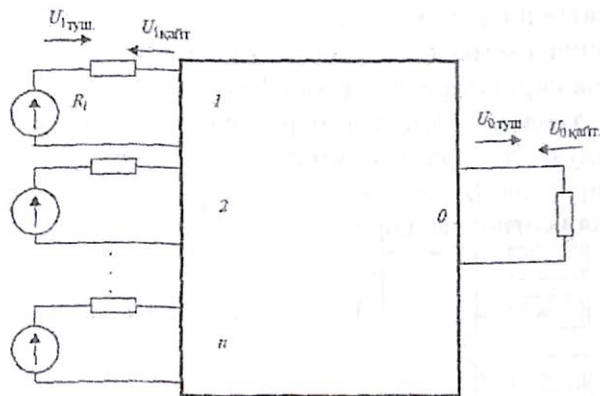
Сигналлар сумматорлари қуйидаги талабларга жавоб бериши керак:

– юкламадаги сигнал қуввати унга катта бўлмаган йўқотишлар айириб ташланганда алоҳида генераторлар номинал қувватлари йиғиндисига тенг бўлиши керак;

– сумматорнинг барча киришлари ўзаро ажратилган ва мустақил бўлиши керак;

– барча киришлар бўйича қайтган сигналлар қуввати нолга тенг бўлиши керак;

– санаб ўтилганлар талаб қилинадиган частоталар оралиғида сақланиши керак.



1.3-расм.

Иккинчи талаб шуни билдирадики, ҳар бир генератор сигнали бошқа манбалар уланган каналларга келмаслиги ва уларни ишига ҳалақит қилмаслиги керак. Исталган генератор режимининг ўзгариши бошқа барча генераторлар ишига ва қувватига таъсир қилмаслиги керак. Бошқа генераторлар қуввати номинал қийматига тенг бўлиши ва сумматордан фойдали ёки балласт юкламага берилиши керак.

Санаб ўтилган талабларга қуйидаги сумматорлар жавоб беради:

– K даражалардан тузилган кўприксимон квадратурали қурилмалар;

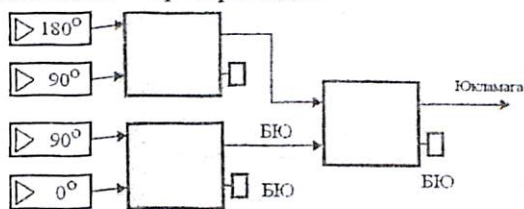
– K даражалардан тузилган синфаз турдаги қурилмалар;

– «юлдуз» турдаги қурилмалар.

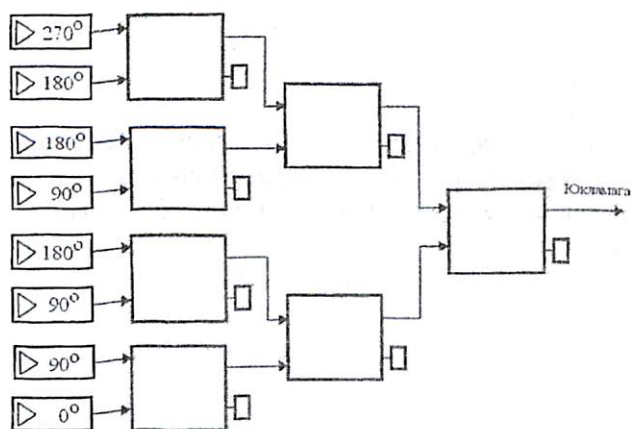
Биринчи турдаги кўприксимон квадратурали турли қурилма асосидаги қурилма генераторлар қувватларини қўшиш бўйича сумматорнинг тузилиш схемаси 1.4,а-расмда, саккизта генераторлар қувватларини қўшиш бўйича сумматорнинг тузилиш схемаси 1.4,б-расмда келтирилган. Сумматор чиқишида талаб қилинадиган сигналлар фазалари 1.4-расмда келтирилган; БЮ—балласт юклараси.

Иккинчи турдаги сумматор синфаз турдаги қурилма асосида, хусусан топологияси 1.5-расмда келтирилган олти кутбли тарзида йиғилади. Олти кутбли $0,25\lambda_0$ узунликдаги икки линия бўлаклари-дан ва 2ρ катталиқдаги балласт қаршилиқлардан ташкил топади. Унинг тузилиш схемаси 1.6-расмда келтирилган. Бу ерда сумматорнинг барча киришларига бир хил фазали сигналлар берилади.

Учинчи турдаги тўртта генераторлар қувватларини қўшиш бўйича «юлдуз» туридаги сумматорнинг тузилиш схемаси 1.7-расмда келтирилган. Бу ерда ҳам сумматорнинг барча киришларига бир хил фазали сигналлар берилади.

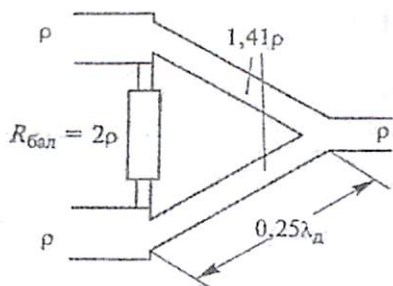


а

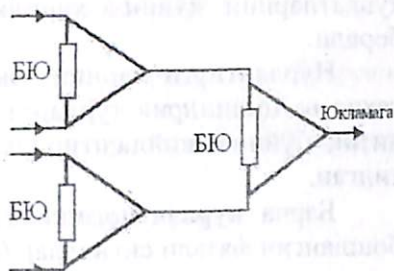


б

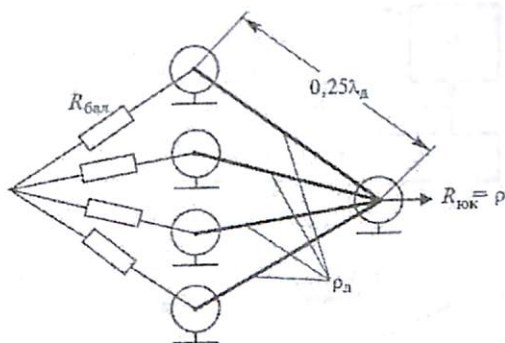
1.4-расм.



1.5-расм.



1.6-расм.



1.7-расм.

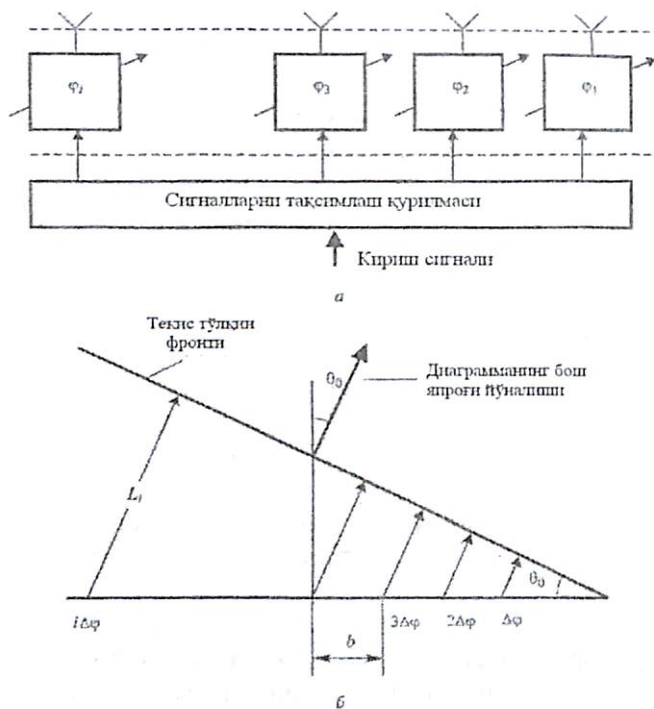
1.4.2. Фазалаштирилган панжарали антенналар ёрдамида сигналлар қувватларини қўшиш

Бир хил турдаги нурлантиргичлар – электр ва ёриқ вибраторлар, рупор, диэлектрик, спираль ва бошқа турдаги антенналар кўп элементли панжарали антеннани ташкил қилади. Бундай панжарали антеннани йўналтириш диаграммасини бошқариш алоҳида нурлантиргичларга бериладиган сигналлар фазаларини ўзгариши орқали амалга оширилади. Шунга кўра, бу қурилма фазалаштирилган панжарали антенна (ФПА) дейилади. Йўналтириш диаграммаси бош япроқчаси фазавий бурчагида ФПА нурлантирадиган сигнал қуввати алоҳида нурлантиргичларни қўзғатадиган барча генераторлар қувватлари йиғиндисига ён япроқчалар бўйича нурланишларни айириб ташланганда тенг бўлиши керак. Бу ФПА ни бир неча мингтагача сигнал манбаларининг

қувватларини қўшиш қурилмаси сифатида қараш имкониятини беради.

Нурлантиргичларнинг жойлашишига қараб ФПА чизикли, текис ва цилиндрик турларга ажратилади. Нурлантиргичлар тўғри чизик бўйича жойлаштирилган чизикли ФПА 1.8-расмда кўрсатилган.

Барча нурлантиргичларга амплитудалари тенг, лекин турли бошланғич фазали сигналлар берилади.



1.8-расм.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. РУнинг вазифаси нимадан иборат?
2. РУлар қўлланиладиган радиотехник тизимларини айтинг.
3. Радиотехникада тўлқинлар қайси диапазонларга бўлинади?
4. Юқори ва ўта юқори частоталар орасидаги чегара қердан ўтади?

5. РУлар қувват бўйича бўлинади қандай бўлинади?
6. Қайси объектларда РУлардан фойдаланилади?
7. РУ қандай каскадлардан ташкил топган?
8. Бир турдаги генераторлар қувватларини қўшиш услубларини сананг.
9. Сигналлар қувватлари сумматорлари қайси талабларга жавоб бериши керак?
10. «Юлдуз» туридаги сумматор схемасини чизинг.
11. ФПА нима?
12. Нима учун ФПА ёрдамида бўшлиқда (фазода) генераторлар қувватларини қўшиш мумкин?

II боб. ЮҚОРИ ЧАСТОТАЛИ ВА ЎТА ЮҚОРИ ЧАСТОТАЛИ ТЕБРАНИШЛАРНИ ГЕНЕРАЦИЯЛАШ УМУМИЙ ПРИНЦИПЛАРИ

2.1. ЮЧ ва ЎЮЧ генераторларнинг физик ишлаш механизми ва синфларга бўлиниши

Генераторларнинг асосий вазифаси ўзгармас ток манбаи энергиясини ЮЧ ва ЎЮЧ тебранишларга ўзгартиришидан иборат.

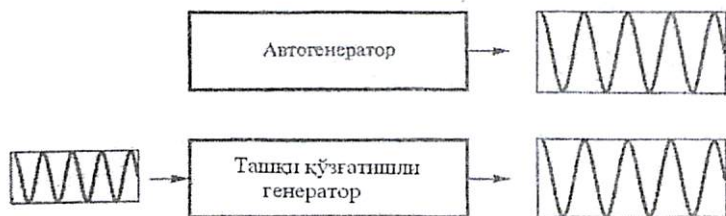
Генераторлар қуйидаги икки асосий турларга бўлинади:

1) ўз-ўзидан қўзғатишли режимда ёки частотаси қурилманинг ўзини параметрлари орқали аниқланадиган автотебранишлар режимида ишлайдиган автогенераторлар;

2) қувват бўйича кучайтириш режимида ёки унинг частотасини кучайтириш режимида ишловчи ташқи қўзғатишли генераторлар (2.1-расм).

Ҳар иккала генератор турларида бир хил электрон асбоблар ишлатилади, шунинг учун уларнинг ишлашларида физик принциплари умумий деб қараш мумкин.

Маълумки, генераторларда электровакуумли ва ярим ўтказгичли электрон асбоблар қўлланилади. Барча электрон асбоблар ишлаш принциплари асосида қуйидаги физик принципи ётади: зарядларни ташувчилар оқими билан электромагнит майдонларнинг ўзаро таъсирланиши мавжуд. Бу таъсирлашиш турли характерли ва зарядларни ташиш оқимларини бошқариш услубларига боғлиқ.



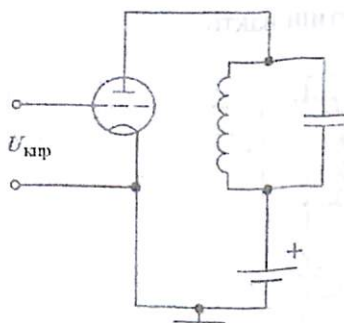
2.1-расм.

Электромагнит майдончи (кичекаси майдон билан) зарядларни ташиш оқимининг физик ўзаро таъсирланишидан келиб чиққан ҳолда турли электрон асбобларнинг ишлашини кўриб чиқамиз.

Электровакуум асбобли генератор триод ёки тетродли бўлиши мумкин. Триодли генератор қурилмаси 2.2-расмда келтирилган. Зарядларни ташиш оқими (электронлар) асбобда катоддан анодга бошқарувчи тўр орқали ҳаракатланади. Бу оқимни бошқариш тўрига берилган сигнал ёрдамида электростатик бўлади. Асбобнинг токи триоднинг аноди занжирига уланган тебраниш контурида електромагнит майдонни уйғотади. Генераторда қуйидаги шарт бажарилиши керак:

$$\Delta = \omega T_{yB} < 1,$$

бу ерда, ω – сигнал частотаси, T_{yB} – электронларни учиш вақти.



2.2-расм.

Биполяр транзисторли генератор (2.3,а - расм). Икки *p-n* ўтишлардан ташкил топган транзисторда ҳам асосий заряд ташувчилар, ҳам асосий бўлмаган заряд ташувчиларни ўтказиш амалга оширилади. Транзистор тоқини бошқариш база соҳасида йиғиладиган асосий бўлмаган заряд ташувчилар (*n-p-n* ўтишли транзисторда улар электронлар ҳисобланади) ҳисобига амалга оширилади. База ва эмиттер орасига қўйилган кириш сигнали ёрдамида бу жараёни бошқариш амалга оширилади. Кейин ўзгармас кучланиш таъсири остида ташувчилар база соҳасидан коллектор занжирига қўйилган тебраниш контурида електромагнит майдонни кўзғатиб коллекторга ўтилади. Транзисторли генераторда

қуйидаги шарт бажарилиши керак:

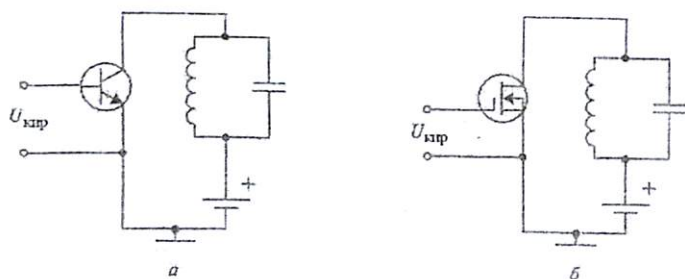
$$\Delta = \omega T_{\dot{y}_B} < 1,$$

бу ерда, ω – сигнал частотаси, $T_{\dot{y}_B}$ – база соҳасидан коллекторга заряд ташувчиларнинг ўтиш вақти.

Майдоний транзисторли генератор (2.3,б - расм). Майдоний транзисторда фақат асосий заряд ташувчиларни (одатда, улар электронлар ҳисобланади) истокдан стокка ўтказиш амалга оширилади. Асбобда токни бошқариш яримўтказгичли каналда ҳаракатланаётган асосий заряд ташувчилар оқимига электр майдонни таъсири ҳисобига амалга оширилади. Затворга қўйилган ташқи кўзгатиш сигнали орқали вужудга келтирилган, бу бошқариш майдони оқимга перпендикуляр йўналади. Аввалги ҳолатга кўра майдоний транзисторли генераторда қуйидаги шарт бажарилиши керак:

$$\Delta = \omega T_{\dot{y}_B} < 1,$$

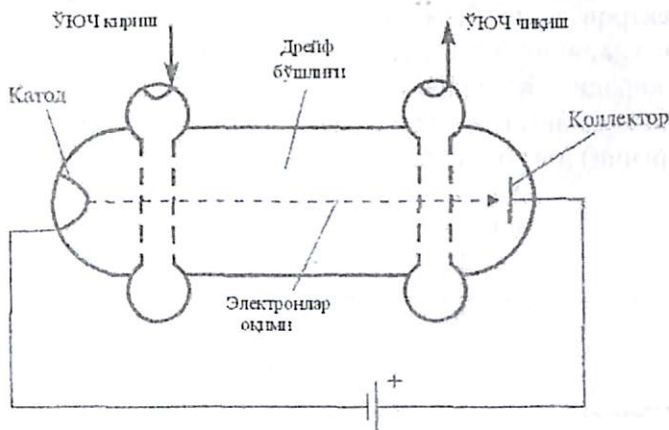
бу ерда, ω – сигнал частотаси, $T_{\dot{y}_B}$ – истокдан стокка заряд ташувчиларининг ўтиш вақти.



2.3-расм.

Клистронли генератор (2.4 - расм). Клистрон фақат ЎЮЧ диапазонда ишлатилади. Унда икки резонатор бўлиб, кириш резонаторига кўзгатиш сигнали берилади, чиқиш резонаторидан эса қувват бўйича кучайтирилган сигнал олинади. Асбобларда заряд ташувчилари электронлар катоддан коллекторга (унга ўзгармас кучланиш қўйилади) қараб ҳаракатланади. Кириш резонатори тирқишларидан ўтган электронлар тезлик бўйича модуляцияланади. Сўнгра резонаторлар орасидаги асбоб дрейфи бўшлиғида тезлик бўйича бир турдаги модуляция, зичлик бўйича бошқа модуляцияга ўзгартириш амалга оширилади. Қувват бўйича кучайтирилган электронлар чиқиш резонатори тирқиши орқали

Ўтиб унда электромагнит майдонни вужудга келтиради. Клистронда катоддан кейин фокусловчи қурилма ўрнатилади (4.4.-расмда кўрсатилмаган).

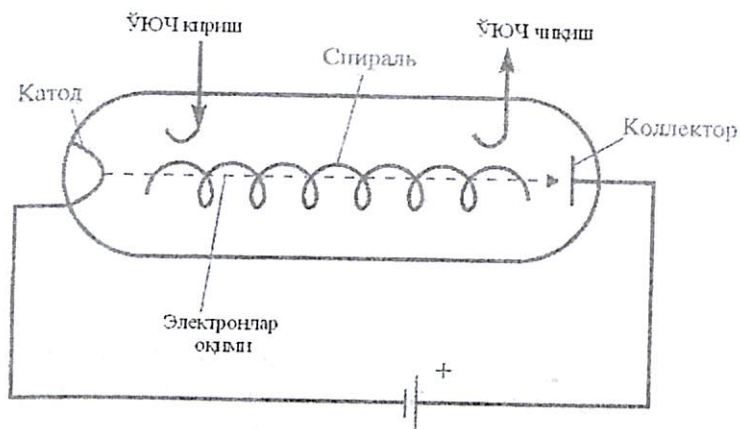


2.4-расм.

О-турдаги югурма тўлқин лампаси (2.5 - расм). Югурма тўлқин лампаси (ЮТЛ) ёруғлик тезлигидаги электромагнит тўлқин секинлаштирувчи махсус спирал (ЎЮЧ сигнал вужудга келтирган) орқали ҳаракатланади. Спираль ичкарасида катоддан коллекторга v_s тезликли заряд ташувчилар электронлар ҳаракатланади. Вектори спираль бўйлаб йўналган электромагнит тўлқиннинг v_ϕ фазавий тезлиги ёруғлик тезлигидан ўн баробар кам бўлади. Бунда қуйидаги $v_s = v_\phi$ тенгликка эришилади, шунга кўра электронлар оқимини тарқалиши бўйича ўз энергиясини ортирадиган ва тўғри йўналишида ҳаракатландиган электромагнит тўлқин билан ўзаро таъсири амалга ошади. Қувват бўйича кучайтирилган ЎЮЧ сигнал спираль охирининг қарама-қарши киришидан олинади. ЮТЛ катодидан кейин 2.5-расмда келтирилмаган бир неча электродлардан ташкил топган фокусловчи қурилма жойлашади. Бундан ташқари, асбобнинг ташқи томонига махсус магнит тизим ўрнатилади, бунинг натижасида электронлар оқими тор нур шаклига эга бўлади ва тарқалмайди.

Магнетрон ёки М-турли асбоблар. Бу турдаги асбобларда электронлар – заряд ташувчилар оқими кесишган ўзгармас электр ва магнит майдонларга циклоид кесишларидан иборат бўлган

мураккаб траектория бўйича ҳаракатланади. Бир неча кўринишлардаги икки аниқловчи белгига эга бўлган М-автогенераторлар ва ЎЮЧ сигнал кучайтиргичлари турлари маълум. Уларда берк ёки очик электрон оқиш, берк ёки очик ҳалқа шакли эса резонаторлар тўплами уларнинг конструкциясига секинлаштирувчи структура бўлиб киради. М-турли икки асбобли қурилманинг (ЎЮЧ тебранишлари автогенератори магнетрон ва ЎЮЧ сигнал қувват кучайтиргичи) ишлаш принципи 2.6-расмда кўрсатилган.

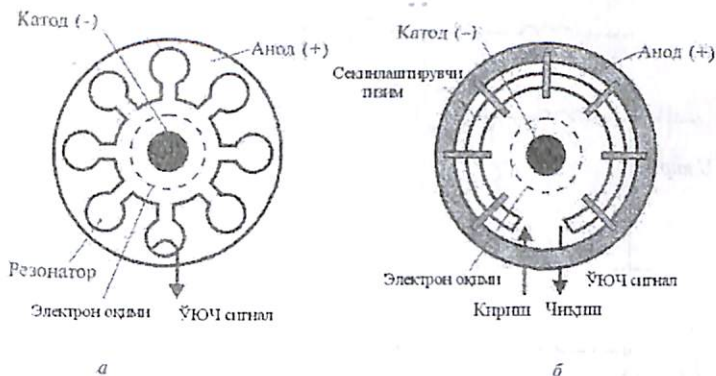


2.5-расм.

Ҳар иккала асбобларда ўзгармас электр майдон катоддан анодга йўналган, махсус магнитлар ҳосил қиладиган ўзгармас магнит майдон эса расм текислигига перпендикуляр йўналади. Иссиқликни яхши ажратиш учун асбобларда анод суюқлик ёки ҳаво орқали совутиладиган махсус массив корпусга ўрнатилади ва ерга уланади.

Магнетронда (2.6-расм) ҳам электрон оқими, ҳам ҳалқа бўйлаб жойлашган резонаторлар тўпламидан ташкил топган секинлаштирувчи тизим ёпиқ бўлади. Асбоб электронлар оқими найзалар шаклида гуруҳлашади. Бу найзалар катод ва анод бўшлиғида ω_c бурчакли тезликда айланади.

ω_c га яқин бўлган ω_p частотага созланган резонатор тирқиши ёнидан ўтадиган бундай оқим унда электромагнит тебранишларни кўзғатади. Магнетронда генерацияланган ЎЮЧ сигнал резонатордан чиқарилади.



2.6-расм.

2.2. Транзисторли генераторнинг уч иш режимлари

Ташқи кўзгатишли ЮЧ генераторнинг икки схемаси 2.7-расмда келтирилган (бири – биполяр, иккинчиси – майдоний транзисторли).

Транзисторли генераторни таҳлили қуйидаги режа бўйича амалга оширилади:

1) киришга синусоидал сигнал берилганида асбобнинг вольт-ампер характеристикаси ёрдамида чиқишидаги ток ва кучлашларнинг шакллари аниқлаш;

2) генераторнинг энергетик параметрларини: биринчи гармониканинг чиқиш қуввати P_1 , ўзгармас таъминот манбаидан истеъмол қуввати P_0 ва генераторнинг фойдали иш коэффициенти $\eta = P_0/P_1$ ни ҳисоблаш;

3) кириш сигналининг қуввати $P_{\text{кир}}$ ва генераторнинг P_1 қуввати бўйича кучайтириш коэффициенти $K_p = P_1/P_{\text{кир}}$ ни аниқлаш;

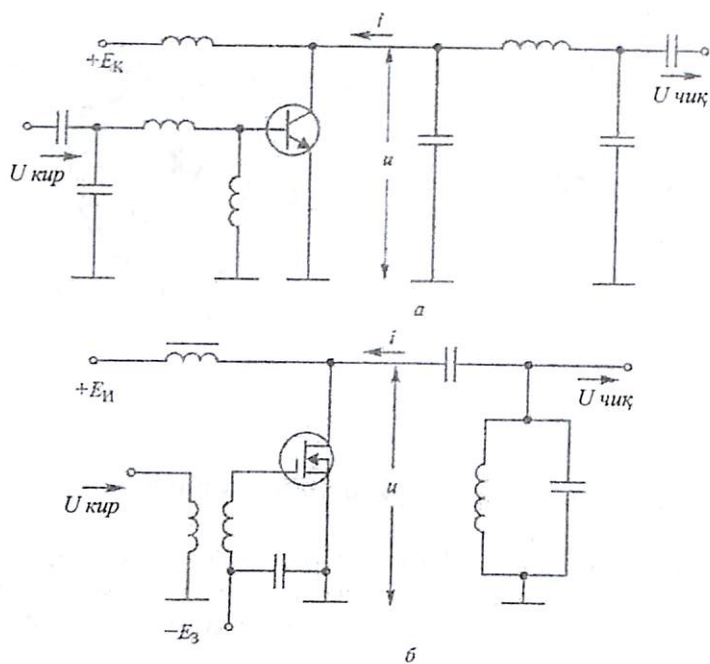
4) динамик, юклама, амплитудавий ва частотавий характеристикаларни чиқиш.

Биполяр транзисторда динамик характеристика:

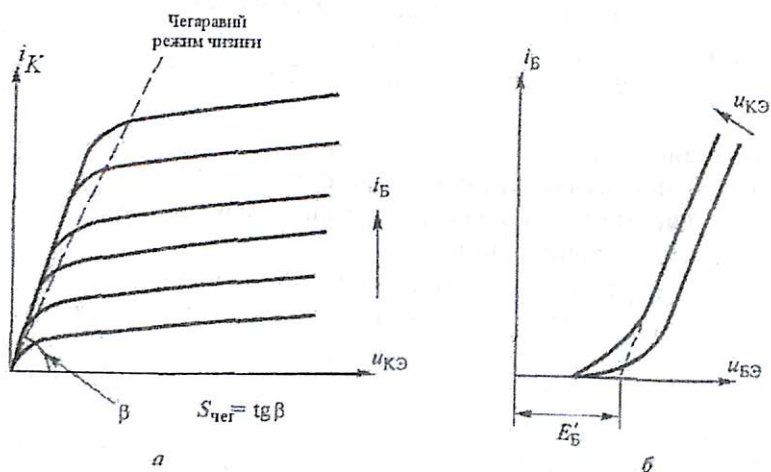
■ кучланиш етарли бўлмаган ва чегаравий иш режимларида икки соҳада актив (2) ва кесиш (1) соҳаларда (2.8- ва 2.9-расмлар);

■ кучланиш ортиқча бўлган режимда уч соҳада кесиш (1), актив (2) ва тўйиниш (3).

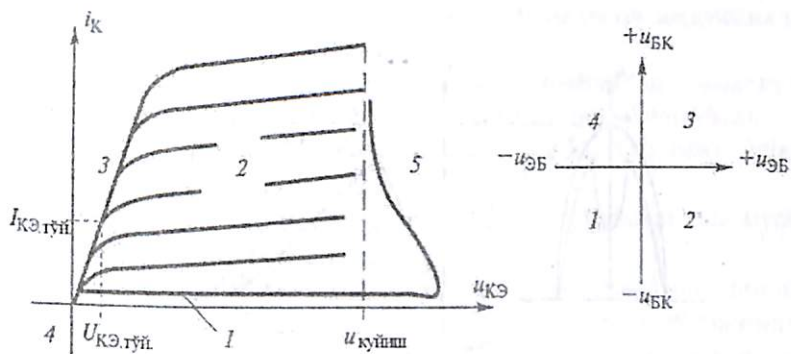
Бунда коллектор токи импульсдаги чуқурлик ишчи нуқтанинг ($i_K, U_{KЭ}$ – координаталар) тўйиниш соҳасига кириши ва коллектор p - n -ўтишини очик ҳолатга ўтиши сабабли содир бўлади.



2.7-расм.

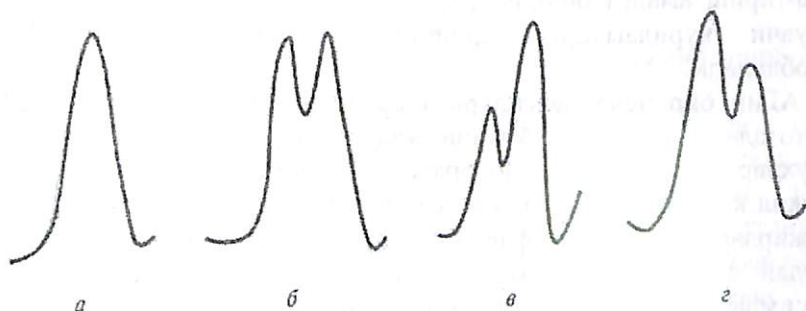


2.8-расм.



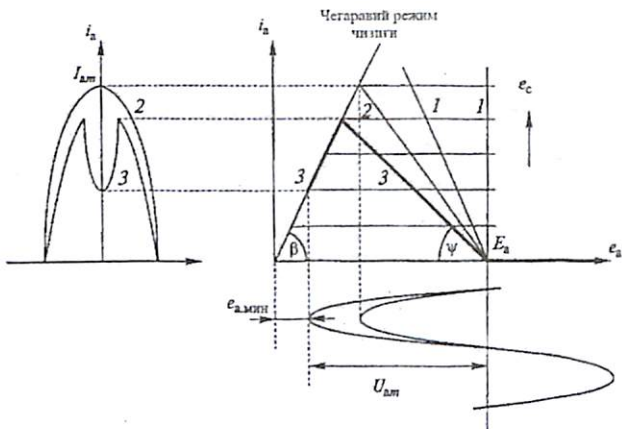
2.9-расм.

Кучланиш етарли бўлмаган ва чегаравий режимларда кесишли ишда коллектор токи импульслари косинусоидал шаклга эга бўлади (2.10, а-расм). Бу импульсларни кўриниши 2.11-расмда келтирилган. Кучланиш ортиқча бўлган иш режимларида коллектор токи импульслари 2.10,б,в,г-расмларда кўрсатилган. Агар юклама фақат актив бўлганда импульсда чуқурлик пайдо бўлади ва ўртада жойлашади (2.10,б-расм), юкламага сиғим қўшилганда ўнга сурилади (2.10,в-расм), индуктивлик қўшилганда – чапга (2.10,г-расм) сурилади.



2.10-расм.

Транзисторли генераторларда кучайтириладиган сигнал f частотасининг оширилиши ва чегаравий частотага яқинлашиши билан фойдали иш коэффициенти ва P_1 чиқиш қуввати камаяди.



2.11-расм.

2.3. Автогенераторнинг вазифаси, синфларга бўлиниши ва ишлаш принципи

Автогенераторнинг (АГ) вазифаси ЮЧ ва ЎЮЧ тебранишларни генерациялашдан (ишлаб чиқишдан) иборат. АГда ўзгармас ток манбаи энергиясини ЮЧ ёки ЎЮЧ тебранишлар энергиясига ўзгартириш амалга оширилади. АГ радиоузатувчи ва радиоқабул қилувчи қуриламлари таркибига албатта кирувчи каскад ҳисобланади.

АГни бир неча белгиларига кўра синфларга бўлиш мумкин. Частоталар диапазони бўйича улар икки катта ЮЧ ва ЎЮЧ гуруҳларга бўлинади. Улар орасида тахминий чегара 300 МГцни ташкил қилади. Бу ерда бундан ташқари фойдаланиладиган электр занжирлари бўйича ҳам фарқ бўлиши мумкин. ЮЧ генераторларда бундай занжирлар ўрнатилган доимий, ЎЮЧ генераторларида тақсимланган параметрли бўлиши мумкин, яъни фидер линиялари ва тўлқин ўтказгичлар.

Автотебранишлар частотасини стабиллаш услублари қуйидагилар бўлиши мумкин:

- оддий тебраниш тизимларидан фойдаланилган параметрик;
- резонатор сифатида кварц кристалли фойдаланилган кварцли;
- диэлектрик резонаторли (фақат ЎЮЧ диапазонида);

– юқори энергетик сатҳда жойлашган атомларни индукцияланган кўзғатиш ҳисобига молекуляр.

10 ГГцдан юқори диапазонда ишлайдиган молекуляр генераторлар асосан частота эталони сифатида фойдаланилади.

Электрон асбоб тури ва схемаси бўйича АГлар икки асосий гуруҳга бўлинади:

– транзистор ёки электровакуум асбоб қўлланган ва мусбат тескари алоқадан фойдаланишли;

– генератор ЎЮЧ диодини (туннель, лавин ёки Ганн диоди) – манфий актив ўтказувчанликли икки кутбли сифатида қўлланишли.

Аппаратуранини бошқа қисмлари билан ўзаро таъсирига кўра АГлар автоном режимда ишлайдиган, ташқи сигнал орқали частотани синхронлаш режимда ишлайдиган ва қурилма таркибида частотани автоматик созлайдиган турларга ажратилади.

Радиотехник қурилма таркибида фойдаланиши бўйича АГларни қуйидагича ажратиш мумкин:

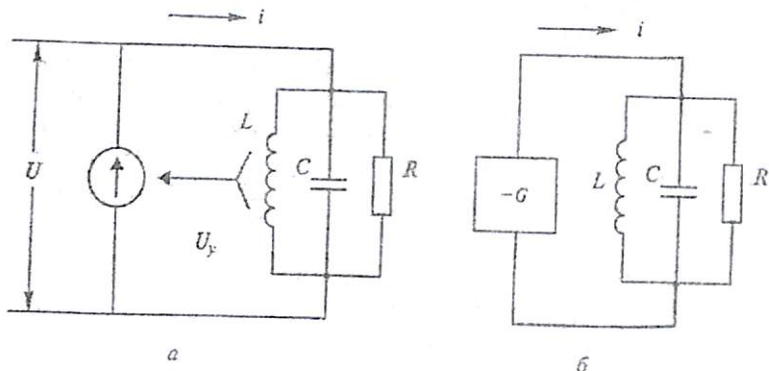
– қурилманинг барча каскадлари ва қисмлари ишини синхронлайдиган частотавий стабиллиги оширилган таянч ёки эталон АГлар;

– частота бўйича қайта созланадиган (шу жумладан, частота синтезатори таркибида) диапазонли.

АГ ишини қуйидаги асосий параметрлар характерлайди: частоталар диапазони ёки қайд қилинган частота қиймати, юкламадаги автотебранишлар қуввати, частотанинг ностабиллиги (узоқ вақтли ва қисқа вақтли).

Тебраниш тизимли АГни йиғилишини икки асосий принципи бўлиши мумкин.

Биринчи турдаги АГларда ночизикли ток генератори $i (U_B)$ кўринишда тасаввур қилинадиган электрон асбоб қўлланилади (бу ерда U_B – бошқарувчи кучланиш, 2.12,а-рasm). Тескари алоқа занжири ҳисобига тебраниш тизимларидан сигнал қувватининг қисми электрон асбоб киришига берилади. Кучайтиришдан сўнг берилган тебранишлар йўқотишларни компенсациялаш ва автотебранишларни барқарор режимини ушлаб туриш учун тебраниш тизимига қайтади. Бунда тебраниш тизимидан олинадиган ва яна унга қайтадиган тебранишлар фазалари тенглигидан иборат бўлган синхронлаш шarti бажарилиши зарур.



2.12-расм.

АГлар иккинчи турининг асосини махсус генератор диодлари ташкил қилади. Уларнинг эквивалент схемаси манфий актив ўтказувчанликка эга бўлади (масалан, вольт-ампер характеристикага тушувчи оралиқ ёки асбобда сигнални кеч қолиши). Бундай асбоб тебраниш тизимига уланганида ундаги йўқотишларни компенсациялайди ва бунинг натижасида автотебранишларнинг барқарор режими таъминланади. Иккинчи турдаги АГларнинг эквивалент схемаси 2.12,б-расмда келтирилган.

2.4. Автотебранишларнинг ўрнатилган режими

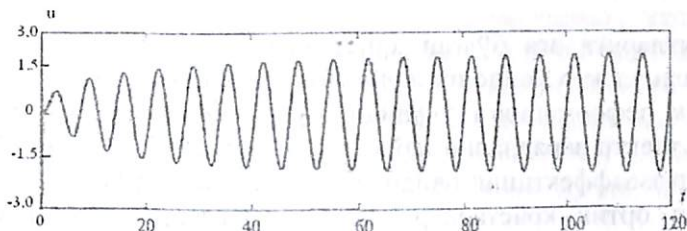
АГ улангандан сўнг унда автотебранишлар амплитудаси 0 дан то қандайдир U_m доимий қийматгача ортадиган ўтиш жараёни бўлиб ўтади. T_{ym} давомидаги ўтиш жараёнидан сўнг қурилма автотебранишларни ўрнатилган режимга ўтади (2.13-расм).

Кенг тарқалган уч нуқтали автогенератор схемасининг икки варианты 2.14-расмда келтирилган.

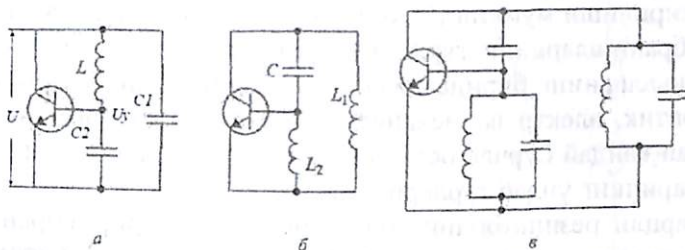
Схемалардан биринчи (2.14,а-расм) сиғимли схема бўлиб унинг модули $K=C_1/C_2$ га тенг, иккинчиси (2.14,б-расм) эса индуктивли бўлиб – модули $K=L_1/L_2$ га тенг.

Ҳар иккала схема ҳам икки контурли схемага нисбатан, ҳам бошқа АГ схемасига эквивалент сифатида қаралиши мумкин.

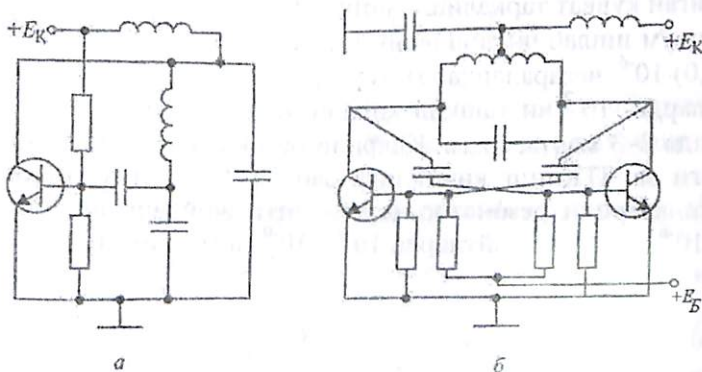
Силжитиш ва таъминот занжирили бир тактли транзисторли АГ тўлиқ схемаси 2.15,а-расмда, икки тактли схема эса 2.15,б-расмда келтирилган.



2.13-расм.



2.14-расм.



2.15-расм.

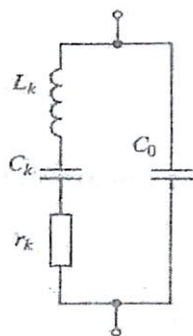
2.5.Кварцли автогенераторлар

АГларда генерацияланадиган тебранишлар частотасининг юқори стабиллиги ва аниқлигини олиш учун тебраниш тизими сифатида кварц ишлатилади. Бундай АГлар кварцли АГлар дейлади. Кварц тўғри ва тескари пьезоэлектрик эффект

хусусиятларига эга бўлган кристаллар сифатига киради. Юқори частотали электр майдонга жойлаштирилган кварц даврий равишда механик деформацияга учрайди, бу ўз навбатида унинг қирраларида электр зарядларни пайдо бўлишига олиб келади (тўғридан-тўғри пьезоэффектнинг пайдо бўлиши). Пьезоэффект хусусиятига 100 дан ортиқ кристаллар эга. Улар орасида кварцнинг параметрлари стабил бўлганлиги сабабли радиоэлектрон апаратураларда кенг қўлланилади. Бироқ резонанс частоталарга яқин частоталарда у ўрнатилган параметрли эквивалент контур билан алмаштирилиши мумкин (2.16-расм). Кварцли пластиналарда механик тебранишларнинг турли кўринишлари асосий частотада ёки гармоникаларнинг бирида амалга ошиши мумкин. Кварц кристалли учта: оптик, электр ва механик симметрия ўқига эга. Бу ўқларга нисбатан қандай бурчак остида пластина кесилганига боғлиқ кварц кесимларининг ўнлаб турлари мавжуд.

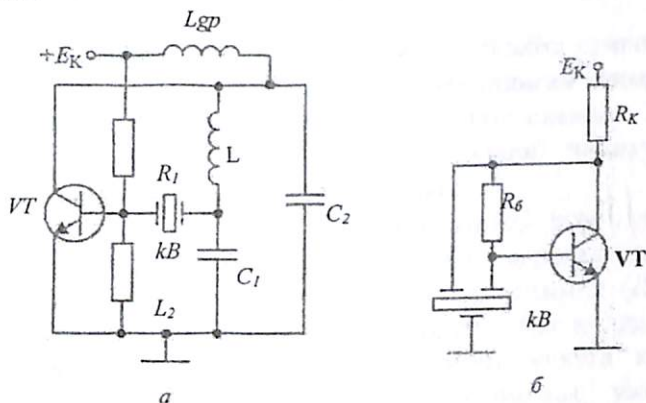
Кварцли резинаторнинг геометрик ўлчамлари, тебраниш тури ва пластинанинг кесиш тури бўйича унинг асосий параметрлари кетма-кет резонанс частотаси ω_1 , асслик Q , сигимлар нисбати C_k/C_0 , частота температура коэффициенти $ЧТК_{кв}$ ва рухсат этиладиган қувват тарқалиши аниқланади.

Туркум ишлаб чиқариладиган кварцли резинаторнинг $ЧТК_{кв}$ си $(0,5...2,0) \cdot 10^{-6}$ чегараларда, махсус кварцларда эса маълум температураларда 10^{-7} ни ташкил қилади, бу оддий электр контурларга қараганда 2–3 мартага кам. Кварцли резинаторларнинг жуда юқори асиллиги ва $ЧТК$ нинг кичиклиги сабаби АГ частотасининг ностабиллиги кварцли резинатор термостатга жойлаштирилганда жуда кичик 10^{-6} га, айрим пайтларда $10^{-8} \dots 10^{-9}$ га тенг бўлади.



2.16-расм.

Кварцли резонаторларда автотэбришилар фазавий характеристикада қияликнинг юқори қийматига мос келадиган частотада, яъни ω_1 ёки ω_2 яқинида бўлади. ω_1 частотада қўзғатишли ва кварцли резонатори тескари алоқа занжирига киритилган схема кенг қўлланилади. Кварцли АГларнинг бундай схемаси 2.17,а-расмда келтирилган. 2.17,б-расмда интеграл туридаги кварцли АГ схемаси келтирилган.



2.17-расм.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Юқори частота генератори вазифаси нимадан иборат?
2. Ташқи қўзғатишли генератор автогенератордан қандай фарқланади?
3. Электрон асбобларнинг ҳар хил турлари бир-биридан қандай фарқланади?
4. Биполяр ва майдоний транзисторли генераторнинг иш принципи нимадан иборат?
5. Триодли генераторнинг ишлаш принципи нимадан иборат?
6. Клистронли генераторнинг ишлаш принципи нимадан иборат?
7. О-турдаги ЮТЛнинг ишлаш принципи нимадан иборат?
8. М-турли асбобларнинг ишлаш принципи нимадан иборат?
9. Кучланганлик бўйича транзисторли генераторнинг уч иш режимларини айтинг.
10. Транзисторли генераторнинг чегаравий иш режим қандай аниқланади?

11. Генератор юкламасининг тури импульс чуқурлигига қандай таъсир этади?
12. Автогенераторнинг вазифаси нима?
13. Транзисторли АГларнинг икки уч нуқтали схемаларини чизинг.
14. Кварцли АГ схемасини чизинг.
15. Интеграл туридаги кварцли АГ схемасини чизинг.

III боб. РАДИОУЗАТКИЧЛАРДАГИ АЛОҚА ЗАНЖИРЛАРИ ВА ГЕНЕРАТОРЛАР СХЕМАЛАРИ

3.1. Алоқа занжирларига қўйиладиган талаблар

ЮЧ сигнал манбаи, электрон асбоб ва юклама орасига кириш, каскадлараро ва чиқиш каскадларини ажратадиган алоқа занжирлари (АЗ) қўйилади. Мисол сифатида тузилиш схемаси 3.1-расмда келтирилган икки каскадли генераторни кўриб чиқамиз. Алоқа занжирларига қуйидаги талаблар қўйилади:

1) асосий ω частотада юкламанинг $Z_H(\omega)$ комплекс қаршилигини умумий ҳолда $Z_{квр}(\omega)$ комплекс қаршиликка трансформациялаш, у электрон асбоб (ЭА) учун оптимал ($R_{экс}$ қаршиликка яқин ёки унга тенг бўлган) ҳисобланади. Акс ҳолда генератор нооптимал режимда ишлайди, бунда унинг чиқиш қуввати ва фойдали иш коэффициенти камаяди, шунингдек, узатиладиган сигналнинг бузилишлари вужудга келади. Хусусан, бизнинг мисолимизда агар иккинчи каскад узаткичнинг охириги каскади бўлса, унинг юкламаси тўғридан-тўғри антеннанинг $Z_A(\omega)$ кириш қаршилиги ёки фидернинг $Z_\phi(\omega)$, ёки антеннадан олдин қўйиладиган мослаштириш қурилмасининг $Z_{МК}(\omega)$ қаршилиги, ёки юқори гармоникаларини сўндириш учун узаткич чиқишига қўйиладиган чиқиш тебраниш тизимининг кириш қаршилиги бўлиши мумкин. Каскадлараро занжирларда юклама бўлиб кейинги каскадда ЭАнинг кириш қаршилиги хизмат қилади, у олдинги каскад ЭАи учун оптимал ($R_{экс}$ қаршиликка яқин ёки унга тенг бўлган) $Z_{квр}(\omega)$ қаршиликка трансформацияланиши керак. Биринчи кучайтириш каскаднинг кириш қаршилиги манба генератор ёки унинг буфер каскади, ёки узаткич қўзғаткичи ёки частота синтезатори учун оптимал юкламага яқин бўлган $Z_{квр}(\omega)$ қаршиликни таъминлаш керак бўлади. 3.1-расмда улар $Z_I(\omega)$ ички қаршиликли генератор кўринишида тасвирланган;

2) чиқиш ва каскадлараро алоқа занжирларининг маълум кириш қаршиликларини $Z_{квр}(n\omega)$ юқори гармоникалар частоталарида ва шунга ўхшаш, чиқиш ва каскадлараро алоқа занжирларининг маълум чиқиш қаршиликларини $Z_{чвр}(n\omega)$ таъминлаши

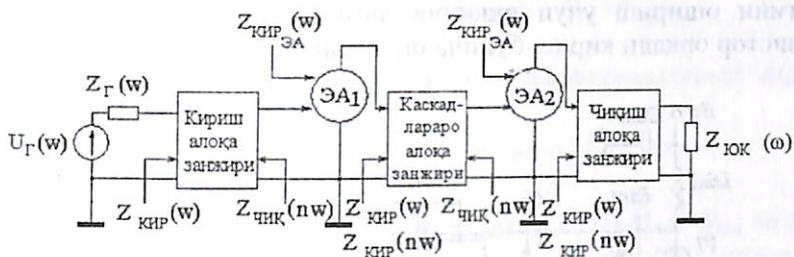
керак. Бу шунга боғлиқки, кувватли каскадларда ЭА қоидага кўра ночизикли режимда ишлайди. Ташқи кўзғатишли генераторнинг кўп схемаларида бу қаршилиқларнинг қийматларини нисбатан кичик ёки уларнинг асосий частотадаги қийматларига солиштирилганда нисбатан юқори бўлишини таъминлаш етарли. Масалан, резонанс юкламали лампали ташқи кўзғатишли генераторларда одатда $|Z_{кир}(n\omega)| \ll |Z_{экв}(\omega)|$, $|Z_{чик}(n\omega)| \ll |Z_{кир}(\omega)|$ шарт бажарилади ва шу билан бирга лампа анодида ва киришида кучланишни гармоник шаклга яқин бўлиши таъминланади. Бироқ бигармоник режимда ишлайдиган генераторларда ва шакллантирувчи контурли калит генераторларда алоқа занжирлари юқори гармоникалар частоталарида маълум кириш ва чиқиш қаршилиқларига эга бўлиши керак. Бундан ташқари, алоқа занжирлари паразит тебранишларни вужудга келиш хавфини минимумгача камайтириш ёки умуман бўлмаслигига эришиши учун алоқа занжирлари кўпроқ пастроқ ва иш диапазонидан юқори частоталарда етарлича юқори кириш ва чиқиш қаршилиқларини таъминлаши керак бўлади;

3) уларнинг кувватлари рухсат этилган қийматдан ошиб кетмаслиги учун юкламада юқори гармоникаларни ушлаб қолиш (фильтрлаш) керак (кейинги каскад киришида, антеннада ёки унинг охириги каскад учун мослаштириш қурилмасида);

4) сезиларсиз кувват йўқотишларини таъминлаш, яъни асосий частотада алоқа занжирининг юқори фойдали иш коэффицентини таъминлаш;

5) кенг диапазонли генераторларда ишчи частоталар диапазонида берилган характеристикаларни сақлаб қолиш. Хусусан, уларни қуришда ишчи частотанинг ортиши билан электрон асбоб кириш ва чиқиш сиғимлари ўтказувчанликлари ва уларнинг чиқишлари индуктив қаршилиқларини ортишини ҳисобга олиш зарур бўлади. Бундан ташқари, кенг диапазонли алоқа занжирларида электрон асбоб куввати бўйича кучайтириш коэффицентини частотага боғлиқ камайишини компенсациялаш кўзда тутилиши керак;

6) берилган тебранишлар куввати, тоқлар ва кучланишларда ишлашни кўзда тутати.



3.1-расм.

Охирги каскад чиқиш алоқа занжирларини куришда берилган (ёки ишчи частоталар диапазонида), максимал фойдали иш коэффициентини ва тебраниш қувватини юқори сатҳида ишлаш имкониятини сақлаган ҳолда юкламада юқори гармоникаларни филтрлашни юқори даражада олишга тегишли қарама-қарши талаблар қўшилади. Шунинг учун бу ерда кўпинча юқори гармоникаларни филтрлаш масаласи узаткичнинг алоҳида ўрнатиладиган чиқиш табраниш тизими олиб қўйилади.

3.2. Резонанс алоқа занжирли генераторлар схемалари

Резонанс генераторлар (тор диапазонли) алоқа занжирларини куриш авфзалликларини оралиқ (дастлабки) каскадлар мисолида кўриб чиқамиз.

Бу ерда юқори гармоника филтрациясига ва фойдали иш коэффициентига катта талаб қўйилади, алоқа занжирни содда ростлашга ва назорат-ўлчов асбоблари кам бўлишига интилинади. Лампали генераторнинг каскадлараро занжирдаги LC_1 контур кўриниши 3.2-расмда келтирилган. Кейинги каскад билан сиғимли алоқа C_2 , C_3 бўлувчиларидан тузилган. Блокировкаловчи $C_{бл}$ ва ажратувчи C_p конденсаторлар, шунингдек, $L_{бл}$ дроссел анод ва тўр силжитиш кучланишларини таъминлайди.

Юклама бўлиб $C_{кпр}$ сиғим орқали шунтланган иккинчи лампа кириш қаршилигининг биринчи гармоника бўйича $R_{кпр} = U_c / I_{c1}$ резистив қаршилиги ҳисобланади. Биринчи лампа учун биринчи гармоника бўйича $Z_{кпр}(\omega) = R_{экв}$ эквивалент юклама қаршилигини стабиллаш учун, шунингдек, қувват бўйича кучайтириш коэффициенти камайишини ҳисобига генератор ишининг барқарор-

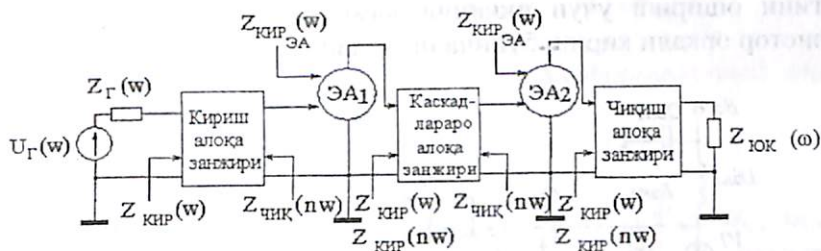
керак. Бу шунга боғлиқки, қувватли каскадларда ЭА қондага кўра ночизикли режимда ишлайди. Ташки кўзғатишли генераторнинг кўп схемаларида бу қаршилиқларнинг қийматларини нисбатан кичик ёки уларнинг асосий частотадаги қийматларига солиштирилганда нисбатан юқори бўлишини таъминлаш етарли. Масалан, резонанс юклагачи лампали ташки кўзғатишли генераторларда одатда $|Z_{кир}(n\omega)| \ll |Z_{эка}(\omega)|$, $|Z_{чик}(n\omega)| \ll |Z_{кир}(\omega)|$ шарт бажарилади ва шу билан бирга лампа анодида ва киришида кучланишни гармоник шаклга яқин бўлиши таъминланади. Бироқ бигармоник режимда ишлайдиган генераторларда ва шакллантурувчи контурли калит генераторларда алоқа занжирлари юқори гармоникалар частоталарида маълум кириш ва чиқиш қаршилиқларига эга бўлиши керак. Бундан ташқари, алоқа занжирлари паразит тебранишларни вужудга келиш хавфини минимумгача камайтириш ёки умуман бўлмаслигига эришиши учун алоқа занжирлари кўпроқ пастроқ ва иш диапазонидан юқори частоталарда етарлича юқори кириш ва чиқиш қаршилиқларини таъминлаши керак бўлади;

3) уларнинг қувватлари рухсат этилган қийматдан ошиб кетмаслиги учун юклагада юқори гармоникаларни ушлаб қолиш (филтрлаш) керак (кейинги каскад киришида, антеннада ёки унинг охириги каскад учун мослаштириш қурилмасида);

4) сезиларсиз қувват йўқотишларини таъминлаш, яъни асосий частотада алоқа занжирининг юқори фойдали иш коэффициентини таъминлаш;

5) кенг диапазонли генераторларда ишчи частоталар диапазонида берилган характеристикаларни сақлаб қолиш. Хусусан, уларни қуришда ишчи частотанинг ортиши билан электрон асбоб кириш ва чиқиш сиғимлари ўтказувчанликлари ва уларнинг чиқишлари индуктив қаршилиқларини ортишини ҳисобга олиш зарур бўлади. Бундан ташқари, кенг диапазонли алоқа занжирларида электрон асбоб қуввати бўйича кучайтириш коэффициентини частотага боғлиқ камайишини компенсациялаш кўзда тутилиши керак;

6) берилган тебранишлар қуввати, тоқлар ва кучланишларда ишланиши кўзда тулади.



3.1-расм.

Охирги каскад чиқиш алоқа занжирларини қуришда берилган (ёки ишчи частоталар диапазонида), максимал фойдали иш коэффицентини ва тебраниш қувватини юқори сатҳида ишлаш имкониятини сақлаган ҳолда юкламада юқори гармоникаларни филтрлашни юқори даражада олишга тегишли қарама-қарши талаблар кўшилади. Шунинг учун бу ерда кўпинча юқори гармоникаларни филтрлаш масаласи узаткичининг алоҳида ўрнатилдиган чиқиш табраниш тизими олиб кўйилади.

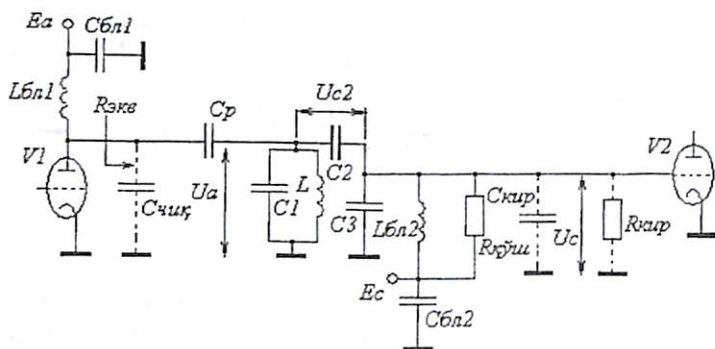
3.2. Резонанс алоқа занжирли генераторлар схемалари

Резонанс генераторлар (тор диапазонли) алоқа занжирларини қуриш авфзалликларини оралик (дастлабки) каскадлар мисолида кўриб чиқамиз.

Бу ерда юқори гармоника филтрациясига ва фойдали иш коэффицентига катта талаб кўйилади, алоқа занжирни содда ростлашга ва назорат-ўлчов асбоблари кам бўлишига интилинади. Лампали генераторнинг каскадлараро занжиридаги LC_1 контур кўриниши 3.2-расмда келтирилган. Кейинги каскад билан сиғимли алоқа C_2, C_3 бўлувчиларидан тузилган. Блокировкаловчи $C_{бл}$ ва ажратувчи C_p конденсаторлар, шунингдек, $L_{бл}$ дроссел анод ва тўр силжитиш кучланишларини таъминлайди.

Юклама бўлиб $C_{кыр}$ сиғим орқали шунтланган иккинчи лампа кириш қаршилигининг биринчи гармоника бўйича $R_{кыр} = U_c / I_{c1}$ резистив қаршилиги ҳисобланади. Биринчи лампа учун биринчи гармоника бўйича $Z_{кыр}(\omega) = R_{экв}$ эквивалент юклама қаршилигини стабиллаш учун, шунингдек, қувват бўйича кучайтириш коэффицентини камайишини ҳисобига генератор ишининг барқарор-

лигини ошириш учун иккинчи лампани қўпинча $R_{кўши}$ қўшимча резистор орқали кириш бўйича шунтланади.



3.2-расм.

$R_{кўш}$ резисторнинг қиймати $R_{кўп}$ қаршиликдан кўп мартага кичик бўлади. Шунинг учун олдинги каскадда ҳосил қилинадиган $P_1 = 0,5 U_a^2 / R_{экв}$ қувватнинг $R_c = 0,5 U_c^2 / R_{кўп}$ қисми иккинчи лампанинг тўрига берилади, бошқа бир $P_{кўш} = 0,5 U_c^2 / R_{кўш}$ қисми эса $R_{кўш}$ резисторда тарқалади.

Юкларнинг $R_{юк} = R_{кўш} R_{кўп} / (R_{кўш} + R_{кўп})$ натижавий қаршилиги олдинги каскад лампаси учун $R_{экв}$ қаршиликка трансформацияланади.

Юқори гармоникалар частоталарида алоқа занжирлари кириш ва чиқиш қаршиликлари тахминан мос равишда C_1 ва C_3 сифимлар орқали аниқланади. Агар сифимлар етарлича катга бўлса, яъни $1/\omega (C_1 + C_{чирк}) \ll R_{экв}$, $\frac{1}{\omega(C_1 + C_3)}$ бўлса, биринчи лампа анодидаги ва иккинчи лампа бошқариш тўридаги кучланишнинг гармоник шакли таъминланади. Бу шартларда кучланишни трансформация (бўлиш) коэффициенти фақат сифимлар орқали аниқланади ва частотага боғлиқ бўлмайди:

$$U_c / U_a = C_2 / (C_2 + C_3 + C_{кўп}).$$

Контурнинг индуктивлиги биринчи гармоника частотасига-резонансга созланиш шартидан аниқланади:

$$\omega = 1/\sqrt{L(C_1 + C_{\text{чик}} + C_2(C_3 + C_{\text{кпр}})/(C_2 + C_3 + C_{\text{кпр}}))}$$

C_2 алоқа сиғими қаршиликларни трансформациялаш шарти орқали аниқланади:

$$R_{\text{экв}}/R_{\text{юк}} = [(C_2 + C_3 + C_{\text{кпр}})/C_2]^2$$

Бу муносабат биринчи лампа берадиган $P_1 = 0,5U_a^2/R_{\text{экв}}$ ва $R_{\text{күйи}}$ ҳамда $R_{\text{юк}}$ қаршиликларида тарқаладиган $P_{\text{юк}} = 0,5U_c^2/R_{\text{юк}}$ қувватлар баланси шартидан келиб чиқади.

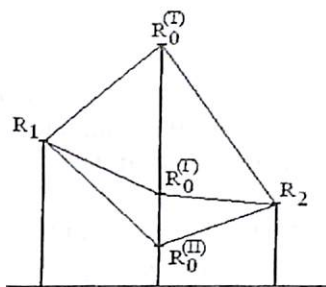
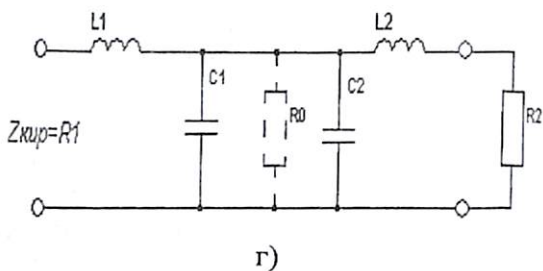
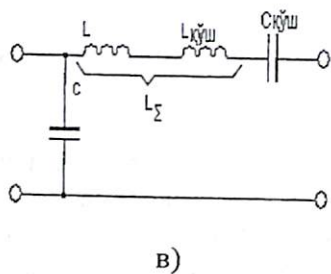
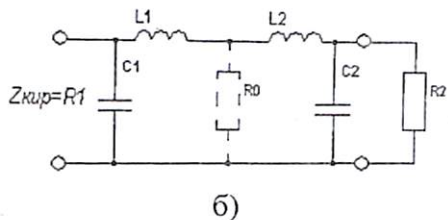
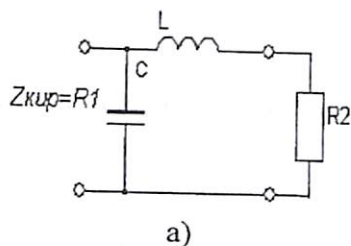
Сиғим алоқали занжири бир томондан қуйидагиларга имкон беради:

1) $C_{\text{чик}}$ ва $C_{\text{кпр}}$ лампалар сиғимларини осон ҳисобга олиш мумкин (бизнинг мисолимизда мос равишда C_1 ва C_3 лар учун ифодаланган). Бунда қўшимча паразит контурлар вужудга келмайди;

2) L ва C_1 элементларни бир вақтда ўзгартириш билан берилган частоталар диапазолида LC -контурни созлаш ва қайта созлашни амалга ошириш. Бунда $R_{\text{экв}}/R_{\text{юк}}$ юклама қаршиликларининг трансформациялаш коэффициентини ва U_c/U_a кучланишлар бўлиш коэффициентини ўзгармасдан сақланиб қолади.

Бошқа томондан, резонанс алоқа занжирларини қўлланилиши катта контур тоқларига (кучланишларга), LC элементлардаги реактив қувватларга ва демак, улардаги катта йўқотишларга олиб келади.

Замонавий радиоузаткичларда, биринчи навбатда транзисторли радиоузаткичларда, каскадлараро занжирлар Γ -симон, Π -симон ва T -симон контурлар кўринишида қурилади. Мослаштирувчи Γ -симон, Π -симон ва T -симон занжирлар бўйлама тармоқда индуктивлик, кўндаланг тармоқда сиғим уланган паст частотали филтёр кўринишида бажарилади (3.3-расм). Бунда гармоникаларни яхши филтёрлаш таъминланиши билан бир вақтда транзисторлар чиқишлари индуктивликлари ва чиқиш сиғимлари мос равишдаги LC -элементларга нисбатан осон уланади ёки алоҳида мослаштирувчи занжирларни ташкил қилади. Ниҳоят бундай тебраниш занжирлари 10...18 ГГц гача частоталарда махсус жипслаштирилган элементлар кўринишида (тоқлар, кучланишлар ва реактив қувватлар сатҳлари унча юқори бўлмаганда), ҳам 100...300 МГц дан юқори частоталарда узун линиялар қисқа бўлаклари асосида тақсимланган кўринишда етарлича осон ишлатилади.



д)

3.3-расм.

Мослаштирувчи Г-симон занжир берилган ω частотада (3.3,а-расмда $R_1 > R_2$) R_2 ва R_1 резистив қаршиликларни берилган трансформациясини таъминлайди. Мослаштирувчи Т-симон ва П-симон занжирлар (3.3,б,в-расм) икки кетма-кет уланган Г-симон занжирлар кўринишида қурилади, шунинг учун қаршиликларни ихтиёрий нисбатларига рухсат берилади (R_1 катта ёки кичик R_2 дан). Ўнг занжир R_2 қаршиликни қандайдир R_0 қаршиликка, чап занжир эса R_0 қаршиликни R_1 қаршиликка трансформациялайди. П-

симон занжирда $R_0^{(T)}$ қаршилик R_1 ва R_2 қаршиликларнинг кичигидан кичикроқ, Т–симон занжирда эса аксинча $R_0^{(T)}$ қаршилик R_1 ва R_2 қаршиликларнинг каттасидан каттароқ танланади (3.3, д-расм). Шундай қилиб, Т–симон занжирлар R_2 ни R_0 га, кейин эса R_0 ни R_1 га трансформациялайди.

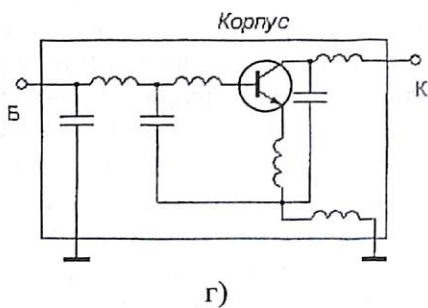
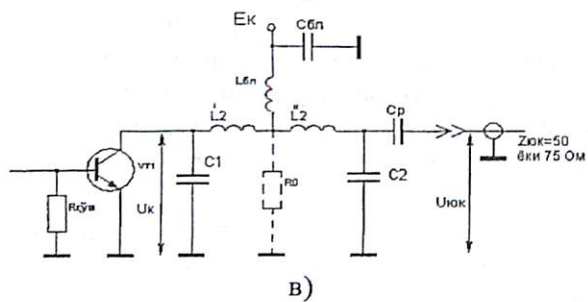
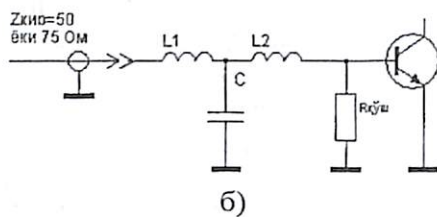
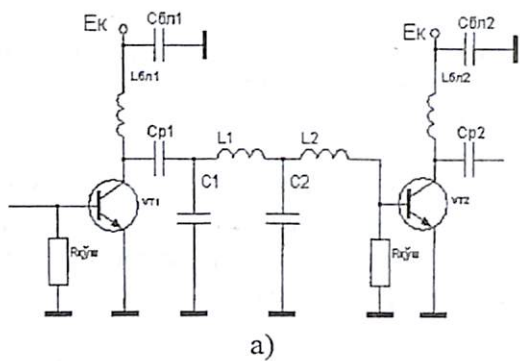
Бинобарин, Г–симон занжирда йўқотишлар минимал кам ва $r=R_1/R_2$ трансформация коэффициентига пропорционал бўлгани учун Г–симондан П–симонга ёки Т–симонга ўтиш йўқотишларни минималга нисбатан кўпайишига (3...5 марта ва ундан ортик) олиб келади.

Шунинг учун Г–симон занжирдан П–симонга ва Т–симон занжирга ўтиш юқори гармоникаларни филтрлашни ошириш, созланишни ва қайта созланишни қулайлиги, L ва C элементлардаги мослаштириш занжирларида лампалар ва транзисторлар индуктивликлари ва сигимларини ҳисобга олиш мақсадга мувофиқ бўлади. Хусусан П–симон занжирда $R_0^{(T)}$ қаршилик камайганда ёки Т–симон занжирда $R_0^{(T)}$ қаршилик ортганда уларда қувват йўқотишларининг ортиши ҳисобига уларнинг резонанс хусусиятлари ортади, ўтказиш частоталар полосаси тораяди, юқори гармоникаларни филтрлаш сифати ортади.

Иккита кетма-кет уланган Г–симон занжирларни каскадлараро тебраниш занжир сифатида уланишига мисол 3.4, а–расмда келтирилган. Бу икки занжирлар иккинчи транзистор кириш қаршилигининг резистив ўзгармас ташкил этувчисини биринчи транзистор учун оптимал юклама қаршилигига кетма-кет трансформациялайди.

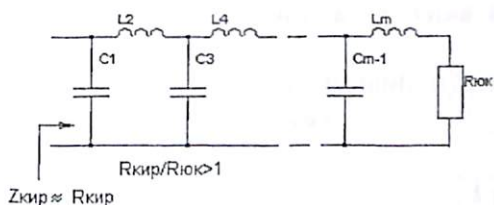
Кўпинча генератор (бир ёки кўп каскад) алоҳида тугалланган қисм (модул) кўринишида йиғилади. Бу ҳолда биринчи каскад киришига кўзғаткични улайдиган кабелнинг тўлқин қаршилигига мослаштириш учун занжир қўйилади, охириги каскад чиқишида эса юкламага борадиган кабел билан мослаштириш учун занжир қўйилади. Бундай занжирларни мисоллари 3.4, б, в–расмда келтирилган.

Мослаштирувчи Г–симон, Т–симон ва П–симон занжирлар бир частотадаги ихтиёрий юклама қаршиликларини трансформациялайди. Бундай занжирли генераторларни ўтказиш оралиқлари деярли 10...20 фоизни ташкил қилади. Кенгроқ ўтказиш оралиқларида частота бўйича қоплаш коэффициенти $K_f = f_{\text{юқори}}/f_{\text{паст}} > 1,1 \dots 1,2$ бўлганда алоқа занжири паст частотали филтлар (ПЧФ) – ПЧФ–трансформаторлари кўринишда йиғилади. Улар бир неча кетма-кет уланган Г–симон занжирлардан ташкил топади (3.5–расм).

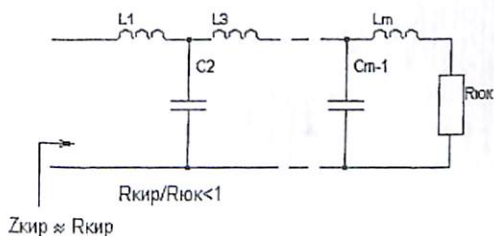


3.4-расм.

Бу трансформатор, шунингдек, $R_{юк}$ қаршилиқни $R_{кир}$ қаршилиқка $\omega_{наст}$ дан $\omega_{юқори}$ гача ишчи частота оралиғида $R_{кир}$ га нисбатан $\Delta Z_{кир}$ рухсат этиладиган оғишли ва шу билан бир вақтда $\omega > \omega_{юқори}$ частоталарида филтрлаш билан ихтиёрий трансформациялаш таъминланади. $r = R_{кир}/R_{юк}$ трансформация коэффициентини қанча катта (ёки кичик) бўлса, бирдан фарқ қилади, $\Delta Z_{кир}$ рухсат этиладиган фарқ қанча кичик бўлса, K_f частота бўйича қоплаш коэффициентини шунча катта бўлади, Г-симон занжирлар сони кўп талаб қилинади, яъни ПЧФ-трансформатор мураккаб ва уни сошлаш қийин бўлади. Шунинг учун ПЧФ-трансформаторлар деярли $r \leq 10$ ёки $r \geq 0,1$ ва $K_f \leq 2 \dots 3$ бўлганида қўлланилади. Бунда ПЧФ-трансформатордан фойдаланилган схема 3.4,а-расмда келтирилган.



а)



б)

3.5-расм.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Алоқа занжирларининг турларини айтинг.
2. Алоқа занжири қандай вазифани бажаради?
3. Т-симон алоқа занжирининг схемасини чизинг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

4. Г-симон алоқа занжирининг схемасини чизинг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

5. П-симон алоқа занжирининг схемасини чизинг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

6. Бир алоқа занжири туридан иккинчи алоқа занжири турига ўтилганда қаршиликларни трансформациялаш қандай амалга оширилади?

IV боб. ТЕБРАНИШЛАРНИ БОШҚАРИШ

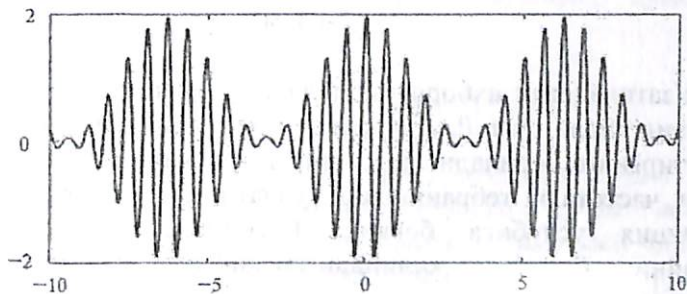
4.1. Амплитудавий модуляция

Амплитудавий модуляцияда узатиладиган ахборот қонунига мос равишда модуляцияланадиган юқори частотаси ташувчи сигнал амплитудаси ўзгаради. Шунинг учун тонал модуляциялайдиган сигналда юқори частотали модуляцияланадиган сигнал учун математик ифода қуйидагича кўринишда бўлади:

$$u(t) = U_0(1 + m \cos \Omega t) \cos \omega_0 t \quad (4.1)$$

бу ерда, $m = U_{\text{мод}}/U_0 \leq 1$ —амплитудавий модуляция коэффициентини, ω_0 —ташувчи тебранишлар частотаси.

Осциллограф экранда кузатиш мумкин бўлган (4.1) функциянинг графиги 4.1-расмда келтирилган.

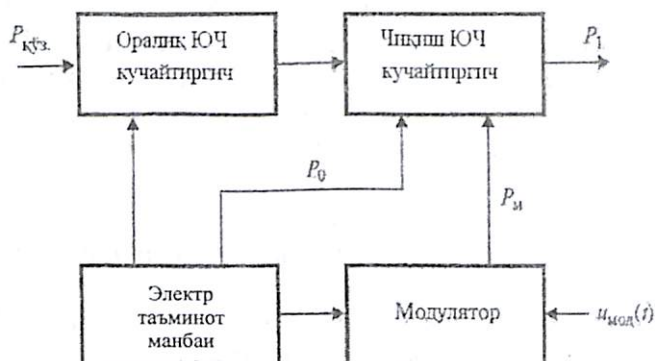


4.1-расм.

Халақитларга бардошлилиги бўйича амплитудавий модуляция частотавий ва фазавий модуляцияларга нисбатан паст, шунинг учун замонавий радиотехник тизимларда амплитудавий модуляция деярли қўлланилмайди. Лекин узок йиллардан бери ишлатилиб келинаётган узун, ўрта, қисқа тўлқинли тизимларда амплитудавий модуляция қўлланилади.

Амплитудавий модуляция ўз-ўзидан кўзғатишли генераторларда асосан чиқиш ёки оралиқ каскадларда электрон асбобларда бир ёки бир неча электродларида кучланишни ўзгартириш

йўли билан амалга оширилади. Шунга кўра, транзисторли генераторларда коллекторли, базавий ва эмиттерли, лампали генераторларда анодли, анодли-экранны, тўртли ва катодли модуляцияларга ажратилади. Оралиқ каскадлар ЮЧ модуляцияланган тебранишларни қувват кучайтириш режимида ишлайди. РУ кучайтириш трактининг умумий тузилиш схемаси 4.2-расмда келтирилган.



4.2-расм.

Узатиладиган ахборот модулятор киришига берилади ва кучайтирилгандан сўнг $P_{мод}$ қувватли модуляцияладиган сигнал ЮЧ кучайтиргичга берилади. $P_{мод}$ нинг талаб қилинадиган қиймати P_1 юқори частотали тебранишлар қувватига, m коэффициентига ва модуляция услубига боғлиқ. Шунингдек, электр таъминот манбаининг P_0 талаб қилинадиган қиймати ҳам, бу параметрлар орқали аниқланади.

Амплитудавий модуляциянинг исталган услубида учта асосий режимга: тинч (ёки ташувчи), максимал ва минимал режимларга ажратилади. Модуляция жараёнида модуляцияланадиган ЮЧ каскад режими ўзгариб туради. Максимал режимга тебранишлар амплитудасининг максимал қиймати, минимал режимга – минимал қиймати мос келади, тинч режимда эса модуляция бўлмайди.

ЮЧ тебранишлар амплитудаси ва қуввати тонал амплитудавий модуляцияда қуйидаги қонун бўйича ўзгаради:

$$U_{мод} = U_{тинч} (1 + m \cos \Omega t); P_1 = P_{1тинч} (1 + m \cos \Omega t)^2$$

Бу ифодаги мувофиқ ЮЧ сигналнинг оний қиймати тинч, максимал ва минимал режимларда қуйидаги муносабатлар орқали боғланган:

$$P_{\text{макс}} = P_{\text{тшувч}}(1+m)^2; P_{\text{мин}} = P_{\text{тшувч}}(1-m)^2. \quad (4.2)$$

Оний қийматлардан ташқари модуляциялайдиган сигнал даври T давомидаги ЮЧ тебранишлар ўртача қиймати ҳам муҳим ҳисобланади:

$$P_{\text{ўрта}} = \frac{1}{T} \int_0^T P_{\text{тшувч}} (1+m \cos \Omega t)^2 dt = \left(1 + \frac{m^2}{2}\right) P_{\text{тшувч}}. \quad (4.3)$$

Охириги учта формулалар бўйича $m=1$ бўлганда қуйидагиларга эга бўламыз:

$$P_{\text{макс}} = 4P_{\text{тшувч}}; P_{\text{мин}} = 0; P_{\text{ўрта}} = 1,5P_{\text{тшувч}}.$$

Шуни таъкидлаймизки, амплитудавий модуляцияда генераторнинг максимал қуввати ташувчи (тинч) режимидан тўрт марта катта бўлиши керак.

Амплитудавий модуляция тебранишларининг спектрини (4.1) формулани тригонометрия қондаларига мувофиқ қуйидагича аниқланади:

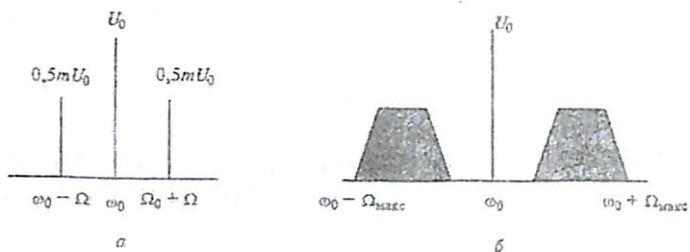
$$u(t) = U_0 \cos \omega_0 t + 0,5mU_0 \cos(\omega_0 - \Omega)t + 0,5mU_0 \cos(\omega_0 + \Omega)t. \quad (4.4)$$

(4.4)дан шу келиб чиқадики, тонал сигналли амплитудавий модуляцияда тебранишлар спектри қуйидаги учта частотали ташкил этувчиларга эга бўлади: ω_0 (ташувчи частотаси билан мос тушади), $\omega_0 - \Omega$ (пастки ён), $\omega_0 + \Omega$ (юқори ён). Улар орасидаги қувват қуйидаги пропорцияда тақсимланади $1:(0,5m^2):(0,5m^2)$ (4.3-расм), йиғиндиси эса (4.3) формулага мувофиқ аниқланади.

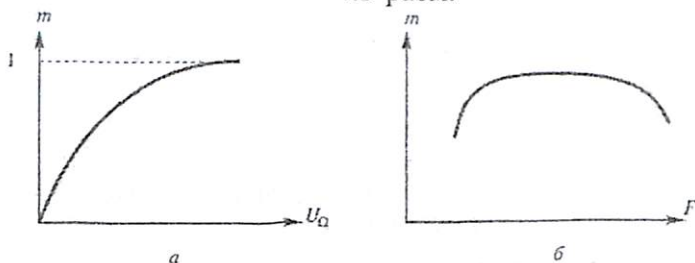
(4.4) формулага мувофиқ 4.3,а-расмдаги амплитудавий модуляция тебранишлар спектри $\Delta \omega_{\text{сн}} = 2\Omega$ бўлади.

$\Omega_{\text{мин}}$ дан то $\Omega_{\text{макс}}$ гача спектрни эгаллайдиган сигнал билан модуляцияланган амплитудавий модуляция тебранишнинг спектри 4.3,б-расмда келтирилган.

Амплитудавий модуляцияда икки характеристика: модуляцион $m=f(U_{\Omega})$ (4.4,а-расм), ва модуляцион-частотавий характеристикалар РУнинг сифат кўрсаткичларини белгилайди (4.4,б-расм). Бу ерда U_{Ω} , Ω – модуляциялайдиган сигнал амплитудаси ва частотаси.



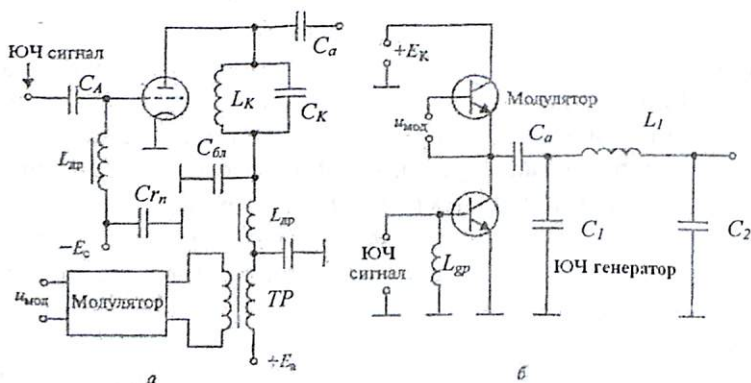
4.3-расм.



4.4-расм.

4.2. Амплитудавий анод ва коллектор модуляция

Модуляцияланадиган каскаднинг (ЮЧ генератор) ва амплитудавий модуляторнинг анод ва коллектор модуляциядаги улаиш схемаси 4.5-расмда келтирилган.



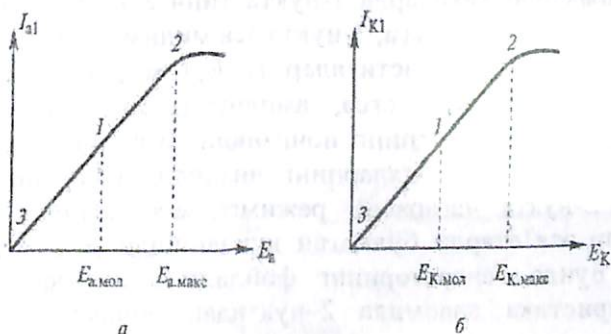
4.5-расм.

4.5,а-расмдаги схемада модуляторни ЮЧ генератор билан трансформатор ёрдамида улаш келтирилган. Транзисторли РУларда улар орасида трансформаторсиз алоқа ҳам бўлиши мумкин. Бунда модулятор транзистори коллектор занжирига уланган бошқариладиган ўзгарувчан қаршилиқ сифатида фойдаланилади (4.5,б-расм). Биринчи ҳолда электр таъминот кучланиши тинч режимдан келиб чиқиб, иккинчи ҳолда эса максимал режимдан келиб чиқиб топилади.

Бузилишлари йўқ амплитудавий модуляцияни амалга ошириш учун ЮЧ генератор иш режимини тўғри танлаш зарур. Бундай баҳолашга мезон статик модуляцион характеристика (модуляцияланадиган ЮЧ генератор чиқиш токи биринчи гармоникасининг модуляциялайдиган сигнал бериладиган электрон асбоб электродидаги ўзгармас кучланишга боғлиқлиги) ҳисобланади.

Шундай қилиб, анод модуляцияда динамик иш режимда ЮЧ лампали генератор анод токи биринчи гармоникаси I_{a1} нинг лампа анодидаги E_a ўзгармас кучланишга боғлиқлиги (4.6,а-расм), коллектор модуляцияда – динамик иш режимда ЮЧ транзисторли генератор коллектор токи биринчи гармоникаси I_{k1} нинг коллектордаги E_k ўзгармас кучланишга боғлиқлигидир (4.6,б-расм).

Характеристикаларда 1–нуқта тинч ёки ташувчи режимга, 2–нуқта максимал режимга, 3–нуқта эса минимал режимга мос келади. Модуляцион характеристикалар $I_{a1}(E_a)$ ва $I_{k1}(E_k)$ графиклари тўғри чизикдан қанча кам оғса фарқланса, амплитудавий модуляция орқали узатиладиган ахборотнинг ноқизикли бузилиши даражаси шунча кам бўлади.



4.6-расм.

Бу графикларни чизиклилигини ошириш учун 2-нуқта уларда чегаравий иш режимига мос келиши керак. Бунда генераторнинг фойдали иш коэффициенти бутун характеристика давомида тахминан ўзгармасдан қолади.

$m=1$ да тинч режимда тўрт марта ортиқ бўлган максимал қувватини таъминлаш ва статик модуляция характеристикани чизиклилигини сақлаб қолишнинг зарурати амплитудавий модуляцияли РУларга иккита қийин бажараладиган талаблар қўйилади.

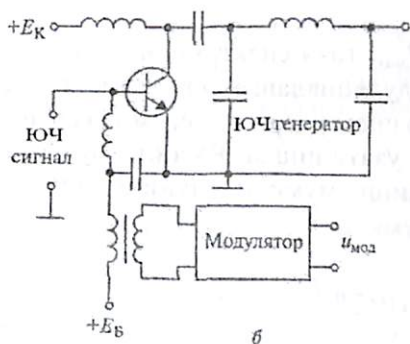
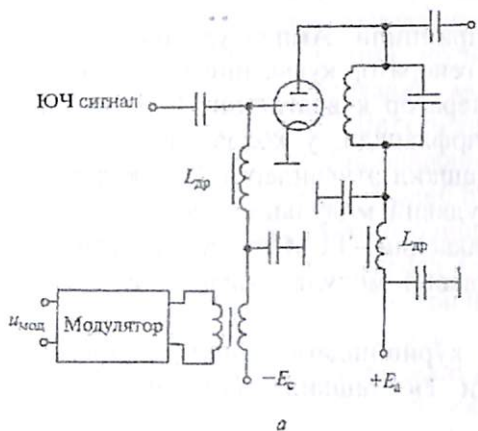
Бунда максимал нуқтада (2-нуқта) генератор лампаси ва транзистори рухсат этилган параметрлардан ортиб кетмаслиги керак. Коллектор модуляцияда бу шуни билдирадики, $m=1$ да тинч режимда P_I га тенг қувватни олиш учун ЮЧ транзисторни $P_{I_{\max}}=4 \cdot P_I$ қувватли қилиб танлаш зарур.

4.3. Амплитудавий тўр ва базавий модуляция

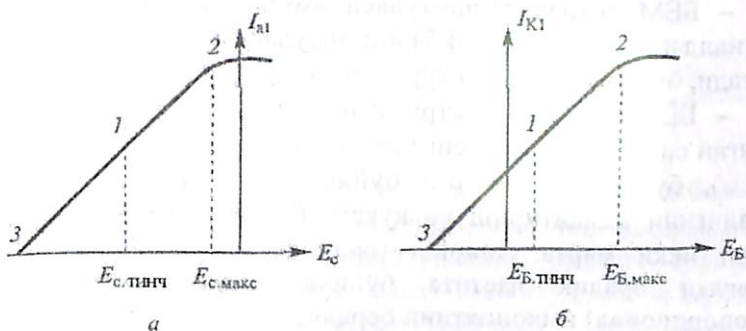
Модуляцияланадиган каскаднинг (ЮЧ генераторнинг) ва амплитудавий модуляторни тўр ва базавий модуляцияли трансформатор ёрдамида уланиш схемаси 4.7-расмда келтирилган.

Юқорида аниқланган статик модуляция характеристикалари маълумотларига мос равишда динамик иш режимда тўр модуляция – ЮЧ лампали генератор анод токини биринчи гармоникаси I_{a1} нинг лампа тўридаги E_m силжитиш ўзгармас кучланишга боғлиқлиги (4.8,а-расм), динамик иш режимда базавий модуляция – ЮЧ транзисторли генератор коллектор токини биринчи гармоникаси I_{k1} нинг базадаги E_b ўзгармас кучланишга боғлиқлигидир (4.8,б-расм).

Характеристикаларда 1-нуқта тинч ёки ташувчи режимга, 2-нуқта максимал режимга, 3-нуқта эса минимал режимга мос келади. Модуляция характеристикалар $I_{a1}(E_m)$ ва $I_{k1}(E_b)$ графиклари тўғри чизикдан қанча кам оғса, амплитудавий модуляция ҳисобига узатиладиган ахборотнинг ночизикли бузилиши даражаси шунча кам бўлади. Бу графикларнинг чизиклилигини таъминлаш учун, уларда 2-нуқта чегаравий режимга мос келиши керак, қолган нуқталар эса етарли бўлмаган кучланишли режимга мос келиши керак. Бунда генераторнинг фойдали иш коэффициенти бутун характеристика давомида 2-нуқтадан бошлаб чизикли ўзгариб камаяди.



4.7-рasm



4.8-рasm.

4.4. Бир минтақавий модуляция

Ишлаш принципи. Амплитудавий модуляция камчиликларидан бири ЮЧ генератор қувватини нотежамли тарқалиши ҳисобланади. ЮЧ генератор қувватининг, (4.6) га биноан, 67% ташувчи тебранишга сарфланади, у ҳолда узатиладиган ахборот жойлаштирилган ён ташкил этувчиларга 33% қувват қолади. Унинг учун бутун амплитудавий модуляция тебраниш спектрини эмас, балки битта ён минтақасини – БЁМ сигнални узатиш таклиф қилинган.

Амплитудавий модуляцияланган ЮЧ сигнал (4.1) да келтирилган.

(4.1)даги кўринишдаги амплитудавий модуляцияланган сигналдан пастки ён ташкил этувчини ажратиб қуйидагига эга бўламиз:

$$u_{\text{в.м.э.}}(t) = 0,5mU_0 \cos(\omega_0 - \Omega)t \quad (4.5)$$

$\Omega_{\text{мин}}$ дан то $\Omega_{\text{макс}}$ гача спектрни эгалловчи ахборотни узатишда амплитудавий модуляцияланган сигнал ва бир ён минтақали (БЁМ сигнал) сигналлар спектрлари 4.3-расмда келтирилган.

БЁМ сигнал узатилишда РУнинг бутун қуввати ён ташкил этувчига сарфланиши мумкин, шунинг учун (4.5) ўрнига қуйидагини ёзишимиз мумкин:

$$u_{\text{в.м.э.}}(t) = mU_0 \cos(\omega_0 - \Omega)t \quad (4.6)$$

Келтирилган таҳлиллардан қуйидаги хулосаларни қилиш мумкин:

– БЁМ сигнал амплитудаси амплитудавий модуляцияланган сигналдаги ён минтақа (4.5) амплитудасига нисбатан икки мартага ортади, бу қувват бўйича тўрт мартага ютукни беради;

– БЁМ сигнал спектри кенглиги амплитудавий модуляцияланган сигнал спектри кенглигига қараганда икки марта кичик (4.9-расм), бу оралиқ частота бўйича радиоқабул қилгич ўтказиш оралиғини камайтириш ва қувват бўйича сигнал–халақит нисбатини икки марта ошириш (радиоқабул қилгичдаги шовқинлар қуввати оралиқ частота бўйича унинг ўтказиш оралиғига пропорционал) имкониятини беради;

– (4.6) га мувофиқ оддий радиоқабул қилгичда БЁМ сигнал силжитилган частотали ташувчи тебраниш сифатида қабул

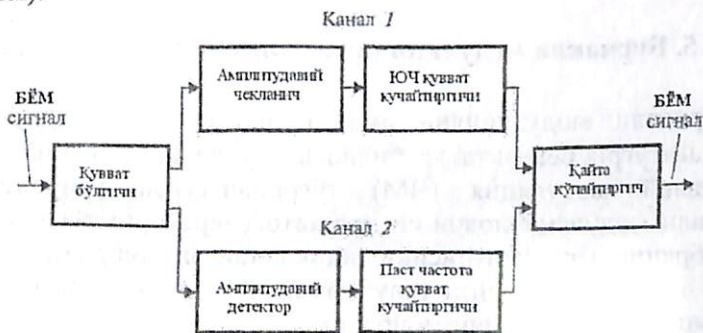
килинади ва натижада узатилган ахборотни қабул қилиб бўлмайди.

– БЁМ сигнал амплитудавий модуляцияланган сигналларга қараганда узатилганда қувват бўйича умумий ютуқ 8 марта ёки 9 дБни ташкил қилади (масалан, амплитудавий модуляцияда РУ қуввати 1000 Ваттнинг ўрнига БЁМ да 125 Ватт бўлиши етарли);

– радиоқабул қилгичда ташувчи тебранишларни тиклаш керак, акс ҳолда БЁМ сигналдан ахборотни ажратиб олиб бўлмайди.

Бундай сигналлардан ахборотни ажратиб олиш учун ташувчи тебранишларнинг тикланиши, ёки пилот-сигнал шаклида узатилиши ёки РУнинг қуввати 10–20% га сўндирилган ташувчини узатиш орқали амалга оширилади. Ташувчи тебранишларни радиоқабул қилгичда юқори аниқликда қайта тиклаш зарур бўлади. Масалан, нутқли ахборотни узатишда бундай қайта тиклаш 10 Гцдан кам бўлмаслиги керак, акс ҳолда қабул қилинган ахборот бузилади.

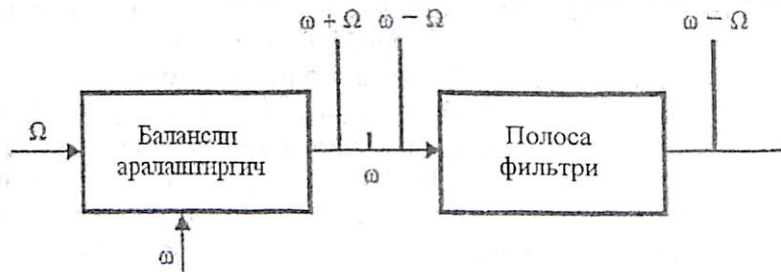
Икки каналли кучайтиргич схемасида бу муаммони ечиш икки сигнални алоҳида-алоҳида кучайтириш орқали ечилади. Бу сигналлардан бири фазавий модуляция ҳақидаги ахборотни, иккинчиси эса амплитудавий модуляция ҳақидаги ахборотни ташкил қилади (4.9-расм).



4.9-расм.

Биринчи каналда фазавий модуляция ҳақида ахборотни ташийдиган ЮЧ сигнал кучайтирилади. Сигналнинг ўзгармаслиги каналда унинг киришидаги амплитудавий чеклагич ёрдамида таъминланади. Иккинчи каналда фақат амплитудавий модуляция ҳақида ахборотга эга бўлган сигнал ўровчиси – паст частотали сигнал кучайтирилади. Ҳар иккала каналлар чиқишларидаги сигналлар қувватлари талаб қилинган қийматларгача кучайтирилгандан сўнг қўпайтирилади ва яна БЁМ сигнални ташкил қилади.

БЁМ сигнални шаклланиши. БЁМ сигнални бир неча шакллантириш услублари мавжуд. Улардан энг оддий ва ишончлиси махсус баланс аралаштиргич ва ён минтакалардан бирини юқорисини ёки пасткисини филтрлаш услуби ҳисобланади (4.10-расм).



4.10-расм.

Баланс аралаштиргич (махсус микросхема) чиқишда икки сигнал йиғинди ва фарқ частотали сигнал шаклланади.

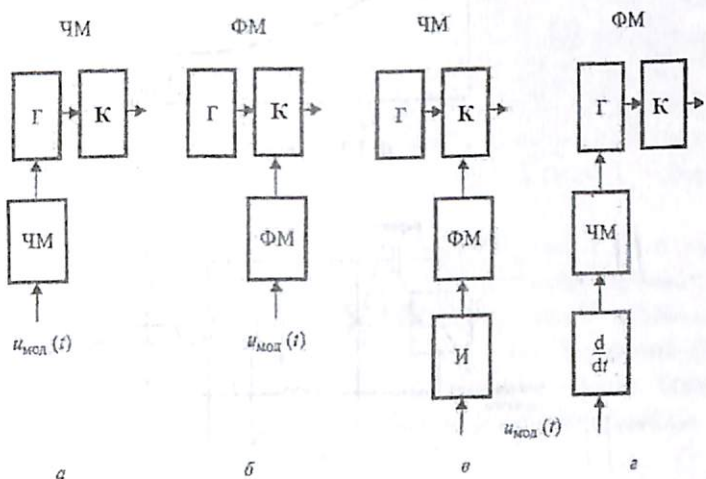
Полоса фильтри ёрдамида сигналлардан бири сўндирилади ва бутун схема чиқишида фақат юқори ёки паст ён минтақали сигнал шаклланади.

4.5. Бурчакли модуляцияни амалга ошириш усуллари

Бурчакли модуляцияни амалга ошириш усуллари икки: тўғридан-тўғри бевосита ва билвосита усулларга бўлиш мумкин. Частотавий модуляция (ЧМ) тўғридан-тўғри услубида паст частотали модуляцияловчи сигнал автогенераторга тўғридан-тўғри автотебранишлар частотасини аниқлайдиган тебраниш тизимга таъсир қилади. Билвосита услуб фазавий модуляцияни частотавий модуляцияга ўзгартиришдан иборат.

Фазавий модуляцияда (ФМ) паст частотали модуляцияловчи сигнал тўғридан-тўғри ЮЧ кучайтиргичга ёки частота кўпайтиргичга, яъни ЮЧ тебранишлар фазасини аниқлайдиган электр занжир таъсир қилади. Билвосита услубда эса частотавий модуляция фазавий модуляцияга айлантдирилади. Айтилганларни 4.11-расмда келтирилган тузилиш схемалари орқали тушунтириш мумкин. 4.11-расмда қуйидаги белгилашлар қабул қилинган: Г—автогенератор, К—кучайтиргич, ЧМ—частотавий модулятор, ФМ—фазавий модулятор, И—интегратор, d/dt —дифференцияловчи электр занжир.

Фазавий модуляцияни частотавий модуляцияга ўзгартириш учун фазавий модулятор киришига интегратор қўйлади (4.11,в-расм), частотавий модуляцияни фазавий модуляцияга ўзгартириш учун эса дифференциал занжир қўйлади (4.11,г-расм).



4.11-расм.

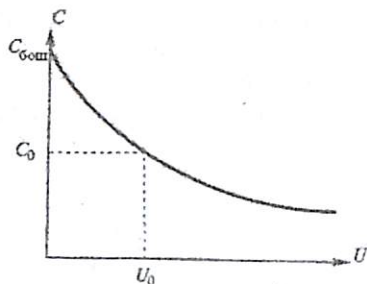
4.6.Частотавий ва фазавий модуляторлар

Ҳозирги вақтда варикап асосидаги частотавий модулятор кенг қўлланилади. Варикап $p-n$ ўтиш тескари сурилишли ярим ўтказгич асбоб ҳисобланади. Барьер ёки заряд ўтиш дейиладиган $p-n$ ўтишнинг ўзгариш қонуни U га тескари кучланишга боғлиқ ва қуйидагига тенг бўлади:

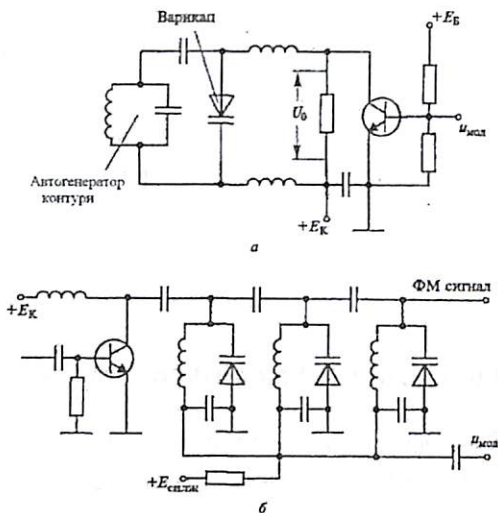
$$C(U) = \frac{C_{\text{бош}}}{(1 + |U|/\varphi_0)^{\gamma}} \quad (4.7)$$

бу ерда, $C_{\text{бош}}$ – бошланғич сиғим, $\varphi_0 = 0,5 \dots 0,7$ В – контактли потенциалларнинг фарқи.

(4.7) функциянинг графиги 4.12-расмда келтирилган. Автогенератор контурига уланган варикапли частотавий модулятор схемаси 4.13,а-расмда келтирилган. ЮЧ кучайтиргич уч контурли ва уч варикапли фазавий модулятор 4.13,б-расмда тасвирланган.



4.12-расм.



4.13-расм.

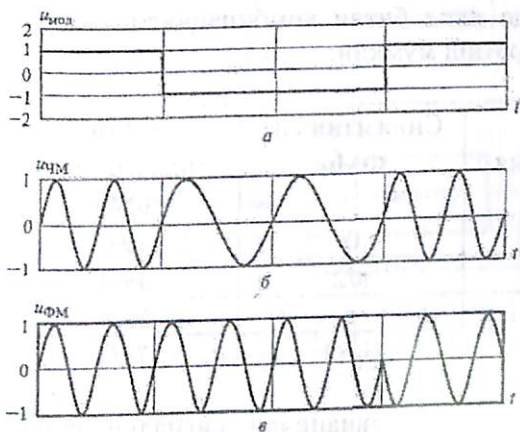
4.7. Частотавий ва фазавий дискрет модуляция

Кодланган ахборотни дискрет, шу жумладан, рақамли ахборотни узатишда 1 ва 0 мантиқлардан иборат иккилик сигналлар комбинацияли модуляциясини, шунингдек, сигнал манипуляциясини, бу жараёни амалга оширадиган қурилма модулятор, манипулятор деб аталади. Баъзан, манипуляция жараёнини телеграф режими дейилади. Бунда мос равишда амплитудавий модуляция – амплитудавий телеграфияга (АТ), частотавий модуляция – частотавий телеграфияга (ЧТ), фазавий модуляция – фазавий телеграфияга (ФТ) алмаштирилади. Бу уч ЮЧ сигнал манипуляция услуги турлича

халақит бардошликка эга. Халақит бардошлик демодулятор киришида фойдали сигнал кувватининг халақит нисбатига боғлиқ.

Бинобарин, халақитларга бардошлилик бўйича амплитудавий манипуляция бошқа турга қараганда сезиларли даражада паст, шунинг учун замонавий радиоалоқа тизимларида асосан фақат икки манипуляция услублари фазавий ва частотавий манипуляциялардан (ФМн ва ЧМн) фойдаланилади. ФМн сифатида одатда унинг бошқа кўриниши нисбий фазавий модуляциядан (НФМ) фойдаланилади. НФМ да мантикий 1 узатилганда ташувчи тебраниш фазаси $\Delta\varphi$ га сакраб ўзгаради, мантикий 0 узатилган ташувчи фазаси ўзгаришсиз қолади.

Ҳар иккала манипуляция (ЧМн ва ФМн) секундига узатилдиган элементар жўнатмалар сонига ёки элементар жўнатма узунлигига тенг бўлган хабарни узатиш тезлиги ν ҳисобланади (4.14,а-расм). Бундан ташқари, ЧМн $\Delta F = F_1 - F_2$ дискрет частотани (4.14,б-расм), ФМн мантикий 1 ва 0 ни ажратишга имкон берадиган девиация ёки $\Delta\varphi$ (4.14,в-расм) дискрет фазани характерлайди.



4.14-расм.

4.8. Фазавий манипуляция

$\Delta\varphi$ фаза дискретига боғлиқ равишда 4.1-жадвалда келтирилган кўпинча қўлланиладиган ФМннинг турли кўринишларидан фойдаланилади.

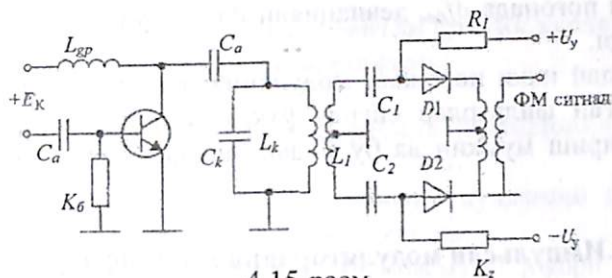
$\Delta\varphi$ қиймати	Ўзбекча номи	Халқаро номи	Қисқартирилган номи
π	Бинар ФМн	Binary Phase Shift Keying	BPSK
$\pi/2$	Квадратурали ФМн	Quadrature Phase Shift Keying	QPSK
$\pi/2$	Силжитишли квадратурали ФМн	Offset Quadrature Phase Shift Keying	OQPSK

Бинар ФМнда сигнал бошланғич фазаси икки қийматли 0 ёки π бўлиши мумкин, бу ахборот 1 ёки 0 бирлик битини ажратиш имкониятини беради.

Квадратурали модуляцияда сигнал бошланғич фазаси тўртта қиймат 0 , $\pi/2$, π , $3\pi/2$ ёки фазанинг биринчи қиймати силжиганда бошқа $\pi/4$, $3\pi/4$, $5\pi/4$, $7\pi/4$ қийматлар бўлиши мумкин. Шунинг учун бу ерда икки битли комбинацияли ахборотни 4.2-жадвалга мувофиқ ажратиш мумкин.

Кодли комбинация	Силжитишсиз ФМн	$\pi/4$ га силжитишли ФМн	ЧМн
11	0	$\pi/4$	F_1
01	$\pi/2$	$3\pi/4$	F_2
10	π	$5\pi/4$	F_3
00	$3\pi/2$	$7\pi/4$	F_4

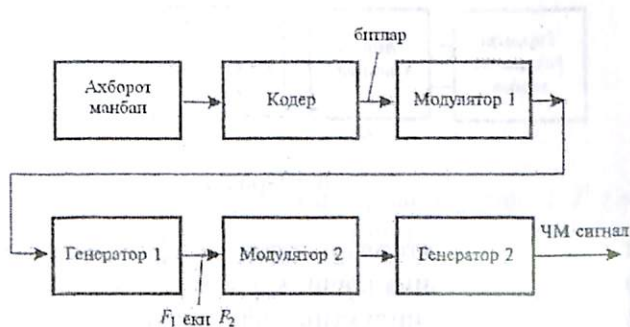
$\Delta\varphi_{\text{дев}} = \pi$ фаза девиацияли сигнални яъни бинар фазавий манипуляцияни 4.15-расмда келтирилган схема ёрдамида олиш мумкин. Фазавий модулятор диодлардан фойдаланилган икки электрон калитга эга. Электрон калитлар навбатма-навбат ЮЧ трансформатор турли чўлғамларидан ЮЧ сигнал олинади ва бу билан сигнали фазаси сакраши орқали $\Delta\varphi_{\text{дев}} = \pi$ га алмашади (4.15-расмда кўрсатилган ҳолатда диод $D1$ очик, диод $D2$ эса ёпик).



4.15-расм.

4.9. Частотавий телеграфія (маніпуляція)

Бир поғонали модуляция кўп ҳолларда ЧТ ва ФТ афзалликлардан фойдаланиш имкониятини беради. Бу шунга боғлиқки, идеал ҳолда радиоқабул қилгич частота ўтказиш полосаси қабул қилинадиган сигнал спектрига тенг бўлиши керак. Шунинг учун икки поғонали модуляция самарали ҳисобланади. Бунда мантиқий 1 ва 0 дастлаб нисбатан паст частота ташувчисини, кейин эса бу ташувчи РУ асосий ташувчи частотасини модуляциялайди. 4.16-расмда келтирилган тузилиш схемаси бўйича йиғилган ЧТ-ЧМ икки поғонали усулни кўриб чиқамиз.



4.16-расм.

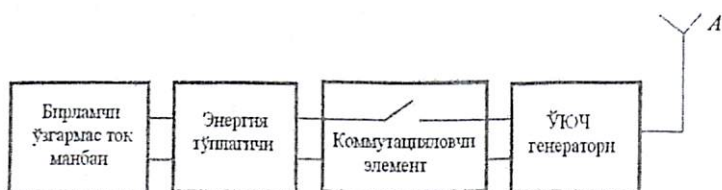
Биринчи даражадаги модуляцияда кодловчи қурилма ёрдамида ахборот манбасидаги сигнал иккилик символлар кетма-кетлиги ахборот битларига ўзгартирилади. Кейин модулятор-1 да мантиқий 1 га F_1 частота, мантиқий 0 га эса F_2 частота бириктирилади (фазавий модуляцияда уларга турли бошланғич фазалар бириктирилади). Кейинчалик F_1 ва F_2 частотали синусоидал сигналлар

иккинчи поғонада Δf_{dev} девиацияли РУ ташувчи сигналини модуляциялайди.

Бундай икки поғонали модуляцияда ташувчи сигнал каналига ўрнатилган фильтрлар сигнал ўтказиш полосалари кенглигигача қисқартириш мумкин ва бу билан халақит бардошликни ошириш мумкин.

4.10. Импульсли модуляторларнинг синфларга бўлиниши ва тузилиш схемалари

РУлар импульсларда пауза катта бўлиб импульсда ўнлаб, юзлаб мегаватт қувватларни нурлантириши мумкин. Бинобарин, бу импульслар катта q (сигнал даврийлиги импульс давомийлигига нисбати $q = \frac{T}{\tau}$) ҳажмида (скважностда) нурлантирилади, у ҳолда импульслар орасидаги паузадан энергияни йиғиш принциpidан фойдаланиб, бирламчи манба қувватини q мартагача камайтириш мумкин. Бундай импульсли модуляторнинг тузилиш схемаси 4.17-расмда келтирилган.



4.17-расм.

Импульсли модуляторлар икки синфга бўлинади: йиғувчи элементли ва коммутацияловчи қурилмали. Йиғувчи элементлар учта турли: сиғим, индуктив ва аралаш бўлиши мумкин. Коммутацияловчи қурилмалар қаттиқ (электровакuum лампалар ва юқори кучланишли транзисторлар), юмшоқ (тиратронлар ва тиристорлар) бўлиши мумкин.

Қаттиқ турдаги импульсли модуляторларда шакллантирилган импульс узунлиги кириш импульси узунлиги орқали аниқланади. Юмшоқ турдаги импульсли модуляторларда кириш импульси фақат шаклланидиган импульс бошланишини аниқлайди. Унинг узунлиги йиғувчи элементлар параметрлари орқали аниқланади.

4.10.1. Сигим йиғувчи элементли қаттиқ турдаги импульсли модулятор

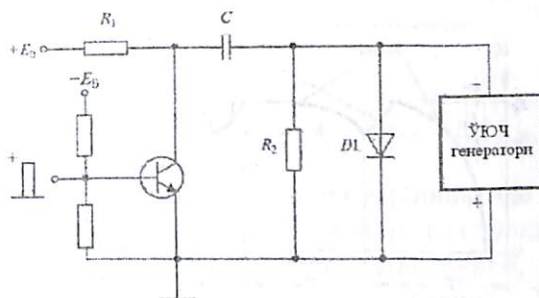
Бундай модулятор схемаси 4.18-расмда келтирилган. Схема иши икки фазага бўлинади.

Биринчи фаза. Базага берилган манфий кучланиш ҳисобига юқори вольтли транзисторли калит ёпиқ бўлади.

Экспоненциал қонун бўйича (4.19,а-расм) C юқори вольтли кучланишли конденсаторнинг зарядланиш жараёни бўлиб ўтади:

$$U_C = E_0(1 - e^{-t/T_{\text{ЗАР}}}) \quad (4.8)$$

бу ерда, $T_{\text{ЗАР}} = (R_1 + R_2)C$ – зарядланиш занжирининг доимий вақти, $t \leq T$ – вақт.

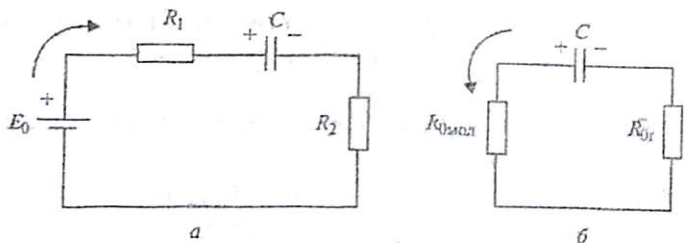


4.18-расм.

Иккинчи фаза. Импульслар такрорланиш даври T вақт тугандан сўнг схема киришига транзисторни очадиган мусбат кутбли импульс берилади, бунинг натижасида ЎЮЧ генераторга E_0 мусбат кучланиш қуйилади (бунгача конденсатор зарядланиб бўлади). Транзистор ва ЎЮЧ генератор орқали конденсаторни зарядсизланиши қуйидаги қонун (4.19,б-расм) бўйича ўзгаради:

$$U_C = E_0 e^{-t/T_P}, \quad (4.9)$$

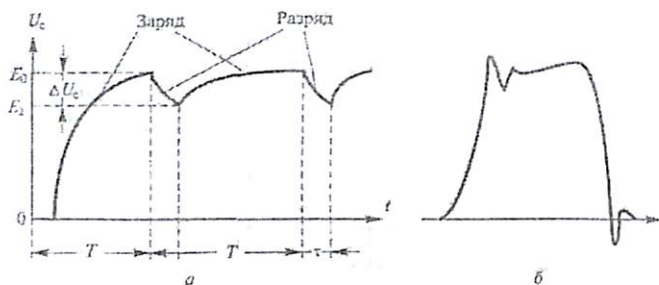
бу ерда, $T_P = (R_{\text{МОД}} + R_{\text{ОГ}})C$ – зарядсизланиш занжирининг доимий вақти, $R_{\text{МОД}}$, $R_{\text{ОГ}}$ – ўзгармас ток бўйича калитнинг ва генераторнинг қаршилиги.



4.19-расм.

Зарядсизланиш вақти τ импульс давомийлиги орқали аниқланади, ундан кейин калит ёпилади ва яна биринчи фазадаги жараён конденсаторнинг зарядланиши бошланади.

С конденсаторнинг зарядланиш ва зарядсизланиш графиклари 4.20,а-расмда келтирилган.



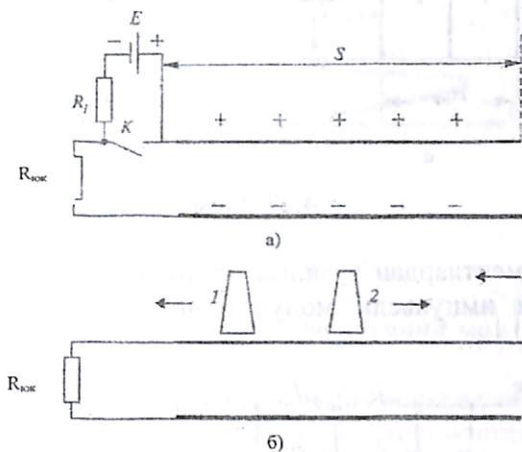
4.20-расм.

Бинобарин, импульсли модуляторда катта қийматли тоқлар коммутацияси амалга оширилади, у холда қайта уланишда, яъни биринчи фазага ўтишда ўтиш тебраниш жараёни вужудга келади (4.20,б-расм). Уни тез сўндириш учун схемага сўндирувчи DI диод киритилади (4.18-расм).

4.10.2. Сунъий линияли юмшоқ турдаги импульсли модулятор

Бу модуляторнинг ишлаш принципи узун ёки сунъий линия ёрдамида тўғри бурчакли шаклдаги импульсларни шакллантиришга асосланган. Шунинг учун дастлаб узун линия зарядсизланганда бўлиб ўтадиган жараёнларни кўриб чиқамиз.

S узунликдаги ρ тўлқин қаршилигили линия K калит очик бўлганида E кучланишгача зарядланган бўлсин (4.21,а-расм).

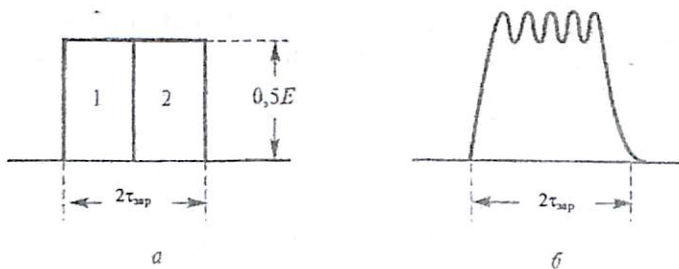


4.21-расм.

Калит ёпилгандан сўнг $R_{Ю}=\rho$ юклама қаршилигида линиянинг зарядсизланиши бошланади. Бунда линияда иккита тўлқин вужудга келади. Улардан бири $U_{Ю1}=0,5E$ амплитудали бўлиб, v тезликда чапга ҳаракатлана бошлайди (биринчи тўлқин). Худди шу амплитудадаги ва тезликдаги бошқа тўлқин ўнгга ҳаракатлана бошлайди (иккинчи тўлқин) (4.21,б-расм).

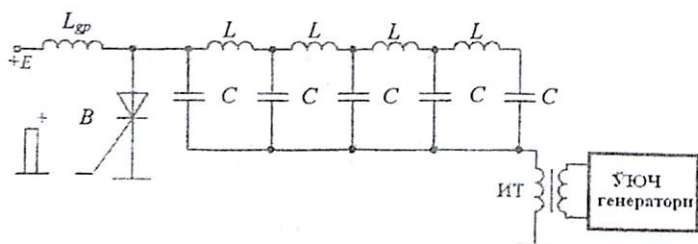
$U_{Ю1}=0,5E$ амплитудани ва $\tau_3=S/v$ давомийликка эга бўлган биринчи тўлқин иккинчи тўлқин билан ютилади.

Иккинчи тўлқин линиянинг очик охирига етгач, ундан тўлиғича қайтади, бинобарин, бу ҳолда қайтариш коэффиценти $\Gamma=1$ бўлади. Иккинчи тўлқин қайтарилгандан сўнг биринчи тўлқин каби чапга ҳаракатлана бошлайди ва τ_3 вақтга кечикиб $R_{Ю}=\rho$ юклама қаршилигига етгач яна $U_{Ю1}=0,5E$ амплитудали ва τ_3 давомийли импульсни ташкил қилади. Шундай қилиб, ҳар иккала тўлқинлар ҳисобига $R_{Ю}=\rho$ юкламада $U_{Ю1}=0,5E$ амплитудали ва $\tau=2\tau_3=2S/v$ узунликдаги импульслар шаклланади (4.22,а-расм).



4.22-расм.

L ва C элементлардан тузилган сунъий линияли ёки кечиктирувчи линияли импульсли модуляторнинг схемаси 4.23-расмда келтирилган.



4.23-расм.

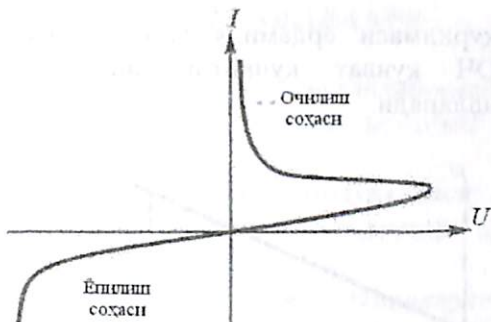
Умуман олганда, бундай кечиктирувчи линия икки параметрлар тўлқин қаршилиги ва ундан сигнални ўтиш вақти ёки кечиктириш вақти орқали характерланади:

$$\rho = \sqrt{L/C} \quad (4.10)$$

$$\tau_3 = n\sqrt{L \cdot C} \quad (4.11)$$

бу ерда, n – LC ячейкалар сони.

Схемада электрон калитнинг вазифасини бошқарилувчи учинчи электродга эга бўлган ярим ўтказгичли диод – тиристор бажаради. Тиристорнинг характеристикаси 4.24-расмда келтирилган. Катта токли ва кичик кучланишли очилиш зонасига тиристор фақат бошқарилувчи электродга мусбат импульс берилганда ўтади. Тиристор ёпилиш зонасига ундан асосий кучланиш олингандан кейин ўтади.



4.24-расм.

4.10.3. Ички импульсли частотавий модуляция

Радиолокацияда юқори аниқликни таъминлаш ва узок масофадан радиосигнал қабул қилинганда, радиоузаткич нурлантирадиган сигнални ички импульсли частотавий ёки фазавий модуляция сигналларидан фойдаланади. Ички импульсли модуляциянинг бундай услубларидан бири сигнал частотасини чизиқли қонун бўйича ўзгартиришидир (4.25,а-расм):

$$\omega(t) = \omega_0 + \Delta\omega_{\text{ДЕВ}}t/T \quad (4.12)$$

бу ерда, $\Delta\omega_{\text{ДЕВ}}$ – частота девиацияси; T – чизиқли ЧМ (ЧЧМ) сигнал узунлиги.

Сигнал базаси деб аталадиган $B = \Delta f_{\text{ДЕВ}}T$ параметр радиолиния қабул қилиш томонида узатиладиган томонга нисбатан ЧЧМ сигнални неча мартага сиқиш мумкинлигини кўрсатади.

ЧЧМ сигнал учун (4.25,б-расм) (4.12)ни ҳисобга олганда қуйидагига эга бўламиз:

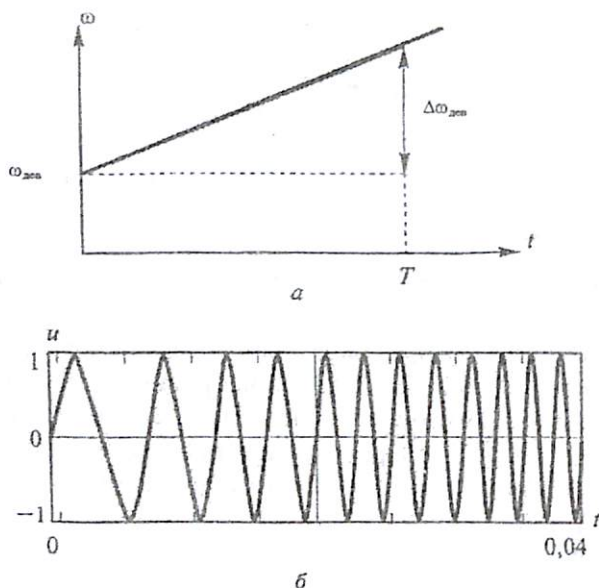
$$u(t) = U_0 \sin\left(\int \omega(t)dt\right) = U_0 \sin\left(\omega_0 t + \frac{\Delta\omega_{\text{ДЕВ}}t^2}{2T}\right) = U_0 \sin\left[\omega_0 t + \frac{\Delta\omega_{\text{ДЕВ}}/\omega_0}{2\omega_0 T}(\omega_0 t)^2\right] \quad (4.13)$$

Фаза квадратик қонун бўйича ўзгаради.

РУларда импульсли ва частотавий модуляция жараёнларини синхронлаштириш керак. Бунда РУ тузилиш схемаси 4.26-расмда кўрсатилган кўринишда бўлиши мумкин.

Схемада ЧЧМ сигнал автогенератор частотасини чизиқли қонун бўйича ўзгартирадиган аррасимон кучланиш генератори орқали шаклантирилади. Автогенератор частотасини стабиллаш частотани автоматик сошлаш қурилмаси орқали амалга оширилади.

Синхронлаш қурилмаси ёрдамида автогенератор частотасининг ўзгариши ЎЮЧ қувват кучайтиргичига импульс берилган моментидан бошланади.



4.25-расм.



4.26-расм.

НАЗОРАТ САВОДЛАРИ

1. Анод ва коллектор модуляцияси қандай амалга оширилади? Кучланганлик бўйича генератор қайси режимда бўлиши керак бўлади?

2. Тўр ва база амплитудавий модуляцияси қандай амалга оширилади? Кучланганлик бўйича генератор қайси режимда бўлиши керак бўлади?

3. Турли турдаги амплитудавий модуляцияларни таққосланг.

4. Бир минтақавий модуляция нима? Унинг авфзаллиги нимада?

5. Бир минтақавий сигнални шакллантириш қандай амалга оширилади?

6. Бир минтақавий модуляцияда сигнални қандай кучайтириш мумкин?

7. Импульсли модулятор умумлаштирилган тузилиш схемасини чизинг.

8. Сиғимли йиғиш элементли импульсли модулятор қандай ишлайди?

9. Сунъий линияли импульсли модулятор қандай ишлайди?

10. Ички импульсли частотавий модуляция нима учун қўлланилади?

11. ЧЧМ сигнали фазаси қайси қонун бўйича ўзгаради?

Ү боб. ТУРЛИ РАДИОУЗАТИШ ҚУРИЛМАЛАРИ ҲАҚИДА ҚИСҚАЧА МАЪЛУМОТЛАР

5.1. Радиоэшиттириш радиоузаткичлари

Асосий кўрсаткичлари. Радиоэшиттириш учун қуйидаги сигнал частоталари диапазони, ташувчи частотасида нурланувчи қувват катталиги ва модуляция тури белгиланган:

150...285 кГц – бир неча километр узунликдаги (узун тўлқин) тўлқинлар, қуввати 1 МВтгача, амплитуда модуляцияси;

525...1605 кГц – бир неча гектометр узунликдаги (ўрта тўлқин) тўлқинлар, қуввати 500 кВтгача, амплитуда модуляцияси;

3,95...26,1 МГц (айрим қисмлари) – бир неча декаметр узунликдаги (қисқа тўлқин) тўлқинлар, қувват 500 кВтгача, амплитуда модуляцияси;

66...73 ва 87,5...108 МГц – бир неча метр узунликдаги (ультра қисқа тўлқин) тўлқинлар, қуввати 20 кВтгача, частота модуляцияси.

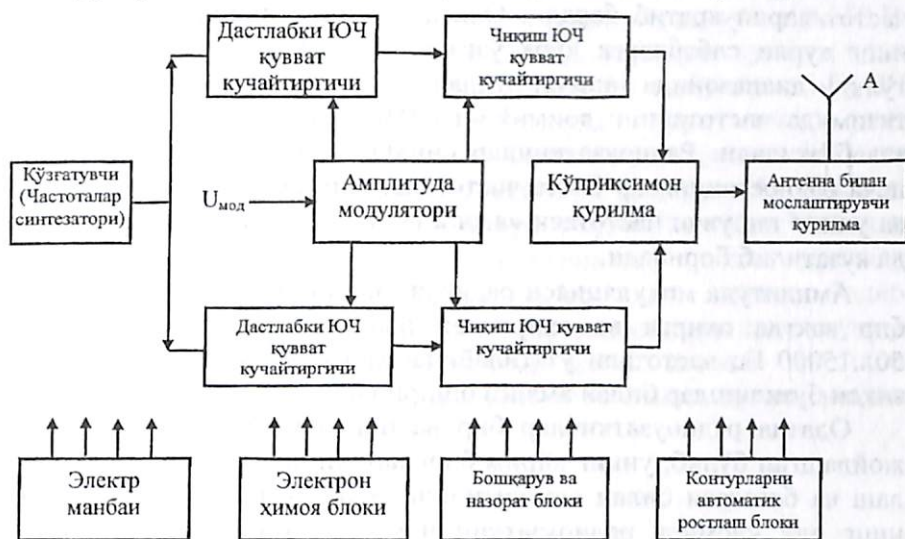
Радиоэшиттириш бугун Ер шарини қамраб олган радиоузатиш қурилмаларидан иборат. Бу радиоузаткичларнинг ишлаш частоталари ва вақтлари халқаро келишувлар асосида Халқаро Электралоқа Иттифоқи (ХЭИ) томонидан назорат этилиб ва кузатилиб борилади. Ўзбекистон ҳам ХЭИ аъзоси. Ушбу келишувлар натижасида турли радиоузатиш тизимларининг ишлаши радиоқабуллаш қурилмаларининг ишлашига халақитларни камайтиради.

Ҳеч бир давлат ва хусусий радиостанция ХЭИ қоидаларини ва давлат радиочастоталар кўмитаси рухсатисиз ишлаши мумкин эмас.

Қуввати 500 кВтгача бўлган узун ва ўрта тўлқин радиоузаткичларнинг соддалашган структуравий схемаси 5.1-расмда келтирилган.

Радиоузаткичлар одатда иккита умумий қувват ярим қувватини таъминловчи радиоузаткичлардан иборат бўлади, уларнинг чиқиш қуввати кўприксимон қурилма ёрдамида кўшилади ва натижавий чиқиш қуввати ҳосил бўлади. Одатда радиоузаткичларни дастлабки каскадлари кам қувватли бўлиб, радиоузаткич ташувчиси частота-лар синтезатори орқали ўзгарганда ҳам қайта частотадан-частотага

созлашни талаб қилмайдиган кенг полосали бўлади. Охиргидан аввалги ва охирги чиқиш қуввати генераторлари бир неча катта қувватли транзисторларни параллел ёки икки тактли улаш схемаси орқали амалга оширилади. Охирги чиқиш каскадида ва антенна билан мослаштирувчи қурилмалари радиоузаткич ишлаш частотаси, яъни частоталар синтезатори (ЧС) ўзгариши билан контурларни созлаш автоматик равишда амалга оширилади.



5.1-расм.

Радиоузаткич электр манбаи унинг ҳамма қисмларини талаб этиладиган қувват ва кучланиш билан таъминлайди. Бу қурилмалар радиоэшиттириш тизими учун 2...3 бир-бирига боғлиқ бўлмаган бирламчи электр манбаларидан фойдаланади ва радиоузаткичнинг узлуксиз ишлашини таъминлайди.

Шунга алоҳида эътибор бериш керакки, баъзи охирги чиқиш каскади электрон лампалардан иборат радиоузаткичларда лампа анодига 15...20 кВ кучланиш берилади. Бунда радиоузаткич ишлашини кузатувчи инженер-техник ходимлар ҳаётлари хавфсизлигини таъминлаш учун бир неча махсус узгич ва улагичлар радиоузаткичнинг ички қисмига юқори кучланишни узмасдан туриб тегиш ва таъмирлаш ишларини олиб бориш қатъиян ман этилади.

Радиоузаткичларда махсус маълумот ва хабар берувчи қисмлар орқали унинг ишлаш жараёни ҳақида маълумотлар олиб турилади

ва баъзи ҳолларда бу кўрсаткичлар компьютерлар ёрдамида ҳар 1, 5, 10 ва ҳ.к. вақт оралиғида жамланиб ишлов бериб борилади. Бу маълумотлар эҳтиёжга қараб қоғозга принтер орқали чиқариб берилади ва одатдаги ишлаш ҳолатидан чиқишларни йўқотиш чора-тадбирлари кўрилади. Замонавий радиоузаткичларда асосий ташувчи частотаси частоталар синтезаторидан олинади. Частоталар синтезатори талаб этилган катталиқда бир-биридан фарқловчи частоталарни яратиб беради. Одатда, унинг чиқишидаги частотанинг турли сабабларга кўра ўзгариши 10 Гцдан ошмайди, ўрта тўлқин диапазонида ташкил этиладиган синхрон радиоэшиттириш тизимида частотанинг доимийлиги 0,01 Гцдан катта бўлмаслиги талаб этилади. Радиоузаткичлар синхрон ҳолатда ишлаганда бир неча радиостанциялар битта частотада, бир хил хабарни тарқатади ва унинг ташувчи частотаси «ягона вақт эталони» сигнали ёрдамида кузатилиб борилади.

Амплитуда модуляцияси радиоузаткичнинг бир неча каскадида бир вақтда охириги ва охиригидан аввалги чиқиш каскадларида 50...15000 Гц частотали узатилаётган хабар билан ва кичик ночизиқли бузилишлар билан амалга оширилади.

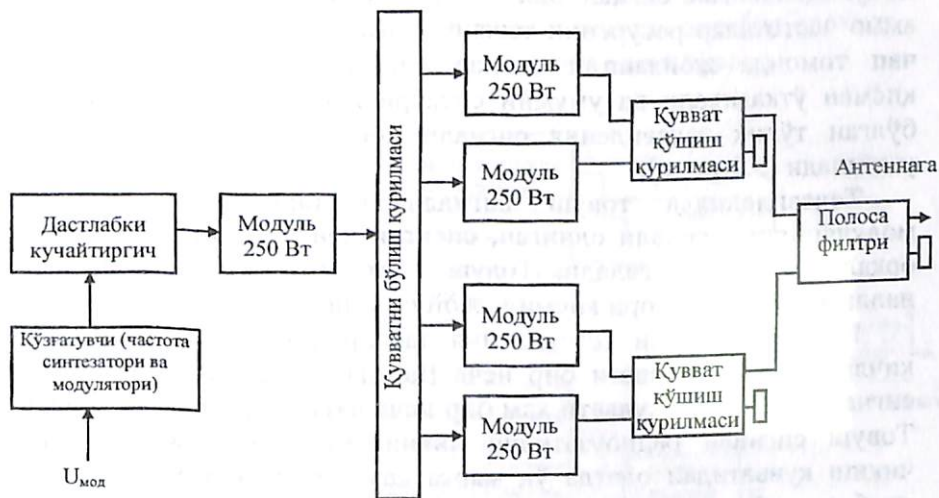
Одатда радиоузаткичлар бир ва бир неча металл шкафларда жойлашган бўлиб, унинг айрим блокларини шкафдан олиб таъмирлаш ва бошқаси билан алмаштириш имкониятини беради. Шкафнинг олд қисмида радиоузаткич иш жараёнини назорат қилиш, кузатиш ва каскадлари керакли нуқталаридаги ток ва кучланишларни ўлчаш имкониятини беради. Керакли ҳолларда ҳар бир шкаф мажбуран совуқ ҳаво билан ёки сув (суюқлик) билан совутиш қурилмалари билан таъминланган бўлади.

УҚТ диапазонида ЧМ радиоэшиттириш радиоузаткичи структуравий схемаси 52-расмда келтирилган.

УҚТ диапазонида частотаси модуляцияланган сигналлар орқали юқори сифатли радиоэшиттиришлар олиб борилади, шу жумладан, стереофоник радиоэшиттиришлар ҳам, УҚТ диапазони сигналларини қабул қилиш ҳудуди радиоузатиш қурилмаси антенаси кўринадиган ҳудуддагина у тарқатган сигналлар – тўғридан-тўғри қабул қилинади, шунинг учун унинг радиоузаткичларини керагидан ортиқча оширишга эҳтиёж йўқ ва уларнинг чиқиш қуввати аксарият ҳолларда бир неча кВтдан ошмайди. Баъзи ҳолларда уларнинг чиқиш қуввати 10...15 кВт бўлиши мумкин. УҚТ диапазонда радиоэшиттириш модуляцияловчи сигнал частота-

си 30...15000 Гц диапазонда бўлиб, кенг полосали модуляция коэффициенти 3,3 ёки 5га тенг қилиб танланиши, частота модулятори модуляциялаш характеристикасининг юқори чизиқликда бўлиши, модуляцияланган сигналларни кучайтириш каскадлари амплитуда-частота ва фаза-частота тавсифлари ҳам юқори даражада текис бўлиши ҳисобига таъминланади. Модуляцияланган сигналнинг спектри 150...180 кГцни ташкил этади.

Ушбу радиоузаткичнинг асосий модули чиқиш қуввати 250 Вт бўлган кучайтиргичлардан иборат бўлиб, уларнинг қуввати коаксиал кўприксимон қурилма орқали қўшилади ва бўлинади. Бу 250 Втли модул ўз навбатида саккизта жуда юқори частота транзисторида йиғилган бўлиб, ҳар бирининг чиқиш қуввати 50 Втдан ва кўприксимон коаксиал қувват қўшувчи ёрдамида йиғилади ва охириги тўртта 250 Втли киришига тўртта бўлинган ҳолда берилади. Кенг полосали ЧМ сигнал қўзғатувчи қурилмада шакллантирилади, унинг таркибига частоталар синтезатори ҳам киради. Радиоузаткичнинг ишчи частотаси частоталар синтезатори орқали ўзгартирилади. 5.2-расмдаги структуравий схема асосида яратилган радиоузаткичлар ёрдамида телекўрсатув тизимида овозни узатиш учун ҳам фойдаланилса бўлади.



5.2-расм.

5.2. Телекўрсатувлар радиоузаткичлари

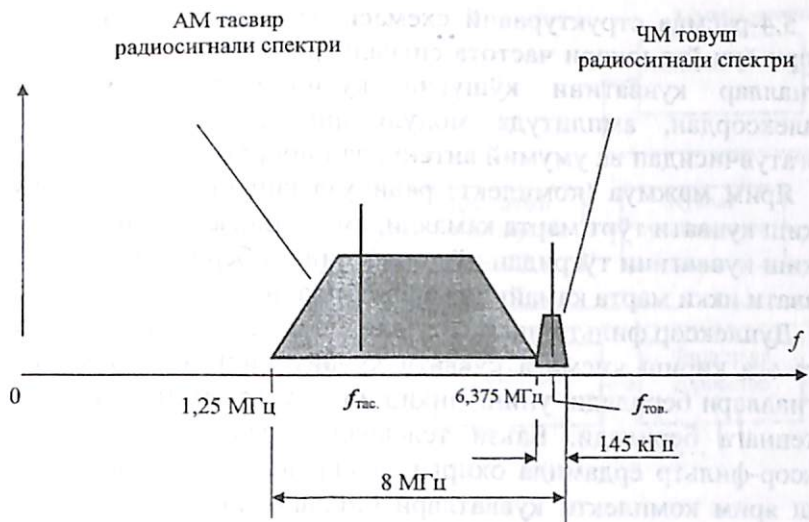
Телекўрсатувлар 48,5...66, 74...100, 174...230 МГц (1...12 телевидения каналлари) тўлқин узунлиги метрларда ва 470...862 МГц тўлқин узунлиги дециметрда ўлчанадиган частоталар диапазонида олиб борилади.

Телевидения радиоузаткичлари одатда икки алоҳида, мустақил радиоузаткичлардан иборат бўлиб, биринчиси амплитудаси модуляцияланган тасвир сигнаolini; иккинчиси частотаси модуляцияланган товуш сигнаolini эфирга узатади. Бунда тасвир сигнаoliniнинг ташувчига нисбатан чап ён полосаси қисман узатилади, ўнг ён полосаси тўлиқ узатилади.

Тасвир радиоузаткичи модулятори киришига: электр сигналга айлантирилган оптик тасвир ёруғлик сигнали, ранглар сигнали; тасвир сатрлари ва кадрларини синхронизациялаш сигнали биргаликда тўла телевизион сигнал шаклида берилади. Бу мураккаб тўлиқ сигналнинг частоталар спектри кенглиги 0...6,5 МГцни ташкил этади. Бунда спектрдаги паст частоталар тасвирдаги секин ўзгарувчи тасвирларга ва юқори частоталари жуда тез ўзгарувчи тасвир ташкил этувчиларига тўғри келади. Бундай амплитудаси модуляцияланган сигнал одатда 13,0 МГц спектрга эга бўлади, аммо частоталар ресурсини тежаш мақсадида ташувчи частотадан чап томонда жойлашган сигнал спектрал ташкил этувчилари қисман ўтказилади ва умумий спектри кенглиги 8,0 МГцга тенг бўлган тўлиқ телевидения сигнали ҳосил қилинади ва эфирга узатилади (5.3-расм).

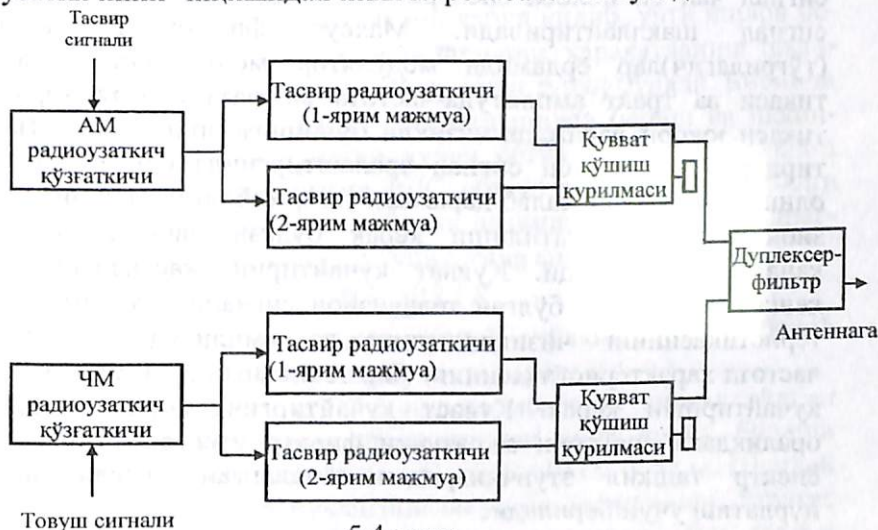
Телевиденияда товуш сигналлари ташувчи частотасини модуляциялаш орқали олинган, спектри кенглиги 145 кГц сигнал орқали эфирга узатилади. Товуш сигнали спектри тасвир сигналлари спектри юқори қисмида жойлашади.

Ерда жойлашган телевидения тасвир сигналлари радиоузаткичлари чиқиш қуввати бир неча Ваттдан то 50 кВтгача, товуш сигналлари чиқиш қуввати ҳам бир неча ваттдан 5 кВтгача бўлади. Товуш сигнали радиоузаткичи чиқиш қуввати тасвир сигнали чиқиш қувватидан одатда ўн марта кам қилиб лойиҳаланади, бу нисбат қабул нуқтасида телевизион тасвир сифати техник талабларга жавоб берадиган масофада, товуш сигнали сатҳи ўн марта кам бўлганда ҳам унинг сифат кўрсаткичлари техник талабларга жавоб беради.



5.3-расм.

Телевизион узаткич структуравий схемаси. Тасвир ва говуш сигналлари радиоузаткичи иккитадан алоҳида-алоҳида мажмуадан иборат бўлиб, уларнинг чиқиш қуввати кўприксимон қурилма ёрдамида қўшилади ва натижавий чиқиш қуввати ҳар бир алоҳида радиоузаткичнинг чиқишидан икки маротаба катта бўлади.



5.4-расм.

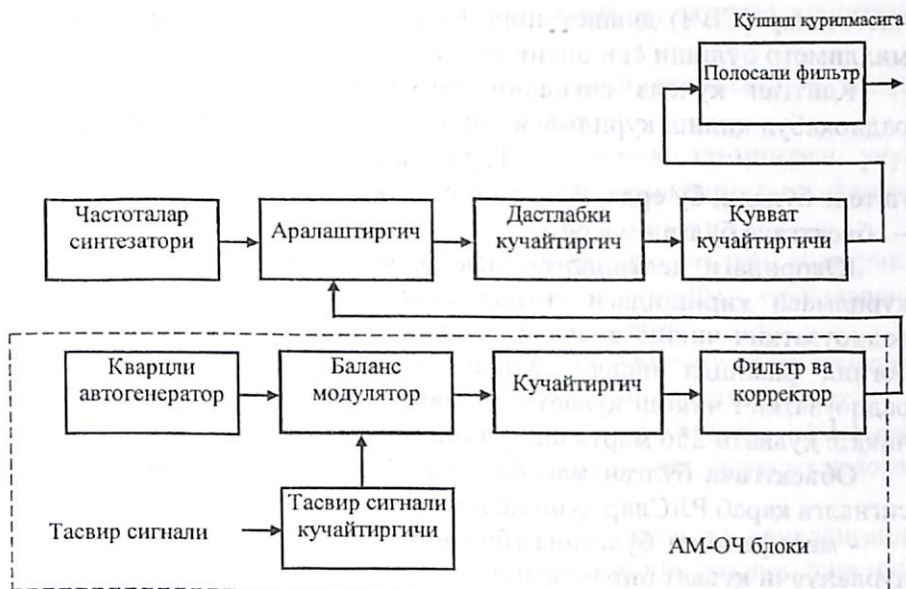
5.4-расмда структуравий схемаси келтирилган узаткич тўртта юқори ёки ўта юқори частота сигналлари қувват кучайтиргичидан, сигналлар қувватини қўшувчи қурилмадан, умумий фильтр-дуплексордан, амплитуда модулятори ва частота модулятори қўзғатувчисидан ва умумий антеннадан иборат.

Ярим мажмуа (комплект) радиоузаткич ишдан чиқса умумий чиқиш қуввати тўрт марта камайди, аммо ишлаётган ярим комплект чиқиш қувватини тўғридан-тўғри антеннага бериш ҳисобига чиқиш қуввати икки марта камайишига эришилади.

Дуплексор фильтр иккита турли частоталарга ва полоса кенглигига эга кириш қисмига қуввати кучайтирилган тасвир ва товуш сигналлари берилади, унинг чиқишидан битта ягона сигнал олиниб антеннага берилади. Баъзи телевизион радиостанцияларда дуплексор-фильтр ёрдамида охириги тасвир ва товуш қувват кучайтириш ярим комплекти қувватлари бирлаштирилади, сўнгра қувват қўшиш кўприксимон қурилмага, унинг чиқишидаги сигнал антеннага берилади.

Замонавий телевидения сигнал радиоузаткичлари чиқиш қуввати то 5...10 кВтгача бўлса тўлиқ транзисторларда яратилади.

Тасвир сигналлари радиоузаткичлари. Тасвир сигналлари радиоузаткичларининг соддалашган структуравий схемаси 5.5-расмда келтирилган. Оралик частотада амплитудаси модуляцияланган сигнал чап ён полоса спектри 125 кГцдан бошлаб чегараланган сигнал шакллантирилади. Махсус фильтр ва корректор (тўғрилагич)лар ёрдамида модулятор модуляцион характеристикаси ва тракт амплитуда-частота ва фаза-частота характеристикаси юқори даражада чизикли бўлишига эришилади. Шакллантирилган телевизион сигнал аралаштиргичда синтезатор орқали олинган частотаси талаб даражаси ўзгармайдиган ёрдамида телевизион сигнал тарқатилиши керак бўлган частота (телевизион канал)га ўтказилади. Қувват кучайтириш каскадлари спектри кенглиги 8,0 МГц бўлган телевизион сигнални амплитуда характеристикасининг чизиклилигини ва амплитуда-частота, фаза-частота характеристикасининг бир текислигини таъминлаган ҳолда кучайтириши керак. Қувват кучайтиргич чиқишига 8,0 МГц ораликдаги спектрни ажратувчи фильтр уланган бўлиб, ортиқча спектр ташкил этувчиларидан тозаланган сигнал антеннага нурлатиш учун берилади.



5.5-расм.

5.3. Радиолокацион станциялар радиоузаткичлари

Умумий маълумотлар. Радиолокацион станциялардан (РЛС) объектдан қайтган радиотўлқинларни қабул қилиб, унга ишлов бериш натижасида объектнинг координатасини, ҳаракатланиш тезлигини аниқлашда фойдаланилади. Улар икки турли бўлади. Биринчи тури объектдан қайтган кучсиз сигналга ишлов бериш ва иккинчиси объектдан нурлантирилган кучли сигналга ишлов беришга асосланган. Ўта юқори частота РЛС объектдан қайтган сигналга ишлов беришга асосланган параболик антенна йўналганлик диаграммаси кенглиги (градусларда) қуйидагича аниқланади:

$$\theta = 30\lambda / R,$$

бу ерда, R – параболик антенна радиуси, λ – тўлқин узунлиги бўлиб λ ва R ўлчов бирликлари бир хил бўлиши керак.

Объектни топиш учун РЛС нурлантираётган сигнал тўлқин узунлиги, объект геометрик ўлчамларидан анча кичик бўлиши керак. Агар $\theta=1^\circ$ бўлса, $R/\lambda=30$ ва $\lambda=1$ см, $R=30$ см бўлади. Шундай қилиб, объектни бор ёки йўқлигини ва унинг координата, ҳаракат тезлигини аниқлаш учун РЛС ишлаш частотаси ўта юқори

частоталар (СВЧ) диапазонода, баъзан тўлқин узунлиги бир неча миллиметр бўлиши ёки оптик диапазонда бўлиши талаб этилади.

Қайтган кучсиз сигнални қабул қилишга асосланган РЛС радиоқабул қилиш қурилмаси киришидаги сигнал қуввати

$$P_{кк} = K P_{ру} / L^4,$$

га тенг бўлади, бу ерда, $P_{ру}$ – радиоузаткич ўртача чиқиш қуввати, L – объектгача бўлган масофа.

Юқоридаги келтирилган ифодадан маълумки радиоқабуллаш қурилмаси киришидаги сигнал сатҳи бир хил сақланган ҳолда радиоузаткич чиқиш қуввати масофа L нинг тўртинчи даражасига боғлиқ равишда ошади. Мисол учун масофа 2 марта ошса, радиоузаткич чиқиш қуввати 16 марта; агар масофа 4 марта ошса, чиқиш қуввати 256 марта оширилиши керак.

Объектгача бўлган масофа ва РЛС нурлатувчи импульссимон сигналга қараб РЛСлар қуйидаги уч турга бўлинади:

- масофа яқин бўлганда (бир неча юз метр), талаб этиладиган нурланувчи қувват бир неча ватт;

- масофа ўртача бўлганда (бир неча километр), талаб этиладиган нурланувчи қувват бир неча киловатт, ўнлаб киловатт;

- Масофа узоқ бўлганда (юзлаб километр), талаб этиладиган нурланувчи импульс қуввати 1 МВтдан катта бўлади.

РЛС бундан ташқари антенна тури ва чиқиш сигналлари қувватини қўшиш турига қараб ҳам турларга бўлинади: битта нурлаткичга битта чиқиш сигналини бериш; кўп сонли нурлаткичларга кўп сонли чиқиш сигналларини бериш тури бўлиб, бунда ҳар бир нурлаткичга фазаси махсус шакллантирилган сигналлар берилади. Натижада фазаланган антенна панжараси (ФАП)да талаб этилган даражадаги антенна йўналтириш диаграммасини олишга эришилади.

РЛС унда фойдаланиладиган электрон асбобларга қараб: электровакуум лампали (клинотронли, магнетронли, югурувчи тўлқин лампали ва ҳ.к.) ва тўлиқ ярим ўтказгичликларга бўлинади.

Электрон лампали РЛС радиоузаткичлари.

Ҳозирги вақтда жуда катта чиқиш қувватли РЛС станцияларда электровакуум лампалардан фойдаланилади. Уларда асосан: амплитрон, клинотрон ва турли югурувчи тўлқин лампаларидан фойдаланилади. Электрон асбоб танлашда уларнинг: фойдали иш коэффициентига; ўртача чиқиш қувватига; импульс ҳолатида ишлаганда максимал чиқиш қувватига; сигнал узатиш частоталар

полосасига; кучайтириш даражасига; талаб этиладиган кучланиш кийматига эътибор бериледи.

Ўта юқори частота РЛС структуравий схемасини тузишда куйидагиларга алоҳида эътибор бериш керак:

– курилманинг электрик барқарорлигини таъминлаш учун электрон асбоблар орасига бир томонга йўналтирилган феррит (вентил ва циркулятор)лар улаш керак;

– радиоузаткич чиқишига тегишли частоталар спектрини ўтказувчи ва ортикча (кераксиз) частотадаги сигналларни ўтказмаслик учун полоса фильтри уланиши керак;

– махсус автоматик ростлаш курилмаси ёрдамида радиоузаткич асосий кўрсаткичларининг ўзгармасдан туришини таъминлаш;

– радиоузаткич ҳамма каскадларининг ишлаш ҳолатини, айниқса, охириги чиқиш каскади ишлаш ҳолатини узлуксиз назорат этиб бориш керак;

– радиоузаткичда носозликлар кузатилганда ва аниқланганда ундан электр манбаини ва юқори кучланишни узувчи электрон тизими бўлиши шарт;

– электрон асбобларнинг ишлаш ҳароратини мунтазам бир ҳилда сақлаш учун махсус, ҳаво билан ёки суюқлик билан совутиш курилмаси бўлиши шарт;

– ҳамма юқори кучланишли электр занжирлари ҳаёт ҳавфсизлиги талабларига жавоб бериши керак;

– ўта юқори частоталар нурланишидан инженер-техник ходимлар ҳаётини муҳофаза этиш учун радиоузатиш курилмаси тўлиқ экранланган (металл қобик ичига жойлаштирилган) бўлиши керак.

Электрвакуум асбоблари ўта юқори частота РЛС радиоузаткичи соддалашган функционал схемаси (5.6-расм) асосида унинг тузилишини кўриб чиқамиз.

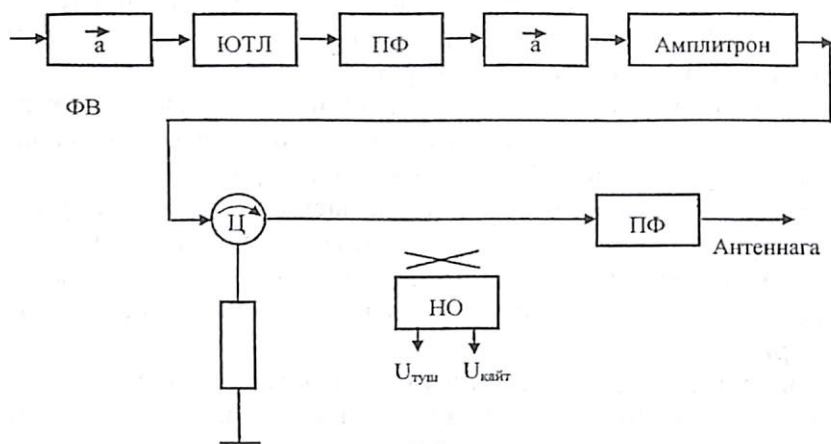
РЛС нинг асосий кўрсаткичлари: ишлаш частотаси 4 ГГц; нурлатиш қуввати импульсда 10 кВт; нурлантириладиган сигнал частоталар спектри 200 МГц; киришига кўзғатувчидан бериладиган сигнал қуввати $P_{вх}=0,1$ Вт.

Умумий кучайтириш коэффициенти

$$K_k = 10 \lg(P_y/P_k) = 10 \lg(10^4/0,1) = 50 \text{ дБ.}$$

Частоталар ўтказиш полосасини эътиборга олган ҳолда иккита каскад танлаймиз. Биринчиси югурувчи тўлқин лампаси (ЮТЛ) кучайтириш катталиги $K_{ютл}=40$ дБ, ва иккинчи каскад амплитронда

бўлиб кучайтириш коэффициенти $K_{ампл}=16$ дБ. 5.6-расмда куйидаги шартли белгиланишлардан фойдаланилган. ФВ – ферритли вентил; ЙА – йўналтирилган ажратгич; ПФ – полоса фильтри; Ц – циркулятор.



5.6-расм.

Йўналтирилган ажратгич ёрдамида радиоузаткич чиқиш каскадида тўғри тушаётган ва акс этган (кайтган) сигнал қуввати назорат қилинади. Қурилма киришида ва электрон асбоблар орасига ферритли вентил ва чиқишига циркулятор уланади. Асбоблар орасига ва радиоузаткич чиқишига частоталар полосасини ўтказувчи филтър уланади.

Радиоузаткич умумий қувват кучайтириш коэффициенти

$$K_p = K_{ютл} + K_{ампл} - K_{й} = 40 + 116 - 5 = 51 \text{ дБ} - 151;$$

бунда $K_{й} = -5$ дБ ферритли вентил, циркулятор ва полоса фильтридаги сўнишлар натижасидаги йўқотишлар.

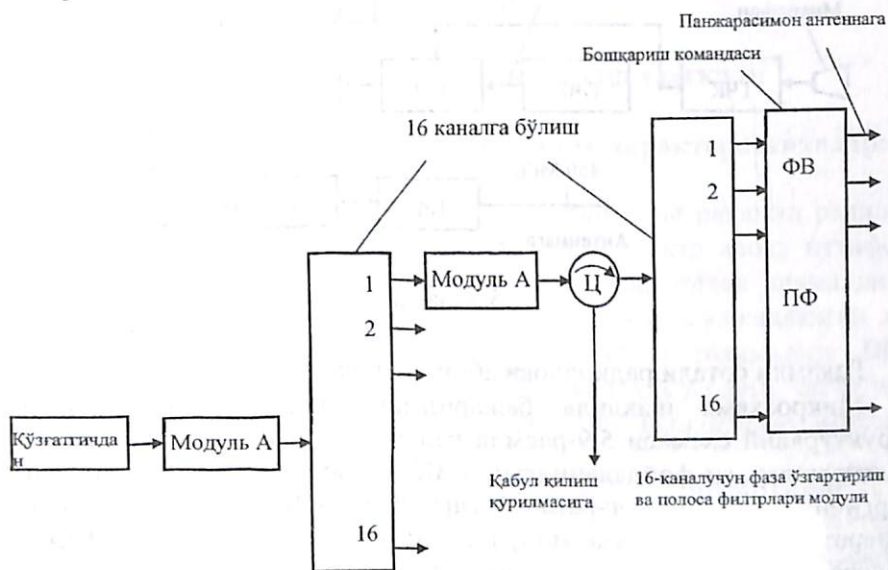
Ярим ўтказгич асбобли РЛС радиоузаткичлари.

Бу тур радиоузаткичлар катта чиқиш қувватли, антенна элементларига фазалар мослашган сигнал орқали тўлқин тарқатишда фойдаланилади. 5.7-расмда 256 элементли панжарасимон фазалари мослашган антеннали радиоузаткич 17та ўта юқори частота сигналлар кучайтиргичи модули – А дан иборат бўлиб, ҳар бири 13 дБ кучайтириш коэффициентиغا эга ва чиқиш қуввати 200 Вт; иккита 16 каналли бўлувчи ва 16 феррит вентил, частоталар полосаси фильтри (ПФ). Филтърлар ва ферритли вентиллар сони $16 \cdot 16 = 256$ тага, нурлатувчи элементлар сонига тенг. 5.7-расмда

РЛС биргина стволи таркиби келтирилган, бундан ташқари у яна 15 та худди шундай стволлардан ташкил топган бўлади.

Битта чиқиш модули А – қуввати 200 Вт бўлиб, 16 та нурлатувчи элементни (фаза ўзгартирувчи ва филтлдаги йўқотишларни ҳисобга олганда) ҳар бирига 10 Вт қувват етказиб беради. Шундай қилиб, РЛС $10 \times 256 = 2560$ Вт ўта юқори частотали сигнални нурлатади. Ушбу антенна панжараларидан сигнални қабул қилишда ҳам фойдаланилади. Сигнални узатиш ва қабул қилиш каналини ажратиш циркулятор ёрдамида амалга оширилади.

РЛС фаза ўзгартириш қурилмалари модулларининг ҳолати талаб этилган нурланиш йўналишига қараб компьютер орқали кодланган командалар (кўрсатмалар) бериш орқали амалга оширилади.



5.7-расм.

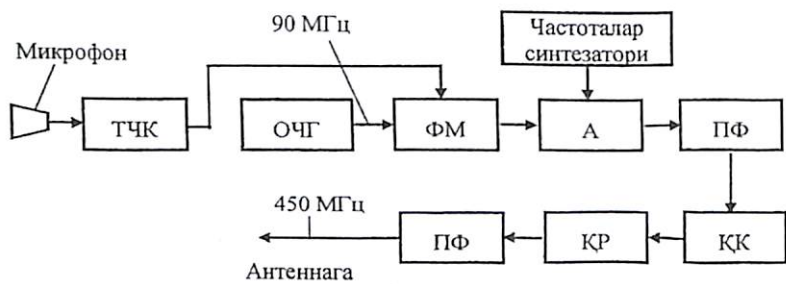
5.4. Сотали алоқа тизими радиоузаткичлари

Ҳозирги вақтда асосан, GSM, CDMA рақамли сотали алоқа стандарти кенг тарқалган бўлиб 900 ва 1900 МГц диапазонида ишлайди.

Сотали радиоалоқа абоненти қурилмаси радиоузаткичи 5.8-расмда келтирилган. Бунда қуйидагича белгиланишлардан

фойдаланилган. ТЧК – товуш частоталари кучайтиргичи; ОЧГ – оралик частота генератори (90 МГц); ФМ – фаза модулятори; А – аралаштиргич; ПФ – полоса фильтри; ҚК – қувват кучайтиргич; ҚР – қувватни ростлаш.

Курилмада ФМ оралик частотада амалга оширилади. Частоталар синтезатори ёрдамида 90 МГцли ФМ сигнал 450 МГц диапазонига кўчирилади ва қувват бўйича кучайтирилади. Курилма дуплекс ҳолатида, яъни бир вақтни ўзида сигнални узатиш ва қабул қилишни амалга ошириш учун радиоузатувчи ва радиоқабулловчи қисмлари турли частотада ишлайди. Радиоузаткич ва радиоқабулловчи курилмаси микросхемалардан иборат.

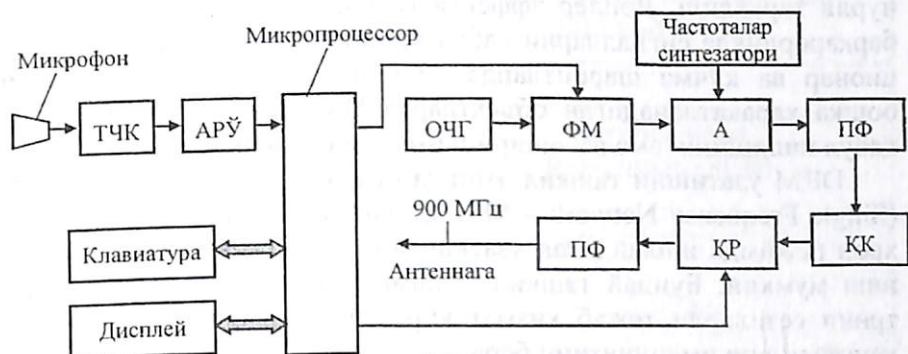


5.8-расм.

Рақамли сотали радиоалоқа абоненти радиоузаткичи.

Микросхема шаклида бажарилган абонент радиоузаткичи структуравий схемаси 5.9-расмда келтирилган. Расмда қуйидагича белгилашлардан фойдаланилган: ТЧК – товуш частоталари кучайтиргичи; АРЎ – аналог-рақам ўзгартиргич; ОЧГ – оралик частота генератори; ФМ – фаза модулятори; А – аралаштиргич; ПФ – полоса фильтри; ҚК – қувват кучайтиргич; ҚР – қувватни ростлагич. Радиоузаткич қуйидагича ишлайди. АРЎ ёрдамида товуш сигнали иккилик рақамли сигналга айлантирилади ва микропроцессорда ишлов берилгандан сўнг фаза модулятори киришига берилади. Бу сигнал аралаштирувчи каскадда частоталар синтезатори ёрдамида ажратилган частота диапазонига кўчирилади ва қувват кучайтиргичи ёрдамида керакли қувватгача етказилади. Қувват кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициенти база станцияси ва абонент орасидаги масофага қараб автоматик равишда бошқариб борилади. Сотали алоқа канали абонентига ҳар бир алоқа

сеанси даврига частота база станцияси томонидан автоматик равишда ажратилади.



5.9-расм.

5.5. Рақамли радиоэшиттириш узаткичи

5.5.1. DRM тизимнинг асосий техник характеристикалари

Digital Radio Mondiale (DRM – бутун дунё рақамли радиоси) бу радиоэшиттириш хизматлари Халқаро электр алоқа иттифоки томонидан тавсия этилган ва 30 МГц частотадан ошмайдиган частоталар диапазонларида қўлланилиши учун мўлжалланган кўп функцияли рақамли радиоэшиттириш (РРЭ) тизимидир. DRM тизимида 4,5; 5; 9; 10; 18; ва 20 кГц кенгликлардаги частоталар полосасини эгаллайдиган радиоэшиттириш каналларидан фойдаланиш кўзда тутилган.

РРЭ нинг бу тизими аналог АМ радиоэшиттиришдан анча юқори бўлган ва УҚТ – ЧМ радиоэшиттириш учун характерли бўлган овозни эшиттириш сифатини стереофоник ва монофоник қабул қилиш имкониятларини таъминлайди. Шунингдек, барча ёки бир неча фойдаланувчиларга қатор нутқ сигналлари ва турли кўринишлардаги қўшимча ахборотлар, (дастурларга оид маълумотлар, мустақил маълумотлар, матнли ва график ахборотлар, кўзгалмас тасвирлар) узатилиши мумкин.

Зарурат бўлганида DRM тизими битта каналда рақамли радиоэшиттириш сигналин ва амплитудавий модуляцияли (АМ) ёки бир полосали модуляцияли (БПМ) аналог радиоэшиттириш сигналлари билан биргаликда узатилишини таъминлайди.

DRM тизимида қўлланилган техник ечимлар узатиш каналларида зарарли таъсир этувчи омиллар (халақитлар, сўнишлар, кўп нурли таркалиш, Доплер эффекти ва бошқалар) бўлганида юқори барқарорликда сигналларни қабул қилишини таъминлайди. Бу стационар ва кўчма шароитларда, шунингдек, автомобилларда ёки бошқа ҳаракатланадиган объектларда DRM сигналларни сифатли қабул қилишини амалга ошириш имкониятларини беради.

DRM узатишни ташкил этишда битта частотали тармоқлардан (Single Frequency Network – SFN), яъни ўша битта частотада синхрон режимда ишлайдиган узаткичлардаги тармоқлардан фойдаланиш мумкин. Бундай ташкил этилган узатиш радиочастота спектрини сезиларли тежаб хизмат кўрсатиш зонасини кўп мартага кенгайтириш имкониятини беради.

DRM тизими шундай лойиҳалаштирилганки, бутун дунёдаги радиоэшиттириш хизматларининг турли талабларни бажаришини таъминлайди. Айти бир дастурни бир неча турли радиоканалларда узатиш ҳоллари учун DRM тизимида сифатли қабул қилиш нуқтани назаридан оптимал бўлган каналнинг частотасига қабуллагични автоматик созланиш функцияси кўзда тутилган.

DRM тизимининг асосий техник характеристикалари

5.1-жадвал

1	DRM радиоэшиттиришда ишлатилган частоталар диапазони, МГц	30 МГц дан кичик
2	DRM радиоканаллари эгаллайдиган частоталар полосаси кенглигининг қийматлари, кГц	4,5; 5; 9; 10; 18; 20
3	DRM сигналлар ва аналог радиоэшиттириш сигналларини битта каналда биргаликда узатиш имконияти	Бор (мавжуд)
4	Радиодастурлар яратувчилари томонидан келадиган сигналлар турлари	Овоз сигналлари; нутқ сигналлари; маълумотлар

5	Овоз сигналларини узатиш режимлари	Сtereo, моно
6	Овоз (нутқ) сигналларини кодлаш услублари	MPEG-4 AAC; MPEG-4 CELP; MPEG-4 HVXC
7	Овоз диапазони қайта эшиттириладиган частоталарининг поласаларини кенгайтириш услублари	Spectral Band Replication (SBR)
8	Овоз (нутқ) сигналларининг узатилиш тезликларининг диапазонлари, кбит/с	2... 72
9	Тизим каналларида модуляция турлари ва хатоликлардан ҳимоя услублари	Урамли кодлаш; битларни жойларини алмаштириш; квадратли АМ(QAM); QAM ячейкаларини жойларини алмаштириш
10	Узатиладиган DRM – радиосигналларни модуляциялаш услуби	OFDM

5.5.2. DRM тизими узатиш қисмининг блок - схемаси

Биринчи босқичда сигналларни кодлаш (сиқиш, компрессиялаш) амалга оширилади (5.10-расм). Кодлашдан мақсад DRM узатиш қисмига мос келадиган рақамли оқимлар узатиш тезликларини таъминлаш ҳисобланади.

DRM сигналлари узатиш каналининг чекланган ўтказиш қобилиятида бу узатиладиган дастурлар сонини ошириш имконини беради. Бундай кодлаш дастлабки овоз сигналига таққослаганда қабул қилиш томонида овозли қайта эшиттирилиши сифатини сезиларли ёмонлашишига олиб келмаслиги керак.

DRM тизимида MPEG-4 Audio рақамли овоз сигналларини урта турли кодлаш услублари қўлланилади (ISO/IEC14496-3, ISO/IEC 14496-3/Amd1); MPEG-4 AAC, MPEG-4 CELP ва MPEG-4 VXC.

MPEG-4 AAC (Advanced Audio Coding – овозни кодлашнинг такомиллаштирилгани) нисбатан кенг полосали овоз сигналларини (OC) қайта ишлаш учун қўлланилади. Бунда DRM тизимида Spectral Band Replication (SBR–спектрал полосалардан нусха олиш) услуги ёрдамида OC ни қўшимча қайта ишлаш бажарилади.

SBR услугини қўлланилиши OC спектри юқори частотали ташкил этувчиларини ҳосил қилиш ҳисобига OCнинг қайта эшиттириладиган частоталар диапазонини 2 марттадан кўроққа кенгайтириш имкониятини беради.

Бунда OC нинг пастроқ частотали спектрал ташкил этувчиларидаги ахборотдан фойдаланилади.

MPEG-4 CELP (Code Excited Linear Predication – кодли қўзғатишли чизикли тахмин (башорат)) ва MPEG-4 HVXC (Harmonic Vector excitation Coding–гармоник векторли қўзғатишли кодлаш) кодлаш услублари паст тезликли рақамли оқимлар (PO) қўлланиладиган нутқ сигналларини узатиш учун қўлланилади.

DRM тизимида овоз сигналларини, хусусан нутқ сигналларини кодлашдан кейин PO узатиш тезликлари диапазони 2...72 кбит/с ни ташкил этади. POнинг 2 кбит/с тезлиги нутқ сигналларини коммуникацион сифатда мос келади, PO нинг 72 кбит/с тезлигида эса яхшиланган сифатли стереофоник OCни узатиш мумкин.

DRM узатиш тизими учта каналдан ташкил топган:

- Main Service Channel (MSC – фойдаланувчи ахборотнинг бош узатиш канали);
- Fast Acces Channel (FAC – тезкор рухсат канали) ;
- Service Description Channel (SDC – фойдаланувчи ахборотини ёзиш канали).

MSC канали фойдаланувчи ахбороти беш мультиплексери MUX чиқишида шаклланади. Мультиплексер киришига овоз, нутқ ёки қўшимча ахборотга мос бўлган ва OC кодерларида ёки дастлабки кодерларда қайта ишланган рақамли оқимлар берилади. Бу бу оқимлар хатоликлардан нормал ва оширилган ҳимоя қисмларига бўлинади. Хатоликларга сезгирроқ бўлган PO қисмлари учун оширилган ҳимоя ишлатилади.

Рандомизация блоклариди рақамли оқимлар иккилик белгилар комбинацияларини даврий такрорланишини ва бунда узатиладиган сигналда ҳоҳишга зид такрорланиш вужудга келишини тузатиш учун псевдотасодифий кетма-кет битлар билан тўлдирилади.

Каналлар кодерларида ўрамли кодга асосланган ахборотни халақитларга барқарор кодлаш амалга оширилади. Бунда гуруҳли хатоликларни камайтириш мақсадида битлар жойларини алмаштириш ва ахборотни QAM – ячейкаларга алмаштириш амалга оширилади.

MSC каналида QAM ячейкалар (Quadrature Amplitude Modulation) жойлари алмаштирилади, бу ностабил характеристикали узатиш каналларида сигналларни қабул қилиш барқарорлигини ошириш имконини беради (масалан, қисқа тўлқинлар диапазонларида уоносферадан қайтган DRM радиосигналларини қабул қилишда).

FAC каналида DRM радиосигналлари эгаллаган частоталар поллосаси, модуляция режими, MSCдаги рақамли оқимлар турлари ва сони ҳақида, дастурларни идентификациялаш ва бошқалар ҳақида ахборот узатилади.

SDC канали MSC мультиплексрлаш конфигурацияси, шартли рухсат этиш, сигнал частотаси, хизмат кўрсатиш ҳудуди, эшиттириш тили, вақти, санаси ва бошқалар ҳақида ахборотларни узатиш учун мўлжалланган.

QAM ячейкалари FAC ва SDC каналларида жойларини алмаштириш қўлланилмайди. Бу жойларни алмаштириш жараёнларига боғлиқ бўлган вақт бўйича кечикишларни йўқотиш имкониятини беради ва DRM қабуллагични тезкор ишлашини оширади. Шу билан бирга FAC ва SDCда узатиладиган ахборот хатоликлардан химоянинг етарлича юқори даражасига эга.

OFDM ячейкалар ўзгартиргичи (OFDM – Orthogonal Frequency Division Multiplexing – ортогонал частотавий бўлишли мультиплексрлаш) турли сифатлардаги ячейкаларни вақт ва частота бўйича тақсимлайди ва «частота – вақт» турини шакллантиради.

OFDM сигналлар генератори бир хил вақт бўйича индексли ҳар бир ячейкалар ансамблини маълум интервалли частота бўйича бўлинган модуляцияланган ташувчилар бирлашмасига рақамли шаклга ўзгартиради.

Кейин химоя интервалининг киритиш йўли билан тўлик OFDM – символ ҳосил қилинади. Ҳимоя интервал символ қисмининг такрорланиши ҳисобланади ва символлараро интерференциянинг олдини олиш учун хизмат қилади.

Модуляторда рақамли OFDM – сигнали юқори частотали аналог сигналга ўзгартириш амалга оширилади. Бу операция рақамли – аналог ўзгартиришни, юқорига частотавий ўзгартиришни, узатиладиган радиосигналларга ХЭН – Р талабларини бажариш мақсадида филтрлашни ўз ичига олади. Кейин сигнал DRM – узаткич киришига берилади ва сўнг радиотўлқин кўринишида узатилади.

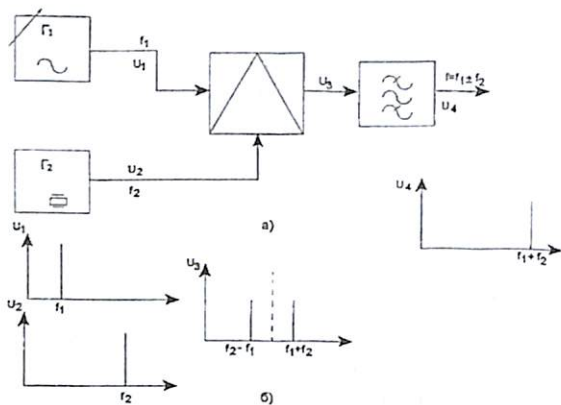
5.6. РРЛ ва сунъий йўлдошли алоқа узаткичларининг тузилиш схемалари

Радиореле, тропосфера ва сунъий йўлдошли алоқа бурчакли модуляцияли замонавий узаткичнинг тузилиш схемаси қуйидаги асосий талаблар орқали аниқланади: юқори ташувчи частота; кичик рухсат этиладиган бузилишларда ва модуляцияловчи частоталар кенг полосасида частотавий модуляция; узаткичнинг турли қийматлардаги ташувчи частоталарга эга бўлиш зарурати; ЧМда ўрта частотанинг стабиллигини етарли юқори даражада бўлиши; маълум чиқиш қуввати; оптимал ФИК; юқори ишончлилиқ ва бошқалар.

Кичик бузилишларли чуқур модуляциянинг олинишини тўғридан-тўғри (бевосита) услубини ишлатишга мажбурлайди. Частотанинг маълум даражадаги $\varepsilon \approx (20 \dots 50) \cdot 10^{-6}$ стабиллигини таъминлаш учун частотани автоматик қайта созлаш тизимини ишлатиш мумкин ёки юқори $f \geq 2$ ГГц частоталарда даслаб кичик ташувчи частотада модуляцияни амалга ошириш, бошқача айтганда, ташувчига интерполяцион услубни қўллаш зарур.

Частотани шакллантиришнинг интерполяцион услуби иккита генераторларнинг f_1 ва f_2 частоталарни қўшиш ва ишчи частота сифатида, масалан $f = f_1 + f_2$ комбинацион ташкил этувчини ажратиш (5.11, а-расм). f частотани ε га тенг ностабиллигини генераторларнинг ε_1 ва ε_2 ностабилликлари билан аниқлашини $\varepsilon = \varepsilon_2 + \varepsilon_1(f_1/f_2)$ осон кўрсатиш мумкин. Демак, агар $f_1 \ll f_2(f_1/f_2) \ll 1$ шартда Г1 генератор частотасининг ностабиллиги юқори ($\varepsilon_1 > \varepsilon_2$) бўлса ҳам ишчи частотанинг ностабиллигини Г2 генераторнинг стабиллигига яқин, яъни $\varepsilon = \varepsilon_2$ бўлади. Бироқ f_2 га таққосланганда f_1 канча кичик бўлса, қурилма чиқишидаги ишчи ва ишчи бўлмаган ташкил этувчилар шунга яқин жошлашади ва ишчи бўлмаган ташкил этувчиларни берилган даражада сўндириш (масалан, 60 дБ) учун филтрлашни амалга ошириш қийин бўлади (5.11, б-расм).

Одатда, унификацияланган кичик ташувчини модуляциялаш кўп қўлланилади. Чунки бунда модулятор ва кичик ташувчи частота тракти унификацияланган блок бўлиши ва қатор турли узаткичларда ишлатилиши мумкин. Бундан ташқари, узаткичнинг турли ишчи частоталарида модуляторни индивидуал созлаш талаб қилинмайди ва юз бериши мумкин бўлган, бузилишларга (масалан, ўз-ўзидан кўзғалиш) кўшимча сабаб бўладиган ва частотани автоматик қайта созлаш (ЧАҚС) тизимидаги тескари алоқа ҳалқаси бўлмайди. Частотали модуляцияни (ЧМ) кичик ташувчи частотада муваффақиятли ишлатилишининг асосий



5.11-расм.

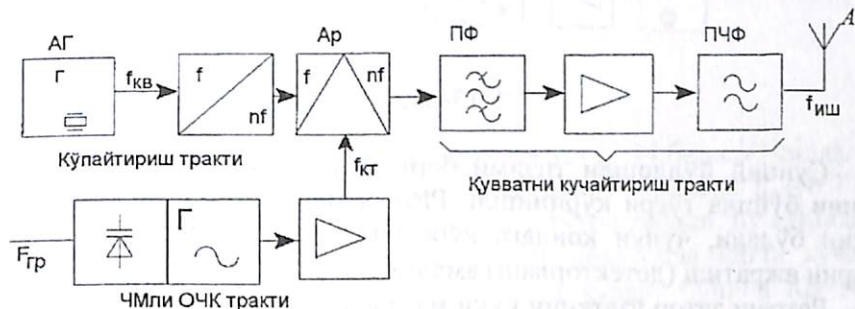
шарти $F_{гр.макс} \ll f_{КТ} \ll f_{иш}$ бажарилиши ҳисобланади, бу ерда, $F_{гр.макс}$ – гуруҳли трактнинг юқори модуляцияловчи частота; $f_{КТ}$ – унификацияланган кичик ташувчи частотаси; $f_{иш}$ – узаткичнинг ишчи (номинал, ўрта) частотаси.

Фақат $F_{гр.макс} \ll f_{КТ}$ шартда чуқур ва чизиқли ЧМ олиниши мумкин. Фақат $f_{КТ} \ll f_{иш}$ шартда талаб қилинадиган частотанинг стабиллиги таъминланади. Одатда, $f_{КТ}$ нинг учта қийматлари 35, 70 ва 140 МГц қўлланилади. 35 МГц частота $f_{иш} \ll 1$ ГГц частоталарда ва унча катта бўлмаган каналлар сонида қўлланилади; $f_{КТ}=70$ МГц частота $f_{иш} > 1$ ГГц частоталарда ва 1800 тагача каналлар сонида қўлланилади. 1800тадан ортиқ каналлар янги тизимларда ва юқори ташиш частоталарида ($f_{иш} > 5$ ГГц) $f_{КТ}=140$ МГц частотани қўлланилиши мақсадга мувофиқ бўлади.

Шундай қилиб, релей, тропосфера ёки сунъий йўлдошли алоқа узаткичи тузилиш функционал схемаси 5.12-расмда тасвирланган

кўринишда бўлиши мумкин. Узаткич қуйидаги катта кўп каскадли қисмлардан ташкил топган:

- $f_{КВ}$ частотали кварцли автогенератор ва узаткич частотасининг асосий берилган стабиллилигини таъминлайдиган қувватни кучайтириш ва частотани кўпайтириш тракти;
- тактнинг $nf_{КВ}$ чиқиш частотаси;
- модуляция сифатининг берилган кўрсаткичларида частотанинг берилган девиациясини таъминлайдиган автогенератор частотаси бўйича модуляцияланадиган оралиқ частота тракти;
- узаткичнинг $f_{ИШ} = nf_{КВ} + f_{КТ}$ иш частотасини шакллантиришни амалга оширадиган аралаштиргич ёки частота ўзгартиргичи;
- узаткичнинг талаб этиладиган қувватини олишни таъминлайдиган ишчи частота қувватини кучайтириш тракти.

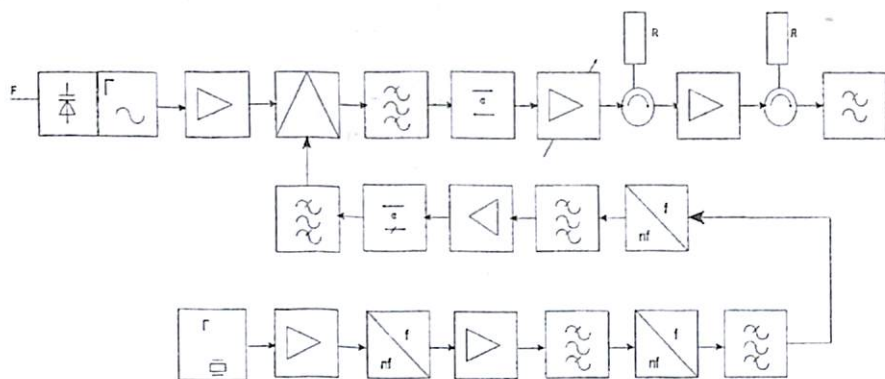


5.12-расм.

Тўғри кўринишли РРЛ апаратуралари икки турга: яъни охириги ва оралиқ станцияларига бўлинади. Охириги станцияларда узатишда модуляция, қабул қилишда детекторлаш амалга оширилади. 5.12-расмда охириги станция узаткичининг функционал схемаси тасвирланган. РРЛ оралиқ станциясининг вазифаси олдинги станцияга олинган $f_{ИШ1}$ частотали тебранишларни қабул қилиш ва кейинги станция $f_{ИШ2}$ частотали тебранишларни берилган қувватда узатиш ҳисобланади. Демак, оралиқ частота станциялари апаратурасида частотавий модулятор талаб қилинмайди қабул қилгичнинг оралиқ частотаси узаткичнинг кичик ташувчи частотаси ҳисобланади.

Тропосфера ва ер сунъий йўлдошли алоқа узаткичининг тузилиш схемаси 5.13-расмда келтирилган. Аввало, узаткич аввалги кўриб чиқилган узаткичдан сезиларли катта қувват билан фарқланади, шунинг учун аралаштиргичдан кейин кўп резонаторли

клистрон, югурма тўлқинли лампа ва бошқалардаги ўта юкори частотали (ЎЮЧ) қувват кучайтиргичи қўйилади.



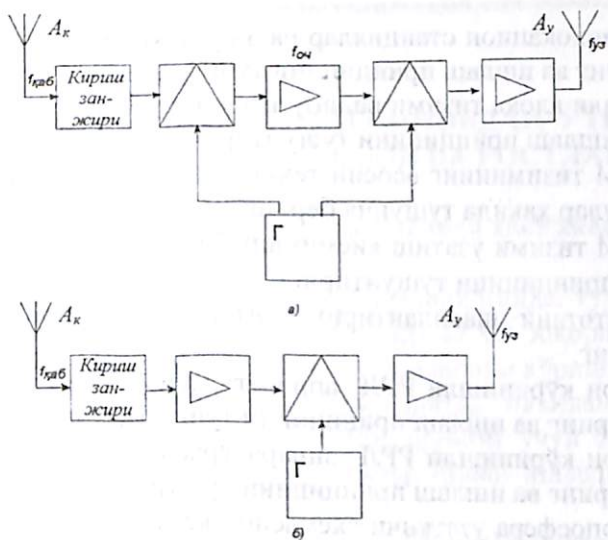
5.13-расм.

Сунъий йўлдошли тизими борт ретранслятори ўзининг тузилиши бўйича тўғри кўринишли РРЛ оралиқ станцияси узаткичига яқин бўлади, чунки қоидага кўра унда ҳам узатиладиган хабарларни ажратиш (детекторлаш) амалга оширилмайди.

Ретранслятор ўзаткичи икки масалани ҳал этади: хабарни қабул қилиш частотасидан узатиш частотасига ўтказади ва зарур қувватни таъминлайди. Табиийки, борт узаткичига хизмат муддатига нисбатан оширилган, яъни ишончлилик, истеъмол қуввати, масса ва ҳажим ўлчамлари талаблари қўйилади.

Ретрансляторнинг қурилиши икки турли бўлади: икки марта ўзгартиришли (гетеродинли) ва частотани бир марта ўзгартириши (баъзан, шуниндек, чизикли ва бевосита кучайтиришли дейилади).

Гетеродинли ретранслятор (5.14,а-расм) бир қанча мураккаброқ, чунки иккита частота ўзгартиргичидан иборат, лекин унда асосий кучайтириш нисбатан кичик $f_{ov}=70...120$ МГц оралиқ частоталарда қийинчиликсиз амалга оширилади. Частотани ўтказиш поласининг кенглиги одатда 40 МГц дан кичик бўлади.



5.14-расм.

Бир мартта ўзгартиришли ретранслятор (5.14,б-расм) содда ва шунинг учун ишончлироқ. Лекин қувватни оширилган $f_{квб} \approx 6$ ГГц ёки $f_{уз} \approx 4$ ГГц частоталарда кучайтиришга тўғри келади. Бу қўшимча қийинчиликларга боғлиқ. Масалан, ретрансляторда катта кучайтириш талаб этилиши (120 дБ гача яъни қувват бўйича $K_p = 10^{12}$ мартагача) бонс барқарор кучайтиришни таъминлаш қийинчилиги вужудга келади. Лекин айнан юкори частотада ўтказиш полосаси 80 МГц га етиши мумкин частоталар полосасини узатиш зарур бўлганида ретранслятор узаткичи бир неча параллел каскадлардан (масалан, ЮЧКлардан) иборат бўлиши мумкин, уларнинг ҳар бирига ажратувчи филтрлар орқали сигнални узатиладиган частоталар полосасининг ўз қисми берилади. Кейин алоҳида полосалар, яна бирлаштирилади.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Радиоэшиттириш радиоузаткичи тузилиш схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.
2. Телекўрсатувлар радиоузаткичи тузилиш схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

3. Радиолокацион станциялар радиоузаткичи тузилиш схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.
4. Сотали алоқа тизими радиоузаткичи тузилиш схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.
5. DRM тизимининг асосий техник характеристикаларини келтиринг ва улар ҳақида тушунча беринг.
6. DRM тизими узатиш қисмининг блок - схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.
7. Частотани шакллантириш интерполяцион услуги ҳақида айтиб беринг.
8. Тўғри кўринишли РРЛ аппаратурасини охириги тури схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.
9. Тўғри кўринишли РРЛ аппаратурасини оралик тури схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.
10. Тропосфера узаткичи схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.
11. Гетеродинли ретранслятор схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.
12. Бир марта ўзгартиришли ретранслятор схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

VI боб. РАДИОУЗАТКИЧЛАРНИ СИНОВДАН ЎТКАЗИШ, ПАРАМЕТРЛАРИНИ ЎЛЧАШ ВА РОСТЛАШ

6.1. Радиоузаткичлардан фойдаланилганда ҳаёт хавфсизлиги

Радиоузатиш қурилмаларидан фойдаланилганда, турли ўлчашлар олиб борилганда, синовлар ўтказганда ва ҳ.к. юқори кучланиш ва нурланишлардан сақланиш чора-тадбирларини кўриш керак.

Транзисторли радиоузаткичларда одатда иккиламчи электр манбаи кучланиши 30 Втдан ошмайди, шунинг учун бу ҳолларда паст кучланишли катта қийматли тоқлар билан ишлашдаги чора-тадбирларга риоя қилиш керак.

Катта қувватли электрон лампали радиоузаткичлардан фойдаланишда ва турли ўлчовлар ўтказишда юқори даражада эҳтиёткорлик чораларини кўриш керак, чунки унинг каскадлари бир неча юз вольтдан бир неча ўн киловольт кучланишлар беришни талаб этади.

Радиоузаткич ўтказгичлари (симлари) тўлиқ изоляцияланган, ҳеч бир очиқ қисми бўлмаслиги керак. Радиоузаткичнинг изоляцияланган ўтказгичларига ва қурилмаларидаги элементларига тегиш қатъиян ман этилади, чунки юқори частотали, юқори кучланиш остида бўлади. Радиоузаткич ва ҳамма ўлчов асбоблари махсус ерга уланиш занжирига бевосита уланган бўлиши керак.

Радиоузаткич электрон лампалари, транзисторлари ва турли элементларини алмаштириш ишлари радиоузаткич электр манбаидан тўлиқ ажратилгандан сўнг амалга оширилади. Бунда тегишли ўлчовлар ўтказиш ва электр манбаидан қурилма тўлиқ узилганлигига ишонч ҳосил қилгандан сўнг, таъмирлаш ишларига киришиш керак.

Юқори даражали кучланиш ва нурланиш худудида кириш йўллари махсус эҳтиёткорликни таъминлаш қисмлари ҳамма вақт ишга яроқли ҳолатда бўлиши ва ҳар қандай ҳолда ҳам ўз вазифасини бажариши керак.

Техник хавфсизликни таъминлашнинг иккинчи йўналиши юқори частотали, айниқса ўта юқори частота нурланишлари электромагнит нурланишлар (ЭМН) санитар нормасидан ошмаслиги керак.

Ҳозирги бизда қабул қилинган стандартга кўра ўта юқори частоталар диапазонида электромагнит нурланишлар 1 мкВт/см^2 дан ошмаслиги керак. Радиоузаткичлар билан ишлашда электромагнит нурланишнинг биологик нормаларига, албатта, бўйсунуш талаб этилади. Бунда куйидагиларга алоҳида эътибор бериш керак: радиоузаткич антеннасига яқин келмаслик; радиоузаткичларни лаборатория шароитида таъмирлашда ва созлашда антенна эквивалентидан фойдаланиш керак, яхши ҳимояланган (экранланган) ўлчов асбобларидан фойдаланиш шарт; ҳамма сигнал генерацияловчи ва кучайтирувчи генераторларни ташқарига электромагнит нурланишлар (ЭМН)ни экран ёрдамида бартараф этиш керак. Бунга ўта юқори частота (ЎЮЧ) – нурланиш узаткичлари билан ишлаганда алоҳида эътибор бериш керак, кўзга нурланишдан сақловчи махсус кўз ойнак тақиш керак.

6.2. Радиоузаткичлар асосий параметрларини ўлчаш

Радиоузаткичларнинг техник параметрларини ўлчаш, уларни ростлаш, синовдан ўтказиш ва фойдаланиш даврида амалга оширилади. Кичик ва ўрта қувватли радиоузаткичларнинг параметрларини ўлчаш стенди умумлашган структуравий схемаси 6.1-расмда келтирилган.

Ушуб схемага асосан радиоузаткичнинг чиқиш қуввати антенна ўрнига махсус антенна эквиваленти (антенна ўрнини босувчи) ёки юкламага тушаётган ва қайтган тўлқин қувватини ўлчаш асосида аниқланади. Сигнал модуляцияси қийматини махсус: амплитуда модуляция коэффицентини ўлчаш асбоби ва частота модуляцияси девиациясини ўлчаш орқали аниқланади. Нурлантирилаётган сигнал частотаси ва унинг доимийлиги – частота ўлчагич ёрдамида, сигналлар спектри – спектр анализатори ёрдамида, сигнал ўровчиси – осциллограф ёрдамида ўлчанади. Юқоридаги ўлчашларни амалага ошириш учун асосий каналдан махсус ажратиб олинган, умумий қувват 1%дан ошмаган қисмидан фойдаланилади.

Радиоузаткичнинг модуляцияланган сигнал ҳолдаги иши радиоузаткич киришига, паст частота генератордан ёки махсус тест сигнали генераторидан бериш орқали ўлчанади. Радиоузаткичнинг икки сигналли ҳолатда ишлаш сифатини ўлчаш учун, унинг биринчи каскади киришига иккинчи бошқа частотали юқори частотали сигнал бериш орқали аниқланади.



6.1-расм.

Ўлчашлар ўтказишда қуйидаги қондаларга риоя қилиш керак:

- ўлчов асбобларининг ишлаш диапазони радиоузаткич диапазонига мос бўлиши керак;
- ўлчов асбоблари радиоузаткичга уланиши натижасида унинг ишлаш ҳолатига таъсир этмаслиги керак;
- ўлчаш натижаларининг аниқлиги техник ҳужжатларда талаб қилингандан кам бўлмаслиги керак;
- ҳамма ўлчов асбоблари ерга уланиш ўтказгичига уланган бўлиши шарт.

Радиостанция таркибидаги радиоузаткичлар техник кўрсаткичлари ундан фойдаланиш даврида автоматик ҳолатда ўлчаниб борилади. Радиоузаткич турли қисмларига ўрнатилган датчиклар орқали ахборотлар компьютерга киритилиб, унинг иш ҳолати ҳар 1, 5, 10 ва ҳ.к. вақт оралиғида умумлаштирилиб, унинг натижалари талаб этиладиган техник кўрсаткичлар билан таққосланади ва тегишли чора-тадбирлар кўрилади.

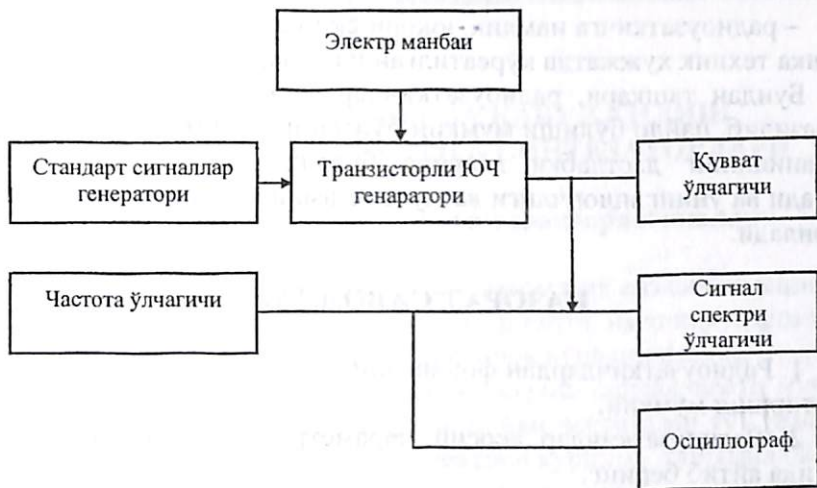
Катта қувватли радиоузаткичларнинг техник кўрсаткичлари ҳам юқорида келтирилган усулда, асосий канал қувватидан 100МВтдан қувватни ажратиб олиш йўли билан амалга оширилиши мумкин.

6.3. Радиоузаткичларни ростлаш ва синовдан ўтказиш

Радиоузаткични ростлаш икки босқичда амалга оширилади: каскад босқичида ва бутун қурилмада.

Каскад босқичида ростлашда унинг элементларини танлаш ва натижада техник хужжатлардаги талаб даражасига етказиш. Бунда схема элементлари қийматини ўзгартириш чегаралари ҳам кўрсатилган бўлади. Масалан, схемадаги $R_{ю}$ резистори қиймати 1,0...1,5 кОм, C_6 конденсатори 5...8 пФ оралиғида ва ҳ.к. шунингдек, схемага соловчи конденсатор ва резисторлар ва бошқалар уланиши мумкин, бунда уларнинг оптимал қийматларини топишга тўғри келади.

Ўта юқори частота қурилмасида микротасма кенглиги унга махсус кичик юзали тасмаларни қўшиш ҳисобига амалга оширилади. 6.2-расмда транзисторли юқори частота генераторини созлаш учун керакли ўлчов асбоблари уланиши келтирилган. Схемадаги элементлар ўзаро тўғри уланганига тўлиқ ишонч ҳосил қилгандан сўнг, электр манбаига уланади. Қўзғатувчи юқори частотали сигнал транзистор киришига берилмасдан, силжиш резистори қаршилиги ўзгартирилиб, коллектор занжирининг бошланғич токи ўрнатилади. Кесиш бурчаги 90° бўлиши учун силжиш кучланиши берилмайди. Сўнгра стандарт сигналлар генераторидан талаб этилган частотадаги сигнал транзистор базасига берилади ва ҳамма асбобларнинг кўрсаткичлари кузатиб борилади. Электр занжири мослаштирувчи элементлари қийматини аста-секин ўзгартириб чиқиш сигнали пайдо бўлишига эришилади ва чиқиш қуввати ўлчагичи орқали аниқланади. Кириш сигнали қийматини ўзгартириб чиқиш қуввати максимал қийматига эришилади, бунга схема элементлари қийматлари ва мослаштирувчи занжир элементлари қийматларини ҳам ўзгартириш ҳисобига эришилади. Бу жараён каскад чиқишида максимал қувват пайдо бўлгунча давом этади ва ўлчов асбоби кўрсаткичи ёзиб олинади. Частота ўлчагич ёрдамида чиқиш сигнали частотаси ўлчанади ва спектр анализатори ёрдамида чиқиш сигнали спектри аниқланади. Кучайтиргич ўз-ўзидан генерация жараёнига ўтса, бу спектр анализатори экранда асосий частотадан ташқари бошқа частота пайдо бўлиши орқали аниқланади. Каскаднинг ўз-ўзидан генерацияси схема элементлари қийматларини ва ишлаш ҳолатини ўзгартириш, керакли ҳолларда схемага қўшимча элементлар киритиш йўли билан бартараф этилади.



6.2-расм.

Радиоузаткични тўлиқ соzлаш, унинг ҳар бир каскадини алоҳида-алоҳида соzлаш тугаллангандан сўнг амалга оширилади. Бунда асосий эътиборни каскадларни бир-бирига уловчи мословчи элементларга бериш керак. Масалан, кўзгатувчидан биринчи каскад киришига керакли сатҳдаги сигнал бериш керак, керакли модуляция коэффицентини олиш учун модуляцияловчи паст частота сигнал сатҳини ўрнатиш керак.

Радиоузаткич ҳамма каскадлари бир-бирига уланганда ўз-ўзидан генерация бўлмаслиги чора-тадбирларини кўриш керак, чунки бу ҳолат бир неча юқори частота ва ўта юқори частотада ишловчи каскадлар бир-бирига уланганда юзага келиши мумкин. Бу ҳолат спектр анализатор ёрдамида кузатиб борилади ва бартараф этилади.

Радиоузаткич каскадлари интеграл схемалардан иборат бўлса, биринчи босқич соzлаш ишларига эҳтиёж қолмайди. Радиоузаткич тўлиқ тайёр бўлгандан сўнг турли синовлардан ўтиши керак. Бу синовлар реал шароитда ўтказилиши керак. Бунда:

– атроф-муҳит температураси $20...25^{\circ}\text{C}$ бўлганда;

– атроф-муҳит температураси $\pm 50^{\circ}\text{C}$ бўлганда;

– радиоузаткичга кескин тебраниш, силжиш ва кучли урилишлар таъсир этганда;

– радиоузаткичга намлик, юкори ёки паст атмосфера босими ва бошқа техник хужжатда кўрсатилган шартлар.

Бундан ташқари, радиоузаткичлар узок вақт ичида синовдан ўтказилиб, пайдо бўлиши мумкин бўлган носозликлар, техник фойдаланишнинг дастлабки даврида бўладиган носозликлар аниқланади ва унинг ишончлиги ва мустаҳкамлигини ошириш чоралари кўрилади.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Радиоузаткичлардан фойдаланилганда ҳаётга қандай хавфлар келтириши мумкин.
2. Радиоузаткичлар асосий параметрларини ўлчаш усуллари ҳақида айтиб беринг.
3. Ўлчаш стенди умумлашган структуравий схемасини келтиринг.
4. Радиоузаткичларни ростлаш усулларини санаб чиқинг.
5. Радиоузаткичлар синовдан қандай шароитларда ўтказилади?

VII боб. РАДИОУЗАТИШ ВА ҚАБУЛ ҚИЛИШ ҚУРИЛМАЛАРДАГИ ЧАСТОТА СИНТЕЗАТОРЛАРИ

7.1. Частота синтезатори сифати характеристикалари

Ҳозирги вақтда частотани фазавий автоматик созлаш асосидаги синтезаторлар оммавийроқ бўлсада, қатор катта имкониятларга эга бўлган тўғри рақамли синтезаторлар кўпроқ қўлланилмоқда.

Частоталар синтезатор деганда бошқариш сигналларига мувофиқ чиқишида битта таянч частотасини ёки частоталар тўпламини шакллантиришга имкониятига эга электрон қурилма тушунилади.

Частота синтезлаш услубларидан қуйидагилари энг кўп тарқалган ҳисобланади:

– бевосита аналог синтез (Direct Analog Synthesis, DAS). Тузилма асосида аралаштиргич/фильтр/бўлгич мавжуд бўлади. Бунда чиқиш частотаси бевосита таянч частотасидан силжитиш, филтрлаш, кўпайтириш ва бўлиш жараёнлари орқали олинади;

– билвосита (indirect) синтез. Тузилманинг асоси частотани фазавий автоматик созлаш (Phase Locked Loop, PLL) ҳисобланади. Бунда чиқиш частотаси частотани фазавий автоматик созлаш (ЧФАС) ҳалқаси билан ўралган қўшимча генератор (кўпинча бу генератор кучланиш билан бошқарилади – Voltage Controlled Oscillator, VCO) ёрдамида шакллантиради;

– бевосита рақамли синтез (Direct Digital Synthesis, DDS). Бунда чиқиш сигнали рақамли услубларда синтезланади;

– гибрид синтез. Юқорида баён этилган бир неча услублар комбинациясидан иборат бўлади.

Частотани синтезлашнинг бу услубларидан ҳар бири афзалликларга ва камчиликларга эга, шунинг учун қабул қилса бўладиган комбинацияларга асосланган турини амалга ошириш керак. Частота синтезаторининг сифатини характерловчи параметрларга қуйидагилар киради:

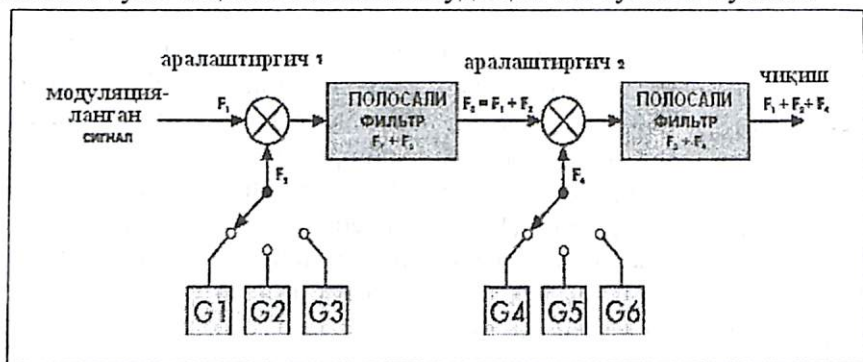
– чиқиш сигнали частота спектри (ташқил этувчилар сатҳи ва шовқин сатҳи);

– частоталар созланиш диапазони (чиқиш сигнали частоталар полосаси);

- қайта созланиш тезлиги;
- частоталар орасидаги фарк;
- турли модуляция турларини амалга ошириш имконияти;
- қайта созланишда чиқиш сигнали фазасининг узилмаслиги;
- чиқиш сигналнинг доимийлиги.

7.2. Бевосита аналог синтезатор (DAS)

Бевосита аналог синтезаторнинг тузилиш схемаси 7.1-расмда келтирилган. Бу синтезлаш услуги хатоликларни коррекциялаш жараёни мавжуд бўлмаганлиги сабабли бевосита аналог синтез дейилади. Демак, чиқиш сигналнинг сифати тўғридан-тўғри таянч сигналнинг сифатига боғлиқ бўлади. Бундай синтезаторнинг фазавий шовқини тўғридан тўғри синтезлаш боиси етарлича кичик бўлади. Частота бўйича қайта созланиш жуда ҳам тез бўлиши мумкин.



7.1 – расм. Бевосита аналог частота синтезатори (DAS).

Аралаштиргич/фильтр асосидаги DAS – синтезаторнинг муҳим ўзига хос хусусиятларидан бири исталган частотага қайтиш имконияти ва ўша фазада ишлашни давом эттириши ҳисобланади. Бу самара «фазавий хотира» дейилади. Частота бўйича қайта созланиш учун қайта уланадиган таянч генераторлари банки ишлатилади. Бу частоталар синтезатори унча кўп бўлмаган сонли каналлари бўлган радиостанциялар учун қулайдир. Лекин кенг частоталар диапазони қоплаш учун кўп сонли таянч генераторлари талаб қилинади, бу етарлича кўп харажатли ечим ҳисобланади. Аралаштиргич/фильтр/бўлгич тузилмасига эга бўлган частота бўлгичларини ишлатиш орқали зарур таянч генераторлари сонини камайтириш мумкин, лекин бу ҳолда қайта созланиш имконияти камаяди.

7.3. Фазавий автоматик созлаш асосидаги частотани билвосита синтезлаш

Бундай синтезлаш услубида кучланиш билан бошқариладиган генератор (VCO) шакллантирадиган чиқиш сигналини таянч генератори сигнали билан частотаси ва фазасини таққослаш принциpidан фойдаланилади. Бундай синтезатонинг тузилиш схемаси 7.2-расмда келтирилган. Хатоликларни аниқлашни фазавий детектор (ФД) таъминлайди, у таққослаш частотаси дейиладиган маълум F_c частотада ишлайди. Таққослаш частотаси G таянч генератори частотасини N га бўлиш йўли билан олинади. Чиқиш сигнали частотаси дастлаб M га бўлинади, кейин эса F_c частота билан таққосланади. Частота ўзгара бошлаганда ФД чиқишда бошқарувчи кучланиш пайдо бўлади, у фарқ йўқолгунча VCO бошқарувчи элементига таъсир қилади. Бинобарин, частоталар бўлгичлари бутун сонли бўлиш коэффициентларига эга, бундай синтезатонинг тўри (икки кўшни частоталар орасидаги фарқ) қадами таққослаш частотасини аниқлайди. Чиқиш частотаси куйидаги ифодадан аниқланади:

$$F_{out} = F_c \cdot xM = (F_{clk} / N) \cdot xM = F_{clk} \cdot x(N / M) \quad (7.1)$$

бу ерда, F_{out} – чиқиш частотаси; F_c – таққослаш частотаси; N – таянч частотасининг бўлиш коэффициенти; M – чиқиш частотасининг бўлиш коэффициенти.



7.2-расм. PLL асосидаги частота синтезатори.

Бошқача қилиб айтганда, PLL- синтезатор таянч частотасини N/M мартагача кўпайтиради. N ва M коэффициенти микроконтроллер томонидан берилиши мумкин, лекин амалда N сони ўзгартирилади, чунки бу таққослаш частотасини ўзгаришига олиб

келади (мос равишда тўр қадамини) ва ҳалқасимон филтър параметрларини ўзгартиришни талаб қилади.

Фазавий детектор кўшимча фазавий шовқинлар манбаи ҳисобланади. Частотани қайта созланишини кичик қадамини олишга уриниш нисбатан паст таққослаш частотасида ишлашга мажбурлайди, бу эса ҳалқасимон филтър чегаравий частотасини камайтиришни талаб қилади. Унда бу фазавий шовқинларни янада оширади. Бундай синтезаторда частотани тезкор қайта созлаш ҳам жуда қийин ҳисобланади. Частота бўйича кичик қайта созланиш қийматини олиш учун баъзан битта синтезаторда бир неча PLL ҳалқалари бирлаштирилади. Бироқ кўп ҳалқали PLL – синтезатор етарлича қиммат ва катта ҳажмли қурилма ҳисобланади, бу унинг кенг қўлланилишига тўсқинлик қилади.

7.4. Бевосита рақамли синтезатор (DDS)

Сўнгги йилларда бевосита рақамли синтезаторга (DDS) кўп эътибор берилмоқда. DDS ли арзон микросхемаларнинг ва қулай ишлаб чиқариш воситаларининг пайдо бўлиши турли қўлланилиш соҳалари эътиборини ўзига тортмоқда.

DDS ўзининг рақамли тасвири шкаласи билан аҳамиятлидир. Улар генерациялайдиган сигнал рақамли тизимларга хос бўлган аниқликда синтезланади. Истлаган вақт momentiда сигналнинг частотаси, амплитудаси ва фазаси аниқ маълум ва назорат қилинади. DDS ҳарорат бўйича дрейфга ва эскиришга деярли сезгир эмас. DDSларнинг техник характеристикалари аналог частота синтезаторлариникига нисбатан жуда юқори.

DDS нинг асосий афзалликлари қуйидагилардир:

- частота ва фаза бўйича жуда юқори аниқлик. Уларни бошқариш рақамли кўринишда амалга оширилади;
- бошқа частота ёки фазага тез ўтиш, фазани узилишсиз частота бўйича қайта созланиши, юқори аниқликда ва созлаш вақтига боғлиқ бўлган сабабларсиз бошқа частотага ўтиш;
- частота бўйича жуда кичик қайта созланиш қадами сабабли DDS га асосланган архитектура таянч частотасини аниқ созлашни қўлланилишига зарурат туғдирмайди, шунингдек, у параметрик ҳарорат бўйича компенсацияни таъминлайди;
- рақамли интерфейс микроконтроллерли бошқаришни осон қўллашга имкон беради;

– квадратурали синтезаторлар учун I ва Q чиқишлари бўлган DDSлар мавжуд бўлиб, бу чиқишлар мослашган тартибда ишлайди.

Ўнлаб мегегерцлардаги чиқиш частоталарида DDSнинг частотавий рухсат этиши герцнинг юздан ва хатто мингдан бир улушларини ташкил қилади. Буни бошқа синтез услублари билан амалга ошириш жуда мураккаб. DDS нинг бошқа характерли ўзига хос хусусияти бошқа частотага жуда юқори тезликда ўтиши хисобланади. PLL асосидги синтезаторлар тескари алоқани ва сигнал хатоликни филтрлашни ишлатади, бу частотани қайта созлашни тезлиги деярли фақат рақамли бошқариш интерфейси тезлиги билан чегараланади. Бундан ташқари, DDS частотаси бўйича барча қайта созланишлар чиқиш сигнали фазасининг узилишларисиз бўлиб ўтади. Чиқиш сигнали рақамли кўринишда синтезлангани учун турли турдаги модуляцияларни жуда осон амалга ошириш мумкин.

Частота синтезаторларининг параметрлари алоқа аппаратуралари учун жуда муҳимдир. Частоталар синтезатори асосан алоқа аппаратининг асосий техник кўрсаткичларини белгилайди. Ҳам техник, ҳам иқтисодий жиҳатдан DDS идеал частота синтезаторлари кўплаб талабларни қаноатлантиради (од-дий, юқори интеграцияли, кичик ҳажмли). Бундан ташқари, DDS нинг кўплаб параметрлари дастурий бошқарилади, бу қурилмага янги талабларни қўйишга имкон беради. Замонавий DDS лар субмикрон CMOS – технологияни, уч вольтли мантиқни ва жуда кичик корпусларни ишлатади. Шу билан бир вақтда уларнинг нархи доим тушиб бормоқда. Буларнинг барчаси DDSни жуда истикболли асбоб сифтида қарашга сабаб бўлади.

DDS да ўз ўрнига эга бўлган дискретизациялаш ва рақамли – аналог ўзгартириш жараёнлари ўзаро боғланган ва бир неча чеклашларга эга:

– максимал чиқиш частотаси такт частотасининг ярмидан катта бўлмаслиги керак (амалда у ундан ҳам кичик). Бу ЮЧ соҳасида ва УКТ–диапазоннинг қисмида DDSни қўлланиш соҳасини чеклайди;

– DDS чиқишида чиқиш сигналларининг алоҳида ташкил этувчилари бошқа турдаги синтезаторларга таққослаганда сезиларли бўлиши мумкин. DDS чиқиш сигналининг спектрал тозалиги РАЎнинг сифатига сезиларли даражада боғлиқ;

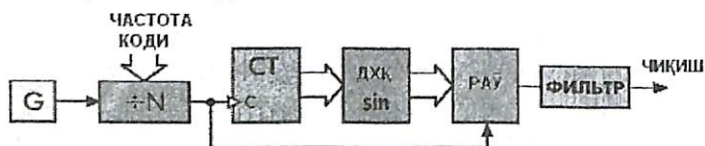
– DDS истеъмол қиладиган қувват деярли такт частотасига тўғри пропорционал ва юзлаб милливатларга етиши мумкин.

DDS тузилмаси

DDSнинг вазифаси ўз чиқишида берилган частотадаги синусоидал шаклдаги сигнал яратишдир. DDSда чиқиш сигнаolini шакллантириш рақмли кўринишда амалга оширилиши сабабли рақамли – аналог ўзгартириш зарур. Бу DDS тузилмасида РАЎ бўлишини кўрсатади. РАЎ чиқишида F_s даврийликда такрорланадиган чиқиш спектри ташкил этувчиларини сўндириш учун ПЧСР кўйилиши керак. Синусоидал сигнал олиш учун РАЎ киришига \sin функция саноклар кетма-кетлигини бериш керак. У F_s дискретизациялаш частотасига эга бўлиши керак.

Вақт бўйича \sin функциянинг ўзгариш қонунини рақамли усулда ифода этиб бўлмайди. \sin функцияни саногини шакллантиришнинг энг тўғри келадиган услубларидан бири бу жадвал услуби ҳисобланади. Қайта кодлаш жадвали (Look Up Table) кўпинча ДХҚга жойлаштирилади. ДХҚнинг адресли киришларига бериладиган код \sin функциянинг аргументи ҳисобланади, ДХҚнинг чиқиш коди эса мазкур аргумент учун функция қийматига тенг бўлади. \sin функциянинг аргументи ёки фаза функция қийматидан фаркли равишда вақт бўйича чизиқли ўзгаради. Вақт бўйича чизиқли ўзгарадиган кодлар кетма-кетлигини шакллантириш осон ҳисобланади. Бу оддий иккилик ҳисоблагич қодир. Шунинг учун оддий DDS куйидаги кўринишга эга бўлади: иккилик ҳисоблагич ДХҚ учун адресларни шакллантиради, у ерга \sin функцияси битта даврининг жадвали ёзилади, ДХҚ чиқишидаги саноклар РАЎга берилади. РАЎ чиқишида синусоидал сигнални шакллантиради. Бу сигнал ПЧФда филтрланади ва чиқишга берилади (7.3-расм). Чиқиш частотасини қайта созланиши учун ўзгарувчан бўлиш коэффициенти ишлатилади. Унинг киришига таянч генераторидан такт сигнали берилади.

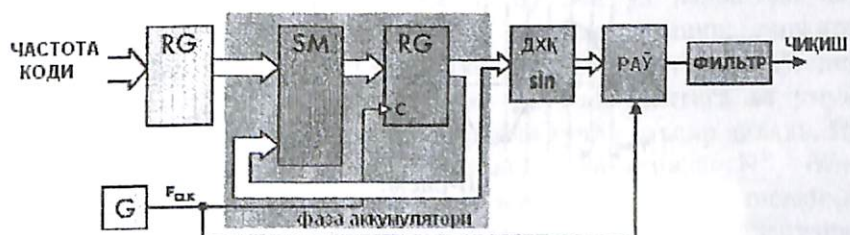
DDS нинг бундай тузилиши қатор камчиликларга эга. Улардан асосийси частота бўйича қайта созланишга қониқтирмайдиган қобиляти ҳисобланади.



7.3-расм.

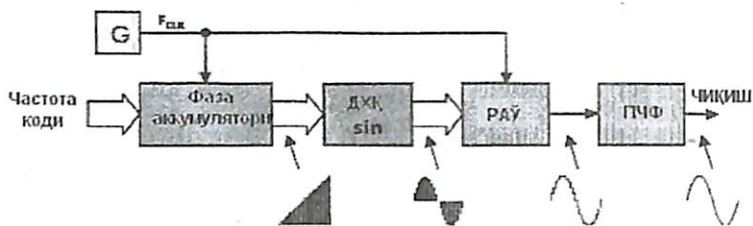
Бундан ташқари, чиқиш частотасини қайта созланиш натижасида дискретизациялаш частотаси ҳам ўзгаради. Бу чиқиш сигналини филтрлашни қийинлаштиради, шунингдек, РАЎ тезлик характеристикаларини оптимал бўлмаган ишлатишга олиб келади. Улар тўлалигича фақат максимал чиқиш частотасида ишлатилади.

Юқорида баён этилган тузилма камчиликлари ДХҚ адресли ҳисоблагични йиғувчи сумматор деб аталадиган бошқа бир рақамли қурилма билан алмаштириш орқали тузатилиши мумкин. Йиғувчи сумматор қурилма ишининг ҳар бир тактида аввалги таркибга (содержимое) тенг бўлган қийматга плус бир қанча доимий қўшимчага қайта юкланадиган регистр ҳисобланади (7.4-расм). Ҳисоблагичдаги каби регистрдаги таркиб вақт бўйича чизиқли ўзгаради, фақат энди камайиш (приращение) доимо бир хил бўлмайди, доимий қўшимча қийматига боғлиқ бўлади. Йиғувчи сумматор фаза кодини шакллантириш учун ишлатилганда, уни фаза аккумулятори деб ҳам аталади. Фаза аккумуляторининг чиқиш коди чиқиш сигнали оний фазасининг коди ҳисобланади. Фаза аккумулятори ишида ишлатиладиган доимий қурилма ишининг бир тактида фазанинг камайиши ҳисобланади. Вақт бўйича фаза қанчалик тез ўзгарса, генерацияланадиган сигнал частотаси шунчалик катта бўлади. Шунинг учун фазанинг камайиши қиймати чиқиш частотаси коди ҳисобланади.



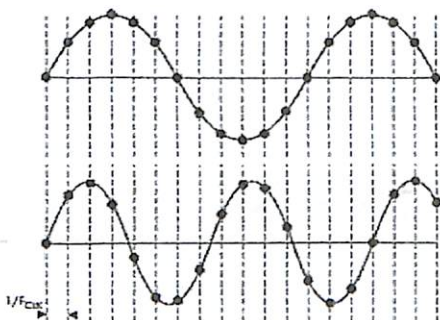
7.4-расм.

ДХҚ ҳажмини камайитириш учун \sin функциясининг симметрия хусусиятидан фойдаланиш мумкин. Кўплаб DDSларда ДХҚ фақат $\frac{1}{4}$ даврдан иборат бўлади. Лекин бунда адресни шакллантириш мантиқи бир оз мураккаблашади.



7.5-расм.

Шундай қилиб, DDS да фаза аккумулятори чизикли ўзгарадиган сигнал оний фазасининг кодлар кетма-кетлигини шакллантиради (7.5-расм). Фазанинг ўзгариши тезлиги частота коди орқали берилади, кейин ДХҚ ёрдамида чизикли ўзгарадиган чиқиш сигнали санокларига ўзгартирилади. Бу саноклар РАЎга берилади ва унинг чиқишида зинасимон босқичлардан иборат синусодал сигнал шаклланади. Улар аналог филтър ПЧФ ёрдамида филтърланади ва унинг чиқишида синусодал сигнал ҳосил бўлади.



7.6-расм.

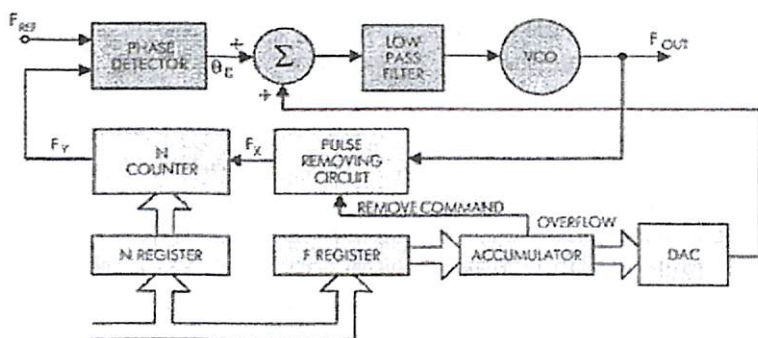
Чиқиш синусодал сигнали алоҳида саноклардан қайта тикланади. Даврга санокларнинг бутун сони фақат хусусий ҳолда тўғри келади (7.6,а-расм) ва ҳар бир янги даврда саноклар янги жойларда бўлади (7.6,б-расм). Албатта, суръат даврий такрорланади, лекин қайтарилиш даври турлича бўлиши мумкин. У частота кодига, фаза аккумулятори разрядлигига ва ишлатиладиган фаза коди разрядлигига боғлиқ. Ҳар қандай ҳолда бир хилда саноклар кетма-кетлигидан синусодал шаклдаги сигнал қайта тикланади.

7.5 Fractional – N ва иккилик Fractional – N/Integer – N частота синтезаторлари

Fractional – N синтезаторларидан кўп жиҳатдан частотани алмаштириш тезлигини ошириш, ташувчи частота яқинида фазавий шов-қинни камайтириш ва кўп каналли GSM (Global System for Mobile Communications) алоқа тизимида, шунингдек, HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) ва GPRS (General Packet – Radio Service) пакетларида ён ташкил этувчилар сатҳларини пасайтириш билан боғлиқ муаммоларни ечиш учун фойдаланилади.

Тескари алоқа занжирида бутун (Integer) сонли кўринишда узатиладиган бўлгичнинг бўлиш коэффициенти Integer – N ЧФАС синтезаторлари билан бир қаторда тескари алоқа занжирида бўлиш коэффициенти каср сони кўринишида бериладиган Fractional – N частота синтезаторлари мавжуд. Бу усул Hewlett – Packard ва Racal фирмалари томонидан ишлаб чиқилган ва «digiphase» номини олди, кейинчалик эса Fractional – N деб атала бошланди. Унинг пайдо бўлишига сабаб, кўплаб ишлаб чиқариладиган алоқа тизимлари частотани тезкор алмаштиш ва гетеродин фазавий шовқиннинг паст сатҳига эга бўлишига муҳтож бўлди. Классик синтезаторда радиочастота сигналининг бўлиш коэффициенти фақат бутун сонлардан иборат, бу нисбатан паст таянч частотасидан фойдаланиш имкониятини беради. Бу эса ўз навбатида қайта созланиш қадамини аниқлайди ва тескари уланиш занжирида бўлиш коэффицентининг етарлича юқори қийматга эга бўлишига олиб келади. Бу ҳар иккала омил растлаш вақтига ва умуман тизимнинг фазавий шовқинига етарлича кучли таъсир қилади. Паст таянч частотаси учун растлаш вақтини, N бўлиш коэффицентининг юқори қиймати эса тизим фазавий шовқинини ортишига олиб келади. Иккинчи услуб тескари алоқа занжирида касрли бўлишни ва N бўлиш коэффицентини камайтиришни кўзда тутди. Бунинг натижасида юқорироқ таянч частотасини яратиш мумкин ва янада зарур каналларни ажратилишига эришилади. Юқорироқ таянч частотаси тизимнинг растлаш вақтини (частотани созлаш анча тез бўлади) камайишини, тескари алоқа занжирда касрли бўлиш эса мос равишда тизимнинг фазавий шовқинини камайтиради. 7.7-расмда иккинчи услубдан ифойдаланилган синтезаторнинг тузилиш схемаси келтирилган.

Ушбу услуб қаср қисмларини вақт даври узунлиги бўйича навбатма-навбат бўлишни кўзда тутди. Тескари алоқа занжирида ҳисоблагичнинг бўлиш коэффицентини 4,6 га тенг деб оламиз. Назарий жиҳатдан бу ҳисоблагич маълум вақтда F_{OUT} чиқиш частотаси 4,6 та даврини санаши керак, лекин 4,6 га бўлиш деярли мумкин эмас. Умуман олганда, биз 4,6 га бўлишни, яъни F_{OUT} сигналдан 46 даврни санаши амалга оширишимиз керак. Бу давр мобайнида F_{REF} сигналига 10 та цикли бўлиб ўтади. F_{REF} сигналнинг ҳар бир даврининг қаср қисми сигма – дельта модулятор бўлган йиғувчи қўшилишлари керак. Атрофлича бу жараён 7.8-расмдаги вақт диаграммаларида кўрсатилган. F_{REF} сигнал биринчи циклини генерациялаш учун зарур вақт даври мобайнида N ҳисоблагичи F_{OUT} чиқиш частотасидан 4,6 та даврни санаши керак.

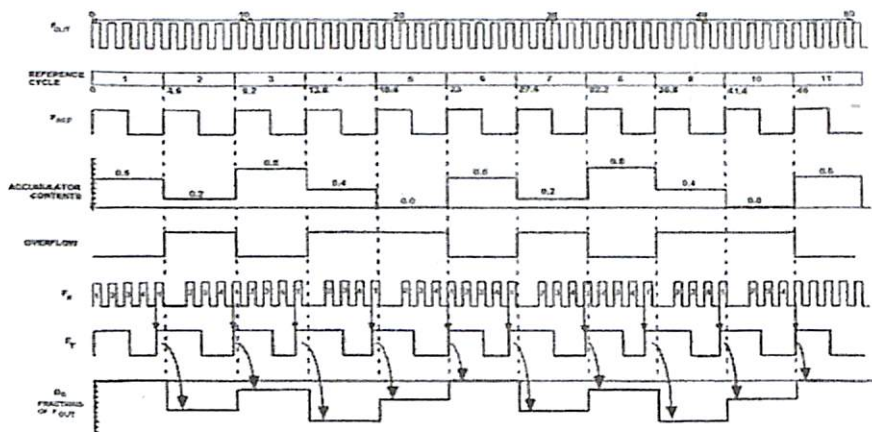


7.7-расм.

Аввал айтиб ўтилганидек, буни амалга ошириш мумкин эмас. Амалда F_{OUT} дан 4та давр саналади ва 4га бўлиш амалга оширилади, 0,6 қиймат эса йиғувчи хотирасида қолдирилади. Шундай қилиб, биринчи циклда F_{OUT} такт частотасининг 0,6 та даври етишмайди. Бу ерда шуни пайқаш зарурки, йиғувчига F регистрга ёзилган код ёзилади. F_{REF} сигналнинг иккинчи циклининг бошланишида N ҳисоблагич яна 4га бўлишни амалга оширади ва йиғувчига аввалги ёзилган 0,6 қийматига янги 0,6 қиймати қўшилади. Аккумуляторнинг ўзига хос муҳим хусусияти шундаки, у фақат бирдан кичик қийматни сақлаши мумкин, шунинг учун иккинчи циклда биз йиғувчида 1,2 қийматни эмас (назарий жиҳатдан бўлиши мумкин

бўлган), 0,2 қийматни оламиз ва энди бу қиймат йиғувчи хотирасида созланади. Шундай қилиб, ҳар бир циклнинг бошланишида йиғувчига F регистрдаги қиймат дастлабки йиғилган қийматга қўшилади ва вақтнинг нолинчи белгисидан бошлаб қолган қаср қисмларини кузатиб беради. Иккинчи циклдан бошлаб йиғувчининг қўшимча чиқишидан ўта тўлиш (тўлиб қолиш) OVER-FLOW сигналини фаоллатади. У тақиб схемасининг иккинчи киришига ёки PULSE REMOVING CIRCUIT импульсни ўчиришга берилади. Иккинчи циклнинг бошланишига бу схеманинг F_x чиқишидан F_{out} такт частотасининг бешта даврларини оламиз, чунки 1,2га тенг бўлиб кетиш бизга F_{out} импульсининг битта қўшимча даврни беради ва аккумуляторда сақланган қиймат 0, 2 га тенг бўлади. 7.9-расмда бу импульслар 1 2 3 4 1 кўринишида тасвирланган, лекин навбатдаги, иккинчи давр бошланишида тўлиб қолиш сигнали OVER-FLOW бу циклда биринчи импульсининг ўтишини тўсиб (блокировка) қолади. Йиғувчининг бошқа чиқишидан тўлиб қолиш сигнали РАЎ киришига берилади. РАЎ чиқишидаги тўлиб қолиш қиймати амплитудаси бўйича пропорционал бўлган, аналог сигнал S сумматорда фазавий детекторнинг хатолик сигнал билан қўшилади. Шу тарзда N бўлиш коэффициентининг қасрли қисмларини ҳисобга олганда VCO нинг (қучланишни бошқарувчи генератор) созланиш аниқлиги сақланиб қолади.

Диаграммалардан кўриниб турибдики, йиғувчи 2, 4, 5, 7, 9, ва 10 циклларда тўлиб қолишга эга бўлади. Демак, F_{REF} сигналнинг 10 цикллардан иборат кетма-кетлиги 6 та тўлиб қолишларга эга, бунинг натижасида F_{out} нинг $(4 \times 4) + (6 \times 5) = 46$ умумий даврлари сонини оламиз. Натижада N ҳисоблагичнинг F_r чиқишида қўшимча тўлиб қолиш даврларни ҳисобга олгандаги импульслар кетма-кетлигини оламиз. F_r чиқишида бу импульслар кетма-кетлиги фазавий детекторнинг иккинчи киришига берилади. Фазавий детектор чиқишидаги сумматордаги қўшиш ҳисобга олинган сигнал ПЧФ орқали VCOга берилади. Бу билан ЧФАС контури ташкил қилинади.



7.8 - Fractional – N услуб ишлатилган синтезлаш жараёнларини кўрсатувчи вақт диаграммалари.

Analog Devices (ADI), Texas Instruments (TI) ва Philips Semiconductors компаниялари ҳозирги вақтда ишлаб чиқарадиган Fractional – N ЧФАС частота синтезаторлари 3 ГГц частоталаргача частотани синтезловчи қурилма ҳисобланади. Шунингдек, икки ажратилган контурли иккиталик Fractional – N ва Fractional/ Integer – N ЧФАС частота синтезаторлари мавжуд бўлиб, Fractional – N секцияси RF ростлаш контурида (RF – асосий радиочастота), Integer – N секция эса IF ростлаш контурида (IF оралиқ частота) ишлайди. Бу микросхемалар ўртача исътемомол токи 12 мА бўлганида +2,7 дан +3,3гача кучланишли таъминот манбаида ишлайди, зарурат бўлганида Power – Down пасайтирилган энергия таъминоти режимига ўтиш мумкин.

7.1 – жадвалда ADI компаниясининг Fractional – N ва иккиталик Fractional – N/ Integer – N частота синтезаторларининг ишчи частоталари келтирилган.

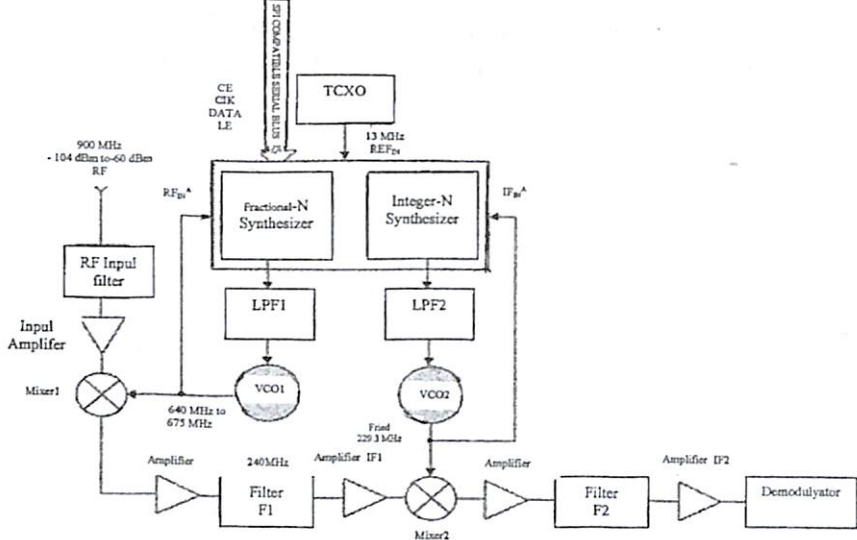
Иккиталик Fractional – N/ Integer – N частота синтезаторлари ADF 4250, ADF 4251, ADF 4252 оиласи базавий станцияларда, мобил алоқа кўчма аппаратураларида (GSM, CDMA, WCDMA, PCS, DCS), шунингдек, LAN (маҳаллий тармоқларда), тестлаш коммуникацион жиҳозларида ва кабелли телевидения жиҳозларида частота бўйича юқорига ва пастга ўзгартиришли гетеродинларни қуриш учун ишлатилади.

Курилма	Integer – N частота синтезатори	Fractional – N частота диапазони	Битталиқ/Иккиталиқ	Чиқишлар сони
ADF 4150	-	≤ 550 МГц	битталиқ	16
ADF4151	-	≤ 1,2 ГГц	битталиқ	16
ADF4152	-	≤ 3,0 ГГц	битталиқ	16
ADF4156	-	≤ 550 МГц	битталиқ	20
ADF4157	-	≤ 1,2 ГГц	битталиқ	20
ADF4158	-	≤ 3,0 ГГц	битталиқ	20
ADF4250	≤ 550 МГц	≤ 1,2 ГГц	Иккиталиқ	20
ADF4251	≤ 550 МГц	≤ 2,0 ГГц	Иккиталиқ	20
ADF4252	≤ 1,0 ГГц	≤ 3,0 ГГц	Иккиталиқ	20
ADF4256	-	≤ 550 МГц/ ≤ 1,2 ГГц	Иккиталиқ	20
ADF4257	-	≤ 550 МГц/ ≤ 2,0 ГГц	Иккиталиқ	20
ADF4258	-	≤ 1,0 МГц/ ≤ 3,0 ГГц	Иккиталиқ	20

Бу частота синтезаторлар икки ажратилган IF ва RF каналларига эга. IF канал Integer – N секция асосида, RF канал эса Fractional – N секция асосида каналлари чиқишида ҳосил бўлади. 7.9-расмда ADF 4250 - ADF 4252 оиласидан иккиталиқ Fractional – N/ Integer – N частота синтезатори асосидаги GSM – 900 базавий станцияси қабул қилиш қисми мисол шаклида келтирилган.

Бу базавий станция 925 МГц гача T_x частотани диапазонга (узатиш) ва 880 МГцдан 915 МГц гача R_x частотани диапазонга (қабул қилиш) эга.

Мобил телефон аппарати мос равишда 880 МГц дан 915 МГц гача T_x диапазондан ва 925 МГц дан 960 МГц гача R_x диапазонга эга. Базавий станциянинг қабул қилиш қисмини кўриб чиқамиз. Бу тизимда 200 кБц кенглидаги 124 канал мавжуд (битта каналда 8 та фойдаланувчи) бўлиб, полосанинг тўлиқ кенглиги 24.8 МГц ни ташкил этади.



7.9-расм. GSM – 900 базавий станциясининг қабул қилиш қисми.

900 МГц частотали чиқиш сигнали (R_x диапазоннинг ўрта частотаси танланган) кириш фильтри орқали (RF Input Filter) кириш кучайтиргичига берилади (Input Amplifier) ва кейин биринчи аралаштиргич (Mixer 1) киришига берилади. Бу аралаштиргичнинг бошқа киришига созланиш частотаси сигнали берилади. Бу сигнал созланиш гетеродини вазифасини бажарадиган кучланишни бошқариш генераторидан (LPF1) ва ташқи генераторли (VCO1) Fractional – N синтезаторида йиғилган. Шундай қилиб, тизим актив каналлари қидириш учун диапазоннинг кириш частоталарини сканерлаш керак. Бинобарин, биринчи оралиқ частота (IF1 240 МГц га тенг, у ҳолда VCO1 R_x диапазонни ёпиши учун 640 МГцдан 675 МГц гача чиқиш частоталари диапазони эга бўлиши керак. Таянч частотаси 200 Гц га тенг танланган ҳолда VCO1 чиқиш тўла частотасининг қиймати 200 кГц қадам билан ўзгариши керак. Масалан, VCO1 чиқиш частотаси 650 МГц га тенг бўлган ҳолда базавий станция 890 МГц ли RF каналда қабул қилишга ишлайди.

Иккинчи оралиқ частотага (IF2) ва сигнал демодуляциясига ўтиш учун Integer – N синтезаторини ишлатилади. У ташқи LPF2 ва VCO2 ли комбинацияда қайд қилинган 229,3 МГц частотани шакллантиради. Иккинчи аралаштиргичда (Mixer 2) частотани иккинчи марта ўзгартириш амалга оширилди. 10,7 МГц га тенг IF2

оралиқ частота Filter IF2 фильтр билан ажратилади ва сигнал демодуляцияси амалга оширилади. RF каналдаги Fractional – N синтезаторни танлаш фазавий шовқинлар сатҳи кам ва тизимнинг юқорироқ ростлаш тезлигига эришишни таъминлайди.

ADF 4252 микросхемалари учун алоқа боғланишга кириш вақти 100 мкс дан ADF 4110 микросхемалари учун эга 200 мкс ва ундан ортиқ бўлиши керак.

Ростлаш вақтини камайтиришга фазавий детектор таққослаш частотасини оширилиши ҳисобига эришилади.

Тескари алоқа занжирида касрли бўлиш ва N га бўлиш коэффициенти қийматини камайтириш мос равишда тизимнинг фазавий шовқинини камайтиради.

Бу ИМС лар (Integer – N/Fractional – N) кўплаб алоқа телекоммуникациялар воситаларида ишлатилиши учун етарлича юқори характеристикаларга эга.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Частота синтезатори сифати характеристикаларининг санаб чиқинг ва уларга таъриф беринг.

2. Бевосита аналог синтез усулининг схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

3. Фазавий автоматик сошлаш асосидаги частотани билвосита синтезлаш усулининг схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

4. Бевосита рақамли синтез усулининг схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

5. Fractional – N частота синтезаторининг тузилиш схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

6. Иккилик Fractional – N/Integer – N частота синтезаторининг тузилиш схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

7. GSM – 900 базавий станциясининг қабул қилиш қисмининг тузилиш схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

VIII боб. РАДИОҚАБУЛ ҚИЛИШ ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ ВАЗИФАЛАРИ, ТУЗИЛМАЛАРИ ВА ТЕХНИК ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

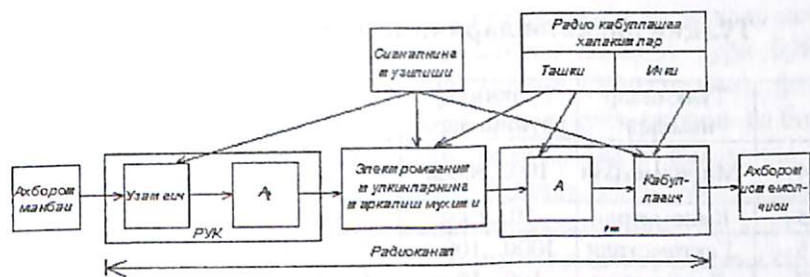
8.1.РҚҚ нинг турлари ва вазифалари

Радиоқабул қилиш қурилмаси (РҚҚ) радиочастоталар ($3 \cdot 10^3 \dots 3 \cdot 10^{12}$ Гц) ва оптик ($3 \cdot 10^{12} \dots 3 \cdot 10^{16}$ Гц) диапазонларда очик фазода тарқатиладиган табиий ва сунъий электромагнит тебранишларни тутиш ва улар таркибидаги ахборотлардан фойдаланишни таъминлайдиган кўринишга ўзгартириш учун йўллан-тирилган электр занжирлар, функционал қисмлар ва тугунлардан иборат комплексдир. РҚҚ ахборот вазифаси бўйича бир манзилдан бошқасига ахборотларни узатиш тизимлари синфига кирадиган радиоалоқа, радиоэшиттириш ва телевидения каби барча видеотизимларнинг мухит таркибий қисми ҳисобланади.

Бу синфдаги радио тизимнинг тузилиш схемаси 8.1-расмда келтирилган. Радиоузатиш қурилмаси РУҚ, РҚҚ ва ЭМТ ларнинг тарқалиш муҳити радиоканални ташкил қилади. РУҚда узатилиши лозим бўлган ахборот у ёки бу физик кўринишда хабар электр сигналига ўзгартирилади. Электр сигнал бевосита ёки кодлашдан кейин юқори частотали ташувчи радиосигнал бирон бир параметрига таъсир этади, модуляцияланади. A_1 узатувчи антенна ёрдамида радиосигнал энергияси фазода электромагнит тўлқинлар кўринишда тарқатиладиган электромагнит майдон энергиясига ўзгартирилади. Кучли бўлган юқори частотали электрмайдон қабул-лаш жойида A_2 антенна орқали қабуллагич кириш сигнали бўлган электр тебранишлар энергиясига ўзгартирилади. РҚҚ чиқишида тесқари физик ўзгартириш натижасида истъеомолчи учун зарур бўлган ахборот кўринишига келтирилади.

Қабул қилиш жойида, фойдали сигнал билан бирга, бегона манбалар ҳосил қилган табиий ва сунъий электромагнит майдонлар мавжуд. Бу электромагнит тебранишлар РҚҚ орқали қабул қилинади ва фойдали сигнални қабул қилишга халақит беради, яъни ташқи радио халақитлар дейилади. Бундан ташқари, РҚҚ занжирларида қабул қилишга ички халақитлар кўринишида намоён

бўладиган халақит берувчи электрофизик жараёнлар мавжуд. Дастлаб хабар радиоканалидан ўтиш жараёнида сигналининг бузилиши билан баҳоланадиган ўзгаришларга учрайди. Бузилишлар қабул қилиш, узатиш аппаратурасини ичида ва ташқарисида юз бериши мумкин. Биринчиси электромагнит тўлқинларнинг тарқалишидаги қатор физик жараёнларга боғлиқ, иккинчиси эса РУҚ ва РҚҚнинг ноидеал характеристикалари орқали юзага келади.



8.1-расм.

РҚҚларни улар олдида қўйилган вазифалар бўйича турли синфларга бўлиш мавжуд. Асосий функционал вазифаси бўйича РҚҚ профессионал ва эшиттириш РҚҚларга бўлинади. Профессионал радиоқабуллагичларга (ахборотларни узатиш тизимларида) алоқа, телевизион, телеэшиттириш, телебошқарув ва бошқа қабуллагичлар киради. Радиоэшиттириш қабуллагичлари овоз ва телевизион эшиттиришлари дастурларини қабул қилишни таъминлайди. Уларни оммавий ишлаб чиқариш ва нисбий арзонлиги зарурати нисбатан содда техник ечимларни талаб қилади. Профессионал РҚҚлар юқори мураккаблиги ва қисман узатиш воситаси билан ўлчанадиган баҳоси билан ажралиб туради.

Радиоалоқа қабул қилгичлари: космик, халқаро, магистрал, ички зонали, маҳаллий технологик ва бошқа радио тизимлар қабуллагичларига бўлинади. Профессионал телевизион қабуллагичлар алоқа, сервис ва амалий телевизион тизимларда ишлатилади. Овоз эшиттириш қабуллагичлари монофоник стереофоник, квадрофоник қабуллагичларга бўлинади. Телевизорлар рангли ва хажмли кўрсатиш тизимларида юқори равшанликдаги истиқболли юқори сифатли тизимларда дастурларни қабул қилишни таъминлайди.

Халқаро электралоқа иттифоки (ХЭИ) тавсияларига мос равишда узатишни радио тизимлари 9 та диапазонга бўлинган частоталар спектридан фойдаланилади (8.1-жадвал).

Замонавий РҚҚлар бу барча радио диапазонларда ишлайди. Уларда кўпроқ ПЧ, ЎЧ, ЮЧ ва ЖЮЧ диапазонлари, шунингдек, оптик диапазоннинг инфрақизил ва кўринадиган тўлқинларида ишлайди.

Тўлқин диапазонларининг синфларга бўлиниши

8.1-жадвал

	Тўлқинлар номлари	Тўлқинлар узунликлари	Частоталар қондалари	Частоталар
4	Мириаметрли	100...10 км	Жуда паст (ЖПЧ)	3...30кГц
5	Километрли	10...1 км	Паст (ПЧ)	30...30 кГц
6	Гектометрли	1000...100 м	Ўрта (ЎЧ)	300...3000 кГц
7	Декаметрли	100...10 м	Юкори (ЮЧ)	3...30 МГц
8	Метрли	10...1 м	Жуда юкори (ЖЮЧ)	30...300 мГц
9	Дециметрли	100...10 см	Ультра юкори (ЎЮЧ)	300...3000 мГц
10	Сантиметрли	10...1 см	Ўта юкори (ЎЮЧ)	3...30 ГГц
11	Миллиметрли	10...1 мм		30...300 ГГц
12	Дециммилиметрли	8...0,1 мм	Гипер юкори ГЮЧ	300...3000 ГГц
оптик	Инфрақизил	100...0,74 мкм	-	3...30000 ТГц
	Кўринадиган	0,74...0,38 мкм		
	Ультраби-нафша	0,38...0,01 мкм		

Турли диапазонлар қабуллагичлари тузилишлари, схема ечими ва конструктив ишланиши, элементлар базаси бўйича сезиларли фарқланиши мумкин, лекин бир неча диапазонларда қабул қилинишини таъминлайдиган РҚҚ лар ҳам («барча тўлқинли») мавжуд. Овоз эшиттириш қабуллагичлари қуйидаги тўлқин диапазонларида ишлайди: узун (УТ; ПЧ), ўрта (ЎТ; ЎЧ), қисқа (ҚТ; ЮЧ), ультра қисқа (УҚТ; ЎЮЧ), дециметрли (ДМТ; ГЮЧ). Телевизорлар метрли ва дециметрли диапазонлардаги ер усти телевизион тизим-

лари дастурларини қабул қилишни амалга оширади. Дециметрли ва сантиметрли диапазонларда асосан радиореле, сунъий йўлдошли алоқа тизимлари ва телевизион узатиш РҚҚ лари ишлайди. Бевосита сунъий йўлдошлараро алоқа тизимлари ва юқори сифатли телевизион тизимлар қабуллагичлари миллиметрли, дециметрли ва оптик тўлқинларда қабул қилишни таъминлаши керак.

Қабул қилинадиган сигналларнинг турлари бўйича қабуллагичлар икки синфга узлуксиз (аналог) ва рақамли сигналлар қабуллагичларига бўлинади. Қабул қилинадиган ахборот тури бўйича қабуллагичлар: радиотелефон; овоз узатиш (эшиттириш); факсимиль; телевизион; радиотелеграф; маълумотларни узатиш ва бошқа қабуллагичларга бўлинади. Хусусан, радиоалоқа тизимларида турли турлардаги ахборотларни қабул қилиш учун мўлжалланган қабуллагичлар мавжуд. Ишлатиладиган модуляция (дискрет сигналлар ҳолатидаги манипуляция) тури бўйича қабуллагичлар амплитудавий модуляцияланган (АМ), частотавий модуляцияланган (ЧМ), фазавий модуляцияланган (ФМ) сигналли қабуллагичларга, шунингдек, битта ён полосали (БЁП) сигналли, турли рақамли модуляцияли сигнал ва бошқа қабуллагичларга бўлинади.

Бундан ташқари, РҚҚлар қуйидагича фарқланадилар:

– ўрнатиш жойи бўйича – стационар, мобил, бортда олиб юрила-диган (кўчма);

– таъминот услуги бўйича – ўзгарувчан ток тармоғидан, аккумуляторлардан, гальваник ёки куёш батареяларидан таъминланадиган, универсал таъминотли;

– бошқариш ва коммуникациялаш услуги бўйича – қўл орқали бошқариладиган, қисман ёки тўла автоматлаштирилган, масофадан, аралаш бошқаришли.

Амалда қўлланишга яроқли биринчи РҚҚси 1895 йилда рус физиги ва электротехниги А.С. Попов томонидан яратилган (қурилган) ва намоиш қилинган, шунингдек, итальян кашфиётчиси ва тадбиркори Г. Марконий томонидан унга патент олинган.

Радиотехниканинг ривожланиши учун илмий асос бўлиб, XIX асрнинг иккинчи ярмида Ж. Макаевел, Г. Герц, Э. Бранли, О. Лодж, Н. Тесла ва бошқа олимлар томонидан электромагнит тўлқинларни ҳосил қилиш, нурлантириш ва қабул қилиш назарияси соҳасидан фундаментал ва амалий тадқиқотлари хизмат қилди. Бу РҚҚларда электромагнит тўлқинлар индикатори сифатида когерент ишлатилди. Когерентнинг паст сезгирлиги, резонанс тебраниш

тизимларининг ва қабул қилинадиган сигналлар қувват кучайтиргичларнинг мавжуд эмаслиги бундай қабуллагичларнинг таъсир радиусини сезиларли чеклади ва халақитлардан ҳамда бошқа сигналлардан фойдали сигнални танловчанликдек муҳим функцияни амалга оширишга имкон бермади.

XX асрнинг бошларида РҚҚнинг сезгирлигини ва танловчанлигини ошириш когерентни детектор билан алмаштириш, резонанс контурларни ва қабул қилиш-эшитишларини қўллаш бўлди. Антенналарни такомиллаштириш қуруқликда ва сувда ҳарбий ҳамда фуқаро радиотизимларини самарали ишлатишга, шунингдек, радиотехникани бошқа қўлланишлари бўйича (метрология, объектларнинг ўрнини аниқлаш ва ҳ.к) қатор тажрибаларни ўтқазишга имкон берди.

РҚҚ техникасининг, бутун радиотехниканинг сифатли янги ярим асрли тараққиёт босқичи детектор сифатида ишлатиладиган электрон лампа диодни (1904 йил) ва айниқса, триодни (1907 йил) қўлланилиши билан бошланди. Қабул қилинган сигналларни қувватини кучайтириш учун тетродни қўлланилиши детекторли қабуллагичларга нисбатан лампали қабуллагичларни сезгирлигини кўп мартага оширилишини таъминлади. 1913йилда таклиф қилинган регенератив қабул қилиш принципини тўғридан-тўғри кучайтиришли РҚҚнинг сезгирлигини ва танловчанлигини янада ошириш имконини берди. Биринчи жаҳон урушининг биринчи йилларидаёқ кучайтириши, детекторлаш ва сигналларни ўзгартириш учун триодлар ишлатилган қабуллагичлар минг километрлардан ортиқ масофаларда барқарор радиоалоқани таъминлади.

1918 йилда сезиларли устунликларга эга бўлган супергетеродинли қабул қилиш услуги яраталди, лекин унинг кенг жорий этилиши 1926–1930-йилларда яратилган экранлаштирилган лампалар тетродлар, пентодлар ва бошқа кўп турли кучайтириш – ўзгартириш лампаларининг пайдо бўлиши билан амалга ошди. 30-йилларнинг бошларида бу қабул қилиш услуги тўлқинлар барча радиодиапазонларида асосий бўлиб қолди. 30–40-йилларда жаҳоннинг етакчи давлатлари турли вазифали, биринчи навбатда радиоэшитириш тизимлари, профессионал радиоалоқа ва телевидение қабуллагичларини ишлаб чиқаришга киришди.

Кўрсатилган даврда ўзлаштирилган радиодиапазонларнинг ўта юкланганлиги ва юқори сифатли телевидениянинг зарурати туфайли УҚТ диапазони ўрганилди ва ўзлаштирилди. Бунда радио

қабул қилишнинг сифати ва халақитларга қарши курашнинг самарали услублари ишлаб чиқилди. ЧМ, БЁПли АМ, ФМ ва НФМ модуляциялари таклиф этилди ва жорий этила бошланди, синхрон қабул қилиш ва яхшиланган сифатли телеграф сигналларини қабул қилиш ўзлаштирилди. 40-йилларнинг охирида ЎЮЧ электрон асбобларининг янги турлари (дискли триодлар, қайтарувчи клистронлар, югурма тўлқин лампалари ва ҳ.к) яратилди ва бу диапазон РҚҚларини кўриш услублари ўзлаштирилди. Радио қабул қилишда халақитларга барқарорлик муаммосини ечишда ахборотларни узатиш назарияси услублари ёрдамида сигналлар ва халақитлар статистик характеристикаларидаги фарқларни ўрганиш ва фойдаланишга асосланган янги йўналиш вужудга келди. Бу йўналишдаги муҳим асосий ютуқлардан бири қабул қилишнинг халақитларга потенциал барқарорлиги назариясини яратилиши бўлди (1946-йил В.А.Котельников). Унинг асосида халақитларга барқарорлик бўйича оптимал бўлган радиотизимнинг анализи ва синтезининг замонавий назарияси ривожланди.

50-йилларда ярим ўтказгичли электроника ютуқлари асосида радио қабул қилиш техникасининг янги тараққиёт босқичи бошланди. «Металл – ярим ўтказгич» жуфтликнинг детекторлик хусусиятлари радиотехниканинг бошланишидаёқ бундай жуфтликнинг детекторлик хусусиятлари қўлланилган, бундай жуфтликнинг кучайтириш ва генерациялаш хусусиятларидан фойдаланиш билан юқори сезгирликли лампасиз радиоқабуллагич – кристадин яратилди (1923йил). Яримўтказгичли асбобларни кенг жорий этилишига транзисторнинг ихтиро қилиниши (1947йил) туртки бўлди. «Транзисторлаштириш»нинг кескин жараёни, айниқса, юқори частоталарда радио қабул қилиш аппаратураларидан электрон лампаларни сиқиб чиқарди, кам шовқинли яримўтказгичли параметрик кучайтиргичларни (ЯЎПК) ишлаб чиқилиши ва туннельдиотининг (ТД) пайдо бўлиши (кам шовқинли кучайтиришга ишлатиладиган) бу жараёни ЎЮЧ диапазонга сурди. 60-йилларда микроэлектроника ривожлана бошлади ва 80-йиллар РҚҚга аввал аналог, кейин эса рақамли интеграл микросхемаларни (ИМС) кенг жорий этилиши билан характерланади. Бу радиоқабуллагичларнинг ишончлилигини ошириш, ҳажм - масса ҳамда энергетик кўрсаткичларини яхшилаш, сигналларни қабул қилиш ва қайта ишлашнинг аввал ишлатилмаган мураккаб принциплари ва услубларини амалга оширишга имкон берди. Ҳозирги вақтда радиоқабул қилиш

техникаси қуйидаги асосий йўналишларда ривожланмоқда:

- янада юқори частотали диапазонларни ўзлаштириш (миллиметрли, дециметрли ва оптик);
- сигналларга рақамли ишлаб бериш услублари ва воситаларини кенг жорий этиш;
- халақитларга қарши кураш услубларини такомиллаштириш ;
- РҚҚ техникасининг функционал мураккаблигини ошириш орқали унинг сифат кўрсаткичларини сезиларли яхшилаш;
- РҚҚ функционал қисмлари ва турларининг интеграцияли даражасини ошириш.

8.2. РҚҚ ларининг тузилиши ва ишлаш принципи

РҚҚ радиоканалда эгалланган ўрнига мос равишда қуйидаги асосий вазифаларни таъминлаши керак:

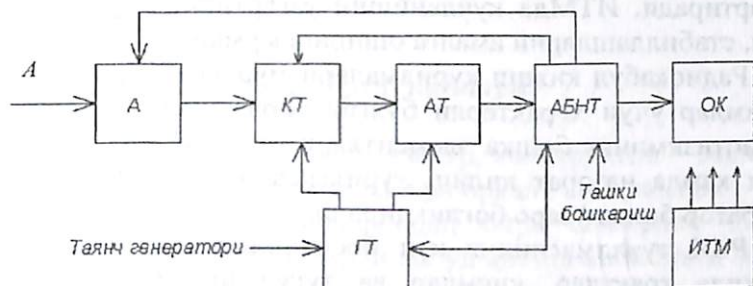
- фойдали сигнални шовқиндан ёки бошқа халақит қилувчи сигналлар аралашмаларидан ажратиш;
- фойдали сигнални кучайтириш;
- кириш тебранишларидаги халақитларнинг таъсирини сўндириш;
- узатиладиган хабарга мос тебранишларни шакллантириш мақсадида радиочастота сигналларини детекторлаш.

Кўрсатилган асосий вазифалардан ташқари кўплаб замонавий РҚҚлар учун бошқа мураккаб вазифаларни бажариш характерлидир. Масалан: сигналларга ишлов беришга яхшироқ шароит таъминладиган частоталар диапазониға ўтказиш мақсадида қабул қилган радиосигналларни частотавий ўзгартириш; барча халақитлар биргаликда аниқладиган қабул қилиш жойида электромагнит муҳитда талаб этиладиган сифатни таъминлаш (адаптация) учун РҚҚ параметрларини ўзгартириш.

РҚҚнинг асосий вазифаларини акс эттирадиган умумлаштирилган схема 8.2-расмда келтирилган. У бешта функционал қисмдан иборат.

Кучайтириш - ўзгартириш трактида (КТ) А антеннадан келадиган сигналлар ва фойдали сигналға частота бўйича мос келмайдиган халақитлар аралашмасидан фойдали сигналларни ажратиб олиш ва кейинги каскадларнинг нормал ишлаши учун зарур фойдали сигнални кучайтириш амалға оширилади. КТ да сигнал ва халақитлар устидан бир неча ночизикли амаллар

(спектрни силжитилиши, амплитудани чекланиши ва ҳ.к) амалга оширилса ҳам, бу тракт қабул қилинган ахборотга сезиларли бузилишлар киритмайди, шу жиҳатдан уни чизиқли деб ҳисоблаш мумкин.



8.2-расм.

Ахборот трактида (АТ) сигналдаги ахборотни ажратиб олиш мақсадида сигнални асосий қайта ишлаш (демодуляция) ва халақитларни таъсирини камайтириш амалга оширилади. Бунда оптимал қабул қилиш, ахборотни ажратиб максимал ишончли олиш муҳим вазифа ҳисобланади. Бунинг учун АТ таркибида оптимал филтър, детектордан кейинги қайта ишлаш занжирлари, частотани ва фазани автоматик созлаш тизимлари (ЧАС ва ФАС) кўзда тутилади. ЧАС ва ФАС сигнални демодуляциялаш, шунингдек, уни частота ва фаза бўйича қидириб топишга хизмат қилади.

Гетеродин тракти (ГТ) ўз частотасини ёки ташқи таянч генераторининг частотасини ўзгартиради ва КТ даги ва частота ўзгартиришларининг, АТдаги сигналга қайта ишлов бериш қурилмалари ва кейинги тизимлар учун зарур бўладиган частоталар тўрини шакллантиради. Бундай олиб қараганда бу мустақил қурилма частота синтезатори (ЧС) бўлиб, у аввало РҚҚ ни, радиотизимнинг барча кичик тизимларининг ишлашини таъминлайди. Адаптация (мослашиш), бошқариш ва назорат тракти (АБНТ) РҚҚнинг иш режимини кўл орқали, масофадан ва автоматлаштирилган бошқаришни (ўчириш ва ёқиш, сигнални қидириш ва танлаш, РҚҚни бошқа частотага ростлаш, сигнал сатҳи ўзгарадиган иш шароитларига мослашиш ва ҳ.к.) ва унинг иш сифатини мос индикаторларда кўрсатишни амалга оширади. Охириги қурилмада (ОК) ажратилган сигналнинг энергияси талаб қилинадиган чиқиш, яъни акустик (телефон, карнай), оптик (кинескоп, дисплей),

механик (босиб чиқарувчи курилма) эффектни яратиш учун ишлатилади.

Иккиламчи электр таъминот манбаи (ИТМ) бирламчи энергия манбаини бевосита РҚҚда ишлатиш учун қулай шаклга ва сатҳга ўзгартиради. ИТМда кучланишни ўзгартириш, тўғрилаш, силлиқлаш, стабиллашларни амалга ошириш мумкин.

Радиоқабул қилиш қурилмалари мураккаб тизим бўлиб, кичик тизимлар учун характерли бўлган барча хусусиятларга эга. Улар радиотизимнинг бошқа элементлари билан (РУҚ, антенна, бошқариш ҳамда назорат қилиш қурилмалари ва ҳ.к.), атроф-мухит ва оператор билан ўзаро боғлиқдирлар.

РҚҚ тузилмасининг куп боскичлилиги шундан кўринадики, алоҳида трактлар, қисмлар ва тугунлар бир элементлар учун бошқарувчи, кичик тизимнинг бошқа элементлари учун эса бошқарилувчи ҳисобланади. Бинобарин, фойдали сигналларни қабул қилиш доимо детерминантланмаган, аввалдан айтиб бўлмайдиган ҳалақитлар таъсирлари шароитларида амалга оширилади, қабул қилиш кичик тизимнинг ишлаши стохастик характерга эга.

Кўриб чиқилган тузилиш схемаси умумий ҳисобланади, бироқ аниқ РҚҚларда трактлар орасидаги алоҳида алоқалар ҳам мавжуд бўлмаслиги ёки чекланган вазифалар тўпламини бажариши мумкин. Бунда қабул қилиш қурилмасининг соддалаштирилган тузилмаси ва алоҳида трактлар вазифаларининг чекланиши радио қабул қилиш имкониятларининг тўлиқ амалга ошириш имкониятларини камайтиради. Қабул қилишнинг энг катта самарадорлигига адаптив алгоритмлар асосида бошқариладиган бир неча РҚҚ ларни радио қабул қилиш тизимига бирлаштириш орқали эришилади. Бундай тизимларда ҳар бир РҚҚ турли режимларда бир хил сигнални қабул қилади (турли частоталарда, фазавий сурилган нуқталарда, турли антенналарда ва ҳ.к.) ва компьютерда бошқариши орқали барча қабул қилинган сигналларга ишлов бериш ёки яхшироқ қабул қилинган сигнал танлаб олинади. Радиоалоқа тизимларида кўпинча кўп каналли хабарларни қабул қилиш усулидан фойдаланилади. Бундай тизимларнинг РҚҚлари ҳар бир каналда навбатдаги (кейинги) ОҚ ли каналларни кўшиш ва ажратиш трактларига эга бўлади. Радиоқабуллаш қурилмалари фанида асосий эътибор КТ ва АТ даги демодуляторларни ўрганишга қаратилади, шу билан бир вақтда АТ, ГТ ва АБНТларнинг катор қисмлари ва ҳам кўриб чиқилади, чунки

уларни атрофлича ўрганиш «Космик ва ер усти радиоалока тизимлари», «Телевидение», «Радиоузатиш тизимлари», «Микро-процессорлар ва сигналларга ишлов бериш», «Электроакустика ва радиоэшиттириш» ва бошқа ўқув фанларининг вазифаси ҳисобланади.

8.3. РҚҚ кўрсаткичлари

РҚҚнинг сифат кўрсаткичлари электр, конструктив – эксплуатацион ва иқтисодий характеристикалари орқали аниқланади.

РҚҚнинг асосий кўрсаткичларидан бири сезгирлик бўлиб, қабуллагичнинг кучсиз сигналларни қабул қилиш қобилияти билан баҳоланади. Микдорий жиҳатдан сезгирлик антеннадаги минимал ЭЮК $E_{\text{до}}$ (юқори частоталар РҚҚлари учун) ёки қабуллагич чиқишида сигнал талаб қилинган сифатда қайта эшиттириладиган нормал модуляцияланган сигналнинг $P_{\text{до}}$ номинал қуввати (ЭЮЧ РҚҚлари учун) орқали баҳоланади. Талаб қилинадиган сифат деганда маълум сигнал қувватининг халақит қувватига нисбатида (С/Х) ОҚ ни нормал ишлашини таъминлайдиган чиқишдаги берилган сигнал сатҳини олиш ёки қабул қилинган сигналнинг эҳтимолли мезонлардан бирини таъминлаш тушунилади.

Бу тавсиф ташқи халақитлар қабул қилишга кам таъсир қилган ҳолларда ўринли бўлиб, бу етарлича кучли сигнал қабул қиладиган ва нисбатан кичик кучайтирилган КТли қабуллагичлар учун характерлидир. Бунда сезгирлик КТ кучайтириши орқали чекланади: кучайтириш қанчали катта бўлса, РҚҚ чиқишидаги сигнал сатҳи шунчалик катта бўлади ва қабул қилишнинг керакли сифатини таъминлаш шунча осон бўлади.

Бироқ реал эксплуатация шароитларида РҚҚ кўпинча радио қабул қилишга халақитлар таъсирини эътиборга олмаслик нотўғри бўлган ҳоллари учрайди. Агар сигнал ва халақит нисбатан бирга бўлса, КТ кучайтириши сезгирликни ошишига олиб келмайди ва қабул қилиниши мумкин бўлган сигналнинг энг кичик сатҳи сигналнинг сатҳи билан эмас, балки шовқиннинг сатҳи билан аниқланади. Қабуллагичга таъсир қиладиган халақитлар ташқи (бошқа радио тизимлардан, индустриал ёки табиий келиб чиқишдан) ва ички (шовқинлар) бўлиши мумкин. Бинобарин, агар ташқи халақитлар бўлмаганда ҳам, РҚҚ чиқишида унинг флуктуацион шовқинлари орқали содир бўладиган ички халақитлар

мавжуд. Охирги ҳолда қабуллагичнинг сезгирлик чегараси унинг ички шовқинлари орқали аниқланади. Бу ҳол, айниқса, ташқи халақитлар нисбатан кам ва ҳал қилувчи ролга ички шовқинлар эга бўлган ЎЮЧ диапазони РҚҚлари учун характерлидир. Ички шовқинлар билан аниқланган сезгирлик миқдорий жиҳатдан реал ёки бўсағавий сезгирлик, шовқин коэффиценти ёки шовқин ҳарорати орқали баҳоланади.

РҚҚ нинг танловчанлиги (селективлиги) деб РҚҚ ни халақит берувчи сигналлар таъсирини камайтириб, фойдали сигнални ажратиб олиш қобилиятига айтилади.

Сигнал келиш йўналиши ва таъсир этиш вақти, қутбланиши, амплитуда, частота ва фазасига ҳам боғлиқ.

Фазавий танловчанликка ўткир йўналтирилган қабул қилиш антенналари ёрдамида ёки фазалаштирилган антенна панжарасини синтезлаштирилган йўналишларини диаграммасини электрон бошқариш йўли билан эришилади. Қутбланиш танловчанлиги ҳам фойдали сигнал тўлқини қутбланишига созланадиган қабул қилиш антеннаси орқали таъминланади. Вақт бўйича танловчанликка (импульсли сигналларни қабул қилишда) фақат фойдали сигнал таъсир қилган вақтда қабуллагични очиш орқали эришилади.

Асосий частотавий танловчанлик, бинобарин, радиоалоқа, радиоэшиттириш ва телевидение тизимларида сигналлар, одатда, частота бўйича ажратиб олинади ва уларни ажратиб танлаб олиш резонанс занжирлар ва филтрлар ёрдамида амалга оширилади. Битта сигнали танловчанлик ночизикли жараёнларни (эффеклари) келтириб чиқармайдиган фақат битта кичик сигнал (фойдали ёки халақит берувчи) қабуллагич киришига таъсир қилганида қабуллагич КТ филтрларининг амплитудавий - частотавий характеристикаси (АЧХ) орқали аниқланади. КТнинг меъёрлаштирилган (нормированный) АЧХ си деб қуйидагига айтилади:

$$r(f) = K(f) / K_0, \quad (8.1)$$

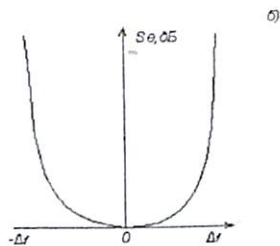
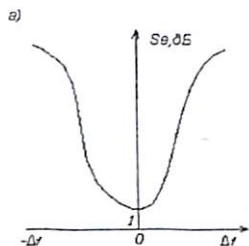
бу ерда, $K(f)$ – ихтиёрий f – частотада кучланиш бўйича КТ нинг кучайтириш коэффицентининг модули; K_0 – қабуллагичнинг f_0 – резонанс частотасидаги кучайтириш коэффиценти. Миқдорий жиҳатдан РҚҚнинг битта сигнали танловчанлиги (8.1)га тесқари катталиқ орқали аниқланади:

$$S_e = K_0 / K(f) \quad (8.2)$$

ва f_0 га нисбатан унинг берилган $\Delta f = f - f_0$ носозланишида халақитларни сўндирилишини ифодалайди. $S_e(\Delta f)$ боғлиқлик битта сигналли танловчанлик дейилади (8.3, а-расм). Бинобарин, замонавий РҚҚларда $S_e(\Delta f)$ нинг ўзгариш чегаралари етарлича сезиларли, одатда, децибеллардаги танловчанликни баҳолашдан фойдаланилади: $S_e[\text{дБ}] = 20 \lg[K_0 / K(\Delta f)]$ (8.3, б-расм). КТга халақитлар берадиган танловчанлик частоталар ва улар яқинидаги танловчанлик қийматлари кўпроқ қизиқиш уйғотади. Бундан келиб чиққан ҳолда, РҚҚнинг қабул қилиш танловчанлиги аниқланган, ён каналлари учун қўшимча қатор сонли қийматлар орқали характерланади: $S_{ei} = K_0 / K_{ni}$, бу ерда, K_{ni} - қабул қилишнинг i -нчи ён каналида f_{ni} халақит частотасида КТнинг кучайтириш (узатиш) коэффициенти.

Идеал танловчанлик характеристикаси фойдали сигнал спектри кенглигига тенг бўлган (унинг чегараларида $S_e = 1$ ташқарисида эса $S_e = \infty$) ўтказиш полосасида тўғри тўрт бурчак ҳисобланади. Бундай характеристикада сигнал спектрининг бузилишсиз қайта тикланиши ва ҳар қандай полосадан бўлган халақитларни чексиз катта сўндириш таъминланади. Танловчанлик характеристикасини идеал характеристикага яқинлик даражасини баҳолаш учун $K_{ni}, \gamma = P_{\gamma} / P_{0,7}$ тўғри бурчаклик коэффициенти ишлатилади, бу ерда, $P_{0,7}$ - КТнинг $1/\sqrt{2} \cong 0,707$ (3дБ) сатҳдаги ўтказиш полосаси, $P_{\gamma} - 0,1; 0,01; 0,001$ ва х.к. Қийматлардан бирига тенг танланадиган γ берилган сатҳдаги полосага тенг. Идеал характеристика учун $K_{ni}, \gamma = 1$, яъни тўғри бурчаклик коэффициенти 1га қанчалик яқин бўлса, танловчанлик шунчалик катта бўлади. Кўп ҳолларда реал танловчанлик характеристикасини идеал характеристикага яқинлик даражаси унинг ўртача тиклиги ёки f_0 частотадаги берилган носозланишдаги қиймати орқали баҳоланади.

Радиоалоқа ва радиоэшиштириш тизимларида кўп ҳолларда фойдали сигнал бир ёки бир неча халақит сигналлари билан бирга қабул қилинади. Бунда КТнинг сезиларли бўлмаган ночизиклиги ҳам кўчма модуляцияга (КМ) амплитуданинг кичиклашига, интермодуляцияга олиб келади. Кўчма модуляция халақитлар модуляциясини фойдали сигналга ўтиши шаклида юзага келади.



8.3-расм.

Агар сигнал тебраниши модуляцияланган бўлса, КМ сигнал/халақит (C/X) нисбатини ёмонлаштиради ёки фойдали хабарни қабул қилишга умуман имкон бермайди. Радиосигнал амплитудасининг кичиклашиши, яъни КТкириши ва чиқишидаги сигналлар амплитудалари орасидаги чизикли боғлиқликнинг бузилиши катта сигнал режимида кузатилади ва у таъсир қиладиган давр мобайнида кучайтириш асбобларининг (КА) ўртача тиклигининг камайиши билан асосланади.

Фойдали сигналнинг блокировкаси ҳам КТ кучайтириш коэффициентининг камайиши натижасида вужудга келади, лекин қабул қилиш каналларининг асосий ва ён частоталаридан фарқ қиладиган частоталарда кучли халақит берувчи сигналлар таъсирида вужудга келади.

Интермодуляция КТдаги қандайдир элементга $f_{n1}, f_{n2}, f_{n3}, \dots$ частоталари икки ёки ундан кўп халақитлар таъсир қилганида, бу элементнинг чиқишида $mf_{n1} \pm nf_{n2} \pm pf_{n3} \pm \dots$ кучайтиришдаги интермодуляцион тебранишларнинг мураккаб спектрларининг юзага келиши билан аниқланади. (бу ерда, m, n, p – бутун сонлар). Агар бу спектрнинг бир ёки бир неча ташкил этувчилари частоталари РҚҚ созланиш частотаси ёки қабул қилиш ён канал частотаси билан мос тушса, бундай ташкил этувчилар фойдали сигнал билан КТда бир хил кучайтирилади ва унга қўшилади, C/X муносабатни камайтиради ва қабул қилинадиган хабар шаклини бузади.

Халақит бардошлик деб халақитлар таъсир қилган шароитларда РҚҚнинг ишлаш сифатини сақлаб қолиш қобилиятига айтилади. Халақит бардошликни миқдор жиҳатдан баҳолашнинг турли мезонлари мавжуд: эҳтимолий, энергетик, артикуляция.

Дискрет сингалларни қабул қилишда сигналнинг h халақитдан дискрет радиоалоқа тизимини халақитбардошлиги тўғри қабул қилинган элементар сингаллар сони M нинг умумий юборилган элементар сингаллар сони N га нисбатан $P_y = \frac{M}{N}$ орқали аниқланади.

$P_0(h)$ функциянинг графиги халақит бардошлик характеристикаси дейилади, унинг кўриниши сигналининг модуляцияси турига, электромагнит тўлқинларининг тарқалиш муҳитига ва бошқа омилларга боғлиқ. Аналог сингалларни қабул қилишда халақитларга барқарорликни баҳолаш учун киришда берилган С/Х муносабатда РҚҚ чиқишдаги сигналнинг кувватларни ёки эффектив кучланишларини муносабатларининг ўлчашни кўзда тутадиган энергетик мезон қулай ҳисобланади.

Юқорида айтиб ўтилган кўрсаткичлардан реал сезгирлик, танловчанлик ва халақитларга бардошлик сезиларли жиҳатдан электромагнит мослашиш характеристикасини (ЭММ) аниқлайди. ЭММ ҳам мазкур радиотизим радиоэлектрон қурилмалари таъсир этадиган (ички тизимли ЭММ), ҳам бошқа радиотизимлар таъсир этганда (тизимлараро ЭММ) РҚҚнинг ишлаш имкониятларини акс эттиради. Кўрсатилган кўрсаткичлар антенна, таъминот, бошқариш ва коммутация занжирлари орқали халақит қилувчи электромагнит таъсирларга қабуллагичнинг қабул қилувчанлигини характерлайди.

Радиоканал бўйича узатиладиган хабар қабул қилиш трактида ҳам қабуллагичнинг етарли бўлмаган ЭММи натижасида ҳам унинг характеристикасининг ноидеаллиги туфайли бузилиши мумкин. Халақитлар бўлмаганида қабуллагичнинг берилган аниқликда кириш сингаллари модуляция қонунини қайта шакллантириши мослигини белгилайди. Қайта шакллантириш тўғрилиги миқдорий жиҳатдан чиқиш сигналининг бузилишлари билан, унинг модуляцияловчи функцияга нисбатан шаклини ўзгариши орқали баҳоланади. Статик ва динамик бузилиш характеристикаларига ажратилади. Статик характеристикаларига чизиқли, ночизиқли ва динамик диапазоннинг чекланишига боғлиқ бўлган бузилишлар характеристикалари киради. Чизиқли бузилишлар қабул қилиш тракти орқали фойдали сигнал спектрининг алоҳида ташкил этувчиларининг турли узатиш коэффицентларига мос келган шароитларда ҳосил бўлади. Улар тракт элементларининг инерционлигига асосланган бўлиб, спектрда янги ташкил этувчиларни келтириб чиқармайди ва кириш сингали сатҳига ҳамда модуляция чуқурли-

гига боғлиқ бўлмайди. Чизикли бузилишлар амплитудавий ва фазавий бўлиши мумкин.

Амплитуда-частотавий бузилишлар спектрал ташкил этувчилар амплитудалари муносабатларининг ўзгаришида намоён бўлади ва юқори частотали тракт ҳамда частота модуляцияси тракти АЧХ сининг нотекислиги билан баҳоланади. Частота модуляцияси тракти кучланиш бўйича қайта шакллантириш тўғрилиги $X_H(F_M)$ дейилади, бу ерда, $X_H = 20 \lg(V_{\text{чек}} / V_{\text{чек}M})$, F_M -кириш сигнали модуляция частотаси; $V_{\text{чек}} - F_M$ кўпайтма бўлганида қабуллагич чиқишидаги кучланиш; $V_{\text{чек}} - F_M = 400$ ёки 1000 Гц бўлганида қабуллагич чиқишидаги кучланиш.

Фазавий бузилишлар қабуллагич орқали сигнал спектрининг турли ташкил этувчилари ўтганида уларнинг бир хил вақтга кечикмаслиги натижаси модуляцияланган тебранишларнинг шакли бузилади.

Чизикли идеал $\varphi(f)$ фаза частотавий характеристикада (ФЧХ) бундай бузилишлар мавжуд бўлмайди. РҚҚда фазавий бузилишларни баҳолаш учун ФЧХдан частота бўйича кўпайтма бўлган гуруҳли чиқиш вақти характеристикаси $\tau_K = d\varphi / 2\pi df$ фойдаланилади: Фазавий бузилишлар монофоник радиоузатишни кулоқ орқали қабул қилишга сезиларли таъсир ўтказмайди, лекин телевизион, рақамли ва бошқа сигналларни қабул қилишга сезиларли таъсир этади.

Ночизикли бузилишлар асосан РҚҚ чиқишида модуляцияловчи сигнал спектрида янги ташкил этувчиларни юзага келишига боғлиқ бўлган кучайтириш элементларини характеристикаларининг ночизиклилиги орқали аниқланади ва сигнал сатҳи ҳамда модуляция коэффицентларига боғлиқ бўлади.

Улар модуляцияловчи сигнал гармоникалари орқали баҳоланади:

$$K_r = \sqrt{U_{\text{чик}2}^2 + U_{\text{чик}3}^2 + \dots} / U_{\text{чик}1}$$

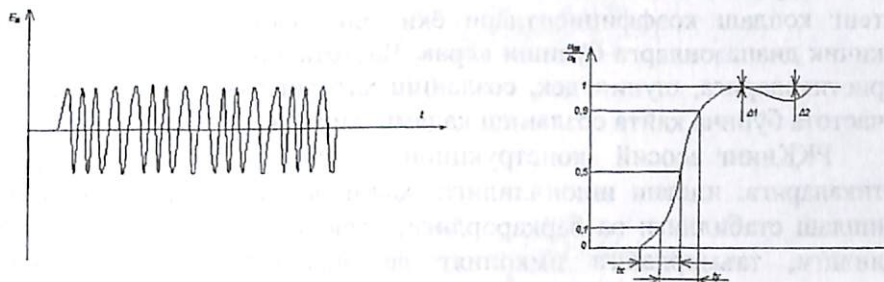
бу ерда, $U_{\text{чик}1}$, $U_{\text{чик}2}$, $U_{\text{чик}3}$ - F_M модуляция частотасининг гармоник ташкил этувчиларига мос келадиган кучланишларнинг эффектив қийматлари ночизикли бузилишлар қабул қилиш трактининг юқори сатҳли сигналли оралиқларда вужудга келади ва эшитиш орқали қабул қилишда унинг сифатини ёмонлаштиради.

Шундай қилиб, қабуллагичда кириш сигналининг $E_{A-рух}$ максимал сатҳи КТ да рухсат этиладиган ночизикли бузилишлар орқали

чегараланади. E_{A-0} минимал сатҳ ўз шовқинлари сатҳни, яъни қабуллагичнинг реал сезгирлиги орқали аниқланади. Бу сатҳлар РКҚ нинг асосий канали бўйича динамик диапазонни (DD) $D=20lg(E_{Д-рух}/E_{A-0})$ чегаралайди. DD фойдали сигналда бўлган ахборотни рухсат этиладиган йўқотилишини таъминлайдиган E_A кириш сигналлари сатҳларини ўзгариш чегараларини характерлайди. Замонавий қабуллагичларда 100...120 дБ ларга етиши мумкин бўлган динамик диапазонларда ночизикли бузилишлар бу чегараларда чизикликка яқин бўлган $U_{чик}$ (E_A) амплитудавий характеристика орқали баҳоланади.

Импульсли сигналларни визуал қабул қилишда чизикли бузилишларни баҳолашга имкон берадиган ўтиш жараёнларининг динамик характеристикалари орқали аниқланади.

РКҚни ўтиш характеристикаси деб киришга радиосигнал шаклидаги E_A берилганда чиқиш кучланишини вақтга боғлиқлиги $U_{чик}(t)$ айтилади (8.4-расм).



8.4-расм.

Импульснинг fronti ва текис қисмидаги бузилишлар қатор параметрлар орқали характерланади. t_K - кечикиш вақти - кириш импульси бошланиш моментидан $U_{чик} = 0,5 U_0$ га эришиладиган моментгача, яъни чиқиш сигналининг ўрнатиладиган қийматигача $U_0 = U_{чик}(t)$

0,1 дан 0,9 гача $U_{чик}(t)$ ўзгариш вақти t_p ўсиш вақти ёки импульс фронтининг давомийлиги дейилади. Ўтиш характеристикасидаги оғишлар $\Delta t = \Delta U_{чик} / U_0$ орқали баҳоланади, бу ерда $\Delta U_{чик}$ - ўрнатиладиган қийматидан чиқиш кучланиши амплитудасининг максимал оғиши.

$E_A(t)$ импульси тўхтагандан сўнг ўтиш жараёни, характери ва ўтиши давомийлиги фронтнинг шаклланиш жараёнларидан фарқланиши мумкин, шунинг учун $U_{чик}(t)$ 0,9дан $0,1 \cdot U_0$ гача пасаядиган t_n = пасайиш вақти тушунчаси киритилади.

РҚҚнинг частота бўйича созланиши характеристикаларига қуйидагилар киради:

– радиоқабуллагич оҳиста ёки дискрет созланадиган $f_{0min} \dots f_{0max}$ ишчи частоталар диапазони;

– аввалдан қайд этилган частоталарда сигналларни қабул қилиш учун мўлжалланган қабуллагичнинг ишчи частоталари тўплами;

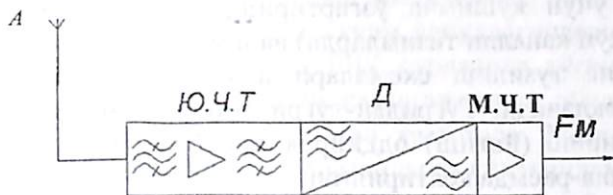
Ҳар икки ҳолда барча созланиш частоталарида РҚҚ нинг барча электр характеристикалари ўзгармаслиги таъминланиши керак. Ишчи частоталар диапазонини қоплаш коэффиценти $K_o = f_{0max} / f_{0min}$ орқали характерланади. K_o ни таъминлаш учун берилган қабул қилиш сифатини сақлаб қолган ҳолда ишчи частоталар диапазонини тенг қоплаш коэффицентлари ёки тенг частоталар интервалли кичик диапазонларга бўлиши керак. Частотавий созланиш характеристикаларига, шунингдек, созланиш хатолиги созланиш зичлиги, частота бўйича қайта созланиш қадами киради.

РҚҚнинг асосий конструкцион – эксплуатацион характеристикаларига: ишлаш ишончилиги, ҳажм ва масса кўрсаткичлари, ишлаш стабиллиги ва барқарорлиги, электр таъминотнинг тежамлилиги, таъмирлашга имконият ва эргономик кўрсаткичлари киради.

Ишлаб чиқариш ва иқтисодий асосий характеристикаларига қуйидагилар киради: нарх, интеграция даражаси; унификация даражаси; жаҳон стандартларига мувофиқлиги; ишлаб чиқиш муддати, туркум ишлаб чиқаришга имконият; технологик жараён тури.

8.4. РҚҚ радиотрактининг тузилиш схемалари ва кўрсаткичлари

КТ ва АТнинг оддий тузилиш схемаси 8.5-расмда келтирилган.

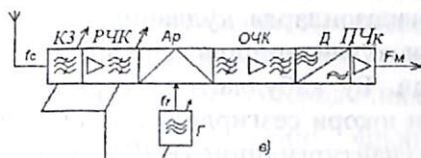
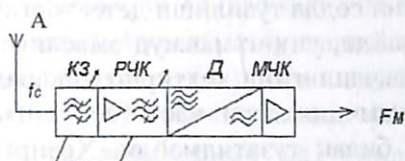


8.5-расм.

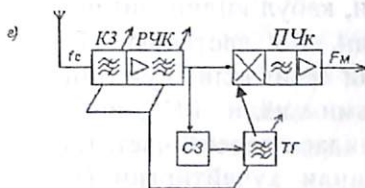
а)



б)



в)



г)

8.6-расм.

Антенна орқали қабул қилишга f_c частотали радиосигнал юқори частотали трактга (ЮЧТ) бериледи ва унда частотавий танловчанли ва кучайтириш амалга оширилади. Шунингдек, частотали ўзгартириш, амплитудавий ва вақт бўйича танловчанлик амалга оширилиши мумкин. Детектор (D) қабул қилинган модуляцияланган сигналларни узатилган хабарга мос кучланишга ўзгартиради. Модуляция частотаси F_M трактида (МЧТ) детектордан кейинги сигналларга ишлов берилди: кучайтириш, халақитлар таъсирини

сўндириш учун кўшимча ўзгартириш, декодлаш ва хабарларни ажратиш (кўп каналли тизимларда) ва истеъмолчига етказиш.

РҚҚнинг тузилиш схемалари аввало, ЮЧТни бажарилиши бўйича фарқланади. Тўғридан-тўғри детекторлашли қабуллагични амалга ошириш (йиғиш) оддийроқ ҳисобланади. Унинг тузилиш схемаси 8.6,а-расмда келтирилган.

Резонанс тизим ёки филтер кўринишидаги кириш занжири (КЗ) РҚҚ нинг частотавий танловчанлигини таъминлайди, қабул қилинадиган сигналнинг частотасига созланиши КЗни қайта созланиши ёки алмаштириш орқали амалга оширилади. Қабуллагич қурилмасини содда тузилиши детекторгача сигнални кучайтириш мавжуд бўлмайди, унинг мавжуд эмаслиги РҚҚнинг паст сезгирлигини ва танловчанлигини келтириб чиқаради. Бундай схеманинг кўрсатилган камчиликлари частотаси сигналлари кучайтиргичининг борлиги билан тузатилмайди. Ҳозирги вақтда тўғридан-тўғри детекторлашли РҚҚлар амалда фақат миллиметрли, децимиллиметрли ва оптик тўлқинли диапазонларда қўлланилади.

Тўғридан-тўғри кучайтиришли қабуллагичнинг схемаси 8.6,б-расмда келтирилган. Бу қабуллагич юқорида кўрсатилган қабуллагичдан сезиларли юқори сезгирликка ва танловчанликка эга бўлган радиочастота кучайтиргичининг (РЧК) киритилиши билан фарқланади. Кириш занжири ва РЧК танловчан занжирлари кучайтириш амалга ошириладиган, қабул қилинадиган радиосигнал частотасига соланади. Бинобарин, КЗ дастлабки, РЧК эса асосий танловчанликни ва сигнални сезиларли (кучланиш бўйича $10^6 \dots 10^7$ гача) кучайтирилишни таъминлайди. РҚҚнинг сезгирлигини ошириш учун унинг ўз шовқинлари асосий частоталар диапазонларида РЧК сифатида кам шовқинли кучайтиргич (КШК)лардан фойдаланилади. Частота бўйича бундай қабуллагични қайта созланиши КЗ ва РЧКнинг барча резонанс тизимларини янги частота қайта солашини талаб қилади.

Катта кучайтириши коэффицентига зарурати бўлганида РЧК бир неча каскадларга эга бўлиши мумкин, бу унинг барқарорлигини оширади ва қабуллагичнинг умумий танловчанлигини, частота бўйича қайта солашни техник амалга оширишни қийинлаштиради. РЧК нинг кўп каскадлигига боғлиқ қийинчиликлар каскадда каттароқ кучайтиришни таъминлайдиган регенератив ва ўта регенератив кучайтиргичларни ишлатилишини тақазо қилиш. Бироқ бундай кучайтиргичлар нисбатан паст барқарорликка

паразит нурланишни юзага келиш эҳтимолини оширди. Шу сабабли, улар кам хусусан ЎЮЧ ихчам қабуллагичларида қўлланилади. Ишлатиладиган исталган РЧК турларида тўғридан-тўғри кучайтириш схемасига хос бўлган камчиликларни тўлиқ тузатиб бўлмайди, шунинг учун қайд этилган частотали РҚҚлар амалда фақат микротўлқинли ва оптик диапазонларда қўлланилади.

РҚҚнинг кўплаб кўрсаткичларини яхшилашга қабул қилинадиган сигнал частотасини ўзгартириш уни сигналга самаралироқ ишлов бериш мумкин бўлган частота диапазонида кўчириш асосида эришилади. Барча диапазонларда энг кенг қўлланиладиган бу принцип асосида қурилган супергетеродинли қабуллагич структураси (8.6, в-расмда) келтирилган. Бундай қабуллагичда f_c частотасининг сигналлари аралаштиргич (A_p) ва ёрдамчи тебранишлар генератори гетеродиндан (Γ) иборат частота ўзгартиргичида (ЧЎ) $f_{оч}$ оралик частота дейиладиган қйд этилган тебранишда ўзгартирилади. Бу частотада асосий кучайтириш ва частотавий танловчанлик таъминланади. Аралаштиргич ночизикли элементга ёки ўзгарадиган параметрли элементдан иборат бўлади, шунинг учун сигнал ва гетеродиннинг f_r частотали тебранишлари таъсир қилганида унинг чиқишида $f = |mf_1 \pm nf_c|$ комбинацион частоталарли тебранишлар вужудга келади. Одатда, $m=1$, $n=1$ ли комбинацион ташкил этувчи ишлатилади, лекин баъзан $m \neq 1$, $n = 1$ (мураккаб ёки комбинацион ўзгартиришдан) фойдаланилади. Бунда f_r ва f_c частоталарининг ҳам фарқи (алмаштириш), йиғиндиси ишлатилиши мумкин. Кенгрок қўлланиладиган оддий фарқли ўзгартиришда одатда, $f_{оч} = f_r - f_c$ (гетеродиннинг «юкори» созланиши) бўлади, лекин $f_{оч} = f_c - f_r$ «паст» созланиш ҳам ишлатилиши мумкин. Ҳар икки ҳолларда f_r шундай танланадики, $f_{оч}$ ишчи частоталар чегараларидан паст (кичик) бўлади ($f_{оч} < f_{c \min}$). Қабуллагичнинг қайта созланишда $f_{оч}$ нинг ўзгармасдан қолиши учун f_c частота диапазонида КЗ, РЧК резонанс тизимлари ва гетеродин қайта созланишлари бир-бирига уйғунлаштирилади. Бинобарин, сигнал ўзида фойдали ахборотни ташийди ва ўзгартириш жараёнида у сақланиши керак. ОЧ ўзида бўлиб ўтадиган жараёнларни ночизикли характерга эга бўлишига қарамасдан, чизикли бўлиши керак. Бошқача айтганда, частотани ўзгартиришда сигнал спектрини оралик частота соҳасига унинг

сўндириш учун кўшимча ўзгартириш, декодлаш ва хабарларни ажратиш (кўп каналли тизимларда) ва истеъмолчига етказиш.

РҚҚнинг тузилиш схемалари аввало, ЮЧТни бажарилиши бўйича фаркланади. Тўғридан-тўғри детекторлашли қабуллагични амалга ошириш (йиғиш) оддийроқ ҳисобланади. Унинг тузилиш схемаси 8.6,а-расмда келтирилган.

Резонанс тизим ёки филтер кўринишидаги кириш занжири (КЗ) РҚҚ нинг частотавий танловчанлигини таъминлайди, қабул қилинадиган сигналнинг частотасига созланиши КЗни қайта созланиши ёки алмаштириш орқали амалга оширилади. Қабуллагич қурилмасини содда тузилиши детекторгача сигнални кучайтириш мавжуд бўлмайди, унинг мавжуд эмаслиги РҚҚнинг паст сезгирлигини ва танловчанлигини келтириб чиқаради. Бундай схеманинг кўрсатилган камчиликлари частотаси сигналлари кучайтиргичининг борлиги билан тузатилмайди. Ҳозирги вақтда тўғридан-тўғри детекторлашли РҚҚлар амалда фақат миллиметрли, децимиллиметрли ва оптик тўлқинли диапазонларда қўлланилади.

Тўғридан-тўғри кучайтиришли қабуллагичнинг схемаси 8.6,б-расмда келтирилган. Бу қабуллагич юқорида кўрсатилган қабуллагичдан сезиларли юқори сезгирликка ва танловчанликка эга бўлган радиочастота кучайтиргичнинг (РЧК) киритилиши билан фаркланади. Кириш занжири ва РЧК танловчан занжирлари кучайтириш амалга ошириладиган, қабул қилинадиган радиосигнал частотасига созланади. Бинобарин, КЗ дастлабки, РЧК эса асосий танловчанликни ва сигнални сезиларли (кучланиш бўйича $10^6 \dots 10^7$ гача) кучайтирилишни таъминлайди. РҚҚнинг сезгирлигини ошириш учун унинг ўз шовқинлари асосий частоталар диапазонларида РЧК сифатида кам шовқинли кучайтиргич (КШК)лардан фойдаланилади. Частота бўйича бундай қабуллагични қайта созланиши КЗ ва РЧКнинг барча резонанс тизимларини янги частота қайта созлашини талаб қилади.

Катта кучайтириши коэффицентига зарурати бўлганида РЧК бир неча каскадларга эга бўлиши мумкин, бу унинг барқарорлигини оширади ва қабуллагичнинг умумий танловчанлигини, частота бўйича қайта созлашни техник амалга оширишни қийинлаштиради. РЧК нинг кўп каскадликка боғлиқ қийинчиликлар каскадда каттароқ кучайтиришни таъминлайдиган регенератив ва ўта регенератив кучайтиргичларни ишлатилишини тақазо қилиш. Бироқ бундай кучайтиргичлар нисбатан паст барқарорликка

паразит нурланишни юзага келиш эхтимolini оширди. Шу сабабли, улар кам хусусан ЎЮЧ ихчам қабуллагичларида қўлланилади. Ишлатиладиган исталган РЧК турларида тўғридан-тўғри кучайтириш схемасига хос бўлган камчиликларни тўлиқ тузатиб бўлмайди, шунинг учун қайд этилган частотали РҚҚлар амалда фақат микротўлқинли ва оптик диапазонларда қўлланилади.

РҚҚнинг кўплаб кўрсаткичларини яхшилашга қабул қилинадиган сигнал частотасини ўзгартириш уни сигналга самаралироқ ишлов бериш мумкин бўлган частота диапазонида кўчириш асосида эришилади. Барча диапазонларда энг кенг қўлланиладиган бу принцип асосида қурилган супергетеродинли қабуллагич структуравий схема (8.6, в-расмда) келтирилган. Бундай қабуллагичда f_c частотасининг сигналлари аралаштиргич (A_p) ва ёрдамчи тебранишлар генератори гетеродиндан (Γ) иборат частота ўзгартиргичида (ЧЎ) $f_{оч}$ оралиқ частота дейиладиган қйд этилган тебранишда ўзгартирилади. Бу частотада асосий кучайтириш ва частотавий танловчанлик таъминланади. Аралаштиргич ночизикли элементга ёки ўзгарадиган параметрли элементдан иборат бўлади, шунинг учун сигнал ва гетеродиннинг f_r частотали тебранишлари таъсир қилганида унинг чиқишида $f = |mf_1 \pm nf_c|$ комбинацион частоталарли тебранишлар вужудга келади. Одатда, $m=1$, $n=1$ ли комбинацион ташкил этувчи ишлатилади, лекин баъзан $m \neq 1$, $n = 1$ (мураккаб ёки комбинацион ўзгартиришдан) фойдаланилади. Бунда f_r ва f_c частоталарининг ҳам фарқи (алмаштириш), йиғиндиси ишлатилиши мумкин. Кенгрок қўлланиладиган оддий фарқли ўзгартиришда одатда, $f_{оч} = f_r - f_c$ (гетеродиннинг «юқори» созланиши) бўлади, лекин $f_{оч} = f_c - f_r$ «паст» созланиш ҳам ишлатилиши мумкин. Ҳар икки ҳолларда f_r шундай танланадики, $f_{оч}$ ишчи частоталар чегараларидан паст (кичик) бўлади ($f_{оч} < f_{c \min}$). Қабуллагичнинг қайта созланишда $f_{оч}$ нинг ўзгармасдан қолиши учун f_c частота диапазонида КЗ, РЧК резонанс тизимлари ва гетеродин қайта созланишлари бир-бирига уйғунлаштирилади. Бинобарин, сигнал ўзида фойдали ахборотни ташийди ва ўзгартириш жараёнида у сақланиши керак. ОЧ ўзида бўлиб ўтадиган жараёнларни ночизикли характерга эга бўлишига қарамасдан, чизикли бўлиши керак. Бошқача айтганда, частотани ўзгартиришда сигнал спектрини оралиқ частота соҳасига унинг

ташқил этувчиларини амплитудавий ва фазавий муносабатларини бузмасдан кўчирилиш таъминланиши керак.

Биобарин, радиочастота занжирлари кўп ҳолларда кенг ўтказиш полосасига эга бўлади, улар фақат дастлабки частотавий танловчанликни таъминлайди, бунинг натижасида КЗ ва РЧК дастлабки танловчи дейилади. Қабуллагичнинг асосий танловчанлиги оралиқ частота трактида таъминланади. Қабул қилинадиган сигналнинг частотаси қанча юқори бўлса, РЧК да барқарор кам шовқинли кучайтиришга принцип жиҳатдан эришиши шунча қийин бўлади. Шунинг учун сантиметрли, айниқса, миллиметрли ва оптик тўлқинларда қабуллагичлар кўпинча РЧК га эга бўлмайди. Бунда дастлабки танловчанлик вазифаси тўлалигича КЗга юкланади, частота ўзгартиргичлари характеристикаларига эса, хусусан шовқин характеристикаларига оширилган талаблар қўйилади.

Сигнални пастроқ қайд этилган частоталарга ўтказилиши қуйидаги афзалликларга эга: паразит мусбат тескари алоқа (ТА) ролини сўндирилиши ҳисобига юқори барқарор кучайтиришдан фойдаланиш имконияти; филтрловчи (резонанс) занжирларни мураккаб-лаштирмасдан ўтказиш полосасини торайтириш; қайта созланиш заруратининг йўқлиги боис ОЧКни ишлатилишини соддалаштириш. Бироқ, частотани ўзгартириш супергетеродинли қабул қилгичнинг қатор ўзига хос хусусиятларини келтириб чиқаради. РҚҚ кўрсаткичлари ва характеристикаларига салбий таъсирларини нейтраллаштириш учун махсус чораларни кўрилишини талаб қилади. Бундай ўзига хос хусусиятларга қуйидагилар киради: РҚҚ трактига турли халақитлар кирадиган қабул қилишнинг ён каналларининг ҳосил бўлиши; қабуллагич созланишига гетеродин частотаси ностабиллигининг таъсири; қабул қилиш антеннаси орқали гетеродин тебранишларини нурланиши мумкинлиги.

Қабул қилиш ён каналлари бўйича танловчанликка юқори талаблар қўйилганида частотани икки ёки уч мартта кетма-кет ўзгартирилишини қўллашга тўғри келади. Бунда частота асосий оралиқ частотагача камайтиради ва унда одатдаги зарур қўшни канал бўйича танловчанлик ва кучайтиришга эришилади.

Ҳам йиғиндили, ҳам фарқли ўзгартиришда $f_{оч} > f_{с\ max}$ бўлган частотани ўзгартирилиши бўлиши мумкин. Бундай супергетеродинли қабуллагич инфрадин дейилади (8.6,г-расм) ва шу билан фарқ қиладики, унинг частота диапазолида ишлашида фақат гете-

родин қайта созланади, преселектор эса умуман қайта созланмайди (кенг полосали преселектор) ёки кириш филтрларининг қайта уланиши билан қайта созланади (филтрли преселекторлар). Юқори оралиқ частота кейин бошқа ўзгартиргич ёрдамида пасайтиришга тўғри келади. Инфрадиннинг афзалликлари мураккаброк ва такомиллаштирилган қайта созланмайдиган КЗларнинг юқори танловчанлиги ҳисобига ён каналларни сезиларли сўндириш имконияти, шунингдек, созланишни соддалаштирилиши ҳисобланади. Камчиликлари эса кенг полосали кириш каскадларини кучайтирувчи элементларини ташкил этувчи сигналлар билан ўта зич эгалланганлиги хавфи ва юқори частотали гетеродин частотасининг стабиллигига оширилган талаблар қўяди. Инфрадинлар ҳаракатдаги алоқа тизимларида ва қабуллагични кидиришсиз созланишли бошқа тизимларда қўлланилади.

Агар $f_r = f_c$ танланса, у ҳолда фарқли ўзгартиришда $f_{0ч}$ ва сигнал частотасини тўғридан-тўғри ўзгартиришли РҚҚни қуриш принципи («нолли частотага» ўзгартиришдан) фойдаланилади. Араштиргич сифатида қайта кучайтиргич ишлатилади (8.6, г-расм). Унда преселектордан сигнал ва синхронлаштириш занжири (СЗ) ёрдамида фазагача аниқликда сигнал тебранишларига нисбатан синхронлаштирилган гетеродин СГ тебранишлари берилади. Бу ҳолда синхрон детектор ролини ўйнайдиган қайта кучайтиргич чиқишида сигнал модуляцияси максимал частотасига мос F_{M-max} ўтказиш полосали паст частотали филтр (ПЧФ) ёрдамида ажратиладиган F_M модуляцияли частотали сигнал олинади. Филтр f_c частотадан F_{M-max} га ортиқ ташкил этувчиларни сўндиради, бу билан қабуллагичнинг частотавий танловчанлиги таъминланади. Бундай қабуллагич синхродин дейилади. Унинг афзалликларига соддалиги ва қатор қабул қилиш ён каналларининг йўқлиги киради. Камчиликлари эса ФЧАҚС тизимдан иборат бўлган синхронлаштириш занжирининг паст ҳалақит бардошлиги ва трактнинг чизиклигига оширилган талаблар ҳисобланади. Умумий гетеродиндан квадратурали тебранишлар фойдаланиладиган икки каналли синхродинлар асосида частотани тўғридан-тўғри ўзгартиришли асинхрон қабуллагич қурилади. Унда гетеродин тебранишларини ва сигнални фазагача аниқликда синхронлаштирилиши талаб қилинмайди.

Бинобарин, ҳозирги вақтда РҚҚни супергетеродинли схемада қуриш такомиллашган ва кенг тарқалган, шунинг учун унинг

асосий ўзига хос хусусиятларини атрофлича кўриб чиқамиз. Бу ўзига хос хусусиятларининг кўпчилиги хато сигналларни ҳосил бўлиши билан белгиланади, кўшни ва ён қабул қилиш канали дейилади. У орқали РКҚ трактига f_c частотали турли халақитлар киради. Қабул қилишнинг асосий канали сигнал спектри жойлашган қабуллагичнинг ўтказиш полосаси орқали ҳосил бўлади. Қабул қилишнинг кўшни канали бу $f_{кк}$ частотали ва f_c частотадаги асосий каналга ёпишган каналдир. Қабул қилишнинг етарли бўлмаган танловчанлиги натижасида у орқали етарли филтрланмайди ва частота ўзгартиргичда $f_{оч}^I = |f_r - f_{кк}| \approx f_{оч}$ частотали сигнални вужудга келтиради. Бу сигнал ОЧК ўтказиш полосасига тушади ва шунинг учун фойдали сигнал билан тенг равишда кучайтирилади. Кўшни канал бўйича халақитлар билан курашишнинг асосий чораси ОЧК танловчанлигини оширишдир.

Қабул қилишнинг барча ён каналлари частоталари (фойдали учун ҳам) учун умумий ифодани $f_n = \frac{1}{n}(mf_r \pm f_{оч})$ кўринишида ёзиш мумкин, бу ерда, фойдали сигнал учун $f_n = f_c$, $m=1$, $n=1$, «плюс» ишораси гетеродиннинг «паст» созланишига «минус» эса гетеродиннинг «юқори» созланишига мос келади.

Аксладиган ёки симметрик канал «юқори» созланишда $f_n = f_{ак} = f_r + f_{оч} = f_c \pm 2f_{оч}$ ($m=1$, $n=1$) частотада ёки «паст» созланишда $f_n = f_{ак} = f_r - f_{оч} = f_c - f_{оч}$ частотада ташқи халақитлар орқали ҳосил бўлади. Агар бу частота преселектор ўтказиш полосасига тушса, у ҳолда ОЧ да $|f_{ак} - f_r| = f_{оч}$ частотали ташкил этувчи ҳосил бўлади, яъни фойдали сигнал ҳосил қилган ташкил этувчи каби радиотрактдан ўтади. Натижада фойдали сигналлар ва халақитлар спектрлари устма-уст тушади ва уларнинг частотавий филтрлаш мумкин бўлмай қолади. Канал бўйича халақитларни сўндириши учун преселекторларнинг частотавий танловчанлигини ошириш зарур. $f_{оч}$ ни оширилиши фойдали сигнал частотасида $2f_{оч}$ да турган бу ташкил этувчини преселекторда яхши филтрланишига имкон беради, лекин бунда, фойдали сигнал спектри кенглигига уйғунлаштирилган ўтказиш полосали ОЧКни юқори танловчанлигини таъминлаш қийин бўлади. Агар ташқи ва акс каналлар бўйича халақитларни сўндирилишига талаблар жуда қатъий бўлса, икки-уч мартаба частотани ўзгартириш қўлланилади.

шиш имкониятини беради, лекин бу КТни сезиларли мураккаб-лашувига, хусусан тракт кучайтириш коэффициентини камайишидан ва қабул қилинадиган хабарларни бузилишларидан сақлаш учун барча гетеродинлар частоталари юқори стабиллигини таъминлашни талаб қилади.

Радиотракт РҚҚнинг асосий шовқин параметрларини шакллантиришда ҳам асосий ролни ўйнайди.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. РҚҚ қандай вазифани бажаради?
2. РҚҚнинг турларини санаб чиқинг.
3. РҚҚнинг асосий параметрлари ва тавсифларини айтиб чиқинг.
4. Тўғридан-тўғри кучайтириш РҚҚ нинг тузилиш схемасини келтиринг ва унинг ишлаш принципини тушунтиринг.
5. Супергетеродинли РҚҚ нинг тузилиш схемасини келтиринг ва унинг ишлаш принципини тушунтиринг.
6. Инфрадинли РҚҚ нинг тузилиш схемасини келтиринг ва унинг ишлаш принципини тушунтиринг.

IX боб. КИРИШ ЗАНЖИРЛАРИ

9.1. Кириш занжирлари ҳақида умумий маълумотлар

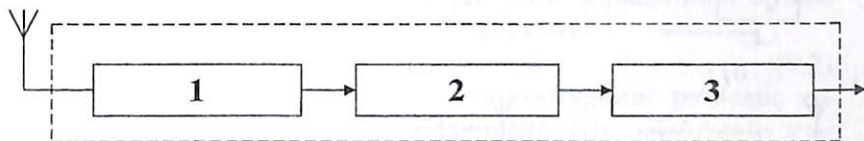
Кириш занжирлари сиғим C ва индуктивлик L дан ташкил топган тебранма контур бўлиб, антенна билан ўзидан кейинги келадиган электр занжирни ўзаро боғлаб туради. Кириш занжирига куйидаги талаблар қўйилади:

– антеннадан келаётган радиосигналлар энергиясини ўзидан кейин келадиган занжирга мумкин қадар исрофсиз узатишга имконият туғдириб бериш:

✓ антеннадан келаётган турли частотали радиосигналлар орасидан фойдали сигналларни аниқ ажратиб олиш;

✓ айрим сабабларга кўра тебранма контурда ҳосил бўлган ички ва ташқи халақит сигналларини мумкин қадар йўқотиш.

9.1-расмда кириш занжирларининг тузилиши кўрсатилган. 1 – кириш занжири билан антенна орасидаги алоқа элемент; 2 – тебраниш контури; 3 – тебраниш контури билан ундан кейин келадиган занжир орасидаги алоқа элементи.



9.1 - расм.

Антенна қабул қилган радиосигнал ва халақит сигналлари алоқа элементи 1 орқали ўтиб тебранма контур 2 га кириб келади. Тебранма контур олдиндан белгилаб қўйилган фойдали сигнал частотасига созланган бўлади. Шу сабаб тебранма контурдан фойдали сигнал ўтиб, у сигнал ўзидан кейинги занжирга узатилади. Шу йўл билан фойдали сигнал халақит сигналларидан қисман тозаланади. Алоқа элементи 1, антенна қаршилиги билан кириш занжирининг кириш қаршилиги, алоқа элементи 3 эса тебранма контур 2нинг чиқиш қаршилиги билан ўзидан кейинги келадиган занжирнинг

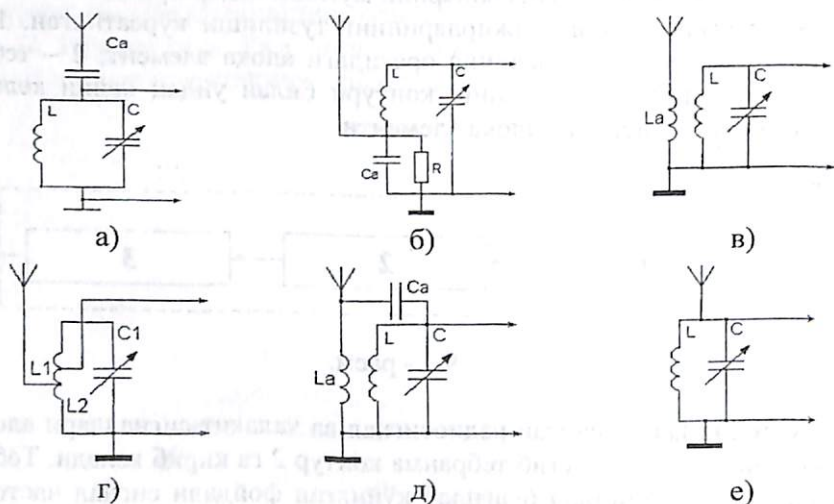
кириш қаршилигини мослаб туради. Демак, кириш занжирини антенна қаршилигини ўзидан кейинги келадиган занжирнинг кириш қаршилиги билан ўзаро мослаб берадиган мословчи трансформатор ҳам деб қараш мумкин.

Кириш занжирлари таркибидаги тебранма контурларнинг сонига қараб бир, икки ёки кўп контурли бўлади. Антенна билан ўзаро боғланишга қараб улар:

- ташқи ва ички сиғим алоқаси (9.2,а,б- расм);
- индуктив алоқали (9.2,в-расм);
- автотрансформатор алоқали (9.2,г-расм);
- сиғим ва индуктив алоқали (9.2,д-расм);
- тўғридан-тўғри алоқали (9.2,е-расм) бўладилар.

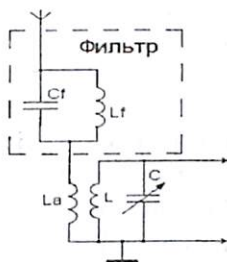
Тўғридан-тўғри алоқали кириш занжирларига антеннанинг таъсири салбий бўлади. Шу сабаб бундай алоқали схемалар қўлланилмайди.

Кириш занжирига кириб келган шовқин, сигналларининг таъсирини йўқотиш учун махсус филтрлар ишлатилади.

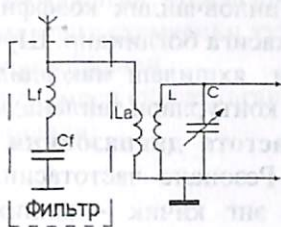


9.2- расм.

9.3-расмда филтр-пробкали кириш занжирларининг схемалари кўрсатилган. 9.3,а-расмда филтр-пробка асосий кириш занжирига кетма-кет, 9.3,б-расмда эса параллел уланган.



а)



б)

9.3-расм.

9.2. Кириш занжирларининг асосий кўрсаткичлари

Кириш занжирларининг асосий кўрсаткичлар қуйидагилардан иборат: **Узатиш коэффиценти.** Кириш занжирининг чиқишидаги кучланишни антеннанинг электр юритувчи кучига бўлган нисбатига кириш занжирининг кучланиш бўйича узатиш коэффиценти деб аталади, яъни

$$K_u = U_{\text{чик}}/E_A \quad (9.1)$$

Кириш занжирининг чиқувчи сигнал қувватининг антенна қувватига нисбатан бўлган нисбатига кириш занжирининг қувват бўйича узатиш коэффиценти деб аталади, яъни:

$$K_p = P_{\text{чик}}/P_A \quad (9.2)$$

Узатиш коэффицентлари тебраниш контурининг резонанс ҳолатида ўзининг энг катта қийматига эришади. Шу сабабдан бу узатиш коэффицентларини кириш занжирларининг резонанс узатиш коэффицентлари деб ҳам аталади. Бу коэффицентлар қанчалик катта бўлса, қабул қилувчи қурилмаларнинг сезгирлиги шунчалик юқори бўлади.

Танловчанлик коэффиценти. Кириш занжирининг танловчанлик коэффиценти, тебранма контур резонанс частотасига созланганда унинг узатиш коэффицентлари, контур носоз ҳолатдаги узатиш коэффицентларидан қанчалик катта эканлигини аниқлаб беради. Танловчанлик коэффиценти қуйидагича ифода этилади:

$$\sigma = K_{\sigma}/K_{\Delta f} \quad (9.3)$$

бу ерда, $\Delta f = f_0 - f$ га тенгдир.

Танловчанлик коэффиценти занжирнинг резонанс характеристикасига боғлиқдир. Шунинг учун ҳам танловчанлик коэффиценти яхшилаш мақсадида тегишлича асликка эга бўлган тебранма контурлари танланади.

Частота диапазонини чегаралаш ёки қамраш коэффиценти. Резонанс частотасининг энг катта – максимал қийматини унинг энг кичик – минимал қиймати бўлган нисбати частота диапазони чегаралаш ёки қамраш коэффиценти деб аталади, яъни:

$$K_{\text{ч}} = f_{0\text{max}}/f_{0\text{min}} \quad (9.4)$$

Кириш занжирининг частота ўтказиш полосаси. Бу коэффицент кириш занжирининг кучланиш бўйича узатиш коэффиценти унинг олдиндан берилган қийматидан ўзгармайдиган ҳолатда сақлаб турувчи частота оралиғидир. Бу коэффицент кучланиш бўйича узатиш коэффицентининг энг катта қийматининг 0,7 сатҳи бўйича аниқланади.

Кириш занжири параметрларининг номуносивлик коэффиценти. Кириш занжирининг бу коэффиценти радио тўлқинларини қабул қилувчи қурилмалар носозланиб қолганда уларнинг асосий характеристик параметрлари қанчалик ўзгариб қолганлигини кўрсатади. Уларнинг ифодалари қуйидагичадир:

а) узатиш коэффиценти бўйича;

$$K = K_{\text{г}}/K_{\text{г}} \quad (9.5)$$

б) танловчанлик коэффиценти бўйича;

$$K_{\sigma} = \sigma_2/\sigma_1 \quad (9.6)$$

в) частота ўтказиш полосаси бўйича

$$K_{\text{чул}} = \Pi_2/\Pi_1 \quad (9.7)$$

Бу коэффицентлар мумкин қадар бирга яқинлашгани маъқул. Чунки улар бирга яқинлашганида характеристик параметрларнинг ўзгариши сезиларли бўлмайди.

9.3. Кириш занжирларининг таҳлили

Кириш занжирларини таҳлил қилиш – бу уларнинг характеристик параметрларини топиш демақдир. Бунинг учун аввалига уларнинг эквивалент схемалари тузилади. Сўнгра эса уларни мумкин қадар соддалаштирилади.

Кириш занжирларини умумлашган эквивалент схемасини тузишда антеннанинг эквивалент схемасидан ҳам фойдаланилади. Чунки кириш занжири антенна билан маълум элементлар орқали

доимо боғланган бўлади. Шу сабаб, умумлашган эквивалент схемани тузишдан олдин антеннанинг эквивалент схемасини тузиш ва унга керакли бўлган ифодаларни ёзиш керак бўлади.

9.4-расмда антеннанинг эквивалент схемаси кўрсатилган.

Схемадаги ифода E_A куйидагича топилади:

$$E_A = h_m E, \quad (9.8)$$

бу ерда, h_m – антеннанинг ишчи баландлиги,

E – қабул қилинаётган радиосигналнинг кучланганлиги,

Z_A – антенна чиқишидаги тўла қаршилик,

I_A – антенна токи.

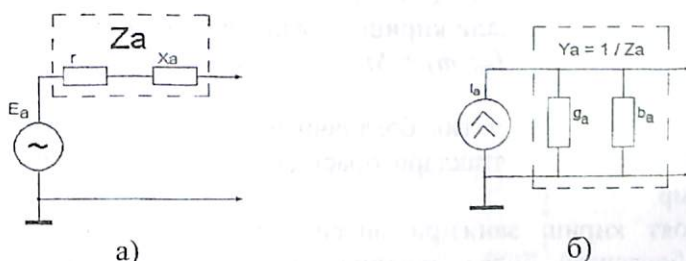
Кириш занжирининг умумлашган эквивалент схемасини тузилаётган пайтда, одатда антеннанинг параллел эквивалент схемаси (9.4,б-расм)дан фойдаланилади ва у схемани кириш занжирининг эквивалент схемасига чала улаш коэффиценти кўринишида уланади. Улаш коэффиценти куйидагича топилади:

$$m = U_I / U_{кон} \quad (9.9)$$

бу ерда,

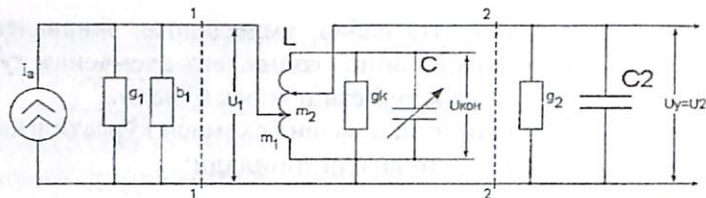
U_I – сигнал манбасининг кучланиши,

$U_{кон}$ – тебранма контурнинг кучланиши. Бу коэффицент антеннанинг кириш занжири билан алоқа даражасини кўрсатади.



9.4- расм.

Юқорида зикр этилганларни ҳисобга олинса, кириш занжирининг умумлашган эквивалент схемаси куйидаги 9.5-расмда кўрсатилганидек бўлади.



9.5- расм.

Схемада, кириш занжирининг ўзидан кейинги каскаднинг кириш ўтказувчанлиги қуйидагига тенг бўлади:

$$Y_K = G_2 + j\omega C_2 \quad (9.10)$$

га тенг деб олинди.

$$m_2 = U_2 / U_{кон}. \quad (9.11)$$

Бу ерда, U_2 – кириш занжирининг чиқишидаги кучланиш бўлиб, уни кейинги занжирнинг кириш кучланиши деб ҳам қараш мумкин.

Фараз қилайлик, кириш занжирининг антенна билан ўзаро боғланиши ташқи сиғим орқали амалга ошаётган бўлсин. Бу ҳолда радиотехник занжирлар назариясига асосан

$$r_a = 0; X_a = 1/\omega C_a; m_1 = m_2 = 1 \quad (9.12)$$

бўлади. Ички сиғим алоқали кириш занжирлари учун эса

$$r_a = 1/\omega^2 C_a^2 R^2; X_a = \omega^2 C_a^2 R^2 / (1 + \omega^2 C_a^2 R^2) \quad (9.13)$$

$$m_1 = C / (C + C_a); m_2 = 1$$

бўлади. Индуктив алоқали кириш занжирлари учун бу параметрлар

$$r_a = r_{ia}; X_a = \omega L_a; m_1 = M/L; m_2 = 1 \quad (9.14)$$

га тенг бўлади.

Бу ерда, M – индуктив боғловчи элементи ва тебраниш контуридаги индуктив ғалтаклари орасидаги ўзаро индуктив коэффициентидир.

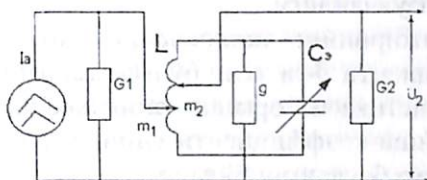
Ниҳоят кириш занжири антенна билан автотрансформатор орқали боғланган бўлса, юкорида зикр этилган параметрларни қуйидагича ёзиш мумкин, яъни:

$$m_1 = \frac{L_1 + M_1}{L} r_a = 0; X_a = 0 \quad (9.15)$$

$$m_2 = \frac{L_2 + M_2}{L}.$$

Бу ерда, L_1 ва L_2 тебраниш контурининг ҳамда антеннани ўзидан кейинги келадиган занжир билан улашишларига тегишли бўлган қисмларининг индуктивлиги.

Одатда, тебранма контурни сиғим ёрдамида соланади. Лекин контурни созланаётган пайтида контурга ўз таъсирини кўрсатаётган ташқи реактив ўтказувчанлик b ва ωC_2 ларни ҳам эътиборга олиш керак бўлади. Бу айтилган фикрни эътиборга оладиган бўлсак, кириш занжирининг умумлашган эквивалент схемаси 9.6-расмда кўрсатилган схемадек содаллашиб қолади.

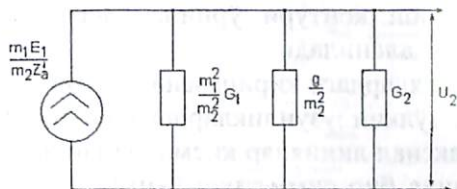


9.6-расм.

Схемадаги тебранма контурнинг эквивалент схемаси қуйидагича топилади:

$$\omega C_3 = m_1^2 b_1 + m_2^2 \omega C_2 + \omega C \quad (9.16)$$

9.6-расмда кўрсатилган эквивалент схемани янада содаллаштириш мумкин. Бунинг учун юкнинг ўтказувчанлиги K_3 чиқиш ўтказувчанлиги G_2 га тенг деб фараз қилиниб, схемадаги элементлар бир-бирлари билан ўзаро параллел уланади. Бу жараён бажарилса, 9.6-расмдаги схеманинг кўриниши 9.7-расмда кўрсатилган кўринишига келиб қолади.



9.7-расм.

Бу схемага асосан:

$$U_2 = U_{\text{чик}} = \frac{m_1 E_A}{m_2 Z_A} \cdot \frac{1}{\frac{m_1^2}{m_2^2} G_1 + \frac{1}{m_2^2} g + G_2} \quad (9.17)$$

га тенг бўлади.

Тенглама (9.1) ва (9.3)ларга асосан кириш занжирининг кучланиш бўйича узатиш коэффициенти қуйидагига тенг бўлади:

$$K_0 = \frac{m_1 m_2}{Z_A'} \cdot \frac{1}{m_1^2 G_1 + g + m_2^2 G_2} = \frac{m_1 m_2}{Z_A' G_3} \quad (9.18)$$

Бу ерда,

$$G_3 = m_1^2 G_1 + g + m_2^2 G_2 \quad (9.19)$$

ифода орқали топилади. Бу ифодадаги G_3 ташқи ўтказувчанлик G_1 ва G_2 ларнинг таъсирини ҳисобга олинган пайтдаги контурнинг эквивалент ўтказувчанлиги.

Кириш занжирининг танловчанлик хоссасига келганда, уни сўниш коэффициенти δ -га тенг бўлган тебранма контурнинг резонанс характеристикаси орқали аниқланади деб айтган эдик. Контурнинг сўниш коэффициенти унинг характеристик қаршилиги билан қуйидагича боғланган бўлади.

$$\delta = \rho \cdot g \quad (9.20)$$

9.4. Турли частота диапазонларида кириш занжирларининг афзалликлари

100 МГцгача бўлган частоталарда кириш занжири контури расмий LC элементларда йиғилади.

300 МГцдан юқори частоталарда контур ғалтагининг индуктивлиги тўлиқ бўлмаган бир ўрамдагидай туюлади, талаб қилинадиган сиғим эса транзистор ва монтаж сиғими билан биргалликдаги сиғимга етиб бўлмайдиган даражага эришади. Контур линия қисмига айланади. Шундай қилиб, 1мдан кам бўлган тўлқин узунликларида тебраниш контури ўрнида тақсимланган параметрли занжирлардан фойдаланилади.

Коаксиал линиялардаги кириш занжирлари.

Дециметрик тўлқин узунликлардаги диапазонларда қисқа таштирилган коаксиал линиялар қисмларидан фойдаланилади. Қаттиқ коаксиал линия бир симметрия ўқиға эга бўлган бирин кетин қўйилган икки қувур трубкадан иборат. Исрофларни камайтириш учун қувурларни яхши ўтказадиган материаллардан тайёрланади. Линия узунлигини қисқа туташтирадиган поршен ёрдамида ўлчанади. Ихчам коаксиал линиялар бир симли ўтказгичли ёки кўп симли ва ташқи металл қобикдан иборат. Линия узунлигига боғлиқ

равишда коаксиал линиялар сиғим ёки индуктивлик характерга эга бўлиши мумкин.

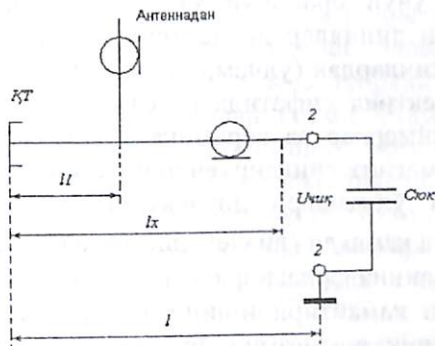
Линиянинг кириш қаршилиги (йўқотишларни ҳисобга олмагандаги) $Z_{кир} \approx j\rho \cdot \operatorname{tg}(2\pi l/\lambda)$, бу ерда, $\rho = 138 \cdot \lg(D/d)$ - ҳаво диэлектрикли коаксиал линиянинг тўлқин қаршилиги; l - линия узунлиги; λ - ишчи тўлқин узунлиги.

Кириш занжири тебраниш контури кўпинча коаксиал линия қисми ва кейинги каскад кучайтирувчи элементни (КЭ) сиғими ва монтаж сиғими йиғиндисига тенг бўлган C_n сиғимидан иборат бўлади (9.8-расм); бу ҳолда, антенна билан алоқа одатда афто-трансформаторли бўлади. Бу схемада контурдаги резонанс коаксиал линиянинг l узунлигини ёки C_n сиғимнинг қийматини танлаш орқали таъминланади. Қатор ҳолларда сошлаш учун ташки ва ички қувурлар орасига махсус зонд қотирилади. Бунда линиянинг эквивалент сиғими ўзгаради. l узунликни қисқа туташтиргични (КТ) суриш орқали таъминланади. Резонанс шарти:

$$j\rho \cdot \operatorname{tg}(2\pi l/\lambda) + 1/(j\omega_0 C_n) = 0 \quad (9.21)$$

Бу ифоданинг l га нисбатан ечиб, λ_0 ишчи тўлқин узунлигига кириш занжирини сошлашдаги коаксиал линиянинг узунлигини ҳисоблаш учун қуйидаги формулани оламыз:

$$l = (\lambda_0/2\pi) \operatorname{arctg}(1/\omega_0 C_n \rho) \quad (9.22)$$



9.8-расм.

Агар l жуда кичик олинса, бу ундан фойдаланиш қийинлигини билдиради, у ҳолда линия узунлигини бошқа қийматини олиш керак бўлади:

$$l' = l + \lambda_0/2.$$

Антенна фидерининг уланиш жойи, яъни уланиш нуқтасидан қисқа туташтирилган нуқтасигача бўлган l_1 масофани керакли уланиш коэффициенти $m_1 = U_1/U_{\text{чик}}$ таъминланишидан келиб чиққан ҳолда аниқланади (бу ерда U_1 ва $U_{\text{чик}}$ — мос равишда уланиш нуқтасидаги ва юкламадаги кучланишлар). Маълумки линия бўйлаб кучланиш амплитудаси синусоидал қонун бўйича ўзгаради. Шунинг учун линиянинг ихтиёрий кесимида $U_x = U_{\text{max}} \sin(2\pi l_x/\lambda)$ бўлади. Агарда $l_x = l$ бўлса, у ҳолда U_1 ни $U_{\text{чик}}$ га бўлиб қуйидагини олампиз:

$$m_1 = \frac{U_1}{U_{\text{чик}}} = \frac{\sin(2\pi l_1 / \lambda_0)}{\sin(2\pi l / \lambda_0)}$$

талаб қилинадиган уланиш коэффициентиға мос келадиган l_1 узунлик қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$l_1 = \frac{\lambda_0}{2\pi} \arcsin(m_1 \sin \frac{2\pi l}{\lambda_0}) \quad (9.23)$$

Кириш занжири контурининг антенна билан алоқаси афто-трансформаторли бўлиши мумкин.

Ораликли линиялардаги кириш занжирлари

ЎЮЧ диапазонида радиоаппаратурани миниатюризациялашни амалга ошириш учун ораликли узатиш линиялари кенг қўлланилади. Ораликли линиялар диэлектрик қатламга жойлаштирилган металл ўтказгичлардан (ўлчамда ва шаклдан) иборат. Ораликли линияларда диэлектрик сифатида асосан турли ϵ магнит сингдирувчанликли полимерлар ва керамикалардан фойдаланилади. Диэлектрик таглик магнит сингдирувчанлигининг ортиши билан ораликли геометрик ўлчамлари диэлектрик ўлчамларига нисбатан деярли $\sqrt{\epsilon}$ мартага камаяди (диэлектрик ҳаво бўлганда).

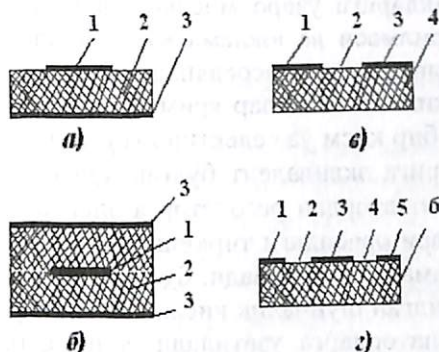
Бу ораликли линиялардаги филтрларнинг массасини ва ўлчамларини сезиларли камайтирилишини таъминлайди. Ораликли линиялар носимметрик, симметрик, ёрикли ва қопланар турларга бўлинади. Носимметрик ораликли линиянинг кўндаланг кесими келтирилган (9.9,а-расм), бунда 1-таглик 2га босма монтаж орқали жойлаштирилган ўтказгич. Таглик ўтказгичга тесқари томондан 3 юпқа металл қатлами билан металлштирилган.

Симметрик ораликли линия (9.9,б-расм) 2 диэлектрик тагликка жойлаштирилган 1 марказий ўтказгичга нисбатан симметрик

жойлаштирилган иккита 3 металлштирилган қатламлардан иборат. Симметрик оралиқли линиялар ташқи таъсирлардан яхши сақланади.

Тирқиш оралиқли линиялар (9.9,в-расм) 4 диэлектрик тагликнинг бир томонига 1 ва 3, 2 ўтказувчан сиртлар орасига жойлаштирилган қисқа тирқиш ҳисобига амалга оширилади.

Копланар оралиқли линия барча экранловчи 1 ва 5 томонлардан 2 ва 4 қисқа тирқишлар билан ажратилган 3 марказий ўтказгич 3 ўтказгичли линия ҳисобланади.



9.9-расм.

Кириш занжирларининг ўЮЧ филтрлари тирқишли линияларда йиғилади. Улар тузилиш жиҳатидан оддий, технологик ва юқори параметрларга эга 9.10,а-расмда тебраниш контурини S_n орқали линия қисқа туташтирилган қисми индуктивлиги ташкил этган кириш занжирининг принципаал схемаси келтирилган. Тирқишли линиянинг l узунлиги ва антеннадан қисқа туташтиргичгача бўлган l_1 масофали мос равишда (9.36) ва (9.37) формулалар орқали аниқлаш мумкин. Бу кириш занжирининг эквивалент схемаси антенна билан автотрансформаторли алоқали контурни ўз ичига олади.

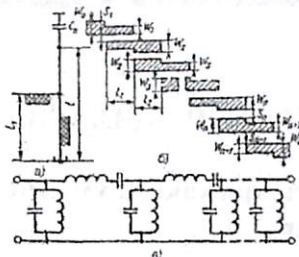
ўЮЧ кўп звеноли тирқишли филтрлар-тирқишли линиялар сифатида бўлақлари ажратилган ёки қисқа туташтирилган параллел боғланишга эга бўлган интеграл ижрода фойдаланиш қулай ҳисобланади.

9.10,б-расмда боғланган тирқишли линияларда йиғилган $(n+1)$ -звеноли тирқишли филтрнинг топологик схемаси келти-

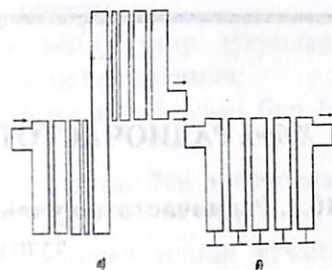
рилган. Фильтрни ҳисоблаш унинг АЧХсига қўйиладиган талаблар бўйича звенолар сони n , линия бўлақларининг узунлиги l_i , боғланган линиялар орасидаги S_i тирқишнинг кенглиги, юқори ва кичик тўлқин қаршилиқларига эга бўлган линия бўлақлари кенглиги W_i аниқланади. Линиялар орасидаги алоқа коэффициенти фильтр звенолари талаб қилинадиган ўтказиш полосасини таъминлашидан келиб чиқиб танланади ва тирқишнинг кенглиги билан фильтр тирқишли линиялар кенглигига боғлиқ.

Тирқишлар кенглигининг ҳар хил бўлиши звеноларнинг турли тўлқин қаршилиқларига ўзаро мослаш, шунингдек, фильтрни антенна фидер қурилмаси ва юклама қаршилиқлари билан мослаштиришини зарурлиги орқали асосланади. Фильтр ҳар иккала учлари ажратилган тирқишли линиялар ярим тўлқинли қисмларидан ташкил топган. Ҳар бир қисм ўз селектив хусусиятлари билан параллел тебраниш контурига эквивалент бўлган ярим тўлқинли резонатор ҳисобланади. Резонатордан резонаторга энергияни узатиш резонаторлар ён сиртлари орасидаги тирқиш орқали электромагнит ўзаро таъсири орқали амалга оширилади. Бу тирқиш қанчалик кенг бўлса, резонаторда йиғилган шунчалик қисқа частоталар полосасида энергия кўшни резонаторларга узатилади, яъни фильтрнинг ўтказиш полосаси қисқаради. Фильтрнинг эквивалент схемаси 9.10,в-расмда келтирилган.

Бундай фильтрларнинг камчиликларига ўтказиш полосасида сезиларли йўқотишларни, чегаравий селективликни юқори эмаслигини, тор ўтказиш полосасини олишни мураккаблигини кўрсатиш мумкин. Юқорида кўрсатилган камчиликларни кўпинча кириш занжирларида ихчам кўп ўтказгичли структуралар асосидаги полосали фильтрлардан фойдаланиш орқали тузатиш мумкин. 9.11,а-расмда панжарасимон полосали фильтр, 9.11,б-расмда эса аррасимон полосали фильтрлар келтирилган. Бундай полосали фильтрлар структураларини афзаллиги ўтказиш полоса яқинида чексиз сўнишли частотавий соҳаларни шаклланиши ҳисобланади. Бу талаб қилинадиган селективликни таъминлаш имкониятини беради, масалан, симметрик канал бўйича фильтрдаги резонаторлар сони кам бўлганида ва шу билан бирга унинг ўтказиш полосасидаги йўқотишларни камайтирилишини таъминлайди.



9.10-расм.



9.11-расм.

Ҳажмий резонаторлардан ташкил топган занжирлар

Сантиметрли диапазонда ва ундан кичик тўлқин узунликларидида тирқишли линиялар билан бир қаторда кириш занжирлари танловчан элементлари сифатида ҳажмий резонаторлар ҳам қўлланилади. Ҳажмий резонаторлар цилиндрик ёки тўғри бурчакли ёпиқ ҳажм ҳисобланади. Резонатор яхши ўтказувчан материалдан тайёрланади. Резонаторнинг ўлчамлари тўлқин узунлиги ва кириш занжирининг созланиш диапазони орқали аниқланади. Резонаторнинг кириш ва чиқиш тўлқин ўтказгичлари билан алоқаси диафрагмалар ёрдамида амалга оширилади. Бунда тирқишнинг ўлчами ва тузилиши алоқа даражасига боғлиқ бўлади. Тўғри бурчакли резонаторда катта бўлмаган чегараларда қайта созлашнинг қотириладиган зонди ёрдамида амалга оширилади. Цилиндрик ҳажмий резонаторда қайта созлаш нисбатан осон бўлиб, бундай резонатор юқори асосликка, тўла экранлантиришга эга ва тайёрланиши нисбатан оддий ҳисобланади. Ҳажмий резонаторлар камчиликларига нисбатан катта оғирлигини ва таннархни киритиш мумкин.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Кириш занжирнинг асосий вазифаси нимада?
2. Кириш занжирнинг асосий турларини санаб ўтинг.
3. Кириш занжирнинг асосий техник параметрлари ва тавсифлари.
4. Турли частота диапазонларидаги ишлайдиган кириш занжирлар ва уларнинг афзалликлари ҳақида айтиб беринг.

Х боб. РАДИОЧАСТОТА КУЧАЙТИРГИЧЛАРИ

10.1. Радиочастота кучайтиргичлари ҳақида умумий тушунчалар

Юқори частотали сигналларни кучайтириш учун хизмат қиладиган электрон қурилмалар радиочастота кучайтиргичлари деб аталади. Радиочастота кучайтиргичлари (РЧКлар), кучайтиргич асбоблари, алоқа занжирлари ва танловчи тизимлардан ташкил топган бўлади. Кучайтиргич асбоби сифатида транзистор ва интеграл микросхемалар қўлланилади. Танловчи тизим сифатида эса тебраниш контури ишлатилади. Айрим пайтларда бир-бири билан ўзаро боғлиқ бўлган тебраниш контурлари, пезо ва акусто оптик филтърлар ҳам қўлланилади.

Танловчи ва алоқа занжирлари ўзаро биргаликда каскадлараро алоқа занжирларини ташкил этади ва бу занжирларга қуйидаги талаблар қўйилади:

- кучайтиргич асбобларининг чиқишидаги қаршилик билан келгуси каскаднинг кириш қаршилигини ўзаро мослаш;
- кучайтиргич асбоблари энергиясини юкламага узатиш;
- керакли частота узатиш полосаси ва танловчанликни таъминлаб бериш. Уларга қўйиладиган талаблар эса қуйидагилар:
 - хусусий шовқинни камайтириш ва қувват бўйича катта узатиш коэффициентини таъминлаш;
 - танловчанлик коэффициентининг сифатини, нафақат асосий канал бўйича, балки кўшни канал ва оралиқ частота каналлари бўйича таъминлаш;
 - гетеродин сигналинини антенна занжирига ўтиб кетишига йўл қўймаслик ва ҳ.к.

Кучайтиргичларни турларга бўлишда уларнинг ўзига хос белгиларидан фойдаланилади. Уларнинг белги ва турларини санаб ўтамиз:

- электрон асбобларининг турларига қараб лампали транзисторли, параметрик ва интеграл микросхемали;
- кучайтиргич асбобларининг уланишига қараб, улар умумий эмитерли, умумий базали ва умумий коллекторли ва майдоний

транзисторлар учун асосан умумий истокли;

■ танловчи занжирнинг турига қараб, улар тўғридан-тўғри, трансформаторли, автотрансформаторли ёки сифимли;

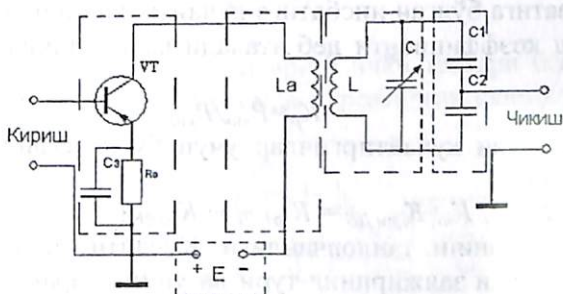
– таркибдаги каскадларнинг сонига қараб, улар бир ёки кўп каскадли;

– юклама турига қараб эса улар резонанс ёки апериодик юкламалари бўлади.

Юкламаси тебранма контурдан ташкил топган кучайтиргичларни резонанс кучайтиргичлари деб аталади. Бундай дейилишига сабаб тебраниш контури олдиндан маълум бўлган фойдали сигнал частотасига соланади ва у ўша частотада резонанс ҳолатига ўтади. Резонанс ҳолатида эса тебраниш контури ўзидан фақат ўз частоталар ўтказиш полосасига мос келадиган частоталарни ўтказиши.

Юкламаси резисторлардан ташкил топган кучайтиргичларни эса апериодик кучайтиргичлар деб аталади. Апериодик кучайтиргичларнинг кучайтириш коэффициенти резонанс кучайтиргичларнинг кучайтириш коэффициентида кичик бўлади.

Кучайтиргичлар қандай бўлишидан қатъи назар, уларнинг ишлаш жараёни барчаси учун бир хилдир. Шу сабаб, уларнинг ишлаш жараёнларини тушунтиришда 10.1-расм кўрсатилган схемадан фойдаланса бўлади.



10.1-расм.

Схемада, кириш занжиридан чиқаётган сигнал кучайтиргич асбобига келиб тушади. Радиотехник занжирлар назариясига асосан резонанс пайтида кучайтириш асбобининг юклама бўлган тебранма контурнинг қаршилиги актив ва катта қийматли бўлади. Шу сабаб, кучайтириш асбобига кириб келаётган сигнал қанчалик кичик

бўлмасин, ундан қатъи назар, катта қаршилиқда катта кучланиш тушувини ҳосил қилади. Шундай экан, демак бу радиосигнал кучаяди. Ундан ташқари, радиосигнал кучайтиргич асбобларининг ўзига хос хоссаларига асосланган ҳолда кучаяди. Кучайтиришнинг бу усулида кучланиши манбаининг ҳам улуши бўлади. Одатда, кучайтиришнинг бу хусусий ҳолида сигнал, нафақат кучланиш бўйича, балки қувват бўйича ҳам амалга ошади.

10.2. Радиочастота кучайтиргичларнинг асосий параметрлари

Радиочастота кучайтиргичларининг қуйидаги асосий параметрлари бор:

–кучайтириш коэффициенти, кучайтириш коэффициенти ўз навбатида кучланиш ва қувват бўйича бўлади;

Кучайтиргич чиқишидаги сигнал кучланишининг унинг киришидаги сигнал кучланишига бўлган нисбатига кучайтиргичнинг кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти деб аталади ва қуйидагича ифодаланади:

$$K_u = U_{\text{чик}}/U_{\text{кир}}; \quad K_{u\text{ДБ}} = 20 \lg K \quad (10.1)$$

Кўп каскадли кучайтиргичлар учун умумий кучайтириш коэффициенти қуйидагича аниқланади,

$$K_{\text{ум}} = K_1 \cdot K_2 \dots K_n; \quad K_{\text{умДБ}} = K_{1\text{ДБ}} + K_{2\text{ДБ}} + \dots + K_{n\text{ДБ}} \quad (10.2)$$

Юкламадаги чиқиш қувватнинг кучайтиргичнинг киришидаги сигнал қувватига бўлган нисбатига кучайтиргичнинг қувват бўйича кучайтириш коэффициенти деб аталади ва у қуйидагича ифодаланади,

$$K_p = P_{\text{чик}}/P_{\text{кир}}$$

Кўп каскадли кучайтиргичлар учун бу коэффициент қуйидагича аниқланади,

$$K_{p\text{ум}} = K_{p1} \cdot K_{p2} \dots K_n; \quad K_{\text{умДБ}} = K_{p1\text{ДБ}} + K_{p2\text{ДБ}} + \dots + K_{pn\text{ДБ}} \quad (10.3)$$

Кучайтиргичнинг танловчанлиги. Кучайтиргичларнинг бу параметри танловчи занжирнинг тури ва унинг параметри ҳамда кучайтиргич асбобининг юкламасига боғлиқ бўлади. У танловчанлик коэффициенти $\sigma = K_0/K_{\text{дф}}$ билан баҳоланади. Бу коэффициент резонанс пайтидаги кучайтириш коэффициенти, тебранма контур носозланиб қолганда қанчалик камайишни кўрсатади. Кўп каскадли кучайтиргичларда бу коэффициент қуйидагича аниқланади,

$$\sigma_{\text{ум}} = \sigma_1 \cdot \sigma_2 \dots \sigma_n; \quad \sigma_{\text{умДБ}} = \sigma_{1\text{ДБ}} + \sigma_{2\text{ДБ}} + \dots + \sigma_{n\text{ДБ}} \quad (10.4)$$

Кучайтиргичнинг частота ўтказиш полосаси. Бу шундай полосаки, бу полосанинг чегараларида кучайтириш коэффициенти резонанс кучайтириш коэффициентига нисбатан ўзгариши сезиларли бўлмайди. Бу полосанинг кенглиги резонанс кучайтириш коэффициентининг 0,707 га тенг бўлган сатҳи билан аниқланади.

Кучайтиргичнинг барқарор ишлаши. Кучайтиргичнинг бу параметри уни ишлаш жараёни шартлари ўзгариб қолганда ўз параметрлари қийматини сақлаб қолиш қобилиятини кўрсатади.

10.3. Ички тескари алоқанинг кучайтиргич хоссаларига таъсири

Кучайтиргичларда ички тескари алоқа манба занжири, элементларни ўзаро боғлайдиган занжирлар ҳамда кучайтиргич асбобларининг ўзида содир бўладиган ички алоқа ўтказувчанликлари натижасида содир бўлади. Биополяр транзисторларда бу алоқа комплекс ўтказувчанлик орқали топилади, яъни:

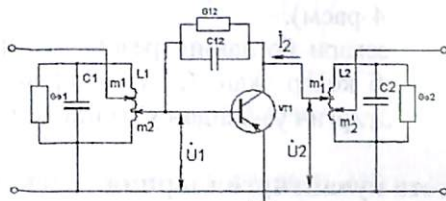
$$-Y_{21} = G_{12} + j\omega C_{12} = |Y_{12}| e^{j\varphi_{12}} \quad (10.5)$$

Бу ерда,

$$|Y_{12}| = \sqrt{G_{12}^2 + (\omega C_{12})^2} \quad (10.6)$$

$$\varphi_{12} = \arctg(\omega C_{12} / G_{12}) = \arctg(\omega \tau_{1-2}) \quad (10.7)$$

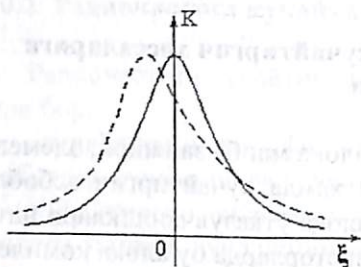
Кучайтиргичларнинг хоссаларига ички тескари боғланиш таъсири аниқлаш учун 10.2-расмда кўрсатилган схемадан фойдаланилади.



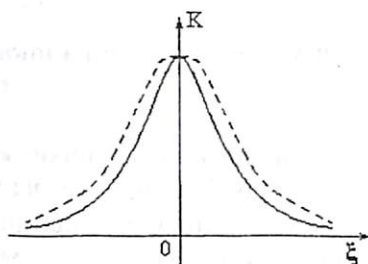
10.2-расм.

Фараз қилайлик, чиқиш контури, кириш контури частотасига созланган бўлсин. Агарда киришдаги динамик ўтказувчанлик частотага боғлиқ бўлмаганда, киришдаги контурнинг амплитуда – час-

тота характеристикаси АЧХ 10.3-расмда кўрсатилган қалин чизиққа ўхшаган бўларди. Аммо ўтказувчанлик G_{12} ва C_{12} лар частотага боғлиқ бўлгани учун резонанс частотадан кичик частоталарга бу ўтказувчанликлар манфий қийматга эга бўлади. Бу кучайтириш коэффициентини кўпайтириб юборади. 10.3-расмда кучайтириш коэффициентининг ортиб бориши узук-узук пунктир чизиқлар билан кўрсатилган.



10.3-расм.



10.4-расм.

Резонанс частотасидан катта частоталарда G_{KTA2} мусбат қийматли бўлади. Бунинг оқибатида контурда исрофгарчилик пайдо бўлади ва кучайтириш коэффициентининг камайиши содир бўлади. Бу эса занжирда манфий тескари боғланиш ўз таъсирини кўрсатади демакдир.

Агар таъсир этган кириш сигнали частотаси резонанс частотаси атрофида ўзгариб турадиган бўлса, у ҳолда ўтказувчанлик G_{KTA1} камаяди ва контурнинг асллигини ошиши кузатилади. Кучайтириш коэффициенти эса резонанс характеристикасининг ҳар икки томони бўйича кўпаяди ҳамда резонанс характеристикасининг чўққиси оралиғи кенгайди (10.4-расм).

Шундай қилиб, тескари боғланиш резонанс характеристикасини деформациялашга олиб келар экан. G_{KTA2} манфий бўлганлиги учун, айрим пайтларда кучайтиргич ўз-ўзидан уйғониб кетиши ҳам мумкин.

10.4. Радиочастота кучайтиргичларнинг каскадли схемалари

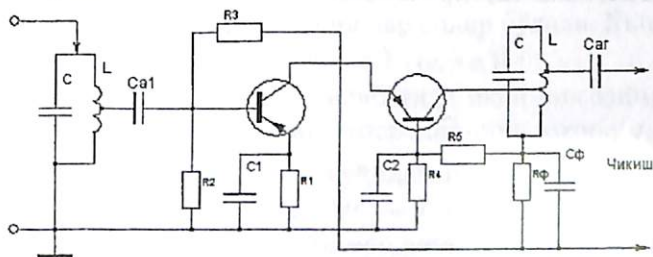
Кучайтиргич элементларининг уланишига қараб кучайтиргичлар ҳам уч хил, яъни умумий эмиттерли, умумий базали ва умумий коллекторли бўлади деган эдик. Майдон транзисторлари ҳам шунга мос равишда асосий схемага уланади. Бу уланишларнинг турига қараб, кучайтиргичларнинг характеристик параметрлари турлича

бўлиб, улар бир-бирларидан фарк қилади. Масалан, умумий базали кучайтиргичларда, умумий эмиттерли кучайтиргичларга қараганда қиймати жиҳатидан катта бўлган баркарор кучайтириш коэффициентини олиш мумкин. Умумий эмиттерли кучайтиргичларда эса уларнинг кириш ўтказувчанлиги кичик бўлади. Бу ўз навбатида кучайтиргичнинг қувват бўйича кучайтириш коэффициентининг миқдорини катта бўлишига имконият яратади.

Баъзан бир вақтнинг ўзида ҳам кучланиш, ҳам қувват бўйича миқдорлари жиҳатидан катта бўлган кучайтириш коэффициентини олиш талаб этилиб қолади. Одатда, бундай пайтларда, номлари юқорида зикр этилган кучайтиргичларнинг ҳар иккаласидан бир вақтда фойдаланиш тўғри келади. Шу мақсадда уларни бир-бирлари билан кетма-кет уланади.

Кучайтиргич схемаларини бир-бирлари билан ўзаро кетма-кет ёки параллел улаш натижасида олинган янги схемани кучайтиргичларнинг каскодли схемалари деб аталади. Шундай схемалардан бири 10.5-расмда кўрсатилган.

Схемада, манбага нисбатан транзисторлар бир-бирлари ўзаро кетма-кет уланган. Резистор, R_2 , R_3 , R_4 ва R_5 лар транзисторларнинг ишчи нуқтасини танлаб бериш ва коллектор токини бир меърда ушлаб туриш учун хизмат қилади. R_ϕ ва C_ϕ лар эса филътр вазифасини ўтайди.



10.5-расм.

Кучайтиргичнинг биринчи каскади учун унинг кучайтириш коэффициенти қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$K_{O1} = \frac{Y_{21-1}}{G_{\Sigma 1}} \approx \frac{|Y_{21-1}|}{|Y_{21-2} + Y_{11-2}|} \quad (10.8)$$

Иккинчи каскад учун эса,

$$K_{O2} = \frac{|Y_{21-2}|}{G_{\Sigma 2}} \quad (10.9)$$

кўринишга эга бўлади.

Бу ерда, $G_{\Sigma} \approx |Y_{21-2} + Y_{11-2}|$ биринчи каскад учун юк вазифасини ўтайдиган иккинчи каскаднинг киришидаги ўтказувчанлик, $G_{\Sigma 2}$ – эса иккинчи каскад контурининг эквивалент ўтказувчанлигидир.

Каскод схемали кучайтиргичларнинг умумий кучайтириш коэффициенти қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$K_{O_{1,2}} \approx K_{O_1} \cdot K_{O_2} \approx \frac{|Y_{21-2}|}{G_{\Sigma 2}}$$

Кувват бўйича кучайтириш коэффициенти эса,

$$K_{P_1} = \frac{|Y_{21-2}|}{G_{\Sigma}} \cdot K_{O_1}^2 = \frac{Y_{21-1}^2}{Y_{21-2} G_{\Sigma}} \quad (10.10)$$

га тенг бўлади.

Бу ерда, G_{Σ} – биринчи каскаднинг киришидаги эквивалент ўтказувчанликдир.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Радиочастота кучайтиргичнинг вазифаси нимада?
2. Радиочастота кучайтиргичнинг асосий техник параметрлари ҳақида айтиб беринг.
3. Ички тескари алоқа радиочастота кучайтиргичнинг параметрларига қанақа таъсир қилади?

XI боб. ЧАСТОТА ЎЗГАРТИРГИЧЛАР

11.1. Частота ўзгартириш ҳақида умумий тушунчалар

Одатда, частота ўзгартириш жараёни, ўзгартиргичлар схема-сига камида иккита юқори частотали сигнал кучланиши таъсир этганда, у кучланишларнинг бир-бирлари билан ўзаро таъсири натижасида содир бўлади. Бу жараёни аналитик ифодасини топиш амали куйидагича бўлади.

Фараз қилайлик, ўзгартиргичга таъсир этаётган юқори частотали сигнал кучланиши куйидагича ифода этилган бўлсин.

$$U_c = U_{mc} \cos(\omega_c t + \varphi_c) \quad (11.1)$$

Иккинчи сигнал махсус генератордан чиқаётган бўлсин. Бу генераторни гетеродин деб ҳам аталади. Гетеродин сигналининг кучланиши куйидагича бўлсин.

$$U_z = U_{mz} \cos(\omega_z t + \varphi_z) \quad (11.2)$$

Маълумки, иккита функцияни ўзаро кўпайтмасининг таркибида ҳам частоталарнинг йиғиндисидан ҳам айирмасидан ташкил топган частота бўлади. Шу сабаб, бизнинг хусусий ҳолда ҳам худди шу жараёни такрорловчи кучланишлар содир бўлади. Яъни:

$$U_1 = K_{\alpha} \cdot U_{mc} U_{mz} [(\omega_z + \omega_c)t + (\varphi_z + \varphi_c)] \quad (11.3)$$

Иккинчи ташкил этувчи ўз навбатида икки хил қийматли бўлади. Агарда $\omega_z > \omega_c$ бўлса, буни гетеродиннинг юқори созланганлиги деб аталади. Бу ҳол учун U_1^* куйидагига тенг бўлади.

$$U_1^* = K_{\alpha} \cdot U_{mz} \cdot U_{mc} \cos[(\omega_z - \omega_c)t + (\varphi_z - \varphi_c)] \quad (11.4)$$

Агарда $\omega_z < \omega_c$ бўлса, буни гетеродиннинг куйи созланганлиги деб аталади. Бу ҳол учун U_1^* куйидагига тенг бўлади:

$$U_1^* = K_{\alpha} \cdot U_{mz} \cdot U_{mc} \cos[(\omega_c - \omega_z)t + (\varphi_c - \varphi_z)] \quad (11.5)$$

Бу кучланишларнинг амплитудаси, кучланиш U_{mz} ва U_{mc} ларнинг амплитудаларига, схема узатиш коэффициенти K_{α} нинг қийматига боғлиқ бўлади.

Частота ўзгартиш жараёнини икки хил усул билан содир этиш мумкин. Улардан бири элементларни эгри чизиқли ўтказувчанликларининг хоссаларига асослангандир.

Электр ва радиотехник занжирлар назариясидан шу нарса маълумки, $i = i_0 + \alpha u + \beta u^2 + \gamma u^3 + \dots$ кўринишли вольтампер характеристикага эга бўлган эгри чизиқли элементларга турли частотага эга бўлган иккита кучланиш таъсир этса. Шу элементлардан чиқаётган чиқиш токининг таркибида таъсир этаётган кучланиш частоталарининг турли комбинациялари ҳосил бўлади. Частоталарнинг бу комбинацияларини қуйидагича эканлигини кўрсатиш мумкин.

$$\omega_k = |r\omega_r \pm g\omega_c| \quad (11.6)$$

бу ерда, r ва g лар мусбат бутун сонлардир.

Частота ўзгартишнинг иккинчи усули ўзгарувчан параметрли чизиқли элементларнинг хоссаларига асослангандир. Агарда тўрт кутбли, кириш кучланишларига нисбатан чизиқли бўлса, бундай тўрт кутблилар даврий ўзгариб турувчи узатиш коэффициентига эга бўлади. Бу коэффициент қуйидагича ифода этилади.

$$K = K_0(1 + \cos \omega_r t)$$

Бундай тўрт кутбли киришига (11.1)га ўхшаш кучланиш таъсир эттирилса, унинг чиқишида қуйидагича кучланиш ҳосил бўлади:

$$U_2 = KU_0 = K_0(1 + \cos \omega_r t)U_{mc} \cos(\omega_c t + \varphi_c)$$

Чизиқли тўрт кутблиларнинг кўпайтира олиш хоссасига асосан, уларнинг таркибидан тенглама (11.3) ва (11.5)ларга ўхшаш кучланишларни ажратиб олиш мумкин. Фарқи шуки, бу ерда асосий частотага ω_r дан ташқари унинг юқори гармоникалари ҳам содир бўлади. Бундай ҳолатда чиқишидаги кучланиш кичик частотасининг комбинацион кўриниши қуйидагича бўлади.

$$\omega_k = |r\omega_r \pm \omega_c| \quad (11.7)$$

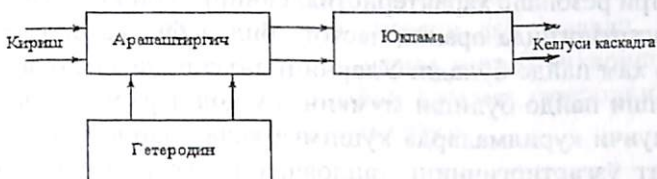
Шундай қилиб, чиқишдаги кучланиш учун частоталар комбинациялари орасидан бирортасини танлаб олиш мумкин. У частотани оралиқ частота дейилади. Бу частотали кучланишни эса оралиқ частота кучланиши деб аталади ва қуйидаги кўринишга эга.

$$U_{op} = U_{mop} \cos(\omega_{op} t + \varphi_{op}) \quad (11.8)$$

Бу кучланишнинг амплитудаси, частота ва фазаларнинг ўзгариши кириш сигнали кучланишининг амплитуда, частота ва фазаларнинг ўзгариш қонуниятига ўхшаш бўлади.

Агарда оралиқ частота ω_{op} кириш сигнали ва гетеродиндан келаётган сигнали частоталарининг биринчи гармониклари натижа-сида ҳосил бўлса, бундай ўзгартишни содда ўзгартиш деб аталади. Бошқа хусусий ҳолларда эса ўзгартиш мураккаб ўзгартиш деб аталади.

Частотали ўзгартириб берадиган қурилмаларни частота ўзгартиргичлари деб аталади. Демак, частота ўзгартиргичларининг таркибида эгри чизиқли элементлар ёки ўзгарувчан параметрли чизиқли элементлар, гетеродин ва юклама бўлиши керак экан (11.1-расм).



11.1-расм.

Частотани аралаштириб берадиган, эгри чизиқли элементларда ёки ўзгарувчан параметрли элементлардан ташкил топган звенони аралаштиргич деб аталади. Частота ўзгартиргичи икки қисмдан аралаштиргич ва гетеродиндан ташкил топган бўлади.

Аралаштиргич сифатида турли элементлар ишлатилади, масалан, эгри чизиқли сифим, индуктивлик, турли электрон ёки яримўтказгич асбоблар. Гетеродин, одатда ўз-ўзидан уйғонувчи генератор бўлади.

11.2. Частота ўзгартиргичларнинг асосий параметрлари

Частота ўзгартиргичларнинг сифатини баҳолаш учун уларнинг турли кўрсаткичларидан фойдаланилади:

– частота ўзгартиш коэффициенти. Частота ўзгартиргичи чиқишидаги оралиқ частота кучланишининг киришдаги кучланишига бўлган нисбатига ўзгартиргичнинг кучланиш бўйича частота ўзгартиш коэффициенти деб аталади ва у қуйидагича ифодаланади:

$$K_{\nu} = \frac{U_{\text{оп}}}{U_k}$$

Частота ўзгартиргич чиқишидаги оралиқ частота сигнал қувватини унинг киришдаги қувватига бўлган нисбати ўзгартиргичнинг қувват бўйича частота ўзгартиш коэффициенти деб аталади ва у қуйидагича ифодаланади:

$$K_{\text{ув}} = \frac{P_{\text{оп}}}{P_c}$$

– частота ишчи минтақаси. Ўзгартиргичнинг частоталар полосаси киришдаги сигналнинг частота минтақаси билан аниқланади. Бу ишчи частотавий минтақани шакллантиришда гетеродин частотасини ўзгартириб, оралик частотанинг минтақасини шакллантиради.

– ўзгартиргичнинг танловчанлик хоссаси. Ўзгартиргичнинг бу параметри резонанс характеристикасининг тури юкламага боғлиқ.

Ўзгартиргичда оралик частота билан бир қаторда ёндаш частоталар ҳам пайдо бўлади. Уларнинг таъсирида ҳам оралик частота кучланиши пайдо бўлиши мумкин. Бу ҳолат радиосигналларни қабул қилувчи қурилмаларда қўшимча канал пайдо бўлиши мумкин. Бу ҳолат ўзгартиргичнинг танловчанлик коэффициентиги салбий таъсир кўрсатади.

– ўзгартиш тиклиги. Чиқишдаги оралик частота токининг киришдаги кучланиш амплитудасига бўлган нисбатига ўзгартиш тиклиги деб аталади. У қуйидагича ифодаланади:

$$S_{opt} = \frac{I_{mcp}}{U_{mc}} \Big|_{U=0} = \frac{1}{2} G_n R, \quad (11.9)$$

бу ерда, S_{opt} – тўғри йўналган ток, U_{mc} – тўғри йўналган кучланиш, G_n – тўғри ўтказувчанлик.

Агар ўзгартиргичнинг чиқишига оралик частота кучланиши берилса, шу кучланишга нисбатан кириш токини олиш мумкин, яъни ҳар қандай частота ўзгартиргичнинг чиқишдаги кучланиши унинг киришдаги токка ўз таъсирини кўрсатар экан. Бундай таъсир аралаштиргичнинг тескари ўтказувчанлиги туфайли содир бўлади.

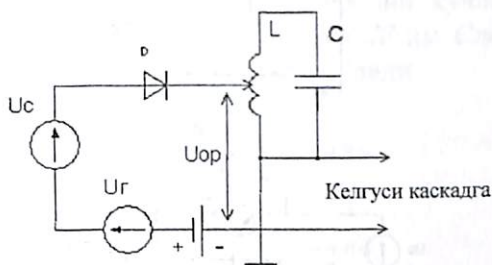
11.3. Частота ўзгартиргичларнинг турлари

Юқорида эслатиб ўтганимиздек ўзгартиргичларнинг асосий элементлари: диод ва транзисторлардир. Булар орасидаги асосий фарқ шуки, транзисторли ўзгартиргичларда кириш кучланишини чиқишдаги токка нисбатан таъсири, чиқишдаги кучланишни киришдаги токка нисбатан таъсиридан фарқ қилади. Диодли ўзгартиргичларда эса бундай эмас. Уларда диодга киришдаги кучланиши таъсир этар экан, ток ўз қийматини ўзгартмайди. Демак, диодга кучланишларнинг ҳар икки томонидан таъсири бир хилда бўла-верар экан.

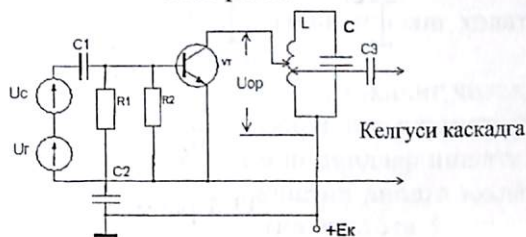
Одатда, транзисторлар, сифимли ва туннели диодлар сигналларни кучайтириш хоссасига ҳам эгадир. Шу сабаб, улардан фойдаланиб бир вақтнинг ўзида ҳам частотани ўзгартирадиган, ҳам сиг-

налларни кучайтирадиган актив ўзгартгичлар яшаш мумкин. Лекин оддий диодлар эса бундан мустаснодир. Улар сигналларни кучайтириш ўрнига уларни сусайтирадилар. Бундай диодлар асосига қурилган ўзгартгичлар пасив ўзгартгичлар деб аталади.

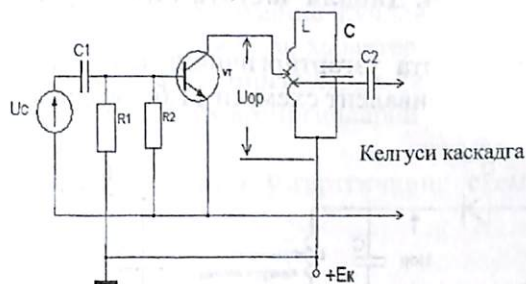
Актив ўзгартгичларда, ўзгартгич асбоби бир вақтнинг ўзида ҳам частотани ўзгартиради, ҳам гетеродин вазифасини ўтади. Бундай частота ўзгартгичларини автодин деб аталади. Бундай ўзгартгичларда частота ўзгартиш сигнал ишлаб чиқариш ҳолатлари бир хилда бўлмайди. Шу тўғрисида алоҳида гетеродинли частота ўзгартгичларини ишлатган маъқулдир.



11.2-расм.



а)

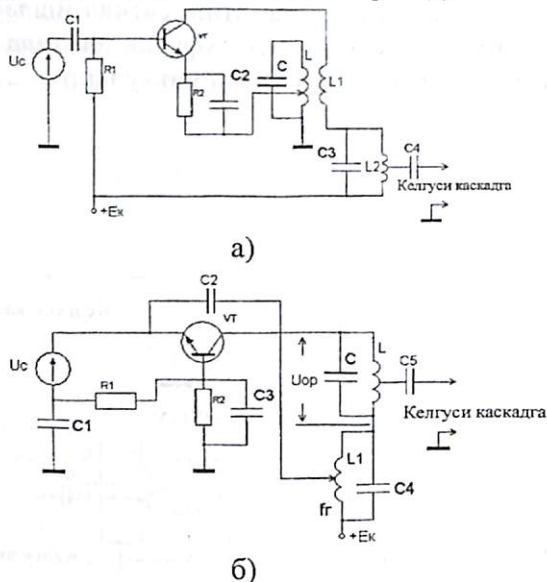


б)

11.3-расм.

11.2-расмда диодли частота ўзгартиргичнинг схемаси кўрсатилган. Схемادا сигнал манбаси ва гетеродин диод занжирига кетма-кет уланган. Ўзгартириладиган сигнал кучланишининг манбаи бўлган кириш занжири ва радиосигнал кучайтиргичи расмда кўрсатилмаган.

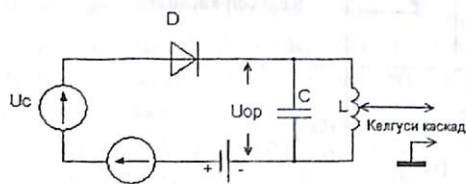
11.3-расмда транзисторли частота ўзгартиргичининг икки тури кўрсатилган. 11.4-расмда эса автодин схемалари кўрсатилган.



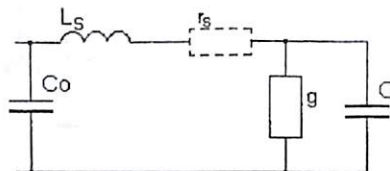
11.4-расм.

11.4. Диодли частота ўзгартиргичлар

Диодли частота ўзгартиргичнинг схемаси 11.5-расмда кўрсатилган. Унинг эквивалент схемаси 11.6-расмда кўрсатилган.



11.5-расм.



11.6-расм.

Схемадаги g ва C лар яримўтказгичли диоднинг электрон ковак ўтиш жойидаги ўтказувчанлик ва сиғим. L_s ва r_s лар эса ўтказгич симлар уланадиган жойдаги қаршилик ва индуктивк. C_o диодни ушлаб турувчи унсурнинг сиғими. Одатда L_s ва r_s ларнинг қийматлари жуда кичик аммо ўта юқори частоталарда уларни эътибордан ташқарида қолдириш мумкин эмас.

Ўзгартиргичлар диод характеристикасининг эгри чизиқли қисмида ишлашлиги учун гетеродинни кучланиши сигнал кучланишидан катта бўлишлиги керак. Шу сабабли, ўтказувчанлик g ва сиғим C лар сигнал кучланишига эмас, балки гетеродни кучланишига нисбатан ўзгаради. Агарда гетеродни кучланишини $U_2 = U_m \cos(\omega_2 t)$ десак, ўтказувчанлик $g (+)$ ва сиғим C ларнинг у кучланишга нисбатан ўзгариши куйидагича бўлади

$$g(+)=g_0+\sum_{l=1}^{\infty}g_R\cos R\omega_2 t$$

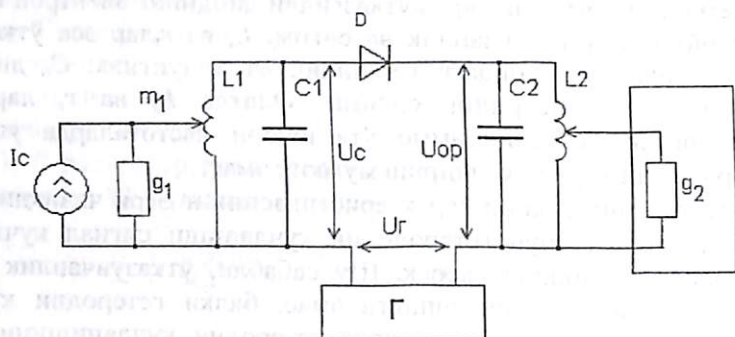
$$C(+)=C_0+\sum_{l=1}^{\infty}C_R\cos R\omega_2 t$$

Частота ўзгартиргичларда диодларни ишлаш ҳолати икки кўринишда бўлади. Улар куйидагилар:

1. Гетеродин кучланиши асосан тўғри токнинг чизиқли қисмида ўзгаради. Унинг бир қисмигина тескари ток қисмига ўтиши мумкин. Бундай ҳолатларда кичик сиғимли диодлар ишлатилса бўлади. Асосий вазифа шу эгри чизиқли резистив диодга юклатилганлиги учун бундай ўзгартгичларни резистив частота ўзгартгичлари деб аталади.

2. Диодларга манфий аралаштириш кучланиши берилганлиги учун гетеродиннинг кучланиши асосан характеристиканинг манфий қисмида ўзгаради, бундай ўзгартиргичларда сиғими катта бўлган диодлар ишлатилади. Бундай ўзгартиргичларни сиғимли ўзгартиргичлар деб аталади.

11.7-расмда резистив частота ўзгартгичнинг схемаси кўрсатилган.



11.7-расм.

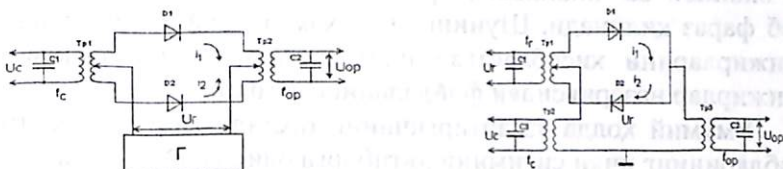
Схемада L_1 , C_1 резонанс контури. У кириш сигнал манбаси вазифасини бажаради. L_2 , C_2 чиқиш контури, g_2 ўзидан кейин келадиган занжирнинг кириш ўтказувчанлиги.

11.8-расмда диодли баланс частота ўзгартгичларининг схемалари кўрсатилган.

11.8,а-расмда диод D_1 ва D_2 ларга гетеродин кучланиши бир хилда фаза билан таъсир этади. Сигнал кучланиши эса трансформатор орқали қарама-қарши фазада таъсир этади. Сигнал кучланиши ҳар бир елкаларга қарама-қарши фазада таъсир этаётганлиги туфайли оралиқ частота тоқлари ҳам бир-бирларидан маълум фазага силжиган бўлади. Трансформатор Tr_2 нинг бирламчи чулғамларидаги тоқлар фазалари бир-бирига қарама-қарши бўлганлиги туфайли, чиқишдаги кучланиш ҳам уларнинг айирмасига тенг бўлади. Ток ва уларнинг ўзаро айирмаси орқали частота бўйича таркибий ташкил этувчиси ўзаро мос тушади. Чиқишдаги кучланиш эса у ташкил этувчиларнинг йиғиндиси орқали топилади. Худди шу пайтда гетеродин кучланиши диодларининг елкаларига бир хил фазалар орқали таъсир этади. Шундай экан, гетеродин кучланиши U_2 ва f_{op} частотали сигнал кучланишларининг ўзаро қўшилиши натижасида ҳосил бўлган ток i_1 ва i_2 ларнинг фазалари бир хил бўлади. Занжир симметрик бўлганда улар фарқи нолга тенг бўлади. Натижада уларнинг таъсири ҳосил бўладиган кучланиш чиқишда бўлмайди.

11.8,б-расмдаги схема кириши унинг чиқиши билан алмаштирилганда ҳам жараён юқоридагича кечади.

11.8,б-расмда кўрсатилган схемада кириш ва гетеродин кучланишлари диод D_1 ва D_2 трансформаторнинг иккиламчи чулғамининг ярмисидан ташкил топган кўприкчанинг диагоналлариغا таъсир этади. Ток i_1 ва i_2 ларнинг ташкил этувчилари кириш ва чиқиш контурлари уланган кўприкнинг диагоналидан ўтмайди. Улар диодлар орқали оқиб берк электро занжир ҳосил қилади. Шу сабабдан гетеродин кучланиши кириш ва чиқиш занжирларига ўз таъсирини кўрсата олмайди.



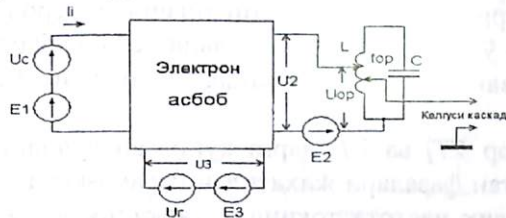
11.8-расм.

Частотаси ўзгартириладиган сигнал кучланиши диод D_1 ва D_2 ларда фазалари жиҳатидан бир хил бўлади. Диодлар бир-бирлари билан қарама-қарши уланганликлари учун кучланишлар, қарама-қарши бўлади.

Ток i_1 ва i_2 лар расмда кўрсатилганидек йўналади. Улар трансформаторнинг бирламчи чулғамларидан оқиб ўтиб, у тоқларнинг йиғиндисига мутаносиб бўлган кучланиш ҳосил қилади.

11.5. Транзисторли частота ўзгартиргичлари

Транзисторли частота ўзгартиргичининг умумлаштирилган схемаси 11.9-расмда кўрсатилган



11.9-расм.

Частота ўзгартиргичнинг иккита кириши бор. Улардан бири частотаси ўзгартириладиган сигнал U_c учун, иккинчиси эса

гетеродин кучланиши U_1 учундир. Булардан ташқари оралик частота кучланиши, яъни чиқиш кучланиши учун ҳам махсус кутб бор. Бундай частота ўзгартиргичларининг ўзига хос хусусияти шундаки, уларда кириш сигналнинг кучланиши U_2 дан одатда бир неча минг ва миллион марта кичик бўлади.

Шу сабаб, бу сигнал кучланиши гетеродин токи ва қувватига ўз таъсирини кўрсата олмайди. Шундай экан, бу ва шунга ўхшаш частота ўзгартиргичларини таҳлил қилинаётганда киришдаги сигнал кучланиши ва чиқишдаги оралик частота кучланиши, гўё йўқдек деб фараз қилинади. Шунинг учун ҳам бундай ўзгартиргич электр занжирларини ҳисоблаётган пайтда оддий эгри чизиқли электр занжирлар назариясидан фойдаланиш мумкин.

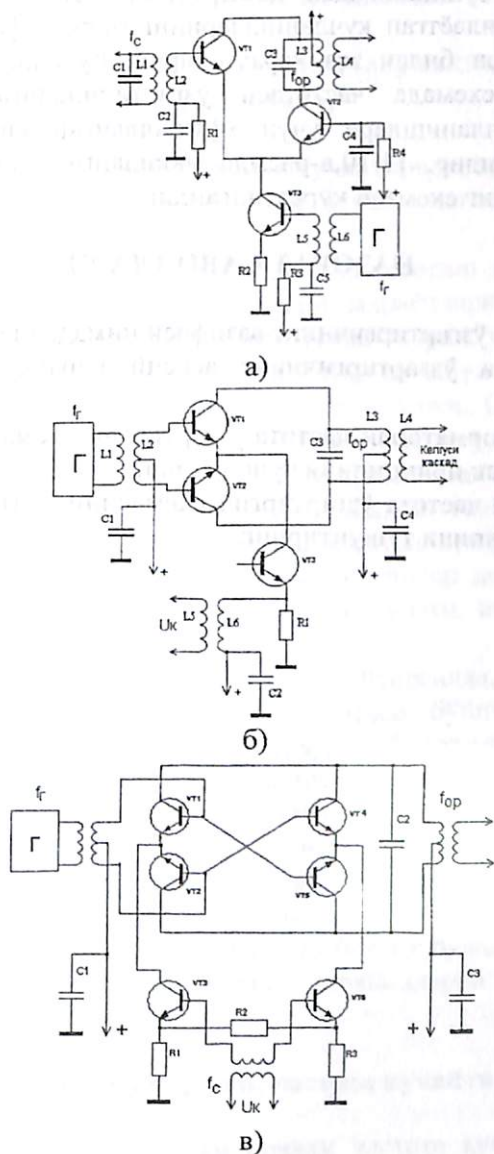
Умумий ҳолда ўзгартиргичнинг таҳлили вақтида электрон асбобларининг ички сиғимини эътиборга олишга тўғри келади. Чунки бу сиғим озми-кўпми кириш кучланишига боғлиқ бўлиб частота ўзгартиш жараёнига ўз таъсирини кўрсатади.

11.10-расмда баланс частота ўзгартиргичларининг турли схемалари кўрсатилган.

11.12,а-расмда транзистор VT_1 ва VT_2 ларга коллектор кучланиши оралик частота f_{op} созланган контурнинг индуктив ғалтагининг ўрта нуқтасидан берилган. Ўзгартириладиган сигнал частотаси нисбатан созланган кириш контури транзисторларнинг базалари орасига уланган. Шу боис, ўзгартириладиган сигналлар транзисторларга нисбатан фазалари бўйича қарама-қаршидир. Транзистор VT_3 нинг базасига берилган гетеродин кучланиши U_2 – транзистор VT_1 ва VT_2 нинг базаларига бир хилда фаза остида таъсир этади. Транзистор VT_3 нинг токи камайса ёки кўпайса, тегишлича VT_1 ва VT_2 ларнинг токи ҳам ўзгаради. Бу ўзгариш уларнинг характеристикаларининг тиклигини гетеродин частотасига мос равишда ўзгаришига олиб келади. Шу сабабдан, гарчи кучланиш бир вақтда таъсир этса-да, частотани ўзгаришига олиб келади.

Транзистор VT_1 ва VT_2 ларга қўйилган кучланишлар бир-бирларига нисбатан фазалари жиҳатидан қарама-қарши бўлганликлари туфайли, оралик частота токининг таркибий қисмлари ҳам фазалари жиҳатидан бир-бирларига қарама-қарши бўлади, шу сабабдан улар ўзаро қўшилади. Гетеродин частотасига мос тоқлар ҳар икки транзистор VT_1 ва VT_2 ларда фазалари жиҳатидан бир хилда бўлганликлари туфайли улар ўзаро ейишиб кетади. Уларнинг чи-

қишда бўлмасликларига шу сабабдир. Шу тариқа ишлайдиган ўзгартиргичларни баланс частота ўзгартгичлари деб аталади.



11.10-расм.

Юқорида кўрилган баланс частота ўзгартиргичларидан бошқа кўринишли баланс частота ўзгартиргичлари ҳам бўлади. Лекин улар қандай бўлишлигидан қаъти назар гетеродин кучланиши елкаларга қўйилаётган кучланишларнинг бирига фазалари бўйича мос, иккинчиси билан эса қарама-қарши бўлади. 11.10,б-расмда кўрсатилган схемада частотаси ўзгартириладиган, сигнал ва гетеродин кучланишлари учун мўлжалланган кириш ўрнлари алмаштирилгандир. 11.10,в-расмда иккиланган балансли частота ўзгартиргичнинг схемаси кўрсатилгандир.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Частота ўзгартиргичнинг вазифаси нимадан иборат?
2. Частота ўзгартиргичнинг асосий параметрларини айтиб беринг.
3. Трансформаторли частота ўзгартиргич схемасини келтиринг ва унинг ишлаш принципини тушунтиринг.
4. Диодли частота ўзгартиргич схемасини келтиринг ва унинг ишлаш принципини тушунтиринг.

XII боб. ОРАЛИҚ ЧАСТОТА КУЧАЙТИРГИЧЛАРИ

12.1. Оралиқ частота кучайтиргичлар ҳақида умумий тушунчалар

Оралиқ частотали сигналларни кучайтириш учун хизмат қиладиган курилмаларга оралиқ частота кучайтиргичлари (ОЧК) деб аталади.

Оралиқ частота кучайтиргичларнинг ишлаш жараёни юқори частота кучайтиргичларининг ишлаш жараёнларидан фарқ қилмайди. Аммо ОЧКлар ЮЧКларга ўхшаб турли частота сигналларини эмас, балки олдиндан белгиланган ва қабул қилинган битта оралиқ частота сигналларини кучайтиради, холос. ОЧКларнинг сифатини ошириш учун уларга полосали филтрлар уланади.

Полосали филтр маълум частотага созланган битта ёки ўзаро боғланган бир нечта контурлардан ташкил топган резонансли системадир. Полосали филтрлар ишлатилганлиги учун ҳам айрим пайтларда ОЧКларни полосали кучайтиргичлар деб ҳам аталади. Уларни баҳолаш учун ОЧКларнинг қуйидаги параметрларидан фойдаланилади.

– кучайтириш коэффиценти. Кучайтиргичда, одатда кучайтириш коэффиценти резонанс частотаси бўйича аниқланади. Лекин ОЧКларда ундай эмас. ОЧКларда кучайтириш коэффиценти частота ўтказиш тракт ўртача частотасида аниқланади.

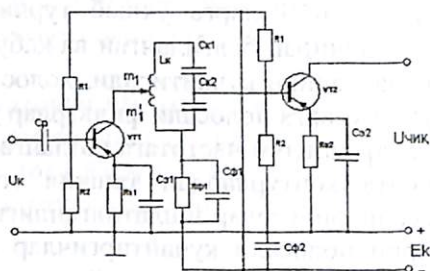
– кучайтиргичнинг танловчанлиги. ОЧК кучайтиргичларининг танловчанлиги частота ўтказиш йўли ва ниҳоят резонанс характеристикасининг тўрт бурчакка яқинлиги билан баҳоланади.

– шовқин коэффиценти. ОЧКларнинг сезгирлиги кўпинча шовқин коэффицентининг қийматига боғлиқ бўлади. Шу сабабли, кучайтиргичларда иложи борича шовқинларни камайтиришга ҳаракат қилинади.

12.2. Бир контурли оралиқ частота кучайтиргичлари

12.1-расмда бир контурли оралиқ частота кучайтиргичининг схемаси кўрсатилган.

Одатда, бундай ОЧК ларда транзистор умумий эмиттер билан схемага уланади. Транзисторларнинг бундай уланишида кучайтиргичларнинг кучайтириш коэффиценти катта бўлади. Бундан ташқари, уларнинг кириш қаршилиги ҳам деярли катта бўлади. Лекин кучайтириш коэффиценти керагидан ортикча катта бўлиши ҳамма вақт яхши натижалар беравермайди. Чунки кучайтиргичларнинг барқарорлиги камайиб кетади. Бунга сабаб кучайтиргичнинг ички тескари алоқасининг таъсири кўпайиб кетишидир. Бу камчиликни йўқотиш мақсадида уларни каскодли уланади. Каскодли уланганда биринчи каскаддаги транзисторни умумий эмиттерли, иккинчи каскаддаги транзисторни эса умумий базали қилиб уланади.



12.1-расм.

ОЧКларнинг контури, фақатгина оралик частотага созланган бўлганлиги учун контурдаги сиғим ўзгарувчан параметрли бўлиши шарт эмас. Транзистор чиқишидаги контур қисман автотрансформаторли уланган. Иккинчи каскаднинг кириш занжири қисман сиғимли, C_{K1} , C_{K2} орқали уланган.

12.3. Кенг полосали оралик частота кучайтиргичлар

Кенг полосали ОЧКларни куришдан мақсад ҳар бир каскадга тўғри келадиган кучайтириш коэффиценти иложи борича катта қилиб олишдир. Одатда, кенг полосали ОЧКларда уларнинг танловчанлиги иккинчи даражали параметр бўлиб қолади, ундан ташқари, бундай ОЧКларда резонанс характеристикасини тўғри бурчак шаклига яқинлашиши ҳам шарт эмас.

ОЧКларнинг самарали ишлаш қобилияти асосий параметрлар орасида алоҳида аҳамиятга эга. Уларнинг самарали ишлаш қоби-

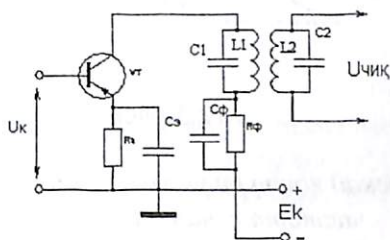
лиятини ошириш кўп нарсаларга боғлиқдир. Булар орасида энг муҳими полосали фильтрларга боғлиқлигидир. Шу боис, ОЧКларда махсус полосали фильтрлар ишлатилади. Куйида полосали фильтрлари турлича бўлган ОЧК ларни кўриб чиқамиз.

1. Юки ўзаро боғлиқ контурлардан ташкил топган оралиқ частота кучайтиргичлари.

12.2-расмда юкламаси, ўзаро боғлиқ бўлган контурлардан ташкил топган ОЧКнинг схемаси кўрсатилган.

Агарда ҳар икки контур оралиқ частота бўйича соzланган бўлса, у ҳолда ОЧК нинг кучайтириш коэффициентининг комплекс кўриниши куйидагича бўлади.

$$K = -j \frac{S\eta \cdot \sqrt{R_{\delta 1} R_{\delta 2}}}{1 + \eta^2 - \xi^2 + jS(\delta_{\delta 1} + \delta_{\delta 2})\sqrt{\delta_{\delta 1} \cdot \delta_{\delta 2}}} \quad (12.1)$$



12.2-расм.

Бу ерда,

$$\eta = \frac{R_a}{\sqrt{\delta_{\delta 1} \cdot \delta_{\delta 2}}}$$

контурлар орасидаги боғланиш параметри, $R_a = M\sqrt{L_1 L_2}$ боғланиш коэффициенти

$$\xi = 2\Delta f / f_0 \sqrt{\delta_{\delta 1} \delta_{\delta 2}}$$

умумлашган носозланганлик.

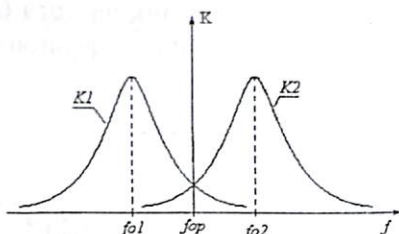
2. Икки контурли симметрик носозланган каскадли оралиқ частота кучайтиргичлари

Бундан ОЧКларда бир каскаднинг контури оралиқ частотадан кичик бўлган частотага соzланади, иккинчиси эса оралиқ частотадан катта бўлган частотага соzланади. Уларнинг резонанс эгри чи-

зиғи ҳар иккала контурнинг резонанс эгри чизиқларининг кўпайт-маси орқали топилади (12.3-расм).

$$K_1 = \frac{SR_{\mathcal{O}1}}{\sqrt{1+[(y+y_1)/\delta_{\mathcal{O}1}]^2}} \quad K_2 = \frac{SR_{\mathcal{O}2}}{\sqrt{1+[(y-y_2)/\delta_{\mathcal{O}2}]^2}}$$

12.3-расмга асосан ОЧКнинг кучайтириш коэффициентини алоҳида-алоҳида кўрсатиш мумкин.



12.3-расм.

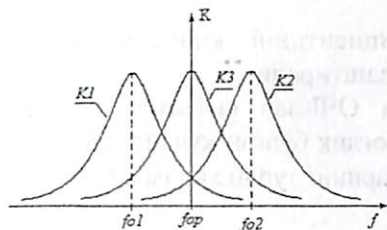
3. Ҳар бир каскад контури уч хил частотага созланган ориқ частота кучайтиргичлари.

Полосали фильтрлар сифатида учта қўшни каскадларнинг тегишлича созланган контурларини ишлатиш мумкин. Бу ҳолда контурларнинг бири частота ўтказиш тракти ўртача частотасига созланади (12.4-расм).

Қолган икки каскаднинг контурлари эса бир-бирларига нисбатан носозланганлиги симметрик бўлади. Бундай ОЧКларнинг кучайтириш коэффициенти қуйидагича топилади.

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = \frac{S^2 R_{\mathcal{O}1} \cdot R_{\mathcal{O}2}}{\sqrt{(1+\eta^2 - \xi^2)^2 + y\xi^2}} \cdot \frac{SR_3}{\sqrt{1+\xi^2}} \quad (12.2)$$

Бу симметрик носозланган контурларнинг эквивалент сўнишига мос келади. $\xi_1 = 2\Delta f / f_{op} \delta_{\mathcal{O}3} - f_{op}$ бўйича созланган контурнинг сўнишига мос келувчи умумлашган носозланганликдир.



12.4-расм.

Агарда $\eta \leq \sqrt{3}$ бўлса, натижавий резонанс эгри чизиғи битта, $\eta \geq \sqrt{3}$ бўлса, учта максимумга эга бўлади. Агарда $\delta_{33} = 2 \delta_{1,2}$ шарт бажарилса, барча максимумларнинг ординаторлари бир-бирига тенг бўлади. Бу ҳолда $\xi_1 = 0,5 \xi$ бўлиб, натижавий резонанс эгри чизиғи учун кучайтириш коэффициентини куйидагича ёзиш мумкин.

$$K = \frac{2S^2 \cdot R_{\xi_1} \cdot R_{\xi_2} \cdot R_{\xi_3}}{\sqrt{[(1+\eta^2 - \xi^2)^2 + y\xi^2](y + \xi^2)}} \quad (12.3)$$

Бундай ОЧКларнинг фазавий характеристикалари ҳар бир каскаднинг фазавий характеристикаларининг ўзаро йиғиндиси кўринишида бўлади. Агарда $\xi_1 = 0,5 \xi$ бўлса, бу характеристикани кўриниши куйидагича бўлади.

$$y = -\arctg 0,5\xi - \arctg \frac{2\xi}{1+\eta^2 + \xi^2} \quad (12.4)$$

Тенглама (12.4)га $\xi = 0$ қийматни қўйсақ, учала каскаднинг умумий кучайтириш коэффициенти келиб чиқади.

$$K_{0(3)} = \frac{1}{1+\eta^2} \cdot S^2 \cdot R_{\xi_1} \cdot R_{\xi_2} \cdot R_{\xi_3} \quad (12.5)$$

Демак, кўп каскадли ОЧКларнинг кучайтириш коэффициенти асосан характеристиканинг тиклиги ва эквивалент қаршилиқларга боғлиқ экан.

12.4. Тор полосали оралиқ частота кучайтиргичлари

Кенг полосали ОЧКларда асосий эътиборни кучайтириш коэффициентига берилади. Тор полосали ОЧКларда эса уларнинг танловчанлик хусусиятига кўпроқ аҳамият берилади. Аслида тор полосали ОЧКларда катта кучайтириш коэффициентини олиш мумкин.

Лекин бу коэффициентнинг қиймати кучайтиргичларнинг барқарорлигини ёмонлаштиради.

Тор полосали ОЧКлар сифатида резонанс кучайтиргичлари, контурлари ўзаро боғлиқ бўлган кучайтиргичлар ишлатилади. Қуйида тор полосали ОЧКларнинг турли хиллари билан танишиб чиқамиз.

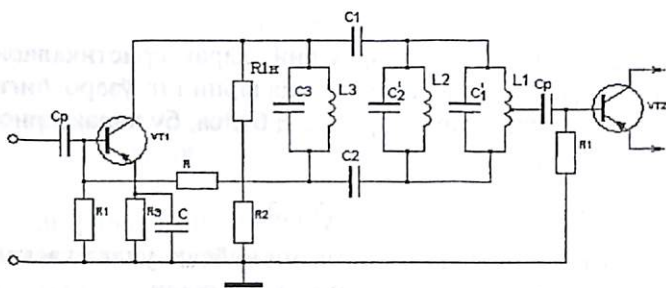
1. Юки уч ва кўп звеноли филтрдан ташкил топган ОЧКлар

Агар ОЧКларда юки уч ва кўп звеноли филтрли контурларни ишлатиш мақсадга мувофиқ бўлади, қуйидаги шарт бажарилса,

$$\delta \leq \frac{\Delta f n}{2\sqrt{2}f_0} \quad (12.6)$$

Акс ҳолда бундай кучайтиргичларнинг танловчанлиги оддий икки контурли ОЧКларнинг танловчанлигидан ҳам ёмон бўлиб қолади.

12.5-расмда (12.6) шarti бажариладиган ОЧКнинг схемаси кўрсатилган.



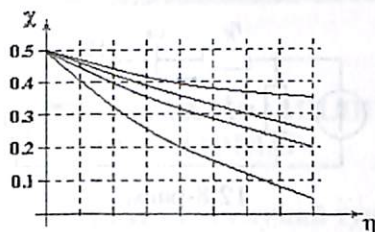
12.5-расм.

Кўп звеноли ОЧКларнинг звеноларини одатда олтига тенг қилиб олинади. Агар звеноларнинг сони олтитадан ошиб кетса, ҳар бир каскаднинг кучайтириш коэффициенти қуйидаги формула

$$K_0 = \frac{\rho_1 \rho_2 X(Y_{21})}{G} \quad (12.7)$$

орқали топиладиган кучайтириш коэффициенти бирмунча камайиб кетади.

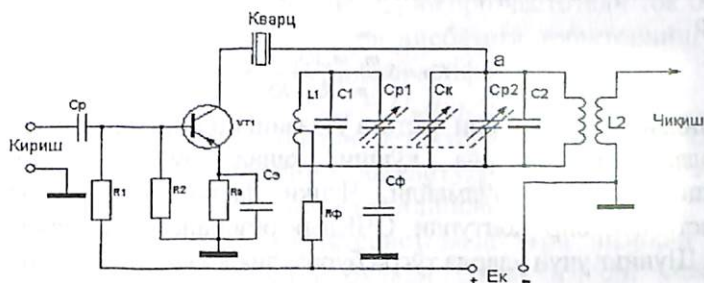
12.6-расмда звенолар сони ва η параметрларига боғлиқ бўлган X – нинг қийматларини кўрсатувчи чизма берилган.



12.6-расм.

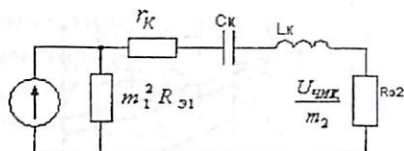
2. Бир кристалли кварц фильтрли ОЧКлар.

12.7-расмда бир кристалли кварц фильтрли ОЧКнинг схемаси кўрсатилган. Бир кристалли кварцли фильтрлар ОЧКлар частота ўтказиш полосасини тор қилиш олиш учун ишлатилади. Кварц пластинкасимон қилиб ясалади. Пластинкасимон кварцдан ташкил топган фильтрларнинг резонанс частотасини одатда, оралик частотага тенг қилиб олинади ва L, C лардан ясалган контурлар оралик частотасига созланган бўлиб, улар кварц пластинкаси орқали бир-бирлари билан ўзаро боғланган бўлади. Контурлараро кераксиз боғланишни йўқотиш мақсадида схемадаги (а) нуқта ва сигим орқали кучланиш берилади. У кучланишнинг амплитудаси сигим ва кварц ушлагичлар орасидаги кучланиш амплитудасига тенг ва фазалари жиҳатдан тескари бўлади.



12.7-расм.

12.8-расмда резонанс частотали фильтрнинг эквивалент схемаси кўрсатилган.



12.8-расм.

Схемада r_k , C_k ва L_k кварц параметрлари, $R_{э1}$, $R_{э2}$ лар эса биринчи ва иккинчи контурларнинг эквивалент қаршиликлари. Исрофгарчилик содир этадиган қаршилик қуйидагича ифодаланади:

$$r_{ис} = r_k + m_1^2 R_{э1} + R_{э2} \quad (12.9)$$

Частота ўтказиш полосасини $R_{э1}$ ва $R_{э2}$ қаршилик ёрдамида ўзгартириш мумкин. Бунинг учун контурга ўзгарувчан конденсатор C_{p1} ва C_{p2} лар уланади. Агарда контурнинг сифимини ўзгартириш натижасида эквивалент қаршилик актив ташкил этувчиси камайса частота ўтказиш полосаси тораяди. Бу жараён содир бўлганда эквивалент қаршиликнинг реактив ташкил этувчиси ортиб кетади. Реактив ташкил этувчини камайтириш учун схемага конденсатор C_{p1} ва C_{p2} лар уланган. Бу конденсаторлар шундай уланганки, уларнинг биринчи қаршилиги кўпайса, иккинчисиники камаяди. Натижада ортиқча реактив қаршиликни қийматини камайтириб, уни қайта олдинги ҳолатига келтиради.

Фильтрнинг эквивалент схемаси ёрдамида резонанс частотадаги кучайтириш коэффициентини топиш мумкин. У қуйидагига тенгдир

$$K_o = S \frac{m_1^2 m_2 R_{э1} \cdot R_{э2}}{m_1^2 R_{э1} \cdot R_{э2}} \quad (12.10)$$

Бундай ОЧКлар, гарчи частота ўтказиш полосасини тор қилиб бера олсаларда, аммо уларда қўшни канал бўйича танловчанлик коэффициенти яхши бўлмайди. Чунки филтрларни резонанс характеристикаси бир контурли ОЧКлар резонанс характеристикасига ўхшаш. Шунинг учун уларда тўғри бурчаклик коэффициенти кичик.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. ОЧКнинг асосий вазифаси нимадан иборат?
2. ОЧКнинг асосий параметрлари ҳақида айтиб беринг.
3. Кенг полосали ОЧКлар афзаллиги нимада?
4. Тор полосали ОЧКлар афзаллиги нимада?

XIII боб. ДЕТЕКТОРЛАР ВА АМПЛИТУДАВИЙ ЧЕКЛАГИЧЛАР

13.1. Детекторлар ҳақида умумий тушунчалар

Модуляцияланган радиосигналлар таркибидан уларни модуляциялашга сабабчи бўлган паст частотали сигналларни ажратиб берадиган курилмага детектор деб аталади.

Радиосигналларни амплитудаси, частотаси, фазаси ва агарда ташувчи сигнал импульсли бўлса, импульслари бўйича модуляция қилиш мумкин. Радиосигналларни шу кўрсаткичларининг модуляцияланганлигига қараб, детекторларни амплитудавий, частотавий, фазавий ва импульсли деб аталади. Лекин, улар қайси турга тааллуқли бўлмасин бундан қатъий назар, уларнинг куйидаги асосий параметрлари бўлади:

– узатиш коэффиценти. Детектор чиқишидаги $U_{m\Omega}$ аста ўзгарувчан кучланиш амплитудасининг детектор киришидаги U_m модуляцияланган сигнал кучланиши амплитудаси нисбатига узатиш коэффиценти деб аталади:

$$K_d = U_{m\Omega}/mU_m,$$

бу ерда, m – модуляция чуқурлиги.

– кириш қаршилиги. Детектор киришига берилаётган U_m юкори частотали сигнал кучланишининг I_{m1} юкори частотали ток биринчи гармоникаси амплитудасига бўлган нисбатига детекторнинг кириш қаршилиги деб аталади ва у куйидагича ифода этилади:

$$Z_{кир} = U_m/I_{m1}.$$

Бу параметрлардан ташқари детекторларга хос бўлган параметрлардан радиосигналларнинг амплитуда, частота, фаза ва уларнинг ўзаро комбинацияларининг бузилишларидир.

Детекторлар, асосан характеристикаси эгри чизиқли бўлган элементлардан ташкил топган бўлади. Эгри чизиқли элементлар сифатида доид ва транзисторлар ишлатилади. Лекин айрим ҳолларда тўғри чизиқли бўлган параметрик элементлар ҳам ишлатилади. Параметрик элементдан ташкил топган детекторларни синхрон детекторлар деб аталади. Детекторлар синхрон бўладими ё бошқа турда бўладими, ундан қатъий назар, уларнинг барчасига ўзига хос талаблар қўйилади, яъни детекторлар модуляцияланган

сигналлар орасидан модуляцияловчи сигналларни тўғри ажратиб олиш ва уни ишлов бериш дастлабки $U_{\Omega}(t)$ шаклига келтириб бериши керак.

13.2. Детекторларнинг эквивалент схемалари

Хар қандай детекторни юклагаси тўғри чизик характеристикали пассив икки қутбли бўлган, умуман эгри чизик характеристикали тўрт қутбли деб қараш мумкин.

Фараз қилайлик, тўрт қутблининг киришига юқори частотали синусоидал кучланиш қўйилган бўлсин. Тўрт қутбли эгри чизик характеристикали бўлганлиги туфайли чиқишдаги ток носинусоидал бўлади. Бу токнинг спектрал ташкил этувчилари киришга берилган сигналнинг спектри орқали топилади. Юклаганинг қаршилигини юқори частоталар учун кичик қилиб олинади. Шу сабабдан чиқишдаги кучланиш таркибида фақатгина кучланишнинг доимий ташкил этувчиси ҳосил бўлади.

Киришдаги токнинг биринчи гармоникасини I_{m1} орқали ифода этамиз. Бу ҳолда тўрт қутбли учун куйидаги тенгламалар тизимини ёзиш мумкин бўлади.

$$I_{m1} = \phi_1(U_{m\Omega}, U_-); \quad I_- = \phi_2(U_{m\Omega}, U_-), \quad (13.1)$$

бу ерда, ϕ_1 , ϕ_2 – тўрт қутблининг хоссасига боғлиқ эгри чизикли функциядир;

U_- , I_- – детектор чиқишидаги тўғриланган кучланиш ва ток.

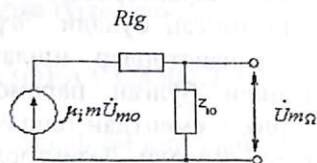
Биринчи тенглама орқали эгри чизик характеристикали элементларнинг тебранма характеристикаси.

$$I_{m1} = \phi_1(U_{m\Omega}, U_- - \text{const} \text{ бўлганда.}$$

Иккинчи тенглама орқали эса детекторларнинг тўғрилагич вазифасини ўтайдиган характеристикаси топилади.

$$I_- = \phi_2(U_-), \quad U_{m\Omega} - \text{const} \text{ бўлганда.}$$

Детекторларнинг эквивалент схемаси 13.1-расмда кўрсатилган.



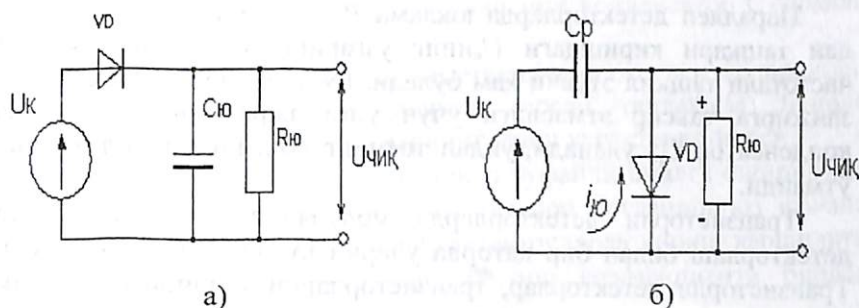
13.1-расм.

13.3. Амплитуда детекторларининг турлари

Амплитудавий детекторлар (АД) орасида асосий элементи диод бўлган детекторлар кўпроқ ишлатилади. Чунки диодли детекторлар тузилиши жиҳатдан сода ва сигналларни маълум ҳолатларда шаклларини бузмай детекторлайди.

13.2,а-расмда кетма-кет ва 13.2,б-расмда параллел детекторларнинг схемалари кўрсатилган. Бу детекторларни кетма-кет ёки параллел деб аталиши, схемага уланган диодларнинг юкламага нисбатан кетма-кет ёки параллел уланганлигига боғлиқ.

Бу икки хил детекторларнинг ишлаш жараёни бир-бирига ўхшашдир. Булар орасида параллел уланган детекторнинг аҳамияти кўпроқдир. Бунга сабаб сигнал манбаи билан диод орасида гальваник боғланишнинг йўқлигидир. Аммо РҚҚ ларда ҳар икки детекторлаш туридан ҳам фойдаланилади.

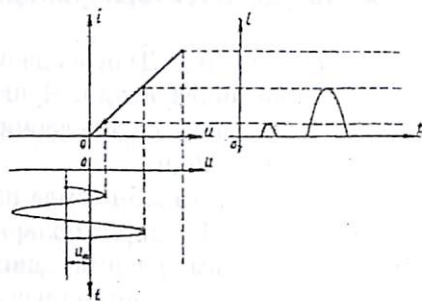


13.2-расм.

Детекторнинг ишлаш жараёнини кўриб чиқамиз.

13.2,а расмда кўрсатилган детектор диодига киришдаги сигнал кучланиши таъсир этганда, ундан ток импульси ўта бошлайди (13.3-расм).

Бу токнинг таркибида $I_{ю}$ ва частоталари ω ва 2ω тенг бўлган тоқлар бўлади. Бу тоқларни токнинг асосий ташкил этувчилари деб қаралади. Токнинг доимий ташкил этувчиси I_0 кучланиш $U_{чик} = I_0 R_{ю}$ ни ҳосил қилади. Токнинг юқори частотали ташкил этувчилари конденсатор $C_{ю}$ дан ўтади. Чунки, конденсаторнинг реактив қаршилиги бу юқори частотаси ток учун деярли нольга тенг.



13.3-расм.

Бу айтилган фикр амалда бажарилиши учун куйидаги тенгсизлик амалга ошиши керак, яъни:

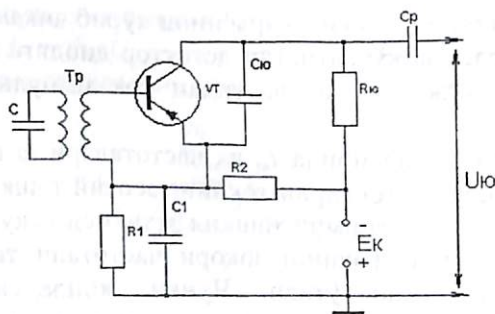
$$(\omega C_{ю})^{-1} \ll R_{ю} \ll (\Omega C_{ю})^{-1} \quad (13.2)$$

Бу ерда, Ω – модуляциянинг юқори частотаси.

Параллел детекторларда юклама $R_{ю}$ да тўғриланган кучланишдан ташқари киришдаги U_k нинг ўзгаришини такрорловчи паст частотали ташкил этувчи ҳам бўлади. Бу кучланиш келгуси электр занжирга таъсир этмаслиги учун унга ажратувчи уланади ёки конденсатор C_p уланади, ундан токнинг доимий ташкил этувчиси ўтмайди.

Транзисторли детекторларда модуляцияланган сигналларни детекторлаш билан бир қаторда уларни кучайтириш ҳам мумкин. Транзисторли детекторлар, транзисторларни уланишларига қараб, умумий базали коллекторни ва умумий эмиттерли бўлади.

13.4-расмда умумий коллекторли детекторнинг схемаси кўрсатилган.



13.4-расм.

Детекторлашда транзисторнинг ўтиш характеристикасидан фойдаланиш мумкин. Унинг ўтиш характеристикаси куйидагича ифодаланади.

$$i_k = \phi(U_{бэ})$$

Детекторлаш учун транзисторнинг кириш характеристикасидан ҳам фойдаланиш мумкин. Унинг кириш характеристикаси куйидагича ифодаланади:

$$i_б = \phi(U_{бэ})$$

Бу ҳолда $R_1 C_1$ лар қиймати куйидаги шарт бўйича аниқланади.

$$(\omega C_1)^{-1} \ll R_1 \ll (\Omega C_1)^{-1}$$

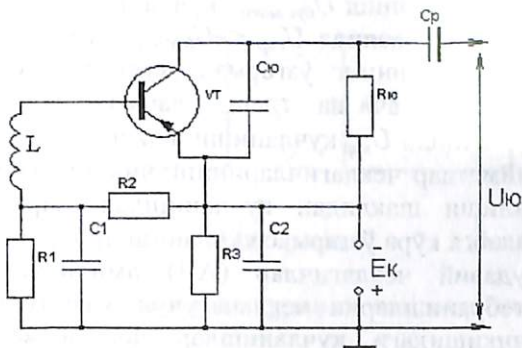
13.5-расмда транзисторнинг эмиттер занжирига тескари боғланиш вазифасини бажарадиган $R_3 C_2$ занжир уланган детекторнинг схемаси кўрсатилади.

Бу $R_3 C_2$ занжир улашдан мақсад детектор характеристикасини тўғри чизиққа яқинлаштиришдир. Ундан ташқари бу электр занжир ташувчи частотали ток ташкил этувчисини конденсатор C_2 орқали ўтишини таъминлаб беради.

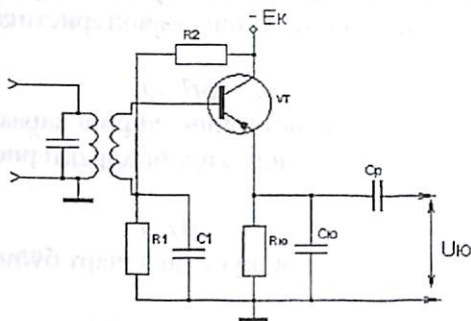
13.6-расмда умумий эмиттерли детекторнинг схемаси келтирилган.

Схемада $R_{ю}, C_{ю}$ (13.2) шартга асосан танланади. Бундай детекторларда детекторлаш уларнинг ўтиш характеристикаси.

$I_3 = \phi(U_{бэ})$ нинг эгри чизиқлилиги туфайли амалга оширилади. Умумий эмиттерли детекторларда тескари боғланиш юз фоизни ташкил этади. Шу сабаб, бундай детекторларда кириш қаршилиги юқори бўлади. Аммо уларнинг узатиш коэффиценти бирдан кичикдир.



13.5-расм.



13.6-расм.

13.4. Амплитудавий чеклагичлар

13.4.1.Чеклагичлар турлари

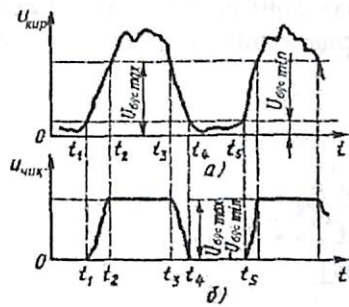
Чеклагич деб кириш кучланиш ўзгарганда чиқиш кучланишини ўзгармас бўлишини таъминлайдиган курилмага айтилади.

Барча чеклагичларни оний қийматлар чеклагичлари ва амплитудавий чеклагичларга (АЧ) бўлиш мумкин. Оний қийматлар чеклагичларида чиқишдаги минимал ва максимал кучланишлар қийматларини ўзгармас бўлиши таъминланади. 13.7,а-расмда икки $U_{бўс.макс}$ ва $U_{бўс.мин}$ бўсағавий чекланиш максимум ва минимум бўйича чеклагич киришидаги кучланишнинг бўлиши мумкин бўлган шаклларида бири келтирилган. 13.7,б-расмда чекланган кучланишнинг шакли келтирилган бўлиб унда: t_2 дан t_3 гача бўлган вақт интервалида $U_{кир}$ кучланиш $U_{бўс.макс}$ кучланишдан юқори бўлади; t_4 дан t_5 гача вақт интервалида $U_{кир} < U_{бўс.мин}$ бўлади, яъни чеклагич чиқишидаги кучланишнинг ўзгармас (хусусан, ноли) бўлишини таъминлайди. t_1 дан t_3 гача ва t_3 дан t_4 гача бўлган вақт интервалларида $U_{чиқ}$ кучланиши $U_{кир}$ кучланиши шаклини такрорлайди.

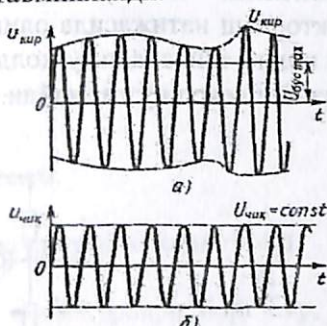
Оний қийматлар чеклагичларининг чиқиш кучланиши шакли кириш кучланиши шаклидан кучланишдан фарқ қилади; $U_{чиқ}$ кучланиши талабга кўра ўзгармас кучланишли ораликқа эга бўлади.

Амплитудавий чеклагичлар (АЧ) амплитудаси ўзгарувчи синусоидал тебранишларни чеклаш учун хизмат қилади. АЧни кириш ва чиқишидаги кучланишлар диаграммалари 13.8,а,б-расмларда келтирилган. АЧ чиқишдаги кучланиш амплитудаси ўзгармас ва унинг фазаси ва частотаси чиқишда деярли ўзгармайди.

Бундай чеклагичлар кириш сигналидаги зарарли амплитудавий ўзгаришларни бартараф қилади ва ЧМ, ФМ ларни мос равишда модуляцияланган сигналнинг частота ва фазасига пропорционал чиқиш кучланишини ҳосил қилишни таъминлайди.

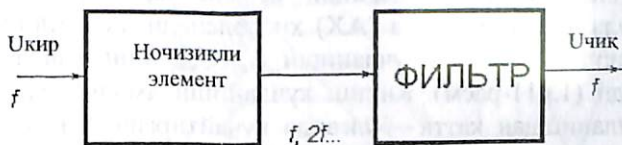


13.7-расм.



13.8-расм.

Чеклаш жараёни – ночизикли, шунинг учун бунда кириш кучланишининг гармоник ташкил этувчилари вужудга келади. АЧ чиқишида гармоник кучланишни таъминлаш учун $U_{кир}$ кучланишни ночизикли ўзгартиришдан кейин кириш тебранишини биринчи гармоникасини филтёр ёрдамида ажратиб олинади. АЧ схемаси (13.9-расм) ўз ичига ночизикли занжир ва филтёрдан иборат бўлади. Бунда филтёр занжир чиқишида токнинг биринчи гармоникасини ажратади. Бу қурилмадан филтёр олиб ташланса, у ҳолда оний қийматлар чеклагичи вазифасини бажаради. Ночизикли элементнинг турига қараб амплитудавий чеклагичлар диодли ёки транзисторли бўлиши мумкин.

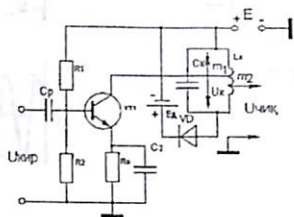


13.9- расм.

13.4.2. Диодли амплитудавий чеклагичлар

Диодли АЧ (13.10-расм) кейинги каскад кириши ва транзистор чиқиши билан контур автотрансформаторли уланган алоқа

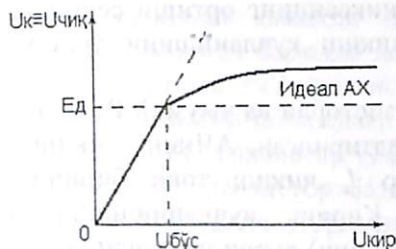
занжирли бир контурли кучайтиргич ҳисобланади. Бунда контурга E_0 доимий силжитишл манбали VD диод параллел уланади. E_0 манба ўрнига RC -занжирдан фойдаланиши мумкин (автоматик силжитишли схема), E_0 кучланиш контурдаги кучланишни детекторлаш натижасида олинади. Вақт доимий $C_4 \tau = RC$ етарлича ката қилиб танланади, у ҳолда контурда кучланиш ўзгарганида E_0 кучланиш деярли ўзгармайди.



13.10- расм.

Диодли АЧнинг ишлаш принципи қуйидагича. Агар контурдаги кучланиш $U_k < E_0$ бўлса, у ҳолда VD диод ёпиқ ва контурга таъсир қилмайди. Бу ҳолда схема оддий кучайтиргич сифатида ишлайди ва $U_k = K_0' U_{кпр}$, бу ерда $K_0' = U_k / U_{кпр}$. Агар $U_k > E_0$ бўлса, у ҳолда диод очилади, унинг кириш қаршилиги контурни шунтлай бошлайди, контурдаги сўниш ортади, контурнинг эквивалент қаршилиги $R_{эқв}$ резонанс камаяди, демак, K_0' кучайтириш коэффиценти камаяди, бу АЧ чиқишидаги кучланишни деярли ўзгармас бўлишини таъминлайди.

Амплитудавий чеклагичнинг асосий характеристикаси унинг – амплитуда характеристика (АХ) ҳисобланади. АХ кириш кучланиши $U_{кпр}$ ўзгарганда чиқиш кучланиши $U_k = U_{кпр}$ нинг қандай ўзгаришини кўрсатади (13.11-расм). Кириш кучланиши амплитудаси $U_{бўс}$ бўсағавий кучланишдан катта бўлганда кучайтиргич АЧ сифатида ишлай бошлашини таъминлайди. АХ идеалга қанчалик яқин бўлса, шунча сифатли ҳисобланади (13.11-расмдаги горизонтал чизиқ). АЧ амплитудавий характеристикасининг шакли $R_{эқв} \cdot g_0$ кўпайтмага боғлиқ, бу ерда g_0 – диоднинг кириш ўтказувчанлиги. $R_{эқв} \cdot g_0$ кўпайтма қанчалик катта бўлса, АХ идеалга шунчалик яқин бўлади.

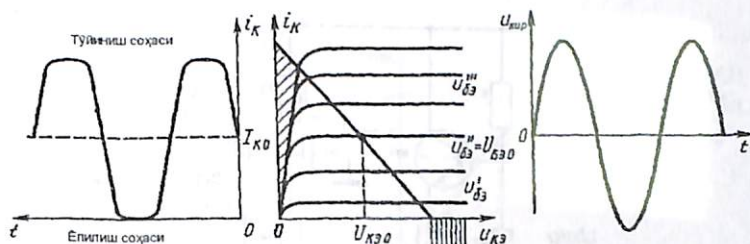


13.11-расм.

13.4.3. Транзисторли амплитудавий чеклагичлар

Транзисторли АЧларнинг бир неча турлари бор: бир, икки транзисторли ва умумий R_c резисторли, ўзгарувчан силжитишли.

Бир транзисторли АЧ. Бундай АЧ бир транзисторли кучайтиргичга ўхшаш. Кучайтиргичдан фаркли равишда АЧ ночизикли режимда ишлайди, бунинг учун E коллектор кучланишини оддий кучайтиргичдан камроқ танланади, $U_{кир}$ кучланиши етарлича катта амплитудага эга бўлади. $I_k = \phi(U_{кэ})$ транзисторнинг чиқиш характеристикаларида (13.12-расм) ўзгарувчан ток динамик характеристикаси (юклама чизиғи) чизилган. $U_{кир}$ нинг катта амплитудасида ёпилиши ва тўйиниши соҳаларининг мавжудлиги келтириб чиқарадиган коллектор токининг икки ёқлама кесилиши вужудга келади.

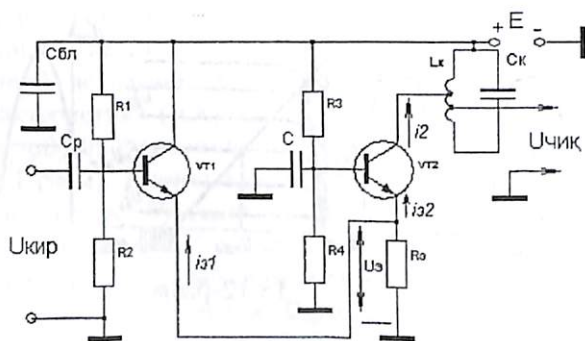


13.12-расм.

Бунда I_k ток максимум ва минимум бўйича чекланган бўлади; резонансли контур коллектор токининг биринчи гармоникасини ажратади. $U_{кир} > U_{бўс}$ (13.11-расм) бўлганида I_k токнинг кесилиши вужудга келди, $U_{кир}$ кучланишининг ортиши билан коллектор токи

биринчи гармоникасининг ортиши секинлашади, бу маълум чегараларда $U_{чик}$ чиқиш кучланишини ўзгармас бўлишини таъминлайди.

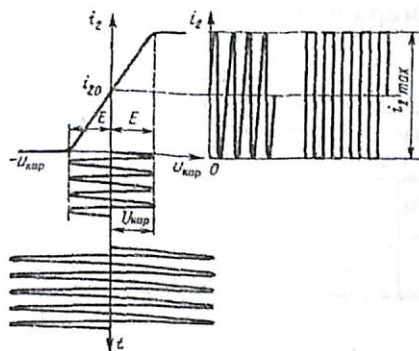
Икки транзисторли ва умумий R_3 резисторли АЧнинг схемаси 13.13-расмда келтирилган, АЧнинг чиқиш контуридаги кучланиш $VT2$ транзистор I_k чиқиш токи биринчи гармоникаси орқали бошқарилади. Кириш кучланишининг ($VT1$ транзисторнинг базасидаги кучланиш) турли сатхларида I_k токнинг диаграммалари 13.14-расмда келтирилган. Агар $U_{кир}=0$ бўлса, у ҳолда чиқиш токи $i_2 = i_{20}$ бўлади, Одатда $VT1$ ва $VT2$ транзисторлар ва уларнинг иш режимлари бир хилда танланади, шунинг учун $i_{20} = i_{10}$ бўлади. i_{20} ток транзисторларнинг бошланиши режимларига боғлиқ. $U_{кир}$ кириш кучланиши ортиб боради деб олинса, яъни $VT1$ транзистор базасидаги мусбат потенциал ортса, бу $VT1$ транзисторининг ёпила бошланишига олиб келади, бунда унинг i_{21} эмиттер токи камаяди. Бу кучланиш $VT1$ ва $VT2$ транзисторларни ёпувчи кучланиши бўлганлиги учун, унинг камайиши $VT2$ транзисторининг янада очилишини вужудга келтиради, демак, i_{22} ва i_2 тоklar ортади. i_{22} ток $VT1$ транзисторини $U_{кир}$ кучланиши ёпгунга қадар ортади, бунда $i_2 = i_{2max}$ бўлади. Кейин $U_{кир}$ кучланишининг ва $VT1$ базасидаги ($VT1$ транзистор ёпиқ) мусбат потенциалнинг исталган ортишида i_2 ток ўзгармайди, i_{2max} га тенг қилиб ушлаб турилади. Ёпиқ $VT1$ транзисторидаги i_2 ток R_3 , R_4 ва R_5 резисторлар қаршиликлари орқали аниқланади.



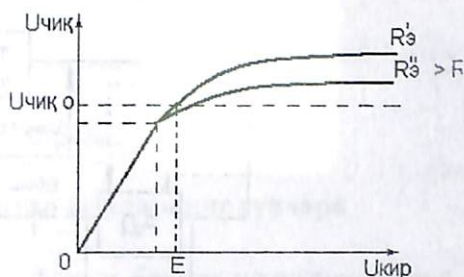
13.13-расм.

$U_{кир}$ кучланиши нолга нисбатан камайди деб олсак, $VТ1$ транзистор базасига манфий потенциал берилди деб ҳисоблаймиз. Бунда i_{21} ток ва U_2 кучланиш ортади, $VТ2$ транзистор ёпила бошлайди i_{22} ток камайди; $VТ1$ транзистор базасидаги манфий потенциалнинг қандайдир қийматида $VТ2$ транзистор тўлиқ ёпилади ва i_2 ток нолгача камайди. Кейин $VТ1$ транзистор базасидаги манфий потенциал қанчалик ортмасин $VТ1$ транзистор очиқ, $VТ2$ транзистор ёпиқ ва i_2 ток нолга тенг бўлади. Агар $U_{кир} < E$ бўлса (13.14-расм), у ҳолда i ток ва $U_{чик}$ кучланиш $U_{кир}$ кучланишга чизикли боғлиқ бўлади.

Агар $U_{кир} > E_{бўс}$ бўлса i_2 ток икки томонлама кесилади, i_2 ток биринчи гармоникасининг амплитудаси $U_{кир}$ кучланишининг ўсишига нисбатан секинроқ ортади. Агар $U_{кир} \gg E$ бўлса, i_2 токнинг биринчи гармоникаси деярли ўзгармас амплитудали тўғри бурчакли импульслар шаклида бўлади. Буларнинг ҳаммаси 13.15-расмда кўрсатилган чеклагич амплитудавий характеристикаси кўринишини белгилайди. $U_{кир} = E_{бўс}$ бўлганда чеклагич чиқишидаги $U_{чик0} = 0,5 i_{max} R_{экв}$ бўлади. Бу ерда $R_{экв}$ чиқиш контурининг эквивалент қаршилиги. R_2 резисторнинг қаршилигини ўзгартириб ишлаш бўсағасини ўзгартириш мумкин $R_2' = R_2$ бўлганида U_2 кучланиш $U_{кир}$ кучланишининг ортишига нисбатан тезроқ камайди, $VТ1$ транзистор $U_{кир}$ кучланишнинг кичик қийматларида ёпилади ва чеклаш бўсағаси камайди.



13.14-расм.



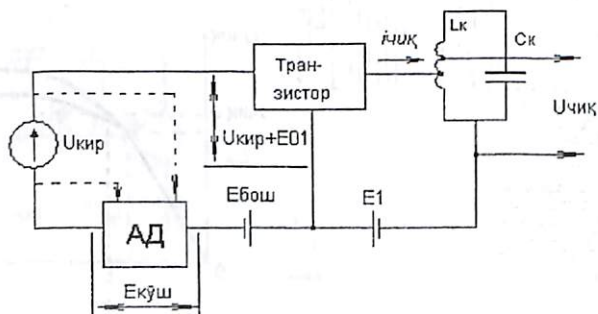
13.15-расм.

Ўзгарувчан силжитилиши амплитудавий чеклагич 13.16-расм-да келтирилган. Транзисторнинг ишлаш режими учта $E_{кўш}$ таъминот манбалари E_1 , $E_{бош}$ ва $E_{кўш}$ кучланишни АД ишлаб чиқаради. АД кириш $U_{кир}$ кучланишини детекторлайди. $E_{кўш}$ кучланиш $U_{кир}$ га боғлиқ бўлади. Кириш сигнали амплитудаси қанчалик катта бўлса, $E_{кўш}$ кучланиш шунчалик катта бўлади. Дастлаб кириш кучланиши амплитудаси кичик олинса (13.17-расм), бунда $E_{кўш} \approx 0$ ва $E_{сил} = E_{бош}$ бўлади. АЧ бу ҳолда оддий кучайтиргич режимида ишлайди.

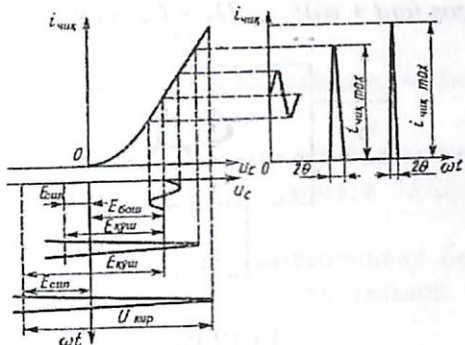
$U_{кир}$ кучланиш ортганда $E_{кўш}$ кучланиш ортади ва бинобарин $E_{кўш}$ кучланишнинг кутби $E_{бош}$ кучланишининг кутбига тескари, $E_{сил}$ кучланиши $U_{кир}$ кучланишининг катта қийматларида камаяди, $i_{чик}$ чиқиш токининг кесилиши бошланади. $U_{кир}$ кучланиши қанчалик катта бўлса, транзистор чиқиш токи θ кесиш бурчаги шунчалик кичик бўлади.

Шундай қилиб, ўзгарувчан силжишли амплитудавий чеклагичларда $U_{кир}$ кучланиш ортганда қандайдир $U_{кир} = U_{бўс}$ қийматдан бошлаб бир вақтда $i_{чик, макс}$ токнинг ортиши ва θ бурчакнинг камайиши ҳолати кузатилади.

АЧнинг чиқишига чиқиш токи биринчи гармоникаси I_{m1} ни аж-ратувчи тебраниш контури қўйилади, чиқишдаги кучланиш $U_{чик} = I_{m1} R_{экв}$ бўлади. $I_{m1} = i_{чик, макс} \cdot \alpha_1(\theta)$ бўлганлиги учун $U_{кир}$ кучланишининг ортиши билан чиқиш токи биринчи гармоникаси $i_{чик, макс}$ токнинг ўсиш сабабли ортади ва бир вақтда θ бурчакнинг камайиши ҳисобига камаяди, маълум шароитларда токнинг I_{m1} биринчи гармоникаси амплитудаси деярли ўзгармайди.

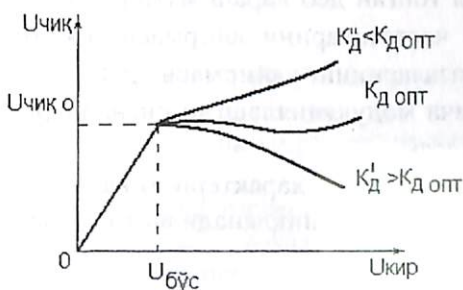


13.16-расм.



13.17-расм.

Ўзгарувчан силжитишли АЧ ning амплитудавий характеристикаси 13.18-расмда келтирилган. АД узатиш коэффициенти $K_D = K_{D, \text{орт}}$ бўлган АХ идеалга яқин бўлади $K_D' > K_{D, \text{орт}}$ бўлганида ва $U_{\text{күр}}$ кучланиш ортганида $E_{\text{күш}}$ кучланиш $K_{D, \text{орт}}$ дагига нисбатан тезроқ ортади, бунда $i_{\text{чик, макс}}$ ток кам ўзгаради, кесиш бурчаги эса тез камаяди. Шунинг учун I_{1m} ток амплитудаси $U_{\text{күр}}$ кучланиш ортганда камаяди ва амплитуда характеристика қиялиги $U_{\text{бүс}}$ дан бошлаб камайиб боради.



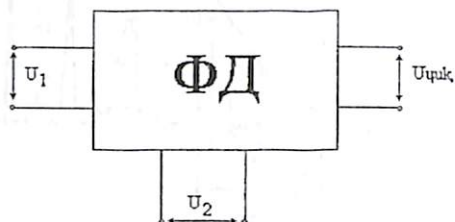
13.18-расм.

13.5. Фазавий детектор ва уларнинг турлари

Фазавий детекторлар – Ф.Д., фазаси бўйича модуляцияланган сигналларнинг кучланишини модуляциялаштирган нисбатан паст частотали сигнал кучланишига ўзгартиб беради.

ФА детекторларни кутбларига қуйидаги сигналлар, берилётган олти кутбди деб қаралади (13.19-расм).

$$U_1 = U_{m1} \cos(\omega_1 t + \varphi_1); \quad U_2 = U_{m2} \cos(\omega_2 t + \varphi_2) \quad (13.3)$$



13.19-расм.

Бу кучланишлардан бири, масалан, U_1 детекторланувчи, иккинчиси, яъни U_2 таянч кучланиши бўлиб хизмат қилади. Натижавий кучланиш U_1 ва U_2 ларнинг ўзаро қўшиливи натижасида ҳосил бўлади.

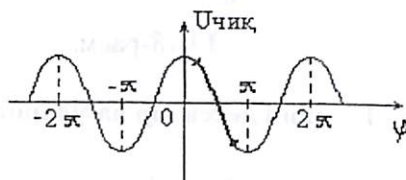
$$U_{чик} = KU_{m1}U_{m2} \cos [(\omega_1 - \omega_2)t + (\varphi_1 - \varphi_2)] = KU_{m1} \cdot U_{m2} \cos \varphi \quad (13.4)$$

бу ерда, K – мутаносиблик коэффициенти,

φ – фазалар айирмасининг оний қиймати.

φ , ни иккита таркибий қисмдан, яъни $(\omega_1 - \omega_2)$ ва $(\varphi_1 - \varphi_2)$ лардан ташкил топган деб қараш мумкин. Булардан биринчиси U_1 ва U_2 ларнинг частоталарини айирмаси, иккинчиси эса уларнинг бошланғич фазаларининг айирмаси деб олинади. Детекторлаш фазалари бўйича модуляциялашган сигналларни учун $\omega_1 = \omega_2$ шарт бажарилиши керак.

ФД ларнинг асосий характеристикаси детекторлаш характеристикаси (13.4) орқали аниқланади ва 13.20-расмда кўрсатилган.



13.20- расм.

ФД ларнинг асосий параметрлари куйидагилардир.
– детекторлаш характеристикасининг қиялиги.

$$S_{\Phi Д} = \frac{dU_{\alpha}}{d\varphi} / \text{макс} \quad (13.5)$$

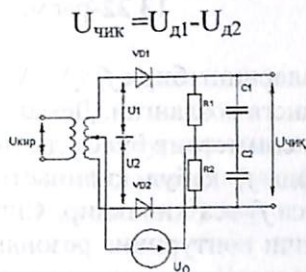
– детекторнинг кучланиш бўйича узатиш коэффиценти,

$$K_{\Phi Д} = U_{\Omega \text{макс}} / U_m \quad (13.6)$$

ФД лар орасида кўпроқ аҳамиятга эга бўлганларидан бири баланс ФД ларидир. Баланс ФДнинг схемаси 13.21-расмда кўрсатилган.

Детектор киришига U_1 ва U_2 кучланишлар берилган бўлиб, улардан бири U_1 таянч сигнали U_{ω_2} га тескари фазали бўлиб, иккинчиси U_2 синфазлидир.

Баланс ФА чиқишида VD1 ва VD2 ларга кўйилган кучланишларайирмасига тенг бўлади, яъни



13.21-расм.

13.6. Частотавий детектор ва уларнинг турлари

Частотавий детектор – ЧДлар ишлаш жараёнига қараб улар частота-амплитудавий – ЧАД, частота-фазавий – ЧФД, частота-импульсли – ЧИД турларига бўлинади.

ЧД ларнинг асосий параметри

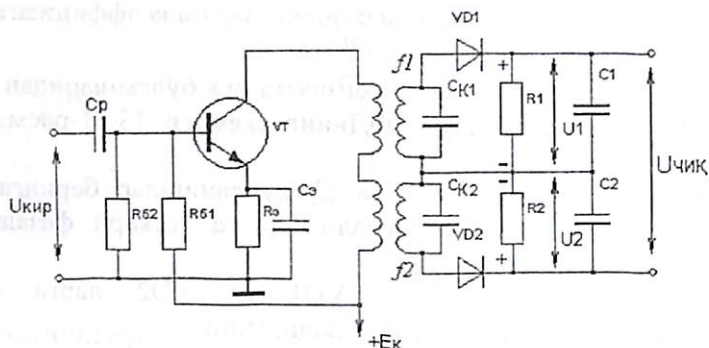
$$S_{\text{ЧД}} = \frac{dU_{\text{ЧИКО}}}{df} / f = f_0 \quad (13.7)$$

характеристика қиялигидир.

Детекторлаш характеристикаси S-симон бўлади.

Кириш кучланиши ўзгармай қолганда чиқишдаги кучланишнинг частотага боғлиқлиги кўрсатдиган кўрсаткич ЧДларнинг асосий характеристикаси бўлиб хизмат қилади. У характеристиканинг чизиқли қисми қанчалик катта бўлса, ЧДларнинг ишлаш сифати шунчалик яхши бўлади.

13.22-расмда кўпроқ қўлланиладиган ЧДларнинг схемаси кўрсатилган.



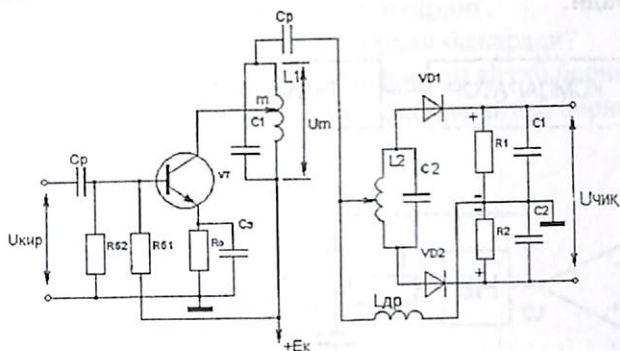
13.22-расм.

Схемада контурларнинг бири $f_1 = f_0 + \Delta f_0$ иккинчиси эса $f_2 = f_0 - \Delta f_0$ частоталарда резонансга созланган. Демак, ҳар икки контур бир-бирига нисбатан гарчи симметрик бўлса-да, лекин частоталари бўйича фарқ қилади. Бу ерда f_1 қабул қилинаётган сигнал частотасидан бирмунча катта бўлса f_2 эса кичикдир. Сигнал частотаси ортиб бориши билан у биринчи контурнинг резонанс частотасига яқинлаша боради ва у иккинчи контурнинг частотаси f_2 дан бирмунча узоқлашиб кетади. Бу жараён биринчи контурдаги кучланишини ортиб боришига, иккинчи контурдаги кучланишини эса камайиб кетишига сабабчи бўлади. Бу жараённинг акси бўлганда, аниқроғи сигнал частотаси камая бошлаганда у иккинчи контурнинг частотаси f_2 га яқинлаша боради. Биринчи контурдаги частотаси f_2 эса узоқлашади. Бу эса иккинчи контурдаги кучланишни ортиб боришига, биринчи контурнинг кучланишини камая боришига сабаб бўлади. Контурлардаги кучланиш амплитудавий диод детекторига берилади. Натижа кучланиш контурлардаги икки кучланишнинг ўзаро айирмаси натижасида ҳосил бўлади. Уни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$U_{\text{чик}} = U_1 - U_2 \quad (13.8)$$

Юқорида ЧМ сигнали АМ сигналга ўзгартириш ва АД ёрдамида детекторлаш усулини кўриб чикдик. Энди ЧМ сигнални ФМ сигналга ўзгартириш ва ФА ёрдамида детекторлаш усулини кўриб чиқамиз.

Таркибида ўзаро боғлиқли контури бўлган ЧДларни, ЧФДлар деб аталади. Бундай детекторларнинг схемаси 13.23-расмда келтирилган.



13.23-расм.

Схемадаги L_1C_1 ва L_2C_2 контурлар кириш сигналени ўртача частотасига созланган бўлиб, улар модуляция ўзгартгичлари вазифасини ўтайдилар. Модуляция бўлмаганда иккинчи контурнинг кучланиши U_2 , биринчи контурнинг кучланиши U_1 га қараганда 90° га олдинга силжиган бўлади. Частота бўйича модуляция жараёни бошланганда U_1 ва U_2 бир-бирларидан фазалар силжиш бурчагига қўшимча $\Delta\varphi$ га ўзгаради ва $U_{чик} = U_{д1} - U_{д2}$ га тенг бўлади.

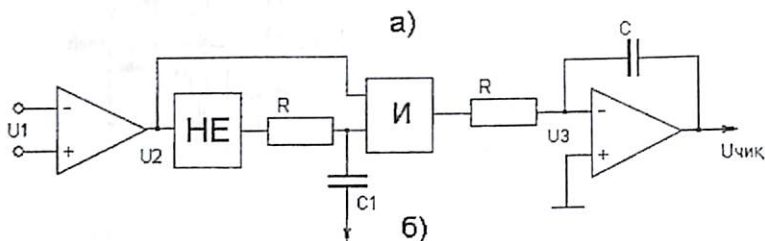
Детекторлаш характеристикаси S-симон бўлади.

13.7. Частота – импульсли детекторлар

ЧИДлар частота бўйича модуляцияланган сигнал импульслар кетма-кетлигига айлантирилиб сўнгра вақт детектори ёрдамида детекторлашга асосланган. Импульсларнинг такрорланиш сони, яъни частотаси кириш частотасига мутаносибдир. Импульслар сонига мутаносиб бўлган чиқишдаги кучланишни импульс ҳисоблагичлари орқали шакллантириб бериш мумкин. Бундай детекторларни, одатда импульс ҳисоблагич детекторлар деб аталади. Шундай детекторлардан бирининг схемаси 13.23-расмда келтирилган.

Детектор асосан учта қисмдан иборатдир. Улар компаратор, вибратор ва интеграторлардир.

Детектор операцион кучайтиргич асосига қурилган бўлиб, кириш сигналини кетма-кет импульсга айлантириб беради. Ундан чиқаётган импульс НЕ-И операциясини бажарувчи вибраторга келиб тушади.



13.24-расм.

Схемадаги R_1 , C_1 НЕ-И операциясининг вақтини таъминлаб туради. Вибратор чиқимидаги импульслар баландлиги ва узунлиги бир мъёрда туради. Частотаси эса киришдаги сигнал частотасига мос тушади. Интегратор ҳам операцион кучайтиргич асосига қурилган бўлиб, у импульс частотасига пропорционал кучланишни шакллантиради. Бундай детекторларнинг аҳамияти детекторлашни юқори сифатли бўлишини ва бу детекторларни алоҳида интеграл микросхема шаклида яратиш имкониятини яратади.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Детекторларнинг асосий турлари ва вазифасини айтиб чиқинг.
2. Диодли АДнинг схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.
3. Транзисторли АДнинг схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.
4. Чеklangичнинг асосий турлари ва вазифасини айтиб чиқинг.
5. Диодли АЧ схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

6. Транзисторли АЧ схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

7. Икки транзисторли ва умумий R_3 резисторли АЧ схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

8. Оний чеклагичнинг қандай вазифани бажаради?

9. ФДнинг асосий турлари ва вазифасини айтиб беринг.

13. ЧДнинг асосий турлари ва вазифасини айтиб беринг.

XVI боб. РАДИОҚАБУЛ ҚИЛУВЧИ ҚУРИЛМАЛАРНИ РОСТЛАШ

14.1. Ростлашнинг турлари

Маълумки, ҳар қандай қурилмани, жумладан, радио қабул қилгич самарали ишлашини таъминлаш учун уларга қулай шароит яратилади. Қурилмаларга ишлаш шароитларини яхшилаш учун у қурилмаларни ташкил этган элементлар қийматларини, асосий кўрсаткичлари ва уларнинг хосса ва хусусиятлари турли йўллар билан ростланади. Ростлаш усуллари турличадир. Лекин улар қандай бўлмасин, ростлаш усулларини икки катта гуруҳга ажратилади.

Биринчи гуруҳга параметрларини ростлаш усуллари киради. Параметрларни ростлаш усуллари орқали радио қабуллаш қурилмаларнинг частота ва фазавий характеристикалари керакли меъёрда шакллантирилади ва шу йўл билан РҚҚ самарали ишлаш қобилиятини орттирилади.

Иккинчи гуруҳга РҚҚларнинг элементларини электр режимларини ростлаш усуллари киради.

Ростлашнинг биринчи гуруҳига РҚҚларнинг частотаси, танловчанлигини, частота ўтказиш каналларини ростлаш киради. Ростлашнинг иккинчи гуруҳига эса электрон асбобларнинг олдиндан танланилган электр режимларини, айрим элементларни талаб бўйича олдиндан ўрнатилган электр режимларини таъминлаб туриш, қабул қилувчи трактнинг кучайтиришини ростлаш, айрим элементлар орасидаги алоқани ростлаш ва ҳоказолар киради. Бу икки гуруҳдан ташқари ростлаш ишлаб чиқариш технологик ва эксплуатацион гуруҳларга ҳам бўлинади. Бу гуруҳларнинг биринчисига қурилмаларни ишлаб чиқарилаётган ҳамда таъмирлаётган пайтдаги ростлашлар киради. Ростлашнинг бу усули орқали қурилмаларнинг характеристика ва параметрларига қўйилган техник талаблар амалга оширилади. Бу ростлаш турига мисол тариқасида, контур ва филтрларни ростлаш, асбобларнинг электродларига керакли бўлган кучланишларни ўрнатиш, каскадлар аро алоқани созлаш ва бошқаларни кўрсатиш мумкин.

Курилмаларни эксплуатация қилинаётган пайтда ишлаб чиқариш-технологик ростилашлардан фойдаланиш ман этилади. Эксплуатация пайтида РҚҚларнинг частотасини, кучайтириш коэффициентини, танловчанлик хусусияларини ва шу каби кўрсаткичларни ростилашга рухсат берилади.

14.2. Частотани ростилаш

РҚҚларни номинал частотаси бўйича созилаш ишлари частотани ростилаш орқали олиб борилади. Эталон частота сифатида махсус генератор частотаси ёки фойдали сигнал частотаси олинади ва шу частотага таққосланади. Частотаси ростиладиган элементлар қурилманинг схемаси ёки ишчи частотаси бўйича танланади. Супергетеродин РҚҚларда ростилаувчи элементлар сифатида резонанс контурлари ва гетеродинлар олинади.

Олдиндан берилган частота бўйича ростилаш оҳиста олиб борилади. Айрим пайтларда эса олдиндан берилган ишчи частотаси бўйича муайян ҳолатда олиб борилиши ҳам мумкин. Ростилашнинг яна бир муҳим усулларида бири кичик қадамли махсус синтезаторлар ёрдамида олиб бориладиган усулдир. Синтезаторларнинг схемаси содда, уни бошқариш кўп меҳнат талаб қилмаганлиги учун ростилашнинг бу усули радио саноатида кўпроқ қўлланилади.

14.3. Частота ўтказиш орқали ростилаш

Одатда, РҚҚларнинг танловчанлик коэффициенти уларни лойихалаётган пайтда алоҳида эътиборга олинади ва уни бир муайян ҳолатга келтирилади. Лекин РҚҚларни эксплуатация қилинаётган пайтда ташқи муҳитдаги айрим омилларнинг таъсирида уларнинг танловчанлик хусусиятлари ўзгариб қолиши мумкин. РҚҚларни шу ва шуларга ўхшаш омиллардан ҳимоя қилиш учун ҳам уларнинг танловчанлик хусусиятларини доимо кузатиб, ростилаб турилади. Танловчанлик коэффициентини бошқариш ва уни ростилаш частота ўтказиш трактини бошқариш орқали амалга оширилади.

Частота трактини оҳисталик билан ростилашганлиги мақбул. Лекин айрим пайтларда дискрет равишда ҳам бошқариш мумкин. Ростилашни қўл орқали ҳам, автоматик равишда ҳам олиб бориш мумкин. Ростилаувчи элементлар сифатида қуйи частота тракт-

тигача бўлган элементлар, оралиқ частота кучайтиргичлари оли-
нади. Ростлагич сифатида кварц филтърлари қўлланилади. Кварц
контур сифатида бир-бири билан кварц орқали ўзаро боғланган
контурлар хизмат қилади. Бу контурларнинг бир вақтнинг ўзида
каскадларнинг бирининг юки вазифасини ҳам ўтайди. Ростлаш ҳар
икки контурни бир вақтда бошқаришдан бошланади. Контурлар
ростланаётган пайтда уларнинг бирини характерли қаршилиги
сиғимли бўлса, иккинчисиники эса индуктивли бўлади. Бунинг
оқибатида эса ҳар икки контурнинг тўла қаршилиги абсолют
қийматлари бўйича ўзаро тенг бўлиб қолаверади, яъни

$$Z_1 = R + jx; \quad Z_2 = R + jx$$

Кварцнинг частотаси оралиқ частотага тенг ва унинг қарши-
лиги эса қуйидагига тенг бўлади, яъни

$$Z_{кв} = R_{кв} + jx_{кв}$$

Кварц ва контурларнинг қаршиликларини ҳисобга олинганда,

$$Z = Z_1 + Z_2 + Z_{кв} = 2R + R_{кв} + jx_{кв}$$

бўлади. Демак, умумий қаршилик, кварц занжирида содир бўлган
исрофгарчилик қаршилигининг иккиланган қийматиға эквивалент
бўлар экан.

Контурлар қаршилиги $R_{ни}$ эквивалент қаршилик $R_{оэ}$ билан
ифода этиб, $R = R_{оэ} + \sqrt{1 + \xi^2}$ ҳамда кварцнинг асллилигини ҳисобга
олиб, контурнинг носозланганлигини ξ десак, кварц филтърнинг
частота ўтказиш полосасини аниқлаш мумкин, яъни

$$\Delta f = \frac{f_{OP}}{Q_{кв}} \left(1 + \frac{2R_{оэ}}{R_{кв} \sqrt{1 + \xi^2}} \right) \quad (14.1)$$

Бу тенгламага асосланиб шу нарсани айтиш мумкинки, яъни
частота ўтказиш полосасини контурнинг носозлик коэффициенти ξ
орқали бошқариш мумкин. Агарда $\xi = 0$ бўлса, контурнинг частота
ўтказиш полосаси максимал бўлади. ξ ни аста орттирилиб борилса,
частота ўтказиш полосаси аста торайиб боради. ξ нинг қийматини

катта қилинганда частота ўтказиш полосаси кварц частотасининг ўтказиш полосасига тенг бўлиб қолади. Каскаднинг кучайтириш коэффициенти камайиб кетади.

Агарда РҚҚларда танловчанликни бошқариш учун радио частота кучайтиргичларини атайин кўп каналли қилиб олинади. Бундай РҚҚларнинг ҳар бир каналини танловчанлик хусусиятлари турлича бўлади. Бу усулда, танловчанликни ростланилмоқчи бўлинса, бундай РҚҚларнинг қабул қилиш тракти анчагина мураккаблашиб кетади.

14.4. Кучайтириш коэффициентини ростлаш

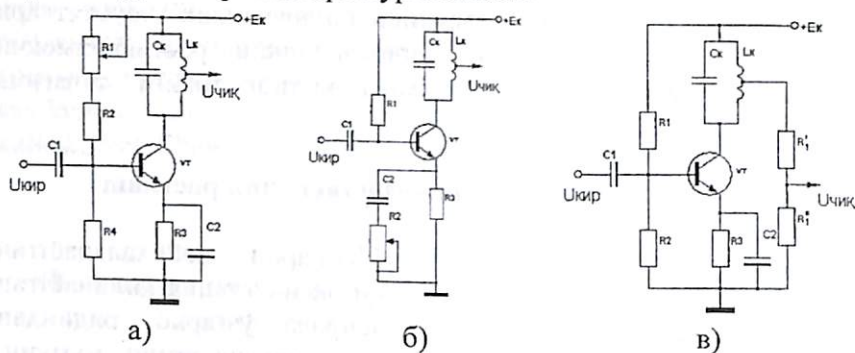
Кучайтириш коэффициенти РҚҚларни лойиҳаланаётган пайтда таъминланади. Аммо РҚҚларни эксплуатация қилинаётган пайтда чиқишдаги кувват кенг доирада ўзгариб, олдиндан танланилган кучайтириш коэффициентига таъсир этиши мумкин. Айрим пайтларда кучсиз сигналларни қабул қилишга мўлжалланган кучайтириш берадиган каскадлар бехосдан катта қийматли сигналларни қабул қилиб қолганда у олдиндан танланилган кучайтириш коэффициенти, нафақат ортиқча, балки зиёнли бўлиб қолиши ҳам мумкин. Бундай пайтларда РҚҚларнинг асосий кўрсаткичлари ёмонлашиб кетади. Шу боис ҳам ҳар бир РҚҚда уларнинг кучайтириш коэффициентлари ростланувчи бўлиши керак. Ростланувчи элементлар сифатида ЮЧРК, ОЧК ва каскадлар олинади. Қуйида кучайтириш коэффициентини ростлашнинг айрим усуллари билан танишиб чиқамиз.

Маълумки, кучайтиргичларнинг кучайтириш коэффициенти кучайтиргич асбобнинг ВАХ характеристикаларини тиклиги ва юкнинг қаршилигига боғлиқ. Шундай экан, кучайтириш коэффициентини шу икки кўрсаткичларнинг параметрлари орқали амалга оширилади десак муболаға бўлмайди. Бу икки кўрсаткичнинг қулай ва соддаси АЭ вольт ампер характеристикаси тиклигини ростлашдир. Характеристикани тиклигини силжиш кучланиши орқали бошқарилади.

Транзисторларда ўтказувчанлик U_{21} ни ўзгартириш орқали кучайтириш коэффициенти ростланади. Бу усул транзисторларни ўзгармас ток бўйича ишлайдиган режимни ўзгартириш йўли орқали амалга оширилади.

Юқорида кўрсатилган усуллардан ташқари, яна тескари алоқа орқали, махсус аттунатор ёки кучланишни бўлувчи элементлар орқали ҳам кучайтириш коэффициентларини ўзгартириш мумкин.

14.1-расмда кучайтириш коэффициентини ўзгартириш-схема-ларнинг турли вариантлари кўрсатилган.



14.1-расм.

14.1,а-расмда кучайтириш коэффициентини ростлаш, кучланишни бўлувчи элементлар R_1, R_2, R_3 лар орқали, 14.1,б-расмда эса ростлаш, транзисторнинг эмиттер занжири бўйлаб оқадиган ток қийматини ўзгартириш ва ниҳоят, 14.1,в-расмда ростлаш, қаршилик R_1 ва R_2 лар орқали амалга оширилади.

14.5. Частотани автоматик равишда ростлаш

Частотани автоматик равишда ростлашдан асосий мақсад:

- оралиқ частотанинг қийматини ўзгармас сақлаб туриш,
- узатиш қурилмалари ва гетеродинда беҳосдан пайдо бўлиб қоладиган сигналларни йўқотиш ва ниҳоят,
- қурилмани ишлаш ҳолатини барқарор ушлаб туришлиқдир.

Частотани автоматик ростлаш (ЧАР)ларнинг ишлаш жараёни ростланувчи генераторнинг частотаси ўзгариб қолганда у ростланувчи генератор ўзининг номинал частотасидан қанчага ўзгариб қолганлигини автоматик равишда ўлчашликдан иборатдир. ЧАРларнинг самарали ишлаши ростланувчи генератор частотаси унинг эталон частотасидан ўзгариб қолган қийматини, шу қийматнинг қолдиғига бўлган нисбати билан аниқланади, яъни

$$K_{уам} = \Delta f_0 / \Delta f k_1 \quad (14.2)$$

Бу нисбатни автоматик ростлаш коэффициентини деб аталади.

Агарда қолдиқ нолга тенг бўлмаса, ростловчи тизимни статик, акс ҳолда астатик тизим деб аталади.

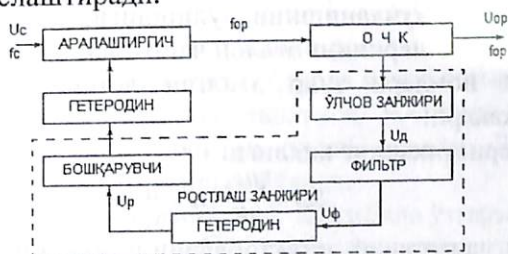
Демак ЧАРларнинг таркибида асосан эталон частота, ўлчов элементи, ростловчи тизим бўлиши керак. Буларга қўшимча сифатида кучайтиргич қурилмалари, филтрлар ҳам бўлиши мумкин.

Супергетеродин РҚҚларда частотани ўзгармас ушлаб туришлик учун оралиқ частотани ўзгармас ушлаб турилади ёки гетеродин частотасини меъёрланади. ЧАР тизимлари икки катта гуруҳга бўлинади.

1. Оралиқ частотани меъёрлашга асосланган ЧАР тизимлари (14.2-расм).

2. Гетеродин частотасини меъёрлашга асосланган ЧАР тизимлари (14.3-расм).

14.2-расмда оралиқ частотани кучайтирилган кучланиши ўлчов элементига берилади. Бу элементда ўлчанилган частота ўзгаришининг кучланиши ўзгармас кучланишга айлантирилади. Бу кучланишнинг қиймати ва ишораси Δf_{op} частотаси кучланишининг қиймати ва ишорасига мутаносиб бўлади. Бу кучланиш ўзгарувчан ташкил этувчисидан тозаланилгач, ўзгармас ток кучайтиргичига берилади. Кучайтиргичнинг асосий параметрлари ва керакли кучайтириш коэффициентини ростлашнинг қонуниятлари билан аниқланади. Кучайтиргичнинг чиқишидаги кучланишнинг таъсирида ростловчининг схемаси гетердин частотасини ўзгартириб қолган частотасига мутаносиб равишда ўзгартиради. Натижада оралиқ частотанинг қиймати ўзгармас ушлаб турилади. Бу тизим автоматик равишда ишлайди. Бу схеманинг ўзига хос хусусияти шундаки, у оралиқ частота меъёрлагичи сифатида ҳам хизмат қилади. Чунки у генератор ёки гетеродин частоталари ўз ишчи доирасидан чиқиб кетса, схема ўша частоталарни автоматик равишда қайта эталон қийматига мослаштиради.



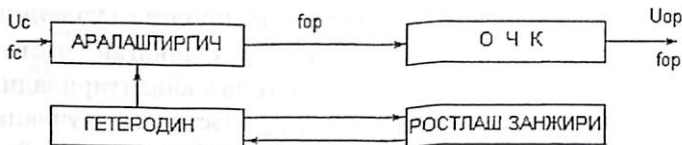
14.2-расм.

14.3-расмда гетеродиннинг чиқиш кучланиши тўғридан-тўғри элементнинг киришига берилади. Бу элемент частотанинг эталон частотадан қанчалик ўзгариб қолганини ҳисобга олади. Бу схема, фақатгина гетеродин частотасининг ўзгариб қолган қийматини компенсациялаб, частотани асл ҳолатига келтириб беради.

Юқорида кўрсатилган ростлашнинг икки усулидан ташқари яна ўлчов элементининг ишлаш жараёнига қараб икки турга бўлинади.

1. Частотани авто ростлаш-ЧАР.
2. Фазани авто ростлаш-ФАР.

Юқорида кўриб чиқилган усул ЧАР таркибига киради. Агарда ўша усулни фазалар силжиши бўйича олиб борсак, у ҳолда у усул ФАР таркибига киради.



14.3-расм.

14.6. Ростлаш занжири элементларининг асосий характеристикалари

Ўлчов элементлари ростлаш тизимларида ўлчов элементлари сифатида частота ёки фазавий детекторлардан фойдаланилади.

Частотавий детекторларда унинг чиқишидаги кучланиш частотанинг ўз номинал қийматидан ўзгариб қолган қийматининг функцияси, фазавий детекторларида эса уларнинг чиқишидаги кучланиш ўзаро таққосланаётган сигналларнинг фазаларининг силжиш функцияси бўлади. Бу детекторларнинг ўзига хос хусусиятларидан бири уларда таянч кучланишини бўлишлигидир. Бу таянч кучланиши ўлчов элементларининг эталон частотаси вазифасини ўтайди.

Юқорида номлари зикр этилган детекторларнинг асосий характеристикалари:

- Характеристиканинг қиялиги:

$$S_{\text{чд}} = \frac{dU_{\text{д}}}{df}, \Delta f = 0 \quad (14.3)$$

(14.3) ни частотавий детекторларнинг узатиш функцияси деб аталади. Тенгламадаги детектор характеристикасининг икки экстремуми орасидаги частота ўтказиш полосаси деб аталади. Бу полоса

оралиғида статик характеристикани тўғри чизикли деб қараш мумкин.

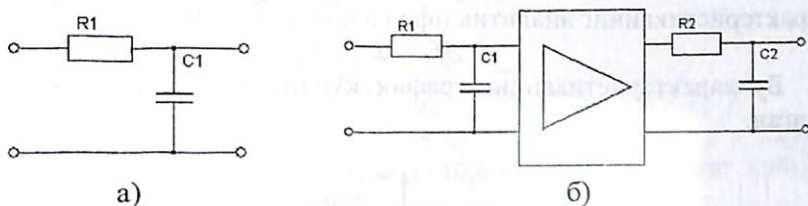
Фазавий детектор характеристикасининг қиялиги қуйидагича аниқланади.

$$S_{\text{фд}} = \frac{dU_{\text{д}}}{d\varphi}, \Delta\varphi = \pi/2. \quad (14.4)$$

(14.4) фазавий детекторнинг узатиш функцияси бўлиб хизмат қилади. Фазавий детекторларнинг бу характеристикаси $\pi/2 \pm 3\pi/8$ оралиғида чизикли деб олинади. Бу узатиш функциясини айрим пайтларда фазавий узатиш функцияси деб ҳам аталади. Лекин ўлчов элементлари ЧАР тизимларида частотани оғишини ўлчанганлиги сабабли бу узатиш функциясини чиқишдаги кучланиши частота оғишига бўлган нисбати деб ҳам қаралади. Чунки бу функция частотавий детекторларнинг узатиш функциясига ўхшаш бўлади.

Фильтр чиқишдаги кучланишнинг юқори частотали ташкил этувчиси гетеродиннинг ишчи ҳолатига салбий таъсир этишлиги туфайли бу ташкил этувчини йўқотишга хизмат қилинади. Бу ташкил этувчини йўқотиш учун филтрлар ишлатилади. Филтрлар RC занжиридан ташкил топган бўлиб, бир ёки кўп звеноли бўлади ва улар қуйи частотали филтрлар деб аталади.

Қуйи частотали филтрнинг схемаси 14.4-расмда кўрсатилган.



14.4-расм.

Ўзгармас ток кучайтиргичларида ростлаш занжирининг юки филтр вазифасини ҳам бажаради. Агарда ўлчов элементининг вақт доимийлиги жуда катта қилиб танланса, ЧАРнинг инерционлик хоссаси RC звеноларига боғлиқ бўлиб қолади. Бу боғлиқлик ростловчи элементга ҳам тегишли бўлади.

Ўзгармас ток кучайтиргичи ЧАР таркибида ўзгармас ток кучайтиргичнинг бўлишлигига сабаб ростловчи элементнинг нормал ишлаши учун унга кириш кучланишининг аниқ бир қийматга, фақатгина ўзгармас ток кучайтиргичи орқали эришишлик мумкин.

Ростловчи одатда, гетеродин частотасини ростловчи қурилма ёрдамида мослаб турилади. Ростловчиларнинг ишлаш жараён-ларига қараб электрон, электромеханик ва термик турларга бўлинади.

Электрон ростловчиларга реактив транзисторлар киради. Бундан ташқари, эгри чизик характеристикали конденсаторлар, индуктувликлар ҳам кириши мумкин. Эгри чизик характеристикали сифимлар, гарчи контурни кенг доирада сошлаб турса-да, лекин у ҳароратга чидамсиздир. Бу камчиликни йўқотиш мақсадида ҳозирги пайтда яримўтказгич диодларнинг р-п ўтиш оралиғидаги сифимдан фойдаланилади. Бу тур элементлар вариқап деб аталади.

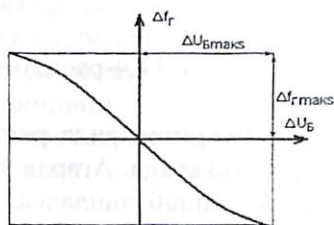
Электромеханик ростловчиларда гетеродиннинг частотаси электромеханик узатмалар орқали ростланади. Лекин бундай ростловчилар ҳаддан ташқари инерционлидир.

Термик ростловчилар асосан юқори частотали клистронларда ишлатилади. Уларнинг частотасини махсус иситгичлар орқали ҳарорат ўзгартирилиб клистроннинг камерасининг ўлчамлари ўзгартирилади ва шу орқали клистроннинг частотаси ростланади.

Бошқариб ёки ростлаб берувчи қурилма қандай бўлмасин уларнинг самарали ишлашини баҳоловчи кўрсаткич – бу ростланувчи генераторнинг частота ўзгаришини ростловчининг кучланишига нисбатан боғлиқлигини кўрсатадиган характеристикасидир. У характеристиканинг аналитик ифодаси қуйидагичадир.

$$\Delta f_z = \Phi(\Delta U_0)$$

Бу характеристиканинг график кўриниши 14.5-расмда кўрсатилган.



14.5-расм.

Бу статик характеристика орқали ростловчининг қуйидаги параметрларини топиш мумкин.

– характеристиканинг қиялиги,

$$S_B = \frac{d\Delta f_r}{d\Delta U_B} \quad (14.5)$$

Бу параметр частота мослашувини қандай самарада ўтаётганлигини кўрсатади.

– ростланувчи генераторнинг частотасини максимал ўзгариши топилади,

– ростловчи кучланишнинг максимал қиймати топилади.

Бу статик характеристика умумий ҳолда чизиқлидир.

14.7. Кучайтиришни автоматик ростлаш

Кучайтиришни автоматик ростлаш, қабул қилинаётган сигналларнинг сатҳи ўзгариб қолган шароитларда ҳам РҚҚларнинг чиқишидаги кучланишни берилган қийматда сақлаб туришлик учун хизмат қилади. Уларнинг ишлаш жараёни кучайтиргич асбоблари ҳамда элементларнинг хоссаларини автоматик равишда ўзгартиришга асослангандир.

Агарда қабул қилинаётган сигналнинг сатҳи ортиб кетса, кучайтириш коэффиценти камаяди ва аксинча. Бу таъриф ҚАРларнинг кучайтиришни автоматик ростлашнинг асосий негизини ташкил этади. ҚАРларнинг самаралиги чиқишдаги кучланишнинг нисбий ўзгариши билан баҳоланади. У қуйидагича топилади

$$B = U_{\phi \text{ макс}} / U_{\phi \text{ мин}} \quad (14.6)$$

ёки,

$$D = \frac{E_{\text{АМАКС}}}{E_{\text{АМИН}}} = \sqrt{\frac{P_{\text{АМАКС}}}{P_{\text{АМИН}}}} \quad (14.7)$$

Бу ерда, B –нинг қиймати $1,1 \div 10,0$ оралиғида D –нинг қиймати $10^4 \div 10^5$ оралиғида бўлади.

ҚАРлар қуйидаги турларга бўлинади:

- тескари алоқали ҚАРлар,
- тескари алоқасиз ҚАРлар,
- аралаш ҚАРлар.

Тескари алоқали ҚАРларда ростлаш чиқишдаги кучланишнинг сатҳитга боғлиқ бўлади. Бундай ҚАРларни «орқага» ростлашли ҚАРлар деб аталади (14.6-расм).

Агарда ҚАРларда тескари алоқа бўлмаса, бу ҳолда ростловчи киришдаги кучланишнинг сатҳи билан боғлиқ бўлади. Бундай ҚАРларни «олдинга» ростловчи деб аталади (14.6-расм).



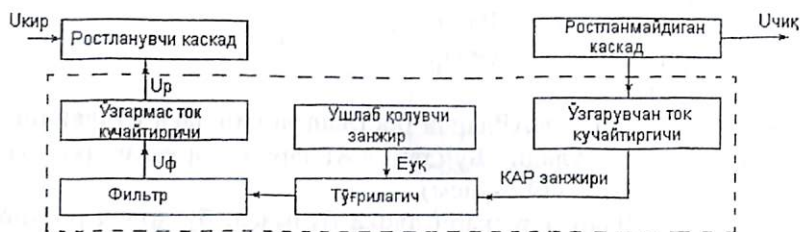
14.6-расм.

Булардан ташқари, КАРлар узлуксиз ва импульсли, инерцион ва инерцидсиз, содда ва ушлаб қолувчи турларга бўлинади.

14.8. КАР элементларининг асосий характеристикалари ва структуравий схемаси

14.6-расмда барча асосий элементларини ўзида мужассамлаштирган тесқари алоқали КАРларнинг структуравий схемаси келтирилган.

Схемада РҚҚнинг тўғри чизиқ характеристикали бўлаги чиқишидаги кучланиш рoстлаш занжирида қўшимча кучайтиргич орқали кучайтирилади ва КАРнинг тўғрилагичига берилади. Тўғрилагичдаги кучланишнинг доимий таркибий қисми кириш сигналнинг кучланишига мутаносиб бўлади. Қуйи частотали филтёр орқали ажратилган кучланиш ўзгармас ток кучайтиргичида кучайтирилади ва у рoстловчи кучланиш сифатида РҚҚнинг каскадаларига берилади. Киришдаги сигнал кучланишининг сатҳи қанчалик катта бўлса, рoстловчи кучланиш ҳам шунчалик катта бўлади. Лекин рoстланувчи каскаднинг узатиш коэффициенти шунчалик кичик бўлади. Тўхтатиб қўядиган схема ёрдами КАР ишлаш ҳолатининг бошланиш ҳолатига қайтарилади.



14.7-расм.

КАРларнинг асосий характеристикалари билан танишамиз.

1. Ростланувчи кучайтиргич.

Ростланувчи кучайтиргич таркибига ростланувчи кучайтиргич коэффицентли каскадлар, кучайтирилиши бошқарилмайдиган каскадлар, каскадлараро боғловчи элементлар киради.

Кучайтиргич каскадлардан юқори ва оралиқ частотали кучайтиргичларни ростлангани маъқул. Чунки ростлашнинг бу усулида эгри чизиқли бузилишлар бўлмайди. Ростланадиган каскадаларнинг сони КАРларнинг самарали ишлашларига қўйилган талаблар орқали аниқланади.

Ростланадиган кучайтиргичларнинг самарали ишлашини баҳолашда унинг кучайтириш коэффицентини ўзгартириш қонуниятини билиш катта аҳамиятга эгадир. Бу қонуният кучайтиргичларнинг ростлайдиган характеристикаси орқали топилади. Бу характеристика (14.7-расм) ростланувчи кучайтиргичнинг кучайтириш коэффицентини билан ростловчи кучланиш орасидаги муносабатни кўрсатади.

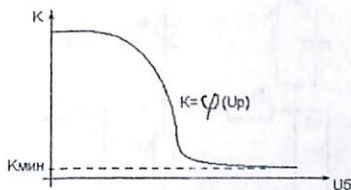
Бу характеристика орқали ростлаш усули ростланувчи ва ростланмайдиган каскадларнинг сони аниқланади. Бу муносабатни аналитик кўринишини қуйидагича ифодалаш.

$$K(U_p) = \prod_{i=1}^m K_i(U_p) / \prod_{i=1}^n K_i \quad (14.8)$$

Бу ерда, m – ростланувчи каскадларнинг сони;

n – ростланмайдиган каскадлар сони.

$U_p=0$ бўлганда, кучайтириш коэффицентнинг, $U_p=U_{p\max}$ бўлган пайтдаги унинг минимал қийматига бўлган нисбатини ростлашнинг чуқурлиги деб аталади.



14.8-расм.

Агарда (14.6) тенглама ва (14.7) тенглама орқали B ва D лар аниқланадиган бўлинса ёки берилган бўлса, кучайтиргичларнинг ростловчи характеристикалари.

$$\frac{K_{\max}}{K_{\min}} \geq \frac{D}{B} \quad (14.9)$$

шартни бажариши керак. Бу ҳолда ростлашнинг чуқурлиги ростловчи кучланишнинг доираси ва ростланувчи кучайтиргичнинг хоссалари орқали аниқланади.

1. Ростлаш занжиридаги кучайтиргич.

Айрим пайтларда, ростловчи кучланиш керакли ростлаш чуқурлигини беролмаслиги мумкин. Бундай ҳолларда ростлаш занжирига қўшимча кучайтиргич уланади. Бу кучайтиргич КАРгача ўзгарувчан, КАРдан кейин уланган бўлса, ўзгармас ток кучайтиргичи бўлиши мумкин.

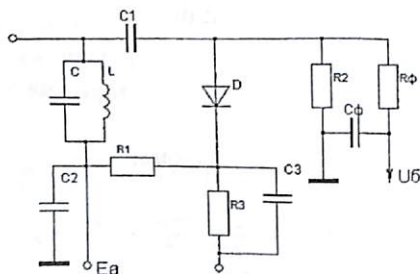
2. КАР тўғрилагичи.

Тўғрилагич, кириш сигналнинг кучланишига мос равишда, оралиқ частота кучланишини ўзгармас кучланишга айлантириб бериш учун хизмат қилади. Тўғрилагич сифатида, одатда детекторлар қўлланилади, айниқса, диодли детекторлар кўпроқ ишлатилади. Бундай детекторлар учун қаршилиги катта бўлган юк ишлатилади. Бундан мақсад уларнинг узатиш коэффициентини бирга яқинлаштиришликдир.

3. Ушлаб қолиш схемаси.

Кучланишни ушлаб қолиш схемаси турличадир. 14.8-расмда кучланишни бўлиш усули орқали ушлаб қолувчи схема кўрсатилган.

Схемада кучланиш қаршилик R_1 ва R_3 ларда бўлинади. Қаршилик R_2 тўғрилагичнинг юки вазифасини бажаради. Резистор R_ϕ ва конденсатор C_ϕ КАРнинг филтрларидир.



14.9-расм.

4. КАР филтри.

Филтр ростлаш занжирининг инерцион хоссасини аниқлаб беради. Бундан ташқари, у иккита вазифани бажаради.

1. Оралиқ частота кучланишини тозалаб, шу частота бўйича тескари алоқани йўқотади.

2. Агарда амплитудаси бўйича модуляцияланган сигнал қабул қилиниб қолгудай бўлинса, КАР тўғрилагичининг юкида у сигналнинг ҳам ўзгарувчан, ҳам ўзгармас ташкил этувчиси пайдо бўлади. Шу икки таркибий қисмни ростланувчи каскадга бериладиган бўлинса, сигнални кучайтириш жараёнида сигнал демодуляцияланиб қолади. Бундай ҳолларда ростлаш занжири сигнални охишта ўзгаришига қаршилиқ қилади. Бундан ташқари, модуляция қонунини ҳам ўзгартириб юборади. КАРларда шу ҳодиса содир бўлмаслиги учун уларда филтрлар қўлланилади.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. РҚҚҚларда қўлланиладиган ростлашлар турларини айтиб чиқинг.

2. Частотани ростлаш усулларини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

3. Ростлаш занжири элементларининг асосий параметрларини айтинг.

4. Кучайтиришни ростлаш усулларини айтинг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

5. Автоматик ростлаш хусусиятлари нималардан иборат.

6. КАРнинг таркибий схемасини келтиринг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

XV боб. РАДИОҚАБУЛ ҚИЛИШ ҚУРИЛМАЛАРИНИ МАСОФАДАН БОШҚАРИШ ВА НАЗОРАТ ҚИЛИШ

Радио электрон воситаларга қабул қилишнинг параметрлари, характеристикалари ва режимларининг ростирилишларининг жорий этилиши, уларни масофадан бошқаришга имкон беради. Масофадан бошқариш (МБ) дейиладиган бундай бошқаришлар ҳам маиший, ҳам профессионал қабулқилгичларда кенг қўлланилади.

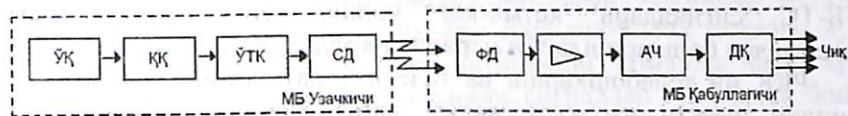
15.1. Радиоэшиттириш қабулқилгичларининг масофадан бошқариш

Битта бинода тингловчи билан бир неча метр масофадаги радиоқабул қилгичнинг бошқарилиши тингловчига оширилган қулайликни яратади. Қабулқилгичга яқинлашмасдан туриб, унинг ёқилиши-узилиши, керакли станцияга созланиши, созланиш частоталарини ёдда сақлаш ва қайта эшиттириш, овоз тембрини ва кучайтиришни ростлаш ва бошқа имкониятларга эга бўлади. Айниқса, масофадан бошқариш стереобалансни ўрнатиш учун қулайдир, чунки дастурни эшитиш жойига нисбатан амалга ошириш зарур.

Радиоэшиттириш қабулқилгичларида масофадан бошқариш учун ультратовуш ва инфрақизил тембранишлар ишлатилади. Иқтисодий жиҳатдан, шуниндек, командалар сони ва юқори тезликни ҳисобга олганда импульс-код модуляцияли инфрақизил бошқариш линиялари кўпроқ қўлланилади. Инфрақизил (ИҚ) тебранишлар бино деворлари ва унга жойлашган мебелларда яхши ютилади, бунда улар бошқа биноларда жойлашган қурилмаларга халақит қиладиган таъсирларни ҳосил қилмайди ва инсонлар соғлиғи учун зарарсиз ҳисобланади.

Инфрақизил манбали МБ тузилиш схемаси 15.1-расмда келтирилган.

Қабулқилгични масофадан бошқариш (МБ) ўзгартириш кўрсаткичлари (ЎК) лар танланади, унга мос бошқариш сигналлари кодлаш қурилмаси КК1 да ўзгартирилиб, уни масофадан бошқариш учун ўзгармас ток кучайтиргичига берилди.



15.1-расм.

Кучайтирилгандан кейин импульс-код кетма-кетлиги СД светодиодага таъсир қилади. Светодиод бошқариладаган қабулқилгичдаги ФД фотодиод йўналишида нурланади. ФДда қабул қилинган импульслар кучайтирилади, халақитлардан филтрланади (тўғридан-тўғри куёш нурлари, электр иситиш ва ёритиш асбоблари ва х.к.), чеклагичда амплитуда АЧ бўйича чекланади, декодланади (ДҚ). ДҚнинг чиқишларидаги импульслар РКҚнинг мос ростлаш занжирларига берилади. Микро-процессорли бошқаришли қабулқилгичларда УҚ пульти қабулқилгични бошқариш турларини қисман ёки тўлиқ алмаштириши мумкин.

15.2.Профессионал қабулқилгичларни масофадан бошқариш

Бундай РКҚларда ишни бошқариш ва назорат қилиш қабулқилгичдан қандайдир масофага жойлашган диспетчерли пункти ДП дан амалга оширилади. Бу аввалдан берилган дастур бўйича ШЭХМ ёрдамида қабулқилгични бошқариш ҳисобига радиоалоқанинг тезкорлигини оширади, хизмат кўрсатилмайдиган радио станциялар қабулқилгичларида хизмат кўрсатадиган ходимларнинг сонини қисқартиради. ЭХМ ёки оператордан маълум масофаларда жойлашган радио-қабулқилгичларга ахборотларни бир томонлама ёки икки томонлама узатиш орқали амалга оширилади. Биринчи ҳолда, фақат телебошқариш (ТБ) қодалари узатилади, иккинчи ҳолда эса ишни назорат қилиш учун телесигнализация ахборотларини узатиш мақсадида тесқари алоқа канали ташқил этилади. Масофадан бошқаришда РКҚ нинг ҳар бир бошқариш органи учун алоҳида кодлар комбинацияси кўзда тутилади, телебошқаришда эса, ҳар бир бошқариладиган сигналга тегишли командалар алоқа линиялари ёки радиоканаллар орқали юборилади.

ТБ-ТС сигналлари одатда, бир алоқа канали ёки бир линияси орқали узатилади. Демак, РКҚ ни телебошқариш ва теле назорат қилишда алоқа каналларини зичлаштириш амалга оширилади ва

ТБ-ТС сигналлари кетма-кет кодлар ёрдамида узатилади, масофадан бошқаришда эса параллел кодлар ёрдамида узатилади.

РҚҚ ни телебошқариш ва теле назорат қилиш тизими диспетчерлик пунктидаги қурилмалар, алоқа канали ва РҚҚ қурилмалардан иборат (15.2-расм).



15.2-расм.

Диспетчерлик пунктидаги чиқариш блокида узатиладиган ахборот бошқариладиган РҚҚ алоқа линия орқали узатиш учун ярокли шаклга ўзгартирилади (кодланади ва модуляцияланади) РҚҚ нинг киритиш блокида тескари ўзгартиргичлар декодловчи ва демодуляцияловчи қурилмалар мавжуд. Кириштиш блоки ахборотларни ДПдан қабулқилгичга узатади ва шунингдек, қабулқилгич олд панелидаги эшитиш ва визуал индикаторларини ишлаб кетишини келтириб чиқаради. Чиқариш блоки ДПга узатиш РҚҚдан сигнални олади. Кўп сонли қабулқилгичли радиостанцияларда алоқа каналининг самарадорлигини ошириш учун барча РҚҚларга хабарларни узатиш учун умумий канал ишлатилади, яъни бир алоқа каналининг иккиламчи каналлар билан зичлаштириш амалга оширилади. Асосан, каналларни кодли ажратишли тизимлар қўлланилади. Уларда аниқ бир қабулқилгични бошқариш амалга ошириладиган ҳар бир иккиламчи каналда махсус кодли комбинация ишлатилади. Қабул қилиш томонида ДПдан алоқа канали орқали сигналлар параллел равишда қабулқилгичлар дешифраторларига берилади. Агар дешифрациядан кейинги кодли комбинация мазкур РҚҚ тегишли бўлса, у ҳолда ТБ сигналлари бу қабул-қилгичга таъсир қилади.

Бунда адрес коди ўз таркибига қабулқилгич учун ТБ командасини олади ёки адрес ва команда навбатма-навбат берилади.

ДПдан алоқа линияси бўйича узатиладиган кодли комбинация, одатда РҚҚ адреси (бунда ахборот узатилиши керак), дастур

номери (хабар турини аниқлайди) ва хабар матнидан иборат бўлади. Хабар матнига иккилик ёки иккилик-ўнлик коддаги кўп позицияли ТБ командаси, икки позицияли команда характери ҳақида маълумот, ТС икки позицияли сигналлар гуруҳи ва бошқалар кириши мумкин. Икки позицияли командаларга «ёқиб-ўчириш», «ошириш-камайтириш» ва бошқа командалар киради.

Одатда хабардаги импульслар сони ва уларнинг узунликлари берилган бўлади, шунинг учун, қабулқилгич сигналлар ораларидаги паузаларда ҳам, хабар бошланишидаги импульслар вақтида ҳам ёқилиши мумкин, бу тизимнинг халақитбардошлигини оширади.

ТБ командалари иккиланга тасдиқлаш билан ҳам узатилиши мумкин. Дастлаб ДП дан РҚҚ га адрес узатилади ва тайёрланган команданинг матни узатилади. Декодлангандан ва адрес хотирага олингандан сўнг ўша хабарнинг ўзи тескари равишда ДПга юборилади. Бу ерда уни аввал узатилгани билан солиштирилади. Узатилган ва қабул қилинган хабарлар мос тушганда РҚҚга командани бажарилишига руҳсат берилади, у олинганидан сўнг ДПга мос тасдиқлаш келади. Телебошқариш шундай қурилиши мумкинки, дастлаб РҚҚ гуруҳи танланади, кичик гуруҳ ва х.к. Шундай қилиб, талаб қилинадиган РҚҚни бошқариш учун танлаш бир хил ёки турли кодлар қўлланиладиган бир неча босқичларда амалга оширилади. ТБ аппаратурасини узатиш учун симли ёки радиореле линиялари стандарт каналлари ишлатилиши мумкин.

РҚҚ масофадан бошқариш режимида ишлаганида электромеханик ростлагичлар ва қайта улагичлар имконияти борича электронлиларга алмаштирилиши керак. ТБ сигналлари бўйича қабулқилгичда куйидагилар таъминланиши мумкин: частота диапазони ва йўналтирилганлик диаграммаси қабул қилиш йўналишларининг талабларига мос антенналар коммутацияси; частота бўйича қабулқилгичнинг қайта созланиши; зарур қабул қилиш турини, шунингдек, оралиқ частота тракти ўтказиш оралиғини таъминлайдиган занжирларнинг қайта уланиши; қабулқилгич радиотракти антеннаюторини бошқариш; сигнал сатҳини бошқариш; КАР занжирларини ва қабулқилгич чиқиш занжирларининг қайта уланиши, таъминот манбаи ва қабулқилгич блоклари яроқлилигини тестли текшириш (назорат) тизимларини ёкиш ва узиш; фавқулотда ҳолат тизими сигнализациясининг яроқлигини текшириш, заҳира жиҳозларнинг қайта уланиши ва х.к. Шунга ўхшаш ахборотлар ДП га ТС сигналлари ёрдамида узатилиши мумкин.

15.3. Қабулқилгичларни бошқариш ва назорат қилиш учун микропроцессорларнинг қўлланилиши

Автоматлаштирилган РҚҚлар бошқариш ва назорат қилиш жараёнларида инсоннинг қатнашишдан озод қиладиган қурилмаларнинг қўлланилишини талаб қилади. Катта интеграл схемалар (КИС) янги элементлар базасини ва сигналларга ишлов беришнинг янги рақамли услубларининг кенг жорий этилиши бундай қурилмаларнинг микропроцессор (МК) ва микропроцессорлар тизимлари (МПТ) базасида яратилишига имконият берди.

РҚҚ таркибига кирадиган МПТ вазифалари, асосан мазкур тугун ҳолатлари параметрларини аниқлаш, унинг ҳолатларини ўзгартириш, МП дастури бўйича алоҳида блокларни коммутациялаш ҳисобланади. Тугуннинг функционал вазифасига боғлиқ бўлмаган равишда унинг ҳолатларининг параметрларини аниқлаш, мазкур тугун ташкил этувчилари бўлган турли блоклардан келадиغان ахборотлар йиғиш ва ишлов беришдан иборат. Бунда турли тузилма ва вазифалари бўйича тугунлар учун МП турли сонли ахборот сигналларини қайта ишлайди. Исталган тугуннинг ҳолатини ўзгартириш учун мазкур тузилмага мос маълум сондаги бошқарувчи сигналлар талаб қилинади.

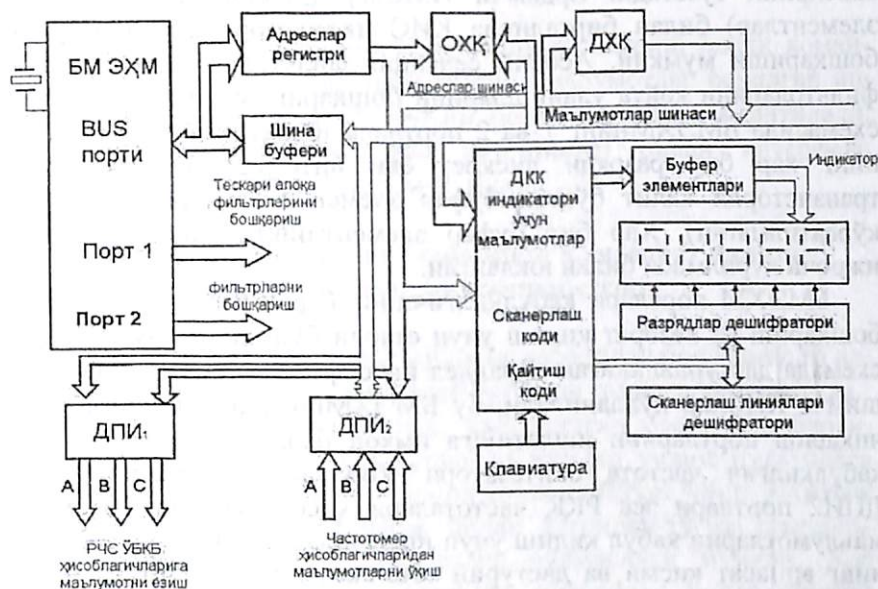
Марказий бошқариш қурилмаси сифатида МПдан фойдаланиш радио қабул қилгич барча вазифаларини рақамли бошқариш ва назорат қилиш имкониятини беради. Микропроцессорли бошқаришнинг асосий афзаллиги унинг жуда ихчамлигидир.

Бир кристалли микро ЭҲМлар (БМЭҲМ) кенг тарқалган бўлиб, у битта кристаллда МПТнинг барча асосий элементларига эга қурилмадир. Бу элементларга марказий процессор элементи, оператив-тезкор ва доимий хотира қурилмалари, кириш-чиқиш портлари, таймерлар такт генератори ва бошқа ёрдамчи қурилмалар киради.

БМдаги РҚҚни ЭҲМ орқали бошқариш блоки

БМЭҲМ КМ1816ВЕ48 асосидаги (15.3-расм) профессионал қабул қилгич бошқариш блокнинг тузилиш схемасини кўриб чиқамиз. Мазкур бошқариш блоки (ББ) қуйидаги вазифаларни бажаради: ФСС ва қабулқилгич КЗи филтрларини бошқариш, рақамли частота синтезаторида (РЧС) ўзгарувчи бўлиш коэффициентли бўлгични (ЎБКБ) бошқариш, яъни РҚҚни берилган частотага соз-

ланишини, ҳақиқий частотанинг индикацияси, частоталарни (каналларни) улардан исталганини кейинги тезкор созланишли хотирада сақлаш.



15.3-расм.

БМЭХМ КМ1816ВЕ48 таркибига такт генератори (тебранишлари частотаси ташқи кварцли генератор орқали стабилланган), саккиз разрядли иккилик сўзлар (байтлар) билан ишлайдиган, арифметик – мантиқий қурилма, ўта тезкор ХҚ дейиладиган 65та умумий вазифали регисторлар, дастурлар хотираси, икки йўналишли киритиш-чиқариш порти (USB порти), иккита квази икки йўналишли киритиш-чиқариш порти, дастурланадиган саккиз разрядли таймер – ҳисоблагичи киради.

Микропроцессорли ББда дастурланадиган интерфейсли КИСлардан фойдаланиш алоҳида қизиқиш уйғотади (интерфейс МП ёки МПТнинг ташқи қурилмалар билан ўзаро таъсирларини таъминлайдиган аппарат – дастурий воситалар мажмуаси). Улар марказий МПни юксизлантириш билан вазифаларни ўзларига олади. Бу КИСларнинг иш режимлари уларнинг ички регистрларига маълум иккилик сўзларни ёзиш билан дастурий ўзгариш мумкин. 15.3-расмдаги схемада дастурланадиган КИСлардан бири ККД дисплей

ва клавиатураси БИС – контролёри ҳисобланади. У БМЭХМни клавиатурани сканерлаш ва дисплейда динамик индикация вазифаларидан озод қилади, клавиатура контактларининг «драбезка» таъсирини тузатади. Ёрдамчи ИМСлар (дешифраторлар, буфер элементлар) билан биргаликда КИС индикатор ва клавиатурани бошқариши мумкин. Асосий селекция филтрлари (АСФ) ва КЗ филтрларини қайта уланишларини бошқариш учун қабулқилгичи схемасида БМЭХМнинг 1 ва 2 портлари ишлатилган. Бу портларнинг ҳар бир разряди дискрет ёки интеграл бажарилишдаги транзисторли калит бўлган буфер элементига уланади (схемада кўрсатилмаган). Ҳар бир буфер элементининг чиқиши ўзининг ижрочи қурилмаси билан юкланган.

БМЭХМ портлари қабулқилгичнинг барча зарур тугунларини бошқариш ва назорат қилиш учун етарли бўлмади, шунинг учун схемада дастурланадиган параллел интерфейсли (ДПИ) иккита кўшимча КИСлар қўлланилади, бу БМЭХМни кўшимча киритиш – чиқариш портларини ишлатишга имкон беради. ДПИ1 портлари қабулқилгич частота синтезатори УБКБсини бошқариш учун, ДПИ2 портлари эса РҚҚ частоталари ҳисоблагичлари блокидан маълумотларни қабул қилиш учун ишлатилади. Қабулқилгич ББсининг аппарат қисми ва дастурий таъминоти ягона аппарат – дастурий мажмуа кўринишида мавжуд, шунинг учун ББда МПнинг қўлланилишини самарадорлиги ББнинг бошқариш дастурининг сифати орқали аниқланади.

Таъминот ёкилгандан сўнг биринчи блок – иннецализация блоки командаларнинг бажарилиши бошланади. Бу ерда барча интерфейсли КИСлар дастурланади. ДХҚдан ОХҚга бир қанча константалар доимий ўзгармас кўрсаткичлар ёзилади, қабулқилгичнинг барча каммутацияланадиган ББ занжирлари дастлабки ҳолатга қайта уланади, бошқа операциялар ҳам бажарилади.

Кейин истеъмоли билан интерфейс командалар блокларига бошқариш узатилади. Бунда дисплейга маълумотларни киритишга таклиф берилади, клавиатура исталган тугмасини босилиши кутилади. Тугма босилгандан кейин унинг коди аниқланади ва у ОХҚда сақланади. Дисплейга киритилган рақамлар, масалан, РҚҚ созланиш частотасининг қиймати чиқарилади.

«Киритиш» тугмаси босилганидан кейин бошқариш ҳисоблаш блокига узатилади. Бу блокда терилган соннинг тўғрилиги текширилади (бу частотага қабулқилгичнинг созланиши мумкинлиги), бу

частота мос келадиган кичик диапазон аниқланади. РЧСдаги ЎБКБ бўлиш коэффициенти аниқланади, РҚҚнинг бошқа тугунлари ва блокларини иш режимларини ўрнатиш учун маълумотлар тайёрланади.

Сўнгра қабулқилгич аппаратурасини бошқариш блоки командалари бажарилади, бунда тайёрланган маълумотлар берилган иш режимларида ишлаши учун РҚҚни босиб портларга киритилади. Бундан кейин бошқариш яна истеъмолчи билан интерфейс командалари блокига узатилиши мумкин.

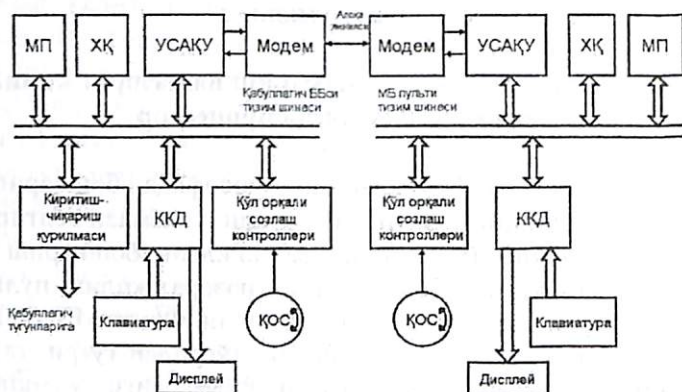
15.4. РҚҚни масофадан бошқариш ва назорат қилиш тизимларида микропроцессор

15.4-расмда МПдан фойдаланишли масофадан бошқариш ва назорат қилиш тугунининг намунавий тузилиш схемаси келтирилган.

Расмдан кўриниб турибдики, қабулқилгич бошқариш блокидаги МПТ ва масофадан бошқариш ва назорат қилиш пультадаги МПТ бир хил тузилишга эга бўлиши мумкин. Фақат МБ пультадаги МПТда қабулқилгич тугунлари билан тўғридан-тўғри таъсирлашувчи киритиш-чиқариш қурилмаси бўлмаслиги мумкин. Ҳар иккала МПТлар таркибига кетма-кет интерфейс контролёрлари киради. Улар масалан, универсал синхрон – асинхрон қабулқилгичлар – узатгичлар (УСАҚУ) дастурланадиган КИСлар асосида бажарилиши мумкин. Дастурланадиган КИСлар тизим шинаси бўйича МПдан узатиладиган иккилик сўзларни параллел шаклдаги кетма-кет битлар оқимига ва тескарисига ўзгартирилади. Қабулқилгичнинг ББсига МБ пультадан бериладиган ва тескарисига узатиладиган маълумотлар иккилик оқимларини мослаштириш модемларида амалга оширилади. Бу қурилмаларда узатиладиган маълумотларнинг халақитбардош кодлаш, ЧМ ва ФМнинг истикболли кўринишларини қўллаш билан уларни иккилик сигналларга модуляциялаш жараён бўлиб ўтади. Шунингдек, модемларда алоқа линиясида шовқинлар фониди маълумотларни халақитбардошли қабул қилиш, улардаги хатоликларни топиш ва тузатишли декодлаш амалга оширилади. Ўзининг алоҳида МПси билан бошқариладиган модемнинг мураккаблиги алоқа линияси турига, шунингдек, унинг узунлигига боғлиқ (0,3...3,4 кГц полосали телефон линияси; коаксиал кабел; оптик толали линия). Баъзида агар, масалан, алоқа линияси битта бино чегарасида жойлашган

бўлса, МБ командаларини иккилик шаклида тўғридан-тўғри узатиш орқали модемларсиз ишлаш мумкин.

Қабулқилгич ББсида ва МБ пультида МПнинг қўлланилиши масофадан бошқариш ва назорат қилиш тизимига алоқа линияси сифатига мослашишга ва маълумотларнинг алмашишининг самарадор протоколларини ишлатишга, масалан, хатоликлар топилганида МБ командаларини қайта сўраш ва қайта узатиш имконини беради.



15.4-расм.

МБ пультидан қабулқилгични бошқариш РҚҚ олд панелидан бошқаришдан ҳеч фарқ қилмайди, чунки пультнинг олд панелига бошқариш ва назорат қилиш органлари чиқарилган (соzлаш тутқичи, соzлаш частотасини қийматларини териш ва бошқа командаларни киритиш учун клавиатура, кўп функцияли дисплей). Шу билан бирга МБ пультидан ёки қабулқилгич олд панелидан керакли бошқариш режаларини бериш мумкин. Агар МБ пультидан бошқариш устивор бўлса, у ҳолда бу пультдан команда келганида қабулқилгич ББи КИСнинг УСАҚУси узилишга сўров сигналинини беради, уни олган ББи МПси КИСнинг УСАҚУсидаги қабул қилинган командани зудлик билан ўқийди ва уни зудлик билан бажаришни бошлайди. Бунда қабулқилгични олд панелидан киритилган командаларнинг бажарилиши вақтинча тўхтайди. Агар РҚҚ олд панелидан бошқариш устиворли бўлса, КИС УСАҚУсидан узилиш таъқиқланади.

Йирик қабул қилиш марказларида кўплаб РҚҚларни масофадан бошқариш учун катта ҳисоблаш қуввати ва кенг атроф (периферия

ёрдамчи) жиҳозларини тўплашга эга бўлган универсал персонал компьютерлар қўлланилади. Кенг периферия жиҳозларига юкори информатив телевизион дисплейлар, матн босувчи қурилмалар, дискларда сақловчилар (тўпловчилар) ва бошқалар киради. Шунга биноан, РҚҚни бошқаришнинг мураккаб алгоритмлари, адаптив қабул қилиш ва бошқаларни амалга ошириш мумкин.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Радиоэшиттириш қабулқилгичларининг масофадан бошқариш ҳақида айтиб беринг.
2. Проффессионал қабулқилгичларни масофадан бошқариш ҳақида айтиб беринг.
3. Қабулқилгичлар ишини бошқариш учун микропроцессорларнинг қўлланилиш самараси ва имконияти ҳақида тушунча беринг.
4. Қабулқилгичларни назорат қилиш учун микропроцессорларнинг қўлланилиши ҳақида маълумотлар беринг.
5. РҚҚни бошқариш учун БМЭХМдан фойдаланиш хусусиятлари ҳақида сўзлаб беринг.
6. РҚҚни масофадан бошқариш тизимларида микропроцессор қўлланилиши ҳақида сўзлаб беринг.
7. РҚҚни масофадан назорат қилиш тизимларида микропроцессорлар қўлланилиши ҳақида сўзлаб беринг.

XVI боб. ҲАР ХИЛ ВАЗИФАЛИ РҚҚҚ

16.1. DRM радиоқабулқилгичи

DRM радиоқабулқилгичи рақамли трактининг соддалаштирилган блок – схемаси 16.1-расмда тасвирланган (узатиш қисми 5.5-бобда ёритилган).

Йўналтирилмаган қабул қилиш антеннасидадан бериладиган DRM радиосигнал тюнер блокада ажратилади ва ундан кейин OFDM демодулятори киришига берилади. Бу қурилма чиқишидаги сигнал, чиқишида MSC, FAC ва SDC тизимий каналлар шаклландиган QAM ячейкалар инверс ўзгартиргичига берилади.

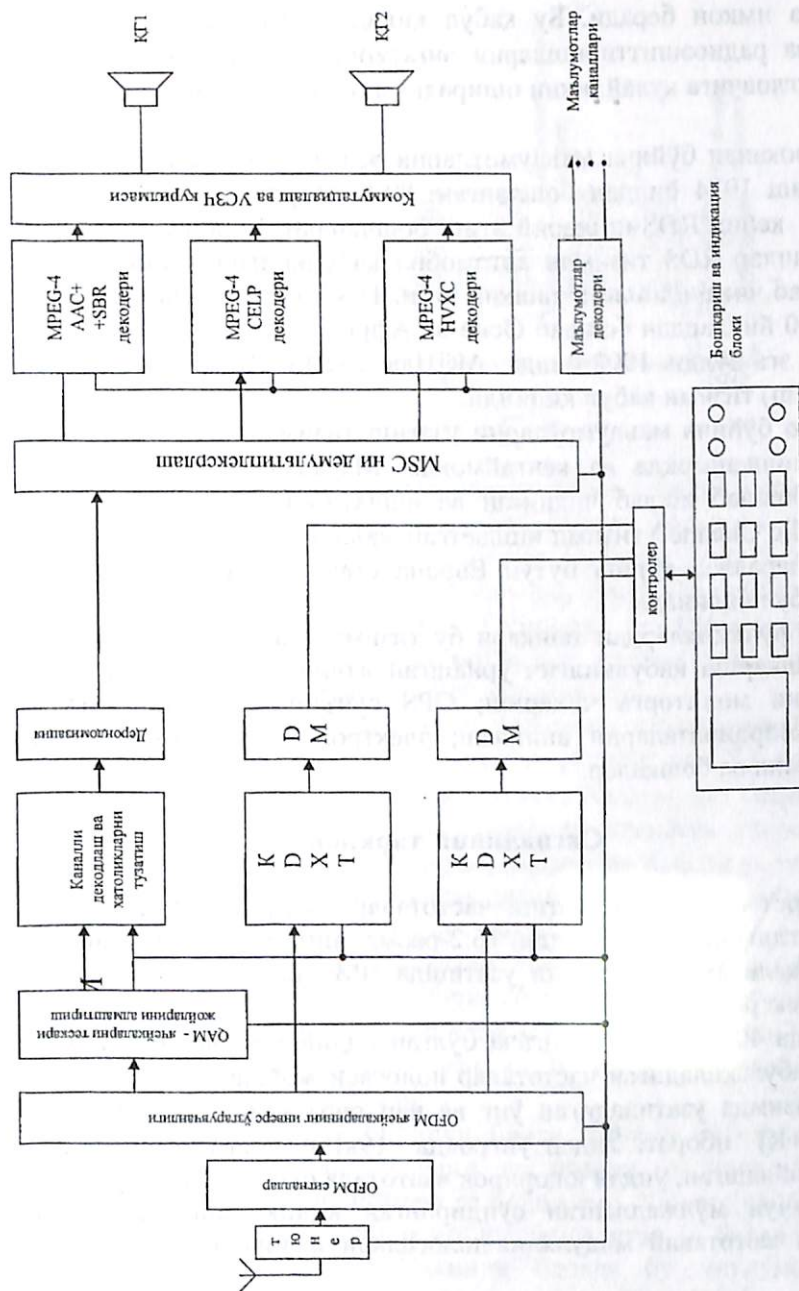
MSC каналида QAM ячейкаларнинг жойларини тескари алмаштириш амалга оширилади. Кейин тизимий каналларда канални демодуляция, яъни QAM ячейкаларни тескари ўзгартириш ва реал алоқа каналлари бўйича DRM сигнални узатишда вужудга келган хатоликларни тўғрилаш амалга оширилади. Бундан кейин тизимий каналларда узатиладиган рақамли сигналларни дерандомизациялаш амалга оширилади. Кейин MSCни демультимплексрлаш, яъни мультимплексни алоҳида овоз (нутқ) каналларига ажратиш бажарилади.

Уларда узатилаётган рақамли оқимлар декодланади.

Маълумотлар каналларида узатиладиган ахборотлар фойдаланувчи дисплейида акс этиши ёки кейинги фойдаланиш учун қабулқилгич чиқишига берилиши мумкин. Тизимий контроллер бошқариш ва индикация блокага уланган бўлиб, у фойдаланувчи ва FAC, SDCда узатиладиган ахборотлар командаларига мос равишда қабулқилгични бошқаради.

16.2.RDS тизими

RDS (Radio Data System) бу радио орқали рақамли маълумотларни узатишдир. RDS тизими FM (УҚТ-2) диапазонларда радиодастур билан биргаликда қўшимча ахборотни



16.1-рәсм.

узатишга имкон беради. Бу қабул қилиш сифатига таъсир қилмайди ва радиозшиттиришларни эшитишда, хусусан автомобилдаги тингловчига қулайликни оширадиган кўшимча имкониятларни яратади.

Радиоканал бўйича маълумотларни узатиш тизимларини ишлаб чиқиш 1974 йилдан бошланган. 80-йилларда тажриба синовларидан кейин RDSни жорий этиш бошланади. Европалик ишлаб чиқарувчилар RDS тизимли автомобил қабулқилгичларини оммавий ишлаб чиқарилишини ташкил этди. 1987–1988-йилларда Европада 1990 йиллардан бошлаб Осиё ва Африкада тизим кенг қўлланилишга эга бўлди. 1992 йилда АҚШда RDBS (Radio Data Broadcast System) тизими қабул қилинди.

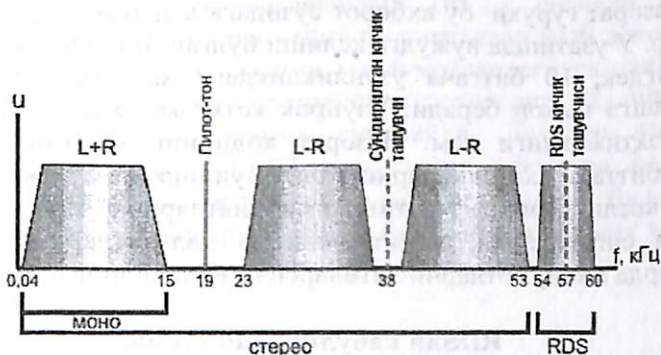
Радио бўйича маълумотларни узатиш тизимлари бугунги кунда такомиллашмоқда ва кенгаймоқда. Масалан, Японияда 1994 йилдан бошлаб ишлаб чиқилган ва ишлатиб келинаётган DARC (Data Radio Channel) тизими ишлаётган маълумотларни узатиш тизимини параллел қуриш бутун Европа стандарти сифатида 1997 йилда қабул қилинади.

RDS функциялардан ташқари бу тизим; транспорт навигациясини; бошқариш қабулқилгич ўрнашган жойни кўрсатадиган жой харитасини мониторга чиқариш; GPS сунъий йўлдошли тизим бўйича координаталарни аниқлаш; электрон почта хабарларини қабул қилиш ва бошқалар.

Сигналнинг таркиби

Дискрет ахборотни узатиш частоталар спектрининг нисбатан катта кенглигини талаб қилади. 16.2-расмда пилот - тонли тизимли тизим орқали стереосигнални узатишда ИМ станциянинг нурлантириш спектри келтирилган.

Чапда 40 Гцдан 15 кГцгача бўлган оддий монофоник қабулқилгич қабул қиладиган частоталар полосаси жойлашган. У стерефоник тизимда узатиладиган ўнг ва чап овоз каналлар йиғиндидан (L+R) иборат. Ўқдан ўнгроқда 19кГц частотада пилот - сигнал жойлашган, ундан юқорироқ частотада овозни стереофоник узатиш учун мўлжалланган сўндирилган кичик ташувчи (L-R) иккита ён частотавий модуляция полосалари жойлашган.



16.2-расм.

RDS сигналларини нурлантириш пилот - сигналнинг учинчи гармоникаси бўлган 57 кГц атрофидаги частотада амалга оширилади. Кичик ташувчи частотасини сўндириш RDS тизимида амалга оширилмайди. Бу автомобиль эгаларига йўл ахборотларини трансляция қилиш учун аввал Германия ва Австрияда ишлаб чиқилган аналог ARI маълумотларни узатиш тизими билан мослаштириш шартларидан бири ҳисобланади.

Кичик ташувчи 57 кГц да модуляцияси амплитудавий бўлиб, бунда модуляцияловчи сигнал рақамли ҳисобланади. Унинг узатиш тезлиги 1187,5 бит/с ни ташкил этади. Ҳалақитлар сатҳи билан таққосланадиган паст сатҳ сигналларини ишончли узатиш учун рақамли сигналлар дастлаб дифференциал ва бифаза услубларида кодланади. Бундай кодлаш кучсиз сигналларни қабул қилишда ҳам хатоликлар сонини камайтиришга имкон беради.

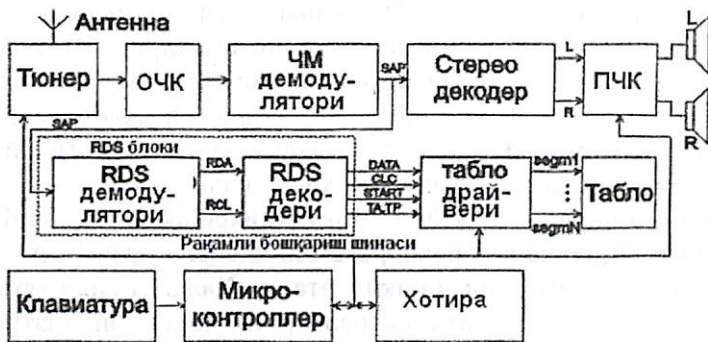
Ахборот пакетларда узатилади. Битта пакетнинг ҳажми 104 битни ташкил қилади ва ҳар бири 26 битдан бўлган тўртта блокларни ўз ичига олади. Ҳар бир блок маълумотлар узатиладиган 16 битли узунликдаги ахборот сўзи ва 10 битдан иборат назорат (текшириш) сўзига эга бўлади.

Ҳар бир пакетнинг биринчи блоки ахборот сўзида пакетни идентификациялайдиган кодларга эга бўлади (радиостанциянинг коди PI, PIN пакетнинг номери ва бошқалар). Учинчи ва тўртинчи блокларда қабулқилгич таблосига чиқариладиган 16 битли маълумотлар жойлаштирилган. Иккинчи блокда бу маълумотларни характерлайдиган кодлар узатилади, масалан TP ва PTY.

Назорат гуруҳи бу ахборот сўзидаги маълумотларни тузатувчи коддир. У узатишда вужудга келиши бўлган битталиқ ва иккиталиқ, шунингдек, 10 битгача узунликликдаги хатоликларни ишончли аниқлашга имкон беради. Узунроқ кетма-кет хато маълумотларининг эҳтимоллиги кам. Назорат кодининг тузатиш қоби-ляяти барча битталиқ хатоликларни 5 бит узунликкача бўлган хатоликлар кетма-кетликларини тузатиш имкониятларини таъминлайди. Бу кучсиз сигналларни детекторлаш ва ҳалақитларнинг сезиларли сатҳларда маълумотларни хатоларсиз қабул қилишга имкон беради.

RDSли қабулқилгич схемаси

RDS сигналларини қабул қиладиган радиоқабуллагичнинг ту-зилиш схемаси 16.3-расмда келтирилган.



16.3-расм.

Умуман олганда, бу RDS – ахборотни индикациялаш имко-ниятли, RDS блоки ва табло билан тўлдирилган оддий FM – стереоқабулқилгичдир.

Антенна ёрдамида қабул қилинган ва тюнерда ажратилган ра-диосигнал демодуляция йўли орқали комплекс Sap радиосигнал олинади. У овоз ахборотидан ташқари RDS сигналларга ҳам эга бў-лади. Стерекодер ёрдамида SAP сигналнинг овоз ташкил этув-чисидан чап (L) ва ўнг (R) каналлар сигналлари ажратилади. Паст частотали кучайтиргичдан (ПЧК) кейин бу сигналлар акустик ти-зимнинг карнайларига берилади.

SAP сигнали, шунингдек, RDS блокига берилади ва ундан RDS демодулятори ёрдамида иккита параллел импульсли сигналлар

информацион (RDA) ва синхронлаш (RCL) сигнали кетма-кетликлар ажратилади. Ундан кейин бу сигналлар RDS декодерига берилади. RDS декодери олинган маълумотлардаги хатоликларни аниқловчи ва тузатувчи махсус микроконтроллердир. Шунингдек, у олинган ахборотнинг кодини аниқлайди. Декодер ишининг натижаси DATA, CLC, START импульслар оқимлари ва калит сигналлар (масалан, TA, TP ёки бошқалар) ҳисобланади. Бу ахборот табло драйверига берилади ва унда табло индикаторида уни акс эттириш учун зарур бўлган сигналлар шаклланади.

Сервис имкониятлари

Ҳозирги вақтда йигирмадан кўпроқ RDS функциялари мавжуд. Улардан баъзилари кенг ишлатилади, бошқалари эса стандарт билан кўллаб-қувватланади ва чекланган ҳолатда ишлатилади, учинчиларини ишлатилиши эса мутахассислар томонидан муҳокама қилинмоқда. Шунинг учун кўпроқ қўлланиладиган хизматларни кўриб чиқамиз.

Alternative frequencies (AF)

Альтернатив частоталар рўйхати ёки рўйхатлари ўша ёки аралаш қабул қилиш соҳасида дастурларни узатадиган бошқа узаткичлар частоталар ҳақидаги ахборотларни ўз ичига олади. Бу қабул қилиш сифати ёмонлашганда альтернатив частотага тезкор автоматик қайта созланши учун бу рўйхатларни сақлашга хотира билан жиҳозланган қабулқилгичларга имкон беради. Бу функция ҳаракатланиш мобайнида қабул қилиш сифати сезиларли ўзгарадиган, олиб юриладиган, кўчма ва автомобиль қабулқилгичлари учун фойдалидир.

Clock time and date (CT)

Вақт ва сана кодлари қабулқилгич таблоларида аниқ вақт ва санани кўрсатишга имкон беради. Вақт коди бошқа RDS – иловаларда ишлатилиши мумкин, шунингдек, қабулқилгичнинг дастурловчи таймерини ва ички соатларини аниқ ишлашини таъминлаб автоматик созлаш ва тузатишга имкон беради.

Decoder identification (DI)

Қабул қилиш қурилмасига овоз сигналини узатиш режими (моно, стерео, сиқишли ёки сиқишсиз) ҳақида хабар беради, бу оптимал қайта эшиттириш учун овоз трактининг автоматик созлаш-

га имкон беради. Шунингдек, у РТУ коднинг уланиш характерини (статик ёки динамик) кўрсатади.

Enhanced other networks information (EON)

Функция мазкур вақтда қабул қилинаётган сигналлардан фаркли бўлган бошқа дастурлар ҳақидаги маълумотларни (ахборотларни) қабулқилгич хотирасида янгиланиши учун ишлатилиши мумкин. AF, PS, TP, TA, РТУ, PIN барча дастурлар ахборотлари биргаликда ишлатилиши учун узатилиши мумкин. Маълум бир дастур билан алоқа PI коди бўйича ўрнатилади. Шундай қилиб, кўплаб дастурлар ҳақидаги ахборот қабулқилгич томонидан бир бутун шаклда қабул қилиниши мумкин.

Music/ Speech swith (M/S)

Бу код икки қийматга эга бўлиб, у мусикий ёки кўшиқ радиоэшиттириши ҳақида билдиради. Унинг ишлатилиши автомобилдаги қабулқилгични иккита алоҳида овознинг сатҳини ростлагичлар билан жиҳозлаш имкониятларини беради. Улардан бири мусиқа учун, иккинчиси эса нутқ учун ишлатилади. У ҳолда тингловчи уларни ўз хоҳишига кўра ҳаракат вақтида ростлашга чалғимасдан ўрнатиши мумкин. Мусиқа ва нутқнинг қайта эшиттирилиши сатҳнинг ўзгариши M/S сигнал қийматига боғлиқ равишда автоматик амалга ошади.

Programme identification (PI)

Радиодастурни аниқлайдиган коддир. Бу кодни қабулқилгич таблосида акслантириш учун мўлжалланган, лекин альтернатив частоталарга автоматик қайта созланиш имкониятини беради. Янги частотага ўтиш учун мезон ўша PI кодга эга бўлган яхши сигналнинг мавжудлиги ҳисобланади.

Programme – item number (PIN)

Тингловчи томонидан жадвал бўйича олдиндан танланган маълум радиоэшиттиришни танлаш кўзда тутишни қабулқилгичларга ва магнитолаларга имкон берувчи коддир. Бунда радиоэшиттиришни ёқиш ва ёзиб олиш мумкин. Киритиш формати дастурни эфирга чиқиш вақти ва ой куни ҳисобланади.

Programme service name (PS)

Станциянинг номи саккизтагача алфавит рақамли белгилардан иборат бўлиши мумкин (масалан «Radio 21»). Улар тингловчига билдириш учун қайси станцияга қабулқилгич созланганлигини таблода кўрсатди.

№	8 - разрядли табло	16 - разрядли табло	Дастур тури
0	None	None	Дастур йўқ
1	News	News	Янгиликлар
2	Affairs	Current Affairs	Жорий ишлар
3	Info	Information	Ахборот
4	Sport	Sport	Спорт
5	Educate	Education	Таълим
6	Drama	Drama	Драматургия
7	Culture	Cultures	Маданият
8	Science	Science	Фан
9	Varied	Varied Speech	Турли нарсалар
10	Pop_M	Pop Music	ПОП мусиқа
11	Rock_M	Rock Music	Рок мусиқа
12	Easy_M	Easy Listening	Енгил мусиқа
13	Light M	Light Classics M	Енгил классика мусиқа
14	Classics	Serious Classics	Жиддий классик мусиқа
15	Other_M	Other Music	Бошқа мусиқа
16	Weather	Weather & Metr	Об - ҳаво
17	Finance	Finance	Молия
18	Children	Children's Progs	Болалар эшиттириши
19	Social	Social Affairs	Ижтимоий
20	Religion	Religion	Диний
21	Phone_In	Phone_In	Бевосита тўғри линия телефони
22	Travel	Travel & Tourning	Саёхат
23	Leisure	Leisure & Hobby	Ҳордиқ
24	Jazz	Jazz Music	Жаз
25	Country	Country Music	Халқ мусиқаси
26	Nation_M	National Music	Миллий мусиқа
27	Oldies	Oldies Music	Қадимги мусиқа
28	Folk_M	Folk Music	Фольклор мусиқа
29	Document	Documentary	Ҳужжатли эшиттириш
30	TEST	Alarm Test	Хавф сигнали тести тревога
31	Alarm !	Alarm - Alarm !	Хавф (тревога)

Programme type (PTY)

Код дастурининг турини аниқлаш билан бирга ҳар бир дастурда узатилиши мумкин бўлган 8 ва 16 - разрядли дисплейларда бўлиши мумкин бўлган дастурлар турлари ва бу турларнинг индикацияси 16.1-жадвалда келтирилган.

31 код хавф сигналини идентификациялаш учун захирананган бўлиб, кутиш режимидаги қабулқилгичга берилганида у овоз сигнаolini беради.

Дастурлар турларини ишлатиш, масалан, қабулқилгични шундай созлаш керакки, диапазон бўйича автоматик қидиришда фақат тингловчи аввалдан берилган дастурларга тўхтатилиши имкониятини беради. Ёки магнитола магнитофонини маълум турдаги радиодастурни автоматик ёзиб олишга имкон беради.

Programme type name (PTYN)

Радиостанция оператори бу маълумотлардан фойдаланиб дастурни маълум РТУда тўлиқ ёзиши мумкин, масалан, РТУ=4: «Sport» ва РТУN «Football».

РТУN қабулқилгич дисплейида ёритилади (кўрсатилади), лекин мажбурий ҳисобланмайди ва дастур турини танлаш учун РТУ каби ишлатилмайди.

Radiotext (RT)

Радиотекст функцияси унча катта бўлмаган матнлардаги ахборот ва реклама хабарларини узатиш имкониятини беради. Бу хабарлар қабулқилгич таблосида югурма сатр кўринишида ёки сатрмасатр кўрсатилиши мумкин.

Бу функция билан одатда мос дисплейларга эга бўлган стационар қабулқилгичлар жиҳозланади.

Traffic – announcement identification (TA)

Код йўл ҳаракатига боғлиқ эълонларни трансляциялашни амалга оширади. У қабулқилгичларда қуйидагилар учун ишлатилиши мумкин:

–йўл ҳаракати ҳақида хабар узатилишини билдириш овоз сигнаolini узатиш;

–агар қабулқилгич овоз сатҳи паст бўлган кутиш режимида бўлса, йўл ҳаракати ҳақида эълонли узатишда овоз сатҳини автоматик ошириш;

–йўл ҳаракати хабари берилаётган бошқа дастурга автоматик қайта созланиш.

Хабар тугаганидан кейин қабулқилгич бошланғич иш режими-мига қайтади.

Traffic – programme identification (TP)

Бу код ҳаракати ҳақида хабар узатиладиган дастурни белгилайди. TP йўл ҳаракати ҳақидаги ахборотни узатадиган станцияни автоматик кидиришга ва созланишга ишлатилиши мумкин. Йўл ҳаракати ҳақидаги хабарни узатилиш вақтида шунингдек, ТА коди ҳам бевосита узатилади.

RDS сигналларни қабул қилиш ва қайта ишлашга имкон берадиган қабулқилгичлар корпусларида тизим логотипи кўринишидаги белгиланишга эга (16.4-расм).



16.4-расм.

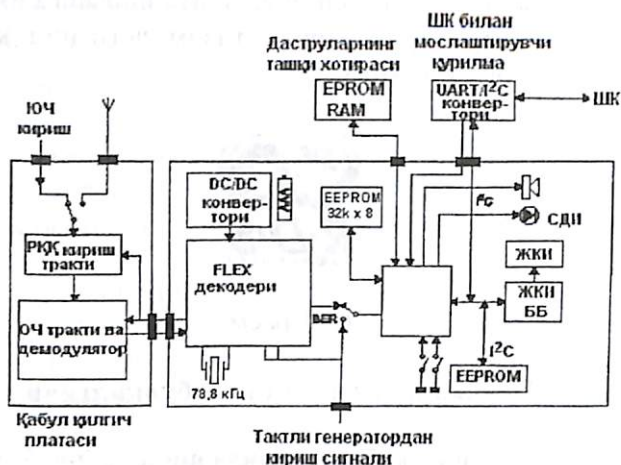
16.3. Пейджинг тизимнинг қабулқилгичи

Пейжинг тизимлари қабулқилгичларнинг кўплаб замонавий пейжинг тизимлари POC SAG (Post Office Code Standardization Advisory Group) стандарт протокоliga асосланади. Бу протокол дастлаб тонал пейжирларга қисқа сонли хабарларни узатиш учун ишлаб чиқилган. Пейжинг алоқасининг янги стандартларини, айниқса, FLEX стандартининг пайдо бўлиши билан бундай бундай тизимларнинг қўлланиш соҳаси сезиларли кенгайди. Алфавитли - рақамли хабарлар билан алмашишни киритилиши узатиш вақтини сезиларли оширади.

Пейжернинг тузилиш схемаси 16.5-расмда келтирилган. Буда ёрдамчи схемаларни бошқариш учун I²C архитектураси ишлатилади.

Сигнални қайта ишлаш схемасига декодер, хост – микроконтроллёр, 256 байт ҳажмли электр ўчирадиган датурланувчи ДХҚ модули (EEPROM), овоз сигнализацияси қурилмаси ва сигнал светодиоди, сууқ кристалли дисплей, 8 кБайт ҳажмли статик ОХҚ модули (SRAM) ва DC/DC конвертор киради.

Тизимда 8051 турдаги микроконтроллёр ишлатилади. У I²C шинага эга бўлиб, бу уни декодер билан осон боғлаш имкониятини беради. I²C архитектурасининг ишлатилиши турли турдаги суюқ кристалли индикаторларни танлаш имконини беради. Декодер сигнални қабулқилгич чиқишидаги ёки қабул қилинган сигнални имитацияловчи сигнал генераторидан олади. FLEX декодери сифатида Philips компанияси ишлаб чиқарган PCS5008 микросхемаси ишлатилади.



16.5-расм.

Тизимнинг тежамкорлигини таъминлаш учун ихтисус самарали таъминотни бошқариш режимида декодер қабулқилгични бошқаради. Бошқариш блоки декодерга бир ёки икки ундан ортиқ ёки икки команда қабулқилгичга келганида қабулқилгични ёқиши учун рухсат сигнални ёки ўчиришга максимум икки команда келганида ўчириш сигнални узатади.

Декодер FLEX стандартидаги маълумотлар оқими орқали синхронлаштирилади, қабулқилгич қабул қилган ва демодуляцияланган ахборотга ишлов беради. Деинтерливинг хатоликларни тuzатишни бажаради, мазкур пейжерга юборилган хабарларни жамлайди, олинган ахборотни хост – микроконтроллёрга узатади. Декодер 16 тагача дастурланадиган манзилларни қўллаб-қувватлайди. Микроконтроллёр билан алоқа периферия қурилмаларининг кетма-кет интерфейси шинаси (SPI) орқали амалга оширилади. Хост –

микроконтроллер қабул қилинган ахборотни мос шаклдаги хабарга (сонли ёки алфавит - рақамли) интерпретациялайди, чунки бундай функция FLEX stack стандарт дастурий таъминоти томонидан кўзда тутилган.

Пейжер жиҳозларига эга бўлган электр ўчирувчи ДХҚ модули (EEPROM) етарлича катта ва тўртта манзилни кўллаб қувватлаши мумкин. Қўшимча синхрон ОХҚ модули FLEX stack дастурий таъминотни ишлатилишида зарур бўладиган хабарларни сақлаш буферини ташкил этиш учун киритилган.

16.6-расмда пейджернинг юқори частота тракти келтирилган. Бу ерда: 1 – паст шовқинли кучайтиргич; 2, 4, 6, 10, 13 – полосали филтлар; 3 – биринчи аралаштиргич; 5 – иккинчи аралаштиргич; 7, 11 – кучайтиргич-чеклагич; 8 – квадратурали детектор; 9, 14 – частота генераторлари; 12 – 1 В кучланиши стабилизатори; 15 – паст частотали филтър; 16 – ҳосил қилинган доимийлик сатҳининг компенсацияловчи блок; 17, 18 – сатҳ компараторлари.

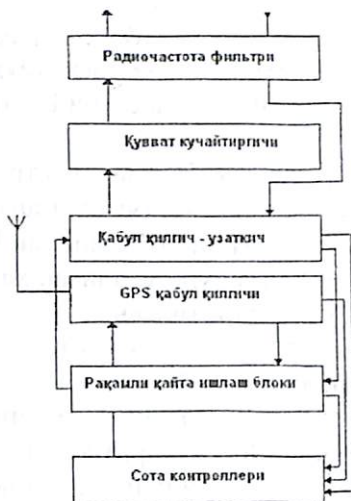


16.6-расм.

16.4. CDMA сотали алоқа тизимининг қабулқилгичи

16.7-расмда доирасимон йўналтириш диаграммали антеннали CDMA сотали алоқа тизимининг базавий станциянинг (BTS) намунавий тузилиш схемаси келтирилган.

Тармоқнинг ишлашини синхронлаш учун GPS (жойни аниқлаш глобал тизими) қабулқилгичи ишлатилади. Унинг таркибига секундли импульсларни шакллантирадиган генератор ва таянч такт генератори киради.



16.7-расм.

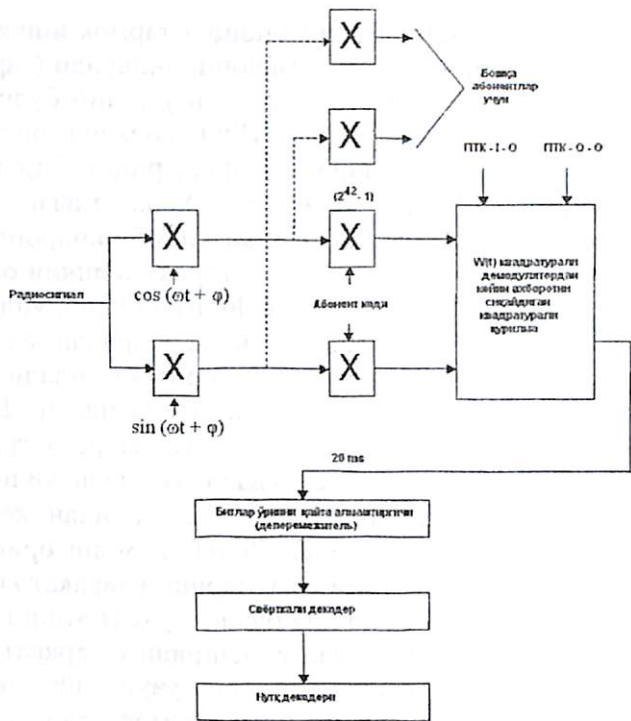
Қабул қилиш – узатиш бўлими рақамли блокда такомиллаштирилган оралиқ частота сигналларини ташувчи частотадаги радиочастота сигналига ўзгартиради ва қабул қилинган сигнални оралиқ частотага тескари ўзгартиришни таъминлайди. Узатиш йўналишида сигнал қабул қилиш – узатиш бўлиmidан қувват кучайтиргичи ва фильтр орқали узатиш антеннасига берилади. Тескари йўналишда қабул қилиш тракти қабул қилиш антенналаридан, филтрдан, кичик шовқин коэффициентли кучайтиргичдан бошланади. Кейин қабул қилиш – узатиш қисмида сигнал оралиқ частотага ўзгартирилади ва рақамли қурилмага берилади.

Рақамли қурилма ва қабул қилиш – узатиш қисмининг иш режимларини бошқариш сота контроллери орқали амалга оширилади. Сота контроллери сота ичида қурилмаларнинг талаб қилинадиган иш алгоритмлари ва режимларини таъминлайди, қақирувлар ва чекламага хизмат кўрсатиш учун BTS ресурсларини тайинлайди ва конфигурациялайди, сотанинг иши ҳақида статистик ахборотни шакллантиради, таянч частоталар сигналларини тақсимланишини назорат қилади. У шунингдек (BSC) тармоқ контроллери рақамли линиясига ва ҳаракатдаги алоқа коммутациялаш марказига (MSC) хабарларни узатиш учун каналли блоклар ва портларни бирлаштиришни бошқаради.

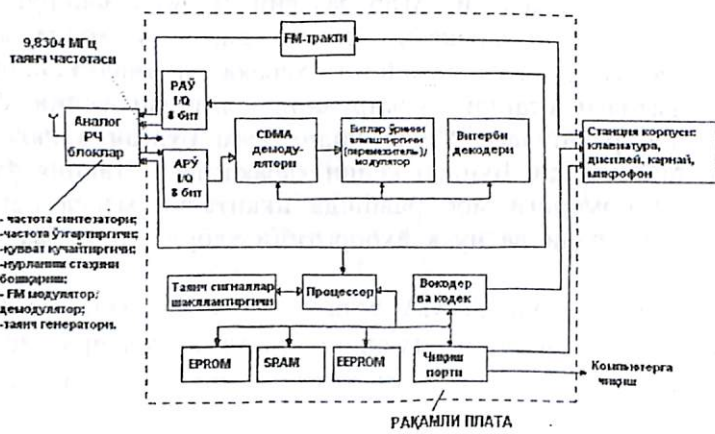
Уланганидан кейин мобил станция тармоқ ишчи частотасига созланади ва базавий станция сигналини қидиради (тармоқда барча базавий ва ҳаракатдаги станциялар учун умумий бўлган қисқа код ишлатилади). У қисқа кодда вақт бўйича силжиш орқали ажратиш мумкин бўлган турли базавий станцияларнинг бир неча сигналларини топиш эҳтимолдан ҳоли эмас. Ҳаракатдаги станция катта сатҳли сигнални танлайди ва шундай қилиб синхронлаш сигналнинг кейинги демодуляцияси учун когерент таянччи олади. Бу сигналга мос равишда 32-Уолш коди қўйилган бўлиб, унда узун кодни шакллантириш учун ишлатиладиган 42-разрядли силжиш регистрини кейинги бўлиши ҳақидаги ахборот узатилади. Бу ахборот каналини нисбатан 320 мсга илгарилатиб узатилади. Шунинг учун ҳаракатдаги станция маълумотни декодлаш ва регистрга ахборотни юклаш учун етарли вақтга эга бўлади. Шундай қилиб, тармоқни вақ-ти бўйича синхронлашга эришилади. Бундан кейин базавий станция чақирув каналларидан бирини мониторинг қилишни бошлайди. Агар абонент тармоққа киришга ҳаракат қилса, у ҳолда унинг станцияси базавий станция билан рухсат этиш каналларидан бири бўйича боғланишни амалга оширишга ҳаракат қилади. Бу ҳолда узун кодни шакллантириш учун иккиталик маска ишлатилади. Унинг параметрлари тармоқ ҳар бир базавий станцияси учун индивидуал ҳисобланади. Агар бир вақтда бир неча фойдаланувчилар боғланишни амалга оширишга ҳаракат қилса, конфликт вужудга келади. Агар базавий станция чақирув канали бўйича боғланишга ҳаракатни тасдиқламаса, у ҳолда абонент ихтиёрӣи вақтгача кутади ва кейинги ҳаракатни амалга оширади.

Ҳаракатдаги станция чақирувини олгандан кейин базавий станция мос равишдаги Уолш кодига эга бўлган канални боғланишга тайинлайди. Бундан кейин ҳаракатдаги станция ўз идентификацион номерига мос равишда иккиталик маска параметрларини ўзгартиради ва нутқ ахборотини қабул қилиш ва узатиш режимига ўтади.

16.8-расмда учун CDMA сотали алоқа тизимининг базавий станция қабулқилгичининг тузилиш схемаси келтирилган, 16.9-расмда ҳаракатдаги станция қабулқилгичининг тузилиш схемаси келтирилган.



16.8-расм.

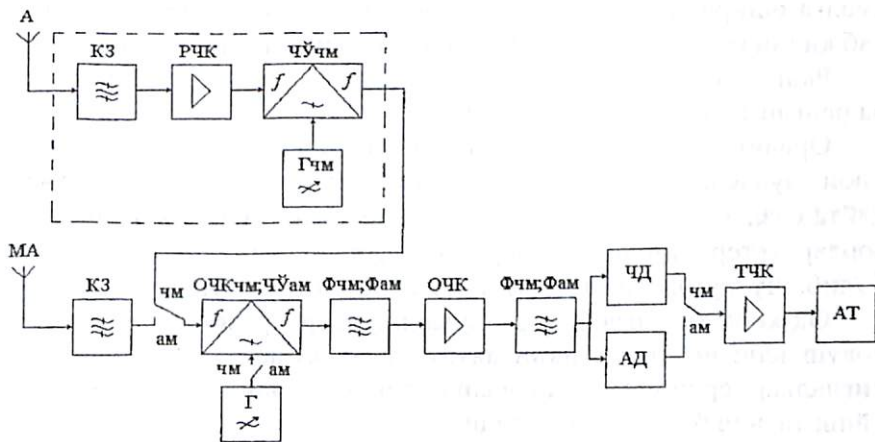


16.9-расм.

16.5. Радиоэшиттириш қабулқилгичлари

Радиоэшиттириш (товуш эшиттириш) қабулқилгичлари радиоузатиш монофоник ва стереофоник дастурларини қабул қилиш учун мўлжалланган.

Амалда кенг қўлланиладиган қабулқилгичнинг тузилиш схема-си 16.10-расмда келтирилган. АМ сигналларни қабул қилишда частотани ўзгартириш ЧЎ амалга оширилади. Унинг юкламаси 465 КГц частотали филтър ҳисобланади. ЧМ сигнални қабул қилишда ЧЎ частота ўзгартиргич 10,7 МГц частотадаги қўшимча ОЧК сифатида ишлатилади. Унинг юкламаси Фчм филтър ҳисобланади. Қабул қилинадиган ЧМ сигнал частотасини ўзгартириш УҚТ блоки ЧЎчм ўзгартиргичда амалга оширилади. УҚТ блок КЗ, РЧК ва Гчм гетеродинли ЧЎчм частота ўзгартиргичини ўз ичига олади. 465 КГц ва 10,7 МГц частоталар учун оралиқ частота трактида қайта уланади танловчанлик филтърлардан фойдаланишда частотани ўзгартириш умумий ўзгартиргичда амалга оширилади. АМ сигналлари трактида ОЧК қўлланилган. ЧМ сигнални қабул қилишда оралиқ частота трактига қўшимча ОЧК қўшилади. Мураккаб қабулқилгичларда танловчанлик хусусиятини яхшилаш учун частотани кўп каррали ўзгартириш қўлланилиши мумкин. Товуш частота кучайтиргичи (ТЧК) ва акустик тизимига (АТ) эга бўлмаган қабулқилгич тюнер дейлади. У ташқи ТЧК ва АТ билан ишлаш учун мўлжалланган.



16.10-расм.

16.6. Телевизион қабулқилгичлари

Оқ-қора ва рангли тасвирларни қабулқилгичларининг функционал схемаси 16.11-расмда келтирилган. Телевизор метрли ва дециметрли тўлқинлар (МТ ва ДМТ) диапазонлари учун алоҳида антенналарга (ёки антенналар учун киришларга) эга. Кейин



16.11-расм.

радиоканал келади, унда бошқариш блокида дастурларини танлаш амалга оширилади, акс канал ва оралиқ частота канали бўйича талаб қилинадиган сезгирлик ва танловчанлик таъминланади.

Радиоканал чиқишида частота ўзгартирилганида кейин оқ-қора ва рангли телевизион сигнали оралиқ частота каналига берилади.

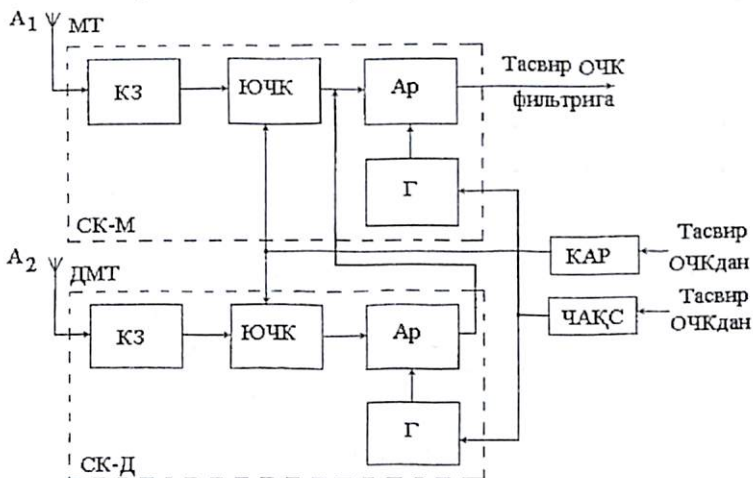
Оралиқ частота канали чиқишидаги сигнал видеодетектор (радиоимпульслар детектори) ва гетеродин частотасини автоматик қайта созлаш (ЧАҚС) қурилмасига берилади, чунки рангли телевизорлар гетеродин частоталарининг стабиллигига талаблар юқори бўлиб, шу жумладан, 16,5 МГц частотани кучли сўнгдириш зарур.

Оқ-қора телевизорларда видеодетекторлар чиқишидаги сигнал товуш канали, ўрқинликни автоматик ростлаш қурилмаси (АРҚ), сигналлар ўрқинлиги каналлари, синхронизация ва ундан кейин ўйиш тасвир блокига узатилади.

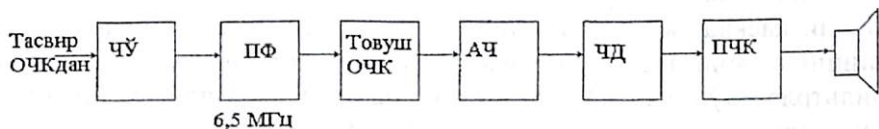
16.12-расмда оқ-қора ва рангли телевизорлар учун умумий бўлган радиоканалнинг тузилиш схемаси келтирилган. Схеманинг

фарқи шундаки, МТ диапазони аралаштиргичи тегишли каналлар селекторида (СК-М) ДМТ диапазонидаги сигнални қабул қилишда (СК-Д ёрдамида) кўшимча ОЧК сифатида ишлатилади. Бунинг учун ДМТ диапазони сргналларини қабул қилишда СК-М даги гетеродин ўчирилади.

16.13-расмда оқ-қора ва рангли телевизорлар товушни етказиб бериш сигналлари каналининг тузилиши схемаси келтирилган.



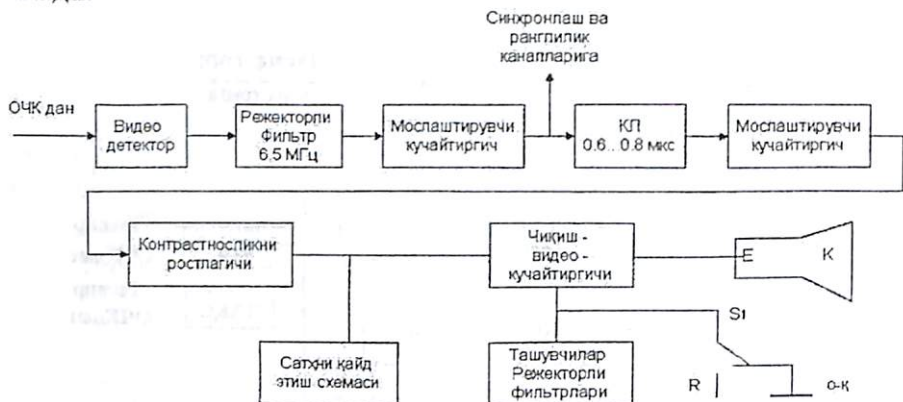
16.12-расм.



16.13-расм.

ОЧК каскадларининг биридан (одатда охиргисидан, 31,5 МГц частотали кучланиш охирида кучли сўнгдирилгунча) тўлиқ телевизион сигнал диод ЧЎга берилади. Унинг юкмаси 6,5 МГц частотага созланган ва ранглилик ташувчиларини сўндириш учун АЧ сида кескин камайувчи полосали фильтр (ПФ) ҳисобланади. Кейинги товуш оралиқ частота кучайтиргичи (товуш ОЧК) ПФнинг ўтказиш оралиғи 250.....300 кГц га тенг. Товуш ОЧКдан кейин оралиқ частота сигнали амплитуда чеклагичига, кейин частота детектори ва паст частоталар кучайтиргичига берилади.

Рангли телевизор ёрқинлик каналининг тузилиши схемаси 16.14-расмда келтирилган, 6,5 МГц частотали режектор филтър товуш каналидан ёрқинлик каналига халақитларни сўндиради. 6 МГц ўтказиш оралиғли кечиктириш линияси ранглилик каналда унинг кичик полосалилиги (тахминан 1,5 МГц) туфайли ҳосил бўладиган ёрқинлик каналдаги кечикишни компенсациялаш учун ишлатилади.



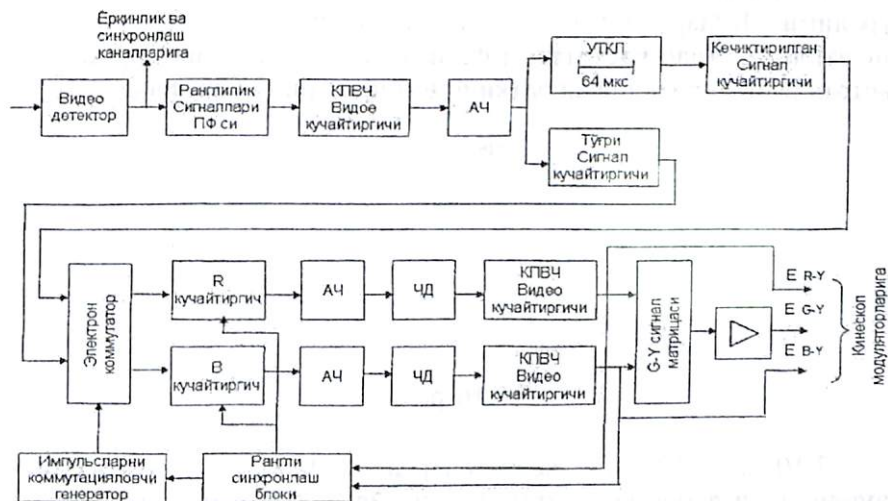
16.14-расм.

Чиқиш видео кучайтиргичдан (одатда умумий эмиттер ула-нишли каскад эмиттер занжирида) 4...5 МГц диапазондаги ташув-чининг асосий энергетик спектрининг сўндириш учун режекторли филтърлар қўйилади, Бунда сўндириш 15дБ га етади. бу ёрқинлик каналда равшанликнинг ташувчилардан сезиларли халақитлар ва уларнинг 6,5 МГц акс таъсир сигналлари пайдо бўлади. Оқ-қора телевидение сигналларини қабул қилишда режекторли филтърлар қисқа туташ бўлиб, бу тасвирнинг равшанлигини оширади.

Келтирилган ёрқинлик каналининг тузилиш схемаси SECAM, NTSC ва PAL тизимлари телевизорларидагига ўхшашдир.

SECAM тизимидаги телевизордаги ранглилик каналининг тузи-лиши схемаси 16.15-расмда келтирилган. Схеманинг фарқли ўзига хос хусусияти 64 мксли ультратовушли кечиктириш линиясининг (УТКЛ) ва SECAM тизимдаги Y-R ва B-Y сатрлар ранг фарқ сиг-налларининг узатилиш вақтида кетма-кет коммутациялашни асос-лайдиган сатрлар электрон коммутаторнинг мавжудлиги ҳисоб-ланади. Видеодетектор чиқишида телевизион сигналлари ажрати-лади, ёрқинлик ва товуш канали халақит килувчи сигналлар

сўндиради. Кейин ранглилик сигналлари юқори частоталар диапазонида аввалдан бузилишларни корекциялашли (тузатишли) кучайтиргич орқали ўтади. Бу кичик ташувчиларини сўндириш даражасини кўтариш ва ранг каналининг халақитбардошлигини ошириш имкониятини беради. Амплитудавий чеклагич дастлабки паразит АМ ни бартараф этади. Кейин сигнал УТКЛ га ва кечиктирилган ва тўғри сигналлар кучайтиргичларига берилади. Сатр давомийлигига кечиктирилган ва тўғри сигналлар электрон коммутаторга берилади. УТКЛ ва электрон коммутаторнинг мавжудлиги ҳар бир сатрда охириги иккита Y-R ва B-Y ранг фарк сигналларини чиқишида олинисини таъминлайди. Бу кейинги матрицада учинчи G-Y сигнални тиклангандан сўнг 4,250 ва 4,406 МГц частотали кичик ташувчиларини ранглилиги мос ЧМ сигналнинг АЧ га ЧД га ўтади. Y-R сигналнинг частотавий детектори детектор характеристикаси тескари оғмага эга, шунга кўра, унинг чиқишига R-Y сигнал берилади. Электрон коммутаторнинг ишлашини импульсларни коммутацияловчи генератор ва рангли синхронлаш блоки таъминлайди. Матрицалаш ва G-Y сигнал олинганида кейин ранглилик кинескопнинг модуляторларига берилади, унинг катодига эса ёркинлик сигнали берилади RGB сигналларини олиш учун матрицалаш кинескопнинг ўзида амалга оширилади.



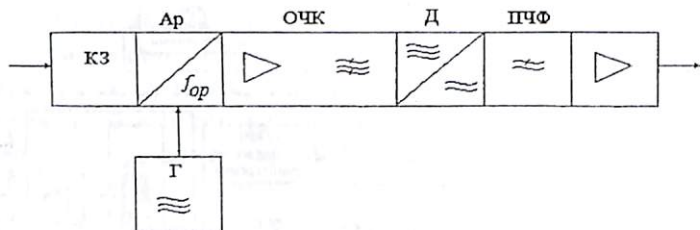
16.15-расм.

16.7. Миллиметрли ва оптик диапазон алоқа тизимлари қабулқилгичлари

Миллиметрли ва субмиллиметрли тўлқинларда ўта кенг полосали ва ҳалақитлардан ҳимояланган, шу жумладан, йўлдошлараро ва бошқа коинот алоқа тизимлари ишлаши мумкин. Алоқа РҚҚлари бу диапазонларда супергетеродин схемаси асосида қурилади (16.16-расм). Одатда, биринчи каскад аралаштиргич ҳисобланади, кам шовқинли РЧҚлар нисбатан кам қўлланилади, фақат улар миллиметрли диапазоннинг узун тўлқинли қисмида ишлатидади.

Бундай қабулқилгичнинг кириш занжирлари (КЗ) кириш сигналларининг зарур частоталар полосасини ажратиш, ҳалақитларни филтрлаш, аралаштиргичга гетеродиннинг қувватини узатиши ва гетеродиннинг ҳам шовқинлари сўндириш вазифасини бажаради. КЗга асосий талаб кириш сигналнинг кам йўқотилишини таъминлаш ҳисобланади.

Миллиметр диапазоннинг узун тўлқинли қисмида кўпинча тўлқин ўтказгичлар ва микрополосали линияларда (МПЛ) бажарилади, бинобарин, бунда йўқотишларни камайтириш учун кириш трактининг геометрик узунлиги камайтирилади. Тўлқин ўтказгичли йўналтирилган ажратгичлар (ЙА), алоқа режекторлари, югирма тўлқин, ҳалқасимон, режектор асосидаги йўналтирилган филтрлар ҳам қўлланилади. Ушбу диапазонда, принципаал аж-ралиб турадиган КЗлар синфи – квазиоптик интерферометрлар кенг ишлатилади. Улар частотавий филтрлар ҳамда сигналлар ҳар хил частота ва поляризация ажраткичи вазифаларини бажарадиган.

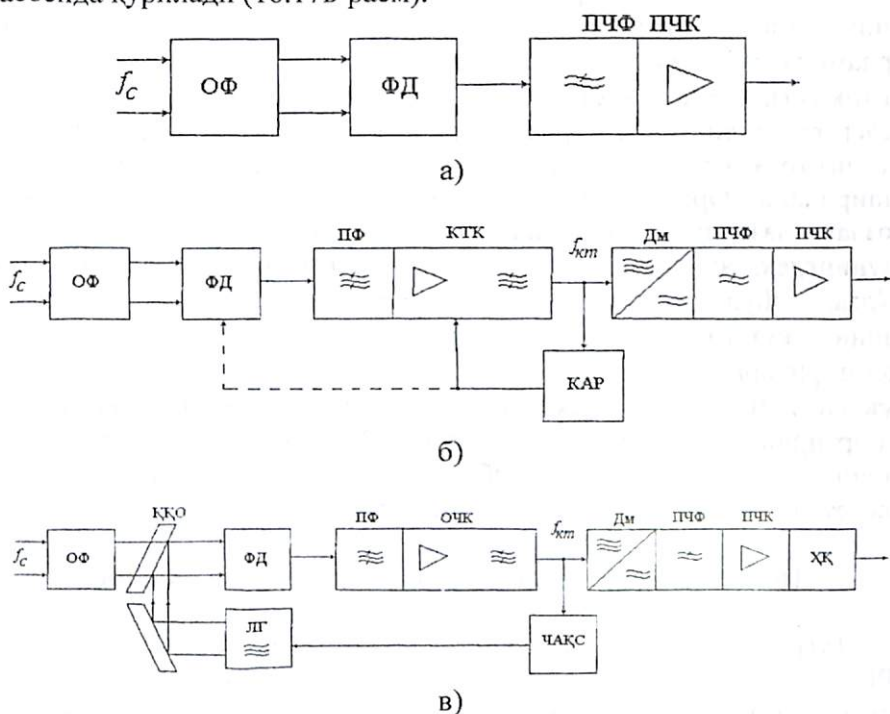


16.16-расм.

$3 \cdot 10^{12} \dots 3 \cdot 10^{16}$ Гц частоталарга ва $0,01 \dots 100$ мкм тўлқин узунликларига мос келадиган электромагнит тебранишлар спектри полосасини эгалайдиган оптик диапазонда жуда юқори ўтказиш

полосасини алоқа тизимларини ва жуда катта кучайтириш коэффициентини кичик ҳажмли оптик антенналарни яратиш мумкин. Бу диапазонда, радио диапазонга нисбатан радиоэлектрон воситаларни электромагнит мослаштириш, аппаратураларини ва антенналарини миниатюризациялаш осон ҳисобланади. Ер атмосферасида бу диапазон электромагнит тўлқинларнинг тарқалишининг ўзига хос хусусиятлари билан бирга ўта қисқа йўналтириш диаграммасини антеннани кузатиш ва йўналтириш маълумотлари ва қатор бошқа омиллар бунга олиб келдики, бу диапазонда ёруғлик ўтказгичлари, асосан, оптик-толали алоқа тизимлари энг кўп тарқалган.

Оптик алоқа тизимлари қабулқилгичлари тўғридан-тўғри детекторлашли (16.17а,б-расм) ёки супергетеродинли схемалар асосида курилади (16.17в-расм).



16.17-расм.

Амплитуда ёки дастлабки ахборот сигналининг жадаллик бўйича ёруғликнинг билвосита модуляцияланган (интенсив) сигналининг

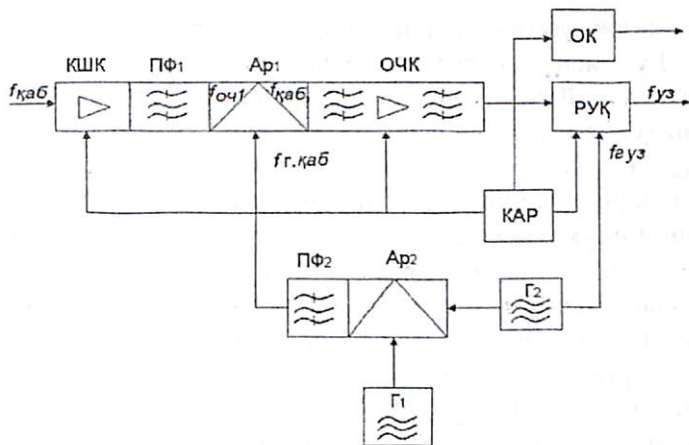
қабул қилиш учун 16.17,а-расмда келтирилган схемадаги қабулқилгич ишлатилади. Линзали ёки акслантирувчи антеннада қабул қилинган сигнал ташқи оптик халақит бўлган фон нурларини кучсизлантирувчи оптик филтрдан (ОФ) ўтади. Фотодетекторда (ФД) оптик сигнал электр сигналга ўзгартирилади, ПЧФда ажратилади ва видеокучайтиргичларда (ВК ёки ПЧК) кучайтирилади. Амплитудаси модуляцияланган ёруғлик ва f^{km} частотани фаза бўйича модуляцияланган сигналларни қабул қилишда схемаси 16.17,б-расмдаги келтирилган қабулқилгич ишлатилади.

Кичик ташувчи фотодетектордан кейин кўйилган полосавий филтрда ажратилади, кичик ташувчи кучайтиргичда (КТК) кучайтирилади, демодуляторда (ДМ) демодуляцияланади.

16.17,в-расмда супергетеродинли оптик қабулқилгичнинг тузилиш схемаси келтирилган. ФД га қисман кўринадиган ойна (ҚҚО) ёрдамида қабул қилинадиган оптик сигналдан ташқари, частотаси оптик сигналнинг f_c частотасидан f_{oc} оралиқ частота фарқ қиладиган лазер гетеродин (ЛГ) нурланишлари берилади. ПФ да ажратилган f_{oc} частотадаги сигналга ишлов бериш оддий тарзда амалга оширилади. Оралиқ частота сигнали ёрдамида частотани қайта созлаш лазернинг частотавий ностабиллигини компенсациялаш, шунингдек, атмосфера оптик алоқа тизимларида ўз ўрнига эга бўлган қабул қилинадиган сигнал частотасини доплер силжитишини кузатиш учун қўланилади. Бу силжитиш юзлаб мегагерцларни ташкил қилиши, лазерни қайта созлаш чегараларини чекланганлиги боис, электрон гетеродинли частотани икки марта ўзгартиришни қўлланилиши мумкин. Рақамли сигналларни қабул қилиш учун мўлжалланган қабулқилгичларда кучайтирилган паст частотали сигнал ҳисоблаш қурилмасига (хк) берилади.

16.8. Радиореле тизимларининг қабулқилгичлари

Тўғридан - тўғри кўринадиган ер сирти радиореле линиялари (РРЛ) икки охириги (ОхРС) ва қатор актив оралиқ (ОрРС) станциялардан иборат бўлиб, бунда қўшни станциялар бир-бирларидан 10 ... 70 км масофаларга жойлашади. Бу синфдаги линиялар учун 2, 4,6, 8, 11, 13, 18 ГГц ва юқорироқ частота диапазонларида частоталар полосаси ажратилган.



16.18-расм.

Ҳозирги вақтда Халқаро электралоқа иттифоқи тавсияларига мос равишда танланадиган оралик частотада (одатда $f_{оч1} = 70$ МГц) сигналларга асосий ишлов бериш амалга ошириладиган РРЛ қабул қилиш-узатиш аппаратураларини куриш принципи кенгрок қўлланади.

Қабул қилинадиган $f_{каб}$ частотали сигнал транзисторли кам шовқинли кучайтиргичда (КШК) кучайтирилади, ПФ₁ поласали филтрдан ўтказилади ва қабуллагичнинг Ар₁ аралаштиргичида гетеродиннинг $f_{г.каб}$ частотали тебранишларидан фойдаланиб f_0 частотали сигналга ўзгартирилади. $f_{оч1}$ частотали сигнал ОЧКда кучайтирилгандан сўнг радиоузатиш қурилмасининг (РУК) ОЧКси киришига берилади. РУКда ҳам аралаштиргич бўлиб, унга Г₂дан $f_{г.уз}$ частотали тебранишлар берилади. $f_{г.уз}$ шундай танланадики, кейинги станцияга йўналишида узатгич чиқишида нурлантирилган сигнал яна ўта юқори частота (ЎЮЧ) диапазонда бўлади ($f_{уз}$).

Бир РРЛнинг турли станциялар қабуллагичлари ва узатгичларининг $f_{каб}$ ва $f_{уз}$ частоталарини электромагнит мослашувини таъминлаш учун частотавий режага мувофиқ жойлаштирилади. Паразит фазавий модуляцияга ва узатиладиган хабарни ночизикли бузилишларига олиб келадиган қабул қилиш-узатиш трактида амплитуда-фазавий ўзгаришларнинг олдини олиш учун қатор ОЧК (КШКлар ҳам) каскадлари кучайтиришни автоматик ростлаш (КАР) тизимига уланади. ОхРСда ва ОрРС қисмида РКҚ ОЧКдан кейин

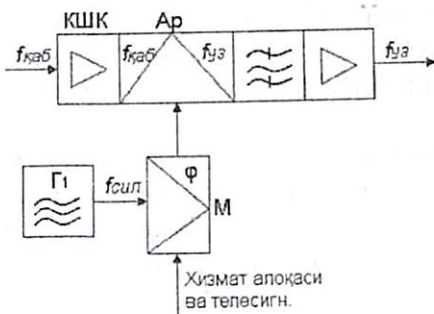
қабул қилинадиган сигнал операцион кучайтиргичга (ОК) берилади. Бу сигнал кетма-кет равишда АЧДдан ва контурли ҳамда гурухли кучайтиргични қайта тиклайдиган ЧДдан ўтади (телефон стволи ҳолатида).

$f_{қаб}$ ва $f_{уз}$ частоталардаги фарқ гетеродинлар $f_{2,уз}$ ва $f_{2,қаб}$ частоталари фарқи орқали аниқланади. Гетеродинли тракт қуришнинг умумий гетеродинли ва алоҳида гетеродинли вариантлари ишлатилади (16.18-расм). Биринчи ҳолда $f_{2,уз}$ частотали тебранишлар тўғридан-тўғри Γ_2 умумий гетеродиндан берилади, $f_{2,қаб}$ частотали тебранишлар эса Γ_1 ёрдамчи генератор, Ar_2 силжитиш аралаштиргичи ва $ПФ_2$ қисқа полосали фильтр ёрдамида $f_{сил}$ частотага силжитиш йўли билан олинади. $f_{қаб}$ нинг $f_{2,қаб}$ дан катта ёки кичик бўлишини ҳисобга олинса, амалда тўртта $f_{қаб}$, $f_{2,қаб}$, $f_{2,уз}$, $f_{уз}$ частоталарини ўрнатиш вариантлари бўлиши мумкин ва улар амалда қўлланилмоқда, бироқ бирга бу вариантларда ОрРСдаги қабул қилиш-узатгичдаги чиқиш частотаси $f_{уз}$ кириш $f_{қаб}$ частотасидан фақат $f_{сил}$ га фарқ қилади ва асосий гетеродиннинг $f_{2,уз}$ частотасига боғлиқ бўлмайди, бинобарин, $f_{сил} < f_{қаб}$, $f_{уз}$ частотанинг стабиллиги деярли $f_{қаб}$ частотанинг стабиллиги орқали аниқланади, яъни ОрРСдаги $f_{қаб}$ ва $f_{уз}$ частоталарнинг стабиллиги ОхРСдаги $f_{уз}$ частотанинг стабиллиги орқали таъминланади. Бу умумий гетеродинли схеманинг афзаллиги ҳисобланади, лекин Γ_1 гетеродиннинг ишдан чиқиши узатишда ҳам, қабул қилишда ҳам алоқа тўхташига сабаб бўлади.

ЎЮЧда тўғридан-тўғри кучайтиришли ва частотани суришли қабулқилгич-узаткичларнинг қуриш услуби, айниқса, ОрРСда истиқболли ҳисобланади (16.19-расм). Қабул қилинадиган $f_{қаб}$ частотали сигнал КШКда кучайтирилади ва (Γ_1) гетеродин, (Ar) аралаштиргич ва ён полоса фильтридан (ЁПФ) иборат частота ўзгартиргичга берилади. Гетеродиннинг $f_{сил}$ частотаси $f_{қаб}$ га нисбатан $f_{уз}$ узатиш частотасини силжишини белгилайди. Қувват кучайтиргичи чиқишдаги (ҚК) сигнал узатувчи антеннага берилади. Фазавий модуляторда (ФМ) гетеродин тебранишларини модуляциялаш йўли билан стволга хизмат алоқаси ва телесигнализация сигналлари берилади. Бундай вариантнинг афзаллиги катта кучайтириш, сезиларли кам истеъмол қуввати, соддалиги ва оралиқ частотада кучайтириш схемасига нисбатан паст нархи ҳисобланади.

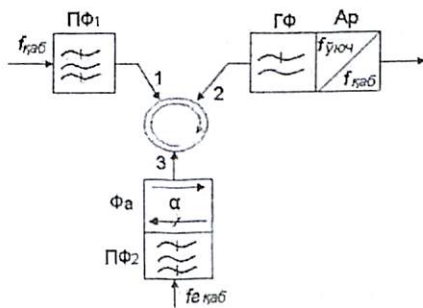
Бир тактли ОЧЎнинг тузилиш схемаси 16.20-расмда келтирилган бўлиб, унда қабул қилинадиган сигнални гетеродин тебра-

нишларига кўшиш учун феррит циркулятори (ФЦ) ишлатилади.



16.19-расм.

Қабул қилинадиган сигнал ПФ₁ полосали филтрдан кейин ФЦнинг 1 елкасига бериб, 2 елкага узатилади ва гармоникалар филтрдан (ГФ) кейин аралаштиргичга узатилади. Гетеродин киска полосали ПФ₂ ва ФЦ орқали 3 елкага уланган. Умумий тебранишлари 1 елкага берилади, $f_{квб}$ частотага созланган ПФ₁ дан қайтади ва 1,2 елкалар орқали ГФга ва аралаштиргичга (Ар) берилади. Бундай частота ўзгартиргич сигнал трактида ФЦ фаза айланттиргичнинг (Фа) вазифасини ҳам бажаради.

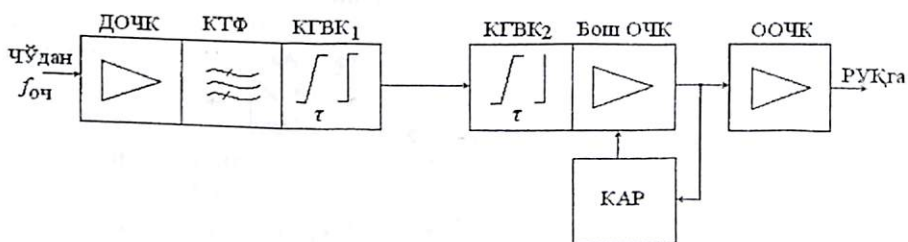


16.20-расм.

Аралаштиргичдан қайтган сигнал циркулятор ёрдамида гетеродин трактига йўналтирилади, у ерда ПФ₁ га етиб боргунча фаза айланттиргичда ютилади. Аралаштиргичда вужудга келадиган акс ташкил этувчи ҳам Фа да ютилади. Шундай қилиб, ПФ₁ мослаш-

тирилган юкламаси ва акс частотада мослаштириш ишлатилади. Гетеродин трактида Фа ўрнига кўпинча иккинчи ФЦ ишлатилади. Сигнал ва гетеродин тебранишларини кўшиш учун икки қисқа полосали филтрлар $f_{г.қаб}$ частотага созланган ўтказувчи ва режекторли филтрлардан иборат филтрлар айраси ФЦ ўрнига ишлатиш мумкин.

Гетеродин туридаги кабулқилгич-узаткичларда сигнални асосий кучайтирилиши (16.18-расм) ОЧК трактида амалга оширилади. ОЧКнинг тузилиш схемаси 16.21-расмда келтирилган. Чў билан ташкил қиладиган дастлабки ОЧК (ДОЧК) кам шовқин киритиши ва халақитлардан РҚҚни химоялаш учун юқори чизиқли характеристикага эга бўлиши керак. Кучайтиргич натижавий танловчанлик схемаси бўйича қурилади, биринчи апероидик каскадда умумий эмиттер схемаси бўйича уланган юқори частотали кам шовқинли биполяр транзистор қўлланилади. Танловчанлиги жамланган филтр (ТЖФ) кечикиш гуруҳ вақти (КГВ) характеристикасини қайд этилган корректори (КГВК1) билан мослаштирилади, кейин алоҳида қайта созланадиган КГВК2 га берилади. КГВ характеристикаси коррекциялаш ЧМ сигнал узатиш трактининг ФЧХ чизиқлаштиришга олиб келади. Натижада модуляцияланган сигналдаги нозизиқли бузилишлар камаяди.



16.21-расм.

Тропосфера радиореле линияларида (ТрРЛ) УҚТни олисга тарқатилиши асосида ишлатилади ва кўшни станциялар 100 ... 800 км масофаларда жойлашади. ТрРЛ учун 1,0; 2,0 ва 4,5 ГГц диапазонлардаги частоталар полосаси ажратилган.

ТрРЛ РҚҚларида КШК, бўсагани камайтириш қурилмалари кенг қўлланилади, алоҳида кабул қилиш техникаси ва бошқа тезкор интерференцион сўнишларга қарши кураш усуллари ишлатилади.

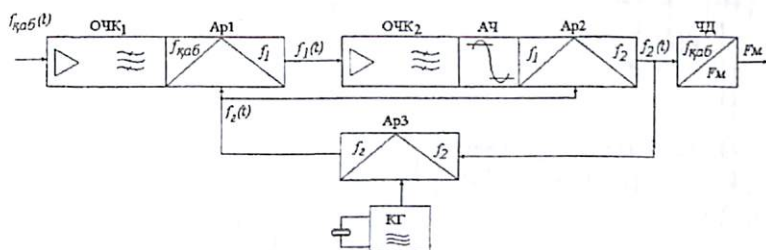
ТрРЛда частотавий модуляция қўлланилади. ЧМ сигналлари қабуллагич киришда сигнал шовқин нисбати белгиланган сатхдан камайганида, чиқишидаги шовқин ортишининг пропорционаллиги бузилади ва қабул қилиш сифатининг кескин ёмонлашиши кузатилади. Бу ходисалар билан курашиш учун ТрРЛ қабуллагичлари таркибига ЧМ сигналлар бўсағасининг камайтириш демоляторлари (БКД) киритилади.

БКД сифатида частота бўйича тескари алоқали, кузатувчи филтрли, ташувчини регенирациялашли ва бошқа курилмалар ишлатилиши мумкин. ТрРЛда кузатувчи гетеродинли БКД кенг қўлланилади. Кузатувчи гетеродинли (КГ) БКД схемаси вариантларидан бири 16.22-расмда келтирилган. КГ таркибига қисқа полосали ОЧК₂, кварцли генератор (КГ), учта аралаштиргич ва АЧ кирази. Аралаштиргичлар шундай ишлайдики, КГда сигналлар оний частоталари ораларида қуйидаги муносабатлар ўз ўрнига эга бўлади:

$$f_z(z) = f_{КГ} + f_2(t);$$

$$f_1(t) = f_z(t) - f_{оч1}(t) = f_{КГ} + f_2(t) - f_{оч1}(t);$$

$$f_2(t) = f_z(t) - f_1(t) = f_{КГ} + f_2(t) - f_{КГ} - f_2(t) + f_{оч1}(t) = f_{оч1}(t).$$



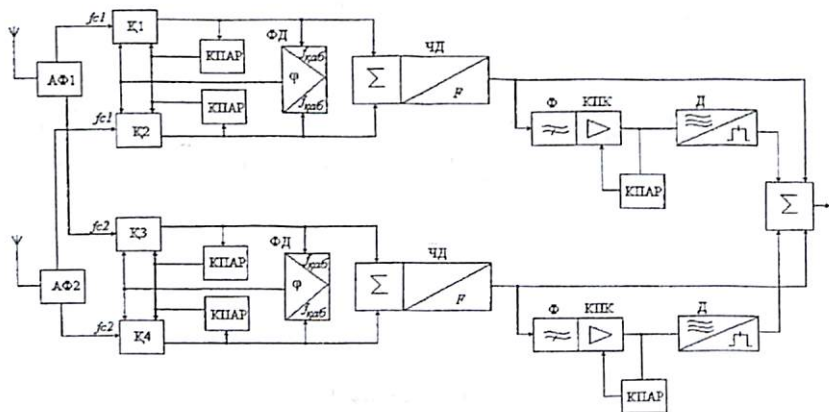
16.22-расм.

Шундай қилиб, КГ чиқишида унинг киришидаги оний частота автоматик равишда ушлаб турилади: $f_2(t) = f_{оч1}(t)$, бўлади, бунда $f_1(t) = f_{КГ}$ Ар₁ аралаштиргичдаги $f_2(t)$ ва $f_{оч1}(t)$ частоталарли сигналлар девиациясига айтилади, Ар₂ аралаштиргичда эса дастлабки частота девиацияси қайта тикланади. ОЧК₂ даги кечикиш туфайли девиациянинг тўлиқ бўлиши амалга ошмайди, ва f_1 частотали сигналда қандайдир девиация сақланади, лекин у КГ киришидагидан анча кичик бўлади. Шунинг учун ОЧК₂

киришидаги сигнал спектрининг кенглиги камаяди, бу унинг ўтказиш полосасини қисқартириш ва мос равишда шовқинлар қувватини камайтириш имкониятини беради. Шундай қилиб, КГ қабуллагичнинг бўсағавий сатҳини камайтириб, ЧД киришидаги сигнал шовқин нисбатини оширади.

16.23-расмда битта линия стволи учун ОхРС қабул қилиш апаратурасининг соддалаштирилган тузилиш схемаси келтирилган. Унда фаза ва частота бўйича сигнални ажратиш учун тўртланган қабул қилиш ишлатилган (ОрРСда мос равишда жиҳозлар ҳажми ортади).

Турли А1, А2 антенналарда қабул қилинган f_{c1} ёки f_{c2} бир частотали икки сигналлар оралиқ частотада детекторгача чизикли кўшилиши ҳамда частотавий детекторлардан кейин чизикли кўшилиши комбинацияси қўлланилади. Антенналар қабул қилган сигналлар АФ1 ва АФ2 ажратувчи фильтрлар орқали тўртта (Қ1-Қ4) қабуллагичлар киришларига берилади. Қ1-Қ4 қабуллагичлар ҳар жуфтлари қабул қилган частота сигналлари (турли фазалардаги) КШК да кучайтирилади, ЧД да $f_{оч1}$ га ўзгартирилади.



16.23-расм.

Уларнинг гетеродинлари умумий фазавий детектор (ФД) билан бошқариладиган частота-фазали автоматик қайта созлаш (ЧФАҚС) тизими билан созилади, бу билан қабул қилинадиган сигналларнинг юқори фазалаштирилишига эришилади. Кўшиш режимининг чизиклилиги қабуллагичларнинг ҳар бир жуфтида ОЧКлар жуфтини қўлланилиши орқали таъминланади. Натижада кўшила-

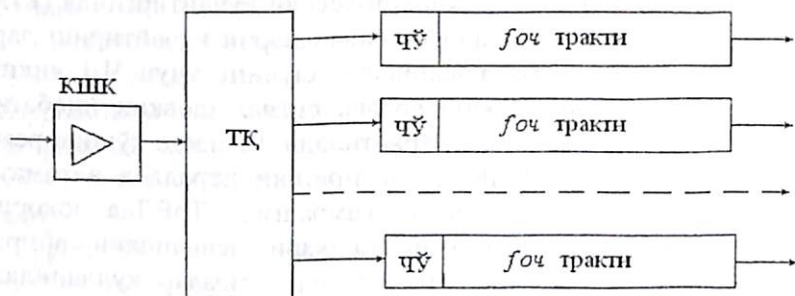
диган сигналлар кириш сигналлари каби муносабатда бўлади. Икки ЧДлар чиқишларидан сигналлар детектордан кейинги қўшиш каскадига берилади. Сигнал полосасидан юқори частотали шовқинлар филтёрда (Ф) филтёрланади, кенг полосали кучайтиргичда (КПК) кучайтирилади, детекторланади ва сигналларни кучайтириш даражасини ростлаш учун фойдаланилади, шунинг учун ЧД чиқишларидаги сигналлар шу чиқишлардаги сигнал шовқин нисбатига пропорционал бўлган миқдорда ўрнатилади. Чизикли қўшиш режими таъминлаш учун КПК кучайтиришни параллел автоматик ростлаш (КПАР) тизими билан қамралган. ТрРЛда юқорида ёритилган қўшиш услубларидан ташқари девиацияни айириш ўзгартиргичлари (ДАЎ) деб аталадиган тизимлар қўлланилади. Улар исталган сондаги сигналларни детекторгача қўшиш учун яроқли бўлиб, частотани ва қўшиладиган тебранишларни ростлашни талаб қилмайди.

16.9. Сунъий йўлдошли алоқа ва эшиттириш тизимларининг қабул қилиш қурилмалари

Сунъий йўлдошли алоқа тизимларида ер станциялари (ЕС) ва ернинг сунъий йўлдошларида жойлаштирилган оралик актив борт ретрансляторлари (БРТр) тармоғи мавжуд. Қайд этилган ва радиозатиш сунъий йўлдошли хизматлар учун 0,62...2,75 ГГц диапазондаги частоталар полосаси ажратилган. Ернинг сунъий йўлдоши (ЕСЙ) орқали алоқа учун 2...8 ГГц диапазондаги частоталар энг яхши ҳисобланади. Ер-ЕСЙ линияларида («юқориги линия») 6,14 ва 17 ГГц диапазонлардаги полосалар, ЕСЙ-Ер линияларида («пастки линия»да эса 4 ва 12 ГГц дипозонлардаги частоталар полосаси ишлатилади. Аналог сигнал каналларида частота бўйича ажратилади - частотали модуляция (КЧА-ЧМ) тизимида узатилади, дискрет сигналларни узатиш фазавий манипуляция (ФМн) ёрдамида амалга оширилади. ЕСЙ да кувватли радиозатиш қурилмалар (РУК) ва юқори кучайтириш коэффициентли антенналар ишлатилади.

ЕСН радиоқабул қилиш қурилмасининг умумлаштирилган тузилиш схемаси 16.24-расмда келтирилган. Антенна орқали қабул қилинган сигнал паст шовқин ҳароратида кенг полосали КШҚда кучайтирилади ва тақсимлаш қурилмаси (ТК) ёрдамида қабул қилинадиган стволлар орқали частота ўзгартиргичларига йўнал-

тирилади. Бу ерда одатда, 70 МГц бўлган оралиқ частотага ўзгартирилади. Кейин сигналлар оралиқ частота трактларида қайта ишлашдан ўтади ва демодуляторларга берилади.



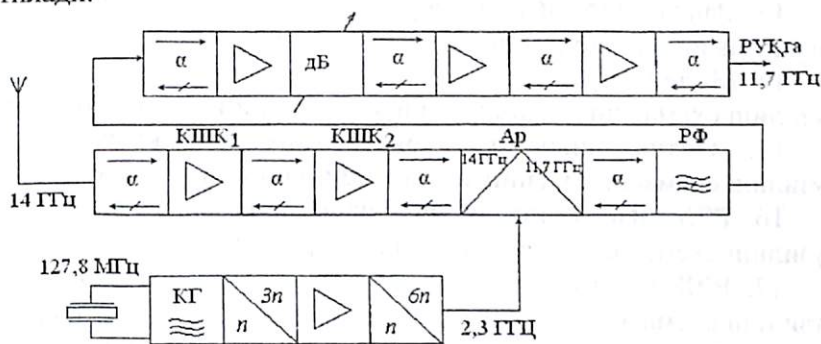
16.24-расм.

Стволлар ораларида ЎЮЧ сигнал энергиясини тарқатилиши танланган ва кенг полосали ТҚлар орқали амалга оширилиши мумкин. Биринчиси ажратувчи ферритли циркулятор (ФЦ) занжирига уланган ПФлар тўпламидан иборат бўлиб бунда ҳар бир қайта созланмайдиган ЧЎ киришига фақат бир стволдан сигнал берилади. Қайта созланадиган ЧЎлар билан бирга ишлатиладиган кенг полосали ТҚларда киришларга барча стволлар сигналлари берилади. Улар турли йўналтирилган ажратгичлар базасида йиғилади.

ЕСН қабуллагичлари оралиқ частота трактлари ва демодуляторлари тўғри кўринишли РРЛлар аналог қурилмаларидан тузилиши жиҳатдан фарқ қилади. ЧЎ кучайтиргичлари натижавий танловчанликдаги схемаси бўйича йиғилади, ён каналлар бўйича юқори (25...90 дБ) танловчанликни таъминлашга ҳаракат қилинади, шу билан бир вақтда қабуллагичнинг эквивалент шовкин полосасини минимизациялаш, қўшимча сўниш кутблари ва АЧХнинг кескин тушиш юқори тартибли кўп контурли LC-филтларнинг ТЖФ сифатида қўлланилиши заруратини туғдиради. Оралиқ частота кучайтиргичининг аperiодик каскадлари чуқур манфий тескари алоқалили иккита биполяр транзисторлар ёки интеграл микросхемаларда йиғилади. Сунъий йўлдошли линияларда сигналларнинг кучли сўниши мавжуд эмаслиги ер РРЛларидан фарқли равишда 15...20 дБ дан катта бўлмаган сўнишни тикловчи КАР қўлланилишига имкон беради. Демодуляторда юқори чизикли демодуляциян характеристикали юқори сифатли АЧ ва ЧДлар ишлатилади. Видеокучайтиргичларда

фақат кучланишни кучайтиришдан ташқари дастлабки видеосигнал спектрини қайти тиклаш талаб қилинади .

Сунъий йўлдошли алоканинг муҳим қисми БРТр қабулқилгич-узаткич қурилмаси ҳисобланади. Улар бир ёки бир неча кузатувчи ЕСНлар сигналларини қабул қилиш, уларни кучайтириш ва бир ёки бир неча ЕСНлар қабуллагичлари йўналишларида кейинги узатишга мўлжалланган. БРТр бир стволини қуришнинг бир неча вариантлари мавжуд бўлиб, уларга гетерондинли тури, частотани бир тактли ўзгартирилишли, демодуляцияли ёки бортда сигнални қайта ишлашли турлари киради. 16.25-расмда 14/12ГГц диапазонда ишлайдиган частота бир карра ўзгартирилишли БРТр қабуллагичнинг тузилиш схемаси келтирилган. 14 ГГц частотали кириш сигналлари иккита КШКда кучайтирилади. КШК сифатида стандарт схемалар ишлатилади.



16.25-расм.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. DRM радиоқабулқилгичининг ишлаш принципини тушунтиринг.
2. RDS тизими ҳақида айтиб беринг.
3. RDS тизими сигналнинг таркиби қандай?
4. RDSли қабулқилгич тузилиш схемаси ва ишлаш принципини айтиб беринг.
5. RDS тизимининг сервис (хизмат) имкониятлари нималардан иборат?
6. Пейжернинг тузилиш схемасини чизинг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

7. Пейджернинг юқори частота трактини тузилиш схемасини чизинг ва блок ҳақида қисқача тушунтириш беринг.

8. CDMA сотали алоқа тизимининг базавий станциясининг (BTS) тузилиш схемасини чизинг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

9. CDMA сотали алоқа тизимининг базавий станция қабул-қилгичининг тузилиш схемасини чизинг.

10. Ҳаракатдаги станция қабулқилгичининг тузилиш схемасини чизинг.

11. Радиоэшиттириш қабулқилгичининг тузилиш схемасини чизинг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

12. Оқ-қора телевизион қабулқилгичининг тузилиш схемасини чизинг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

13. Рангли телевизион қабулқилгичининг тузилиш схемасини чизинг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

14. Миллиметрли диапазон алоқа тизимидаги қабулқилгичининг тузилиш схемасини чизинг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

15. Оптик диапазон алоқа тизимидаги қабулқилгичининг тузилиш схемасини чизинг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

16. PPL тизимининг охириги радиостанция қабулқилгичининг тузилиш схемасини чизинг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

17. PPL тизимининг оралиқ радиостанция қабулқилгичининг тузилиш схемасини чизинг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

18. Тропосфера радиореле линияларидаги қабулқилгичининг тузилиш схемасини чизинг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

19. Сунъий йўлдошли алоқа тизимидаги қабулқилгичининг тузилиш схемасини чизинг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

20. Борт ретранслятори қабулқилгичининг тузилиш схемасини чизинг ва ишлаш принципини тушунтиринг.

XVII боб. ЭЛЕКТРОМАГНИТ МОСЛАШУВЧАНЛИК МАСАЛАЛАРИ

17.1. Радиоузатиш қурилмаларда электромагнит мослашув муаммолари

17.1.1. РЭВ электромагнит мослашувчанлигини таъминлаш

Радиоэлектрон воситалар (РЭВ) ишлаш билан бир вақтда бир-бирларига халақитларни юзага келтиради, натижада алоқанинг сифат кўрсаткичларини ёмонлашади ва электромагнит мослашувчанлик (ЭММ) муаммосини ечиш заруратига олиб келади. ЭММ бу РЭВнинг электромагнит муҳитда берилган сифат билан ишлаш ва бошқа электромагнит воситаларга рухсат этиладиган электромагнит халақитларни ҳосил қилмаслигидир. Сўнгги вақтларда ЭММ муаммоси қуйидаги сабабларга асосан катта аҳамиятга эга бўлиб бормоқда:

- ишлатиладиган РЭВлар сонининг тўхтовсиз ошиб бориши;
- чекланган майдонларда катта миқдордаги РЭВларни жойлаштириш зарурлиги, бунинг натижасида бир неча РЭВларнинг битта антеннага ёки яқин жойлашган антенналарга инлаши зарурати;
- алоқанинг узоқ масофаларга ошириш мақсадида радиоузатиш қурилмаларининг қувватини ошириш;
- радиоқабул қилиш қурилмалари сезгирлигининг ошиши ва қабул қилиш бўсағавий сатҳларининг камайиши, бу халақит манбалари сонининг ошишига ва С/Х нисбатининг ёмонлашишига олиб келади;
- частота диапазонидаги ОАВ лар сонининг зичлашиши.

РЭВ ЭММни баҳолаш умумий масала ва РЭВлар биргаликда ишлашлар таъминлаш жараёнларининг ажралмас қисми ҳисобланади. Бу баҳолаш давомида мазкур электромагнит муҳитда ЭММ мезонларини қониқтирадиган шартлар ишлаб чиқилмоқда. Бу шартлар қуйидагиларни ўз ичига олади: халақитлар манбаи – станцияларнинг жойлаштирилишини территориал чеклаш, халақитларни юзага келтирадиган станция йўналишидаги халақит ҳосил қилувчи сигналлар манбаи - станция нурланиш қувватини, ҳимоя

полосаларининг кенглигини чеклаш, узатувчи ва қабул қилувчи антенналар йўналтирилган диаграммаларининг ён япроқчаларини сўндириш сатҳи; РЭВларни жойлаштириш параметрларининг оптимизациялаштириш ва антенналарнинг йўналтирилганлиги ва бошқалар.

ЭММни таъминлаш мезони сифатида халақитлар таъсири шароитида РҚҚнинг талаб қилинадиган сифатни таъминлайдиган қабулқилгич киришидаги минимал сигнал шовқин нисбати бўлган радиоқабул қилиш қурилмасининг ҳимоя нисбатини қўлланилиши мақсадга мувофиқдир. Ҳимоя нисбати қоидага кўра, фойдали сигналга ишлов бериш турига ва халақитли сигналнинг турига боғлиқ бўлади.

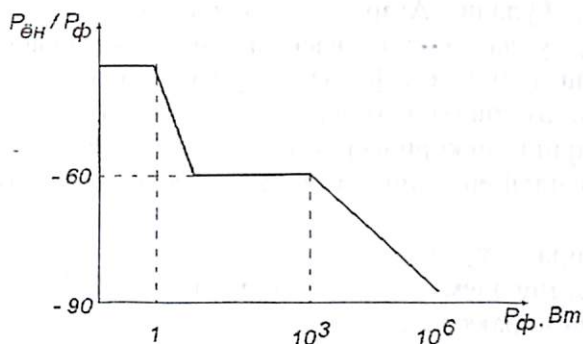
ЭММ муаммосининг долзарблигини тасдиқлайдиган ва радиоузатиш қурилманинг (РУК) асосий ва ён нурланишлари турларини, уларни камайтириш йўллари, яъни ЭММ муаммосини ечишни кўриб чиқамиз.

17.1.2. Радиоузатгичлар ён нурланишлари

РУК чиқишида асосийлар билан бир қаторда частоталари эгалланадиган полоса ва полосадан ташқи нурланиш частоталари чегаларида жойлашган тебранишлар мавжуд. Уларнинг вужудга келиш сабаблари қуйидагилар: турли каскадларда тебранишларнинг ночизикли ўзгартириш ва чиқиш сигналинини шакллантиришга ташқи электр ва механик таъсирлар. Бундай тебранишлар таъсиридаги нурланишлар ён нурланишлар дейилади.

Ён нурланишларга меъёрлар РЭВ ЭММ шартлари орқали аниқланади. Уларнинг $P_{рух}$ - рухсат этиладиган қуввати сатҳига талаблар ХЭН-D тавсифлари асосида ўрнатилган ва РУК фидеридаги P_{ϕ} қувватга ҳамда РУК вазифасига ва РУК ишчи частоталари диапазонига боғлиқ. Метрли тўлқинлар диапазонларидаги турли қувватлардаги узатгичлар учун бу талаблар рухсат этиладиган P_{ϕ} / P_{ϕ} нисбат боғлиқлигига мисол 17.1-расмда тасвирланган.

Ташувчи частота тебранишларини шакллантириши жараёнида вужудга келадиган ён нурланишлар. Ташувчи частотали каср-каррали нисбатларга боғлиқ частоталарда ён нурланишларининг келиб чиқишини, спектрал таркибини ва уларни сўндириш чораларини кўриб чиқамиз.



17.1-рasm.

Ташувчи частотанинг юқори гармоникалари частоталаридаги нурланиш чиқиш қувват кучайтиргичидаги аналог элементнинг но-чизикли режими орқали аниқланади.

Сўндириш усуллари:

– фидер киришида юқори гармоникалар тоқларини максимал мумкин бўлган сўндирилиши шартидан радиоузаткич юкламаси ва чиқиш каскади мослаштирувчи занжирининг схемасини ва параметрларини танлаш;

– асосий частота тебранишларини деярли сўндирмайдиган, лекин гармоникаларда қувват оқими қайтадиган ва махсус юкламада йўқотиладиган махсус гармоникалар филтрларини фидерга уланиши;

– бир қанча гармоникалар сўндириладиган (масалан, икки тактли идеал симметрия схемаларда тоқ гармоникалар) қувват кучайтиргичи схемасини қуриш;

– кесиш бурчагини рационал танлаш орқали юқори гармоникаларни қўшимча сўндириш.

ω_0/N га каррали бўлган частоталардаги ён нурланишларда қувват кучайтиргичидан олдин частотани $N\omega_0$ кўпайтиргич қўйилган бўлса, вужудга келади. $2\omega_0/N$, $3\omega_0/N$... частоталарли тебранишлар ташкил этувчиларини частота кўпайтиргичи (ЧК) чиқишида танловчан юкламада тўлиқ сўндирилмаслиги сабабли, улар қувват кучайтиргичнинг киришида ҳам, чиқишида ҳам бўлади. Агар узаткич трактига иккита ЧК қўйилган бўлса, унда чиқиш сигнали спектрида ω_0 кириш частотасига каррали бўлган ташкил

этувчилар бўлади. Агар $N_1 \cdot N_2$ кўпайтма катта бўлса (масалан $N_1 \cdot N_2 > 9$), унда чиқиш каскади мослаштирувчи занжиридаги филтрлаш ташувчи $\omega_0[1+1/(N_1 \cdot N_2)]$ частоталар яқинида сезиларли бўлмайди. Бу ташкил этувчиларни биринчи ЧҚдан кейин унинг мослаштириш занжири ва режимини танлаш билан сўндириш керак бўлади. Бундай ёндашиш исталган ЧҚ сонидаги занжир учун тўғри бўлади.

Сўндириш усуллари:

–ЧҚ актив элементларини кейинги каскад билан мослаштириш занжирини мураккаблаштириш;

–қайд қилинган частотали радиоузаткичларда субгармоникалар филтрларини (ташувчини модуляциялайдиган) қўлланилиши;

–кириш ва чиқиш занжирларида икки тактли ва параллел улашишлар комбинацияларини ишлатиш, бу ЧҚ чиқишида кучланишнинг тоқ ёки жуфт гармоникаларини сўндириш имконини беради;

–хар бир ЧҚ чиқишида ён нурланишларини сўндириш бўйича тадбирларни ўтказиш;

–чиқиш каскадидаги ён ташкил этувчиларининг рухсат этиладиган сатҳига ва ташувчи частотани кейинги кўпайтиргичларида ва кучайтиргичларида субгармоникалар билан модуляциялашнинг чуқурлаштирилиши (ёки сўндирилиши) коэффицентига талаблар масаласига алоҳида эътибор бериш керак.

Частоталар синтезаторлари (ЧС) чиқишдаги ён нурланишларни сўндириш муаммоси алоҳида кўриб чиқилиши зарур. Бу ерда частоталар дискрет тури эталон генератор частотасини кўп каррали ўзгариши натижасида амалга оширилади. Натижада ЧС чиқиши-да керакли частота тебранишларидан ташқари, частоталар турларининг бошқа тебранишлари, шунингдек, турли комбинацион частоталар пайдо бўлади. Қўйиладган талаблар бўйича ЧС спектри таркиби қуйидаги жуда қатъи талабларни қониқтириши керак: ён ташкил этувчиларнинг сатҳлари асосий тебранишлардан 60...80 дБ га, баъзан 100 дБ га кичик бўлиши керак. Сўндиришни асосий услуги хатоликларни айиришли ва бошқариш занжирларида филтрли фазали автоматик қайта созлаш (ФАҚС) ҳалқали схемани ишлатиш билан филтрлаш ҳисобланади.

Паразит модуляция ва шовқин нурланишларига асосланган нурланишлар.

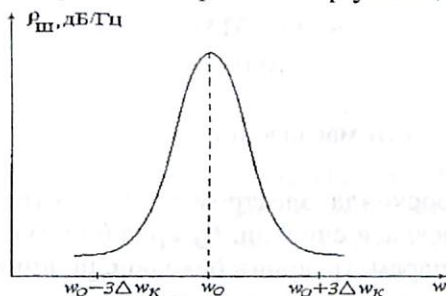
Тебранишлар амплитудаси ва частотаси паразит модуляцияланиши сабаблари: ўзгарувчан таъминот кучланиши пульсациялари

ва ташқи ўзгарувчан майдонлар, механик вибрациялар ва акустик таъсирлар ҳисобланади. Кейинги каскадлар билан ўзгартириладиган чуқурлаштириладиган ташувчига яқин частоталарда ён нурланишлар пайдо бўлади.

Бундай тебранишларни сўндириш учун таъсирларни сатҳини ва уларни тебранишлар параметрларига таъсири даражасини камайтириши керак. Тебранишлар амплитудаси ва фазасига (частотага) ҳар бир амалнинг таъсири ўлчови сифатида модуляцияловчи параметрнинг ўзгаришига амплитуданинг (фаза, частота) ўзгаришлари нисбати қабул қилинади. Бу катталиклар назарий баҳоланади ва тажрибада тадқиқ қилинади, кейин эса, бу таъсирлардан радиоузаткичлар ҳимоя қурилмаларига уларни таъсирини йўқотиш ёки талаблари қўйилади.

Радиоузаткичлар шовқин нурланишлари ташувчи частоталарни зарур кетма-кетлиги шакллантирилишда аналог элементли (АЭ) кас-кадаларидаги кучланишлар ва тоқлар флукутациясига боғлиқ. Шов-қин нурланиши сатҳи кўпинча берилган частотада 1 Гц ўтказиш полосасида унинг ўртача қийматини асосий частотадаги нурланишнинг ўртача қийматига нисбати орқали баҳоланади.

Частотани кварцли стабиллашди ва кўп каскадли кучайтириш – кўпайтиришли РУҚларида ташувчи частотали тебраниш-ларни шакллантирилишда ташувчидан турли носозланишда шов-қин нурланиши сатҳи турли каскадлар орқали аниқланади. Сигнал эгаллайдиган частоталар полосасига туташадиган ташқи полосали нурланишлар соҳасига автогенератор кварцли АЭ ва ундан кейинги кучайтирувчи ва кўпайтирувчи каскадлар маълум даражада ўз таъсирини кўрсатади. Бу каскадлар ташқи нурланишлар зонаси тартибда юқори гармоникалар частоталаридан носозланишларда сезиларли таъсир ўтказилади.



17.2-расм.

Ташувчи гармоникалари ораларидаги частоталар интервалларида жойлашган шовқин нурларишлари сатҳига чиқиш кучайтириш каскадлари ҳам сезиларли таъсир қилади.

Кенг частоталар поласасидаги шовқин нурланиши энергетик спектрига мисол 17.2-расмда тасвирланган.

Паразит тебранишлар, шуниндек, бутун РУҚ ёки унинг алоҳида каскадларини нобарқарор ишлашига боғлиқ. Улар ички мусбат тескари алоқа ҳисобига ташқи таъсирни генерациялаш амалга ошадиган частоталар яқинларида шовқин нурланишлари сатҳини кўтарилишига сабаб бўлади. Баъзи ҳолларда паразит генерация занжирига кирадиган элементлар параметрлари орқали аниқланадиган частоталардаги паразит тебранишлар кўринишида пайдо бўлади. Паразит нурланиш спектри, агар тебраниш оралиқ каскадда ҳосил бўлади ва асосий тебранишлар билан кейинги каскадларнинг ночизикли элементлари орқали ўзаро таъсирлашишса мураккаб-лашади. Паразит тебранишларни сўндириш радиоузаткичларни созлашда муҳим ва мураккаб масалаларидан бири ҳисобланади. Уларни йўқотиш услуги бундай тебранишларни ўз-ўзидан кўзгалтириш шартларини бузиш ҳисобланади.

Интермодуляцион нурланишлар бошқа узаткичлар билан ис-талмаган электромагнит ва РУҚ ночизикли элементларидаги асосий ва йўналтирилган кучланишларнинг ўзаро таъсири туфайли вужудга келади. Кўпинча улар бир неча РУҚ лар битта антеннага ёки яқин жойлашган антенналарга ишлаганида вужудга келади. Бундай нурланишларни камайтириш учун ночизикли элементга йўналтирилган тебраниш ўтадиган канални аниқлаш зарур, кейин эса уни бартараф этиш бўйича чоралар қабул қилиш керак (фильтрларни, экранлашни ва бошқаларни қўллаш).

17.1.3. РЭВларда ЭММ ни таъминлашнинг асосий йўналишлари

РЭВларда ЭММ масаласини ечиш ўз ичига тўртта асосий босқични олади.

Биринчи босқичда электромагнит муҳитни (ЭММ) баҳолашнинг ташқи масаласи ечилади. Бу ерда бош масала ЭММ моделини қуриш, модел параметрларини баҳолаш, шунингдек, алгоритмларни ўлчашлар асосида эҳтимолликларни тақсимланиши зичлигини баҳолаш тизимини ишлаб чиқариш ҳисобланади.

Иккинчи босқичда РЭВ нинг шаклланиши (самарадорлиги) сифатини баҳолаш ўтказилади. Бу босқичнинг бош масаласи халақитлар таъсир қилганида РЭВ нинг самарадорлигини баҳолаш мезонини танлаш ва асослаш ҳамда танланган мезон бўйича ЭМХда РЭВ самарадорлигини таҳлил қилиш ва ҳисоблаш ҳисобланади. Иккинчи босқич масалаларини ечиш натижасида фойдали сигнални қабул қилиш сифатига халақитлар таъсири даражасини баҳолашдир.

Учинчи босқичда тизимнинг мураккаблигига боғлиқ равишда халақитлар таъсир қилганида РЭВнинг талаб қилинадиган шаклланиш сифатини сақланиши мезони бўйича РЭВлар ЭММни баҳолаш масаласи ечилиши керак. Агар ЭММ таъминланмаса, унда тўртинчи босқичда РЭВлар ЭММ ни таъминлаш масаласи кўриб чиқилади.



17.4-расм.

РЭВ самарадорлигини баҳолаш учун мезонлар масалаларни ўзига хос хусусиятларини ва электромагнит мослашувчанликни ўзида акс эттириши керак.

РЛС учун топиш масаласини ечишда Нейман-Пирсон мезони, таниш масаласини ечишда тўғри таниш минимал хатолиги, сигнал параметрларини баҳолаш масаласида эса сигнал параметрини баҳолаш аниқлиги (назоратланадиган объект ҳаракати параметрларини аниқланиш аниқлиги). Умумий ҳолда РЭВлар ЭММларни мезонлари статистик ечимлар назариясига асосланган статистик,

эҳтимолликлар назарияси билан статистик ечимлар назариясини боғлайдиган қўшма мезонлар ва ахборотлар назариясига асосланган ахборот мезонларига ажратиш мумкин (17.4-расм).

РЭВ ва радиоэлектрон комплекслар шаклланиши самарадорлиги сифати кўрсаткичларига қуйидагилар киради:

–ахборотларни узатиш тизимлари унинг ахборот ўтказиш қобилияти, хатолар эҳтимолилиги, танловчанлик ва бошқалар;

–радиолокация ва навигацияда тўғри топиш эҳтимоллиги, индикациялаш шарти, координаталари аниқланиш аниқлиги ва бошқалар;

–телевидениеда тасвир сифати.

Кўп ҳолатларда бу кўрсаткичлар радиоқабул қилиш тракти маълум нуқтасида олинадиган $S(X+III)$ қувватлар нисбатининг монотон функциялари ҳисобланади. Қулайликни ҳисобга олганда ўлчашлар ва ҳисоблашлар нуқтаи назаридан бундай кўрсаткичнинг қўлланилиши РЭВ мослашувчанлигини баҳолаш учун таъсир қилди.

ЭММ ни таъминлаш учун ташкилий ва техник чоралар кўрилади. Ташкилий чоралар сифатида яқин ташувчи частоталар қийматларини РЭВларни частотавий, вақт бўйича территориал (фаза-вий) жойлаштириш (ёки уларнинг иш режимларини) амалга оширилади. ЭМХ характеристикаларини яхшилаш техник чораларининг умумий йўналишлар қуйидагилар ҳисобланади:

–узаткич каскадаларида ён ва ташқи полосали нурланишлар сатҳларини камайтириш;

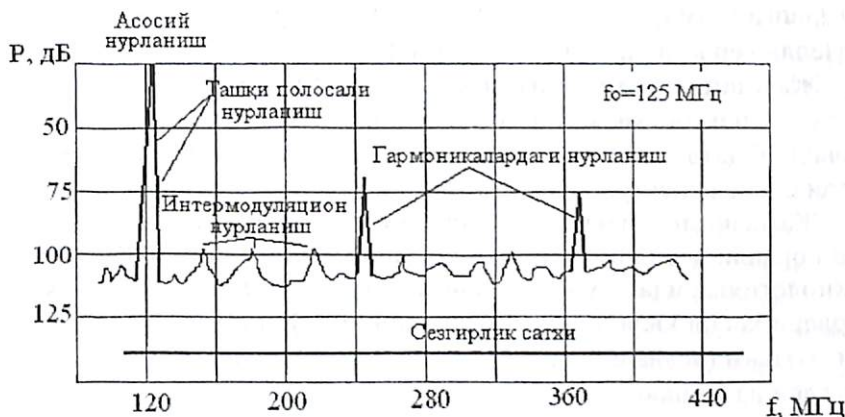
–асосий бўлмаган нурланишларни адаптив филтрлаш;

–қабул қилиш қурилмаларида турли турлардаги халақитлар компенсаторларнинг қўлланилиши;

–адаптив антенна тизимлари қўлланилишли халақитларни фазавий сўндирилиши.

РУҚда нурланишлар мавжуд сўндириш услубларини таҳлил қилган ҳолда, актив ва пассив элементлар иш режаларини модуляция турини, филтрлашнинг турли услубларини танлашда асосий хулосаларга келиш мумкин. Интермодуляцион, шовқин ва бошқа асосий бўлмаган нурланишларни сўндириш учун фақат частота бўйича эмас, амплитуда бўйича исталмаган нурланишлардан радиоузаткичнинг асосий сигналларни ўтказадиган частотавий-амплитуда филтрлари қўлланилади.

Исталмаган нурланишларнинг талаб даражасида сўндиришни қуйидаги мулоҳазалардан топамиз. Алоқа комплексларида радиоузаткич интермодуляцион ва шовқин нурланишларнинг реал сатҳлари 110...120дБни ташкил қилади. Ўртача қувват сатҳли (100 Вт) РУҚ ва ўртача сезгирлик сатҳли қабулқилгич (0,7 мкВ) учун 75 Омли тўлқин қаршилиги трактлари учун радиосигнал сўнишининг критик қиймати 160 дБ ни ташкил қилади. Шунинг учун реал сезгирликли қабулқилгич ишлаш сифатини таъминлаш учун РУҚ халақит қиладиган нурланишларни қўшимча 40...50 дБга сўндириш зарур. РУҚ радионурланишлари сатҳларининг нисбий кўрасаткичлари 17.5-расмда келтирилган.



17.5-расм.

17.2. Радиоқабул қилиш қурилмаларининг халақитбардошлиги

17.2.1. Радиоқабул қилишга халақитлар

Халақит деб фойдали сигналга кирмайдиган ва РҚҚга тўғри қабул қилишга тўсқинлик қиладиган исталган таъсирга айтилади. Реал алоқа каналарининг халақитларини ички ва ташқи халақитларга ажратиш мумкин. Ташқи халақитларни табиий ва сунъий халақитларга ажратиш мумкин.

Табиий халақитлар ер атмосферасидаги электромагнит жараёнлар ҳосил қилади. Коинот ва тропосфера ҳам халақит манбаи ҳисобланади. Сунъий халақитларни кўп сонли ишлаб чиқариш қурилмалари (индустириал халақитлар), шунингдек, бегона радио-

станциялар курилмалари фаолият натижасида (мақсадсиз ва махсус ташкил қилинадиган халақитлар) ва бошқалар вужудга келтиради. Ички халақитлар асосан, радиоқабулқилгич ички шовқинлари орқали асосланади.

Радиоқабул қилишнинг халақитбардошлигини тадқиқ қилишда реал таъсир қиладиган халақитлар бўлиши эҳтимолилиги кўпроқ бўлган халақитлар турларини ақс эттирадиган соддалаштирилган моделларга алмаштирилади. Бундай моделлардан фойдаланиш радио-сигналларни қабул қилишда халақитларнинг таъсирини назарий баҳолашни амалга ошириш имконият беради.

Реал алоқа каналида таъсир қилувчи кўплаб халақитларни: жамланган; импульсли; квазиимпульсли ва флуктацион каби тўртта моделлар ёрдамида тасвирлаш мумкин.

Жамланган халақитлар. Жамланган халақитлар деганда частота спектри қисқа частоталар полосасидаги халақитлар тушунилади. Одатда, бундай халақитлар спектри кенглиги қабул қилинаётган сигнал спектри кенглига тенг ёки кичик.

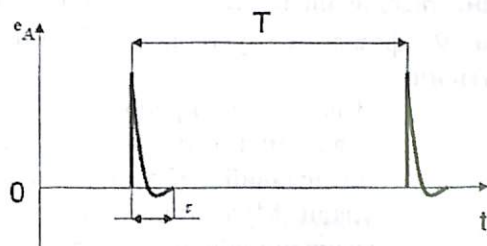
Жамланган халақитлар асосан, бегона радиостанциялар сигналлари орқали ҳосил бўлади. Бундан ташқари, уларни ишлаб чиқариш технологияларида қўлланиладиган турли радиочастота генераторлари ҳосил қилади ва қабулқилгичнинг ўзида ҳам вужудга келиши мумкин (аралаш халақитлар, кўп каналли алоқадаги ўтиш халақитлари ва бошқалар).

Жамланган халақитларни қабулқилгич ўтказиш полосасига тушадиган ички полосали ва ташқи полосали халақитларга ажратиш мумкин. Ички полосали халақитлар қабулқилгичнинг ўзида юзага келиши ҳам ва унинг киришига ташқаридан тушиши мумкин. Ташқи полосали жамланган халақитлар асосан, бегона станцияларнинг сигналларидир. Жамланган халақитларнинг тарқалиш шартлари бир-бирларига яқиндир, бунинг учун бундай халақитларнинг статистик характеристикалари фойдали сигнал характеристикаларига ўхшаш ва аниқ алоқа ўрнатиш тури, диапозони ва шароитига боғлиқ бўлади.

Импульсли халақитлар (ИХ). Бундай халақитлар битталиқ импульсларнинг даврий бўлмаган кетма-кетликлари ҳисобланади. Унинг характерли белгиси кенг частоталар спектри ҳисобланади. Халақитлар импульслари орасидаги вақт интервали шундайки, алоҳида импульслар таъсирида ҳосил бўладиган қабулқилгичда келиб чиқадиган ўтиш жараёнлари қисқа вақт давом этади.

Импульсли халақитлар узунликлари $10^{-3} \dots 10^{-8}$ с ташкил қилади. Уларни асосан саноат илмий ва медицина асбоб ускуналари нурлатади ва ишлаб чиқариш атмосфера манбалари ҳосил қилади. Атмосфера халақитларининг манбаи чакмоқлар ҳисобланади. Чакмоқ разрядининг токи операторни ёки тез сўнадиган 0,1.....3 мс узунликдаги тебраниш жараёни ҳисобланади. Йилнинг тўрт вақти ва сутка ичидаги вақт интерваллари учун ер шари бўйича атмосфера халақитларининг сатҳларини тарқалиши ҳақида маълумотлар мавжуд. 20 МГц дан юқори частоталарда атмосфера халақитлари флукуацион халақитларга яқин бўлади, қисқа тўлқинли диапазоннинг пастки қисмида у кўпинча импульсли характерда бўлади. Қисқа трассаларда атмосфера халақитлари сезиларлироқ бўлади. Ёз ойларида атмосфера халақитларининг ўртача сатҳи қўшни станциялардан халақитлар сатҳига яқинлашиши мумкин.

Импульсли халақит таъсир остида қабулқилгичда ўтиш жараёни вужудга келади. Халақитларни зарба таъсирида қабуллагичнинг радиотрактини эса тебраниш тизими сифатида кўриб чиқиш мумкин. Радиотракт чиқишида халақитлар таъсири остида τ узунликдаги юқори частотали импульс ҳосил бўлади, бу ерда τ - қабулқилгич радиотрактини вақт дойимилиги (17.6-расм). Агар халақитлар импульслари таъсир қилганида радиотракт чиқишида ўтиш жараёнлари қисқа вақтда тўхтаса, у ҳолда халақитлар импульсли деб ҳисобланади.



17.6-расм.

Квазиимпульсли халақитлар шундай характерланадики, алоҳида импульслардан ностационар жараёнларни бир-бирларига уст-ма-уст тушади ва узлуксиз стационар тасодифий халақит ҳосил бўлади.

Флуктуацион ҳалақитлар. Бу ҳалақитлар доимо реал радио қурилмаларда иссиқлик шовқинлари ва электр асбоблар шовқинлари кўринишида бўлади. Турли манбалардан исталган ҳалақитларнинг йиғинди кучланиши ҳам кўпинча, флуктуацион ҳалақитлар шаклига эга бўлади. Ҳар бир алоҳида импульссимон ҳалақитларнинг тор полосали радиотрактга таъсирида флуктуацион ҳалақит ҳосил бўлади. Бир вақтда кўп станциялар ишлаганида флуктуацион характерли жамланган ҳалақитларга эга бўлиши мумкин, бази бир ишлаб чиқариш қурилмалари, шунинг махсус ташкил этилган ҳалақитлар флуктуацион шаклда бўлиши мумкин. Коинот ҳалақитлари, шунингдек, атмосфера ҳалақитларининг кўп турлари флуктуацион характерга эга бўлади. Радиоқабулқилгич орқали қатор ҳалақитлар ўтганида нормалла-шади ва нормал флуктуацион ҳалақитлар хусусиятларини олади.

Флуктуацион ҳалақитлар деб, одатда оний қийматлар ва нолли ўрта қийматли нормал тахсимотли тарқалишили тасодифий жараёнлар вақт бўйича узунсизлиги тушунилади. Кўп ҳолларда нормал флуктуацион ҳалақитлар жуда кенг частоталар полосасида кенг спектрга эга бўлади.

Бундай ҳалақитлар оқ шовқин дейилади. Бироқ кўплаб чизикли радиотехник тизимлар тор полосали ҳисобланади. Флуктуацион ҳалақитларнинг тор полосали чизикли занжир чиқишида энергетик спектри ҳам тор полосали ва тизим частотавий характеристикасининг шакли орқали аниқланади. Бу ҳолда флуктуацион ҳалақитларнинг тасодифий ва нисбатан секин ўзгарадиган U_r амплитудали ва θ , фазали синусоидал тебранишлар кўринишида тасвирлаш мумкин.

Сигнал билан ўзаро таъсирлашиши характери бўйича ҳалақитлар аддитив ва мультипликатив турларга бўлинади. Аддитив ҳолатларда натижавий тебраниш сигнал ва ҳалақитлар кўшилишида ҳосил бўлади. Мультипликатив ҳалақитда натижавий тебраниш сигнал ва ҳалақитни кўпайтиришда ҳосил бўлади.

17.2.2. РҚҚ ҳалақитбардошлиги ҳақида тушунча

Ҳалақитлар таъсир қиладиган шароитларда қабулқилгичнинг хабарларни тўғри қабул қилиниши таъминлаш қобиляти ҳалақитбардошлик дейлади.

Агар $u_c(t)$ хабар узатилса, у ҳолда халақитлар таъсири туфайли қабулқилгич чиқишида $u_c(t)$ кучланишдан фарқли $u_{c+\chi}(t)$ кучланиш шаклланади.

Қабулқилгич чиқишидаги $u_{c+\chi}(t)$ кучланиш ва узатилган $u_c(t)$ хабарнинг мос келмаслиги даражасини баҳолаш учун халақитбардошликнинг миқдорини ўлчамли ҳисобланган қабул қилиш аниқлиги тушунчаси киритилади. Агар хабар аналог бўлса, у ҳолда хабарни қабул қилишдаги хатолик фақат халақитларда таъсири билан баҳоланади $\Delta X = u_{c+\chi}(t) - u_c(t)$, бу ерда ΔX - вақт функцияси. Маълумки, бу хатоликнинг ўртача қиймати нолга тенг. Шунинг учун хатоликнинг ўртача квадратик қиймати

$\Delta X = \sqrt{\Delta X^2} = \sqrt{[u_{c+\chi}(t) - u_c(t)]^2}$ дан фойдаланиб баҳоланади. Хабарнинг қабул қилиниши аниқлиги ҳам халақитлар турига, ҳам қабул қилинадиган хабар турига боғлиқ бўлади. Агар дискрет (масалан дискрет алоқаси сигналлари) бўлса, у ҳолда уларнинг қабул қилиниши аниқлиги $N \rightarrow \infty$ бўлганида тўғри қабул қилишнинг

$P_{\text{тўғри}} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{N_{\text{тўғри}}}{N}$ эҳтимолиги ёки $N \rightarrow \infty$ бўлганда хато қабул қилишнинг

$P_{\text{хато}} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{N_{\text{хато}}}{N}$ эҳтимолиги орқали баҳоланади, бу ерда N узатилган элементар сигналларнинг умумий сони; $N_{\text{тўғри}}, N_{\text{хато}}$ - тўғри ва хато қабул қилинган элементар сигналлар сони.

Берилган шароитларда қабул қилишнинг бўлиши мумкин бўлган максимал аниқлиги хабарларни қабул қилишнинг потенциал халақитбардошлигини белгилайди. Потенциал халақитбардошлик назариясини олиш В.А.Котельников томонидан ишлаб чиқилган. Потенциал халақитбардошлик қабулқилгич халақитбардошлигини қайси чегарагача яхшилаш мумкинлиги кўрсатади; халақитбардошликни потенциал қийматидан катта қийматига эришиб бўлмайди, чунки қабул қилишда халақитлардан бутунлай озод бўлиб бўлмайди (флукуацион халақитлар). Халақитбардошлик миқдорий жиҳатдан С/Х нисбатига, модуляция шакли, кодлаш тури ва сигналга ишлов бериш усулига боғлиқ.

Тайёрланган қабул қилгичнинг халақитбардошлиги реал халақитбардошлилик дейилади. Реал халақитбардошлик доимо потенциал халақитбардошлиқдан кичик бўлади. Бу шунга боғлиқки, одатда қабулқилгичда идеал характеристикали каскадларни ва вақт бўйича ўзгармас характеристикали шовқинсиз каскадларни яратиб бўлмайди. Халақитбардошли қабулқилгич ишлаб чиқиш мумкин,

бирок у бу РҚҚ нинг халақитбардошлиги доимо потенциал халақит бардошлиқдан кам бўлади.

17.2.3. РҚҚ да халақитлар билан курашиш услублари

Халақитлар билан курашиш усуллари сигнал ва халақитлар характеристикаларининг фарқларидан фойдаланишга асосланган. Частотавий спектрлардаги фарқлар частотавий-селектив занжирлар ёрдамида халақит ва фойдали сигнал йиғиндисидан фойдали сигнални ажратиб олишга имкон беради. Частотавий селекция ташқи полосали халақитларнинг сўндирилишини таъминлайди. Агар халақитлар сигналга қараганда кенг спектрга эга бўлса (сигнал спектрига устма-уст тушадиган), у ҳолда частотавий селекция халақитларни тўлиқ сўндирмай уларни сези-ларли кучсизлантиради. Сигнал ва халақитлар фазаларидаги фарқ халақитларни сўндириш қурилмаларида ишлатилади. Улар фаза тебранишларни сезади. Фазавий селекция масалан, синхрон амплитудавий детекторларда амалга оширилади. Сигнал ва халақитлар амплитудаларидаги фарқ амплитудавий селективликка эга бўлган қурилмалардан фойдаланиш халақитлар билан курашиш услублари асосида ётади. Кўплаб ночизикли қурилмалар (амплитуда ва частота детекторлари, амплитуда чеклагичлари ва бошқалар) сигнал халақит нисбатини ўзгартириш қобилиятига эга. Сигнал ва халақитларнинг келиш йўналишларидаги фарқлар фазавий селективликка эга бўлган қурилмаларда ишлатилади. халақитлар билан курашишнинг бу усули йўналтирилган антенналар ёрдамида амалга оширилади. Сигнал ва халақитлар характеристикаларидаги бир нечта фарқларни бир вақтда фойдаланиш услублар халақитлар билан курашишда энг кўп самара беради.

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Электромагнит мослашувчанлик ҳақида тушунча беринг.
2. Ташувчи частота тебранишларини шакллантириш жараёнида вужудга келадиган ён нурланишлар ҳақида айтиб беринг.
3. Паразит модуляция ва шовқин нурланишларига асосланган нурланишлар ҳақида айтиб беринг.
4. РЭВлар ЭММ ни таъминлашнинг асосий йўналишлари ҳақида айтиб беринг.

5. ЭММ характеристикаларини яхшилаш учун қандай техник чоралар кўриш мумкин?
6. Радиоқабул қилишга қандай халақитлар таъсир қилади?
7. Жамланган халақитлар ҳақида тушунча беринг.
8. Импульсли халақитлар ҳақида тушунча беринг.
9. Флукуацион халақитлар ҳақида тушунча беринг.
10. РҚҚ халақитбардошлиги ҳақида тушунча беринг.
11. РҚҚ да халақитлар билан курашиш услублари ҳақида айтиб беринг.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Радиоприемные устройства. Учебник для вузов / О. В. Головин. – М. : Горячая линия -Телеком, 2004. - 384 с. : ил.
2. Радиоприемные устройства . Учебник для студ. вузов, обуч. по спец. «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» / Под ред. проф. Н. Н. Фомина. - 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 2007.
3. Палшков В.В. Радиоприемные устройства. – М.: Радио и связь, 1984.
4. Радиоприемные устройства / Под ред. Н.И.Чистякова. – М.: Радио и связь, 1986.
5. Радиоприемные устройства. Учеб. пособие / А. Г. Онищук, И. И. Забеньков, А. М. Амелин. – Минск : ООО «Новое знание», 2006. - 240 с. : ил.
6. Радиопередающие устройства / В.В.Шахгильдян, В.Б.Козырев, А.А.Ляховкин и др.; Под ред. В.В.Шахгильдяна. – М.:Радио и связь, 1990. – 432 с.
7. Радиопередающие устройства: Учебник для сред. проф. образования / Каганов В.И. – М.: ИРПО: Издательский центр «Академия», 2002. – 282 с.
8. Каганов В.И. СВЧ полупроводниковые радиопередатчики. – М.: Радио и связь, 1981 . – 400 с.
9. Устройства генерирования и формирования радиосигналов. 2-е издание/Под ред. Г.М. Уткина, В.Н. Кулешова, М.В. Благовещенского – М.: Радио и связь, 1994.
10. Проектирование радиопередающих устройств / Под ред. В.В.Шахгильдяна – М.: Радио и связь, 1993.
11. Синтезаторы частоты в технике радиосвязи. А.В.Рыжов, Попов В.Н., М., Радио и связь, 1991.
12. Радиосистемы передачи информации. Учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. «Радиоэлектронные системы» / В. А. Васин, В. В. Калмыков, Ю. Н. Себекин и др. - М. : Горячая линия - Телеком, 2005. - 472 с.

Кириш.....	3
1-БОБ. РАДИОУЗАТКИЧЛАР ҲАҚИДА АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА СИГНАЛЛАР ҚУВВАТЛАРИНИ ҚЎШИШ УСЛУБЛАРИ	
1.1. Радиоузаткичларнинг синфларга бўлиниши.....	4
1.2. Радиоузатиш қурилмаларининг каскадлари ва қисм- лари.....	6
1.3. РУнинг тузилиш схемаси.....	8
1.4.Сигналлар қувватларини қўшиш услублари.....	9
1.4.1.Сигналлар қувватларини кўп қутбли схема ёрдамида қўшиш.....	10
1.4.2.Фазалаштиринган панжарали антенналар ёрдамида сигналлар қувватларини қўшиш.....	13
2-БОБ. ЮҚОРИ ЧАСТОТАЛИ ВА ЎТА ЮҚОРИ ЧАСТОТАЛИ ТЕБРАНИШЛАРНИ ГЕНЕРАЦИЯЛАШ УМУМИЙ ПРИНЦИПЛАРИ	
2.1. ЮЧ ва ЎЮЧ генераторларнинг физик ишлаш механизми ва синфларга бўлиниши.....	16
2.2.Транзисторли генераторнинг уч иш режимлари.....	21
2.3. Автогенераторнинг вазифаси, синфларга бўлиниши ва ишлаш принципи.....	24
2.4. Автотебранишларнинг ўрнатилган режими.....	26
2.5.Кварцли автогенераторлар.....	27
3-БОБ. РАДИОУЗАТКИЧЛАРДАГИ АЛОҚА ЗАНЖИР- ЛАРИ ВА ГЕНЕРАТОРЛАР СХЕМАЛАРИ	
3.1. Алоқа занжирларига қўйиладиган талаблар.....	31
3.2. Резонанс алоқа занжирли генераторлар схемалари.....	33
4-БОБ. ТЕБРАНИШЛАРНИ БОШҚАРИШ	
4.1.Амплитудавий модуляция.....	41
4.2. Амплитудавий анод ва коллектор модуляция.....	44
4.3. Амплитудавий тўр ва базавий модуляция.....	46
4.4. Бир минтақавий модуляция.....	47
4.5. Бурчакли модуляцияни амалга ошириш усуллари.....	50
4.6. Частотавий ва фазавий модуляторлар.....	51
4.7. Частотавий ва фазавий модуляция.....	52
4.8. Фазавий манипуляция.....	53
4.9. Частотавий телеграфия (манипуляция).....	54

4.10.Импульсли модуляторларнинг синфларга бўлиниши ва тузилиш схемалари.....	55
4.10.1. Сигим йиғувчи элементли каттиқ турдаги импульсли модулятор.....	56
4.10.2. Сунъий линияли юмшоқ турдаги импульсли модулятор.....	58
4.10.3.Ички импульсли частотавий модуляция.....	60

5-БОБ. ТУРЛИ РАДИОУЗАТИШ ҚУРИЛМАЛАРИ ҲАҚИДА ҚИСҚАЧА МАЪЛУМОТЛАР

5.1. Радиоэшиттириш радиоузаткичлари.....	63
5.2. Телекўрсатувлар радиоузаткичлари.....	67
5.3. Радиолокацион станциялар радиоузаткичлари.....	70
5.4. Сотали алоқа тизими радиоузаткичлари.....	75
5.5. Рақамли радиоэшиттириш узаткичи.....	76
5.5.1. DRM тизимининг асосий техник характеристикалари.	76
5.5.2. DRM тизими узатиш қисмининг блок - схемаси.....	78
5.6.РРЛ ва сунъий йўлдошли алоқа узаткичларининг тузилиш схемалари.....	82

6-БОБ. РАДИОУЗАТКИЧЛАРНИ СИНОВДАН ЎТКА- ЗИШ, ПАРАМЕТРЛАРИНИ ЎЛЧАШ ВА РОСТЛАШ

6.1.Радиоузаткичлардан фойдаланилганда ҳаёт хавфсизлиги	88
6.2. Радиоузаткичлар асосий параметрларини ўлчаш.....	89
6.3. Радиоузаткичларни ростлаш ва синовдан ўтказиш.....	91

7-БОБ. РАДИОУЗАТИШ ВА ҚАБУЛ ҚИЛИШ ҚУРИЛ- МАЛАРДАГИ ЧАСТОТА СИНТЕЗАТОРЛАРИ

7.1.Частота синтезатори сифати характеристикалари.....	94
7.2. Бевосита аналог синтезатор (DAS).....	95
7.3. Фазавий автоматик сошлаш асосидаги частотани билвосита синтезлаш.....	96
7.4.Бевосита рақамли синтезатор (DDS).....	97
7.5 Fractional – N ва иккилик Fractional – N/Integer – N частота синтезаторлари.....	102

8-БОБ. РАДИОҚАБУЛ ҚИЛИШ ҚУРИЛМАЛАРИНИНГ ВАЗИФАЛАРИ, ТУЗИЛМАЛАРИ ВА ТЕХНИК ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

8.1.РҚҚ нинг турлари ва вазифалари.....	109
8.2.РҚҚ ларининг тузилиши ва ишлаш принципи.....	115
8.3. РҚҚ кўрсаткичлари.....	118

8.4.РҚҚ радиотрактининг тузилиш схемалари ва кўрсаткичлари.....	126
---	-----

9-БОБ. КИРИШ ЗАНЖИРЛАРИ

9.1. Кириш занжирлари ҳақида умумий маълумотлар.....	134
9.2. Кириш занжирларининг асосий кўрсаткичлари.....	136
9.3. Кириш занжирларининг таҳлили.....	138
9.4. Турли частота диапазонларида кириш занжирларининг афзалликлари.....	142

10-БОБ. РАДИОЧАСТОТА КУЧАЙТИРГИЧЛАРИ

10.1. Радиочастота кучайтиргичлари ҳақида умумий тушунчалар.....	148
10.2.Радиочастота кучайтиргичларнинг асосий параметрлари.....	150
10.3. Ички тескари алоқанинг кучайтиргич хоссаларига таъсири.....	151
10.4.Радиочастота кучайтиргичларнинг каскадли схемалари	152

11-БОБ. ЧАСТОТА ЎЗГАРТИРГИЧЛАР

11.1. Частота ўзгартириш ҳақида умумий тушунчалар.....	155
11.2.Частота ўзгартиргичларнинг асосий параметрлари.....	157
11.3. Частота ўзгартиргичларнинг турлари.....	158
11.4. Диодли частота ўзгартиргичлар.....	160
11.5. Транзисторли частота ўзгартиргичлари.....	163

12-БОБ. ОРАЛИҚ ЧАСТОТА КУЧАЙТИРГИЧЛАРИ

12.1. Оралиқ частота кучайтиргичлар ҳақида умумий тушунчалар.....	167
12.2. Бир контурли оралиқ частота кучайтиргичлари.....	167
12.3. Кенг полосали оралиқ частота кучайтиргичлар.....	168
12.4. Тор полосали оралиқ частота кучайтиргичлари.....	171

13-БОБ. ДЕТЕКТОРЛАР ВА АМПЛИТУДАВИЙ ЧЕКЛАГИЧЛАР

13.1.Детекторлар ҳақида умумий тушунчалар.....	175
13.2. Детекторларнинг эквивалент схемалари.....	176
13.3.Амплитуда детекторларининг турлари.....	177
13.4.Амплитудавий чеклагичлар.....	180
13.4.1.Чеклагичлар турлари.....	180
13.4.2.Диодли амплитудавий чеклагичлар.....	181
13.4.3.Транзисторли амплитудавий чеклагичлар.....	183
13.5.Фазавий детектор ва уларнинг турлари.....	188
13.6.Частотавий детектор ва уларнинг турлари.....	189

13.7. Частота – импульсли детекторлар.....	192
14-БОБ. РАДИОҚАБУЛ ҚИЛУВЧИ ҚУРИЛМАЛАРНИ РОСТЛАШ	
14.1. Ростлашнинг турлари.....	194
14.2. Частотани ростлаш.....	195
14.3. Частота ўтказиш оралигини ростлаш.....	195
14.4. Кучайтириш коэффицентини ростлаш.....	197
14.5. Частотани автоматик равишда ростлаш.....	198
14.6. Ростлаш занжири элементларининг асосий характеристикалари.....	200
14.7. Кучайтиришни автоматик ростлаш.....	203
14.8. КАР элементларининг асосий характеристикалари ва структуравий схемаси.....	204
15-БОБ. РАДИОҚАБУЛ ҚИЛИШ ҚУРИЛМАЛАРИНИ МАСОФАДАН БОШҚАРИШ ВА НАЗОРАТ ҚИЛИШ	
15.1.Радиоэшиттириш қабуллагичларини масофадан бошқариш.....	208
15.2.Профессионал қабуллагичларни масофадан бошқариш	209
15.3. Қабуллагичларни бошқариш ва назорат қилиш учун микропроцессорларнинг қўлланилиши.....	212
15.4. РҚҚни масофадан бошқариш ва назорат қилиш тизимларида микропроцессор.....	215
16-БОБ. ҲАР ХИЛ ВАЗИФАЛИ РҚҚҚ	
16.1. DRM радиоқабулқилгичи.....	218
16.2.RDS тизими.....	218
16.3. Пейджинг тизимнинг қабулқилгичи.....	227
16.4. CDMA сотали алоқа тизимининг қабулқилгичи.....	229
16.5.Радиоэшиттириш қабулқилгичлари.....	233
16.6.Телевизион қабулқилгичлари.....	234
16.7.Миллиметрли ва оптик диапазон алоқа тизимлари қабулқилгичлари.....	238
16.8. Радиореле тизимларининг қабулқилгичлари.....	240
16.9.Сунъий йўлдошли алоқа ва эшиттириш тизимларининг қабул қилиш қурилмалари.....	247
17-БОБ. ЭЛЕКТРОМАГНИТ МОСЛАШУВЧАНЛИК МАСАЛАЛАРИ	
17.1. Радиоузатиш қурилмаларда электромагнит мослашув муаммолари.....	251
17.1.1. РЭВ электромагнит мослашувчанлигини таъминлаш	251

17.1.2. Радиоузаткичлар ён нурланишлари.....	252
17.1.3. РЭВларда ЭММ ни таъминлашнинг асосий йўналишлари.....	256
17.2.Радиоқабул қилиш қурилмаларининг халақитбардошлиги.....	259
17.2.1. Радиоқабул қилишга халақитлар.....	259
17.2.2.РҚҚ халақитбардошлиги ҳақида тушунча.....	262
17.2.3.РҚҚ да халақитлар билан курашиш услублари.....	264
Фойдаланилган адабиётлар.....	266

А.АБДУАЗИЗОВ, Д.ДАВРОНБЕКОВ

РАДИОУЗАТИШ ВА ҚАБУЛ ҚИЛИШ ҚУРИЛМАЛАРИ

Тошкент – «Fan va texnologiya» – 2011

Муҳаррир: Ф.Исмоилова
Тех. муҳаррир: А.Мойдинов
Мусаввир: Х.Фуломов
Мусахҳиҳа: М.Ҳайитова
Компьютерда
саҳифаловчи: Н.Ҳасанова

**Нашр.лиц. АIN№149, 14.08.09. Босишга рухсат этилди 25.08.2011 йил.
Бичими 60x84 ¹/₁₆. «Times Uz» гарнитураси. Офсет усулида босилди.**

Шартли босма табоғи 18,75. Нашр босма табоғи 17,0.

Тиражи 200. Буюртма № 94.

**«Fan va texnologiyalar Markazining bosmaxonasi» да чоп этилди.
100066, Тошкент шаҳри, Олмазор кўчаси, 171-уй.**