

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ**

ЖИЗЗАХ ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ



**“ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА ВА РАДИОЭЛЕКТРОНИКА”
факультети**

“ Радиоэлектроника” кафедраси

“Радиоэлектроника асослари” фанидан

ЎҚУВ УСЛУБИЙ МАЖМУА

ОЛИЙ ТАЪЛИМНИНГ

Билим соҳаси:	300 000- Ишлаб чиқариш техник соҳа
Таълим соҳаси:	310 000- Мухандислик иши
Таълим йўналиши:	5350700- Радиоэлектрон қурилмалар ва тизимлар (радиоэлектроника)

Тузувчи: катта ўқитувчи Суярова М.Х.
катта ўқитувчи Мустафоев А.И.

Жиззах 2018

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

ЖИЗЗАХ ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

**Ўқув-услубий бўлим томонидан
рўйхатга олинди**

“ТАСДИҚЛАЙМАН”

Ўқув ишлари бўйича проректор

№ _____

2018 й. « ____ » _____

2018 й. « ____ » _____

**“ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА ВА РАДИОЭЛЕКТРОНИКА”
факультети**

**“ Радиоэлектроника” кафедраси
“Радиоэлектроника асослари” фанидан**

ЎҚУВ УСЛУБИЙ МАЖМУА

ОЛИЙ ТАЪЛИМНИНГ

Билим соҳаси:	300 000- Ишлаб чиқариш техник соҳа
Таълим соҳаси:	310 000- Мухандислик иши
Таълим йўналиши:	5350700- Радиоэлектрон курилмалар ва тизимлар (радиоэлектроника)

Жиззах 2018

Ушбу “Радиоэлектроника асослари” фаннинг ЎҚУВ УСЛУБИЙ МАЖМУАСИ давлат таълим стандартлари асосида ёзилган булиб, унда ушбу фан бўйича олий таълимнинг 5350700- Радиоэлектрон қурилмалар ва тизимлар (радиоэлектроника бўйича) таълим йўналишининг наъмунавий дастури, ишчи ўқув режасига мувофиқ ишлаб чиқилди.

Тузувчи: Катта ўқитувчи Суярова М.Х.
Катта ўқитувчи Мустафоев А.И.

Такризчилар:

Доцент: доц. Раббимов Э.А.

Катта ўқитувчи Анарбоев М.А.

“Радиоэлектроника” кафедрасининг 2018 йил “___” ___ даги “№__ сон йиғилишида муҳокамадан ўтган ва факультет кенгашида муҳокама қилиш учун тавсия этилган.

Кафедра мудири: _____ доц.С.А.Сатторов

“Электромеханика ва Радиоэлектроника” факультет кенгашида муҳокама этилган ва фойдаланишга тавсия қилинган (2018 “___” _____ даги “_____ – сонли баённома).

Факультет кенгаши раиси: _____ п.ф.д. О.Х.Тўрақулов

Келишилди: Ўқув-услугий бўлими бошлиғи _____ доц. А. Кўчимов

МУНДАРИЖА

	Ўқув материаллари	
1	Маъруза матни	
2	Амалиёт	
3	Тажриба ишлари	
4	Мустақил таълим	
5	Глоссарий	
6	Фан дастури	
7	Иловалар	

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ЖИЗЗАХ ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

“ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА ВА РАДИОЭЛЕКТРОНИКА” факультети

“ Радиоэлектроника” кафедраси

“Радиоэлектроника асослари” фанидан

МАЪРУЗА МАТНИ

Таълимнинг барча йўналишлари учун

Жиззах-2018 й

Ноэлектрик йўналишдаги бакалаврлари учун “Радиоэлектроника асослари” фани бўйича маъруза матни

Ушбу тўплам давлат таълим стандартлари асосида ёзилган бўлиб, унда ушбу фан бўйича олий таълимнинг таълимнинг 5350700- Радиоэлектрон қурилмалар ва тизимлар таълим йўналишининг наъмунавий дастури билан келишилган ҳолда барча мавзуларнинг қисқача мазмуни ёзилган.Тўпламда мавзулар бўйича фойдаланилган адабиётлар рўйхати келтирилган.

Ушбу маъруза матни ноэлектрик йўналишдаги бакалаврлар учун “Радиоэлектроника асослари” фанидан маъруза машғулотларини учун ўқув режасига асосан тузилган.

Ушбу қўлланмада мақсад, мавзуга оид назарий тушунчалар, маъруза матнини ўрганиш давомида талабанинг олдига қўйилган талаб ва талабани назорат қилиш учун саволлар ёритилган.

Ушбу маъруза матни талабаларнинг назарий билимларга эга бўлиши ва уни мустаҳкамлаш учун тузилган

Маъруза № 1

Кириш. Радиотўлқинлар

Режа:

1. Кириш

2. Ахборот ва хабар тушунчаси.

КИРИШ

Симсиз технология жуда тезкорлик билан, янги-янги қурилмалар билан тўлдирилиб, ривожланиб бораётганлиги ҳақида ҳар куни маълумотлар бериб борилмоқда. Алоқа соҳасида фойдаланиладиган традицион қурилмаларга, яъни радио, телекўрсатув қурилмалари, радиочастота қурилмалари ва микротўлқинларни нурлантирувчи қурилмалар кабиларга қўшимча қилиб, симсиз алоқа учун турли телефонлар, сотали алоқа, локал ҳисоблаш тармоқлари ва персонал алоқа системалари қурилмаларидан ҳам фойдаланилмоқда. Эшикларни калитсиз очиш, радиочастоталарни идентификация қилиш, касалхоналарда ва уйда бемор қарияларни кузатиш, компьютер клавиатурасидаги симсиз сичқончалар, маиший техника воситаларидаги симсиз алоқалар ва бошқа соҳалар учун мўлжалланган радиочастотали технологиялар жуда самарали ишлатилмоқда. Бу қурилмаларнинг кўпчилигида ҳозирда, инфрақизил технологиядан фойдаланилаётган бўлинса ҳам, радиочастота занжирлари ўзларининг инфрақизил технологиядан устунлик кўсаткичлари билан уларнинг ўрнини эгаллаб бормоқда [1].

Радиоэлектроника радиотехника (радио –лотинча нур таратувчи, techne – грекча санъат, маҳорат) ва электроника соҳаларини синтез қилиш натижасида юзага келди.

Радиотехниканинг асосий вазифаси электромагнит тебранишлар энергияси ёрдамида ахборотларни узоқ масофага узатишдан иборат. Замонавий радиотехника – бу ахборотларни узоқ масофага узатиш учун қўлланиладиган

радиочастотали диапазондаги электромагнит тебранишларни генерация қилиш, кучайтириш, бир шаклдан иккинчи шаклга ўзгартириш, ишлов бериш, сақлаш, нурлантириш ва қабул қилиш билан боғлиқ илм ва техниканинг соҳаси ҳисобланади [3].

Ҳозирги кундаги радиоэлектроника соҳасидаги ўсиш технологиясининг жуда юқорилиги, жуда кўп маиший ва техник радиоқурилмаларни ишлаб чиқарилишига асос бўлмоқда. Радиоэлектроника соҳасидаги бу ютуқлар, шу соҳада, яъни радиотехника ва ўта юқори частота (ЎЮЧ) техникаси бўйича малакали мутахассисларга бўлган талабларни келтириб чиқармоқда. Шу сабабли ушбу фан, шу соҳага тегишли инженерларни тайёрлаш учун асосий фан бўлиб ҳисобланади.

Ушбу фанни ўрганиш орқали талабалар радиосигналлар билан, уларнинг нурланиши, частота полосаларидан ўтиши, юқори частота ва ЎЮЧ қурилмаларининг ишлаши, турли радиоэлементлар билан танишадилар ва улардан алоқа техникасида, радиолокация қилишда, ишлаб чиқариш ва тибий-биологик соҳаларида қўлланилишини ўрганадилар. Ундан ташқари узатиш ва қабул қилиш қурилмаларида рақамли модуляция қилиш билан бир қаторда демодуляция қилиш методлари билан ҳам танишадилар. Замонавий симсиз алоқа системалари, ер юзасидаги, телевизион, суъний алоқа системалари ва симсиз алоқа хизмати ҳам қисқача кўриб чиқилади [2].

АХБОРОТ ВА ХАБАР ТУШУНЧАСИ

Ҳозирда ахборот ва хабар тушунчаси бир-бири билан чамбарчас боғлиқдир.

Ахборот деб узатиш, қабул қилиш, ишлов бериш, ўзгартириш, сақлаш ёки бевосита фойдаланиш учун мўлжалланган қандайдир ҳодисалар, воқеалар ёки нарсалар ҳақидаги маълумотлар тўпламига айтилади.

Ўзатиш учун мўлжалланган ва аниқ бир шаклда ифодаланган ахборотлар хабар деб аталади. Ҳоҳлаган реал хабарни тасодикий ҳодиса (тасодикий жараёнлар) деб кўриш керак бўлади.

Агар ахборотнинг таркибидаги маъно берувчи белгиларни m га тенг деб олсак, битта хабар n элементлардан ташкил топган бўлса, у ҳолда хабарлар сони

$$N = m^n \quad (1)$$

формула билан ҳисобланади. Масалан, икки разрядли ўнлик сон ($n=2$, $m=10$) сонлар ёрдамида $N = 10^2 = 100$ хабар узатиш мумкин. Шу жумладан рус сўзларининг ўртача узунлигида, яъни $n=5$ та ҳарфдан ва алфавитлар сони $m=32$ бўлганда, 33,5 миллион турлича сўзларни ташкил қилиш мумкин бўлади.

Р. Хартли ахборот миқдорини ўлчаш учун (2) формулани таклиф этди.

$$I = \log N = \log m^n = n \log m \quad (2)$$

Логорифмнинг асоси ахборот ўлчов бирлигига боғлиқдир. Агар ахборотларни кодлаш учун иккилик белгиларидан, яъни 0 ва 1 дан фойдаланилганда $m=2$ га тенг бўлади, у ҳолда $\log_2 2 = 1$ бўлаганлиги сабабли

$$I = \log_2 N = n.$$

Агар $n=1$, $I=1$ бўлса, бундай ҳолда ахборот миқдорини бирлик ахборот миқдори деб қабул қилиниб 1 бит деб аталади. Ўзунлиги $n=1$ га тенг маълумотни узатиш учун иккита тенг эҳтимоллик маълумотлардан биттасини танлашга эквивалент ҳисобланади. 101 белгилар 3 битли сон ҳисобланади. Маълумотларни тасвирлаш бирлиги сифатида байт, яъни саккизта иккилик разрядлардан (битлардан) ташкил топган сўз қабул қилинган. Бундай ҳолда байт орқали $2^8 = 256$ та турли хабарларни узатиш мумкин.

1-мисол: 8 та ҳарфдан биттасини танлаш учун қанча ахборот миқдори сарф қилинади?

Ечиш: Маълумотлар сони $N=8$ та, шунинг учун

$$I = \log_2 N = \log_2 8 = 3 \text{ бит/белги.}$$

$I=3$ ҳарфларни иккилик кодларида кодлашдаги маълумотлар узунлиги ҳисобланади. Ҳақиқатан ҳам 8 та турли ҳарфларни иккилик белгиларидан фойдаланиб қуйидагича кодлаш мумкин.

000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111.

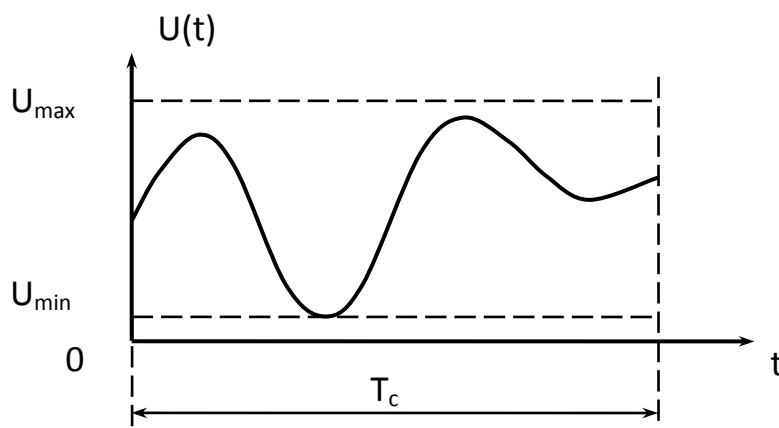
2-мисол. Матн 32та рус алфавитидан тузилган ва телетайп орқали иккилик кодларида узатилмоқда. Битта ҳарфни қабул қилиш учун қанча ахборот миқдори керак бўлади.

Ечиш: $N=32$, $I = \log_2 N = \log_2 32 = 5$ бит/белги

Хабарлар узоқ масофаларга турли сигналлар (лотинчадан белги маъносини англатади) ёрдамида узатилади. Сигнал бу битта физик катталиқнинг бошқасига боғлиқлиги яъни, математик нуқтаи назардан сигнал қандайдир аргументнинг функцияси ҳисобланади. Сигнал қандайдир кузатиш объектининг ҳолати ҳақидаги ахборотни ташувчи физик жараёндр.

Физик табиатига кўра сигналлар электрик, ёруғлик, товушли сигналларга бўлинади. Радиотехникада асосан электрик сигналлар қўлланилади. Бизга маълумки хабарларни бевосита тасвирловчи электрик сигналлар кам қувватли ва паст частотали ҳисобланади. Масалан, қабул қилувчида сўзлашувни қайтадан тиклаш учун 0,2 ... 4 кГц частотадаги электрик сигналларни узатиш керак бўлади.

Ҳар қандай сигнал вақт функцияси ҳисобланади, маълум бир T_c вақт давомийлигида узатилади (2.1-расм). Сигнал T_c вақт оралиғида ўзининг энг кичик оний қиймати $U_{\min}$ билан энг катта оний қиймати $U_{\max}$ оралиғида ўзгаради. Сигнал энг катта қийматининг унинг энг кичик қийматига нисбати, яъни $U_{\max}/U_{\min}=D_c$ сигналнинг динамик диапазонини билдиради. Сигнал T_c вақт давомида ўзининг $U_{\max}$ қиймати ва $U_{\min}$ қиймати оралиғида тез ва секин ўзгаради. Сигналнинг ўзгариш тезлиги унинг спектри кенглиги F_c – га боғлиқ, яъни кенг спектрли сигнал тор спектрли сигналга нисбатан тез ўзгаради ёки тескариси. Шундай қилиб сигнал асосан учта кўрсаткичи билан баҳоланади: T_c -сигнал давомийлиги; D_c -сигнал динамик диапазони ва F_c -сигнал спектри кенглиги.



1.1-расм. Сигнал даври

Сигнал асосий уч кўрсаткичининг кўпайтмаси, яъни $T_c \cdot D_c \cdot F_c = V_c$

сигнал ҳажми деб аталади. Сигнал спектри одатда жуда кенг бўлади. Бу ҳолда сигнал спектри кенглиги қилиб сигнал қувватининг асосий қисми жойлашган спектр кенглиги олинади. Баъзи ҳолларда сигнал спектри кенглиги уни узатиш сифатига қўйилган техник талаб асосида аниқланади. Масалан: телефон орқали алоқада қуйидаги икки талаб асосида спектр кенглиги аниқланади: биринчиси нутқнинг дона-доналиги ва иккинчиси икки телефон орқали сўзлашаётган шахс, бир-бирини товушдан таний олиши. Бу талабларга товуш спектрининг $300 \div 3400$ Гц ораликдаги қисмини узатиш орқали эришиш мумкин. Телевидение тизимида асосий талаб тасвирнинг тиниқлиги ҳисобланади. Тасвир бир кадрини 625 қаторга ёйиш ва бир қатор ўтказиб тасвирни ёйиш усулидан фойдаланилганда, телевизион сигнал спектри 6,25 МГц га яқин бўлади. Телевидение сигнали спектри телефон ва радиоэшиттириш тизими сигнали спектридан жуда катта, бу телевизион сигнал узатиш тизимини бир неча бор мураккаблаштиради. Телеграф сигнали спектр кенглиги сигнал узатиш тезлигига боғлиқ бўлиб $F_c = 1,5v$ ифода орқали аниқланади, бунда v -телеграфлаш тезлиги бўлиб бодларда баҳоланади ва вақт бирлигида узатилган телеграф элементар сигналлари сони билан аниқланади. Агар $v=50$ Бод бўлса, $F_c=75$ Гц бўлади. Модуляцияланган сигнал спектри модуляцияловчи – узатиладиган хабар сигнали спектридан кенг бўлади.

Маъруза №2

Радиоэлектроника соҳасида радиотўлқинларнинг вазифаси

Режа:

1. Симсиз алоқа системалари
2. Хабарларни узатиш учун мўлжалланган частота диапазонлари
3. Микротўлқинли узатиш линиялари.

СИМСИЗ АЛОҚА СИСТЕМАСИ

Симсиз алоқани юзага келишига урта буюк олимлар ва математиклар билан боғлиқ бўлган электромагнит майдоннинг очилиши сабаб бўлди. 1864-йилда инглиз олими Д. Максвелл электромагнит майдон назариясини яратиб М. Фарадей, Лаплас, Пуассон ва Гаусслар томонидан кашф этилган электромагнит индукция қонунини асосланиб, XIX асрнинг охирларига келиб кўринмайдиган, лекин жуда олис масофаларга тарқалувчи электромагнит тўлқинларни кашф қилди. Бу кашфиёт радиоалоқа қилишнинг яратилишига асос бўлди., ёруғлик тўлқинлари ва радиотўлқинларининг табиати ва уларнинг тарқалиш қонунларини асослаб берди. Кейинчалик эса ультрабинафша, инфрақизил, рентген ва бошқа нурланишлар кашф этилди. Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, бундай нурланишлар орасидаги фарқларга қарамадан, уларнинг табиати бир хил, яъни уларнинг ҳаммаси электромагнит тўлқинлар ҳисобланади, уларнинг хусусиятлари тўлқин узунликларининг турлича бўлишлиги билан асосланади.

1887 йилда Г. Герц ва Г. Маркони экспериментал тажрибаларда Максвелл назариясини тўғрилигини исботлаб берди, яъни сигнални Атлантика океани орқали симсиз узатишга эришди ва бу билан сигналларни тарқалиши, қайтиши ва синиши ёруғлик тарқалиши билан бир хиллигини асослаб берди. У томонидан тўлқиннинг минимал узунлиги $\lambda=60$ см қилиб олинди.

Максвеллнинг электромагнит майдон назарияси объектив физик реалликни тўғри тасвирлаб, асосий электрик қонуниятларни тажрибалар орқали

умумлаштиради. Унинг назариясида жуда муҳим хуласа мужассамлашган бўлиб, унга кўра ўзгарувчан электр майдони ўзгарувчан магнит майдонини келтириб чиқаради. Электромагнит индукция қонунига асосан ўзгарувчан магнит майдони ўзгарувчан электр майдонини келтириб чиқаради. Бундан келиб чиқадики, ўзгарувчан электрик ва магнит майдонлар биргаликда мавжуд бўлиб, ўзаро боғлиқликка эга ҳисобланади. Шунинг учун электрик ёки магнит майдонининг ўзгариши ягона электромагнит майдонини юзага келишига олиб келади.

Ўзгарувчан электромагнит майдонинг муҳим хусусияти бўлиб, унинг юзага келган жойида қолмасдан, фазода турли томонларга электромагнит тўлқинларни яратиб тарқалиши ҳисобланади. Максвелл назариясига асосан электромагнит тўлқинларни ҳоҳлаган нуқтада ва ҳоҳлаган вақтда кўндаланг типдаги тўлқинлар деб ҳисоблаш мумкин. Магнит ва электр майдон тўлқинларининг ҳаракат йўналишлари эса, уларнинг тарқалиш йўналишига перпендикуляр бўлиб, бунда электрик майдон йўналиши магнит майдон йўналишига доимо перпендикуляр ҳисобланади.

Ахборотларни симсиз алоқа системалари орқали сифатли узатиш учун юқори частотали сигналлар талаб этилади. Масалан, антеннанинг ўлчами сигнал тўлқини узунлиги билан тенг бўлса антенна самарали нурланишга эга бўлади. Сигнал частотаси тўлқин узунлигига тескари боғлиқлигини ҳисобга олсак, радиоастота диапазонида ишловчи антенна ва микротўлқинлар нурланиши юқори самродор ҳисобланади. Ундан ташқари бундай антенналар ўлчамлари нисбатан кичик бўлганлиги учун, улар мобил алоқа учун қулай ҳисобланади. Радиочастота сигналлар ва микротўлқин нурланишларидан ойдаланишдаги яна бир қулайлик, кенгполосали ахборотли сигналларни узатиш юқори частотали ташиб юрувчилар орқали амалга оширилади. Битта товуш канали бўлган ҳолатда ахборотни ўтказиш полосаси 20 кГц атрофида бўлади. Бу ахборотни ташувчига жойлаштириш учун амплитуда модуляциясидан фойдаланилади.

АМ сигнални узатиш частота диапазонини иккита узатувчилар орасида бўлишни талаб этади. Бошқа томондан, агар частота модуляциясидан фойдаланилса, керакли ўтказувчанлик хусусияти ошади. 1.1- жадвалда радио ва телевизион хабарларни узатиш учун мўлжалланган частота полосалари кўрсатилган.

Симсиз алоқа таборо ривожланиб кенгайиб бормокда. Традицион радиоқурилмаларга қўшимча равишда симсиз телефонлар, сотали алоқа, шахсий алоқа хизматлари ва маҳаллий ва шаҳар тармоқлари ҳам қўшилмокда.

Хабарларни узатишда қўлланиладиган частота диапазонлари

1.1-жадвал

Каналлар	Частота диапазони	Тўлқин узунлиги диапазони
АМ 107	535-1605 кГц	186,92-560,75 м
ТВ 2-4	54-72 МГц	4,17-5,56 м
5-6	76-88 МГц	3,41-3,95 м
ФМ 100	88-108 МГц	2,78-3,41 м
ТВ 7-13	174-216 МГц	1,39-1,72 м
14-83	470-890 МГц	33,7-63,83см

Электромагнит частота спектрлари 1.2-жадвалда кўрсатилган полосаларга бўлинади.

IEEE Частота полосаларининг белгиланиши

1.2-жадвал

Полоса белгиланиши	Частоталар диапазонлари	Тўлқин узунлиги диапазони (фазода)
СНЧ	3-30 кГц	10-100 км
НЧ	30-300 кГц	1-10 км
СЧ	300-3000 кГц	100м-1км
ВЧ	3-30 МГц	10-100 м
СВЧ	30-300 МГц	1-10 м
ОСВЧ	300-3000 МГц	10см-1м
УВЧ	3-30 ГГц	1-10см
СУВЧ	30-300 ГГц	0,1-1см

Микротўлқин диапазонида частота полосасининг белгиланиши

1.3-жадвал

Частота полосасининг белгиланиши	ЎЮЧ диапазонлари, эски частоталар (ҳозирда ҳам кенг ишлатилмоқда)	Янги (кўп ишлатилмайдиган)
500-1000 МГц	UHF (СВЧ)	С
1-2 ГГц	L	D
2-4 ГГц	S	E
3-4 ГГц	S	F
4-6 ГГц	C	G
6-8 ГГц	C	H

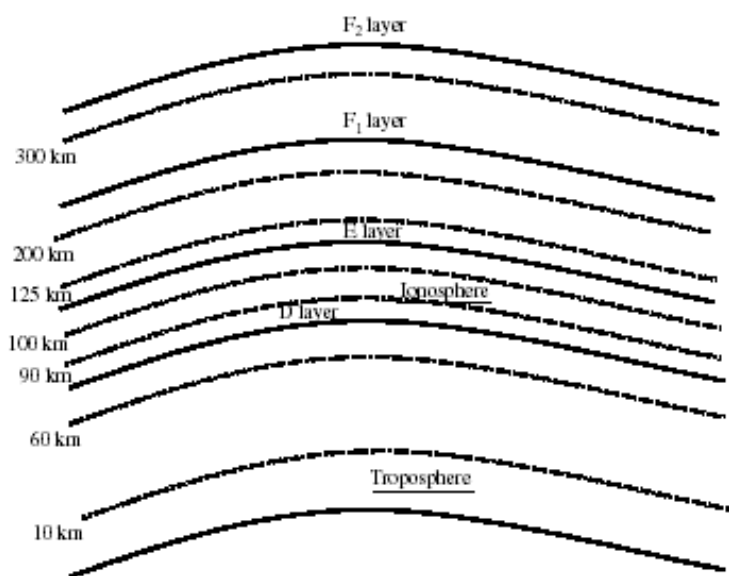
8-10 ГГц	X	I
10-12,4 ГГц	X	J
12,4-18 ГГц	Ku	J
18-20 ГГц	K	J
20-26,5 ГГц	K	K
26,5-40 ГГц	Ka	K

АМ сигнални узатишда радио ўрта частоталарда ишлайди (СЧ), телевизион каналлар 2дан 12-гачаси юқори частотада ишлайди. 18 – 90 каналлар жуда юқори частоталарда ишлайди. 1.3- жадвалда микротўлқин частота диапазонида полосларнинг белгиланиши кўрсатилган.

Ер юзаси ва уни ўраб турувчи фазо турли электрик параметрларга (электрўтказувчанлик, диэлектрик ва б.) эга муҳит ҳисобланади. Унда тарқалаётган радиотўлқинлар синиши, қайтиши, сўниши ва қисман ютилиши мумкин. Радиотўлқинларнинг сочилишини ҳисобланаётганда ернинг таъсирини, атмосферанинг зичлигини, географик релефини ҳисобга олиш лозим бўлади.

Фазода узокликка радиотўлқинларнинг тарқалишига дифракциянинг таъсири бўлади, яъни сигнал тўсиқдан ўтаётганда эгилади. Дифракция натижасида радиотўлқинлар тасвирлар ортида ҳам тарқалади.

Радиотўлқинларнинг тарқалиши натижасида унинг маълум бир қисми ердан синиб қайтиши ҳам мумкин. Ерга яқин бўлган баландликда радиотўлқинларнинг тарқалиши радиотехникада “ер тўлқинлари” ёки “юза тўлқинлар” (юза нурлар) деб аталади. Турли диапазонлардаги радиотўлқинларга ернинг атмосфера қатлами жиддий таъсир ўтказади. Ерни ўраб турган атмосфера қатламининг бўлиниши 1.1-расмда кўрсатилган [1]



1.1-расм. Турли ионосфера ва тропосфера қатламлари

Тропосфера – ер атмосферасининг пастки қатлами бўлиб 10-12 км баландликкача бўлади. Ўзининг электрик хусусиятига кўра тропосфера бир хил муҳитли кенглик бўлмасдан, атмосфера босими, ҳарорати ва намлиги билан аниқланади ва метеошароитлар ўзгаришига қараб ўзгаради. Ҳароратнинг ўзгариши, булутлар, ёғингарчилик, чакмоқлар радиотўлқинларга ўз таъсирини кўрсатади.

Ионосфера қатлами 20000 км баландликкача боради. Бу қатлам ионлашган қатлам бўлиб, куёш нури, космик нурлар таъсирида ионланиш жараёни ҳар доим содир бўлиб туради. Ионланиш натижасида ҳаводаги молекуладан мусбат зарядланган ионлар ва эркин электронлар ажралиб чиқади. Эркин электронлар қанча кўп бўлса, радиотўлқинларга таъсири шунча кўп бўлади. 1 м^3 ҳажмдаги ҳавода электронларнинг қуюқлиги N_e [эл/м³] билан белгиланади ва электронларнинг қуюқлиги деб аталади. Атмосферанинг 300 ... 400 км қатламида электронлар қуюқ жойлашган.

Атмосферанинг ионосфера қатламини температурага боғлиқлиги ва электронларнинг қуюқлиги бўйича тўртта қатламга бўлинади. Улар қуйидагича белгиланади: D, E, F₁, F₂.

Ионосферанинг D қатлами ер сатҳидан 60...90 км баландликда жойлашган бўлиб, кундуз кунлари пайдо бўлади, кечкурунлари бўлмайди, бунга қуёш нурининг ионланиши сабаб бўлади.

Ер сатҳидан 100...120 кмда E қатлам жойлашган. Бу қатламда йилнинг фаслига, ойига, кунига қараб электронлар ошади ёки камаяди. Бу қатламда кечкурун электронлар қуюқлиги ошади, кундузи камаяди.

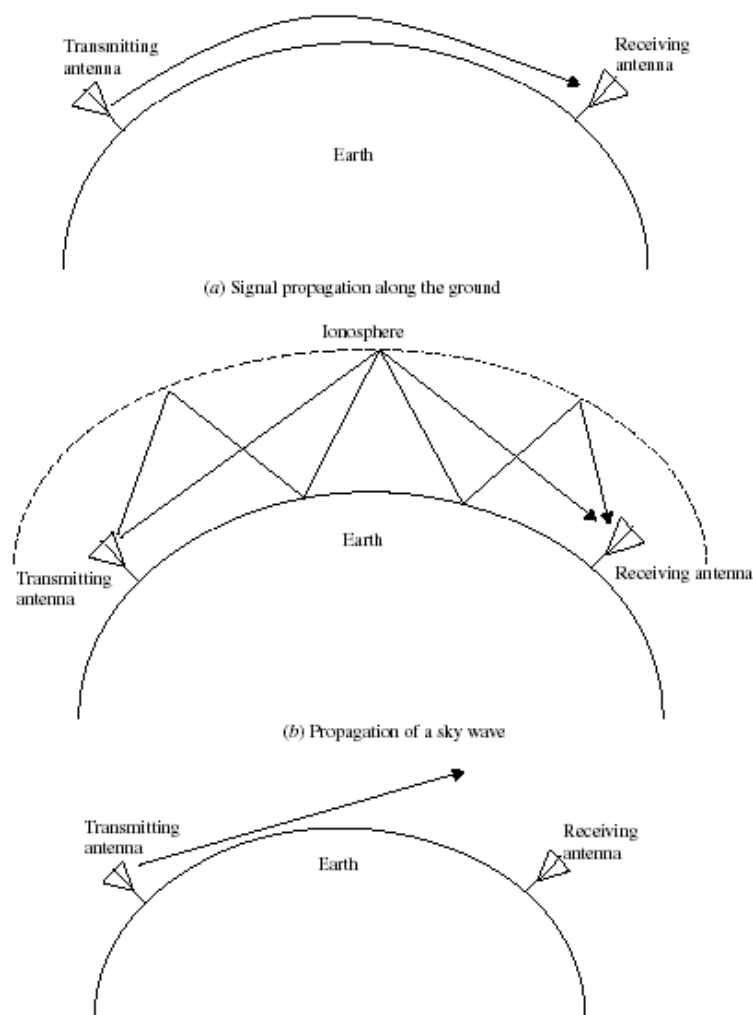
F₁, F₂ қатламлар ер сатҳидан 120...450 км баландликда жойлашган бўлиб, унда электронлар қуюқ жойлашган. Қуйидаги 1.3-расмда ионосферадаги электронларнинг зичлигининг ер сатҳидан баландлигига қараб ўзгариши кўрсатилган.

Метрли, дицетрли ва сантиметрли тўлқинлар ер юзасида тарқалишида ионосферадан қайтмайди, шунинг учун фазовий тўлқинлар ҳисобига уларда алоқа қилишнинг физик жиҳатдан имконияти йўқ ҳисобланади. Бу диапазондаги радиотўлқинлар жуда кам дифракцияга эга бўлганлиги сабабли, тўлқинларнинг бурилиши, эгилиши содир бўлмайди. Шунинг учун 10 метр ва ундан кам узунликдаги тўлқинлар кўриш мумкин бўлган узатувчи ва қабул қилувчи антенналар оралигида тарқалади (1.2-расм).

Кўринарли масофа чегарасидаги тўлқин тарқалишида, радиоалоқа қилиш масофасини узайтириш учун, бир-бирларидан маълум масофада (50 км.) жойлашган узатиш ва қабул қилиш қурилмалари (ретрансляторлар) занжирини ҳосил қили мумкин. Бундай алоқа кўп каналли радиорелейли алоқа линияси деб аталади.

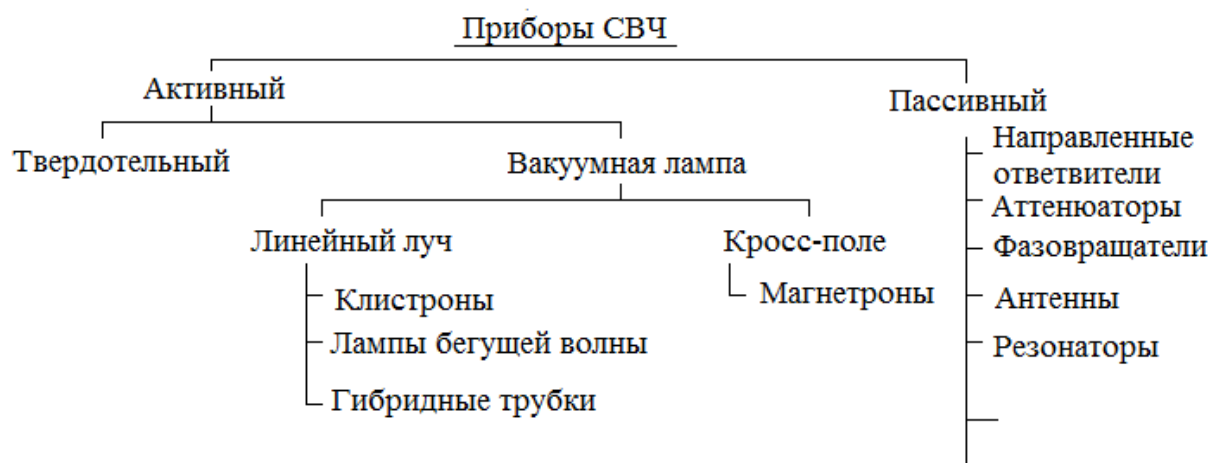
Метрли, дицетрли ва сантиметрли тўлқинлар диапазонидаги электромагнит тебранишлари, радиотехникада асосий масала ҳисобланадиган ахборотларни узатишда катта имкониятларга эга ҳисобланади. Бундай диапазондаги радиотўлқинлар катта частотали хажмга эга ҳисобланади, бу эса частотали, импульсли, импульсли-кодли (рақамли) ва бошқа кўринишдаги кенг полосали модуляцияли радиотехник тизимлар яратиш имкониятини беради. Бунинг натижасида радиоалоқа линияларининг турли юқори даражали

халақитларга бардошлиги таъминланади. Бундай линиялар орқали кенг полосали радиосигналларни, яъни телеузатишларни, хизматчи ва ҳаракатдаги алоқаларни узатиш мумкин бўлади.



1.2-расм. Микротўлқин диапазонида радиочастоталарнинг тарқалиши

Кейинги ўн йилликда радиотехникада миллиметрли, дицемиллиметрли ва оптик тўлқин диапазонлардаги тўлқинларни ўрганиш ва ўзлаштириш бўйича жуда кўп изланишлар олиб борилмоқда. Бундай тўлқин диапазонларида ўткир йўналишли нурланишлар ҳосил қилиш осон бўлиб, кичкина ўлчамли антенналардан фойдаланиш мумкин бўлади.



1.3-расм. ЮЧ ва ЎЮЧларда фойдаланиладиган қурилмалар



1.4-расм. ЮЧ ва ЎЮЧларда фойдаланиладиган электрон қурилмалар

1.3 ва 1.4-расмларда юқори частота ва ўта юқори частоталарда фойдаланиладиган қурилмалар рўйхатлари кўрсатилган. Жуда юқори частота тебранишларини генерация қилиш учун қаттиқ материалли қурилмалар қўлланилади (ЎЮЧ диодлари), ундан таўқари ваккумли қурилмалар, масалан клистронлардан ҳам фойдаланилади. бундай қурилмалардан яна плазмаларни қиздириш учун заррачаларни тезлаштирувчиларда, материалларга ишлов берувчи қурилмаларда, қувват узаткичларда ҳам фойдаланилади. Қаттиқ материалли микротўлқин генераторлари асосан ЎЮЧ диапазонларида ишлайди.

ЎЮЧ тебранишларини генерация қилувчи қаттиқ материалли қурилмаларнинг қўлланиш соҳлари 1.4-жадвалда келтирилган.

1.5-расмда микротўлқинлардан фойдаланиш соҳалари кўрсатилган. Ер юзасида фойдаланиладиган спутникли алоқаларга қўшимча микротўлқин нурланишлари радиолокацион системаларда ва тиббиёт қурилмаларида ҳам кенг фойдаланилади [1].

Приложение применение микроволн



1.5-расм. Микротўлқинларнинг қўлланилиши

МИКРОТЎЛҚИНЛИ УЗАТИШ ЛИНИЯЛАРИ

1.6-расмда юқори частота ва ўта юқори частота схемаларида фойдаланиладиган узатиш линиялари кўрсатилган. ЮЧ ва ЎЮЧ диапазонларида жуда кенг тарқалган коаксиал линиялардан фойдаланилади. Бунда радиосигнални линия орқали узатишда сигнал йўқотишларини минималлаштириш учун, паст йўқотишга эга диэлектрик материалдан фойдаланилади (1.6,а-расм). Бир томонлама узатишни таъминлаш учун коаксиал линиянинг кўндаланг кесими сигнал тўлқини узунлигидан сезиларли кам бўлиши керак. Бу эса, бундай линияларнинг электрик қувватларини

чегаралайди. ЎЮЧ схемаларида юқори қувватни таъминлаш учун, коаксиал линия ўрнига тўлқин ташувчилардан (волноводлар) фойдаланилади. Кўпинча юқори қувватли микротўлқин қурилмаларини улаш учун тўғри бурчакли волноводлар қўлланилади(1.6,б-расм) . Улар доирали волноводларга нисбатан содда тайёрланиш хусусиятига эгадирлар. Лекин баъзи қурилмалар (айланувчи брикмалар), доиравий кўндаланг кесимни талаб қиладилар. Тўғри бурчакли волноводга таққослаганда ўткир учли волновод кенгполосада ишлашни таъминлайди.

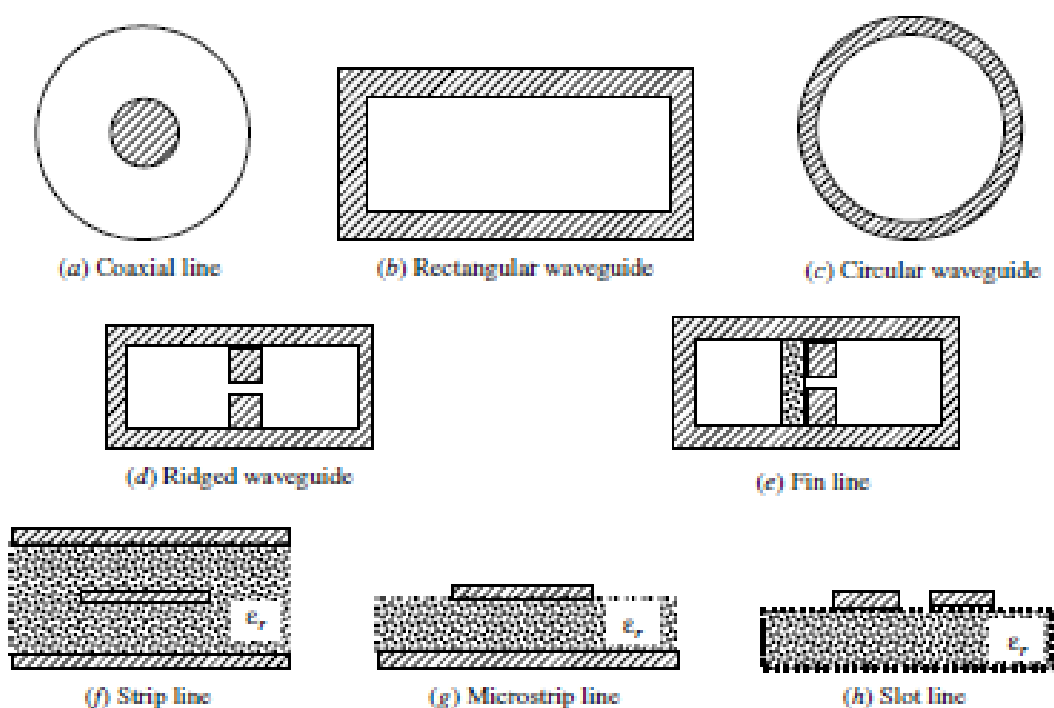


Figure 1.6 Transmission lines used in RF and microwave circuits.

Бундай узатиш линияси 1.6,е-расмда кўрсатилган ва улар миллиметрли тўлқин узунлиги диапазонларида ишлайди. 1.6,е,h-расмларда кўрсатилган узатувчи линиялар, кўпроқ босма плата компонентларини боғлаш учун қулай ҳисобланади [2].

Мавзуни мустахкамлаш учун саволлар

1. Симсиз алоқанинг мазмуни нималардан иборат?
2. Ахборот ва хабар бир-биридан нимаси билан фарқланади?

3. Хабарлар узоқ масофаларга қандай узатилади?
4. Хабарларни узатишда қўлланиладиган қандай частота диапазонлари мавжуд?
5. Сигналларнинг қандай турларини биласиз?
6. Замонавий радиотехникада қандай частоталардан фойдаланиш қулай ҳисобланади?
7. Радиотўлқинларни тарқалиш назариясини тушунтириб беринг.
8. Микротўлқинли узатиш линиялари деганда нимани тушунасиш?

Фойдаланилган адабиётлар

1. *John Wiley & Sons. Radio-frequency and microwave communication circuitss.Inc. Hoboken New Jersey, 2014.*
2. *A.Goldsmith. Wireless communications.Stanford University, 2004.*
1. *Abduazizov A.A. Elektr aloqa nazariyasi. Darslik. – T.: TATU, 2013, 366 b.*

Маъруза № 3

Симсиз алоқа системаларини ишлаш жараёнлари

Маъруза режаси:

- 1. Симсиз алоқа системасининг тарихи ва қўлланилиш соҳалари.**
- 2. Спутникли алоқа системаси.**
- 3. Симсиз алоқани ривожлантириш истикболлари.**
- 4. Замонавий симсиз алоқа системалари.**

Дастлабки радиосистемалар аналогли сигналларни узатишга мўлжалланган эди. Бугунги кунга келиб, кўпгина радиосистемалар рақамли иккилик сигналларини, яъни битларни узатади. Битлар аналогли сигнални рақамли сигналга ўзгартирилганда олинадиган маълумотлар оқимини тасвирлайди. Рақамли алоқада битлар узлуксиз оқимлар кўринишида ёки пакетларга гуруҳланиб узатилиши мумкин. Радиоалоқадаги энг охирги узатишлар кўриниши пакетли радиоузатишлар деб аталади. Бундай системалар сигналларни узатишда пульсацияланган режимдан фойдаланиш билан характерланади, бунда пакетлар режимида ва узлуксиз узатилаётган бўлса ҳам, пакет узатилаётган вақтда радио ҳаракатсиз туради. Пакетларни узатишдан фойдаланувчи биринчи радиотармоқ ALOHANET, 1971 йилда Гавай Университетида яратилгандир. Бу тармоқ тўртта оролда жойлашган, еттита унивеситет шаҳарчасидаги ҳисоблаш марказлари компьютерлар билан ва Оахая оролида жойлашган бош ҳисоблаш маркази орасидаги алоқани таъминлаб беради. Бу тармоқда юлдузсимон тармоқ архитектурасидан фойдаланилган бўлиб, концентратор сифатида бош ҳисоблаш марказидаги компьютердан фойдаланилган. Тармоқдаги ҳоҳлаган иккита компьютер ўзаро, марказий тармоқ концентратор орқали ўтувчи икки томонлама алоқа ўрнатиши мумкин. ALOHANET тармоғи пакетли радиосистемаларда каналга ўтиш ва маршрутлаш бўйича биринчи протоколлар тўпламларини ишлаб чиқди. Шу протоколларда кўриб чиқилган кўпгина тамойиллардан ҳозирги кунгача фойдаланиб келинмоқда.

Бундай махсус симсиз алоқа системасининг қисмлари тармоқларда мустақил равишда, олдиндан ўрнатилган инфраструктуралари ёрдамисиз конфигурация қилиниши ёки конфигурациясини ўзгартириши мумкин. Пакетли радиотармоқлар узок масофаларга ахборотларни симсиз узатишда жуда кенг қўлланилмоқда. Бўндай хизматлардан биринчи бўлиб, 1990 йилларда фойдаланила бошланди. Бундай хизматларга ахборотларни симсиз узатиш, жумладан электрон почта, вебсаҳифалар кириб, улар 20 кбит/с. паст тезликларда узатиларди. Лекин ўша даврларда тезлик паст, нарҳининг баланд бўлганлиги сабабли ахборотларни узок масофаларга симсиз узатиш бир қатор мураккабликларни юзага келтирган. Шу йилларда симсиз локал ҳисоблаш тармаоқлари, сотали алоқа тизимлари орқали узок масофаларга алоқа ўрнатиш кенг тарқалганлиги ҳисобига симсиз маълумотларни узатиш системаларининг имкониятларини бирмунча чеклаб қўйди.

Биринчи аналогли сотали алоқа системаси 1983 -1984 йилларда Чикагода, FCC хизмати сотали алоқа системаси учун ўрнатилган спектр қисмини 40 дан 50 МГц гача кенгайтирилганда яратилиб, тармоқ тўлиқ юкланиб бўлинган эди. Сотали алоқанинг жуда тезкорлик билан ўсиши бутун дунёни лол қолдирди. Ҳақиқатан ҳам бундай алоқа системалари бўйича АТ&Т томонидан ўтказилган маркетинг тадқиқотлари шуни кўрсатдики, сотали алоқа системаларидан фақат докторлар ёки жуда бадавлат одамлар ишлата олади деб башорот қилгандилар.

Сотали алоқанинг иккинчи авлодлари 1990 йилларда яратила бошланда ва улар асосан рақамли алоқа принципларига асосланган қилиб яратилди. Аналогли режимдан рақамли режимга ўтиш асосан, рақамли системаларнинг юқори ўтказувчанлик хусусиятларга эгалиги, рақамли қурилмаларнинг кўрсаткичларининг юқорилиги, нарҳининг қониқарли эканлиги, кам энергия талаб қилиши ва тезкорлигининг юқори эканлиги билан асосланади. Иккинчи авлод сотали алоқа системаларида дастлаб фақат сўзлашувни амалга ошириш учун мўлжалланган бўлса, секин асталик билан уларда ахборот хизматларини амалга ошириш, яъни электрон почта хизматларини амалга ошириш,

Интернетга уланиш ва қисқа ахборотларни узатиш каби функциялар билан ҳам тўлдирилиб борилди.

Сотали алоқа системаларининг ривожланиш ва унинг имкониятларини кенгайтириб бориши, иккинчи авлод сотали алоқалари учун стандартлар сонини ошириб боришига олиб келди. Ўша даврда фақат АҚШ да ўрта стандарт, Европада ва Японияда ҳам ўзларининг бир қанча стандартлари ишлаб чиқилди. Уларнинг барчаси бир-бирига мос тушмайди. Турли шаҳарларда турлича, ўзаро мос тушмайдиган стандартларни ишлатилиши АҚШ да ва бутун дунёда роуминг тизимини ишлатилишига олиб келди.

Ҳозирда жуда кўп мамлакатларда учинчи авлод системаларидан фойдаланилмоқда. Уларда ҳам ўзаро мос тушмайдиган стандартлар мавжуддир. Шунинг натижасида ҳозирда ишлаб чиқарилаётган жуда кўп сотали алоқа системалари кўп режимли қилиб ишлаб чиқарилмоқда. Улар турли рақамли стандартларга эга бўлиб, мамлакат ичида , ундан ташқари роуминг орқали бутун дунёда алоқа қилиш имкониятига эришмоқда. Лекин Америка Қўшма Штатларини ҳамма территорияларида , биринчи авлод алоқа воситалари учун ишлаб чиқарилган аналогли стандарт яратилган стандартларни қўллаб-қувватлаб туради.

Спутникли алоқа системалари

Спутникли алоқа системалари асосан спутник орбитасининг баландлиги билан характерланади. Улар қуйидагиларга бўлинади: Ер орбитаси атрофидаги паст (баландлиги тахминан 2000 км. - LEO⁶), Ер атрофида ўртача (MEO⁷ — тахминан 9000 км), геостационар орбита (GEO⁸ — 40000 км).

Геостационар орбита Ерга нисбатан стационар қилиб кўрилади, шу вақтда бошқа орбиталар бўйича айланаётган спутниклар ўзларининг қоплаш зоналарини вақтга боғлиқ равишда ўзгартирадilar.

Биринчи геостационар спутник 1963 йилда «Хьюз» ва НАСА компанияси томонидан учирилган бўлиб, бу спутниклардан бир қанча ўн йилликлар

давомида тижорат ва давлат спутникли алоқа системаларида фойдаланиб келинди.

Геостационар спутникларининг қоплаш зоналари жуда катта, шунинг учун жуда кенг ва глобал зоналарни қоплаш учун унчалик кўп бўлмаган спутниклар талаб қилинади. Лекин, бундай спутникка етиб бориши учун жуда қувватли сигнал талаб қилинади, ундан ташқари сигнални ўтишидаги ушланишлар шунчалик каттаки, чекланган катталиқдан ошиб кетади, айниқса телефонияда. Бундай ноқулайликлар 1990 йилларда орқага, яъни Ер орбитаси атрофидаги паст спутникларга қайтишга сабаб бўлди. Ундан ташқари сотали алоқа воситаларига рақобатдош сўзлашувли ва ахборотли хизматларни ҳам узатиш имкониятини яратиш масаласи ҳам қўйилди.

Лекин спутникли мобил терминаллар, замонавий сотали алоқа воситаларига қараганда ўлчамлари катта, кўпроқ энергия талаб қиладиган ва нархлари юқори воситалар бўлиб, бу жиҳатлар уларни кенг тарқалишига тўсқинлик қилади. Бу системаларнинг энг ўзига тортадиган хислати шундан иборатки, улар орқали бутун дунё бўйича тўлиқ қоплаш имкониятининг борлиги ва айниқса, учинчи дунё мамлакатларидаги ер юзаси бўйлаб алоқа ўрнатиш мумкин бўлмаган, ёки сотали алоқа етиб бормаган жойлар билан ҳам алоқа ўрнатиш мумкинлиги ҳисобланади. Лекин бундай территорияларда спутникли алоқа воситаларидан фойдаланиш талаби ёки ресурслари, тўлаш учун маблағлар мавжуд эмас. Спутникли алоқа системаларига қараганда сотали алоқа системалари дунё бўйлаб жуда кенг тарқалганлиги ва жуда кўп фойда келтириши сабабли, кўпгина Ер орбитаси атрофидаги паст спутниклар бозор муносабатлари туфайли бизнесдан чиқиб кетдилар.

Ягона спутниклардан фойдаланувчи система бўлиб, турли қизиқтирувчи кўрсатувларни трансляция қилувчи системалар бўлиб қолди. Бундай кўрсатувларни трансляция қилиш 12 ГГц частота диапазонида амалга оширилмоқда. Бу системалар юзлаб телеканалларни тавсия этиб, кабел телевидениясига бош конкурент бўлиб ҳисобланмоқда. Ҳозирда спутник

орқали трансляция қилувчи рақамли радиолар ҳам оммалашиб бормоқда. Бундай системалар Европада ва Америкада юқори сифатли, CD сифатига яқинлаштирилган рақамли товушли эшиттиришларни таклиф қилмоқдалар.

Симсиз алоқанинг келажакдаги ривожланиши

Инсонлар ва қурилмалар орасида ахборот алмашлашни қўллаб-қувватловчи симсиз алоқа воситаларининг ривожланиш тенденциялари, кейинги ўн йилликлар ичида жуда ривожланиб кетиб, чегаравий даражагача етиб борди. Ҳозирда уларнинг жуда кўпчилиги энг юқори замонавий алоқа воситалари даражасига етиб борди. Бу воситалар кичкина кўтариб юрувчи қурилма ёки унчалик катта бўлмаган портатив компьютер орқали ер шарининг ҳоҳлаган нуқтаси билан мультимедияли алоқа ўрнатиш имкониятларини яратиб беради. Симсиз тармоқлар чўнтакли, унчалик катта бўлмаган портатив ва стол устидаги компьютерларни, ҳоҳлаган жойда, яъни офис ичида ёки университет территориясида боғлаш имкониятларини яратиб беради. Уйда эса бу тармоқлар интеллектуал электрон қурилмаларнинг янги синфларини, яъни ўзаро бир-бирлари билан боғланган, Интернетга уланган ва компьютерлар, телефонлар орасида боғланишларни амалга ошира оладиган, хафсизлик системалари орқали кузатишни амалга ошира оладиган воситаларни ташкил этади.

Видеотелеконференциялар бир-бирларидан квартал орлиғида ва бошқа контингентлар орасидаги бинолар орасида амалга оширилади. Бундай конференцияларда йўлда ҳаракатда бўлганлар, сотувчилардан бошлаб директорлар, денгизларда сузиб юрганлар ва бошқалар бемалол қатнашишлари мумкин. Симсиз алоқа воситалари келажакда узоқдаги ўқув синфларини ташкил қилиш, ўқувчиларни дистанцион ўқитиш ва узоқдаги касалхоналардан туриб тиббий муолажалар ўтказиш имкониятларини беради. Симсиз алоқа датчикларида жуда кенг диапазондаги қўлланиш соҳалари мавжуддир, яъни тижоратли ва ҳарбий. Тижорат соҳалари датчикларига кузатув системалари, ёнғин хавфсизлиги системалари, видеоназорат қилувчи системалар, токсик чиқиндиларни, юкланишларни ва биноларни, кўприкларни деформациясини,

газ ва химикатларни тарқалишини назорат қилувчи ва бошқа системалари датчикларини киритиш мумкин. Бу симсиз датчиклар, ўлчашларни амалга ошириш ва уларга ишлов бериш учун тармоқга автоматик конфигурация қилинади, сўнгра бу ахборотларни марказий бошқарув пультига узатиб беради. Ҳарбий қўлланилиш соҳалари датчиклари душман мақсадларини кузатиш ва аниқлаш, химик ва бактериологик атакаларни аниқлаш, инсон томонидан бошқариш имконияти йўқ транспортларн бошқарувчи роботлар, антитеррористик тадбирлар ўтказиш системалари датчиклари ҳисобланади. Ундан ташқари симсиз тармоқлар қурилмаларни, датчикларни ва ўзаро боғланган бажарувчи механизмларни дистанцион бошқарилувчи тармоқланган системаларни яратиш имкониятларини беради. Бундай системалар ўз навбатида автоматлаштирилган автомагистралларни ва мобил роботларини, ундан ташқари ишлаб чиқариш автоматикасини осон қайта қуриш системаларини яратиш имкониятларини беради.

Кўриб чиқилган воситалар келажакдаги симсиз алоқа воситаларининг концепцияларини шакллантиради. Ўзи симсиз алоқа деганда нимани тушуниш керак деган савол туғилади. Бу мураккаб мавзунини бир қанча кўрсатмалар, системалар ва қоплаш зоналари бўйича синфларга бўлиш мумкин.

Симсиз воситалар ўз таркибига радиотелефон алоқа, Интернетга уланиш, Интернет саҳифаларига кириш, изловчи ва қисқа хабарлар, абонентларга ахборот бериш хизматлари, файлларни узатиш, видеотелеконференция, қизиқарли дастурлар, зондлаш ва тақсимлашни бошқарувчиларни киритади. Бундай системалар қуйидагиларга бўлинади:

сотали телефон системалари, симсиз локал ҳисоблаш тармоқлари, симсиз глобал ахборотли системалар, спутникли системалар ва махсуслаштирилган симсиз тармоқлар. Қоплаш зоналари бино ичида, университет шаҳарчасида, шаҳарларда, ҳудудий ва глобал зоналар бўлиши мумкин. Симсиз алоқани юқорида кўриб чиқилган барча сегментларни ҳисобга олган ҳолда, яхшироқ аниқлаш масаласи, шу соҳада сезиларли ўзгаришларни юзага келтирди, бунга

таклиф қилинаётган ва режалаштирилаётган турли замонавий симсиз қурилмалар, стандартлар ва хизматларни мисол келтириш мумкин. Бунинг асосий сабаби бўлиб, турли симсиз алоқа воситалари турлича талабларга эга бўлишлиги ҳисобланади. Масалан телефон системаси маълумотларни узатишда нисбатан пасторқ тезкорликни талаб қилади (20 кбит/с) ва битлар бўйича йўл қўйиладиган хатолик эҳтимолликлари юқори (хатоликлар коэффиценти - BER^9 , 10^{-3} га тенг), умумий ушланишлар 100 мс.ни ташкил этиши керак ҳисобланади, бўлмаса абонентга сезиларли бўлиб қолади. Бошқа томондан ахборотли системалар жуда катта тезкорликни талаб қилади (1-100 Мбит/с), ва хатоликлар коэффиценти жуда паст катталиққа эга бўлиши керак ҳисобланади ($BER - 10^{-8}$ ёки ундан ҳам кам, бунда қабул қилинган барча хато битлар қайтадан узатилади), лекин ушланишларга қаттиқ талаблар қўйилади. Реал вақт видеосистемалари маълумотларни ва нутқларни узатиш тезкорлигига жуда катта талаблар қўяди, шу билан бирга ушланишларга керакли чекланишларга эга ҳисобланади. Қисқа хабарларни изловчи ва хизмат кўрсатувчи системаларда ахборотларни узатишга унчалик юқори талаблар қўйилмайди ва ушланишлар бўйича ҳам қаттиқ талабларга эга эмас. Ана шундай талабларнинг жуда турли туманлиги, шу талабларни тўлиқ қондира оладиган ягона симсиз алоқа стандартларини ишлаб чиқишни мураккаблаштиради.

Узатувчи тармоқлар турли алоқа воситаларининг талабларини ягона протоколлардан фойдаланиб қониқтиради, бу эса кўпгина қаттиқ талаблар бундай системаларда бир вақтда қониқтирилиши керак. Бу эса фақатгина Гбит/с тартибдаги узатиш тезкорлигига эга бўлган, хатолик коэффицентлари 10^{-12} тартибда бўлган баъзи бир узатувчи тармоқларда ташкиллаштирилиш имкониятига эга ҳисобланиб, юқори хатолик коэффицентига эга, тезкорлиги паст симсиз тармоқларда қўллашнинг имконияти мавжуд эмас. Шунинг учун яқин келажакда симсиз алоқа системалари бир қанча синфларга бўлинган ва

турли тармоқлар талабларини каноатлантирувчи турли протоколларга махсуслантирилган бўлиши керак.

Сотали алоқа телефонлардан ва симсиз Интернетдан фойдаланишдаги жуда тезкор ўсиш, симсиз технологиясини тўлиқ такомиллаштиришга кенг йўллар очиб бермоқда. Маълумки барча симсиз алоқа воситалари ҳам гуллаб яшнайвермайди. Бир томондан баъзи бир компаниялар эришилган ютуқлардан фахрланиб, ўзларининг устиларида ишламай қўйдилар, бошқа томондан эса, баъзи бир компанияларда бу соҳаларда омадсизликлар юз берди, уларга биринчи авлод симсиз локал ҳисоблаш тармоқлари, «Иридий» (Iridium) спутникли система, «Метриком» (Metricom) каби катта ахборотли системалар ва симсиз кабел системаларини мисол қилиб келтириш мумкин. Шунинг учун симсиз алоқа системаларининг келажакдаги ҳолатларида қандай ўсишлар ва пасайишлар юз беришини олдиндан айтиб бериш жуда мураккаб ҳисобланади. Ундан ташқари шу соҳадаги инженер ва раҳбарлар учун талаб, уларнинг мослашувчан ва танловчанлик қобилиятларга эга бўлишлиги, бу эса симсиз алоқа воситаларини ишлаб чиқиш ва улардан фойдаланишда ютуқларни қўлга киритиш учун асос бўлишлиги кўрсатиб ўтилади.

Замонавий симсиз алоқа системалари

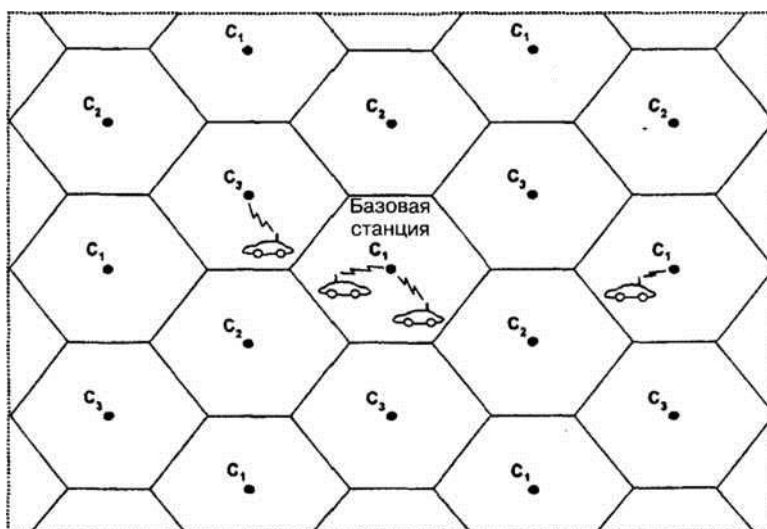
Замонавий симсиз алоқа системаларининг элементларининг структуралари доимо ривожлантирилиб, такомиллаштирилиб борилмоқда.

Сотали алоқа системалари дунё бўйича шунчалик оммалашиб боровчи ва жуда фойда берувчи системалар ҳисобланиб, улар симсиз алоқа соҳасида революцияга эришилган технология ҳисобланмоқда.

Сотали системалар икки томонлама телефон алоқаларини амалга оширувчи системалар ҳисобланиб, маҳаллий, давлатлараро ва халқаро масштабда маълумотларни узатиб, қабул қилиш учун мўлжаллангандир. Дастлаб сотали системалар транспорт воситаларида мобил терминал қурилмаларга хизмат кўрсатиш учун яратилган эди. Бугунги кунга келиб, бу системалар, бинолар ичида ишлайдиган, кўчаларда ва транспорт воситаларида

алоқа қилувчи ёнгил персонал мобил алоқа аппаратлари даражасига етиб борди.

Сотали алоқа системаларининг яратилишининг асоси бўлиб, частоталардан кўп маротаба фойдаланиш тамойилига асослангандир. Масофа ошиб бориши билан сигнал заифлаша боради, бу эса шу частота диапазоидан яна такроран фазода бир-биридан узокдаги масофаларда фойдаланиш имкониятини беради. Бунинг учун сотали алоқанинг коплаш зонаси бир-бирлари билан кесишмайдиган ячейкаларга (соталарга) бўлинади. Ҳар бир сотага аниқланган каналлар тўпламлари ажратилади. 3.1-расмда кўрсатилгандек ўша каналлар комплектиридан, етарлича узок масофаларда бўлган бошқа ячейкаларда ҳам фойдаланилади (С берилган сотада фойдаланиладиган каналлар комплектири).



3.1-расм. Сотали система

Ячейкалар ичида ишлаш марказлаштирилган ҳолда база станциялари орқали бошқарилади. Битта канал комплектирида ишловчи турли сота абонентлари томонидан келтириб чиқарилган ўзаро таъсирлар соталараро халаллар деб аталади. Ячейкаларнинг фазода қайтадан ишлатилувчи бир хил канал комплектирига ажратилиши, яъни кўп маротаба фойдаланиладиган частоталар орасидаги масофаси, имкони борида кам бўлиши керак, чунки частоталардан иложи борида тез-тез фойдаланиш орқали, спектрдан фойдаланиш самарадорлиги максималлаштирилади. Лекин бунда бир-бирига

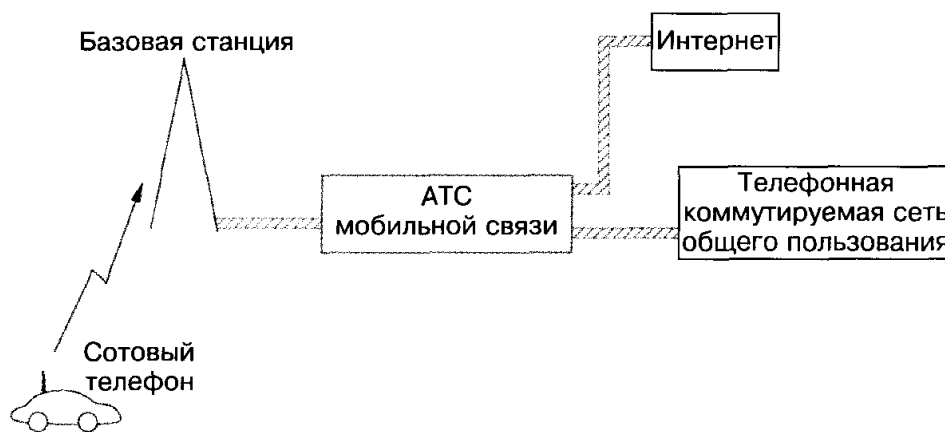
таъсиркўрсатувчи ячейкалар орасидаги масофаларнинг қисқариши ҳисобига соталар орасидаги халаллар ошиб боради. Сотали алоқа системасининг сифатли кўрсаткичларини қўллаб-қувватлаш учун, соталараро халаллар берилган чегарадан пастда қолиши керак, бўлмаса кўп ишлатиладиган частоталар орасидаги масофани аниқланган минимал қийматдан камайтириб бўлмайди. Амалиётда бу минимал қийматни аниқлаш жуда мураккаб ҳисобланади, чунки узатилаётган ва халал бераётган сигналлар, радиосигналларни тарқалиш характеристикаларига асосланган, қувватни тасодифий ўзгартиришга боғлиқ ҳисобланади. Кўп фойдаланиладиган частоталар орасидаги яхши масофани аниқлаш ва база станциясини жойлаштириш учун, ячейкалар ичида сигнал тарқалишининг аниқ характеристикалари керак бўлади.

Дастлабки сотали алоқа лойиҳалари, база станцияларининг нарҳларининг юқори, яъни ҳар бири бир миллион доллар бўлганлиги билан ажралиб туради. Шу сабабли биринчи сотали алоқаларда, шаҳарларни ва регионларни қоплаш учун унчалик кўп бўлмаган ячейкалардан фойдаланилган. Уларда база станциялари энг баланд биноларда ёки тоғларда жойлаштирилган бўлиб, жуда юқори даражали қувватларда, бир неча квадрат метрли ячейкаларни қоплаш зоналарида ишларди. Бундай катта ячейкалар макросоталар деб аталади. Уларда сигнал қувватлари бир хилда барча йўналишларда тарқалади, шунинг учун мобил алоқа аппаратининг ҳаракатида, база станциясининг атрофида сигнал сатҳи доимий бўлган, фақатгина сигнал тарқалишига қандайдир халал берувчи объект халал бемаган ҳолларда. Бундай доимий қувватли айланма контур системада олти бурчакли шаклда аниқланади, чунки олти бурчак айланага энг яқин геометрик шакл ҳисобланиб, у берилган зонани кесишмайдиган кўп ячейкалар билан қоплаши мумкин.

Ҳозирда шаҳар ва районларнинг сотали системаларида кўпинча кичик ўлчамдаги ячейкалардан фойдаланилади, база станциялари эса, шаҳарга кўчаларига яқинга жойлаштирилади ва камроқ нурланиш қуввати билан

ишлайди. Бундай кичик ўлчамли ячейкалар, ўлчамларига қараб микросоталар ёки пикосоталар деб аталади. Кичик ўлчамли ячейкаларга ўтишга иккита асосий сабаб бўлди: бу - жуда зич аҳолига эга регионлардаги катта ўткзувчанлик хусусиятига талаб ва база станциясининг электрон қурилмаларининг ҳажмини ва нарҳининг пасайишидир. Агар система худди шу тарзда лойиҳаланса, у ҳолда ҳоҳлаган ўлчамли ячейка бир хил сондаги фойдаланувчилар ишлашларини қўллаб қувватлайди. Шундай қилиб, берилган қоплаш зонаси системалар учун кўп сонли микросот, ягона зона майдонида бир неча макросотли системаларга қараганда, кўпроқ абонентлар сонига эга бўлади. Ундан ташқари микросотали системаларда мобил терминалларининг кам сатҳли узатиши керак бўлади, чунки улар база станцияларига яқинроқ жойлашган бўлади. Лекин кичик ячейкаларга ўтиш тармоқни лойиҳалаш жараёнини мураккаблаштиради. Мобил алоқа воситалари кичкина ячейкаларни, катта ячейкаларга нисбатан тезроқ кесиб ўтади, шунинг учун чақирувга хизмат кўрсатиш бўйича узатиш тезкор амалга оширилиши керак ҳисобланади. Ундан ташқари мобил аппарати жойлашган зона ичида ячейкалар кўплиги учун, унинг жойлаган жойини аниқлаш ҳам мураккаблашади. Яна кичик ячеейкалар учун сигналларни тарқалишининг умумий моделини яратиш ҳам мураккабдир, чунки бу ячейкалардан сигнални ўтиши база станциясининг жойлашишига қаттиқ боғлиқ ҳисобланади. Шундай қилмб, сотанинг олти бурчакли шакли микросоталарда сигналнинг тарқалишига яхши яқинлашишни бермайди. Микросотали системаларда кўпинча ячейкаларнинг квадратли ва учбучакли шаклидан фойдаланилади, лекин бу шаклда микросоталар сигналларни тарқалишини аппроксимациялашда хатоликлар коэффиценти жуда юқори ҳисобланади.

Берилган географик зонадаги барча база станциялари юқори тезкорликдаги алоқа линиялари билан коммутацион мобил алоқа станциялари, АТС МС автоматик телефон мобил алоқа станциялари билан боғланган ҳисобланади (1.2-расм).



1.2-расм. Замонавий сотали тармоқ архитектураси

Коммутацион станциялар тармоқнинг марказий назоратчиси вазифасини бажаради, яъни ҳар бир ячейка ичидаги каналларни тақсимлайди, агар мобил аппарат ячейка чегарасини кесиб ўтса, ячейкалар орасидаги чақирикларга хизмат кўрсатишни координация қилади, ундан ташқари мобил абонентларга ва улардан чиққан чақирикларни маршрутлашни амалга оширади. Коммутацион станция умумий фойдаланиш учун мўлжалланган телефон тармоғи билан телефон боғланишларини ва Интернетга уланишни таъминлаши керак бўлади. Ячейкага жойлашган янги ҳар бир абонент, алоҳида бошқарувчи сигнал канали бўйича сотали алоқа база станциясига чақирув юбориш орқали канални сўрайди. Сўров АТС МС га узатилади ва шу ячейкадаги каналга боғланиш мумкин бўлса сўров қабул қилинади. Агар шу вақтда битта ҳам каналга боғланиш мумкин бўлмаса, боғланиш амалга оширилмайди. Агар база станция ёки мобил аппарат шу ячейкада қабул қилинаётган чақирув сигнали берилган минимум чегарага яқинлашишини аниқласа, чақирувга хизматни узатиш амалга оширилади.

Фойдаланиладиган адабиётлар

1. John Wiley & Sons. *Radio-frequency and microwave communication circuitss.Inc. Hoboken New Jersey, 2014.*
2. A.Goldsmith. *Wireless communications.Stanford University, 2004.*

Маъруза № 4

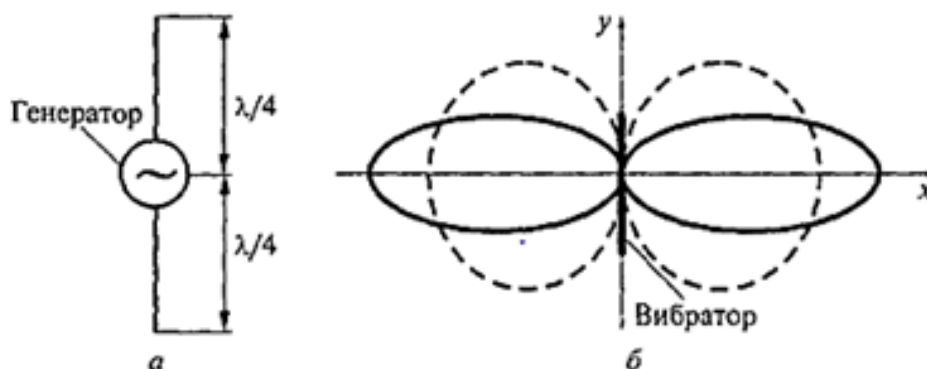
Антенналар ва уларнинг турлари

Ҳар қандай ўтказгич кесмасига ўзгарувчан ток берилса, ён атрофида электромагнит майдон ҳосил бўлади. Шу электромагнит майдонга жойлаштирилган ўтказгич кесмасида ўзгарувчан электр юритувчи куч индукцияланади. Ўтказгичда юзага келадиган электромагнит майдон энергияси, унинг конфигурациясига, ўтказгичнинг ўлчами ва электромагнит тебранишлари тўлқин узунлигининг ўзаро муносабатига боғлиқ ҳисобланади. Шунинг учун ахборотларни ташувчи электромагнит тебранишларни сочиш ва уларни қабул қилиб олиш учун антенна деб аталувчи мвхсус радиотехник қурилмадан фойдаланилади. Тўлқин сочилиши йўналишини, антенна қурилмасининг ўлчамини сочилаётган ёки қабул қилинаётган тўлқин узунлигидан етарли даражада катта қилиб олиш йўли билан таъминлаш мумкин бўлади.

Назарий ва амалий тадқиқотлар шуни кўрсатадики, оддий ўтказгичдан қуйидагича тарқатувчи антенна ҳосил қилиш мумкин (1.11,а-расм). Электр ўтказувчининг узунлиги электромагнит тўлқин тарқатувчининг узунлигининг ярмига тенг бўлган кесманинг ўртасига юқори частотали тўлқин ишлаб берувчи генератор уланиб содда антенна ҳосил қилинади. Тарқатаётган электромагнит тўлқин узунлигининг ярмига тенг катталиқдаги ўтказгич кесмасидан тузилган содда антенна ярим тўлқин узунлигидаги тебраткич дейилади.

Ярим тўлқин узунлигидаги тебраткичнинг турли йўналишларда шиддат билан электромагнит тўлқинини тарқатиши бир хил бўлмайди, бу эса антенна учун муҳим аҳамиятга эгадир. Тўлқиннинг тарқалиш характери манзарасини ва ҳоҳлаган антеннанинг ишлаш самарадорлигини тўлқиннинг тарқалиши йўналиши диаграммаси кўрсатиб туради (1.11,б-расм). Бу диаграммада антеннанинг фазога тўлқин тарқатиш йўналишига қараб қувват оқимининг зичлиги намоён бўлади. Йўналиш диаграммасининг содда кўриниши, тўлқин тарқалиши интенсивлиги ўтказкич йўналишига перпендикуляр бўлган элементар дипол орқали шаклланади. Вертикал ҳолатда турган антеннага

нисбатан перпендикуляр тарқалаётган тўлқин шиддатли бўлиши ва антеннанинг уч томонларида эса, тўлқин тарқалмаслиги аниқланган.



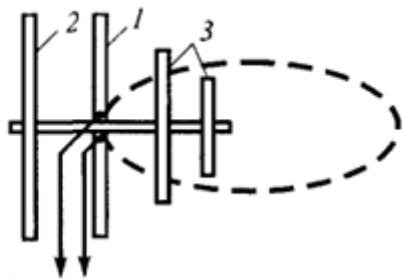
1.11-расм. Ярим тўлқинли тебраткич: а – қурилма; б – йўналиш диаграммаси

Нурланаётган ўтказкич узунлигининг катталашиши, ҳар бир элементар нурлантирувчи (дипол) ўзининг нурланиш майдонини ҳосил қилишига, бу эса, электромагнит майдонининг сезиларли ўзгаришига олиб келади. Фазонинг ҳоҳлаган нуқтасидаги электромагнит майдонининг нурланиши элементар майдонларнинг суперпозицияси орқали аниқланади. 1.11,б-расмда қуюқ чизик билан вертикал жойлашган ярим тўлқин узунлигидаги тебраткични меридиан (азимут) текислиги бўйича қурилган йўналиш диаграммаси кўрсатилган. Штрих чизик билан эса, элементар диполнинг йўналиш диаграммаси кўрсатилган. Вертикал жойлашган ярим тўлқин тебраткич йўналиш диаграммаси горизантал текисликда айлана кўринишига, вертикал текисликда эса чўзилган саккиз рақамига ўхшайди. Горизонтал текисликдаги йўналиш диаграммасининг бундай шакли ярим тўлқин тебраткич нурланиши ер юзаси бўйича барча йўналишларга тарқалишини кўрсатади.

Тарқалаётган энергиянинг қувватининг тор, сиқилган ҳолда шиддат билан тарқалиши тўлқиннинг узоқ масофага тарқалишига олиб келади. Антеннанинг йўналиш диаграммасини яна ҳам торайтириш ва тўлқинни узоқ масофагача тарқатиш учун қўшимча тебраткичлар маҳкамланади. Қўшимча

тебраткичлар маҳкамланган антеннанинг конструкцияси 1.12-расмда кўрсатилган.

1-таркатувчи тебраткичга параллел равишда, $\lambda/4$ дан кичикроқ бўлган масофада қўшимча ярим тўлқин узунлиги тебраткичи 2 (рефлектор) жойлаштирилади. 1-тебраткичдан ток ўтиши натижасида ҳосил бўлган майдоннинг сочилиши 2-тебраткични индукциялаб ўзгарувчан электр ток ҳосил қилади ва у ҳам ўз электромагнит майдонини ҳосил қилади. Ҳосил бўлган бу майдон биринчи тебраткичнинг ҳосил қилган майдони билан қўшилади ва йўналиш диаграммасини торайтиради. Қурилмага қўшимча яна бир қанча тебраткичлар 3 (директорлар) қўшиш натижасида йўналиш диаграммаси торайиб чўзилади.



1.12-расм. Қўшимча тебраткичлар маҳкамланган антеннанинг конструкцияси.

Йўналиш диаграммасининг қарама-қарши томонида эса майдон тарқалиши сусаяди. Бу қурилма тўлқинли канал дейилади ва телевиденияда қабул қилувчи антенна сифатида ишлатилади. Антеннанинг асосий параметрларидан бири бўлиб йўналиш таъсир коэффициенти ҳисобланади. Бу параметр антеннанинг йўналишидаги ўртача қувват бошқа тарафларга тарқалаётган қувватдан қанча баробар кўплигини билдиради. Антеннанинг фойдали иш коэффициенти унинг кучайтириш коэффициенти аниқлаб беради.

Километрли тўлқин диапазонларида битта тебраткичли қабул қилувчи ва узатувчи антеннанинг ўлчамлари жуда катталашиб кетади, бу эса уларни техник жихатдан яратиш имкониятини мураккаблаштириб юборади. Масалан

3...5 километрли тўлқин сочувчини кўтариш амалий жиҳатдан мумкин эмас. Бу муаммони ечишнинг жуда содда усули мавжуд. Ер бу диапазондаги радиотўлқинлар учун жуда яхши ўтказкич ҳисобланади, шунинг учун ярим тўлқин тебраткичидан эмас, балки ерга уланган чорак тўлқинли тебраткичдан фойдаланиш қулай ҳисобланади.

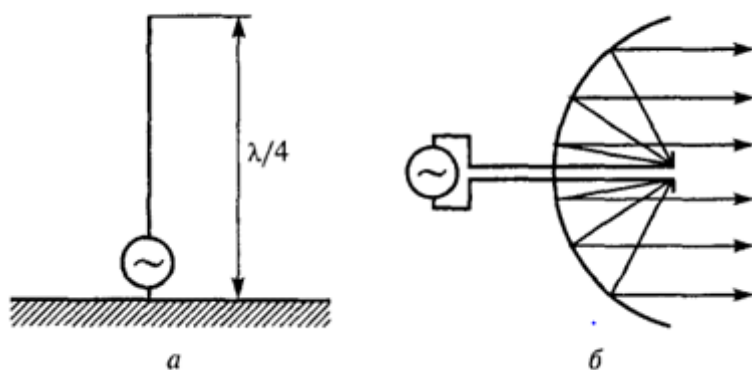
Антенналарнинг ичида чорак тўлқинли тебраткичли антенна самарадор ҳисобланади (1.13,а-расм).

Антенна вертикал ҳолатда бир томони ерга маҳкамланиб ўрнатилади. Антенна тарқатаётган электромагнит майдон ердан қайтиши натижасида антенна тарқатаётган майдон билан қўшилади ва ярим тўлқин узунлигидаги тебраткич тарқатаётган майдонга ўхшаш бўлади. Аммо тарқатган қувват икки маротаба кам бўлади.

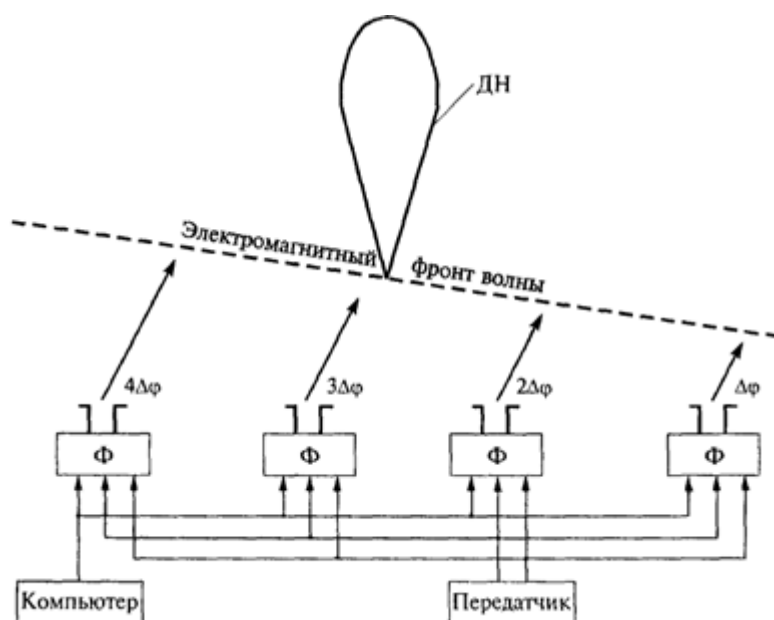
Метр диапазонли электромагнит тўлқинни жуда ингичка ва ўткир йўналишли тарқатувчисини яратиш учун парабалик қайтаргичли ойнали антенналардан фойдаланилади. Майдон тарқатувчи элемент антеннанинг фокусига ўрнатилади. Натижада куюқ электромагнит тўлқин спектри параболанинг марказидан тор йўналиш бўйича тарқалади (1.13,б-расм).

Ҳозирги вақтда махсус радиотехник қурилмалар, хусусан ҳарбий системаларда фазалашган панжарали антенналар (ФПА) жуда кенг қўлланилмоқда (1.14-расм).

Антенна шундай тузилганки, квадрат ёки тўғри бурчакли майдон текислигида аниқ тартибда жойлаштирилган алоҳида электромагнит тўлқин тарқатувчилар (панжаралар) тўпламлари ташкил қилинган бўлиб, ҳар бир панжара ўзидан майдон тарқатади.



1.13-расм. Оддий антенналар: а-чорак тўлқинли тебраткичли антенна;
б – параболик антенна



1.14-расм. Фазалашган панжарали антенна структура схемаси.

Панжарадаги майдон тарқатувчи тўлқин ишлаб берувчи қурилма фазаайлантирувчи (Ф) қурилма орқали электр билан таъминланади. Тўлқин ҳар бир фазаайлантирувчи орқали ўтгандан сўнг когерент электромагнит майдони (синфазали) ҳосил бўлади. Бу майдонлар қўшилиб, битта марказлашган электромагнит майдон ҳосил бўлади. Бу майдон тор йўналишли майдонга айланади.

Бундай антеннанинг муҳим хусусияти бўлиб, электрон усулда фазаайлантирувчилар ёрдамида элементар тўлқин тарқатувчилар фазаларини бир онда аниқ бир қийматга ўзгартириб, ёки электромагнит тўлқин ишлаб берувчи қурилманинг ишлаб чиқараётган тўлқин частотасини ўзгартириб марказлашган тўлқин йўналишини хоҳлаган тарафга ўзгартириш мумкин. Тўлқин тарқатувчилар жуда кўп бўлганлиги сабабли уларни компьютерлар орқали бошқарилади.

Майдон тарқатувчиларнинг сони n та бўлса, ҳар бир фазаайлантирувчи n фазага буриш мумкин. Шундай қилиб фазалашган панжара антеннаси орқали ўткир йўналтирилган диаграмма орқали узоқ масофадаги объектларга электромагнит тўлқинларни юбориш, улар тўғрисида тезкор ахборот олиш имконияти яратилади. Бундай объектлар бўлиб, самалёт, корабл, ракеталар бўлиши мумкин. Ҳозирда ФРАлардан мобил ва спутникли радиоалоқаларда интеллектуал ёки ақлли антенна (smart antennas) сифатида қўлланилмоқда. Улар турли секторларда нурнинг ҳолатини ва тарқалиш қувватини ўзгартира олади. Сметр антенналари автоматик равишда мобиль телефонлар учун кучли сигналларни ушлай олади.

Барча антенналар қайтарувчи хусусиятига эгадир. Антенналарнинг бу хусусияти шундан иборатки, улар радиотўлқинларни қабул қилиши ва тарқатиши мумкин. Иккала хусусиятда ишлаганда антенна ўзининг характеристикаларини ўзгартирмайди.

Маъруза № 5

Рақамли радиоқурилмалар антенналари

21 аср бу симсиз алоқа даври ҳисобланади. Ҳозирга келиб жуда кўп электрон қурилмалар ўзининг бажарадиган ишлари таркибига симсиз алоқани ҳам киритмоқда. бизга маълумки симсиз алоқа системасининг асосий воситаси антенна ҳисобланади.

Ҳозирда мобил алоқа системаларида асосан рақамли алоқа системалари ҳисобланади. Биринчи мобил алоқа системалари 1983 йилда яратилган Motorola DynaTAC 8000X [1] сотали телефони ҳисобланиб, унинг тузилиши 1.1-расмда кўрсатилган.



1.1-расм. Motorola DynaTAC 8000X сотали телефони

Бундай телефонларда DynaTAC 8000X гильза дипол антенналари ўрнатилган бўлиб [2], бу телефон ҳозирда мобил телефонлар ишлаб чиқаришда дизайн жиҳатдан эскирган бўлишига қарамай, унинг ишлаш тамойили локал тармоқларида кенг қўлланилиб келинмоқда 1.2-расм.



1.2-расм. Локал тармоқларида қўлланилиши

Бу қурилмада ишлатилган антенна ўлчамлари катта бўлишига қарамай энг самарали ишлайдиган антенна ҳисобланади. Антеннанинг узунлиги қурилманинг ишчи частотасида, узатиувчи тўлқин узунлигининг ярмини ҳосил қилади. 850 МГц частотада антеннанинг ўлчами 176 миллиметрни ташкил этади. Бундай DynaTAC 8000X мобил сотали телефоннинг ўлчамлари антеннаси 330 мм × 44 мм × 89 мм га тенг.

Сотали телефонларни ишлаб чиқариш технологиясининг такомиллашиб бориши натижасида мобил телефонлари ўлчамларини қисқаришига олиб келди, дипол антенналари ўрнига монопол антенналардан фойдаланила бошланди. Монопол антенналарида [3] антенна узунлиги тўлқин узунлигининг фақатгина чорак қисмини ташкил этади, бунда 850 МГц ишчи частотасида антенна узунлиги 88 миллиметрни ташкил қилади. Motorola MicroTAC 9800X сотали телефонида монопол штирли антеннадан фойдаланилган.

Монопол антенналарнинг унумдорлиги дипол антенналарига қараганда анча паст бўлишига қарамай, улар сотали алоқа воситалари оилалари учун яхши антенналар ҳисобланади. Motorola MicroTAC 9800X сотали телефонида ҳаракатланувчи антенна қўлланилган бўлиб, бундай антенна эгилувчан штирли антенна билан спиралли антенналарнинг бирикмасидан ҳосил қилингандир. Агар антенна чўзилса у носимметрик вибратор каби ишлаб, яхши унумдорликка эга бўлади. Антенна қисқартирилганда керакли унумдорликни сақлаган ҳолда ишлашни давом эттиради.

Радиоэлементлар ва унинг турлари

Замонавий радиоэлектрон аппаратуралар, принцинал-электрик схемага мос, ўзаро боғланган жуда кўп сонли радиокомпонентлардан ташкил қилинади. Радиокомпонентлар радиоэлектрон аппаратураларнинг бўлинмайдиган таркибий қисми бўлиб ҳисобланади. Улар йиғиш-монтаж қилиш орқали радиоқурилмаларга бириктирилади.

Радиокомпонентлар иккита гуруҳга, яъни пассив ва актив компонентларга бўлинади. Пассив компонентларга резисторлар, конденсаторлар, индуктивлик катушкалари, трансформаторлар, коммутацияловчи элементлар, яъни электр энергияни қайта тақсимлашга мўлжалланган компонентлар киради. Пассив радиоэлементлар электроника саноатида жуда кенг тарқалган махсулотлар бўлиб ҳисобланади. Электрик схеманинг аниқ функцияни бажарувчи ва бошқа элементлар билан боғланиш учун чиқишларга эга элементи радиоэлектрон қурилманинг детали ёки радиодетал деб аталади. Радиодеталлар радиоаппаратуралар комплеклари таркибига киради, шунинг учун уларни радиоэлектрон аппаратуралари элементлар базалари ҳисобланган комплектловчи махсулотлари деб ҳам аталади. Замонавий радиоэлектрон аппаратуралар принцинал схемаларида дискрет резисторлар 15-50% ни, конденсаторлар эса 25%ни ташкил этади. Амалий жиҳатдан барча индуктивлик катушкалари ва трансформаторлар дискрет компонентлар ҳисобланади.

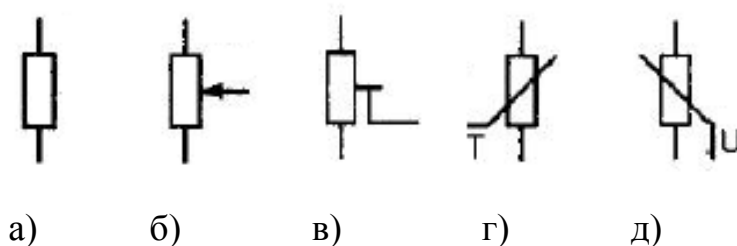
Пассив радиоэлементлар. Резисторлар – бу кучланиш ва токни чегаралаш ёки бошқариш учун мўлжалланган, электр занжир орқали оқаётган токка қаршилик кўрсатувчи элементлардир (resisto – лотинчада “қаршилик кўрсатмоқ” маъносини англатади). Резисторларда электр энергияси иссиқлик энергиясига айланади. Резисторларни электронларни тўхтатувчи элементлар деб ҳам аташ мумкин. Резистор актив ва омли қаршилик катталиги билан характерланади. Айрим ҳолларда резистор ўтказувчанлик $g=1/R$ билан характерланади ва сименсларда (См) ўлчанади.

Резисторларда ток ва кучланиш чизиқли боғланишга эга ҳисобланади, яъни $U=R \cdot I$. Резисторда P қувватнинг ёйилиши актив қувват деб аталиб, қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$P=U \cdot I; P=I^2 \cdot R; P=U^2 / R. \quad (3.1)$$

Физик жиҳатдан резисторлар электр занжирларининг компонентлари ҳисобланиб, улар юқори омли материалдан яратилган плёнка ва симдан фойдаланиб яратилади.

Резисторлар вазифасига кўра умумий, презицион, юқори частотали, юқори мегаомли, юқори вольтли ва махсус, ишлатилиш хусусиятларига кўра ҳарорат ва намликка бардошли, тебранишларга ва зарбга чидамли, юқори даражада ишончли, қаршиликнинг ўзгариш характериға кўра ўзгармас, ўзгарувчан ва созланувчан турларга бўлинади (3.1-расм).



3.1-расм. Резисторларнинг электр схемаларда шартли белгиланиши:

а) ўзгармас, б) ўзгарувчан, в) созланувчан, г) термистор, д) варистор.

Ўзгармас резисторлар схемаларда ўз қаршилигини ўзгартирмайди, ўзгарувчи ва созланувчи қаршиликли резисторлар эса махсус мосламага эга бўлиб, бу мослама уларни талаб этилган номиналдаги қаршилик ҳосил қилиш имкониятини беради.

Резисторларнинг асосий параметрлари бўлиб қуйидагилар ҳисобланади:

R_{nom} - номинал қаршилик;

P_{nom} – номинал сочилувчи қувват;

U_{cheg} – чегаравий иш кучланиши;

QHK – қаршиликнинг коэффиценти ва шовқинлар.

Резисторнинг номинал қаршилиги уларга қўйилган тамғаларда кўрсатилади. Умумий мақсадларга мўлжалланган резисторларнинг номинал

қаршиликларининг 6 қатори мавжуд: E6, E12, E24, E48, E96, E192. Бу рақамлар резисторнинг номинал қийматлари сонини кўрсатади.

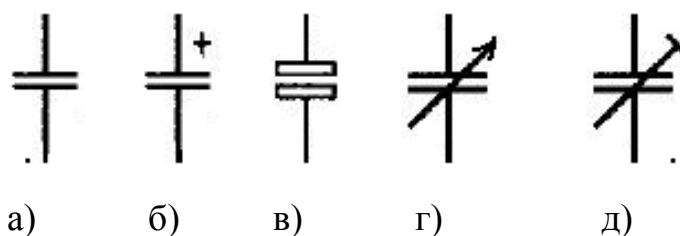
Номинал сочилувчи қувват резисторнинг ўз параметрларини белгиланган чегараларда сақлаган ҳолдаги ишлаш шароитида, узлуксиз электр юкламада узоқ вақт сочилиб турувчи максимал қувватни билдиради.

Резисторнинг чиқишидаги симларига қўйилган электр параметрларини бузмайдиган максимал йўл қўйилган кучланиш чегаравий иш кучланиши дейилади.

QHK параметри резистор қаршилигининг атроф-муҳит ҳарорати 1°C га ўзгаргандаги нисбий ўзгаришини кўрсатади.

Резисторларга ўзгармас ва ўзгарувчан кучланиш берилганда уларда шовқинлар пайдо бўлади ва улар сигналнинг ўтишига халақит беради. Радио қабул қилувчиларнинг кириш занжирларида ишлатиладиган резисторлар шовқинлари шовқинлари жуда зарарли ҳисобланади, чунки улар қабул қилинаётган сигнал билан биргаликда кучайтирилади.

Конденсаторлар. Конденсаторларнинг ишлаш тамойиллари унинг қопламларига потенциаллар фарқи берилганда уларда заряд тўпланиш хусусиятига асосланади. Конденсаторлар бажарадиган вазифаси бўйича блокировка қилувчи, ажратувчи, филтрли, термокомпенсацияловчи ва созловчи, сиғимининг ўзгариши бўйича ўзгармас, ўзгарувчи ва ярим ўзгарувчи турларга бўлинади (3.2-расм).



3.2-расм. Конденсаторларнинг электр схемаларда шартли белгиланиши
а) ўзгармас, б) кутбли, в) кутбсиз, г) ўзгарувчи, д) созловчи.

Диэлектрик материалга кўра конденсаторлар газсимон, субқ ва қаттиқ диэлектрикли турларга бўлинади. Биринчи турга ўзгарувчан ва ярим ўзгарувчан

ҳаво конденсаторлари ва газ тўлдирилган ўзгармас конденсаторлар, иккинчи турга эса, радиоаппаратураларда чекланган ҳолда ишлатилувчи мой тўлдирилган ва синтетик суюқликли конденсаторлар киради.

Конденсаторлар диэлектрикларининг материали уларнинг конструктив ва технологик кўрсаткичлари юқори бўлишлигини таъминлаши керак. Слюдали, шишали ва шиша-керамик конденсаторлар ишончсизроқ бўлиб, қоғозли ва металл-қоғозлилари пардалига қараганда паст частотали ҳисобланади, массаси электролитик ва оксид-яримўтказгичлиликка қараганда катта бўлади. Ҳозирда ишлаб чиқаришда асосан керамик пардали, электролитик ва оксид-яримўтказгичли конденсаторлар яратилмоқда.

Барча турдаги конденсаторларнинг асосий параметрлари бўлиб номинал сиғим, аниқлик синфи, сиғимнинг ҳарорат коэффиценти, номинал ишчи кучланиш, изоляция қаршилиги, частота характеристикалари, ўзгарувчан ва ярим ўзгарувчан конденсаторлар учун эса, сиғимнинг айланиш бурчагига кўра ўзгариш қонуни ва унинг диапазони ҳисобланади.

Юқори частотали конденсаторлар (керамик, слюдали, шиша-эмаль, шиша-керамика ва шиша) кичик паразит индуктивликка эга бўлиб, уларда диэлектрикдаги сарфланишлар анча кам, барқарорлиги (10^{-5} 1^0 С) ва аниқлиги ($\pm 2\%$ гача) юқори бўлиб, етарлича ҳароратга бардошликка, кичик ўлчамга ва массага эга ҳисобланади. Улар ўта юқори, юқори ва оралиқ частота генераторлари ва кучайтиргичлари схемаларида ишлатилади.

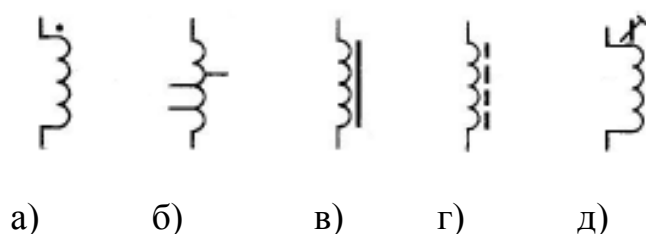
Паст частотали ўзгармас, пульсланувчи ва ўзгарувчан ток занжирларида филтрловчи, блокировка қилувчи ва ажратувчи конденсаторлар сифатида катта номинал сиғимли конденсаторлардан фойдаланилади.

Радиоқабул қилувчи ва радиоузатувчи қурилмаларда иш частотасини ўзгартириш учун тебраниш контурининг индуктивлиги ёки сиғими ўзгартирилади. Бунда ўзгарувчан ҳаво конденсаторларидан фойдаланилади. Ярим ўзгарувчан конденсаторлар радиоқурилма частотасини ишлатиш жараёнида мослаш ёки ишлаб чиқаришда созлашга мўлжалланган. Бундай

конденсаторларда сиғим қайд этилган ҳолатда ўзгармаслиги керак ҳисобланади.

Индуктивлик ғалтаклари. Радиотехник аппаратуранинг юқори частотали қисмлари ва занжирларида турлича индуктивлик ғалтакларидан фойдаланилади (3.3-расм).

Қўлланиш соҳасига қараб ғалтак ўлчамлари, уларнинг шакли, ўраш усули, сим изоляциясининг қалинлиги, каркас материали турлича бўлиши мумкин. Индуктивлик ғалтакларининг конструкцияси, унинг қайси частота диапазонида ва неча қаватли тебранма контурларда қўлланишига ғам боғлиқ бўлади. Унинг асосий элементлари бўлиб каркас, ўрам ва экран ҳисобланади.



3.3-расм.Индуктивлик ғалтакларининг электр схемаларда шартли белгиланиши: а)дроссель, б)тармоқланган дроссел, в)магнит ўзакли, г)феррит ўзакли, д) созловчи ўзакли ғалтаклар

Каркас ўрам учун асос бўлиб хизмат қилади ва ўрамнинг механик мустаҳкамлигини, чиқишлар ва ўзакнинг маҳкамлигини, ҳамда шассига қулай маҳкамланишини таъминлаши керак. Ўрамлар сифатида, ўрта ва узун тўлқин диапазонида ишлайдиган ғалтакларда линцентрат сим, қисқа тўлқинли ғалтаклар учун эса бир толали эмалланган симлардан фойдаланилади. Линцентрат – бу ипак билан изоляцияланган, эмаль билан қопланган, диаметри 0,07 – 0,2 мм бўлган катта миқдордаги мис симлардан ташкил топган ўрамдир. Баъзи алоҳида тизимлар орасидаги паразит алоқаларни ва ташқи магнит майдонлар таъсирини камайтириш мақсадида, индуктивлик ғалтаклари электр ўтказувчи экранлар билан ҳимояланади.

Радиоқабул қилгич ва радиоузатиш қурилмаларида кўпинча индуктивлиги бошқариладиган ғалтаклар қўлланилади. Чунки улар кенг диапазон поласасида тебранма контурни созловчи асосий қисм ҳисобланади.

Трансформаторлар. Трансформаторлар деб иккита ва ундан ортиқ сонли индуктив боғланган ўрамларга эга, ўзгарувчан ток ва кучланишни қийматини ўзгартиришга мўлжалланган электромагнит қурилмага айтилади. Трансформатор ферритмагнитли магнит ўтказгич (ўзак) ва унга жойлаштирилган ўрамдан ташкил қилинади. Ўзгартирилаётган кучланиш манбасига уланган ўрам бирламчи ҳисобланади, электр энергиядан фойдаланувчилари уланган ўрамларлар эса иккиламчи ҳисобланади. Мўлжалланишига қараб трансформаторлар таъминловчи, мословчи ва импульсли трансформаторларга бўлинади.

Таъминловчи трансформаторлар радиоқурилмаларнинг таъминлаш блокларида қўлланилиб, аппаратуранинг нормал ишлашлари учун керакли ўзгарувчан кучланишни олиш учун хизмат қилади. Уларни шартли равишда камқувватли (1 кВтгача чиқиш қувватли), ва қувватли (1 кВтдан юқори чиқиш қувватига эга), паствольтли (ўрамлардаги кучланиш 1000В дан ошмаган) ва юқоривольтли турларга бўлинади.

Мословчи трансформаторлар фойдали ахборотларни ташувчи электр сигналлар кучланиши (токи) сатҳини ўзгартириш учун мўлжалланади. Улар киришда, каскадлараро ва чиқишда фойдаланиладиган турларга бўлинади. Кириш трансформаторлари кучайтириш қурилмаларининг киришига сигнал манбасининг чиқиш қаршилигини мослаш учун уланади. Каскадлараро трансформаторлар олдинги каскаднинг чиқиш қаршилигини, кейинги каскад кириш қаршилигига мослаш учун ишлатилади. Чиқиш трансформаторлари эса, кучайтиргич чиқиш қаршилигини ташқи юкланиш билан мослайди. Улар кучайтиргичдан юкланишга катта қувватни узатишни таъминлаши керак.

Импульсли трансформаторлар кичик давомийликдаги импульсларни шакллантириш ва ишлаб чиқиш учун мўлжаллангандир.

Кўпгина ҳолатларда трансформаторлар ҳар бир алоҳида радиоқурилма учун ишлаб чиқилади, лекин ҳозирда унифицирлашган трансформаторлардан фойдаланилмоқда. Бундай трансформаторлардан жуда кенг фойдаланиш жуда катта техник-иқтисодий самарага эришиш, яъни ҳар бир алоҳида қурилмага трансформаторлар ишлаб чиқаришдан воз кечиб, трансформаторларни махсус ташкилотларда кўплаб ишлаб чиқариш ва уни ишлаб чиқаришни автоматлаштириш ҳисобига пухталигини ошириш ва таннарҳини пасайтириш имкониятини беради.

Трансформаторлар радиоэлектрон аппаратураларининг компонентлари ҳисобланади. Кейинги йилларда улар сезиларли равишда такомиллаштирилганлигига қарамай, уларнинг ўлчамлари нисбатан катта ҳисобланади. Шу сабабли ҳозирда замонавий РЭА ларида трансформаторлардан фойдаланишни қисқартиришга ҳаракат қилинмоқда.

Актив радиоэлементлар. Актив элементлар деб газлар, суюқликлар, қаттиқ жисмларга электрик, магнетик, ёруғлик ва бошқа кўринишдаги майдонлар таъсир этганда, юзага келувчи электрон эффектга асосланиб ишловчи электрон асбобларга айтилади. Актив радиоэлементларга электрон лампалар, диодлар, транзисторлар, микросхемалар, яъни электр сигналларни ўзгартириш, уларни қувватларини кучайтириш хусусиятига эга радиоэлементлар киради. Электрон лампалар (радиолампалар) сигналларни кучайтириш, ўзгартириш ва генерация қилишга мўлжалланган бўлиб, улар таркибидаги асосий электродлар сони билан синфланади. Иккита электродга (анод ва катод) эга радиолампалар диод деб, учта электродли лампа, яъни анод ва катоддан ташқари бошқарувчи сеткага эга радиолампа триод деб, тўртта электродли радиолампа тетрод деб, бешта электродли радиолампа пентрод деб аталади. Электрон лампаларнинг ишлаш тамойиллари электрон эмиссия ҳодисасига асосланади.

Электрон эмиссия деб жисмларнинг ўзини ўраб турган фазога электронларни сочилиши жараёнига айтилади. Жисмдан электронлар

чиқишини таъминлаш учун уларга қўшимча энергия бериш керак бўлади. Шу сабабли электрон эмиссиянинг бир қанча кўринишлари мавжуд бўлади, яъни термоэлектрон, электростатик, фотоэлектрон ва иккиламчи эмиссия.

Термоэлектрон эмиссияда қўшимча энергия жисмни қиздириш йўли билан берилади. Электростатик эмиссия жисм юзасидаги электрик майдоннинг катта кучланганлиги ҳисобига юзага келади. Фотоэлектрон эмиссияда жисм юзаси кучли ёритилади. Иккиламчи эмиссия эса, биринчи эмиссиянинг электрон оқимларининг жисм юзасига таъсири натижасида юзага келади. Биринчи электронлар жисм юзасини бомбардимон қилиши натижасида иккиламчи электронлар сочилади ва бу жараён иккиламчи эмиссия деб аталади.

Кўпгина электрон асбобларда электронлар оқимини ҳосил қилиш учун термоэлектрон эмиссиядан фойдаланилади. Бунда электрон оқимларини ҳосил қилувчи электрод катод деб аталади. Термоэлектрон катоднинг токи унинг ҳароратига боғлиқ бўлади. Термаэлектрон эмиссия токининг зичлиги (тўйиниш токи) қуйидаги тенглама билан аниқланади.

$$I_e = I_s e^{-\phi_0/\phi T} \quad (3.2)$$

Бу ерда ϕ_0 - катоддан электронлар чиқишининг солиштирма иши, $\phi T = kT/q$ – иссиқлик потенциали, k - Больцман доимийси, T – Книнг абсалют ҳарорати, q – электрон заряди, $I_s = AT^2$, $A = 120 \text{ Асм}^{-2} \text{ К}^{-2}$ – Ричардсон доимийси.

(3.2) тенглама I_e – эмиссия токи зичлиги T ҳарорат ошиб бориши билан кўпайишини кўрсатади.

Катоднинг самарадорлиги чегаравий катод токини, уни ишчи ҳароратгача қиздириш учун сарф қилинган қувватга нисбатан характерланади ва мА/Вт билан ўлчанади. Катоднинг узоқ муддат ишлаши ва унинг параметрларининг стабиллигини таъминлаш учун катоднинг чегаравий токи эмиссия токига нисбатан сезиларли кам қилиб олинади.

Катоднинг энг муҳим кўрсаткичи бўлиб, унинг эксплуатацион хусусиятини характерловчи узоқ муддат ишлаши ҳисобланади.

Катодлар тўғри ва билвосита (косвенного) чўғланишли бўлади. Тўғри чўғланишли катодларни қийин эрийдиган металллардан, яъни вольфрам ёки молибдендан тайёрланади. Билвосита чўғланишли катодлар электронлар чиқишига кам иш сарф қилинадиган метал ётқизилган иситкич ва кернадан ташкил топади. Иситилувчи катодларнинг ишчи ҳарорати тўғри чўғланадиган катодларга нисбатан сезиларли паст бўлади. Шунинг учун уларнинг самарадорлиги жуда юқори ҳисобланади. Керн юзасига ётқизиладиган металл сифатида кўпинча барийдан фойдаланилади.

Ишлаш жараёнида катод юзасининг оксидланиши юз беради, бунда солиштира иш чиқиши кўпаяди. Масалан оксидланган вольфрамдан иш чиқиши, оксидланмаган юзага қараганда икки мартаба кўпаяди.

Маъруза №7

Электрон асбоблар. Ярим ўтказгичли асбоблар

Режа:

1. Ярим ўтказгичлар ва уларнинг хусусиятлари.
2. Ярим ўтказгичли диодлар ва уларнинг вазифалари.
3. Ярим ўтказгичли диодларнинг турлари .

Ярим ўтказгич бу солиштира қаршилиги ρ металлнинг солиштира қаршилигидан ($\rho_m = 10^{-6} - 10^{-4}$ Ом см) катта, ўтказгичларнинг солиштира қаршилигидан ($\rho_m = 10^{11} - 10^{12}$ Ом см) кичкина материаллар ҳисобланади. Ярим ўтказгичларга Ge – германий, Si – кремний, ундан ташқари бир қанча аралашмалар киради. Паст ҳароратларда электронлар ковалент боғланишларни ҳосил қилади ва эркин электронлар мавжуд бўлмайди, бунда қаршилиқ жуда катта бўлади. Ҳарорат ошиб бориши билан электронларнинг бир қисми атомлардан ажралади ва эркин электронларга айланади. Бунда электронлар учун вакант жой ҳисобланган тешикчалар пайдо бўлади. Тешикчалар мусбат зарядланган заррачалар каби бўлади. Эркин заряд ташувчилар концентрацияси ошиб боради, қаршилиқ камаяди. Ярим ўтказгичларнинг хусусий ўтказувчанлиги электрон – тешикчали ҳисобланади.

Кремний кристаллида ҳар бир атом тўртта қўшниси билан боғланган. Агар унга бешта валентли электронли донор мишяк аралашмасини қўшилса, у ҳолда ҳар бир донор-атомнинг битта электрони эркин бўлиб қолади. Бунда асосий заряд ташувчиси электрон ҳисобланган n турдаги ярим ўтказгич ҳосил бўлади. Кремнийнинг тоза кристаллига уч валентли индийнинг акцептор аралашмасини қўшилганда битта боғланиш тўлдирилмаган бўлиб қолади, натижада тешикча ҳосил бўлади. Бунда асосий заряд ташувчилари тешикчалар ҳисобланган p типдаги ярим ўтказгич ҳосил бўлади.

Ярим ўтказгичли диод деб, ярим ўтказгичли кристаллда n - p ўтишни ҳосил қилган, икки соҳа чегараларига ток ўтказгичи симлардан тайёрланган электрод эритиб ёки кавшарланиб уланган асбобга айтилади. Ҳозирги пайтда жаҳон саноатида паст ва юқори қувватли ярим ўтказгичли диодлар кўплаб ишлаб чиқарилган ва улар турли соҳаларда жуда кенг фойдаланилади.

Диодлар ярим ўтказгичли материаллардан тайёрланади. Диодларнинг белгиланишида биринчи ҳарфи қайси материалдан тайёрланганлигини англатади, агар A бўлса германий асосидаги диод, B бўлса кремний асосидаги диод ҳисобланади. улар шиша, метал ва пластик корпусга жойлаштирилади.

Диодлар иккита ўтказувчанликка эга, яъни K -катод ва A -анод. барча диодларнинг энг муҳим хусусиятлари бўлиб, битта йўналишда уларнинг қаршиликлари жуда кам, унга тескари йўналишда қаршилик жуда катта бўлиши ҳисобланади.

Диодларни мультиметр ёрдамида ўлчашда, мультиметр паст Ом қийматини кўрсатади, бу қиймат диоднинг қаршилиги қиймати бўлиб ҳисобланмайди, балки диоднинг ўтишларидаги кучланиш тушишини англатади. Мультиметр орқали фақатгина диоднинг иш ҳолатини текшириш мумкин ҳисобланади. Агар бир йўналишда паст кўсаткич, бошқа йўналишда жуда юқори кўрсаткич олинса, бундай ҳолатда диод ишчи ҳолатида бўлади.

Агар диод занжирга уланганда аноддаги кучланиш катоддаги кучланишдан юқори бўлса, у ҳолда диод худди паст қийматли резистор каби ишлайди ва

ундан ток оқиб ўтади. Агар диод қарама-қарши уланган бўлса, у ҳолда у катта қаршиликка эга резистор каби ишлаб, ундан ток оқиб ўтмайди. Биринчи ҳолатда диод ўтказувчи, иккинчи ҳолатда тескари алоқали диод деб аталади. 1-расмда турли диодларнинг кўринишлари кўрсатилган. бу диодларнинг схемаларда кўрсатилиши 2-расмда кўрсатилган. Ҳозирда амалиётда қўлланиладиган махсус яратилган диодлардан фойдаланилмоқда. Уларга юқори ток диодларини, юқори тезкорликда ишлайдиган диодларни, паст кучланиш тушишида, ёруғликни сезувчи ва турли хажмдаги диодларни киритиш мумкин.

Тўғрилагич диодлар ярим ўтказгичли диодлар ичида энг кўп тарқалган ярим ўтказгичли диод ҳисобланади (2,а-расм). Улар ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантириш учун қўлланилади. Тўғрилагич диодлар учун характерли бўлиб, катта токни ўтказиш имкониятига эга бўлган, ўтказувчанлик ҳолатидаги унчалик катта бўлмаган қаршилик ҳисобланади.

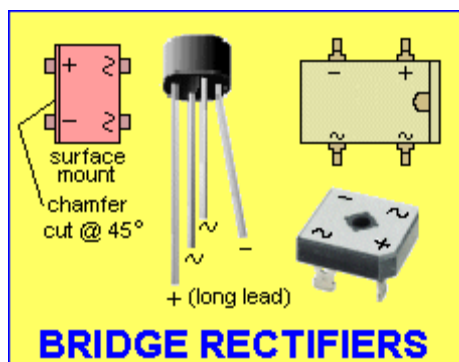


1-расм. Турли диодларнинг кўринишлари

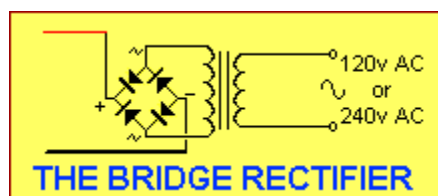
K(cathode)  A(anode) k <i>a.</i>	 <i>b.</i>	 <i>c.</i>	 <i>d.</i>	 <i>e.</i>
 <i>f.</i>	 <i>g.</i>	 <i>h.</i>	 <i>i.</i>	 <i>j.</i>

2-расм. Диодларнинг схематик белгиланиши

Тўртта диодни улаш орқали диод кўпригини ҳосил қилиш мумкин. Бундай қурилма кўприкли тўғрилагич деб аталади. 3-расмда кўприк тўғрилагичларининг 4 хил кўриниши кўрсатилган. Юза монтажлар учун мўлжалланган қурилма бир томонидан 45° қия қилиб жойлаштирилади. Бу диодлар схемага 4-расмда кўрсатилган тартибда уланади.



3-расм. Кўприк тўғрилагичларининг кўриниши



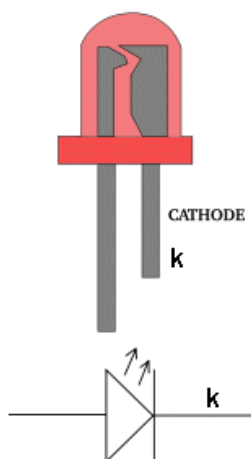
4-расм. Кўприк тўғрилагичининг схемага уланиши.

Юқори частоталаи диодлар юз мегагерцгача бўлган частоталарда сигналларни нозизиқли электрик ўзгартириш учун мўлжаллангандир. Улардан юқори частота сигналлар детекторларида, частота ўзгартиргичларда,

модуляторларда ва бошқаларда фойдаланилади. Бу диодларнинг асосий хусусиятлари бўлиб, барьерли сиғимларининг унчалик катта эмаслиги ҳисобланади, бунга р-п ўтиш майдонини камайтириш йўли билан эришилади.

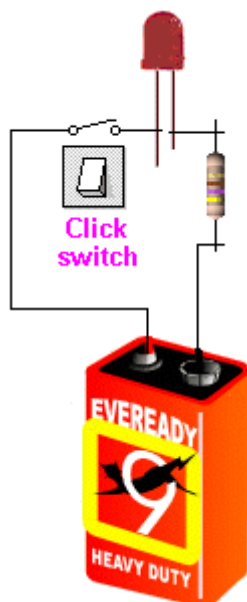
Импульсли диодлар тезкор импульсли системаларда ишлашга мўлжаллангандир. Уларнинг асосий хусусиятлари бўлиб, юқори частотали диодлар каби р-п ўтиш майдонини камлиги ва турғун бўлмаган заряд ташувчиларининг ҳосил бўлиш вақтининг унчалик катта эмаслиги ҳисобланади. Импульсли диодларнинг асосий параметри бўлиб, $\tau_{\text{тик}}$ - тескари қаршилиқнинг тикланиш вақти ҳисобланади. Бу параметр юқори тезкорликдаги диодларда бир неча наносекундни ташкил этади. Тезкор импульсли схемаларда асосан ўтиш майдони диаметри 20-30 мкм, барьер сиғими 1 пФ дан ошмайдиган Шотки диодлари қўлланилади. Шотки диодларининг асосий хусусиятлари бўлиб ярим ўтказгичда асосий бўлмаган заряд ташувчиларининг инъекцияси йўқлиги ҳисобланади. Ўтиш жараёни давомийлигига таъсир кўрсатувчи асосий фактор бўлиб, барьер сиғимининг қайта зарядланиши ҳисобланади. Шотки диодлари 15 ГГц гача бўлган частоталарда ишлайди, уларнинг уланиш вақти 0,1 нс ни ташкил этади.

Светодиодлар (ёруғлик тарқатувчи диодлар) ёруғлик тарқатувчи кристаллардан яратилган бўлиб, ундан ток ўтганда ёруғлик тарқалади (5-расм). Кристалл материалнинг рангига қараб, қизил, сариқ, яшил, кўк ёки бошқа рангли ёруғлик тарқалади. Светодиодларнинг энг муҳим хусусиятларидан бири бўлиб, унга кучланиш берилганда ўзига хос кучланишнинг ҳосил бўлиши ҳисобланади. Уни ўзгатириш билан ёруғлик ўзгармайди. Масалан, қизил рангли светодиод учун бу кучланиш 1.7V ни ташкил қилади, агар уни оширилса, диод ишдан чиқади.



5-расм. Светодиод

Светодиодни схемага улаш 6-расмда кўрсатилган.



6-расм. Светодиоднинг уланиш схемаси.

Стабилитронлар (2,с ва 2,d-расм) кучланишни стабиллаш учун мўлжаллангандир. Улар шиддатли тўлқин режимида ишлайди. Ярим ўтказгичли диоднинг тескарига қараб силжишида р-п ўтишда шиддатли электрик оқим юзага келади. Бунда диод орқали токнинг кенг диапазонда ўзгаришида, унда кучланиш жуда кам ўзгаради, яъни унинг ўзгариши сезилмайди. Фотодиод деб - диоддаги тескари токнинг қиймати кристалл юзасига тушаётган ёруғлик оқимига тўғри пропорционал бўлган ярим ўтказгич асбобга айтилади (2,e-расм). Фотодиод қуйидаги хусусиятларга эга: сезгирлиги

жуда юқори, массаси ва ҳажми жуда кичик, иш вақти жуда катта ва кичик манбаларда ишлайди. Фотодиод шундай қурилганки, унинг р-п ўтишига ёруғлик тушиши билан қўшимча заряд ташувчилар пайдо бўлади, яъни асосий заряд ташувчи р соҳада электронлар, асосий заряд ташувчи п соҳада коваклар концентрацияси ошади ва натижада фотодиоддан I_f -тескари ток оқади. Фотодиод иккита ҳолатда, яъни ташқаридан манба уланган (фотоўзгартиргич) ҳолатида ва ташқаридан манба уланмаган ҳолатда (фотогенератор) ишлайди.

Фотоўзгартиргич режимида диодга тескари кучланиш тушади. Бу режимда ток ва кучланиш, юкланиш линияси вольт-ампер характеристикаларидан биттасининг кесишмаси бўйича аниқланади. Ёруғлик оқими ўзгариши билан занжирдаги ток ва диоддаги кучланиш ҳам ўзгаради.

Фотогенератор режимида занжирда ташқи кучланиш манбаси бўлмайди. бундай фотогенераторларни ярим ўтказгичли фотоэлементлар деб аталади. Улардан ёруғлик энергиясини тўғридан-тўғри электрик энергияга ўзгартиришда фойдаланилади.

Ёруғлик нурлантирувчи диодларда электрик энергияни ёруғлик тарқатувчи энергияга бевосита ўзгартириш амалга оширилади. Улардан қурилмалардаги рақамли – ҳарфли индикаторларни яратишда фойдаланилади. Фотодиодлар битта йўналишда катта қаршиликка, қарама-қарши томонда паст қаршиликка эга бўлади. Фотодиод ва светодиодлар оптопараларнинг асосий эдементлари бўлиб ҳисобланади.

Оптопаралар деб нурлантириш манбаси ва қабул қилувчиси конструктив жиҳатдан бирлаштирилган ва ўзаро оптик алоқага эга бўлган қурилмага айтилади. Оптопарада ёруғлик нурлантирувчи диод электрик сигнални ёруғлик сигнаliga айлантириб беради, бу сигнал оптик муҳит орқали фотоқабул қилгичга узатилади, у ерда яна электрик сигналга айлантирилади. Сигнални бундай ўзгартирилиши сигнал манбаси билан юкланиш орасидаги электрик алоқадан воз кечиш имкониятини яратади. Фотоқабул қилгичлар сифатида

фотодиодлардан ташқари яна фототранзисторлардан, фототристорлардан ва фоторезисторлардан ҳам фойдаланиш мумкин.

Тунелли диод деб - p-n тўсиқ соҳасида тунел ҳодисаси содир бўлишига мосланиб ишлайдиган асбобга айтилади (2,f ва 2,g-расмлар).

Шоттки диодлари (2,h-расм) юқори частота схемаларида ва схемаларда, тўғри улашда қаерда кичик кучланиш тушиши керак бўлганда ишлатилади .

Зинер диодлар (2,i-расм) асосан стабистор (тескари йўналтирилган) ҳисобланади. улар турли қурилмаларда кучланишни ҳимоялаш ва бошқариш учун ишлатилади. Ундаги кучланиш ўрнатилган кучланишдан катта бўлса, у токни ўтказди.

Варикаплар (2,j-расм) бу p-n ўтишда барьерли сиғим фойдаланилган ярим ўтказгичли диод ҳисобланади. Варикаплардан электр сиғимини бошқарувчи элемент сифатида фойдаланилади. Бу сиғим диодга берилган тескари кучланишга боғлиқ ҳисобланиб, унинг катталашиши билан у камаяди.

Варикаплар ўзгарувчан конденсаторлар ўрнига юқори частота занжирларида фойдаланилади. Унда кучланиш ўзгарганда, унинг катод ва анод орасидаги сиғими ўзгаради. Варикаплар радиоқабул қилгичларда, қабулқилгич-узатгичларда ва генераторларда қўлланилади.

Европа стандарти бўйича диодлар иккита ёки учта ҳарф ва рақамлар билан белгиланади. Биринчи ҳарф диод қандай материалдан ишлаб чиқилганлигини билдиради, масалан, А-германий, В- кремний, агар Z бўлса стабилитрон ҳисобланади. Иккинчи ва учинчи ҳарфлар диоднинг тури ва қўлланилишини кўрсатади, масалан, А-паст қувватли диод, яъни AA111, AA113, AA121 ва ҳ. улардан детекторларда, радиоқабул қилувчиларда фойдаланилади; BA124, BA125 – варикаплар ҳисобланиб улардан қабул қилувчи қурилмаларда фойдаланилади. BB104, BB105 - битта корпусда иккита сиғимли диод ҳисобланади. Y – бошқарувчи диодларнинг белгиланиши бўлиб, BY240, BY243, BY244 – пластикли корпусдаги бошқарувчи диодлар ҳисобланиб, максимал 0.8A. токда ишлайди. Агар BYY44 кўринишда белгиланган бўлса,

юқори токда ишлайдиган диод ҳисобланади. ZY10, ZY30 каби белгиланишлар юқори токда ишлайдиган стабилитронларни англатади. У

ндан ташқари Z, G, PD белгиланишлар стабилитронлар учун чекланишлар ҳисобланади, масалан, ZF12 (5% допусқа), ZG18 (10% допусқа), ZPD9.1 (5% допусқа).

Америка белгиланиши бўйича диодлар 1N ёрдамида белгилаш бошланади, масалан, 1N4001 (бошқарувчи диод), 1N4449 (переключение диод) и т.п.

Япония стили бўйича белгиланиш худди Американинг белгиланишига ўхшаш бўлади, лекин N ўрнига S ҳарфидан фойдаланилади.

1.V. Gureich. Electronic Devices on Discrete Components. CRC Press, -New York, 2014.

2. Filipovic D. Miomir. Components of electronic devices

Маъруза №8

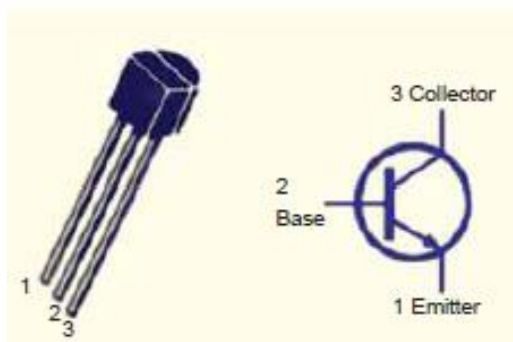
Транзисторлар ва уларнинг турлари

Агар диод кристаллининг иккита p-n ўтишига учинчи алоҳида элемент қўшиш орқали транзистор деб аталувчи қурилма шакллантирилади. Транзисторлар электрон қурилмаларнинг янги элементлари ҳисобланиб, улар вакуумли трубкалардан фарқли заиф сигналларни сифатли кучайтиришга мўлжаллангандир [1].

Транзисторлар иккита электрон - ковак ўтказувчанликка эга бўлган электр ўзгарувчи ярим ўтказгичли асбоб бўлиб, электрон схемаларда электр сигналларини кучайтириш учун, ҳар хил частотали электр сигналларни ҳосил қилиш, уларни бир шаклдан иккинчи шаклга айлантириш учун ишлатилади [3].

Транзистор 1948 йилда АҚШнинг “Bell Telephone Laboratories”да Дж. Бардин ва В.Н. Браттейн томонидан ихтиро қилинган транзистор кўпгина электрон қурилмаларнинг асосий элементи бўлиб ҳисобланмоқда. Ихтиро

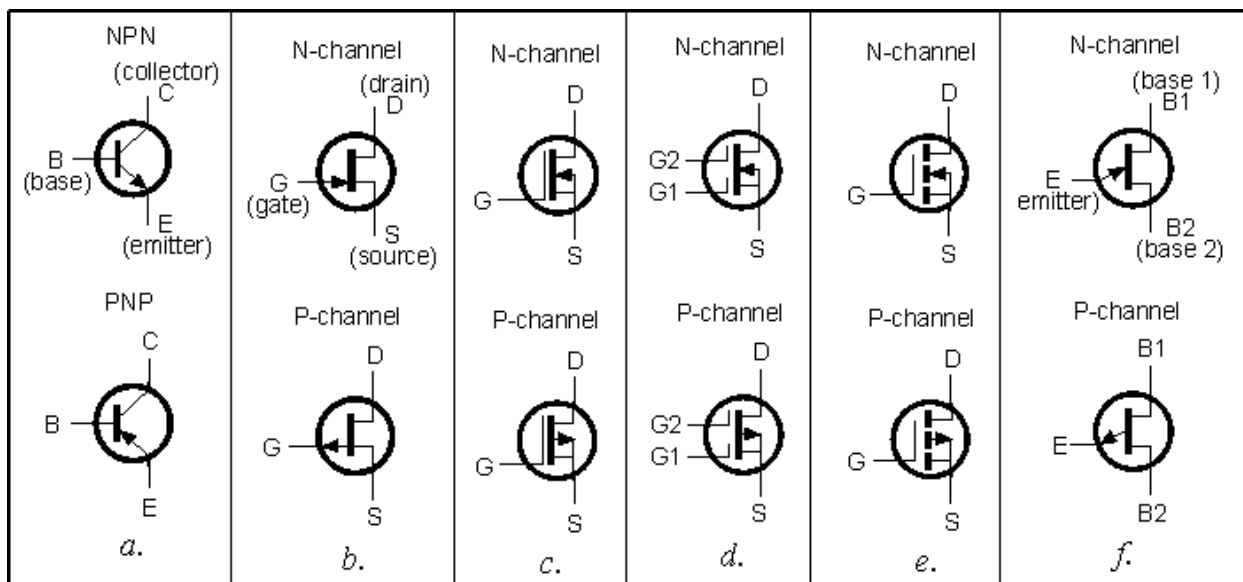
қилинганилигига 58 йил бўлишига қарамасдан транзисторлар жуда тезликда вакуумли лампалар ўрнини эгаллаб бўлди. Бу қурилмани транзистор деб аталишига асосий сабаб, қурилма иккита $p-n$ ўтишга эгадир, унинг битта қисми тўғри, бошқаси тескари йўналишда боғланган. Тўғри йўналишли қисм паст қаршиликка, тескари йўналишли қисм эса катта қаршиликка эга ҳисобланади. Заиф сигнал кичик қаршиликка эга занжирга киритилади, чиқиш сигнали эса, катта қаршиликка эга занжирдан олинади. Шундай қилиб, транзистор кичик қаршилликка эга сигнални катта қаршиликка томон узатади. “Транс” сўзининг маъноси сигнални узатиувчи маъносини, “истор” сўзининг маъноси эса қаттиқ элемент маъносини англатади. Транзисторлардаги учта блокдан база, эмиттер ва коллектордан ташкил этилади (8.1-расм). Бир томонлама заряд ташувчи (электронлар ёки коваклар) бўлим эмиттер ҳисобланади. Унга қарши томондаги заряд йиғувчи коллектор деб аталади ва ҳар доим тескари йўналишда ҳаракатланади. Қурилманинг ўрта қисми, эмиттер ва коллектор орасидаги иккита $p-n$ ўтишни ташкил этиб, база деб аталади. База-эмиттер тўғри йўналишга эга бўлиб эмиттерда кичик қаршиликка эга занжирни ҳосил этади. Баз-коллектор эса тескари йўналишли бўлиб, катта қаршиликка эга занжир ҳисобланади[1].



8.1-расм. Транзисторнинг белгиланиши

Транзисторлар актив элементлар ҳисобланиб, коммутацион қурилмаларда кучайтиргич сифатида ишлатилади. Кучайтиргичлар сифатида улардан юқори ва паст частотали генераторлар, модуляторлар, детекторлар ва бирор функцияни бажарувчи ҳоҳлаган контурларда фойдаланилади.

Дунё бўйича жуда кўп ярим ўтказгичлар оиласини, яъни уларнинг минглаб турларини ишлаб чиқарувчилар мавжуддир. Бу оилага транзисторлар ҳам киради. Бир қанча транзисторлар 8.2-расмда кўрсатилгандир [2].



8.2-расм. Транзисторларнинг турлари: а-биполяри, в-майдонли, с-майдонли, d-иккита киришли МОП транзистор, е- MOSFET индуктив каналли транзистор, f- битта боғловчи транзистор.

Ҳозирги вақтда транзисторларнинг ҳар хил турлари мавжуд. Улар қувватига қараб, ишчи частотасига қараб ажралиб туради.

Қувват бўйича улар уч гуруҳга бўлинади:

1. транзисторлар – 0.3 Вт гача:
2. Ўрта қувватли транзисторлар – 0.3 дан то 1.5 Вт гача:
3. Қувватли транзисторлар – 1.5 Вт дан юқори.

Ишчи частотаси бўйича: Кам қувватли

1. Паст частотада ишловчи транзисторлар – (3 МГц гача)
2. Ўрта частотада ишловчи транзисторлар – (3 МГц дан то 30 МГц гача)
3. Юқори частотада ишловчи транзисторларга (300 МГц дан юқори) бўлинади [2].

Транзисторлар электрон – ковак ўтказувчанликка қараб, бир ва икки, кам ва кўп ўтказувчанликка эга бўлган транзисторларга бўлинади.

Технологик ишлаб чиқариш жараёни бўйича қуйма транзисторлар, диффузион транзисторлар, кристалларни ўстириш орқали ҳосил қилинадиган транзисторларга бўлинади.

Токни ҳосил қилувчи зарядларга қараб улар p-n-p типли (асосий заряд ташувчилар коваклар) ва n-p-n типли (асосий заряд ташувчилар электронлар) транзисторларга бўлинади (8.3-расм).



8.3-расм: а) n-p-n типли транзисторлар, б) p-n-p типли транзисторлар

n-p-n типли транзисторлар, бир-биридан юпқа p типдаги ярим ўтказгич билан бўлинган, иккита n типдаги ярим ўтказгичдан ташкил топади (8.3,а-расм). p-n-p транзисторлар n типдаги ярим ўтказгич билан бўлинган, иккита p секциядан ташкил топгандир (8.3,б-расм).

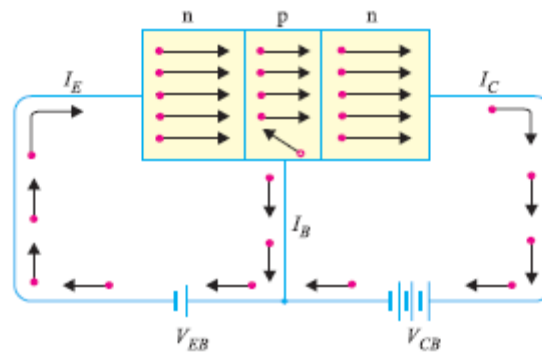
Транзисторнинг коллектор занжирига — $E_{кб}$ манба тескари уланади. Майдон кучланганлиги коллектор ўтказувчанлигида кучаяди, натижада асосий бўлмаган заряд ташувчиларининг ҳаракати натижасида кичик тескари ток базадан коллекторга қараб оқади. Бу токни иссиқлик токи дейилади, чунки бу ток иссиқликка боғлиқ бўлади ва $I_{к0}$ билан белгиланади.

Американские производителей маркирует транзисторы следующим образом: 2N-префикс с последующим числом (например 2N3055) Это обозначение пахож на маркировке диодов, которое имеют 1N префмкс (например, 1N4004)

Японнские биполярные транзисторы начинаются 2SA, 2SB, 2SC или 2SD и FET-s с 3S.

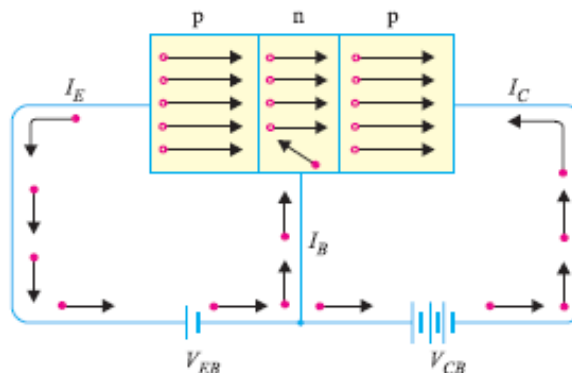
для изготовления их конструкции чаще всего используется материал кремния (их маркирует буквой В) или германий (их маркирует буквой А). В начале транзисторы изготавливались из германия, но они были очень чувствительными к температуре. Кремниевые транзисторы гораздо более устойчивые к температуре и гораздо дешевле в производстве.

Транзисторнинг ишлаш режими. Транзисторнинг ишлаш режимини n-p-n типли транзисторларнинг ишлаши орқали кўриб чиқамиз (8.4-расм).



8.4-расм. n-p-n типли транзисторларнинг ишлаш тамойили

Бундай типдаги транзисторларда эмиттердаги n-типидаги электронлар p-типи базага қараб ҳаракатланади ва I_e токини юзага келтиради. Бу электронларнинг 5% дан камроғи p-типидаги базада коваклар билан бирикиб I_b токини юзага келтиради. Қолган 95% дан ортиқ электронлар коллекторга ўтиб I_k токини ҳосил қилади. Шундай қилиб ҳамма эмиттер токи коллектор занжиридан оқиб ўтади ва умумий ток коллектор ва база тоқларининг йиғиндисидан иборат бўлади, яъни $I_e = I_b + I_k$.



8.5-расм. p-n-p типли транзисторларнинг ишлаш тамойили

8.5-расмда p-n-p типли транзисторларнинг ишлаш тамойили кўрсатилган. Агарда кириш занжирига, яъни эмиттер ва база оралиғида $+E_{эб}$ манбаи тўғри уланса, майдон кучланганлиги эмиттер ўтказувчанлигида пасаяди ва натижада зарядларнинг ҳаракати тезлашади. Коваклар эмиттер қатламидан база қатламига (асосий заряд ташувчилар), электронлар база қатламидан эмиттер қатламига (асосий бўлмаган заряд ташувчилар) ўтадилар ва коваклар $I_{эп}$ токни,

электронлар $I_{\text{эп}}$ токни ҳосил қиладилар. Натижада эмиттер занжирида тўғри ток ҳосил бўлади, бу токни эмиттер токи дейилади:

$$I_{\text{э}} = I_{\text{эр}} + I_{\text{эп}} \quad (3.1).$$

Бунда $I_{\text{эр}} \gg I_{\text{эп}}$, чунки эмиттердаги асосий заряд ташувчиларнинг концентрацияси базадагиларга нисбатан куюқдир. Эмиттердан базага ўтган зарядлар диффузия натижасида коллектор майдони таъсирида тортиладилар ва коллектор қатламига ўтадилар, натижада коллектор қатламида асосий заряд ташувчиларнинг концентрацияси кўпаяди ва занжирнинг коллекторига ёпишган чегарасига етиб бориб, занжирдан келаётган ($-E_{\text{бк}}$) электронлар орқали нейтралланади ва коллектор қатламида зарядларнинг қайта тикланиши содир бўлади, натижада электр мувозанати ҳосил бўлади.

Эмиттер қатламидан асосий заряд ташувчиларнинг базага ўтиши натижасида эмиттер қатламида каваклар камаяди. Бу эса кириш занжирининг манбаи $E_{\text{бэ}}$ орқали бўлади ва эмиттер қатламида ҳам мувозанат ҳолати тикланади.

Кўпчилик транзистоларда ток бўйича узатиш коэффиценти $a = 0,92 \div 0,997$, эмиттер токи эса

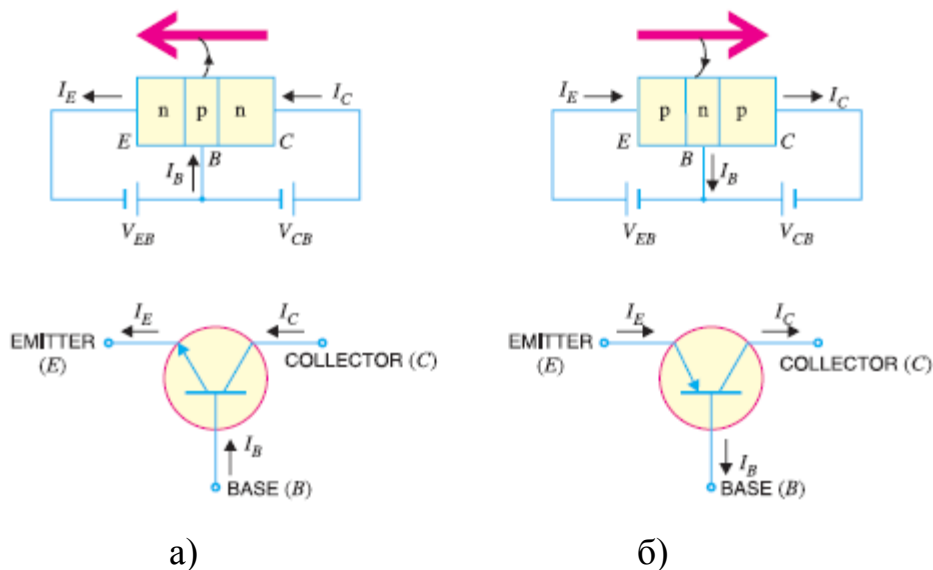
$$I_{\text{э}} = I_{\text{эр}} + I_{\text{эп}} \quad (3.2)$$

$$I_{\text{к}} = I_{\text{кр}} + I_{\text{ко}} \quad (3.3)$$

$$I_{\text{б}} = I_{\text{эп}} + I_{\text{бр}} - I_{\text{ко}} \quad (3.4)$$

Кириш занжиридаги $E_{\text{б}}$ манба электр майдони орқали электронлар эмиттерга ўтиб $I_{\text{б}}$ токини ҳосил қиладилар, каваклар эса эмиттер токининг $I_{\text{эр}}$ кавак ўтказувчанлиги ҳосил қилган қисмини ташкил қилади. Кавакларнинг қолган қисми эса n-p ўтказувчанликдан коллекторга ўтиб коллектор токини $I_{\text{к}}$ ни ҳосил қилади. Шундай қилиб, эмиттердан базага ва базадан эмиттерга ўтган асосий заряд ташувчиларнинг маълум қисми база қатламида қолгани ва база токини ҳосил қилишда иштирок этгани учун коллектор токи $I_{\text{к}}$ эмиттер токидан бир озгина кичикроқ бўлади.

п-р-п типли ва р-п-р транзисторларнинг схемотехник тасвирланиши 8.6-расмда тасвирланган.

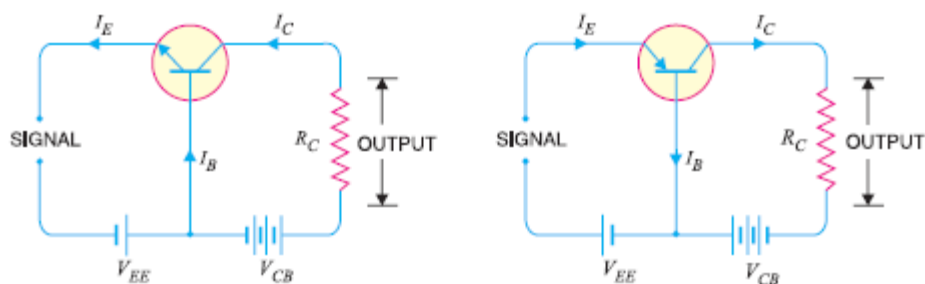


8.6-расм. п-р-п типли ва р-п-р транзисторларнинг схемотехник тасвирланиши

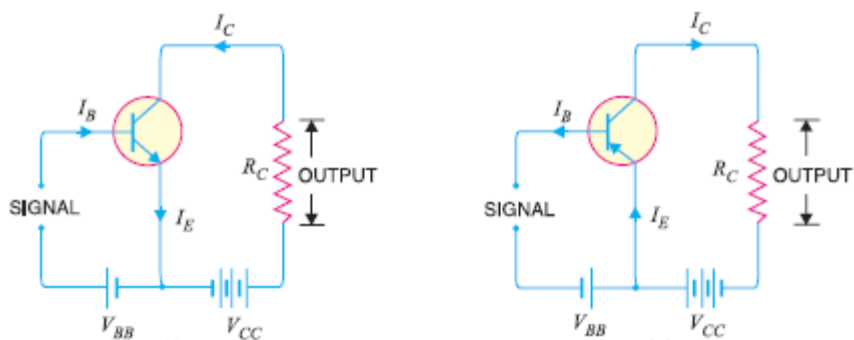
Расмда стрелка орқали электр токининг йўналиши кўрсатилган, п-р-п типли транзисторларда ток эмиттер орқали оқади, р-п-р транзисторларида эса, оддий ток эмиттерга кириб, 8.6,б-расмда кўрсатилган тартибда оқади.

Транзистор электродларнинг қайси бири бошқалари учун умумий бўлишига қараб учта уланиш схемасига эга.

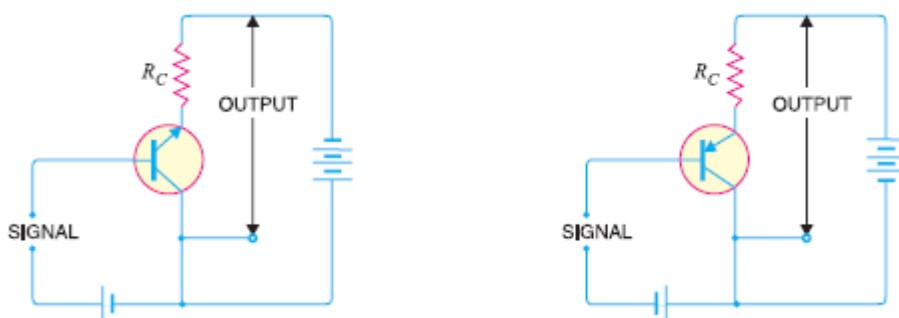
Умумий эмиттер уланиш схемаси (УЭ), умумий коллектор уланиш схемаси (УК) ва умумий база уланиш схемаси (УБ).



8.7-расм. Умумий база уланиши: а)п-р-п транзистор занжири учун,б) р-п-р транзистори учун



8.8-расм. Умумий эмиттер уланиши: а) n-p-n транзистор занжири учун, б) p-n-p транзистори учун



8.9-расм. Умумий коллектор уланиши: а) n-p-n транзистор занжири учун, б) p-n-p транзистори учун

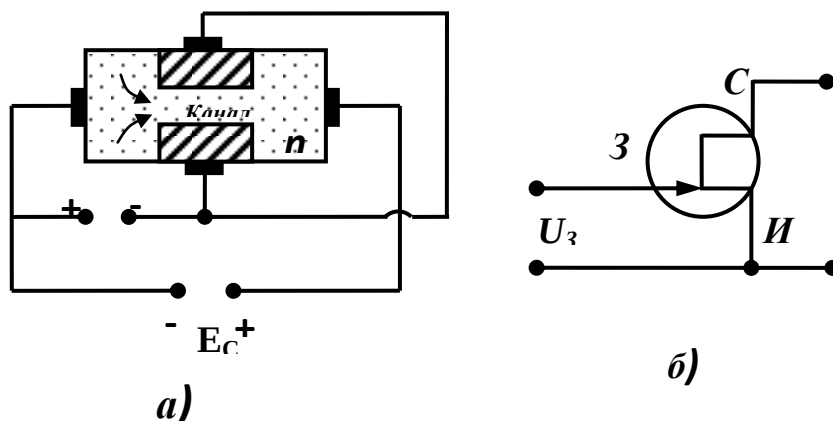
Яратилиш технологияси бўйича иккита турдаги асосий транзисторлар мавжуддир: биполяр ва майдонли транзисторлар.

Биполяр транзисторлар жуда кўп тарқалган транзисторлар ҳисобланиб, уларнинг базасига унчалик катта бўлмаган ток берилади, ўз навбатида транзистор коллектор ва эмиттер орасидаги ток миқдорини бошқаради.

Майдонли транзисторлар ҳам учта чиқишга эга бўлиб, улар затвор (база ўрнида), сток (коллектор ўрнида), исток (эмиттер ўрнида) деб аталади. Бундай транзисторларда затворга ток эмас кучланиш берилиб, сток ва исток орасидаги ток бошқарилади. Майдонли транзисторлар турлича қутбланишга эгадир. Улар N-каналли (n-p-n биполяр транзисторнинг аналоги), P-каналли (p-n-p биполяр транзистор аналоги) турларга бўлинади.

Майдонли транзисторларда ишчи ток бир хил ишорали заряд ташувчилар орқали юзага келади. Бундай транзисторлар ясалиши жиҳатидан икки хил

бўлади: p-n ўтишли бошқарувчи майдонли транзисторлар ва затвори изоляция қилинган транзисторлар (МДЯ ёки МОЯ транзисторлар). МДЯ-металл, диэлектрик ва ярим ўтказгич маъносини билдиради, МОЯ –металл, оксид, ярим ўтказгич маъносини билдиради.



8.10-расм. Майдонли транзистор: а) майдон транзисторининг тузилиши ва электр схемага уланиши, б) майдон транзисторларининг радиосхемада белгиланиши.

Одатда исток корпусга (ерга) уланади. Затворга истокка нисбатан мусбат кучланиш берилади. Стокка ҳам истокка нисбатан кучланиш берилади. Бу кучланиш канал (ярим ўтказгич)турига қараб мусбат ёки манфий бўлиши мумкин. Масалан, р-типтаги каналли транзисторда стокка манфий кучланиш берилади. Затворга эса затвор канал ўтишини беркитадиган кучланиш берилади. Майдон транзисторида чиқиш токи исток сток кучланишига боғлиқ бўлади. Шунингдек сток токи затвор кучланишига ҳам боғлиқ бўлади. Бу кучланиш таъсирида каналнинг кесим юзаси ўзгаради. Каналнинг кесим юзаси камайса унинг қаршилиги ошади. Сток-исток кучланиши каналдаги қатламнинг конфигуриясини ўзгартиради. Майдонли транзисторларда ишчи ток бир хил ишорали заряд ташувчилар орқали юзага келади. Шунинг учун улар униполяр транзисторлар деб ҳам номланади.

Майдон транзисторлари радиотехникада электр сигналларини генерациялаш ва уни кучайтиришда кенг қўлланилмоқда. Замонавий ишлаб чиқарилаётган транзисторлар асосан ясси транзисторлардир.

Майдон транзисторлари уч гуруҳга бўлинади, яъни биринчи гуруҳ транзисторлар частотаси 3 мгц сигналларда ишлайди, иккинчи гуруҳ транзисторлар частотаси 30 мгц сигналларда ишлайди ва учинчи гуруҳ транзисторлари частотаси 120 мгц сигналларда ишлайди. Майдон транзисторлари ҳам биполяр транзисторлар каби уч хил усулда электр занжирига улаш мумкин.

Ҳозирги замонда транзисторларни янги-янги бенуқсон ишлайдиган, ҳажми ўта кичик, қуввати катта, иссиқликка чидамли ва вольт-ампер тавсифи белгиланган талабларга тўлиқ жавоб берадиган қилиб яратилмоқда. Транзисторларни вакуум лампаларга нисбатан анча афзалликларга эга бўлиб, вакуум ҳосил қилиш, чўғланган катод муҳитини яратиш зарурияти йўқлиги бу электрон асбобларнинг ўлчамларини, оғирликларини кескин камайтиришга, механик мустаҳкамликга эришишга, ишлаш вақтини анча оширишга имкон яратади, улар арзон туради ва фойдаланиш учун анча қулайликлар яратади.

Майдон транзисторлари радиотехника, энергетика, автоматика, телемеханика ва электрон ҳисоблаш техникасининг баъзи соҳаларида майдон транзисторлари электрон вакуумли асбобларни ишлаб чиқаришдан сиқиб чиқарилмоқда.

Маъруза №9

Стабилитронлар. Параметрик ва компенсацион стабилизатор

Режа

- 1.Ярим ўтказгичли диодларнинг турлари**
- 2. Стабилитронлар**
- 3. Параметрик ва компенсацион стабилизаторлар.**
- 4. Стабилитрон интеграл микросхемалар.**

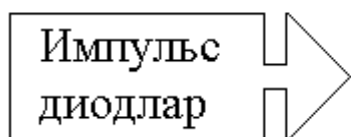
Ярим ўтказгичли диодларнинг турлари

Махсус ярим ўтказгичли диодларга p-n ўтишнинг алоҳида хусусиятидан фойдаланиб яратилган асбоблар киради. Ярим ўтказгичли диодлар қандай мақсадларда фойдаланишига қараб тўртта асосий гуруҳга бўлинади.



а) Тўғрилагич диодлар. Бу диодлар ёрдамида ўзгарувчан қийматли токни ўзгармас (яъни бир кутбли импульс берувчи) токка айлантирилади ва импульсли диодлар деб юритилади.

Импульс диодлар 3 га бўлинади.



1. Паст частотали ; $5,0 \div 50$ кгцгача
2. Юқори частотали; $50 \div 150$ кгцгача
3. Ута юқори частотали; 150 Мгц юқори

Паст частотали диодлар ясси диодлар бўлиб, германий ва кремний монокристалларида, поликристалли сим, титан ва мис оксидидан тайёрланади. Бу тўғриловчи диодлар токни қийматига қараб ўз навбатида кичик, ўрта ва юқори қувватли диодларга бўлинади.

1. $I_{\text{туг}} < 300$ Ма-кичик-қувватли;
2. $I_{\text{туг}} < 300$ Ма < 10 а-ўрта қувватли;
3. $I_{\text{туг}} > 10$ а-катта қувватли;

✓ Юқори частотали тўғрилагич диодлар частотаси $f=150$ Мгц бўлган сигналларни детекторлаш ва тўғрилашда фойдаланилади. Бу турдаги диодлар

германий элементида тайёрланади ва нуқтавий диод деб юритилади, сиғим кичик бўлгани учун улардан юқори частотали сигналларни тўғрилашда ишлатилади. Ўзаро кантаклашиш жойи нуқтавий бўлганлиги учун қувват 1,5-3,0 Вт бўлади. Ток қиймати сал ошса кристалл нуқтаси қизиб кетиб диод ишдан чиқади. Компьюторларда асосан импульс диодлар ишлатилади. Уларнинг асосий вазифаси ток йўналишини бир лаҳзада (микросекунд, наносекунд) ўзгаришини таъминлайди.

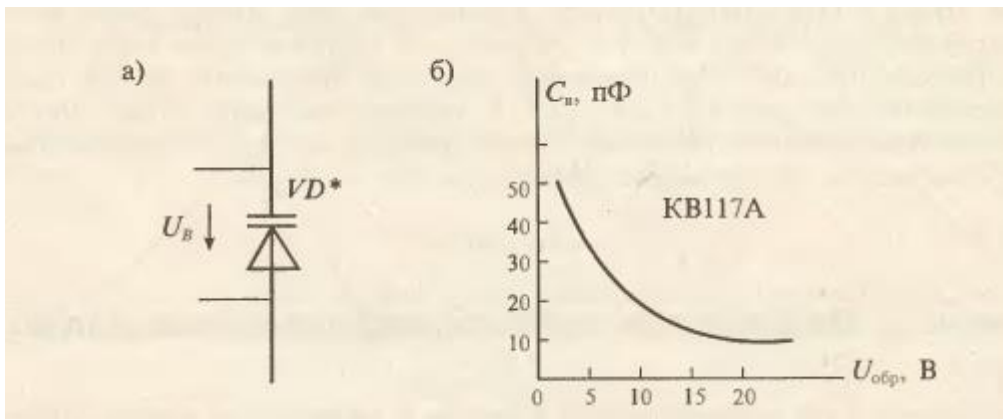
в) Электрик параметрларини ўзгартирувчи диодлар. Бу турдаги диодлар P-N ўтиш ва ярим ўтказгич металл контактининг чизиқли бўлмаган вольт-ампер тавсифига эга бўлишига асосланган. Параметрларни ўзгартирувчи диодлар қандай мақсадларга қўлланилишига қараб, частотани силжитувчи, кўпайтирувчи ва модуляцияловчи диодларга ажралади.

- Частотани силжитувчи диодлар бир-бирига яқин частотали сигналларни аралаштириб ва талаб этилган частотани олиш учун ишлатилади.

- Кўпайтирувчи диодлар эса берилган сигналларни ҳар хил сигналларга айлантиради.

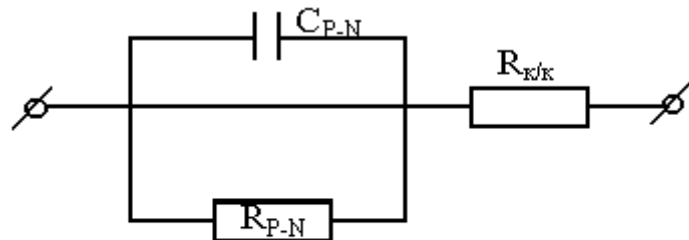
- Модуляцияловчи диодлар ёрдамида кириб келаётган сигналларни амплитуда қиймати ўзгариши учун ишлатилади.

д) Варикаплар. Варикап бу p-n ўтишда барьерли сиғим фойдаланилган ярим ўтказгичли диод ҳисобланади. Бундан келиб иқадик P-N ўтишга мослашган ҳар қандай ярим ўтказгичли диодни электр сиғимини бошқариш мумкин. Бу сиғим диодга берилган тесқари кучланишга боғлиқ ҳисобланиб, унинг катталашиши билан у камайди. Варикапни схематик кўриниши 19.1 а-расмда, унинг вольт-фарада характеристикаси 15.1 б-расмда кўрсатилган.



15.1-расм. а) варикапнинг схематик тасвири, б) варикап сиғимининг тескари кучланишга боғлиқлиги

Қўйидаги 15.2-расмда варикапнинг чизмаси келтирилгандир.



15.2-расм. Варикапнинг схемаси

(1) Варикапнинг асосий параметрларидан бири, унинг ишончлилигидир.

Паст частоталарда ишлайдиган варикаплар кўпроқ "кремний" элементидан тайёрланади.

Юқори частоталарда ишлайдиган варикаплар кўпроқ "германий" элементидан тайёрланади.

Варикапнинг шартли белгиси бешта элементдан ташкил қилинган бўлиб, биринчи элемент варикап тайёрланган материалн кўрсатади (К-кремний), иккинчи элемент диодни варикар синфига киришини англатади (В- варикап), учинчи элемент рақам бўлиб, варикапнинг мўлжалланишини кўрсатади (1-подстроечных қурилувчи варикап, 2- кўпайтирувчи варикап), тўртинчи элемент

яратилганлигининг тартиб номери, бешинчи элемент эса, параметрлари бўйича разбраковка қилишдир.

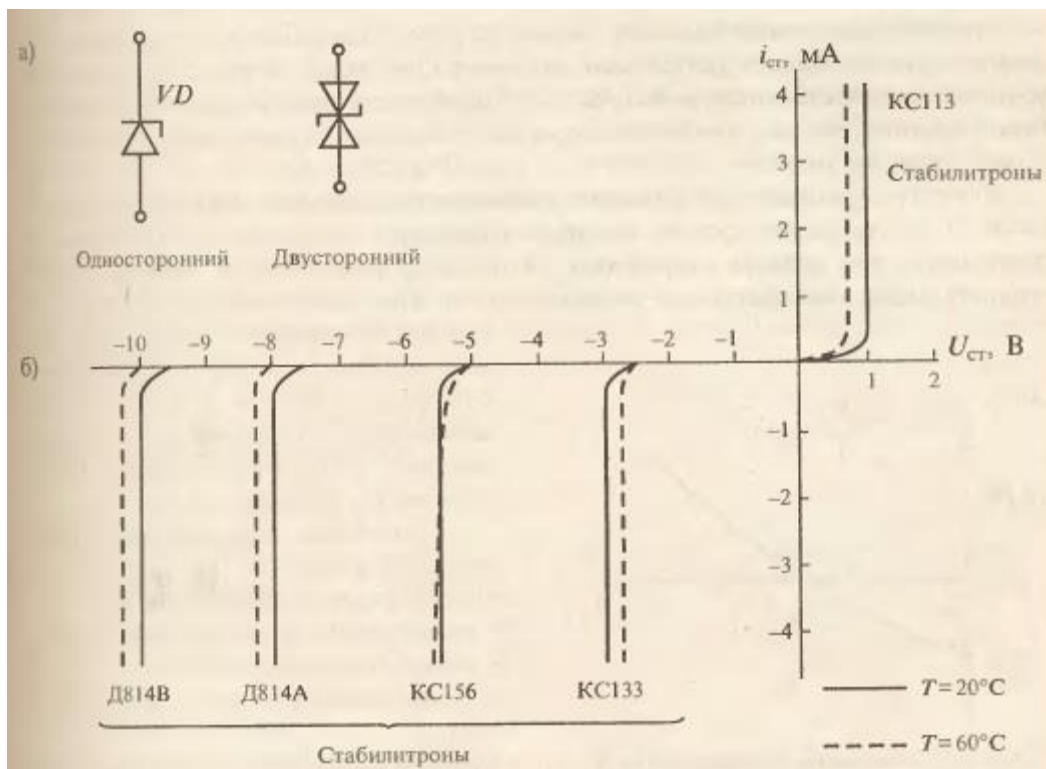
1) Фотодиодлар ишлаш принципи ва аҳамияти.

Ярим ўтказгичли фотодиодлар ишлаш принципини ички фотоэффект ҳодисасига асосланган. Фотодиодлар сиртида ёруғлик тушгандан кейин ишлайди. Ярим ўтказгичларга нурланишнинг таъсирини ўрганиш фақат фотоэлектрик асбобларни тайёрлашга имкон туғдирмасдан, балки ярим ўтказгичларнинг хоссаларини аниқлашда ҳам алоҳида ўрин тўтади.

Ҳозирги замон муаммоларидан бири жуда катта миқдордаги қуёш радиация энергиясидан самарали фойдаланиш масаласидир. Қуёш радиациясининг қисқа тўлқинли қисми, асосан Ер атмосферасида ютилиб қолади. Ер сиртига узун тўлқинли қисми етиб келади.

Қуёш энергиясидан фойдаланишнинг жуда ҳам кўп усуллари мавжуд бўлиб, бўлардан энг эффективроғи – нурланиш энергиясини бошқа кўринишдаги энергияга айлантиришда фойдали иш коэффициентини энг катта бўлган қурилма ярим ўтказгичли қуёш батареяси бўлиб ҳисобланади. Уларни таркибини фотодиодлар, фотоэлементлар ташкил этади.

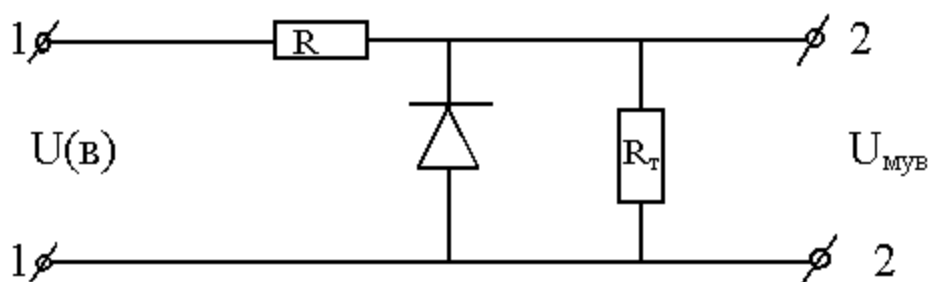
Стаблитронлар бу ярим ўтказгичли диодлар бўлиб, улар шиддатли тўлқин режимида ишлайди. Ярим ўтказгичли диоднинг тескарига қараб силжишида $p-n$ ўтишда шиддатли электрик оқим юзага келади. Бунда диод орқали токнинг кенг диапазонда ўзгаришида, унда кучланиш жуда кам ўзгаради, яъни унинг ўзгариши сезилмайди. Стаблитрондан ўтувчи токни чегаралаб туриш учун унга кетма-кет қаршилик уланади. Агар шиддатли оқим режимида унга сарф қилинадиган қувват белгиланган чегарадан ошиб кетмаса, бундай режимида стаблитрон узок вақт ишлаши мумкин. 15.3 а-расмда стаблитроннинг схематик тасвири, б- расмда эса уларнинг вольт-ампер характеристикаси кўрсатилган.



15.3-расм . Стабилитроннинг схемотехник кўриниши ва вольт-ампер
характеристикаси

Бундай турдаги диодлар ёрдамида қиймати ўзгариб турадиган ўзгармас кучланишни тўғрилаш яъни стабиллашда фойдаланилади.

Стабилитронларнинг энг оддий чизмаси билан танишамиз. (15.4-расм). Агар 1-1 кириш жойида U (в) кучланиш ортса, стабилитрондаги кучланиш кескин ошади, ички қаршилик камаяди. Натижада R -қаршиликдаги потенциал тушуви ортиб, R_T -қаршиликдаги потенциал тушуви ўзгармай қолади. 2-2 чиқишда стабиллашган кучланиш олинади.



15.4-расм. Стабилитронларнинг энг оддий схемаси

Стабилитроннинг асосий параметрлари:

1. Стабиллаш кучланиши – $U_{\text{мув}}$;
2. Динамик қаршилиқ $R_{\text{дин}} = \frac{dU}{dI}$;
3. Статик қаршилиқ $R_{\text{стат}} = \frac{U}{I}$;
4. Ночизикли коэффициент $\beta = \frac{R_{\text{стат}}}{R_{\text{дин}}}$;
5. Стабиллаш кучланишининг ҳарорат коэффициенти $K_{\text{ХКСТ}}$;

$$6. \alpha = \frac{1}{U_{\text{мув}}} \cdot \frac{dU}{dT};$$

Стабилитронни динамик қаршилиги диоддан ўтаётган токнинг ўзгариши билан стабиллашган кучланишни ўзгаришини тавсифини беради.

✓ Динамик қаршилиқ қанча кичик бўлса, кучланишни стабиллаш шунча яхши бўлади.

✓ Статик қаршилиқ эса диоднинг ўзида юқотиладиган қувватни аниқлайди.

✓ Ночизикли коэффициент диоддаги токнинг нисбий ўзгаришини стабиллашган кучланишнинг нисбий ўзгаришига бўлган нисбати билан ўлчанади. Стабиллашган кучланишнинг ўзгариши қанча кичик бўлса, яъни β қанча катта бўлса, стабилитрон шунча яхши ишлайди.

Замонавий стабилитронлар кремний қотишмаларидан тайёрланади ва $\beta = 30 \div 200$ ва ундан юқори қийматларга эгадир.

Стабилитронларда кучланишни стабиллаш хароратга боғлиқ ҳисобланади. Расмда штрих чизик билан хароратнинг ошиши билан вольт-ампер характеристикасининг силжиши кўрсатилган. Хароратни кўтарилиши кучланишнинг шиддатли оқимини кўпайтиради, яъни $U_{CT} > 5V$ ва $U_{CT} < 5V$ бўлганда уни камайтиради. Стабилитронлар 5В дан катта стабиллаш кучланишига эга бўлса, мусбат хароратли кучланиш коэффициентига (ХКК) эга бўлади, 5В дан паст кучланишда манфий хароратли кучланиш коэффициентига эга ҳисобланади. $U=6 \dots 5V$ бўлганда ХКК нолга яқин бўлади.

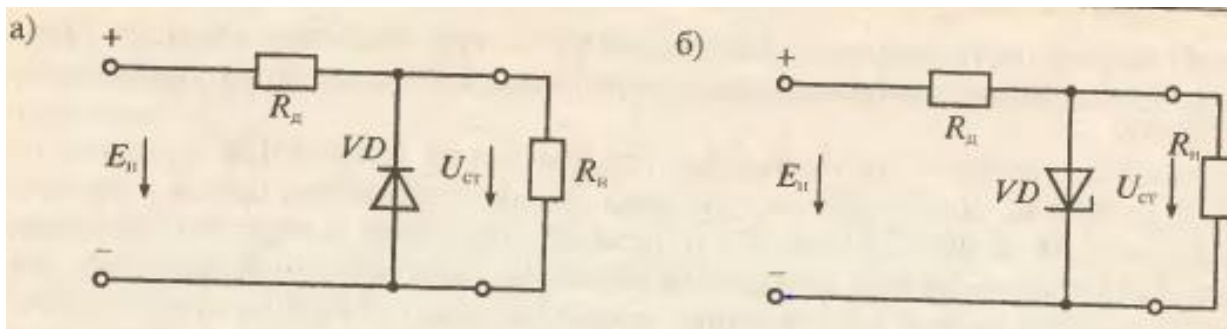
Кўпинча кучланишни стабилизация қилиш учун диодда кучланишнинг тўғри тушишидан фойдаланилади. Бундай асбоблар стабисторлар деб аталади. Уларда р-п ўтишдаги тўғри силжиш соҳасида кучланиш 0,7 ... 2В қийматга эга бўлади ва токга кам боғлиқ бўлади. Шунинг учун стабисторлар фақат кам кучланишларни (2В дан кўп бўлмаган) стабиллаш имкониятига эгадир. Стабисторларда токни чегаралаш учун унга кетма-кет қаршилиқ уланади. Стабилитронлардан фарқли харорат ошганда стабисторларда кучланиш камаяди, чунки диоддаги тўғри кучланиш манфий ХККга эга бўлади. 15.4-расмда стабилитрон ва стабисторларни улаш схемаси кўрсатилган.

Стабилитронларнинг кучланишининг хароратга боғлиқлиги улардаги шиддатли оқимларининг турли кўринишлари билан асосланади. $5 \cdot 10^4$ В/см кучланганлик майдонидаги кенг ўтишларда шиддатли оқимлар бўлади. Бундай оқимлар ўтишлардаги

6 В дан катта кучланишларда мусбат хароратли коэффициентга эга бўлади.

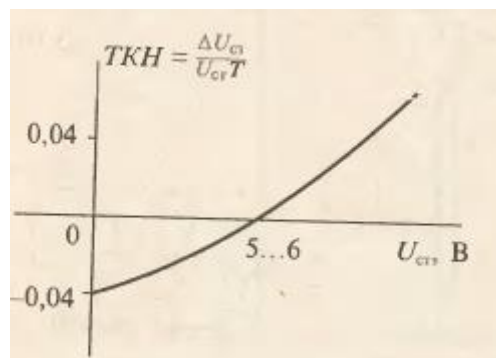
Тор ўтишларда электрик майдоннинг катта кучланишларда ($1,4 \cdot 10^6$ В) зенер деб аталувчи оқим кузатилади. Бундай оқим ўтишлардаги паст кучланишларда ўринли бўлиб (5 В дан паст), ва манфий хароратли

коэффициентга эга бўлади. Ўтишлардаги 5 ва 6 В кучланишларда бир вақтда иккита кўринишдаги оқимлар мавжуд бўлади, шунинг учун хароратли коэффициент нолга яқин бўлади.



15.4-расм. Стаблитрон ва стабисторларни уланиш схемаси.

Харорат коэффициентини стабиллаш кучланишига U_{CT} боғлиқлигининг графиги 15.5-расмда кўрсатилган.



19.5-расм. Харорат коэффициентини стабиллаш кучланишига боғлиқлиги.

Параметрик ва компенсацион стабилизаторлар

Кучланиш стабилизаторлари деб, юкланишни белгиланган аниқликда, ўзгармасдан ушлаб турувчи қурилмага айтилади. Юкланишдаги кучланишнинг ўзгариши бир қанча сабабларга кўра юзага келиши мумкин: бирламчи таъминлаш манбасининг кучланиши тебранишлари сабабли (ўзгарувчан кучланиш тармоғи, аккумулятор, галваник элемент), юкланишнинг ўзгариши сабабли, атроф-муҳитнинг хароратининг ўзгариши в бошқалар.

Стабилизаторлар ишлаш тамайилига кўра параметрик ва компенсацион стабилизаторларга бўлинади. Ўз навбатида параметрик стабилизаторлар бир каскадли, кўп каскадли ва кўприкли бўлиши мумкин. Компенсацион стабилизаторлар эса, узлуксиз ва импульсли бошқарилувчи стабилизаторларга бўлинади. Иккала турдаги стабилизаторлар кема-кет ва параллел типда бўлиши мумкин.

Параметрик стабилизаторлари кучланишни стабиллашни ярим ўтказгичли асбобларнинг параметрларини ўзгартириш орқали аалга оширадилар, яъни стабилитронларни, стабисторларни, транзисторларни ва бошқаларни. Ярим ўтказгичли стабилизаторларида ўзгартириладиган параметр бўлиб қаршилиқ ёки ўтказувчанлик ҳисобланади.

Компенсацион стабилизаторлари юкланишдаги кчланишни автоматик регулировка қилувчи, ярим ўтказгичли асбобларда йиғилган ёпиқ сист ема ҳисобланади. Бундай стабилизаторларда чиқишдаги кучланиш, параетрик стабилизаторларда ҳосил қилинадиган стабил таянч (опор) кучланишга тенг ёки пропорционал қилиб ушлаб турилади. Компенсацион стабилизаторларда регулировка қилувчи элемент (транзистор) мажуд бўлиб, у юклаишга параллел ёки кема-кет уланиши мумкин. Регулировка қиладиган элемент кетма-кет уланган стабилизаторлар серияс стабилизаторлар, параллел уланган стабилизаторлар эса, шунтли деб аталади. Регуловка қилувчи элемент ўзлуксиз ёки калитли режимларда ишлаши мумкин. Импульсли стабилизаторларда регулировка қилувчи элементнинг калитли режимдан фойдаланилади. Узлуксиз регулировка қилинувчи стабилизаторларда регулировка қилувчи элемент узлуксиз режимда ишлайди.

Чиқишдаги қувватга қараб стабилизаторларни кам қувватли (1 Вт гача), ўртача қувватли (250 Вт гача), катта қувватли (250 Вт дан юқори) стабилизаторларга бўлиш мумкин. Кам қувватли стабилизаторлар ўлчов техникаси воситаларида, аналогли-рақамли ва рақамли-аналогли

ўзгартиргичларда қўлланилади. Ўртача қувватли стабилизаторлар мини ЭХМларни ва кам қувватли электрон қурилмаларда қўлланилади. Қувватли стабилизаторлардан лазерли қурилмаларда, электрон микроскопларда фойдаланилади.

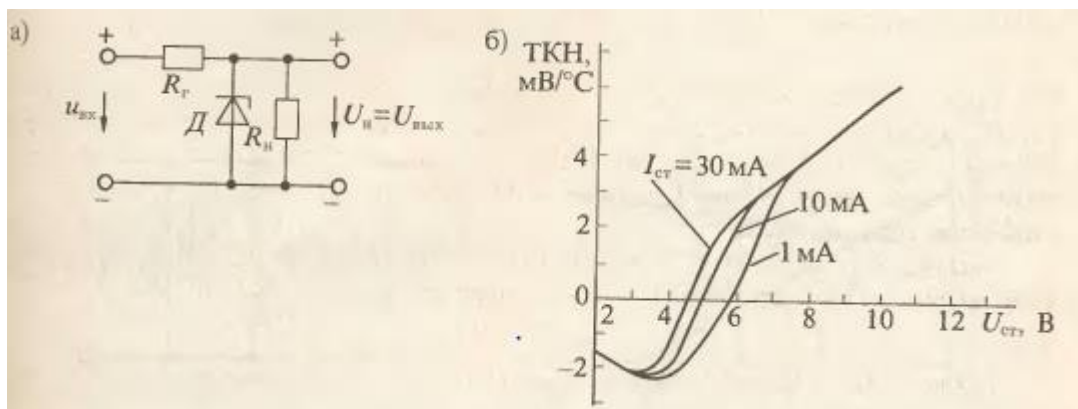
Юкланиш бўйича чиқишдаги кучланишнинг аниқлигини ушлаб туриш бўйича стабилизаторларни прецизион (кучланиш ўзгариши 0,005% дан кўп эмас), аниқ (кучланиш ўзгариши 0,01 дан 0,005% гача), ўртача аниқликдаги (кучланиш ўзгариши 0,1 дан 0,01% гача) ва паст аниқликдаги (кучланиш ўзгариши 1 дан 0,1% гача) стабилизаторларга бўлинади.

Кучланиш стабилизаторларининг асосий параметрлари.

Кучланиш стабилизаторларининг параметрлари уларнинг ишлаш сифатларини таққослаш ва электрон қурилмани ишлатиш талабларини қаноатлантирадиган қилиб танланади. Бундай параметрларга чиқишдаги номинал кучланишни $U_{\text{вых}}$, киришдаги кучланиш ўзгаришининг диапазони $U_{\text{вх. min}}$ ва $U_{\text{вх. max}}$, юкланиш токининг ўзгариш диапазони $I_{\text{н min}}$ ва $I_{\text{н max}}$, фойдали иш коэффициенти η , кучланиш бўйича стабилмаслик коэффициенти $K_{\text{нU}}$ ва ток бўйича стабилмаслик коэффициенти $K_{\text{нI}}$, пульсайияни текислаш коэффициенти $K_{\text{сг}}$ ва тезкорлиги.

Эксплуатацион параметрлардан ташқари яна стабилизаторларни белгиланган хусусиятлар бўйича лойиҳалашда, ҳисоблаш учун керакли бўлган параметрлардан ҳам фойдаланилади. Бундай параметрларга дифференциал чиқиш қаршилиги $r_{\text{сг}}$, кучланишнинг харорат коэффициенти, шовқин кучланиши $U_{\text{ш}}$, чиқишдаги кучланишнинг вақт бўйича дрейфи ΔU_{T} ва бошқалар.

Кучланишнинг параметрик стабилизаторлари махсус ярим ўтказгичли диодларда, яъни стабилитрон ва стабисторларда яратилади. Стабилитронлар ёрдамида кучланишни стабиллаш учун, ярим ўтказгичли диоднинг вольт-ампер характеристикасининг тескари шохчасидан фойдаланилади, стабисторлар ёрдамида эса, унинг тўғри шохчаси қўлланилади. Стабилитронларни схемага улаш 19.5-расмда кўрсатилган.



16.1-расм. Стабититроннинг типли уланиши ва КХК ни ток ва кучланишга боғлиқлиги.

Стабилитроннинг асосий параметрлари бўлиб, номинал стабиллашган кучланиш $U_{ст}$, унинг дифференциал қаршилиги $r_{ст}$ ва стабилланувчи к кучланишнинг харорат коэффиценти ҳисобланади.

19.5-расмда кўрсатилган стабилизаторнинг ишлашини кўрсатиб ўтамиз. Киришдаги кучланиш $U_{вх}$ чегараловчи қаршилиқ R_r орқали параллел уланган D стабилитронга ва юкланиш қаршилигига R_n олиб борилади. Стаблитронда кучланиш сезиларсиз ўзгариши учун, у юкланиш кучланишига киради. Агар киришдаги кучланиш ошса, амалий жиҳатдан барча ошган $\Delta U_{вх}$ R_n қаршиликка узатилади, бу эса ундаги токни ошишига олиб келади. Токнинг бундай ошиши стаблитрон токининг ўзгармас юкланиш токида ошиши ҳисобига юз беради.

Стаблитрон интеграл микросхемалар (СИМ). Оддий стаблитрон опор кучланишга қўйиладиган талабни қаноатлантира олмаганлиги учун стаблитрон интеграл микросхемалар ишлаб чиқилди. Улар худди стаблитрон каби иккита чиқишга эга бўлиб, лекин ҳақиқатда ула р турли атив ва пассив элементларга эга бўлган интеграл микросхемалар ҳисобланади. Барча ишлаб чиқарилган СИМ ларни учта гуруҳга бўлиш мумкин.

- хароратли компенсирлаштирилган СИМ;
- хароратли стабиллашган опор кучланиш манбалари;

- таъқиқланган зонага эга кучланишли опор манбалар.

Хароратли компенсирлашган СИМ таркибида стабилитронлар, транзисторлар, диодлар ва пасcив элементлар бўлиб, улар токни ва хароратли компенсацияни стабиллашни таъминлаб туради. Бундай СИМлар стабилитронлар каби яратилган бўлиб, икита чиқишга эга бўлади.

Хароратли стабиллашган опор кучланиш манбаларида транзисторнинг база-эмиттер ўтишида харорат датчики билан бошқариладиган прецизион термостатдан фойдаланилади.

Таъқиқланган зонага эга кучланишли опор манбаларида транзисторнинг база-эмиттер кучланишининг манфий харорат коэффициентига сон жихатдан тенг мусбат хароратли коэффициентига эга опор кучланишни яратилади..

Мавзуни мустахкамлаш учун саволлар.

1. Стабилитронларнинг асосий вазифалари нималардан иборат?
2. Стабилитроннинг қандай асосий параметрларини биласиз?
3. Электрон стабилизаторлар қандай вазифани бажаради?
4. Электрон стабилизаторларнинг қандай турлари мавжуд?
5. Параметрик стабилизатор нима?
6. Замонавий стабилизаторлар қандай яратилмоқда?

Маъруза №10

Электрон кучайтиргичлар.

Электрон асбобларнинг асосий вазифаларидан бири, электр сигналларини кучайтиришдан иборат. Кучайтиргич деб кириш сигнали қувватини кучайтиришга мўлжалланган қурилмага айтилади. Кучайтириш манбадан энергия истеъмол қилаётган транзисторлар ҳисобига амалга оширилади.

Ихтиёрий кучайтиргичда кириш сигнали фақат манбадан энергияни юкламага узатишни бошқаради.

Кучайтиргич қурилмалари техниканинг кенг соҳаларида қўлланилади. Улар турли хил радиоэлектрон аппаратуралар, электрон ҳисоблаш машиналарининг етакчи таркибий қисми сифатида ишлатилади.

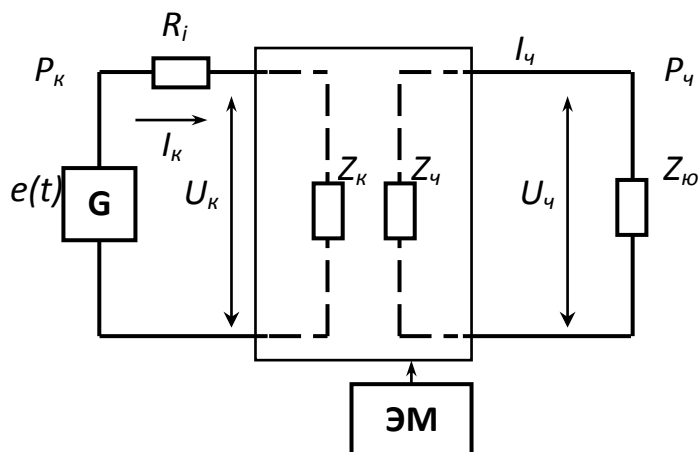
Кучайтиргич қурилмаларига қуйидаги икки асосий талаблар қўйилади. Биринчидан чиқиш сигнали шаклининг киришдагига нисбатан фарқланиши (бузилиши) даражаси - K_r талаб даражасида бўлиши ва иккинчидан кучайтириш қурилмасининг фойдали иш коэффициентини η иложи борица катта бўлиши керак.

Кучайтириш қурилмаси алоҳида электр манбаи энергияси ҳисобига кучайтирилаётган сигнал қувватини оширади. Кучайтириш қурилмаси 3.13-расмда келтирилган эквивалент схема билан ифодаланади.

Кучайтириш қурилмасининг киришига берилаётган кучайтириладиган сигналнинг ички қаршилиги R_i бўлган генератор $e(t)$ дан иборат деб, унинг кириш қаршилиги Z_k ва ўтаётган ток амплитудасини I_k десак, унда U_k амплитудали кучланиш ҳосил бўлади. Бунда кучайтириш қурилмасининг киришидаги сигнал қуввати қуйидагича аниқланади:

$$P_k = 0,5 I_k^2 \cdot R_k = 0,5 I_k \cdot U_k. \quad (3.4)$$

Бу ерда R_k – кириш қаршилигининг резистив ташкил этувчисидир.



3.13-расм. Кучайтиргич курилмасининг келтирилган эквивалент схемаси

Кучайтириш курилмасининг чиқиш юкламаси $Z_{ю}$ қаршиликка эга, у орқали $I_{ч}$ - юклама ток оқиб ўтгани учун унда $U_{ч}$ кучланиши ҳосил бўлади. Агар $Z_{ю}$ юкламани резистив қаршилик деб ҳисобласак ($Z_{ю}=R_{ю}$), унда ажралаётган фойдали қувват қуйидагига тенг бўлади:

$$P_{ч}=0,5I_{ч}^2 \cdot R_{ю}=0,5I_{ч} \cdot U_{ч} \quad (3.5)$$

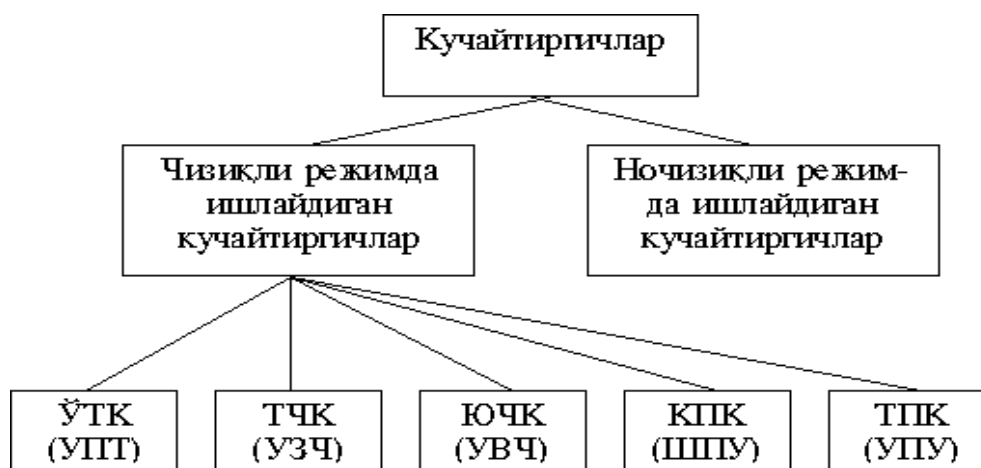
Маълумки кучайтириш курилмаси $P_{ч}>P_{к}$ ни таъминлаши керак. Кучайтириш курилмасининг киришидаги сигнал қуввати жуда кичик бўлиб, унинг вазифаси чиқишида максимал $P_{ч}$ чиқиш қувватини олиш, электр манбаидан олинаётган P_0 ни бошқаришдан иборатдир. Одатда электр қуввати манбаи сифатида доимий ток манбаидан фойдаланилади. Натижада кучайтириш курилмасини кучсиз бошқарувчи сигнал ёрдамида доимий ток манбаи энергиясини ўзгарувчан ток энергиясига алмаштирувчи курилма деб қараш мумкин. Бу жиҳатдан кучайтириш курилмасини киришдаги бошқариш кучланиши электр манбаидан чиқиш юкламаси $R_{ю}$ га бораётган энергияни бошқариб боровчи тўрт кутблик деб ҳисобласа бўлади. Бунинг учун тўрт кутблик инерциясиз бошқарув элементидан иборат бўлиши керак, чунки у электр манбаидан олинаётган P_0 қувват оний қийматини киришдаги бошқарув сигнали оний қийматига мос равишда бошқариб бориши керак.

Бошқарувчи элементи сифатида кучайтириш жараёни чизикли бўлишига қарамасдан асосан ночизикли актив элементлардан фойдаланилади.

Кучайтиргичлар бир қанча белгиларига қараб синфларга бўлинади: кучайтирмоқчи бўлган сигналнинг характерига қараб (гармоник сигнал кучайтиргичлари, импульс сигнал кучайтиргичлари ва бошқалар), кучайтиргичда ишлатиладиган элементларга қараб (транзисторли ёки лампали), кучайтиргич каскадларининг сонига қараб (бир каскадли, икки ва кўп каскадли), ишлатиладиган манбага қараб (ўзгармас ва ўзгарувчан ток кучайтиргичлари) ва бошқалар. Аммо кучайтиргичларнинг асосий белгиларидан бири бу ишлатилиши мумкин бўлган частота чегараси

ҳисобланади. Ҳамма кучайтиргичлар чизиқли ва ночизиқли ҳолатда ишловчи кучайтиргичларга бўлинади. Чизиқли кучайтиргичларга чиқиш сигналининг шакли кириш сигнали шаклига ўхшаган сигнал олиш талаби қўйилади. Чизиқли ҳолатда ишловчи кучайтиргичларнинг асосий кўрсаткичлари амплитуда характеристикаси (АХ), амплитуда-частота характеристикаси (АЧХ), амплитуда-фаза характеристикаси (АФХ) дир.

АЧХ нинг турлича бўлишлигига қараб кучайтиргичлар қуйидаги синфларга бўлинади: ўзгармас ток кучайтиргичлари (ЎТК); товуш частота кучайтиргичлари ёки паст частотали кучайтиргичлар (ТЧК); юқори частотали кучайтиргичлар (ЮЧК); кенг полосали кучайтиргичлар (КПК); тор полосали кучайтиргичлар (ТПК) (3.14-расм).



3.14-расм. Кучайтиргичларнинг синфларга бўлиниши.

Ўзгармас ток кучайтиргичлари, кенг полосали ва танлов кучайтиргичлари ҳисобланиб, аналог микроэлектрон аппаратураларининг асосий элементлари ҳисобланади. Бу кучайтиргичлар секин ўзгарувчан частотаси $f=0$ Гц ÷ 18 Гц сигналларни кучайтириб беришга мўлжалланган. Тиббиёт соҳасида ишлатиладиган электр асбобларда ва узатгичлар ёрдамида кичик сигналларни кучайтиришда, ҳамда фотоузатгич, термоузатгич ва шу каби кучсиз, сезиларсиз сигналларни кучайтиришда қўлланилади. Бу кучайтиргичларнинг

юкламасига электромагнит реле, чўлғамли лампа ва электр ўлчов асбоблари киради.

Паст частотали кучайтиргичлар асосан товуш частотаси $f=16\text{Гц} \div 20\text{кГц}$ бўлган товуш сигналларни кучайтиради. Бу кучайтиргич радиотехникада, товушни кучайтириш соҳаларида кенг ишлатилади. Товуш частотасини қабул қилувчи манбалар, микрофон, магнит бошча ҳамда радио ва телевидения қурилмаларини сигнал қабул қилувчи жойларида (антенна уланадиган жой) қўлланилади. Бундай кучайтиргичнинг юкламаси бўлиб радиокарнай, телефон, магнитофон товушни ёзиб олиш қурилмаси, осциллограф ва бошқа электрон қурилмалар ҳисобланади.

Ўта юқори частотали ва кенг полосали кучайтиргичлар кенг қамровли кучайтиригичлар ҳисобланиб, Бундай русумдаги кучайтиргичлар кенг спектрли частоталарни кучайтириш учун мўлжалланган. Масалан осциллографлар ёрдамида тадқиқ этиладиган кенг қамровли сигналлар, ёки ўта юқори частотали (ЎЮЧ диапазон) сигналларни талаб этилган даражада кучайтириб беради. Дециметрли тўлқинларда ишлайдиган барча телевидения қурилмаларида фойдаланилади.

Тор полоса кучайтиргичлари фақатгина паст частотада эмас, юқори частоталарда фильтр сифатида керакли диапазондаги тўлқинларни ажратиб олиш учун ишлатилади. Шунинг учун, бу кучайтиргичлар резонансли кучайтиргичлар ҳам дейилади. Бажараётган вазифасига қараб кучайтиргичлар дастлабки каскадда ишловчи кучайтиргичларга ва чиқиш кучайтиргичларига бўлинади. Дастлабки каскадда ишловчи кучайтиргичлар кучланишни ошириш учун ишлатилса, чиқиш кучайтиргичлари қувватни ошириш учун хизмат килади.

Кучайтиргич хоссаларини ифодалаш мақсадида кучланиш бўйича:

$$K_U = \frac{U_{\text{ЧИК}}}{U_{\text{КИР}}} \quad (3.6)$$

$$K_I = \frac{I_{\text{ЧИК}}}{I_{\text{КИР}}} \quad (3.7)$$

ток бўйича:

қувват бўйича :

$$K_P = \frac{P_{\text{ЧИК}}}{P_{\text{КИР}}} \quad (3.8)$$

кучайтириш коэффициентлари қўлланилади. Кучайтиргичлар турли кучайтириш коэффициенти қийматларига эга бўлиши мумкин, лекин доим $K_P \succ 1$ бўлади.

Кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти децибелларда (дБ) ўлчанади ва қуйидаги формула билан аниқланади:

$$K_U = 20 \lg \frac{U_{\text{ЧИК}}}{U_{\text{КИР}}} = 20 \lg K_U \quad (3.8)$$

Агар кўп каскадли кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициенти децибелларда ифодаланса, у ҳолда кучайтиргичнинг умумий кучайтириш коэффициенти барча каскадлар кучайтириш коэффициентлари йиғиндисига тенг бўлади.

Кучайтиргич ўзининг кириш $R_{\text{кир}}$ ва чиқиш $R_{\text{чик}}$ қаршиликлари билан, кириш сигнали манбаи – электр юритувчи куч – E_{Γ} эса, ички қаршилик R_G билан характерланади. Агар кучайтиргичда $R_{\text{кир}} \gg R_G$ бўлса, кучайтиргич киришидаги сигнал манбаи E_{Γ} га яқин кучланиш юзага келтиради. Бундай режим потенциал кириш деб, кучайтиргичнинг ўзи эса кучланиш кучайтиргичи деб аталади.

Агар $R_{\text{кир}} \ll R_G$ бўлса, чиқиш кучланиши ва сигнал манбаи қуввати жуда кичик бўлади. Бундай режим ток кириши, кучайтиргичнинг ўзи эса ток кучайтиргичи деб аталади.

Қувват кучайтиргичида $R_{\text{кир}} \approx R_G$ бўлади, яъни кириш сигнали манба билан мувофиқлашган бўлади.

$R_{\text{чик}}$ ва кучайтиргич юклама қаршилиги R_{yu} қийматлари нисбатларини кучланиш кучайтиргичи ($R_{\text{чик}} \ll R_{\text{yu}}$), ток кучайтиргичи ($R_{\text{чик}} \gg R_{\text{yu}}$) ва қувват кучайтиргичи ($R_{\text{чик}} \approx R_{\text{yu}}$) га ажратиш мумкин.

Бундан ташқари, ўзгармас ток кучайтиргичининг яна бир параметри бўлиб ноль дрейфи ҳисобланади. Ноль дрейфи бу барқарорликни бузувчи таъсирлар (кучланиш манбаи қийматининг тебраниши, температура ва бошқалар) натижасида кучайтиргич элементлари иш режимларининг ўзгариши бўлиб, натижада кучайтиргич чиқишида сохта сигнал юзага келади.

Кучайтиргич одатда сигнални кучайтиришдан ташқари унинг шаклини ҳам ўзгартиради. Кириш ва чиқиш сигналлари шаклининг нормадан оғиши – бузилишлар деб аталади. Улар икки турда бўлиши мумкин: ночизиқли ва чизиқли.

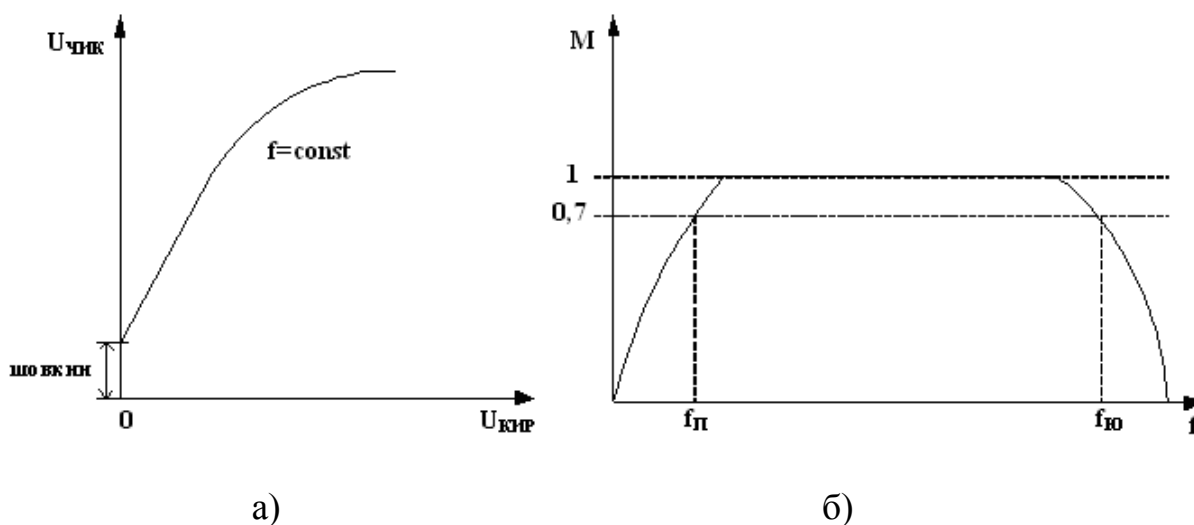
Барча кучайтиргичлар вольт–ампер характеристикалари (ВАХ) ночизиқли бўлган транзисторлардан ташкил топади. Биполяр транзистор ВАХси тўғри чизиқ эмас, балки экспонента шаклига эга. Шу сабабли, синусоидал шаклга эга бўлган кириш сигнали кучайтирилганда, чиқишдаги сигнал шакли қисман синусоидал кўринишга эга бўлади. Чиқиш сигнали спектрида кириш сигналида мавжуд бўлмаган бошқа частотага эга бўлган ташкил этувчилар (гармоникалар) пайдо бўлади. Бу турдаги бузилишлар ночизиқли деб аталади.

Агар кучайтиргичнинг узатиш характеристикаси математик функция кўринишида ифодаланган бўлса, ночизиқли бузилишларни аналитик усулда ҳисоблаш мумкин. Узатиш характеристикаси (3.15,а – расм) деганда ўзгармас частотадаги чиқиш сигнали амплитудаси U_{chiq} нинг, кириш сигнали амплитудаси U_{kir} га боғлиқлиги тушунилади. Ночизиқли бузилишлар коэффиценти кўп ҳолларда берилган узатиш характеристикасидан график усулда аниқланади.

Чизиқли бузилишлар эса транзистор параметрларининг частотага боғлиқлигидан аниқланади. Кучайтиргичнинг частота хусусиятлари амплитуда-частота характеристикаси (АЧХ) дан аниқланади. АЧХ деганда кучайтириш

коэффициентининг частотага боғлиқлиги тушунилади. Идеал АЧХ горизонтал чизик ҳисобланади. Реал АЧХ эса камаювчи соҳаларга эга бўлади. 3.15,б –

расмда нормаллаштирилган АЧХ келтирилган, яъни $M(f) = \frac{K(f)}{K_0}$ бу ерда K_0 – номинал кучайтириш коэффициенти, яъни кучайтириш коэффициенти ўзгармас бўлган частота соҳалари. Одатда частота бузилишларининг рухсат этилган коэффициент катталиги 3 дБ дан ошмайди. $\Delta f = f_{yu} - f_p$ катталиги кучайтиргичнинг ўтказиш полосаси дейилади.



3.15 – расм. Кучайтиргичнинг а) узатиш характеристикаси ва
б) нормаллаштирилган АЧХ

Ўзгармас ток кучайтиргичлари ток ва кучланишнинг нафақат ўзгарувчан, балки ўзгармас ташкил этувчиларини ҳам кучайтиришга мўлжалланган қурилмалар ҳисобланади. Бундай кучайтиргичларнинг паст частотаси нолга тенг ($f_p = 0$), юқори частотаси эса жуда катта (f_{yu} – бир неча ўн МГц) бўлади. Ўзгармас ток кучайтиргичларининг турлари кўп (дифференциал, операцион кучайтиргичлар, сигнал ўзгартирувчи кучайтиргичлар ва бошқалар).

Интеграл кенг полосали кучайтиргичлар берилган паст частота f_p дан юқори чегаравий частота f_{yu} гача бўлган кенг частота диапазонидаги сигналларни кучайтирадилар. Кенг полосали кучайтиргичларга қўйиладиган асосий талаб – кириш сигналини f_p дан f_{yu} гача диапазонда берилган кучайтириш

коэффициентида бир текис кучайтиришдан иборат. Бу вақтда f_p дан f_{yu} гача ораликдаги кучайтириш коэффициенти модули 3 дБ ($M(f) = 0,7$) дан ошмаслиги керак. f_{yu} частота қиймати бир неча юз мегагерцгача етиши мумкин.

Танлов кучайтиргичлари (фильтрлар) берилаётган сигналлар мажмуидан маълум частота спектридаги синусоидал шаклга эга бўлганларини танлаб, уларни кучайтирадиган кучайтиргичлар ҳисобланади. Танлов кучайтиргичлари махсус шаклдаги АЧХ га эгадирлар.

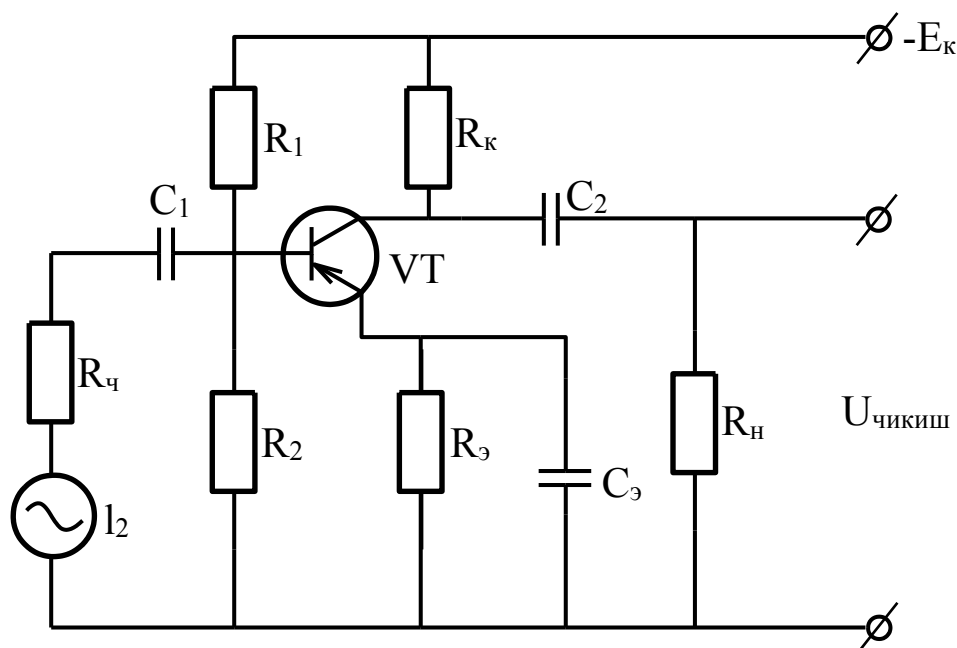
Сигнални кучайтириш амалга ошириладиган частоталар оралиги, ўтказиш полосаси деб аталади. Сигналлар сўндириладиган частота полосаси чегараловчи частота деб аталади. Ўтказиш ва чегараловчи частоталарнинг ўзаро жойлашишига кўра қуйидаги танлов кучайтиргичлари турлари мавжуд: паст частота, юқори частота, полосали ўтказувчи, полосали чегараловчи. Фильтрлар RC занжирлар ва актив элементлар асосида амалга оширилади. Шунинг учун улар актив фильтрлар деб аталади.

Транзисторлардан кучайтиргичлар сифатида фойдаланишни кўриб чиқамиз (3.16-расм).

Кучайтиргични ҳосил қилган транзистор очик ёки ёпиқ ҳолатда бўлмаслиги керак, фақат қисман очик бўлиши керак. Бундай ҳолатни таъминлаш учун транзисторнинг базасига унчалик катта бўлмаган кучланиш берилади. Бу процедура транзистордаги силжиш деб аталади. 3.16-расмда транзисторни силжишини таъминлаш учун унинг базасига кучланиш бўлувчиси схемаси бўйича уланган R_1 , R_2 резисторлар қўшилган. Қаршилиқлар шундай танланадики, бўлувчининг ўртасидаги нуқтада кучланиш транзисторни ёқиш ва транзистор орқали ток оқиши учун учун етарли бўлиши керак.

Бу кучайтиргич токни ҳам, кучланишни ҳам кучайтириш имкониятига эга. Кучайтириш каскадининг асосий занжири транзистор (VT), қаршилиқ R_k ва манба E_k дан иборат бўлиб, қолган элементлар ёрдамчи сифатида ишлатилади.

C_1 конденсатор кириш сифимини ўтказмайди, транзистор базаси U_b ва R_2 қаршиликка боғлиқ бўлмайди.



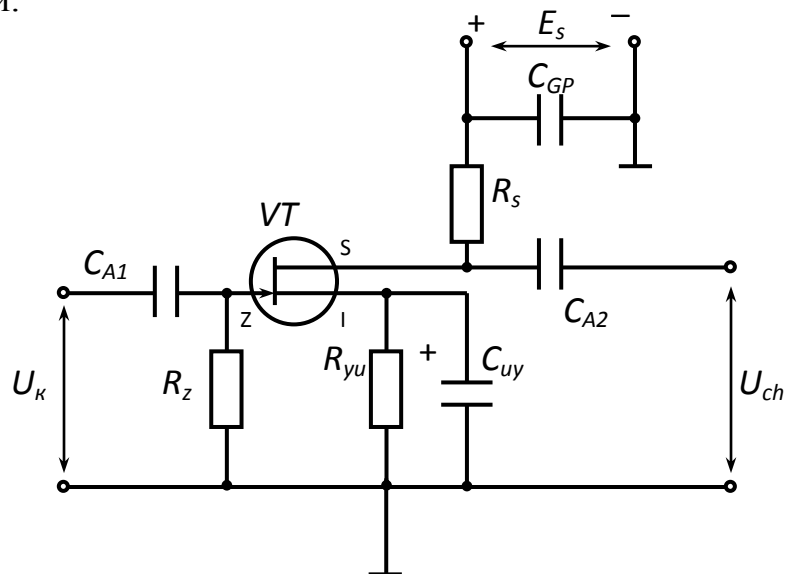
3.16-расм. Бир тактли кучайтиргич

Конденсатор C_2 истеъмолчи занжирга чиқиш кучланишни ўтказиш учун хизмат қилади. R_1 ва R_2 резисторлар кучланиш булувчилар бўлиб, каскаднинг бошланғич ҳолатини таъминлаб беради. Каскаднинг чиқиш кучланиши $U_{chiq} = i_k R_n$, кириш кучланиши $U_{kir} = i_b R_{kir}$, бу ерда R_{kir} – транзисторнинг кириш қаршилиги. Ток $i_k \geq i_b$ ва қаршилик $R_n \geq R_{kir}$ бўлгани учун схеманинг чиқишида кучланиш катта бўлади.

Транзистор базасидаги силжиш транзисторнинг кучайтириш ёки калит режимида қўлланилишидаги асосий фарқ ҳисобланади. Транзисторни электрон калит сифатида қўллашда, уни ёқилган ёки ўчирилган ҳолати кузатилади. Сигналларни кучайтириш учун транзистор базасига, уни қисман очик ҳолатида бўлишини таъминлаши учун, силжиш кучланиши берилади.

Майдон транзисторидан актив элемент сифатида фойдаланилган, чизиқли юкламаси резистив бўлган кучайтириш қурилмасининг схемаси 3.16-расмда келтирилган. Киришдаги бошқарув сигнали ажратувчи конденсатор C_{A1} , орқали

транзистор затворига берилади. Бу сигнал таъсирида $C-U$ занжирдан ўтаётган ток қиймати ўзгаради ва $R_s=R_{yu}$ қаршилигида кучланиш ҳосил бўлади. Кириш сигналининг оз миқдорда ўзгариши сток токининг катта миқдорда ўзгаришига, натижада R_{yu} даги кучланиш ҳам унга пропорционал ўзгаришига олиб келади. Бу майдон транзистори ёрдамида кучланиш бўйича кучайтириш амалга оширилганини билдиради. $R_s=R_{yu}$ юкламадаги кучланиш чиқиш кучланиши U_{ch} деб ҳисобланади.



3.16-расм. Майдон транзистори асосидаги кучайтиргич

Кучайтириш қурилмасининг электр таъминоти доимий кучланиши E_s бўлган манба ҳисобидан бажарилади. У транзистор стокига R_s қаршилик орқали берилади. Шундай қилиб R_s қаршилик иккита вазифани, яъни транзисторни электр манбаи билан таъминлаш ва юклама вазифасини бажаради.

C_{A1} конденсатори домий кучланишни транзистор затворига берилишини, C_{A2} конденсатори эса, транзистор стокидаги доимий кучланишни кучайтириш қурилмасидан кейинги қурилмаларга тушмаслигини таъминайди. C_{A1} ва C_{A2} конденсаторларида йўқотишлар кам бўлиши учун уларнинг сиғимларини катта қилиб танланади.

Кучайтириш қурилмаси схемасида алоҳида силжиш кучланиши манбаи йўқ, чунки транзистор ВАХ нинг керакли қисмида иш нуқтасини ўрнатувчи кучланиш унинг истокига уланган R_{yu} қаршилигидан ўтаётган ток ҳисобига ҳосил бўлади. Бу резистор орқали сток токи ўтади ва 3.16-расмда

кўрсатилгандек мусбат кучланиши истокка, манфий кучланиш эса умумий симга уланади. Манфий потециал R_z қаршилик орқали затвога берилади. Шундай қилиб транзисторнинг затвор-исток қисмига манфий силжиш кучланиши берилади. Бу кучланиш автоматик силжиш кучланиши, ёки автосилжиш кучланиши деб аталади, чунки у сток токининг доимий ташкил этувчиси ҳисобига ҳосил бўлади. Сток токининг ўзгарувчан ташкил этувчиси R_s га параллел уланган катта сиғимли конденсатор C_{yu} орқали умумий симга ўтиб кетади.

R_{yu} қаршиликдан сток токининг фойдали ўзгарувчан ташкил этувчиси ўтиши натижасида, доимий кучланиш билан бирга қисман ўзгарувчан кучланиш ҳам ҳосил бўлади. Силжиш кучланишининг бу ўзгарувчан ташкил этувчиси транзистор затворида кириш сигнали U_k фазасига тескари фазада берилади ва уни қисман кучсизлантиради, натижада манфий тескари боғланиш пайдо бўлади. Бу тескари боғланиш таъсири C_{GP} конденсатори сиғимида боғлиқ бўлиб, тескари боғланишли конденсаторнинг ўзгарувчан токка қаршилиги $\frac{1}{\lambda C_{GP}}$ ни R_{yu} резистор қаршилигига нисбатан жуда камлигини таъминлаш орқали эришилади.

Кучайтирилган кучланиш – U_{ch} транзистор стоки ва умумий уланиш сими орасида ҳосил бўлади, яъни бир учи стокка иккинчи учи ўзгарувчан ток учун умумий симга уланган $R_s=R_{yu}$ қаршилигида олинади. Сток токининг ўзгарувчан ташкил этувчисини умумий уланиш симига ўтишини катта сиғимли C_{GP} конденсатори таъминлайди. Бунда сток токи фойдали-ўзгарувчан ташкил этувчиси электр манбаи E_s ички қаршилигидан ўтмайди.

Кучайтириш қурилмасининг ишлаш тамойилини вақт диаграммалари ёрдамида кўриб чиқамиз (3.15-расм).

Транзистор затвори ва истоки орасидаги кучланиш икки ташкил этувчидан, яъни доимий кучланиш ва кириш кучланиши U_k дан иборат (3.15,а-расм), яъни:

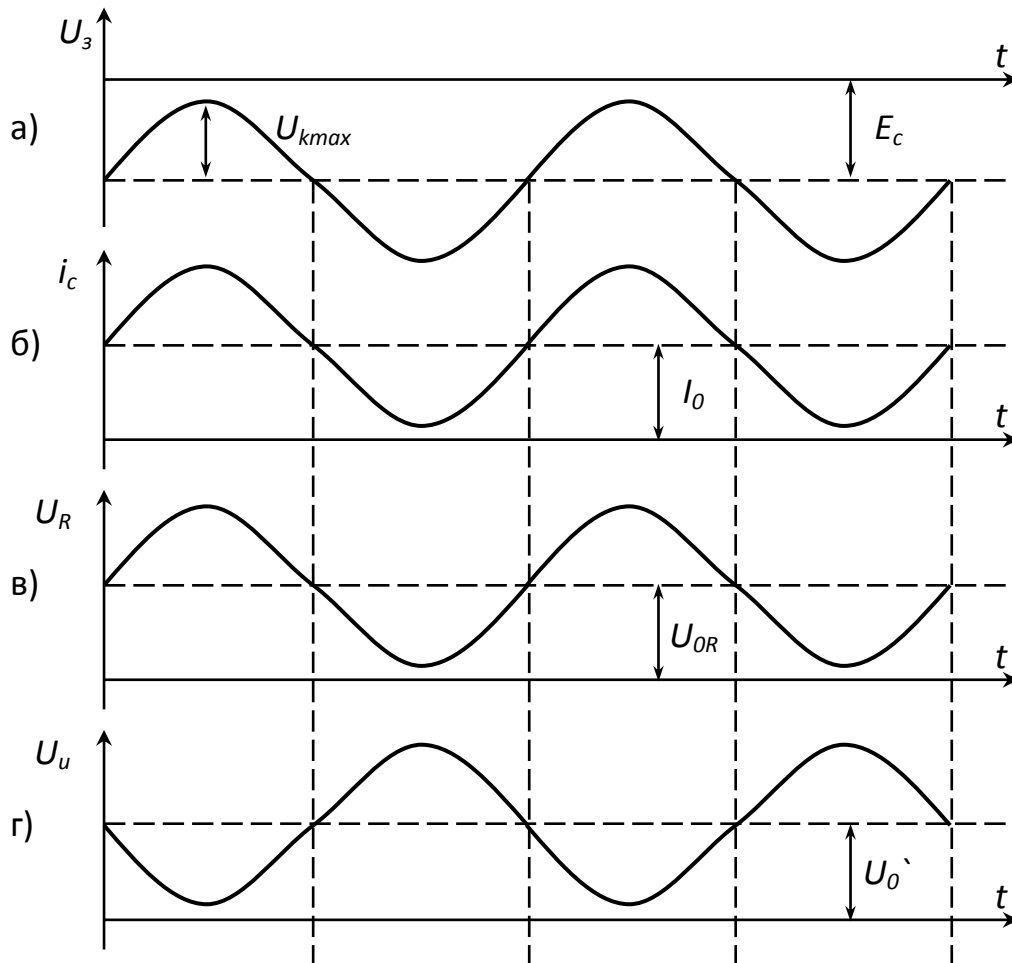
$$U_{zi} = -E + U_{kmax} \sin \omega_0 t. \quad (3.9)$$

Кириш сигнали чизикли режимда кучайтирилганда сток токи затворидаги кучланишга пропорционал бўлади (3.15,б-расм):

$$i = I_0 + I_m \sin \omega_0 t. \quad (3.10)$$

Ом қонунига асосан $R_s = R_{yu}$ юкламадаги кучланиш сток токи i_s га пропорционал (3.15,в-расм)

$$U_R = U_r = U_{OR} + U_{mR} \sin \omega_0 t. \quad (3.11)$$



3.15-расм. Кучайтириш қурилмасининг ишлаш тамойили вақт диаграммалари

Юклама $R_{ю}$ даги кучланиш U_R манба кучланишишдан айрилади, кучланишларнинг бу фарқи транзистор стокидаги кучланишга тенг бўлади (3.15,г-расм).

$$U_T = U_0' \sin \omega_0 t. \quad (3.12)$$

Бунда $U_0 = E_c - U_{OR}$ транзистор стокидаги U_T кучланиш амплитудаси, U_{mT} юкламадаги кучланиш амплитудаси U_{mR} га тенг. (3.13) ифодадаги манфий белги, чиқиш кучланиши U_q нинг фазаси кириш кучланиши U_k фазасига тескарилигини билдиради, яъни умумий истокли майдон транзисторли кучайтиргич кириш сигнали фазасини 180° га айлантиради.

Назорат саволлари

1. Радиокомпонентларнинг қандай гуруҳлари мавжуд?
2. Пассив радиокомпонентларга нималар киради ва улар қандай вазифаларни бажаради?
3. Актив радиокомпонентлар қандай вазифаларни бажаради?
4. Трансформаторлар нима ва уларнинг қандай турлари бор?
5. Электрон эмиссия ҳодисаси нима ва унинг қандай турларини биласиз?
6. Ярим ўтказгичли диод деб нимага айтилади ва уларнинг қандай турларини биласиз?
7. Ярим ўтказгичли диодларда иссиқлик токи нима?
8. Диоддаги барьер ва диффузион сиғим нима?
9. Ярим ўтказгичли транзисторлар деб қандай қурилмаларга айтилади ва уларнинг қандай турларини биласиз?

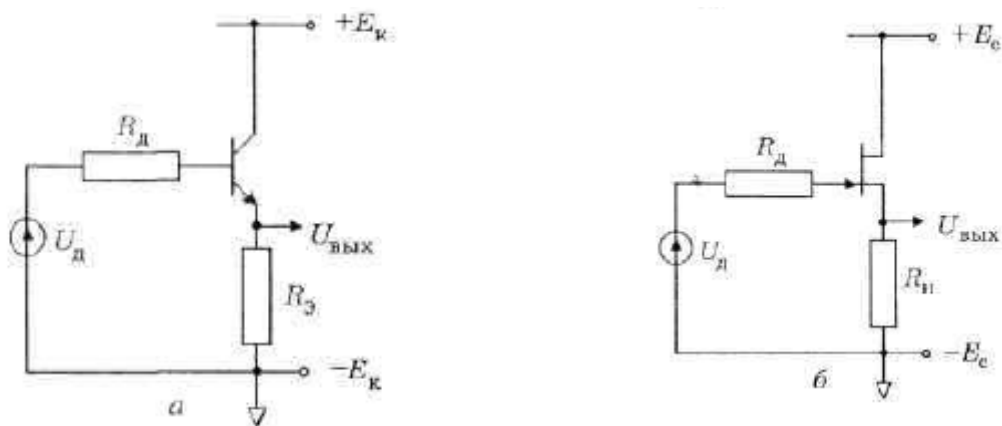
Маъруза №11

Бир каскадли ва кўп каскадли кучайтиргичлар

Бир каскадли кучайтиргичлар ичида энг кўп тарқалган турлари бўлиб кучланиш такрорлагичлари, ток такрорлагичлари ва кучланиш кучайтиргичлари ҳисобланади.

Кучланиш такрорлагичлари деб кучланиш бўйича кучайтириш коэффиценти $K=1$ бўлган кучайтиргичларга айтилади. Бундай кучайтиргичлар кучланишни кўпайтирмайди, лекин улар ток ва қувват бўйича юқори кучайтириш коэффицентиغا эга ҳисобланадилар. Кучланиш такрорлагичлари

турли транзисторлар, электрон лампалар ва операцион кучайтиргичлар асосида яратилиши мумкин. Биполяр (умумий эмиттер) ва майдонли (умумий истокли) транзисторлар асосида яратилган оддий кучланиш такрорлагичнинг схемаси 3.16-расмда, кўрсатилган. Схемда чиқиш сигнали транзисторнинг эмиттеридан (истокидан) олингани учун, бу схема эмиттер такрорлагичи (истокли такрорлагич) деб аталади. Бундай курилмалар кучланиш бўйича мусбат тескари боғланишга эга бўлиб, тескари боғланиш чиқиш занжиридаги кучланиш кириш занжирига келиб тушиши билан юзага келади.



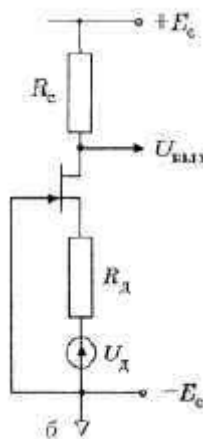
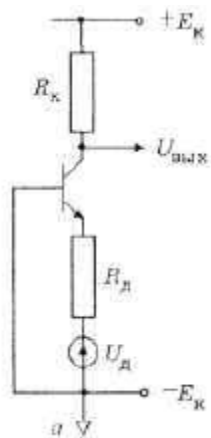
3.16-расм. Оддий кучланиш такрорлагич схемаси: а) эмиттер такрорлагич, б) истокли такрорлагич

Бу тескари боғланиш сигнали каскадга келиб тушиб унинг чиқишида тескари фазали кучланишга айланади ва U_D кучайтириладиган сигнал таъсирида чиқишда юзага келади. Кучланиш бўйича манфий тескари боғланиш такрорлагичнинг кириш қаршилигини ошишига ва чиқиш қаршилигининг чиқиш қаршилигини пасайишига олиб келади. Бу хусусият паст омли юкланиш билан ишлашда жуда муҳим ҳисобланади. Бундай алоқа яна, атроф муҳит таъсирларида кучланиш такрорлагичида юзага келадиган ўзгаришларни стабилловчи восита бўлиб ҳам ҳисобланади. Кучланиш такрорлагичлари кучайтиргичларга нисбатан жуда кенг ўтказиш полосасига эга бўлади.

Ток такрорлагичлари деб ток бўйича кучайтириш коэффициенти $K=1$ бўлган кучайтиргичларга айтилади. Бундай кучайтиргичлар токни кўпайтирмайди, лекин уларда кучланиш ва қувват бўйича кучайтириш коэффициенти жуда юқори бўлади. Ток такрорлагичлари турли транзисторлар, электрон лампалар ва операцион кучайтиргичлар асосида яратилиши мумкин. Ток такрорлагичлари сифатида умумий базали (умумий затворли) каскадлардан фойдаланилади. Улар ҳам кучайтирувчи каскадлар ҳисобланади, лекин уларда манфий тескари боғланиш кучланиш бўйича эмас, балки ток бўйича амалга оширилади. Бу алоқа каскаднинг чиқиш токи ҳисобланган, кучайтирилаётган сигнал генератори R_D - ички қаршилигининг кучланиш тушиши таъсирида юзага келади (3.17-расм).

Схемадаги тескари боғланиш каскаддаги ток параметрларини стабиллаш ва чиқиш қаршилигини ошишини таъминлайди. Лекин бу боғланиш ток бўйича кучайтиришни амалга оширмайди, шунинг учун қувват фақатгина R_D қаршилиқ R_k коллектор ва R_s сток қаршиликларидан кам бўлган ҳолларда юзага келадиган кучланишнинг кучайиши ҳисобига кучайтирилади.

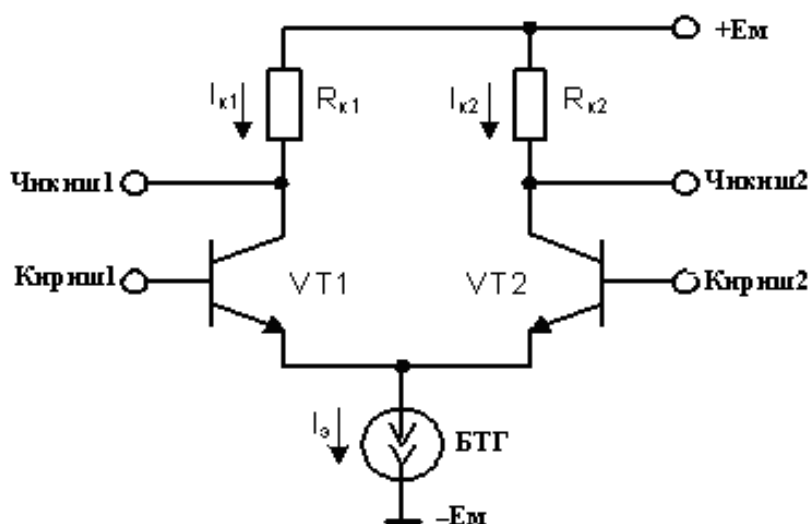
Ток бўйича такрорлагичларнинг асосий хусусиятлари бўлиб улар кичкина кириш қаршилигига эга эканлиги ҳисобланади. Уларда юқори частота соҳаларида ўтказиш полосалари, кучайтириш каскадларига нисбатан катта бўлади.



3.17-расм. Оддий ток такрорлагичлар схемаси: а) эмиттер такрорлагич, б) истокли такрорлагич

Дифференциал кучайтиргичлар. Дифференциал кучайтиргич (ДК) деб икки киришга эга бўлган кучайтиргичга айтилади. Унинг чиқишидаги сигнал кириш сигналлари фаркига пропорционал бўлади.

3.18 – расмда содда симметрик ДК схемаси келтирилган. Кучайтиргич иккита симметрик елкага эга бўлиб, биринчи елка VT1 транзистор ва R_{K1} резистордан, иккинчи елка эса VT2 транзистор ва R_{K2} резистордан ташкил топган.



3.18 – расм. Симметрик дифференциал кучайтиргич схемаси

Схеманинг дастлабки иш режими $I_э$ токи ёрдамида таъминланади. Бу токнинг барқарорлиги эса барқарор ток генератори (БТГ) томонидан таъминланади. Агар R_{K1} ва R_{K2} қаршиликлар бир – бирига тенг бўлса ва VT1 транзистор параметрлари VT2 ники билан бир хил бўлса, у ҳолда бу схема симметрик бўлади.

Амалиётда ДКларнинг тўртта уланиш схемаларининг ихтиёрий биридан фойдаланиш мумкин: симметрик кириш ва чиқиш, симметрик кириш ва носимметрик чиқиш, носимметрик кириш ва симметрик чиқиш, носимметрик

кириш ва чиқиш. Симметрик киришда кириш сигнали манбаи ДК киришлари орасига (транзисторларнинг базалари орасига) уланади. Симметрик чиқишда юклама қаршилиги ДК чиқишлари оралиғига (транзисторларнинг коллекторлари орасига) уланади.

Шуни таъкидлаш керакки, ДК кучланишлари қиймати (модули бўйича) бир – бирига тенг бўлган иккита манбадан таъминланади. Икки қутбли манбадан таъминланиш сокинлик режимида умумий шинагача транзистор база потенциалларини камайтиришга имкон беради. Бу ҳолат ДК киришларига сигналларни қўшимча сатҳ силжитиш қурилмаларини киритмасдан узатишга имкон яратади.

Иккала елка идеал симметриклигида кириш сигналлари мавжуд бўлмаганда ($U_{kir1}=0$, $U_{kir2}=0$) коллектор токлари ва транзисторларнинг коллектор потенциаллари бир хил бўладилар, чиқиш кучланиши эса $U_{chiq1,2}=0$ бўлади. Схема симметрик бўлганлиги сабабли, транзистор характеристикасининг сабабларга боғлиқ бўлмаган равишда ихтиёрий ўзгариши, иккала елка тоқларининг бир хил ўзгаришига олиб келади. Шу сабабли схема баланси бузилмайди ва *чиқиш кучланиши дрейфи* деярли нольга тенг бўлади.

ДК иккала киришига фазаси ва амплитудалари бир хил бўлган сигнал (синфаз сигнал) берилса $U_{kir1}=U_{kir2}$, елкаларнинг симметриклиги ва БТГнинг мавжудлиги туфайли коллектор токлари ўзгармайди ва улар ўзгаришсиз ва бир

- бирига тенглигича

$$I_{K1} = I_{K2} = 0,5\alpha I_{\Theta} \text{ қолади.}$$

(3.13)

бу ерда α - эмиттер токининг узатиш коэффициенти.

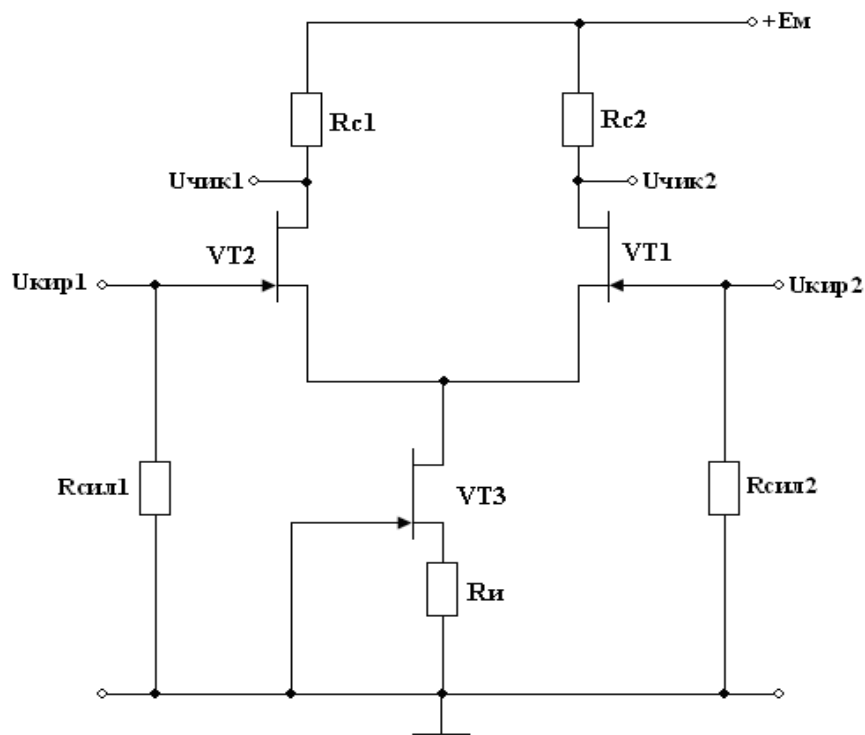
Демак, коллектор потенциаллари тенглигича қолади, чиқиш кучланиши эса $U_{chiq} = U_{k1} - U_{k2} = 0$ бўлади. Бу дегани, идеал ДК синфаз кириш сигналларига сезиларсиз ҳисобланади.

Агар кириш сигналлари амплитудаси бўйича бир хил, лекин фазалари қарама–қарши бўлса, у ҳолда улар *дифференциал* деб аталади. Дифференциал сигнал таъсири натижасида бир елкадаги ток иккинчи елкадаги ток камайиши ҳисобига ортади, $\Delta I_{E1} = -\Delta I_{E2}$ чунки тоқлар йиғиндиси доим ΔI_E ($\Delta I_{E1} + \Delta I_{E2} = \Delta I_E$). Биринчи транзистор коллекторининг потенциали камаяди, иккинчисиники ҳам худди шу қийматга камаяди. ДК чиқишида потенциаллар фарқи ҳосил бўлади, демак, чиқиш кучланиши $U_{чик1,2} = U_{чик1} - U_{чик2}$.

Идеал ДКларда синфаз сигналларни йўқолиши натижасида ноль дрейфи мавжуд бўлмайди. Турли ҳарорат ўзгаришлари, шовқинлар ва бошқа халаллар синфаз сигналлар бўлиши мумкин. Реал ДКларда елкаларнинг абсолют симметриясига эришиш мукин эмас, шунинг учун ноль дрейфи мавжуд бўлиб, у жуда кичик қийматга эга бўлади. Дифференциал киришда, яъни кириш симметрик бўлганда, ДК кириш қаршилиги схеманинг чап ва ўнг елкалари кириш қаршиликлари йиғиндиси $R_{kir1} + R_{kir2}$ тенг бўлади, чунки бу қаршилиқлар сигнал манбаига нисбатан кетма – кет уланади. Дифференциал кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициенти кириш сигналлар генераторининг уланиши ва чиқиш сигналининг ўлчаниш усулига боғлиқдир.

ДК кучайтириш коэффициенти симметрик киришда ҳам, носимметрик киришда ҳам бир хил бўлади.

Носимметрик чиқишда юклама қаршилигининг бир учи транзистор коллекторига, иккинчи учи билан эса – умумий шинага уланади. Бу вақтда кучайтириш коэффициенти K_U симметрик чиқишдагига нисбатан 2 мартага кичик бўлади.



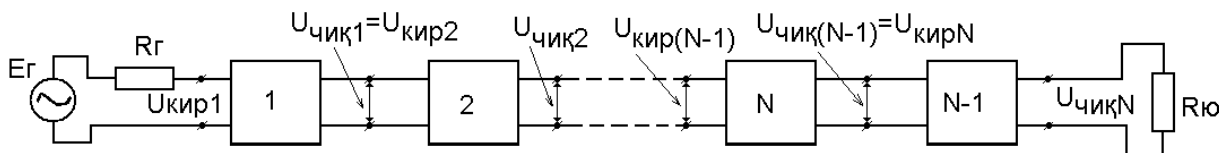
1.9 – расм. Майдоний транзисторларда бажарилган ДК схемаси

Юклама қаршилиги иккинчи чиқиш ва умумий шина оралиғига уланган бўлсин. Агар кириш сигнали 1 киришга узатилса, у ҳолда чиқиш сигнали фазаси кириш сигнали фазасига мос келади. Бу вақтда 1 киришга “инверсламайдиган” кириш номи берилади. Агар кириш сигнали 2 киришга узатилса, у ҳолда чиқиш ва кириш сигналлари фазаси бир – бирига қарама – қарши бўлади ва 2 кириш “инверслайдиган” кириш деб аталди.

Кичик кириш тоқларига эга бўлган майдоний транзисторлар қўллаш натижасида дифференциал кучайтиргич кириш қаршилигини сезиларли ошириш мумкин. Бу вақтда $p-n$ билан бошқариладиган майдонли транзисторларга катта эътибор қаратилади. $p-n$ билан бошқариладиган, канали n -турли майдонли транзисторларда бажарилган ДК схемаси 3.19 – расмда келтирилган. Барқарор ток генератори VT3 ва $R_{И}$ да бажарилган. $R_{СИЛ1}$ и $R_{СИЛ2}$ резисторлари VT1 ва VT2 транзистор затворларига бошланғич силжишни бериш учун мўлжалланган.

Кўп каскадли кучайтиргичлар. Ҳозирги замон мураккаб электрон қурилмаларининг таркибий қисмини кўп каскадли кучайтиргичлар ташкил

этади. Агарда сигналларни кучайтирилганда, кучайган сигнал етарли бўлмаса унда кучайтиргичларни бир нечтасини кетма кет улаб керакли сигнални олиш мумкин бўлади (3.18-расм).



3.18-расм. Кўп каскадли кучайтиргич схемаси

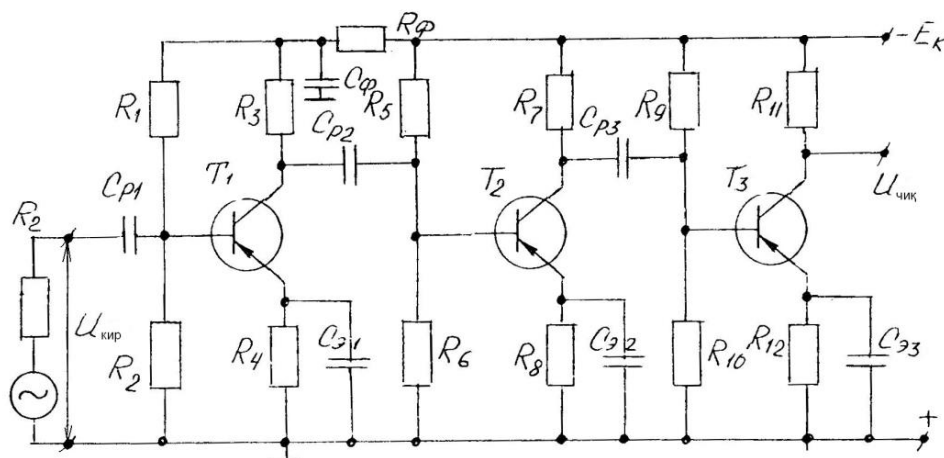
Кучайтиргичларни ягона бир занжирга улаб ишга тушириш жуда мураккаб жараёнدير. Ҳозирда энг мукамал ва кенг фойдаланиладиган универсал кўп каскадли кучайтиргичлар яратилган бўлиб, улар ҳар хил электрон қурилмалар таркибига киритилган бўлиб ўзгармас ва ўзгарувчан сигналларни кучайтиради. Бундай қурилмалар махсус технологик жараён асосида интеграл микросхемалар кўринишида тайёрланади. Бунда кўп каскадли кучайтиргичлар интеграл схемаларни кетма кет уланиб ҳосил қилинади. Аммо бу тор полосали кучайтиргичларда қўл келмайди, чунки у ерда боғланишга трансформатор ҳам қўшилади. Интеграл схемаларни ҳосил қилишда эса сиғим ҳам ишлатилади аммо у осма равишда ишлатилади.

Каскадларни бир бирига боғлашда сиғимлар ОЧК ларда, ЮЧК ларда ва КПК ларда ишлатилади. Кўп каскадли кучайтиргичларда биринчи каскаднинг чиқиш кучланиши кейинги каскаднинг кириш сигнали бўлиб хизмат қилади. Юк эса кейинги каскаднинг кириш қаршилиги ҳисобланади. Кўп каскадли кучайтиргичнинг кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти

$$K_U = \frac{U_{ю}}{E_g} = \frac{U_{чик1}}{E_g} \cdot \frac{U_{чик2}}{U_{кир2}} \dots \frac{U_{чикN}}{U_{кирN}} = K_{U1} K_{U2} \dots K_{Un} \quad (3.14)$$

Кўп каскадли кучайтиргичларда улар орасидаги боғланиш трансформатор орқали, сиғим орқали ва тўғридан тўғри бўлади. Кўп каскадли кучайтиргичларнинг асосий характеристикалари бўлиб амплитуда, амплитуда-

частота ва амплитуда – фаза характеристикаларидир. 3.19-расмда кўп каскадли кучайтиргични сиғим орқали боғланганлиги келтирилган.



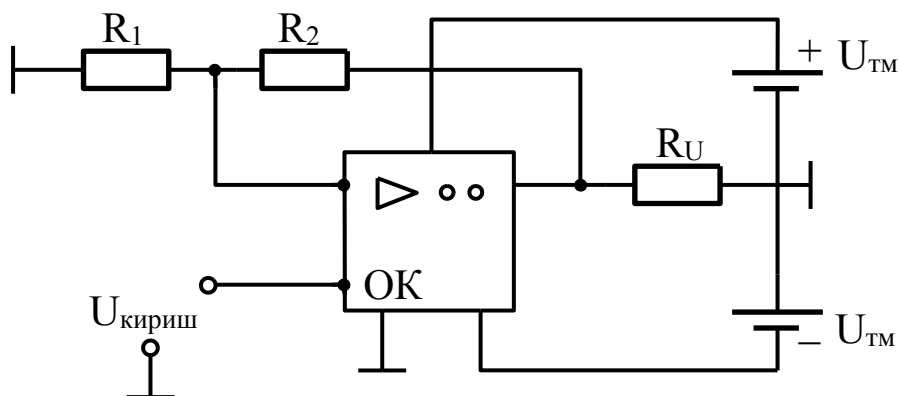
3.19-расм. Сиғим орқали боғланган кўп каскадли кучайтиргич

Сигналларни кучайтириш, ўзгартириш, уларга ишлов бериш, шакллантириш ва генерация қилишга мўлжалланган универсал кўп каскадли кучайтиргичлар интеграл операцион кучайтиргичлардан фойдаланиб яратилмоқда. Улар универсал, кўпфункционали микросхемалар ҳисобланиб, ярим ўтказгичли монокристал кремний пластинаси асосида, бир неча квадрат миллиметрларда ўнлаб транзистор, резистор ва унчалик катта бўлмаган хажмга эга конденсаторлардан ташкил топади. Интеграл операцион кучайтиргичлар (ИОК) кириш каскади, кучайтиришга мўлжалланган оралиқ каскадлар ва кучайтириш учун каскадлар орасини бевосита боғловчи чиқиш каскадидан ташкил топади. Барча ишлаб чиқарилаётган ИОКларнинг кўпчилигининг киришига дифференциал кучайтиргич уланади, бу эса кучайтиргич чиқишидаги потенциални стабиллигини, синфазали кучланишларни йўқотиш орқали ошириш ва иккита киришга эгаллиги сабабли уларнинг функционал имкониятларини кўпайтириш имкониятини беради. Оралиқ дифференциал каскадлар ва кучайтириш каскадини киритилиши, ИОК кучайтириш коэффицентини юқори бўлишлигини таъминлайди. Чиқиш каскади иккита икки тактли кучланиш такрорлагичларидан ташкил топади. Бу эса, ИОК

чиқишидаги қаршилиқни камайтириб, қувватли ва паст омли юкланишни узатиш имкониятини беради.

Кўп каскадли кучайтиргичлар уй – рўзғор маиший – маданий ва бошқа вазифаларни бажаришга мўлжалланган электрон қурилмаларда қўлланилади. Операцион кўп каскадли кучайтиргичларни иккита кириш қисми бўлиб, биринчи кириш жойига, кириш кучланиши ва иккинчи кириш жойига R_1 ва R_2 кучланиш бўлувчиси орқали чиқиш кучланишни бир қисми берилади (3.20-расм).

Кўп каскадли операцион кучайтиргичларда кириш сигнали ва кучланиш деярли нолга тенгдир. Операцион кучайтиргичларни кучланиш бўйича кучайтириш коэффиценти жуда юқори бўлиши мумкин. Айрим ҳолларда бу катта коэффиценти камайтиришга тўғри келади, бу вазифани кучланиш бўлувчи қаршилиқлар бажаради.



3.20-расм. Операцион кучайтиргични схемага уланиши

ИОКларда иккита киришнинг мавжудлиги улардан фойдаланиш соҳаларини кенгайтиради. Шу хусусияти ва юқори кучайтириш коэффиценти эгаллиги, улар асосида жуда кўп чизикли ва ночизикли электрон қурилмаларни, унинг киришига мос боғловчи ташқи занжирларни улаш йўли билан яратиш мумкин.

Назорат саволлари

1. Транзисторларнинг қандай уланиш схемаларини биласиз?
2. Биполяр транзисторлар майдонли транзисторлардан қандай фарқланади?

3. Электрон кучайтиргичлар нима ва уларнинг қандай турларини биласиз?
4. Электрон кучайтиргичларда кучайтириш коэффициентини қандай аниқланади?
5. Бир каскадли кучайтиргичларга қандай қурилмалар киради?
6. Дифференциал кучайтиргич нима ва унинг асосий вазифаси нимадан иборат?
7. Кўп каскадли кучайтиргичлар қандай ташкил қилинади?

Маъруза №12

Радиоалоқа системалари

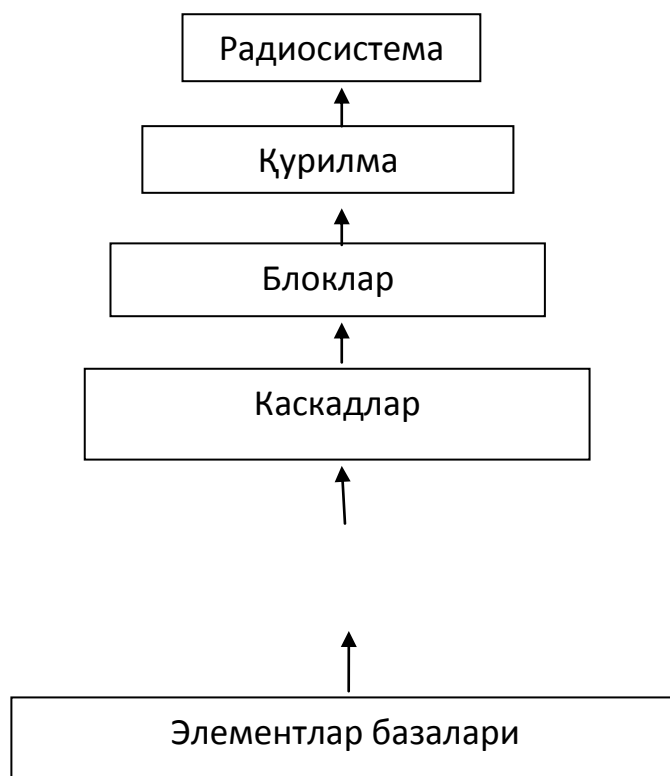
Режа:

1. Радиотехник системалар.
2. Радиотехник системаларининг электромагнит мослашуви.
3. Ахборотларни тарқатувчи радиотехник системалар

Радиотехник системалар

Юқори частотали электромагнит тўлқинлар ёрдамида ахборотни қабул қилувчи, тарқатувчи, ишлов берилувчи ва қайта ишланувчи техник система радиотехник система (радиосистема) деб аталади. Радиосистемаларни қуйидаги иерархик даражалар кўринишида тасвирлаш мумкин (23.1-расм). Қуйи иерархик даражада радиосистеманинг фундаменти ҳисобланган элементлар базаси туради. Унинг таркибига резисторлар, индуктивлик катушкалари, конденсаторлар, трансформаторлар, диодлар, биполяр ва майдонли транзисторлар, аналогли ва рақамли микросхемалар, микропроцессорлар, резонансли занжирлар, монолитли фильтрлар, ўта юқори частота техникаси элементлари кабилар киради. Радиосистеманинг элементлар базалари радиоаппаратуранинг техник даражасини аниқлайди.

Элементлардан фойдаланиб радиосистеманинг кейинги иерархик даражаси ҳисобланган занжирлар яратилади (тебратувчи контурлар, дифференциалловчи ва интегралловчи занжирлар, фильтрлар, чекловчилар, шакллантирувчи занжирлар). Занжирлар конструктив ва технологик жиҳатдан бирлаштирилиб, етарлича мураккабликдаги занжирлар, яъни каскадлар ҳосил қилинади (автогенераторлар, модуляторлар, демодуляторлар, частота ўзгартиргичлар, жуда юқори, юқори, зртача ва паст частота кучайтиргичлари ва бошқалар).



23.1-расм. Радиосистемаларнинг иерархик даражалари

Кейинги иерархик даража блоклар ҳисобланиб, уларга антенна-фидер тракти, қабул қилгичнинг кам шовқин берувчи ўта юқори частота кучайтиргичи, кодек, модем, қабул қилгичнинг чизиқли тракти, қабул қилинаётган сигналга рақамли ишлов бериш қурилмаси, бошқариш қурилмаси ва бошқалар киради.

Кейинги мураккаб иерархик даража бўлиб функционал тугалланган қурилмалар ҳисобланади. Уларга қабул қилгичлар, узатгичлар ва шуларга ўхшаган, радиосистемалар таркида мустақил ишлайдиган радиоаппаратуралар киради. Бу қурилмалардан радиотехник системалар ташкил этилади.

Кейинги йилларда радиотехник воситаларининг элементлар базаси жуда ривожланиб бориши натижасида, уларни яратишда катта интеграл схемалар (КИС) ва ўта КИСлар қўлланилмоқда. Бунинг натижасида иерархик даражаларнинг пастки учта даражаси технологик жиҳатдан биттага даражага бирлаштирилмоқда.

Ахборотлар қўлланилиши бўйича радиотехник системалар тўрт хил техник система кўринишида ишлатилади:

- 1) ахборотларни узатиш системаси (радиоалоқа, радиоэшиттиришлар);
- 2) ахборотларни аниқлаш ва ўлчаш системаси (радиолокация, радионавигация ва б.);
- 3) радиотелебошқариш системаси;
- 4) ахборотларни бузувчи система.

Хозирга келиб замонавий радиотехникада бир қанча радиосистемалардан ташкил топган радиотехник мажмуалардан фойдаланилмоқда. Бундай мажмуаларни бошқариш учун қувватли компьютерлар қўлланилади. Бундай системаларга спутникли ва космик алоқалар, глобал алоқа системалари, ҳаводаги ҳаракатларни назорат қилиш ва бошқариш системалари, ракетали ва космик мажмуалари киради.

Барча радиотехник системалар қабул қилувчига керакли ахборотларни етказиш учун мўлжалланган бўлади. Шунинг учун уларни ахборотли системалар деб аталади. Уларнинг барчасида ахборотлар таркиби, уларни ҳосил қилиш услублари ва қабул қилувчининг фойдаланиши турлича бўлиши билан, уларга ишлов бериш, тасвирлаш ва узатиш услублари умумий ҳисобланади.

Ахборотларни узатиш системаларида узатиладиган хабарлар қандайдир манбалардан келиб тушади, системанинг асосий вазифаси уни қабул қилувчига узатиш ҳисобланади. Барча радиотехник системалар хабар ўзгартиргич қурилмалардан бошланади. Уларнинг вазифаси узатиладиган хабарни узатиш учун қулай бўлган электрик сигналга айлантириш ҳисобланади. Қабул қилгичнинг чиқишида ҳам олинган сигнални қабул қилувчига тушунарли бўлишлигини таъминлаб берувчи ўзгартиргич қурилмасидан фойдаланилади.

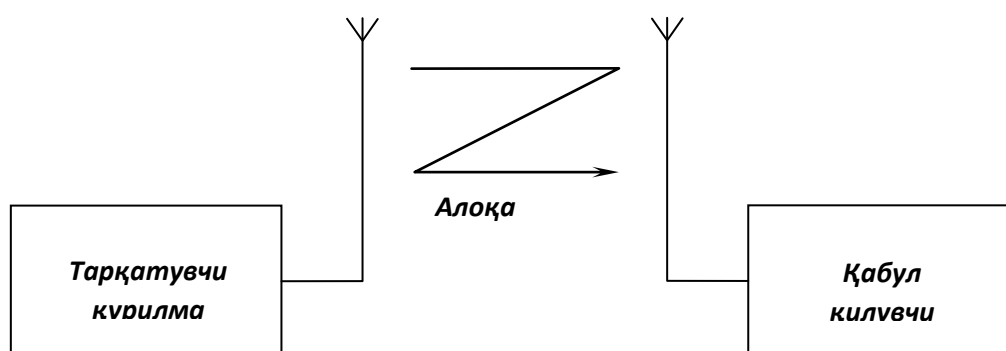
Ахборотларни аниқлаб, уларни ичидан қабул қилувчига кераклигини чиқариб олувчи системаларда ахборотлар узатгич сигналларида мавжуд бўлмайди. Баъзи ҳолларда ахборотлар системасида узаткичлар умуман бўлмайди. Бундай системаларда кўпинча электромагнит тўлқинлари тарқаладиган трасса параметрларини характерловчи ахборотлар билан ишланади. Ахборотларни трасса йўналишлари олиб юради.

Кейинги йилларда ҳарбий ва фуқаролик ҳолатлари учун мўлжалланган радиолокация қилувчи системалар сезиларли ривожланиб бормоқда. Бу борода алоҳида ўринни ер юзасида ва спутникли навигация учун фойдаланиладиган километрли (узун тўлқинли) ва метрли (ультра қисқа) системалар эгаллайди. Бундай системалар корабллар ҳаракатини ва самалётлар учишини хавфсизлигини таъминлайди.

Радіотелебощқаріш системаси учіш апаратларіні, кераклі районларда берілган траекторіяларда ҳаракатланишіні таъмінлайді. Улар космیک объектларні дистанціон бощқаріш масаласіні ечішда кенг қўлланилади.

Ахборотларні бозувчі радиосистемалар нормал ішловчі рақобатдош радиосистемалар учун халал берувчі сигналлар тарқатіб, атайін уларні бузадилар.

Радіотехнік системаларнінг асосій таркібіні радиотехнік каналлар (радиоканаллар) ташкіл қілады. Радиоканаллар эса, радио тўлқінларні узатувчі ва қабул қілувчі қурилма, ҳамда алоқа тармоғідан ташкіл топаді. Алоқа тармоғі деб фізیک мухїт (космیک фозо, фазо бўшлиғі, оптик тола ёкі тўлқін ўтказувчі ўтказгїч ва бощқалар) ва сигналларні узатгїчдан қабул қілгїчга узатїш учун ішлатїладїган апарат воситаларі тўпламїга аїтілады. Радиоканалнінг умумлаштірілган структура схемаси 14-расмда келтірілган.



23.2-расм. Радиоканалнінг умумлаштірілган структура схемаси

Ундан ташқарі хоҳлаган радиотехнік системаларінінг таркібій қісмларі бўліб, таъмінлаш қурилмаларі, фідер-антенналарі, электрон ҳисоблаш қурилмаларі ва бощқа қурилмалар ҳисобланаді.

Ахборотларні қабул қілішда радиосистемаларда ечіладїган асосій масалалар бўліб қуйїдагїлар ҳисобланаді:

- 1.халаллар фонїда сигналларні аніқлаш;
- 2.халаллар фонїда сигналларні ажратіб оліш;
- 3.сигнал параметрларіні баҳолаш;

4.хабарларни қайтадан тиклаш.

Ахборотларни тарқатувчи радиотехник системалар

Ахборотларни (хабарларни) узатувчи радиотехник системалар электромагнит тебранишлар ёрдамида узоқ масофаларга ахборотларни узатиш учун мўлжалланган. Бундай системаларга биринчи навбатда турли телекоммуникация ёки электр алоқа системалари киради. Улар алоқа системаси, радиоёшиттиришлар, телевидения ва видео конференция алоқалари ҳисобланади.

Радиотехник системасининг асосий вазифаси шундан иборатки, ахборотларни фазога электромагнит тўлқинлар орқали эркин тарқатишдан иборатдир. Электромагнит тўлқинни тарқатиш эса, антенна орқали амалга оширилади.

Тарқатувчи антеннадан қабул қилувчи антеннага юқори частотали элитувчи тебранишлар етиб келади. Уларнинг бирор бир параметри узатилаётган хабар қонунияти бўйича ўзгартирилади (модуллаштирилади). Радиотўлқинлар аниқ йўналиш бўйича тарқалиб, қабул қилувчи антеннага етиб боради. Унинг таъсирида электр юритувчи кучга (юқори частота токлари) айлантрилиб, ўзатилаётган ахборотга ўзгартирилади.

Радиоалоқа системаси ўзида радиотехник системаларини жамлаган бўлиб, иккита катта синфга бўлинади, яъни симплекс ва дуплекс алоқа системаси.

Симплекс алоқада ахборот тарқатувчи билан қабул қилувчи қурилмалар орасидаги алоқа битта элитувчи тўлқин частотаси орқали галма-галдан амалга оширилади. Симплекс алоқа кўпинча битта йўналишли алоқа учун ишлатилади, масалан радио ва телевиденияда ахборотларни тарқалиши.

Дуплекс алоқа икки томонлама радиоалоқа бўлиб, иккита пункт орасида хар-хил элитувчи тўлқин частотаси орқали галма-галдан алоқа қилинади. Ҳозирда симплекс алоқанинг бир қанча кўринишларидан, яъни яримдуплекс алоқа ёки икки частотали симплекс алоқадан фойдаланилмоқда. Бу алоқа ретрансляторлар (узатувчи қурилма) орқали амалга оширилади. Ретранслятор оралиқ қабул қилувчи ва узатувчи радиоалоқа тармоғи пункти каби фойдаланиладиган радиотехник қурилма ҳисобланади.

Тармоқ алоқа системаси битта каналли ва кўп каналли бўлади. Кўп каналли алоқа системаларида ахборот бир нечта манбалардан бир вақтнинг ўзида битта канал орқали (тракт) амалга оширилади. Кўп каналли алоқа системасининг асосий вазифаси, бир қанча манбалардан бир вақтда хабарларни узатиш, яъни

унинг ўтказувчанлик хусусиятини кенгайтиришдир. Алоқа каналидан фойдаланишнинг самарадорлигини оширишга, ортиқча хабарларни қисқартириш ва абонентларнинг кўп каналли боғланишларини ташкил қилиш ҳисобига боғланиш каналларини зичлаштиришнинг турли услубларини қўллаш йўли билан эришилади.

Кўпгина алоқа системаларини ўтказувчанлик хусусиятларини ошириш учун сигнални частота бўйича ёки вақт бўйича сиқишдан (зичлаштириш) фойдаланилади (23.2-расм.).

Элитувчи тебранишларни амплитудали, частотали ва фазали модуляция қилиш каналларни частотали зичлаштирилган кўп каналли радиоэлектрон системалари яратиш имкониятини беради.

Вақт бўйича зичлаштирилганда ахборот маълум вақтда маълум частотада канал орқали берилиши белгилаб қўйилади. Битта элитувчи частота орқали галма-галдан ҳар-хил манбалардан келаётган ахборотлар узатилади.

23.2-расмда тарқатувчи қурилманинг вақт ва частота бўйича зичлаштирадиган қурилманинг структура схемаси келтирилган. Сигналлар аналогли мултиплексор орқали (аналогли коммутатор ёки селектор) импульс модуляторига берилади. Ахборот сигнали вақт бўйича ажратилиб (дискретлаб) ишлаб чиқарувчи генератордан чиққан юқори частотали элитувчи частотани амплитуда-импульсли (АИ), импульс кенлиги бўйича(ИК), фазо-импульсли(ФИ) ёки импульс-кодли бўйича модуллаб қувват кучайтиргичга берилади. Қувват кучайтиргичида кучайтирилган сигнал антенна орқали фазога тарқатилади.

Кўпгина радиотехник системаларда частота бўйича зичлаш варианты ишлатилади (23.2,б расм). Бунда манбалардан келаётган ҳар хил частотали ахборот сигналлари модуляторга берилади. У ерда частота ишлаб чиқарувчи генератордан чиқаётган элитувчи тўлқин частотаси частота, амплитуда ёки фаза бўйича модулланади ва қувват кучайтиргичида кучайтирилиб антенна орқали фазога тарқатилади.

Мавзунини мустахкамлаш учун саволлар.

1. Радиотехник системалар деб нимага айтилади?
2. Радиотехник системаларнинг асосий вазифалари нималардан иборат?

3. Радиотехник системаларининг қандай иерархик даражалари мавжуд?
4. Ахборотларни тарқатувчи радиотехник системаларнинг асосий вазифалари нима?
5. Алоқа линияси нима ва унинг қандай синфларимавжуд?
6. Алоқа системаларини ўтказувчанлик хусусиятларини ошириш учун нима қилиш керак?

Маъруза №13

Мавзу: Радиосигналларни узатувчи қурилмалар ва радиосигналлар тўғрисида умумий тушунчалар

Режа:

1. Радиосигналларни узатувчи қурилма.
2. Радио сигналларни узатувчи қурилмаларни турлари
3. Радио сигналларни узатувчи қрилмаларни структуравий схемалари
4. Ахборот узатиш тизими.

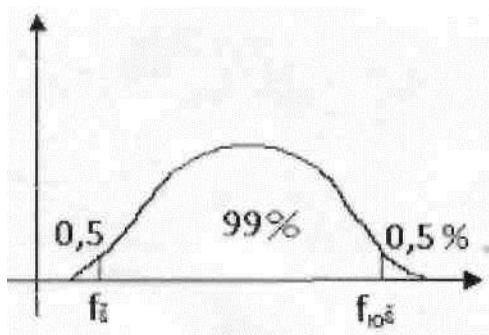
Назарий маълумотлар:

Радиосигналларни узатувчи қурилма (РУҚ) деб, таркибида узатилиши керак хабар бўлган юқори частотали радиотулқинларни ишлаб берувчи қурилмаларга айтилади. Қурилманинг асосий вазифаси радиосигнални юзага келтириб, шакллантириб ва керакли миқдоргача кучайтириб, уни уни антеннага узатишдир. Радиосигнал бу юқори частотали тулқин бўлиб, унинг бирор параметри узатилаётган хабар таъсирида ўзгариб туради. Радиосигнал қуввати $P_{\text{чик}}$ радиоқурилмани лойиҳалаётган пайтда аниқланади.

Радиосигнал спектри иш частотаси f , частота турғунлиги $\Delta f/f$, банд қилинган частота кенглиги ва паразит туқинлар, яъни керакмас бўлган тулқинлар миқдори билан характерланади (17.1-расм). Банд қилинган частота кенглиги бу юқори $f_{\text{ю}}$ ва

қуйи f_k частоталар оралиғи бўлиб, бу оралиқда сигналнинг 99% қуввати йиғилган бўлади. Юқори $f_{ю}$ ва қуйи f_k оралиқдан ташқарида бўлган тулқинлар керак эмас паразит тулқинлар ҳисобланади. Улар бошқа частотадаги сигналларни қабул қилишга халақит беришади ва шу туфайли уларни миқдорини иложи борица камайтириш керак.

Иш частотаси f_c ва t давомида ўзгарши частота турғунлиги билан аниқланади ($\Delta f/f$). Частота турғунлиги иложи борица кичик бўлиши керак ва шу иш частотасига ва қурилманинг қувватига боғлиқ булади.



17.1- расм .Радиосигналнинг таркиби

Масалан: (4 - 29, 7) МГц частота оралиғида ишловчи ва қуввати $P = 500$ Вт бўлган урилмаларда $\Delta f_c < 50 \cdot 10^{-6}$ бўлиши керак.

Радио сигналларни узатувчи қурилмаларни турлари.

Радиоузатувчи урилмалар қуйидаги турларга бўлинадилар:

- бажарадиган вазифаси бўйича қурилма - радиоалоқа боғловчи, радио ва телесигналларни узатувчи, профессионал алоқа боғловчи, телеметрик, радиолокацион ва радионовигацияли бўлиши мумкин.

- иш иапазони буйича курилмалар паст частотали, ўта юқори частотали ва оптик диапазонда ишловчи бўлиши мумкин.

Курилмани иш диапазони актив элемент (АЭ) ва тебраниш контурини тури билан аниқланади. Юқори частотали РУҚ ларда АЭ элемент сифатида транзистор, радиолампа ва микросхемалар, тебраниш контури сифатида эса оддий сифим ва индуктивликлар ишлатилади. Ўта юқори частотали РУҚ да АЭ элемент сифатида магнетрон, клистрон, ЛОВ(қайтган тўлқин лампаси), ЛЕВ (югурувчи тўлқин лампаси) лар, тебраниш контури сифатида эса волноводлар ва резонаторлар ишлатилади. Оптик диапазонда эса лазер генераторлари ва световодлар ишлатилади.

- қувват буйича РУҚ лар жуда кичик қувватли, ($P_n < 3 \text{ Вт}$), кичик қувватли ($3-100 \text{ Вт}$), ўрта қувватли ($0,1-3 \text{ кВт}$), кучли қувватли ($3-100 \text{ кВт}$) ва ўта кучли қувватли ($P > 100 \text{ кВт}$) бўлиши мумкин.

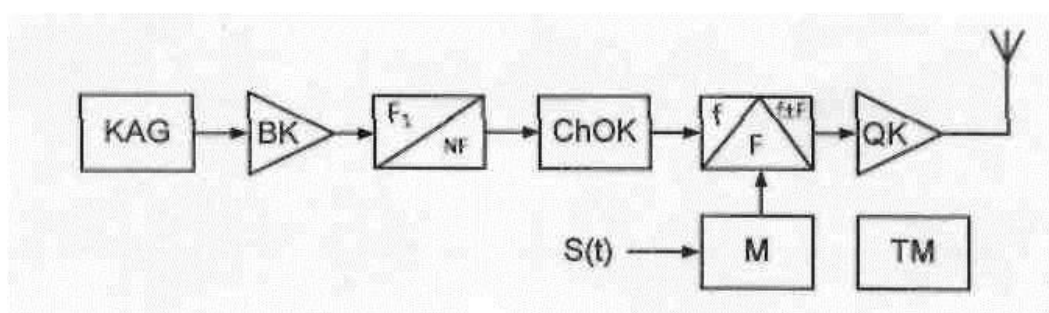
- модуляция тури буйича РУҚ лар амплитуда буйича модуллаштирилган (АМ), частота буйича модуллаштирилган (ЧМ) ва фаза буйича модуллаштирилган (ФМ) бўлиши мумкин. АМ РУҚ лар радиоалоқа боғланишда, радио - телесигналарни узатишда, радиоолокацияда ишлатилади. ЧМ РУ радиоалоқа боғлашда, сифатли радиосигналларни узатишда, радио релейли системада, радиоолкацияда ишлатилиши мумкин. ФМ РУҚ радиоалоқа қилишда ишлатилади.

- иш шароити буйича РУҚ тационар ва ҳракатдаги(мобил) бўиши мумкин.

Радиосигналларни узатувчи қрилмаларни структура схемалари

Энди РУҚ қрилманинг сируктура схемаси билан танишиб чиқамиз. 10-2000 м тулқин оралиғида радиосигналларни узатувчи курилмаларда амплитудали модуляция (АМ) ишлатилади. Ишлаб берилаётган сигнал сифтига ва уни частотасини турғунлигига катта талаб қўйилади. Одатда ташувчи сигналлар ишлаб берувчи автогенератор кварц тебрантиргичли бўлиб, кичик

куватли булади. Шунинг учун структуравий схема кўп каскадли қилиб қурилади. Қурилмани структуравий схемаси 18.1- расмда келтирилган. Қурилма қуйидаги қисмлардан иборат: 1 - кварц тебрантиргичли автогенератор (КАГ), 2 - буфер каскади (БК), 3 - частота купайтирич (ЧК), 4-чиқиш олди каскади (ChOK), 5 -қувват кучайтиргич (QK), 6- модулятор (М), 7 - таъминловчи манба (ТМ). КАГ - юқори частотали ташувчи тулқинларни ишлаб беради. БК - автогенератор ишлаб берган ташувчи сигналларни қисман кучайтиради ва частота купайтиргични автогенераторга бўлган таъсирини камайтиради.



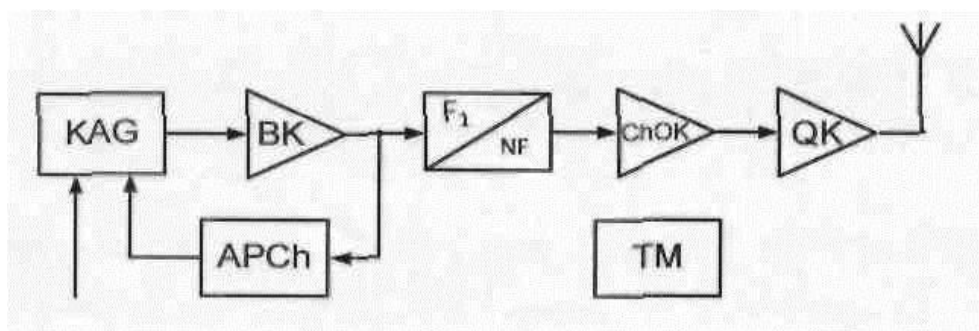
18.1-расм. АМ РУҚ нинг структурасини схемаси

Чиқиш олди каскади - юқори частотали ташувчи радиосигналларни керакли тарзда шакллантириб беради. Қувват кучайтиргич радиосигналларни қувватини керакли булган микдоргача ошириб, антеннага узатади.

М - узатилиши керак бўлган ахборотни ва юқори частотали ташувчи сигналларни бир - бирига қушиб, яъни амплитудали модуляцияни амалга оширади.

Метрли диапазонда ишловчи ва радиолокацион РУҚларда частотали модуляция қурилмани автогенераторида амалга оширилади. Бундай қурилмалар юқори сифатли радио эшиттиришда, кўп каналли радиорелейли линияларда ҳам кулланилади.

Частотали РУҚ ни структура схемаси 18.2 - расмда келтирилган.



18.2-расм ЧМ РУҚ ни структура схемаси

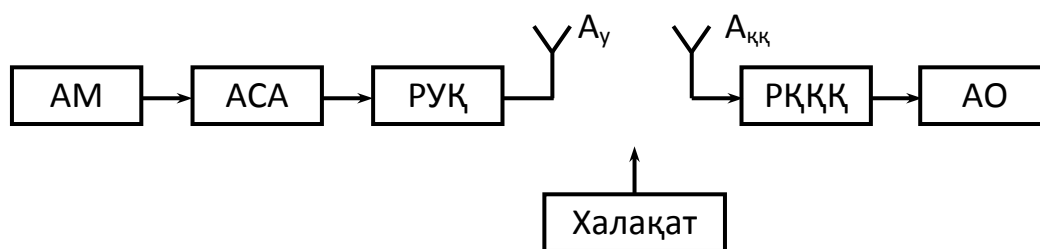
Бу ерда APCh- частотани автоматик равишда бошқариб турувчи қурилма. У ташувчи сигналларни частотасини турғун ҳолатда бўлишини таъминлайди. Узатилиши керак бўлган хабар автогенератор ишлаб бераётган ташувчи сигнал частотасига таъсир қилиб частота бўйича модуллаштиради.

Ахборот узатиш тизими

Радиотехник системасининг асосий вазифаси ахборотларни фазога электромагнит тўлқинлар орқали эркин тарқатишдан иборатдир. Электромагнит тўлқинни тарқатиш эса, антенна орқали амалга оширилади.

Тарқатувчи антеннадан қабул қилувчи антеннага юқори частотали элитувчи тебранишлар етиб келади. Уларнинг бирор бир параметри узатилаётган хабар қонунияти бўйича ўзгартирилади (модуллаштирилади). Радиотўлқинлар аниқ йўналиш бўйича тарқалиб, қабул қилувчи антеннага етиб боради. Унинг таъсирида электр юритувчи кучга (юқори частота токлари) айлантирилиб, ўзатилаётган ахборотга ўзгартирилади.

Ахборотни манбадан ахборот олувчига етказиб бериш учун фойдаланиладиган техник қурилмалар алоқа тизими деб аталади (18.3-расм). Алоқа тизими: ахборот манбаи, ахборотни сигналга айлантириш қурилмаси, радиоузаткич, радиоузатиш антеннаси, радиоқабул қилиш антеннаси, радиоқабул қилиш қурилмаси (РҚҚҚ) ва ахборот олувчидан иборат.



18.3-расм. Алоқа тизими

Радиоузатиш антеннаси таркатган радиотўлқинлар фазода (эфирда) тарқалади ва радиоқабул қилиш антеннаси ёрдамида РҚҚҚ киритилади. Одатда радиоузаткич чиқишини РҚҚҚ кириши билан боғловчи воситалар радиолиния (РЛ) ёки алоқа линияси (АЛ) деб аталади. Радиолиниядаги ҳалақитлар структуравий схемада 18.3-расмда кўрсатилган шаклда кўрсатилади. Радиоузаткич қурилмаси (РУҚ), РЛ ва РҚҚҚ радиоалоқа канали (РК) деб аталади. Баъзан радиоалоқа тизимининг маълум икки нуқтасидаги қурилмалар кетма-кетлиги ҳам радиоканал (РК) деб тушунилади ва таҳлил этилади.

Мавзуни мустаҳкамлаш учун саволлар.

1. Радиосигналларни узатувчи қурилма деб қандай қурилмага айтилади?
 2. Радиосигналларни узатувчи қурилманинг асосий вазифаси нимадан иборат?
 3. Радиосигналларни узатувчи қурилмалар қандай синфларга бўлинади?
- Ахборот узатиш тизимининг ишлаш таъйини тушунтириб беринг.

Маъруза № 14

Рақамли модуляция ва демодуляция

Режа:

1 Сигналларга рақамли ишлов беришдаги афзалликлар.

2. Рақамли модуляция ва демодуляция

3. Чегараланган ўтказувчанлик полосасида модуляция қилиш таъминоти

4. Амплитудали ва фазали модуляция

5. Частота модуляцияси

Тушунчалар ва таяч иборалар: рақамли модуляция, сигнал спектри, кодлаштириш, кодли модуляция қилиш, чизиқли модуляция, когерент таянч фаза, ахборотли битлар оқими, квадратурали ташкил этувчилар, юлдузсимон нуқталар.

Назарий маълумотлар:

Кейинги йиллада аппаратли таъминот ва сигналларга рақамли ишлов беришда эришилган ютуқлар рақамли қабул қилгич ва узаткичларни, аналоглиларига нисбатан арзонроқ, ишлаши тезкор ва кам энергия талаб қилувчи қурилмалар сифатида номоён этди. Ундан ташқари рақамли модуляция аналогли модуляцияга нисбатан жуда кўп афзалликларга эгадир, яъни сигнал спектридан фойдаланишда нисбатан юқори самарадорликка эга, хатоликларни тўғрилашда самарали услубларга эга, каналдаги халалларга чидамли, кўпстационар мурожатлар учун самарали услубларга эга, ундан ташқари рухсат этилмаган мурожатлардан ҳимоялаш ва ахборот хавфсизлиги жуда яхши ҳисобланади. Хусусан, юқори даражали рақамли модуляция қилиш методлари, яъни кўп маротабали квадратурали амплитуда модуляция, аналогли модуляцияга қараганда спектрдан жуда самарали фойдаланишни таъминлайди. Сигналларни рақамли узатишда қўлланиладиган кодлаштириш ва кодли модуляция қилишга эришиш, бундай сигналларни шовқинларга ва сўниб қолишларга кам таъсирчан қилади ва коррекциялаш методлари ва бир қанча ташувчилардан фойдаланиш белгилар орасидаги интерференцияни камайтириш имкониятини беради. Рақамли модуляцияда қўлланиладиган спектрларни

кенгайтириш методлари, сўниш таъсирларини бир вақтда йўқотиш ёки қабул қилишда кўп нурли тарқалувчи сигналларни жамлаш ва интерференсияга қарама – қарши туриши ва ундан ташқари кўп сигналларни қабул қилиш имкониятини яратади. Рақамли модуляция қилишда берилганларни шифрлаш жуда содда бўлиб, бу рухсат этилмаган муражатлардан ахборотларни ҳимоялаш ва жуда юқори хавфсизликни таъминлайди. Шунинг учун симсиз алоқа учун кейинги йилларда яратилаётган ва режалаштирилаётган системаларнинг барчаси рақамли ҳисобланади.

Рақамли модуляция ва демодуляцияда алоқа каналлари орқали ахборотлар битлар оқимлари кўринишида узатилади. Бит бу иккилик белгилари бўлиб, 1 ёки 0 қийматларни қабул қилади. Бундай битлар ахборот каналларидан келиб тушади ва рақамли ёки аналогли кўринишда (АРЎ билан биргаликда) бўлиши мумкин. Манбадан рақамли ёки АРЎга эга аналогли битли ахборотлар кетма-кетлигини олиш учун ахборотларни сиқиш талаб этилади. Рақамли модуляция ахборотли битларни канал бўйича узатиш учун аналогли сигналга ўзгартиради. Демодуляция қилишда канал бўйича қабул қилинган сигнал асосидаги дастлабки битлар кетма-кетлигини тиклаш амалга оширилади. Рақамли модуляция қилишнинг конкрет методини танлашда қуйидаги асосий қарашларга таянилади:

- маълумотларни узатишда юқори тезкорлик;
- спектрдан фойдаланишда юқори самарадорлик (частота диапазонининг минимал қиймати);
- қувват бюджети маъносида юқори самарадорлик (узатишда талаб қилинган минимал қувват);
- каналдаги халалларга чидамлилиқ (битлар бўйича хатоликларнинг минимал эҳтимоллиги);
- кам қувватли ва унчалик қиммат бўлмаган қурилмалар ёрдамида амалга ошириш.

Кўпинча бу талаблар бир-бирига қарама-қарши ҳисобланиб, улар орасида яхши компромисга эришиладиган модуляциялаш методлари танланади.

Рақамли модуляция қилишнинг иккита асосий категорияси мавжуддир, яъни амплитудали, фаза ва частотали модуляция. Частота-модуляцияланган сигнал кўпинча доимий эгилувчига эга бўлиб, ночизиқли методлардан фойдаланиб генерасия қилинади, уни яна доимий эгилувчи ёки ночизиқли модуляция қилувчи деб аталади, амплитудали ва фазали модуляцияни эса, чизиқли модуляция деб аталади. Чизиқли модуляция қилиш, ночизиқли модуляция қилишга қараганда яхши спектрал характеристикаларга эга ҳисобланади, чунки ночизиқли ишлов бериш спектрнинг кенгайишига олиб келади. Лекин амплитудали ва фазали модуляцияда ахборот узатилаётган сигналнинг амплитудасида ёки фазасда мавжуд бўлади ва улар сўниш ва интерференсия таъсирларини жуда сезувчан ҳисобланади. Ундан ташқари амплитуда ва фаза модуляция услублари кўпинча чизиқли кучайтиргичларни талаб қилади, бундай қурилмалар ночизиқли модуляцияда қўлланиладиган ночизиқли кучайтиргичларга қараганда қиммат турадиган ва қуввати жиҳатдан кам самарали қурилмалар ҳисобланади. Шунинг учун чизиқли ва ночизиқли модуляция ўртасидаги келишув, бир томондан спектрдан фойдаланиш самарадорлиги билан, иккинчи томондан қувват бўйича самарадорлиги ва каналнинг ўтказувчанлигининг ёмонлашувига бўлган турғунликни танлаш ҳисобланади. Модуляция услуби аниқлангандан сўнг, комбинасия ўлчамини танлаш керак ҳисобланади (ҳолатлар диаграммаси ўлчамини). Кўп сонли ҳолатларга эга модуляция услублари сигналнинг берилган ўтказувчанлик полосасида маълумотларни юқори тезкорликда узатилишини таъминлайди, лекин аппаратураларнинг дефектларига, шовқинларга ва сўнишларга жуда сезгир ҳисобланади. Баъзи бир демодуляторларда, узатилаётган сигналга нисбатан когерент бўлган таянч фаза талаб қилинади. Бундай когерент фазани ҳосил қилиш мураккаб ҳисобланади ёки қабул қилгичнинг мураккаблигини

ошириб юборади. Шунинг учун қабул қилгичда когерент таянч фаза талаб қилмайдиган модуляция услублари келажаги порлоқ услублар ҳисобланади.

Чегараланган ўтказувчанлик полосасида модуляция қилиш таъмоийли. Полосали рақамли модуляциянинг асосий таъмоийли, ахборотли битлар оқимини частота ташувчи сигналлар орқали кодлаштириш ва сўнгра алоқа канали бўйича узатиш ҳисобланади. Қабул қилинган сигналдан ахборотли битлар оқимини ажратиб олиш жараёни демодуляция деб аталади. Узатилаётган сигналга канал орқали киритилаётган бузилишлар, демодуляция жараёнида рақамли хатоликларни келтириб чиқариши мумкин. Чегараланган ўтказувчанлик полосасида модуляция қилишдан мақсад, маълумотларда хатоликлар эҳтимоллиги минимал бўлган ҳолларда битларни юқори тўзқорликда узатишдан иборатдир.

Умуман модуляциялашда ахборотлар частота ташувчи сигналнинг $\alpha(m)$ – амплитудаси, $f(m)$ – частотаси, ёки $\theta(m)$ – фазаси бўйича кодлаштирилиши мумкин. Шунинг учун модуляцияланган сигнални қуйидаги кўринишда тасвирлаш мумкин:

$C(m) = \alpha(m)\cos[2\pi(f_c + f(m))m + \theta(m) + \varphi_0] = \alpha(m)\cos[2\pi(f_c m + \varphi(m) + \varphi_0)]$,
(14.1) бу ерда, $\varphi(m) = 2\pi f(m)m + \theta(m)$, φ_0 эса ташувчи сигнал фазасининг силжиши. Модуляцияланган сигналнинг бундай тасвирланиши частотали ва фазали модуляцияларни бурчак модуляциясига бирлаштиради.

14.1 ифоданинг ўнг томонини синфазали ва квадратли ташкил этувчилардан фойдаланиб қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\begin{aligned} C(m) &= \alpha(m)\cos(\varphi(m) + \varphi_0)\cos(2\pi f_c m) - \alpha(m)\sin(\varphi(m) + \varphi_0)\sin(2\pi f_c m) = \\ &= C_i(m)\cos(2\pi f_c m) - C_q(m)\sin(2\pi f_c m), \end{aligned}$$

(14.2)

бу ерда, $C_i(m) = \alpha(m)\cos(\varphi(m) + \varphi_0)$ – $C(m)$ сигналнинг синфазали ташкил этувчиси, $C_q(m) = \alpha(m)\sin(\varphi(m) + \varphi_0)$ – унинг квадратурали ташкил этувчиси.

$C(m)$ сигнални, унинг эквивалент паст частотали тасвирланиши орқали ифодалаш ҳам мумкин:

$$C(m) = Pe\{u(t)e^{j2\pi f_c t}\}, \quad (14.3)$$

бу ерда, $y(m) = C_i(m) + jC_q(m)$. Бундай тасвирланишнинг фойдалиги шундаки, қабул қилгичлар кўпинча сигналнинг синфазали ва квадратурали компонентларига алоҳида ишлов беради.

Амплитудали ва фазали модуляция. Амплитудали ва фазали модуляция қилишда ахборотлар оқими узатилаётган сигналнинг амплитудаси ёки фазаси бўйича кодланади. Бу қуйидагича амалга оширилади: T_c вақт интервали давомида $K = \log_2 M$ бит, узатилаётган $s(t)$ сигнални амплитудаси ёки фазаси бўйича кодланади, бунда $0 \leq t < T_c$. Бу даврда узатилган $C(m) = C_i(m)\cos(2\pi f_c m) - C_q(m)\sin(2\pi f_c m)$ сигнални, унинг сигналли фазосида, $\varphi_1(m) = z(m)\cos(2\pi f_c m + \varphi_0)$ ва $\varphi_2(m) = -z(m)\sin(2\pi f_c m + \varphi_0)$ базис функциялари билан $C(m) = C_{u1}\varphi_1(m) + C_{u2}\varphi_2(m)$ каби ёзиш мумкин, бу ерда $z(m)$ -шаклланилаётган импульс. $[kT, (k+1)T]$ вақт интервали давомида, $\varphi_0 = 0$ бўлганда, u -хабарни узатиш учун $C_H(m) = C_{u1z}(m)$, $C_K(m) = C_{u2z}(m)$ деб қабул қиламиз. Бу синфазали ва квадратурали ташкил этувчилар бўлиб, модуляциялаштирилаётган сигналнинг частота полосасида жойлашган бўлиб, уларнинг спектрал характеристикалари $z(m)$ импульс шакли орқали аниқланади. Хусусан, уларнинг В ўтказувчанлик полосалари $z(m)$ сигнал частотаси полосаси кенглигига тенгдир ва $C(m)$ узатилаётган сигнал, f_c марказий частотали ва $2B$ ўтказувчанлик полосаси кенглигига эга полосали сигнални тасвирлайди. Амалиётда $B = K_z / T_c$ деб қабул қилинади, бу ерда K_z импульснинг шаклига боғлиқ ҳисобланади, яъни тўғрибурчакли импульслар учун $K_z = 0,5$, кўтарилган косинус импульслари учун $0,5 \leq K_z \leq 1$ тенг ҳисобланади. Шунинг учун тўғри бурчакли импульслар учун $z(m)$ сигналнинг частота полосаси кенглиги $0,5/T_c$ ни ташкил этади, $C(m)$ сигнал полосаси кенглиги эса $1/T_c$ га тенг. Амплитудали ва фаза модуляция учун сигналнинг юлдузсимонлиги $\{(C_{u1}, C_{u2}) \in \mathbb{R}^2, \text{ и } =$

$1, \dots, M$ юлдузсимон нуқталар асосида шаклланади. $C(m)$ нинг эквивалент паст частотали тасвирланиши қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$C(m) = Pe\{x(t)e^{j\varphi_0} e^{j2\pi f_s t}\} \quad (14.4)$$

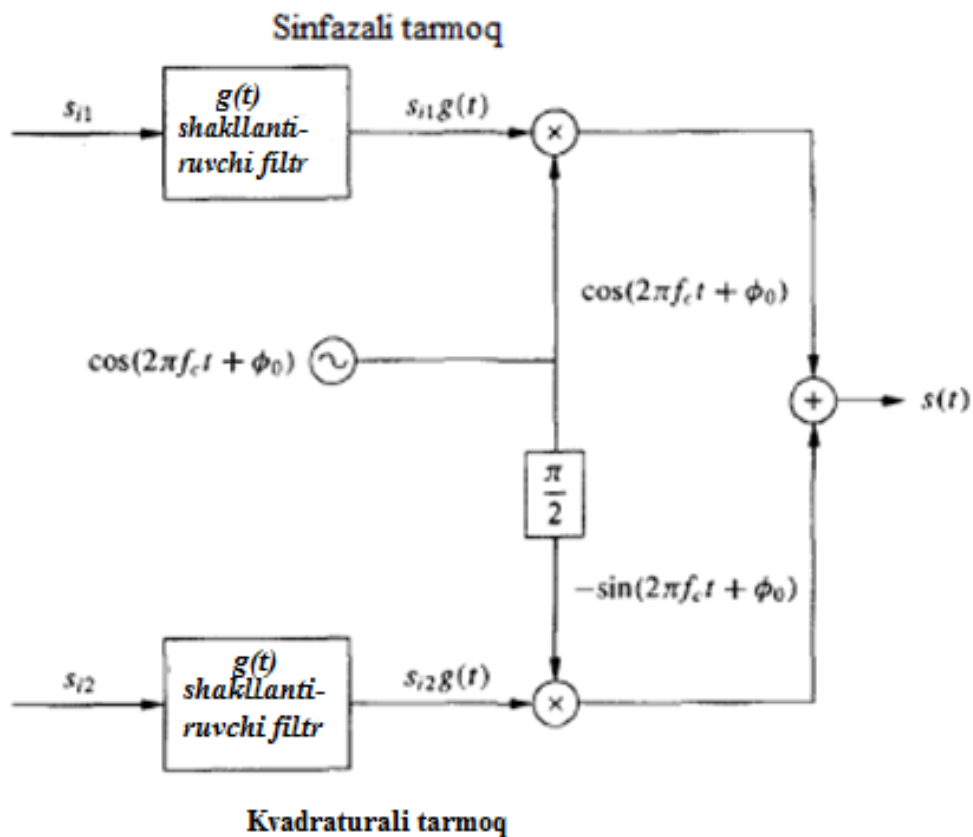
Бу ерда $x(m) = (c_{u1} + jc_{u2})z(m)$. Юлдузсимон нуқталар $C_u = (c_{u1}, c_{u2})$ белгилар деб аталиб, $\log_2 M$ бит узунликдаги хабарга москелади, T_c вақт эса белгини узатиш вақти деб аталади. Бундай модуляцияда узатиш тезкорлиги белги учун K бит ёки $P = \log_2 M / T_c$ сек/битни ташкил этади.

Амплитудали ва фаза модуляциясининг асосий учта типи мавжуддир:

- амплитуда-импульсли модуляция (АИМ) – ахборот фақат амплитудада мавжуд бўлади;
- фазали манипуляция (ФМН) - ахборот фақат фазада мавжуд бўлади;
- квадратли амплитудали модуляция (КАМ) – ахборот ҳам амплитудада, ҳам фазада мавжуд бўлади.

Рақамли модуляция схемаси $K = \log_2 M$ белгидаги битлар миқдори билан, $\{C_u, u = 1, \dots, M\}$ сигналнинг юлдузсимонлиги ва $z(m)$ импульс шакли билан аниқланади. $z(m)$ импульс шаклини танлашда спектрдан фойдаланиш самарадорлигини оширишга ва белгилар орасидаги интерференция билан курашишга аҳамият берилади.

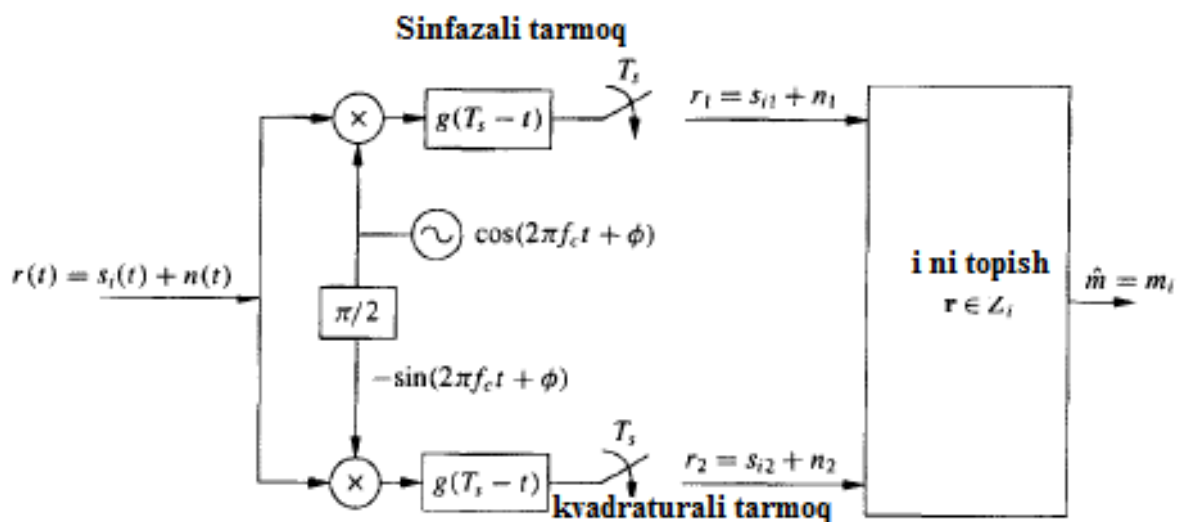
Амплитудали ва фаза модуляцияси белгиларнинг берилган кетма-кетлиги даврида 14.1-расмда кўрсатилган модулятордан фойдаланиб амалга оширилиши мумкин.



14.1-расм. Амплитудали ва фазали модулятор

Расмдан кўриниб турибдики, унда базисли функция, узаткич генератори билан аниқланувчи ихтиёрий ϕ_0 фазага эгадир. Ҳар бир белгини демодуляция қилиш жараёни 14.2-расмда кўрсатилган демодуляторда амалга оширилади.

Кўпинча қабул қилувчи ўз таркибига ташувчи сигнални фазасини тикловчи, яъни ташувчи сигналнинг φ фазасини, узаткичдаги ϕ_0 ташувчи сигнал фазаси билан мослаштиради, бу жараён когерент детекторлаш деб аталади. Агар $\varphi - \phi_0 = \Delta\varphi \neq 0$ бўлса, у ҳолда синфазали тармоқ, квадратурали тармоққа боғлиқ бўлган кераксиз ташкил этувчиларга эга бўлади ёки унинг тескариси: $p_1 = c_{u1} \cos(\Delta\varphi) + c_{u2} \sin(\Delta\varphi) + n_1$ ва $p_2 = -c_{u1} \sin(\Delta\varphi) + c_{u2} \cos(\Delta\varphi) + n_2$, бу эса ишчи характеристикаларни сезиларли ёмонлашишига олиб келади. Қабул қилгичнинг тузилишида яна шу эътиборга олинадики, ҳар бир T_c секунддан кейин санашлардан олинган функция, белгининг кетма-кетлик даврининг бошланиши билан синхронлаштирилади, бу синхронлаш билан тиклаш деб аталади.



5.11-расм. Амплитудали ва фазали демодулятор (когерент: $\varphi = \varphi_0$).

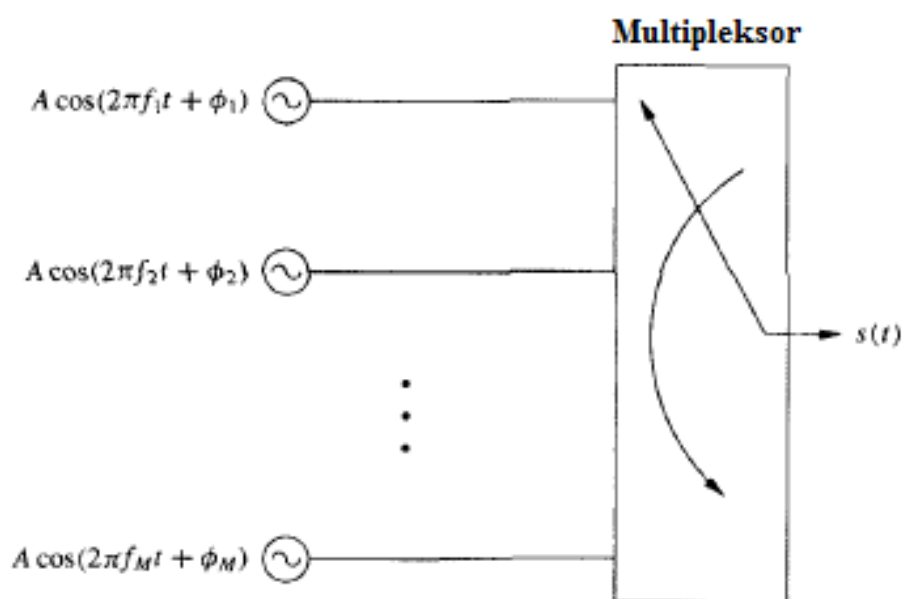
Қабул қилгични синхронлаш ва ташувчи сигналнинг фазасини тиклаш, симсиз муҳитда сезиларли мураккаб жараён ҳисобланади.

Частота модуляцияси. Частота модуляциясида ахборот узатилаётган сигналнинг частотасида бўлади. Ҳар бир $K = \log_2 M$ белгини узатиш интервалида ахборотли бит узатилаётган $C(m)$, $0 \leq m < T_c$, сигнал частотасида кодлаштирилади, натижада узатилаётган сигнал қуйидаги кўринишда бўлади: $C_u(m) = A \cos(2\pi f_i t + \varphi_u)$, бу ерда i – $\log_2 M$ битга мос келувчи i – хабарнинг индекси, φ_u эса i – ташувчи частотага мос келувчи фаза. Сигнал фазосидаги тасаввурлар қуйидагини беради: $C_i(t) = \sum_j s_{ij} \varphi_j(t)$, бу ерда $s_{ij} = A\delta(i - j)$, $\varphi_j(m) = \cos(2\pi f_j m + \varphi_j)$, бунда базисли функция турли ташувчи частоталарга мос келади ва ҳар бир вақт интервалида фақатгина битта шундай базис функция узатилади.

Базис функция ташувчи частоталарнинг минимал фарқида ортогонал ҳисобланади, яъни $\varphi_i = \varphi_j$ учун $\Delta\varphi = \min_{i \neq j} |f_j - f_i| = 0,5 / T_c$ ва $\varphi_i \neq \varphi_j$ учун эса, $\Delta\varphi = 1 / T_c$.

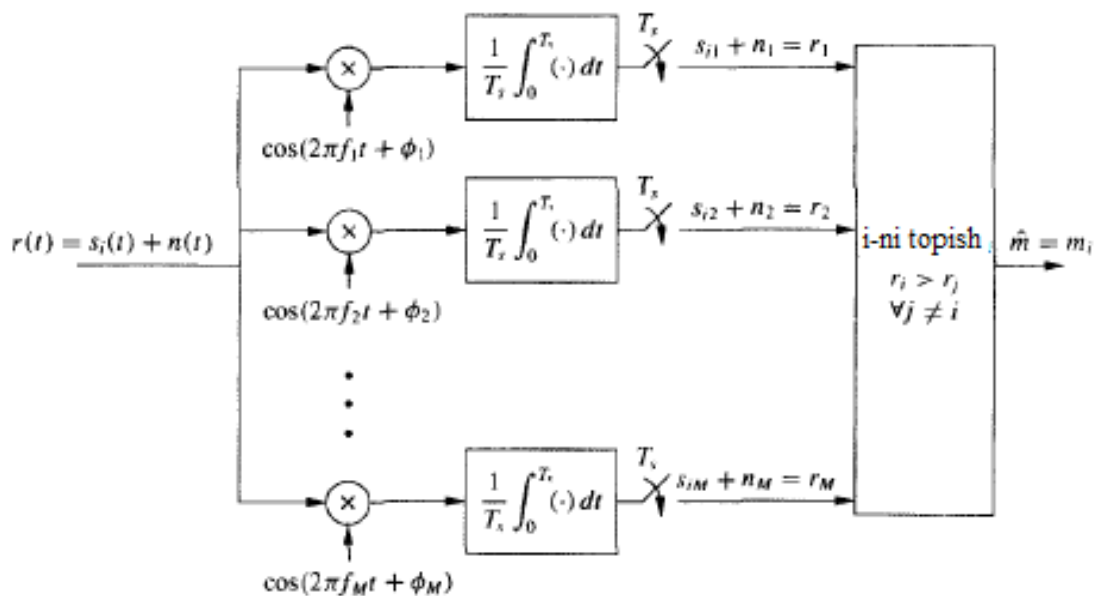
Частота модуляциясида ахборот сигнал частотасининг ўзгаришида бўлгани учун, узатилаётган $C(m)$ сигнал доимий эгилувчи A га эга бўлади. Бундай

сигнал учун қувват бўйича юқори самарага эга нозикли кучайтиргичлардан фойдаланиш мумкин, бундан келиб чиқиб, модуляцияланган сигнал каналлар ёки аппаратуралар ҳосил қиладиган амплитуда бўйича бузилишларга кам таъсирчан бўлади. 5.22-расмда белгиларнинг берилган кетма-кет даврли, оддий частотали модуляцияли сигнални шакллантирувчи модуляторнинг тузилиши кўрсатилган.



5.22-расм. Частотали модулятор.

Қабул қилинаётган ҳар бир даврдаги белгиларни демодуляция қилиш 5.23-расмда кўрсатилган демодулятор ёрдамида амалга оширилади. Расмда кўрсатилган демодуляторда *ж*-ташувчи сигнал, узаткичдаги *ж*-ташувчи сигналнинг фазаси билан мослаштирилган бўлиши керак. Бу эса, амплитудали ва фазали модуляциядаги когерент таянч фазага талабни эслатади.



5.23-расм. частотали демодулятор

Частота модуляциясидаги муаммо бўлиб, турли ташувчи частоталар турлича фазаларга эга бўладилар, яъни $u \neq ж$ бўлганда $\varphi_u \neq \varphi_ж$, шунинг учун ҳар бир T_c вақт интервалида узатилаётган сигналда фаза сакраши кузатилади. Бундай сакрашлар сигналнинг частота диапазонини сезиларли ошириб юборади. Шунинг учун амалиётда узлуксиз фазага эга частотали модуляцияланган сигнални шакллантирувчи алтернатив модулятордан фойдаланилади.

Мавзу: Радиоқабул қилувчи қурилмалар

Режа:

- 1. Тўғридан-тўғри кучайтирувчи қабул қилгичлар.**
- 2. Супергетеродинли қабул қилгич**
- 3. Радиоқабул қилгичларнинг асосий электрик параметрлари**

Назарий маълумотлар. Радиоалоқа системаларида ахборотли сигналларни юқори частотали тебранишлар параметрлари орқали бошқарилади. Юқори частота тебранишлари ёрдамида бу сигналлар узоқ масофаларга симсиз узатилади. Узатилаётган ахборотни тиклаш функциясини радиоқабул қилувчи қурилмалар амалга оширади. Бунинг учун радиоузатувчи қурилмадан узатилаётган радиотўлқинга таъсир кўрсатилади. Узатилаётган ахборот асосида модуляция қилинган тебранишлардан радиоқабул қилувчи қурилма хабарни тиклайди.

Радиоқабул қилувчи қурилмалр радиосигналларни қабул қилиш ва уларни ўзгартириш орқали фойдаланиш учун керакли ахборот кўринишига келтиришдан иборат. Радиоқабул қилувчи қурилмаларнинг асосий бажарадиган функцияларига қуйидагилар киради:

- қабул қилувчи антенна ёрдамида сигналнинг электромагнит майдонини радиосигналга айлантириш ва фойдали радиосигнални ажратиб олиш;
- қабул қилувчи антенна чиқишига таъсир кўрсатувчи бошқа халал берувчи ва фойдали сигнал частотасига мос тушмайдиган сигналлар ичидан фойдали радиосигнални (частота бўйича филтрлаб) ажратиш;
- радиосигнални кучайтириш;
- қабул қилинган сигнални детектор, декодер, халаллардан ҳимояловчи схема сифатли ишлашини таъминлаш учун кучайтириш ва ўзгартириш;

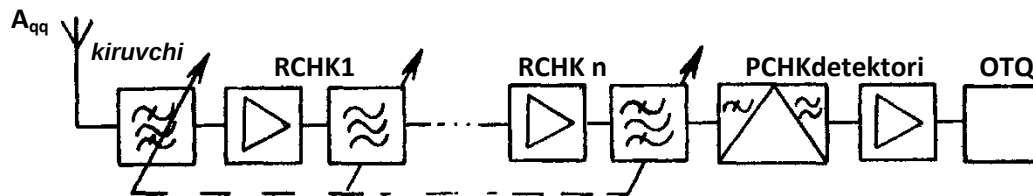
- қабул қилинган сигнални, фойдали радиосигналда мавжуд бўлган ахборотни ажратиб олиш учун демолуляция қилиш;
- демолуляция қилинган сигнални кучайтириш;
- қабул қилинган сигнални декодерлаш;
- қабул қилинган сигналларга суъний ва табиий юзага келган халаллар таъсирини камайтириш мақсадида ишлов бериш.

Радиоқабул қилувчи қурилмадан радиоэшиттиришларда, телевизион узатишларда, радиолокация қилишда, радиобошқарувда, космик алоқаларда, ҳаракатдаги объектлар билан алоқада ва бошқаларда жуда кенг фойдаланилади. Лекин фойдаланиш доираси жуда кўп бўлишига қарамай, барча радиоқабул қилувчи қурилмалар умумий структура схемага эга ҳисобланади.

Жуда кенг фойдаланиладиган оддий радиоқабул қилувчи қурилмалар антеннага, радиоқабул қилувчига ва охириги тикловчи қурилмадан ташкил топади.

Радиоқабул қилувчи қурилмалар бир қанча белгилар бўйича синфланади, яъни қабул қилинаётган сигнал кўриниши бўйича, структура схемасини яратиш бўйича, ишлатиладиган электрон қурилмалар бўйича, конструктив тузилиши бўйича ва электро таъминоти бўйича. Мўлжалланиши бўйича профессионал ва хабар берувчи (маъиший) қабул қилгичлар мавжуддир. Профессионал қабул қилгичларга радиолокацион, радионавигацион, радио ва телебошқарув системалари билан боғлиқ қабул қилгичлар киради. Маъиший қабул қилгичлар эса радио ва телеэшиттиришларни қабул қилади. Сигналларни модуляция қилиш бўйича худди радиоузатувчилар каби амплитудали, амплитуда-балансли, бир кутбли, фазали, импульсли, импульсли-кодли қурилмаларга бўлинади. Яратилиши бўйича радиоқабул қилувчи қурилмалар тўғридан-тўғри кучайтирувчи қабул қилгичлар, регенератив, юқори регенератив ва супергетеродинли қабул қилгичларга бўлинади. Конструктив тузилиши бўйича стационар, олиб юрилувчи (автомобилларда, локомотивда, кораблларда, самолётларда, спутникларда), кўчирилувчи қабул қилувчи қурилмалар мавжуд.

Сигнални кучайтириш ва тўлқинларни танлаб қабул қилиш хусусияти бевосита қабул қилинаётган сигнал частотасида амалга ошириладиган тракти радиоқабул қилувчи қурилма тўғридан-тўғри кучайтирувчи қабул қилгичлар деб аталади (21.1-расм).



21.1-расм. Тўғридан-тўғри кучайтирувчи қабул қилгичлар

Кириш занжири частота-селектив электрик занжир ҳисобланиб, биринчи радиочастота кучайтиргичи (РЧК) киришидаги сигнални дастлабки частотали селекция қилишни таъминлайди. Радиочастота кучайтиргичлари қабул қилинган сигнални, қабул қилгич тўлқинларни танлаб қабул қилишини таъминлаш ва сифатли детекторлаш учун керакли даражагача кучайтириб бериш учун мўлжаллангандир. РЧК қабул қилинган сигналнинг ташиб юрувчи частотасига созланадиган тебранишлар контурига юклатилгандир. Детектор қабул қилинган модуляцияланган сигнални паст частота кучайтиргичи киришига келиб тушаётган паст частота сигналига ўзгартиради. Бу сигнал охирги тикловчи қурилма нормал ишлашини таъминловчи даражагача кучайтирилади.

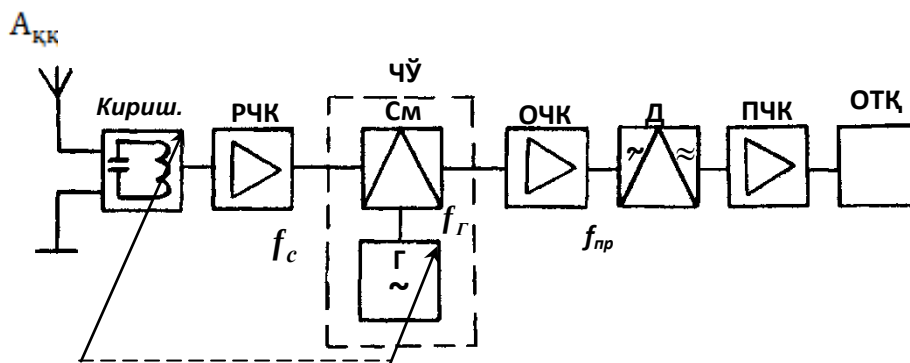
Тўғридан-тўғри кучайтирувчи қабул қилгичлар мураккаб созланувчи системага, паст сезгирлик ва танловчанлик хусусиятига эга ҳисобланади. Бундай камчиликлар 1919 йилда америка олими Армстронг томонидан яратилган супергетеродин қабул қилгичларда қузатилмайди.

Супергетеродин қабул қилгичлар. Супергетеродин қабул қилгичлар радиотрактларида қабул қилинган сигнал частотаси ўзгартирилади, бунда у қабул қилинаётган сигнал частотасига боғлиқ бўлмайди, оралик частота эса

фиксирланган бўлади. Радиотрактада битта частота ўзгарувчили супергетеродин қабул қилгичнинг структура схемаси 21.2-расмда кўрсатилган бўлиб, тўғридан-тўғри кучайтиргичли радиоқабул қилгичнинг структура схемасидан частота ўзгартиргичга (ЧЎ) ва оралик частота кўчайтиргичига (ОЧК) эғалиги билан фарқланади.

Частота ўзгартиргич смесител (аралаштиргич) ва генератордан ташкил топади. Бу генератор гетеродин деб аталиб, f_c частотали тебранишларни ишлаб чиқаради. Системада қабул қилинаётган сигналнинг f_c ташувчи частотаси, бошқа доимий ва нисбатан паст оралик f_o частотага, модуляция қонунини ўзгартирмасдан ўзгартирилади.

Ўзгартиргичнинг кириш токи ўз таркибига сигнал частотасига эға ташкил этувчини ва бир қатор $|f_c + kf_c|$ частотага эға комбинацион ташкил этувчиларни киритади ва кўпинча $|f_c - f_c|$ частоталар фарқидан фойдаланилади. f_o оралик частотада ОЧК кучайтиргичининг селектив занжири созланган бўлиб, у супергетеродин радиоқабул қилувчи қурилманинг радиотрактида асосий кучайтиришни ва танлаш хусусиятини таъминлайди.



21.2-расм. Супергетеродин қабул қилгичнинг структура схемаси.

Супергетеродин радиоқабул қилувчи қурилмада тўғридан-тўғри кучайтирувчи радиоқабул қилувчига нисбатан уни созлаш системаси сезиларли осонлашади ва сезгирлик ва танловчанлик хусусияти яхшиланади, ундан

ташқари бузилишга барқарорлиги ошади. Бундай радиоқабул қилувчи қуйидаги асосий вазифаларни бажаради: селекция, яъни қабул қилувчи антеннага электромагнит тўлқинлар орқали турли сигналлар ва халалларни етказиб келадиган электр юритувчи куч йиғиндисидан фойдали сигналларни ажратиб олиш, антенна чиқишидаги радиочастота тебранишларини кучланиш ва қувват бўйича кучайтириш, радиочастоталар тебранишларини демодуляция қилиш, яъни юқори частотали модуляцияланган сигнални паст частотали сигналга ёки видеосигналга ўзгартириш, ажратилган сигнални охирги тикловчи қурилма нормал ишлашини таъминловчи керакли сатхгача кучайтириш.

Радиоқабул қилувчи қурилмаларнинг асосий электрик параметрлари.

Радиоқабул қилувчиларнинг асосий электрик параметрларини кўриб чиқамиз. Қабул қилувчининг ишчи частотаси шу радиолиниядаги узатувчининг ишчи частотаси билан мос тушиши керак. Битта ишчи частотасига эга қабул қилгич фиксирланган соزلанувчи қабул қилгич деб аталади. Бир қанча узаткичлардан сигналларни қабул қилувчи қурилма, яъни битта частотадан бошқа частотага кетма-кет мослашувчи қабул қилгичлар диапазонли қабул қилгичлар дейилади. Уларда ишчи частота диапазонлари кўрсаткичи киритилган бўлади.

Қабул қилгичнинг сезгирлиги унинг заиф сигналларни қабул қилиш хусусиятини характерлайди. Антеннадаги электроюритувчи куч E жуда кичик амплитудага эга бўлади. Электроюритувчи куя E қабул қилгичнинг сезгирлигини характерлайди, уни кучайтириш коэффиценти $K=U_{\text{чик}}/E_A$ чиқишда телефон, телеграф ёки бошқа сигнал учун керакли $U_{\text{чик}}$ - кучланиш ($P_{\text{чик}}$ — қувват) амплитудасини таъминлаб бериши керак бўлади. K коэффицентини ошиб бориши билан, қабул қилгич фақат фойдали сигнални кучайтирувчи бўлиб қолмай, халал сигналларни ҳам кучайтиради. Шунинг учун қабул қилувчилар учун реал сезгирлик кўрсаткичи киритилади. Бу кўрсаткич киришдаги E_A нинг, чиқишда $U_{\text{чик}}$ - кучланиш ($P_{\text{чик}}$ — қувват) сигнали керакли амплитудага сигнал/халал муносабатида етиши учун керакли

минимал қиймати билан баҳоланади. Замонавий қабул қилгичларнинг реал сезгирлиги $(P_{\text{чикс}}/P_{\text{чикх}}) = 20\text{дБ}$ бўлганда $E=(0,1 - 5) \text{ мкВ}$.

Дециметр ва сантиметр тўлқин диапазони қабул қилгичларида шовқин коэффиценти N тушунчаси киритилади:

$$N = 1 + \frac{P_{\text{иҳус}}}{P_{\text{иқир}}} \cdot K_p, \quad (1)$$

бу ерда $P_{\text{иҳус}}$ – хусусий иссиқлик шовқинлари, $P_{\text{иқир}}$ – кириш шовқини, K_p – кувват бўйича реал кучайтириш коэффиценти.

Қабул қилгичнинг бошқа параметрлари билан E ва N нинг боғланиши қуйидаги формула билан аниқланади:

$$E_A = \sqrt{4kT_0 r_A \Delta f_{\text{эф}} \left[t_A - 1 + \frac{N}{K_{pf}} \right] \rho}, \quad (2)$$

Бу ерда kT_0 – Больцман доимийсини атроф муҳитнинг абсолют ҳароратига кўпайтмаси;

$\Delta f_{\text{эф}}$ - шовқинли кучланишлар ўлчанадиган чегарадаги частота полосаси, f_r қабул қилгичнинг ўтказувчанлик полосаси билан мос тушади;

$t_A - r_A$ қаршиликка эга антеннанинг нисбий шовқинли ҳарорати;

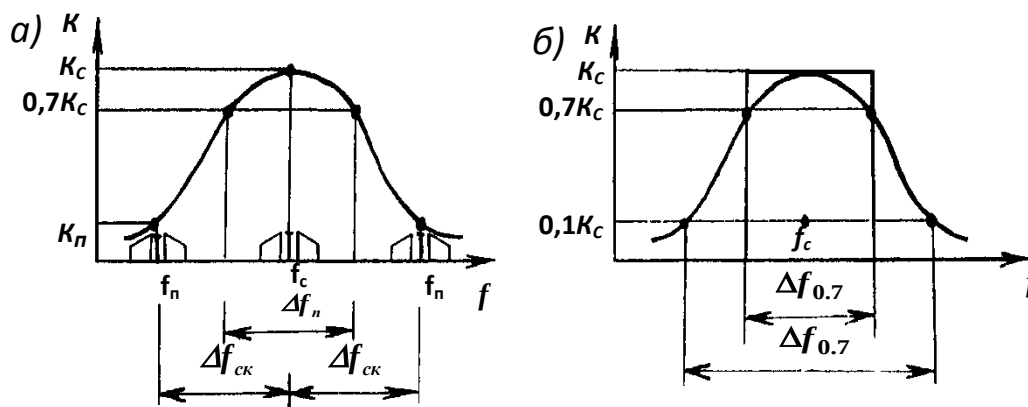
K_{pf} – кувват бўйича фидернинг узатиш коэффиценти;

γ_p – хабарни нормал регистрация қилиш учун керакли қабул қилгичнинг чиқишидаги кувват бўйича сигнал/ шовқин муносабати.

Қабул қилгичнинг танловчанлиги радиосигналнинг барча фойдали таркибини кучайтириш ва ҳалал сигналларни иложи борица камроқ кучайтириши имкониятини таъминлаш хусусияти билан характерланади.

Бундай ҳалал сигналлар ичидан энг хавфлиси $\Delta f_{\text{ck}} = 25 \text{ кГц}$ интервалга эга

қўшни частота каналлари узаткичлари нурланиши орқали антеннага олиб борувчи электр юритувчи куч ҳисобланади. Танловчанлик хусусияти қабул қилгичга тебранишлар системасини беради, бунга кўра K кучайтириш коэффициентини частотанинг функцияси $K=\varphi(f)$ бўлиб ҳисобланади (22.1-расм).



22.1-расм. Кучайтириш коэффициентининг частотага боғлиқлиги

Битта сигналли танловчанлик $V_{ck} = k_c / k_n$, f_c частотали қабул қилинаётган каналнинг кучайтириш коэффициенти, қўшни каналнинг $f_n = f_c \pm \Delta f_{ck}$ частотали халалларни кучайтириш коэффициентидан неча баробар катта эканлигини кўрсатади.

Қўшни каналлар бўйича икки сигналли танловчанлик $V_{ckp} = U_{ck} / U_c$ га тенг ҳисобланади, бунда U_{ck} , U_c – қўшни каналнинг халал кучланишлари ва киришдаги сигналлар амплитудалари.

Ўтказувчанлик полосаси бу Δf_n частота диапазони бўлиб, бу чегарада кучайтириш коэффициенти нисбатан доимий бўлиб қолади. Қабул қилинаётган сигнал Δf_c полоса кенглигида модуляцияланган бўлганлиги учун, $\Delta f \leq f_n$ шарт бажарилиши керак.

Реал ўтказувчанлик полосасини идеал тўғри бурчакли ўтказувчанлик полосасига яқинлашиш даражаси тўғри бурчаклик коэффициенти $k_{mб} = \Delta f_{n0,7} / \Delta f_{n0,1}$ билан баҳоланади (3,б - расм).

$P_{чик}$ - чиқишдаги фойдали сигналнинг қуввати (телевизион, телеграф, телефон ва бошқалар) бўлиб, сигнални хабарга ўзгартириш учун керакли ҳисобланади.

Ночизиқли бузилиш бу сигнал шаклининг бузилиши ҳисобланиб, радиоқабул қилувчининг каскадларидаги электрон элементларнинг характеристикаларини ночизиқлилиги ҳисобига, катта амплитудада юзага келади. Миқдорий жиҳатдан ночизиқли бузилиш коэффиценти билан баҳоланади:

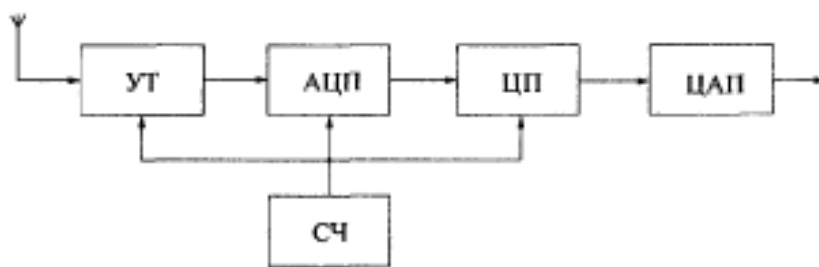
$$K_H = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots U_n^2}}{U_1}$$

бу ерда U_1 , U_n – биринчи ва энг юқори гармоник сигнал амплитудаси. Частота бузилишлари фойдали сигнал спектрини турли ташкил этувчиларини турлича кучайтирилиши, радиочастота кучайтиргичларидаги тебранишлар системалари ва паст частота кучайтиргичларидаги паразит реактив қаршиликлар ҳисобига юзага келади.

Замонавий радиоқабул қилгичларнинг асосий тури бўлиб супергетеродинли қабул қилгич ҳисобланади.

Ҳозирда замонавий радиоқабул қилгичларда аналогли ва рақамли микросхемотехника воситаларидан фойдаланиш натижасида жуда катта ривожлантиришлар амалга оширилмоқда. Замонавий микросхемалар юқори сезгирликка, ўтказиш канали бўйича юқори танловчанлик хусусиятига, кам частотали ва ночизиқли халалларга эга ва ундан ташқари сигналларни қабул қилиш бўйича бир қатор муаммоларни янги йўллар билан ҳал қилиш имкониятларига эга қабул қилгичларни яратиш имкониятларини беради. Жумладан, микропроцессорлар халаллар шароитида автоизлашни бошқаришни, ўнлаб радиостанциялар электрон хотираларини, дастурлар коммутациясини,

таймернинг ишлашини ва бошқаларни дастурий бошқариш орқали оптимал сифатда қабул қилишни таъминлайди.



22.2-расм. Замонавий рақамли қабул қилгич схемаси

Замонавий рақамли қабул қилгичнинг структура схемаси 22.2-расмда кўрсатилган. Схемадаги қабул қилгичнинг кучайтириш тракти (УТ) аналогли элементларда бажарилган бўлиб, қабул қилинган сигнални дастлабки частотали филтрлаш, кучайтириш вачастотасини ўзгартиришни амалга оширади. Аналогли-рақамли ўзгартиргич (АЦП) аналогли сигнални рақамли кодга айлантиради ва ўзининг рақамли қабул қилгичига беради. Рақамли процессор (ЦП) қабул қилинган сигналга, берилган алгоритм бўйича ишлов беради. Бундай алгоритмларда диапазон бўйича сигналларни излаш, частотани қўшимча ўзгартириш, филтрлаш, детекторлаш каби масалаларни ечиш йўллари берилади. Агар сигнал яна аналогли шаклда керак бўлса қабул қилгичнинг чиқишига рақамли-аналогли ўзгартиргич (ЦАП) киритилади. Қабул қилгични турли каналларга мослаштириш частота синтезатори (СЧ) орқали амалга оширилади. Бундай янги замонавий қабул қилгичларни ишлаши микропроцессор ёрдамида бошқарилади.

Ҳозирда маъиший радиоаппаратуралар ва бошқа электрон системаларда бошқариш учун инсон товушидан фойдаланиш бўйича изланишлар олиб борилмоқда. Бундай системаларда оператор берган махсус командалар синтез қилинган инсон товуши билан тасдиқланади. Бу бошқариш сигнали рақамли шаклга айлантирилиб, бошқарувчи микропроцессорга келиб тушади. Овозни идрок этувчи система қабул қилгичнинг бир қисми бўлиб ҳисобланади ва у

белгиланган инсон томонидан берилган буйруқларни бажаради. Буйруқ бажарилгандан сўнг микропроцессор жавоб сигналини ишлаб чиқаради, бу сигнал инсон товуши синтезаторига келиб тушиб, товуш кучайтиргич орқали жавобни ишлаб чиқаради.

Мавзуни мустахкамлаш учун саволлар.

1. Радиоқабул қилувчи қурилманинг асосий вазифаси нимадан иборат?
2. Радиоқабул қилувчи қурилма қандай қисмлардан ташкил топади?
3. Радиоқабул қилувчи қурилманинг қандай турларини бмласиз?
4. Тўғридан-тўғри кучайтирувчи РҚҚҚлар супергетеродин РҚҚҚлардан қандай фарқланади?
5. РҚҚҚларнинг қандай параметрларини биласиз?
6. Замоनावий РҚҚҚлар қандай яратилади?

Маъруза № 16

Мавзу: Телевизион системалар. ТС структура схемаси, видикон.

Телевизион сигнал

Режа:

1. Телекўрсатув системаси
2. Рангли телекўрсатув
3. Юқори частотали телевизион система
4. Рақамли телевизион система

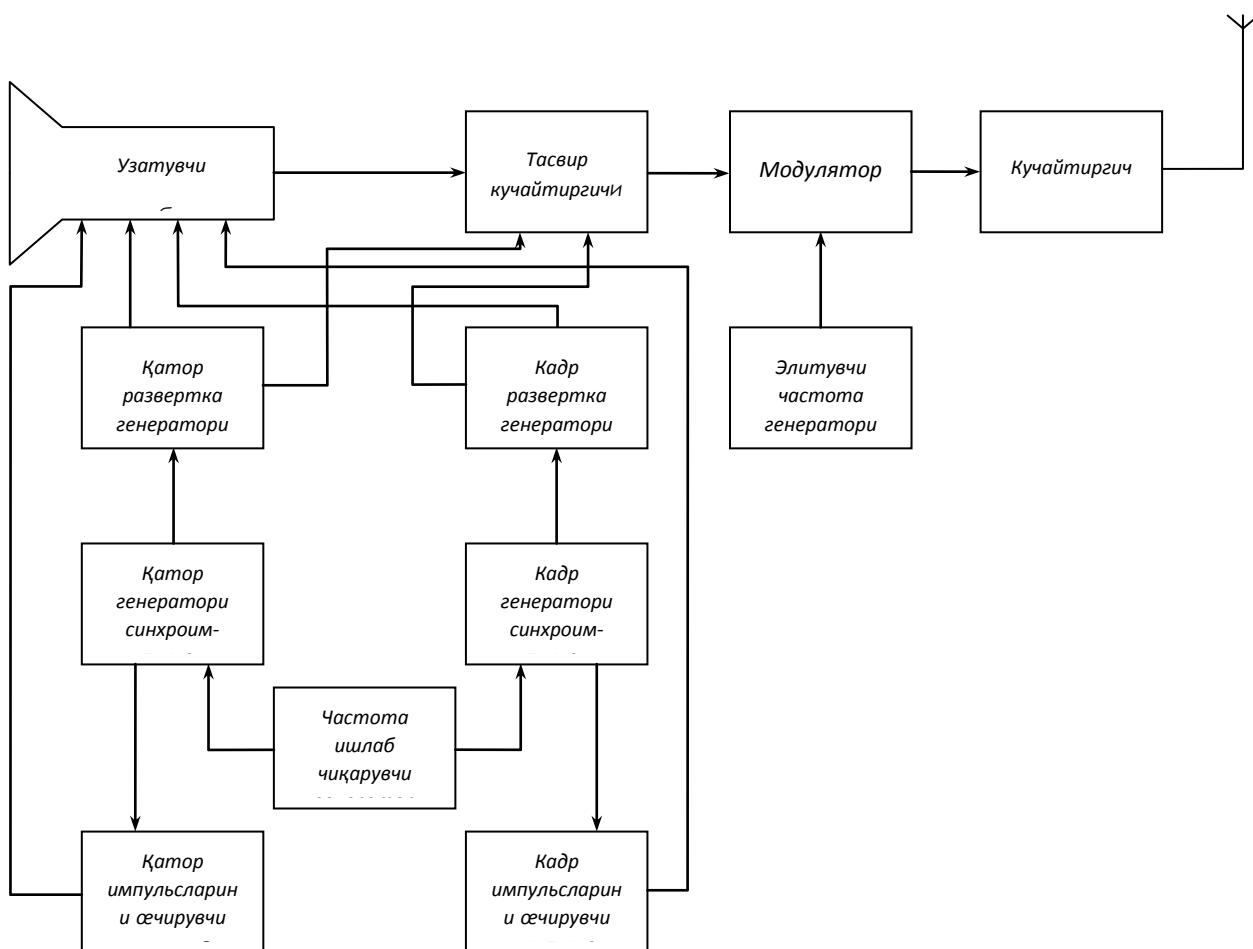
Телекўрсатув системаси. Бу система радиоэшиттирув системасининг хусусий ҳоли бўлиб, симплекс алоқа тури орқали ишлайди. Телекўрсатув

(телевидения—грекча узоқдагини кўриш маъносини билдиради) системаси радиотехник қурилмаларнинг бирлашмасидан ташкил топган бўлиб, тасвирни тарқатиш ва қабул қилиш радиоканал орқали, спутник орқали, оптик тола орқали ва кабель тармоғи орқали амалга оширилади.

Замонавий телевизион сигналларнинг тасвири ва овози ҳар хил радиоканаллар, яъни метрли, дециметрли, сантиметрли радиотўлқинлари орқали тарқалади ва қабул қилинади. Телевизион системаларнинг ишлаш тамойили тасвирни ташкил қиладиган майда элементларни қаторга кетма—кет тахлаб чиқиш ва бу ахборотни узатишдан иборатдир (бу элементни пиксел—pixel деб аталади).

Қаторда электр сигнални тасвирга айлантиришни тасвир сигнали—разверткани ёйилиши дейилади. Бундай разверткада битта намунанинг юзадаги кўринишини (кадр) иккита боғланган перпендикуляр йўналишда қаралади: горизонтал йўналиш бўйича юқори тезликли (қатор разверткasi), вертикал йўналиш бўйича секин тезликли (кадр разверткasi).

25.1-расмда рангсиз, овозсиз тасвир тарқатувчи телевизион қурилманинг структура схемаси келтирилган. Тарқатувчи қурилманинг узатувчи трубкасида телевизион сигнал шаклланади. Қатор разверткasi ва кадр разверткasi учун кўриш сигнали қатор развертка генератори ва кадр развертка генераторидан аррасимон шаклли кучланиш киради. Қатор разверткasiнинг аррасимон кучланиши электрон нурни горизонтал йўналиш бўйича суради, кадр разверткasiнинг аррасимон кучланиши электрон нурини юқоридан пастга суради. Иккала генераторнинг бирликда ишлаши натижасида нур чапдан ўнга экранда ҳаракатланиб тасвирни чизади. Охирги қаторнинг тасвирини чизгандан сўнг тўлиқ кадрнинг тасвири ҳосил бўлади ва нур яна аввалги экраннинг тенг қисмига қайтиб келади.



25.1-расм. Овозсиз тасвир тарқатувчи телевизион қурилманинг структура схемаси.

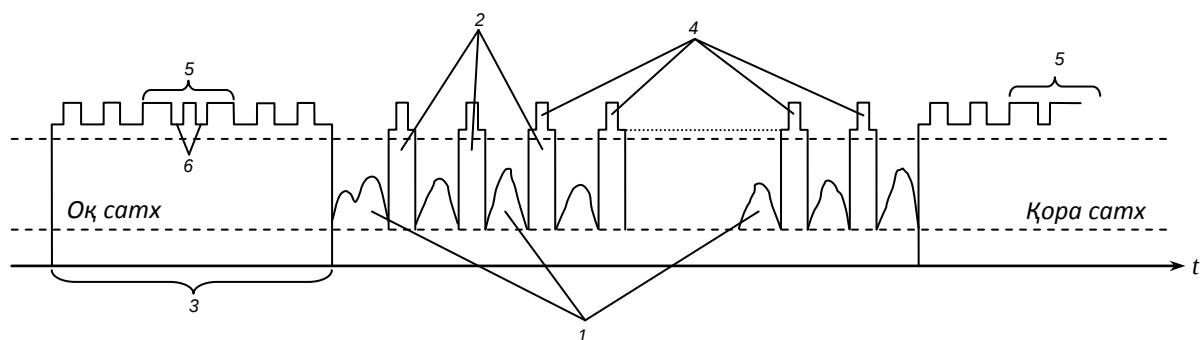
Ҳар бир экранда ҳосил бўлган қатор қабул қилувчи телевизион системанинг экранда синхрон равишда ёритилиш керак. Қатор генератор синхроимпульси ва кадр генератор синхроимпульси тасвир сигнали билан қўшилиб тўғри бурчакли импульс ва кадр импульси узатилади ва буни синхроимпульс (СИ) дейилади. Тасвир синхроимпульси кучайтиргичга берилади ва қатор развертка генератори, кадр развертка генераторини синхронизациялайди. Шу билан бир қаторда тарқатувчи телевизион қурилмадаги нурни ўчириш учун, бир қатордан иккинчи қатор бошланишига ўтказиш, кадрларни тасвирини алмаштириш учун, ўчирувчи қатор ва кадр импульси ишлаб чиқилади.

Синхронизацияловчи ва ўчирувчи импульслар вақт орқали мослаштирилиши лозим. Бунинг учун улар юқори аниқлик билан ишлайдиган частота ишлаб чиқарувчи генератор орқали частота билан таъминланади.

Шундай қилиб телевизион тасвир тарқатувчи системада тўлиқ телевизион сигнал ҳосил қилинади. Қисқача вақт характеристикаси орқали телевизион сигнални анализ қила оламиз (25.2-расм).

Ёрдамчи сигналлар қора сатҳдан юқорида жойлашган. Вақт диаграммасидаги расмнинг қийинчилиги шундаки кадр импульси (3) билан қатор синхроимпульси (5) бир вақтда берилади. Тасвир сигнали модуляциялангандан сўнг кучайтирилади ва фазога тарқатилади ёки алоҳида тармоқ орқали телеқабул қилувчи қурилмага узатилади. Тарқатувчи қурилманинг овоз сигнали симплекс алоқа системасига ўхшаш тамойилда ишлайди, яъни бир томонга бир хил частотада сигнал тарқатади.

Замонавий телевизион системаларида тасвир сигналини узатишда элтувчи частота амплитуда бўйича модуляцияланади, овоз эса частота бўйича модуляцияланади. Қатор разверткали телевизион системада ҳар бир кадрнинг алмашиши 1 секунда 25 тага тўғри келади. Аммо бу частотада кадрнинг ўтиши кўзни жимирлаштириб юборади. Шунинг учун электрон нур аввал қаторларни чизади, сўнггра жуфт қаторлар чиқади. Натижада частота икки баробар ошиб тасвир тиниқ кўринади.



25.2-расм. Тўлиқ телевизион сигналнинг қисқача вақт характеристикаси.

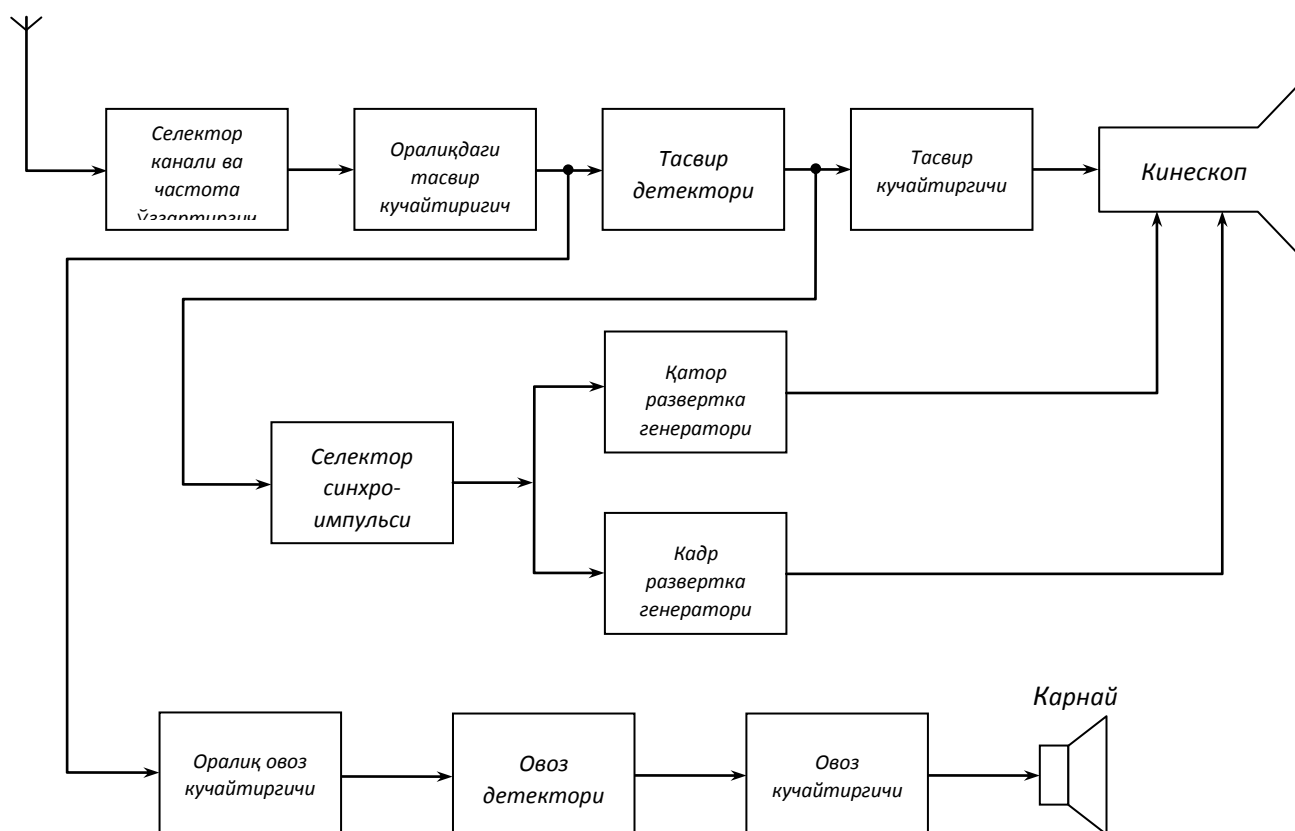
Бу ерда: 1–тасвир сигнали, 2–қаторни ўчирувчи импульс, 3–кадрни ўчирувчи импульс, 4–қатор, 5–кадр синхроимпульси, 6–импульс чуқурлиги ва мувозанатловчи импульс (диаграммада кўрсатилмаган).

Модуляцияланган электромагнит тўлқини, яъни тасвир сигнали қабул қилувчи антенна орқали селектор канали ва частота ўзгартгичга киради, телевизор томоша қилувчи керакли каналнинг станциясига қайта улайди (25.3-расм). Бу блокда радиочастота кучайтирилади ва элтувчи частота овоз ва тасвир сигналларига ўзгартирилади ва оралиқ тасвир кучайтиргичига киради. Тасвир детекторда тасвир сигнали детекторланади. Детекторланган сигнал иккига овоз ва тасвир сигнаliga ажралади. Тасвир сигнали тасвир кучайтиргич орқали кучайтирилади, сўнгра кинескоп (телевизион трубка) га киради. Оралиқ овоз кучайтиргичи орқали овоз сигнали кучайтирилади. Сўнгра детекторда овоз сигнали детекторланади. Детекторланган овоз сигнали овоз кучайтиргич орқали кучайтирилади ва карнайга берилади (овозни баланд эшиттирувчи қурилма).

Тарқатувчи ва қабул қилувчи телевизион қурилмаларнинг электрон нуруни синхронлаш селектор синхроимпульси орқали амалга оширилади, яъни олинган тасвир сигналидан синхроимпульс ажратиб олинади. Бу импульслар қатор развертка генератори ва кадр развертка генератори орқали кинескопдаги электрон нурни қатор бўйича ва кадр бўйича бошқариб боради. Рангсиз телевизор характеристикаси қуйидагича:

- кадрнинг алмашилиш частотаси – $F_k=25$ Гц;
- экранда частотанинг ўзгариши (қатор оралаб) 50 Гц;
- кадрдаги қаторлар сони – $Z=625$;
- катодаги частота кетма-кетлиги – $F_k \cdot Z=25 \cdot 625=15625$ Гц;
- битта кадрдаги элементлар сони (пиксел) – $n=521000$;
- қатор оралиқ развертка битта қаторни чизиш ва орқага қайтиш вақти – 65 мксек;
- битта кадрни чизиш ва орқага қайтиш вақти – 0,04 сек;

- тасвир частотасининг кенглиги – 6,5 мГц;
- тасвир сигнални овоз частотаси билан биргаликда кенглиги – 8 мГц.



25.3-расм. Тасвирни қабул қилувчи системанинг структура схемаси

Рангли телекўрсатув. Ҳозирги замон телевидениясида тасвир рангли узатилмоқда. Рангли телевиденияда ахборотларнинг рангли тасвир сигнали рангсиз тасвир телевидениясидаги сигналларга нисбатан катта ҳажмда бўлиб системанинг структура схемаси эса анча мураккабдир.

Рангли телевидения системаси рангсиз телевидения системаси билан мос тушади ва ўша каналдан, ўша частота кенлигидан фойдаланилади. Умумий характеристикалари ҳам рангсиз телевидения системаси билан мос тушади.

Рангсиз телевизор экранида сигнал оқ-қора тасвир кўрсатса, рангли телевиденияда телевизор рангли тасвир кўрсатади. Рангли тасвирни кўриниши сигналнинг таркибига боғлиқ. Тасвир ҳосил қилувчи сигналларнинг ичида оқ

ранг-таянч ёруғлик ҳисобланади. Уч компонентли ранглар қўшилишини кўриш назариясига мувофиқ оқ рангли ёруғликни қизил (*red*) E_R , яшил (*green*) E_G ва кўк (*blue*) E_B ранглар ҳосил қилади.

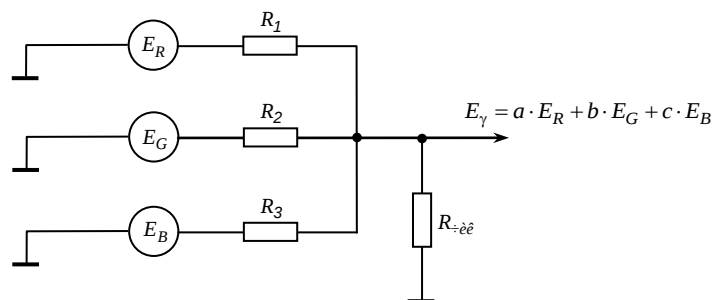
Шунга мувофиқ ёруғлик сигнали учта рангли нурнинг кодланишидан ҳосил бўлади:

$$E_\gamma = a \cdot E_R + b \cdot E_G + c \cdot E_B \quad (5.7)$$

a , b , c коэффициентларнинг қиймати бирдан кичик бўлиб, рангларга нисбатан кўзнинг сезгирлигини аниқлайди. Ёруғлик сигналининг спектр кенглиги рангсиз телевидениядаги ёруғлик сигналининг спектр кенглигига тенгдир.

Рангли сигналлар тор паласали бўлиши лозим, чунки инсон кўзи катта рангли деталларни кўра олади ва рангни ажрата олади. Майда деталлар эса инсон кўзига оқ-қора бўлиб кўринади.

26.1-расмда ёруғлик сигналинини учта рангли ёруғлик нуридан ҳосил бўлувчи қайта ишловчи схема (электрик матрица) келтирилган:



26.1-расм. Ёруғлик сигналинини учта рангли ёруғлик нуридан

ҳосил қилиниши

Бу ерда R_1 , R_2 , R_3 – кучланишни бўлувчи қаршиликлар; $R_{чик}$ – чиқиш қаршилиги.

Ҳамма рангли E_γ, E_R, E_G, E_B сигналларни олиш учун қуйидаги амалларни бажариш лозим:

$$\begin{aligned} E_R &= E_\gamma + (E_B - E_\gamma); \\ E_R &= E_\gamma + (E_R - E_\gamma); \\ E_G &= \frac{[E_\gamma - (a \cdot E_R + c \cdot E_B)]}{b}; \end{aligned} \quad (5.8)$$

Учта рангли ёруғлик нуридан E_γ - ёруғлик сигнаolini ҳосил қилишда электрик матрица ёрдамида қуйидаги ташкил этувчилар ҳосил қилинади:

$$(E_R - E_\gamma), (E_G - E_\gamma) \hat{a} \hat{a} (E_B - E_\gamma) \quad (5.9)$$

Сигналларни бир–биридан айиришда тескари фазали сигналларни қўшиш натижасида ҳосил қилинади. Буни амалга оширишда кириш сигнаlinинг фазаси билан чиқиш сигнаlinинг фазаси тескари бўлган кучайтиргичдан фойдаланилади. Қайд қилинадики рангли телевиденияни тарқатувчи камераси рангли ёруғлик нурларини алоҳида тарқатувчи кўзгули (дихроник) бўлимлардан, ёки ёруғлик филтрлари билан учта ёруғлик нури тарқатувчи камерадан (ҳамма трубкалар битта корпусга маҳкамланади) иборат бўлиб, қизил, яшил кўк ёруғлик нури тарқатади. Телевизион системада ёруғлик нури сигнаlinи тарқатиш учун элитувчи частота спектрининг паст қисмидаги кичик амплитудали сигнал билан ёруғлик сигнали модуляцияланади ва сигнал қайта ишланади. Рангли элитувчи сигналнинг пастки қисми асосий элитувчи частотадан кичик бўлиб 4 кГц га тенг бўлади. Рангли телевидениянинг қабул қилувчи системасида рангсиз телевидения системасига ўхшаб тасвир ва овоз канали мавжуд. Бундан ташқари рангли телевидения системасида декодерловчи қурилма (рангли блок) мавжуд. Бу қурилма олинган рангли сигнални расшифровка қилади. Декодерланиш натижасида тўртта сигнал ҳосил бўлади: $E_\gamma, E_R - E_\gamma, E_G - E_\gamma, E_B - E_\gamma$, бу сигналлар кинескоп экранида рангли тасвир ҳосил

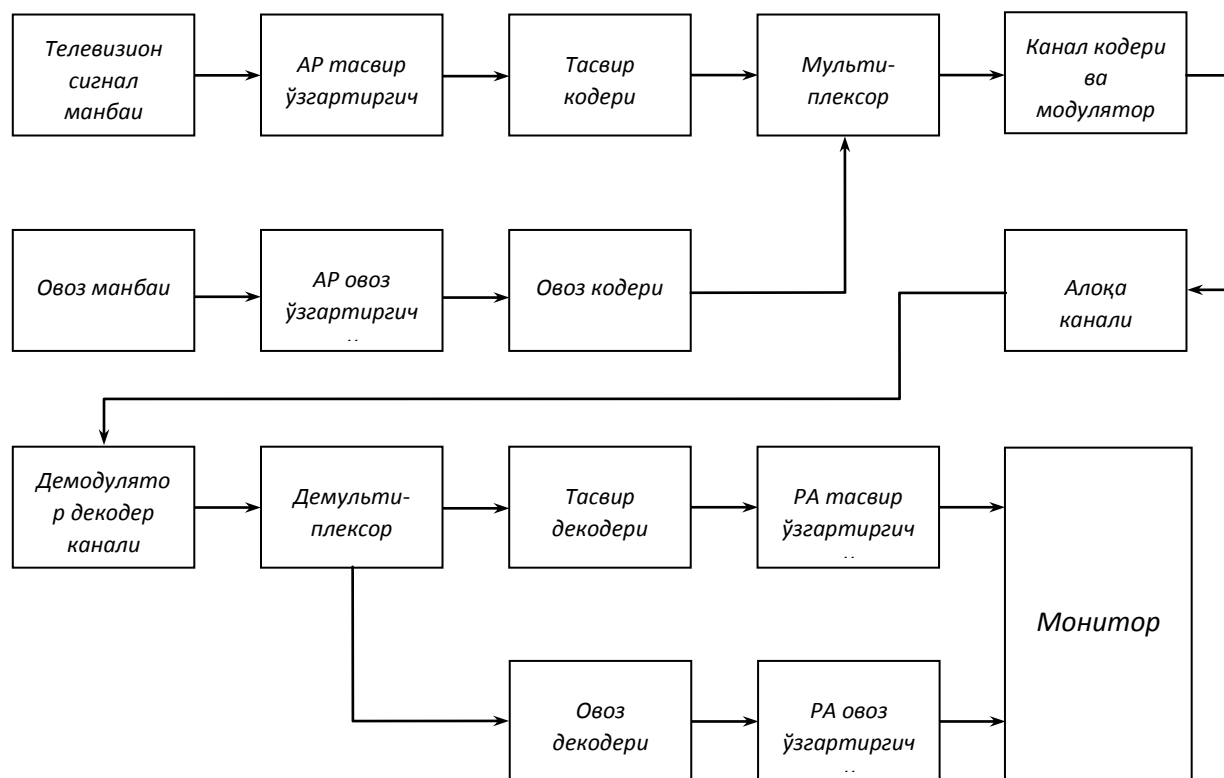
қилади. Овоз канали рангсиз телевизордан фарқланмайди ва ўша тамойилда ишлайди.

Ҳозирги вақтда телевиденияни ривожланиши учун юқори частотали телевидения ва рақамли телевидения йўналишини ривожланишига катта эътибор берилаяпти. Бу системаларда рангли тасвирни сифатли узатиш ва телевизорда тиниқ тасвир ҳосил қилиш масаласи ижобий ҳал бўлаяпти.

Юқори частотали телевизион система. Юқори частотали телевизион системанинг ютуғи шундаки катта экранда тасвир ҳосил қилинади. Экраннинг катталиги катта форматли кино экранига тўғри келади (одатда телевизорнинг экрани 3:4 бўлса, бунда 9:16 размерда). Бундай катта ўлчамда тасвир ҳосил қилиш учун албатта тасвир сигналининг частотаси юқори бўлиши лозим.

Масалан: рангсиз телевизорда қатордаги элементлар сони 833 бўлса, юқори частотали рангли телевизорда 1920 тага тенг бўлади, ёки қаторлар сони рангсиз телевизорда 625 та бўлса, юқори частотали рангли телевизорда 1000 тадан ортиқ бўлади. Бу параметрлар юқори сифатли ва аниқ рангли тасвир олишга замин яратади.

Рақамли телевизион система. Замонавий рақамли телевизион системанинг структура схемаси 26.2-расмда келтирилган.



26.2-расм. Рақамли телевидения структура схмаси.

Телевизион сигнал манбаи бўлиб (рангли) тарқатувчи камера ёки тасвир магнитофони (видеомагнитофон) хизмат қилади. Улардан тарқалган сигнал АР тасвир ўзгартиргичга киради. Рақамли телевизион системада алоҳида-алоҳида каналда ёруғ нур ва рангли нур сигналига айланади. Бу сигнал тасвир кодерига берилади. Кодловчи схема анча мураккаб. Тарқатувчи рангли телевизион системада тасвир сигнали билан биргаликда овоз сигнали ҳам қайта ишланади. Овоз сигнали АР овоз ўзгартиргич орқали овоз кодерига берилади. Овоз сигнали билан тасвир сигнали мультиплексорда бирлаштирилиб канал кодери ва модуляторига берилади. Бу ерда сигналлар ҳалақитларга турғун қилиб элитувчи сигнал модулланади.

Рақамли телевизион система мослаштирилган канал орқали сигнални қабул қилувчи системага таркатади. Тарқатилган сигнал демодулятор декодер каналига киради, элитувчи частотани декодерлайди ва умумий тасвир ва овоз сигналени ҳалақитларга берилмайдиган қилиб кодлайди. Бу сигналлар

демультиплексорда умумий сигналлар оқимидан овоз ва тасвир сигналлари ажратиб олиниб тасвир декодери ва овоз декодерига берилади. РА тасвир ўзгартиргичига ва РА овоз ўзгартиргичига кирган сигналлар аналог сигналларига ўзгартирилади ва маниторга (кинескопга) киради ва кинескопда рангли тасвир ҳосил қилади. РА овоз ўзгартиргичдан чиққан аналог сигнал мониторингнинг радиокарнайига киради ва овоз беради.

Ҳозирги вақтда интерактив телевизион система варианты қўлланилмоқда, яъни икки ёқлама телевизион алоқа ҳосил қилиш орқали ўзига мос дуплекс алоқа системаси ҳосил қилинади. Тасвир сигнадини тарқатувчи манбага тескари боғланиш орқали тамошабиндан тор полосали тарқатувчи қурилма орқали тасвир сигнали олинади. Мисол тариқасида Россия Президенти билан рус халқи орасидаги 2005-2006 йилларда тасвир алоқа ва савол-жавоб 8 маротаба амалга оширилди. Охирги вақтда дунёда кабелли, спутникли сотали телевизион эшиттириш системаси вариантлари кенг қўлланилмоқда.

Мавзунини мустахкамлаш учун саволлар.

1. Телекўрсатув деганда нимани тушунаси?
2. Телевизион системаларнинг ишлаш тамойилини тушунтириб беринг.
3. Замонавий телевизион системаларида тасвир сигнадини узатишда қандай модуляциялашдан фойдаланилади?
4. Рақамли телевизион системасининг тузилишини тушунтириб беринг.

Мавзу: Радиолокацияли, радионавигацияли, радиотелеметрик системалар.

Режа:

1. Радиолокацион система.

2. Радиобошқарувчи ва радиотелеметрик системалар

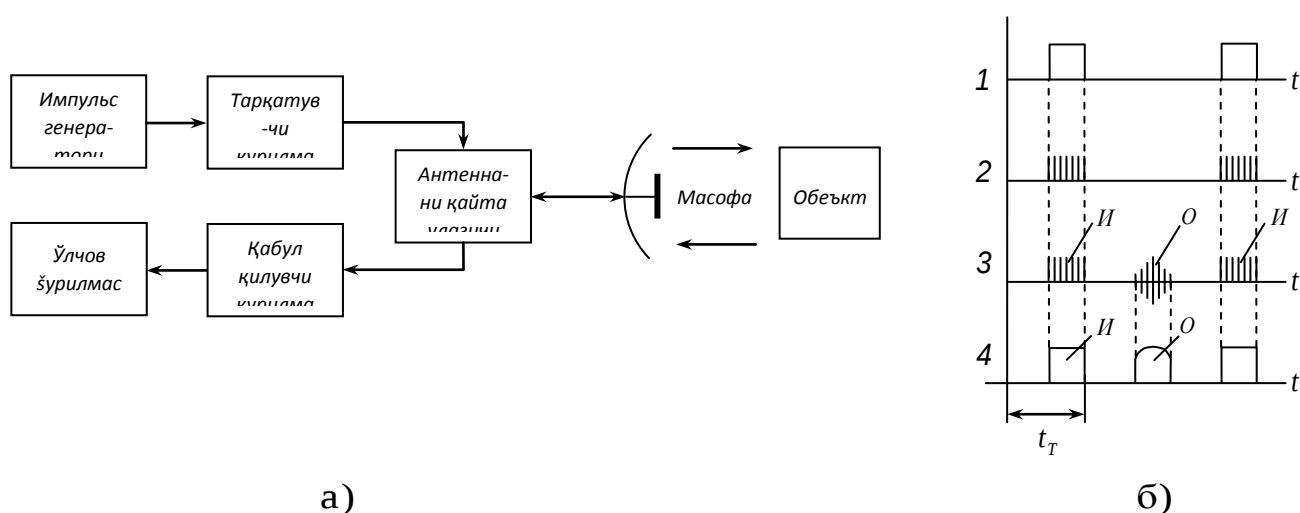
3. Мобил алоқа системалари.

Изловчи ва ўлчовчи радиотехник системалар келаётган сигналлар ичидан фойдали сигнални ажратиб олади. Бундай ҳолат радиолокация, радионавигация ва радиотелеметрия системаларида амалга оширилади.

Радиолокацион система объектни топиш, йўналишини, координатасини ва унинг нималигини аниқлашдан иборатдир. Бундай объектларга самолётлар, ракета-ла-р ва кемалар киради.

Радиолокацион станциянинг асосий қурилмалари қуйидагилардан иборат: импульс генератори, тарқатувчи қурилма (элитувчи генератор ва модулятордан тузилган), антенна қайта улагичи (ўткир йўналтирилган қабул қилувчи ва ўлчов қурилмасидан иборат). Қурилманинг ишлаш принципи 1, б – расмда вақт диаграммаси орқали келтирилган (t_T – сигнални ушлаб турувчи вақт).

Импульс генератори қисқа тўлқинли (мкс нинг улишларида) импульс ишлаб чиқаради, (1) график. Бу ИРС нинг юбораётган радиотўлқини. Тарқатувчи қурилмада модулятор орқали элитувчи тўлқин юқори частотали импульсга шаклланади, яъни (импульсли модуляция бўлади) *радиоимпульс* ҳосил бўлади ва фазога тарқалади. Антеннани қайта улагичи тарқатилувчи сигнал чиқариши билан радиоимпульс оралиғида қабул қилувчи қурилмани улайди. Антенна орқали объектдан қайтган радиоимпульс қабул қилувчи қурилмага тушади. Объектдан қайтган импульс «О» билан, объектга юборилган импульс эса «И» билан вақт характеристикасида белгиланган.



1-расм: а) – импульсли РЛС нинг структура схемаси ва б) – вақт диаграммаси.

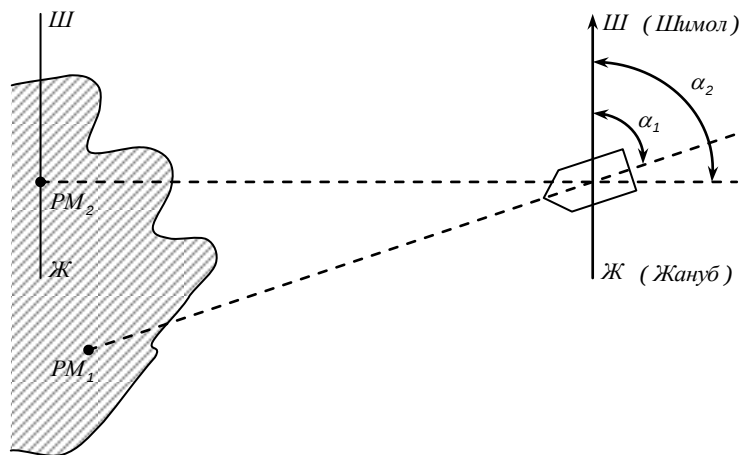
Объектдан келган импульс детекторланиб, кучайтирилиб ўлчов қурилмасида ўлчанади (4) характеристика. Сигнални ушланган вақти t_y ёрдамида объектгача M –масофа қуйидаги формула билан аниқланади:

$$M = \frac{C \cdot t_y}{2} \quad (14)$$

Бу ерда C – ёруғлик тезлиги. ИРС кўпинча дециметрли, сантиметрли, миллиметрли тўлқин узунлигидаги диапазонда ишлайди. Сўнги вақтда фазаланган панжарали антенна ишлатилмоқда.

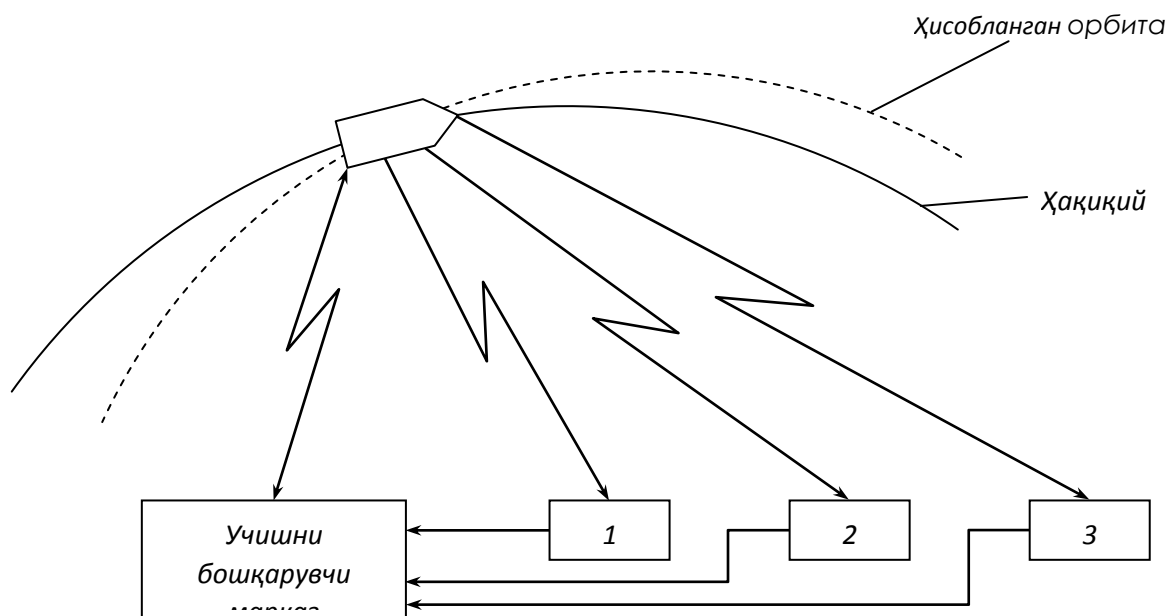
Радиолокацияли система – самолётларни, бошқарилиб учувчи объектларни, корабллар ва космик кемаларни географик координатасини аниқлаб беради. Бундай радиотехник қурилма учувчи объектларнинг бортида ёки Ерга ўрнатилган бўлади. Ерга ўрнатилган радиотехник қурилма иккита ёки кўпроқ бўлиб, жойлашган координатаси аниқдир. 2-расмда денгизда сузувчи кемаларни координатасини аниқлайдиган радионавигацияли системанинг структура схемаси, ишлаш принципи келтирилган. Денгиз қирғоғида иккита радионавигацион система ўрнатилган: радиомаяк РМ1 ва РМ2 (радиотўлқин тарқатувчи қурилма).

Радиобошқарувчи ва радиотелеметрик системалар. Радиотелебошқарув системаси – учувчи аппаратларининг ҳаракатини автоматик равишда белгиланган траектория орқали учишини таъминлайди. Ҳозирги вақтда учаётган космик аппаратларини бошқаришда ишлатилади. Мисол тариқасида Ер орбитасида учаётган космик кемани (KK) коррекциялаш жараёнини кўриб чиқамиз.



2-расм. Радионавигация принципини тушунтирувчи расм.

Космик кема Ер орбитасида учаётган вақтда унга Ернинг тортиш кучи таъсирини ўтказadi. Албатта кемаларнинг учиш давомида Ернинг қайси орбита қисмида қанча тортиши ҳисобга олиб унинг траекториясини тузиш қийин. Шунинг учун режалаштирилган орбита траекторияси билан амалий учиш траекторияси фарқланади. Бу эса космик кемага юклатилган масалани хато ечимга олиб келади. Шунинг учун, KK нинг ҳақиқий учаётган траекториясини ва жойини аниқлаш мақсадга мувофиқдир. Назарий траекториядан четга чиқилганда реал орбитанинг параметрини аниқлаб, коррекция командасини тузиб уни кемага юбориш масаласини телерадио бошқариш системаси бажаради. 3-расмда телерадио бошқариш принципи кўрсатилган:



3-расм. Телерадио орқали бошқариш системасининг структура схемаси.

Учишни бошқарувчи марказга Ердан, денгиздан космик кеманинг ҳақиқий учаётган жойининг координатаси 1, 2, ..., N лар (ўлчовчи пунктлар орқали) радиотўлқин ёрдамида аниқланиб ахборот берилади. Марказда эса қувватли компьютерлар орқали ҳисобланади ва реал координатаси аниқланади. Марказда оғиш траекториясига қарши коррекция командаси ишланади ва бу команда радиотўлқинларига айлантирилиб космик кемага юборилади. Командага қараб космик кема бошқа режимга ўтади, шу билан бирга бортдаги қурилмалар айримлари коррекция командасига мос равишда ишлайди ва ҳисобланган орбита бўйича космик кема ҳаракатланади.

Мобил алоқа системалари. Келажаги пок радиоалоқалардан бири уяли (кўчма) радиоалоқа бўлиб, маълум бир территорияда кўп сонли абонентларни алоқа билан таъминлаб беради. Уяли радиоалоқа системасининг методикаси ҳамма радиостанцияларга киришдир. Кўп радиостанцияларга кириш дейилганда узатувчи ва қабул қилувчи база станцияси билан боғланиш ёки бир нечта уяли радиостанциялар билан алоқада бўлган спутник ретранслятори

билан боғланишга айтилади. Бунда база радиоалоқа станцияси орқали радиосигналларни тарқатиш ва қабул қилиш жараёни бажарилади. Кўп станцияларга кириш методининг эффективлиги дейилганда радиостанциядан алоқани ўтказиш хусусияти, ҳажми ва тезлигига айтилади.

Энг қулай алоқадан бири кўп радиостанцияларга *кириш каналларга ҳар хил частоталарни белгилаш* орқали амалга оширилади. Яъни ҳар бир радиостанцияга ўзининг ишчи частотаси белгиланган бўлиб, улар орасида эса муҳофазаловчи частота полосаси мавжуддир. Шу билан бир қаторда база станцияга кириш ва база станциядан ахборот олиш икки хил частота орқали амалга оширилади. Частота спектрининг кам имкониятлиги *вақт бўйича бўлиниш* усулини қабул қилади. Яъни бир канални вақт бўйича Ҳар хил частоталарга аниқлаб қўйилади. Бу методиканинг амалга оширишда база билан уяли станция орасида алоқа уланади ва бир хил вақтда алоқа уланмайди.

Учинчи вариантда (абонент билан радиостанция орасидаги алоқада) каналларни код орқали бўлинади, яъни *кўп каналли радиостанцияларга код орқали киришади* (КРКК).

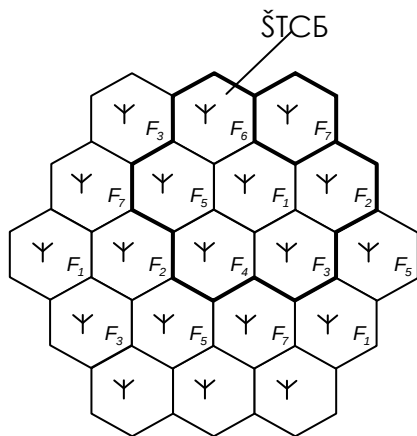
Юқорида ўрганилган радиоалоқа битта ўлчовли сигналларга тегишли. *Кўп станцияли радиотўлқин узатувчи фазовий бўлинишлар* ҳам мавжуддир (ФТУБК). Ҳозирги вақтда кўчма радиоалоқа системаси бешта катта гуруҳга бўлинади:

- уяли алоқа системали кўчма алоқа;
- профессионал системали кўчма алоқа;
- шахсий системали кўчма алоқа ёки пежингли алоқа;
- спутник орқали кўчма алоқа;
- симсиз телефон алоқали система.

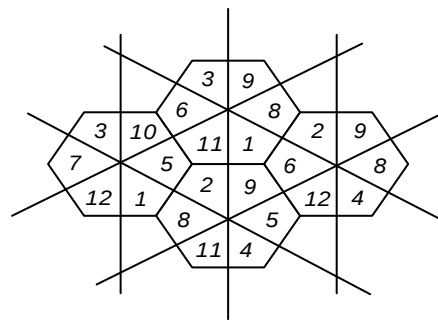
Уяли (сотовый) системали кўчма (мобильный) радиоалоқа 1946 йил АҚШ нинг Миссисури штати Сент-Луисе шаҳрида уяли (мобильный) радиоалоқа ўрнатилган. Частота ишлаб чиқарувчи (ресурснинг) маблағнинг

камлигидан уяли концепция ишлаб чиқилди. Алоқага хизмат қилувчи территория ари инига ўхшаб майда–майда олти қиррали 100 та кўп бурчакдан ташкил топади. Ҳар бир базавий станция шу территориянинг бирининг марказига ўрнатилади ва бир частотада ишлайди.

База станция шаҳар алоқа тармоғи билан сим орқали ёки оптик толали алоқа орқали боғланган бўлади. Бу алоқа база станция чиқишидаги терминал билан шаҳар тармоғининг телефони орасида боғланган бўлади. Ҳар бир базанинг марказида антенна ўрнатилган бўлиб, бу антенна радиотўлқинни атрофдан қабул қилади ва атрофга тарқатади. Бунинг модели (12 частотани тўлқинга) 5-расмда кўрсатилган. Ҳар бир база каналида ҳосил бўлган ҳалақит (агарда алоқа кўшни канал орқали бўлаётган бўлса), кўшни канал базасига ҳам тегишли бўлади, яъни базалардаги ҳалақитлар алоқа вақтида кўшилади ва *каналлар ҳалақитини* ҳосил қилади. Ҳалақитни камайтириш учун алоқа сигналини частотаси ҳар хил катталиқда қабул қилинади. Хизмат қилаётган зонадаги ҳар хил частотали сигналлар билан алоқани тиклаётган базалар *кластер* деб аталади. 4-расмда кластер 7 га тенг.



4-



5-расм. 12 та частотали алоқанинг модели

5-расмда 12 частотада ишловчи ва 60° кенгликда алоқа қилувчи 4 та радиоалоқа базасининг модели келтирилган. Абонент алоқани бир базадан

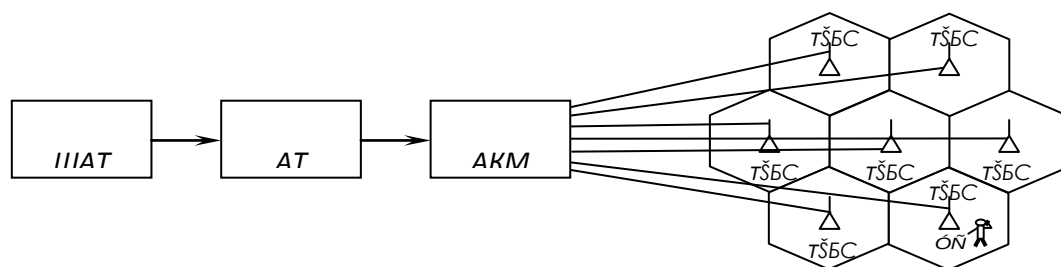
иккинчи база орқали ўтиб узоқ масофалардаги объектлар билан алоқа боғлаш мумкин. Абонент 1 км ÷ 35 км гача масофада алоқа боғласа макросот дейилади. Алоқа 1000 м гача бўлса микросот дейилади. Сотовыйларни мана шу алоқаси сотовыйларни бўлиниши дейилади.

Агарда сотовыйлар керакли зонага тушаётганда яна ҳам аниқроқ тушиши учун яна майда ячейкаларга (базаларга) бўлинади, бу *микросот* дейилади (масофа 10 ÷ 100 м гача етади).

Ҳамма абонентлар алоқасини таъминловчи база радиостанция абонентларни чақириғига доим тайёр ҳолда туради. Абонентни чақирилганда кодланган чақириғи Ҳамма база станцияларга келади, албатта шу зонадаги станциялардан уяли станцияга чақириқни олинганлиги ҳақида сигнал келади, сўнгра АКМ гаплашилмоқчи бўлган уяли телефон жойлашган ТҚБС сига улайди.

Агарда чақириқ уяли станция абонентидан бўлса, унинг уяли станцияси автоматик равишда яқинидаги база станциянинг каналига улайди.

Ҳамма уяли алоқали системалар қуйидаги типовой структура орқали курилади 6-расм.



6-расм.

Бу ерда: АТ—алоқа линияси; ШАТ—шаҳар алоқа тармоғи; АКМ—алоқа коммутация маркази; ТҚБС—тарқатувчи, қабул қилувчи

Мавзуни мустахкамлаш учун саволлар.

1. Изловчи ва ўлчовчи радиотехник системалар қандай вазифаларни бажаради?
2. Радиолокацион системанинг асосий вазифаси нимадан иборат?
3. Радиобошқарув қурилмаларин қандай вазифаларни бажаришга мўлжалланган?
4. Радиотелеметрияни тушунтириб беринг.

Маъруза № 18

Мавзу: Оптик толали алоқа системалари

Режа

1. **Оптик толали алоқа системалари турлари.**
2. **Оптик толали алоқа системаларининг афзалликлари**
3. **Оптик толали алоқа системаларининг тузилиш тамойиллари**
4. **Оптик толали алоқа системасининг схемаси.**

Назарий материаллар.Оптик алоқа линияси энг қисқа тўлқинли алоқа воситаси бўлиб, яқин инфрақизил кўринишидаги нур диапазонида ишлайди. Конструктив – эксплуатацион хусусиятларига қараб оптик алоқа линиялари икки хил бўлади: очик нур билан ишлайдиган алоқа линиялар ва ёруғлик ўтказгичлари (световодлар) орқали алоқа қилувчи линиялар. Очик нур билан ишлайдиган турдаги линияларнинг иш ҳолати нур тарқалаётган муҳит тиниқлигига боғлиқ бўлади ва алоқа масофаси тўғри кўриниш масофасига боғлиқ ҳисобланади. Ёруғлик ўтказгичлари орқали алоқа қилувчи алоқа линияларида сигнал оптик тўлқин тарқатувчи системаларда узатилади. Бундай системалар очик нур билан ишлайдиган линияларда кўрилган камчиликлардан холи ҳисобланади ва амалда жуда кенг қўлланилади. Улар оптик толали алоқа линиялари (ОТАЛ) деб аталади. ОТАЛ сининг очик нурлар билан ишлайдиган алоқа линиясига қарагандаги афзаллиги бўлиб, уларнинг полоса кенглиги жуда

ҳам кенглиги , яъни тахминан 10ГГц/км ни ташкил этиши ҳисобланади. Узатилаётган ахборотларга ташқи муҳитнинг таъсири деярли бўлмайди, ишлатиш жиҳатдан универсал бўлиб, кичик хажи ва массага эгадир.

Ахборотларни ОТА линиялари орқали узатиш мис кабеллар ва бошқа узатиш муҳитларига қараганда бир қанча афзалликларга эга. Шу афзалликлари туфайли ОТА дан нафақат телефон алоқасини ташкил этишда, балки телеузатишларда, овоз эшиттиришларини узатишда, ҳисоблаш техникасида, транспорт воситаларида ва бошқа соҳаларда кенг фойдаланилмоқда.

ОТАда узатиш канали сифатида қўлланиладиган оптик толаларнинг афзалликлари қуйида келтирилган.

Ўтказиш оралиғи кенг. Бу ташувчи частотасининг жуда юқорилиги (10^{14}) Гц билан тушунтирилади. Битта оптик тола бўйлаб секундига бир неча терабит ахборотлар оқимини узатиш имконияти мавжуд. Ўтказиш оралиғининг кенглиги оптик алоқанинг мис ва бошқа ахборот узатиш муҳитларидан устун турувчи энг муҳим афзаллигидир.

Оптик толада ёруғлик сигналларининг кам сўниши.

Хозирги кунда кўплаб компаниялар томонидан ишлаб чиқарилаётган оптик толалар 1 канал километр ҳисобида 1,55 мкм тўлқин узунлигида 0,2-0,3 дБ/км сўнишга эга. Сўниш ва дисперсия қийматларининг кичиклиги оптик сигналларни алоқа линиялари бўйлаб регенерациясиз 100 км ва ундан узоқ масофаларга узатиш имконини беради.

Шовқин сатҳининг кичиклиги оптик толанинг ўтказиш қобилятини оширади.

Шовқиндан ҳимояланганлиги юқори. Оптик тола диэлектрик материаллар – кварц, кўп таркибли шиша, полимерлардан тайёрланганлиги учун у электромагнит нурланишни индукциялаш хусусиятига эга, атрофидаги мис кабелли тизим ва электр қурилмаларнинг (электр узатиш линиялари,

электродвигателли ускуна ва бошқалар) ташқи электромагнит шовқинларига таъсирчан эмас. Шунингдек, кўп толали оптик кабелларда кўп жуфтли мис кабелларга хос электромагнит нурланишларнинг ўзаро таъсири каби муаммолар юзага келмайди

Бу афзаллиги туфайли оптик кабеллардан ишлаб чиқариш корхоналарида, бошқарув марказларида, самолёт ва кема каби транспорт воситаларида фойдаланган маъқулдир. Чунки шу каби кичик жойларда ҳам энергетик қурилмалар, ҳам автоматика ва телебошқарув тизимлари, ҳам кўп сонли абонент қурилмаларидан иборат тармоқланган алоқа тармоқлари жойлашган бўлади [2]. Бундай ҳолатда электромагнит ва ўзаро шовқинлар юзага келади. Оптик кабелларнинг эса бундай шовқинларга таъсирчан эмаслигини айтиб ўтдик.

Енгиллиги, ҳажми ва ўлчамларининг кичиклиги. Оптик кабеллар мис кабеллар билан солиштирилганда, анча енгил ва ғажми кичик. Масалан, 900 жуфтли 7,5 см диаметрли мис телефон кабели 0,1см диаметрли битта оптик тола билан алмаштирилиши мумкин. Агар оптик тола бир неча ҳимоя қобикларидан иборат ва брон пўлат лента билан қопланган бўлса, бундай тола диаметри 1,5 см га тенг бўлади, бу эса кўрилатган мис кабель диаметридан бир неча марта кичик.

Оптик толанинг бу афзаллиги оптик кабелли линия трактларини қуришда анча енгилликлар яратади. Енгиллиги ва ўлчамининг кичиклиги туфайли оптик толанинг самолёт, вертолёт ва бошқа транспорт воситаларида ишлатилиши оптик алоқанинг жуда муҳим ютуғидир. Масалан, ахборотларни йи¹/₂иш ва бошқариш вазифаларини бажариш учун махсус жиҳозланган самолётларда боғловчи кабеллар о¹/₂ирлигини 1 тоннадан ортиқ камайтиради [2].

Алоқанинг махфийлиги. Толали оптик кабеллар радио диапазонида умуман нур узатмаслиги сабабли, ундан узатилаётган ахборотни узатиб-қабул қилишни бузмасдан рухсатсиз ташқи уланишларда эшитиш жуда қийин. Оптик

алоқа линиясининг мониторинг тизими (узлуксиз назорат) толанинг юқори сезгирлик хусусиятини қўллаб, дарҳол рухсатсиз ташқаридан эшитилаётган алоқа каналини ўчириши ва хавф (тревога) сигналини узатиши мумкин.

Тарқалувчи оптик сигналларнинг интерференция эффектини қўлловчи тизимлар тебранишларга, босимнинг озгина оғишларига сезувчанлиги жуда юқори. ²укумат, банк ва маълумотлар ҳимоясига юқори талаблар қўйиладиган бошқа махсус хизматларнинг алоқа линияларини ташкил этишда бундай тизимлар айниқса зарурдир [1].

Ён½индан ҳимояланган. Оптик толада учкун ҳосил бўлмаслиги кимёвий, нефтни қайта ишловчи корхоналарда, портлаш ва ёнғин хавфи мавжуд бўлган биноларда хавфсизликни оширади.

Иқтисодий самарадор. Оптик тола кварцдан ишлаб чиқарилади. Унинг асосини табиатда кенг тарқалган кремний икки оксиди - SiO_2 ташкил этади. Демак, толали оптик кабелларни ишлаб чиқариш учун ноёб рангли металл сарфланмайди. Мис ва қўрғошиннинг дунёвий захиралари чегараланган ҳозирги вақтда ноёб бўлмаган маҳсулотга ўтиш кабелли алоқа техникасининг келгуси ривожланиши учун муҳим омил ҳисобланади. Натижада оптик кабелларнинг нархи мис кабелларга нисбатан арзонлашади.

Толали оптик кабеллар сигналларни узоқ масофаларга ретрансляциясиз узатиш имконини беради. Узоқ масофали алоқа линияларида оптик кабелларнинг қўлланилиши ретрансляторлар сони қисқаришига олиб келади. Натижа сарф ҳаражатлар ҳар камаяди.

Фойдаланиш муддати узоқ. Тола вақт ўтган сари эскиради, яъни ётқизилган кабелларда сўниш аста-секин ошиб боради. Бироқ оптик тола ишлаб чиқаришнинг замонавий технологияларининг мукаммаллашуви бу жараёни секинлаштиради ва фойдаланиш муддатини узайтиради. Толали оптик кабеллардан фойдаланиш муддати тахминан 25 йилни ташкил этади.

Масофавий электр таъминотга эга эканлиги. Баъзи ҳолларда тармоқ тугунларининг масофавий электр таъминоти талаб этилади. Буни оптик тола орқали амалга ошириб бўлмайди. Бу ҳолда оптик тола билан биргаликда мис ўтказиш элементи билан жиҳозланган аралаш кабеллардан фойдаланиш мумкин. Бундай кабеллар кўпгина мамлакатларда кенг қўлланилади. [1]

Ҳозирги кунда турли вазифали ва тузилишли оптик тола ва кабеллар ишлаб чиқарилмоқда. Кенг полосали узоқ алоқа тизимлари, жумладан магистрал алоқа учун толадан фақатгина асосий тўлқин тарқаладиган бир модали кабелларнинг янги турлари ишлаб чиқарилмоқда. Магистраль алоқа линияларида сигнал узатишда толанинг сўниш ва дисперсия параметрларига ҳам юқори талаблар қўйилади. Бундан ташқари, оптик нурланиш қутбланиши сақланишини таъминловчи толалар ҳам ишлаб чиқарилмоқда.

Магистраль алоқада қўлланиладиган бундай кабелларни ишлаб чиқиш мураккаб ва қиммат. Бундай кабеллар қўлланилганда лазер узатгичлардан фойдаланилади. Лазер узатгичларга ҳам нурланиш спектрининг тозалигига, нурланиш тасвирларининг барқарорлигига юқори талаблар қўйилади.

Тезлиги 100 Мбит/с гача бўлган ва алоқа масофаси чегараланган (тахминан 10 км гача) тизимларда нисбатан арзон ва охириги қурилмалар билан осон мослашадиган кўп модали кабеллардан фойдаланган маъқул. Бунда тўлқин манбаи сифатида кўп модаларни нурлантирувчи оддий турдаги ярим ўтказгич ёруғлик диодларини ишлатиш мумкин.

Янги турдаги оптик толаларнинг (силжиган дисперсияси нолга тенг бўлмаган), кенг полосали квант оптик кучайтиргичларнинг яратилиши тўлиқ оптик тизим ва оптик трактларни қуриш имкониятини яратмоқда. Бундай технологиялардан 100 ва 1000 Гбит/с ўтказиш оралиқли тизимларни яратишда фойдаланилади.

ОТА бир қанча афзалликларга эга бўлишига қарамай, камчиликлари ҳам мавжуд. Бу ТОА қурилмаларининг қимматлиги ва баъзи оптик

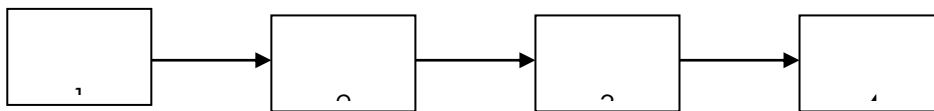
технологияларнинг мукамал даражага етмаганлиги билан тушунтирилади. Бунга бо¹/₂лик ҳолда қуйидаги камчиликларни айтиш мумкин:

- элемент базасининг қимматлиги. Оптик узатгич ва қабул қилгичларнинг нархи қиммат. Айниқса лазер нурланиш манбаларининг нархи қиммат ва хизмат қилиш муддати чегараланган. Шунингдек пассив оптик қурилмаларни (мультиплексор, коммутатор, аттенюатор ва бошқалар) ишлаб чиқариш ҳам катта сарф-харажатларга олиб келади;
- толали оптик алоқа линияларини монтаж қилиш ва хизмат кўрсатишнинг мураккаблиги. Электр кабелли тизимларга нисбатан оптик кабелли тизимларни қуриш, ундан техник фойдаланиш, ўлчов ва монтаж ишлари мураккаб бўлиб, жуда юқори малакани талаб этади;
- толани махсус ҳимоялаш зарурияти. Микроёриқларда сигналларнинг йўқолмаслиги учун толани ортиқча юклаш ва букилишлардан ҳимоялаш керак. Махсус ҳимоялашни ташкил этиш, ишончлиликини ошириш мақсадида оптик толани ишлаб чиқариш жараёнида тола эпоксиакрилад асосидаги махсус лак билан қопланади. Бундан ташқари, кабель махсус пўлат тросс ва шиша пластик стерженлар ҳисобига янада мустаҳкамланиши мумкин. [1]

Буларнинг барчаси оптик кабел нархини оширади. Бу камчиликлар ОА технологиясининг келгуси ривожланишида қисман ёки тўлиқ бартараф этилади.

ОА тизимларининг тузилиш принциплари. ОА да ахборотларни ёруғлик ёки оптик сигналлар кўринишида узатиш ва қайта ишлаш амалга оширилади. ОА учун ёруғлик нурланиши ва тўлқин узунлиги турини танлаш узатилаётган ахборот характериға, шунингдек нурланиш ҳосил қилиш имконияларига, ундан сигнал шаклланишиға, ёру¹/₂лик тўлқинини узатиш ва қайта ишлашға ва ниҳоят, ахборотға эға сигнални қабул қилишға бо¹/₂лик.

ОА тизимининг умумлашган тузилиш схемаси 1.1 – расмда келтирилган. Схema ОА нинг турлари ТОА ва ООА га хос стандарт блоклардан (элементлардан) ташкил топган.



1.1 – расм. ОА тизимининг умумлашган тузилиш схемаси:

- 1 – ахборотлар манбаи;
- 2 – оптик узатгич ва модулятор;
- 3 – оптик канал;
- 4 – оптик қабул қилгич

Ахборотлар манбаидан узлуксиз ёки рақамли сигналлар берилади. Сўнг сигналлар ёруғлик оқими-ташувчи частотанинг электромагнит тебранишларини модуляциялайди.

Сўнг ёруғлик нури кўринишидаги оптик сигналлар узатувчи муҳит - оптик канал орқали тарқалади. Узатувчи муҳит юқорида айтиб ўтилгандек очиқ фазо, атмосфера, яъни ООА линияси ёки ТОА линияси бўлиши мумкин. Узатилган ахборотлар оптик қабул қилгич демодуляторида демодуляцияланади. Демодуляторнинг асосий элементи оптик фотодетектор ҳисобланади. Сигналларни узоқ масофаларга узатишда, қачонки қабул қилгич киришида сигнал/шовқин нисбати талаб даражасидан паст бўлганда, линияда ретрансляторлар ўрнатилади.

ТОА тизимининг тузилиш схемасини (1.2 – расм) тўлиқ кўриб чиқамиз. ТОА тизимининг тузилиш схемаси таркибига қуйидагилар киради [4]:

- УТ – узатиш тизими;
- Мқ – мослаштирувчи қурилма;

ОУз – оптик узатгич;

ОТ – оптик тола;

ОР – оптик регенератор;

КОК – квант оптик кучайтиргичи;

Оққ – оптик қабул қилгич.

УТ, Мқ, ОУз ва УТ, Мқ, Оққ мос равишда А ва Б охирги станцияларининг узатиш ва қабул қилиш трактларини ташкил этади. Оралиқ станцияларда ОР, КОК ўрнатилади. Толали оптик линия трактига ОУз, ОТ, ОР, КОК, Оққ киради.

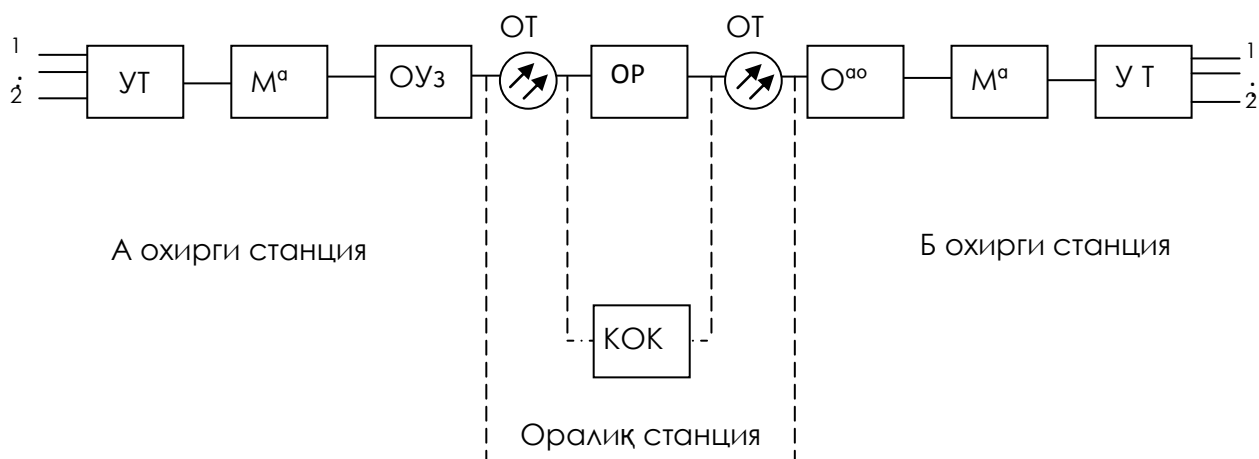
1.2 – расмда кўрсатилганидек, узатувчи станциядан N бирламчи электрик сигналлар узатиш тизимига тушади. УТ чиқишидан кўп каналли электр сигнали мослаштирувчи қурилмага берилади. Мқ да бу сигнал толали оптик линия тракти бўйлаб узатиладиган кўринишга ўзгартирилади. Оптик узатгичда электр сигнали оптик ташувчини модуляциялаш йўли билан оптик сигналга айланади. Сўнг бу оптик сигнал оптик тола бўйлаб узатилади.

Оптик сигнал тола бўйлаб тарқалганда сўнади ва бузилади. Оптик сигналларни узоқ масофаларга узатиш мақсадида маълум оралиқларда сигналларнинг бузилиш даражасига қараб регенераторлар ёки квант оптик кучайтиргичлар ўрнатилади. Регенератор киришида оптик сигналлар электр сигналига, чиқишида эса электр сигналдан оптик сигналга айлантирилади, яъни регенераторларда электр сигналлар кучайтирилади, созланади ва бошланғич шакли тикланади. Квант оптик кучайтиргичлари қўлланилганда эса сўнган оптик сигналлар электр сигналига айлантириб ўтилмасдан кучайтирилади.

қабул қулувчи Б охирги станцияда тескари жараён амалга оширилади. ОА да оптик ташувчини информатсион сигнал билан модуляциялаш учун частота модуляцияси (ЧМ), фаза модуляцияси (ФМ), амплитуда модуляцияси (АМ), кутбланган модуляция (ҚМ), жадаллик бўйича модуляциялаш ва

модуляциянинг бошқа турларини қўллаш мумкин. Оптик нурланишнинг жадаллик бўйича модуляциялаш тури кўпроқ қўлланилади. Бунга сабаб, бу модуляция тури кенг частота диапазонида оптик узатгичларда қўлланиладиган оддий техник қурилмалар ярим ўтказгич нурланиш манбалари (ёруғлик диоди, лазер диодлар) учун бажарилади. Ярим ўтказгич манбанинг нурланиш жадаллигини бошқариш учун модуляцияладиган сигнал билан мос ҳолда инжекция токини ўзгартириш етарлидир. Бу ток кучайтиргич кўринишидаги электрон схема ёрдамида осон амалга оширилади. Оптик нурланишнинг жадаллик бўйича модуляцияси тескари жараён-оптик сигнални электр сигнаliga айланиш масаласини енгиллаштиради. Дарҳақиқат, фотоқабул қилгич таркибига кирувчи фотодетектор квадратик асбоб ҳисобланиб, унинг чиқишидаги ток оптик майдон амплитудасининг квадратига пропорционал.

Жадаллик бўйича модуляцияланган оптик сигнални бевосита фотодетекторга бериб, осонгина унинг бошланғич сигнал кўринишини сақлаган электр сигнаliga айлантириш мумкин. Оптик сигналларни қабул қилишнинг бу усули тўғридан-тўғри фотодетекторлаш усули дейилади.



1.2 – расм. ОТА тизимининг тузилиш схемаси

Ҳозирги кунда ОА нинг охириги қурилмалари сифатида рақамли узатиш тизимлари (РУТ)дан фойдаланилмоқда. Чунки РУТ аналог узатиш тизимларига қараганда қуйидаги афзалликларга эга: шовқин бардошлилиги юқори, сигнални

узатиш сифати линия тракти узунлигига кам бо $\frac{1}{2}$ лик, техник иқтисодий кўрсаткичлари юқори ва бошқалар. Каналлари частота бўйича бўлинган аналог узатиш тизимларининг бир қанча камчиликлари туфайли уларнинг ОА да қўлланилиши чегараланган.

Мавзуни мустахкамлаш учун саволлар.

1. Оптик алоқа линияси қандай алоқа воситаси ҳисобланади?
2. Оптик алоқа линиясининг қандай турлари мавжуд?
3. Оптик толалар қандай афзалликларга эга?
4. ОТА тизимининг тузилиш схемасини тушунтириб беринг.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР

1 ва 2-амалий машғулотлар

Пассив ва актив радиоэлементлар параметрларини аниқлаш.

Қаршиликлар ва уларни улаш усуллари. Сигимлар ва уларни улаш усуллари.

Қаршиликларни кетма-кет ва параллел улаш жараёнларини тадқиқ қилиш

Ишни бажаришдан мақсад: параллел ва кетма-кет уланган ўтказгичлардан ток оқиш қонуниятини ўрганиш ва бундай участкаларда қаршиликларни ҳисоблаш.

Назарий қисм: схемаларда ўтказгичлар кетма-кет ва параллел уланади.

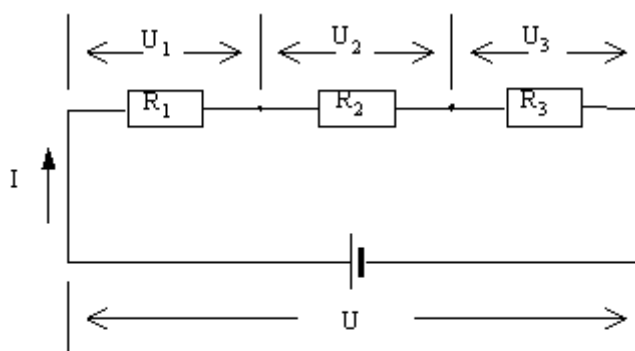


Рис. 1.

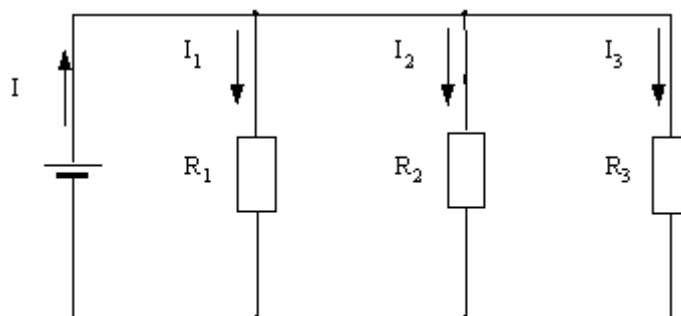


Рис. 2.

1-расмда кўрсатилган ўтказгичларни кетма-кет улаш схемаси келтирилган.

Занжирнинг охиридаги натижавий кучланиш ҳар бир ўтказгичдаги кучланишларни қўшиб ҳосил қилинади.

$$U = U_1 + U_2 + U_3 \quad (1)$$

Ом қонуни берилган занжир участкаси учун:

$$U_1 = R_1 I; U_2 = R_2 I; U_3 = R_3 I; U = RI \quad (2)$$

Бу ерда R- занжирдаги тўлиқ қаршилик, I- занжирда оқувчи умумий ток.

1 ва 3 ифодалардан қуйидаги формулани ҳосил қиламиз:

$$RI = R_1 I + R_2 I + R_3 I \quad (3)$$

Бу занжирдаги кетма-кет боғланган ўтказгичлардаги тўлиқ қаршиликни аниқловчи формула ҳисобланади.

Ўтказгичлар кетма-кет уланганда улардаги умумий қаршилик ҳар бир ўтказгичдаги электрик қаршиликлар йиғиндисига тенг.

Ўтказгичларни параллел уланган ҳолатни кўриб чиқамиз (2-расм). Занжир орқали тўлиқ ток оқади:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad (4)$$

Ом қонуни бўйича занжир участкаси учун:

$$U = R_1 I_1; U = R_2 I_2; U = R_3 I_3; U = RI \quad (5)$$

4 ва 5 ифодалардан қуйидаги формулани ҳосил қиламиз:

$$I = U/R = U/R_1 + U/R_2 + U/R_3$$

Бу формуладан:

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 \quad (6)$$

Ўтказгичлар параллел уланганда занжирдаги тесқари қаршиликнинг катталиги параллел уланган ўтказгичлардаги барча қаршиликлар тесқари катталиклари йиғиндисиган тенг бўлади.

2. Ишни бажариш тартиби.

2.1.Монтаж столида қуйидаги электрик схемани йиғинг:

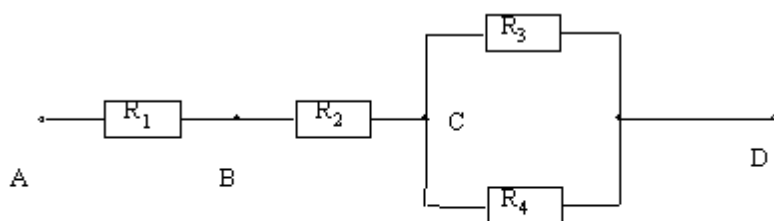


Рис. 3

Қаршиликлар номиналлари қуйидагича танланг:

$$R_1 = 1 \text{ кОм}; R_2 = 2 \text{ кОм}; R_3 = 3 \text{ кОм}; R_4 = 4 \text{ кОм};$$

Конденсаторларни тафсировловчи асосий параметрлари:

- 1) сифим номинал миқдори;
- 2) номинал миқдордан оғиши йўл қўйилган миқдор;
- 3) иш кучланиши;
- 4) тешиб ўтиш синув кучланиши;
- 5) изоляция қаршилиги ёки сизиш токи шисобланади.

Шунингдек, конденсатор диелектригида бўладиган исрофни, шарорат ва намлик ўзгарганда сифим миқдорининг турғунлигини тафсировловчи миқдорлар шам унинг мушим параметрлари шисобланади.

Сифим номинал миқдоридан оғишга йўл қўйилган миқдор конденсаторнинг аниқлик синфига боғлиқ бўлади. Кўп конденсаторларни қаршиликларга ўхшаб, уч аниқлик синфига бўлади:

- 1-синф номинал миқдордан оғиш $\pm 5 \%$;
- 2-синф номинал миқдордан оғиш $\pm 10 \%$;
- 3-синф номинал миқдордан оғиш $\pm 26 \%$.

Конденсаторнинг иш кучланиши, унинг узоқ вақт нормал ишлашини таъминловчи кучланиш миқдорини кўрсатади. Иш кучланиш миқдори вольт билан конденсаторнинг усида кўрсатилган бўлади.

Изоляция қаршилиги келтирилган маълум миқдордаги кучланишда конденсаторнинг «сезувчи» ток миқдорини тавсифлайди.

Изоляция қаршилиги одатда МегаОм ёки МОм/мкф да ифодаланади. Изоляция қаршилигининг миқдори конденсатор корпусида кўрсатилмайди, лекин уни юқори сезгир Омметр билан ўлчаш мумкин.

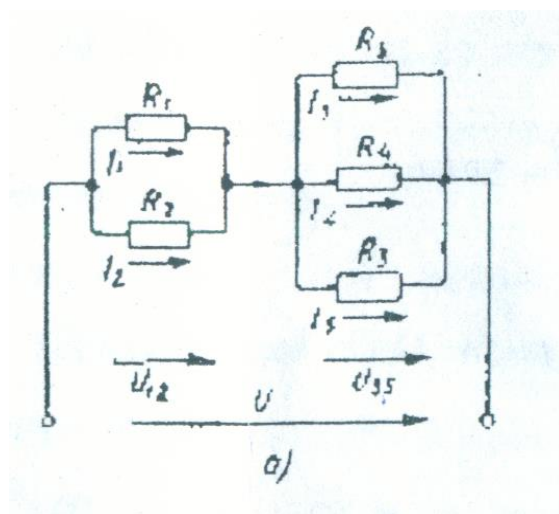
Ўзгарувчан ток конденсатор орқали ўтганда диелектрикда ток қисман исроф бўлади, бу конденсаторни қизишга олиб келади. Ташқи мушитнинг шарорати ва намлиги ўзгарганда сифим миқдори шам ўзгаради, чунки конденсатор пласинкаларининг ўлчами ва диелектрикнинг сингдирувчанлиги шам ўзгаради.

Амалий машғулотлар учун топшурик

1.1-масала. 4-расм, а да кўрсатилган мураккаб электр зинжири учун қуйидагилар: $U = 36V$, $R_1 = 8\text{ Ом}$, $R_2 = 2\text{ Ом}$, $R_3 = R_4 = 5\text{ Ом}$, $R_5 = 10\text{ Ом}$ маълум бўлса, занжирнинг тармоқларидаги I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 токларнинг қиймати аниқлансин.

Ечилиши:

Занжирдаги R_1 ва R_2 қаршиликлар ўзаро параллел улангани учун уларнинг эквивалент қаршилиги



4,a-rasm

$$R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{8 \cdot 2}{8 + 2} = \frac{16}{10} = 1,6 \text{ Om}$$

R_3, R_4, R_5 qarshiliklar ўзаро параллел улангани учун уларнинг эквивалент ўтказувчанлиги

$$G = \frac{1}{R_{3,4,5}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} = \frac{1}{5} + \frac{1}{5} + \frac{1}{10} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ Om}$$

Бундан

$$R_{3,4,5} = \frac{1}{G} = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ Om}$$

Қаршиликлар $R_{1,2}$ ва $R_{3,4,5}$ ўзаро кетма-кет улангани учун (4-расм, б) занжирнинг эквивалент қаршилиги (4-расм, в):

$$R_{ekv} = R_{1,2} + R_{3,4,5} = 1,6 + 2 = 3,6 \text{ Om}$$

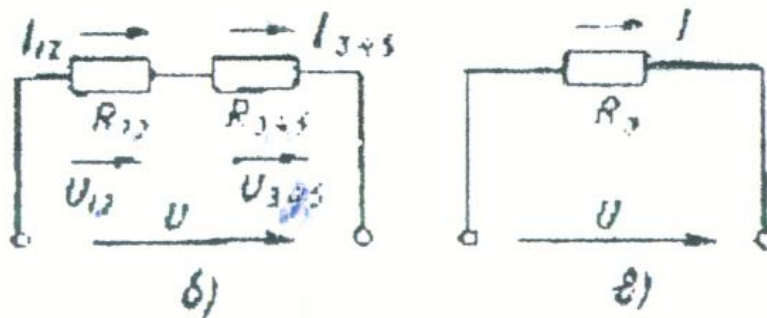
У ҳолда занжирдаги ток

$$I = \frac{U}{R_{ekv}} = \frac{36}{3,6} = 10 \text{ A}$$

Занжирнинг қисмларидаги кучланиш эса

$$U_{1,2} = I \cdot R_{1,2} = 10 \cdot 1,6 = 16 \text{ V}$$

$$U_{3,4,5} = I \cdot R_{3,4,5} = 10 \cdot 2 = 20 \text{ V}$$



4-rasm, b, v

У ҳолда тармоқлардаги тоқларнинг қиймати:

$$I_1 = \frac{U_{1,2}}{R_1} = \frac{16}{8} = 2 \text{ A}, \quad I_2 = \frac{U_{1,2}}{R_2} = \frac{16}{2} = 8 \text{ A},$$

$$I_3 = I_4 = \frac{U_{3,4,5}}{R_3} = \frac{20}{5} = 4 \text{ A}, \quad I_5 = \frac{U_{3,4,5}}{R_5} = \frac{20}{10} = 2 \text{ A}.$$

1.2-масала. 5-расм, а да кўрсатилган электр занжирлар учун

$$E_1 = 100 \text{ V}; \quad E_2 = 70 \text{ V}; \quad E_3 = 92 \text{ V};$$

$$R_1 = 7 \text{ Ом}; \quad R_2 = 9 \text{ Ом}; \quad R_3 = 9,5 \text{ Ом}; \quad R_4 = 2 \text{ Ом};$$

$$R_5 = 6 \text{ Ом}; \quad R_6 = R_7 = 7 \text{ Ом}; \quad R_8 = 8 \text{ Ом}.$$

эканлиги маълум бўлса, Кирхгоф қонунлари бевосита қўллаш усули ёрдамида занжирдаги тоқларнинг тақсимланиши аниқлансин.

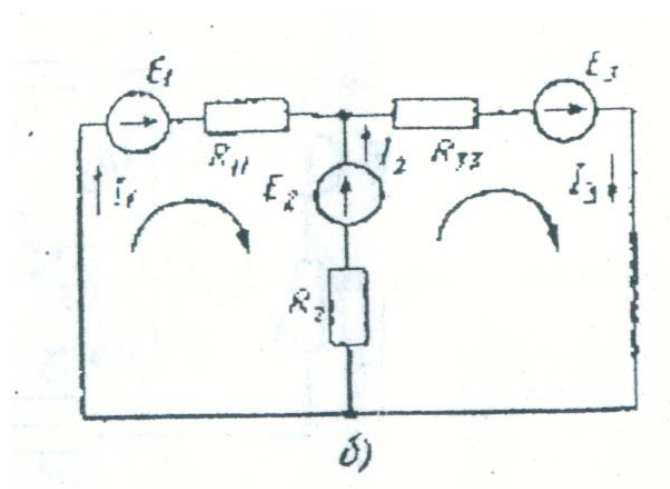
Ечилиши:

Аввал R_4, R_5, R_6 ва R_7, R_8 қаршиликларнинг эквивалент қаршилигини аниқлаб, берилган схемани соддароқ кўринишга (5-расм, а) келтирамыз:

$$R_{11} = 7 + 7 + 8 = 22 \text{ Ом}; \quad R_{33} = 7 + 9 + \frac{2 \cdot 6}{2 + 6} = 18 \text{ Ом}$$

ЭЮК лар (E_1, E_2, E_3) ва тармоқдаги тоқлар (I_1, I_2, I_3) нинг ихтиёрий мусбат йўналишларини 5-расм, б да кўрсатилгандек қабул қиламыз. Сўнггра ЭЮК ва қаршиликларнинг маълум қийматларини тенгламалар системасига қўямиз:

$$\begin{cases} I_1 + I_2 = I \\ 30 = 22I_1 - 9I_2 \\ 162 = 9I_2 + 18I_1 \end{cases}$$



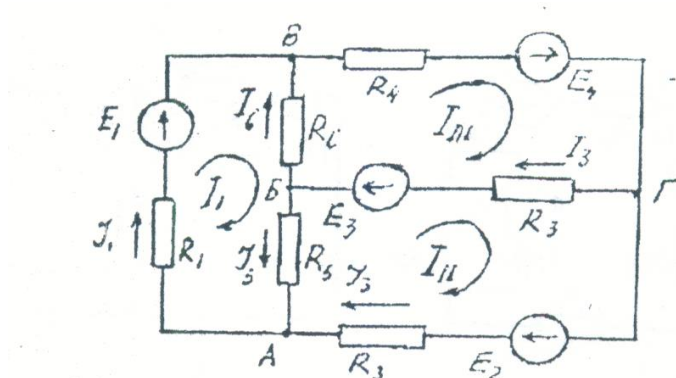
5-rasm, b

Мазкур тенгламалар системаси ечиб, $I_1 = 3 \text{ A}$, $I_2 = 4 \text{ A}$ ва $I = 7 \text{ A}$ эканлигини топамиз.

Демак, аниқланган барча токларнинг ишораси мусбат бўлиб чиқди, чунки тармоқдаги токларнинг ҳақиқий йўналиши уларнинг 5-расмда, в кўрсатилган йўналишларига мос келади. I_3 токи ўзаро параллел бўлган ва R_4 ва R_5 тармоқларда тақсимланиб, уларнинг қаршилиги тескари пропорционал равишда ўзгаради, яъни:

$$I_4 = I_3 \cdot \frac{R_5}{R_4 + R_5} = 7 \cdot \frac{6}{8} = 5,25 \text{ A}$$

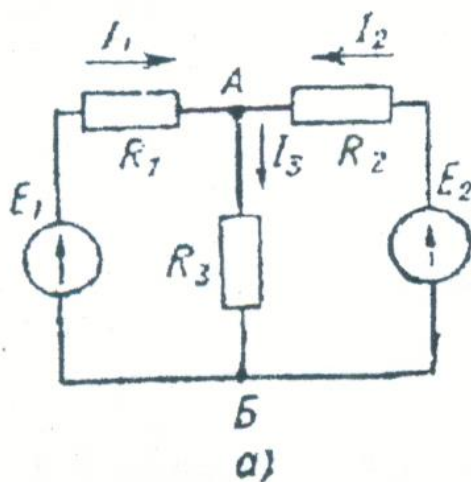
$$I_5 = I_3 \cdot \frac{R_4}{R_4 + R_5} = 7 \cdot \frac{2}{8} = 1,75 \text{ A}$$



5-rasm, b

1.3-масала. Агар 6-рasm, а да берилган электр занжири учун қуйидагилар:

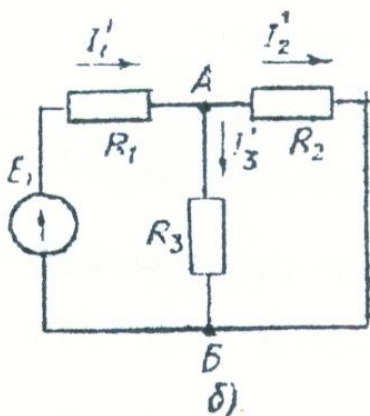
$E_1 = 99V$, $E_2 = 66V$, $R_1 = 12\text{ Om}$, $R_2 = 6\text{ Om}$, $R_3 = 18\text{ Om}$ эканлиги маълум бўлса, занжир тармоқларидаги тоқлар устлаш усули ёрдамида аниқлансин.



6-rasm, a

Ечилиши:

Агар электр занжирида ЭЮК E_1 нинг таъсири мавжуд десак (6-рasm, б), у ҳолда занжирнинг умумий қаошилиги:



6-rasm, b

$$R_{10} = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = 12 + \frac{6 \cdot 18}{6 + 18} = 16,5\text{ Om}$$

Занжирнинг тармоқланмаган қисмидаги тоқ:

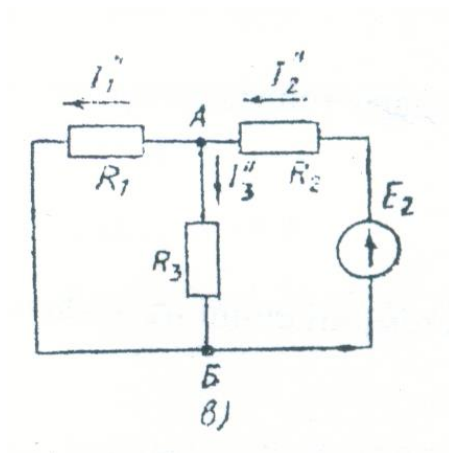
$$I_1 = \frac{E_1}{R_{10}} = \frac{99}{16,5} = 6 A$$

Тармоқлардаги хусусий тоқлар:

$$I_2 = I_1 \cdot \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 6 \cdot \frac{18}{6 + 18} = 4,5 A$$

$$I_3 = I_1 \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3} = 6 \cdot \frac{6}{6 + 18} = 1,5 A$$

Агар занжирда фақат ЭЮК E_2 нинг таъсири мавжуд десак (6-расм, в), у ҳолда занжирнинг умумий қаршилиги:



6-rasm, v

$$R_{20} = R_2 + \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3} = 6 + \frac{12 \cdot 8}{12 + 8} = 6 + 7,2 = 13,2 Om$$

Занжирнинг тармоқланмаган қисмидаги тоқ:

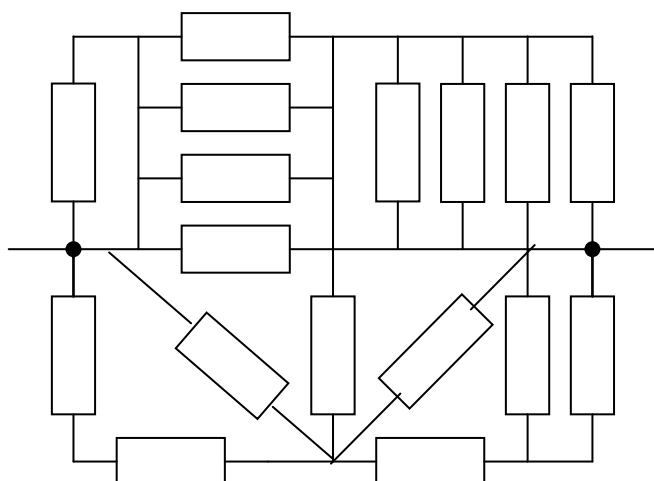
$$I_2 = \frac{E_2}{R_{20}} = \frac{66}{13,2} = 5 A$$

Тармоқлардаги хусусий тоқлар:

$$I_1 = I_2 \cdot \frac{R_3}{R_1 + R_3} = 5 \cdot \frac{18}{12 + 18} = 3 A$$

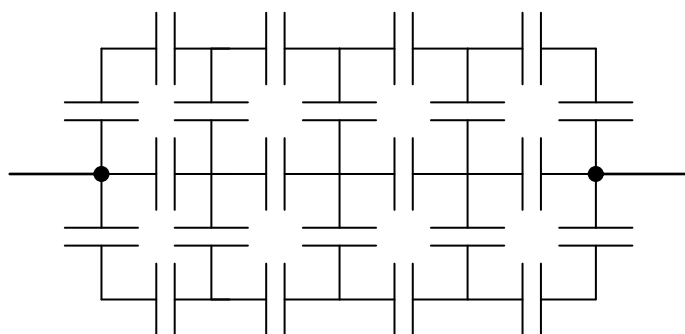
$$I_3 = I_2 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_3} = 5 \cdot \frac{12}{12 + 18} = 2 A$$

Мисол №1



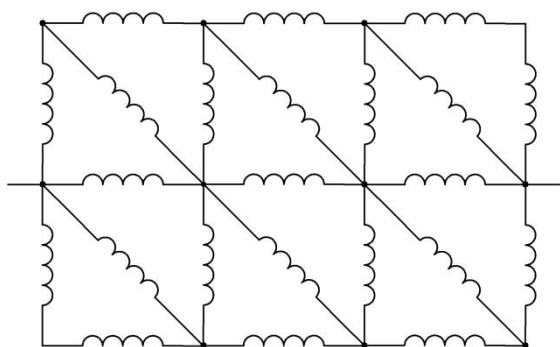
$$R_1=R_2=\dots=R_n=R$$

Аниқланг $R_{\text{ум}} = ?$



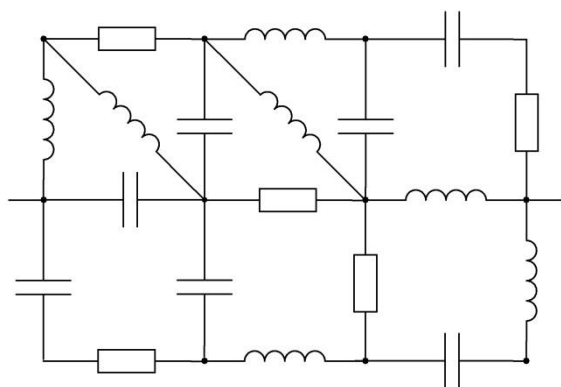
$$C_1=C_2=\dots=C_n=C$$

Аниқланг $C_{\text{ум}} = ?$



$$L_1=L_2=\dots=L_n=L$$

Аниқланг $L_{\text{ум}} = ?$



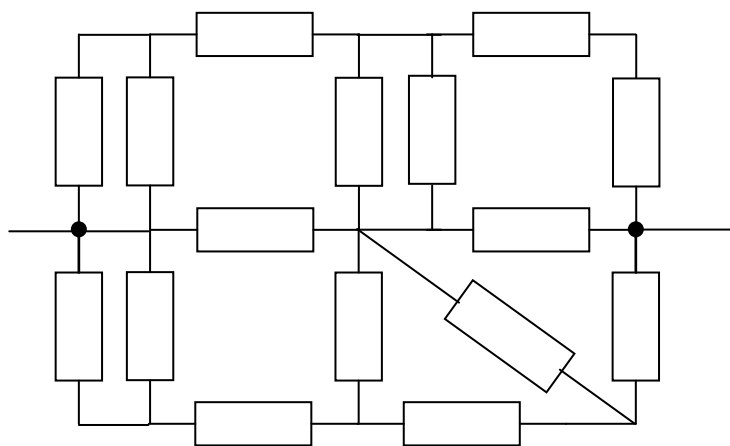
$$X_{L1}=X_{L2}=\dots=X_{Ln}=X_L,$$

$$X_{C1}=X_{C2}=\dots=X_{Cn}=X_C,$$

$$R_1=R_2=\dots=R_n=R$$

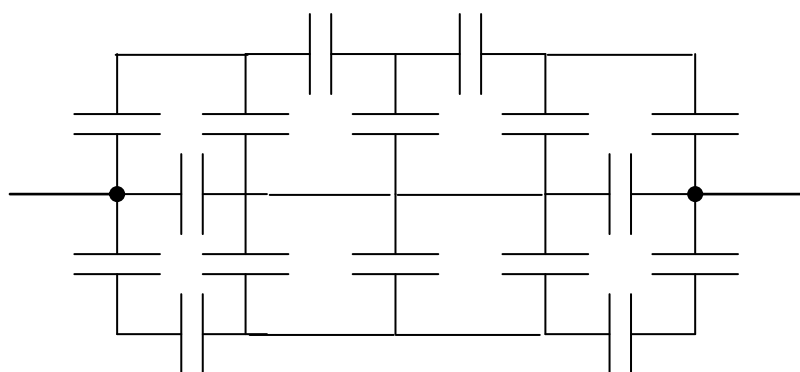
Аниқланг $Z_{\text{ум}} = ?$

Мисол №2



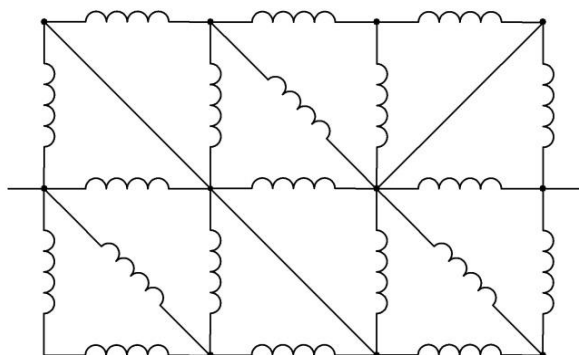
$$R_1=R_2=\dots=R_n=R$$

Аниқланг $R_{ym}=?$



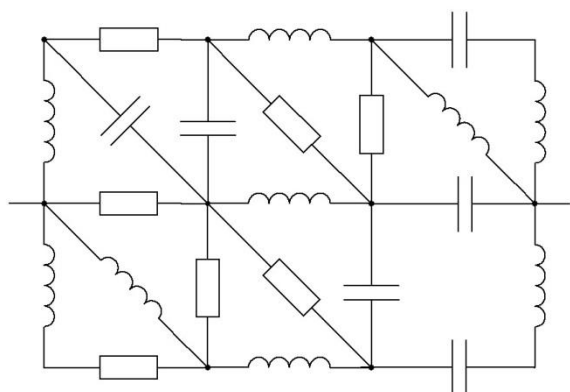
$$C_1=C_2=\dots=C_n=C$$

Аниқланг $C_{ym}=?$



$$L_1=L_2=\dots=L_n=L$$

Аниқланг $L_{ym}=?$



$$X_{L1}=X_{L2}=\dots=X_{LN}=X_L,$$

$$X_{C1}=X_{C2}=\dots=X_{CN}=X_C,$$

$$R_1=R_2=\dots=R_N=r$$

Аниқланг $R_{ym}=?$

Мисол №3

$$R_1=R_2=\dots=R_N=R$$

Аниқланг $R_{ум}=?$

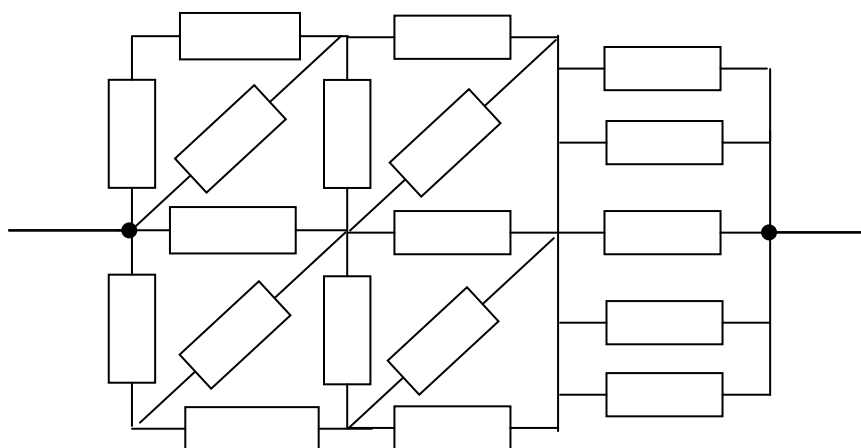
$$C_1=C_2=\dots=C_N=C$$

Аниқланг $C_{ум}=?$

$$L_1=L_2=\dots=L_N=L$$

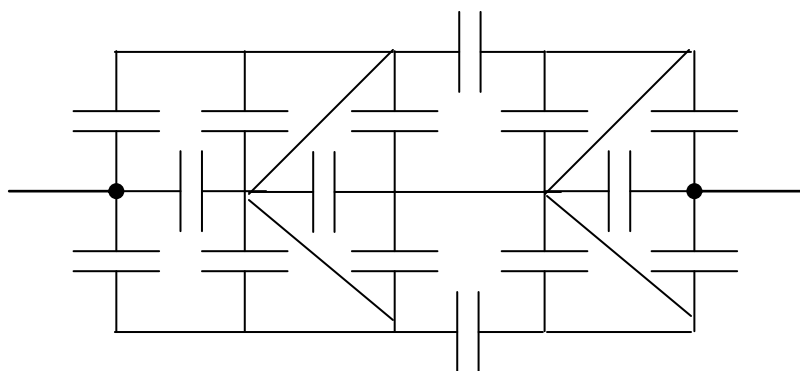
Аниқланг $L_{ум}=?$

Мисол №4



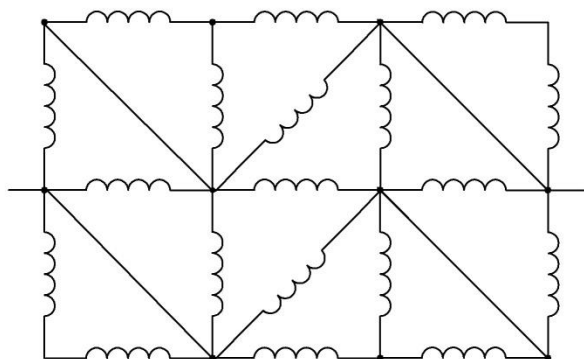
$$R_1=R_2=\dots=R_N=R$$

Аниқланг $R_{\text{ум}}=?$



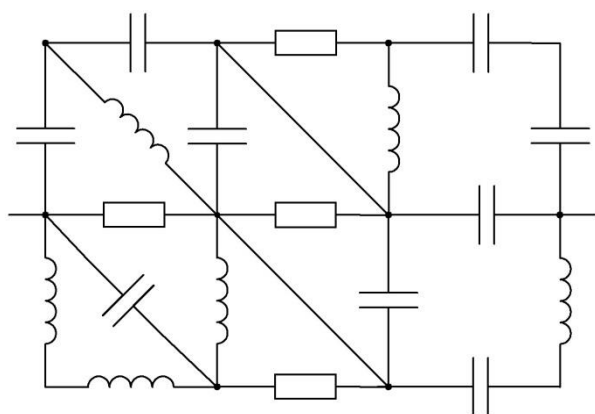
$$C_1=C_2=\dots=C_N=C$$

Аниқланг $C_{\text{ум}}=?$



$$L_1=L_2=\dots=L_N=L$$

Аниқланг $L_{\text{ум}}=?$



$$X_{L1}=X_{L2}=\dots=X_{LN}=X_L,$$

$$X_{C1}=X_{C2}=\dots=X_{CN}=X_C,$$

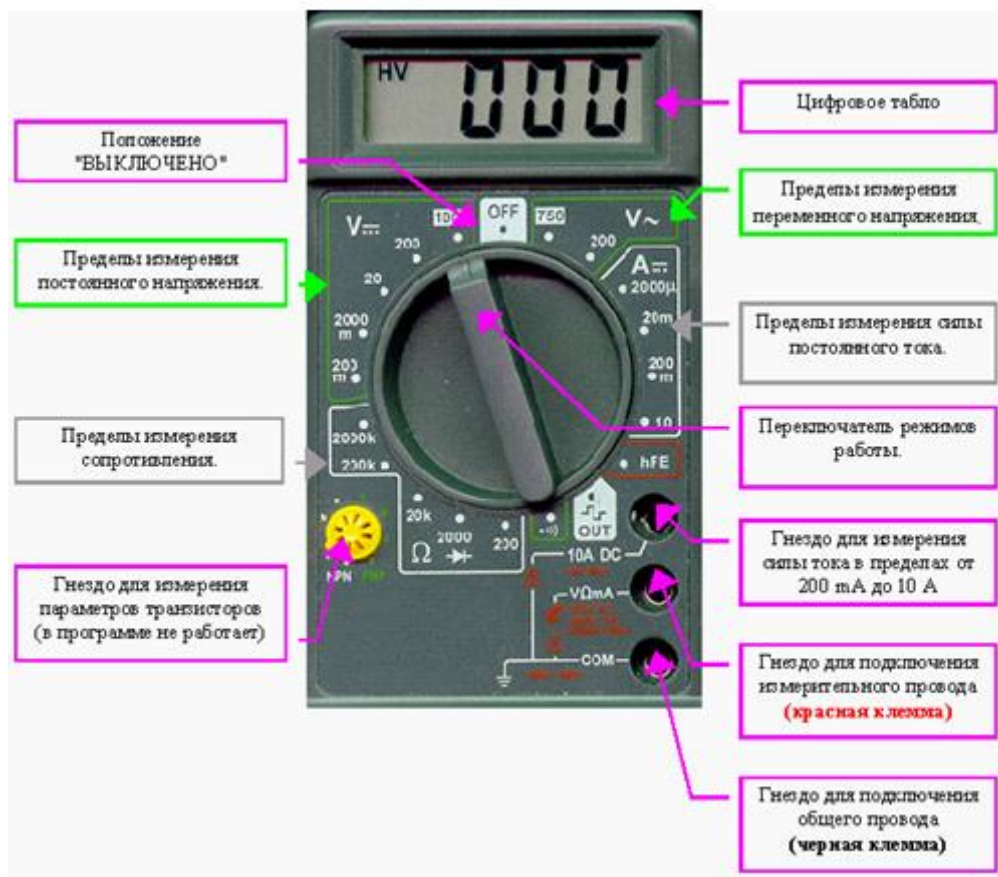
$$R_1=R_2=\dots=R_N=R$$

Аниқланг $Z_{\text{ум}}=?$

3-амалий машғул

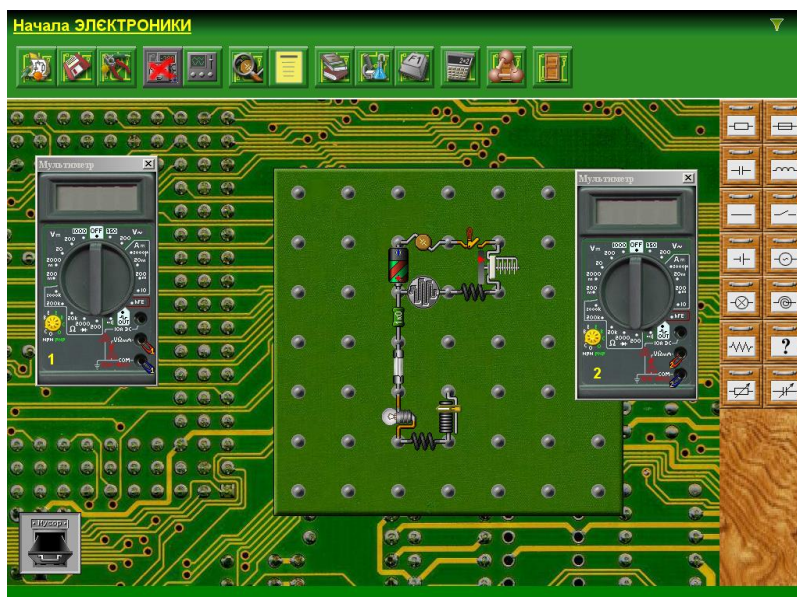
Ўлчаш асбоблари тузилиши ва ишлаш тамойиллари билан танишиш.

Мултиметр ёрдамида электрик катталикларни ўлчаш.

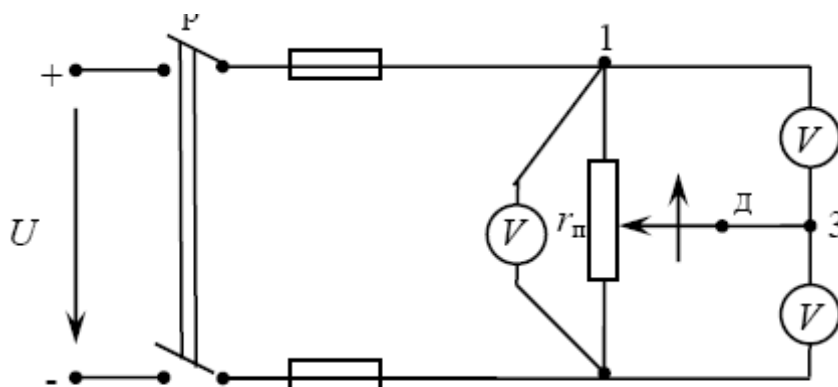


Мултиметр билан ишлашни ўрганиш учун "Электроника" дастуридан фойдаланилади.

Барча ишлар «Электроника» виртуал лабораториясида бажарилади.



- 1) 5.1-расмда расмда кўрсатилган электр схема йигилади. Бунда U_0 - ўзгармас манба кучланиши, p - икки кутбли ажратгич, r_p - ташки занжирдаги кучланишни бир текис ўзгартириш учун ишлатиладиган реостат - потенциометр. V_1 ва V_2 вольтметрларни ўзаро кетма-кет улаб, манба кучланиши U_0 га, яъни потенциометр r_p нинг 1 ва 2 қисмларига бириктирилади.

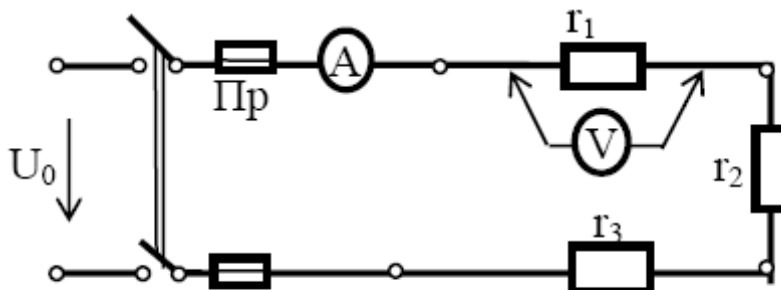


5.1-rasm

Вольтметрларнинг ўзаро уланган ўрта нуқтаси 3 ни потенциометрнинг дастаги D га улаб, дастакнинг истаган ҳолатида $U_1 + U_2 = U_0$ эканлигига ишонч ҳосил қилинг. Потенциометр дастагининг турли ҳолатлари учун, шунингдек, иккита охириги ҳолати учун ҳам 5-6 марта ўлчашларни бажариб, 5.1-жадвалга ёзинг. Потенциометр r_p нинг манба кучланиши U_0 ни қийматлари аввалдан маълум бўлган кучланиш U_1 ва U_2 ларга истаган нисбатда бўлиб бера олишига ишонч ҳосил қилинг.

U_1, V					
U_2, V					
U_3, V					

- 1) Қаршиликлари r_1 , r_2 ва r_3 кетма-кет уланган 5.2- расмдаги электр схемани йиғиб, уни ўзгармас кучланиш манбаи U_0 га уланг. Вольтметр V ёрдамида занжир қисмларидаги кучланишлар пасажуви U_{12} , U_{23} , U_{34} ларни ва бутун занжирнинг кучланиши $U_0 = U_{14}$ ни ўлчанг. Ўлчаш натижаларини 5.2-жадвалга ёзинг. Олинган маълумотлар бўйича қўрилатган занжир учун Кирхгоф иккинчи қонунининг ҳаққонийлигига ишонч ҳосил қилинг, яъни қуйидагини аниқланг



5.2-rasm

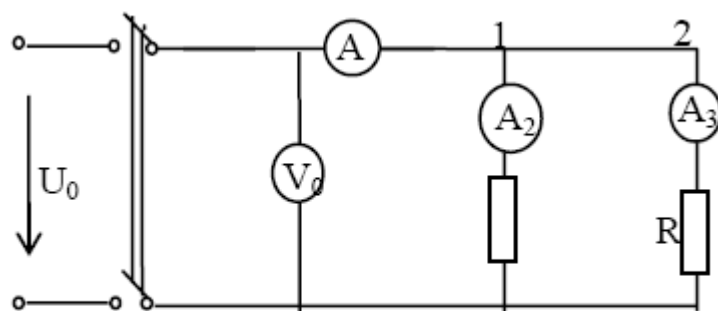
5.2-жадвал

Ўлчашлар						Ҳисоблашлар				
I, A	U_0, B	U_{12}, B	U_{23}, B	U_{34}, B	U_{41}, B	r_1, Om	r_2, Om	r_3, Om	$R_s = r_1 + r_2 + r_3$	$R_s = U_0/I$

$$U_{13} = U_{12} + U_{23}; U_{24} = U_{23} + U_{34}; U_0 = U_{12} + U_{23} + U_{34}$$

Ом қонунидан фойдаланиб занжир қисмларининг қаршиликлари r_1 , r_2 , ва r_3 нинг қиймаларини аниқланг.

- 2) Қаршиликлари r_2 , r_3 параллел уланган занжирни 5.3-расмдаги схема бўйича йиғиб, ўзгармас кучланиш манбаи U_0 га уланг. Ўлчаш натижаларини 5.3-жадвалга ёзинг. Олинган маълумотлар бўйича Кирхгоф биринчи қонунининг ҳаққонийлигига ишонч ҳосил қилинг, яъни $I_1 = I_2 + I_3$. Ом қонунидан фойдаланиб қаршиликлар r_2 ва r_3 ни ҳисобланг.

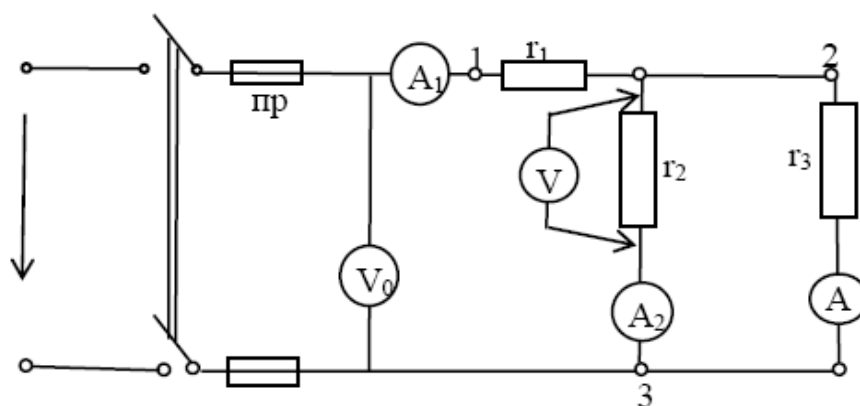


5.3-rasm

5.3-jadval

O'lchashlar				Hisoblashlar		
$U_0, [B]$	$I_1, [A]$	$I_2, [A]$	$I_3, [A]$	r_2, OM	r_3, OM	r_3, OM

- 3) Қаршиликлари аралаш уланган 5.4-расмдаги схемани йиғиб, ўлчашдан олинган маълумотларни 1.4-жадвалга ёзинг

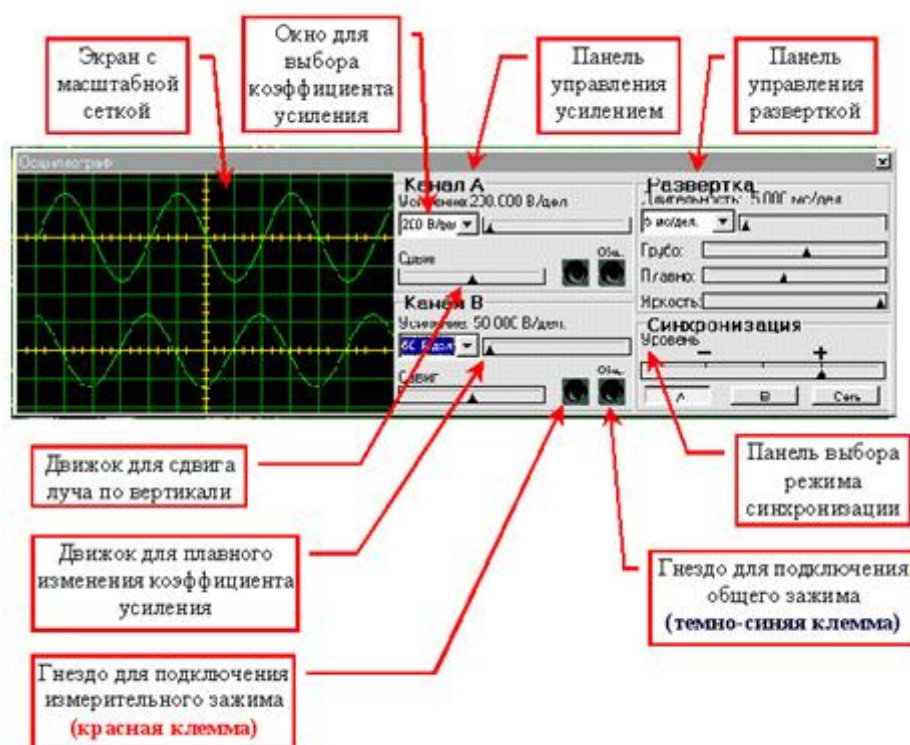


5.4 – расм.

5.4-jadval

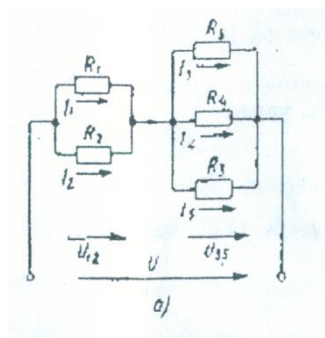
O'lchashlar						Hisoblashlar		
U_0, B	I_1, A	I_2, A	I_3, A	U_{12}, B	U_{23}, B	r_1, OM	r_2, OM	r_3, OM

Осциллограф ёрдамида сигналларни текшириш



1.1-масала. 1.1-расм, а да кўрсатилган мураккаб электр зинжири учун куйидагилар: $U = 36V$, $R_1 = 8Om$, $R_2 = 2Om$, $R_3 = R_4 = 5Om$, $R_5 = 10Om$ маълум бўлса, занжирнинг тармоқларидаги I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 тоқларнинг қиймати аниқлансин.

Ечилиши: Занжирдаги R_1 ва R_2 қаршилиқлар ўзаро параллел улангани учун уларнинг эквивалент қаршилиги

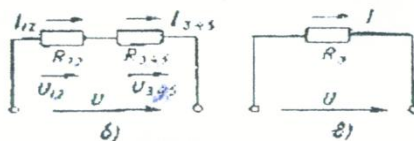


1.1-расм а

$$R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{8 \cdot 2}{8 + 2} = \frac{16}{10} = 1,6 \text{ Ом}$$

R_3, R_4, R_5 қаршиликлар ўзаро параллел улангани учун уларнинг эквивалент ўтказувчанлиги

$$G = \frac{1}{R_{3,4,5}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} = \frac{1}{5} + \frac{1}{5} + \frac{1}{10} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ Ом}$$



Бундан

$$R_{3,4,5} = \frac{1}{G} = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ Ом}$$

Қаршиликлар $R_{1,2}$ ва $R_{3,4,5}$ ўзаро кетма-кет улангани учун (1.1-расм, б) занжирнинг эквивалент қаршилиги (1.1-расм, в): $R_{ekv} = R_{1,2} + R_{3,4,5} = 1,6 + 2 = 3,6 \text{ Ом}$

У ҳолда занжирдаги ток
$$I = \frac{U}{R_{ekv}} = \frac{36}{3,6} = 10 \text{ А}$$

Занжирнинг қисмларидаги кучланиш эса
$$U_{1,2} = I \cdot R_{1,2} = 10 \cdot 1,6 = 16 \text{ В}$$

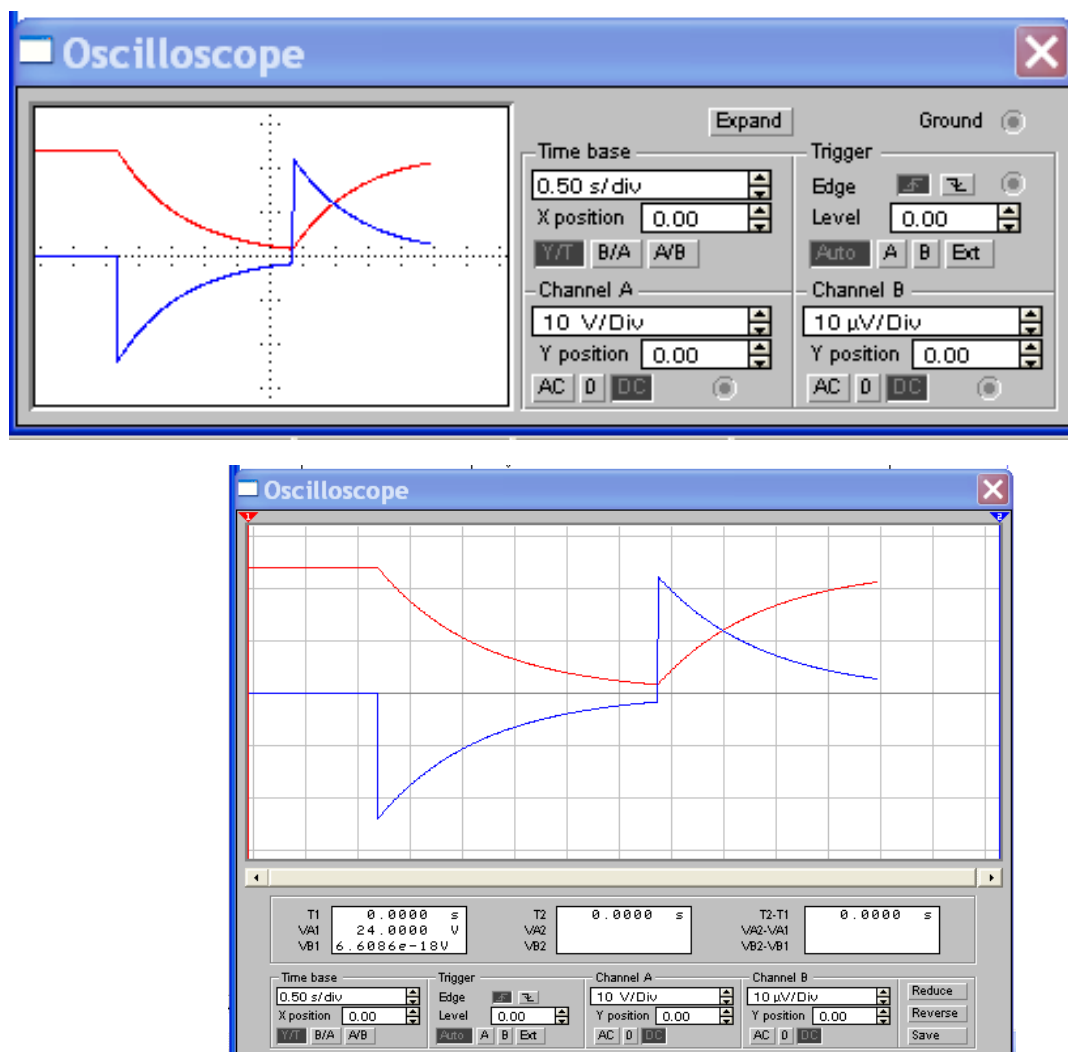
$$U_{3,4,5} = I \cdot R_{3,4,5} = 10 \cdot 2 = 20 \text{ В}$$

У ҳолда тармоқлардаги тоқларнинг қиймати:

$$I_1 = \frac{U_{1,2}}{R_1} = \frac{16}{8} = 2 \text{ А}, \quad I_2 = \frac{U_{1,2}}{R_2} = \frac{16}{2} = 8 \text{ А},$$

$$I_3 = I_4 = \frac{U_{3,4,5}}{R_3} = \frac{20}{5} = 4 \text{ А}, \quad I_5 = \frac{U_{3,4,5}}{R_5} = \frac{20}{10} = 2 \text{ А}.$$

Осциллограф (Осциллоскоп) А ва В киришларига келтирилган иккита сигнални кузатиш имконини беради (10.1-расм).



10.1-расм. Осциллограф (Осциллоскоп)

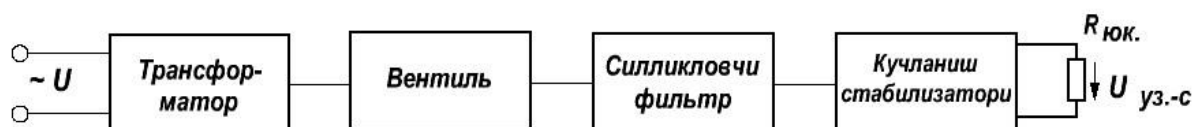
АС режими танланганда фақат ўзгарувчи сигналларни кузатиш мумкин (ўзгармас сигналлар учун ёпиқ кириш режими). Сукут бўйича ДС (очик кириш) режимидан фойдаланилади. Бу ҳолда осциллограф экранига кўшимча равишда сигналнинг ўзгармас ташкил этувчиси ҳам акс эттирилади. Осциллографнинг киришини корпусга улаш учун 0 режими танланади.

4-амалий машғулот

Таминлаш манбаи қурилмасининг тузилиш схемаси билан танишиш.

Бир фазали тўғирлагичлар

Ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантирувчи қурилмаларга *тўғирлагич* дейилади ва уларнинг асосий қисми вентил бўлиб ҳисобланади. Вентилнинг турига қараб, кенотронли, газотронли, тиратронли, симобли, ярим ўтказгичли, электр контактли; бир ва уч фазали, бир ва икки ярим даврли тўғирлагич мавжуд.



Тўғирлагичнинг тузилиш схемаси.

Тўғирлагич занжирида кучланишнинг етарли катталиқда ростлаш учун трансформатор ишлатилади. Вентиллар бир томонлама ток ўтказувчи элементлардан, яъни бошқарилмайдиган тўғирлагичларда диодлар, бошқариладиган тўғирлагичларда эса тринисторлардан ташкил топган. Бир томонлама ток оқиб ўтиши натижасида кучланиш пулсасияланади.

Тўғирланган кучланишнинг пулсасиясини камайтириш учун силлиқловчи филтрлар қўлланилади.

Кучланиш стабилизатори юкламада $R_{\text{юк}}$ ги кучланиш қийматини бир маромда ушлаб туриш учун хизмат қилади.

Бир фазали ва уч фазали, бошқарилувчи ва бошқарилмайдиган тўғирлагич турлари мавжуд.

Бир фазали ўзгарувчан кучланишни тўғирлаш учун 3 хил схемадан фойдаланилади:

- битта ярим даврли;
- кўприксимон иккита ярим даврли;
- трансформаторли иккита ярим даврли (умумий нуқтаси билан)

Битта ярим даврли схемаларда манбадан келаётган ўзгарувчан кучланишнинг битта ярим даврида вентилдан ток оқади.

Иккита ярим даврли схемаларда манбадан келаётган ўзгарувчан кучланишнинг иккита ярим даврида вентиллардан ток оқади.

Тўғрилагичнинг параметрлари қуйида рухсат этилган оғишлардаги нисбатини кўриб чиқамиз:

1) трансформаторнинг индуктив қаршилиги ва ўрамларининг актив қаршилиги нолга тенг;

2) Тўғри йўналишда вентилнинг қаршилиги нолга, тескарисида эса чексизликка тенг.

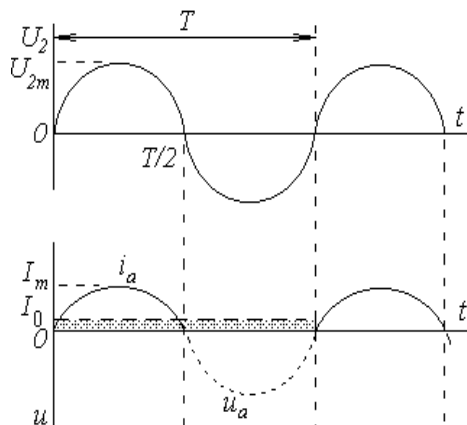
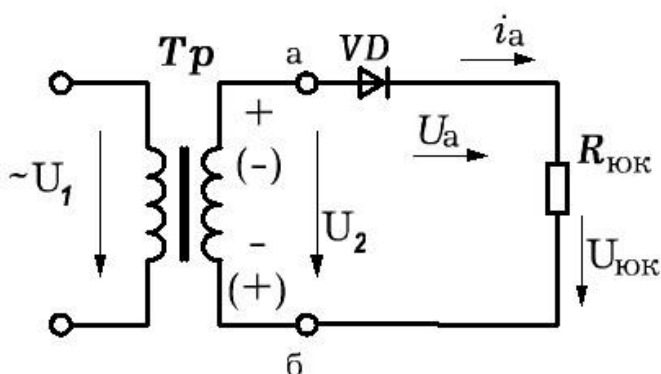
Тўғриланган токнинг доимий ташкил этувчисини аниқлаймиз: $I_0 T = \int_0^{T/2} i_2 dt$ бундан,

$i_2 = I_m \sin \omega t$ эканлигини ҳисобга олсак,

$$I_0 T = \int_0^{T/2} I_m \sin \omega t dt = -I_m \frac{\cos \omega t}{\omega} \Big|_0^{T/2} = 2 \frac{I_m}{\omega}$$

$$I_0 = 2 \frac{I_m}{\omega T} \text{ келиб чиқади.}$$

Агар $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ва $\omega T = 2\pi$ бўлса,



$$I_0 = 2 \frac{I_m}{\omega T} = \frac{2I_m}{2\pi} = \frac{I_m}{\pi} \text{ ёки } I_0 = \frac{I_m}{\pi} \approx 0,318 I_m \text{ келиб чиқади.}$$

Кучланишнинг максимал қиймати орқали ифодаланган ташкил этувчиси:

$$U_0 = I_0 R_n = \frac{I_m}{\pi} R_n = \frac{U_m}{\pi} = 0,318 U_m$$

Кучланишнинг амалдаги қиймати орқали ифодаланган ташкил этувчиси:

$$U_0 = \frac{U_m}{\pi} = \frac{\sqrt{2}U}{\pi} \approx 0,45 \cdot U$$

Шундай қилиб, берилган схемадаги диоднинг максимал кучланиши, $U_m = U_{\text{обр}} = \pi U_0 = 3,14 U_0$ яъни юкламага қараганда диоддаги кучланиш уч барабар кўп. Токнинг ўртача қиймати $I_{\text{ср}} = I_0$.

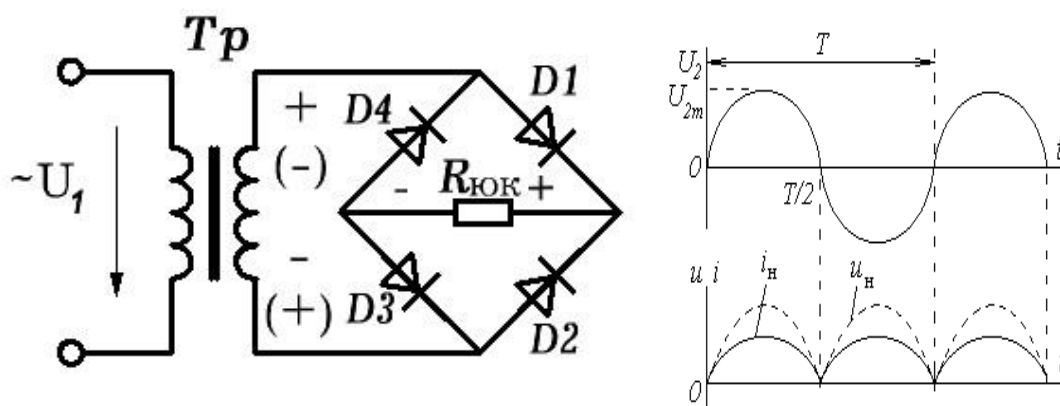
Пулсасия коэффициенти $K_{\pi} = \frac{U_{1m}}{U_0}$, бунда U_{1m} – биринчи гармоника ёки, кучланишнинг ўзгарувчан ташкил этувчисининг амплитудаси.

Битта ярим даврли схема учун $U_{1m} = \frac{U_{2m}}{2} = \frac{\pi U_0}{2} = 1,57 \cdot U_0$, пулсасия коэффициенти $K_{\pi} = 1,57$.

Схеманинг камчиликлари сифатида қуйидагиларни айтиш мумкин:

- 1) пулсасия коэффициенти K_{π} нинг катталиги;
- 2) юкламага кучланиш қийматининг диоддаги кучланиш қийматига нисбатан уч барабар камлиги;
- 3) тўғирланган ток I_0 нинг доимий ташкил этувчиси трансформаторнинг иккиламчи ўрамадаги ток I_2 га нисбатан камлиги. Бу эса схемадан ток бўйича етарлича фойдаланиш имконини бермайди.

Энди икки ярим даврли кўприксимон схемани кўриб чиқамиз:



Икки ярим даврли кўприксимон схема

Бу схемада дастлабки ток кучи I_0 бир ярим даврли схемага қараганда 2 марта кўп, шунинг учун: $I_0 = 2 \frac{I_m}{\pi} \approx 0,636 I_m$

$$U_0 = I_0 R_{\text{юк}} = 2 \frac{I_m}{\pi} R_{\text{юк}} = \frac{2 \cdot U_m}{\pi} = 0,636 \cdot U_m;$$

$$U_0 = 2 \frac{U_m}{\pi} = \frac{\sqrt{2} \cdot 2 \cdot U}{\pi} \approx 0,9 \cdot U;$$

Тўғирланган ток частотаси тармоқдагига қараганда 2 марта кўп. Пулсасия коэффициенти $K_{\pi} = 0,67$.

Трансформатор иккиламчи ўрамининг ўртасига чиқиқли иккита ярим даврли тўғирлагич схемаси битта ярим даврли тўғрилагичдан иккитасининг бирикмаси бўлиб, турли фазаларда уланган.

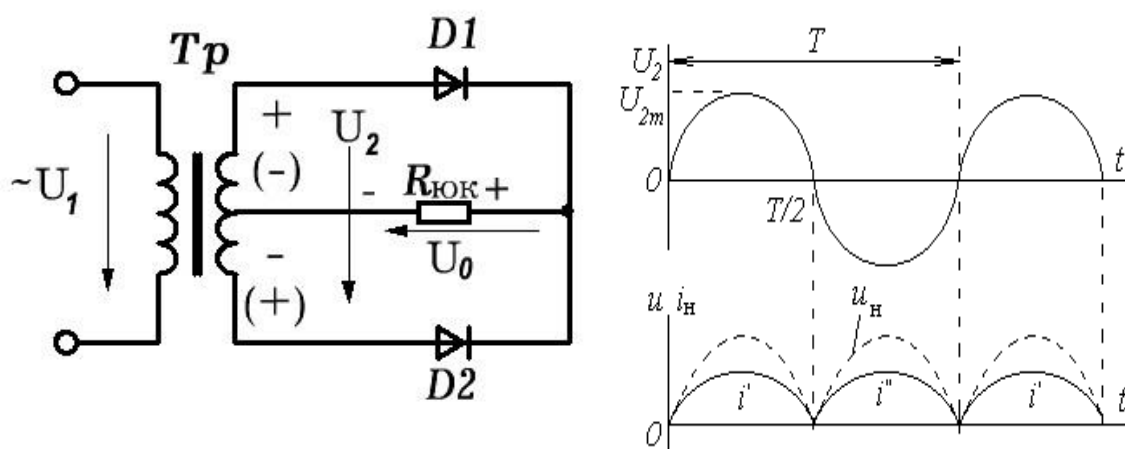
Бу схемада дастлабки ток кучи I_0 бир ярим даврли схемага қараганда 2 марта кўп, шунинг учун: $I_0 = 2 \frac{I_m}{\pi} \approx 0,636 I_m$

$$U_0 = I_0 R_{\text{юк}} = 2 \frac{I_m}{\pi} R_{\text{юк}} = \frac{2 \cdot U_m}{\pi} = 0,636 \cdot U_m;$$

$$U_0 = 2 \frac{U_m}{\pi} = \frac{\sqrt{2} \cdot 2 \cdot U}{\pi} \approx 0,9 \cdot U;$$

Тўғирланган ток частотаси тармоқдагига қараганда 2 марта кўп. Пулсасия коэффициенти $K_{\pi} = 0,67$.

Трансформатор иккиламчи ўрамининг ўртасига чиқиқли иккита ярим даврли тўғирлагич схемаси битта ярим даврли тўғрилагичдан иккитасининг бирикмаси бўлиб, турли фазаларда уланган.



Бу схемадаги параметрларнинг нисбати кўприксимон схеманинг параметрлари билан бир хил. Уларнинг афзалликлари қуйидагилардан иборат:

Тўғирланган ток кучи ва кучланишнинг ўртача қиймати 2 марта кўп ва пулсасия даражаси кам;

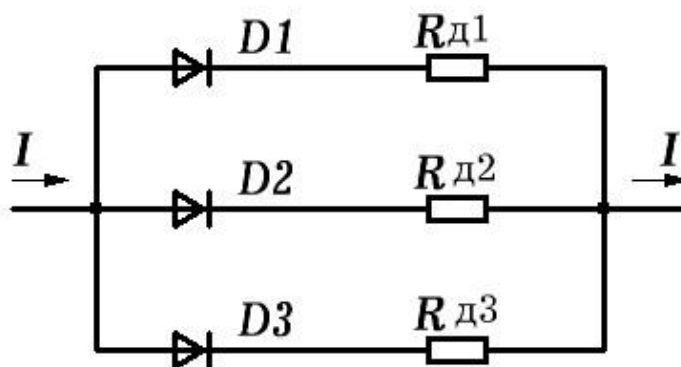
Бирок, бу схемалар мураккаб тузилишга эга ва нархи баланд.

Икки ярим даврли схемаларни таққослаш:

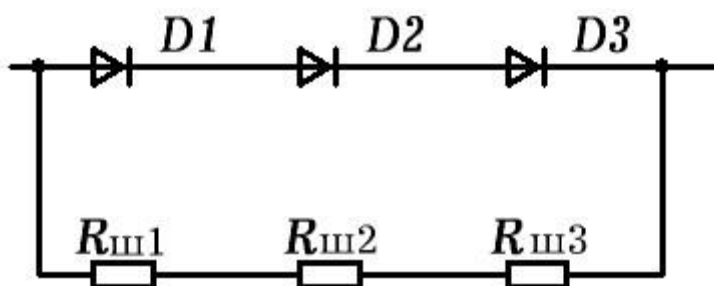
- 1) трансформаторли схемаларга қараганда кўприксимон схемаларнинг тузилиш схемаси содда, ўлчамлари кичик, оғирлиги кам ва нархи арзон;

2) кўприксимон схемада ёпиқ диодларининг тескари кучланиш максимал қиймати 2 марта кам (ҳар икки диодга кучланишнинг ярми мос тушади); бироқ, кўприксимон схемаларда диодларнинг сони икки марта кўп.

Ток кучини тўғирлашда битта диод учун шу типдаги диод билан қаршилиқ параллел равишда уланади (расм):



Токларнинг қийматлари уларнинг тўғри йўналишдаги қаршилиқлари билан аниқланади. Бироқ, тўғри йўналишдаги диодларнинг типлари бил хил бўлишига қарамасдан уларнинг қаршилиқлари ҳар хил. Токлар қийматини бараварлаш учун кетма-кет равишда қаршилиқлар уланади:



Диодлар учун рухсат этилган қиймат $U_{tes,max}$ дан юқори кучланишни тўғирлаш жараёнида диодлар резисторлар орқали шунтирланиб, кетма-кет уланади. Бунда диодларнинг тескари кучланишлари тескари қаршилиқларига мос равишда тақсимланади. Тескари кучланишларни бараварлаш учун $P_{ш} = (0,1 \dots 0,2)P_{d,tes}$ қийматга эга бўлган шунтирловчи резисторлар уланади.

Силлиқловчи филтрлар параметрлари ва характеристикалари

Юқорида айтиб ўтганимиздек, тўғирланган кучланишнинг пулсасия миқдорини камайтириш учун силлиқловчи филтрлардан фойдаланилади.

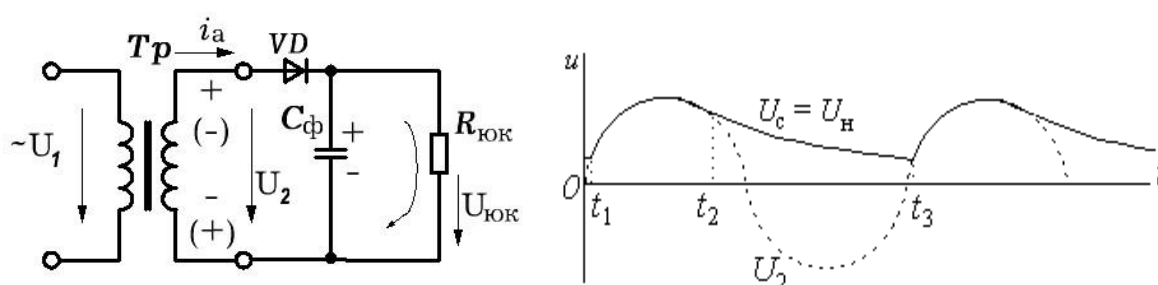
Пулсасия даражасининг камайганлиги пулсасия коэффициенти билан характерланади:

$$q = \frac{K_{\Pi}}{K'_{\Pi}},$$

бунда K_{Π} ва K'_{Π} – филтрлашдан аввал ва кейинги пулсасия коэффициентлари.

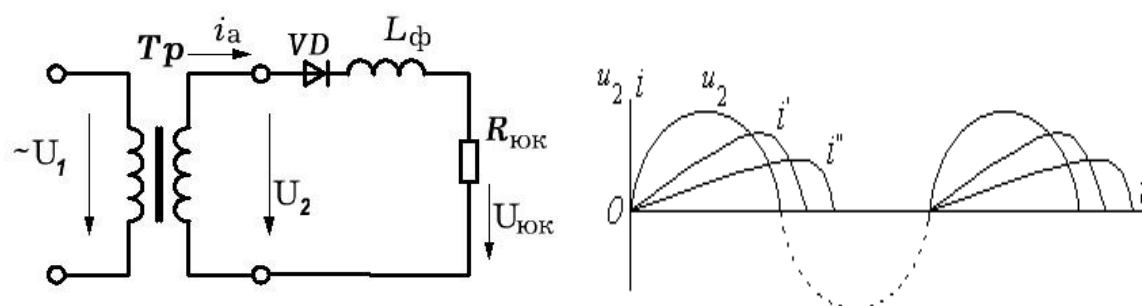
Юклама қаршилигидаги юкори частотали ток ташкил этувчиларини максимал равишда камайтириш силлиқловчи филтрларга қўйиладиган асосий талаблар ҳисобланади.

Индуктив элементда $L \Rightarrow X_{Lk} = \omega k L$ ва сиғимли элементда $C \Rightarrow X_{Ck} = \frac{1}{\omega k C}$, бунда k – гармония рақами. Шунинг учун ҳам юкламага индуктивлик кетма-кет ва сиғим эса параллел уланади:



Сиғимли филтр

$U_2 > U_c$ бўлганида конденсатор U_2 кучланишга қадар зарядланади ($T_1 - T_2$ оралик). ($T_2 - T_3$) ораликда диод ёпилади, кучланиш қиймати $U_c > U_2$ конденсатор юклама резистор орқали электрсизланади. T_3 вақтдан бошлаб конденсатор яна зарядланади, яъни диоддан ток ўтаётганида конденсатор зарядланади, диодга тескари кучланиш берилганида конденсаторда йиғилган ток юкламага ўтади.

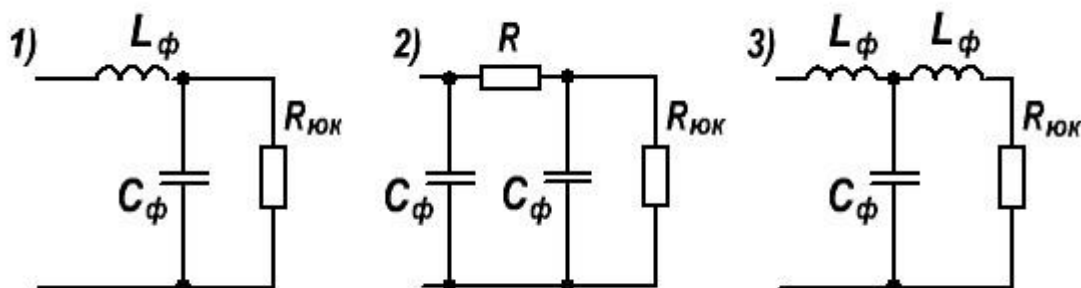


Индуктивли филтр

Кучланишнинг мусбат ярим даврида ток ўсиб боради ва индуктив ғалтак энергия йиғади, манфий ярим даврда эса йиғилган энергия ток қийматини ушлаб туришга хизмат қилади. Ток импульсининг узунлиги $\tau = \frac{L_{\phi}}{R_{\Pi}}$ билан аниқланади. Индуктивлик қанчалик катта

бўлса, импульснинг ўтиши шунчалик секинлашади ва унинг амплитудаси индуктив қаршилиқ $X_L = \omega L_\phi$ ҳисобига камаяди. Натижада, токнинг ўртача қиймати ҳам камаяди.

Одатда индуктивлик битта ярим даврли схемаларда қўлланилмайди, икки ярим даврли схемаларда фойдаланилади.



Силлиқловчи филтр турлари.

Юкламадаги қаршилиқнинг ўзгариши $I_{\text{юк}}$ токнинг ўзгаришига олиб келади.

Тўғрилагичлар автоматика, телемеханика ва радиоаппаратура ҳамда юқори қувватли саноат қурилмаларини ўзгармас ток билан таъминлашда ишлатилади.

Уч фазали тўғрилагич схемаси

Электр тармоқларнинг бир нуқтасидан электр энергиясининг ҳар хил масофага узатиш зарурияти туғилганда, уч чўлғамли уч фазали трансформаторлар қўлланади. ҳозирги вақтда юқори кучланишли (Ю.К), ўрта кучланишли (У.К) ва паст кучланишли (П.К) чўлғамларнинг қувватлари баровар трансформаторлар ишлаб чиқарилади. Маълумотномаларда ҳар бир жуфт чўлғамларнинг қисқа туташ кучланишлари берилади.

Уч чўлғамли трансформаторларнинг бир чизиқли тармоқ схеманинг параметрлари қуйидагича аниқланади:

Агар чўлғамларнинг қувватлари 100/100/100

$$P_1 = P_2 = P_3 = 0,5 \cdot P_{\text{ум}} \qquad R_{\text{ум}} = \frac{\Delta P_{\text{к}} \cdot U_{\text{н}}^2}{S_{\text{н}}^2}$$

ҳар бир жуфт реактив кучланиш пасайишларининг нисбий қийматларнинг қисқа туташ кучланиши $U_{\text{к-ге}}$ тенглаштириб қуйидагича ёзамиз:

$$U_{\text{к1-2}} = U_{\text{к1}} + U_{\text{к2}}$$

$$U_{\text{к2-3}} = U_{\text{к2}} + U_{\text{к3}}$$

$$U_{\text{к1-3}} = U_{\text{к1}} + U_{\text{к3}}$$

Бу тенгламалардан $U_{\kappa_1}, U_{\kappa_2}, U_{\kappa_3}$ ифодалаймиз:

$$U_{\kappa_1} = 0,5(U_{\kappa_{1-2}} + U_{\kappa_{1-3}} - U_{\kappa_{2-3}})$$

$$U_{\kappa_2} = 0,5(U_{\kappa_{2-3}} + U_{\kappa_{1-2}} - U_{\kappa_{1-3}})$$

$$U_{\kappa_3} = 0,5(U_{\kappa_{1-3}} + U_{\kappa_{2-3}} - U_{\kappa_{1-2}})$$

Расм-11да кўрсатилган уч чўлғамли трансформаторнинг алмаштириш схемасидаги X_{T1}, X_{T2}, X_{T3} , реактив қаршиликлар, мос равишда, нисбий катталикларда берилган чўлғамларнинг қисқа туташ кучланишларига тенглаштириб олиш мумкин:

$$X_{T1} = U_{\kappa_1}; \quad X_{T2} = U_{\kappa_2}; \quad X_T = U_{\kappa_3}$$

Бу реактив қаршиликларнинг номланган катталикларда, яъни «ом» ўлчаш бирлигида қуйидаги формулалар орқали ҳисобланади

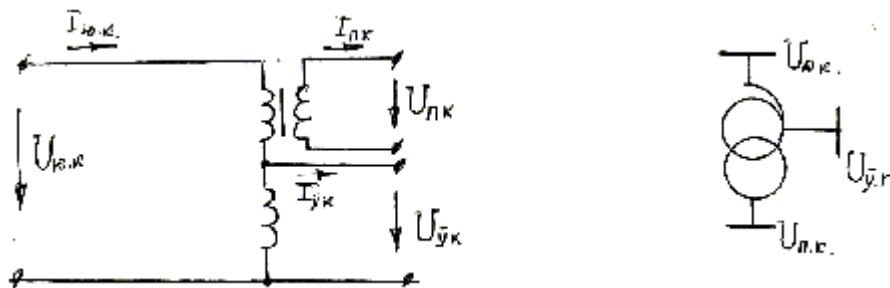
$$X_{T1} = \frac{U_{\kappa_1} \cdot U_H^2}{100 \cdot S_H} \quad X_{T2} = \frac{U_{\kappa_2} \cdot U_H^2}{100 \cdot S_H} \quad X_{T3} = \frac{U_{\kappa_3} \cdot U_H^2}{100 \cdot S_H}$$

Бу формулада U_H - уч кучланишнинг хоҳлаганича киритиш мумкин. Кўпинча юқори кучланиш олинади.

Трансформаторнинг чўлғамларининг актив ва реактив қувват исрофларининг юқорида кўрсатилган умумий исроф асосида аниқланади:

$$\Delta P_T = \frac{S_{\text{нм}}}{U_H^2} R_T; \quad \Delta Q_T = \frac{S_{\text{нм}}^2}{U_H^2} X_T$$

ҳозирги вақтда уч чўлғамли трансформаторлар деярли қўлланилмайди. Тармоқнинг бир нуктасида уч хил кучланиш олиш учун, кўпинча автотрансформаторлар қўлланилади. Автотрансформаторларда, ўрта кучланиш, юқори яъни бирламчи чўлғамнинг бир қисмидан алоҳида сим уланиб қутб чиқарилади. Паст кучланиш эса ўзак орқали алоҳида чўлғамга трансформаланиб, яъни ўзгартириб олинади. 12 – расмда автотрансформаторнинг схемаси ва бир чизикли тармоқларда шартли белгиси кўрсатилган. Автотрансформаторнинг номинал қуввати юқори кучланишли чўлғамнинг қувватидан олинади.



12-расм

Электр тармоқларда қўлланадиган автотрансформаторлар кўпинча 100/35/10 кВ ли бўлиб, юқори ва ўрта қувватлари барабардир, яъни:

$$S_H = \sqrt{3} \cdot I_1 \cdot U_{\text{ю.к}} = \sqrt{3} \cdot I_2 \cdot U_{\text{у.к}}$$

Автотрансформаторларнинг алмаштириш схемасининг параметрлари ва қувват исрофи юқорида, уч чўлғамли трансформатор учун келтирилган формулалар асосида ҳисобланади.

Уч чўлғамли трансформторларнинг яна бири кўриниши иккиламчи чўлғамлари парчаланган, яъни иккиламчи чўлғамлари икки бир кучланишли трансформторлардир. Иккиламчи чўлғами парчаланган трансформаторлар, қисқа туташ токлари, беҳад катта бўлган тармоқларда қўлланади, чунки бу трансформаторлар тармоқнинг қисқа туташ токининг (2-3) мартаба камайтиради.

Уч фазали ўзгарувчан токдан ўзгармас ток ҳосил қилиш учун уч фазали тўғирлагичлар ишлатилади.

Бу схемалардан энг кўп тарқалгани 3 та диод асосида қурилган Миткевич ҳамда 6 та диод асосида қурилган Ларионов схемаларидир.

Ўзгармас кучланиш ва ўзгармас ток стабилизаторлари

Кучланиш стабилизатори чиқишда кучланишнинг қийматини барқарор ушлаб туриш учун хизмат қилади.

Чиқишдаги кучланишнинг типига қараб стабилизаторлар доимий ток ва ўзгарувчан кучланиш стабилизаторларига бўлинади.



Чизиқли стабилизатор кучланишни бўлгич сифатида қаралади. Унинг киришига кучланиш берилади, чиқишда эса бўлувчининг қуйи елкасидан кучланиш олинади. Бўлувчининг елкаларидаги қаршиликни ўзгартириш орқали барқарорлаштиришга эришилади. Берилган ораликда кучланиш қийматини бир хил ушлаб туриш учун қаршилик ўзгартирилади. Кириш ва чиқишдаги кучланишнинг нисбати катта бўлса, у ҳолда чизиқли стабилизаторнинг фойдали иш коэффициенти камайиб кетади, яъни чиқаётган қувватнинг $P_{\text{соч.}} = (U_{\text{кпр.}} - U_{\text{чик.}}) \cdot I_{\text{т}}$ катта қисми иссиқлик сифатида сочилиб кетади. Шунинг учун

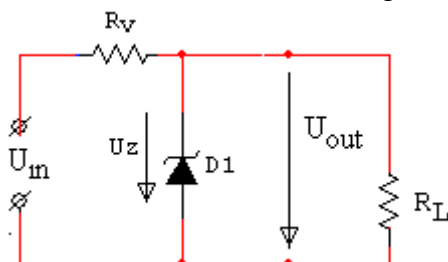
ҳам бошқарувчи элемент радиатор билан ҳимояланган бўлиши керак. Чизиқли

стабилизаторнинг афзаллиги: содда схема, шовқиннинг йўқлиги ва деталлар сонининг камлиги.

Элементларнинг жойлашувига қараб улар:

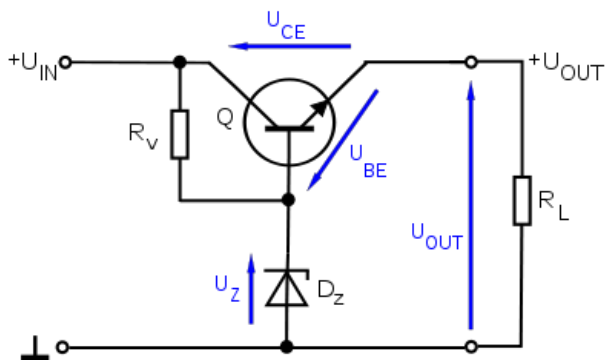
Кетма-кет, яъни бошқарувчи элемент юклама билан кетма-кет уланади,

Параллел, яъни бошқарувчи элемент юклама билан параллел уланади.



Схеманинг нормал ишлаши учун D1 стабилитрондан оқиб ўтаётган ток кучи R_L юкламадаги ток кучидан бирнеча (3-10) баробар катта бўлиши керак.

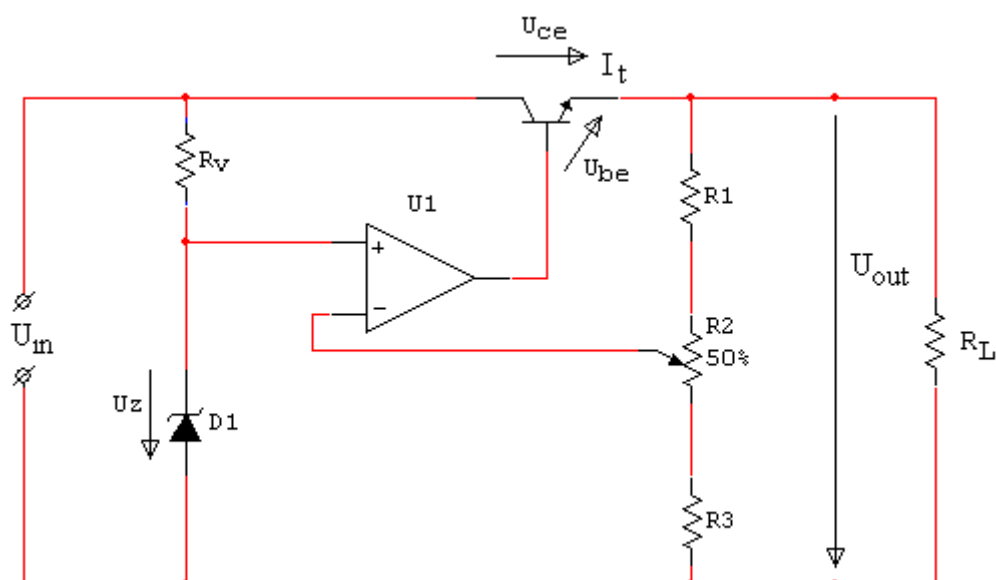
Бекарорликни камайтириш мақсадида R_V қаршилик ўрнига ток манбаи уланади. Бирок, ток манбаи юкламадаги қаршиликнинг ўзгаришига олиб келади ва чиқишдаги кучланиш бекарор бўлади.



$$U_{out} = U_z - U_{be}.$$

Бу схемада чиқишдаги кучланиш стабилитроннинг кучланишидан U_{be} қийматга кам ва p-n ўтишдан оқиб ўтаётган ток кучининг қийматига деярли боғлиқ эмас ва кремний асосида ясалган элементлар учун 0,6 В ни ташкил этади.

Эмиттер қайтаргич токни кучайтириш учун хизмат қилади.

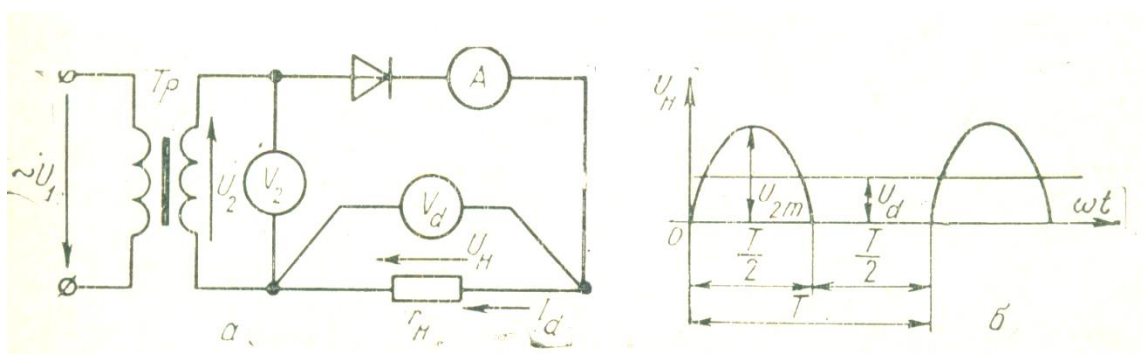


Стабилизаторнинг энг муҳим параметрларидан бири стабилизатор киришдаги кучланиш миқдорига қанчалик тез мослашиши бўлиб, яъни унинг тезлиги ҳисобланади. Миллисекундлар оралиғида кучланиш қийматини 1 В га ўзгартириш. Электродинамик стабилизаторларда тезлиги 12...18 мс/В, бўлса, статик стабилизаторларда 2 мс/В, компенсацион электрон стабилизаторларда 0,75 мс/В ни ташкил этади.

Яна бир параметри аниқлик, номинал кучланишдан $\pm 10\%$ га ўзгариши, замонавий стабилизаторларда 8 % гача ташкил этади. Ҳарбий техника, авиация ва медицина соҳаларида 1% га рухсат этилади.

ЎЗГАРУВЧАН ТОКНИ ЎЗГАРМАС ТОККА ТЎҒРИЛАШ

1 – масала. Қаршилиги $r_H = 60$ Ом бўлган нагрузка битта ярим даврли тўғрилагич ва трансформатор орқали синусоидал ўзгарувчан кучга уланган (8.1- расм). Агар $U_2 = 120$ В бўлса, тўғриланган токнинг ўртача қиймати ҳисоблансин. (вентилнинг ички қаршилиги ва трансформатор чулғамлари қаршилиги ҳисобга олинмасин.)



Ечилиши:

Токнинг ўртача қийматини қуйидаги формула ёрдамида аниқлаймиз:

$$I_{o'r} = I_d = \frac{U_d}{r_n},$$

Бу ерда U_d – тўғриланган кучланишнинг ўртача қиймати. Трансформатор иккиламчи кучланиш синусоидал бўлгани учун $u_2 = U_{2m} \cdot \sin \omega t$, бу ерда ($\psi_{u_2} = 0$).

Тўла давр учун тўғриланган кучланишнинг ўртача қиймати қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$U_d = U_{o'r} = \frac{1}{\pi} U_{2m} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} U_2 = 0,45 U_2.$$

Демак ,

$$I_{o'r} = \frac{U_{o'r}}{r_n} = \frac{0,45 \cdot 120}{60} = 0,9 \text{ А.}$$

2 – масала. Иккита ва битта ярим даврли тўғрилаш схемаси учун кучланишнинг пульсатсия аниқлансин.

Ечилиши:

Ўзгарувчан кучланиш эффектив қийматини пульсатсияланувчи тўғриланган кучланиш ўртача қийматига бўлган нисбати пульсатсияланиш коэффициентсиенти деб аталади.

Тўғриланган кучланишнинг эффектив қиймати:

$$U = \sqrt{U_d^2 + U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2},$$

бу ерда $U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2 = U_n^2$ - пульсатсияланувчи кучланиш эффектив қийматнинг квадрати ёки $U_n = \sqrt{U^2 - U_d^2}$,

Иккита ярим даврли тўғрлагич схемаси учун кучланиш эффектив қийматининг квадрати:

$$U^2 = \left(\frac{U_m}{\sqrt{2}} \right)^2 = \frac{U_m^2}{2}.$$

Тўғриланган кучланиш ўртача қийматининг квадрати:

$$U_d^2 = \left(\frac{2 \cdot U_m}{\pi} \right)^2 = \frac{4 \cdot U_m^2}{\pi^2}$$

Пульсацияланувчи кучланишнинг эффектив қиймати:

$$U_{\Pi} = \sqrt{\frac{U_m^2}{2} - \frac{4U_m^2}{\pi^2}} = \frac{U_m}{\pi} \sqrt{\frac{\pi^2 - 8}{2}}$$

Пульсацияланиш коэффициентси:

$$K_{\Pi} = \frac{U_{\Pi}}{U_d} = \frac{U_m \sqrt{\pi^2 - 8}}{\sqrt{2} \cdot \pi} \cdot \frac{\pi}{2 \cdot U_m} = \frac{\sqrt{\pi^2 - 8}}{2\sqrt{2}} = 0,48$$

ёки $K_{\Pi} = 48 \%$.

Битта ярим даврли тўғрилагич схемаси учун кучланиш эффектив қийматининг квадрати:

$$U^2 = \left(\frac{U_m}{2} \right)^2 = \frac{U_m^2}{4}$$

Тўғриланган кучланиш ўртача қийматининг квадрати:

$$U_d^2 = \left(\frac{1}{\pi} U_m \right)^2 = \frac{U_m^2}{\pi^2},$$

Пульсацияланувчи кучланишнинг эффектив қиймати:

$$U_n = \sqrt{\frac{U_m^2}{2}} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{U_m}{2\pi} \sqrt{\pi^2 - 4},$$

Пульсацияланиш коэффициентси:

$$K_{\Pi} = \frac{U_{\Pi}}{U_d} = \frac{U_m \sqrt{\pi^2 - 4}}{2\pi} \cdot \frac{\pi}{U_m} = \frac{\sqrt{\pi^2 - 4}}{2} = 1,21 \text{ ёки } K_{\Pi} = 121\%.$$

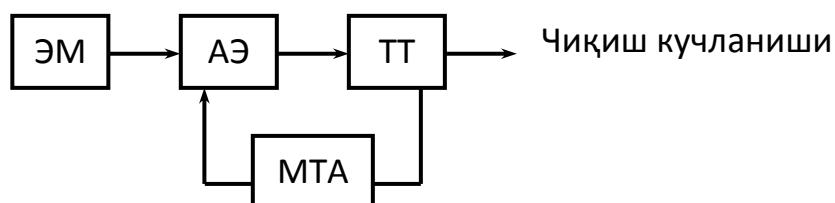
Битта ярим даврли схемада пульсацияланиш коэффициентси иккита ярим даврли схемадагига нисбатан 2,5 марта каттадир.

5-амалий машгулот

Автогенераторлар ишлашини ўрганиш

Аммо шундай қурилмалар борки, уларнинг чиқишидаги тебранувчан кучланишлар, уларнинг киришига ташқаридан ҳеч қандай таъсир кучланиши берилмаганда ҳам ҳосил бўлади. Бундай тебранишлар автотебранишлар деб ва уларни ҳосил қилувчи қурилмалар автогенераторлар (АГ) ёки генераторлар деб аталадилар.

Тебранишларни генерациялаш ахборот тизимларидаги асосий вазифалардан бири ҳисобланади. Автогенераторлар доимий ток электр манбаи (ЭМ) қувватини сўнмайдиган даврий тебранишлар қувватига айлантириб берадилар. АГ нинг сруктуравий схемаси 4.1-расмда келтирилган.

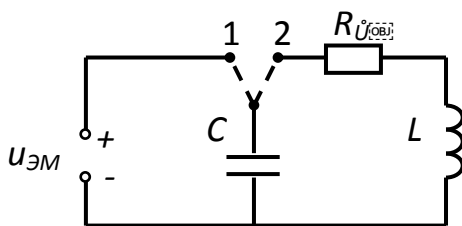


4.1-расм. Автогенераторнинг структура схемаси

АГ нинг асосий элементлари: ЭМ – электр манбаи, АЭ – актив элемент (транзистор, электрон лампа ва ҳ.к.), ТТ – тебраниш тизими ва МТА – мусбат тескари алоқа.

АГ ўз-ўзидан қўзғалиши учун керакли шартларни батафсилроқ кўриб чиқамиз. Бунинг учун дастлаб оддий LC – параллел контурга ташқи таъсир бўлганда унда бўладиган физик жараёни кузатамиз. Ташқи импульс таъсир этганда LC – контурда синусоидал шаклда ўзгарувчи электр тебранишлари ҳосил бўлади. Контурдаги бу тебраниш чексиз давом этмайди, аста-секин сўнади, чунки контурдаги йўқотишлар сабабли ундаги энергия узлуксиз камайиб боради, ейилади ва натижада нолга тенг бўлади.

Тебраниш контуридаги тебранишлар сўнмаслиги учун LC – контурга ейилаётган (йўқотилаётган) энергияни қопловчи энергия бериб туриш керак. LC – контурнинг ўзида бундай ички манба йўқлиги учун, уни ташқи манба ҳисобига қоплаш керак. Электр манбаи сифатида доимий ток ёки кучланиш манбаидан фойдланилади. Энди LC – контурдаги физик жараёни 4.2-расм ёрдамида кўриб чиқамиз. LC – контурда бошланғич ҳолатда тебранишлар йўқ деб ҳисоблаб К – калитни иккинчи ҳолатга ўтказсак конденсатор C – кучланиш $U_{\text{ем}}$ гача зарядланади. Сўнггра калитни 1-ҳолатга ўтказсак LC – контурда синусоидал шаклидаги эркин тебранишлар пайдо бўлади.



4.2-расм. ЛС – контурининг тузилиши

15.1 – масала. Мустақил уйғотишли генераторнинг (4.3-расм) техник маълумотлари қуйидагича:

Номинал қуввати $P_{nom} = 16 \text{ кВт}$, номинал кучланиш $U_{nom} = 230 \text{ В}$, якор чулғамининг қаршилиги $r_y = 0,12 \text{ Ом}$, уйғотиш занжирининг қаршилиги $r_u = 18 \text{ Ом}$, уйғотиш занжирининг кучланиши $U_u = 110 \text{ В}$.

Механик ва магнит исрофгарчиликлари генератор номинал қувватининг 4,5% ини ташкил этади.

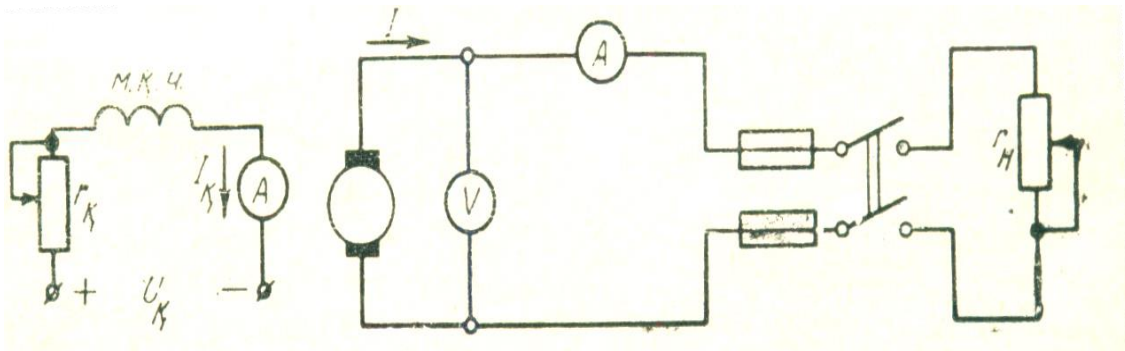
Қуйидагилар аниқлансин:

1. Генераторнинг ЭЮК и (E);
2. Генераторнинг нагрукаси номинал қийматга тенг бўлгандаги фойдали иш коеффитсиенти (η).

Ечилиши:

1. Генераторнинг ЭЮК и

$$E = U + I_y \cdot r_y$$



4.3-rasm

Мустақил кўзғотишли генераторда:

$$I_y = I$$

Генераторнинг номинал токи

$$I_{nom} = \frac{P_{nom}}{U_{nom}} = \frac{16 \cdot 10^3}{230} = 69,57 \text{ А}$$

У ҳолда

$$E = 230 + 69,57 \cdot 0,12 = 238,35V$$

2. Номинал режимда генераторнинг ФИК и

$$\eta = \frac{P_{nom}}{P_{nom} + \sum P}$$

бу ерда: $\sum P$ - генератордаги қувват исрофгарчиликларининг йиғиндиси:

$$\sum P = P_u + P_y + P_{mex} + P_{mag}$$

Ана шу пайтда уйғотиш занжиридаги қувват исрофгарчилиги

$$P_y = \frac{U_u^2}{R_u} = \frac{110^2}{18} = 672Vt = 0,672kVt$$

Якор чулғамидаги қувват исрофгарчилиги:

$$P_y = I_{ynom}^2 \cdot r_y = 69,57^2 \cdot 0,12 = 581Vt = 0,581kVt$$

Шарт бўйича:

$$P_{mex} + P_{mag} = 0,045P_{nom} = 0,045 \cdot 16 \cdot 10^3 = 720Vt = 0,72kVt$$

Демак,

$$\eta = \frac{P_{nom}}{P_{nom} + P_u + P_y + P_{mex} + P_{mag}} = \frac{16}{16 + 0,672 + 0,581 + 0,72} = 0,89.$$

5.2 – масала. Мустақил уйғотишли генератор (5.1 - расм) салт ишлаганда унинг учларидаги кучланиш $U_0 = 248$ В. Якорнинг айланиш тезлиги $n = 1000$ айл/мин, якор занжирининг қаршилиги $r_{\text{я}} = 0,19$ Ом. Нагрузка улангандан сўнг амперметр $I = 53$ А токни, вольтметр $U = 220$ В кучланишни кўрсатади. Нагрузка улангандан кейинги якорнинг айланиш тезлиги аниқлансин. Магнит оқимларининг ўзгаришига эътибор берилмасин.

Ечилиши:

Генератор салт ишлагандаги ЭЮК $E_0 = U_0 = 248$ В.

Нагрузка билан ишлаганда ЭЮК $E = U + I_{\text{я}} r_{\text{я}} = 220 + 53 \cdot 0,19 = 230$ В.

Аммо салт ишлаганда: $E_0 = c \cdot n_0 \cdot \Phi$.

Нагрузка билан ишлаганда эса: $E = c \cdot n \cdot \Phi$,

чунки шарт бўйича:

$$\Phi \approx \text{const},$$

Бу вақтда:

$$\frac{E_0}{E} = \frac{n_0}{n},$$

бундан

$$n = n_0 \cdot \frac{E}{E_0} = 1000 \cdot \frac{230}{248} = 927 \text{ айл/мин.}$$

6-амалий машғулот

Параметрик стабилизатор схемасини чизиш ва уни иш усулини ўрганиш

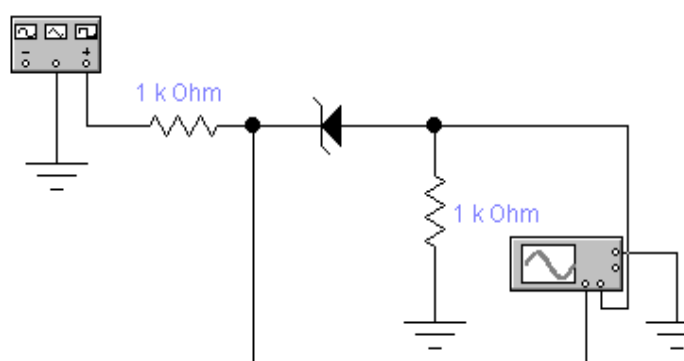
Стабилитронли параметрик кучланиш мўтадиллаштиргични мўтадиллаштиришнинг энг оддий схемаси бўлиб ҳисобланади. Стабилитроннинг мўтадиллаш кучланиши унинг вольт-ампер тавси-фидаги нуқта орқали аниқланади. Бу нуқтада стабилитрон токи кес-кин ортади. Мўтадиллаштиргич киришида кучланиш $\Delta U_{\text{кпр}}$ нинг ўзгариши сўндирувчи қаршилиқда тақсимланади, яъни $\Delta U_{\text{н}} = \Delta U_{\text{ст}}$. Параметрик мўтадиллаштиргичларда ҳар қачон таъминланадиган $R_0 > r_{\text{д}}$ боғланиш бор бўлганда эса, $\Delta U_{\text{ст}}$ нолга интилади ва бунда $\Delta U_{\text{кпр}} = \Delta U_{\text{р0}}$.

Кириш кучланишининг камайиши билан стабилитрон токи камаяди ва кириш қаршилиги P_0 даги кучланиш тушиш ҳам пасаяди. Шундай қилиб, кириш кучланишининг барча ўзгаришлари сўндирув-чи қаршилиқдаги кучланиш тушишининг ўзгариши орқали қоплана-ди. Юкламадаги кучланиш тебранишлари стабилитрондаги кучланиш $\Delta U_{\text{ст}}$ ни ўзгариши орқали аниқланади, яъни стабилитрондаги кучланиш ўзгармас бўлиб қолади. Ўзгармас кириш кучланишида юкламадаги ток $I_{\text{н}}$ ни ўзгариши, стабилитрондаги ток $I_{\text{ст}}$ ни тескари ўзгаришини келтириб чиқаради (ток $I_{\text{н}}$ нинг ортиши билан ток $I_{\text{ст}}$ камаяди). Сўндирувчи қаршилиқ орқали оқиб ўтадиган умумий ток, амалда ўзгармай қолади, демак юкламадаги кучланишнинг ҳам ўзгар-маслигини таъминлайди.

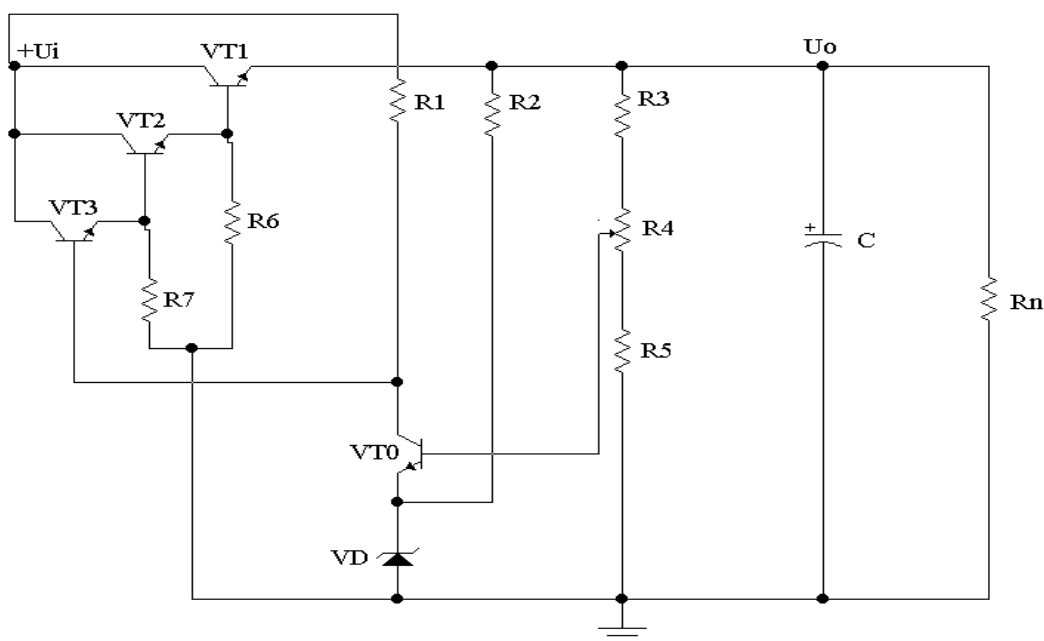
Кетма-кет турдаги параметрик мўтадиллаштиргичда ростловчи транзистор VT1 эмиттер занжирида актив $R_{\text{н}}$ юкламали кучайтиргич схемаси бўйича уланган. Кириш қаршилиги R_0 ва стабилитрон VD1 параметрик кучланиш мўтадиллаштиргичини ҳосил қилади ва таянч кучланиш $U_{\text{ст}}$ ни манбаси бўлиб ҳисобланади. Юкламадаги кучланиш $U_{\text{н}} = U_{\text{ст}} - U_{\text{б-э}}$. Бунда актив юкламада ишлаётган транзисторнинг $U_{\text{б-э}}$ кучланиши жуда кам бўлади, шунинг учун юкламадаги кучланиш $U_{\text{н}}$ стабилитрон кучланиши $U_{\text{ст}}$ га яқин бўлади. Кириш кучланишининг барча ўзгаришлари ростловчи транзистор эмиттер-коллектор участка-сида қопланади. Чиқиш кучланиши эса берилган чегараларда қолади, яъни мўтадиллашади. Қопловчи транзисторли кучланиш мўтадил-лаштиргичлари параметрик кучланиш мўтадиллаштиргичлардан сезиларли даражада устун туради.

Мўтадиллаштиргичларни текшириш учун виртуал моделларнинг схемалари

Параметрик ва қопловчи кучланиши мўтадиллаштиргичларининг ишлашини ўрганиш учун, Электронисс Воркбенч дастурида ушбу мўтадиллаштиргичларининг виртуал моделларининг схема-лари йиғилади (18.1 расм ва 18.2 -расм)



18.1-расм. Статик мўтадиллаштиргични текшириш моделининг схемаси



18.2-расм. Қопловчи транзисторли мўтадиллаштиргични текшириш моделининг схемаси

1. Электронисс Воркбенч (ЭВБ) дастурида мўтадиллаштиргич схемасини (18.1-расм) йиғиш. Стабилитрон кучланишни ўлчаш ва токини аниқлаш. Стабилитрондаги кучланиш $U_{ст}$ нинг қийматларини 18.1-жадвалда берилган ЭЮК манбасининг қийматлари асосида ўлчаш

ва шу жадвалга ўлчаш натижаларини киритиш. Ток $I_{ст}$ ни ҳар бир кучланиш $U_{ст}$ нинг қиймати учун аниқлаб, натижаларни 18.2-жадвалга киритиш. 18.2-жадвал асосида стабилитроннинг вольт-ампер тавсифини тузиш.

18.1-жадвал

R_L Ом	U_{st} В	I_1 мА	I_L мА	I_{st} мА
75				
100				
200				
300				
600				
1К				
Қисқа уташув				

18.2-жадвал

E , В	$U_{инп}$, мВ	$I_{инп}$ мА
0		
4		
6		
10		
15		
20		
25		
30		
35		

2. Параметрик мўтадиллаштиргичнинг юклама тавсифини олиш. Актив қаршилик $R=75$ Ом ни стабилитронга параллел равишда улаш. Кучланишни 20В га қўйиш. Схемани ишга тушириш, ўлчаш натижа-ларини 18.2-жадвалга киритиш. Ток манбага кетма-кет уланганда, ток I ни резистор R орқали ҳисоблаш.

3. Осциллограф экранидан стабилитронни вольт-ампер тавсифини олиш.

4. Қопловчи транзисторли мўтадиллаштиргични Электронисс Воркбенч (ЭWB) дастуридаги схемасини йиғиш. (18.2-расм). Стабил-лаш кучланишини ўлчаш.

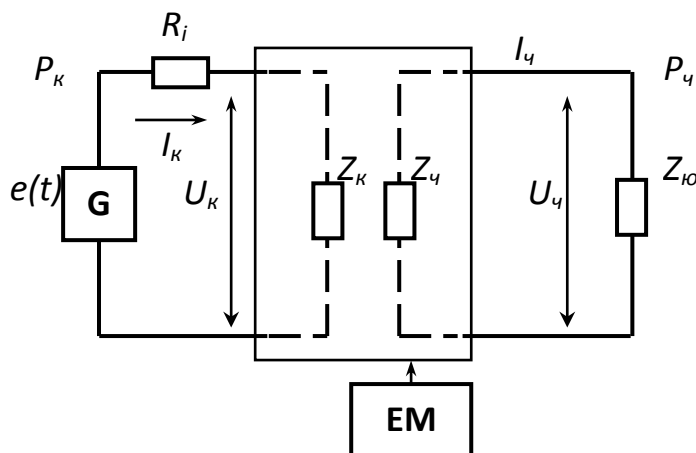
5. Текшириш натижаларини 18.2-жадвалга киритиш. Стабилитрон-нинг вольт-ампер тавсифини тузиш.

7 ва 8-амалий машғулотлар

Кучайтиргичлар схемасини ўрганиш ва содда кучайтиргични йиғиш.

Электрон асбобларнинг асосий вазифаларидан бири, электр сигналларини кучайтиришдан иборат. Бу вазифани бажарувчи қурилмаларга электрон кучайтиргичлар дейилади. Кучайтиргич қурилмалари техниканинг кенг соҳаларида қўлланилади. Улар турли хил радиоэлектрон аппаратуралар, электрон ҳисоблаш машиналарининг етакчи таркибий қисми сифатида ишлатилади.

АЧХ нинг хилига қараб улар қуйидагиларга бўлинадилар (1- расм): Ўзгармас ток кучайтиргичлари (ЎТК); Овоз частота кучайтиргичлари ёки паст частотали кучайтиргичлар (ОЧК); юқори частотали кучайтиргичлар (ЮЧК); кенг полосали кучайтиргичлар (КПК); тор полосали кучайтиргичлар (ТПК.)



1-расм. Кучайтиргич қурилмасининг келтирилган эквивалент схемаси

Кучайтириш қурилмаси алоҳида электр манбаи энергияси ҳисобига кучайтириладиган сигнал қувватини оширади. Кучайтириш қурилмаси 3.23-расмда келтирилган эквивалент схема билан ифодаланади.

Кучайтириш қурилмасининг киришига бериладиган кучайтириладиган сигналнинг ички қаршилиги r_u бўлган генератор $e(t)$ дан иборат деб, унинг кириш қаршилиги Z_k ва ўтаётган ток амплитудасини I_k десак, унда U_k амплитудали кучланиш ҳосил бўлади. Бунда кучайтириш қурилмасининг киришидаги сигнал қуввати қуйидагича аниқланади:

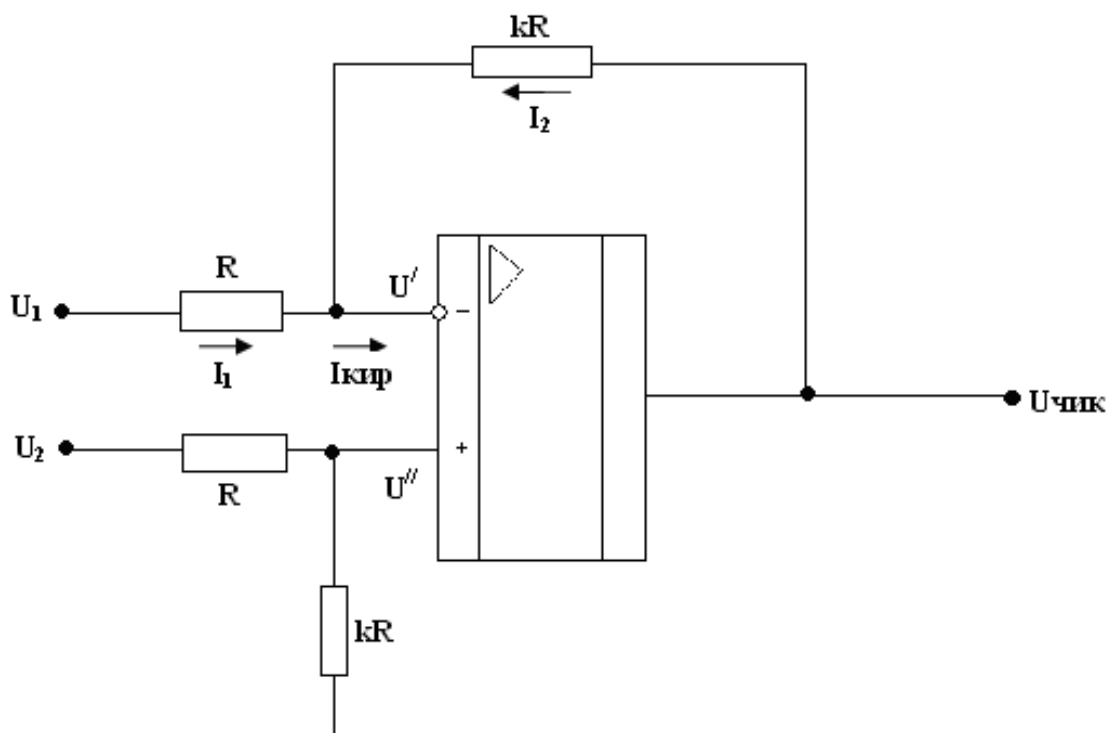
$$P_k = 0,5 I_k^2 \cdot R_k = 0,5 I_k \cdot U_k. \quad (3.4)$$

Бу ерда P_k – кириш қаршилигининг резистив ташкил этувчисидир.

ОКнинг дифференциал уланиши. 2-расмда ОКнинг дифференциал уланиш схемаси келтирилган. Кирхгоф қонунига биноан $I_1 + I_2 - I_{КИР} = 0$. Бундан в) хосса $I_{КИР} = 0$ бўлса, у ҳолда $I_1 + I_2 = 0$.

$$I_1 = \frac{U_1 - U'}{R} ; \quad I_2 = \frac{U_{ЧИК} - U''}{\kappa R} ;$$

$$\frac{U_1 - U'}{R} = \frac{U_{\text{чик}} - U''}{\kappa R}; \quad \kappa U_1 - U''(\kappa + 1) = -U_{\text{чик}}$$



2 – расм. ОКнинг дифференциал уланиш схемаси

б) хоссага кўра $U' = U'' = U_2 \frac{\kappa}{\kappa + 1}$.

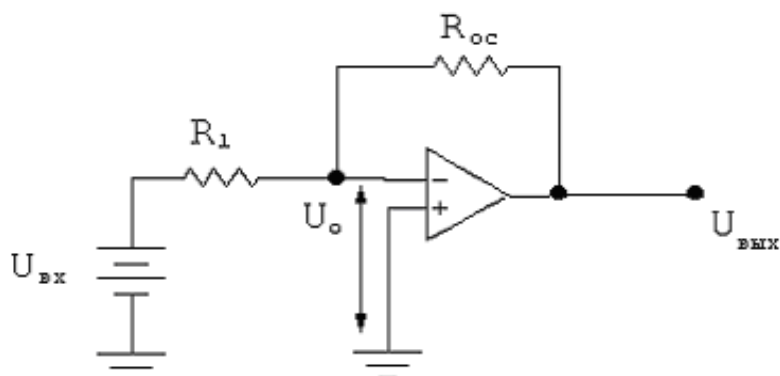
Бу ердан $U_{\text{чик}} = \kappa(U_2 - U_1)$.

Шундай қилиб, ОКнинг дифференциал уланиши натижасида юзага келган қурилма **айирувчи – кучайтиргич** ҳисобланади.

Инверсловчи кучайтиргич (3 -расм), чиқиш кучланиши ишорасини кириш кучланишига нисбатан ўзгартириб, $R_{\text{ТА}}$ резистори ёрдамида ОК инверсловчи киришига кучланиш бўйича параллел манфий тескари алоқани киритиш орқали ҳосил қилинади. Кириш сигнали ОК инверсловчи киришига R_1 резистор орқали узатилади. Бу ҳолда $U_0 = 0 \text{ V}$ бўлади.

Кучайтириш коэффициенти:

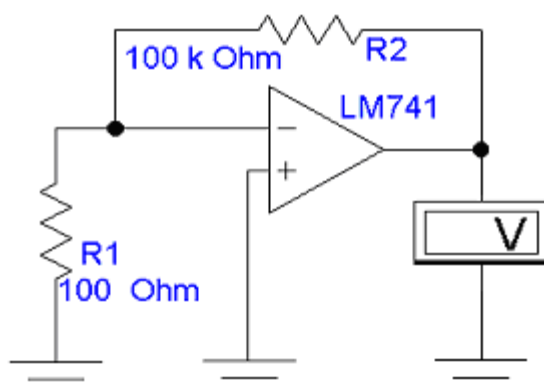
$$K_{Uu} = -\frac{R_{oc}}{R_1}$$



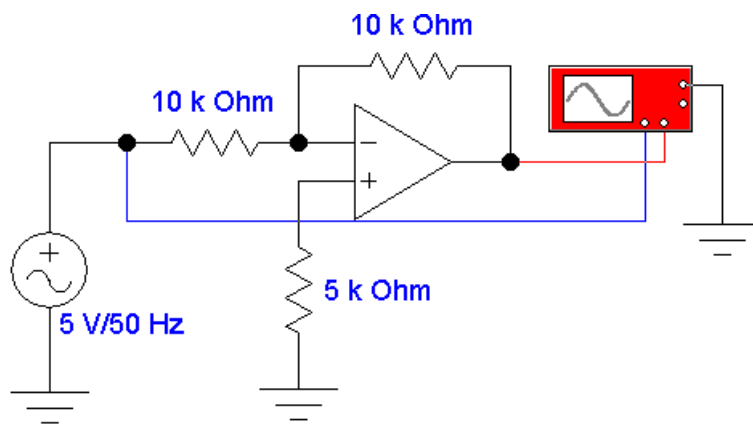
3-расм. Инверсловчи кучайтиргич схемаси

4-расмда инверсловчи кучайтиргич схемаси кўрсатилган. Кириш сигнали мавжуд бўлмаганда, ОК кириш токлари мавжудлиги ва улар таъсирида инверсловчи ва ноинверсловчи киришларда кучланишлар пасайиши оқибатида ОК чиқишида ўзгармас кучланиш бўлади (Лаб_01.эвб).

ОК кириш тоқларининг таъсирини камайтириш учун ноинверсловчи киришга резистор уланади, унинг қаршилиқ қиймати ОК инверсловчи кириши билан параллел уланган резисторларнинг эквивалент қаршилигига тенг (5-расм, Лаб_02.эвб), $K_{TA} = -1$.

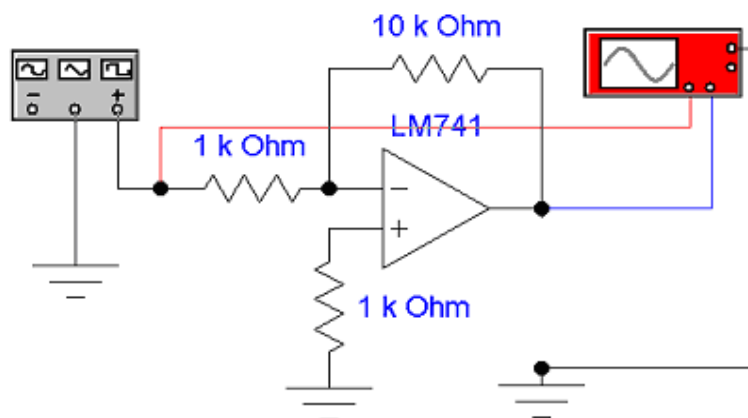


4-расм. Инверсловчи кучайтиргич

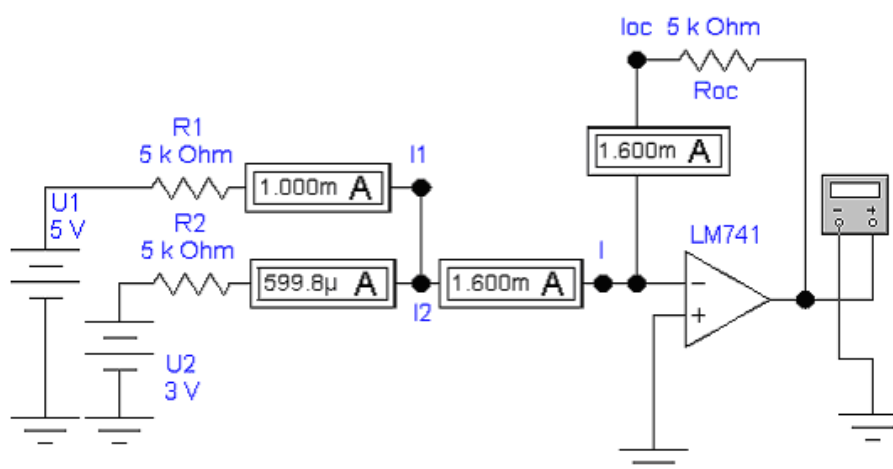


5-расм. Кириш токларининг таъсирини камайтириш схемали инверсловчи кучайтиргич

6-расмда *LM 741* (Лаб_03.эвб) микросхемада йиғилган ОК кўрсатилган. Схеманинг кириш қаршилиги 1 кОмга тенг, $K_{TA} = -10$.



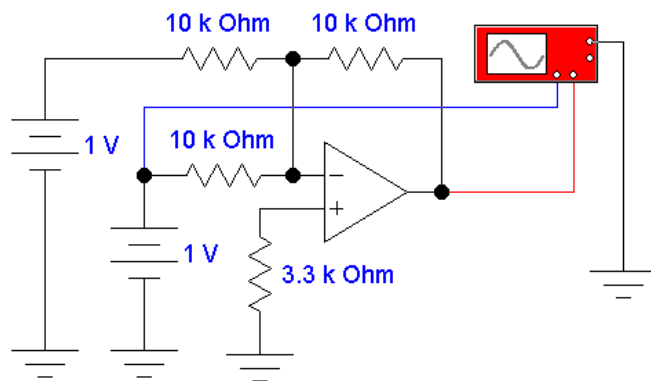
6-расм. *LM 741* да йиғилган инверсловчи кучайтиргич



7-расм. Инверсловчи жамлагич

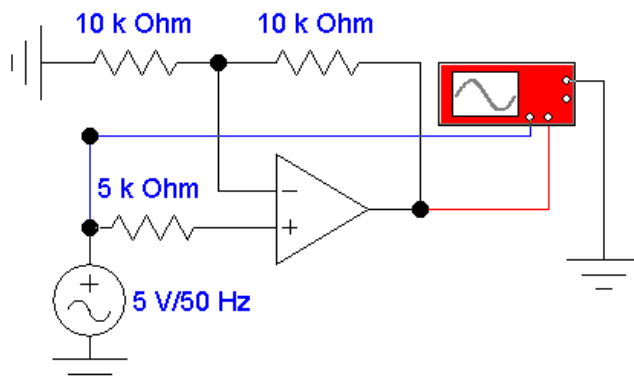
Инверсловчи кучайтиргич асосидаги жамлагич 7-расмда кўрсатилган. R_1 ва R_2 резисторлар орқали ўтувчи тоқлар R_{TA} резистор токига тенг. 1 нукта потенциали нолга тенг (виртуал ер). R_{TA} резисторидаги кучланишлар пасайишининг R_1 ва R_2 га нисбати схема кучайтириш коэффициенти аниқлайди. У ҳар бир кучайтирилаётган кучланишлар учун ҳар хил бўлиши мумкин (Лаб_04.эвб).

Кириш тоқлар таъсирини камайтирувчи инверсловчи кучайтиргич асосидаги жамлагич схемаси (Лаб_05.эвб) 8-расмда кўрсатилган.

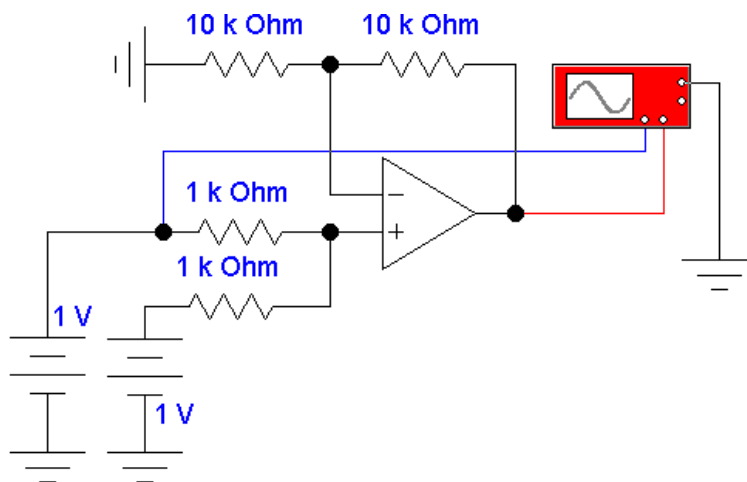


8-расм. Инверсловчи сумматор

9-расмда ноинверсловчи кучайтиргич кўрсатилган (Лаб_06.эвб). Схеманинг кириш қаршилиги ОК кириш қаршилигига тенг, $K_{TA} = 2$.



9-расм. Ноинверсловчи кучайтиргич



10-расм. Ноинверсловчи жамлагич

Ноинверсловчи кучайтиргич асосидаги икки кучланиш жамлагичи 10-расмда кўрсатилган (Лаб_07.эвб). Иккала кучланиш кучайтириш коэффициенти бир ҳил ва $K_{TA} = 2$ га тенг.

Дифференциал кучайтиргич (қўшиш-айириш схемаси) 11-расмда кўрсатилган (Лаб_08.эвб). Бу ҳолда ҳар бир конкрет ҳолатда резисторлар қийматлари ва сонлари нисбати билан аниқланувчи бажариладиган функция қуйидагига тенг:

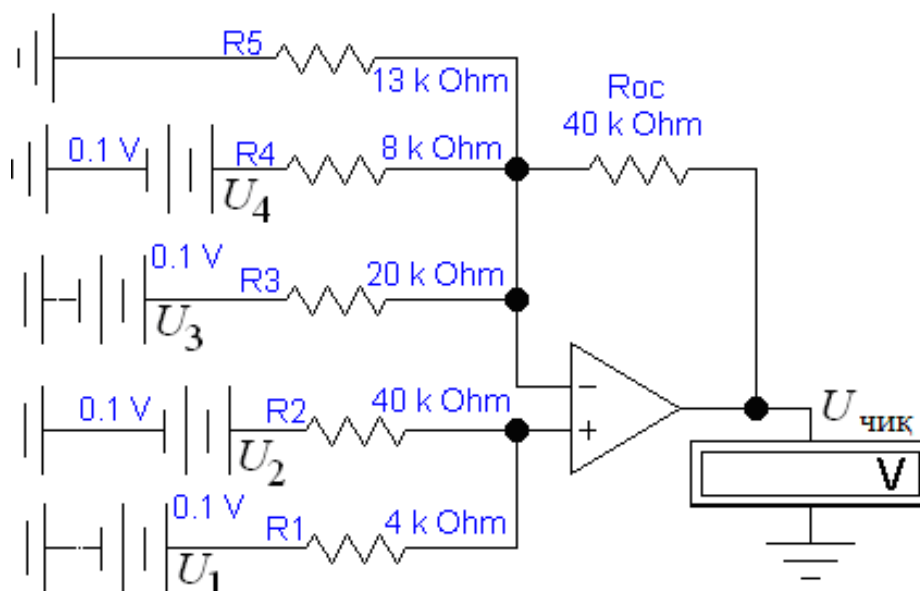
$$U_{чик} = 10U_1 + U_2 - 2U_3 - 5U_4;$$

$$R_i = \frac{R_{TA}}{K_i};$$

R_5 қиймати қуйидаги нисбатдан аниқланади:

$$\frac{1}{R_{TA}} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}.$$

бунда $R_y = R_1 - R_4$ қаршилиқлар катталиги, Ku – мос равишда U_1-U_4 кучайтириш коэффициентлари катталиклари. R_5 қиймати ўтказувчанликлар ифодасидан (иккинчи тенглама) танланади.

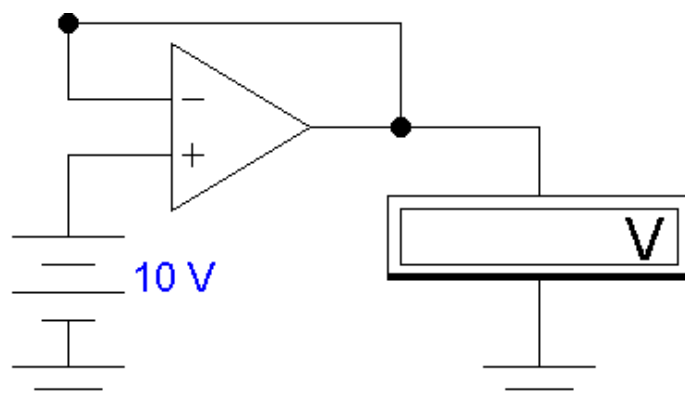


11-расм. Дифференциал кучайтиргич

$$U_{\text{чик}} = 10U_1 + U_2 - 2U_3 - 5U_4;$$

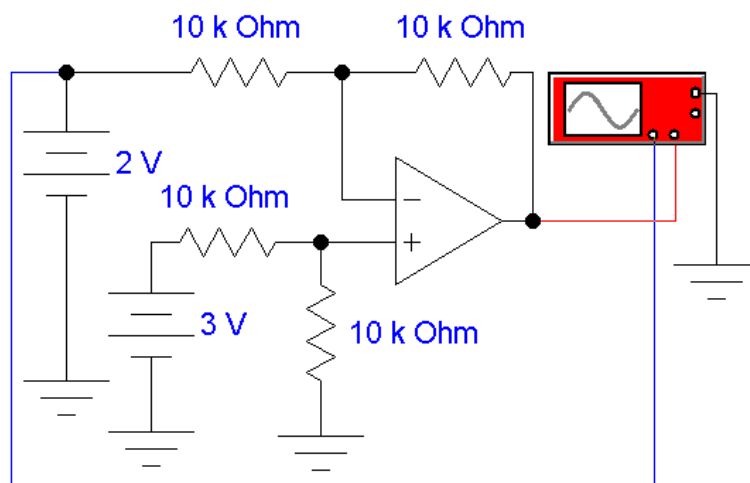
$$R_i = \frac{R_{\text{ТА}}}{K_i}; \frac{1}{R_{\text{ТА}}} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Кучланиш қайтаргичи (12-расм, Лаб_09.эвб) юкори қаршиликга эга бўлган кучайтирилаётган сигнал манбаси билан паст кириш қаршиликга эга кучайтиргич билан мослаштириш учун қўлланилиши мумкин.



12-расм. Кучланиш қайтаргичи

Кучланишлар фарқини аниқлаш учун дифференциал кучайтиргич ишлатилади (13-расм, Лаб_09.эвб). У инверсловчи ва ноинверсловчи кучайтиргичлар схемасидан иборат. Резисторларда йиғилган, ноинверсловчи киришга уланган кучланиш бўлгичи 3 В кириш кучланишини 2 В кучланиш учун кучайтириш коэффициенти билан мослаш учун кириш кучланишини камайитиришга имкон беради.

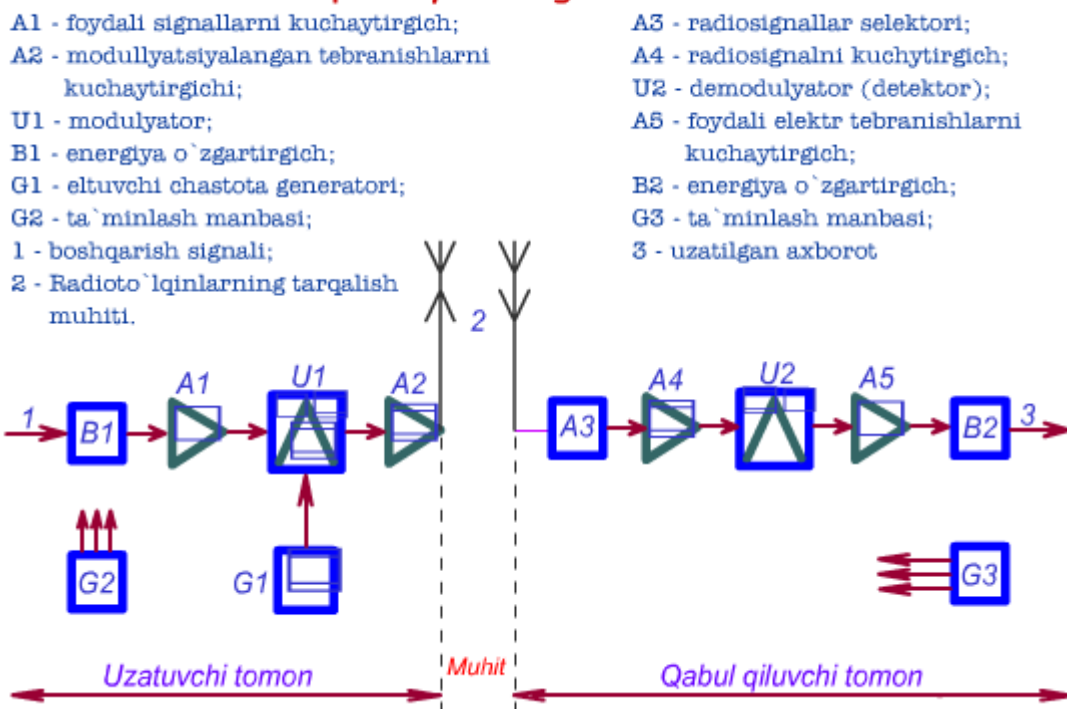


13-расм. Дифференциал кучайтиргич

9-амалий машғулот

Радиоузатувчи қурилманинг структура ва принциплал схемасини ўрганиш.

Radioaloqa liniyasining funksional sxemasi



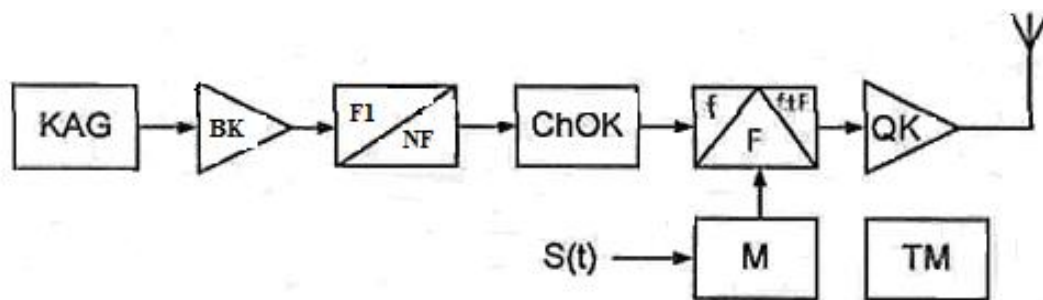
Ахборотларни (хабарларни) узатувчи радиотехник системалар электромагнит тебранишлар ёрдамида узоқ масофаларга ахборотларни узатиш учун мўлжалланган.

Радиоузатувчи урилмалар қуйидаги турларга бўлинадилар:

- бажарадиган вазифаси бўйича қурилма - радиоалоқа боғловчи, радио ва телесигналларни узатувчи, профессионал алоқа боғловчи, телеметрик, радиолокасион ва радионовигасияли бўлиши мумкин.

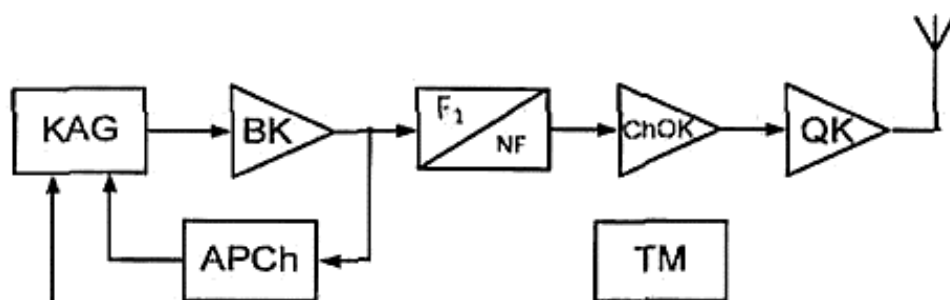
- иш иапазони буйича қурилмалар паст частотали, ўта юқори частотали ва оптик диапазонда ишловчи бўлиши мумкин.

Қурилмани иш диапазони актив элемент (АЕ) ва тебраниш контурини тури билан аниқланади. Юқори частотали РУҚ ларда АЕ элемент сифатида транзистор, радиолампа ва микросхемалар, тебраниш контури сифатида эса оддий сиғим ва индуктивликлар ишлатилади. Ўта юқори частотали ПЙҚ да АЕ элемент сифатида магнетрон, клистрон, ЛОВ(қайтган тўлқин лампаси), ЛЕВ (югурувчи тўлқин лампаси) лар, тебраниш контури сифатида эса волноводлар ва резонаторлар ишлатилади. Оптик диапазонда эса лазер генераторлари ва световодлар ишлатилади.



АМ РУҚ нинг структурасини схемаси

Қурилма қуйидаги қисмлардан иборат: 1-кварс тебратгичли автогенератор (КАГ), 2 - буфер каскади (БК), 3 - частота кўпайтирич (ЧК), 4-чиқиш олди каскади (ШОК), 5 -кувват кучайтиргич (КК), 6- модулятор (М), 7 - таъминловчи манба (ТМ). КАГ - юқори частотали ташувчи тўлқинларни ишлаб беради. БК - автогенератор ишлаб берган ташувчи сигналларни қисман кучайтиради ва частота кўпайтиргични автогенераторга бўлган таъсирини камайтиради. Чиқиш олди каскади юқори частотали ташувчи радиосигналларни керакли тарзда шакллантириб беради. Қувват кучайтиргич радиосигналларни қувватини керакли бўлган миқдоргача ошириб, антеннага узатади. М - узатилиши керак бўлган ахборотни ва юқори частотали ташувчи сигналларни бир - бирига қушиб, яъни амплитудали модулясияни амалга оширади.

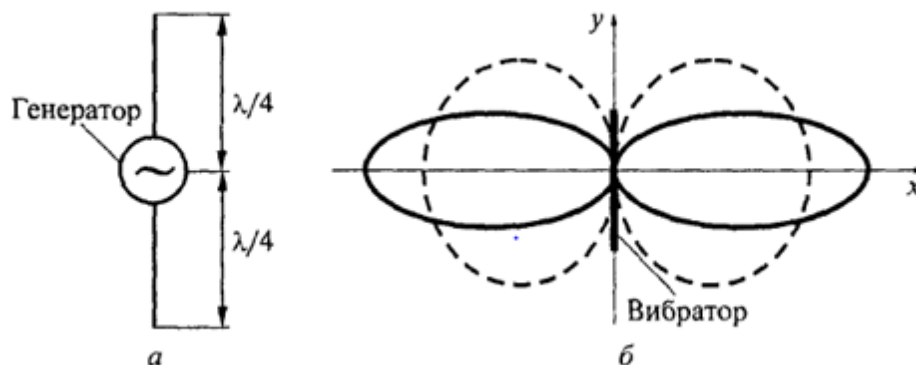


ЧМ ПУҚ ни структура схемаси

АПЧ - частотани автоматик равишда бошқариб турувчи қурилма. У ташувчи сигналларни частотасини турғун ҳолатда бўлишини таъминлайди. Узатилиши керак бўлган хабар автогенератор ишлаб бераётган ташувчи сигнал частотасига таъсир қилиб частота буйича модулясиялаштиради

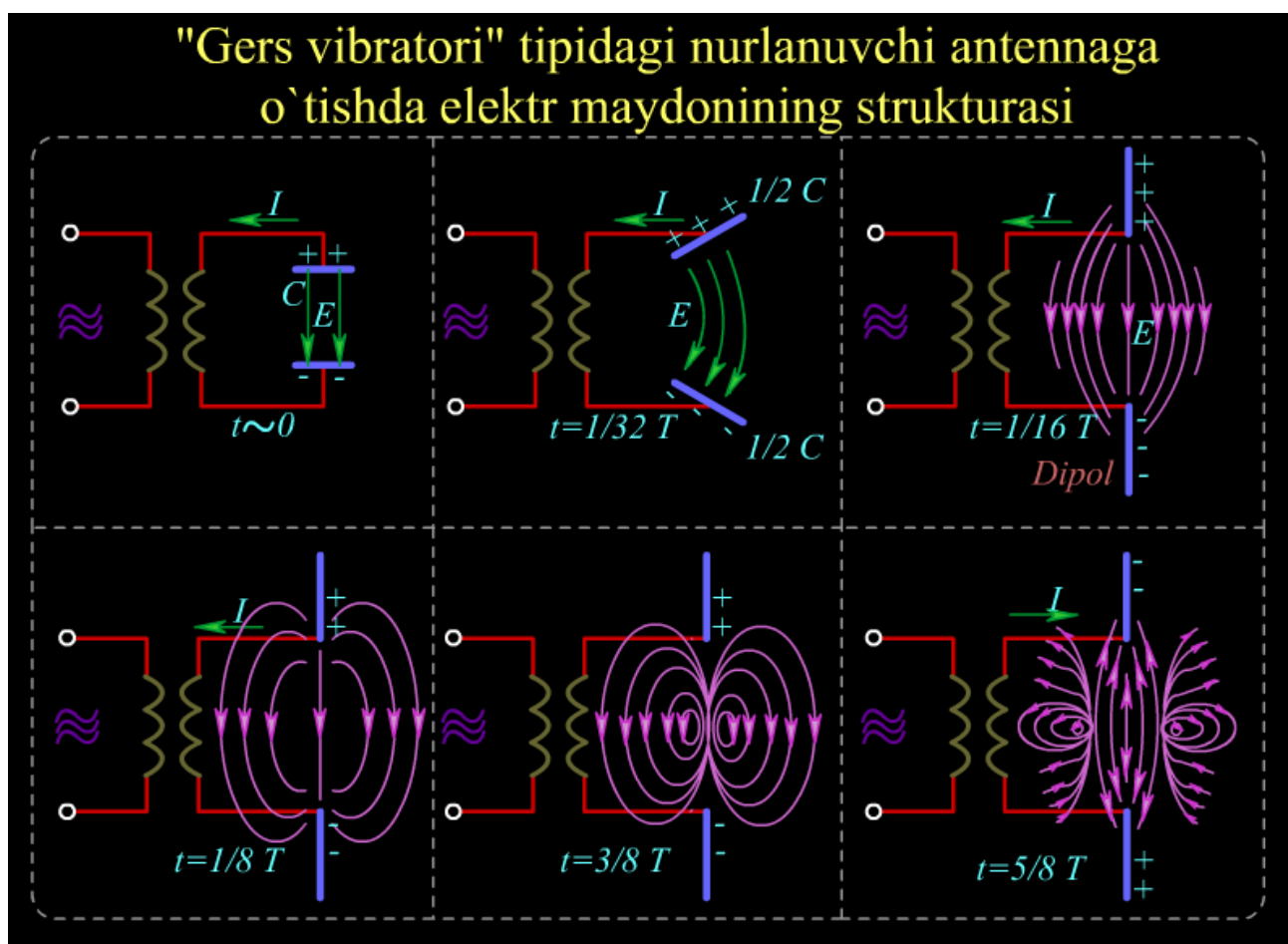
Вибраторли антенналар билан танишиш ва уларни параметрларини ўлчаш.

Вертикал ҳолатда турган антеннага нисбатан перпендикуляр тарқалаётган тўлқин шиддатли бўлиши ва антеннанинг уч томонларида эса, тўлқин тарқалмаслиги аниқланган.



Ярим тўлқинли тебраткич: а – қурилма; б – йўналиш диаграммаси

Нурланаётган ўтказкич узунлигининг катталашishi, ҳар бир элементар нурлантирувчи (дипол) ўзининг нурланиш майдонини ҳосил қилишига, бу эса, электромагнит майдонининг сезиларли ўзгаришига олиб келади.



Очиқ фазо ёрдамида ахборотларни узатиш учун қувватли, юқори частотали гормоник электромагнитли тебранишлардан фойдаланилади (элитувчи тебраниш), яъни улар хабар ташувчилар деб аталади. Хабар ташувчиларнинг ўзлари ҳеч қандай ахборотга эга бўлмайдилар. Узатилаётган ахборот олиб юрувчи тебранишларга бир қатор параметрларини жойлаштиради. Маълумки электромагнит тебранишлар тўлқини узунлиги унинг синхрон частотасига ва ёруғлик тарқалишининг тезкорлигига боғлиқ ҳисобланиб, қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\lambda = c/\nu \quad (4)$$

бу ерда: $c=3 \cdot 10^8$ м/с – ёруғлик тезлиги;

ν = частота, Гц.

3-мисол: Синусоидали тўлқин узунлигини частота бўйича аниқланг.

Ечиш:

$$\nu = 300 \text{ Мц}$$

$$\lambda = c/\nu = 300000000 \text{ м/с} / 300000000 \text{ Гц} = 1 \text{ м.}$$

4-мисол: синусоидали тебранишларнинг частотасини тўлқин узунлиги бўйича аниқланг.

Ечиш:

$$\lambda = 100 \text{ м.}$$

$$\nu = c/\lambda = 300000000 / 100 = 3000000 \text{ Гц.} = 3 \text{ МГц.}$$

Замонавий радиотехникада 10 дан 10^{13} Гц. частота диапазонида жойлашган электромагнит тебранишлардан фойдаланилади. Бундай частотадаги электромагнит тебранишларни радиотўлқинлар деб аталади

ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИ

ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИНИНГ МАВЗУЛАРИ

1-лаборатория иши

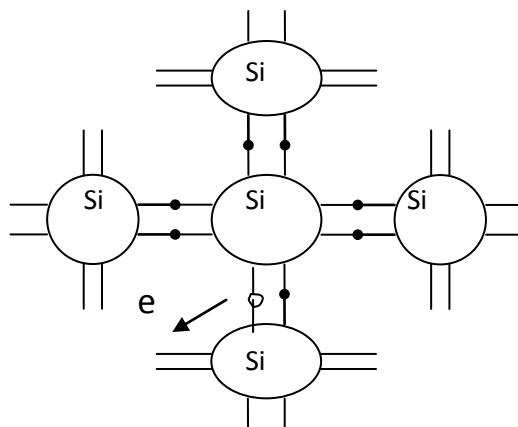
Мултисим дастурида яримўтказгичли диодларни ўрганиш

Ишдан мақсад:

- 1.p-n ўтишни тўғри ва тескари улаш вақтида диоддаги ток ва кучланишни текшириш.
2. Ярмўтказгични диод волтампер характеристикалари (ВАХ)ни олиш ва уларни ўрганиш.

Диодлар тўғрисида қисқача маълумотлар

Ярим ўтказгичлар деб, ўтказувчанлиги кенг чегарада ўзгарадиган ва шунингдек, ҳарорат ошиши билан ўтказувчанлиги тез ошадиган моддаларга айтилади. Уларнинг ўтказувчанлиги металл-никидан кичик, диэлектрикларникидан эса катта бўлади. Ярм ўтказгичларга германий, кремний, индий, селен каби моддалар киради. Кремний ва германий моддалари кенг тарқалган типик ярм ўтказгичлар ҳисобланади. Ярм ўтказгичлар-нинг ўтказувчанлиги ташқи таъсирларга боғлиқ. Масалан, ҳарорат, нурланишлар таъсирида уларнинг ўтказувчанлиги ўзгаради. Шунингдек, ярм ўтказгичларнинг ўтказувчанлиги улар таркибига киритилган аралашмаларга ҳам кучли боғлиқ бўлади. Ярм ўтказгичларнинг ўтказувчанлигини ва бошқа хусусиятларини тушунтиришда ковак деб аталадиган мусбат зарядли зарра шартли тушунча киритилади. Ярм ўтказгич кристаллида юз берадиган физикавий ҳодисаларни ўрганиш учун уларнинг кристалл тузилиши ва ундаги атомларининг ўзаро боғланиш табиатини билиш керак. Кремний тўрт валентли элемент бўлганлиги учун унинг атомининг ташқи электрон қобиғида ядрога заиф боғланган тўртта валент боғланган электрон бўлади. Ҳар бир кремний атомининг энг яқин қўшни атомлари ҳам тўртта бўлади (1-расм). Қўшни атомларнинг ҳар бир жуфти бир-бирига ковалент боғланган. Бу боғланишнинг ҳосил бўлишида ҳар бир атомда биттадан валент электрон қатнашади. Бу электронлар ташқи таъсирлар натижасида атомдан ажралиб чиқиб, эркин электронга айланади. Бундай электронлар қўшни атомга бориши, ундан бошқасига ўтиши ва сўнгра бутун кристалл бўйлаб ҳаракатланиб юради. Боғланиш узилганда электрони етишмайдиган «бўш жой» ҳосил бўлади. Бу ковак деб аталади. Кремнийнинг жуфт электронли боғланишлари анча мустаҳкам бўлиб, паст ҳароратда узилмайди. Шунинг учун паст ҳароратларда кремний электр токини ўтказмайди.

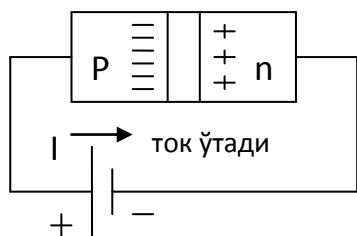


1-расм.

Барча ярим ўтказгичлар абсолют нол $T=0$ К ҳароратда диелектрик ҳисобланади. Идеал (соф)ярим ўтказгичнинг ўтказувчанлиги хусусий ўтказувчанлик дейилади.

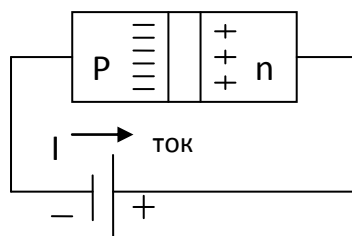
Ярим ўтказгичларнинг муҳим хусусияти шундан иборатки, уларда аралашмалар бўлса, хусусий ўтказувчанлик билан бирга аралашмали ўтказувчанлик деб аталадиган қўшимча ўтказувчанлик ҳам пайдо бўлади. Аралашманинг тури ва концентрасиясини ўзгартириб, мусбат ва манфий ишорали заряд ташувчи зарралар сонини ўзгартириш мумкин. Масалан, тўрт валентли кремнийга аралашма сифатида беш валентли фосфор қўшилса, эркин электронлар сони кўп марта ортади. Ярим ўтказгичда электронларини осон берадиган ва эркин электронлар сонини орттирадиган аралашмалар донор аралашмалар дейилади. Донорли аралашма ҳисобига ҳосил бўладиган ўтказувчанлик донорли ёки электронли ўтказувчанлик дейилади. Бундай ярим ўтказгичлар n-типли ярим ўтказгичлар дейилади (негатив – манфий сўздан олинган). n-типли ярим ўтказгичда электронлар асосий заряд ташувчилар ҳисобланади.

Кремнийга элементлар даврий системасининг учинчи гуруҳида жойлашган индий элементи аралашма сифатида қўшилса, тўла ковалент боғланиш ҳосил бўлиши учун унга битта электрон етишмайди. Натижада ковак ҳосил бўлади. Бу ҳолда кристаллда коваклар сони аралашма атомлар сонига тенг бўлиб қолади. Бундай аралашмалар акцептор (қабул қилувчи) аралашмалар деб аталади. Ташқи электр майдон бўлганда коваклар майдон бўйлаб қўчади ва ковакли ўтказувчанликни ҳосил қилади. Ковакли ўтказувчанликка эга бўлган ярим ўтказгичлар p-типли ярим ўтказгичлар дейилади.



а) Тўғри улаш

2-расм.



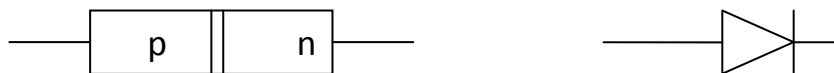
б) Тескари улаш

р-п ўтиш. р- типли ва n- типли ярим ўтказгичлар ўзаро узвий контактга келтирилса, контакт чегарасида маълум қатлам ҳосил бўлади. Бу қатлам р-п ўтиш деб аталади. Бу қатламда ажойиб ҳодисалар рўй беради. р-п ўтишли ярим ўтказгич ташқи манбага тўғри ва тескари йўналишда уланиши мумкин (2-расм).

Агар р-п ўтишли кристаллга ташқи манбанинг минусини р- соҳасига, плюсини р- соҳага уласак, кристалл орқали ток ўтмайди. Агар ташқи манбанинг кутбларини тескарисига уласак, кристалл орқали ўтадиган ток ошиб кетади. р-п ўтишдан ўтадиган ток катталигини унга қўйилган кучланишга боғлиқлигига р-п ўтишнинг вольт-ампер характеристикаси (ВАХ) дейилади. р-п ўтишнинг ВАХ сининг аналитик кўриниши қуйидагича бўлади.

$$I = I_s (e^{\frac{e\varphi}{kT}} - 1) \quad (1) \quad \text{бу ерда } I_s - \text{тўйиниш токи}$$

Битта p-n ўтишдан иборат бўлган ярим ўтказгичли асбоб диод дейилади. Унинг тузилиши ва схемадаги белгиланиши қуйидагича бўлади (6-расм).



3-расм.

Ярим ўтказгичли диод электр токини бир томонлама ўтказди. Унинг бу хусусиятидан фойдаланиб, ўзгарувчан тоқларни ўзгармас токка айлантиришда фойдаланилади.

p-n ўтиш токининг унга берилаётган кучланишга боғлиқлиги $I=f(U)$ вольт-ампер характеристика (ВАХ) дейилади.

$$I = I_0 \left(e^{\pm q U_0 / kT} - 1 \right). \quad (1)$$

Агар p-n ўтишга тўғри кучланиш берилган бўлса, U_0 кучланиш ишораси - мусбат, тескари кучланиш берилган бўлса эса - манфий бўлади.

$U_{\text{туғ}} > 0,1$ В бўлса экспоненциал сонга нисбатан бирни ҳисобга олмаса ҳам бўлади ва кучланиш ортиши билан ток ҳам экспоненциал ортиб боради. Тескари кучланиш берилганда эса $-0,2$ В кучланиш қийматида ток I_0 қийматига етиб келади ва кейинчалик кучланиш қиймати ўзгармайди. I_0 катталиги шу сабабли тескари уланган **p-n ўтишининг тўйиниш токи** деб ҳам аталади.

Тескари ток тўғри токка нисбатан бир неча даражага кичик, яъни p-n ўтиш тўғри йўналишда токни яхши ўтказди, тескари йўналишда эса ёмон. Демак, p-n ўтиш тўғриловчи ҳаракат билан характерланади ва уни ўзгарувчи токни тўғрилашда қўллашга имкон беради.

Экспоненциал ташкил этувчи $e^{-kU_0/kT}$ температура ортиши билан камайишига қарамай ВАХ тўғри шаҳобчасидаги қиялик ортади. Бу ҳодиса I_0 нинг температурага кучли тўғри боғлиқлиги билан тушунтирилади. Тўғри кучланиш берилганда температура ортиши ток ортишига олиб келади. Амалиётда p-n ўтиш ВАХга температуранинг боғлиқлиги **кучланишининг температура коэффициенты (КТК)** деб аталадиган катталик билан баҳоланади. КТКни аниқлаш учун температурани ўзгартириб бориб, ўзгармас токдаги p-n ўтиш кучланишини ўзгариши ўлчаб борилади. Одатда КТК манфий ишорага эга, яъни температура ортиши билан ўтишдаги кучланиш камаяди. Кремнийдан ясалган p-n ўтиш учун КТК 3 мВ/град даражани ташкил этади.

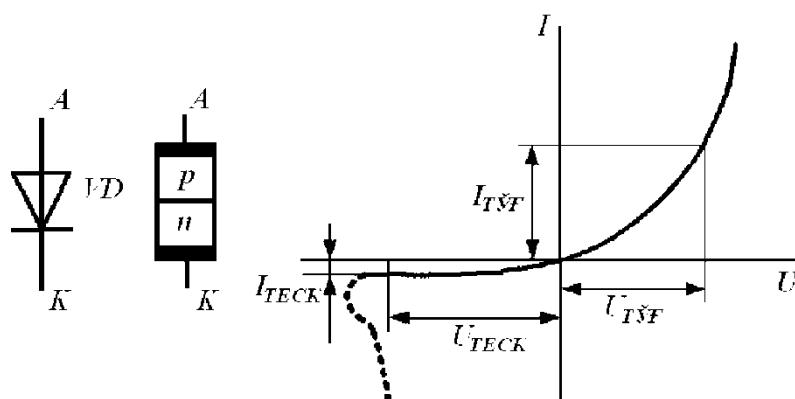
(1) ифода идеаллаштирилган p-n ўтиш ВАХ сини ифодалайди. Бундай ўтишда p ва n -соҳаларнинг ҳажмий қаршилиги нолга тенг ва ток ўтиш вақтида p-n ўтишда рекомбинасия жараёни содир бўлмайди деб ҳисобланади. Реал ўтишда эса база қаршилиги ўнлаб Омга тенг бўлади. Шу сабабли (1) ифодага p-n ўтишдаги ва ташқи кучланиш U_0 орасидаги фарқни ҳисобга олувчи ўзгартириш киритилади.

ЯРИМЎТКАЗГИЧ ДИОДЛАР

Яримўтказгич диод деб бир (ёки бир неча) электр ўтишларга эга икки электродли электрон асбобга айтилади. Диодлар радиоэлектрон қурилмаларда ишлатилиши ва бажарадиган вазифасига мувофиқ таснифланадилар.

Барча яримўтказгич диодларни икки гуруҳга ажратиш мумкин: тўғриловчи ва махсус вазифаларни бажарувчи. **Тўғриловчи диодлар** ўзгарувчан токни ўзгармас токка ўзгартириш учун қўлланади. Тўғриланувчи ток шакли ва частотасига боғлиқ ҳолда улар паст частотали, юқори частотали ва импульс диодларга ажратилади. **Махсус вазифаларни бажарувчи диодларда** р-п ўтишларнинг турли электрофизик хусусиятларидан, масалан, тешилиш ҳодисаларидан, фотоэлектрик ҳодисалардан, манфий қаршиликка эга соҳалари мавжудлигидан ва бошқалардан фойдаланилади. Махсус вазифаларни бажарувчи диодлар, хусусан, ўзгармас кучланишни барқарорлаш, оптик нурланишни қайд этиш, электр схемаларда сигналларни шакллантириш ва бошқа вазифаларни амалга ошириш учун қўлланилади.

Яримўтказгич диодларнинг электр схемаларда шартли белгиланиши 4, а - расмда, унинг тузилмаси кўриниши б - расмда келтирилган. Расмларда диоднинг чиқишлари А ва К кўрсатилган бўлиб, улар диоднинг электродлари деб аталади. Диоднинг р - томонига уланган электрод анод деб, р- томонига улангани эса - катод деб аталади. Диоднинг статик ВАХи 4 - расмда келтирилган.



4 – расм. Яримўтказгич диоднинг шартли белгиланиши (а), тузилмаси кўриниши (б) ва статик ВАХи (в).

Яримўтказгич диоднинг тўғри ва тескари йўналишларидаги қаршиликлари бир - биридан кескин фарқ қилади: тўғри йўналишда силжитилган диоднинг қаршилиги қиймати кичик, тескари силжитилган диодники эса - катта бўлади. Шу сабабдан диод бир томонга электр токини яхши ўтказади, иккинчи томонга эса - ёмон ўтказади.

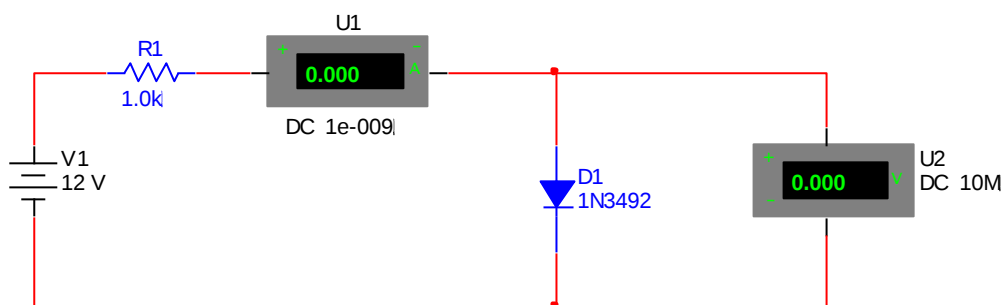
Диоднинг асосий параметрлари:

1. Статик қаршилик [Ом]
2. Дифференциал қаршилик [Ом] ;

3. Характеристика тиклиги $S = \frac{\Delta i}{\Delta u}$ [А/В].

Ишни бажариш тартиби:

1. Мултисим дастурида 4- расмдаги схема йиғилсин. .

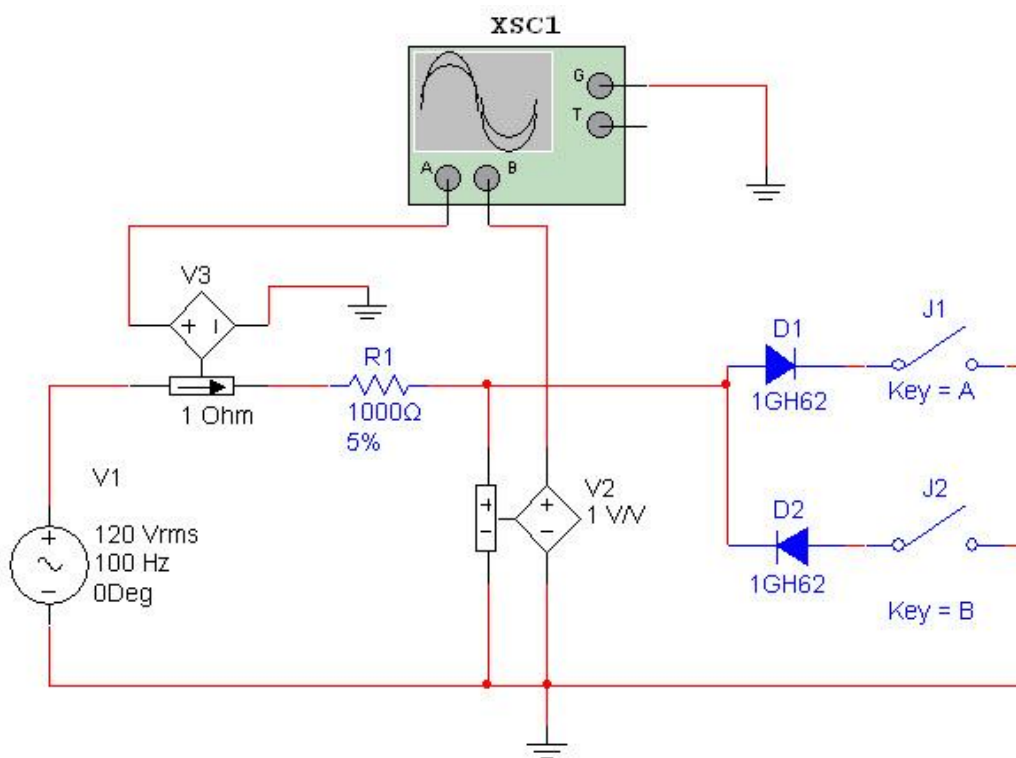


4- расм. Диоднинг ВАХни ўрганиш схемаси.

2. Мултисим дастури кутубхонасидан диод танлаб олинсин, ҳар бир компьютерда турлича диодлар бўлиши керак.
3. I_D и U_D катталиклар ўлчансин. Е1 кучланиш манбаи кучланиши ўзгартирилганда диоддан турлича тоқлар ўтади, бу пайтда диоддаги кучланиш ҳам ўзгаради- волтампер характеристикаси (ВАХ) шу тариқа олинади.
4. $I_D = f(U_D)$ боғлиқлик графиги чизилсин

I_D													
U_D													

Диод волтампер характеристикаси (ВАХ)ни ўрганишнинг тез ва қулай усули бор- бу ВАХни бевосита осциллограф экранда акс эттирса бўлади (2- расм). Бу схема Мултисим дастурида йиғилган. Схемани шу тарзда улаганда осциллограф горизонтал ўқида нуқта координатаси кучланишга пропорсионал бўлади, вертикал ўқда эса диоддан ўтувчи токка пропорсионал бўлади. 1 кОм қаршиликдаги кучланиш волтларда диоддан ўтувчи токка сон жихатдан тенг бўлгани учун ($I=U/R=U$) вертикал ўқда бевосита диод токи қийматини амперларда ўқиш мумкин. Агар осциллографда V/A режими танланган бўлса, токка пропорсионал катталик (канал В) вертикал ўққа жойлаштирилади, кучланиш эса (каналА) горизонтал ўққа жойлаштирилади.Бу ўз навбатида волтампер характеристикаси (ВАХ)ни бевоста осциллограф экранда кузатишни таъминлайди.



5- расм. Диод волт-ампер характеристикаларини бевосита кузатиш схемаси.

6. Юқоридаги схема билан диоднинг тўғри ва тескари уланиши волт-ампер характеристикаларини кузатиш мумкин.

Назорат саволлари:

1. Ярим ўтказгичли диодга таъриф беринг, унинг ВАХ ва параметрларини келтиринг.
2. Диоднинг ишлаш тамойилини айтиб беринг..
3. Диодни тўғри ва тескари улаган пайтда қандай просесслар содир бўлади?

Лаборатория иши № 2

Мултисим дастурида стабилитронларни ўрганиш

Ишдан мақсад:

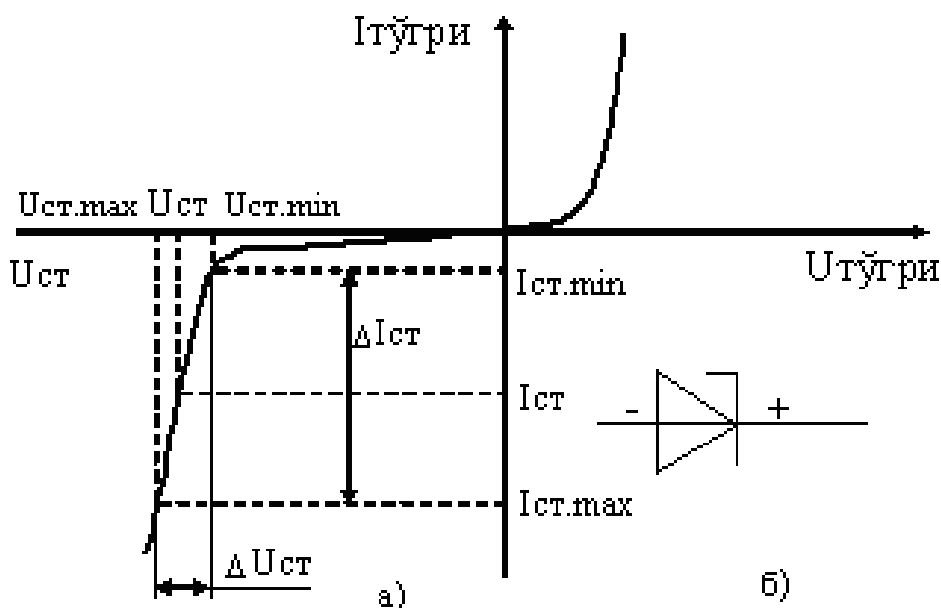
1. Стабилитрон вольтампер характеристикасини олиш ва ўрганиш
2. Стабилитрондан ўтувчи ток ва унда ҳосил бўлувчи қувватни текшириш.

Стабилитронлар тўғрисида маълумотлар

Стабилитрон - ярим ўтказгичли диод бўлиб, унинг ишлаш принципи p - n ўтишга тескари кучланиш берилганда электр тешилиш соҳасида токнинг кескин ортиши кучланишнинг унча катта бўлмаган ўзгаришига олиб келишига асосланган. Стабилитроннинг шартли белгиси 1.б –расмда келтирилган. Стабилитрон схемаларда кучланишни барқарорлаш учун ишлатилади.

Стабилитроннинг асосий параметри бўлиб, токнинг $I_{СТ.мин}$ дан $I_{СТ.мах}$ гача кенг ўзгариш оралиғида барқарорлаш кучланиши $U_{СТ}$ ҳисобланади (1 а- расм). Стабилитрон ВАХ сидаги ишчи соҳа электр тешилиш соҳасида жойлашади. Барқарорлаш кучланиши диод базасидаги киритма концентрацияси билан аниқланадиган p - n ўтишга боғлиқ. Агар юқори концентрацияга эга бўлган ярим ўтказгич қўлланилса, у ҳолда p - n ўтиш тор бўлади ва туннел тешилиш кузатилади. $U_{СТ}$ ишчи кучланиши 3-4 В дан ошмайди.

Юқори вольтли стабилитронлар кенг p - n ўтишга эга бўлиши керак, шунинг учун улар кучсиз легирланган кремний асосида ясадиладар. Уларда кўчкисимон тешилиш содир бўлади, барқарорлаш кучланиши эса 7 В дан ортмайди. $U_{СТ}$ 3 дан 7 В гача бўлган оралиқда тешилишнинг иккала механизми ишлайди. Саноатда барқарорлаш кучланиши 3 дан 400 В гача бўлган стабилитронлар ишлаб чиқарилади.



1 - расм

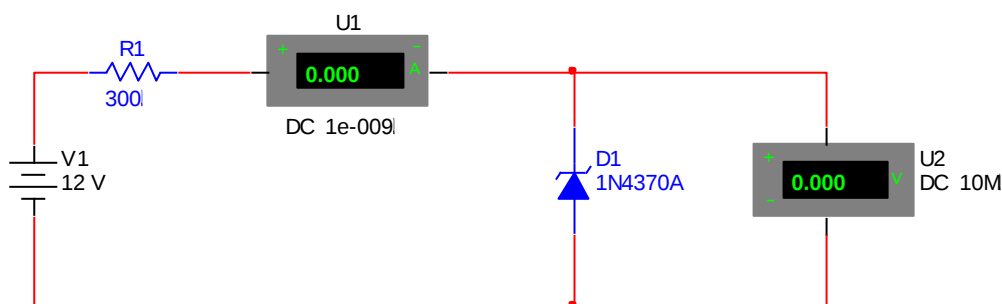
Стабилитроннинг электр тешилиш соҳасидаги дифференциал қаршилиги r_D барқарорлаш даражасини характерлайди. Бу қаршилиқ қиймати диоддаги кичик кучланиш ўзгариши қийматининг диод токи ўзгаришига нисбати билан аниқланади (1 а- расм). r_D қиймати қанча кичик бўлса, барқарорлаш шунча яхши бўлади.

$$r_D = \frac{\Delta U_{CT}}{\Delta I_{CT}}$$

Стабилитроннинг асосий параметри бўлиб барқарорлаш кучланишининг температура коеффициенти (КТК) ҳисобланади. КТК – бу температура бир градусга ўзгарганда барқарорлаш кучланишининг нисбий ўзгариши. Кўчкисимон тешилиш кузатиладиган кичик волтли стабилитронлар одатда мусбат КТКга эга. КТК қиймати одатда 0,2 -0,4 % /град дан ошмайди.

Ишни бажариш тартиби:

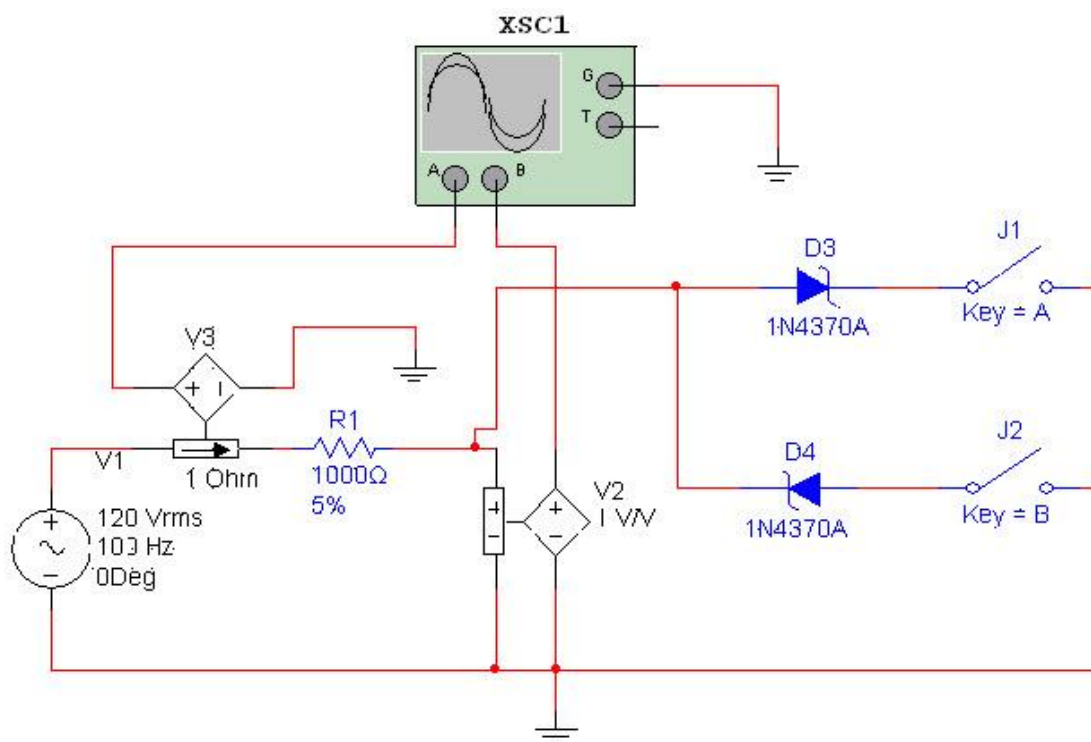
1. Мултисим дастурида 2- расмдаги схема йиғилсин.



2- расм. Стабилитроннинг ВАХни олиш схемаси.

2. Мултисим дастури кутубхонасидан стабилитрон танлаб олинсин, ҳар бир компьютерда турлича стабилитронлар бўлиши керак.
3. I_{st} и U_{st} катталиклар ўлчансин. Е1 кучланиш манбаи кучланиши ўзгартирилганда стабилитрондан турлича тоқлар ўтади, бу пайтда стабилитрондаги кучланиш ҳам ўзгаради- волтампер характеристикаси (ВАХ) шу тариқа олинади.
4. $I_{st} = f(U_{st})$ боғлиқлик графиги чизилсин

I_{st}													
U_{st}													



3- расм. Стабилитрон волт-ампер характеристикаларини бевосита кузатиш схемаси.

5. Стабилитрон волтампер характеристикаси (BAX)ни ўрганишнинг тез ва қулай усули бор-бу BAXни бевосита осциллограф экранда акс эттирса бўлади (3- расм). Бу схема Мултисим дастурида йиғилган. Схемани шу тарзда улаганда осциллограф горизонтал ўқида нуқта координатаси кучланишга пропорсионал бўлади, вертикал ўқда эса стабилитрондан ўтувчи токка пропорсионал бўлади. 1 кОм қаршиликдаги кучланиш волтларда стабилитрондан ўтувчи токка сон жиҳатдан тенг бўлгани учун ($I=U/R=U$) вертикал ўқда бевосита ток қийматини амперларда ўқиш мумкин. Агар осциллографда V/A режими танланган бўлса, токка пропорсионал катталиқ (канал B) вертикал ўққа жойлаштирилади, кучланиш эса (канал A) горизонтал ўққа жойлаштирилади. Бу ўз навбатида волтампер характеристикаси (BAX)ни бевосита осциллограф экранда кузатишни таъминлайди.

6. Бу схема ёрдамида стабилитрон волт-ампер характеристикалари бевосита экранда кўринади.

Назорат саволлари:

1. Ярим ўтказгичли стабилитронга таъриф беринг, унинг BAX ва параметрларини келтиринг.
2. Стабилитроннинг ишлаш тамойилини айтиб беринг..
3. Стабилизация кучланиши нима?
4. Стабилитронда сочилувчи қувват қандай ҳисобланади?

Лаборатория иши № 3,4

Мултисим дастурида умумий база схемаси билан уланган биполяр транзисторнинг кириш вольт-ампер характеристикаларини ўрганиш.

Ишдан мақсад:

Умумий база схемаси билан уланган биполяр транзисторнинг кириш вольт-ампер характеристикалари туркумларини олиш ва ўрганиш.

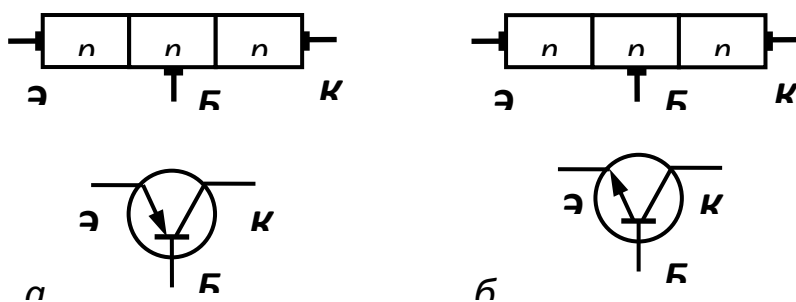
Ишнинг қисқача назарияси

Биполяр (бикутбий) транзистор деб иккита ўзаро таъсирлашувчи р-п ўтишдан ташкил топган ярим ўтказгичли асбобга айтилади. Транзисторлар тузилиши ва ишлаш принципага қараб биполяр ва майдон транзисторларига бўлинади. Биполяр транзисторнинг ишлаши р-п ўтиш ҳодисасига, майдон транзисторларининг ишлаши эса бир турдаги ўтказувчанликка эга бўлган ярим ўтказгичдаги ток ташувчиларнинг электр майдони ёрдамида бошқа-ришга асосланган.

Биполяр транзисторлар структурасига қараб р-п-р ва п-р-п типли транзисторларга бўлинади. 1-расмда мазкур транзисторларнинг тузилиши ва схемада белгиланиши кўрсатилган.

Р-п-р ва п-р-п транзисторларни ишлаш принципи бир хил бўлиб, фақат схемага уланганда манба кутблари алмаштирилиб уланади. р-п-р транзисторда асосий ток ташувчилар коваклар, п-р-п транзисторларда эса электрон-лар ҳисобланади.

Транзисторлар радиосхемаларда ишлатилганда унинг электродла-ридан бири занжирнинг кириш ва чиқиши учун умумий бўлган симга корпусга уланган бўлади. Шунга кўра транзисторларнинг уч хил уланиш схемаси мавжуд:

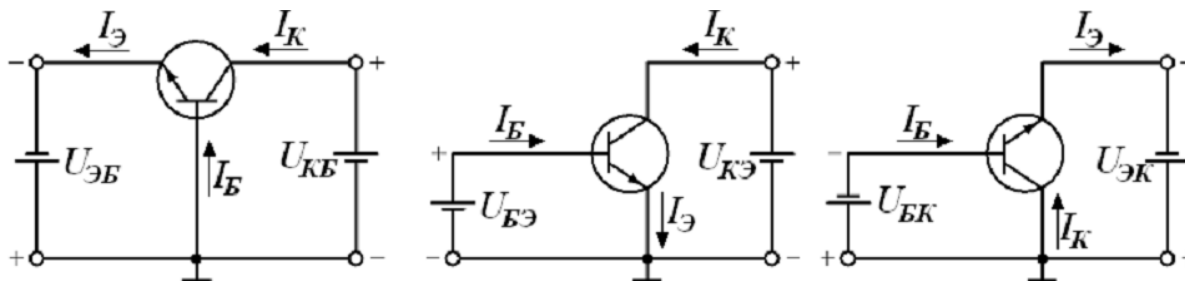


1-расм. Биполяр транзисторларнинг тузилиши: а) тўғри

1. Умумий базали уланиш схемаси.-УБ;
2. Умумий эмиттерли уланиш схемаси.-УЕ;

3. Умумий коллекторли уланиш схемаси.-УК.

УБ схема транзисторларнинг хусусиятларини текширишда кулай ҳисобланади. Шунинг учун транзисторларнинг характеристикалари кўпинча шу схема асосида текширилади ва қолган 2 та уланиш схемасига тадбиқ этилади. 2-расмда транзисторни учта уланиш схемаси кўрсатилган.

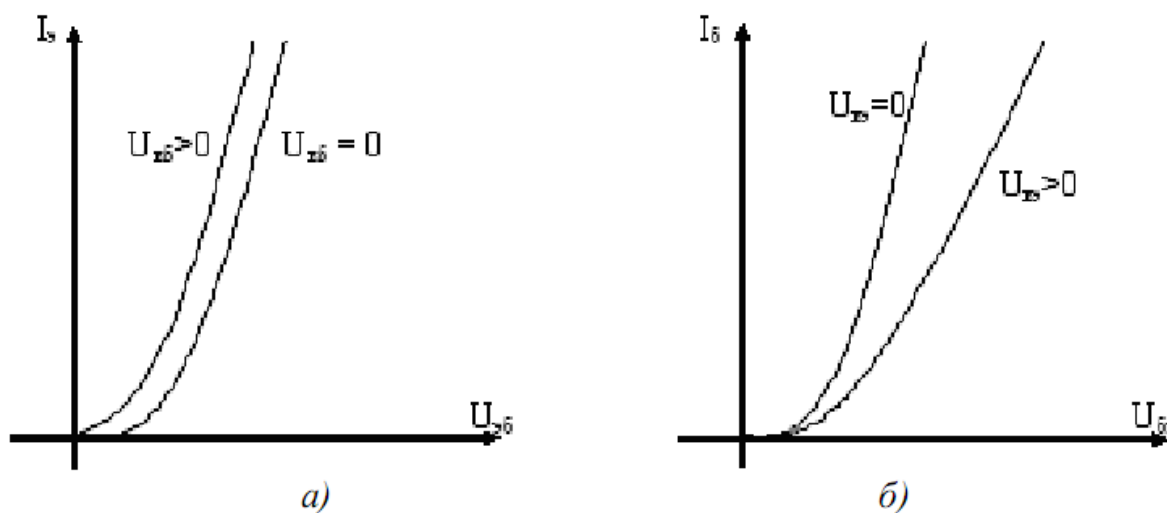


2-расм

УБ схемаси учун кириш статик характеристикаси бўлиб $U_{KB} = \text{const}$

бўлгандаги $I_E = f(U_{EB})$ боғлиқлик, УЕ схемаси учун эса $U_{KE} = \text{const}$

бўлгандаги $I_B = f(U_{BE})$ боғлиқлик ҳисобланади. Кириш характеристикалари- нинг умумий характери одатда тўғри йўналишда уланган п-н билан аниқланади. Шу сабабли ташқи кўринишига кўра кириш характеристикалари экспоненциал характерга эга .



Транзисторли схемаларни ҳисоблаш ва таҳлил қилиш учун транзистор характеристикаларидан фойдаланилади. Транзисторнинг характеристикаси деганда унинг кириш ва чиқиш занжирларидаги ток ва кучланишлар ораси-даги боғланишлар тушинилади.

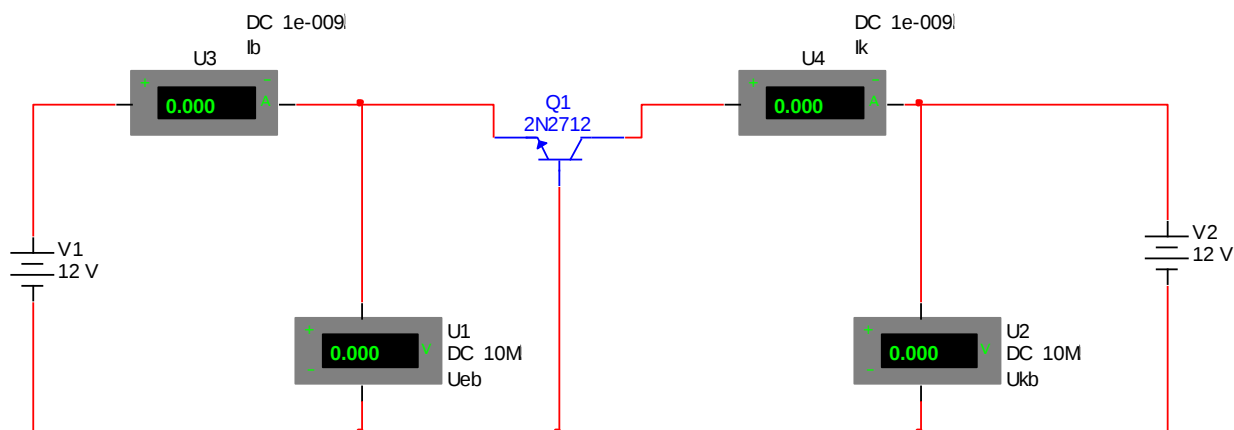
Транзисторнинг УЕ уланиши схемасида коллектор кучланиши ўзгар-мас бўлганда база токининг I_B эмиттер-база орасидаги $U_{БЭ}$ кучланишга боғлиқлиги транзисторнинг кириш характеристикаси дейилади.

$$I_{\bar{o}} = f(U_{\bar{o}-\bar{e}}) \quad \text{агарда} \quad U_{\kappa} = \text{const} \text{ бўлса.}$$

Транзисторнинг статик кириш характеристикасини олиш учун коллектор кучланишини маълум қиймати учун база кучланишини ўзгартириб база токи $I_{\bar{o}}$ ни қийматларини ўлчаб кириш характеристикаси олиш мумкин.

Ишни бажариш тартиби:

1. Мултисим дастурида қуйидаги схема йиғилсин:



3-

расм. Умумий база схемаси билан уланган $n-p-n$ биполяр транзисторнинг кириш вольт-ампер характеристикаларини ўрганиш схемаси.

2. Мултисим дастури кутубхонасидан транзистор тури танлаб олинсин.

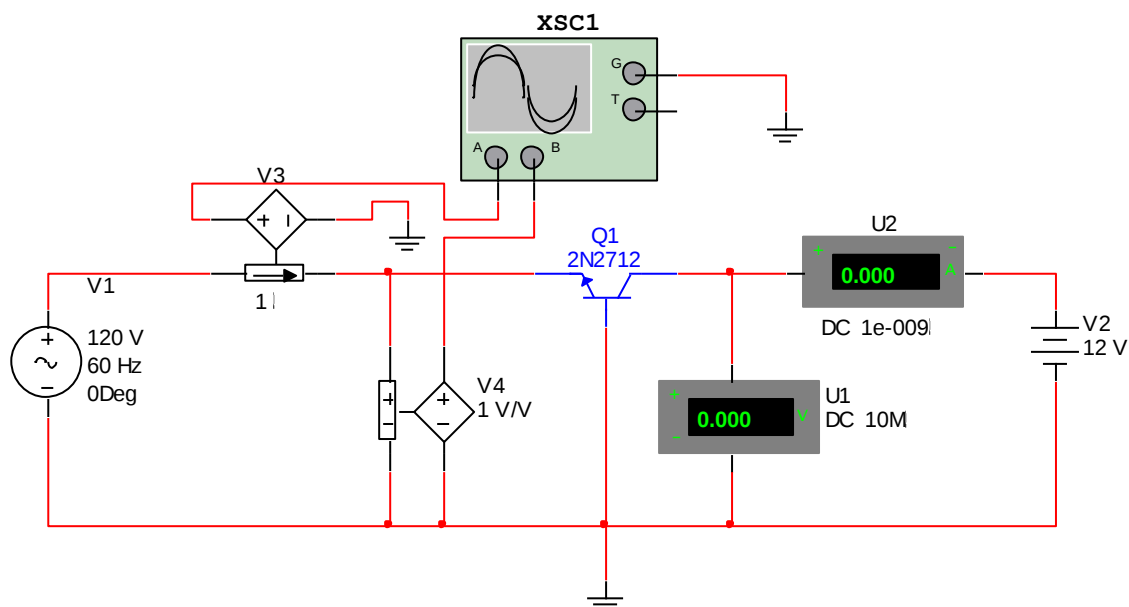
3. $U_{\kappa\bar{o}}$ кучланишининг учта ҳар хил доимий қийматида I_e ва $U_{e\bar{o}}$ катталиклар қийматлари ҳисоблансин ва қуйидаги жадвалларга киритилсин.

4. $U_{\kappa\bar{o}} = \text{const}$ бўлганда $I_e = f(U_{e\bar{o}})$ боғлиқликнинг графиклари $U_{\kappa\bar{o}}$ нинг учта ҳар хил доимий катталикларида чизилсин..

$I_{\bar{o}}$													$U_{\kappa\bar{b}}$
$U_{e\bar{b}}$													=0
$I_{\bar{o}}$													$U_{\kappa\bar{b}}$
$U_{e\bar{b}}$													=

I _б													U _{кв}
U _{еб}													=

5. Транзистор кириш характеристикаларини осциллограф экранда бевосита кўриш учун 2-расмда келтирилган схемани Мултисим дастурида йиғамиз.



4- расм. Умумий база схемаси билан уланган $n-p-n$ биполяр транзисторнинг кириш вольт-ампер характеристикаларини осциллограмма усули билан ўрганиш.

Коллектор кучланишининг урта қийматида транзисторнинг кириш вольт-ампер характеристикаларини кузатинг.

Назорат саволлари:

- 1.Ярим ўтказгичли транзисторга таъриф беринг, унинг ВАХ ва параметрларини келтиринг.
- 2.Транзисторнинг ишлаш тамойилини айтиб беринг..
- 3.Умумий база схемаси билан уланган биполяр транзисторнинг вольт-ампер характеристикаларини кўрсатиб беринг.
4. Умумий база схемаси билан уланган $n-p-n$ биполяр транзисторнинг кириш вольт-ампер характеристикаларини ўрганиш схемасини чизиб беринг.

Лаборатория иши № 5,6

Мултисим дастурида умумий база схемаси билан уланган биполяр транзисторнинг чиқиш вольт-ампер характеристикаларини ўрганиш.

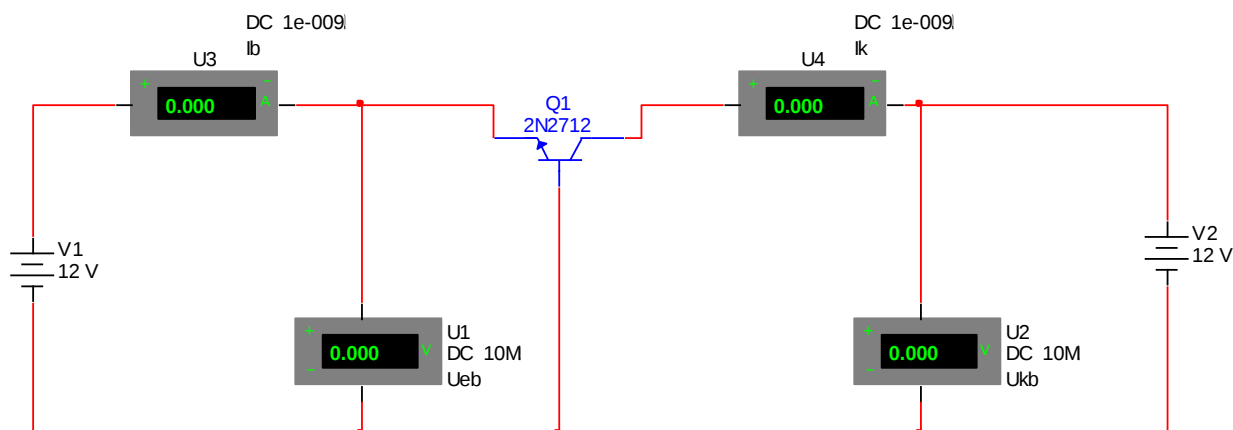
Ишдан мақсад:

Умумий база схемаси билан уланган биполяр транзисторнинг чиқиш вольт-ампер характеристикалари туркумларини олиш ва ўрганиш.

Лаборатория иши Мултисим дастурида амалга оширилади

Ишни бажариш тартиби:

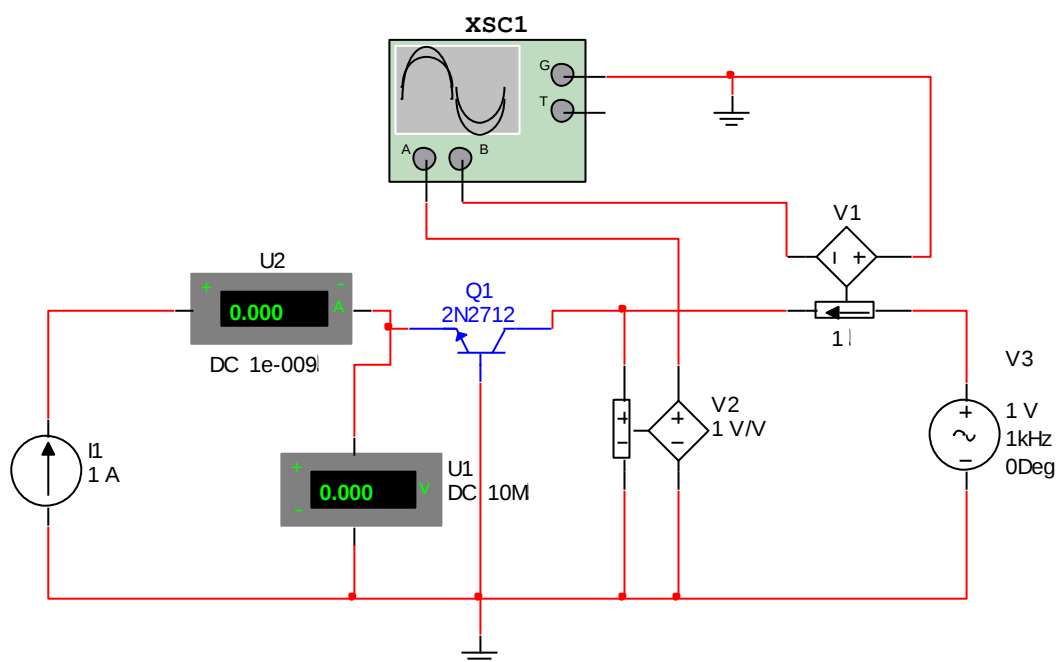
1. Мултисим дастурида қуйидаги схема йиғилсин:



1- расм. Умумий база схемаси билан уланган *n-p-n* биполяр транзисторнинг чиқиш вольт-ампер характеристикаларини ўрганиш схемаси.

Транзистор чиқиш характеристикаларини бевосита осциллограф экранда кузатиш учун

2- расмда келтирилган схемани йиғиш керак



2- расм. Транзистор чиқиш характеристикаларини бевосита осциллограф экранда кузатиш схемаси

2. База токининг учта ҳар хил қийматида транзистор чиқиш характеристикаларини кузатинг.

3. Мултисим дастури кутубхонасидан транзистор тури танлаб олинсин. Ҳар бир компютерда танлаб олинаётган транзистор тури ҳар хил бўлиши керак.

4. I_b нинг учта ҳар хил доимий қийматларида I_k ва $U_{kб}$ ларнинг қийматлари ўлчансин ва қуйидаги жадвалларга киритилсин. Шу нарсани ҳисобга олиш керакки I_b ўрнатилаётганида схемадаги домий кучланиш манбаи ўрнига доимий ток генераторини Мултисим кутубхонасидан олса ҳам бўлади.

5. $I_e = \text{const}$ нинг учта доимий қийматларида $I_k = f(U_{kб})$ боғлиқликнинг графиклари чизилсин.

I_k													I_b
U_k													=0

I_k													I_b
U_k													=

I_K													I_δ
U_K													=

Назорат саволлари:

1. Ярим ўтказгичли транзисторга таъриф беринг, унинг ВАХ ва параметрларини келтиринг.
2. Транзисторнинг ишлаш тамойилини айтиб беринг..
3. Умумий база схемаси билан уланган биполяр транзисторнинг вольт-ампер характеристикаларини кўрсатиб беринг.
4. Умумий база схемаси билан уланган $n-p-n$ биполяр транзисторнинг чиқиш вольт-ампер характеристикаларини ўрганиш схемасини чизиб беринг.

Лаборатория иши № 7

Мултисим дастурида умумий эмиттер схемаси билан уланган биполяр транзисторнинг кириш вольт-ампер характеристикаларини ўрганиш.

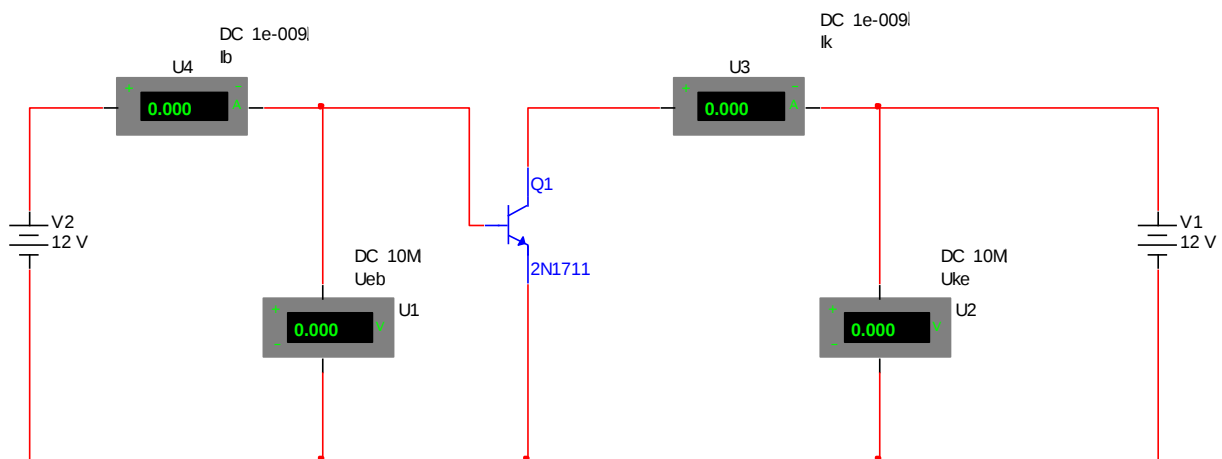
Ишдан мақсад:

Умумий эмиттер схемаси билан уланган биполяр транзисторнинг кириш вольт-ампер характеристикалари туркумларини олиш ва ўрганиш.

Лаборатория иши Мултисим дастурида амалга оширилади

Ишни бажариш тартиби:

1. Мултисим дастурида қуйидаги схема йиғилсин (1- расм).
2. Мултисим дастури кутубхонасидан транзистор тури танлаб олинсин, шуни ҳисобга олиш керакки, ҳар бир компьютерда транзисторлар турлари ҳар хил бўлиши керак.
3. $U_{ке}$ нинг урта доимий қийматларида I_δ ва $U_{\delta e}$ ларнинг қийматлари ҳисоблансин. .
4. $I_\delta = f(U_{\delta e})$ боғлиқликнинг графиклари $U_{ке} = \text{const}$ нинг урта доимий қийматларида чизилсин.



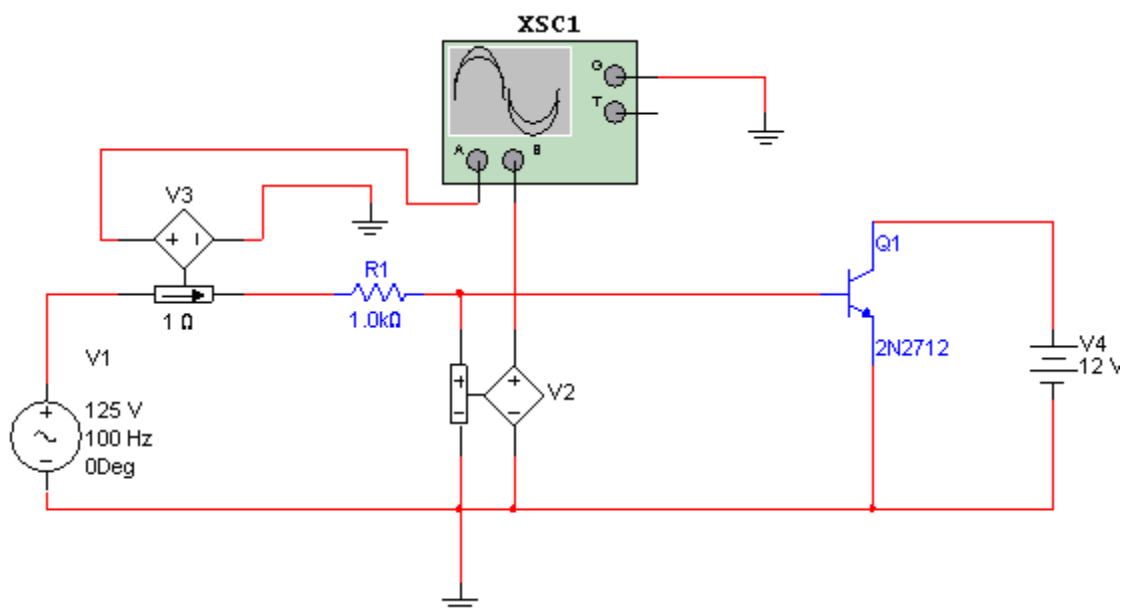
1- расм. Умумий эмиттер схемаси билан уланган *n-p-n* биполяр транзисторнинг кириш вольт-ампер характеристикаларини ўрганиш схемаси.

I_{δ}													$U_{ke} =$
$U_{\delta e}$													

I_{δ}													$U_{ke} =$
$U_{\delta e}$													

I_{δ}													$U_{ke} =$
$U_{\delta e}$													

5. Транзистор кириш характеристикаларини бевосита осциллограф экранда кузатиш учун 2-расмда келтирилган



2- расм. Транзистор кириш характеристикаларини осциллограмма
узули билан ўрганиш.

6. Транзистор кириш характеристикаларини коллектор кучланишининг учта қийматида кузатинг.

Назорат саволлари:

- 1.Ярим ўтказгичли транзисторга таъриф беринг, унинг ВАХ ва параметрларини келтиринг.
- 2.Транзисторнинг ишлаш тамойилини айтиб беринг..
- 3.Умумий эмиттер схемаси билан уланган биполяр транзисторнинг вольт-ампер характеристикаларини кўрсатиб беринг.
- 4.Умумий эмиттер схемаси билан уланган *n-p-n* биполяр транзисторнинг кириш вольт-ампер характеристикаларини ўрганиш схемасини чизиб беринг.

Лаборатория иши № 8

Мултисим дастурида умумий эмиттер схемаси билан уланган биполяр транзисторнинг чиқиш вольт-ампер характеристикаларини ўрганиш.

Ишдан мақсад:

Умумий эмиттер схемаси билан уланган биполяр транзисторнинг чиқиш вольт-ампер характеристикалари туркумларини олиш ва ўрганиш.

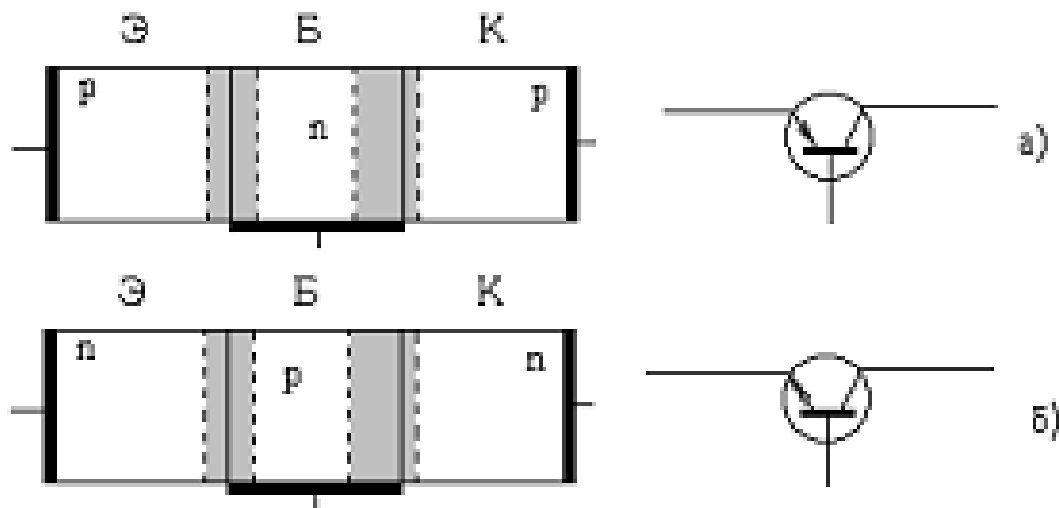
Лаборатория иши Мултисим дастурида амалга оширилади.

Биполяр транзисторлар тўғрисида назарий маълумотлар

Биполяр транзистор деб ўзаро таъсирлашувчи иккита p - n ўтиш ва учта электрод (ташқи чиқишлар)га эга бўлган ярим ўтказгич асбобга айтилади. Транзистордан ток оқиб ўтиши икки турдаги заряд ташувчилар - электрон ва ковакларнинг ҳаракатига асосланган.

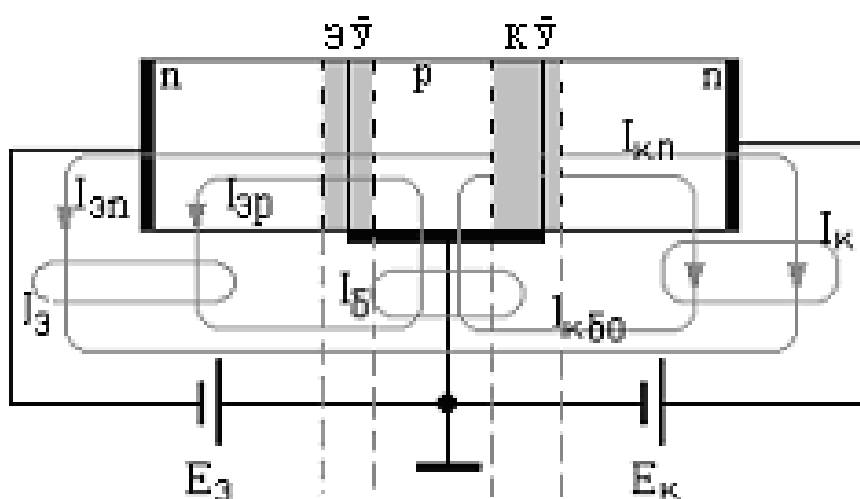
Биполяр транзистор p - n - p ва n - p - n ўтказувчанликка эга бўлган учта ярим ўтказгичдан ташкил топган (1 а ва б-расм). Эндиликда кенг тарқалган n - p - n тузилмали биполяр транзисторни кўриб чиқамиз.

Транзисторнинг кучли легирланган чекка соҳаси (n^+ - соҳа) **эмиттер** деб аталади ва у заряд ташувчиларни **база** деб аталувчи ўрта соҳага (p - соҳа) инжекциялайди. Кейинги чекка соҳа (n - соҳа) **коллектор** деб аталади. У эмиттерга нисбатан кучсизроқ легирланган бўлиб, заряд ташувчиларни база соҳасидан экстракциялаш учун хизмат қилади (2- расм). Эмиттер ва база оралиғидаги ўтиш эмиттер ўтиш, коллектор ва база оралиғидаги ўтиш эса -коллектор ўтиш деб аталади.



1 – расм.

Ташқи кучланиш манбалари (U_{EB} , U_{KB}) ёрдамида эмиттер ўтиш тўғри йўналишда, коллектор ўтиш эса – тескари йўналишда силжийди. Бу ҳолда транзистор **актив** ёки нормал режимда ишлайди ва унинг кучайтириш хоссалари намоён бўлади.

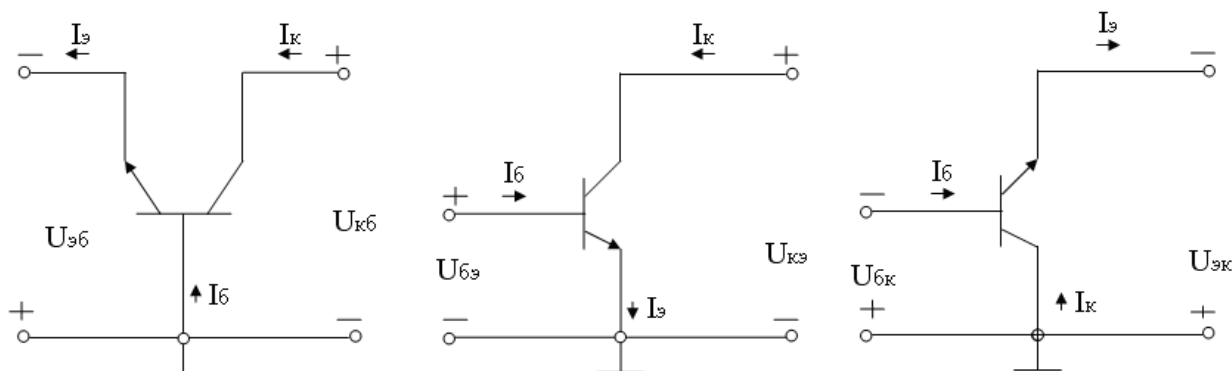


2 – расм.

Агар эмиттер ўтиш тескари йўналишда, коллектор ўтиш эса тўғри йўналишда силжиган бўлса, у ҳолда бу транзистор **инверс** ёки тескари уланган деб аталади. Транзистор рақамли схемаларда қўлланилганда у **тўйиниш** режимда (иккала ўтиш ҳам тўғри йўналишда силжиган), ёки **берк** режимда (иккала ўтиш тескари силжиган) ишлаши мумкин.

Биполяр транзисторнинг уланиш схемалари

Транзистор схемага уланаётганда чиқишларидан бири кириш ва чиқиш занжири учун умумий қилиб уланади, шу сабабли қуйидаги уланиш схемалари мавжуд: **умумий база (УБ)** (3 а-расм); **умумий эмиттер (УЕ)** (3 б-расм); **умумий коллектор (УК)** (3 в- расм). Бу вақтда умумий чиқиш потенциали нолга тенг деб олинади. Кучланиш манбаи қутблари ва транзистор тоқларининг йўналиши транзисторнинг актив режимига мос келади. УБ уланиш схемаси қатор камчиликларга эга бўлиб, жуда кам ишлатилади.



а)

б)

в)

3 – расм.

Биполяр транзисторнинг актив режимда ишлаши. УБ уланиш схемасида актив режимда ишлаётган $n-n-n$ тузилмали диффузияли котишмали биполяр транзисторни ўзгармас токда ишлашини қўриб чиқамиз (3 а-расм). Биполяр транзисторнинг нормал ишлашининг асосий талаби бўлиб база соҳасининг етарлича кичик кенглиги W ҳисобланади; бу вақтда $W < L$ шarti албатта бажарилиши керак (L -базадаги асосий бўлмаган заряд ташувчиларнинг диффузия узунлиги).

Биполяр транзисторнинг ишлаши учта асосий ҳодисага асосланган:

- эмиттердан базага заряд ташувчиларнинг инжекцияси;
- базага инжекцияланган заряд ташувчиларни коллекторга ўтиши;
- базага инжекцияланган заряд ташувчилар ва коллектор ўтишга

етиб келган асосий бўлмаган заряд ташувчиларни базадан коллекторга экстракцияси.

Эмиттер ўтиш тўғри йўналиишда силжиганда (V_{EB} кучланиш манбаи билан таъминланади) унинг потенциал тўсиқ баландлиги камаяди ва эмиттердан базага электронлар инжекцияси содир бўлади. Электронларнинг базага инжекцияси, ҳамда ковакларни базадан эмиттерга инжекцияси туфайли эмиттер токи I_E шаклланади. Шундай қилиб, эмиттер токи

$$I_{\Sigma} = I_{\Sigma n} + I_{\Sigma p} , \quad (1)$$

бу ерда $I_{\Sigma n}$, $I_{\Sigma p}$ мос равишда электрон ва ковакларнинг инжекция токлари.

Эмиттер токининг $I_{\Sigma p}$ ташкил этувчиси коллектор орқали оқиб ўтмайди ва зарарли ҳисобланади (транзисторнинг қўшимча қизишига олиб келади). $I_{\Sigma p}$ ни камайтириш мақсадида базадаги акцептор киритма концентрасияси эмиттердаги донор киритма концентрасиясига нисбатан икки даражага камайтирилади.

Эмиттер токидаги $I_{\Sigma n}$ қисмини **инжексия коэффисиенти** аниқлайди.

$$\gamma = \frac{I_{\Sigma n}}{I_{\Sigma}} , \quad (2)$$

Бу катталик эмиттер иши самарадорлигини характерлайди ($\gamma = 0,990-0,995$).

Инжексияланган электронлар коллектор ўтиш томон база узунлиги бўйлаб электронлар зичлигининг камайиши ҳисобига базага диффундланадилар ва коллектор ўтишга етгач, коллекторга экстракцияланадилар (коллектор ўтиш электр майдони ҳисобига тортиб олинадилар) ва $I_{Kн}$ коллектор токи ҳосил бўлади.

Зичликнинг камайиши **концентрация градиенти** деб аталади. Градиент қанча катта бўлса, ток ҳам шунча катта бўлади. Бу вақтда базадан инжекцияланётган электронларнинг бир қисми коваклар билан базага экстракцияланишини ҳам ҳисобга олиш керак. Рекомбинация жараёни базанинг электр нейтраллик шартини тиклаш учун талаб қилинадиган ковакларнинг камчилигини юзага келтиради. Талаб қилинаётган коваклар база занжири бўйлаб келиб транзистор база токи $I_{бек}$ ни юзага келтиради. $I_{бек}$ токи керак эмас ҳисобланади ва шу сабабли уни камайитиришга ҳаракат қилинади. Бу ҳолат база кенглигини камайитириш ҳисобига амалга оширилади $W \leq L_n$ (электронларнинг диффузия узунлиги). Базадаги рекомбинация учун эмиттер электрон токининг йўқотилиши **электронларнинг узатиш коэффициенти** билан характерланади:

$$\alpha_{\Pi} = \frac{I_{Kn}}{I_{Эn}} \quad (3).$$

Реал транзисторларда $\alpha_{\Pi} = 0,980-0,995$.

Актив режимда транзисторнинг коллектор ўтиши тескари йўналишида уланади ($U_{кб}$ кучланиш манбаи ҳисобига амалга оширилади) ва коллектор занжирида, асосий бўлмаган заряд ташувчилардан ташкил топган иккита дрейф тоқларидан иборат бўлган коллекторнинг хусусий токи I_{K0} оқиб ўтади.

Шундай қилиб, коллектор токи иккита ташкил этувчидан иборат бўлади

$$I_K = I_{Kn} + I_{K0}$$

Агар I_{Kn} ни эмиттернинг тўлиқ токи билан алоқасини ҳисобга олсак, у ҳолда

$$I_{Kn} = \alpha I_{Э} + I_{K0}, \quad (4)$$

бу ерда $\alpha = \gamma \alpha_{\Pi}$ - **эмиттер токининг узатиш коэффициенти**. Бу катталиқ УБ уланиш схемасидаги транзисторни кучайтириш хоссаларини намоён этади.

Кирхгофнинг биринчи қонунига мос равишда база токи транзисторнинг бошқа тоқлари билан қуйидаги нисбатда боғлиқ

$$I_{Э} = I_B + I_K. \quad (5)$$

Бу ифодани (4.4)га қўйиб, база токининг эмиттернинг тўлиқ токи орқали ифодасини олишимиз мумкин:

$$I_B = (1 - \alpha) I_{Э} + I_{K0}. \quad (6)$$

Коеффициент $\alpha < 1$ лигини ҳисобга олган ҳолда, шундай ҳулоса қилиш мумкин: УБ уланиш схемаси ток бўйича кучайиш бермайди ($I_K \approx I_{Э}$).

Ток бўйича яхши кучайтириш натижаларини умумий эмиттер схемасида уланган транзисторда олиш мумкин (3 б-рasm). Бу схемада эмиттер умумий электрод, база токи - кириш токи, коллектор токи эса – чиқиш токи ҳисобланади.

(4) ва (5) ифодалардан келиб чиққан ҳолда УЕ схемадаги транзисторнинг коллектор токи қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$I_K = \alpha(I_K + I_B) + I_{K0}.$$

Бундан

$$I_K = \frac{\alpha}{1-\alpha} I_B + \frac{1}{1-\alpha} I_{K0}. \quad (7)$$

Агар $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$ белгилаш киритилса, (4.7) ифодани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$I_K = \beta I_B + (\beta + 1) I_{K0}. \quad (8)$$

Коеффисиент β - *база токининг узатиш коеффисиенти* деб аталади. β нинг қиймати ўндан юзгача, баъзи транзистор турларида эса бир неча мингларгача оралиғида бўлиши мумкин. Демак, УЕ схемасида уланган транзистор ток бўйича яхши кучайтириш хоссаларига эга ҳисобланади.

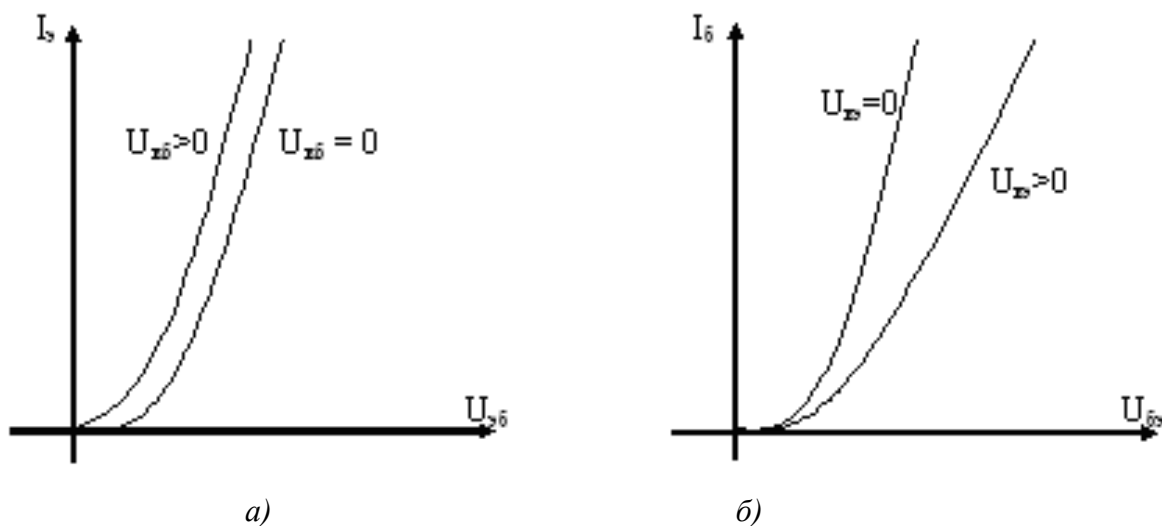
Биполяр транзистор статик характеристикалари

Транзистор статик характеристикалари коллектор занжирига юклама қўйилмаган ҳолда ўрнатилган кириш ва чиқиш токлари ва кучланишлар орасидаги ўзаро боғлиқликни ифодалайди. Ҳар бир уланиш учун статик характеристикалар оиласи маълумотномаларда келтирилади. Энг асосийлари бўлиб транзисторнинг *кириш* ва *чиқиш* характеристикалари ҳисобланади. Қолган характеристикалар кириш ва чиқиш характеристикаларидан ҳосил қилиниши мумкин.

УБ схемаси учун кириш статик характеристикаси бўлиб $U_{KB} = \text{сонст}$ бўлгандаги $I_E = f(U_{EB})$ боғлиқлик, УЕ схемаси учун эса $U_{KE} = \text{сонст}$ бўлгандаги $I_B = f(U_{BE})$ боғлиқлик ҳисобланади. Кириш характеристикаларининг умумий характери одатда тўғри йўналишда уланган $n-n$ билан аниқланади. Шу сабабли ташқи кўринишига кўра кириш характеристикалари экспоненциал характерга эга (4- рasm).

Расмлардан кўриниб турибдики, чиқиш кучланишининг ўзгариши кириш характеристикаларини силжишига олиб келади. Характеристиканинг силжиши Эрли эффекти (база кенглигининг модулясияси) билан аниқланади. Бунинг маъноси шундаки, коллектор ўтишдаги тескари кучланишнинг ортиши унинг кенгайишига олиб келади, бу вақтда база соҳасидаги кенгайиш унинг кенглигининг кичрайиши ҳисобига содир бўлади. База

кенглигининг кичрайиши иккита эффектга олиб келади: заряд ташувчилар рекомбинациясининг камайиши ҳисобига база токининг камайиши ва базадаги асосий бўлмаган заряд ташувчилар концентрация градиентининг ортиши ҳисобига эмиттер токининг ортиши.

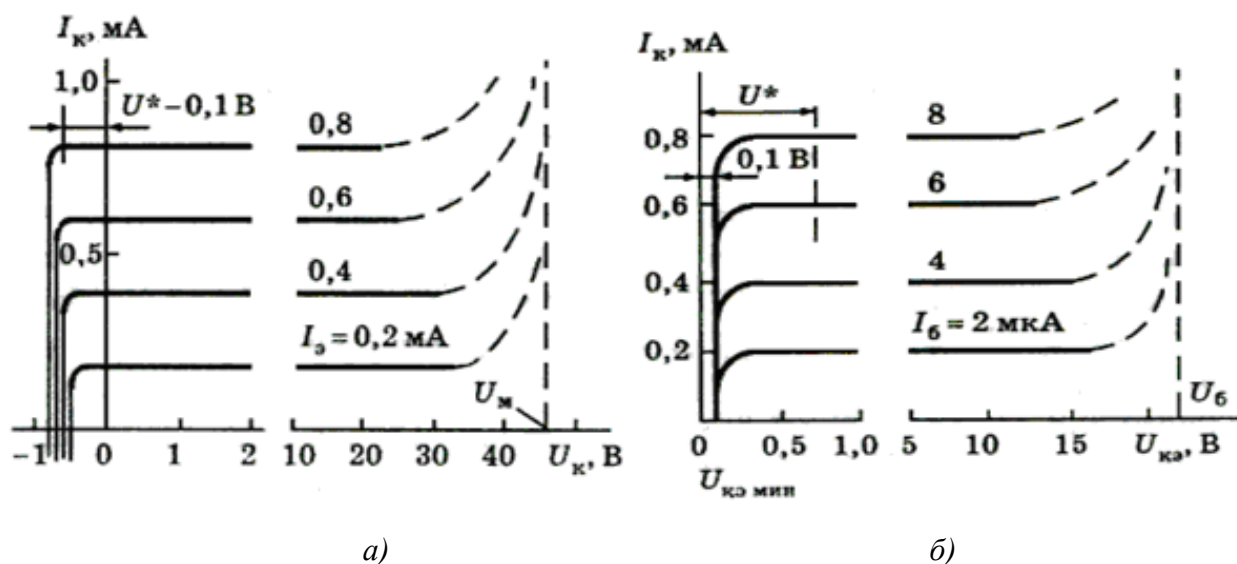


4 – расм.

Шу сабабли коллектор ўтишдаги тескари куланишнинг ортиши билан УБ схемадаги кириш характеристика чапга, УЕ схемада эса ўнгга силжийди.

УБ схемадаги транзисторнинг чиқиш характеристикалари оиласи бўлиб $I_E = \text{сонст}$ бўлгандаги $I_K = f(U_{KB})$ боғлиқлик, УЕ схемада эса $I_B = \text{сонст}$ бўлгандаги $I_K = f(U_{KE})$ боғлиқлик ҳисобланади.

Чиқиш характеристикалари кўринишига кўра тескари уланган диод ВАХ сига ўхшайди, чунки коллектор ўтиш тескари уланган. Характеристикаларни қуришда коллектор ўтишнинг тескари кучланишини ўнгга ўрнатиш қабул қилинган (5 – расм).



5 – расм.

5 а - расмдан кўриниб турибдики, УБ схемадаги чиқиш характерис-тикалари икки квадрантларда жойлашган: биринчи квадрантдаги ВАХ актив иш режимига, иккинчи квадрантдагиси эса – тўйиниш иш режимига мос келади. Актив режимда чиқиш токи (4) нисбат билан аниқланади. Актив режимга мос келувчи характеристика соҳалари абссисса ўқиға унча катта бўлмаган қияликда, деярли параллел ўтадилар. Қиялик юқорида айтиб ўтилган Эрли эффекти билан тушунтирилади. $I_E=0$ бўлганда (эмиттер занжири узилганда) чиқиш характеристикаси тескари силжиган коллектор ўтиш характеристикаси кўринишида бўлади. Эмиттер ўтиш тўғри йўналишда уланганда инжекция токи ҳосил бўлади ва чиқиш характеристиклари $\alpha(I_{\mathcal{E}2} - I_{\mathcal{E}1})$ катталиққа чапга силжийди ва х.з.

УЕ схемасида уланган транзисторнинг чиқиш характеристикаси УБ схемада уланган транзисторнинг чиқиш характеристикасига нисбатан катта қияликка эга. Боғлиқликларнинг умумий характери (5 б-расм) коллектор ва база тоқлари орасидаги қуйидаги боғлиқлик билан аниқланади:

$$I_K = \beta I_B + I_{K\mathcal{E}0}, \quad (9)$$

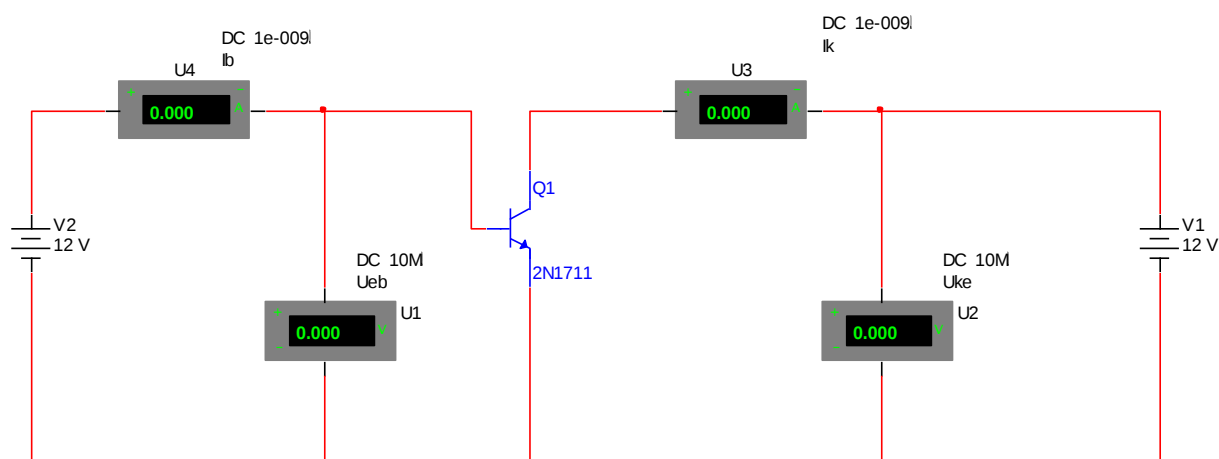
бу ерда $I_{KE0} - I_B=0$ (узилган база) бўлгандаги коллекторнинг тўғри тоқи. I_{KE0} тоқи I_{K0} тоқидан $\beta + 1$ мартага катта бўлади, чунки $U_{BE}=0$ бўлганда U_{KE} кучланишининг бир қисми эмиттер ўтишга қўйилган бўлади ва уни тўғри йўналишда силжитади. Шундай қилиб, $I_{KE0}=(\beta + 1)I_{K0}$ – анча катта ток бўлиб, транзистор ишининг бузилишини олдини олиш мақсадида база занжирини узиш керак.

База тоқи ортиши билан коллектор тоқи $\beta(I_{B2} - I_{B1})$ катталиққа ортади ва х.з., ва характеристика юқorigа силжийди. УЕ схемадаги чиқиш ВАХларининг асосий хоссаси шундаки, ҳам актив ва ҳам тўйиниш режимларида бир квадрантда жойлашади. Яъни, электродларнинг берилган кучланиш ишораларида ҳам актив режим, ҳам тўйиниш режимида бўлиши мумкин. Режимлар алмашилиши коллектор ўтишдаги кучланишлар нолга тенг бўлганда содир бўлади. Коллектор соҳа қаршилигини ҳисобга олмаган ҳолда $U_{KE} = U_{KB} +$

U_{BE} бўлгани учун, талаб қилинаётган бўсағавий кучланиш қиймати $U_{KE} = U_{BE}$ бўлади. U_{BE} қиймати берилган база токида кириш характеристикасидан аниқланади.

Ишни бажариш тартиби:.

1. Мултисим дастурида қуйидаги схема йиғилсин.(6- расм).
2. Мултисим дастури кутубхонасидан транзистор тури танлаб олинсин, шуни ҳисобга олиш керакки, ҳар бир компьютерда транзисторлар турлари ҳар хил бўлиши керак.
3. I_b нинг учта доимий қийматларида I_{ke} ва U_{ke} ларнинг қийматлари ҳисоблансин, шуни ҳисобга олиш керакки, I_b нинг қийматларини ўрнатаётганда схемада доимий кучланиш манбаи ўрнига доимий ток генераторини ишлатиш мумкин.
4. $I_{ke}=f(U_{ke})$ боғлиқликнинг графиклари $I_b = \text{const}$ нинг учта доимий қийматларида чизилсин.



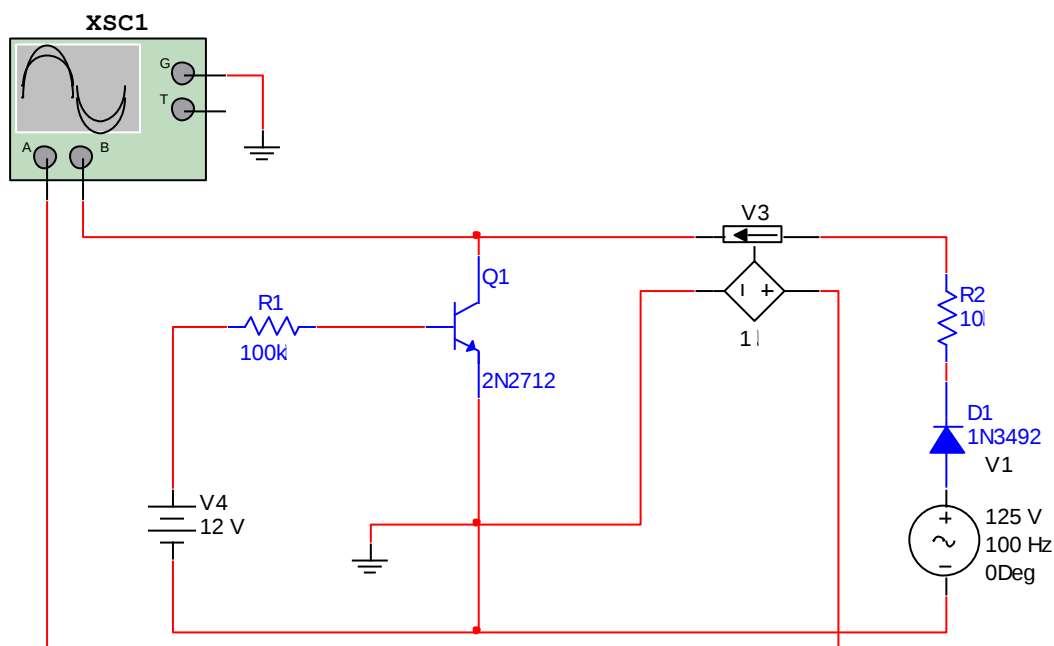
6- расм. Умумий эмиттер схемаси билан уланган $n-p-n$ биполяр транзисторнинг чиқиш вольт-ампер характеристикаларини ўрганиш схемаси.

I_{ke}													$I_b =$
U_{ke}													

I_{ke}													$I_b =$
U_{ke}													

I_{ke}													$I_b =$
U_{ke}													

5. Транзистор чиқиш характеристикаларини бевосита осциллограф экранда кузатиш учун 7-расмдаги схемани йиғамиз.



7- расм. Транзистор чиқиш характеристикаларини осциллограф усули билан ўрганиш.

6. R1 қаршиликнинг учта қийматида (100 ком, 50 ком, 25 ком) транзистор чиқиш характеристикаларини ўрганамиз.

Назорат саволлари:

1. Ярим ўтказгичли транзисторга таъриф беринг, унинг ВАХ ва параметрларини келтиринг.
2. Транзисторнинг ишлаш тамойилини айтиб беринг..
3. Умумий эмиттер схемаси билан уланган биполяр транзисторнинг вольт-ампер характеристикаларини кўрсатиб беринг.
4. Умумий эмиттер схемаси билан уланган $n-p-n$ биполяр транзисторнинг чиқиш вольт-ампер характеристикаларини ўрганиш схемасини чизиб беринг.

Лаборатория иши № 9

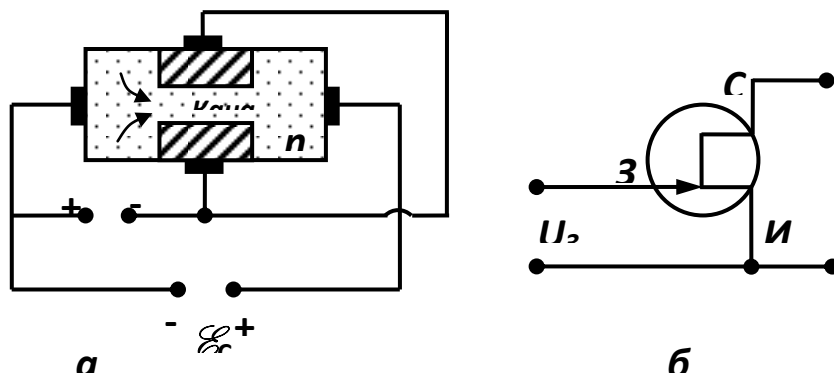
Мултисим дастурида майдон транзисторининг ишлаш принципи ва характеристикаларини ўрганиш.

Ишдан мақсад:

Майдон транзисторининг ишлаш принципи, характеристикалари ва параметрларини ўрганиш. Майдон транзисторининг сток, сток-затвор ва затвор характеристикаларини олиш, бу характеристикалар асосида транзисторнинг асосий параметрларини аниқлаш: узилиш (отсечка) кучланиши, тўйиниш кучланиши, максимал тиккалик (крутизна), затвор занжиридаги қаршилик утечкаси.

Ишнинг қисқача назарияси

Майдон(униполяр) транзисторида ток катталиги электронлар ёки коваклар ҳисобига ҳосил қилинади. Биполяр транзисторларда эса ток икки хил: электронлар ва коваклар ҳисобига ҳосил қилинади. Майдон транзистор-ларида токни бошқариш электр майдони ёрдамида амалга оширилади. Майдон транзисторининг тузилиши ва электр схемага уланиши 1а-расмда келтирилган. Майдон транзисторларининг радиосхемада белгиланиши 1.б-расмда кўрсатилган.



1-расм.

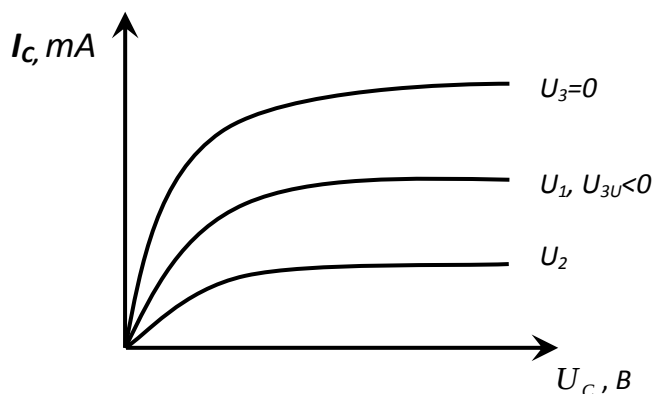
1а-расмда чап томондаги электрод оқим бошланиши – исток деб, ўнгдаги электрод эса оқим қуйилиши – сток деб, ўртадаги бошқарувчи электрод затвор деб аталади. Исток билан сток оралигидаги қатлам канал деб юритилади. Майдон транзисторининг тузилиши 1а-расмда кўрсатилган. Расмда n каналнинг ён сиртига p -типли ярим ўтказгич қатлами ҳосил қилинган бўлиб, у затвор дейилади. Затвор билан канал орасида p - n ўтиш ҳосил бўлади.

Транзистор учта электроддан ташкил топган: -И- исток, С- сток ва З- затвор. Одатда исток корпусга (ерга) уланади. Затворга истокка нисбатан мусбат кучланиш берилади. Стокка ҳам истокка нисбатан кучланиш берилади. Бу кучланиш канал (ярим

ўтказгич)турига қараб мусбат ёки манфий бўлиши мумкин. Масалан, р-типдаги каналли транзисторда стокка манфий кучланиш берилади. Затворга эса затвор канал ўтишини беркитадиган кучла-ниш берилади. Майдон транзисторида чиқиш токи исток сток кучланишига боғлиқ бўлади. Шунингдек сток токи затвор кучланишига ҳам боғлиқ бўлади. Бу кучланиш таъсирида каналнинг кесим юзаси ўзгаради. Каналнинг кесим юзаси камайса унинг қаршилиги ошади. Сток-исток кучланиши каналдаги қатламнинг конфигуриясини ўзгартиради. Шундай қилиб, транзисторнинг чиқиш токи биполяр транзисторлардан фарқли равишда затвор кучланиши билан аниқланади. Бунда затвор токи нолга яқин бўлади. Чунки бу ток р-п ўтишининг тескари токидир.

Транзисторнинг сток- затвор характеристикаси деганда, исток сток кучланиши ўзгармас бўлганда, сток токининг затвор кучланишига боғлиқлигига айтилади. Яъни $I_c = f(U_{зи})$ бунда $U_{иc} = \text{сонст}$

Транзисторнинг сток характеристикаси деб, затвор кучланиши ўзгар-мас бўлганда, сток токининг затвор исток кучланишга айтилади .Яъни $I_c = f(U_{зи})$ бунда $U_{зи} = \text{сонст}$



2-расм.

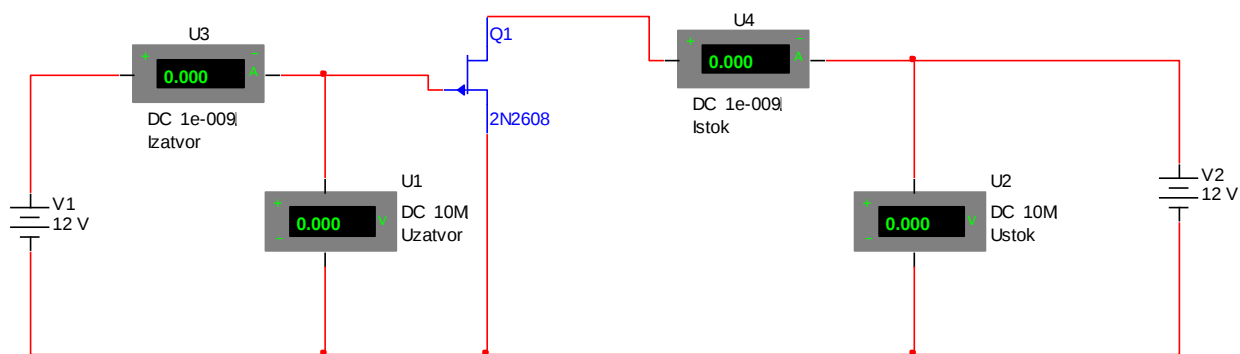
Транзисторнинг сток характеристикаси 2-расмда келтирилган. Майдон транзисторининг асосий параметрларидан бири сток–затвор характеристика-сининг крутизнаси ҳисобланади.

У қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$S = \frac{\Delta I_c}{\Delta U_3} \quad \text{бунда} \quad U_{зи} = \text{сонст}$$

Ишни бажариш тартиби:

1. Лаборатория иши Мултисим дастурида амалга оширилади.
2. 3- расмдаги схемани Мултисим дастурида йиғилсин.
3. Мултисим кутубхонасидан майдон транзистори тури танлаб олинсин, шуни ҳисобга олиш керакки ҳар бир компютерда бу транзистор тури ҳар хил бўлиши керак.



3- расм.. n -каналли майдон транзистори ВАХ ини ва параметрларини ўрганиш схемаси.

4. $U_{зи}$ кучланишнинг учта доимий қийматида I_c ва U_{cu} катталикларнинг қийматлари ҳисоблансин ва қуйидаги жадвалларга киритилсин.

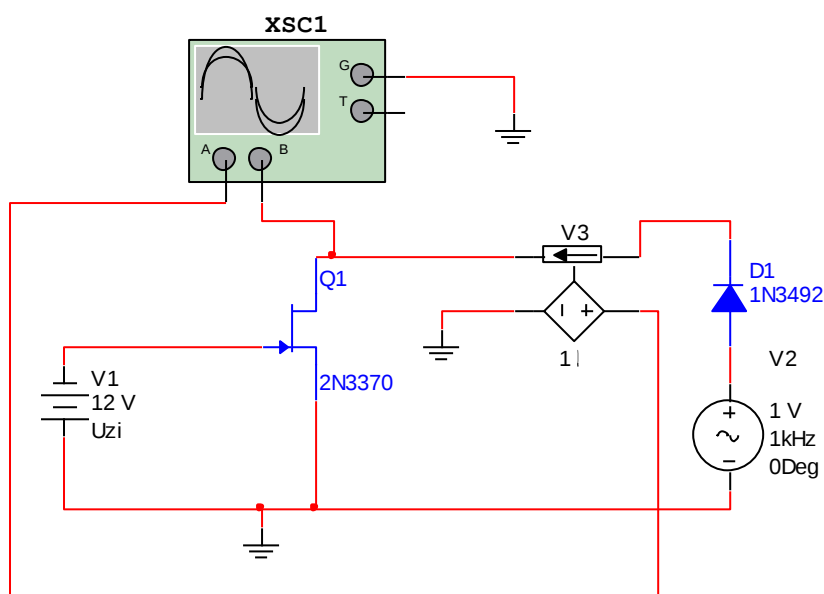
$U_{зи} = \text{const}$ бўлган ҳолатда $I_c = f(U_{cu})$ боғлиқликларнинг графиклари чизилсин.

I_c													$U_{зи}$ =
U_{cu}													

I_c													$U_{зи}$ =
U_{cu}													

I_c													$U_{зи}$ =
U_{cu}													

5. Юқоридаги боғлиқликни осциллограф экранда бевосита кўриш учун қуйидаги схемани йиғиш керак (4- расм).



4- расм. $U_{зи} = \text{const}$ бўлган ҳолатда $I_c = f(U_{cu})$ боғлиқликларнинг графикларини бевосита кузатиш схемаси.

6. Графикларни $U_{зи}$ нинг учта ҳар хил қийматида қайд қилинг.

Назорат саволлари:

1. Ярим ўтказгичли майдон транзисторига таъриф беринг, унинг ВАХ ва параметрларини келтиринг.
2. Транзисторнинг ишлаш тамойилини айтиб беринг.
3. Умумий сток схемаси билан уланган майдон транзисторининг вольт-ампер характеристикаларини кўрсатиб беринг.

КУРС ИШЛАРИ

Фан бўйича курс иши режалаштирилмаган

МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАШҒУЛОТЛАРИ

Мустақил таълимни ташкил этишда муайян фаннинг хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги шакллардан фойдаланиш тавсия этилади ва жорий назорат сифатида баҳоланади:

1) мавзулар бўйича конспект (реферат, такдимот) тайёрлаш. Назарий материални пухта ўзлаштиришга ёрдам берувчи бундай усул ўқув материалига диққатни кўпроқ жалб этишга ёрдам беради. Талаба конспекти турли назорат ишларига тайёргарлик ишларини осонлаштиради, вақтни тежайди;

2) ўқитиш ва назорат қилишнинг автоматлаштирилган тизимлари билан ишлаш. олган билимларини ўзлаштиришлари, турли назорат ишларига тайёргарлик кўришлари учун тавсия этилган электрон манбалар, инновацион дарс лойиҳаси намуналари, ўз-ўзини назорат учун тест топшириқлари в.б;

3) фан бўйича қўшимча адабиётлар билан ишлаш. Мустақил ўрганиш учун берилган мавзулар бўйича талабалар тавсия этилган асосий адабиётлардан ташқари қўшимча ўқув, илмий адабиётлардан фойдаланадилар. Бунда рус ва хорижий тиллардаги адабиётлардан фойдаланиш рағбатлантирилади;

4) ИНТЕРНЕТ тармоғидан фойдаланиш. Фан мавзуларини ўзлаштириш, курс иши, битирув малакавий ишларини ёзишда мавзу бўйича ИНТЕРНЕТ манбаларини топиш, улар билан ишлаш назорат турларининг барчасида қўшимча рейтинг баллари билан рағбатлантирилади;

5) мавзуга оид масалалар, кейс-стадилар ва ўқув лойиҳаларини ишлаб чиқиш ва иштирок этиш;

6) амалиёт турларига асосан материал йиғиш, амалиётдаги мавжуд муаммоларнинг ечимини топиш, ҳисоботлар тайёрлаш;

7) илмий семинар ва анжуманларга тезис ва мақолалар тайёрлаш ва иштирок этиш;

8) мавжуд лаборатория ишларини такомиллаштириш, масофавий (дистансион) таълим асосида машғулотларни ташкил этиш бўйича методик кўрсатмалар тайёрлаш ва ҳ.к.

Янги билимларни мустақил ўрганиш, керакли маълумотларни излаш ва уларни топиш йўллари аниқлаш, Интернет тармоқларидан фойдаланиб маълумотлар тўплаш ва илмий изланишлар олиб бориш, илмий тўғарак доирасида ёки мустақил равишда илмий манбалардан фойдаланиб илмий мақола (тезис) ва маърузалар тайёрлаш кабилар талабаларнинг дарсда олган билимларини чуқурлаштиради, уларнинг мустақил фикрлаш ва ижодий қобилиятини ривожлантиради. Вазифаларини текшириш ва баҳолаш амалий машғулот олиб борувчи ўқитувчи томонидан, конспектларни ва мавзунини ўзлаштиришни маъруза дарсларини олиб борувчи ўқитувчи томонидан ҳар дарсда амалга оширилади.

Мустақил ишни ташкил этиш бўйича услубий кўрсатма ва тавсиялар, кейс-стади, вазиятли масалалар тўплами ишлаб чиқилади. Маъруза мавзулари бўйича амалий топшириқ, кейс-стадилар ечиш услуги ва мустақил ишлаш учун вазифалар белгиланади.

Тавсия этиладиган мустақил таълим мавзулари

1. Диод ва унинг турлари.
2. Транзистор ва унинг схематик тасвири.
3. Конденсатор ва унинг маркировкаси.
4. Актив ва пасив элементлар номланиши
5. Индуктив ғалтагининг занжирдаги жойлашув ҳолати
6. ИМС ҳолатлари ўрганиш
7. Оптик алоқа воситалари
8. Сунъий йўлдош тизимлари

2. ГЛОССАРИЙ

Ажратилган канал	Маълум фойдаланувчилар гуруҳига бириктирилган канал (транкинг тизимларда).
Ажратиш (радиочастота ёки радиочастота канали)	Бир ёки бир неча кўрсатилган давлатларда ёки маълум шароитлардаги географик зоналарда (худудларда) ер сирти ёки космик (коинот) радиоалоқа хизматлари учун уни бир ёки бир неча маъмури йатлар фойдаланиши мақсадида компетент конференция томонидан қабул қилинган мувофиқлаштирилган режада маълум частота каналини ёзиш.
Антенна	Радиотўлқинларни нурлатиш (узатувчи антенна) ва қабул қилиш (қабул қилувчи антенна) учун хизмат қиладиган қурилма. Антенна, горизонтал текисликда радиотўлқинларни барча йўналишда нурлантирган ҳолда, йўналтирилмаган ёки бир йўналишда нурлантириладиган радиотўлқинларнинг интенсивлиги бошқаларидагига қараганда катта бўлганда, йўналтирилган бўлиши мумкин.
Антенна фидери	Антеннага узаткич ёки қабул қилгични улаш учун хизмат қиладиган икки ўтказгичли линии ёки тўлқин ўтказгич.
Базавий (тайанч) стантсийа (БС)	Статсионар қабул қилувчи-узатувчи стантсия. Берилган таянч стантсия хизмат кўрсатадиган зонада жойлашган кўплаб абонент стантсиялари билан радиоканаллар орқали боғланишни таъминлайди. Ҳар бир сота учун мўлжалланган, сотали телефон билан тармоқ ўртасида боғланиш ўрнатадиган ускуналар тўплами қўл-роқларни тақсимлаш ва аутентификатси ёа қилиш, ёаъни абонентни аниқлаш билан шу қўл-ланади.
Базавий (таъанч) стантсийа контроллери	Сотали ёки транкинг алоқа тармоғининг элементи, у бир нечта қабул қилувчи-узатувчи таъанч стантси ёа ишини бош қаради.
Бериш (присвоение) (радиочастота ёки радиочастота канали)	Маъмури йат томонидан қандайдир радиостантси ёага маълум шароитларда радиочастоталар ёки радиочастота каналидан фойдаланишга бериладиган рухсат.
Бир томонлама радиоалоқа	Ахборотнинг узатилиши фақат битта йўналишда амалга ошириладиган алоқа.
Бир частотали симплекс радиоалоқа	Радиостантси ёалар орасидаги алоқа битта частотада амалга ошириладиган симплекс радиоалоқа.
Каналларни ва қўл-йўлча ажратиш билан қўл-стантсион фойдалана олиш	1. Барча абонентларнинг ахбороти битта элтувчи частотада, бироқ, ўртасида химо ёа орқали қлари киритилган турли вақт интерваллари («дарчалар») да узатиладиган фойдалана олиш

(ТДМА)	методи. 2. Д-АМПС (ИС-136) ра қамли сотали ало қа тизими стандартининг йанги номи. 3. ВСАТ тармоғининг иш режими бўлиб, бунда кўп сонли стантси йалар бир вақтнинг ўзида йўлдошли ретрансл йаторнинг умуми й каналига каналлар ва қт бўйича ажратилган режимда динамик фойдалана олишга рухсат оладилар.
Вокодека	Товуш сигналини кодлаш ва декодлаш ускунаси.
Детсиметрли қинлар (ДМТ)	тўл 300 МГцс дан 3000 МГцс гача частоталар диапазони. 0,1 дан 1 м гача тўл қин узунликлари диапазони. Бош қача номи У ЮЧ (ингл. $U\chi\Phi$).
Дуплексли радиоалоқа	Бир вақтда қабул қилиш билан узатиш амалга ошириладиган икки томонлама радиоалоқа.
Ер сирти радиоалоқаси	Космик (коинот) радиоалоқа ва радиоастрономи йадан ташқари барча радиоалоқа.
Икки томонлама радиоалоқа	Икки пунктлар орасидаги (уларнинг ҳар бирида узаткич ва қабул қилгич жо йлашган) ҳар иккала йўналишларда қабул қилиш ва узатиш амалга ошириладиган радиоалоқа.
Икки частотали симплекс радиоалоқа	Радиостантси йалар орасидаги алоқа турли частоталарда амалга ошириладиган симплекс радиоалоқа.
Йўналтирилган антенна	Нурланиш интенсивлиги йўналишларнинг бирида бош қа йўналишларга нисбатан каттароқ бўлган антенна. Бунда й антенналар кўпинча, симсиз регионал ва глобал тармоқлар тизимларида қўлланилади. Антеннанинг йўналганлиги ҳисобига унинг таъсир доираси бир йўналишда ошади, бош қа йўналишларда қама йади.
Ишчи радиочастоталар диапазони	Чегараларида радиостантси йанинг ишлаши таъминладиган частоталар полосаси.
Ишчи радиочастоталар тўри	Маълум ишчи радиочастоталар интерваллари орқали келадиган йўналиш частоталар.
Ишчи радиочастоталар тўри қадами	Ишчи частоталар тўрига кирадиган ишчи радиочастоталар қўшни дискрет қийматлари орасидаги фарқ.
Ишчи частота	Радиостантси йа бир ёки бир неча бош қа стантси йаларга

	ахборотларни узатадиган элтувчи частотанинг аниқ номинали.
Каналлар фарқи (разнос)	Маълум радиоканаллар гуруҳида икки қўшни характерли частоталар орасида частота бўйича фарқ.
Каналларни сканлаш	Алоқа каналлари ҳолатини, уларнинг ахборотни узатишга ёроқчилиги нуқтаи назаридан, текшириш протоколлари. Бунда, одатда, қабул қилгичнинг киришида мавжуд бўлган шовқинлар даражаси ўлчанади ёки жориё сигнал/ҳалақит нисбати аниқланади.
Кластер	1. Маълум белгилар тўпламига эга бўлган алоқа объектлар гуруҳи. 2. ЎА қин жоёлашган бир нечта ёчеёқа (сота) дан иборат гуруҳ, унинг ичида, одатда, ажратилган частоталар ресурсининг барчаси ишлатилади ва ўзаро ҳалақитларнинг рухсат этилган даражадан ортиб кетиши туфайли частоталарни қаёта ишлатишга ёўлқўёйилмаёйди. Кластернинг ўлчами $H = u^2 + u\kappa + \kappa^2$ формула бўйича аниқланади, бунда u ва κ – бутун сонлар. Келтирилган формуладан, кластер фақат маълум миқдордаги, масалан, 1, 3, 4, 7, 9, 12 га тенг ёчеёқа (сота)ларга эга бўлиши мумкинлиги кўринади.
Кодлаш	Дастлабки ахборотни кодланган шаклга ўзгартириш жараёни.
Конвенционал (оддий) радиоалоқа режими	Частота ёи модул ёатси ёа ва ишчи каналга бириктирилган частоталардан фойдаланишга асосланган алоқа режими. Кўпинча аналог радиостантсиёалар билан ишлашда қўлланилади.
Контекст	LTE/SAE тармоқлари нинг тугунлари орасида бошқарув хизмат ахборотлари.
Контент	(ингл. <i>Сонтент</i> –мавжуд)-ахборот ресурсини исталган ахборот қиёматли (значимое) тўлдирилиши.
Қабул қилгич (радио қабул қилгич)	Антеннага уланган ва радио қабул қилиш учун хизмат қиладиган.
Қабулловчи-узатувчи радиостантсийа	Умумиёи элементли, кўпинча умумиёи антеннали радиоузаткич ва радио қабул қилгич бирлиги.
Қамраш зонаси (ҳудуди) (ер сирти қабул қилиш стантсиёаси)	Чегараларида маълум техник шароитларда бир ёки бир неча узатиш стантсиёалари орасида радиоалоқа ўрнатилиши мумкин бўлган мазкур хизмат узатиш стантсиёаси ва маълум частотага боғлиқ зона (ҳудуд).
Қоплаш зонаси (ҳудуди) (ер сирти)	Чегараларида маълум техник шароитларда бир ёки бир неча қабул қилиш стантсиёалари орасида радиоалоқа ўрнатилиши мумкин бўлган мазкур хизмат узатиш стантсиёаси ва маълум

узатиш стантси йаси)	частотага боғлиқ зона (худуд).
Қўшни канал	Ишчи частотанинг ёнида жойлашган ва ундан частоталар тўри қадамига (масалан, 25кГц) қаррали қилинган канал.
Маълумотлар базаси	Лойиҳалаш учун керакли воситалар сақланадиган компьютер хотирасидаги жой
Макросота	Одатда, радиуси 1 км дан то 35 км гача бўлган худудни ўз ичига олувчи сотали алоқа тармоғининг хизмат кўрсатиш соҳаси. Бир нечта микро ва пикосоталардан иборат бўлиши мумкин. Микросота чегарасида бир ва қандайдиган битта қилинган хизмат кўрсатадиган, иккита ёки ундан ортиқ параллел бўлганини сақлаб туриш имкони йати таъминланади.
Мантиқий канал	Турли тармоқ даражаларининг тенг ҳуқуқли объектлари орасидаги канал. Бунда й каналнинг структураси ва бажарадиган функциялари узатиладиган ахборот тури билан аниқланади: хизмат қилувчи ва истеъмолчи (фойдаланувчи). Барча мантиқий каналлар икки гуруҳга ажратилади: бош қариш ва трафик каналлари. Каналнинг номланишини шакллантиришда, одатда, гуруҳнинг махсус характеристикасини (белгиларини) билдирувчи дастлабки ҳарфлардан фойдаланилади, кейинги иккита ҳарф эса, ҳамиша Ч бўлиб, улар канални англатади, масалан, <i>BCCH, PCH</i> ва бошқалар.
Маъмури йат	Айни бир давлат алоқа маъмурияти (ростловчи).
Микросота	Таъдқиқ қилинадиган худудларда секин ҳаракатланадиган абонентларга (одатда улар пийдалар ёки шаҳар кўчаларидаги автомобиллар) сизимни таъминлайдиган сотали алоқа тармоғи иерархик тузилмаси турларидан биридир.
Моделлаштириш	Радиоқурилмаларни ва уларда кечадиган жараёнларни турлича текшириш учун аналогини яратиш
Номинал қувват	Стандартлар ёки техник шартлар томонидан ўрнатилган ишлатиш шароитларида берилган диапазонда мослаштирилган юкламада ўлчанадиган қувват.
Очиқ стандарт	Турли ишлаб чиқарувчиларнинг ускуналари ва турли телекоммуникатсия компаниялари тармоқларининг мослашувини таъминлайдиган умумий эфир қилинган интерфейс ва протоколлардан фойдаланувчи стандарт. Бунда й стандарт нашр қилинади ва эркин тарқатилади.
Пикосота	Сотали алоқа тизимидаги, таъсир доираси жуда кичик (10-100 м) бўлган, хизмат кўрсатиш соҳаси. Пикосота аҳоли зичлиги юқори бўлган ерларда, масалан, йирик супермаркетда, офис ва бошқаларда вужудга келтирилади.

Радиоало қа	Радиот ўл қинлар ор қали амалга ошириладиган электр ало қа.
Радиоало қа канали	Икки томонлама ало қа канали орали ғи.
Радио қабуллаш ўликзонаси (худуди)	Сигналарини қабул қилиш б ўлма йдиган радиоузаткич атрофидаги зона (худуд).
Радиорелели алоқа	Детсиметрли ва йанада қис қа радиот ўл қинларда радиосигналларни ретрансл йатси йа қилишга асосланган ер сирти радиоало қаси.
Радиостантсийа	Электромагнит т ўл қинларни 3 кҲз дан 300 ГҲз б ўлган частоталар диапазолида нурлантирадиган ва қабул қила оладиган қабул қилувчи-узатувчи қурилма. Агар радиостантси йада узаткич б ўлмаса, атама эквивалент маънодоши – қабул қилгич билан алмаштирилади.
Радиотизимнинг ҳала қитбардош-лиги	Радио тизимнинг радио ҳала қитларнинг таъсирига қарши тура олиш қобили йати.
Радиочастота спектри (РЧС)	Уч минг гигагертс интервалдан пастда шартли қабул қилинган радиочастоталар.
Радиочастота спектри фойдаланувчиси	Радио электрон воситалар ва ю қори частотали ускуналарни ишлатишга ва радиочастоталардан фо йдаланишга мос радиочастота органидан рухсатга эга б ўлган юридик ёки жисмони й шахс.
Радиочастотвий орган	Ажратилган радиочастоталар чегараларида радиочастота спектридан фо йдаланишни ростлаш б ў йича қонунга мос ваколатли давлат органи
Сигнал/шов қин нисбати (ингл. <i>CNR</i>)	1. Маълум ва қт давомида қабул қилгичнинг белгиланган ну қтасида, масалан, демодул йаторнинг киришида, ўлчанган фо йдали сигнал қувватининг аддитив шов қиннинг спектрал зичлигига нисбати. 2. Маълум ва қт давомида қабул қилгичнинг белгиланган ну қтасида ўлчанган фо йдали сигнал кучланишининг шов қин кучланишига нисбати. Ҳар икки ҳолатда ҳам сигнал/шов қин нисбати детсибелларда ифодаланади, биро қ уни ани қлаш па йтида шов қин турини ани қ тафовутлаш лозим. Жумладан, агар шов қин импул сли б ўлса, унинг ч ў қ қи қи ймати, агар шов қин тасодифи й б ўлса, унинг ўртача квадратик қи ймати ҳисобга олинади.
Симплекс радиоалоқа	Ҳар бир радиостантси йада узатиш ва қабул қилиш навбатма-навбат амалга ошириладиган амалга ошириладиган икки томонлама радиоало қа.

Симулкаст	А йни бир хабарни бир ва ктда бир неча ретрансл йатсион стантси йаларнинг мувофи қлаштирилган узатиши (ингл. <i>Симулкаст</i>).
Слот	Ва қт орали ғи (ингл. <i>Слот</i> ёки <i>Time Slot</i>).
Сота	Битта базави й стантси йа қопла йдиган географик зона (худуд).
Сотали тизим	Бир нечта қабул қилувчи-узатувчи та йанч стантси йа ва мобил терминаллар жо йлаштирилган қоплаш зоналари (йаче йкалар)дан иборат ало қа тизими. Абонент бир йаче йкадан бош қасига ўтганда, у автоматик равишда, а йни дамда ало қа сифати энг йахши б ўлган бош қа бир, йа қинро қдаги та йанч стантси йага уланади. Барча та йанч стантси йалар бир-бири билан бо ғланган, бу эса ҳар қанда й абонент жуфтлиги ўртасида ало қани ташкил этиш имконини беради. Бундан таш қари, ҳар бир ТС умуи й фо йдаланиш тармо ғига уланган б ўлиб, ҳам қирувчи, ҳам чи қувчи қ ўн ғиро қларни таъминла йди. Конвентсиал ва транкинг тизимлардан фар қли ўларо қ, сотали ало қа, биринчи навбатда, дуплекс режимда шахси й ало қани таъминлаш учун м ўлжалланган.
Ёйилган қабул қилиш	Натижави й сигнал қабул қилинадиган ўша бир ахборотни таши йдиган, лекин бир-бирларидан частота, пол йаризатси йа (кутбланиш) ёки антенналарнинг й ўналтирилганлиги каби характеристикалари билан фар қланадиган турли радиотрассалар ёки турли узатиш каналлари б ў йича келадиган бир неча радиосигналлардан олинадиган усул.
Тақсимлаш (частоталар полосаси)	Ундан маълум шароитларда бир ёки бир неча ер сирти ва космик (коинот) радиоало қа хизматлари ёки радиоастрономик хизматлар фо йдаланиши ма қсадида қанда йдир маълум радиочастота полосасини Частоталарни та қсимлаш жадвалига ёзиш.
Техник воситаларнинг электромагнит мослашувчанлиги (ЭММ)	Техник ускунанинг берилган электромагнит ҳолатда берилган сифатда шаклланиши қобили йати ва бош қа техник воситаларга рухсат этилма йдиган электромагнит ҳала қитларни ҳосил қилмаслиги.
Транкинг	Абонент с ўровига мувофи қ та қдим этиладиган, б ўш каналларни та қсимлашнинг автоматик методи; бунда ҳар бир терминал ажратилган диапазоннинг бир нечта қа йд этилган частоталаридан исталган бирида ишлаши мумкин.
Транкинг тизими	Радиал-узелли структура ва хизмат к ўрсатиш зонасида нисбатан камро қ ҳажмли (одатда, $(1-2) \text{ Эрл/км}^2$ дан орти қ б ўлмаган) трафикка эга б ўлган профессионал радиоало қа тизими. Гуру ҳли ча қирувни таъминлаш имкони йати ва бо ғланиш ўрнатилишининг ю қори тезқорлиги (250 мс гача), шунингдек,

	йарим дуплекс режимда ишлаш – транкинг тизимларига хос белгилардир. Умуми й фо йдаланишдаги телефон тармо ғига (УФТф) чи қиш билан дуплекс режимни са қлаб туриш тизимнинг зарур функтси йаси ҳисобланма йди.
Трафик	Ва қт бирлиги ичида узатиладиган ахборотнинг жами ҳажми. Трафикнинг ўртача интенсивлиги, одатда, эрлангларда ўлчанади.
Узатиш	Мос қабул қилиш воситалари эга бўлган ва радио ёки кабел тармо қлари ор қали амалга ошириладиган к ўп сонли фо йдаланувчилар учун м ўлжалланган бир томонлама телекоммуникатси йалар тури.
Узаткич	Ҳаракатдаги хизматларда қ ўлланиладиган ва селектив ча қирув (рус. <i>позывно й</i>) сигналлари ёки бош қариш сигналлари билан бирга маълумотлар ва нут қ учун товуш частотаси сигналларини частота, фаза, амплитуда ёки импул с бўйича модул йатси йаланадиган радиочастота сигналларига ўзгартириш учун м ўлжалланган ускуна.
Ўтра юқори частоталар (Ў ЮЧ)	300МГцс дан 3000МГцс гача частоталар диапазони (ингл. <i>УХФ</i>).
Ўта юқори частоталар (Ў ЮЧ)	30МГцс дан 300МГцс гача частоталар диапазони. 1...10м т ўл кин узунликлари (ингл. <i>ВХФ</i>).
Ўтказиш қобилияти (алоқа каналининг)	Ало қа канали бўйича энг катта ахборотларни узатиш тезлиги. Секундига узатиладиган иккилик символлар битлар сони билан ўлчанади.
Ўтказиш полосасининг номинал кенглиги	Частотави й каналлар ораларидаги ҳимо йа оралли қларини ўз ичига оладиган частоталар полосасининг йи ғинди кенглиги.
Фемтосота (ингл. Фемтоселл)	Унча катта бўлмаган ҳудудга (битта офис ёки квартира) хизмат к ўрсатиш учун м ўлжалланган кичик қувватли ва миниат юрали (кичкина) сотали ало қа стантси йаси. Фо йдаланувчига ўтказилган ало қа канали ор қали сотали оператор тармо ғига уланади, одатда 2 дан 5 тагача телефонларни қ ўллаб- қувватла йди.
Фидер	Унинг ёрдамида радиочастота энерги йаси радиоузаткичдан антеннага ёки антеннадан радио қабул қилгичга узатиладиган электр занжир ва ёрдамчи ускуналар.
Хал қаро телекоммуни-катси йа иттифо қи (ХТИ)	Хал қаро ҳукуматлараро ташкилот. ХТИ Парижда 1865 йилнинг 17 ма йида 22 та давлат томонидан таъсис этилган. 1947 йилдан БМТ нинг махсуслаштирилган ташкилоти (учреждени йа) ҳисобланади. 180 тадан орти қ давлатлар ХТИ аъзоси ҳисобланади. ХТИ давлатлар орасида РЧС ни та қсимлашни ва ажратилган частоталарни р ў йхатга олишни, турли давлатлар

	радиостантси йаларининг ишлашида ҳала қитларни й ў қотиш б ў йича чораларни ва бош қаларни амалга оширади
Ҳала қитлар	Симсиз тармо қлар ишини бузадиган ва уларнинг самарадорлигини паса йтирадиган, нома қ-бул сигналлар.
Ҳаракатдаги хизматлар	Ҳаракатдаги ва қуру қликдаги стантси йалар орасида ёки ҳаракатдаги стантси йалар орасида радиоало қа хизмати.
Частота б ў йича ажратиш билан дуплексли узатиш	Ало қа лини йасининг иш режими, унда узатиш ва қабул қилиш частоталари маълум ва қт ҳимо йа орали ғи билан ажратилган турли частоталар полосаларида жо йлашади. Масалан, ТДМА/ФДД режимида та йанч стантси йа бир ва қтда ҳар бирига ўз ва қт интервали ажратиб берилган Н та абонентлар билан ало қа ўрнатиши мумкин.
Частоталарнинг такроран ишлатилиши	Хизмат к ўрсатишнинг турли зоналарида, а йнан бир частотани қа йта ишлатишга асосланган, ало қани ташкил этиш методи. Частотаи й- ҳудуди й режалаштиришда частоталарнинг такроран ишлатилиши, частота каналлари чекланган тармо қлар ўтказиш қобили йатини оширишга имкон беради.
Частоталар полосаси	Иккита маълум чекла йдиган частоталар орасида жо йлашган узлуксиз частоталар полосаси.
Частоталар полосаси кенглиги	Частоталар полосасининг ю қори ва пастки чегаралари орасидаги фар қ.
Частоталар ўтказиш полосаси	Сигналнинг шакли сезиларсиз бузилишли узатилишини таъминлаш учун масалан, радиотехник ускунанинг амплитуда-частотаи й характеристикаси унинг чегараларида етарлича бир текис б ўладиган частоталар диапазони. Частоталар ўтказиш полосасининг асоси й параметрлари: частоталар ўтказиш полосасининг чегараларида полосанинг кенглиги ва амплитуда-частотаи й характеристикасининг нотекислиги.
Элтувчи частота	Ахборотларни узатиш ма қсадида сигналлар билан модул йатси йаланган гармоник тебранишлар частотаси. Модул йатси йаланган сигналлар гармоник ҳисобланма йди ва уларнинг спектри элтувчи частотадан таш қари ён частоталарга эга б ўлади. Фа қат ён частоталар тебранишлари узатиладиган сигналларга эга б ўлади.
Юқори частоталар (ЮЧ)	3 МГцс дн 30 МГцс гача частоталар диапазони. 10 дан 100 м гача т ўл кин узунликлари диапазони (ингл. $X\Phi$).
Юқори частотали ускуналар (ЮЧУ)	Улардан радиот ўл қинларни узатиш ва қабул қилишда фо йдаланмасдан саноат, илми й, тибби ёт, маиши й ёки бош қа ма қсадлар учун радиочастотаи й энерги йани генератси йалаш ва фо йдаланиш учун м ўлжалланган ускуналар ва асбоблар.
Ярим дуплекс	Ало қа икки й ўналишининг ҳар бирида хабарларни галма-гал

радиоало қа	узатиш билан ахборот алмашиниш.
-------------	---------------------------------

ILOVALAR

Fan dasturi



Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2017 йил "14" 08 даги "603"-сонли буйруғининг 2-илоvasи билан фан дастури рўйхати тасдиқланган.

Фан дастури Олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълими йўналишлари бўйича Ўқув-услубий бирлашмалар фаолиятига Мувофиқлаштирувчи Кенгашининг 2017 йил "18" 08 даги _____ - сонли баёъномаси билан маъқулланган.

Фан дастури Тошкент давлат техника университетида ишлаб чиқилди.

Тутувчилар:

Арипова М.Х.-ТДТУ, «Радиотехник қурилмалар ва тизимлар» кафедраси катта ўқитувчиси;

Зияев Г.М. - «Радиосалоҳ, радиозичитириш ва телевидение» маркази директори.

Такризчилар:

Назаров А.М.-ТДТУ, «Радиотехник қурилмалар ва тизимлар» кафедраси мудир т.ф.д.;

Абдумажидов А.А.- «ZANGORI EKRAN» маъсулияти чекланган жамият раиси.

Фан дастури Тошкент давлат техника университети Кенгашида кўриб чиқилган ва тасдиқланган (2017 йил "___" _____ даги _____ - сонли баёънома).

1. Фаннинг олий таълимдаги ўрни ҳамда мақсади ва вазифалари

Ишлаб чиқаришнинг турли соҳаларида фаолият олиб бораётган бакалавриатурани битирган мутахассислар ўз соҳаларида ҳозирги замон радиоэлектроника асосларини, радиотўлқинларнинг тарқалиш назарияси, радиоэлементлар ва радиосистемалар ва уларни ташкил этувчи таркибий қисмлари ҳақидаги маълумотларни билишлари шарт. Шунинг учун ҳам бу фан долзарбдир.

Фанни ўқитишдан мақсад – талабаларга замонавий радиоэлектрон қурилмаларнинг ишлаш усуллари бўйича билимларнинг назарий асосларини, асосий тушунчалари ва категорияларини, қонунлар ва тамойилларини ўргатиш ҳамда уларни амалда татбиқ этиш кўникмасини ҳосил қилиш.

Фанни вазифаси - талабаларни назарий билимлар, радиотехник системалар, радио узатувчи ва қабул қилувчи қурилмалар, уларнинг таркибий қисмларининг ишлаш усуллари билан таништиришдан, турли диапазондаги радиотўлқинларни тарқалиши бўйича маълумотлар беришдан, уларга миллий истиқлол ғояси ва миллий мафкуранинг асосий қоидаларини, ишлаб чиқариш жараёнида татбиқ этилишини сингдириш.

“Радиоэлектроника асослари” ўқув фанини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида талаба:

- радиоэлектроника соҳасининг ривожланиши тўғрисида ***тасаввурга эга бўлиши***;
- фаннинг назарияси асосларини; амал қилиши ва ривожланиши қонуниятларини; радиосигналларнинг тарқалиш хусусиятларини ***билиши***;
- қабул қилувчи ва узатувчи қурилмаларни асосий принциплари ва структура схемаларини яратиш ***кўникмаларига эга бўлиши***;
- радиоэлементлар, телевизион системалар асосий параметрларини ва ишлаш режимларини аниқлаш ***малакаларига эга бўлиши керак***.

2. Асосий назарий қисм

2.1. Маъруза машғулотлари.

1-модуль. Фаннинг предмети

1-мавзу. “Радиоэлектроника асослари” фанига кириш.

Фаннинг соҳа бўйича бакалаврлар тайёрлашдаги ўрни ва асосий

вазифалари Радиотўлқинлар ва уларнинг асосий вазифалари.

2-мавзу. Фаннинг предмети ва услублари.

Радиоэлектроника асослари фанининг мазмуни, предмети, ўқитиш мақсади ва услублари.

2-модуль. Симсиз алоқа системалари

3-мавзу. Симсиз алоқа системаларининг ишлаш жараёнлари.

Симсиз алоқа системаларининг ишлаш жараёнлари ҳақида умумий маълумотлар

4-мавзу. Антенналар.

Антенналар, уларнинг турлари, вазифаси ва қўлланилиши.

5-мавзу. Рақамли радиоқурилмалари антенналари.

Рақамли радиоқурилмалари антенналари ҳақида умумий маълумотлар.

3-модуль. Радиоэлементлар

6-мавзу. Радиоэлементлар.

Радиоэлементлар ва уларнинг турлари, ишлаш тамойиллари.

7-мавзу. Электрон асбоблар.

Ярим ўтказгичли асбоблар. Дiod, унинг иш усули ва турлари.

8-мавзу. Транзисторлар.

Транзисторларларни ишлаш усули, турлари, схемага уланиши.

9-мавзу. Стабилитрон.

Параметрик ва компенсацион стабилизаторлар.

10-мавзу. Электрон кучайтиргичлар.

Электрон кучайтиргичлар, уларни ҳосил қилиш ҳақида умумий маълумотлар.

11-мавзу. Бир каскадли ва кўп каскадли кучайтиргичлар.

Бир каскадли ва кўп каскадли кучайтиргичлар, схемалари ишлаш тамойиллари.

4-модуль. Радиоалоқа системалари

12-мавзу. Радиоалоқа системалари.

Радиоалоқа системалари ҳақида умумий маълумотлар.

13-мавзу. Радиосигналларни узатувчи қурилмалар.

Радиосигналларни узатувчи қурилмалар ва радиосигналлар тўғрисида умумий тушунчалар.

14-мавзу. Рақамли модуляция ва демодуляция.

Рақамли модуляция ва демодуляция қилиш ҳақида умумий маълумотлар.

15-мавзу. Радиоқабул қилувчи қурилмалар.

Радиоқабул қилувчи қурилмаларнинг структура схемаси ва турлари.

16-мавзу. Телевизион системалар.

ТС структура схемаси, видикон. Телевизион сигнал.

5-модуль. Ер сунъий йўлдоши ёрдамида радиоалоқа

17-мавзу. Ер сунъий йўлдоши ёрдамида радиоалоқа.

Ер сунъий йўлдоши ёрдамида радиоалоқа қилиш. Ретрансляторлар. Радиолокацияли, радионавигацияли, радиотелеметрик системалар.

18-мавзу. Оптик диапазон радиоалоқа системалари.

Оптик диапазон радиоалоқа системалари ҳақида умумий маълумотлар.

2.1. Амалий машғулотлар бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Амалий машғулотларини ўтказишда қуйидаги дидактик тамойилларга амал қилинади:

амалий машғулотларининг мақсадини аниқ белгилаб олиш;

ўқитувчининг инновацион педагогик фаолияти бўйича билимларни чуқурлаштириш имкониятларига талабаларда қизиқиш уйғотиш;

талабада натижани мустақил равишда қўлга киритиш имкониятини таъминлаш;

талабани назарий-методик жиҳатдан тайёрлаш;

амалий машғулотлари нафақат аниқ мавзу бўйича билимларни яқунлаш, балки талабаларни тарбиялаш манбаи ҳамдир.

Амалий машғулотларнинг тахминий рўйхати

1. Пассив ва актив радиоэлементлар параметрларини аниқлаш.
2. Ўлчаш асбоблари тузилиши ва ишлаш тамойиллари билан танишиш.
3. Таъминлаш манбалари.
4. Автогенератор ишлашини ўрганиш.
5. Стабилизаторлар ишлашини ўрганиш.
6. Кучайтиргичлар схемасини ўрганиш ва содда кучайтиргични йиғиш.
7. Радиоузатувчи қурилманинг структура ва принципиал схемасини ўрганиш.
8. Тўғридан-тўғри кучайтиргичли приёмник схемасини ўрганиш.
9. Супергетеродин приёмнигини схемасини ўрганиш.
10. Антенналар ва уларни ташкил этиш ва параметрларини ўлчаш
11. Радиоэлементлар ва уларнинг параметрларини ўлчаш.
12. Бир каскадли кучайтиргич схемасини йиғиш.

2.2. Лаборатория ишлари бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Ўқув режасида лаборатория ишлари режалаштирилмаган.

2.3. Курс лойиҳаси (иши) бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Ўқув режасида лаборатория ишлари режалаштирилмаган.

2.4 . Мустақил ишлар бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Мустақил таълимни ташкил этишда муайян фаннинг хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги шакллардан фойдаланиш тавсия этилади ва жорий назорат сифатида баҳоланади:

9) мавзулар бўйича конспект (реферат, такдимот) тайёрлаш. Назарий материални пухта ўзлаштиришга ёрдам берувчи бундай усул ўқув материалига диққатни кўпроқ жалб этишга ёрдам беради. Талаба конспекти турли назорат ишларига тайёргарлик ишларини осонлаштиради, вақтни тежайди;

10) ўқитиш ва назорат қилишнинг автоматлаштирилган тизимлари билан ишлаш. олган билимларини ўзлаштиришлари, турли назорат ишларига тайёргарлик кўришлари учун тавсия этилган электрон манбалар, инновацион дарс лойиҳаси намуналари, ўз-ўзини назорат учун тест топшириқлари в.б;

11) фан бўйича қўшимча адабиётлар билан ишлаш. Мустақил ўрганиш учун берилган мавзулар бўйича талабалар тавсия этилган асосий адабиётлардан ташқари қўшимча ўқув, илмий адабиётлардан фойдаланадилар. Бунда рус ва хорижий тиллардаги адабиётлардан фойдаланиш

рағбатлантирилади;

12) ИНТЕРНЕТ тармоғидан фойдаланиш. Фан мавзуларини ўзлаштириш, курс иши, битирув малакавий ишларини ёзишда мавзу бўйича ИНТЕРНЕТ манбаларини топиш, улар билан ишлаш назорат турларининг барчасида қўшимча рейтинг баллари билан рағбатлантирилади;

13) мавзуга оид масалалар, кейс-стадилар ва ўқув лойиҳаларини ишлаб чиқиш ва иштирок этиш;

14) амалиёт турларига асосан материал йиғиш, амалиётдаги мавжуд муаммоларнинг ечимини топиш, ҳисоботлар тайёрлаш;

15) илмий семинар ва анжуманларга тезис ва мақолалар тайёрлаш ва иштирок этиш;

16) мавжуд лаборатория ишларини такомиллаштириш, масофавий (дистанцион) таълим асосида машғулотларни ташкил этиш бўйича методик кўрсатмалар тайёрлаш ва ҳ.к.

Янги билимларни мустақил ўрганиш, керакли маълумотларни излаш ва уларни топиш йўллари аниқлаш, Интернет тармоқларидан фойдаланиб маълумотлар тўплаш ва илмий изланишлар олиб бориш, илмий тўғарак доирасида ёки мустақил равишда илмий манбалардан фойдаланиб илмий мақола (тезис) ва маърузалар тайёрлаш кабилар талабаларнинг дарсда олган билимларини чуқурлаштиради, уларнинг мустақил фикрлаш ва ижодий қобилиятини ривожлантиради. Вазифаларини текшириш ва баҳолаш амалий машғулот олиб боровчи ўқитувчи томонидан, конспектларни ва мавзунини ўзлаштиришни маъруза дарсларини олиб боровчи ўқитувчи томонидан ҳар дарсда амалга оширилади.

Мустақил ишни ташкил этиш бўйича услубий кўрсатма ва тавсиялар, кейс-стади, вазиятли масалалар тўплами ишлаб чиқилади. Маъруза мавзулари бўйича амалий топшириқ, кейс-стадилар ечиш услуби ва мустақил ишлаш учун вазифалар белгиланади.

Тавсия этиладиган мустақил таълим мавзулари

1. Диод ва унинг турлари.
2. Транзистор ва унинг схематик тасвири.
3. Конденсатор ва унинг маркировкаси.
4. Актив ва пассив элементлар номланиши
5. Индуктив ғалтагининг занжирдаги жойлашув ҳолати
6. ИМС ҳолатлари ўрганиш
7. Оптик алоқа воситалари
8. Сунъий йўлдош тизимлари

3. Ўқув-услубий ва ахборот таъминоти

3.1 Асосий адабиётлар

- 1 John Wiley & Sons. Radio-frequency and microwave communication circuitss.Inc. Hoboken New Jersey, 2014.
- 2 A.Goldsmith. Wireless communications.-Stanford University, 2004.
- 3 3. B.P.Lathi, Zhi Ding. Modern digital and analog communication systems.- New York: Oxford University press, 2009.
- 4 4. John Wiley & Sons. Antenna Design for Mobile Devices. Pte Ltd. Published 2011.
- 5 Abduazizov A.A. Elektr aloqa nazariyasi. Darslik. – T.: «Fan va texnologiya», 2011.- 416 b.

3.2. Қўшимча адабиётлар

1. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президентининг лавозимида киришиш тантанали маросимида бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқи. –Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2016. – 56 б.
2. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш – юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза 2016 йил 7 декабрь. – Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2016. – 48 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. - Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2017. – 488 б.
4. Ўзбекистон Республкасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида. - Т.:2017 йил 7 февраль, ПФ-4947-сонли Фармони.
6. Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники. М.: Высшая школа, 2009.
7. Петров И.В. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника. СПб. Изд. Питер, 2004.
8. Бобровников С.Ю. Электроника. СПб. Изд. Питер, 2004 г.

3.3 Электрон ресурслар

1. www.gov.uz – Ўзбекистон Республикаси ҳукумат портали.
2. www.lex.uz – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси.
3. [www. Radio.ru](http://www.Radio.ru)
4. www. Electronic.ru
5. www.radiotech.bu.ru

ЎЗБЕКИСТОН RESPUBLIKASI OLIY VA ЎРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ЖИЗЗАХ ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

Ўқув-услубий бўлим томонидан
рўйхатга олинди

№ БД-5350700

2018 й. «29» 08



РАДИОЭЛЕКТРОНИКА АСОСЛАРИ

Билим соҳаси: 300000 - Ишлаб чиқариш-техник соҳа.

Таълим соҳаси: 350000—Алоқа ва ахборотлаштириш,
телекоммуникация технологиялари.

Таълим йўналиши: 5350700 – Радиоэлектрон қурилмалар ва
тизимлар (тармоқлар бўйича)

ЖИЗЗАХ–2018

Фаннинг ишчи ўқув дастури ўқув, ишчи ўқув режа ва ўқув дастурига мувофиқ ишлаб чиқилди.

Тузувчилар:



Катга ўқитувчи Суярова М.Х.
Асс. Мустафоев А. И.

Такризчилар:

Доцент:

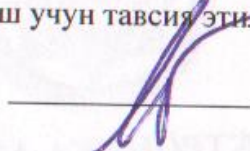
Мустафокулов А.А.

Доцент:

Раббимов Э.А.

Фаннинг ишчи ўқув дастури “Радиоэлектроника” кафедрасининг 2018 йил “17” 008 даги “1” – сон йигилишида муҳокамадан ўтган ва факултет кенгашида муҳокама қилиш учун тавсия этилган.

Кафедра мудир:



доц. Сатторов С.А.

Фаннинг ишчи ўқув дастури “Электромеханика ва Радиоэлектроника” факултет кенгашида муҳокама этилган ва фойдаланишга тавсия қилинган (2018 “25” 08 даги “1” – сонли баённома).

Факултет кенгаши раиси:



доц. О.Тўракулов

Келишилди:

Ўқув-услубий бўлими бошлиғи:



А. Кўчимов

1.Фаннинг олий таълимдаги ўрни ҳамда мақсади ва вазифалари

Ишлаб чиқаришнинг турли соҳаларида фаолият олиб бораётган бакалавриатурани битирган мутахассислар ўз соҳаларида ҳозирги замон радиоэлектроника асосларини, радиотўлқинларнинг тарқалиш назарияси, радиоэлементлар ва радиосистемалар ва уларни ташкил этувчи таркибий қисмлари ҳақидаги маълумотларни билишлари шарт. Шунинг учун ҳам бу фан долзарбдир.

Фанни ўқитишдан мақсад – талабаларга замонавий радиоэлектрон қурилмаларнинг ишлаш усуллари бўйича билимларнинг назарий асосларини, асосий тушунчалари ва категорияларини, қонунлар ва тамойилларини ўргатиш ҳамда уларни амалда татбиқ этиш кўникмасини ҳосил қилиш.

Фанни вазифаси - талабаларни назарий билимлар, радиотехник системалар, радио узатувчи ва қабул қилувчи қурилмалар, уларнинг таркибий қисмларининг ишлаш усуллари билан таништиришдан, турли диапазондаги радиотўлқинларни тарқалиши бўйича маълумотлар беришдан, уларга миллий истиқлол ғояси ва миллий мафкуранинг асосий қоидаларини, ишлаб чиқариш жараёнида татбиқ этилишини сингдириш.

“Радиоэлектроника асослари” ўқув фанини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида талаба:

- радиоэлектроника соҳасининг ривожланиши тўғрисида **тасаввурга эга бўлиши;**

- фаннинг назарияси асосларини; амал қилиши ва ривожланиши қонуниятларини; радиосигналларнинг тарқалиш хусусиятларини **билиши;**

- қабул қилувчи ва узатувчи қурилмаларни асосий принциплари ва структура схемаларини яратиш **кўникмаларига эга бўлиши;**

- радиоэлементлар, телевизион системалар асосий параметрларини ва ишлаш режимларини аниқлаш **малакаларига эга бўлиши керак.**

1.5. Семестрларда ўқитиш шакллари бўйича мавзуй режа.

Т/ р	Мавзу номи	Ўқитиш шакллари бўйича ажратилган соат						
		Умумий юклама	Аудитория машғулотлари (соатларда)					Мустақил иш
			Жами	Маъруза	Амалиёт (семинар) машғулоти	Лаборатория иши	Курс иши (лойиҳаси)	
1-семестр								
1.	Кириш. Радиотўлқинлар.	6	4	2	2	-	-	2
2.	Радиоэлектроника соҳасида радиотўлқинларни вазифаси.	6	4	2	-	2	-	2
3.	Симсиз алоқа системаларининг ишлаш жараёнлари	6	4	2	2	-	-	2
4.	Антенналар ва уларнинг турлари	6	4	2	-	2	-	2
5.	Рақамли радиоқурилмалари антенналари.	6	4	2	2	-	-	2
6.	Радиоэлементлар ва уларнинг турлари.	6	4	2	-	2	-	2
7.	Электрон асбоблар. Ярим ўтказгичли асбоблар	6	4	2	2	-	-	2
8.	Транзисторлар ва уларнинг турлари	6	4	2	-	2	-	2
9.	Стабилитронлар. Параметрик ва компенсацион стабилизаторлар	6	4	2	2	-	-	2
10	Электрон кучайтиргичлар	6	4	2	-	2	-	2
11	Бир каскадли ва кўп каскадли кучайтиргичлар	7	4	2	2	-	-	4
12	Радиоалоқа системалари	8	4	2	-	2	-	4
13	Радиосигналларни узатувчи қурилмалар ва радиосигналлар тўғрисида умумий тушунчалар	6	4	2	2	-	-	2
14	Рақамли модуляция ва демодуляция	6	4	2	-	2	-	2
15	Радиоқабул қилувчи қурилмалар	6	4	2	2	-	-	4
16	Телевизион системалар. ТС структура схемаси, видикон. Телевизион сигнал	8	4	2	-	2	-	4
17	Радиолокацияли, радионавигацияли, радиотелеметрик системалар.	8	4	2	2	-	-	4

18	Оптик диапазон радиоалоқа системалари.	8	4	2	-	2	-	4
	Фан бўйича жами	120	72	36	18	18	-	48

1-модуль. Фаннинг предмети

1-мавзу. “Радиоэлектроника асослари” фанига кириш.

Фаннинг соҳа бўйича бакалаврлар тайёрлашдаги ўрни ва асосий вазифалари Радиотўлқинлар ва уларнинг асосий вазифалари.

2-мавзу. Фаннинг предмети ва услублари.

Радиоэлектроника асослари фанининг мазмуни, предмети, ўқитиш мақсади ва услублари.

2-модуль. Симсиз алоқа системалари

3-мавзу. Симсиз алоқа системаларининг ишлаш жараёнлари.

Симсиз алоқа системаларининг ишлаш жараёнлари ҳақида умумий маълумотлар

4-мавзу. Антенналар.

Антенналар, уларнинг турлари, вазифаси ва қўлланилиши.

5-мавзу. Рақамли радиоқурилмалари антенналари.

Рақамли радиоқурилмалари антенналари ҳақида умумий маълумотлар.

3-модуль. Радиоэлементлар

6-мавзу. Радиоэлементлар.

Радиоэлементлар ва уларнинг турлари, ишлаш тамойиллари.

7-мавзу. Электрон асбоблар.

Ярим ўтказгичли асбоблар. Диод, унинг иш усули ва турлари.

8-мавзу. Транзисторлар.

Транзисторларларни ишлаш усули, турлари, схемага уланиши.

9-мавзу. Стабилитрон.

Параметрик ва компенсацион стабилизаторлар.

10-мавзу. Электрон кучайтиргичлар.

Электрон кучайтиргичлар, уларни ҳосил қилиш ҳақида умумий маълумотлар.

11-мавзу. Бир каскадли ва кўп каскадли кучайтиргичлар.

Бир каскадли ва кўп каскадли кучайтиргичлар, схемалари ишлаш тамойиллари.

4-модуль. Радиоалоқа системалари

12-мавзу. Радиоалоқа системалари.

Радиоалоқа системалари ҳақида умумий маълумотлар.

13-мавзу. Радиосигналларни узатувчи қурилмалар.

Радиосигналларни узатувчи қурилмалар ва радиосигналлар тўғрисида умумий тушунчалар.

14-мавзу. Рақамли модуляция ва демодуляция.

Рақамли модуляция ва демодуляция қилиш ҳақида умумий маълумотлар.

15-мавзу. Радиоқабул қилувчи қурилмалар.

Радиоқабул қилувчи қурилмаларнинг структура схемаси ва турлари.

16-мавзу. Телевизион системалар.

ТС структура схемаси, видикон. Телевизион сигнал.

5-модуль. Ер сунъий йўлдоши ёрдамида радиоалоқа

17-мавзу. Ер сунъий йўлдоши ёрдамида радиоалоқа.

Ер сунъий йўлдоши ёрдамида радиоалоқа қилиш. Ретрансляторлар.

Радиолокацияли, радионавигацияли, радиотелеметрик системалар.

18-мавзу. Оптик диапазон радиоалоқа системалари.

Оптик диапазон радиоалоқа системалари ҳақида умумий маълумотлар.

2.2. Амалий (семинар) машғулотлар мазмуни

№	Амалий машғулотнинг номи	Соат ҳажми
1.	Кириш.Пассив ва актив радиоэлементлар параметрларини аниқлаш.	2
2.	Қаршиликлар ва уларни улаш усуллари. Сиғимлар ва уларни улаш усуллари.	2
3.	Ўлчаш асбоблари тузилиши ва ишлаш тамойили билан танишиш	2
4.	Таъминлаш манбалари билан танишиш	2
5.	Автогенераторлар ишлашини ўрганиш	2
6.	Параметрик стабилизатор схемасини чизиш ва уни иш услубини ўрганиш	2
7.	Мультисим дастурида ишлашни ўрганиш	2
8.	Кучайтиргичлар схемасини ўрганиш ва содда кучайтиргични йиғиш.	2
9.	Радиоузатувчи қурилма схемасини ўрганиш	2
	Жами	18

2.3. Лаборатория ишлари бўйича кўрсатма ва тавсиялар

№	Лаборатория машғулотнинг номи	Соат ҳажми
1.	Мультисим дастурида ярим ўтказгичли диодларни ўрганиш.	2
2.	Мультисим дастурида стабилитронларни ўрганиш.	2
3.	Мультисим дастурида умумий база схемаси билан уланган биполяр транзисторнинг кириш вольт-ампер характеристикасини ўрганиш	2
4.	Мультисим дастурида умумий база схемаси билан уланган биполяр транзисторнинг кириш вольт-ампер характеристикасини	2

	ўрганиш	
5.	Мультисим дастурида умумий база схемаси билан уланган биполяр транзисторнинг чиқиш вольт-ампер характеристикасини ўрганиш	2
6.	Мультисим дастурида умумий база схемаси билан уланган биполяр транзисторнинг чиқиш вольт-ампер характеристикасини ўрганиш	2
7.	Мультисим дастурида умумий эмиттер схемаси билан уланган биполяр транзисторнинг кириш вольт-ампер характеристикасини ўрганиш	2
8.	Мультисим дастурида умумий эмиттер схемаси билан уланган биполяр транзисторнинг чиқиш вольт-ампер характеристикасини ўрганиш	2
9.	Мультисим майдон транзисторнинг ишлаш принципи ва характеристикасини ўрганиш	2
	Жами	18

Курс иши (лойиҳаси) мавзулари, вариантлари, методик кўрсатмалар.
Йўқ

2.5. Мустақил иш турлари, шакллари ва мавзулари.

Ушбу ўқув фани бўйича талабанинг мустақил иши маъруза конспекти ва тавсия этилган адабиётлар ҳамда Интернет материаллари билан ишлашни, ҳисоб график, лаборатория ишларини ўтишга таёргарлик кўришга ижодий ёндошиб, стандарт талабларига мос равишда ва ҳисоблаш техникасидан фойдаланиб мустақил бажаришни ўз ичига олади.

Талаба мустақил ишни тайёрлашда муаян фаннинг хусусиятларини ҳисобга олган қуйидаги шакллардан фойдаланиш тавсия этилади:

- дарслик ва ўқув қўлланмалар бўйича фан боблари ва мавзуларини ўрганиш;
- тарқатма материаллар бўйича маърузалар қисмини ўзлаштириш;
- махсус адабиётлар бўйича фанлар бўлимлари ёки мавзулари устида ишлаш;
- фаол ва муаммоли ўқитиш услубидан фойдаланиладиган ўқув машғулоти;
- масофавий (дистанцион) таълим.

Мустақил ишнинг тавсия этиладиган мавзулари:

	Мавзу номлари	Изоҳ
1.	Диод ва унинг турлари	
2.	Транзистор ва унинг схематик тасвири	
3.	Конденсатор ва унинг маркировкаси	
4.	Актив ва passив элементлар номланиши.	
5.	Индуктив ғалтагининг занжирдаги жойлашув ҳолати.	
6.	ИМС ҳолатлари ўрганиш.	
7.	Оптик алоқа воситалари.	
8.	Сунъий йўлдош тизимлари.	

3. Ўқув-услубий ва ахборот таъминоти

3.1 Асосий адабиётлар

6 John Wiley & Sons. Radio-frequency and microwave communication circuitss.Inc. Hoboken New Jersey, 2014.

7 A.Goldsmith. Wireless communications.-Stanford University, 2004.

8 3. B.P.Lathi, Zhi Ding. Modern digital and analog communication systems.- New York: Oxford University press, 2009.

9 4. John Wiley & Sons. Antenna Design for Mobile Devices. Pte Ltd. Published 2011.

10 Abduazizov A.A. Elektr aloqa nazariyasi. Darslik. – T.: «Fan va texnologiya», 2011.- 416 b.

3.2. Қўшимча адабиётлар

4. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Ўзбекистон Республикаси Президентининг лавозимида киришиш тантанали маросимида бағишланган Олий Мажлис палаталарининг қўшма мажлисидаги нутқи. –Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2016. – 56 б.

5. Мирзиёев Ш.М. Қонун устуворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш – юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси қабул қилинганининг 24 йиллигига бағишланган тантанали маросимдаги маъруза 2016 йил 7 декабрь. – Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2016. – 48 б.

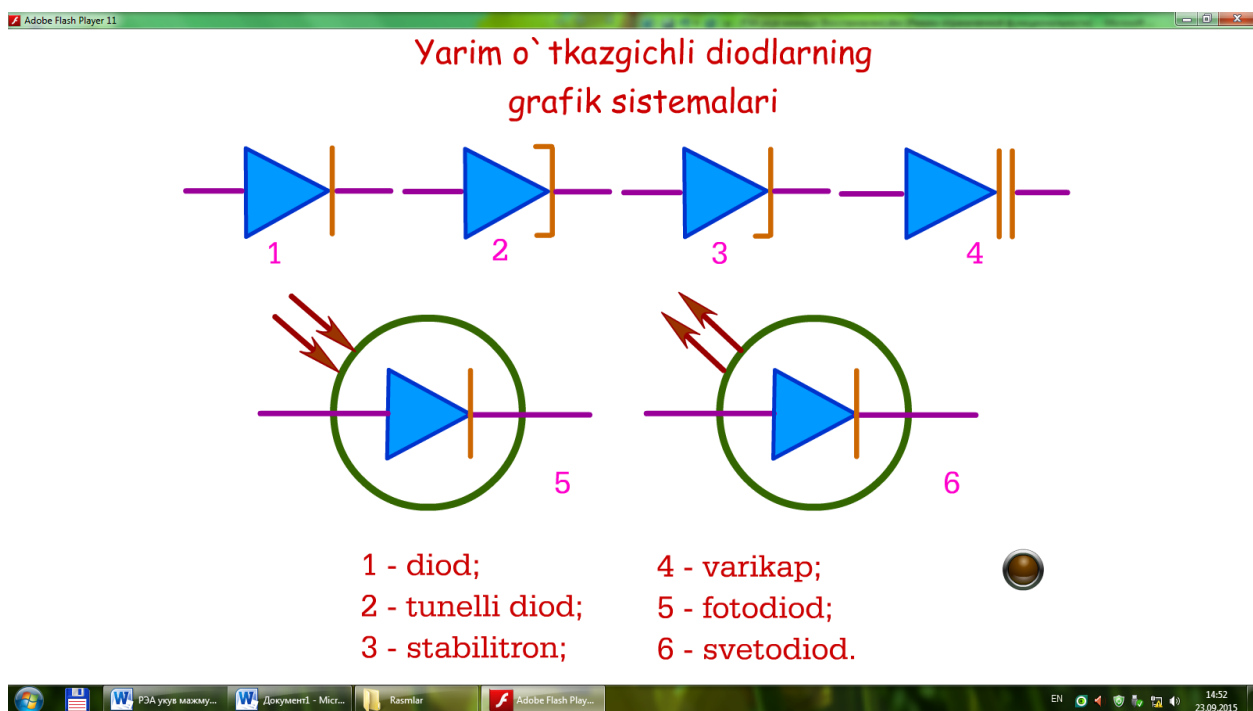
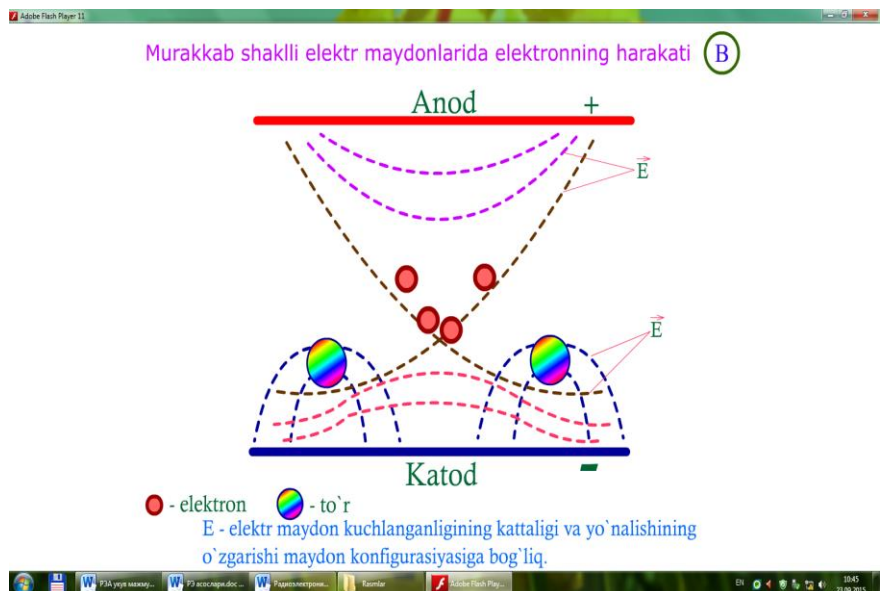
6. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга курамиз. - Т.: “Ўзбекистон” НМИУ, 2017. – 488 б.

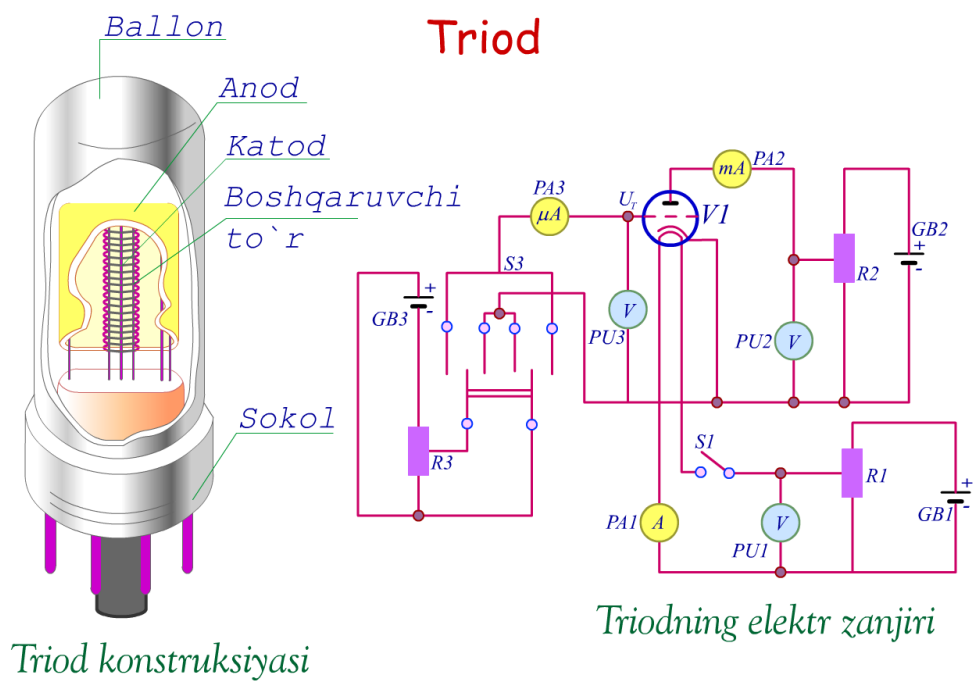
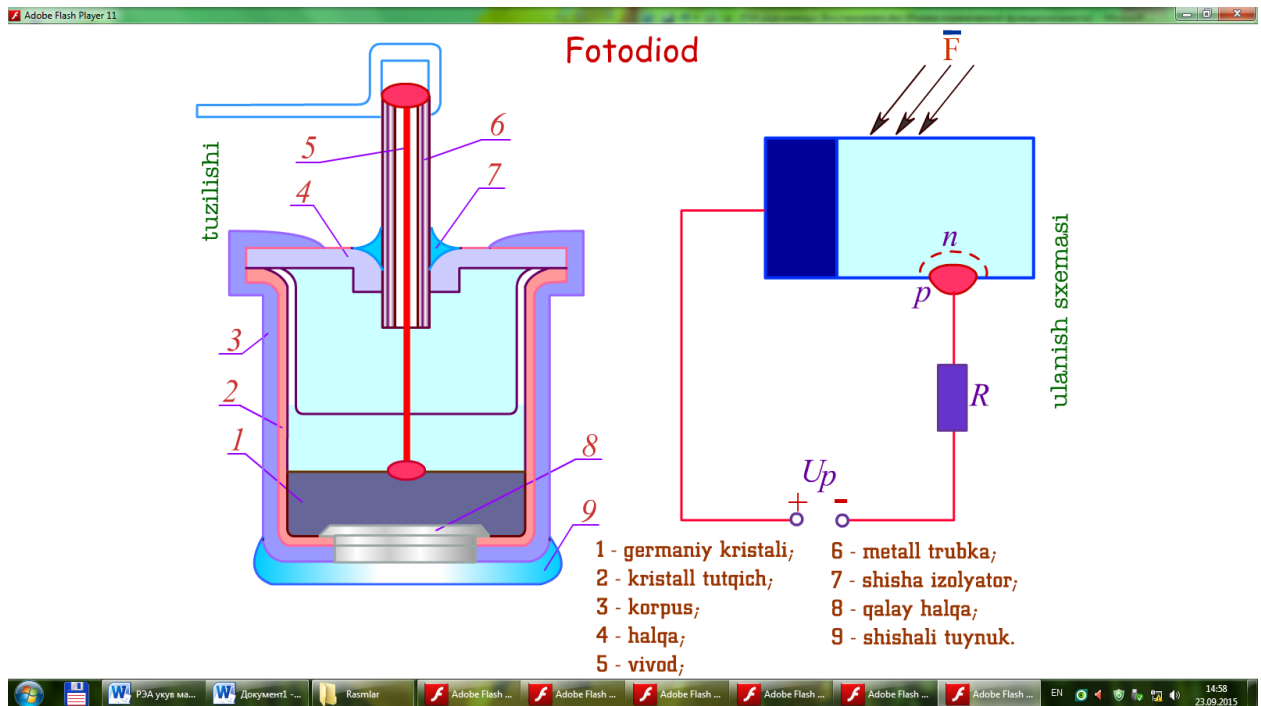
4. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида. - Т.:2017 йил 7 февраль, ПФ-4947-сонли Фармони.
6. Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники. М.: Высшая школа, 2009.
7. Петров И.В. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника. СПб. Изд. Питер, 2004.
8. Бобровников С.Ю. Электроника. СПб. Изд. Питер, 2004 г.

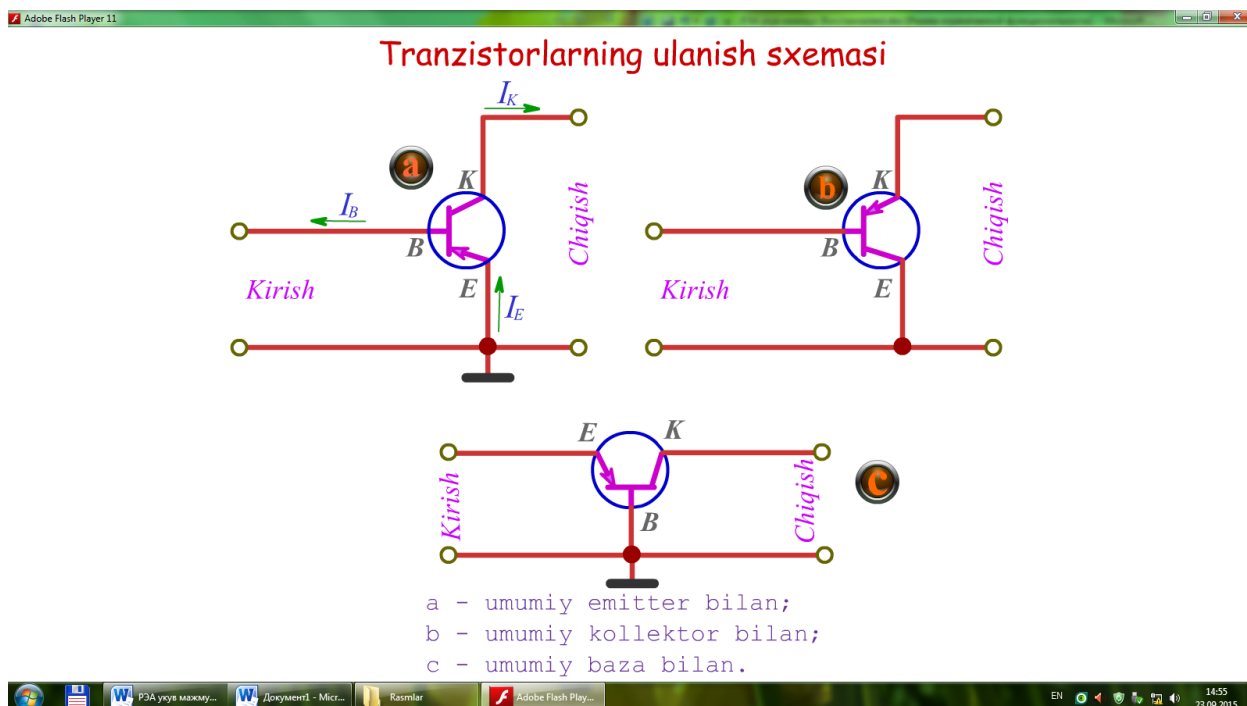
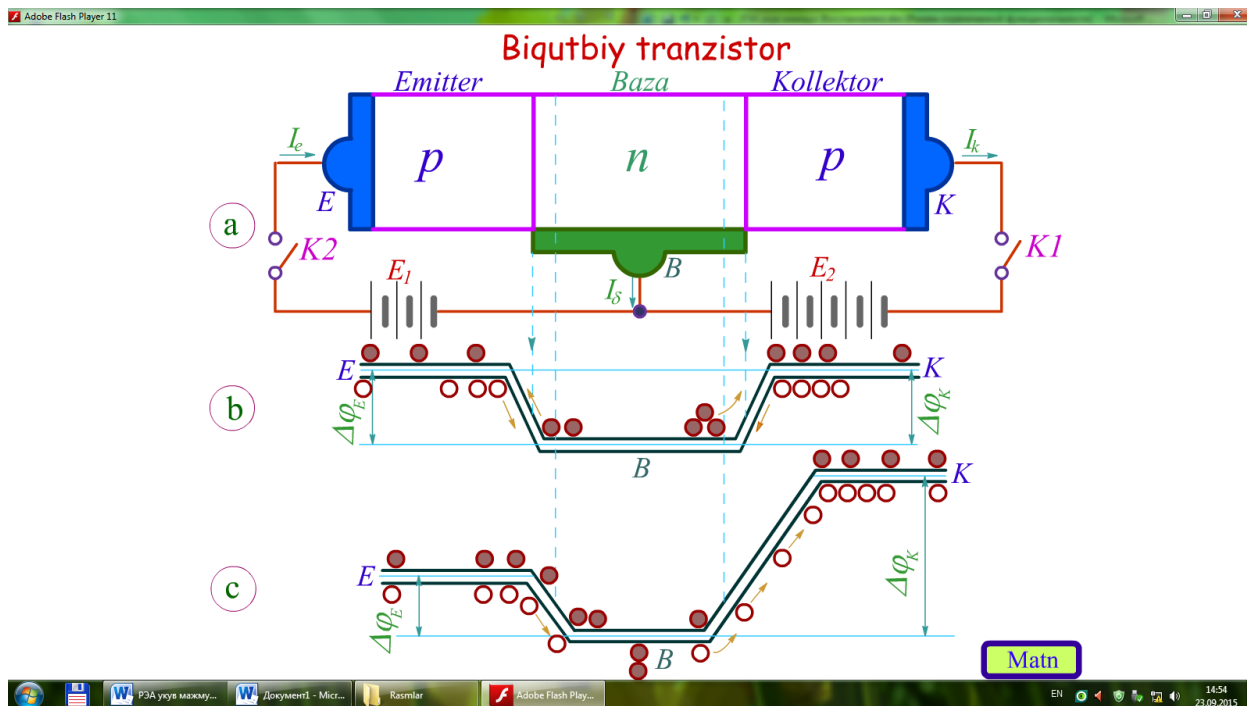
3.3 Электрон ресурслар

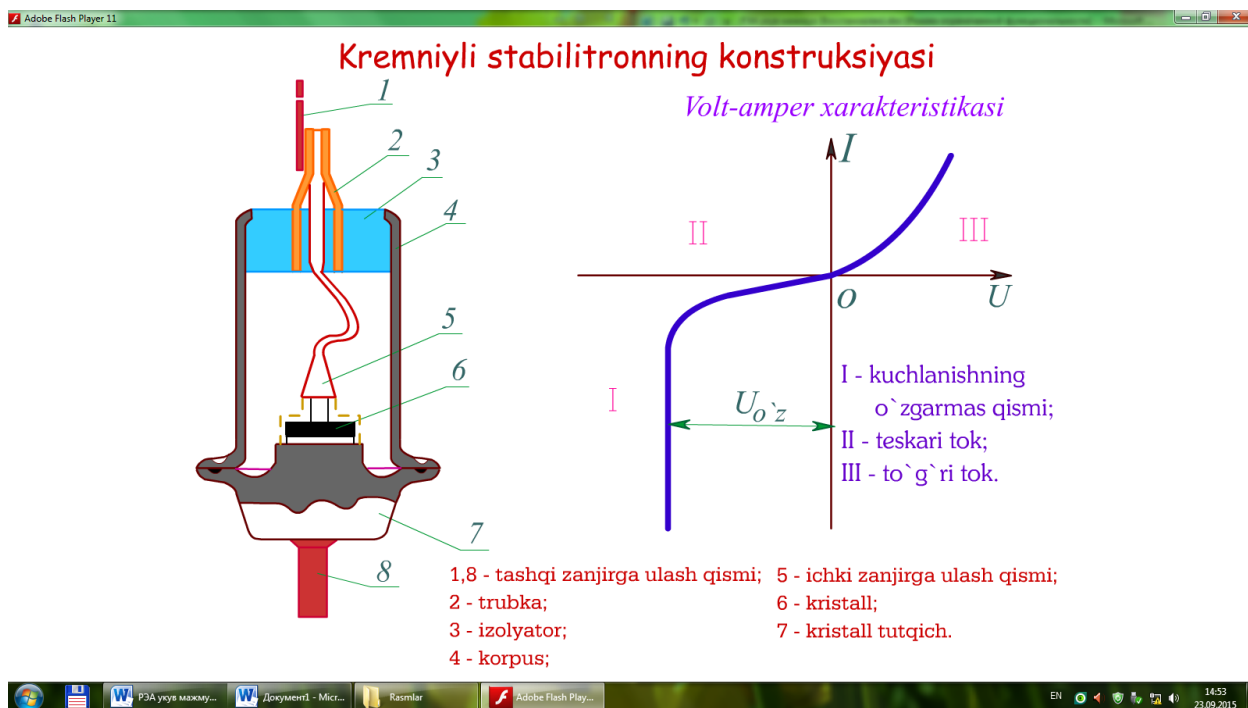
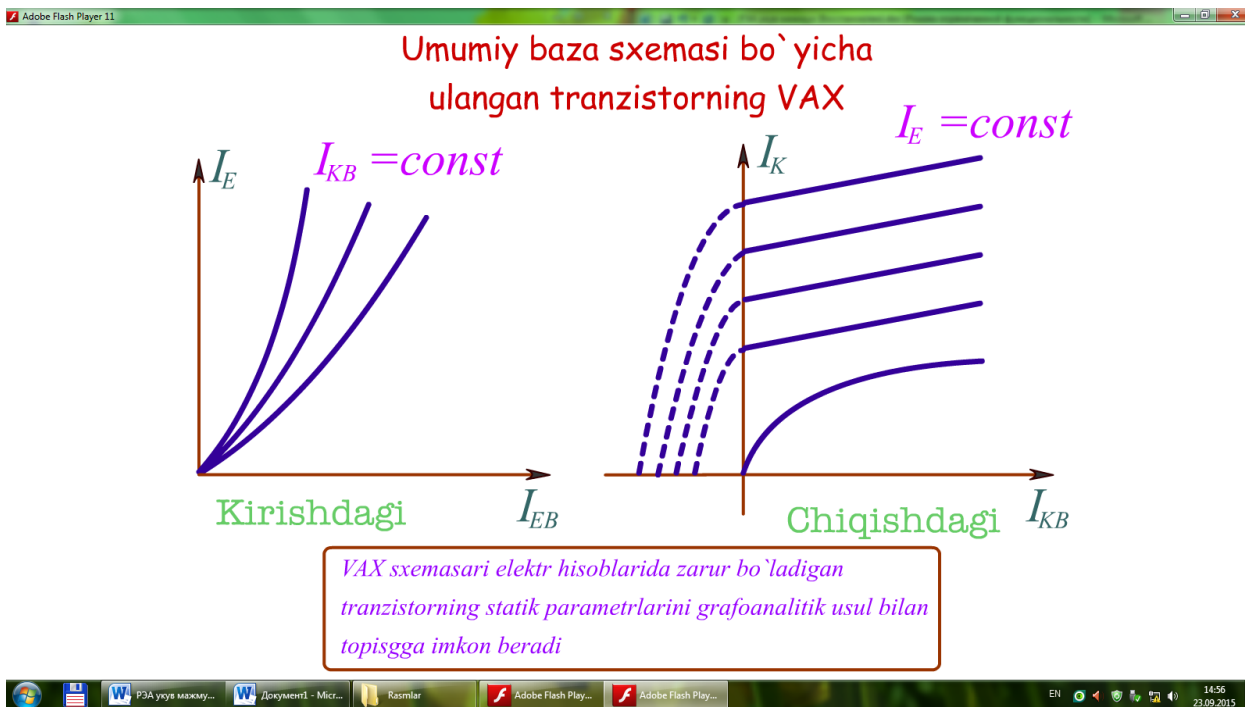
1. www.gov.uz – Ўзбекистон Республикаси ҳукумат портали.
2. www.lex.uz – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси.
3. [www. Radio.ru](http://www.Radio.ru)
4. www. Electronic.ru
5. [www radiotech.bu.ru](http://www.radiotech.bu.ru)

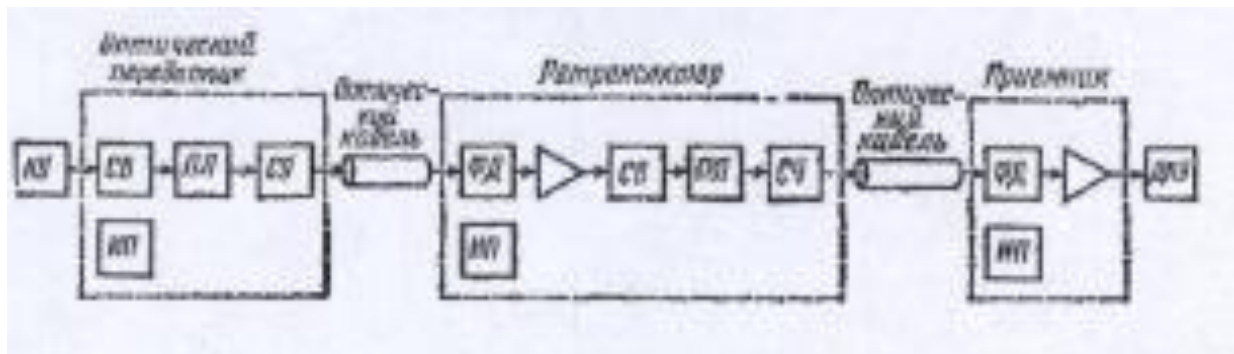
TARQATMA MATERIALLAR



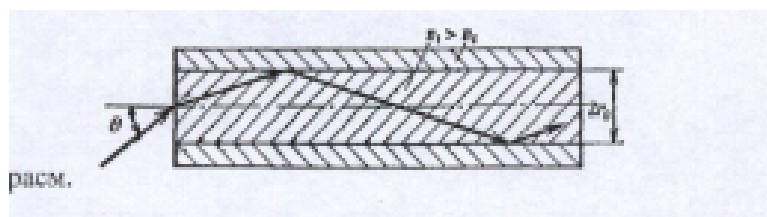




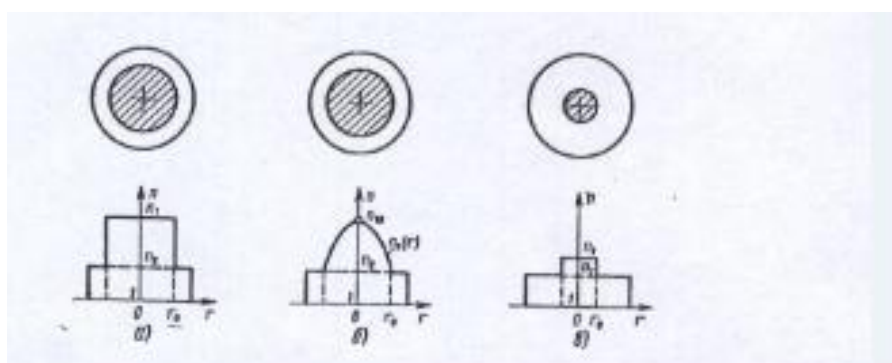




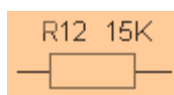
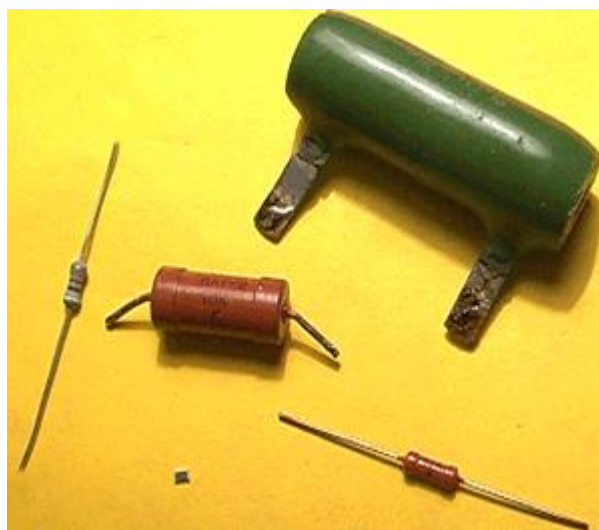
Optic tolali aloqa liniyasini strukturasi



Dioelektrik yorug'lik o'tkazgich (svetovod)



Қаршилик ва уларнинг вазифалари



Тера - 1 000 000 000 000 (10^{12}) (триллион)
Гига - 1 000 000 000 (10^9) (миллиард)
Мега - 1 000 000 (10^6) (миллион)
кило - 1 000 (10^3) (тысяча)
деци - 0,1 (10^{-1}) (десятая)
санти - 0,01 (10^{-2}) (сотая)
милли - 0,001 (10^{-3}) (тысячная)
микро - 0,000 001 (10^{-6}) (миллионная)
нано - 0,000 000 001 (10^{-9}) (миллиардная)
пико - 0,000 000 000 001 (10^{-12}) (триллионная)
1 кОм = 1000 Ом
1 МОм = 1000 кОм = 1 000 000 Ом

1,5 кОм = $1,5 \cdot 1000 = 1500$ Ом

0,2 кОм = $0,2 \cdot 1000 = 200$ Ом

1K5 = 1,5 кОм

68K = 68 кОм

M16 = 0,16 МОм = 160 кОм

20E = 20 (единиц) Ом

K39 = 0,39 кОм = 390 Ом

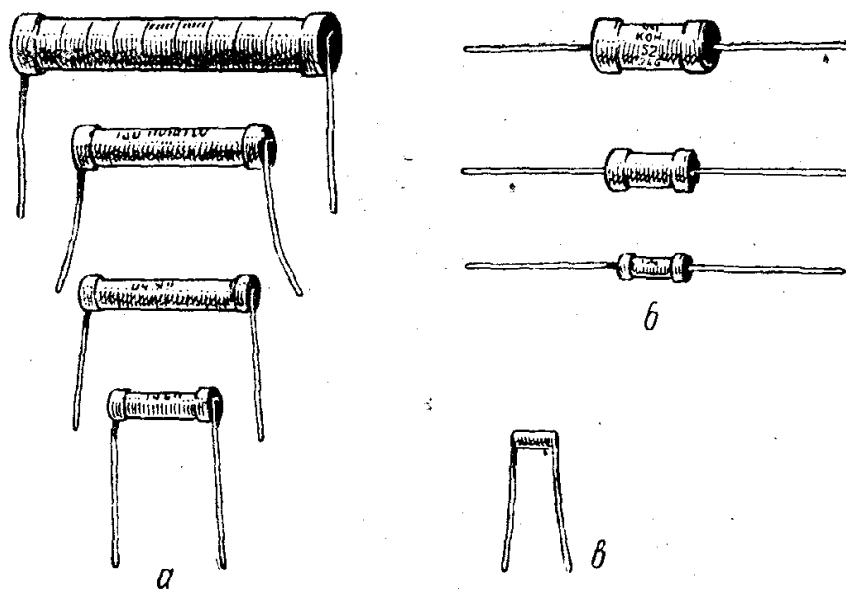
152 = 15 00 Ом = 1,5 кОм

683 = 68 000 Ом = 68 кОм

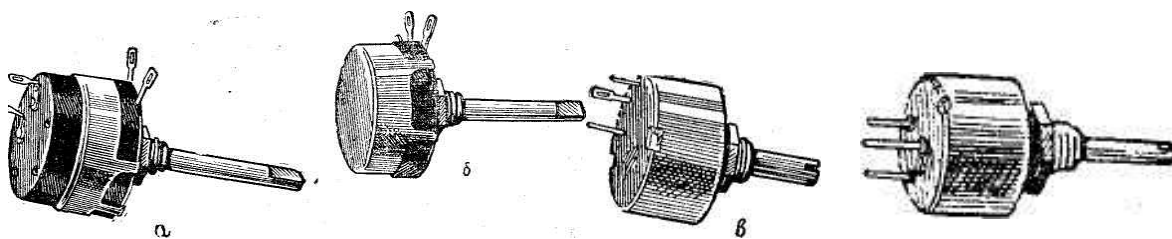
164 = 16 0000 Ом = 160 кОм

200 = 20 Ом

391 = 39 0 Ом



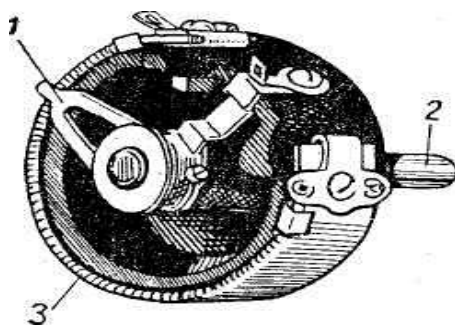
Резисторларнинг ташқи кўриниши:



Ўзгарувчан резисторлар:

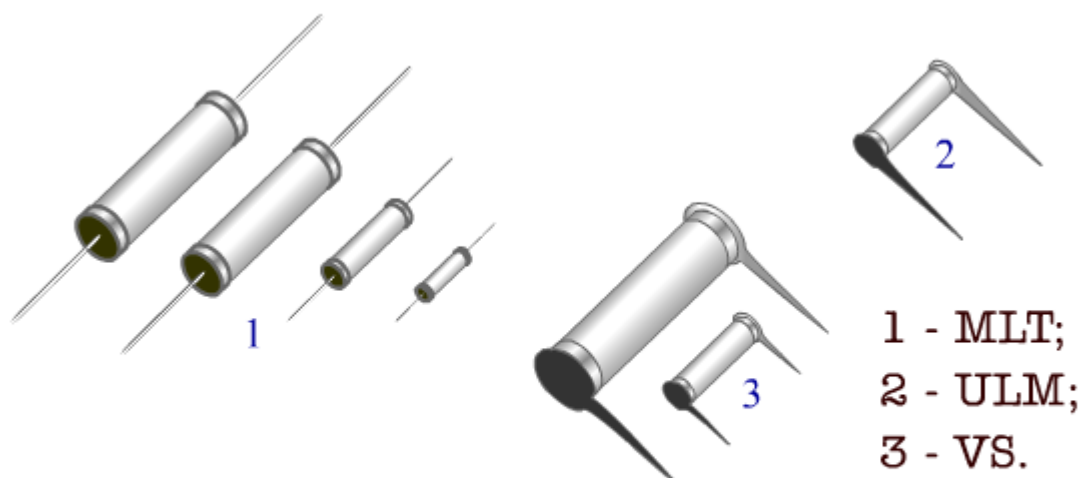
а-ВК турдаги: б-ТК турдаги: в- СПО-2 турдаги: г-СПО-0,5 турдаги.

тегиб турадиган жойи изолясиядан тозаланади.



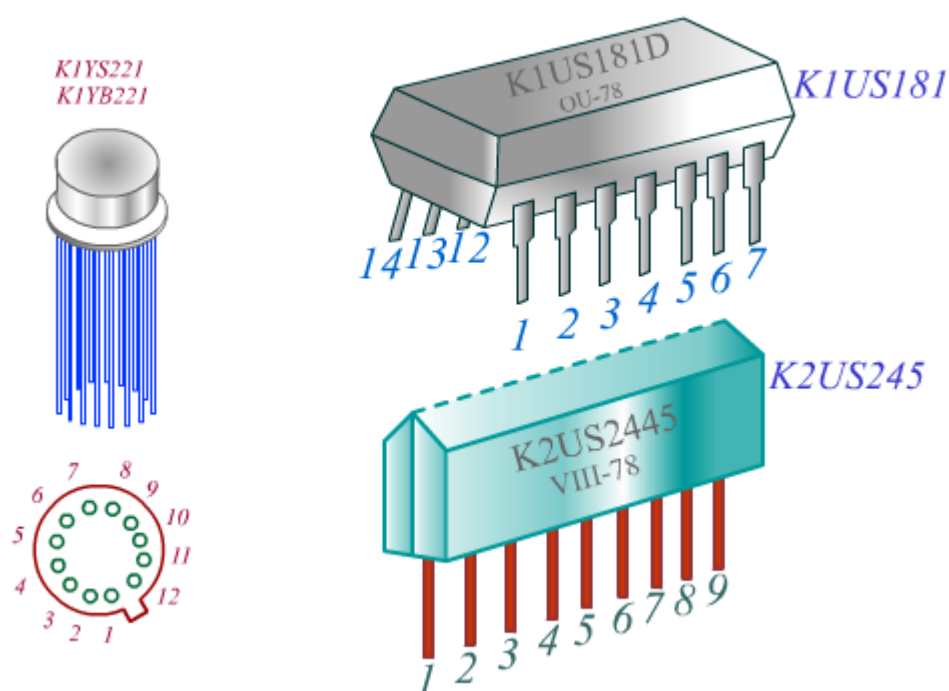
м. Симли ўзгарув-чан қаршилик. 1 – суилувчи; “Радиоэлектроника асослари” ЖизПИ
2 – ўқ; 3 – сим “ёқача”.

Turli tipdagi rezistorlarning konstruksiyasi

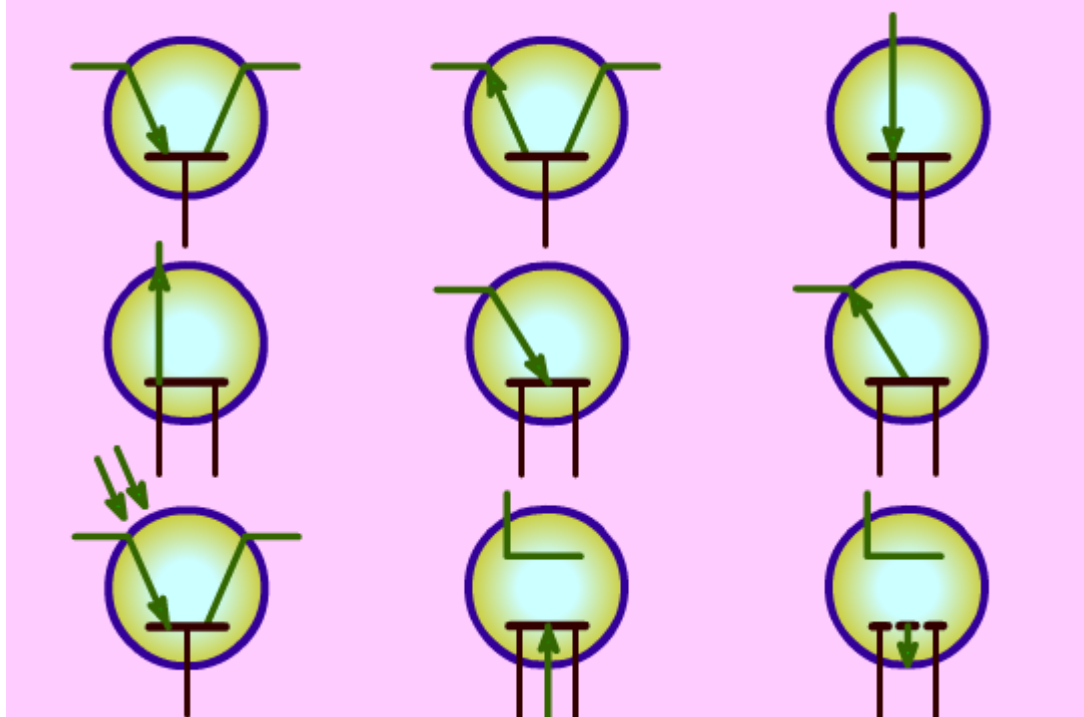


Radiotexnika sanoati turli shakldagi rezistorlar ishlab chiqadi. Bularning ichida quyidagi rezistorlar asosiylardir: MLT (metallizirovannoe, lakirovannoe, termostoykoe), ULM (uglerodistie, lakirovannoe, malogaboritnoe), VS (vlagostoykie, uglerodistie).

Integral mikrosxemalar



Tranzistorlarning shartli grafik belgilanishi



“Radioelektronika asoslari” fanidan

TESTLAR

№	Test topshirig'i	To'g'ri javob	Muqobil javob	Muqobil javob	Muqobil javob
1	Radiotexnika so'zining ma'nosi nima?	*radio-nur tarqatuvchi techne-san'at, mahorat	radio-nurlanuvchi techne-texnik vosita	radio-axborot uzatuvchi techne-san'at, mahorat	radio-nur tarqatuvchi techne-texnik vosita
2	Birinchi radiopriyomnik qachon kashf etilgan	*1895 yil	1898 yil	1905 yil	1950 yil
3	Radiotexnikaning asosiy vazifasi	*elektromagnit tebranishlar energiyasi yordamida axborotlarni uzoq masofaga uzatish	*mikrofon yordamida axborotlarni uzoq masofaga uzatish	*texnik vasitalar yordamida axborotlarni uzoq masofaga uzatish	Tovushlarni kuchaytirib berish
4	Axborot nima?	*uzatish, qabul qilish ishlov berish, o'zgartirish, saqlash va foydalanish uchun kerakli ma'lumotlar	Atrofimizdagi barcha hodisalar	Uzoq masofalarga uzatish uchun mo'ljallangan ma'lumotlar	O'zgartirish uchun kerakli ma'lumotlar
5	Xabar nima?	*Uzatish uchun aniq shaklda ifodalangan axborot	uzatish, qabul qilish ishlov berish, o'zgartirish, saqlash va foydalanish uchun kerakli ma'lumotlar	Uzoq masofalarga uzatish uchun mo'ljallangan ma'lumotlar	O'zgartirish uchun kerakli ma'lumotlar
6	Xabarlar soni qanday aniqlanadi	* $N = m^n$	$N = m^{n+1}$	$N = m^5$	$N = m^2$
7	Birlik axborot miqdori nima?	*bit	bayt	dona	metr
8	Signal entropiyasi deb nimaga aytiladi?	* Bitta elementar signal tarkibidagi axborot miqdori	Radioto'lqin tarkibidagi axborot miqdori	signalning tasvirlanishi	Radioto'lqinlarning tarqalishi

9	Fizik tabiatiga ko'ra qanday signallar mavjud?	*elektrik,yorug'lik, tovushli	elektrik,imulslip , tovushli	diskret,yorug'lik, tovushli	texnik imulslip, tovush
10	Xabarlar uzoq masofalarga orqali uzatiladi.	* signallar	To'lqinlar	simlar	o'takzichlar
11	Radiotexnikada qanday signallar qo'llaniladi?	*elektrik	diskretli	impulsli	tasvirli
12	Xabarlarni tasvirlovchi signallar qanday signallar hisoblanadi?	*kam quvvatli va past chastotali	kam quvvatli va yuqori chastotali	quvvatli va past chastotali	quvvatli va yuqori chastotali
13	Ochiq fazoda axborotlar qanday uzatiladi?	*quvvatli, yuqori chastotali garmonik elektromagnit tebranishlar yordamida	Kam quvvatli, yuqori chastotali garmonik elektromagnit tebranishlar yordamida	quvvatli, past chastotali garmonik elektromagnit tebranishlar yordamida	Kam quvvatli, past chastotali garmonik elektromagnit tebranishlar yordamida
14	Xabar tashuvchilar xech qanday ega bo'lmaydi.	*axborotga	ma'noga	signalga	kuchga
15	Radioelektron vositalar funktsiyasi asosida yotadi.	*axborotni uzatish, ajratib olish va ishlov berish	Radiosignallarni ishlab chiqarish	Radioelementlarni loyihalash	Radioelementlarni konstruksiyasini yaratish
16	Qanday chastotadagi elektromagnit tebranishlar radioto'lqinlar deyiladi	* 10 dan 10 ¹³ Гц. частота диапазона жойлашган	10 ² дан 10 ¹³ Гц. частота диапазона жойлашган,	10 ⁵ дан 10 ¹⁰ Гц. частота диапазона жойлашган	10 дан 10 ¹⁰ Гц. частота диапазона жойлашган
17	To'lqinni sifatli sochilishi uchun antenaning minimal o'lchami:	To'lqin uzunligining yarmidan kam bo'lmasligi kerak	To'lqin uzunligidan kam bo'lmasligi kerak	To'lqin uzunligining yarmidan ko'p bo'lmasligi kerak	To'lqin uzunligidan kam bo'lmasligi kerak
18	Fazoda elektromagnit maydonini yoki dipolda oquvchi o'zgaruvchi tokli elektromagnit to'lqinini qo'zg'atish jarayoni deb ataladi	Elektromagnit sochilishi	To'lqinlarni tarqalishi	nurlarning sinishi	to'lqinning sinishi
19	Fazoda uzoqlikka radioto'lqinlarning tarqalishiga..... ta'siri bo'ladi.	difraksiyaning	Ob-havoning	faslning	Yorug'likning
20	Yerni o'rab turgan atmosfera qanday qatlamlarga bo'linadi?	Troposfera, starosfera, ionosfera	Troposfera, ionosfera, ochiq fazo	Troposfera, starosfera, , ochiq fazo	ochiq fazo, starosfera, ionosfera

21	Troposfera qanday qatlam	Atmosferaning pastki qatlami	Atmosferaning yuqori qatlami	Eng quyuq qatlam	Atmosfera qatlamiga kirmaydi
22	Ctrosfera qatlamida radioto'qinlar qanday tarqaladi?	To'g'ri chiziq bo'yicha qarshilikka kam uchrab yorug'lik tezligida	To'siqlarga uchrab past tezlikda	Turlicha tezlikda sekin	Turli tomonlarga qarab, yuqori tezlikda
23	Ionosfera qatlamining qatlamlari qanday belgilanadi?	D, E, F ₁ , F ₂	A,B,C,D,	A,C, F ₁ , F ₂	B,C, F ₁ , F ₂
24	Yuqori chastotali radioto'lqinni baholashga asoslanadi.	Kritik chastotaga	To'lqin uzunligiga	Signalning tarqalishiga	Signalning kuchliligiga
25	Signal hajmi qanday o'lchanadi?	$T_c \cdot D_c \cdot F_c = V_c$	$T_c \cdot D_c \cdot J_c = V_c$	$T_c \cdot D_c \cdot K_c = V_c$	$T_c \cdot S_c \cdot F_c = V_c$
26	Radioaloqa deb nimaga aytiladi?	Radioto'lqinlar yordamida axborotlarni almashlashga	Simlar orqali axborotlarni almashlashga	Kabellar yordamida axborotlarni almashlashga	Optic aloqa liniyasida axborotlarni almashlashga
27	Antenna nima?	Uzatuvchi qurilma chiqishidagi radichastota energiyasi hisoblangan elektromagnit energiyani fazoda nurlantiruvchi	Radiosignallarni uzatuvchi qurilma	Xabarlarini uzatuvchi qurilma	Televizion signallarni qabul qiluvchi qurilma
28	Radiostansiya deb nimaga aytiladi?	Radioaloqani amalga oshiruvchi radiotexnik apparaturalar majmuasi	Radiosignallarni uzatuvchi qurilma	Xabarlarini uzatuvchi qurilma	Televizion signallarni qabul qiluvchi qurilma
29	Dekamrgametrli, megometrli gektokilometrli miriametrli radioto'lqinlar juda to'lqinlar hisoblanadi.	Juda uzun	qisqa	o'rta	Juda qisqa
30	<i>Fading</i> effekti nima?	Radioto'lqinlarning sekin – asta so'nishi	Radioto'lqinlarning sekin – asta kuchayishi	Radioto'lqinlarning sekin – asta qisqarihi	Radioto'lqinlarning sekin – asta yzayishi
31	Tarqalayotgan energiyaning quvvatining	To'lqinning uzoq masofaga	To'lqinning yaqin masofada	To'lqinning bir maromda	To'lqinning turli yo'nalishda

	siqilgan holda shiddat bilan tarqalishi	tarqalishiga olib keladi	tarqalishiga olib keladi	tarqalishiga olib keladi	tarqalishiga olib keladi
32	Radiotexnik signallarning qanday turlarini bilasiz	bir o'chovli, ko'p o'lchovli	Diskret, analogli	Impulslı, ko'p o'lchovli	Diskret, ko'p o'lchovli
33	Matematik tasvirlanishi bo'yicha radiosignallar:	Detirminirlangan, tasodifiy	Uzluksiz, diskret	Detirminirlangan, Uzluksiz	Detirminirlangan, diskret
34	Signallarni modulyasiyalash nima?	Yuqori chastotali tebranishni bitta yoki bir nechta parametrlarini o'zgartirish qonuni bo'yicha o'zgartirish	Yuqori chastotali tebranishni o'zgartirish qonuni bo'yicha o'zgartirish	radiosignallarparametrlarini o'zgartirish	Radioto'lqinlarni hosil qilish
35	Qanday tipdagi modulyasiya ko'rinishlarini bilasiz?	Amplitudali, chastotali, fazali	Amplitudali, kuchlanishli, fazali	Amplitudali, chastotali, quvvatli	Amplitudali, chastotali, burchakli
36	Detektorlash nimaga aytiladi	Yuqori chastotali signalni past chastotali modulyasiyalangan signal shakliga o'zgartirish	Yuqori chastotali tebranishni o'zgartirish qonuni bo'yicha o'zgartirish	radiosignallarparametrlarini o'zgartirish	Radioto'lqinlarni hosil qilish
37	Modem nima?	Modulyasiya va demodulyasiya qurilmasi	Radiouzatuvchi qurilma	Radioqabul qiluvchi qurilma	Tovushni kychaytiruvchi qurilma
38	Radiosistema nima?	Axborotni qabul qiluvchi, tarqatuvchi, ishlov beriluvchi qayta ishlanuvchi texnik sistema	Radioto'lqinlarni tarqatuvchi texnik sistema	Radioto'lqinlarni uzatuvchi texnik sistema	Radiotexnik qurilmalar to'plami
39	Aktiv elementlarga tegishlilarini ko'rsating	tranzistor, kondensator, induktiv g'altak	diod, kondensator, induktiv g'altak	*diod, tranzistor	rezistor, kondensator, induktiv g'altak
40	Amplituda modulyasiyasi diapazoni chegaralarini sozlash uchun kirish kuchlanishining qanday qiymatlari ishlatiladi?	*nominal sezgirligidan yuqori qiymatlarida	nominal sezgirligidan past qiymatlarida	Nominal sezgirlikka mos qiymatlarda	standartnoy chiqish quvvati qiymatlarida
41	Amplitudali modulyasiyada modulyasiyalanayotgan	chastota	*amplituda	faza	davri

	signalning nimasi o'zgaradi?				
42	Amplitudasi modulyasiyalangan signal nechta yuqori chastota tashkil etuvchisiga ega?	1	2	*3	4
43	Vaqt bo'yicha ma'lum qonuniyat bilan uzluksiz o'zgaradigan signal deb nimaga aytiladi?	*analog	raqamli	analog-rakamli	axborot
44	Videoimpuls deganda nimani tushunasiz:	tasvir impulsini	o'zgaruvchan tokni o'chirishda bo'lgan impulsni	*o'zgarmas tok zanjirini o'chirib yoqish natijasida bo'lgan impulsni	yuqorida qayd qilingan impulslarni
45	Determinallangan signal deganda nimani tushunasiz:	*xar qanday vaqt oralig'ida barcha parametrlari aniq bo'lgan signal	vaqt oralig'ida parametrlari aniq bo'lmagan signal	parametrlarini oldindan aytib bo'lmaydigan signal	to'g'ri javob yo'q
46	Kuyidagi diapazonlardan qaysi birida chastota modulyasiyasi bor?	DV	SV	KV	*UKV
47	Kuchlanish amplitudasi 100V, konturning aktiv o'tkazuvchanligi 0.01Sm bo'lsa, rezonans paytidagi umumiy tok qiymati topilsin.	10A	*1A	0,1A	0,001A
48	Kuchlanish rezonansi paytida zanjirdagi tok qiymati qanday bo'ladi?	*maksimal	minimal	Rezonansgacha bo'lgan qiymatda qoladi	Oldindan bilib bo'lmaydi
49	Kuchlanish rezonansi paytida zanjirdagi to'liq qarshilik qiymati qanday bo'ladi?	minimal	*maksimal	Rezonansgacha bo'lgan qiymatda qoladi	Oldindan bilib bo'lmaydi
50	Kuchlanish rezonansi paytida zanjirning aktiv quvvati qanday bo'ladi?	*maksimal	minimal	Rezonansgacha bo'lgan qiymatda qoladi	Oldindan bilib bo'lmaydi
51	Kuchlanish rezonansi paytida zanjirning reaktiv quvvati qanday bo'ladi?	maksimal	minimal	*0 ga teng	Oldindan bilib bo'lmaydi
52	Ko'rsatilgan qaysi elementda elektr energiyasi issiqlik energiyasiga aylanadi:	*Rezistor (r)	Kondensator(S)	Induktivlik	Xammasida

53	Radiopriyemniksezgirlik i nimaga bog'liq?	UZCh kuchaytirish ko'effitsiyentiga	UVCh kuchaytirish ko'effitsiyentiga	*kirish konturi saxiyligiga	xammasiga
54	Radiopriyemniksezgirlik i nimaga bog'liq?	UZCh kuchaytirish ko'effitsiyentiga	UVCh kuchaytirish ko'effitsiyentiga	*kirish konturi saxiyligiga	xammasiga
55	Radiotexnik aloqa kanali nimadan iborat?	*uzatkich, priyemnik	Qabul qiluvchi va uzatuvchi antenna, uzatkich, priyemnik	Qabul qiluvchi va uzatuvchi antenna, priyemnik	Qabul qiluvchi va uzatuvchi antenna, uzatkich.

“RADIOELEKTRONIKA ASOSLARI” FANIDAN TALABALAR BILIMINI REYTING TIZIMI ASOSIDA BAHOLASH MEZONI

“Radioelektronika asoslari” fani bo'yicha reyting jadvallari, nazorat turi, shakli, soni hamda har bir nazoratga ajratilgan maksimal ball, shuningdek joriy va oraliq nazoratlarining saralash ballari haqidagi ma'lumotlar fan bo'yicha birinchi mashg'ulotda talabalarga elon qilinadi.

Fan bo'yicha talabalarining bilim saviyasi va o'zlashtirish darajasining Davlat ta'lim standartlariga muvofiqligini taminlash uchun quyidagi nazorat turlari o'tkaziladi:

- **joriy nazorat (JN)** – talabaning fan mavzulari bo'yicha bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baholash usuli. Joriy nazorat fanning xususiyatidan kelib chiqqan holda amaliy va amaliy mashg'ulotlarda og'zaki so'rov, suhbat, hisobot ishi, nazorat ishi, kollokvium, uy vazifalarini tekshirish va shu kabi boshqa shakllarda o'tkazilishi mumkin;

- **oraliq nazorat (ON)** – semestr davomida o'quv dasturining tegishli (fanning bir necha mavzularini o'z ichiga olgan) bo'limi tugallangandan keyin talabaning nazariy bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baholash usuli. Oraliq nazorat bir semestrda ikki marta o'tkaziladi va shakli (yozma, og'zaki va h.k.) o'quv faniga ajratilgan umumiy soatlar hajmidan kelib chiqqan holda belgilanadi;

- **yakuniy nazorat (YaN)** – semestr yakunida muayyan fan bo'yicha nazariy bilim va amaliy ko'nikmalarni talabalar tomonidan o'zlashtirish darajasini baholash usuli. Yakuniy nazorat asosan tayanch tushuncha va iboralarga asoslangan “yozma ish” shaklida o'tkaziladi.

ON o'tkazish jarayoni kafedra mudiri tomonidan tuzilgan komissiya ishtirokida muntazam ravishda o'rganib boriladi va uni o'tkazish tartiblari buzilgan hollarda, **ON** natijalari bekor qilinishi mumkin. Bunday hollarda **ON** qayta o'tkaziladi.

Oliy ta'lim muassasasi rahbarining buyrug'i bilan ichki nazorat va monitoring bo'limi rahbarligida tuzilgan komissiya ishtirokida YaN ni o'tkazish jarayoni muntazam ravishda o'rganib boriladi va uni o'tkazish tartiblari buzilgan hollarda, **YaN** natijalari bekor qilinishi mumkin. Bunday hollarda **YaN** qayta o'tkaziladi.

Talabaning bilim saviyasi, ko'nikma va malakalarini nazorat qilishning reyting tizimi asosida talabaning fan bo'yicha o'zlashtirish darajasi ballar orqali ifodalanadi.

“Radioelektronika asoslari” fani bo'yicha talabalarning semestr davomidagi o'zlashtirish ko'rsatkichi 100 ballik tizimda baholanadi.

Ushbu 100 ball baholash turlari bo'yicha quyidagicha taqsimlanadi:

YaN – 30 ball, qolgan 70 ball esa JN – 35 ball va ON – 35 ball qilib taqsimlanadi.

Ball	Baho	Talabalarining bilim darajasi
86-100	Alo	Xulosa va qaror qabul qilish. Ijodiy fikrlay olish. Mustaqil mushohada yurita olish. Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish. Mohiyatini tushuntirish. Bilish, aytib berish. Tasavvurga ega bo'lish.
71-85	Yaxshi	Mustaqil mushohada qilish. Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish. Mohiyatini tushuntirish. Bilish, aytib berish, tasavvurga ega bo'lish.
55-70	Qoniqarli	Mohiyatini tushuntirish. Bilish, aytib berish. Tasavvurga ega bo'lish.
0-54	Qoniqarsiz	Aniq tasavvurga ega bo'lmaslik. Bilmaslik.

- Fan bo'yicha saralash bali 55 ballni tashkil etadi. Talabaning saralash balidan past bo'lgan o'zlashtirishi reyting daftarchasida qayd etilmaydi.

- Talabalarining o'quv fani bo'yicha mustaqil ish joriy, oraliq va yakuniy nazoratlar jarayonida tegishli topshiriqlarni bajarishi va unga ajratilgan ballardan kelib chiqqan holda baholanadi.

- Talabaning fan bo'yicha reytingi quyidagicha aniqlanadi: $R = \frac{Y \cdot B}{100}$, bu yerda:

U – semestrda fanga ajratilgan umumiy o'quv yuklamasi (soatlarda); V – fan bo'yicha o'zlashtirish darajasi (ballarda).

- Fan bo'yicha joriy va oraliq nazoratlarga ajratilgan umumiy ballning 55 foizi saralash ball hisoblanib, ushbu foizdan kam ball to'plagan talaba yakuniy nazoratga kiritilmaydi.

- Joriy JN va oraliq ON turlari bo'yicha 55 ball va undan yuqori ballni to'plagan talaba fanni o'zlashtirgan deb hisoblanadi va ushbu fan bo'yicha yakuniy nazoratga kirmasligiga yo'l qo'yiladi.

- Talabaning semestr davomida fan bo'yicha to'plagan umumiy bali har bir nazorat turidan belgilangan qoidalarga muvofiq to'plagan ballari yig'indisiga teng.

- ON va YaN turlari kalendar tematik rejaga muvofiq dekanat tomonidan tuzilgan reyting nazorat jadvallari asosida o'tkaziladi. YaN semestrning oxirgi 2 haftasi mobaynida o'tkaziladi.

- JN va ON nazoratlarda saralash balidan kam ball to'plagan va uzrli sabablarga ko'ra nazoratlarda qatnasha olmagan talabaga qayta topshirish uchun, navbatdagi shu nazorat turigacha, so'ngi joriy va oraliq nazoratlar uchun esa yakuniy nazoratgacha bo'lgan muddat beriladi.

- Talabaning semestrda JN va ON turlari bo'yicha to'plagan ballari ushbu nazorat turlari umumiy balining 55 foizidan kam bo'lsa yoki semestr davomida joriy, oraliq va yakuniy nazorat turlari bo'yicha to'plagan ballari yig'indisi 55 balldan kam bo'lsa, u akademik qarzdor deb hisoblanadi.

- Talaba nazorat natijalaridan norozi bo'lsa, fan bo'yicha nazorat turi natijalari elon qilingan vaqtdan boshlab bir kun mobaynida fakultet dekaniga ariza bilan murojaat etishi mumkin. Bunday holda fakultet dekanining taqdimnomasiga ko'ra rektor buyrug'i bilan 3 (uch) azodan kam bo'lmagan tarkibda apelyasiya komissiyasi tashkil etiladi.

- Apelyasiya komissiyasi talabalarining arizalarini ko'rib chiqib, shu kunning o'zida xulosasini bildiradi.

- Baholashning o'rnatilgan talabalar asosida belgilangan muddatlarda o'tkazilishi hamda rasmiylashtirilishi fakultet dekani, kafedra mudiri, o'quv-uslubiy boshqarma hamda ichki nazorat va monitoring bo'limi tomonidan nazorat qilinadi.

Talabalar ON dan to'playdigan ballarning namunaviy mezonlari

№	Ko'rsatkichlar	ON ballari		
		Maks	1-ON	2-ON
1	Darslarga qatnashganlik darajasi. Ma'ruza darslaridagi faolligi, konspekt daftarlarining yuritilishi va to'liqligi.	16	0-8	0-8
2	Talabalarining mustaqil ta'lim topshiriqlarini o'z vaqtida va sifatli bajarishi va o'zlashtirishi	9	0-5	0-4
3	Og'zaki savol-javoblar, kollokvium va boshqa nazorat turlari natijalari bo'yicha	10	0-5	0-5
Jami ON ballari		35	18	17

Talabalar JN dan to'playdigan ballarning namunaviy mezonlari

№	Ko'rsatkichlar	JN ballari		
		Maks	1-JN	2-JN
1	Darslarga qatnashganlik va o'zlashtirish darajasi. Amaliy mashg'ulotlardagi faolligi, amaliy mashg'ulotlar daftarlarining (hisobotlarining) yuritilishi va holati	15	0-8	0-7
2	Mustaqil ta'lim topshiriqlarining o'z vaqtida va sifatli bajarilishi. Amaliy mashg'ulotlar bo'yicha uy vazifalarini bajarilishi va o'zlashtirishi darajasi	10	0-5	0-5
3	Yozma nazorat ishi yoki sinov savollariga berilgan javoblar	10	0-5	0-5
Jami JN ballari		35	18	17

Yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida belgilangan bo'lsa, u holda yakuniy nazorat 30 ballik "Yozma ish" variantlari asosida o'tkaziladi.

Yakuniy nazoratda “Yozma ish” larni baholash mezonlari

Yakuniy nazorat “Yozma ish” shaklida amalga oshirilganda, sinov ko'p variantli usulda o'tkaziladi. Har bir variant 3 ta nazariy savol va topshiriqdan iborat. Nazariy savollar fan bo'yicha tayanch so'z va iboralar asosida tuzilgan bo'lib, fanning barcha mavzularini o'z ichiga qamrab olgan bo'lishi kerak.

Har bir nazariy savolga yozilgan javoblar bo'yicha o'zlashtirish ko'rsatkichi 0-10 ball oralig'ida baholanadi. Talaba maksimal 30 ball to'plashi mumkin.

Yozma sinov bo'yicha umumiy o'zlashtirish ko'rsatkichini aniqlash uchun variantda berilgan savollarning har biri uchun yozilgan javoblarga qo'yilgan o'zlashtirish ballari qo'shiladi va yig'indi talabaning yakuniy nazorat bo'yicha o'zlashtirish balli hisoblanadi.