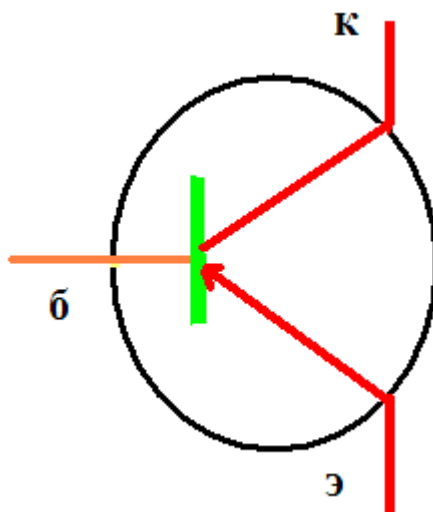


Т.Р.Рисбоев

“РАДИОЭЛЕКТРОНИКА АСОСЛАРИ”

ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА



Гулистон – 2016

Т.Р.Рисбоев “Радиоэлектроника асослари” фанидан 2-курс талабалари учун маъруза матни. Мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги қошидаги Олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълими ўқув-методик бирлашмалар фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгаш томонидан (25-феврал 2016 йил 1-сонли баённома) нашрга тавсия қилинган. Гулистон шаҳри 2016 йил . 173 б.

Ушбу маъруза матни 5110200-физика таълим йўналишида тахсил олаётган талабаларга мўлжалланган. Мажмуада замонавий педагогик технология тизимига асосланган ҳолда ўқув мақсадлари аниқланган, мавзу бўйича муаммолар, муҳокама учун саволлар, назорат саволлари, мустақил иш топшириқлари ва фойдаланилган адабиётлар рўйхати берилган.

Ушбу маъруза матни “Радиоэлектроника асослари” фани бўйича ёзилган ушбу услубий ўқув қўлланмасида радиоэлектроника фанининг асослари баён этилиб унда электромагнит тебранишларни ҳосил қилиш, уларни тарқатиш ва қабул қилиш шунигдек ахборотларни радиоэлектрон қурулмалар орқали узатиш ва қабул қилиш масалалари ўрганилади.

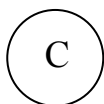
Маъруза матни ҳозирги замон электрон асбобларнинг тузилиши, ишлаш принципи ва уларнинг турли хиллар тўғрисида маълумотлар берилади.

Маъсул муҳаррир: т.ф.н. доц. Ш.К.Ниёзов.

Такризчилар: т.ф.д. К.К. Нуриев

т.ф.н. доц. Р.У.Элмуродов

Гул ДУ.



МУНДАРИЖА:

Бет

Сўз боши.....	5
1. Ўрганиладиган маърузалар матни.....	19
1.1. Радиоэлектроника фанига кириш.....	19
1.2. Радиоалоқа. Радиосигналлар модуляцияси. Радиотўлқинлар спектри ва уларнинг хусусиятлари.....	271
1.3 Радиоэлектрон занжирлар ва уларнинг частотавий тавсифлари.....	38
1.1. Элементлари кетма-кет ва параллел уланган занжирлар. Контурнинг аслиги.....	50
1.5. Боғланган контурлар.....	62
1.6. Электр филтрлари.....	69
1.7. Параметрлари тақсимланган занжирлар.....	77
1.8. Электрон асослари	81
1.9. Радиоузатувчи ва радиоқабул қилувчи қурилмалар. Телевидение асослари.....	106
2. Фан бўйича тавсия этилган лаборатория ишлари.....	118
3. Информацион методик таъминот.....	171
1. Глоссарий.....	171

Сўз боши.

“Радиоэлектроника асослари” фанидан физика бўлими 2-курс талабалари учун мўлжалланган маъруза матни Ўзбекистон Республикаси Олий ва Ўрта махсус таълим вазирлиги томонидан физика таълими йўналиши (бакалавр) учун тасдиқланган ўқув дастури асосида яратилган.

Талабалар мазкур фанни ўрганиш жараёнида: Радиоэлектроника асослари фанининг предмети, уни ўқитишнинг мақсади ва бугунги кун талабалари асосида келиб чиқадиган вазифалари; Радиоэлектроника таълими мазмуни ва структураси, мутахассислик фанлари билан боғлиқлик жihatлари, метод ва шакллари: ушбу фан бўйича таълим беришнинг замонавий технологияларини қўллаш бўйича билим, малака ва кўникмаларга эга бўладилар.

Фанни ўрганиш натижасида бўлғуси муттаҳасислар ўз ўқувчиларга Радиоэлектрониканинг иқтисодий тарақиётда тутган ўрни, халқ фаровонлигини ва маданиятини оширишдан аҳамияти, экология муаммоларини хал қилишда тутган ўрни, республикамызда радиоэлектрониканинг тараққиёт даражаси, ундан фойдаланиш йўллари ва уларни ўзларининг кейинги фаолияти даврида ишлатиш тушунчаларни шакллантириш услубларини ҳам эгаллайдилар.

Радиоэлектроника асослари тўғрисидаги фан физика, материаллар қаршилиги, математика, электротехника, автоматлаштириш, энергетика, экология каби фанлар билан ўзвий боғланишдир. Бинобарин, ушбу фанни ўрганиш асосида талабалар радиотехника ва электроника муаммоларини хал этишда бошқа фанларининг иштирокини ҳам билиб оладилар. Шу билан бирга радиоэлектроника асосларининг мактаб физикаси билан боғлиқлик жihatларини, ишлатилиши радиоэлектрон занжирлардан фойдаланишга асосланган лаборатория қурилмаларининг ишлатилиши бўйича кўникмалар ҳосил қиладилар.

Талабаларнинг ушбу фанни чуқур ўзлаштиришини ташкил этиш мақсадида уларнинг мустақил таълим олишга асосий эътибор берилган. Шу мақсадда мажмуа (ўқув қўлланма) нинг шакли замонавий педагогик технологияларга асосланган бўлиб, унда оралиқ ва якуний назорат саволлари, мустақил ишлар мавзулари, ўз-ўзини назорат қилиш тест саволлари тўплами ва тавсия этилган адабиётлар рўйхати келтирилган.

Ушбу маъруза матни баъзи камчиликлардан ҳоли бўлмаслиги мумкин. Шу сабабли маъруза матни ҳақидаги фикр ва мулоҳазаларини билдирган ҳамкасбларга муаллиф олдида ўз миннатдорчилигини билдиради.

Манзилимиз: 707012 Гулистон, Университет. “Физика” кафедраси.

1. Ўрганиладиган маърузалар матни

1 – МАШҒУЛОТ.

1.1-мавзу: Радиоэлектроника асослари фанига кириш.

Радио ва хабар сигналлари.

Мавзу бўйича назарий (маъруза) машғулотининг ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	Дарс мақсади: Радиоэлектроника фани ўргатадиган асосий масалалар билан танишади. Радиоэлектроника тарихида амалга оширилган муҳим кашфиётларни билиб олади. Радиоэлектроника бошқа фанлар билан алоқаси тўғрисида маълумотлар олади. Идентив ўқув мақсадлари: • Радиоэлектроника фанининг тараққиётида электроника соҳасидаги дастлабки кашфиётлар аҳамияти. • Ахборотларни акс эттирувчи сигналлар, уларнинг турлари, фарқларини билиб олади. • Радиосигналларнинг турлари, уларнинг асосий характеристикаларини узлаштиради.	Ўқитувчи	
2-босқич	Асосий тушунчалар Радиотехника яримўтказгичлар Электроника яримўтказгичли диод Электр ёйи транзистор Газларда электр токи микросхемалар Электр лампаси алоқа канали Электромагнит тўлқинлар хабар сигналлари Фотоэффект модулятор Термоэлектрон эмиссия детектор Диод, триод радиоэлектрон тизим Радиоэлектрон занжир Спектр кенглиги Дарс шакли: Муаммоли мунозара дарси. Воситалар: Плакатлар, “Электр занжир элементлари, уларнинг белгиланиши”, слайд намоиши Метод ва усуллар: Кичик гуруҳларда ишлаш	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	Гуруҳда ишлаш: Фаоллаштириш саволлари: 1) Хабар сигнали билан, радио сигнали орасида қандай фарқ бор? 2) Фарадей электромагнит индукция қонунини яратишда, ўзигача қилинган қандай ишларга таянди? 3) Радиотўлқинлар ва ёруғлик тўлқинлари нима учун бир хил тезлик билан тарқалади?	Ўқитувчи	
1-босқич	Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар: • Радиони ихтирочиси ким? • Папов ва Маркони тажрибаларида когерер қандай вазифани бажарган?	Ўқитувчи талаба	

5-босқич	Якуний хулосалар чиқариш. • Радиоэлектрониканинг ривожда физика соҳасидаги кашфиётларнинг ўрни. • Ўзбекистон радиоэлектрониканинг тараққиёти. • Радиоэлектрониканинг жамият ҳаётидаги аҳамияти • Келажак радиоэлектроникаси масалалар		
----------	---	--	--

1.1.1.Мавзу бўйича режа:

1. Радиоэлектроника фанига кириш ва радиоэлектрониканинг тараққиёти.
2. Хабар сигналлари ва радиосигналлар.

1.1.2.Таянч сўзлар ва иборалар.

Радиотехника яримўтказгичлар электроника яримўтказгичли диод электр ёйи транзистор

Газларда электр токи микросхемалар электр лампаси алоқа канали

электромагнит тўлқинлар хабар сигналлари

Фотоэффект модулятор термоэлектрон эмиссия детектор Диод, триод радиоэлектрон тизим

Радиоэлектрон занжир Спектр кенглиги

1.1.3. Мавзуга оид асосий муаммолар:

- 1) Радиоэлектроника фанининг шакилланиш давлари.
- 2) Радиоэлектроника фани тараққиётида физика фанидаги кашфиётлар ўрни.
- 3) Радиотехник жараёнларни амалга оширувчи тизимлар.
- 1) Радиоэлектрон тизим ва унинг қисмлари.

1.1.1. Биринчи асосий савол.

Радиоэлектроника фанига кириш ва радиоэлектрониканинг тараққиёти.

1.1.1.1. Асосий саволнинг мақсади.

Радионинг кашф этилиши, унинг бошқа алоқа воситаларига нисбатан афзалликлари, ҳозирги замон радиоэлектроникаси тўғрисида тушунча бериш.

1.1.1.2. Саволга оид муаммолар:

- 1) Радиоэлектроника фанининг шакилланиш давлари.
- 2) Радиоэлектроника фани тараққиётида физика фанидаги кашфиётлар ўрни.

1.1.1.3.Индентив ўқув мақсади:

1.Радиоэлектроника фанининг тараққиётида электроника соҳасидаги дастлабки кашфиётлар аҳамияти.

2.Электрон асбобларнинг яратилиши – радиотехника тараққиётидаги туб бурилиш эканлигини ўрганиш.

1.1.1.1. Мавзунинг баёни:

Кириш. Радиоэлектроника фанига кириш ва радиоэлектрониканинг тараққиёти.

Радиоэлектроника фан ва техниканинг ривожланиши тарихида радиотехника ва электроника фанларининг ўзаро қушилишидан вужудга келади.

Радиотехника ўзгармас ёки саноат частотали (50 Гц) ўзгарувчан тоқлар энергиясини юқори частотали (юз минг, млн. ва бир неча ун млн гц) ўзгарувчан тоқ энергиясига айлантириб бериш, электромагнит тебранишларни ҳосил қилиш, уларни тарқатиш ва қабул қилиш, шунингдек бирор ахборатни радиотехника қурилмалар орқали узатиш ва қабул қилиш масалаларини ўрганади.

Электроника - электровакуум ва ярим ўтказгич асбобларни ишлаб чиқариш ва ҳозирги замон радиотехникасида ишлатиш масалаларини ўрганади.

Радиотехника ва электрониканинг ривожланишида XVIII ва XIX асрларда физика соҳасида қилинган кўпгина кашфиётлар катта аҳамиятга эга булди. XVIII асрда рус академиклар М.В.Ломоносов ва Г.В.Рихмон (1752 йил) ҳамда амеркалик олим Б.Франклин биринчи марта ҳавода электр зарядларининг чакнаш (разряд) ларини амалга оширишди ва бу ходисани ўрганишди. 1802 йилда академик В.В.Петров томонидан электр ёйининг кашф этилиши электр ходисаси бўйича тадқиқот ишларининг кучайиб кетишига тўртки булди. Англияда У.Крукс, Д.Д.Томсон, Д.С.Таунсенд, А.Ф.Астон, Германияда-Гейслер, Г.И.В, А.Н.Гитроф, Ю.П.Моккер ва бошқалар сийракланган газдаги электр токи табиатини ўргандилар. 1873 йилда рус электротехниги А.И.Лодигин ва ундан мустақил ҳолда амеркалик Т.А.Эдисон чугланма электр лампасини ихтиро этишди. Рус П.Н. Яблочков эса 1876 йилда электр ёйини ёритиш мақсадида ишлатиш имкониятларини кўрсатиб берди.

Инглиз физиги М.Фарадей томонидан 1831 йилда электромагнит индукция қонунинг кашф этилиши, 1869 йилда Ж.Максвелл электромагнит майдонининг мавжудлигини ва унинг хусусиятларини очиқ берувчи тенгламаларни яратди. Бу тенгламаларда электромагнит майдонининг тулқин хусусиятига эгали ва бу тулқинларнинг ёруғлик тезлигига тенг тезлик билан тарқалиши назарий ҳолда исботлаб берилди. Бу назариянинг туғрилигини немис олими Г.Герц 1886-1888 йилларда ўтказилган тажрибалари билан амалда исботлаб берди. У электромагнит тебранишларни ҳосил қилувчи ва қайд этадиган вибратор ясади. Гарчи Г.Герц тажрибалари олам шумул шов-шувга сабаб бўлган булса ҳам, ундан техникада фойдаланиб булмади. Г.Герц вибратори таркатган электромагнит тебранишларни узок масофаларда ҳам қабул қилиш ва ундан амалда алоқа воситаси сифатида фойдаланиш имкониятларини 1895 йил 7 майда рус инженери А.С.Попов узи кашф этган қурилма ёрдамида кўрсатиб берди. Шу тариқа радиога асос солинган эди.

Г.Герц уз тажрибаларида вибратор яқинидаги баъзи буюмларнинг электрланишини аксинча электрланган жисмнинг электрсиэланшини сизди. Унинг бу тажрибалари 1888 йилда рус олими А.Г.Столетов томонидан фотоэффект ходисасини ихтиро этишга ва унинг қонунларини яратишга имкон тугдирди. Бу кашфиёт фотоэлектрон асбобларининг яратилишига асос солиб

берди. Фотоэффект ходисаси А.Эйништейн томонидан 1905 йилда квантлар назарияси асосида тушунтириб берилди. Рус олими В.А.Ульянин 1888 йилда биринчи марта қаттиққ жисимларда фотоэлемент ходисасини кузатди ва селен асосида биринчи ярим ўтказгичли фотоэлементни ясади.

1881 йилда Т. А. Эдисон термоэлектрон эмиссия ходисасини кашф этди. Инглиз олими У. Речардсон бу ходисани мукамал урганиб, 1901 йилда унинг табиатини тушунтириб берди.

1897 йилда немис олими К.Ф. Браун совук катодли электрон нурли трубкани ясади. Эдисоннинг термоэлектр ходисасидан фойдаланиб 1901 йилда англиз олими Д.А.Флеминг чуғланма толали (катодли) икки электродли электрон лампани ясади ва бу лампани ўзгарувчан тоқларни туғрилаш учун ишлатди. Худди шу йиллари немис олими А.Венельт ишкорий ер металлари оксиди билан копланган ўтказгичларда термоэлектрон эмиссиянинг сезиларли даражада кучайишини кузатди. Бу кашфиётлар электрон лампаларда оксидли катодларнинг кенг кулланилишига олиб келди.1905 йилда амеркалик олим А.Хелл газ тулдирилган диод (газотрон) ни кашф этди.

1906 йилда амеркалик инженер Л.Форест биринчи бўлиб уч электродли электр лампани яратди (триод). Шу йили Петербурглик олим Б. Л. Розинг электрон нурли трубкани тасвирларни қабул қилишда ишлатишни таклиф қилиб чиқди ва ўзининг бу ғоясини тажрибада кўрсатиб беришга эришди. Шу сабабли Б. Л. Розингни ҳозирги замон телевидениясининг отаси деб айтиш мумкин.

1909 йилда В. И. Коваленков ҳам уч электродли электр лампани яратди ва уни телеграф сигналларини кучайтирувчи асбоб яшашда ишлатди. Кейинчалик В. И. Коваленков 1 электродли электр лампани ҳам яратди. 1913 йилда немис инженери А. Мейснер триод асосида электр тебранишларини ҳосил қилувчи генератор ясади.

1918-1919 йилларда М. А. Бонч-Бруевич триод назариясини яратди. Бу назария электрон лампаларни яратишда муҳим аҳамиятга эга бўлди. М. А. Бонч-Бруевич шунингдек триод лампаларда электр тебранишларининг кучайтириш назарияни ҳам яратди.

Электр лампаларини кенг микёсда ишлатилиши радиотехниканинг кескин даражада ривожланишига, радиотехник асбобларнинг ишлаб чиқаришни, турмушнинг турли соҳаларига кириб боришга сабабчи бўлади. Бундай қулай қурилмаларга тобора ортиб бораётган эҳтиёж ва талаблар радиотехника саноатининг кенгайтишига, яна ҳам яхшироқ хусусиятларга эга бўлган электрон асбобларнинг яратилишига олиб келди.

Умуман айтганда, ҳозирги замон радиотехникасининг ривожланиш йўлини шартли равишда уч даврга булиш мумкин.

1-даврга (1895-1910) асосон узун тўлқинлардан фойдаланилган ҳолда телеграф алоқаси йўлга қўйилди. Радио узатувчи қурилмаларда учқунли, электромашинали ва электр ёйли генераторлар қулланилган. Приёмник сифатида сезгирлиги кам бўлган детекторлар ишлатилган.

2-даврга (1910-1955) электр лампалардан кенг фойдаланилди, улар асосида паст ва юқори частотали кучайтиргичлар, генератор, модуляторлар ясалган.

1918 йилда супергетеродинли приёмник ихтро этилди. Натижада қабул қилувчи қурилмаларнинг сезгирлиги ошиб кетди. Қисқа ва ультрақисқа тулқинли диапазон радиоалоқада ишлатила бошланди.

3-даврда (1955 дан бошлаб) ярим ўтказгичли асбоблар кенг куламда қулланила бошлади. Ярим ўтказгичларнинг ўзгарувчан токни тугрилаш хусусиятини 1875 йилда немис олими К. Ф. Броун сезган эди. Аммо электр лампаларнинг яратилиши ярим ўтказгичларнинг бу хусусиятига бўлган кизикишни анча четга суриб қуйди. Ярим ўтказгичли асбобларга бўлган талаб АКШ да Д. Бардин ва В. Браттен томонидан биринчи ярим ўтказгичли триоднинг ихтиро этилиши билан ошиб кетди . Ажойиб хусусиятларга эга бўлган бу ярим ўтказгичли асбобларга бўлган кизикиш кескин ортиб бориб, уларнинг янги хиллари яратила бошланди. Ярим ўтказгичли асбоблар асбобсозликда электрон лампаларнинг урнини эгаллаб борди. 1958 йилда биринчи интеграл схема яратилди. Интеграл схемалар радиоэлектрон занжирда маълум бир функцияни амалга оширади ва яхлит қилиб тайёрланади. Масалан, дастлабки кучайтиргичлар, генераторлар, дитекторлар, аралаштиргичлар каби схемалар бир неча ярим ўтказгич асбоблар ва радиоэлементларни уз ичига олган бир бутун блок сифатида ишлаб чиқарилади. Ярим ўтказгичли асбобларни такомиллаштириш буйича олиб борилган ишлар натижасида кейинги йилларда микросхемалар яратилди. Микросхемаларнинг яратилиши радиотехника соҳасида катта ўзгаришларга олиб келди. Микросхемалар битта кристалл хажмида тайёрланган ва тугалланган вазифани бажаришга муваффақланган қурилма ҳисобланади. Шундан сунг электротехника аниқ ички қисмга, яъни катта қувватли радиоэлектроника ва микроэлектроникага бўлинади. Микроэлектрониканинг вазифаси қуплаб яримўтказгич асбобларни уз ичига олган ва муайян вазифаларни бажара оладиган тўла имкониятли кам қувватли қурилмаларни яратишдан иборат.

Радиоэлектрониканинг ривожланиши оптоэлектроника ва акустоэлектроника каби соҳаларни пайдо бўлишига олиб келди. Оптоэлектроника оптик диапазонда ахборотларни узатиш ва қабул қилиш муаммоларни ҳал қилишга қаратилган асбобларни яратишни уз ичига олади. Акустоэлектроника эса электромагнит тўлқинлар билан биргаликда акустик тўлқинлардан кенг фойдаланиладиган асбобларни яратиш уз ичига олади.

ЭХМ лар ва уларнинг авлодларининг яратилиши ҳам электротехниканинг тараққиёт даражаси билан ҳамбарчас боғлиқдир.

1.1.1. 5. Назорат саволлари.

1. Хабар сигнали нима?

А) Электр табиатида эга бўлмаган ҳар қандай маълумот.

В) Радиоқурилмалар орқали узатиладиган сигнал.

С) Юқори частотали тебранишлар.

Д) Антенна орқали қабул қилинган радиосигнал.

2. Микрофон, телекамера, телеграф аппарати каби қурилмалар радиоалоқада қандай иш бажаради?

А) Микрофон товуш қабул қилади, телекамера суратга олади, телеграф аппарати сигналларни узатади.

В) Улар хабар сигналларни электр сигналларига айлантиради.

С) Бу қурилмалар кучайтиргич, процессор, электр манбаи ва бошқа қурилмалар билан бирга ишлайди.

Д) Бу қурилмалар ахборотни қабул қилувчи ахборотлар ҳисобланади.

3. Радиоэлектрон занжир нима?

А) Электр сигналлари ҳаракатланадиган тизим.

В) Маълум бир асосда радиоэлектрон элементлардан ташкил топган тизим.

С) Қаршилиқлар, конденцаторлар ва галтаклардан иборат занжир.

Д) Электр мабаи ва истеъмолчидан иборат занжир.

4. Термоэлектрон эмиссия ходисасини ким кашф этган?

5. Икки электродли диод лампани ким ва қачон яратган?

6. Биринчи транзистор қачон яратилди?

1.1.1.2. Иккинчи асосий савол:

Хабар сигналлари ва радиосигналлар.

1.1.1.3. Асосий савол мақсади.

Хабар сигнали, уларни манбаи, сигналларнинг турлари ва параметрлари туғрисида тушунчалар ҳосил қилиш. Алоқа канали ва алоқа канали частоталар интервалининг радиоалоқада аҳамиятини кўрсатиб бериш.

1.1.1.4. Саволга оид муаммолар:

1) адиотехник жараёнларни амалга оширувчи тизимлар.

2) адиоэлектрон тизим ва унинг қисмлари.

1.1.1.5. Индентив ўқув мақсадлари:

1. Ахборотларни акс эттирувчи сигналлар, уларнинг турлари, фарқларини билиб олади.

2. Радиосигналларнинг турлари, уларнинг асосий ҳарактеристикаларини ушлаштиради.

1.1.1.6. Мавзунинг баёни.

Хабар сигналлари ва радиосигналлар.

Радиоэлектроника васифаси информацияларни электромагнит тўлқинлар ёрдамида узатишдан иборат. Бу вазифани берувчи, шунитнгдак электромагнит тўлқинлар таркаладиган мухит биргаликда алоқа канали ташкил этади.

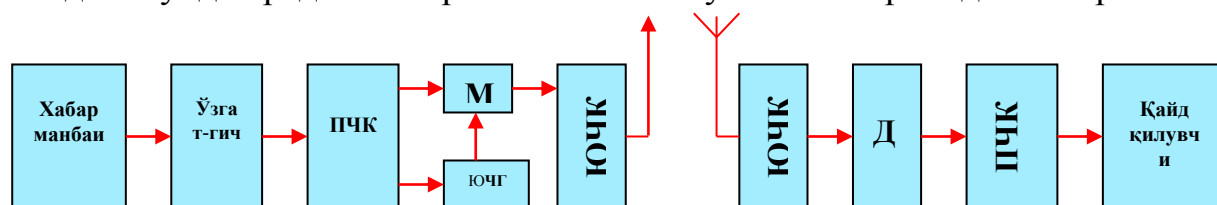
Радиоэлектроника усуллар билан хабарларни узатиш учун улар энг аввало эллектро сигналларига айлантирилади. Улар хабар сигналлари деб аталади. Радио эшиттиришда бу иш микрорадион ёрдамида амалга оширилади.

Радиотехник жараёнлар радиоэлектрон тизимлар ёрдамида амалга оширилади. Энг кўп тарқалган радиоэлектрон тизимларга хабар (сигнал, ахборот) тарқатувчи ва қабул қилувчи қурилмаларни киритиш мумкин. Радиоэлектрон тизимлар ёрдамида воқелик, ходиса ахборот ва бошқалар

хақидаги маълумот-яъни информация электромагнит тебранишлар ёрдамида бир жойдан иккинчи жойга олиб утилади.

Дастлабки хабар электр табиатига эга бўлмаслиги мумкин. Масалан, оқим овози, оптик тасвир, жисмнинг ҳолати ёки вазияти хақидаги хабар. Бу хабарлар аввало электр сигнаliga айлантлантирилади. Масалан, микрофон, телекамера ва ҳақозо қурилмалар ёрдамида электр сигнаliga айлантлантирилган хабар кучайтирилади ва модуляторга берилади. Модуляторда хабар сигнали юқори частота тебранишларига айлантлантирилади. Юқори частота тебранишлари антенна ёрдамида эфирга таркатилади. Бу электромагнит сигналлар қабул қилувчи антенна ёрдамида қабул қилинади ва бу кучсиз юқори частота (юч) сигнали кучайтирилиб, детекторга узатилади. Детекторда хабар сигнали юқори частота тебранишларидан ажратиб олинади. Шундан сунг хабар сигнали қайд қилувчи асбобга берилади.

Хабарларни узатишда ва қабул қилишда иштирок этадиган бундай қурилмалар тўплами биргаликда алоқа тизими ёки радиоэлектрон тизим деб аталади. Шундай радиоэлектрон тизимнинг тузилиши 1-расмда келтирилган.



1-расм

Узатгич-жўнатиладиган сигнални радиосигналга айлантлантириб беридиган, қабул қилгич-радиосигналдан бошлангич маълумотни тиклайдиган қурилмадир. Узатувчи ва қабул қилувчи антенналар оралиги алоқа йули бўлиб, у ё эркин фазо, ёки махсус техник қурилма (параллел ўтказгичлар, кабель, нуртола...) дан иборат булиши мумкин.

Ҳар қандай радиоэлектрон қурилма қанчалик содда ёки мураккаб бўлмасин, маълум бир аниқ элементлардан ташкил топган. Бундай элементлар жумласига қаршилиқлар, конденсаторлар, индуктив ғалтаклар, диодлар, транзисторлар, ИС... ва ҳақозолар қиради. Бундай элементлардан маълум бир асосда йигилган тизим радиоэлектрон занжир деб аталади.

Чизмаларда занжир элементлари маълум белгилар билан белгиланади. Сигналларнинг вақт бирлигида такрорланиш сони унинг частотаси 2 а частота қиймати сигнал давомийлиги билан аниқланади.

Амплитудаси U_n нульга айланувчи сигнал частотаси катталиги импульс давомийлигига боғлиқ. Бу частоталарнинг энг кичиги ва каттаси оралиги спекторнинг эффиктив кенглиги $\Delta\Omega$ ни аниқлайди. Импульс кенглиги ыанчалик кичик бўлса спектр шунча кенг бўлади, яъни

$$\Delta\Omega = \frac{2\pi}{\tau}$$

Худди шундай йул билан сигналнинг фаза спектрини ҳам ҳосил қилиш мумкин.

Хабар сигнали спектр кенглиги бирон алоқа канали учун ажратилган частоталар интервалини аниклаб беради. Овоз ёки музикани эшиттиришда частотаси 20 Гц дан 20 кГц гача бўлган частоталар интервали зарур бўлади. Эшиттириш сифатини ошириш мақсадида одатда радиоэшиттиришда сигнал интервали 30 Гц – 1,5 кГц ва телевиденияда 0 Гц – 6 мГц гача бўлиши керак.

1.1.1.7. Назорат саволлари.

1. Электроника фанининг вазифаси нимадан иборат?
 - А) электронларнинг магнит ва электр майдонидаги ҳаракатини урганиш.
 - В) электровакуум ва яримўтказгич асбоблар ишлаб чиқариш ва уларни радиоқурилмаларида ишлатиш масалаларини урганиш.
 - С) замонавий электрон қурилмаларни урганиш.
 - Д) янги хилдаги электрон асбоб ускуналарни яратиш ва уларнинг ишлаш тамойилини урганиш.
2. Радио тўлқинлар ёрдамида алоқани ким биринчи бўлиб амалга оширган?
 - А) Немис олими Г. Герц.
 - В) Рус инженери А. С. Папов.
 - С) Италиян инженери Маркони.
 - Д) Инглиз олими Максвелл.

3. Микрофон, телекамера сингари асбоблар радиоэлектрон занжирда қандай вазифани амалга оширади?

1. Радиоэлектрон тизим нима?

5. Радиоалоқани амалга оширувчи электромагнит тебранишлар қандай таркибий қисмлардан иборат?

1.1.1.8. Мавзу бўйича асосий хулосалар ва уларни мустахкамлаш.

Радиоэлектроника фан сифатида XX асрнинг бошларида радиотехника, электротехника ва электроника фанларининг қўшилишидан юзага келди. Бу пайтда электр энергиясидан турли мақсадларда фойдаланиш, электр сигналларини ҳосил қилиш ва уларни узатиш борасида кўплаб амалий ишлар бажарилган эди. Электроника соҳасида эришилган ютуқлар, яъни такомиллашган электрон асбобларнинг яратилиши, яримўтказгичлар асосида яратилган электрон асбобларнинг юзага келиши, квант генераторларининг яратилиши радиотехниканинг тараққиётида янги даврни бошлаб берди. Бу давр радиоэлектрон тизимларнинг ҳаётга кенг қўламда кириб боришига сабабчи бўлди.

1.1.1.9. Мустақил ишлар учун топшириқлар.

- 1) Радиоалоқа принципини ўрганиш. [5] 1-7 бетлар.
- 2) Радиосигналлар туғрисида тушунча. [1] 8-11 бетлар.
- 3) Радиотехника ва электроника фанларининг тараққиёт даврларини ўрганиб чиқиш. [1] 3-7- бетлар.
- 1) М. Фарадейнинг электромагнит индукция қонуниятининг моҳиятини ўрганиб олиш. [5] 11-27-бет.

2-МАШҒУЛОТ.

1.2.Мавзунинг номи: Радиоалоқа. Радиосигналлар модуляцияси. Мавзу бўйича назарий (маъруза) машғулотининг ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	Дарс мақсади: Электромагнит тўлқинлар ёрдамида радиоалоқанинг амалга оширишнинг физикавий асосларини ўргатиш. Радиоалоқанинг сифатини ва кўламини ошириш учун радиотўлқинлар модуляцияси ва модуляциянинг турлари тўғрисида тушунча берилади. Идентив ўқув мақсадлари: • Радиоалоқа тўғрисида маълумот билиб олади. • Радиосигналларни модуляциялаш заруратини тушуни олади. • Радиотўлқинлар спектри тўғрисида маълумот олади. • Радиотўлқин тарқалувчи муҳитнинг хоссаларини билиб олади.	Ўқитувчи	
2-босқич	Асосий тушунчалар Радиоалоқа ёндош частоталар Бир каналли алоқа кўп каналли алоқа радиотўлқинлар спектри элтувчи тебраниш сиртий тўлқинлар фазовий тўлқинлар Модуляция чуқурлиги «Ўлик» соҳа Радиодарча радиотўлқинлар тинчиши Дарс шакли: Муаммоли мунозара дарси. Воситалар: Плакатлар, ўқув асбоблари намунаси, макетлар Метод ва усуллар: Кичик гуруҳларда ишлаш	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	Гуруҳда ишлаш: Фаоллаштириш саволлари: 1) Электромагнит тўлқинлар спектри тўғрисида маълумот беринг? 2) Электромагнит тўлқинлар спектри қандай хоссага эга бўлган тўлқинлар диапозонига ажратилган? 3) Радиотўлқинлар электромагнит тўлқинлар спектрида эгаллаган соҳани ажратиб кўрсатинг? 4) Нима учун космик алоқада тўлқин узунлиги 3-30 см бўлган радиотўлқинлар ишлатилади?	Ўқитувчи	
1-босқич	Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар: • Модуляцияланган сигналлар қандай хусусиятларга эга? • Радиотўлқинлар модуляциясининг қандай турлари бор? • Қандай частоталар соҳасида кўпроқ радиостанциялар жойлашиши мумкин?	Ўқитувчи талаба	
5-босқич	Якуний хулосалар чиқариш. • Радиоалоқани амалга оширишда тўлқинлар модуляциясининг аҳамияти.. • Юқори частотали тўлқинлар соҳасининг ўзлаштирилиш сабаблари. • Космик радиоалоқада ионосферанинг ўрни.		

1.2.1.Мавзу бўйича режа:

- 1.Радиоалоқа. Радиосигналлар модуляцияси.
2. Радиотўлқинлар ва уларнинг хусусиятлари.

1.2.2.Таянч сўзлар ва иборалар.

Радиоалоқа ёндош частоталар
Бир каналли алоқа модуляция индукция
Кўп каналли алоқа радиотўлқинлар спектри
Модуляция ионосфера
Элтувчи тебраниш сиртий тўлқинлар
Радиосигналлар фазовий тўлқинлар
Модуляция чуқурлиги «Ўлик» соҳа
Радиодарча радиотўлқинлар тинчиши

1.2.3.Мавзуга оид асосий муаммолар.

- 1) Электр табиатига эга бўлмаган сигналларнинг электр сигналларига айлантирилиш жараёни.
- 2) Электр сигналларига радио электрон занжирларда ишлов бериш.
- 3) Радиосигналларни модуляциялаш зарурати.
- 1) Радиосигналларни узатишда ёндош частоталар ҳосил бўлиши.

1.2.1. Биринчи асосий савол:

Радиоалоқа. Радиоканаллар модуляцияси.

1.2.1.1. Асосий саволнинг мақсади:

Радиоалоқа принципи туғрисида тушунча бериш ва радиоалоқани амалга оширишда радиосигналларни модуляциялашнинг зарурати хақида маълумот бериш.

1.2.1.2. Саволга оид муаммолар:

- 1) Электр табиатига эга бўлмаган сигналларнинг электр сигналларига айлантирилиш жараёни.
- 2) Электр сигналларига радио электрон занжирларда ишлов бериш.

1.2.1.3. Индентив ўқув мақсадлари:

- 1.Радиоалоқа туғрисида маълумот билиб олади.
- 2.Радиосигналларни модуляциялаш заруратини тушуниб олади.

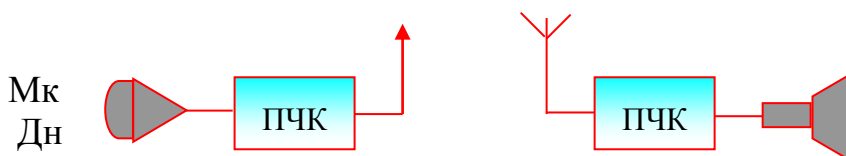
1.2.1.1. Биринчи асосий савол баёни:

Радиоалоқа. Радиосигналлар модуляцияси.

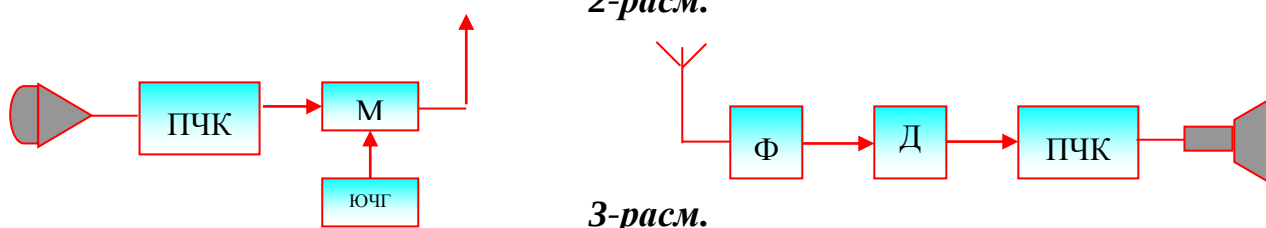
Микрофонда ҳосил қилинган электр сигналларини кучайтириб антеннага келтириш ва электромагнит тебранишлари сифатида фазога тарқатиб, қабул қилувчи антенна ёрдамида бу тебранишларни ушлаш ва кучайтириш йули билан радиоалоқа урнатиш мумкин. Бундай алоқалар бир каналли бўлади, яъни битта радиостанция ишлайди холос. Бошқа радиостанциялар эса унга ҳалакит

берилади. Бунга барҳам бериш учун электр сигналига айланган хабарни тўғридан-тўғри антеннага бермай, улар ёрдамида юқори частотали тебранишларнинг бирон параметри ўзгартирилади. Бу жараёнга модуляция деб аталади.

Модуляция туфайли юқори частотали тебранишларнинг амплитудаси, частотаси ёки фазаси хабар сигналининг узгариш қонуни ятларига мос равишда узгаради. Бунда юқори частота элтувчи тебраниш деб аталади. Бу процес модуляцияловчи курилмада амалга оширилади. 2-расм.



2-расм.



3-расм.

Элтувчи тебраниш қайси параметри ўзгартирилишига қараб модуляция турлича бўлади. 1.Амплитуда модуляцияси. (АМ)

2.Частота модуляцияси. (ЧМ)

3.Фаза модуляцияси. (ФМ)

Модуляцияланган юқори частотали тебранишларга радиосигналлар дейилади. Бу сигнал антеннада атроф фазога таркатиладиган сигналдир.

Қабул қилувчи курилмадаги фильтр бир алоқа каналидан бошқасига утишга имкон беради. Қабул қилинган сигналлар жуда кичик кувватли бўлгани сабабли (10^{-10} Вт), у филтрдан сўнг кучайтирилади.

Детекторда хабар сигналлари юқори частотадан ажратилади. Сунгра товуш частоталари кучайтирилиб электр сигналидан хабар сигналига айлантирувчи курилмаларга берилади. Қабул қилувчи антеннада турли хил шовқин сигналлари (космосдан, индустриал шовқинлар...) ҳам келиб таъсир кўрсатади. Лекин фильтр асосан зарур частотани ажратиб олишни таъминлайди. Фильтрларнинг сифати, шунингдек, радиоаппаратурани шовқиндан химояланиш қобилияти, унинг сифатини белгилайди.

Амплитудали модуляцияланган сигнал.

Юқори частотали элтувчи тебраниш куйидагича булсин:

$$U_{oe} = U_m \cos(\omega_0 t + \varphi) \quad (1)$$

Унга амплитудадаги U_c бўлган хабар сигнал таъсир этган булса, элтувчи тебраниш амплитудаси куйидаги куринишни олади:

$$U_m = U_{oe} + \Delta U = U_0 k U_c \quad (2)$$

Бунда $U_{oe} = \text{const}$, $\Delta U = kU_c$ элтувчи сигнал амплитудасини узгаришини билдиради ва у хабар сигнали кучланганлигига пропорционалдир. k - доимий коэффициент.

Фараз килайлик хабар сигнали гармоник тебраниш булсин.

$$U_c = U_{mc} \cos \Omega t \quad (3)$$

У ҳолда модуляцияланган сигнал амплитудаси:

$$U_c = U_{oe} (1 + m \cos \Omega t) \quad \text{бўлади. (1)}$$

Бунда $m = \frac{kU_m}{U_0}$ модуляция коэффициенти дейилади.

Ҳаммавақт $m \leq 1$ бўлиши керак. Агар $m > 1$ бўлса, хабарнинг бузилишига олиб келади.

Агар модуляцияланган сигналнинг амплитудасининг энг катта кийматини $U_m \text{ max}$, энг кичигини $U_m \text{ min}$ билан белгиласак, модуляция коэффициетини қуйидагича ҳам аниқлаш мумкин:

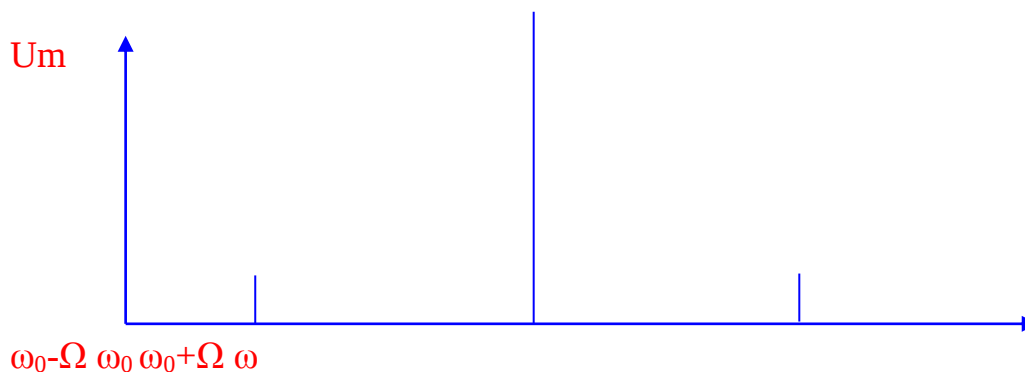
$$m = \frac{U_{m \text{ max}} - U_{m \text{ min}}}{U_{m \text{ max}} + U_{m \text{ min}}} \quad (5)$$

Шу сабабли m ни купинча модуляция чуқурлиги деб ҳам аталади.

(1) тенгламани ечими 3 та гармоник ташкил этувчидан иборат тебранма процесни беради. Бу ташкил этувчилар частоталари $\omega_0 - \Omega$, $\omega_0 + \Omega$ амплитудалари

$$U_{oe} \pm \frac{mU_0}{2} \quad \text{тенг бўлади.}$$

$\omega_0 - \Omega$, $\omega_0 + \Omega$ частоталар юқори ва куйи ёндош частоталар деб аталади. Ёндош частоталар амплитудаси ўзаро тенг ва модуляция коэффициетига пропорционалдир.



1-расм.

АМ сигнални спектрининг каналга ахборот сигналининг иккиланган тах частотасига тенг.

$$\Delta \omega_{AM} = (\omega_0 + \Omega) - (\omega_0 - \Omega) = 2\Omega \text{ max}$$

Радио алоқа 10кГц, телеэшиттиришлар оралиғи 6.5 МГц қилиб олинади.

Частотали ва фазази модуляция.

Фойдали информация сигнали ёрдамида юкори частотали элтувчи тебранишларнинг частотаси ўзгартирилса, бу хил модуляция частотали модуляция (ЧМ), фазаси ўзгартирилса фазали модуляция (ФМ) дейилади.

Шакл жихатдан Ҳар иккала модуляциянинг куруниши бир-бирига мос тушади, чунки частотанинг Ҳар кандай узгариши фазанинг ҳам ўзгаришига олиб келади ва аксинча элтувчи сигналга оддий гармоник ахборот сигнали таъсир этиб унинг частотаси узгарган булсин. Натижавий сигнал частотаси

$$\omega(t) = \omega_0 + \Delta\omega(t) = \omega_0 + k U_{mc} \cos \Omega t = \omega_0 + \Delta\omega_{\max} \cos \Omega t$$

бу ерда ω_0 элтувчи сигнал частотаси. $\Delta\omega(t)$ модуляция туфайли хосил бўлган орттирма частота. $\Delta\omega_{\max} = \Delta\omega_{\text{дев}} = k_{\text{мс}}$ частотанинг максимум четлашиши, унга девиацияси дейилади.

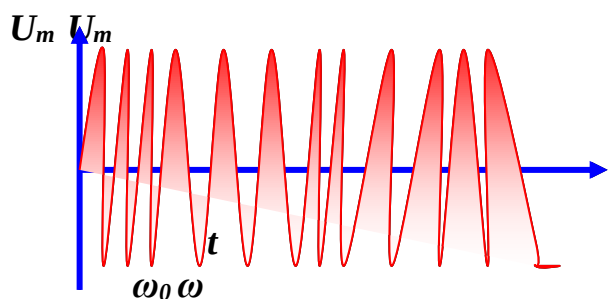
ЧМ да натижавий тебранишнинг оний фазаси қуйидагича топилади:

$$U(t) = \omega_0 t + \frac{\Delta\omega_{\max}}{\Omega} \sin \Omega t + \varphi_0$$

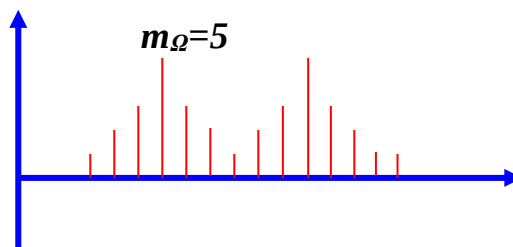
Бунда φ_0 бирон доимий сон, $t=0$ да $\varphi(t)=0$ бўлиб, $\varphi_0=0$ бўлади.

Қуйдаги муносабат $m_\Omega = \frac{\Delta\omega_{\max}}{\Omega} = \frac{k U_{mc}}{\Omega}$ частотали модуляция индекси дейилади.

Кўриниб турибдики m_Ω нинг киймати фазали сигналнинг фақат амплитудасига эмас, балки частотасига ҳам боғлиқ.



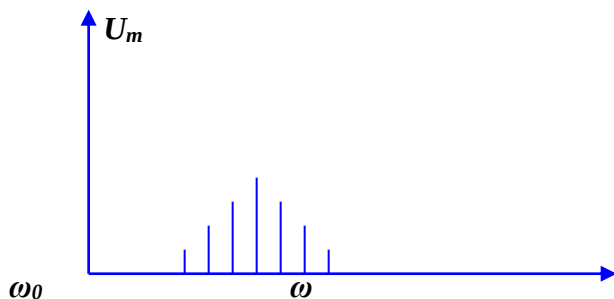
5-расм



6-расм

ЧМ процесиди бирқанча ёндош частоталар хосил бўлади (6-расм). m_Ω ошиб бориши билан ёндош частоталар амплитудаси ҳам ошиб боради, хатто элтувчи частота амплитудасидан ҳам ортиб кетиши мумкин. Ёндош частоталар частотаси

$$\omega_0 \pm \Omega, \quad \omega_0 \pm 2\Omega, \quad \omega_0 \pm 3\Omega \quad \text{ва} \quad \text{х.к. бўлиши мумкин.}$$



7-расм.

ЧМ модуляцияда алоқа канали эгаллаган соҳа:

$$\Delta\omega_{\text{гн}}=2(m_{\Omega}+1)\Omega=2\Delta\omega_{\text{дев}},$$

$$\Omega \ll \Delta\omega_{\text{дев}}$$

$m_{\Omega} \gg 1$ бўлганда ЧМ канал жуда катта сохани эгаллайди. АМ да эса $2\Omega_{\text{max}}$ тах эди. Шу сабабли ЧМ радио-алоқада кулланилиши чегараланган. ЧМ анча шовкиндан химояланган.

Фазали модуляция индекси $m_{\text{ч}} = \frac{\Delta\varphi}{\Omega}$ га тенг бўлиб, у факат амплитудага эга бўлади.

1.2.1.5. Назорат саволлари:

1. Радиоалоқани амалга ошириш усулини тушунтириб беринг.
2. Радиосигналларни модуляциялаш зарурати туғрисида маълумот беринг.
3. Модуляцияланган сигналлар кандай хусусиятларга эга.
 - А) Кўп каналли алоқани амалга ошириш мумкин.
 - В) Радиостанциялар бир-бирига халакит бермай ишлай олади.
 - С) Радиосигналларга ташқи алоқа таъсири камаяди.
 - Д) Жавобларнинг барчаси тўғри.
1. Амплитудали модуляцияланганда радиоканал кенглиги нечага тенг?
 - А) 12 кГц, В) 6 кГц, С) 10 кГц, Д) 12 мГц,

1.2.2. Иккинчи асосий савол:

Радиотўлқинлар ва уларнинг хусусиятлари.

1.2.2.1. Иккинчи асосий саволнинг мақсади:

Юқори частотали электромагнит тебранишлар частотасига кўра турли диопозонларга булинади ва ҳар бир диопозондаги тўлқинлар ўзига хос тарқалиш хусусиятига эгаллиги ва шу сабабли уларнинг ишлатилиш сохалари ҳам турлича эканлиги туғрисида маълумот берилади.

1.2.2.2. Саволга оид муаммолар.

- 1) Радиотўлқинларнинг тарқалиш хусусиятларининг радиотўлқин узунлигига боғлиқлиги.
- 2) Радиотўлқинларнинг тарқалишида ер атмосферасининг боғлиқлиги.

1.2.2.3. Индентив ўқув мақсади.

1. Радиотўлқинлар спектри туғрисида маълумот олади.
2. Радиотўлқинлар спектрининг диопозонларга бўлинишини билиб олади.
3. Ҳар бир диопозондаги радиотўлқиннинг тарқалиш хусусиятларини ўрганади.
 1. Радиотўлқин тарқалувчи муҳитнинг хоссаларини билиб олади.

1.2.2.1. Асосий саволнинг баёни.

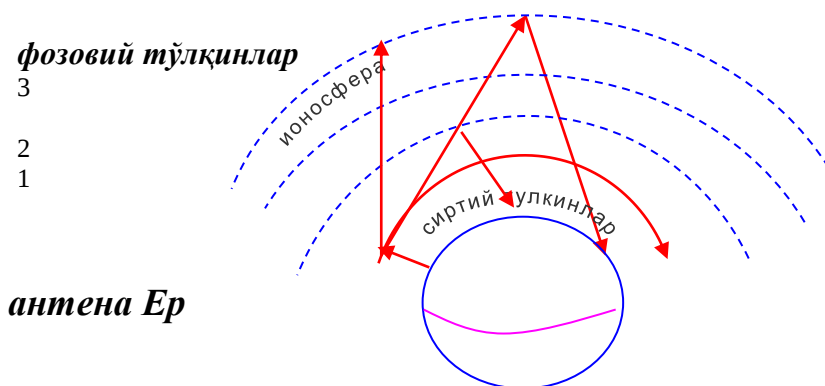
Радиотўлқинлар ва уларнинг хусусиятлари.

Ахборотларни модуляцияланган радиотўлқинлар ёрдамида узатишда элтувчи частота атрофида АМ холида $\Delta\omega_{\text{АМ}}=2\Omega_{\text{max}}$ га тенг бўлган частоталар соҳасини ажратиш зарур эди. ЧМ да эса $\Delta\omega_{\text{ЧМ}}=2\Delta\omega_{\text{дев}}$ ажратиш керак. Радиоэшиттиришда АМ да $\Omega_{\text{max}}=2\cdot 5\text{кГц}=10\text{кГц}$ телевидениеда $\Omega_{\text{max}}=2\cdot 6\text{МГц}=12\text{МГц}$.

Радиоалоқа канали кенглиги бирон частоталар интервалида бир-бирига ҳалакит бермасдан канча радиостанция ишлай олиши мумкинлигини аниқлашга имкон беради. Масалан: $f_{\text{элитувчи}} = 200\text{ кГц}$ бўлсин. Ҳар бир радиостанция алоқа элтувчи соҳасининг камида 20% ини эгаллаши керак. У ҳолда курсатилган соҳада $n = \frac{0.2 \cdot 200\text{кГц}}{2 \cdot 5\text{кГц}}$ 4та радиостанция жойлашиши мумкин. Демак юқори частоталарга ўтган сайин берилган соҳада жойлаштириш мумкин бўлган радиоалоқа каналлари сони ошиб борар экан.

Ҳозирги пайтда радиоалоқа каналлари сони узлуксиз ошиб бормокда. Бу талабни қониқтириш учун янги радиочастоталар соҳасини узлаштиришга тугри келмокда. Шу билан бирга элтувчи тўлқинлар частотаси ошиб бориши билан уларнинг фазога тарқалиш хусусиятлари ҳам ўзгариб боради. Бундан ташқари ҳамма радио частоталар спектрини радиоэшиттириш ёки телевиденияда ишлатиб бўлмайди. Радиотўлқинларнинг бу хусусиятларини ҳисобга олиб, улар маълум бир кичик соҳаларга, яъни диопозонларга бўлинади. Ҳар бир диопозон тарқалиш хусусияти ва кулланиш соҳаси бўйича умумий бўлган частоталар соҳасини уз ичига олади.

Тажрибалар ёрдамида турли тулқин узунлигидаги радиотўлқинлар ҳавода турлича тарқалиш хоссасига эгалиги аниқланган. Бу фарқ антеннадан ер сирти бўйлаб нурлатилган сирт тўлқинлари билан Ер сиртига бирон бурчак остида нурлатилган фазовий тўлқинларнинг тарқалиши ўртасидаги фарқ билан аниқланади. Бундай йўналишларда тарқатилган радиотўлқинларнинг ўтиш йуллари 8-расмда курсатилган.



8-расм. Электромагнит тўлқинларнинг тарқалиш йуллари.

Сирт бўйлаб тарқалган (1) тўлқинлар нам қатламда ўзгарувчан тоқлар ҳосил қилиб, энергиясини йукотади. Частотаси канча катта булса сирт тўлқинлари энергиясини шунча тез йукотиб, сунади. Фазовий тўлқинлар эса

атмосферанинг юқори катламларига тушиб, ионосферада қисман йутилиб, Ерга қайтади. Назария ва тажриба ионосферада ютилган нур энергиясининг хиссаси унинг тўлқин узунлиги ошиб бориши билан ортишини кўрсатади.

Умуман олганда, радиотўлқинларнинг тарқалишида ($\lambda > 10$ м. дан катта тўлқинлар учун) атмосферанинг ионосфера қатлами муҳим аҳамиятга эга. Ионосфера 100 км дан баландликда жойлашган қатлам бўлиб, у асосан қуёшнинг ультрабинафша ва космик нурлар таъсирида ионлашган ҳолдаги зарралардан ташкил топган. Бу қатламда радиотўлқинларнинг тарқалиш хусусияти бу ердаги эркин электронлар концентрациясига боғлиқ. Ионосферадаги эркин электронлар концентрацияси қатламнинг Ер сиртидан жойлашиш баландлигига, ҳамда йилнинг мавсумлари ва сутканинг вақтлари, қуёшнинг активлигига боғлиқ.

Электромагнит тўлқинлари эркин электронлари билан таъсирлашиб синади. Бу ҳодиса ионосферанинг синдириш қурбатгичи электронлар концентрацияси N ва тўлқин частотаси ω билан қуйидагича боғланишга эга:

$$n = \sqrt{\varepsilon} = \sqrt{1 - \frac{Ne^2}{\varepsilon_0 m \omega^2}} \quad (1)$$

бу ерда ε ва m электронларнинг заряди ва масаси ε_0 вакуумнинг диэлектрик сигдирувчанлиги. Қаралаётган муҳит учун ҳар доим $n < 1$, $\omega^2 < \frac{Ne^2}{\varepsilon_0 m}$ бўлган тўлқинлар ионосферада тарқалиши мумкин. Бу тўлқинлар тушиш бурчагига қараб тулик ичга қайтиш ҳодисасига учраши мумкин.

$\omega^2 < \frac{Ne^2}{\varepsilon_0 m}$ бўлган тўлқинлар учун ионосфера умуман қаршитлик қурсата

олмай қолади. Бу ҳодиса $\lambda < 10m$ бўлган радиотўлқинлар учун тегишли. Шу сабабли тўлқин узунлиги 10 см дан кичик бўлган нурларкупрок радиоастрономияда ишлатилади.

Ионосферада ютиладиган исрофланадиган электромагнит тўлқинлар энергияси Жоуль-Ленц қонуни билан аниқланади ва у қуйидаги формула билан ифодаланади.

$$P = \sigma E^2 \quad \text{бундан} \quad \sigma = \frac{\sigma_0}{\omega^2 t^2} \quad (2)$$

бу ерда E - электромагнит тебранишлар ҳосил қилган электр майдони қучланганлигининг эффектив қиймати, σ муҳитнинг электрутказувчанлиги. У қуйидагига тенг:

$$\sigma = \frac{\sigma_0}{\omega^2 t^2} \quad (3)$$

бу ерда σ_0 частотаси $\omega=0$ бўлган майдондаги электр ўтказувчанлик t электроннинг ўрта эркин югуриш вақти.

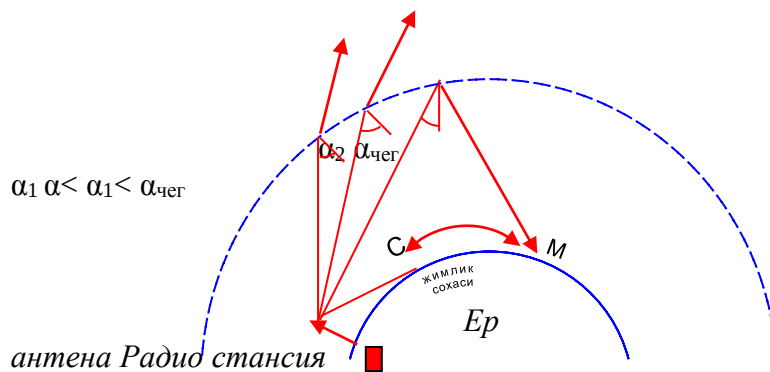
Электр ўтказувчанлиги (3) дан қурилиб турибдики частота ω ортиши билан тез камаяди, яъни юқори частотали радиотўлқинларнинг муҳитда ютилиши камаяди.

Узун тўлқинлар ва ўта узун тулқинли радиосигналлар ионосферанинг пастки қатламларидан яхши қайтади ва улар ионосферада тарқалмайди. Ер сирти бу тўлқинларни жуда яхши ўтказади. Шу сабабли Ер сирти ва ионосферанинг пастки қатламларидан қайтган узун тўлқинлар Ер сирти бўйлаб эгилиб тарқалиш хусусиятига эга. Шу сабабли, бундай тулқинда ишлайдиган радиостанцияларсигналини туғри кўриниш масофасидан анчагина катта масофаларда, тўсиқлар ортида ҳам қабул қилиши мумкин. Ўта узун радиотўлқинлар (10-100 км) денгиз сувида кучсиз ютилади. Шу сабабли улар сув остида алоқасида куп ишлатилади. Узун тўлқинлар диопозони (ДВ) 1000 м. дан 10 км гача бўлган тўлқинларни (частотаси 300 кГц дан кичик) уз ичига олади (30-300 кГц)

Тўлқин узунлиги 1000 м. дан 100 м гача бўлган тўлқинлар ўрта тўлқинлар (СВ) диопозонини ташкил этади. (частотаси 300кГц дан 3 мГц гача). Тўлқинларнинг сиртий ташкил этувчиси Ер сиртида кучли ютилади, фазовий ташкил этувчиси эса ионосферанинг юқори қатламларидан анча ютилиб қайтади. Кундуз кунлари куёш нури таъсирида ионлашган зарралар купайиб ионосферанинг пастки чегараси анча пастга тушади, натижада ўрта тулқинли радиосигналларнинг ионосферада утадиган йули яна ҳам ошади ва уларнинг ютилиши кучаяди. Сиртий ташкил этувчи тўлқинларни Ер сирти ёмон ўтказади, частота ошиши билан ютилиш кучаяди. Шу сабабли бу диапазондаги сигналларнинг айниқса кундуз кунлари узок масофаларда қабул қилиб булмай қолади.

Тунги вақтларда ионосферанинг пастки чегараси кутарилади ва ўрта тўлқинларнинг ионосферадаги йули қисқаради, шу сабабли қайтган нурлар ҳам анча кучли интенсивликга эга бўлади. Улар сиртий тўлқинлар билан кушилиб, интерференциялашади. Натижавий тулқин интенсивлиги фазалари фарқига боғлиқ бўлади. фазовий ташкил этувчининг ўтган йули тун буйи ўзгариб тургани учун Ер сиртидаги интерференция нукталари вазияти ҳамда интенсивлиги, узлуксиз ўзгариб туради. Шу сабабли, ўрта тўлқинлардаги эшиттиришларни айрим жойларда баъзан яхши қабул қилиш имкони тугилса, баъзан эшиттириш «эгилиб» қолади. Бу ходиса радиотўлқинларнинг тинчиши деб аталади.

Қисқа тўлқинлар диопозонидаги ($\lambda=100-10$ м, $f=3-30$ мГц) (КВ) радиосигналлар ионосферага тушиш бурчагига караб қайтиши ҳам, утиб кетиши ҳам мумкин. Радиотулқин энергиясининг ионосферадаги исрофи (2) билан (3) га кўра частота квадратга тескари пропорционал. Сиртий тўлқинлар эса, аксинча тез ютилади. Шу сабабли сирт тўлқинлари ёрдамида қисқа тўлқинлар билан бир неча ўн километр радиусда эшиттиришлар олиб бориш мумкин. Ионосферага бирон α чегараланган бурчакдан катта бурчак билан тушган тўлқинларгина Ер сиртига қайтади. α чег дан кичик бурчак остида тушган нурлар эса ионосферада синиб, ундан ўтиб кетади (9-расмга қаранг).



9-расм. Қисқа тўлқинларнинг тарқалиш чизмаси.

Нурлар Ер сиртига бирон М нуқтада тушади ва радиостанция (РС) ва М нуқтадаги мухбир билан алоқа юзага келади. СМ ораликда сиртий тўлқинлар етиб келмайди, қайтган тўлқинлар эса тушмайди. Бу эса СМ ораликда радиоалоқа амалга ошмайди. Бу соҳа жимжитлик соҳаси, ёки «улик» соҳа деб аталади.

Метрли диопорзонлар ($\lambda=10-1$ м $f=30-300$ мГц) (МВ) радиотўлқинлар ионосферада қайтмайди ва деярлик ютилмасдан ўтиб кетади. Бу тўлқинлар Ер сиртида дифракцияланмайди ва тугри чизик бўйлаб тарқалади. Шу сабабли, тўлқинлар билан фақат тугри қурилиш масофаси чегарасида алоқани амалга ошириш мумкин. Алоқа соҳасини кенгайтириш учун баланд антенналардан фойдаланиш керак. Масалан, Москвадаги Останкино телеминораси баландлиги 510 м бўлиб, у 120-130 км гача телеэшиттиришларни амалга ошириш имконига эга. Тошкентдаги телеминора (баландлиги 210 м) 70-80 км гача ишончли тарзда телеэшиттиришларни етказа олади.

Диаметрли ва сантиметрли диопозондаги радиотўлқинлар ҳам қисқа тўлқинлар хусусиятига эга. Улар атмосферада ҳам, ионосферада ҳам қисман ютилиб, шовкинларни ҳосил қилади. Энг кам ютилишга 3-30 см узунликдаги радиотўлқинлар эга. Бу тўлқинлар космик фазода ҳам ютилмайди. Шу сабабли, бу тўлқинлар эгаллаган соҳа «космик алоқа дарчаси» ёки «радиодарча» деган номни олган. Бу диопозондаги радиотўлқинлар узок космик алоқани амалга ошириш учун ишлатилади.

1.2.2.5. Назорат топшириқлари.

1.Электромагнит тўлқинлар спектрида радиотўлқинлар эгаллаган соҳани ажратиб кўрсатинг.

2.Радиотелефон алоқасида хабар сигнали кенглиги қандай аниқланади? Радиотелеграфиядачи?

3.Частотали модуляция (ЧМ) спектри индексининг қандай қийматларида АМ ва ЧМ радиосигналларнинг спектрал таркиби бир хил бўлади?

1. Радиотўлқинлар тарқалишида ионосферанинг аҳамияти қандай?

5. Қайси диопозондаги радиотўлқинлар сунъий йулдошлар билан алоқа қилишда ишлатилади?

А) қиска тўлқинлар, В) сантиметрли, С) 3-30 сантиметрли, Д) дециметрли, Е) миллиметрли.

6. Жимжитлик соҳаси нима?

А) радиоалоқани амалга ошириб булмайдиган радиотўлқинлар соҳаси.

В) радиосигнал етиб бормайдиган Ер сиртидаги нукталар.

С) радиосигналларни баъзан қабул қилиш мумкин булмайдиган Ер сиртидаги оралик соҳалар.

Д) радиотўлқинлар спектрида радиоэшиттиришда ишлатилмайдиган соҳа

Е) билмайман.

7. Радиодарча нима?

А) радиоқурилма урнатиладиган махсус жой.

В) радиоқурилма овоз чиқиши учун қолдирилган тешик.

С) радиотўлқинлар ютилмай утиб кетадиган радиотўлқинлар соҳаси.

Д) радиотўлқин нурлантириладиган йуналиш.

Е) радио тарқатувчи ва қабул қилувчи қурилмалар орасидаги муҳит.

1.2.2.6. Мустақил топшириқлар.

1. Радиосигналларни модуляциялаш усуллари. [1] 10-16 бетлар.

2. Ташувчи радиочастоталар спектри. [2] 16-22 бетлар.

3-МАШҒУЛОТ.

1.3.Мавзунинг номи: Радиоэлектрон занжирлар ва уларнинг частотавий тавсифлари. (1-соат)

Мавзу бўйича назарий (маъруза) машғулотининг ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	Дарс мақсади: Радиоэлектрон занжирларнинг элементлари ва уларнинг электр занжиридаги вазифалари тўғрисида маълумот берилди. Занжир элементларининг узатилаётган хабар ёки ўрганилаётган объект ҳолатини ифодаловчи сигналларга ишлов бериш хусусиятлари кўриб чиқилди. Радиоэлектрон занжир элементларининг сигнал частотасига боғлиқлик хоссалари тўғрисида маълумот берилди. Идентив ўқув мақсадлари: • Радиоэлектрон занжир эмитлари билан танишади ва уларнинг вазифаларини билиб олади. • Радиосигналлар тўғрисида тушунчага эга бўладилар. • Занжирни ҳисоблаш усуллари ўрганади. • Кирхгоф қонунларини билиб олади.	Ўқитувчи	
2-босқич	Асосий тушунчалар занжир элементлари тармоқ контур тугун актив қаршилик комплекс қаршилик реактив қаршилик комплекс ўтказувчанлик тасодифий сигналлар дискрет сигналлар рақамли сигналлар RC ва CR занжир LR ва RL занжир тебраниш контури занжир доимийси қирқиш частотаси электромагнит тебраниш эркин тебраниш частотаси суниш коэффициенти сунувчи тебраниш Дарс шакли: Муаммоли мунозара дарси. Воситалар: Плакатлар, ўқув асбоблари намунаси, макетлар Метод ва усуллар: Кичик гуруҳларда ишлаш	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	Гуруҳда ишлаш: Фаоллаштириш саволлари: ○ Қандай занжир радиоэлектрон занжир деб аталади? ○ Электр занжиридаги актив элементларга мисол келтиринг? ○ Қандай сигналлар рақамли сигналлар деб аталади? ○ Электр занжиридаги тугун қандай хусусиятларга эга?	Ўқитувчи	
1-босқич	Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар: • Қандай элементлар чизиқли элемент деб аталади? • Дискрет сигналларга мисол келтиринг? • Кирхгофнинг 1-қонунини изоҳлаб беринг?	Ўқитувчи талаба	

5-босқич	Якуний хулосалар чиқариш. • Радиоэлектрон занжирлардаги аналог, дискрет, импульсли ва шунга ўхшаш сигналларнинг тавсифлари. • Чизикли ва ночизикли элементлар ва улардан ташкил топган занжирларнинг частотавий тавсифларини тушунтириш.		
----------	--	--	--

1.3.1.Мавзу бўйича режа:

1. Радиотехник сигналлар турлари ва занжирларнинг тавсифлари.
2. Радиоэлектрон занжирларнинг частотавий тавсифлари.

1.3.2.Таянч сўз ва иборалар:

занжир элементлари тармоқ
 контур тугун
 актив қаршилик комплекс қаршилик
 реактив қаршилик комплекс ўтказувчанлик
 тасодифий сигналлар дискрет сигналлар
 рақамли сигналлар RC ва CR занжир
 LR ва RL занжир тебраниш контури
 занжир доимийси қирқиш частотаси
 электромагнит тебраниш эркин тебраниш частотаси
 суниш коэффиценти сунувчи тебраниш

1.3.3.Мавзуга оид асосий муаммолар.

1. Радиоэлектрон занжирларининг чизикли ва ночизикли занжирларга бўлиш сабаблари.
 2. Чизикли ва ночизикли элементларнинг радиоэлектрон занжирдаги аҳамияти.
 3. Радиоэлектрон занжирларни ҳисоблаш усуллари.
1. Радиоэлектрон занжирларнинг турли частотали тоқларни ўтказиш бўйича хусусиятлари.

1.3.1. Биринчи асосий савол:

Радиотехник сигналлар турлари ва занжирларнинг тавсифлари.

1.3.1.1. Асосий саволнинг мақсади.

Радиоэлектрон занжирларнинг турлари, занжирда учраши мумкин бўлган радиосигналлар, занжир элементлари ва занжирнинг айрим параметрлари тўғрисида маълумот берилади.

1.3.1.2. Саволга оид муаммолар:

1. Радиоэлектрон занжирларининг чизикли ва ночизикли занжирларга бўлиш сабаблари.
2. Чизикли ва ночизикли элементларнинг радиоэлектрон занжирдаги аҳамияти.

1.3.1.3. Индентив ўқув мақсадлари:

1. Радиоэлектрон занжир эмитлари билан танишади ва уларнинг вазифаларини билиб олади.
2. Радиосигналлар туғрисида тушунчага эга бўладилар.
3. Занжирни ҳисоблаш усулларини ўрганади.

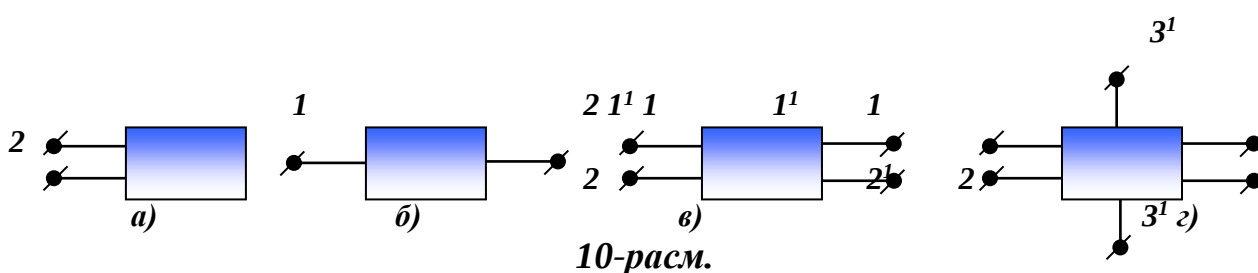
1.3.1.1. Биринчи асосий савол баёни:

Радиотехник сигналлар турлари ва занжирларнинг таснифлари.

Радиоэлектрон занжир турли элементлардан ташкил топади. Ҳар бир элемент занжирга икки учи билан уланади. Бундай элементлар 2 қутублик деб юритилади (10-расм а, б)

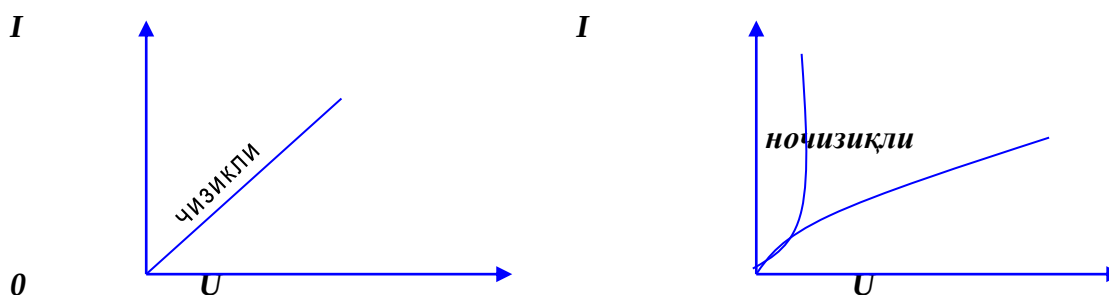
Масалан, микрофон, телефон, антенна.

Агар элементалоҳида кириш ва чиқиш қисмларга эга бўлса у 1 қутублик деб аталади. Масалан, кучайтиргич, трансформатор, линия ва ҳакоза. (10-расм в, г)



Масалан, частота ўзгартиргичлар, модуляторлар ва ҳакозолар.

Радиоэлектрон занжирлардаги элементларни параметрлари ундан ўтаётган ток ва кучланишга боғлиқ бўлмаса бундай занжир чизиқли деб аталади. Актив бўлса ночизиқли. (11-расм)



Умуман айтганда электр токи ўтишини таъминлайдиган элементларни ташкил топган тизим ёки электр токини ўтказа оладиган ҳар қандай берилган контур электр занжири деб аталади. Сигнал электр занжирдан ўтаётганда унинг элементларида ютилиши ёки тўпланиши мумкин.

Агар занжирнинг бирор элементида энергия сигнал қайтмас тарзда ютилса у актив элемент ёки актив қаршилик деб аталади.

Агар занжир элементида энергия тўпланса, у реактив қаршилик деб аталади.

Резисторлар (R) - актив қаршилик, ҳисобланади.

Электр занжирдан сигнал ўтаётганда унинг киришидан чиқишига қараб маълум микдорда энергия узатилади. Агар занжирдан сигнал ўтиш жараёнида унинг энергияси ютилиб, занжирнинг чиқишидаги қуввати кириш қисмидан кичик бўлса, бундай занжир пассив элемент занжири деб аталади.

Аксинча сигнал қуввати ортса актив занжир деб аталади.

Электр занжирдаги ток ёки кучланишнинг ахборот манбаи таъсирида ўзгаришларига хабар сигналлари деб аталади.

Радиоэлектрон қурилмалар ёрдамида узатилаётган хабар ёки ўрганилаётган объект ҳолатини аниқлаш ахборотни акс эттирувчи тебранишлар сигнал деб, сигнал ни қабул қилишга ҳалокит берувчи тебранишларга шовқин деб аталади.

Радиоэлектрон сигналларни математик усулда ифодалаш мумкин. Бу эса ҳисоблаш ишларини осонлаштиради. Масалан, занжирдаги кучланиш.

$$U=U_0\cos\omega t$$

(10) дан кўриниб турибдики занжирдаги кучланиш вақтга боғлиқ функциядир. Бундай функция бир ўлчовли дейилади.

Радиоэлектрон сигналларни вақтнинг бирон моментидаги қийматига унинг оний қиймати дейилади. Сигналларни ҳосил қилувчи, узатувчи ва қабул қилувчи қурилмаларда исиклик ҳаракати туфайли юзага келган сигналлар ҳам учрайди улар тасодифий сигналлар дейилади.

Радиотехникада баъзан кичик чегараланган вақт давомида мавжуд бўладиган сигналлар ҳам учрайди. Улар импульс деб аталади.

Қийматини вақтнинг исталган моментида ўлчаш мумкин бўлган сигналларга аналогли сигналлар дейилади. Аналогли сигналлар радиотехниканинг дастлабки ривожланиш йиллари кенг қулланилди.

Вақтнинг маълум моментида мавжуд бўлиб аниқ бир қиймат билан характерланадиган ва тенг вақтлар оралиғида такрорланадиган сигналлар дескрет сигналлар дейилади.

Дискрет сигналлар оралиғини дискретлик қадами деб-дескрет қадами.

Дискрет сигналларининг аналогли сигналдан афзаллиги шундаки уни бетухтов ҳосил қилиб туришга зарурат бўлмайди.

Дискрет сигналлар параметрини рақамлар кўринишида ҳам ёзиш мумкин. Улар рақамли сигналлар деб аталади.

Радиоэлектрон занжирларга аналог, дискрет ва шунга ўхшаш сигналлар берилиши мумкин. Берилган сигналлар шаклига қараб занжирнинг кириш қисми бир ўлчовли ёки куп ўлчовли дейилади.

Занжирларни сигналлар бериладиган қисми "кириш" деб, олинладиган қисми "чиқиш" деб аталади.

1.3.1.5. Назорат саволлари:

1. Чизиқли ва нозиқли занжир тўғрисида тушунча беринг.
1. Занжир параметрларининг математик ифодаланишига мисоллар келтиринг.
3. Қандай занжир актив занжир деб аталади.

А) Актив элемент қатнашган В) электр энергияси истъмол килинадиган
..., С) электр манбаи қатнашган . . . , Д) фақат қаршиликдан ташкил топган . . . ,
Е) ёпик занжир . . .

1. Аниқ қийматга эга ва тенг вақтлар оралигида такрорланадиган
сигналлар сигналлар деб аталади. (нуқталар ўрнига туғри жавобни қуйинг)

А) рақамли, В) импульсли. С) дискрет, Д) тасодифий, Е) оний.

5. Актив ва реактив қаршиликларнинг фарқи нимада?

А) Актив қаршиликда энергия ютилади, пассив қаршиликда ютилмайди.

В) Бир-биридан фарқи йуқ

С) Актив қаршиликда энергия ютилади, пассив қаршиликда эса тўпланади.

Д) Реактив қаршилик ўзгарувчан ток занжирида намоён бўлади.

Е) А, С, Д жавоблар тугри.

1.3.1.6. Иккинчи асосий савол:

Радиоэлектрон занжирларнинг частотавий тавсифлари.

1.3.1.7. Асосий саволнинг мақсади:

Чизиқли электр занжирини ҳисоблашда ишлатиладиган қонунлар
туғрисида тушунчалар берилиб, занжир элементларининг хусусияти
ўргатилади. Радиоэлектрон занжирларнинг турли частотали сигналларни
ўтказиш хусусиятлари баён этилади.

1.3.1.8. Индентив ўқув мақсадлари:

1. Кирхгоф қонунларини билиб олади.

2. Занжирни ўрганишда ишлатиладиган атамаларни урганади.

3. Ўзгарувчан ток занжирида учрайдиган қаршиликлар туғисида маълумот
лади.

1. Турли занжирларнинг сигналларни ўтказиш хусусиятларини ўрганади.

1.3.1.9. Мавзунинг баёни:

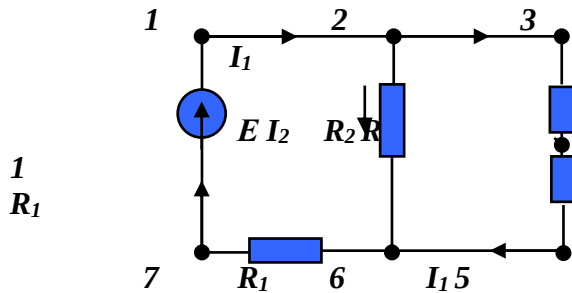
а). Чизиқли занжирларларда гармоник ўзгарувчи сигналлар.

Чизиқли занжирлар радиоэлектроникада алоҳида аҳамиятга эга. Чунки
бундай занжирлар кучайтиргичлар, филтрлар, генераторлар ва бошқа
қрилмаларнинг таркибий қисми ҳбланади. Купгина холларда ноЧизиқли
занжирларни ҳам Чизиқли занжирлар сифатида қараб уни урганиш мумкин.
Занжирни ўрганишда тугун, тармоқ, контур сингари атамалар учрайди.

Элементлари уланган нуқталар тугун деб аталади. Масалан, 1, 2,... 7 ўринлар
тугунлар ҳисобланади, тармоқ контур деб аталади. Доимий ток занжиридаги
ток ва кучланишлар орасидаги Боғланишни Кирхгоф қонунларига асосан
топилади. Кирхгоф 1-қонуни.

$$\sum_n^m I_n = 0$$
 тугундаги тоқларнинг алгебраик йигиндиси =0. Тармоқланши
нуқтасига келаётган тоқлар мусбат, кетаётган тоқлар манфий ҳисобланади. 2-
қонуни.

Занжирнинг элементлар кетма-кет уланган қисми тармоқ дейилади. 3-ни бир йўналишида айланиб келиб, яна дастлабки нуқтада тугундаги қисми контур дейилади.



12-расм.

$\sum_n^m U_n = 0$, контур элементларидаги кучлапишларнинг алгебраик йиғиндиси $=0$.

Контурни айланиб чиқиш йўналишидаги кучланиш пасайишлари мусбат, тескариси манфий деб олинади (12-расм.).

Агар занжир ўзгарувчан ток манбаига уланган бўлса, (тебранишлар гармоник) 1-қонун. $\sum_n I_n(j\omega) = 0$ яъни тугундаги тоқлар амплитудаси

комплекс қийматлари йиғиндиси $=0$. Комплекс амплитуда қиймати деганда гармоник тебранишларнинг частотаси узгармас бўлганда уни характерлайдиган параметрлар амплитудаси ва бошлангич фазаси тушунилади.

2-қонун. $\sum_n I_n(j\omega) = 0$ яъни контурдаги кучлаишлар амплитудасининг

комплекс қийматлари йиғиндиси $=0$. кўп элементли мураккаб занжирларни ҳисоблашда кўп номаълумли тенгламалар системаси ҳосил қилади. Бундай тенгламаларни ечиш анча мураккаб. Шу сабабли контур тоқлари ва контур кучланишлари усулларидан фойдаланилади. Бунда комплекс қаршилик тушунчаси киритилади. Комплекс қаршилик деганда куйидаги $z=R+jx$ катталиқ тушинилади.

$$Z = \frac{U_m(j\omega)}{I_m(j\omega)} = R + jx$$

R-элементдаги актив қаршилик.

X-реактив қаршилик.

Агар занжирда R, L ва C элементлар кетма-кет уланган бўлса $X = j(\omega(-\frac{1}{\omega C}))$ бўлади. J кўпайтувчи X қаршиликдаги кучланиш тоқдан фаза жихатдан $\pi/2$ га фарқ қилишини кўрсатади.

Комплекс қаршиликка тескари катталиқ комплекс ўзгарувчанлик деб аталади.

$$\gamma = \frac{1}{Z} = G + j\beta$$

G - комплекс ўтказувчанликнинг актив, β - реактив ташкил этувчиси.

Радиоэлектрон занжирда сиғим ва индуктивлик бўлганда занжирнинг қаршилиги ток частотасига боғлиқ бўлади. Шу сабабли умумий ҳолда занжир параметрлари комплекс характерга эга бўлади. Бу параметрларга:

- 1) Комплекс кириш қаршилиги $z_{кир}(j\omega)$ ва ўтказувчанлиги $\gamma_{кир}(j\omega)$.
- 2) Комплекс чиқиш қаршилиги $z_{чик}(j\omega)$ ўтказувчанлиги $\gamma_{чик}(j\omega)$.
- 3) Комплекс кучланиш узатиш K_u ва K_i ток узатиш коэффициентлари киради.

Комплекс кириш кучланиши деганда қуйидаги ифода тушинилади.

$$U_k = U_{mk} e^{j\varphi}$$

Комплекс кириш токи

$$J = J_{mk} e^{j\varphi_{ik}}$$

$$\text{Комплекс кириш қаршилиги } z_k(j\omega) = \frac{U_k}{I_k} = \frac{U_{mk}}{I_{mk}} e^{j(\varphi_{uk} - \varphi_{ik})}$$

$$\text{Комплекс кириш ўтказувчанлиги } \gamma_k(j\omega) = \frac{I_{mk}}{U_{mk}} = \frac{J_{mk}}{U_{mk}} e^{j(\varphi_{ik} - \varphi_{uk})}$$

Бу ерда $z_k(\omega) = \frac{U_{mk}}{I_{mk}}$ комплекс қаршилиқ модули деб аталади ва тулғй кириш қаршилигининг частота характеристикасини ифодалайди. Унинг аргумента.

$$\varphi_k(\omega) = \varphi_{uk} - \varphi_{ik}$$

Тўла кириш қаршилиги фазасининг частота характеристикаси деб аталади. Шунингдек комплекс чиқиш қаршилиги ва ўтказувчанлиги

$$z = (j\omega) = \frac{U_{ruc}}{I_{riq}}; \quad \gamma_r(j\omega) = \frac{I_{riq}}{U_{ruc}}$$

U_{ru} тўрт қутубликнинг салт ишлаш комплекс чиқиш кучланиши, J_{ruq} қисқа туташув комплекс чиқиш токи.

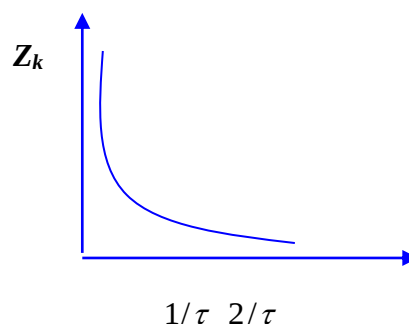
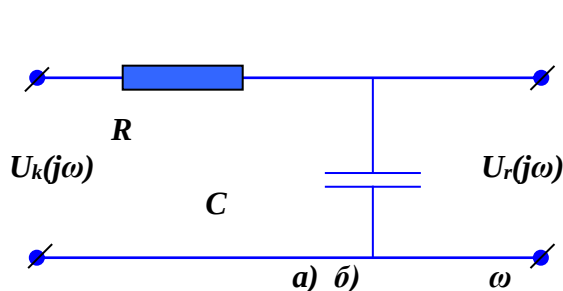
б) Содда электр занжирларининг частотавий тавсифлари.

1) Қаршилиқ ва сиғимдан иборат занжирнинг частотавий характеристикалари.

Бундай занжир RC занжир деб аталади. 1,б-расм да унинг частотавий характеристикам кўрсатилган.

$$z_k(j\omega) = R_k + jX_k = R + \frac{1}{j\omega C} = R(1 - \frac{j}{\omega RC})$$

Бундан занжирдаги кириш қаршилиги.



13-расм.

Кўпайтма $RC = \tau$ вақт ўлчамида RC занжир доимийси дейилади.

Бундан

$$z_k(j\omega) = R + \frac{1}{jRC\omega} = R(1 + \frac{1}{j\omega\tau})$$

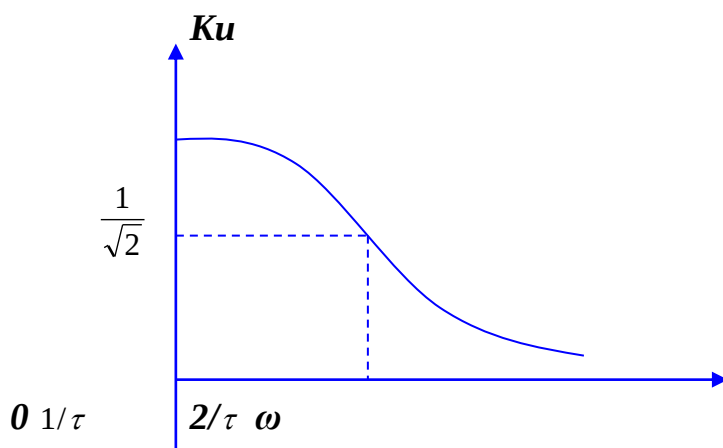
Графикдан кўриниб, турибдики RC занжирда частота ошиши билан сиғим қаршилиқ камайиб боради (13-расм). Юқори частоталар учун занжирнинг чиқиш қаршилиғи қисқа туташув ҳолатини ўтиб боради. Тўрт кутблик занжирни чиқишидаги комплекс гармоник кучланишни киришдаги комплекс кучланишга нисбати билан ўлчанадиган катталиқнинг частотага боғлиқлиги комплекс кучланиш узатиш функцияси деб аталади. яъни.

$$K_u(j\omega) = \frac{U_r(j\omega)}{U_k(j\omega)} = \frac{I_{z_r}(j\omega)}{I_{z_k}(j\omega)} = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R(1 + \frac{1}{j\omega\tau})} = \frac{\frac{R}{j\omega\tau}}{R(\frac{j\omega\tau + 1}{j\omega\tau})} = \frac{1}{1 + j\omega\tau}$$

Комплекс кучланиш узатиш функцияси ҳамда унинг амплитудаси модули хам частотага боғлиқ, яъни

$$K(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega\tau}$$

$$\text{модули } K_u(\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2\tau^2}}$$

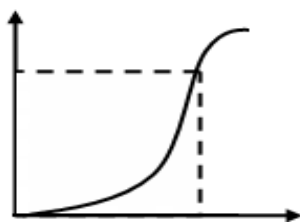


11-расм

Юқори частотали тебранишларни ёмон ўтказди. 11-расм.

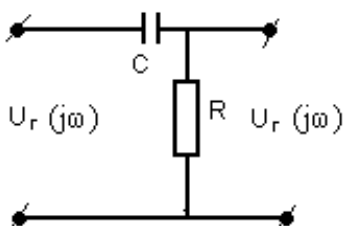
$\omega = \frac{1}{\tau}$ дан юқорисини бутунлай ёмон ўтказди. $\omega = \frac{1}{\tau}$ қирқиш частотаси деб аталади.

2.Сиғим ва қаршилиқдан иборат занжир. CR – занжир (15-расм).



Бу занжирнинг кучланиш қаршилиги RC ники сингари бўлади. Унинг комплекс кучланиш узатиш функцияси:

$$K_u(j\omega) = \frac{IR}{Iz_k(j\omega)} = \frac{1}{1 + \frac{1}{j\omega\tau}}$$

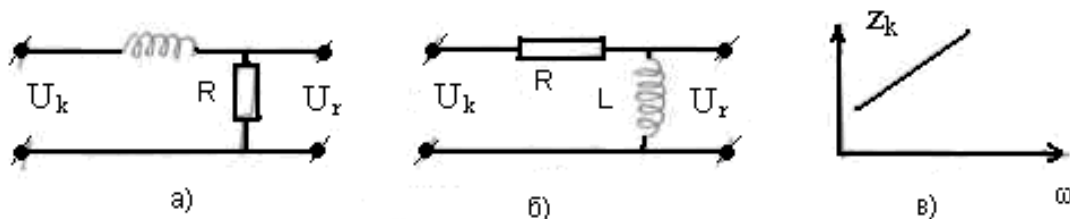


16-расм.

Юқори частотали тебранишларни яхши ўтказди $\omega = \frac{1}{\tau}$ дан паст частоталарни ёмон ўтказди. Шу сабабли $\omega_k = \frac{1}{\tau}$ қирқиш частотаси деб аталади.

CR - занжирдан юқори частотали филтрлар сифатида фойдаланилади (16-расм).

3) Қаршилик ва индуктивликдан иборат занжир (17-расм), (RL занжир).



$$Z_k(j\omega) = R + j\omega L = R(1 + j\omega\tau)$$

17-расм.

Комплекс кириш қаршилиги.

$$z_k(j\omega) = R + j\omega L = R(1 + j\omega\tau)$$

бунда $\tau = \frac{L}{R}$ вақт ўлчамлигига эга бўлиб, RL занжир доимийси дейилади.

Тўла кириш қаршилиги амплитудаси $z_k \cdot (\omega) = R\sqrt{1 + \omega^2\tau^2}$ ω ошиши билан z ошади. (17,в-расм).

Узатиш функцияси:

$$K_u(j\omega) = \frac{U_r(j\omega)}{U_k(j\omega)} = \frac{U_R(j\omega)}{U_k(j\omega)} = \frac{R \cdot j\omega\tau}{R(1 + j\omega\tau)} = \frac{Iz_r}{Iz_k} = \frac{1}{1 + j\omega\tau}$$

яъни RC занжир сингари.

1) LR занжир (17, а-расм).

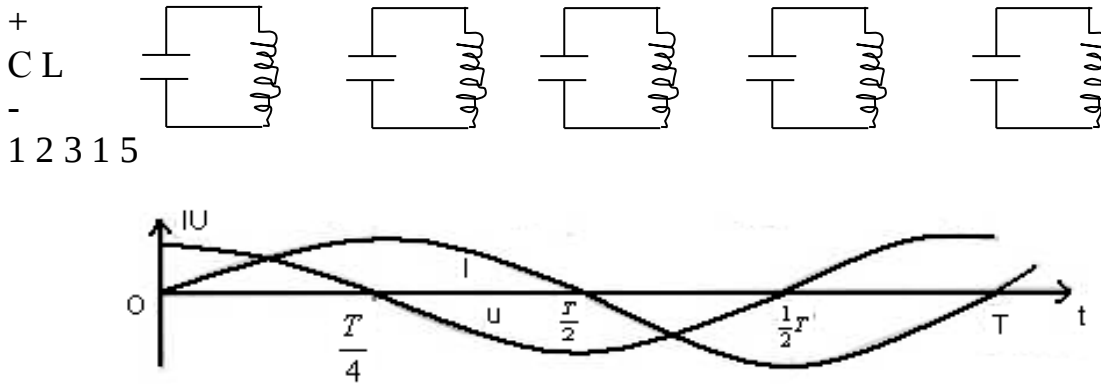
Комплекс узатиш функцияси

$$K_u(j\omega) = \frac{U_r(j\omega)}{U_k(j\omega)} = \frac{IR}{IR(1+j\omega\tau)} = \frac{1}{1+j\omega\tau}$$

RC занжирдаги сингари бўлади. Лекин кириш қаршилиги ω ошиши билан RL занжирдаги каби ошади. (17,б-расм).

5).Индуктивлик ва сизимдан иборат занжир. (CL- занжир)

Бундай занжир тебраниш контури деб аталади (18-расм).



Фараз қилайлик, $t=0$ да конденсаторда C конденсаторда электр энергияси $W = \frac{CU_0^2}{2}$ ва $q_0 = CU_0$ заряд бўлсин.

1) орқали ток ўта бошлайди. Конденсатор заряди камайиб, ток ортиб боради. Лекин ғалтакдаги узиндукция электр юритувчи ток кучини тез ортишига йул қуймайди. (1-хол)

2) Конденсатор тўла зарядсизланади, U_0 бўлиб қолади. $I = \max$ га эришади. Ғалтакда магнит майдон энергияси. (2-хол)

3) Ток камая бошлайди. Узиндукция Э. Ю. К токнинг пасайиши тусқинлик қилади. Шу сабабли ток кескин камая олмайди. Конденсатор зарядлана бошлайди ва қарама-қарши ишорали кучланиш ортиб бориб, максимумга эришади, $I=0$ бўлади. (3-хол).

4) Конденсатор яна зарядсизлана бошлайди. Ток йуналиши олдингидай қарама-қарши (1-хол). Бу ток конденсаторни яна қайта зарядлайди (5-хол)

5) Шу тариқа занжирдаги дастлабки ҳолат тикланади, сунгра бу жараён яна такрорланади.

Ҳар қандай такрорланувчи жараёнга тебраниш деб аталади. Қаралаётган контурдаги тебраниш электромагнит тебраниш деб аталади. Бу тебраниш электр майдон энергиясининг магнит майдон энергиясига ва магнит майдон энергиясининг электр майдон энергиясига айланиш жараёнидир.

Кирхгофнинг 2-қонунига асосан контурдаги тоқлар учун куйидагини ёзамиз:

$$L = \frac{dI}{dt} + RI + \frac{1}{C} \int Idt = 0 \text{ буни } \frac{dI}{dt} + \frac{R}{L} I + \frac{1}{LC} \int Idt = 0 \quad (1)$$

деб ёзсак $\frac{R}{L} = 2\alpha$ ва $\frac{1}{LC} = \omega_0^2$ деб белгилаб, ҳамда $I = \frac{dq}{dt}$ эканини назарда тутиб,

(1) дан куйидагини оламиз:

$$\frac{d^2 q}{dt^2} + 2\alpha \frac{dq}{dt} + \omega_0^2 q = 0 \quad (2)$$

α -суниш коэффициенти. Бу q га нисбатан чизикли дифференциал тенглама. ω_0 контурни хусусий даврий частотаси. $\omega_0^2 \gg \alpha^2$ бўлган ҳолда (2) нинг ечими қуйидагича бўлади:

$$q = q_m e^{-\alpha t} \cos(\omega t + \varphi) \quad (3)$$

Бу сўнувчан гармоник тебраниш тенгламасидир. $e^{-\alpha t}$ сўниш кўрсаткичи.

Бу ерда $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2}$ (3) формула кўрсатадики контурдаги тебраниш сўнувчанлик характерида бўлиб (19-расм), унинг частотаси контурнинг хусусий тебранишлар частотаси ω_0 дан кичик $t=0$ да $q=q_0$ бўлиб, контурдаги ток

$$I = \frac{dq}{dt} = 0$$

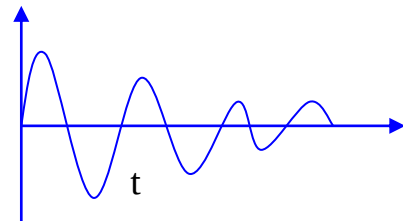
Бундай ҳолда (3) дан $q=q_m \cos \varphi$ ва ундан $q_m = \frac{q_0}{\cos \varphi}$ ва $\tan \varphi = -\frac{\alpha}{\omega}$ келиб чиқади.

Агар $\omega_0^2 \gg \alpha^2$ бўлса $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2}$ дан $\omega \approx \omega_0$ ва $\varphi = 0$ келиб чиқади. У ҳолда

$$q = q_0 e^{-\alpha t}, \cos 0 = 1$$

Маълумки

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$



19-расм.

$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ бундан $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ бу контурнинг хусусий частотаси.

1.3.1.10. Назорат саволлари.

1. Кирхгофнинг қонунларини айтинг.
2. Ўзгарувчан ток занжири учун Кирхгофнинг биринчи ва иккинчи қонунларини таърифланг ва формулаларини ёзинг.
3. Комплекс қаршилик формуласини ёзинг ва уни изоҳланг.
1. Аниқ қийматга эга ва тенг вақтлар оралиғида такрорланадиган сигналлар.....сигналлар деб аталади. (нукталар ўрнига туғри жавобни қўйинг)
 - А) рақамли. В) импульсли. С) дискрет, Д) тасодифий, Е) оний.
5. Реактив элементлардаги ток ва кучланиш фаза жихатдан бир-бирдан канча фарқ қилади.
 - А) 15°. В) 65°. С) $\pi/2$. Д) 180°. Е) $\pi/3$.
1. RC элемент занжири тўғрисида маълумотлар беринг.
2. RL занжир тўғрисида маълумот беринг.
3. CR занжирнинг киркиш частотаси нима?
 - А) Сигналнинг занжирда бўлакларга бўлиниш частотаси.

- В) Шу частотадан катта частота электр занжири ишламайди.
- С) занжир шу частотадан паст частоталарни ёмон утказди.
- Д) занжир шу частотадан юкори частоталарни емон утказди.
- Е) жавоблар ичида тўғриси йук.

1. Нима учун LC контур тебраниш контури деб аталади?

- А) Унда галтак ва конденсатор тебраниб туради.
- В) электр энергияси тебраниб туради.

С) контурга келтирилган заряд узининг йуналишини даврий равишда ўзгартириб туради.

Д) контурда узгарувчан ток ҳосил булиб, унинг киймати даврий равишда ўзгариб туради.

- Е) Жавоблар ичида тўғриси йўқ.

5. Тебраниш контурида қандай қонуният билан боғланган сигналлар ҳосил бўлади?

- А) Кирхгоф қонуни билан аниқланадиган
- В) дифференциал тенгламалар билан аниқланадиган.
- С) сунувчи гармоник тебранишлар ҳосил бўлади.
- Д) мажбурий тебранишлар ҳосил бўлади.
- Е) эркин тебранишлар ҳосил бўлади.

1.3.1.11. Мустақил ишлар учун топшириқлар:

- | | |
|---|-------------------|
| 1. Ўзгарувчан ток занжири учун Кирхгоф қонунлари. | [6] 21-21 бетлар. |
| 2. Радиоэлектрон занжирнинг асосий элементлари. | [6] 7-16 бетлар. |

1.1.Мавзунинг номи. Элементлари кетма-кет ва параллел уланган занжирлар. Контурнинг аслиги. (1-соат)

ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

T/p	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	Дарс мақсади: RCL элементлар кетма-кет ва параллел уланган занжирлар тўғрисида маълумот берилади ва уларнинг хоссалари ўргатилади. Бундай занжирларнинг радиосигналларнинг ўтказиш хусусиятлари ва уларнинг сигнал частотасига боғлиқ бўлган тавсифлари баён этилади. Идентив ўқув мақсадлари: - RCL занжирлар тўғрисида тушунча олади. - RCL занжирларда кучланиш ва ток кучи резонанс ҳодисаларини билиб олади. - RCL занжирларнинг резонанс ҳолатидаги хоссаларини ўрганади.	Ўқитувчи	
2-босқич	Асосий тушунчалар Занжир қаршилиги резонанс Занжир ўтказувчанлиги резонанс частотаси Токлар резонанси вектор диаграммаси комплекс ток ўтказиш функцияси актив қаршилик Реактив қаршилик асллик Характеристик қаршилик ўтказиш соҳаси Дарс шакли: Муаммоли мунозара дarsi. Воситалар: Плакатлар, ўқув асбоблари намунаси, макетлар Метод ва усуллар: Кичик гуруҳларда ишлаш	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	Гуруҳда ишлаш: Фаоллаштириш саволлари: - Элементлари кетма-кет уланган RCL занжир тўғрисида маълумот беринг? - Элементлари кетма-кет уланган RCL занжирда нима учун барча элементларда ток кучи бир хил бўлади? - Элементлари параллел уланган RCL занжир тўғрисида маълумот беринг? - Элементлари кетма-кет ва параллел уланган занжирлар қандай мақсадларда ишлатилади?	Ўқитувчи	
1-босқич	Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар: - Нима учун конденсатор қаршилиги $\omega = 0$ га тенг? - Нима учун индуктивлик қаршилиги $\omega = 0$ да нимага тенг? - Қандай частоталар соҳасида кўпроқ радиостанциялар жойлашиши мумкин?	Ўқитувчи талаба	

5-босқич	Якуний хулосалар чиқариш. • Радиоалоқани амалга оширишда тўлқинлар модуляциясиниг аҳамияти.. • Юқори частотали тўлқинлар соҳасининг ўзлаштирилиш сабаблари. • Элементлари кетма-кет уланган RCL занжирда қандай шарт бажарилганда резонанс кузатилади? • Элементлари параллел уланган RCL занжирда қандай шарт бажарилганда резонанс кузатилади?		
----------	--	--	--

1.1.1.Мавзу бўйича режа:

1. Элементлари кетма-кет уланган занжир. Кучланишлар резонанси.
2. Элементлари параллел уланган занжир. Токлар резонанси.
- 3.Контурнинг характеристик қаршилиги ва асллиги.

1.1.2.Таянч сўзлар ва иборалар:

Занжир қаршилиги	резонанс
Занжир утказувчанлиги	резонанс частотаси
Токлар резонанси	вектор диаграммасм
комплекс ток ўтказиш функцияси	актив қаршилик
Реактив қаршилик	асллик
Характеристик қаршилик	ўтказиш соҳаси

1.1.3.Мавзуга оид асосий муаммолар.

1. Элементлари кетма-кет уланган занжирда электр сигналларининг ўтиш жараёнларининг хусусиятларини кўрсатиш. Бундай занжирда кучланишлар резонанси ходисасининг содир бўлиш механизмлари.

2. Элементлари параллел уланган занжирда электр сигналларининг ўтиш жараёнларининг хусусиятларини кўрсатиш. Бундай занжирда кучланишлар резонанси ходисасининг содир бўлиш механизмлари.

3. RLC элементли занжирларнинг радиоэлектрон қурилмалардаги аҳамиятини изолаб бериш.

1.1.1. Биринчи асосий савол:

Элементлари кетма-кет уланган занжир. Кучланишлар резонанси.

1.1.1.1. Асосий саволнинг мақсади:

Элементлари кетма-кет уланган занжирда электр сигналларининг ўтиш жараёнларининг хусусиятларини кўрсатиб бериш ва бундай занжирда кучланишлар резонанси ходисасининг содир бўлиш механизмлари тўғрисида маълумот бериш.

1.1.1.2. Саволга оид муаммолар:

1. Элементлари кетма-кет уланган RLC занжирнинг радиоэлектрон занжирда тутган ўрни.

2. Элементлари кетма-кет уланган RLC занжирнинг радиосигналларни ўтказиш хусусиятлари занжирда тутган ўрни.

3. Элементлари кетма-кет уланган RLC занжирни амалий ўрганиш имкониятлари.

1.1.1.3. Идентив ўқув мақсадлари.

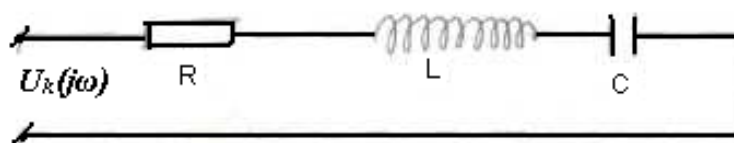
1. Элементлари кетма-кет уланган занжир тўғрисида маълумот олади.

2. Кучланишлар резонанси ходисасини ўрганади.

3. резонанс ходисасининг содир бўлиш шартлари тўғрисида маълумотлар олади.

1.1.1.1. Мавзунинг баёни:

Қаршилик, сиғим ва индуктивликдан ибораг занжир. (R, C, L занжир), (20-расм).



20-расм.

$U(j\omega)$ кучланиш таъсирида занжирда $I(j\omega)$ ток ҳосил бўлади.

Кучланиш

$$U(j\omega) = U_R + U_L(j\omega) + U_C(j\omega)$$

Занжир тўла $z(j\omega)$ қаршилиги $z(j\omega) = R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C} = R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})$

R- комплекс тўла қаршилиқнинг актив ташкил этувчиси

$\omega L - \frac{1}{\omega C}$ реактив ташкил этувчиси. У ҳолда тўла қаршилиқ модули

$$z(\omega) = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$$

Бундан кўриниб турибдики, контурдаги тебранишлар частотаси 0 дан ∞ гача ўзгарса,

занжирнинг тўла қаршилиги $-\infty$ дан $+\infty$ гача узгаради. Маълум бирор $\omega_0 = \omega$ частотада $\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$ бўлиб қолади. Натижада булиб, занжир қаршилиги фақат

актив

қаршилиқдан иборат булиб қолади. Ток максимумга эришади.

$$I_{\max} = \frac{U(j\omega)}{z(j\omega)} = \frac{U(j\omega)}{R}$$

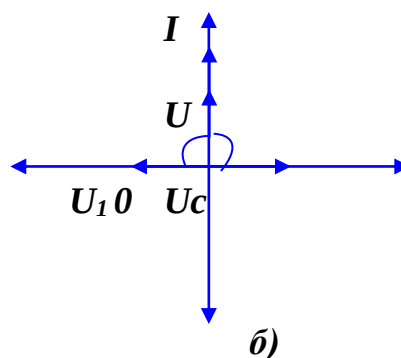
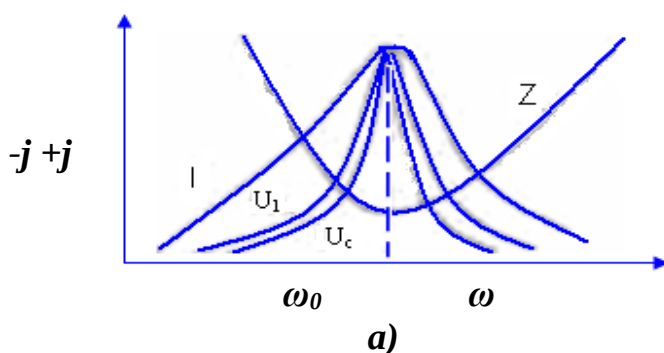
Шунингдек X_L даги кучланиш $U_L(j\omega) = I_{\max} X_L = \frac{U(j\omega)}{R} X_L$ яъни $U_L(j\omega) = U(j\omega) \frac{X_L}{R}$

га эришади. Худди шундай $U_C(j\omega) \frac{X_C}{R}$ га эришади.

Одатда занжирдаги X_L ва X_C қаршиликлар R дан катта бўлади. Демак $X_L \equiv X_C$ вазият юзага келганда, яъни занжирга келтирилган кучланиш частотаси ω занжирнинг хусусий тебраниш частотасига тенглашганда занжирнинг реактив элементларидаги кучланишлар U_L ва X_C занжирга келтирилган U ($j\omega$) кучланишдан $\frac{X_L}{R}$ ва $\frac{X_C}{R}$ марта ошиб кетади, ток $\max$ - га эришади.

Занжирдаги бундай вазиятга кучланишлар резонанси дейилади. Кучланишлар резонанси содир бўладиган ω_0 частотага резонанс частота деб аталади. (21-расм а.)

$U, 0.7$



21-расм.

Занжирдаги ток кучи ва кучланиш векторларда ифодалаш мумкин. Бунинг учун бу векторларни комплекс сонлар текислигидаги векторларда ифодалаймиз. (21-расм, б)

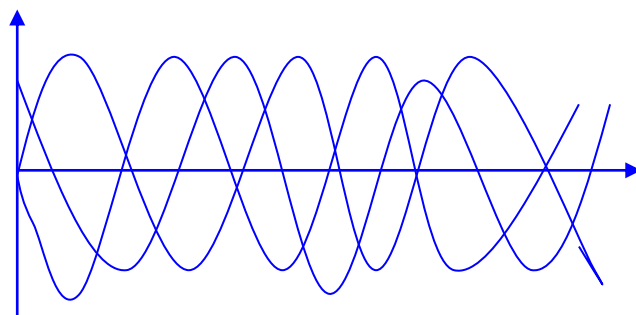
$U, I, 7$

U_c

I

$0 \omega t$

U_L

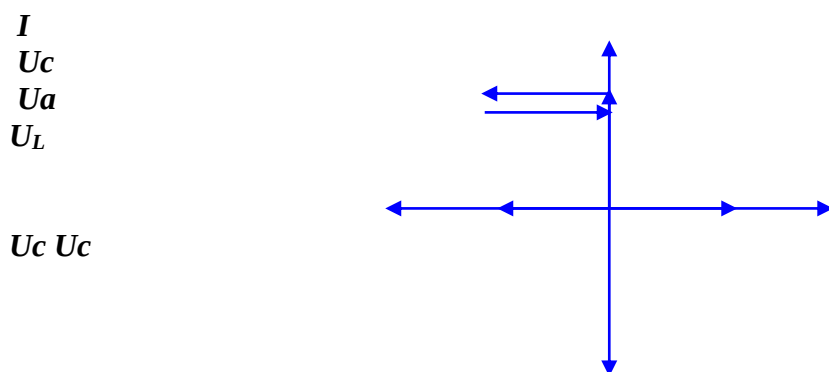


22-расм

R қаршиликдаги ток ва кучланиш векторлари бир вақтда ўзгаради ва улар фақат ҳақиқий қийматлар орқали ифодаланади. Шу сабабли улар вектори битта координатада ётади.

L даги кучланиш токдан $\frac{\pi}{2}$ га орқада қолади, C даги эса $\frac{\pi}{2}$ га олдинга кетади. Шундай қилиб, U_L ва U_C кучланишлар қарама-қарши фазада ўзгаради. Улар орасидаги фаза фарқи 180° га тенг.

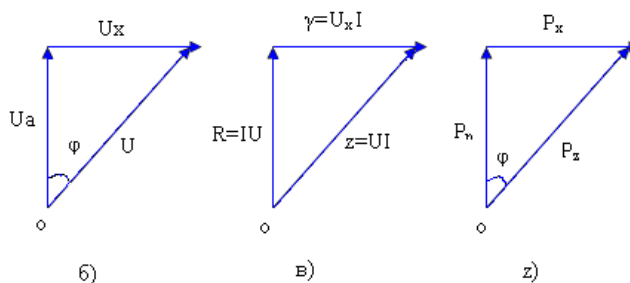
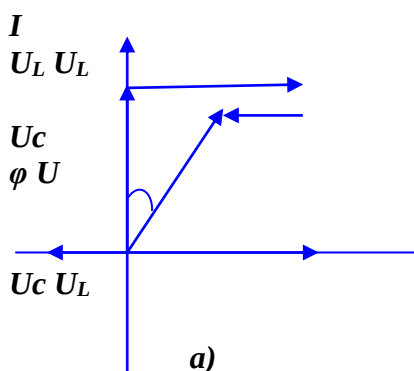
Резонанс пайтида уларнинг қийматлари ҳам тенг, яъни $U_L = U_C$. Занжирдаги кучланишларни графикда ҳам ифодалаш мумкин. (23-расм).



23-расм.

Шундай қилиб занжирга келтирилган кучланиш частотаси 0 дан ∞ гача ўзгарганда қуйидаги ҳолларни кўриш мумкин.

1) $X_L > X_C$ (яъни $\omega > \omega_0$) занжир индуктив характердаги қаршиликка эга. Занжирдаги кучланишлар векторларини векторлар усули бўйича қўшиб кучланишлар вектор диаграммаси ҳосил қилинади.



21-расм.

Ҳосил қилинган чизма кучланишлар вектор диаграммаси бўлади.

Ф-ток кучи ва кучланишлар орасидаги фаза силжиш бурчаги деб аталади. ω ошиб борса, U_C кучланиш ҳам ошиб, U_L га яқинлашиб боради ва $\omega = \omega_0$ да тенглашади.

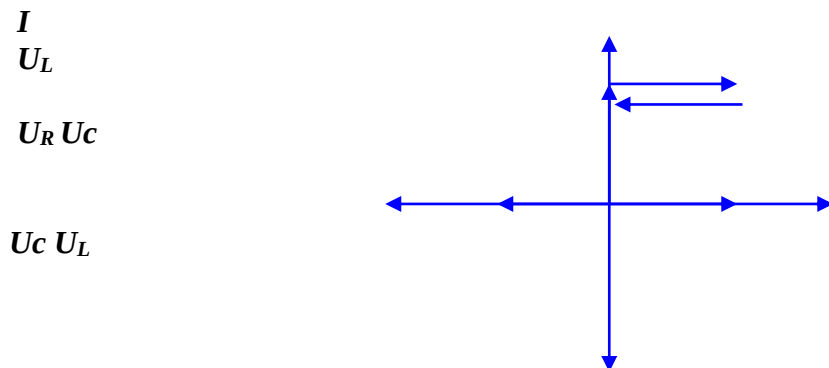
Кучланиш вектори диаграммаси тўғри бурчакли Δ дан иборат. Унинг томонлари U_R , U_L , ва U_C дан иборат. Бу Δ дан занжирдаги исталган кучланишларни топиш мумкин. Масалан занжирдаги тўла кучланишларни занжирдаги токка бўлсак, қаршиликлар Δ ҳосил бўлади. Купайтсак, қувватлар Δ келиб чиқади, P_a - актив, P_x реактив қувват P_z тўла қувват. (21-расм. б, в, г)

$$P_z = \sqrt{P_a^2 + P_x^2}$$

Кучланишлар Δ дан кўриниб турибдики, занжирдаги ток кучи билан тўла кучланиш бир-биридан фаза бўйича φ бурчак га фарқ қилади. Занжирдаги

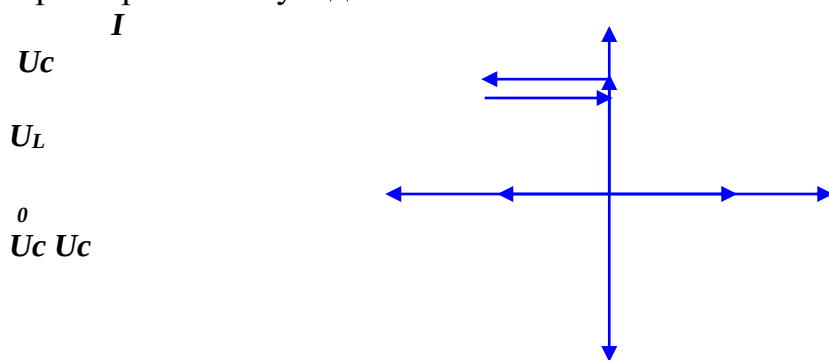
қувват эса $P=IU\cos\varphi$ бўлади. $\cos\varphi$ қувват коэффиценти деб аталади. ω ошиб борса U_c ҳам ошиб U_L га яқинлашиб боради, φ бурчак ҳам 0 га интилади, $\cos\varphi$ 1 шундай қилиб, $\omega=\omega_0$ ва $U_L=U_c$ ва $U_L=U_c$ ва $\cos\varphi=1$ ва $P=IU$ бўлиб тах га эришади.

2) $X_L=X_c$ бу вазият $\omega=\omega_0$ юзага келади. Кучланишлар резонанс ҳолати учун вектор диаграмма 25-26-расмларда кўрсатилган.



25-расм.

3) $X_L < X_c$ бу вазият $\omega > \omega_0$ да юзага келади. Занжир сиғим қаршилик характерига эга бўлади.



26-расм.

Занжирдаги резонанс вазиятга фақат ω ўзгарганда эмас, балки қуйидаги ҳолатда ҳам эришиш мумкин.

1. L ва C - ўзгармас, ω - ўзгаради.
2. L ва ω - ўзгармас, C - ўзгаради.
3. C ва ω - ўзгармас, L - ўзгаради.
1. ω -ўзгармас ва L ва C - ўзгаради.

1.1.1.5. Назорат саволлари:

1. R C L занжир тўғрисида маълумот бериш.
2. R C L занжир учун занжир параметрларининг частотага боғланиш графигини чизинг ва уни изохланг.
3. R C L занжир учун вектор диаграммани чизинг ва уни изохланг.
1. Индуктивлик ва сиғим элементларидаги кучланишлар қандай фазага ўзгаради.

А) Бир хил фазада, В) фазалари 90^0 га фарқ қилади, С) карама-қарши фазалар, Д) фазалар фарқини 0 га тенг, Е) индуктивлик ва сиғимни қийматларга боғлиқ.

5. RCL занжирда қандай қувватлар бир-биридан фарқ қилади?

А) актив ва тўла. В) актив ва реактив, С) актив, реактив ватўла, Д) актив, тўла ва ўзгарувчан, Е) тўла ва резонанс.

1.1.5.Иккинчи асосий савол:

Элементлари параллел уланган занжир. Токлар резонанси.

1.1.5.1. Асосий саволнинг мақсади:

Элементлари параллел уланган занжирда электр сигналларининг ўтиш жараёнларининг хусусиятларини кўрсатиб бериш ва бундай занжирда тоқлар кучланишлар резонанси ходисасининг содир бўлиш механизмлари тўғрисида маълумот бериш.

1.1.5.2. Саволга оид муаммолар:

1. Элементлари параллел уланган RLC занжирнинг радиоэлектрон занжирда тутган ўрни.

2. Элементлари параллел уланган RLC занжирнинг радиосигналларни ўтказиш хусусиятлари занжирда тутган ўрни.

3. Элементлари параллел уланган RLC занжирни амалий ўрганиш имкониятлари.

1.1.5.3. Идентив ўқув мақсадлари.

1. Элементлари параллел уланган занжир тўғрисида маълумот олади.

2. Ток кучи резонанси ходисасини ўрганади.

3. Резонанс ходисасининг содир бўлиш шартлари тўғрисида маълумотлар олади.

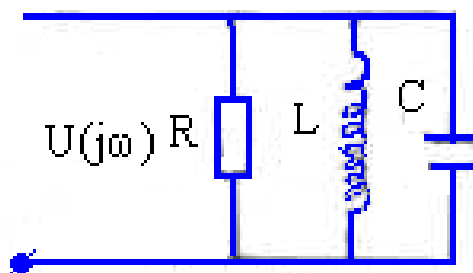
1.1.5.1. Мавзунинг баёни:

1. Актив қаршилиқ, индуктивлик ва сиғим параллел уланган электр занжири.

RCL элементлари узаро параллел уланган занжир берилган бўлсин (27-расм).

Бундай занжир элементларида потенциал тушиш бир хил бўлади, яъни

$$U_L = U_C = U(j\omega)$$
$$z(j\omega) = R + jL\omega + \frac{1}{j\omega C}$$



27- расм. Занжирнинг умумий қаршилиги.

Лекин бундай занжирда ўтказувчанликни ҳисоблаш осонроқ, яъни

$$\gamma(j\omega) = \frac{1}{z(j\omega)}$$

Ёки

$$\gamma(j\omega) = \gamma_R + \frac{1}{j\omega L} + j\omega C = \gamma_R + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right) \quad (1)$$

Яъни айрим элементлар ўтказувчанлиги йиғиндисига тенг.

$$\text{Умумий ток кучи: } I(j\omega) = U(j\omega) \cdot \gamma(j\omega) \quad (2)$$

(1) дан кўриниб турибдики, ω ортиши билан $\gamma(j\omega)$ камайиб боради, бинобарин (2) га асосан ток кучи ҳам камайиб боради. Бунда $\gamma_x = \omega(-\frac{1}{\omega L})$ ҳад камайиб боради. γ_R эса ω га боғлиқ эмас. Занжирдаги қаршилик R га боғлиқ бўлиб қола бошлайди ва бирон $\omega = \omega_0$ частотада энг кичик қийматга эришади ва $z=R$ бўлиб қолади яъни $\gamma(\omega_0) = \gamma_R$ ва умумий ток $I(j\omega_0) = U(j\omega_0) \gamma_R$ бўлади.

2. Токлар резонанси

Тўла ўтказувчанлик модули

$$\gamma(\omega_0) = \gamma_R + (\omega_0 C - \frac{1}{\omega_0 L}) = \gamma_R \quad (3)$$

Шундай қилиб L орқали ток

$$I_L(j\omega_0) = U(j\omega_0) \cdot \gamma_L(j\omega_0) = I(j\omega_0) = I(j\omega_0) \frac{\gamma_L(j\omega_0)}{\gamma_R}$$

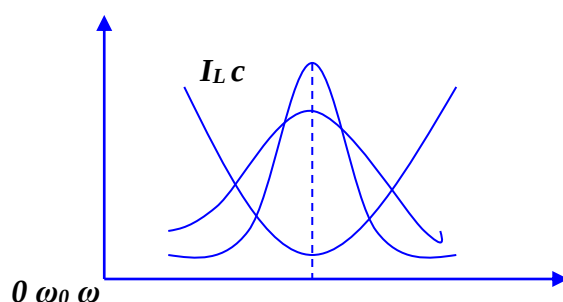
С орқали ток

$$I_C(j\omega_0) = I(j\omega_0) \cdot \frac{\gamma_C(j\omega_0)}{\gamma_R}$$

Яъни L ва C элементлардаги ток умумий токдан $\frac{\gamma_L}{\gamma_R}$ ва $\frac{\gamma_C}{\gamma_R}$ марта ошиб кетади. Бу ҳолатга **токлар резонанси** деб аталади. ω_0 частотада реактив элементларни ҳар бирини қаршилиги R дан жуда ҳам кичик бўлади ва бинобарин ўтказувчанлиги катта.

I_L, I_C

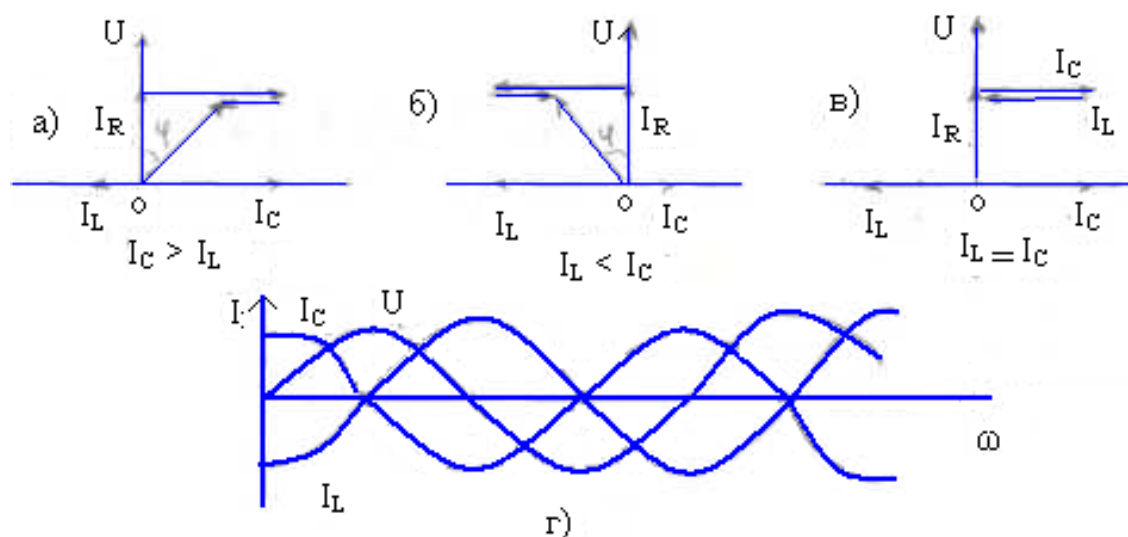
I_L, I_C



28-расм.

28-расмда занжирдаги умумий ток, тула қаршилик ва занжир элементлардаги токларнинг ω га боғланиш графиги келтирилган. Лекин L ва C ларнинг умумий ўтказувчанлиги (3) га асосан ток нолга тенг, у ҳолда улар нима ўтказди?

Чунки улардаги кучланишлар қарама-қарши фазада ўзгаради. Занжирдаги кучланиш ва токларни комплекс сонлар текислигидаги векторлар билан тасвирлаш мумкин. (29-расм. а,б,в,г). У ҳолда тоklar вектор диаграммаси ҳосил бўлади. Шунингдек занжирдаги ток ва кучланишларни вақт бўйича ўзгаришини графикда тасвирлаш мумкин. $\omega = \omega_0$ учун). Маълумки умумий кучланиш фазаси $I_L(j\omega_0)$ дан $\frac{\pi}{2}$ га олдинда ва I_C дан эса $\frac{\pi}{2}$ га орқада қолади. (29-расм. а,б,в,г).



29-расм.

$$K_I(j\omega) = \frac{I_0(j\omega)}{I_k(j\omega)} = \frac{U_k \cdot j\omega c}{U_k \gamma_k(j\omega)} = \frac{j\omega c}{\gamma_k(j\omega)} = j\omega c z_k(j\omega)$$

Занжирнинг комплекс ток узатиш функцияси бўлса,

$$\text{Кучланиш узатиш коэффициенти } K_u(j\omega) = \frac{U_c(j\omega)}{U_k(j\omega)} = 1$$

Радиоэлектроникада тоklar резонанс ходисасидан маълум бир частотали тоklarга каттақ қаршилик кўрсатиш учун фойдаланилади.

1.1.5.5. Назорат саволлари:

1. R,L,C элементлари паралел уланган занжир схемасини чизинг ва уни изохланг.

2.Элементлари паралел уланган занжирда ток кучи ва кучланиш қийматлари нимага тенг.

3.Занжирдан ўтаётган ток кучининг ҳисоблашни Крихгоф қонунлари асосида тушунтиринг.

1.Токлар резонанси пайтида занжирдаги умумий ток қиймати қандай узгаради?

5. Контур элементларидаги тоқлар учун резонанс эгри чизигини чизинг ва уни изоҳланг.

6. Қуйидаги шартларни қайси бири бажарилганда занжирда тоқлар резонансини кузатиш мумкин.

1. L ва C - ўзгармас, ω - ўзгаради.
2. L ва ω - ўзгармас, C - ўзгаради.
3. C ва ω - ўзгармас, L - ўзгаради.
1. ω -ўзгармас ва L ва C - ўзгаради.

А) 1,1, В) 3, 1, С) 1, 2, 3, 1, Д) 1, 2, 3, Е) резонанс тоқ кучини ўзгаришига боғлиқ.

7. Тоқлар резонанси фойдалими ёки фойдасиз ходиса?

А) фойдасиз, чунки утказгичлар кизийди. В) фойдали, чунки занжирда катта тоқ хосил бўлади, С) фойдали, чунки резонанс частотадаги тоқларни яхши утказди, Д) фойдасиз, чунки фақат резонанс частотада яхши ишлайди.

1.1.6. Учинчи асосий савол.

Контурнинг хараakterистик қаршилиги ва асллиги.

1.1.6.1. Асосий саволнинг мақсади:

1. Контурнинг асосий хараakterистикалари - хараakterистик қаршилиги ва асллиги тўғрисида маълумот берилади ва уларнинг моҳияти тўғрисида тушунча берилади. Асликни тушунтирувчи мисоллари келтирилади.

1.1.6.2. Саволга оид муаммолар:

1. Занжир реактив элементларининг резонанс частотадаги қаршилигининг хусусиятларини ойдинлаштириш.

2. Реактив элементлардан иборат занжирнинг (контурнинг) юқори частотали тоқ ўтишига боғлиқ бўлган параметрларини кўрсатиш.

3. Реактив элементли занжирда жамланган энергиянинг сарфланиш жараёнларини аналитик кўринишда ифодалаш.

1.1.6.3. Индуктив ўқув мақсади:

1. Контурнинг хараakterистик қаршилигини билиб олади.

2. Контурнинг асллиги тўғрисидаги тушунчани урганади.

1.1.6.1. Мавзунинг баёни.

Индуктивлик ёки сиғимнинг резонанс частотада кўрсатган қаршилиги контурнинг **хараakterистик қаршилиги** деб аталади.

$$\rho = \omega L = \frac{1}{\omega_0 C}$$

Кўп холларда у **тўлқин қаршилиқ** деб ҳам аталади.

$$Q = \frac{\rho}{R}$$

Нисбат контурнинг характеристик қаршилиги актив қаршиликдан неча баробар катталигини кўрсатади ва у контурнинг **асллиги** дейилади.

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 RC}$$

Контур асллиги қанча катта бўлса, тебраниш жараёни контурда шунча узоқ сақланади. Кетма-кет контурдан электр фильтри сифатида фойдаланиш мумкин. У резонанс частотага якин булган электр тебранишларни жуда яхши ўтказди.

$$P_{ym} = \frac{\omega_0}{Q}$$

га контурнинг ўтказиш соҳаси деб аталади.

Демак, контурнинг асллиги Q қанча кичик булса, P_{yt} шунча катта бўлади. Амалда Q ни пасайтириш учун унга қўшимча актив қаршилик уланади ва ўтказиш соҳаси кенгаяди.

Актив ёки реактив элементлардаги кучланишларни контурнинг чиқиш кучланиши деб олиш мумкин. У ҳолда контурнинг комплекс кучланиш узатиш формуласи

$$K = \frac{U_c(j\omega)}{U_k(j\omega)} = \frac{I \cdot X_k(j\omega)}{I_k(j\omega)} = \frac{1}{Z_k(j\omega) \cdot j\omega}$$

Q контурда жамланган энергиянинг тебраниш жараёнида нисбий сарфланишини ифодалайди.

$$Q = 2\pi \frac{\text{жамланган энерги}}{\text{бир ширин сарфланган э-я}} = 2\pi \frac{W}{W_t}$$

Доимий ток занжирида энергия факат актив қаршиликда Жоуль иссиқлигига айланишга сарфланади. Ўтказувчан ток занжирида эса қўшимча исрофлар ҳам юзага чиқади. (айниқса юкори частоталарда): нурланишга, контурлар диэлектригида, Фуко токлари ва хаказо.

Шундай қилиб, бир даврда контурда сарфланган энергия:

$$W_T I^2 RT$$

Тебраниш тизимида жамланган энергия:

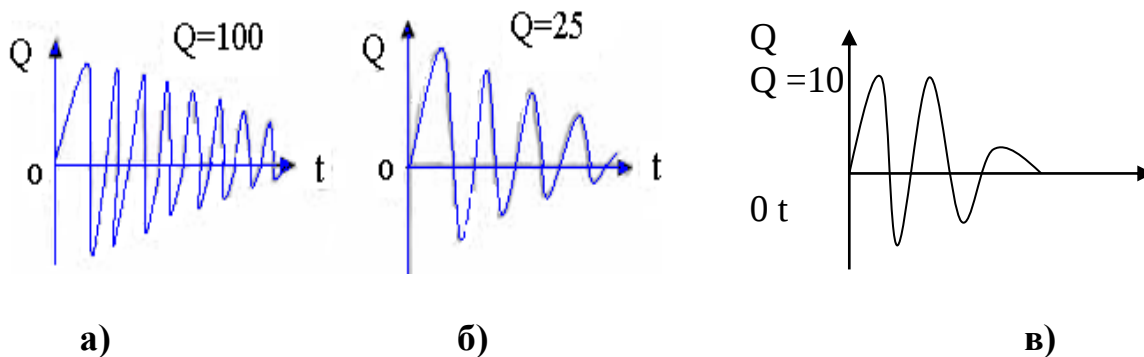
$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}$$

$$\text{Бу ифодалардан } Q = 2\pi \frac{L}{Rt} = \frac{1}{\omega_0 CR} = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{\rho}{R} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Радио қурилмаларда $Q=10-100$ бўлади.

Бу ерда $T = 2\pi\sqrt{LC}$ ва $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} : \omega_0 = \frac{2\pi}{T}$

Асиллиги $Q = 100, 25, 10$ бўлган заижирлар учун тебранишлар графиги 30-а,б,в, расмларда келтирилган.



30-расм.

1.1.6.7. Назорат саволлари:

- 1.Контурнинг характеристик қаршилиги нима ва у нимага боғлиқ?
- 2.Контурнинг аслиги ундаги қаршиликлар билан қандай боғланган?
- 3.Контурнинг аслиги билан контурдаги кучланишлар билан орасида қандай боғланиш бор?

1.Идеал контур аслиги нечага тенг бўлади?

А) 1000, В) 100, С) ∞ , Д) $Q = \frac{P}{R}$, Е) $Q = \omega_0$

5.Контурга одатда кетма-кет қилиб актив қаршилиқ уланади. Нима учун?

А) асликни камайтириш учун. В) асликни ошириш учун. С) контурни утказиш соҳасини кенгайтириш учун. Д) контурни утказиш соҳасини торайтириш учун. Е) резонанс частотани пасайтириш учун.

1.1.6.8. Мустақил ишлар учун мавзулар.

1.Элементлари кетма-кет уланган занжир учун Ом қонуни. [3] 53-57 бетлар.

2.Кучланиш ва қаршиликлар учбурчаги. [3] 58 , бетлар.

1. Электр контуридаги эркин тебранишлар. [7] 32-33 бетлар.

2. Параллел контурдаги мажбурий тебранишлар [7] 36-10 бетлар.

5-Машғулот
1.5. Мавзунинг номи: Боғланган контурлар. (1-соат)
Мавзу бўйича назарий (маъруза) машғулотининг
ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	Дарс мақсади: Электр занжирида энергиянинг бир қисмдан, иккинчи қисмга ўтказилиш усуллари кўриб чиқилади. Контурлар аро боғланиш хиллари ва бу боғланишларнинг хоссалари тўғрисида маълумот берилади Идентив ўқув мақсадлари: • Электр занжирида энергиянинг узатилиш усуллари билиб олади. • Боғланган контурларнинг хоссаларини ўрганади. • Боғланиш факторлари тўғрисида маълумот олади.	Ўқитувчи	
2-босқич	Асосий тушунчалар Ўтказиш соҳаси, киритилган қаршилик Амплитуда, критик боғланиш Куп контурли тизимлар, кучсиз боғланиш Боғланган контурлар, кучли боғланиш Индуктив боғланиш, максимал частота Боғланиш коэффециенти, сиғимли боғланиш Боғланиш ғалтаги Боғланиш фактори, Автотрансформаторли боғланиш Дарс шакли: Муаммоли мунозара дарси. Воситалар: Плакатлар, ўқув асбоблари намунаси, макетлар Метод ва усуллар: Кичик гуруҳларда ишлаш	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	Гуруҳда ишлаш: Фаоллаштириш саволлари: • Характеристик қаршилик нима? • Контур асллиги маъноси қандай? • Идиал контур асллиги нечага тенг? (тезкор тест) А) 1000 Б) 100 С) ∞ Д) 0	Ўқитувчи	
1-босқич	Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар: • Киритилган қаршилик нима? • Киритик боғланиш нима? • Кучли боғланиш қандай боғланган занжирларда кузатилади?	Ўқитувчи талаба	
5-босқич	Якуний хулосалар чиқариш. • Радиоэлектрон занжирларда сигналларга ишлов бериш ва тегишли частотали сигналларни ажратиб олиш учун боғланган контурлар муҳим аҳамиятга эга. • Занжирдан ўтган сигналлар характери боғланган контурлардаги элементларнинг параметрлари орқали аниқланади.		

1.5.1.Мавзу бўйича режа.

1.Индуктив боғланишли контурлар.

2.Сиғим орқали боғланган контурлар. Автортрансформаторли боғланиш.

1.5.2.Таянч сўзлар ва иборалар.

Ўтказиш соҳаси,

Амплитуда,

Куп контурли тизимлар,

Боғланган контурлар,

Индуктив Боғланиш,

Боғланиш коэффециенти,

Боғланиш оқими,

Боғланиш фактори,

киритилган қаршилиқ

критик боғланиш

кучсиз боғланиш

кучли боғланиш

максимал частота

сиғимли боғланиш

боғланиш ғалтаги

автотрансформатор

Радио ўлчов ишлари

1.5.3.Мавзуга оид асосий муаммолар.

1. Электр занжирида энергиянинг бир қисмдан, иккинчи қисмга ўтказилиш усуллари.

2. Контурлар аро боғланиш хиллари ва бу боғланишларнинг хоссалари тўғрисида маълумот.

1.5.1. Биринчи асосий савол:

Индуктив Боғланишли контурлар.

1.5.1.1. Асосий саволнинг мақсади:

Электр занжирида бир қисмдан иккинчи қисмга энергиянинг боғланган контурлар ёрдамида ўтказиш усули кўриб ўтилади ва бундай боғланишлар турли хиллари ва уларнинг афзалликлари тўғрисида маълумот берилади.

1.5.1.2. Саволга оид муаммолар:

1. Электр занжирида энергиянинг бир қисмдан, иккинчи қисмга ўтказилиш усуллари.

2. Контурлар аро боғланиш даражасининг сигнал шаклига таъсири.

1.5.1.3. Идентив ўқув мақсади.

1.Электр занжирида энергиянинг узатилиш усуллари билиб олади.

2.Индуктив боғланишни занжирни ўрганади.

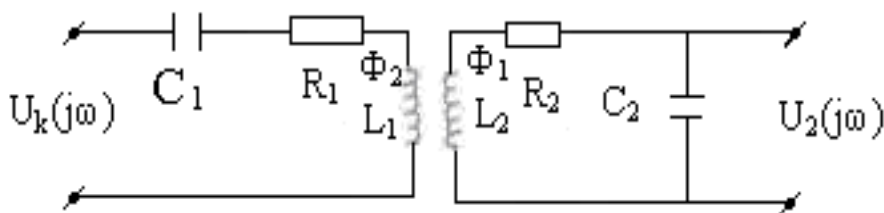
3.Индуктив боғланган контурларнинг хоссалари тўғрисида маълумот олади.

1.5.1.1. Мавзунинг баёни:

Бундай боғланиш контурлар ғалтаклари орасидаги ўзаро индукция туфайли юзага келади. (31-расм). R_1 ва R_2 лар эквивалент қаршилиқлар. L_1 даги I_1 ток Φ_1 ни ҳосил қилади. L_2 да ЭЮК ва I_2 ҳосил бўлади. Шундай қилиб, бир контурдаги энергия иккинчи контурга магнит майдони орқали

узатилади. Индуктив боғланган контурларда алоқаларнинг кучли ёки кучсизлиги боғланиш коэффицентиға боғлиқ.

$$K_{\text{боз}} = \frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{M}{L_1}$$



31-расм.

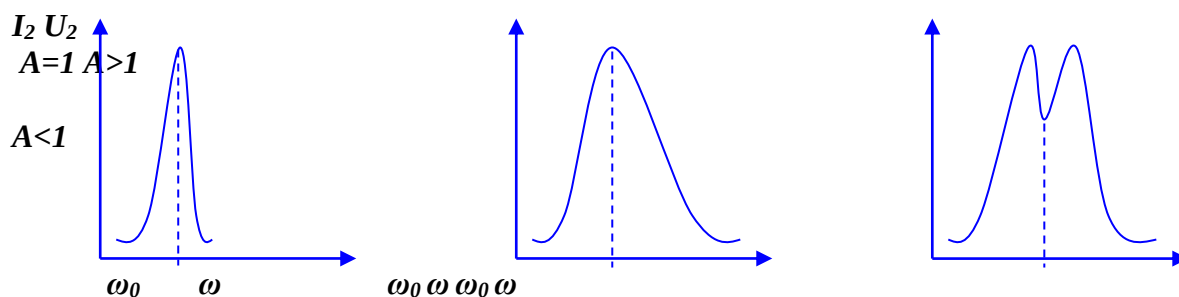
Φ_1 - контурдаги I_1 ток ҳосил қилган магнит оқими,
 Φ_2 - 2-контурни кесиб ўтувчи оқим, боғланиш оқими.
 M - ўзаро индукция коэффиценти.

Контурларда максимал ток ёки кучланиш олиш учун улар резонансга созланади.

$A = K_{\text{боз}} Q$ боғланиш фактори дейилади.

L_2 даги I_2 ток L_1 да ҳам ЭЮК ҳосил қилади. Бу ЭЮК I_1 га таъсир этиб, уни камайтиради. Бошқача айтганда 2 контур 1-контурга уланган қўшимча қаршилик вазифасини ўтайди. Бу қаршилик киритилган қаршилик деб аталади. Унинг катталиги ва характери контурлар резонанси галтаклари фарқиға боғлиқ. Фарқ нолга тенг бўлса, қаршилик актив характериға эга, нолдан фарқли бўлса, реактив (ё сиғим ёки индуктив) характериға эга. Бундай боғланиш туфайли, контурлардан бирининг носозлиги иккинчисининг ҳам носозлиғига олиб келади. I_2 ва U_2 ларнинг частотаға боғланиши иккита боғланган контурларнинг резонанс чизиғини беради. Резонанс чизиғининг шакли боғланиш коэффецентиға боғлиқ. Боғланиш канчалик кучсиз бўлса, резонанс чизиги шунчалик ўткир бўлади.

$K_{\text{боз}}$ ёки A ортган сайин чизик ўтмаслаша боради ва уларнинг маълум бир қийматидан бошлаб ўрқачли ҳолатға ўта бошлайди. $A=1$ бўлган ҳолат критик боғланиш, $A>1$ -кучли боғланиш деб аталади. $A > 1$ да бузилишлар юзага келади.(32-расм).



32-расм.

Расмдан кўриниб турибдики иккита боғланган контурнинг тебранишларини ўтказиш соҳаси боғланиш факторига A қараб ўзгарар экан. Шундай қилиб, контурларнинг ўтказиш соҳаси:

$$P = \frac{\omega_0}{Q} \sqrt{A^2 - 1 + \sqrt{2(i + A^2)}}$$

$A=0$ да $P \approx 0.64 \frac{\omega_0}{Q}$, яъни боғланган контурларнинг ўтказиш соҳаси битта контурнинг соҳасидан ҳам кичик бўлар экан. Бу минимал частотанинг ўтказиш соҳасидир. Боғланиш критик бўлганда, яъни $A=1$ да

$$P = \sqrt{2} \frac{\omega_0}{Q}$$

бўлиб, унинг кенглиги битта контурникидан $\sqrt{2}$ марта катта. $A>1$ соҳаси кенгайиб икки ўрқачли кўринишга ўтади. Бу частотада бузилишларини юзага келтиради. Бунга йул қўймаслик учун ўтказиш палосасида сигнал амплитудасининг ўзгаришлари $1/\sqrt{\varepsilon}$ дан ортиб кетмаслиги белгилаб қўйилади. Бунга мос келадиган боғланиш фактори $A=2.11$ бўлиб, максимал частотада ўтказиш соҳаси.

1.5.1.6. Назорат саволлари.

1. R, L, C, элементли кетма-кет ва параллел уланган занжирларнинг қандай камчиликлари бор?
2. Қандай констурлар боғланган контурлар деб аталади.
3. Иккинчи контур биринчи контурга нисбатан киритилган қаршилик деб аталиши сабабини тушунтиринг.
1. Нима сабабдан кўп контурли занжирлардан фойдаланилади?
 - А) Ток кам исроф бўлсин учун. В) ишлаш қобилиятини ошириш учун.
 - С) Контурларнинг частота бўйича танловчанлигини яхшилаш учун Д) Катта кучайтириш коэффицентини олиш учун Е) Ўтказа олиш соҳасини кичрайтириш учун
5. Критик бошланиш нима?
 - А) Энг кучли боғланиш В) Энг кучсиз боғланиш С) Боғланиш фактори $A=1$ бўлган боғланиш Д) Боғланиш фактори $A>1$ бўлган боғланиш Е) Боғланиш фактори $A<1$ бўлган боғланиш.

1.5.1.7. Иккинчи асосий сивол.

Сигим орқали боғланган контур. Автотрансформаторли боғланиш.

1.5.1.8. Асосий саволнинг мақсади.

Энергияни бир контурдан иккинчи контурга конденсатор ва умумий ғалтак орқали боғланишлар тўғрисида маълумотлар берилади ва уларнинг асосий хоссалари ўргатилади.

1.5.1.9. Саволга оид муаммолар:

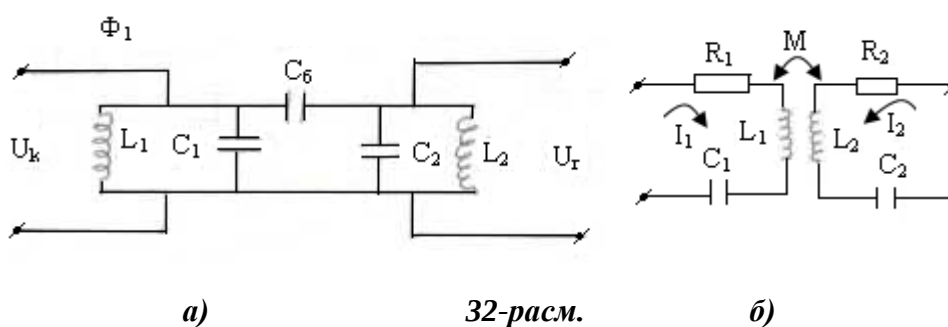
1. Электр майдонидан радиоэлектрон занжирлар аро боғланишни амалга ошириш имкониятлари.
2. Контурлар аро электр майдони орқали боғланишнинг хоссалари.
3. Контурлар аро боғланишнинг автотраисформаторли усули.

1.5.1.10. Идентив ўқув мақсадлари:

1. Конденсаторли боғланган контурнинг хоссаларини билиб олади.
2. Автотраисформаторни боғланиш хақида маълумот олади.
3. Боғланган контурларнинг ишлатилиш соҳаларини билиб олади.

1.5.1.11. Мавзунинг баёни:

1. Сигим орқали боғланиш контури (32-расм)



а)

32-расм.

б)

Бундай контурларда энергия бир контурдан иккинчисига боғланиш конденсатори $C\sigma$ орқали, яъни электр майдони орқали ўтказилади (32-расм, а). $C\sigma$ қанча катта бўлса боғланиш шунча кучли бўлади. Одатда $C\sigma$ ўрнида ўзгарувчан сигимли контурлар ишлатилади.

Индуктив боғланган контурларда ҳам боғланиш худди сигим орқали боғланиш каби бўлади.

Индуктив боғланишли иккита контур берилган бўлсин (32-расм, б). Унда M -ўзаро индукция коэффиценти. C конденсатор бирор кучланиш билан зарядланган бўлсин. C_1 конденсатор L_1 индуктивлик ғалтаги орқали разрядлана бошлайди ва контурда I_1 қийматли оний ток ҳосил бўлади.

Ғалтакда

$$U_{L1} = -L_1 \frac{dI_1}{dt}$$

кучланиш вужудга келади ва унинг магнит майдони L_2 индуктивлик

$$U_{L2} = -M \frac{dI_1}{dt}$$

ғалтагида ўзаро индукция ЭЮК ни ҳосил қилади. Бунда

$$n_1 = \frac{U_{L2}}{U_{L1}} = \frac{M}{L_1}$$

катталиқ иккинчи контурнинг биринчи контур билан боғланиш даражаси ёки биринчи контурнинг узатиш коэффиценти деб аталади. У биринчи контурдан иккинчи контурга энергия узатилиш жараёнини ифодалайди. Боғланиш

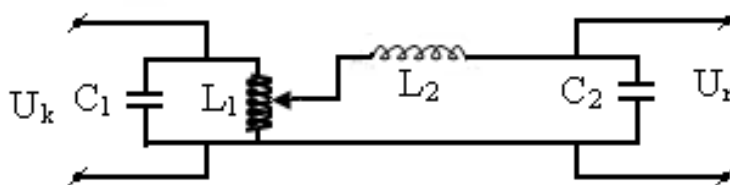
туфайли C_2 конденсатор зарядланиб, у L_2 ғалтак орқали разрядланади. Натижада 2- контурда I_2 оний ток ҳосил бўлади. Контурларнинг ўзаро боғланиш даражаси ёки 2-контурнинг узатиш коэффициентини қуйидагича бўлади.

$$n_2 = \frac{U_{L1}}{U_{L2}} = \frac{M}{L_2}$$

n_1 ва n_2 ларнинг ўртача қиймати $n = \sqrt{n_1 \cdot n_2} = \frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}}$ уларнинг ўзаро боғланиш

коэффициенти деб аталади ва контурлар орасидаги ўзаро энергия алмашинувини ифодалайди.

2. Автотрансформатор орқали боғланиш. (33-расм. а,б)



33-расм

Бундай ҳолда контурлар умумий ғалтакга эга. Энергия бир ғалтакдан 2 сига қисман магнит майдони, қисман бевосита уланган жойлардан ўтади.

C_1 ва C_2 – конденсаторлар

L_1 ва L_2 – индуктив ғалтаклари

U_k ва U_1 – кириш ва чиқиш нурланишлари

а) схемада L_6 боғланиш ғалтаги L_1 бир қисми бўлиб, L_1 пасайтирувчи автотрансформатор ролини бажаради. L_6 ғалтак L_1 нинг индуктивлигини ташкил этади. Иккинчи контурнинг боғланиш коэффициенти L_6 ортиши билан ортиб боради.

б) схемада L_6 ғалтак L_2 ғалтакга тўла киритилиб, у юксалтирувчи автотрансформатор каби ишлайди. L_6 ғалтак иккинчи контурнинг индуктивлигини ҳосил қилади. Боғланиш коэффициенти L_6 ортиши билан ортиб боради.

Автотрансформаторли боғланишда L ва C боғланишларидагига қараганда боғланиш анча кучли бўлади. Шу сабабли улар кучли алоқа зарур бўлган ҳолларда ишлатилади (масалан генераторларда). Энг кучсиз алоқа сиғимли боғланишларда бўлади. Лекин бундай алоқада биринчи контур иккинчисига кам таъсир кўрсатади. Масалан, радио ўлчов ишларида улар кўпирақ ишлатилади.

1.5.1.12 Назорат саволлари.

1. Икки контур орасидаги конденсатор кандай вазифани бажаради.
2. Сигим орқали боғланган контурлар учун частота утказиш соҳасининг боғланиш факторларига боғланиш формуласини ёзинг.
3. Сигим орқали боғланган контурларда биринчи контурдан 2-сига энергия қайси энергитик катталиқ орқали ўтказилади?
А) Ток кучи, В) магнит майдон , С) электрмайдон, Д) кучланиш Е) кувват.
1. Автотрансформатор орқали боғланган контурда 1-контурдан 2-сига энергия орқали узатилади.
А) электр майдон. В) ток кучи С) магнит майдон, Д) кувват, Е) кучланиш.
5. Индуктив, сигим ва автотрансформаторли боғланишлардан қайси бири кучлироқ.
А) индуктив, В) сигим, С) автотрансформаторли , Д) индуктив ва автотрансформаторли, Е) бари бир хил.

1.5.1.13. Мустақил ишлар учун топшириқлар.

1. Боғланган иккита контурли занжирларда тебранишлар. [7] 16-50 бетлар.
2. Боғланган иккита контурли занжирларни ростлаш. [7] 50-53 бетлар.

1.6.Мавзунинг номи: Электр филтрлари. (2-соат)
Мавзу бўйича назарий (маъруза) машғулотининг
ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	Дарс мақсади: Электр занжиридаги сигналларни саралаб ўтказувчи схемалар - электр филтрларининг тузилиши ва ишлаш принципи, турлари ва уларнинг параметрлари тўғрисида маълумот берилади. Идентив ўқув мақсадлари: • Электр филтрлари тўғрисидаги тушунчаларни билиб олади. • Электр филтрларининг хиллари ва уларнинг параметрларини ўрганади. • Актив ва пасив элементли филтрлар тўғрисида маълумот олади.	Ўқитувчи	
2-босқич	Асосий тушунчалар Электр филтрлари электрик Сигнал амплитудаси пьезоэлектрик Электромеханик кварц резонаторлар. юқори частота филтрлари радиоэлектрон филтрлар сохали филтрлар тўсувчи филтрлар частота характеристикаси филтр звенолари пьезо перамикали резонаторлар пьезо электрик эффект темир-никель қайтишмаси кварц кристалли резонаторлар, магнитострикция ходисаси феррит Актив филтр Дарс шакли: Муаммоли мунозара дарси. Воситалар: Плакатлар, ўқув асбоблари намунаси, макетлар Метод ва усуллар: Кичик гуруҳларда ишлаш	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	Гуруҳда ишлаш: Фаоллаштириш саволлари: • Конденсаторнинг ўзгарувчан ток занжиридаги хоссалари тўғрисида маълумот беринг? • Индуктивлик ғалтагининг ўзгарувчан ток занжиридаги хоссалари тўғрисида маълумот беринг? • RC занжири хоссалари тўғрисида маълумот беринг? • CR занжири бўйича маълумот беринг?	Ўқитувчи	
1-босқич	Мустахкамлаш ва баҳолаш учун саволлар: • Мураккаб частотали сигналлардан маълум частотали сигналларни ажратиш олиш усуллари қандай? • Электр филтрлари яратишда конденсатор ва индуктивлик ғалтагининг қандай хоссаларидан фойдаланилади? • Электр филтрида актив қаршилиқ қандай рол ўйнайди? • Филтрнинг ўтказиш соҳаси деганда нимани тушунаси?	Ўқитувчи талаба	

5-босқич	Якуний хулосалар чиқариш. • Электр филтрларининг асосий параметрлари тўғрисида маълумот бериш • Идиал ва реал филтрларнинг хоссалари тўғрисида маълумот бериш. • Филтрларнинг турлари ва уларнинг ишлаш принциплари тўғрисида маълумот бериш.		
----------	--	--	--

1.6.1.Мавзу бўйича режа:

- 1.Электр филтрларининг турлари ва параметрлари.
- 2.Пассив элементли филтрлар.
- 3.Пьезоэлектрик ва электромеханик филтрлар.

1.6.2.Таянч сўзлар ва иборалар.

Электр филтрлари	электрик
Сигнал амплитудаси	пьезоэлектрик
Частота ўтказиш коэффициенти	электромеханик
Частота ўтказиш соҳаси	кварц резонанслар.
Киркиш частотаси	юқори частота филтрлари
Радиоэлектрон филтрлар	соҳали филтрлар
Бир тармоқли	тўсувчи филтрлар
Кўп тармоқли	частота характеристикаси
Филтр звенолари	пьезо перамикали резонанслар
Пьезо электрик эффект	темир-никель қотишмаси
Кварц кристалли резонанслар,	магнитострикция ҳодисаси
Биринчи тартибли филтрлар	феррит
Актив филтр	иккинчи тартибли филтрлар.

1.6.3.Мавзуга оид асосий муаммолар.

1. Мураккаб радиосигналлар орасида керакли сигнални ажратиб олиш муаммоси.
2. Электр филтрлари яратишда занжир элементларининг хоссаларидан фойдаланиш.
3. Филтрлар яратишда қаттиқ жисмларнинг механик хусусиятларидан фойдаланиш.

1.6.1.Биринчи асосий савол:

Электр филтрларининг турлари ва параметрлари.

1.6.1.1. Асосий саволнинг мақсади:

Электр занжиридаги сигналларни саралаб ўтказувчи схемалар - электр филтрларининг тузилиши ва ишлаш принциплари, турлари ва уларнинг параметрлари тўғрисида маълумот берилади.

1.6.1.2. Саволга оид муаммолар:

1. Мураккаб радиосигналлар орасида керакли сигнални ажратиб олиш муаммоси.
2. Электр филтрлари яратишда занжир элементларининг хоссаларидан фойдаланиш.

1.6.1.3. Идентив ўқув мақсади:

- 1.Электр филтрлари тўғрисидаги тушунчаларни билиб олади.
- 2.Электр филтрларининг хиллари ва уларнинг параметрларини ўрганади.
- 3.Актив ва пасив элементли филтрлар тўғрисида маълумот олади.

1.6.1.1. Мавзунинг баёни.

Филтрларнинг турлари ва параметрлари. Электр филтрлар мураккаб сигналлар орасидан маълум частоталар орқалигида сигналларни ажратиб олиш ёки бартараф қилиш ва шунга ўхшаш вазифаларни бажаради. Параметрлари.

1) Филтрларнинг асосий параметрларидан бири-сигнал амплитудасининг частотага боғланиш графигидир – $A=f(\omega)$.

2) Филтрнинг ўтказиш соҳаси бу ўтказиш коэффициентга маълум бир белгиланган $K_u(j\omega)$ қийматдан катта бўлган частотани ўз ичига олган частоталар оралиғидир.

3) Филтрнинг частотани тўсиш соҳаси бу филтрнинг ўтказиш коэффициенти маълум бир белгиланган қийматдан кичик бўлган частоталарни ўз ичига олган частоталар оралиғидир.

Идеал филтрларда ўтказувчи соҳада $K_u(j\omega) = 1$ тўсиш бўлиши керак соҳасида $K_u(j\omega) = 0$

Ўтказувчи ва тўсувчи соҳаларни ажратувчи частотага қирқиш частотаси дейилади.

Реал филтрларда $0 < K_u(j\omega) < 1$ бўлади. (31-расм).



31-расм.

Расмда	$\omega_2 - \omega_1$	тўсувчи
	$\omega_1 - \omega_3$	ўтказувчи соҳа
	$\omega_3 - \omega_2$	қирқиш соҳасини ифодалайди.

Агар филтрлар фақат R, L, C элементлардан иборат бўлса пасив филтрлар, улардан ташқари транзисторлар, кучайтиргичлар, ёки махсус асбоблар ҳам бўлса филтрлар актив дейилади.

Фильтрлар бир тармоқли ёки кўп тармоқли бўлиши мумкин. Фильтрлар таркибига кирган элементларга кўра электрик, пьезоэлектрик ва электромеханик фильтрларга ажратилади.

Вазифасига кўра

ПТЧФ - паст частотали фильтрлар

ЮЧФ- юқори частотали фильтрлар

ПФ - сохали

ТФ - тўсувчи фильтрлар.

1.6.1.5. Назорат саволлари:

1.Электр филтридан ўтган сигнал амплитудасининг частотага боғлиқлик графигини чизинг ва тушунтиринг.

2. Фильтрнинг ўтказиш полосаси тушунчасига изох беринг.

3. Пассив фильтрлар қандай элементлардан ташкил топган?

1. Актив фильтрларда қандай элементлар қатнашади?

5. Идеал филтрларда ўтказиш коэффициенти қандай бўлади?

А) ўтказувчан сохада $K=1$ тўсувчи сохада $= \infty$

В) ўтказувчан сохада $= \infty$ тўсувчи сохада 1

С) ўтказувчан сохада $= 1$ тўсувчи сохада $= 0$

Д) ўтказувчан сохада $= 0$ тўсувчи сохада $= 1$

1.6.5. Иккинчи асосий савол:

Пассив элементли электр фильтрлар.

1.6.5.1. Асосий саволнинг мақсади:

Электр занжирида ишлатиладиган пассив фильтр тўғрисида маълумот ва бу фильтрларнинг ишлаш тамойилини тушунтириш.

1.6.5.2. Саволга оид муаммолар:

1. Пассив электр занжирларидан сигналларнинг ўтиш хусусиятлари.

2. Пассив фильтрлардан электр занжирида фойдаланиш имкониятлари.

1.6.5.3. Идентив ўқув мақсадлари.

Паст ва юқори частотали фильтр тўғрисида маълумот олади.

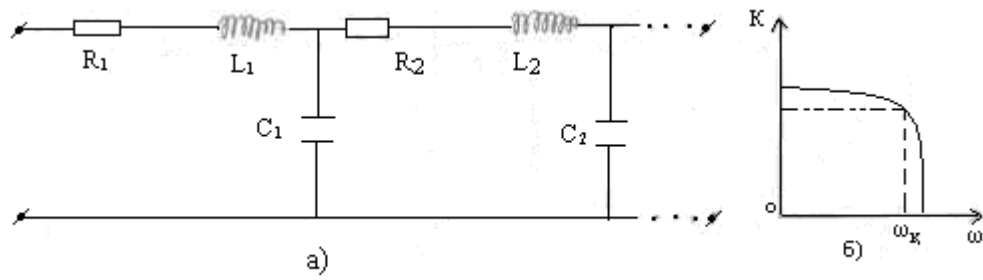
Фильтрларнинг ишлаш тамойилини билиб олади.

Фильтрларнинг схемасини таҳлил қилишни ўрганади.

1.6.5.1. Мавзунингбаёни.

1. Пассив элементли электрик фильтрлар.

А) паст частотали фильтрлар. Паст частотали фильтрлар учун R , L_1 , R_2 , L_2 , қаршилиги катта эмас. C_1 , C_2 , қаршилиги эса катта (1-расм).



35-расм.

Қирқиш частотаси

$$X_c = \frac{1}{\omega C}$$

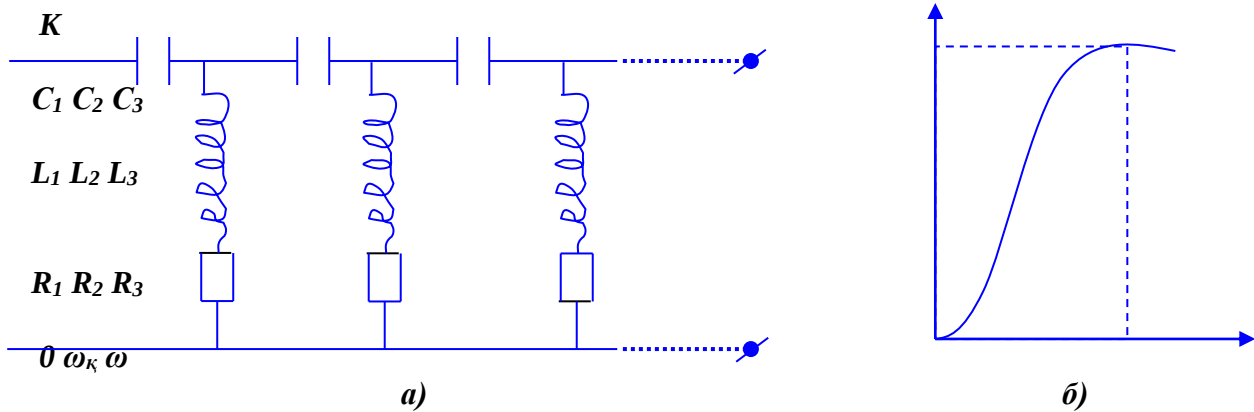
$$X_L = \omega L$$

$$\omega_k = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

RC фильтр ҳам кўп ишлатилади, уларга бир звеноли фильтр дейилади.

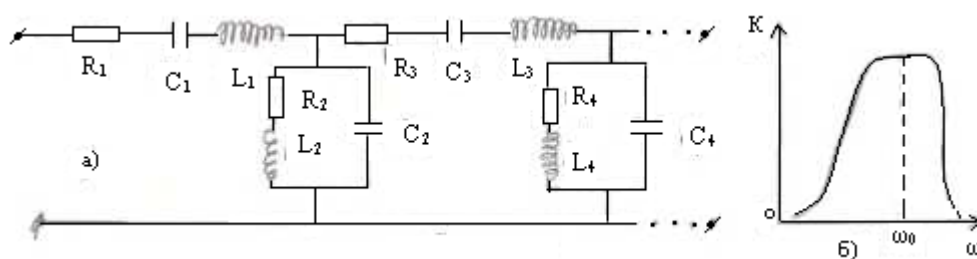
$$\omega_k = \frac{1}{RC}$$

Б) юқори частотали филтрлар (36-расм, а



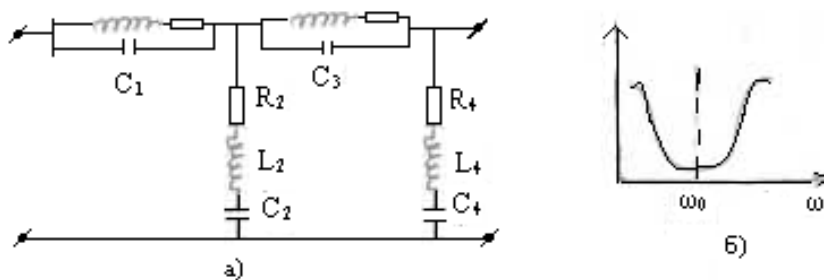
36-расм.

В) соҳали филтрлар (37-расм).



37-расм.

Г) Тўсувчи филтрлар (38-расм, а,б)



38-расм.

1.6.5.5. Назорат саволлари:

- 1.Паст частотали филтрлар схемасини чизинг.
- 2.Юкори частотали филтрлар схемасини чизинг.
- 3.Сохали филтр схемасини. частота характернотикасини чизинг ва тушунтиринг.
- 1.Тусувчи филтр схемасини, частота характеристикасини чизинг ва тушунтиринг.

1.6.6. Учинчи асосий савол.

Пьезоэлектрик ва электромеханик филтрлар.

1.6.6.1. Асосий саволнинг мақсади:

Пьезоэлектрик ва механик филтрлар тўғрисида маълумот бериш.

1.6.6.2. Саволга оид муаммолар:

1. Кристалларнинг электр майдонидаги механик деформациясидан электр филтрлари яратишда фойдаланиш.
2. Филтрлар яратишда механик резонанс ходисаларидан фойдаланиш.

1.6.6.3. Идентив ўқув мақсадлари:

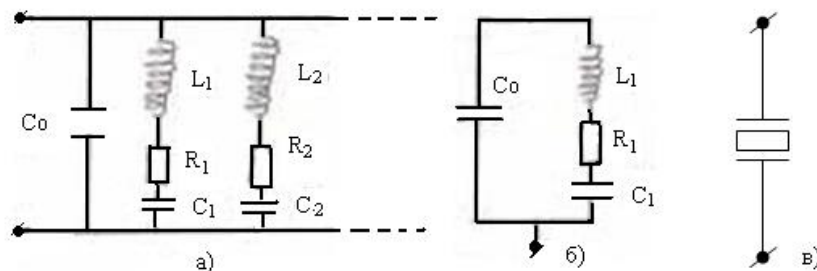
1. Пьезоэлектрик эффект тўғрисида маълумот олади.
2. Кварцли резонаторнинг вазифасини билиб олади.
3. Электромеханик филтрларнинг хоссаларини ўрганади.

1.6.6.1. Мавзунинг баёни:

1. Пьезоэлектрик филтрлар.

Баъзи бир кристаллар электр майдонига қўйилганда, механик деформацияга учрайди. Кристални пластина шаклида қирқиб уни ўзгарувчан электр майдонига жойлаштирилса, у гоҳ сиқилиб, гоҳ кенгайиб тебранма ҳаракатга келади. Бу ходиса пьезоэлектрик эффект деб аталади. Пьезоэлектрик эффектга эга булган кристалларга кварц, сегнет тузи, титанат барий, ниобат литий ва шунга ўхшаш кристаллар киради. Пластиналардан ток уланадиган учлар чиқарилади. Бундай асбоблар **кварц резонаторлари** деб

аталади. Пластинанинг хусусий тебраниш чатотаси, пластина қалинлигига боғлиқ бўлади. Пластина қалинлиги ортиши билан резонанс частотаси камая боради. Карц резонаторлари ташки мухит ҳарорати ўзгариши билан ўз резонанс частотасини деярли ўзгартрмайди. Шу сабабли карц резонаторлари ёрдамида частота ўтказиш соҳаси кичик бўлган филтёрларни тузиш мумкин (39-рasm).



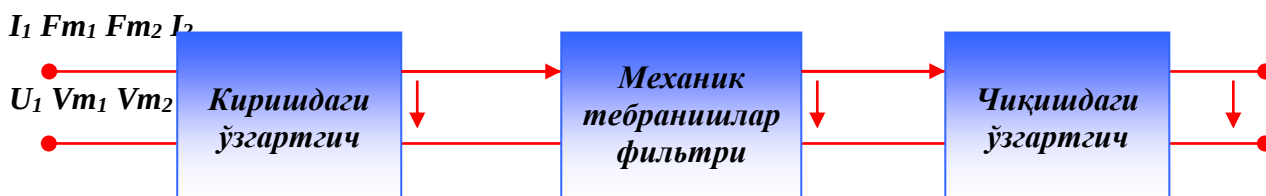
39-рasm.

кварц

кристалл а – кўп контурли, б – бир контурли, в – схемадаги белгиси, кварцларники бир неча минг атрофида бўлади.

2. Электромеханик филтёрлар.

Бундай филтёрларнинг пьезоэлектрик филтёрлардан фарқи шундаки, резонатор элементлари фақат механик кўринишда бўлмасдан, балки улар орасидаги алоқа ҳам механик равишда амалга оширилади. Электромеханик филтёрнинг блок схемаси 10-рasmда келтирилган.



10-рasm.

Киришдаги ўзгартгич электр тебранишларини механик тебранишларга айлантириб беради. Механик тебранишлар ўзгартгичдан сўнг филтёрнинг механик қисмига узатилади. У резонаторлар ва уларни боғловчи элементлардан ташкил топган филтёрланган механик тебранишлар охириги блокда яна электр тебранишларига айлантирилади.

1.6.6.5. Назорат саволлари:

1. Пьезоэлектрик эффект ҳодисасини тушунтириб беринг.
2. Кварц резонатори қандай вазифани бажаришини айтинг.
3. Электромеханик резонаторлар қандай хоссаларга эга.
1. Кварц резонаторининг хусусий частотаси нималарга боғлиқ.
5. Қандай усул билан филтёрнинг частота характеристикасини идеал филтёрникига яқинлаштириш мумкин.
- А. Филтёрни мураккаблаштириш.
- В. Кучланишни ошириб.

С. Звенолар сонини ошириб.

Д. Пассив элементлар сонини ошириб.

1.6.6.6. Мустақил иш учун топшириқлар:

1. Доимимй ток манбаларида ишлатиладиган филътрлар. [7] 53-51 бетлар.
2. Элекгр филътрлари ва уларнинг вазифалари. [6] 15-53 бетлар.

7-МАШҒУЛОТ

1.7.Мавзунинг номи: Параметрлари тақсимланган занжирлар. (1-соат)

Мавзу бўйича назарий (маъруза) машғулотининг ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	Дарс мақсади: Радиоэлектрон қурилмаларда энергия бир блокдан иккинчисига ўтказилганда сигналларни ўтказувчи оралиқ тармоқнинг хоссалари, уларни маълум мақсадлар асосида яратиш услублари ва бу тармоқларнинг хоссалари тўғрисида маълумотлар берилади. Линиялар фақат электр энергияси ни узатишда ишлатилмасдан, балки радиоэлектрон қурилмаларнинг элементлари сифатида ишлатилиш имкониятлари баён қилинади ва линиялар асосида ишловчи турли хил элементлардан мисоллар келтирилади. Идентив ўқув мақсадлари: • Параметрлари тўпланган занжир тўғрисида тушунчага эга бўлади. • Параметрлари тўпланган занжирда ток ва кучланишнинг тарқалиш қонуниятларини билиб олади. • Сигналларни кечиктирувчи занжирлар тўғрисида маълумот олади. • Ўта юқори частотали тебраниш контури яратиш усулини билиб олади.	Ўқитувчи	
2-босқич	Асосий тушунчалар параметрлари тўпланган занжир, симметрик линия электромагнит тулқинлар, ёриб ўтиш ходисаси. тақсимланган занжирлар, тарқалиш коэффициенти узун линиялар, югурувчи тулқин режими тулқин тезлиги, қисқа туташтирилган режими. йўлқалар, аралаш тулқинлар режими. тўлқин узатувчи қувурлар, кечиктирувчи линиялар. коаксиал кабел. Дарс шакли: Муаммоли мунозара дарси. Воситалар: Плакатлар, ўқув асбоблари намунаси, макетлар Метод ва усуллар: Кичик гуруҳларда ишлаш	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	Гуруҳда ишлаш: Фаоллаштириш саволлари: • Электромагнит тўлқинларнинг тарқалиш тезлиги қандай? • Электромагнит тўлқинларнинг тарқалиш тезлиги муҳитга боғлиқми? • Муҳитнинг диэлектрик ва магнит сингдирувчанлиги маъноси қандай? • Радио сигналларни узатишга нега оптик толалардан фойдаланилади?	Ўқитувчи	

1-босқич	Мустаҳкамлаш ва баҳолаш учун саволлар: • Параметрлари тақсимланган занжирларга мисол келтиринг? • Узун линиялар нима? • Линияда энергия исрофи тўлқин частотасига қандай боғлиқ? • Оптик толалардан қандай тўлқин узунлигидаги сигналларни узатишда фойдаланилади?	Ўқитувчи талаба	
5-босқич	Якуний хулосалар чиқариш. • Радиосигналларни узатишда энергия исрофини камайтириш мақсадида турли узатувчи воситалардан фойдаланилади. • Сигналларни узатувчи воситалар самарадорлиги узатилаётган тўлқин частотасига боғлиқ .		

1.7.1.Мавзу бўйича режа.

1. Линиялар. Линияларнинг иш режимлари.
2. Линияларнинг ишлатилиши.

1.7.2.Таянч сўзлар ва иборалар.

параметрлари тўпланган занжир. симметрик линия электромагнит тулқинлар, ёриб ўтиш ходисаси. тақсимланган занжирлар, тарқалиш коэффициенти узун линиялар, югурувчи тулқин режими тулқин тезлиги, қисқа туташтирилган режими. йўлқалар, аралаш тулқинлар режими. тўлқин узатувчи қувурлар, кечиктирувчи линиялар. коаксиал кабел.

1.7.3. Мавзуга оид муаммолар:

1. Сигналларни узатувчи тармоқларнинг занжир элементи сифатида ишлатилиш имкониятлари.
2. Тармоқлар параметрларининг сигнал тезлиги ва частотасига боғлиқлиги.
3. Сигнал тарқатувчи тармоқлардан кечиктирувчи элементлар сифатида фойдаланиш.

1.7.1. Биринчи асосий савол:

Линиялар. Линияларнинг иш режимлари.

1.7.7.1. Асосий саволнинг мақсади:

Радиоэлектрон қурилмаларда энергия бир блокдан иккинчисига ўтказилганда сигналларни ўтказувчи оралиқ тармоқнинг хоссалари, уларни маълум мақсадлар асосида яратилиш услублари ва бу тармоқларнинг хоссалари тўғрисида маълумотлар берилди.

1.7.7.2. Саволга оид муаммолар:

1. Сигналларни узатувчи тармоқларнинг занжир элементи сифатида ишлатилиш имкониятлари.

2. Тармоқлар параметрларининг сигнал тезлиги ва частотасига боғлиқлиги.

1.7.7.3. Индентив ўқув мақсадлари.

1. Параметрлари тўпланган занжир тўғрисида тушунчага эга бўлади.

2. Параметрлари тўпланган занжирда ток ва кучланишнинг тарқалиш қонуниятларини билиб олади.

3. Линияларнинг турлари ва уларнинг асосий хоссаларини ўрганади.

1.7.7.1. Мавзунинг баёни.

Параметрлари тақсимланган занжирлар. Линиялар.

Пассив ва актив элементли радиоэлектрон занжирларда занжир параметрларини ифодаловчи катталиклар; сиғим, индуктивлик, қаршилик ва шу кабилар занжирнинг маълум бир қисмларига тўпланган бўлади. Бундай занжирларда токнинг ёки кучланишнинг ўзгариши токнинг частотаси доимий бўлган ҳолда вақтга боғлиқ бўлади. Бундай занжир- параметрлари тўпланган занжирлар деб аталади.

Радиоэлектрон қурилмаларда маълум шароитларда энергия бир блокдан иккинчи блокка иккита ўтказгичдан иборат линия орқали узатилиши мумкин. Бундай линияларда электромагнит майдон

$$g = \frac{c}{\sqrt{\xi \cdot \mu}}$$

тезлик билан ҳаракатланади. Бу ерда, $c=300000$ км/с ёруғликнинг вакуумдаги тезлиги; ξ ва μ - мос равишда муҳитнинг диэлектрик ва магнит сингдирувчанлиги.

Электромагнит майдонда электр ва магнит майдонларининг куч чизиклари ўзаро перпендикуляр бўлади. Тарқалаётган электромагнит тебранишлар электромагнит тўлқинлар деб аталади. Электромагнит тўлқинлар кундаланг тўлқинлардир. Электромагнит тўлқинлар тарқалаётган линиялар шахсий индуктивликка, сиғимга, қаршиликка ва х. параметрларга эга. Лекин бу параметрлар линиянинг маълум бўлакларига тўпланган бўлмасдан, балки линиянинг бутун узунлиги бўйлаб тақсимланган бўлади. Шу сабабли исталган ҳилдаги линиялар параметрлари тақсимланган занжирлар бўлади.

Параметрлари тўпланган занжирларда ток ва кучланишнинг тарқалиш вақти тебранишлар даврига нисбатан анча кичик бўлади. Чунки бундай занжирларнинг ўлчамлари тарқалаётган тўлқин узунлигидан кичик.

Агар линиянинг узунлиги унда тарқалаётган тўлқин узунлигидан катта бўлса, занжирнинг бир қисмида руй бераётган ток ёки кучланиш ўзгариши маълум вақтдан сўнг занжирнинг бошқа қисмларига етиб боради. Шу сабабли бундай занжирлардаги жараёнлар фақат вақтга боғлиқ ҳолда ўзгармасдан, балки координатага ҳам боғлиқ бўлади. Бундай линиялар узун линиялар деб аталади.

Узун линиядаги тўлқин тарқалиш жараёнини икки ўтказгичли линияда кўриб ўтайлик. Умуман икки ўтказгичли линия дейилганда, ўтказгичлар орасидаги масофа линиянинг узунлигидан бир неча баробар кичик бўлган иккита ўтказгичдан иборат система тушунилади.

Линияда бўладиган жараёнлар, шубҳасиз, унинг параметрлари сифими, индуктивлиги, қаршилиги ва х. ларга боғлиқ. Шунга кўра линия бўйлаб тарқалаётган тўлқин тезлиги

$$v = \frac{c}{\sqrt{L_n \cdot C_n}}$$

бўлади.

Линия симларини бир-биридан узоқлаштирсак, почон сифими C_n камаяди, лекин шунга мос равишда почон индуктивлиги L_n ортади. Симларни яқинлаштириш C_n нинг ортишига, L_n нинг эса камайишига олиб келади. Натижада $L_n \cdot C_n$ купайтма ҳар иккала ҳолда ҳам ўзгармай қолганлигидан тезлик ўзгармайди.

Радиоэлектрон занжирларда икки ўтказгичли линиялардан ташқари йўлка, тўлқин ўзатувчи қувур ва коаксиаль кабель шаклидаги линиялар ишлатилади.

Кейинги вақтларда йўлкали линиялар кўп ишлатила бошланди. Чунки интеграл микросхемаларда линиянинг фақат шу турини амалда ишлатиш мумкин бўлмоқда. Йўлкали линия ўтказувчанлиги кам бўлган диэлектрик сиртига металл қатлам суркаб ясалади.

Линияда тарқалаётган тўлқин частотаси ортиши билан тўлқин энергияси кўпроқ исроф бўла бошлайди.

Бундай камчиликлардан қутулиш учун тўлқин ўтказувчи қувур (волновод) шаклидаги линиялар ишлатилади. Волновод дейилганда ички қисми дойра ёки тўрт бурчак кўринишда бўлган металл қувур тушунилади. Бунда электромагнит тўлқин шу металл қувур ичида тарқалади. Қувурнинг девори электромагнит тўлқинлар атрофига сочилмасдан, фақат қувур бўйлаб тарқалишига мажбур қилувчи экран вазифасини ўтайди. Коаксиаль кабелга нисбатан тўлқин узатувчи қувурда энергия сарфи анча кам.

Икки ўтказгичли линиялар паст частотали тебранишларни узатишда, коаксиаль кабеллар метрли ва диаметрли тўлқинлар диапазонида ишлатилса, йўлкали линиялар дециметрли ва сантиметрли тўлқинлар диапазонида ишлатилади.

Линияларнинг асосий параметрларидан яна бири тўлқин қаршилиги

ρ ва тарқатиш коэффициента V ; $\rho = \sqrt{\frac{Z}{Y}}$; $\gamma = \sqrt{ZY}$ - буерда $Z = (R + j \omega L)$ тўла

қаршилик ва $Y = G + j \omega C$ ўтказувчанлик. Ҳавода жойлашган икки ўтказувчанли линиянинг тўлқин қаршилиги ρ_0 одатда 100 Ом бўлади.

Коаксиаль линиянинг тўлқин қаршилиги ρ_k қуйдагича ҳисобланади:

$$\rho_k = 276 \lg \frac{2 \cdot r}{d}; p_k = \frac{138}{\sqrt{\varepsilon}} \lg \frac{D}{d}$$

одатда $\rho_k = 50, 75, 100$ Ом бўлади.

Ички қисми хава билан тўлган тўлқин узатувчи қувурнинг тўлқин қаршилиги., одатда, $D = 500 - 600$ Ом бўлади. Симметрик йўлкали линияларники 30-100 Ом.

Линияларнинг иш режими.

Манбадан чиқувчи электромагнит тебранишлар линия бўйлаб тарқалиб истеъмолчига узатилади. Шунда истеъмолчининг қандайлигига қараб берилаётган тўлқин энергияси тўла ёки қисман ютилиши, тўла ёки қисман қайтиши мумкин. Шунга кўра линияда уч хил иш режими кузатилиши мумкин: югурувчи тўлқинлар турғун тўлқинлар ва аралаш тўлқинлар режими.

Агар истеъмолчи қаршилиги актив бўлиб, у тўлқин қаршиликка тенг бўлмаса ёки истеъмолчи ихтиёрий комплекс қаршиликка эга бўлса, линияда аралаш тўлқинлар режими кузатилади. Бу режимда тушаётган тўлқинлар амплитудаси қайтаётган тўлқинлар амплитудасидан катта бўлади. Демак, энергиянинг бир қисми истеъмолчида ютилса, бир қисми қайтади.

1.7.7.5. Назорат саволлари:

1. Параметрлари тўпланган занжирлар ҳақида тушунча беринг.
2. Қандай линиялар параметрлари тақсимланган занжирлар бўла олади?
3. Қандай линиялар узун линиялар деб аталади?
 1. Линиялардаги энергия исрофи тарқалаётган тўлқин частотасига қандай боғланган?

А) ω^2 га тўғри пропорционал, В) ω^2 га тескари пропорционал, С) частотаси ортса ортади, Д) частотасига боғлиқ эмас,
 5. Тўлқин узатувчи қувурлардан қандай тўлқинларни тарқатишда фойдаланилади.

А) Қиска тўлқинларни, В) частотаси 3 Г Гцдан кичик тўлқинларни, С) частотаси 3 Г Гц дан катта тулқинларни, Д) ультратавуш тўлқинларининг,

1.7.8. Иккинчи асосий савол:

Линияларнинг ишлатилиши.

1.7.8.1. Асосий саволнинг мақсади:

Линиялар фақат электр энергияси ни узатишда ишлатилмасдан, балки радиоэлектрон қурилмаларнинг элементлари сифатида ишлатилиш имкониятлари баён қилинади ва линиялар асосида ишловчи турли хил элементлардан мисоллар келтирилади.

1.7.8.2. Саволга оид муаммолар:

1. Тармоқлар параметрларининг сигнал тезлиги ва частотасига боғлиқлиги.
2. Сигнал тарқатувчи тармоқлардан кечиктирувчи элементлар сифатида фойдаланиш.

1.7.8.3. Индентив ўқув мақсади.

1. Сигналларни кечиктирувчи занжирлар туғрисида маълумот олади.
2. Ўта юқори частотали тебраниш контури яратиш усулини билиб олади.
3. Қаршиликлари трансформатори туғрисида маълумот олади.

1.7.8.1. Мавзунинг баёни:

Линияларнинг ишлатилиши.

Линиялардан, асосан, электр сигналларини узатишда фойдаланилади. Бундан ташқари улар радиоэлектрон қурилмаларнинг элементлари сифатида ҳам ишлатилади. Масалан, кечиктирувчи система юқори частотали тебраниш контурлари, мослаштирувчи трансформаторлар ва х.

Кечиктирувчи линиялар. Радиоэлектрон қурилмаларнинг айрим системаларига бир нечта сигнал берилганда, улардан баъзиларини бошқасига нисбатан биров кечиктириш зарур бўлади. Бу вазифани бажарувчи қурилма кечиктирувчи система деб аталади. Ана шундай кечиктирувчи восита сифатида линиялардан ҳам фойдаланиш мумкин. Бунинг учун маълум узунликга эга бўлган линия олинади. Бунда линиянинг кечиктириш вақти

$$I_k = \frac{l}{v}$$

бўлади. Бу ерда l - линия узунлиги; v - тўлқиннинг тезлиги.

Металл изоляторлар. Коаксиаль линияларда ички ўтказгични маҳкамлаш учун қаттиқ диэлектриклар қулланилади. Линияда тарқалаётган электр сигналларининг частотаси ортиши билан бу "металл изолятор" лардаги энергия сарфи ҳам орта боради. Шу сабабли маълум узунликка эга бўлган кабелдан, хаво линиялари осилиб турадиган изолятор сифатида фойдаланилади.

Тебраниш контури. Маълумки, тебраниш контурининг частотаси контур индуктивлиги ва сиғимидан олинган квадрат илдизга тескари пропорционал. Шунинг учун ўта юқори частотали тебранишлар контурига эга бўлиш учун жуда кичик сиғимли конденсатор ва жуда кичик индуктивликка эга бўлган ғалтак яшаш керак. Бу эса маълум қийинчиликларни вужудга келтиради. Бундан ташқари ўта юқори частоталарда энергия сарфи кескин ортиб, контур асллиги камайиб кетади. Шу сабабли ўта юқори частотали системаларда индуктивлик ва сиғим элементлари ўрнида учлари қисқа туташган линиялар ишлатилади. Бундай линиялар узунлиги $\lambda/4$ га қаррали бўлиб, параллел резонанс кузатиладиган кўнтурларга эквивалент бўлади.

Линиялардан контур сифатида фойдаланилганда уларни созлаш зарур бўлади. Симметрик линияни созлашнинг энг осон усули линия учларини қисқа туташтирувчи ўтказгични сурилувчан қилиб яшадан иборат. Бу усулнинг

асосий камчилиги шундаки, сўрилувчан контактда туташиш ҳамма вақт бир хил бўлмайди.

Созлашнинг яна бошқа бир усули линия боши ёки охирига ўзгарувчан сиғимли конденсатор улашдир. Бунда линия охирига уланган конденсаторнинг сиғими катта бўлса, учлари қисқа туташган линия хосил бўлади ва резонанс тебранишларнинг тўлқин узунлиги линия узунлигидан 1 марта катта бўлади. Конденсатор сиғими кичик бўлса, учлари очиқ линияга ўхшаш бўлади. Бунда тўлқин узунлиги, линия узунлигидан 2 марта катта бўлади.

Чорак тўлқинли трансформатор куллаш усули истеъмолчи қаршилиги актив характерга эга бўлганда яхши самара беради. Бундан ташқари линияда фақат ягона тўлқин узунликдаги электр сигналлари тарқалаётган бўлиши керак.

Агар истеъмолчи қаршилиги реактив характерга эга бўлиб, турли хил тўлқин узунликка эга бўлган сигналлар тарқалаётган бўлса, линияларни мослаштириш учун. В. В. Татаринов таклиф қилган реактив шлейф усули қулланилади.

1.7.8.5.Назорат саволларн.

1. Радиоэлектрон қурилмаларда кечиктирувчи линиялар қандай мақсадда ишлатилади?

2. Узунлиги 200 м бўлган кабельда тўлқин $1 \cdot 10^7$ м/с тезлик билан тарқалмокда. Кабель тўлқинни қанча вақтга кечиктиради?

А) 1 мкс, В) 1 нс, С) 0,5 нс, Д) 1 мс, Е) 0,5 мс.

3. Учлари қисқа туташтирилган ноаксиаль линиялар қаршилиги жуда катта бўлиши учун унинг узунлиги қандай бўлиши керак?

А) линия узунлиги тарқалаётган тўлқин узунлиги 333λ га тенг бўлиши керак.,

В) $\ell = \lambda/2$, С) $\ell = \frac{\lambda}{4}$ Д) $\ell = 2\lambda$, Е) $\ell = 4\lambda$

1. Линияларни мослаштириш учун чорак тўлқинли трансформатор куллаш усули истеъмолчи қаршилиги қандай характерда бўлганда яхши самара беради?

А) ўзгарувчан. В) пассив. С) актив, Д) сиғим, Е) индуктив.

5.Қандай ҳолларда линияда аралаш тўлқинлар иш режими кузатилади?

1.7.8.6. Мустақил ишлар учун топшириқлар.

1) Кечиктирувчи линиялар ва уларнинг ишлатилиши, [1] 62-63 бетлар

2) Узун линияларни реактив элементлар ва қаршилик трансформатори сифатида ишлатилиши. [1] 63-61 бетлар.

8-МАШҒУЛОТ
1.8.Мавзунинг номи: Электроника асослари. (6-соат)
Мавзу бўйича назарий (маъруза) машғулотининг
ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	Дарс мақсади: Электровакуумли асбобларнинг ишлаш принципи. Уларнинг тузулиши, вакуумда электр токининг ҳосил қилиниши тугрисида маълумот берилади. Ярим ўтказгичларнинг хусусий ўтказувчанлиги ва ўтказувчанликда иштирок этувчи зарядлар, яримўтказгичлар асосида яратилган асбоблар уларнинг турлари ва ишлаш принциплари тўғрисида маълумот берилади. Идентив ўқув мақсадлари: • Электрон асбобларнинг ишлаш принципини билиб олади. • Электр майдондаги заррачаларга таъсир этувчи кучларни ўрганади. • Ярим ўтказувчанлик механизмини билиб олади. • Хусусий ярим ўтказгич тўғрисида тушунча олади. • Яримўтказгич асбоблар тўғрисида маълумот олади.	Ўқитувчи	
2-босқич	Асосий тушунчалар: электр асбоблар диод электровакуум асбоблар вольт-ампер характеристикаси ярим ўтказгичли асбоблар ночизикли элемент зарядли заррача тўйиниш токи ички катталик яримўтказгичли диод транзистор майдон транзистор анод, катод, тола триод анод характеристикаси тур характеристикаси куп электродли элемент тиристор комбинациялашган лампа микро схемалар Дарс шакли: Муаммоли мунозара дарси. Воситалар: Плакатлар, ўқув асбоблари намунаси, макетлар Метод ва усуллар: Кичик гуруҳларда ишлаш	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	Гуруҳда ишлаш: Фаоллаштириш саволлари: • Электр майдонининг зарядли заррачага таъсири қандай аниқланади? • Магнит майдонининг зарядли заррачага таъсири қандай аниқланади? • Термоэлектрон эмиссия ҳодисаси моҳияти қандай? • Яримўтказгич деганда нимани тушунаси?	Ўқитувчи	
1-босқич	Мустақамлаш ва баҳолаш учун саволлар: • Электровакуумли диод лампанинг асосий хоссаларини айтинг. • Электровакуумли триод лампанинг ишлатилишига мисоллар келтиринг. • Яримўтказгичли диод қандай афзалликларга эга. • Биполяр транзисторларнинг қандай хиллари бор? • Униполяр транзисторлар қандай афзалликларга эга?	Ўқитувчи талаба	

5-босқич	Якуний хулосалар чиқариш. • Зарядли зарррачаларнинг электр ва магнит майдонидаги ҳаракатининг электрон асбоблар яратилишига асос қилиб олиниши. • Электрон асбоблар яратилиш технологиясининг тараққиётида физика фани соҳасидаги ютуқларнинг аҳамияти тўғрисида тушунчалар бериб ўтилади.		
----------	---	--	--

1.8.1. Мавзу бўйича режа:

1. Электровакуум асбоблар, уларнинг турлари ва ишлаш принципи.
2. Яримўтказгич асбоблар уларнинг турлари ва ишлаш принципи.
3. Тиристорлар ва микросхемалар ҳақида маълумотлар.

1.8.2.Таянч сўзлар ва иборалар:

электр асбоблар диод электровакуум асбоблар вольт-ампер характеристикаси
ярим ўтказгичли асбоблар нотиқли элемент
зарядли заррача туйиниш токи
ички катталик яримўтказгичли диод
транзистор майдон транзистор
анод, катод, тола триод
анод характеристикаси тур характеристикаси
куп электродли элемент тиристор
комбинациялашган лампа микро схемалар

1.8.3. Мавзуга оид муаммолар:

1. Электрон асбобларнинг радиоэлектрониканинг тараққиётида тутган ўрни.
2. Электрон асбоблар ёрдамида радиоэлектроника вазифаларининг ҳал этилиши.
3. Келажак техникасининг яримўтказгич хусусиятлари ва имкониятларидан фойдаланиш даражасига боғлиқлиги.

1.8.1.Биринчи-асосий-савол:

Электровакуум асбоблар, уларнинг турлари ва ишлаш принципи.

1.8.1.1. Асосий саволнинг максоди:

Электровакуумли асбобларнинг ишлаш принципи. Уларнинг тузулиши, вакуумда электр токининг ҳосил қилиниши тугрисида маълумот берилади.

1.8.1.2.Саволга оид муаммолар:

1. Электрон асбобларнинг радиоэлектрониканинг тараққиётида тутган ўрни.
2. Электрон асбоблар ёрдамида радиоэлектроника вазифаларининг ҳал этилиши.

1.8.1.3.Идентив ўқув мақсадлар:

- 1.Электрон асбобларнинг ишлаш принципини билиб олади.
- 2.Электр майдондаги заррачаларга таъсир этувчи кучларни ўрганади.

1.8.1.1. Мавзунинг баёни:

Зарядли заррачалар оқимини, электр ва магнит майдонлар ёрдамида бошқаришга асосланган асбоблар электрон асбоблар деб аталади. Заряд ташувчи заррачалар қайси муҳитда ҳаракатланишига қараб электровакуум ва ярим ўтказгичли асбобларга бўлинади.

Электровакуум асбоблар ўз навбатида ишлатилишига кўра электрон лампаларга (троид, гептод ва х), ўта юқори частотали электрон асбоблар(клистрон, магнитрон ва х) ва фотоэлектрон асбоблар (фотоэлемент, фото купайтиргич ва х. к.) га бўлинади.

1. Зарядли заррачаларга электр ва магнит майдонида таъсир этувчи кучлар.

Электровакуум асбоблар, вакуумда зарядланган заррачаларга электр ва магнит майдонларнинг таъсирига асосланиб ишлайди:

$$\vec{F} = q \vec{E} = q \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d}$$

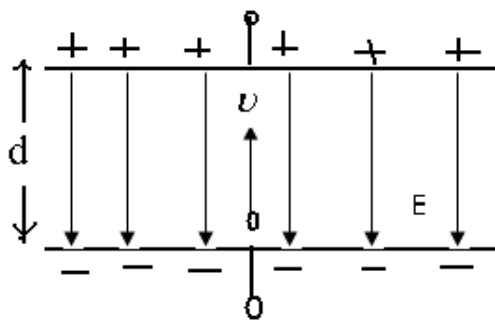
бу ерда q заряд миқдори, E электр майдон кучланганлиги;

Бир жинсли магнит майдонга v тезлик билан кирган зарядли заррачага таъсир этувчи куч модули қуйидагича ифодаланади:

$$F = q \cdot v \cdot B \sin \alpha$$

v зарядли заррачанинг тезлиги; B магнит майдон индукцияси

Зарядли заррачага таъсир этувчи куч электр майдонида майдон кучланганлиги билан бир хил йуналишга эга бўлади. Магнит майдонда таъсир этувчи куч йуналиши, тезлик вектори майдон индукцияси векторлари йуналишига перпендикуляр бўлади (11-расм).



11-расм.

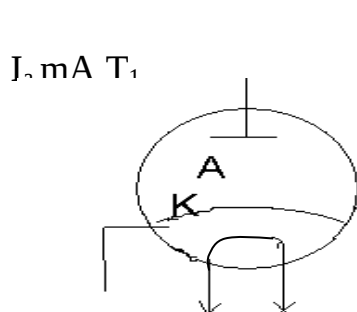
Зарядли заррачанинг ишораси манфий бўлса, таъсир этувчи кучнинг йуналиши қарама-қарши томонга ўзгаради.

Зарядли заррачанинг электр ва магнит майдонидаги ҳаракати электровакуумли асбоблар яратиш учун асос қилиб олинган. Лампада зарядли заррачалар ҳосил қилиш учун унинг электродлардан бири, яъни катод қиздирилади.

Лампа ичида электронлар ўз ҳаракати давомида ҳаво молекулалари тукнашмасликлари учун унинг ичидаги ҳаво сўриб олинади. Лампа ичидаги ҳаво босими 10^{-6} мм симоб устунига тенг.

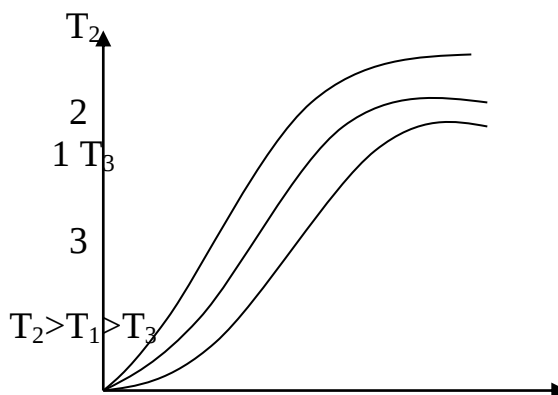
2. Икки электродли электрон лампа (диод).

Бу лампада икки электрод анод ва катоддан иборат. Бири анод ва иккинчиси катод деб аталади. Бундан ташқари лампада алоҳида қиздиргич (тола) ҳам деб аталади (12-расм).



0 U_a, B

12-расм.



13-расм.

Анод токининг анод кучланишига боғлиқлик графаги **вольт-ампер характеристикаси (ВАХ)** деб аталади. Диодни ВАХ 13-расмда келтирилган. Характеристикадан куринадики, анод токи ва анод кучланиши орасидаги боғланиш нозикли характерга эга. Бундан диоднинг нозикли элемент эканлиги келиб чиқади. Диоднинг бу хусусиятидан сигналларни детекторлашда фойдаланилади.

Характеристика тиклиги деб, анод кучланишнинг бирлик ўзгаришига мос келган анод токига айтилади. Яъни

$$S = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_a}$$

бу характеристика диоднинг тайёрланиш сифатини белгилайди. Параметри унинг ички қаршилиги ҳисобланади. Диоднинг бу параметрини бевосита ВАХ чизиғидан аниқланади.

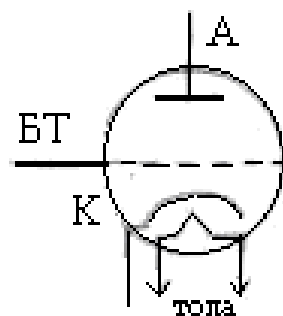
Диоднинг асосий параметри унинг ички қаршилиги ҳисобланади:

$$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a} = \frac{1}{S} \cdot \frac{B}{mA}$$

Анод кучланиш ошиб бориши билан унинг бирор U_i қийматидан бошлаб, анод токи ошиши секинлашади тўйинишга ўтади. Бу хол катоддан чиққан барча электронларнинг анод кучланиши таъсирида анодга етиб бораётганидан далолат беради. Буни толадан чиқаётган электрон сонини ўзгартириб исботлаш мукин. Бунинг учун тола ҳарорати ўзгартириши етарли бўлади. Агар лампанинг толаси ҳарорати ўзгартирилса характеристика тиклиги бинобарин, тўйиниш токи қиймати ҳам ўзгаради (13-расм.). Расмдаги иккинчи чизиқ тола ҳарорати оширилган ҳолатига мос келса, учинчи чизиқ камайтирилган ҳолатни ифодалайди.

3. Уч элетродли электрон лампа (триод).

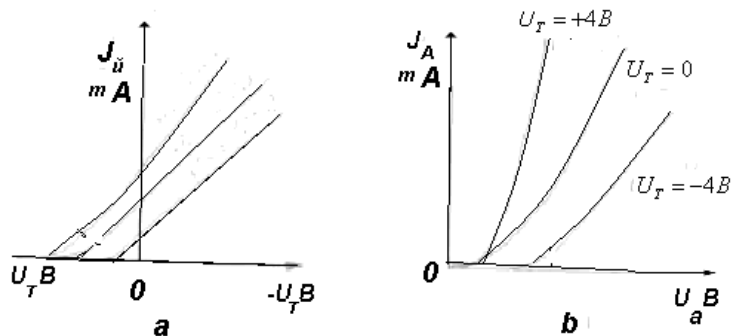
Анод ва катод орасига тур жойлаштирилган лампа **триод** деб аталади (11-расм).



11-расм

Триод бошқарувчи элемент сифатида катта сезгирликка эга. Чунки тур кучланишининг озгина ўзгариши, анод токининг кескин ўзгаришига олиб келади.

Лампанинг битта электродидан ташқари, қолган электродларидаги кучланиш доимий сақланган холда ишлайдиган режими, **статик режим** деб юритилади. Икки хил статик характеристик хам бор: анод-тур ва анод характеристикаси бор.



15-расм.

Триоднинг хоссаларини характерловчи ўзгармас катталиклар лампанинг параметрлар деб аталади. Триоднинг учта параметри бор:

1. а) статик кучайтириш коэффициенти:

$$\mu_n = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_T} \quad \Delta J_n = 0 \text{ да}$$

б) динамик кучайтириш коэффициенти:

$$\mu_g = \frac{\Delta U_k}{\Delta U_T} = \frac{\Delta J_a \cdot R_H}{\Delta U_c} = \mu_s \frac{R_H}{R_i + R_H}$$

$$\text{бу ерда } \Delta J_a = \Delta U_d / R_i + R_H; \mu_s = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_T}$$

2. Характеристика тиклиги.

$$S = \frac{\Delta J_a}{\Delta U_T} \quad \Delta U_a = 0 \text{ ga}$$

3. Ички қаршилиги.

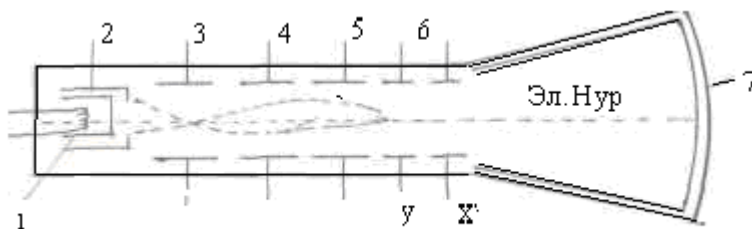
$$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta J_a} \quad U_T = \text{const} \quad \mu_s = R \cdot S$$

Юқори частоталарда (бир неча ўнларча кГц дан бошлаб), лампанинг аноди ва тури ($C_{ам}$), аноди ва катода ($C_{ак}$) ҳамда тўр ва катод ($C_{кт}$) ораллиғидаги сифимларни ҳам ҳисобга олиш зарур.

Триод кучайтиргич сифатида ишлатилганда анодга етиб борган электронларнинг барчаси ҳам бошқарувчи тур таъсирида бўлмайди. Чунки анод майдони ҳосил қилган кучланганлик чизиқлари турнинг очиқ жойларидан ўтиб катоддан мустақил равишда электронларни тортиб олади бундан ташқари триоддаги анод ва тур ораллиги сифими юқори частоталарда кучайтириш коэффициентининг камайиб кетишига сабаб бўлади. Шу боис купинча бу камчиликлардан холи бўлган кўп турли лампалар ишлатилади.

1. Электрон нурли трубкалар.

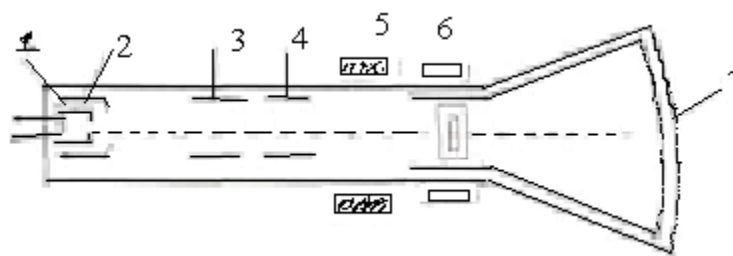
Электрон нур трубкаларида (ЭНТ), электронлар оқимини кўндаланг йўналишида керакли ўлчамгача фокуслаш, фазода ўрнини ўзгартириш ва интенсивлигини бошқариш мумкин. ЭНТ ларда электр сигналлари тарзидаги информация кўз билан кўришга мосланиб берилади. Бунинг учун электрон нур оқими люминесцент экранга йўналтирилади. ЭНТ лар бир нурли, бир рангда ва турли рангда бўлиши мумкин. ЭНТ ларда электрон нур оқими электр майдон ёки магнит майдон ёрдамида бошқарилиши мумкин. Электрон нур электр майдон воситасида бошқариладиган ЭНТ нинг схематик кўриниши 16-расмда келтирилган.



16-расм

ЭНТ нинг ингичка қисмида бўйинда электрон прожектор жойлашган бўлиб, у 1-катод, 2-модулятор, 3-тезланувчи электрод, 4-биринчи ва 5-иккинчи аноддан иборат.

Электрон нурни магнит майдон ёрдамида оғдирувчи ЭНТ нинг схематик тузилиши 17-расмда келтирилган.



17-расм

Бу ЭНТ да ҳам электронлар дастасининг харакатини бошқариш 3 тезлаштирувчи электрод ва 1 анод ёрдамида амалга оширилади. Бу электродлар нурни бир оз фокуслайди. Нурни фокуслаш асосан фокусловчи ғалтаклар 5 орқали амалга оширилади. Ундан $\underline{J}_\phi$ доимий ток оқиб туради.

Бу ток ўз атрофида бир жинсли бўлмаган магнит майдонни ҳосил қилади ва унинг индукция вектори B_a аксиал ҳамда B_r радиал ташкил этувчиларга эга.

1.8.1.5. Назорат саволларн:

1. Электрон асбобларнинг ишлаши қандай қонуниятига асосланган.
2. Электр майдонида зарядли заррачага таъсир этувчи куч йўналиши қандай бўлади?
3. Магнит майдонида зарядли заррачага таъсир этувчи куч йўналиши қандай бўлади?
4. Электровакуум асбобларида қандай вакуум олинади?
А) 10^{-6} мм Hg устун, В) 10^{-10} мм Hg, С) 10^{-7} Hg, Д) 10^{-10} Па.
5. Электровакуум асбобларда эркин электронлар қандай усул билан ҳосил қилинади?
А) электромайдон таъсирида, В) магнит майдон таъсирида. С) термоэлектр эмиссияси йўли билан. Д) лампани қиздириш йўли билан.
6. Электрон нур трубқада электронлар оқимини электр ва магнит магнит майдони ёрдамида оғдиришнинг қандай фарқлари бор?
7. Нурни фокуслаш қандай амалга оширилади?
8. Электрон-нур трубқада экран қандай вазифани бажаради?
А) электронлар оқимини тўплайди. В) оптик тасвир ҳосил қилади. С) электронлар оқимида мужассамлашган сигнални кўз билан кўришга мослайди, Д) сигнални вертикал ва горизонтал йўналишда оғдиради,
9. ЭНТ ларнинг қандай турлари бор?

1.8.5. Иккинчи асосий савол:

Яримўтказгич асбоблар уларнинг турлари ва ишлаш принципи.

1.8.5.1. Саволнинг мақсади.

Ярим ўтказгичларнинг ўтказувчанлиги ва яримўтказгич асбобларнинг тузилиши, турлари ва ишлаш принципи тўғрисида маълумот берилади.

1.8.5.2. Саволга оид муаммолар:

1. Электрон асбоблар ёрдамида радиоэлектроника вазифаларининг ҳал этилиши.

2. Яримўтказгич асбобларнинг техник қурулмаларнинг такомиллаштиришдаги аҳамияти.

1.8.5.3. Идентив ўқув мақсадлари.

1. Ярим ўтказувчанлик механизмини билиб олади.
2. Хусусий ярим ўтказгич тўғрисида тушунча олади.
3. Икки турдаги ўтказувчанлик тўғрисида маълумот олади.
1. Яримўтказгичли асбоблар тўғрисида маълумот олади.

1.8.5.1. Саволнинг баёни.

1. Қаттиқ жисмларнинг электр ўтказувчанлиги.

Қаттиқ жисмлар ўзларининг электр ўтказувчанлик хусусиятларига кўра ўтказгичлар, диаэлектриклар ва ярим ўтказгичларга ажратилади.

Ўтказгичлар гуруҳига металллар ва электр ўтказувчанлиги $10^5 \div 10^6 \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$ бўлган материаллар киради.

Электр ўтказувчанлиги $10^{-10} \div 10^{-15} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$ тартибда бўлган жисмлар диэлектриклар ёки изоляторлар гуруҳини ташкил этади. Ярим ўтказгичлар гуруҳига эса, электр ўтказувчанлиги $10^5 \div 10^{-10} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$ бўлган барча материаллар киради.

Ярим ўтказгичларнинг электр ўтказувчанлик хусусияти металлларникидан сифат жиҳатдан фарқ қилади. Улар қуйидагилар:

- а) оз микдордаги аралашманинг ўтказувчанликка кучли таъсир этиши;
- б) ўтказувчанлик характери ва даражасининг температурага боғлиқлиги;
- в) ўтказувчанликнинг ташқи кучланишга кучли боғлиқлиги.

Германий (ёки кремний) кристаллининг бундай боғланишда бўлиши уни диэлектрик деб қараш кераклигини кўрсатади ва абсолют ноль температурада бу фикр тўлиқ бўлади.

Кристалларда эркин электронлар ҳосил қилиш учун унга ташқи энергия бериш керак. Уни турлича амалга ошириш мумкин. Масалан, кристаллни қиздириш, ёруғлик нуруни таъсир эттириш ва бошқалар.

Бу ҳолда боғланиш энергиясидан катта энергия олган электронлар боғланишни узиб, эркин электронга айланади ва ўз ўрнидан узоқлашади.

Боғланишдан чиққан электрон бир вақтда икки атомга тегишли бўлади. Шунинг учун бир вақтда икки атомнинг қисман ионланиши вужудга келади. Бунда ҳосил бўладиган мусбат заряд боғланишда электрон етишмаслигини - боғланиш етишмовчилиги (дефекти) ни кўрсатади. Уни **кавак** деб аталади.

Кавак - вакант (бўш) ўрин боғланишдаги қўшни электрон ёки озод бўлган эркин электрон билан тўлдирилиши мумкин. Агар у эркин электрон ҳисобига тўйдирилса, атомнинг электр нейтраллиги тикланади. Бу жараён **рекомбинация** деб аталади.

Агар ярим ўтказгич кристали электр майдонига жойлаштирилса, боғланишни узиб чиққан электронлар манбанинг мусбат кутби томон кўча бошлайди ва электрон токини ҳосил қилади. Бу ҳолда боғланиш

дефектларининг кўчиши ҳам йуналганлик характериға эға бўлади, яъни коваклар манбанинг манфий қутби томон ҳаракатланади ва кавак

2. Ярим ўтказгичларнинг аралашма ўтказувчанлиги.

Амалда ярим ўтказгичлар ўтказувчанлигининг бирон тури-ё электрон, ё кавак ўтказувчанлик асосий қилиб олинади. Уни соф германий (ёки кремний) кристаллиға бегона атом киритиш йули билан ҳосил қилинади. Бу жараён ярим ўтказгични легирлаш деб аталади. Киритилган бегона атом аралашма деб аталади.

Аралашмалар ҳосил қилган ўтказувчанликнинг тури аралашманинг хилиға боғлиқ. Масалан, германий кристаллиға беш валентли элемент (As Ga) киритилса, унинг тўрта валент электрони қўшни германий атомлари билан мустаҳкам боғланиш ҳосил қилиб, бешинчи электрони ўз атоми билан сушт боғланишда бўлгани учун озгина энергия таъсирида атомлар оралиғиға утиб кетади. Бу хил электронлар эркин электронлар деб аталади.

Ярим ўтказгичда эркин электронлар ҳосил қилувчи аралашмалар **донорлар** деб аталади. Ўтказувчанлик электронлар ҳисобига бўладиган яримўтказгич п-тур ярим ўтказгич еки электронли ярим ўтказгич деб аталади.

Агар тўрт валентли яримўтказгичға (масалан, германий еки кремнийға) уч валентли элемент атомлари киритилса, бу атом кристалл панжарада германий еки кремний атоми урнини эғаллаб, қўшни турт атом билан боғланиш ҳосил қилиш учун битта электрон етишмайди. Натижада кристаллда мусбат урин - кавак ҳосил бўлади. Кавак урин қўшни атомларнинг электронлари ҳисобига тулдирилиб турилиши мумкин, лекин унинг урнида яна бушт урин ҳосил бўлади. Демак, кавак ҳам кристалл ичида эркин электрон сингари қучиб юриш имкониятиға эға.

Бундай эркин каваклар ҳисобига юзаға келадиган ўтказувчанлик кавакли ўтказувчанлик ёки р - турдаги ўтказувчанлик деб аталади.

Электронлар ва кавакларнинг электр майдон таъсиридаги ҳаракати ҳаракатчанлик деб аталади. Ҳаракатчанлик майдон қучланганлиги бир бирликка тенг бўлганда электронлар ва кавакларнинг ҳаракат тезлигини ифодалайди. Ярим ўтказгичларда каваклар ва электронларнинг ҳаракатчанлиги бир хил эмас. Масалан, кремний ва германийда электронларнинг ҳаракатчанлиги кавакларникиға нисбатан 2-2,5 марта катта бўлади. Шу сабабли хусусий ярим ўтказгиларнинг ўтказувчанлиги асосан электрон характериға эға бўлади.

Хусусий ярим ўтказгичларнинг электр ўтказувчанлиги харорат ортиши билан ортади.

Соф ярим ўтказгичға озгина микдорда аралашма атомларнинг киритилиши, унинг ўтказувчанлигини кескин узгартириб юборади. Масалан, кремнийға 0, 001 % бор атомларининг киритилиши, унинг ўтказувчанлигининг 1000 баробар ортишиға олиб келади. Бу ходисани ярим ўтказгичларнинг соҳали назариясига қура қуйидагича тушунтириш мумкин.

Фараз қилайлик турт валентлик германий кристаллиға беш валентли мишьяк киритилган булсин. Бу аралашма атоми ярим ўтказгичнинг

тақиқланган соҳасида ўтказувчанлик соҳаси тубига якин бўлган 0, 015 эВ масофада энергетик сатх ҳосил қилади, Бу сатхдан одатдаги ҳароратларда ҳам иссиқлик ҳаракати энергияси туфайли электронлар ўтказувчанлик соҳасига осонлик билан утиб туради.

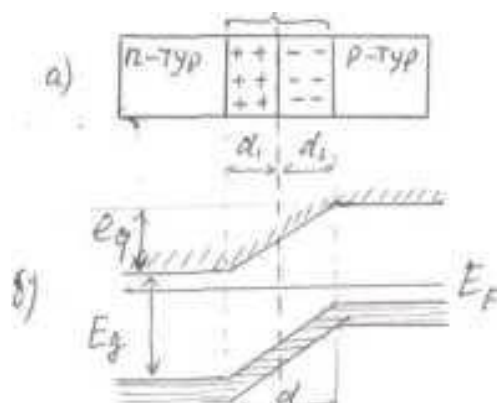
Шундай қилиб, ярим ўтказгичга, валентлиги битта катта бўлган аралашма модда қушилганда, ўтказувчанлик эркин электронлар ҳисобига юзага келади. Бу хил аралашмалар **донорлар** деб аталади.

Энди кремний кристаллига уч валентли бор атомлари киритилган бўлсин. Бунда бор атомлари кристалл панжарада кремний атомларини алмаштиради, лекин қушилари билан тўлиқ ковалент боғланиш ҳосил қилиш учун битта электрон етишмайди. Етишмаган электрон асосий элементдан олинади ва бу электрон урнида ковалент ҳосил бўлади. Бор кремнийнинг тақиқланган соҳасида валент соҳасининг кжори сатхидан 0,08 эВ масофада энергетик сатх ҳосил қилади. Одатдаги ҳароратларда ҳам валент соҳадаги электронлар бу сатхга осонгина утиб, бор атоми билан боғланади. Валент соҳада эса буш уринлар - ковалентлар ҳосил бўлади. Ярим ўтказгичнинг валент соҳасидан электрон олувчи моддалар **акцепторлар** деб аталади.

Донорли ва акцепторли ярим ўтказгичлар **аралашмали ярим ўтказгичлар** деб аталади. Донорли (п-турдаги) ярим ўтказгичларда асосий ток ташувчилар электронлар бўлса акцепторли ярим ўтказгичларда (р-турдаги) ковалентлар бўлади.

3. р-п ўтиш.

Бири электронли ўтказувчанликка, иккинчиси ковалентли ўтказувчанликка эга бўлган ярим ўтказгичлар узаро туташган чегара электрон- ковалентли ўтиш ёки р-п ўтиш деб аталди (18-расм, а). Бунда донорли ярим ўтказгич акцепторли ярим ўтказгич билан узаро контакт ҳосил қилади. п-ярим ўтказгичдан электронлар контакт соҳа орқали р-ярим ўтказгичга диффузияланади. Ковалентлар диффузияси эса тескари йуналишда боради. Бунда п-ярим ўтказгичнинг контакт соҳаси чегарасида мусбат ишорали донор атомларнинг ҳажмий заряди қолса р-ярим ўтказгич чегарасида манфий ишорали акцепторларнинг ҳажмий заряди қолади. Бу ҳажмий зарядлар чегардқатламда қуш электр қаватни ҳосил қилади (18-расм, б). Бу қаватнинг электр майдони п-соҳадан р-соҳага йўналган.



18-расм.

Агар ярим ўтказгичда донор ва акцепторлар концентрацияси бир хил булса, d_1 ва d_2 катламлар калинлиги ҳам бир хил бўлади. $d_1 + d_2 = d$ катлам беркитувчи катлам деб аталади. p-n ўтиш малум калинликга эга бўлганда ҳар иккала ярим ўтказгичларнинг Ферми сатхлари тенглашади. p-n ўтиш соҳасида энергетик сатхлар кийшаяди. Натижада электронлар ва коваклар учун потенциал тўсиқлар вужудга келади.

Бу потенциал тўсиқнинг баланлиги контакт потенциаллар айирмасига тенг:

$$\varphi_k = \varphi_n - \varphi_p = \varphi_t \ln \frac{N_k \cdot N_a}{n_i^2}$$

Бу ерда φ_n ва φ_p - n ва p соҳаларнинг потенциаллари; N_k ва N_a , -каваклар ва электронлар концентрацияси; n_i - соф ярим ўтказгичдаги хусусий электронлар концентрацияси; φ_t - температурага боғлиқ потенциал деб аталиб, у:

$$\varphi_t = \frac{kT}{e}$$

га тенг. Буни ҳисобга олиб контакт потенциаллар айирмаси куйидагича бўлади:

$$\varphi_k = \frac{kT}{e} \ln \frac{N_k \cdot N_a}{n_i^2}$$

Беркитувчи катлам калинлиги куйидаги формула билан аникланади:

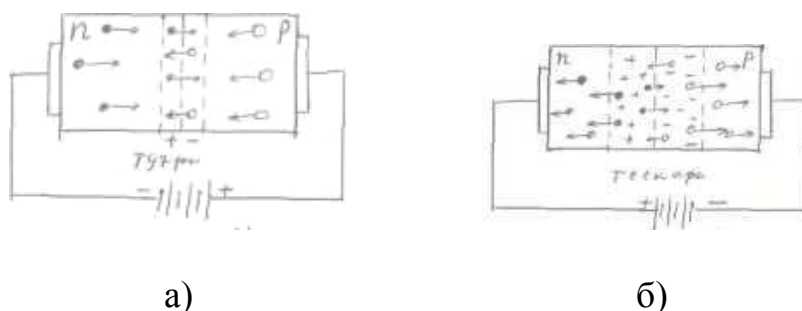
$$l = \sqrt{\frac{2\epsilon_0}{e} \cdot \frac{N_k + N_a}{N_k \cdot N_a}}$$

Бу ерда: $\varepsilon_0 = 8,83 \cdot 10^{-12}$ Ф/м диэлектрик доимийси; ε - ярим ўтказгичнинг нисбий диэлектрик сингдирувчанлиги; k -Больцман доимийси; e - электроннинг заряди; T - абсолют ҳарорат. Ярим ўтказгичнинг асосий материали сифатида германий олинганда $T=300^\circ\text{K}$ да $\phi_T = 0,025$ В бўлади. Кремний учун $\phi_T = 0,83$ В ва $l=0,3$ мкм.

р-п ўтиш зарядларни тўплаш хусусиятига эга бўлганлигидан маълум сиғимга эга бўлади. Бу сиғим икки қисмдан иборат: тўсиқ сиқими C_T ва диффузия сиғими $C_{дф}$ $n-i$ n^+n^+-n , $p-i$ p^+p^+-p р-п ўтишдан ташқари, электрон-электрон ($n-i$ ва $n^+ - n$ ўтишлар) ёки кавак-кавак ($p-i$ ва $p^+ - p$) ўтишлар ҳам мавжуд. Бунда р-і ўтиш р-сохадаги акцептор ионлари ва хусусий ярим ўтказгич каваклари ҳисобига ҳосил бўлади.

1.Ярим ўтказгичли диод ва унинг турлари.

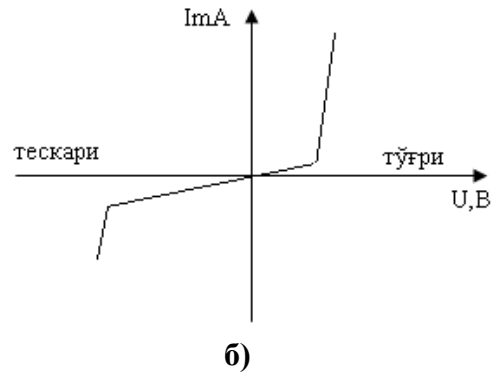
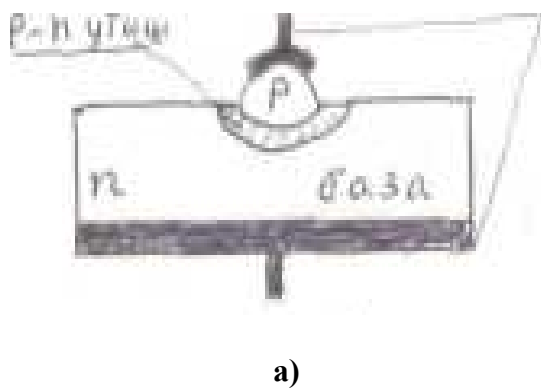
р-п ўтишга электр манбаи уланган булсин. Бунда дастлаб п-сохага манбанинг мусбат кутби, р - сохага манфий кутби уланган булсин (19-расм, а). Натижада ташки манба ҳосил қилган электр майдони контакт потенциаллар ҳосил қилган майдон билан бир хил йуналишда бўлади. Шунда п-сохада электронларнинг манбанинг мусбат кутби томон, р-сохада эса ковакларнинг манбанинг манфий кутби томон ҳаракатланиши кузатилади. Натижада беркитувчи қатлам кенгайиб, р-п ўтишнинг қаршилиги ортиб кетади ва у орқали оз миқдорда ток утади. Бундай ўтиш **тескари р-п ўтиш** деб аталади. Агар р-п ўтишнинг р-соҳаси манбанинг мусбат , п-соҳаси манфий кутбига уланса, ташки майдон йуналиши ички майдон йуналишига қарама-қарши бўлади. Натижада п-сохадаги электронлар ва р-сохадаги каваклар бир-бирига қараб ҳаракатланиб, р-п ўтишда рекомбинациялашади. Бунда беркитувчи қатлам қалинлиги камайиб, унинг қаршилиги пасаяди. Натижада р-п ўтиш орқали ток оқими ошади. Шу сабабли бу ўтиш тўғри р-п ўтиш деб аталади (19-расм, б).



19-расм.

р-п ўтишнинг бундай бир томонлама электр токини ўтказиш хосаси ярим ўтказгичли диод яшаш учун асос қилиб олинган.

Ярим ўтказгич диодда битта р-п ўтиш мавжуд бўлиб, унинг р ва п сохаларидан уланиш учи чиққарилган бўлади. Ярим ўтказгичли диоднинг тузулиши ва унинг вольт-ампер характеристикаси 50-расмда кўрсатилган.



50-расм

p-n ўтиш ҳосил килувчи ярим ўтказгичларнинг бирида асосий ток ташувчи зарраларининг концентрацияси куп булиб, у эмиттер деб аталади. Иккинчиси эса база деб аталади. Яримўтказгич диоднинг волтампер характеристикасидан кўриниб турибдики, ярим ўтказгичли диод ҳам нозикли элементлар қаторига киради. Диодлардан сигналларни тўғрилаш, детекторлаш, модуляциялаш ишларида фойдаланилади. Шу сабабли диодларнинг куйидаги турлари бор;

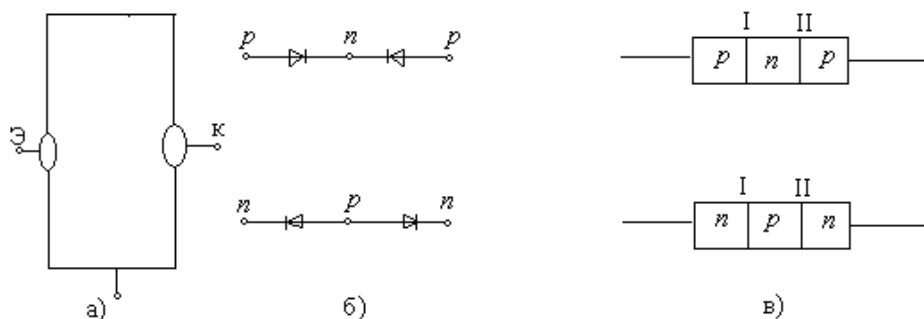
- а) паст частотали тўғрилагич диодлар
- б) юкори частотали диодлар, улар сигналларни детекторлаш, ўзгартириш, модуляция каби ишларда қўлланилади.
- в) импульс режимида ишлайдиган диодлар, улар радио схемаларда калит вазифасини бажаради.
- г) ярим ўтказгичли стабилитронлар;
- д) туннель диодлар; улардан кучайтиргич, генератор ва турли хил импульс режимида ишлайдиган курилмаларда фойдаланилади.
- е) варикап; улар тескари йўналишдаги кучланишда p-n ўтиш сиғимидан фойдаланиб ишлайдиган асбобдир. ё) фотодиодлар;
- ж) ёруглик диодлари; улар бир ёки бир неча p-n ўтишга эга бўлган диод бўлиб ўзидан ток ўтганда ёруглик чиқаради.
- з) оптрон асбоблар; улар битта қобик ичига фотодиод ва ёруглик диоди жойлаштирилган асбобдир. Бу асбоблар сигналларни бир блокдан иккинчисига ўтказишда ишлатилади.

5. Транзистор ва унинг турлари:

Транзистор учта соҳадан иборат яримўтказгичли асбоб. Унинг тузилиши 51- расмда келтирилган. Ўрта қисми база деб аталиб, аралашма концентрацияси четки қисмларига нисбатан кам ва юпқа бўлади. База қалинлиги L_B , электрон ёки ковакнинг рекомбинациялашгунга қадар югуриб ўтган масофаси L_D га нисбатан кичик. $L_B < L_D$ бўлса, юпқа база деб юритилади. L_D шунингдек, диффузия силжиш узунлиги деб ҳам аталади. Четки қисмларидан бири эмиттер, иккинчиси коллектор деб аталади.

Эмиттер деган ном электронлар базага пуркалади, инъекция, яъни инъекцияланади деган маънони англатади. Мана шу хусусияти билан электрон лампадаги катоддан термоэлектрон эмиссия ходисаси туфайли электронлар ҳосил бўлиши орасидаги фарқ тушунтирилади. Транзистор ва вакуумли триод ишлаш принципи жихитидан ҳам фарқ қилади. Триодда тўрға кучланиш берилмаса ҳам, анод токи ҳосил бўлади. Транзисторда эса база токи бўлмаса, коллектор токи ҳам бўлмайди. 51- расмда кўрсатилган транзистор дискрет транзистор деб аталади. Бу транзисторда $p-n$ ўтишлар яримўтказгичли пластинанинг қарама- қарши томонларида жойлашган. Ўтишлари бир томонга жойлашган транзисторлар ҳам мавжуд. Бундай транзисторлар интеграл транзисторлар деб аталади. Эмиттер соҳасида аралашма миқдори кўпроқ бўлади. Коллектор заряд ташувчиларни экстракциялаш (суғуриб олиш) вазифасини бажаради.

Транзисторнинг базаси n ёки p ўтказувчанликка эга бўлиши мумкин. Шунга кўра четки қисмлари p ёки n ўтказувчанликка эга бўлади. Демак, транзистор $p-n-p$ ёки $n-p-n$ структурали бўлади. Транзисторда иккита $p-n$ ўтиш мавжуд. Буни ҳисобга олган ҳолда транзисторни кетма- кет уланган иккита боғланган диод сифатида қараш мумкин (51-расм б). Унинг четки учларига (эмиттер- коллекторга) кучланиш уланганда $p-n$ ўтишларнинг бири тўғри ўтиш бўлса, иккинчисида тескари бўлганлигидан ҳар иккала йўналишда ҳам системадан ток ўтмайди.



51-расм.

Кириш диодига тўғри, чиқиш диодига эса тўғри кучланишга нисбатан бир неча марта катта бўлган тескари кучланиш берилади. Бунда тўғри кучланиш жуда кичик бўлса ҳам эмиттердан базага киритилаётган заряд ташувчиларнинг сони анча кўп бўлади. Баъзан киритилган заряд ташувчиларнинг кўпгина қисми диффузия натижасида коллекторга ўтади, қолган қисми эса базадаги заряд ташувчилар билан қўшилиб ўз зарядларини йўқотади. Коллекторга ўтиб олган заряд ташувчилар унинг ўтказувчанлигини ва кучли электр майдони таъсирида коллектор занжиридаги токнинг қийматини анча оширади. Шунга кўра коллектордаги ток эмиттер токига пропорционал равишда ўзгариб, қиймат жихатдан унга тахминан тенг бўлади. Транзисторларнинг асосий кўрсаткичларидан бири ток кучайтириш коэффициенти бўлиб, қуйидагича ифодаланади:

$$\alpha = \frac{\Delta I_{\kappa}}{\Delta I_{\text{э}}}; U_{\kappa} = \text{const},$$

бу ерда α -транзисторларнинг ток кучайтириш коэффициенти,

ΔI_{κ} - коллектор тоқларининг ўзгариши,

$\Delta I_{\text{э}}$ - эмиттор тоқларининг ўзгариши

U_{κ} - коллектордаги кучланиш

Транзисторларнинг ток кучайтириш коэффициенти $\alpha = 0,8 - 0,98$ га тенг бўлиши мумкин. Транзисторнинг кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти β - муҳим катталиқ бўлиб қуйидагича аниқланади:

$$\beta = \frac{\Delta I_{\kappa}}{\Delta I_{\text{б}}}; U_{\kappa} = \text{const},$$

Транзисторлар уч хил уланади: умумий база (УБ) бўйича улаш, умумий коллектор (УК) бўйича улаш, умумий эмиттер (УЭ) бўйича улаш. Транзисторларни УЭ бўйича уланганда қувват бўйича энг катта кучайтириш коэффициенти олинади. Шу сабабли амалда умумий эмиттер схемалар қўлланилади. Ҳозирги вақтда транзисторлар турли асбобларда қўп ишлатилади. Дастлаб электрон лампаларда ишлайдиган турли мураккаб аппаратлар эндиликда эса транзисторларда ишламоқда.

6. Майдонли транзисторлар:

Транзисторлар тузилишига қараб қуйидаги турларга бўлинади.

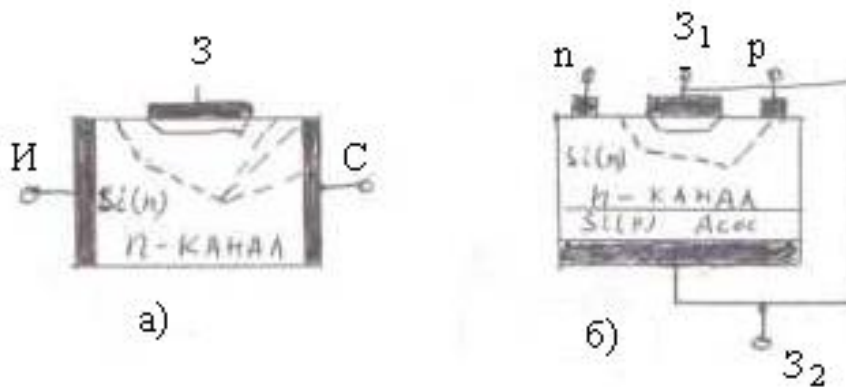
а) биполяр транзисторлар б) униполяр ёки майдонли транзисторлар

в) затвори изоляцияланаган майдонли транзисторлар

Майдонли транзисторларда чиқиш токи кириш кучланиши билан бошқариб турилади. Биполяр транзисторларда икки хил-асосий ва асосий булмаган зарядлар муҳим рол уйнаса, майдонли транзисторлада ток асосий ток ташувчилар ёрдамида ҳосил қилинади. Шу сабабли улар униполяр транзисторлар деб юритилади.

Биполяр транзисторлада чиқиш токи база ёки эмиттернинг кириш токи билан бошқарилади. Майдонли транзисторларда токни бошқариш электр майдони воситасида амалга оширилади. Шу сабабли уларнинг кириш қаршилиги жуда катта бўлади: $10^8 - 10^{15} \text{ Ом}$.

Майдонли транзисторлар п-ёки р-ўтказувчанликка эга бўлган кристаллдан тайёрланади. Кристаллнинг қарама-қарши томонларидан уланиш учлари чиқарилиб, улардан бири исток (булоқ), иккинчиси сток (ўпкон) деб аталади. Исток ва сток оралиғига диффузия йўли билан р-тур кристаллга юпқа п-соха, п-тур кристаллда р-соха ҳосил қилинади. Натижада кристаллнинг шу қисмида р-п ўтиш юзага келади (52-расм, а). Бу сохага уланиш учлари бириктирилиб, унга турли ишорали кучланиш берилади. Кучланишнинг ишорасига қараб, исток ва сток оралиғидаги каналнинг қаршилиги ўзгариб туради (52-расм, б). Шу сабабли бу учинчи электрд затвор деб аталади ва у транзисторда бошқарувчи электрод вазифасини бажаради.



52-расм

Кейинги йилларда майдонли транзисторлар икки затворли килиб чиқарилмоқда (52-расм, б). Иккинчи затвор биринчи затворга улаб қўйилади ва у канални пастки томондан чеклайди.

1.8.5.5. Назорат саволари:

1. Ўтказгичлар, диэлектриклар ва яримўтказгичлар ўтказувчанлигининг фарқи нимада?

2. Ярим ўтказгичларнинг электр ўтказувчанлиги металланикидан қандай сифатлари билан фарқ қилади?

3. Ярим ўтказгичлар ўтказувчанлигининг сохали назариясининг мохияти ним дан иборат?

1. Коваклар қандай ҳосил бўлади?

5. Рекомбинация нима?

6. Ярим ўтказгичларда Қандай турдаги ўтказувчаплик бор?

А) п - тур, В) р - тур, С) п - ва р - тур, Д) электронли, Е) ковакли.

7. Хусусий ўтказувчанлик асосан қайси зарядлар ҳисобига ҳосил бўлади?

А) электрон ва коваклар, В) коваклар, чунки уларнинг ҳаракатчанлиги кичик, С) электронлар, чунки улар ҳаракатчанлиги катта, Д) хусусий ўтказувчанликда ток бўлмайди, чунки электронлар ва коваклар сони тенг ва қарама-қарши томонга ҳаракатланади,

8. Униполяр транзисторларнинг биполяр транзисторлардан фарқи қандай?

9. Майдонли транзисторда қандай электродлар бор?

А) Анод, катод, тур, В) эмиттор, база, коллектор, С) сток, исток, Д) эмиттор, сток, затвор,

10. Затвор қандай вазифани бажаради?

А) Исток ва сток токини камайтиради, В) Исток-сток токини оширади, С) исток-сток токини бошқаради, Д) исток-сток токини модуляциялайди,

11. Канал нима?

А) электрон ҳаракатланадиган соха, В) коваклар ҳаракатланадиган соха, С) исток-сток оралигидаги бушлик, Д) асосий ток ташувчи зарядлар оқимини ҳосил қиладиган соха.

12. Майдон транзисторда р-п ўтиш каерга жойлашган?
 А) истокда, В) стокда. С) затворда, Д) Исток ва сток оралигида.

1.8.6. Учүнчи асосий савол:

Тиристорлар ва микросхемалар хақида маълумотлар.

1.8.6.1. Саволнинг мақсади.

Транзисторнинг тузилиши ва ишлаш принципи урганилади, транзисторнинг динистор-тринистор сингари тури хақида ва микросхемалар хақида маълумотлар берилади.

1.8.6.2. Саволга оид муаммолар:

1. Яримўтказгичлар асосида кўп қатламли бошқариладиган электрон асбоблар яратилиш масаласи ва уни ҳал этиш имкониятлари.

2. Яримўтказгичлар асосида микроҳажимга эга бўлган электрон асбоблар ва улар асосида функционал қурилмалар яратилиш имкониятлари.

1.8.6.3. Идентив ўқув мақсадлари.

Транзисторнинг тузилишини билиб олади.

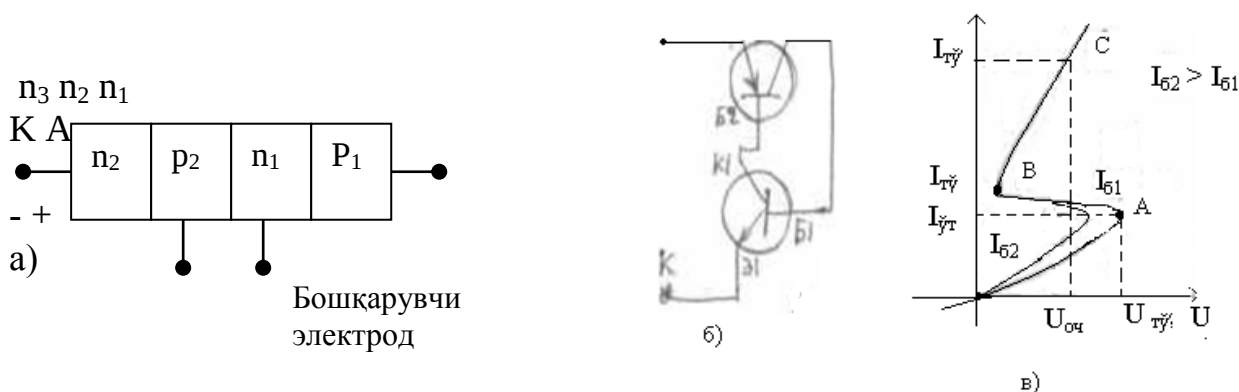
Динистор ва тринистор сингари асбобларни урганади,

Микросхемалар хақида тушунчалар олади.

1.8.6.1. Саволнинг баёни.

1. Тиристорлар.

Тиристор - тўрт қатламли, яъни учта р-п ўтишли ярим ўтказгичли асбобдир. Унда турли хил ўтказувчанликка эга қатламлар кетма-кет уланади. Четки р қатлам анод, п - қатлам катод деб аталади. Ички п ва р қатламлар бошқарувчи электрод ёки база дейилади.



53-расм

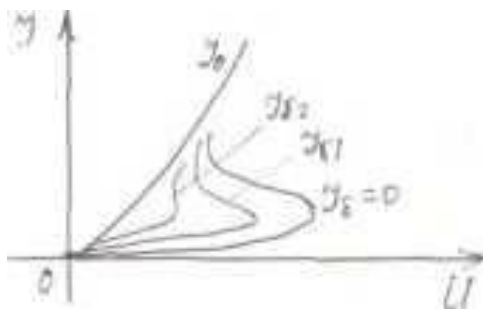
База қатламлари тузилиши бир хил бўлмайди: п – база р - базага қараганда қалинроқ ва киришма микдори озроқ қилиб ясалади. Натижада п₂ ўтишнинг тўғрилаш хусусияти жуда яхши бўлади (тескари токи кичик, тескари каршилиги етарлича катта).

Ташқи кучланиш анод - катод оралигига қўйилган холни кўрайлик. Манбанинг мусбат кутби анодга, манфий кутби катодга уланган бўлсин. Бунда кучланишнинг кичик қийматларида p_1 ва p_3 ўтишлар тўғри, p_2 ўтиш эса, тескари йуналишда уланган бўлади ва ундан жуда кичик тескари ток ўтиб туради. Шунинг учун тиристор орқали дастлаб ток ўтмайди, яъни тиристор ёпиқ бўлади. Тиристорнинг қаршилиги анашу ёпиқ p_2 ўтиш қаршилиги орқали характерланади.

Агар ташқи кучланиш орта бошласа, катламлардаги ток ўтиши билан боғлиқ жараёнлар сифат жихатидан ўзгаради. p_2 ўтишда тескари токнинг бироз ошиши билан ҳар икки базага асосий бўлмаган ток ташувчиларнинг кириши зўраяди. Масалан, p_2 - базада каваклар зичлиги ортади. Бу p_2 ўтиш потенциал тўсиғининг кичрайишига, яъни қаршилигининг ортишига олиб келади. Натижада тиристордан ўтадиган ток фақат тескари токка эмас, балки p_2 ўтишга етиб келган базалардаги асосий бўлмаган ток ташувчилар токига ҳам боғлиқ холда орта бошлайди (31-расм, в). (характеристикадаги ОА чизик) бундай ҳолатда $\alpha_1 + \alpha_2 < 1$.

Ташқи кучланиш катталиги бирор $U_{\text{ёк}}$ кучланишга етгач, тиристор токи кўчкисимон орта бошлайди. Бу кучланиш тиристорнинг қайта уланиш тўғри кучланиши деб аталади. Бу вақтда тиристорнинг қаршилиги жуда кичик бўлгани учун ундаги потенциаллар айирмаси ҳам кичраяди (АВ соха). Унинг катталиги ташқи нагрузка қаршилигининг қиймати билан чегараланади. Тиристор токининг ортиши давомида асосий бўлмаган ток ташувчилар p_2 ўтишда тўплана бошлайди. Уларнинг концентрацияси етарлича бўлгач, p_2 ўтиш тўғри уланиш ҳолатига келади. Натижада p_2 ўтишнинг қаршилиги энг кичик булиб, тиристор очик (тўйиниш) ҳолатига ўтади. Бу унинг турғун иш режими бўлади (ВС чизик). Бунда $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ шарт бажарилади.

Кўриб чиқилган уланишдаги тиристор диод-тиристор ёки динистор деб аталади. Тиристорнинг ёпиқ ҳолатдан очик ҳолатга ўтишини фақат анод - катод орасидаги кучланишни ўзгартирибгина эмас балки базалардан бирортасидаги токни киска муддатга ошириш йули билан ҳам амалг ошириш мумкин. Бу токни бошқариш токи (I_b) деб аталади. У тиристор қатламларида ҳосил бўладиган жараёнларни ўзгартирмайди. Фақат унинг қайта уланиш тўғри кучланишини кичрайтиради, холос. Бундай тиристорлар триод - тиристор ёки тринистор деб аталади. Унинг вольт-ампер характеристикаси қуйидагича.



51-расм.

2. Микросхемалар хакида маълумот.

Радиоэлектрон қурилмалар жуда кўп сондаги электрон асбоблардан ташкил топади. Фан ва техниканинг ривожланиши билан улар тури ва сони янада ортиб бормокда.

Ярим ўтказгичлар техникасининг ривожланиши ярим ўтказгичли асбобларнинг маълум комбинациядаги системасини бир қобикқа жойлаштириш имконини яратди. Бундай асбоблар модуль схемалар ёки микромодуллер деб аталади. Уларда ўта ихчам қобиксиз ярим ўтказгичли асбоблар, плёнкали (пардасимон) қаршилиқ ва конденсаторлар маълум схема асосида бир қобик ичига йиғилади ва бирор электрон қурилманинг тўлиқ схемасини ташкил этади. Шунинг учун улар микросхемалар деб аталади.

Микросхемаларнинг 1 см^3 ҳажмида камида 5та элемент (транзистор, диод, резистор, сигим ва индуктивлик кабилар) қатнашиб, улар бирор электрон қурилманинг тугалланган схемасини ташкил этиши лозим. Ҳозир интеграл микросхема (ИМС) деб аталадиган ярим ўтказгичли асбоблар кенг қўлланилади. Улар қурилманинг умумий ҳажмини 20 000 мартадан ортиқ кичрайтириш имконини беради. ИМС шундай қурилмаки, унинг барча элементлари ёки уларнинг бир қисми ажралмас қилиб боғланган бўлади. Улар бир-бири билан шундай туташганки, натижада бир бутун қурилма бўлиб хизмат килади.

Микросхемаларни турларга ажратиш жуда кўп белгиларга асосланади: материалнинг тури, элементнинг сони, функционал боғланиши, қандай мақсадларга хизмат қилиши, ишлаб чиқариш технологияси, конструкцияси ва бошқалар. Масалан, элементларининг сони 10 тагача бўлган микросхемалар биринчи даражали интеграл схема (ИМС) ёки оддий микросхема, элементларининг сони 100 тагача бўлганлари иккинчи даражали интеграл схема (ИМС) ёки ўрта (ЎИС) ўрта интеграл микросхема деб аталади. Элементларининг сони $100 \sim 10\,000$ бўлган микросхемалар 3-чи даражали, яъни катта интеграл схемалар деб аталади.(КИС), 10 000 дан ортиқ элементларга эга бўлган микросхемалар эса, ўта катта (ЎКИС), яъни юқори даражада интегралланишли микросхемалар ҳисобланади. Оддий ИМСга мантикий элементлар, урта ИМС га эса, ЭХМ нинг хотира қурилмалари, ҳисоблагичлар, жамлаш қурилмалари - сумматорлар мисол бўла олади.

ИМСларнинг кичик улчам ва кичик массага эга булиши, кам қувват сарфлаши, юқори ишонч билан ишлаши, юқори тезкорлиги, арзонлиги ва бошқалар уларнинг афзаллигидир.

Кўпинча ярим ўтказгич сифатида кремний кристалли олинади. У микросхеманинг асосини ташкил килади ва тағлиқ ёки кристалл деб аталади. Кристалда р - п ўтишлар ҳосил қилиш йули билан схеманинг пассив ва актив элементлари жорий қилинади. Улар бир-биридан химояланган оролчалар деб аталадиган қисмларда ташкил топади.

Ярим ўтказгичли ИМСлар куп тупламли қилиб ясалади. Ҳар бир тупламга бир вақтда жуда куп микросхема жойлашади. Масалан, диаметри

76 мм бўлган битта пластинкага 5000 тача микросхема жойланиши мумкин. Унинг хар бирида 10 тадан 20000 тагача электрон элемент катнашади.

Ярим ўтказгичли ИМСларнинг элементлари ярим ўтказгич кристалининг сирти ёки хажмида жойлашади. Уларнинг хар бири ярим ўтказгичнинг маълум соҳасини эгаллайди ва мустакил элемент - диод, транзистор, резистор, конденсатор ва бошқалар булиб хизмат килади. Бу соҳалар бир-биридан ё диэлектрик, ёки тескари кучланиш уланган $p-n$ ўтишлар ёрдамида химоя қилинади. Улар пуркаш йули билан ҳосил қилинадиган симчалар ёрдамида бирор электр схемани акс эттирган ҳолда туташтирлади. Туташтириш симчалари металл тармоқчалар дейилади. Улар, асосан, алюминийдан тайёрланади.

Ярим ўтказгичли ИМСларнинг элементлари яшаш мураккаб технологик жарён бўлиб, уларнинг турлари хилма-хилдир. Барча жараёнларнинг негизини транзисторлар таркиби ташкил килади, яъни барча пассив ва актив элементлар транзистор асосида ҳосил қилинади. Асос транзистор вазифасини биполяр ёки униполяр транзисторлар бажаради.

Транзисторлар. Биполяр транзисторларни яшашда унинг хар икки формуласи $p-n-p$ ва $n-p-n$ дан фойдаланилади.

Транзисторларни яшашда, асосан, планар ва эпитаксал-планар деб аталган технологик жараёнлар қўлланилади. Планар технологияда ярим ўтказгич кристалига донор ва акцептор моддалар диффузия усулида киритилади. Унда транзисторлар электродларининг туташтириш учлари бир текисликда жойлаштирилади. Буларни диэлектрик парадаси ёрдамида ташки таъсирлардан химоя қилиш имконини беради.

Эпитаксал-планар технология усулида транзисторлар юпқа монокристални ўстириш йули билан ҳосил қилинади.

Микроэлектрониканинг ривожланиши дискрет ярим ўтказгичлар техникасида мавжуд бўлмаган янгича яратиш имкониятини беради. Кўп эмиттерли ёки кўп коллекторли транзисторлар шулар жумласидандир.

Диодлар. Одатда диод яратиш учун битта $p-n$ ўтиш яшаш етарли бўлади. Лекин ИМС ларда транзистор таркиби асос қилиб олингани учун у биполяр транзисторнинг ўтишлари орқали яратилади.

Биполяр транзистордан диод яратишнинг 5 хил тури мавжуд. Улар бир-биридан параметрлари билан фарқ қилади.

Резисторлар МОП - таркибли униполяр транзистор асосида ҳам яратилади. Бунда резистор вазифасини транзисторнинг канали бажаради.

Биполяр транзисторлар асосида **конденсаторлар** яратилади. Уларни ҳосил қилишнинг 3 хил усули мавжуд: эмиттер - база ўтиши, коллектор- база ўтиши ва коллектор - таглик ("ер") оралиғи.

Эмиттер - база ўтиши ҳисобига ҳосил қилинган конденсаторнинг солиштирма сигима энг катта (1500 пф/мм кВ.гача) булиб, бузилиш кучланиши энг кичик (бирнеча вольт) бўлади. Коллектор - база ўтишидан фойдаланаганда эса, конденсаторнинг сигими 5-6 марта кичраяди, лекин бузилиш кучланиши шунча марта ортади.

Индуктивлик. Яримўтказгичли ИМС ларда индуктивлик ғалтаги ва трансформаторлар бирор технология асосида ҳосил килинмайди. Шунинг учун улар транзистор, резистор ва конденсаторларнинг бирор тур уланиши ҳисобига эквивалент элемент сифатида олинади.

Ясалиш шакли технологиясига караб ИМСлар 3 та гуруҳга булинади ва ракамлар оркали ифодаланади:

- а) 1,5, 6, 7-ярим ўтказгичли микросхема;
 - б) 2, 1, 8-дурагай микросхема;
 - в) 3-пардасимон, вакуумли, керамикали (сопол) микросхема.
- Микросхема белгисида унинг серияси ракамлар билан ифодаланадиган икки элементдан ташкил топади. Унда биринчи ракам микросхемани яшашдаги шакл ва технологиясини ифодаласа, иккинчиси -икки хонали (эскича) ёки уч хонали (янгича) ракам - сериянинг тартиб номерини кўрсатади. Масалан 1801 серия 801 тартиб номерли ярим ўтказгичли ИМС деб у килади. 252 серия 52-номерли дурагай микросхемадир.

1.8.6.5. Назорат саволлари:

- 1.Тиристор деб қандай асбобга айтилади ?
2. Тиристор дастлаб қандай ҳолатда бўлади?
А) Кутувчи режим ҳолатида, В) очик ҳолатда, С) ёпик ҳолатда, Д) ишчи ҳолатда,
3. Тиристорда нечта р-п ўтиш бор ва унинг схемасини нечта транзисторга эквивалент деб қараш мумкин?
1. $\alpha_1 + \alpha_2$ қандай шартни қаноатлантирганда тиристор очилади.
А) $\alpha_1 + \alpha_2 > 0$, В) $\alpha_1 + \alpha_2 = 0$, С) $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$, Д) $\alpha_1 + \alpha_2 < 1$
5. Динистор қандай асбоб?
6. Тиринистор қандай асбоб ва унинг динистордан фарқи қандай?
7. Микросхема деб қандай схемага айтилади ва у қандай тузилишга эга?
Унинг хусусиятларини айтинг.

1.8.5.6. Мавзу бўйича мустақил иш топшириқлари:

1. Магнит оғдирувчанли ЭНТ ларнинг ишлаш принципи.
2. ЭНТ ларнинг белгиланишига мисоллар келтиринг.
3. Транзисторларнинг тузилиши ва хиллари.
1. Транзисторларнинг статистик характеристикалари.
- 5.Транзисторларнинг электр занжирига уланиш усуллари ва уларнинг хусусиятлари.
6. Микросхемалар ва уларнинг элементлари [2] 132-133 бетлар
7. МОП ва МДП тузилмалар ва уларнинг хусусиятлари [6] 102-101 бет;
8. Функционал схемалар ҳақида тушунчалар [6] 127-128 бетлар.

1.8.5.7. Мавзу бўйича истиқболдаги илмий муаммолар.

Яримўтказгичли асбобларнинг яратилиши факат электрон асбобсозликда эмас, шунингдек улар билан боғлиқ бўлган қурилмалар яратиш соҳасида ҳам инқилобий ҳодиса бўлди. Ўлчамлари улкан ва кўп

энергия исроф қилиб ишлайдиган ускуналар ўрнини енгил, ихчам ва деярлик энергия исроф этмасдан ишлайдиган яримўтказгич асбоблардан ташкил топган электротехник қурилмалар эгаллай бошлади.

Ажойиб хоссаларга эга бўлган яримўтказгичли асбобларнинг ишлашининг асосини улар ҳажмида барпо этилган р-п ўтиш ўйнайди. р-п ўтиш ўзгарувчан тоқларни тўғирлагич (диод) ва кичик сигналларни кучайтиргич (транзистр) яратишда ишлатибгина қолмай, бошқариладиган (тиристорлар), нурланадиган диодлар (лазерлар), электр манбаи сифатида ишлайдиган (фотоэлементлар), занжирнинг актив ва реактив элементлари ва бошқа асбоблар яратилишига ҳам асос бўлди. Бундай асбаблар ўрта кичик, яъни молекуляр ҳажмида ҳам ўз хоссаларини сақлаб қола олади. Бу эса маълум функцияларини амалга оширадиган оператив блокларни яратиш имкониятини беради. Бу блоклар жумладан ҳозирги замон компьютерларининг жорий хотира қурилмалар, сигналларнинг созлаш схемалари ва бошқалар ҳисобланади.

1.9.Мавзунинг номи: Радиоузатувчи ва радиоқабул қилувчи қурилмалар. Телевидения асослари (1-соат)
Мавзу бўйича назарий (маъруза) машғулотининг
ТЕХНОЛОГИК ХАРИТАСИ

Т/р	Бажариладаган ишлар мазмуни	Амалга оширувчи шахс	Изоҳ
1-босқич	Дарс мақсади: Радиоузатувчи қурилмалар ва радиоқабул қилувчи қурилмалар тўғрисида умумий маълумотлар келтирилади. Радиоприёмникларнинг тузилиши уларнинг содда схемалари, ишлаш принципи ва асосий характеристикалари баён этилади. Телевизион сигналлар ҳосил қилиш, уларни узатиш ва қабул қилиш ишларини амалга ошириш жараёнлари тўғрисида маълумотлар берилади. Идентив ўқув мақсадлари: • Радиоузатувчи қурилмаларнинг ишлатилишига вваа нурлантириш қувватига кўра турларини билиб олади. • Приёмникларнинг синфларга бўлиниш тамойилларини билиб олади. • Радиоприёмникларнинг ишлаш хусусиятларини ўрганади. • Телесигналлар ҳосил қилиш, уларни узатиш ва қабул қилиш жараёнларини билиб олади. • Узатувчи трубкалар ҳақида маълумот олади. • Телевизион тасвирнинг характеристикалари тўғрисида маълумот олади.	Ўқитувчи	
2-босқич	Асосий тушунчалар: Радиоузатувчи, радиоприёмниклар классификацияси. частоталар диапозони. Радиоқабул қилувчи (радиоприёмник), қисқа тўлқинли диапазон. радиоприёмник сезгирлиги. супергетеродинли, радиоприёмник танловчанлиги. номинал чиқиш қуввати. Телевидение, электрон нурни ёйиш, телевизион камера, видеосигнал, телеканаллар, телевизион марказ, Дарс шакли: Муаммоли мунозара дarsi. Воситалар: Плакатлар, ўқув асбоблари намунаси, макетлар Метод ва усуллар: Кичик гуруҳларда ишлаш	Ўқитувчи талаба	
3-босқич	Гуруҳда ишлаш: Фаоллаштириш саволлари: • Биринчи марта симсиз алоқани ким амалга оширган? • А.С.Паповнинг радио қабул қилгичи тўғрисида маълумот беринг? • Радио эшиттиришларни амалга оширишда қандай узунликдаги электромагнит тўлқинлардан фойдаланилади? • Телеэшиттиришлар ҳаётимизда қандай аҳамиятга эга?	Ўқитувчи	

1-босқич	Мустаҳкамлаш ва баҳолаш учун саволлар: • Супер гетероденли радио қабул қилгичнинг тўғридан-тўғри кучайтиргичли радио қабул қилгичдан қандай афзаллиги бор. • Нима сабабдан радио эшиттиришларда кўпирак қисқа тўлқинли диапазон ишлатилади. • Нима учун телекадр частотаси 21 Гц дан кам бўлмаслиги керак. • Нима учун телекадр кичик катакчаларга (элементларга) бўлинади? • Теле эшиттиришларда суний йўлдошлардан фойдаланишнинг аҳамияти қандай?	Ўқитувчи талаба	
5-босқич	Якуний хулосалар чиқариш. • Радио ва телеэшиттиришларнинг жамиятдаги роли тўғрисида. • Телеэшиттиришларнинг физикавий асослари. • Теле эшиттиришларда суний йўлдошлардан фойдаланишнинг аҳамияти қандай.		

1.9.1.Мавзу бўйича режа:

1. Радиоузатувчи ва радиоқабул қилувчи қрилмалар.
2. Телевизион сигналлар, уларни узатиш ва қабул қилиш.

1.9.2.Таянч сўзлар ва иборалар:

Радиоузатувчи, радиоприёмниклар классификацияси.
частоталар диапазоны. Радиоқабул қилувчи (радиоприёмник),
қисқа тўлқинли диапазон. чўзилган деапазон. тўғри кучайтиргичли,
радиоприёмник сезгирлиги. супергетеродинли,
радиоприёмник танловчанлиги.
номинал чиқиш қуввати. Супергетеродинли,
Стационар радиоприёмник, оралик частота.
Телевидение, телеприёмник,
контрастлик, видеокучайтиргич,
ярим шаффоф катод, телевизион кадр,
телевизион трубка, суперортика,
электрон нурни ёйиш, телесигнал кенглиги,
фотонишон, сатр бўйича ёйиш,
кадр бўйича ёйиш, растр,
телевизион камера, видеосигнал,
синхрогенераторлар, телеканаллар,
телевизион марказ, теледастур,
магнит лента, видеоёзув,

1.9.3. Мавзуга оид асосий муаммолар:

1. Радиосигналларни узатиш ва қабул қилишнинг физикавий асослари.
2. Радиосигналларни қабул қилувчи қурилмаларда сигналга ишлов беришнинг турлари ва уларнинг хоссалари.
3. Оптик сигналларни радиотўлқинлар ёрдамида узатиш ва қабул қилишнинг физикавий асослари.

1. Телесигналларни узатиш ва қабул қилиш жараёнларининг ўзаро уйғунлиги.

1.9.1. Биринчи асосий савол:

Радиоузатувчи ва радиоқабул қилувчи қурилмалар.

1.9.1.1. Асосий саволнинг мақсади.

Радиоузатувчи қурилмалар ва радиоқабул қилувчи қурилмалар тўғрисида умумий маълумотлар келтирилади. Радиоприёмникларнинг тузилиши уларнинг содда схемалари, ишлаш принципи ва асосий характеристикалари баён этилади.

1.9.1.2. Саволга оид муаммолар:

1. Радиосигналларни узатиш ва қабул қилишнинг физикавий асослари.
2. Радиосигналларни қабул қилувчи қурилмаларда сигналга ишлов беришнинг турлари ва уларнинг хоссалари.

1.9.1.3. Идентив ўқув мақсадлари.

1. Радиоузатувчи қурилмаларнинг ишлатилишига вваа нурлантириш қувватига кўра турларини билиб олади.
2. Радиоприёмникларнинг ишлаш хусусиятларини ўрганади.
3. Приёмникларнинг синфларга бўлиниш тамойилларини билиб олади.

1.9.1.1. Мавзунинг баёни:

1. Радиоқабул қилувчи қурилмаларнинг тузилиши.

Радиоузатувчи қурилмада юқори частотали электромагнит тебранишлар ҳосил қилиниб, унинг бирор параметри (частотами, амплитудаси ва х.з.) узатилувчи хабар сигнаliga мувофиқ ўзгартирилади. Бу ўзгартириш модуляция деб аталиб, модуляцияланган сигналлар кучайтирилгандан сўнг антенна орқали тарқатилади.

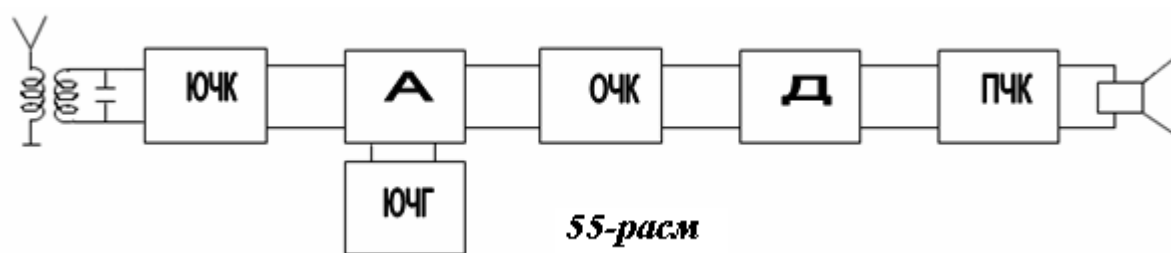
Ишлатиш жойига кўра радиоузатувчилар стационар ва кўчма турларга бўлинади. Кўчма радиоузатувчилар кемалар, самалётлар, автомобиллар, космик аппаратлар ва х/к ларга ўрнатилади. Радиоузатувчининг муҳим параметрларига унинг қуввати, оғирлиги ва ўлчамлари киради.

Нурлантириш қувватига кўра радиоузатувчилар қуйидагича жуда кичик ($P < 3 \text{ Вт}$), кичик ($P 3\text{-}100 \text{ Вт}$), катта ($= 10\text{-}500 \text{ кВт}$) ва ўрта катта ($P \geq 500 \text{ кВт}$) қувватли турларга бўлинади. Радиоузатувчи қурилмаларнинг ишчи частотаси барқарор бўлиши керак. Радиоузатуви қурилмалар ҳам ночизиқли занжирлар туркимига киради. Шу сабабли уларда ночизиқли бузилишлар ҳам бўлади. Бунинг натижасида радиоузатувчи қурилма асосий частотага нисбатан анча юқори частоталар ҳам ҳосил бўлади. Бундай частотали сигналлар бошқа радиостанциялар ишига халақит бермаслиги учун қуввати кичик бўлиши керак.

Радиоприёмник, радио сигналларини таркатувчи станцияларнинг сигналларни қабул қилиб, уларни кучайтирувчи, сўнгра товуш частотали сигналларга айлантирувчи қурилмадир. Радиоприёмник қабул қилган сигналлар турли усулда модуляцияланган бўлиши мумкин. Шунга кўра радиоприёмник мустақил қурилма бўлиб ишлаши билан биргаликда, бошқа қурилмаларнинг таркибий қисмига кириши мумкин. Масалан, радио орқали бошқариладиган аппаратлар, радиолокация ишларида, радиотелеметрияда ва х.к.

Сигналларни қайта ишлаш усулига кўра радиоприёмниклар икки турга бўлинади: тўғридан-тўғри кучайтиргичли ва супергетероденли приёмниклар. Тўғридан тўғри кучайтиргичли приёмникда радиосигнал антенна ёдамида қабул қилиниб кириш контури воситасида бирорта радиостанция сигнал» ажратиб олинади. Сўнгра юқори частотали кучайтиргачда кучайтирилиб детекторланади. Ҳосил бўлган паст частотали сигнал ёрдамида паст частотали кучайтиргичда кучайтирилгандан сўнг электр тебранишларни товуш тебранишларга айлантирувчи динамика узатилади. Тўғридан-тўғри кучайтиргичли радиоприёмникларда юқори частотали кучайтиргич блокинни куп каскадлик қилиб ясаш қийин. Чунки, кириш сигнали частотаси узгариши билан ҳамма каскадларни шу частотага созлаш зарур бўлади. Шу сабабли тўғридан-тўғри кучайтиргичли приёмниклар турли хил уйинчоқлар ва савға буюмлари сифатида ишлаб чиқарилади.

Супергетероденли радиоприёмникларда, сигнал приёмникларининг кириш қисмида ажратиблиб олингандан сўнг, унинг элитувчи частотаси қандай бўлишидан қатъий назар, оралик частотали сигналларга айлантирилиб олинади, Шундан сўнг асосий кучайтириш оралик частотада олиб борилади (55-расм)



Супергетероденли приёмникнинг сезгирлиги, кучайтириш коэффициенти, танловчанлиги ва шунга ўхшаш параметрларининг юқори бўлганлиги сабабли, бундай радиоприёмниклар кўплаб ишлаб чиқарилади.

Кўчма приёмниклар исталган шароитда ишлашга мўлжалланган бўлади. Уларга ихчам приёмниклар ва чунтак приёмниклари киради.

Автомобиль приёмниклари алоҳида приёмниклар группасига кириб, автомобиль ва автобусларда ишлатишга мўлжалланган. Барча приёмникларни 5 та классга ажратиш қабул қилинган. Буларга олий (0), 1,2,3,1» класслар киради. Энг содда приёмниклар 1 классга тегишли бўлиб,

мураккаблари олий классларга киради. Алоҳида ўта ихчам ва ёдгорлик буюмлари тарзида ишланган приёмниклар классларга кирмайди.

2.Радиоприёмникларнинг умумий характеристикалари ва схемалари.

Радиоприёмник эга бўлган электр ва акустик параметрларининг бўлишига қараб ҳар-хил классларга ажратилади. Бу параметрлар қуйидагилардан иборат.

Радиоприёмник қабул қиладиган частоталар диапазони.

Диапазон турт қисмдан иборат:

УТ(ДВ) узунтулқинлар-150...108 кГц(2000. 735,63 м);

УТ(СВ) уртатулқинлар-525... 1605 кГц (571,1 ...186,9 м);

КТ (КВ) қисқа тўлқинлар - 333,95 ...12,1 МГц (75,9... 21,8 м);

УКТ (УКВ) ультра қисқа тўлқинлар - 65 -8 ...73 МГц (1,56-1,1 м)

Қисқа тўлқинли диапазонда ишлайдиган радиостанциялар диапазон бўйича бир текис жойлашмасдан, айрим қисмларига кўпроқ тўпланган. Шу сабабли КТ диапазони бир неча кичик (оралиқ диапазонларига ажратилади. Бу оралиқ приёмникларда қулайлик туғдириш мақсадида бутун шкала бўйлаб "чузилади".

Чўзилган оралиқлар қуйидагича булади:

775 м - 3,95 ... 5,75 МГц (76 ... 52,2 м);

19 м - 5,95 ... 6,2 МГц (50,1 ... 18,1 м);

11 м -7,1 ... 7,3 МГц (12,2 м ... 11,1 м);

31 м-9,5 ...9,775 МГц (3 1,6 ... 30,7 м);

25 м -11,7... 12,1 МГц (25,6 ...21,8 м).

Радиоприёмник сезгирилиги деб, радиоприёмникнинг кучсиз радиоисигналларни қабул қила олиш қобилияти тушунилади. У приёмник чиқишида номинал қувват ҳосил бўлиши учун киришга берилиши керак буладиган минимал кучланиш миқдори билан ўлчанади.

Танловчанлиги деб, приёмник киришига берилган кўп сигналлар ичидан биттасини ажратиб олиш қобилияти тушунилади. Танловчанлик қўшни радиостанция сигналига, частотаси оралиқ частотага тенг бўлган ҳалақит сигналларига нисбатан асосий сигналнинг амплитудаси неча баробар катта эканлигини кўрсатади.

Номинал чиқиш қуввати - приёмник чиқишида нозизиқли бузилишлар маълум чегара қийматдан катта бўлмайдиган шароитда олинган қувват. Истеъмол қуввати орқали приёмникнинг тежамкорлик даражаси аниқланади. Истеъмол қуввати приёмникда актив элементларнинг кўп ёки камлиги билан белгиланади. Приёмниклар қайси синфга тегишлилигига қараб турли мураккабликда ясалади

1.9.1.5. Назарат саволлар:

1. Нурлантириш қувватига кўра радиоприёмникларнинг қандай турлари бор?

2. Радиоқабул қилувчи қурилмалар сигналларни қайта ишлаш усулига кура неча турга бўлинади?

А) 5 та, В) 3 та, С) 2 та, Д) тури кўп,

3. Оралик частота қайси турдаги радиоприёмникларда ишлатилади?

А) Олий синфли В) кўзгалмас, С) супергетеродин, Д) лампали,

1. Радиоприёмникнинг қабул қилиш диапазони қандай қисмларга бўлинади.

5. Қисқа тулқинлар диапозон нима учун чўзилиб бир неча кичик диапозонларга бўлинади?

1.9.5. Биринчи асосий савол:

Телевизион сигналлар, уларни узатиш ва қабул қилиш.

1.9.5.1. Асосий саволнинг мақсади.

Телевизион сигналлар ҳосил қилиш, уларни узатиш ва қабул қилиш ишларини амалга ошириш жараёнлари тўғрисида маълумотлар берилади.

1.9.5.2. Саволга оид муаммолар:

1. Оптик сигналларни радиотўлқинлар ёрдамида узатиш ва қабул қилишнинг физикавий асослари.

2. Телесигналларни узатиш ва қабул қилиш жараёнларининг ўзаро уйғунлиги.

1.9.5.3. Идентив ўқув мақсадлари.

1. Телесигналлар ҳосил қилиш, уларни узатиш ва қабул қилиш жараёнларини билиб олади.

2. Телевизион тасвирнинг характеристикалари тўғрисида маълумот олади.

3. Узатувчи трубкалар ҳақида маълумот олади.

1.9.5.1. Мавзунинг баёни:

1. Телевизион сигналлар ва уларни узатиш

Ҳаракатланувчи ва ҳаракатсиз жисмларнинг тасвирини радиоэлектрон қурилмалар ёрдамида узатиш ва қабул қилиш масалалари билан шуғулланадиган соҳа **телевидение** деб аталади.

Телевидение учта физик жараён: ёруклик ёнергиясини электр сигналларига айлантириш; электр сигналларини узатиш ва қабул қилиш; электр сигналларни оптик тасвирга айлантиришга асосланган.

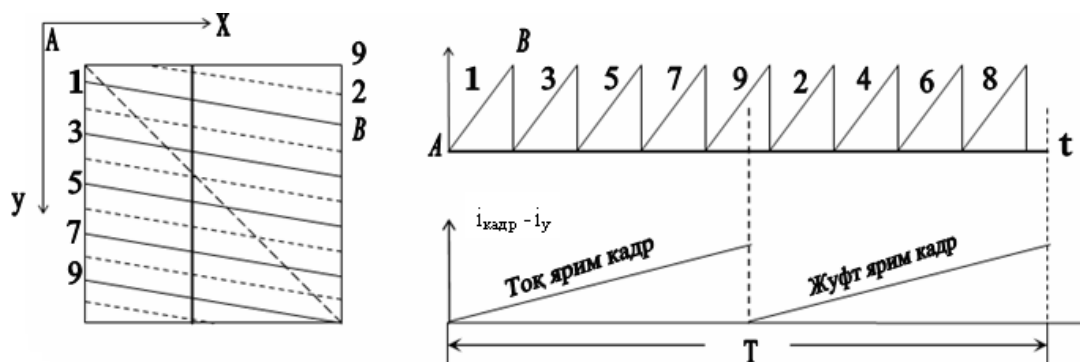
Бу масалаларни ҳал қилиш иккита принцип асосида бажарилади. Биринчидан, тасвир жуда кичик (элементар) юзачаларга (элементларга) бўлинади, иккинчидан - бу элементар юзаларнинг равшанлиги кетма-кет узатилади.

Масалан бу принципларга кўра хал қилиш инсон кўзининг хусусиятларига боғлиқ. Чунки узатилган ва қабул қилинган тасвирни куз қабул қилади. Инсон кузи нарсаларни маълум бир бурчак остида куради. Агар иккита элемент оптимал ёритилганлик ва контрастликка эга бўлиб, улар орасидаги кўриниш бурчаги (масофаси) бир минутдан (1) кичик бўлса, кўз уларни бири-биридан ажратмаган битта яхлит ҳолда кўради. Шу сабабли тасвир кичик элементларга бўлинганда буни ҳисобга олиш доркор. Иккинчидан, кўз тез бўлиб ўтадиган жараёнларни илғашда ҳам маълум чегарага эга, яъни иккита жараённинг ўтиш кетма-кетлиги $1/25$ с дан кам бўлса, уларнинг кетма-кетлигини дискрет ҳолда эмас, балки узлуксиз ҳолда кўради.

Юқорида айтиб ўтилганидек, тасвирни ҳаракатланаётган ҳолда кўриш учун телевизион приёмник (телевизор) экранида кадрлар навбатма-навбат ўтказилади. Бунда ҳар бир кадр куз илгамайдиган элементчалардан ташкил топган бўлади. Бир қатор жойлашган элементлар сатр деб аталади. Бизда битта телевизион кадрда 625 та кадр мавжуд. Инсон кузининг вертикал йуналишга нисбатан, горизонтал йуналишдаги кўриш бурчаги катта булади. Шунга кура тасвир формати ҳам 1:3, яъни экраннинг кенглиги, унинг баландлигига нисбатан 1,3 марта катта олинади. Буни ҳисобга олсак кадрда тахминан 520000 та элемент булади.

Тасвирни узатиш ва қайта кўриш элементлари навбатма-навбат узатиш ва кўрсатишга асосланган. Шу боис ҳар бир элементдан ёритилганлик ҳақидаги информация электрон нур орқали олинади ва қайта кўрсатилади.

Электрон нурни магнит майдон таъсирида оғдириш учун оғдирувчи ғалтаклардан ток ўтказилади. Бу токларнинг шакли аррасимон курунишга эга бўлиб, махсус оғдирувчи генераторлар томонидан ишлаб чиқарилади. 56 – расм.



56-расм

Сатр бўйича ёйувчи генератор ишлаб чиқарган импулсларнинг частотаси 15625 Гц , қадар бўйича ёйувчи генераторники эса 50 Гц га тенг. Бундан ташқари, узатувчи система ва қабул қилувчи система ўзaro синхрон ишлаши керак. Шунинг учун узатувчи системадан тасвир сигналлари билан баргаликда ёйиш генератори ишини бошқарувчи синхроимпульслар (сатр ва кадр учун) ҳам юборилади.

The left diagram illustrates a feedforward control system. It consists of three main blocks in series: TK (Transfer Function), BK (Block), and PY (Controller). An input signal enters from the left, passing through TK and BK, then through PY, which produces the output. There are two feedback paths: one from the output through a block labeled EG (Error Generator) back to the input before TK, and another from the output through a block labeled CF (Control Function) back to the input before BK.

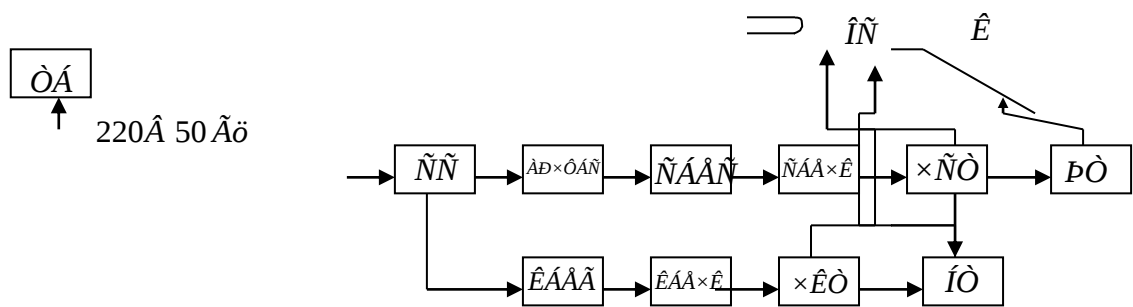
The right diagram illustrates a feedback control system. It consists of three main blocks in series: II (Integrator), BK (Block), and K (Controller). An input signal enters from the left, passing through II and BK, then through K, which produces the output. There is a feedback path from the output through a block labeled CB (Control Block) back to the input before II. Additionally, there is a feedback path from the output through a block labeled EG (Error Generator) back to the input before K.

Узатиловчи телевизион сигналлар, телевизион марказлардан ҳосил қилинади. Телевизион марказ телеэшиттиришлар ҳосил қилувчи техник қурилмалар комплексидан иборат. Телевизион программалар маҳаллик ва бошқа марказлардан олиниб тарқатиладиган эшиттиришлардан ташкил топади. Кўрсатиладиган программанинг асосий қисми магнит лентасига ёзиб олинади. Бу баъзи бир эшиттиришларларни қайтадан кўрсатиш имконини беради.

Телевизорлар бир каналли супергетеродинли схема бўйича ясашиб, уларда тасвир ва овоз сигналлари видеодетекторга етгунга қадар биргаликда кучайтирилади. Телевизор схемасининг бундай тузилиши гетеродин частотасининг ўта барқарор бўлишини ва кучайтириш каскадларининг кўп бўлишини талаб қилмайди.

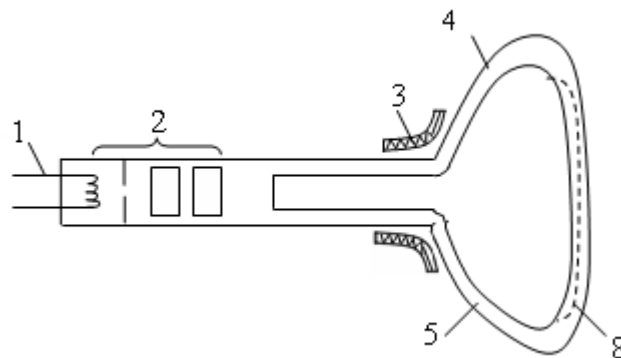
The diagram illustrates a complex signal processing or control system. It consists of several interconnected blocks and signal paths:

- Input:** A signal A enters from the top left.
- Block CK :** Receives A and has a feedback loop from the output of the $\div \hat{a} \hat{e} \hat{e} \hat{a} \hat{i} \hat{e} \hat{o}$ block. It outputs to $\hat{I} \times \hat{O} \hat{N} \hat{E}$.
- Block $\tilde{N} \hat{I} \hat{O}$:** Receives an external input and outputs to CK via a dashed line.
- Block $\tilde{A} \times \hat{A} \tilde{N}$:** Receives an external input and outputs to CK and $\hat{I} \times \hat{O} \hat{N} \hat{E}$.
- Block $\hat{I} \times \hat{O} \hat{N} \hat{E}$:** Receives input from CK and outputs to $\hat{A} \hat{A}$.
- Block $\hat{A} \hat{A}$:** Receives input from $\hat{I} \times \hat{O} \hat{N} \hat{E}$ and outputs to $\hat{O} \hat{O} \hat{N} \hat{E}$.
- Block $\hat{O} \hat{O} \hat{N} \hat{E}$:** Receives input from $\hat{A} \hat{A}$ and has two outputs: one to $\hat{e} \hat{e} \hat{n} \hat{y}$ and another to $\hat{E} \hat{A} \hat{D} \hat{A}$.
- Block $\hat{E} \hat{A} \hat{D} \hat{A}$:** Receives input from $\hat{O} \hat{O} \hat{N} \hat{E}$ and outputs to $\hat{I} \times \hat{O} \hat{N} \hat{E}$.
- Block $\times \hat{A}$:** Receives input from $\hat{I} \times \hat{I} \hat{N} \hat{E}$ and outputs to $\hat{I} \times \hat{E}$.
- Block $\hat{I} \times \hat{I} \hat{N} \hat{E}$:** Receives input from $\hat{I} \times \hat{I} \hat{N} \hat{E}$ and outputs to $\times \hat{A}$.
- Block $\hat{I} \times \hat{E}$:** Receives input from $\times \hat{A}$ and outputs to a speaker icon.
- Block $\hat{e} \hat{e} \hat{n} \hat{y}$:** Receives input from $\hat{O} \hat{O} \hat{N} \hat{E}$ and outputs to $\div \hat{a} \hat{e} \hat{e} \hat{a} \hat{i} \hat{e} \hat{o}$.
- Block $\div \hat{a} \hat{e} \hat{e} \hat{a} \hat{i} \hat{e} \hat{o}$:** Receives input from $\hat{e} \hat{e} \hat{n} \hat{y}$ and outputs to CK and a block with a dashed line.
- Block with Dashed Line:** Receives input from $\div \hat{a} \hat{e} \hat{e} \hat{a} \hat{i} \hat{e} \hat{o}$ and outputs to a final block.
- Block 99 :** A large number indicating a specific parameter or gain.



58-расм. Оқ-қора тасвирли телевизорнинг функционал схемаси.

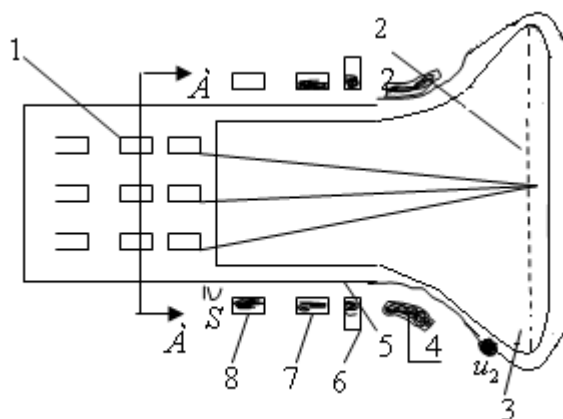
Кинескоп - деб, видеосигнални оптик тасвирга айлантирувчи, қабул қилувчи электрон нурли трубкага айтилади. Кинескопларнинг экрани тўғри бурчак шаклига эга. Кинескоплар икки хил оқ-қора ва рангли тасвир ҳосил қилувчи бўлади.



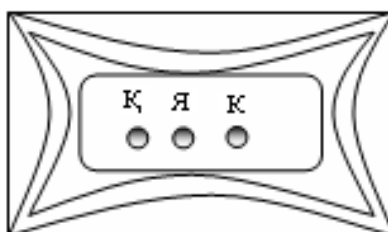
59- расм. Оқ-қора телевизорнинг кинескопи.

1- цокол, 2- электронлар прожектори, 3-оғдирувчи система, 4-ток сирктириш қопламаси, 5- иккинчи анод, 6- юпқа алюминий пластинка, 7-люминофор қатлим, 8- шиша колба.

Хозирги кунда ишлатиладиган рангли телевизорлардаги кинескоплар уч растрли система асосида ишлайди. Уч растрли система, кинескопда учта электрон прожектор бўлишини ва уч хил, яъни қизил, яшил ва кўк ранг берувчи люминофор группаси бўлишини тақозо этади. Ранглари ажратиш, яъни ҳар бир электрон прожектордан чиққан нурларнинг экранда ўз люминофор элементига тушиши "сояли ниқоб" ёрдамида ҳал қилинади. Бундай кинескоплар ниқобли кинескоплар деб аталади. Кинескопларда прожекторларнинг жойлашишига қараб уларни дельта кинескоплар ва компланар кинескопларга ажратилади.



60- расм. Никобли дельта кинескоп.



61- расм. Проекторлари компланар жойлашган кинескоп.

Оғирувчи системалар телевизион схемаларда тасвирни ёйиш электрон нурни маълум бир қонуният асосида оғдириш орқали амалга оширилади. Кинескопларда электрон нур магнит майдони ёрдамида оғдирилиб, бунинг учун оғдириувчи ғалтаклардан аррасимон ток ўтказилади. Хозирги замон телевизорларида электрон нур 110° га оғдарилади.

Электрон нур ўзгармас магнит майдон ёрдамида оғдирилганда электроннинг траекторияси айлана қўринишда бўлади. Унинг радиуси

$$R = \sqrt{\frac{2m}{\varepsilon}} l \varphi_a \cdot \frac{1}{H}$$

га тенг.

Экран текислиги бўйлаб нур оғдирилганда

$$Y = L \cdot \operatorname{tg} \arcsin \left[\frac{H l_0}{\sqrt{2 \frac{m}{e} U_a}} \right]$$

бўлади.

Бу ерда L - оғдирувчи майдон марказидан экрангача бўлган масофа, L_0 - оғдирувчи майдон узунлиги.

3. Тасвирни ёзиб олиш ва қайта кўрсатиш.

Ҳозирги даврда тасвир асосан магнит усулда ёзиб олинади. Товуш сигналлари ва телевизион сигналларни магнит усулида ёзиб олиш бир хил принципга асосланган. Бу принцип ферромагнит материалларнинг ўзгарувчан электр сигналлари таъсирида магнитланиш ходисасига ва бу ҳолатни узоқ сақлаш хоссасига асосланган.

Ферромагнит материал сифатида ферромагнит қатламли эластик полиэфир пленкадан фойдаланилади. У узунлигига ва едирилишга жидамли. Асосининг калинлиги 21 мкм. Ҳозирги замон тасвир ёзувчи қурилмаларида частота бўйича модуляцияловчи икки қурилма: гетеродинли ва бевосита бўлади. Гетеродинли модуляторлар ишлатилганда юқори сифатли тасвир ҳосил қилинади. Ҳозирги даврда магнит усулда ёзиш техникаси узунлиги 2 мкм бўлган ёзувларни ҳосил қила олади. Бунда лентанинг ҳаракат тезлиги 12 м/с га етади. Аллбатта, лентами бундай тезликда ҳаракатлантириш ноқулай ва тежамсиздир. Шу сабабли ёзувни лентага қўндаланг сатрда ва қия сатрда ёзиш усулини қўллаш бу қийинчиликдан қутулиш имконин беради. Бундай усулда сигнални лентага ёзиш ва қайта олиш айланувчи магнит каллаклари орқали амалга оширилади. Қўндаланг сатрли ёзувда турт каллакли, қия сатрли ёзувда бир ёки икки каллакли қурилмадан фойдаланилади, Турт каллакли видеомагнитофонлар тузилиши мураккаб, лекин уларда ёзув сифати юқори бўлади.

2. Хулоса. Телевизион эшиттиришларни олиб боришда Ер сунъий йўлдошларидан фойдаланиш.

Радиоэшиттириш ва телевизион кўрсатишларни узоқ масофаларга узатиш ва қабул қилиш масаласи уч йўналишда ҳал қилинмоқда:

Ретрансляторлардан фойдаланиш.

Кабелларни ишлатиш.

Сунъий йўлдошлардан фойдаланиш.

Ретранслятор деганда бири иккинчисидан радионур бевосита бориб тушадиган масофада жойлашган қабул қилувчи ва тарқатувчи қурилмалар тушунилади. Ретрансляторлар ёрдамида бир-бирига сигналлар узатилиб эшиттиришларни узоқ масофаларга етказиш мумкин.

Мамлакатлар ёки шаҳарлар ўзаро телевизион курсатувларни кабел орқали ҳам алмашишлари мумкин.

Ретрансляторлар Ер сунъий йўлдошига ҳам ўрнатилиши мумкин. Бунда кўрсатувлар қабул қилингандан сўнг, Ер юзининг маълум бир ҳудудига йўналитирилади. Ер сунъий йўлдошлари (ЕСЙ) айниқса, тургун йўлдошлар ишлатилганда телеэшиттиришлар узлуксиз амалга оширилиб турилади. Бунинг учун ЕСЙ ни Ер сиртидан 35800 км баландликка кўтариш зарур. Унинг айланиш даври 21 соат бўлади. бундай орбита синхрон ёки стационар

орбита деб аталади. Агар бир-биридан 120 бурчак билан стационар орбитага чиқарилган учта ЕСЙ дан фойдаланилса, бутун Ер шари бўйлаб телевизион кўрсатишлар олиб бориш мумкин. Йўлдош чиқариш ва ундан телевизион дастурларни тарқатиш учун катта маблағ талаб қилади. Шу сабабли йўлдош орқали таркалаётган дастурларнинг барчасини ҳам текинга қабул қилиш мумкин эмас. Лекин текинга қуриш учун ажратилган алохида 12 ГГц ли диапазон ҳам бор, улар орқали 18 та кўрсатув кузатиб турилади.

Ҳозирги кунда Ўзбекистон Республикасининг Миллий телемаркази орбита станцияси телекўрсатувлари билан бирга ЕвроАзия системасининг эшиттиришларини ҳам олиб кўрсатиш имкониятларига эга.

1.9.5.5. Назорат саволлар.

1. Телевидение деб қандай соҳага айтилади?
2. Телевидение қандай физик жараёнга асосланган?
3. Битта кадрда тахминан қанча элемент бор?
А) 625, В) 15625, С) 520000, Д) 25,
1. Телемарказ вазифаси нималардан иборат?
5. Узатувчи трубкаларда қандай фотокатодлар ишлатилади?
6. Қандай турдаги телевизион трубкаларни биласиз?
6. Рангли телевизорнинг схемаси оқ-қора телевизорнинг схемасидан нимаси билан фарқ қилади?
А) Рангли кинескоп ишлатилади, В) сенсор билан ишлайди, С) алохида ранг канали мавжуд, Д) мураккаблиги билан,
7. Кинескоплар қандай вазифани бажаради ва уларнинг асосий қисмларини айтинг.
8. Ёйувчи қурилма қандай каскадлардан иборат?

5. Фан бўйича тавсия этилган лаборатория ишлари:

Лаборатория иши № 5.1

Мавзу: Икки электродли электрон лампани ўрганиш.

Ишнинг мақсади.

Вакуумда электр токининг табиати, икки электродли электрон лампа-диоднинг тузилиши, ишлаш тамойили, параметрлари ва характеристикалари билан таништирилади, хоссалари ва ишлатилиш сохалари тўғрисида маълумот берилади, тажриба йўли билан диоднинг хусусиятлари ўрганилади, тажриба қурилмасининг тузилиши ва тажриба ўтказиш услублари билан таништирилади.

I.Назарий маълумотлар.

1.Кириш.

Электрон асбобларнинг ишлаши зарядли заррачалар оқимини электр ва магнит майдонлари ёрдамида бошқарилишига асосланган. Заряд ташувчилар қайси муҳитда ҳаракатланишига қараб электрон асбоблар **электровакуум** ва **яримўтказгичли** асбобларга бўлинади.

Электровакуум асбоблар ўз навбатида ишлатилишига кўра электрон лампаларга (диод, триод, пентод ва х. к), электрон нур найларга (кинескоп,ЭНН ва х.),ўта юқори частотали электрон асбоблар (клистрон,магнетрон ва х.к)ва фотоэлектрон асбоблар (фотоэлемент,фото-кучайтиргич ва х.к)га бўлинади.

Яримўтказгич асбоблар ҳам кучайтирувчи – ўзгартирувчи (диодлар, транзисторлар ва х.к),оптоэлектрон (фотодиодлар,нурланувчи диод ва х.к) , фотоэлементлар ва бошқаларга бўлинади.

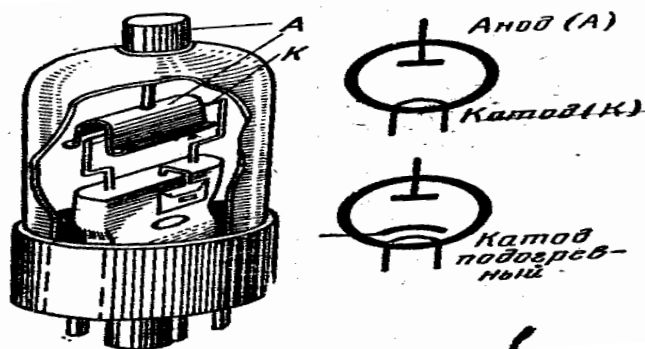
Электрон асбоблар электр занжирнинг асосий элементи ҳисобланади. Шу сабабли унинг электр токини ўтказиш хоссаларини ўрганиш муҳим аҳамиятга эга. Электр токи зарядли зарраларнинг тартибли илгарилама ҳаракатига боғлиқ. Бундай ҳаракат, асосан, уларнинг электр майдонидаги ҳаракатида содир бўлади. Электрон асбоблар қандай хилда бўлмасин. уларда зарядли зарраларнинг электр майдон таъсиридаги ҳаракати характери бир хил тарзда кечади. Шу сабабли бу ҳаракат характери билан талабаларни ушбу ишда энг содда электрон асбоб - электровакуумли диодни ўрганиш жараёнида мукамал таништиришни мақсадга мувофиқ деб топдик ва диод лампанинг тузилиши, ишлаши ва хоссалари кўпроқ ёритилишига эътибор берилди.

2. Диод лампанинг тузилиши ва ишлаш принципи.

Икки электродли электрон лампа – **диод** металл, керамика ёки шишадан ясалган баллон ичига иккита металл **электрод** жойлаштирилиб, вакуум ҳосил қилинган энг содда **электровакуумли электрон** асбоб ҳисобланади. Бу биринчи электрон асбоб – **вакуумли диодни** 1883 йилда

америкалик олим Т.А.Эдисон ихтиро қилган. У оддий чўғланма толали электр лампаси ичига яна битта **электрод** жойлаштирилганда улар орасидаги ҳосил бўлган ток фақат бир томонга йўналганлигини кузатган. Электродлар оралиғида токни **электронлар** оқими ҳосил қилишини эса инглиз олими Ж.Томсон исботлаб берган. Лампанинг баллонида 10^{-7} мм симоб устунигача паст босим ҳосил қилинади. Диоднинг электродларидан бирига **анод (А)**, иккинчисига **катод (К)** деб ном берилди (2-расм). Лампанинг электр ўтказувчанлигини таъминлайдиган электронлар $800-1000^{\circ}\text{C}$ гача қиздирилган катоддан ажралиб чиқади. Шу сабабли у кўпинча **қиздириладиган тола** деб ҳам юритилади. Тола паст кучланишли алоҳида электр манбаига уланади. Қизиган металлдан электронларнинг чиқиш ҳодисаси **термоэлектрон ҳодиса** деб аталади. Бу ҳодисани ҳам А.Эдисон ихтиро қилган.

1-расмда диоднинг тузилиши келтирилган. Расмдан кўриниб турибдики, диод лампа ҳавоси сўриб олинган цилиндрсимон шиша баллондан иборат бўлиб, унинг марказида чўғланадиган тола жойлашган. Толани цилиндр



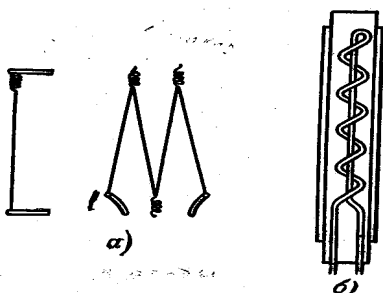
шаклидаги катод

1-расм.Диоднинг тузилиши ва унинг схемада белгиланиши.

1-бевосита,2-билвосита катодли.

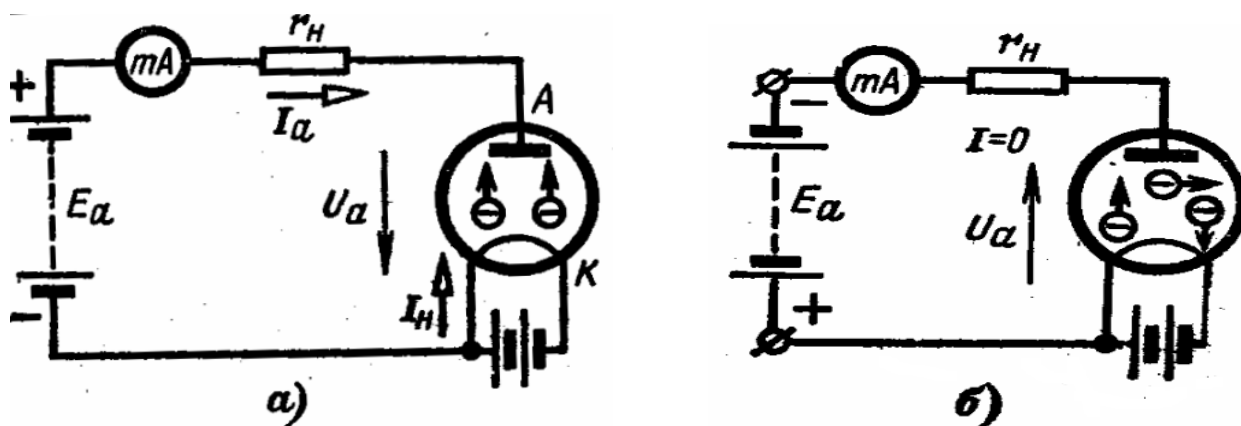
ва анод ўраб олган. Электродлар симлар ёрдамида лампа ташқарисига чиқарилиб тегишли штирлар (оёқчалар)га уланади. Электродлар қийин эрийдиган никель, молибден ёки тантал каби металлдан ясалади.

Лампанинг чўғланадиган толаси катод вазифасини ҳам бажариши мумкин. Бундай катодлар **тўғри ёки бевосита** катодлар деб аталади (2-расм,а). Электрон лампаларнинг кейинги авлодларида катодлар найсимон ясалиб, улар ичига алоҳида манбадан чўғладиган тола жойлаштириладиган бўлди. Бундай катодлар **билвосита катодлар** деб аталади(2-расм ,б). Толага манбадан кучланиш берилганда у чўғланиб катодни ҳам қиздиради.



2-расм. Катодларнинг тузилиши.
а-бевосита, б-билвосита катодлар.

Катоддан электронлар эмиссиясини кучайтириш учун унинг сирти электронларнинг чиқиш иши кичик бўлган металл оксидлари билан қопланади (масалан, ВаО). Тўғри катодлар доимий ток манбаига ҳам, ўзгарувчан ток манбаига ҳам уланиши мумкин. Улар тез қизийди (1 с.дан кам). Билвосита катодларнинг ишчи ҳароратигача қизиши учун баъзан 2 минутгача вақт керак бўлади. Одатда билвосита катодлар 6,3 В кучланишли ўзгарувчан ток билан таъминланади.



3-расм.Диод лампанинг электр занжирига уланиш схемаси.
а) тўғри йўналиш, б) тескари йўналиш.

Лампа катодини ток манбаининг манфий қутбига, анодини эса мусбат қутбига улаб, яъни анод ва катод оралиғига **анод кучланиши** деб аталувчи U_a кучланиш бериб (3-расм, а), электродлар орасида аноддан катод томон йўналган электр майдон ҳосил қилинади. Бу йўналиш **тўғри йўналиш** деб аталади. Бу майдон таъсирида қизиган катоддан чиққан электронлар катоддан анодга қараб йўналади ва J_a **анод токини** ҳосил қилади. Занжирдаги токнинг йўналиши учун электронларнинг тартибли ҳаракат йўналишига қарама-қарши йўналиш қабул қилинган. Тола занжири узиб қўйилса, яъни катод қиздирилмаса, диод орқали ток ўтмайди.

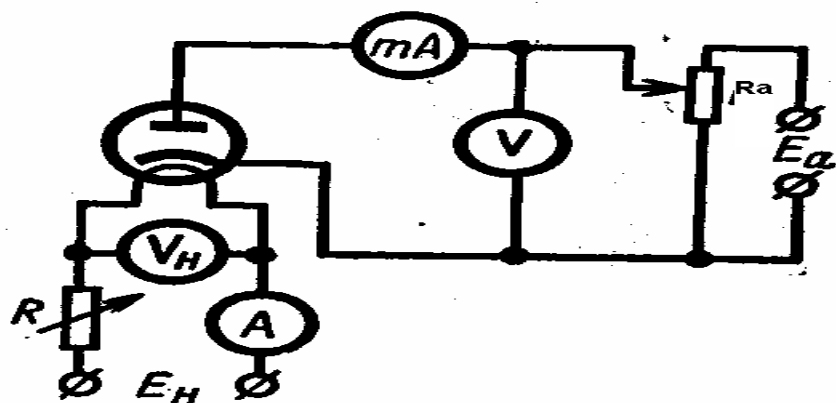
Диод лампанинг электродларига берилган кучланишнинг ишораси ўзгартирилса, яъни анод манбаининг манфий қутбига, катод мусбат қутбига уланса (3-расм, б), анод ва катод оралиғида, катоддан анодга қараб йўналган майдон ҳосил бўлади. Бу йўналиш **тескари йўналиш** деб аталади. Бу майдон катоддан эмиссияланиб чиққан электронларни катод томон сиқади ва

уларнинг анодга қараб ҳаракатланишига имкон бермайди. Бундай ҳолда ҳам лампадан ток ўтмайди. Бу ҳодисалар лампадаги токни ҳақиқатдан ҳам **электронлар оқими** ҳосил қилади деб айтишга далил бўла олади. Бу далилни асослаш учун ушбу ишнинг амалий қисмида яна бир неча тажрибанинг баёни келтирилади.

Шундай қилиб, диод лампани электр занжирига тўғри ва тескари йўналишда улаб аниқландики, у электр токини **фақат бир томонга** ўтказиш хоссасига эга экан. Диод лампанинг (шунингдек, бошқа электрон лампаларнинг ҳам) токни бундай бир томонлама ўтказиш хоссаси юқори частотали токларни **детекторловчи** ва ўзгарувчан токни **тўғриловчи асбоб** сифатида ишлатиш имконини беради.

3. Диод лампанинг тавсифлари ва параметрлари.

Диод лампанинг иш жараёнини ўрганиш, унинг асосий хоссаларини тавсифловчи микдорларни аниқлаш ва улар орасидаги боғланишларни таҳлил қилиш учун 1-расмдаги чизма асосида электр занжири тузилади. Расмдаги V_H



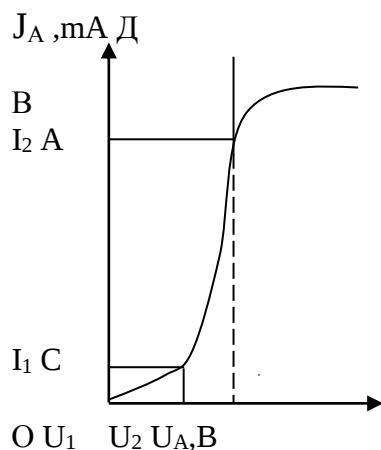
1-расм. Диод лампанинг характеристикаларини олиш схемаси.

вольтметр лампанинг толасига бериладиган U_T кучланишни ўлчайди. R қаршилик толага бериладиган ток кучини ростлаш учун хизмат қилади ва у потенциометр вазифасини бажаради. V вольтметр анод ва катод оралиғига бериладиган U_a анод кучланишини ва mA миллиамперметр J_A анод токини ўлчайди. Анод кучланишини R_a потенциометр билан ўзгартириш мумкин. E_a анод занжирининг, E_H тола занжирининг электр манбаи ҳисобланади.

Электр занжирида ток кучи ва кучланишнинг кузатилган қийматлари орқали лампанинг характеристикалари ва параметрлари аниқланади. Диод лампада анод ва эмиссия характеристикалари бор.

Диоднинг анод характеристикаси деб, толанинг ўзгармас кучланишида анод токининг анод кучланишига боғлиқлиги тушунилади. Бу боғланишни олиш учун толага номинал кучланиш бериб, лампа аноди манбанинг мусбат

ва катода манфий қутбига уланади ва R_a потенциометр ёрдамида U_a кучланиш энг кичик қийматдан бошлаб ошириб борилади. Бунда анод занжиридаги ток ҳам ошиб боради. Олинганлар қийматлар асосида анод токининг анод кучланишига боғлиқлик графиги чизилади. Бу график диод лампанинг **вольтампер характеристикаси(ВАХ)** деб аталади ва унинг намунавий кўриниши 5- расмда келтирилган.



5-расм

Расмда характеристиканинг назарий ҳисоблаш (ОСАД) ва тажрибада кузатиладиган (ОСAB) чизиқлари келтирилган. Характеристика чизиқларининг шаклидан кўриниб турибдики, анод токи ва анод кучланиши орасидаги боғланиш **ночизиқли** характерга эга. Графикдаги ток кучи ва кучланиш орасидаги боғланишни аналитик жихатдан ифодаловчи ОСАД эгри чизиқ Богусловский-Лангмюр қонуни ёки $3/2$ қонун деб ном олган. Уни

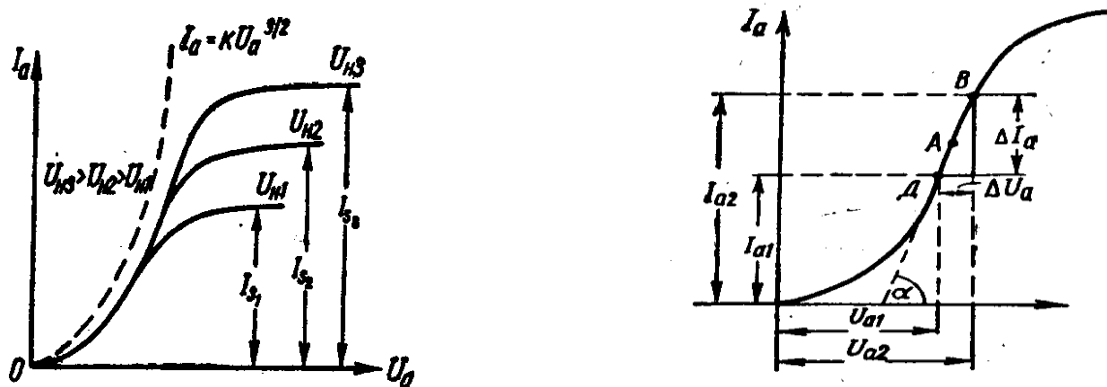
$$J = k \cdot U^{3/2} \quad (1)$$

формула билан ифодалаш мумкин. Бунда k – пропорционаллик коэффиценти бўлиб, унинг миқдори электродларнинг ўлчами ва шаклига боғлиқ.

Диоднинг вольтампер характеристикасининг кўринишини қуйидагича изохлаш мумкин. Биринчидан, анод токи анод кучланишига Ом қонундаги чизиқли боғланишдан кучлироқ, яъни кучланишнинг $3/2$ даражасига боғлиқ ҳолда ўзгаради. Иккинчидан, анод кучланиши 0 дан U_1 гача ортиб борганда дастлаб кучланишнинг кичик қийматларида анод токи жуда секин ортади (характеристиканинг ОС қисми). Бу ҳол анод ва катод оралиғидаги электронларни тезлаштирувчи электр майдони кучсиз бўлгани туфайли катоддан дастлаб эмиссия қилинган электронларнинг катод атрофида ҳосил қилган ва кейин чиққан электронларга **тормозловчи** таъсир кўрсатадиган **фазовий зарядлар** майдонидаги электронларнинг жуда камгина қисмини тортиб олиб анод томонга йўналтириши билан изоҳланади.

Анод кучланишининг яна ҳам ошиши билан тезлаштирувчи майдон кучайиб, катод атрофидаги электронларнинг тобора кўпроқ қисмини тортиб олади ва J_A анод токи тез ортиб боради (СА соҳа). Диоднинг назарий ҳисобланган ва тажрибада аниқланган анод характеристикалари А нуктагача бир-бирига мос келади. Анод кучланишининг А нуктага мос келган қийматида катоддан чиққан электронларнинг барчаси электр майдон таъсирида тезланувчан ҳаракат қилиб анодга етиб келади. Анод кучланишининг бундан кейинги қийматларида эса назарий характеристикага кўра анод занжиридаги ток кучланишининг учдан икки даражасига боғлиқ ҳолда ўсиб борса (АД соҳа),

амалий характеристикада эса анод токи ўсиши секинлашиб, сўнгра **тўйинишга** эришади (АВ соҳа). Бу ҳолат анод токининг катоддан чиқаётган электронлар сони билан чекланганлиги ва анод токининг секин ўсиши электронлар тезлигининг катта кучланиш таъсирида ортиши билан тушунтирилиши мумкин. Лампадан ўтаётган энг катта **ток тўйиниш токи** деб аталади ва у катоднинг эмиссия токига тенг бўлади. Лампа тўйиниш режимида ишлаганида ҳам фазовий заряд мавжуд бўлади. Лекин унинг майдони анод кучланиши майдонидан кичик бўлгани учун катоддан чиққан электронларга тормозловчи таъсир кўрсата олмайди.



6-расм. Диоднинг эмиссиявий 7-расм. Диоднинг характеристикалари. ристика қиялигини аниқлаш

Анод токининг катоднинг эмиссия токига боғлиқлиги диоднинг **эмиссиявий характеристикаси** деб аталади. Бу харатеристикани олиш учун анод кучланиши ўзгармас бўлганда анод токининг тола кучланишига боғлиқлиги ўрганилади, яни $J_A = f(U_T)$, $U_A = \text{const}$. 6-расмда тола кучланишининг учта қиймати учун диоднинг анод характеристикалари келтирилган. Расмдан кўриниб турибдики, толанинг кучланиши (ҳарорати) ортиши билан тўйиниш токи ҳам ортади. Бундай характеристикалар катоднинг эмиссия хоссаларини аниқлаш учун ўрганилади ва бу хил тажрибалар соф илмий характерга эгадир. Расмдаги штрих чизик диоднинг ВАХ си учун назарий олинган эгри чизикни ифодалайди.

Диодлар бир-биридан ўз **характеристикаларининг қиялиги** билан фарқ қилади. **Характеристикаларининг қиялиги** деб анод токи орттирмасининг шу орттирмага мос келган анод кучланиши орттирмасига нисбатига айтилади. Анод кучланишининг ошиши билан анод токи қанча тез ошса, диод характеристикаси қиялиги ҳам шунча катта бўлади. Қиялик S ҳарфи билан белгиланади ва анод кучланиши 1В ошганда анод токининг қанча миллиамперга ошишини кўрсатадиган сон билан ифодаланади:

$$S = \frac{\Delta J_a}{\Delta U_a}, \frac{mA}{B} \quad (5)$$

Характеристика қиялиги диод лампанинг вольт-ампер характеристикаси эгри чизигидан аниқланади (7-расм). Расмдан кўриниб турибдики, диоднинг характеристика қиялиги анод кучланишининг $\Delta U_A = U_2 - U_1$ ўзгаришига мос келган анод токининг $\Delta J_a = J_{a2} - J_{a1}$ ўзгаришини билдирар экан. Характеристика қиялиги катта бўлган диод сифати ва иш режими яхши асбоб ҳисобланади.

Диоднинг муҳим параметрларидан бири унинг **ички қаршилиги** ҳисобланади. Лампанинг ички қаршилиги R_i ҳарфи билан белгиланади. У тола кучланишининг бирон қийматида анод кучланиши ўзгаришининг (ΔU_a) унга мос келган анод токи ўзгаришига (ΔJ_a) нисбатига тенг (7-расмга қаранг):

$$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta J_a}, \text{ Ом } (U_T = \text{const}). \quad (6)$$

Диоднинг ички қаршилиги ўзгарувчан катталик. Анод характеристикасининг бирон нуқтасига мос келган анод кучланишининг анод токига нисбати **лампанинг статистик қаршилиги** дейилади. Кўпчилик диодларнинг ички қаршилиги $R_i \approx 200 \div 1000$ Ом атрофида бўлади. Юқори вольтли кенотронларда $R_i \approx 10 \div 20$ кОм гача боради.

Ҳар қандай электрон асбоб сингари диод лампа ҳам электродлараро сиғимга эга. Паст частотали тоқларда бу сиғим жуда кичик бўлса, юқори частоталарда анча сезиларли бўлади. Унинг бу хоссасидан юқори частотали тоқларни филтрлашда фойдаланилади.

Шундай қилиб, ҳар бир диод қуйидаги эксплуатация катталиклари билан характерланади:

1. Толанинг номинал кучланиши ва ток кучи;
2. Анод кучланиши ва ток кучи;
3. Тескари кучланишнинг максимал қиймати;
4. Анод занжиридан ўтадиган токнинг максимал қиймати;
5. Тўғриланадиган максимал ток қиймати;
6. Анод соча оладиган қувватнинг максимал қиймати;
7. Тола кучланишининг йўл қўйиладиган энг катта ва энг кичик қиймати;
8. Анод ва катод оралиғи сиғими.

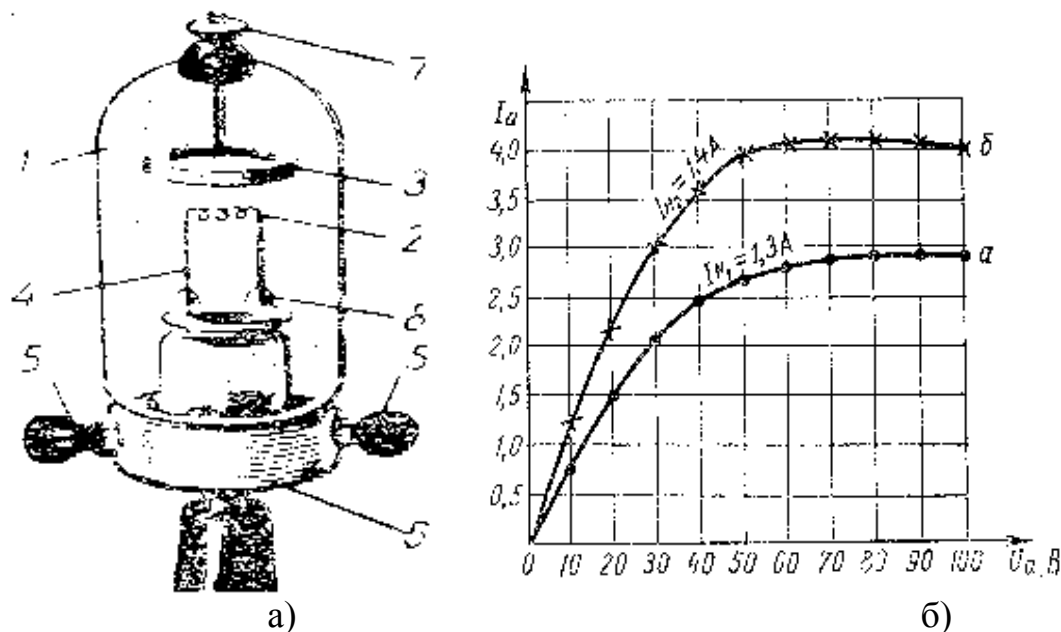
5. Диод лампанинг камчиликлари:

- 1) Диод лампа иш жараёнида кучли қизийди ва кўп иссиқлик сочади;
- 2) У катта ички қаршиликка эга;
- 3) Қиздириладиган катодга эга;
- 4) Кам хизмат муддатига ва кичик мустаҳкамликка эга;
- 5) Қувват исрофи катта.

II. Амалий қисм.

1. Тажриба қурилмасининг тавсифи.

Ушбу ишда диод лампанинг характеристикалари ва параметрларини ўрганиш учун махсус яратилган қурилма ва намойиш тажрибалари учун мўлжалланган диод лампадан фойдаланилади. Қурилманинг устки сиртида намойиш диод лампаси, электр ўлчов асбоблари, калитлар, ростловчи потенциометрларнинг дастаклари, асбобларни ўзаро ва электр манбаига улаш уялари ва сигнал лампа жойлаштирилган. Қурилманинг ички қисмида ушбу иш учун мослаштирилган универсал электр манбаи ўрнатилган. Ундаги электрон схемалар 220 вольт ўзгарувчан кучланишни анод занжири учун 250 В гача



8-расм. Намойиш диоднинг тузилиши (а) ва унинг вольт-ампер характеристикасининг намунаси (б).

тўғриланган ва катод толаси учун 1 дан 7,2 В гача пасайтирилган кучланишга айлантириб беради. Диоднинг тузилиши (8-расм, а) содда, барча электродлари ва уларнинг жойлашишини бевосита кузатиш мумкин. Унинг ишлаш жараёни амалда ишлатиладиган диод лампалардан деярлик фарқ қилмайди. Шу билан бирга бу лампа вакуумда электр токи электронларнинг оқимиغا боғлиқлигини тасдиқловчи намойиш тажрибаларини ўтказиш имконини беради.

Лампа диаметри 15 мм ва баландлиги 90 мм ли ҳавоси сўриб олинган цилиндр шаклидаги шиша (1) баллондан иборат. Баллон ичига (3) анод ва (2) катод ўрнатилган. Баллонда 10^{-6} мм симоб устуни тартибидаги юқори вакуум ҳосил қилинган. Лампа бевосита катодли бўлиб, унинг толаси вольфрам симидан спирал шаклида ясалган. Лампа толасини (1) тиргак симлари тутиб туради ва улар ёрдамида (6) асосдаги ташқи чиқиш (5) учларига уланган. Лампанинг аноди қийин эрийдиган металлдан (молибден ёки тантал) диаметри 30 мм ли ясси дискдан иборат. Анод ва катод оралиғи 10 мм га тенг. Анодни тутиб турувчи симнинг бир учи лампадан чиқарилиб (7) чиқиш учига уланган.

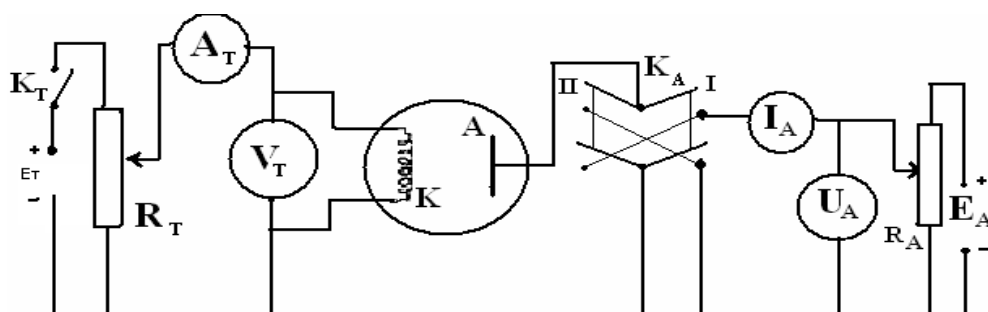
Лампа анодига 250 В гача кучланиш бериш мумкин. Толаси 6,3 В кучланиш билан нормал қизийди. 8-расм (б) да унинг тола токининг икки қиймати учун вольт-ампер характеристикасининг намунаси келтирилган.

2. Асбоб ва жиҳозлар.

1. Намойишга мўлжалланган диод лампа -1 дона
2. Ток манбаи -1 дона
3. Доимий ток миллиамперметри, ўлчаш чегараси 10 мА - 1 дона
1. Доимий ток вольтметри, ўлчаш чегараси 300 вольт - 1 дона
5. Ўлчаш чегараси 3 А бўлган доимий ток амперметри - 1 дона
6. Ўлчаш чегараси 15 В бўлган доимий ток вольтметри - 1 дона
7. Калитлар - 2 дона
8. Уловчи симлар -15 дона

3. Ишнинг бажарилиш тартиби.

1. Тажриба қурилмаси билан танишинг , асбобларнинг жойлашиш тартибини дафтарингизга чизиб олинг ва уни 9-чизмага солиштириб, ўлчов асбоблари, уланиш жойлари, калитлар ва ростловчи дастакларнинг вазифасини аниқлаб олинг.
2. 9-расмдаги чизма бўйича электр занжири тузинг ва уни ўқитувчига кўрсатинг. Расмда кўрсатилмаган 220 В ўзгарувчан кучланишни тўғрилагичнинг чиқиш қисмларига занжирнинг E_T ва E_A кириш қисмлари уланади. Қурилма 220 В ли ўзгарувчан ток тармоғига улаовчи К калит дастлаб ўчирилган (ўч) ҳолатда бўлишига аҳамият беринг. Потенциометр R_A билан анод ва R_T билан тола занжиридаги кучланиш ўзгартириб турилади. Уларнинг дастасини соат миллари йўналишига тескари айлантириб энг четки ҳолатига қўйинг. Икки қутбли K_A калит анод занжиридаги кучланиш ишорасини ўзгартириш имконини беради: 1-ҳолатда лампанинг аноди мусбат, 11-ҳолатда манфий ишорали кучланишга уланади. I_T амперметр ва V_T вольтметр тола занжиридаги ток кучи ва кучланишни, I_A амперметр ва V_A вольтметр анод занжиридаги ток кучи ва кучланишни ўлчайди. К калитни уланган (ул) ҳолатга ўтказинг, бунда унинг ёнидаги сигнал лампочка ёнади



9-расм. Диоднинг вольтампер характеристикасини олиш схемаси.

3. Лампадан ўтадиган токнинг анод кучланиши ишорасига ва катоддан электронлар эмиссиясига боғлиқлигини текшириш:

а) K_T калитни очик, K_A калитни I ҳолатга ўтказинг ва потенциометр R_A билан анод кучланишини 200 В гача ошириб боринг. Кузатилган натижаларни ёзиб олинг ва уларни изоҳланг.

б) K_A калитни II ҳолатга ўтказиб, юқоридаги тажрибани такрорланг ва натижани изоҳланг.

в) Анод кучланишини 0 гача пасайтириб, K_T калитни уланг ва R_T реостат билан толада кучланишни (6-вольт) V_T вольтметрга қараб ўрнатинг. Толанинг 3-1 минут ичида яхши қизишига имкон беринг. K_A калитни I ҳолатга ўтказиб, анод кучланишини 100 В гача оширинг. Кузатилган натижани изоҳланг.

г) K_A калитни II ҳолатга ўтказиб, анод кучланишини 100 В гача оширинг ва олинган натижани изоҳланг.

1. Диоднинг анод характеристикаларини олиш:

а) Анод кучланишини 0 га келтириб толага 1 В кучланиш беринг. K_A калитни I ҳолатга ўтказинг ва R_A потенциометр билан анод кучланишини ошириб боринг ва унинг ҳар 10 вольт ошиши учун миллиамперметр кўрсатишини 1-жадвалнинг 2-қаторига ёзиб боринг. Ушбу тажрибани камида яна 2 марта такрорланг.

б) Тола кучланишини 6В га ўтказиб, юқоридаги тажрибани такрорланг ва натижаларни жадвалнинг 3-қаторига ёзинг.

1- жадвал

$U_a, \text{В}$	$U_T = 1\text{В}$	$U_T = 6\text{В}$	$U_T = 8\text{В}$	$R_i, \text{Ом}$	$S, \frac{\text{mA}}{\text{В}}$
	I_A, mA	I_A, mA	I_A, mA		
1	2	3	1	5	6
10					
20					
30					
...					

в) Тола кучланишини 8 вольтгача оширинг ва (а) банддаги тажрибани такрорланг ва натижаларни жадвалнинг 1-қаторига ёзинг.

5. Олинган натижаларни координата ўқларига қўйиб, толанинг ҳар уч кучланиши учун диод лампанинг вольтампер характеристикалари графигини чизинг ва уни 8-расм,б билан солиштиринг. Графиклар асосида анод кучланиши билан анод токи орасида тажрибада кузатилган боғланишлар характериини изоҳлаб беринг.

6. Тола кучланиши 1,6 ва 8 В бўлган ҳолат учун жадвал натижаларидан фойдаланиб 3-формула асосида лампанинг R_i ички қаршилиги ва 2-формула асосида характеристика қиялигини ҳисоблаб, жадвалнинг 5 ва 6 қаторларига ёзинг. Ҳисобланган натижаларни изоҳланг.

7. Қўшимча тарзда қуйидаги намоиш тажрибаларини ўтказинг:

а) Лампа анодини изоляцияланган тутгичли сим билан сезгир электроскоп шарига улаб, катод толасини қиздириг ва электроскоп япроқчасининг секин очилиб боришини кузатинг. Демак, толаси қиздирилган лампанинг анодида зарядлар ҳосил бўлар экан. Бу хулосага аниқ ишонч ҳосил қилгунча

тажрибани бир неча марта такрорланг ва япроқча энг катта очилганда электроскоп шарини лампа анодидан ажратинг. Япроқча очилганича қолади. Қоғозга ишқаланган қахрабо таёқчаси анодга тегизилса япроқча ёпилади. Маълумки, қахрабо қоғозга ишқаланганда мусбат зарядланади. Бундан электрометр шари, бинобарин, лампанинг аноди манфий зарядлангани тўғрисида хулоса чиқариш мумкин. Аноднинг манфий зарядланишини қизиган катоддан чиққан катта энергияли электронларнинг анодга етиб келиб унда тўпланиши билан изоҳлаш мумкин.

Худди шу усулда қизиган катоддан электронлар чиқиб кетиши ҳисобига унинг мусбат зарядланиб қолишини шам тажриба қилиб кўриш мумкин.

б) Лампадан ўтаётган электронлар оқимиға ташқи магнит ва электр майдонларининг таъсирини ҳам кузатиш мумкин. Бунинг учун лампа толасини нормал қиздириб, K_A калитни I ҳолатга ўтказинг ва R_A потенциометр дастагини буриб, анод кучланишини 200 В гача келтиринг. Лампага ён томндан анод ва катод оралиғига магнит таёқчасини яқинлаштиринг. Бунда миллиамперметр анод занжирида ток камайганлигини кўрсатади. Бу ҳодиса магнит майдонида бир қисм электронлар оғишиб анодга тушмаётганлиги билан изоҳланади. Лампага электрланган қахрабо ёки шиша таёқча келтирилганда ҳам шу ҳодисани кузатиш мумкин.

III. Назорат саволлари.

1. Қандай асбобға электровакуумли диод лампа дейилади ва унинг ишлаши қандай физикавий қонуниятга асосланган.
2. Диод лампада қандай электродлар бор? Уларнинг тузилиши қандай ва вазифаси нималардан иборат?
3. Анод занжиридаги ток йўналиши учун манбанинг мусбат кутбидан манфий кутбига қараб йўналиш қабул қилинган. Лекин бу йўналиш анод ва катод оралиғидаги электронлар оқими йўналишига мос эмас. Бу йўналишнинг қайси бири ҳақиқий ва нима учун?
4. Диод лампани тавсифловчи қандай параметрлари бор?
5. Вольтампер характеристика нима ва диод учун у қандай кўринишга эга?
6. Электровакуумли диоднинг қандай хиллари бор ва улар қандай мақсадларда ишлатилади?
7. Вакуумли диодларнинг қандай камчиликлари бор ва бу камчиликлар радиоэлектроника тараққиёти учун қандай салбий таъсир кўрсата олиши тўғрисида ўз фикрингизни билдиринг?
8. Нима учун лампа ичида вакуум бўлиши керак.
9. Нима учун диод лампа ночизиқли элемент дейилади.
10. Катоднинг эмиссия токи нима?
11. Юқоридаги 3-банднинг а, б, в, г тажрибалардан қандай хулосалар чиқарасиз? Бу тажрибалардан қайси бирида лампанинг аноддаги кучланиш мусбат, қайси бирида манфий берилган эди?

Лаборатория иши № 5.2

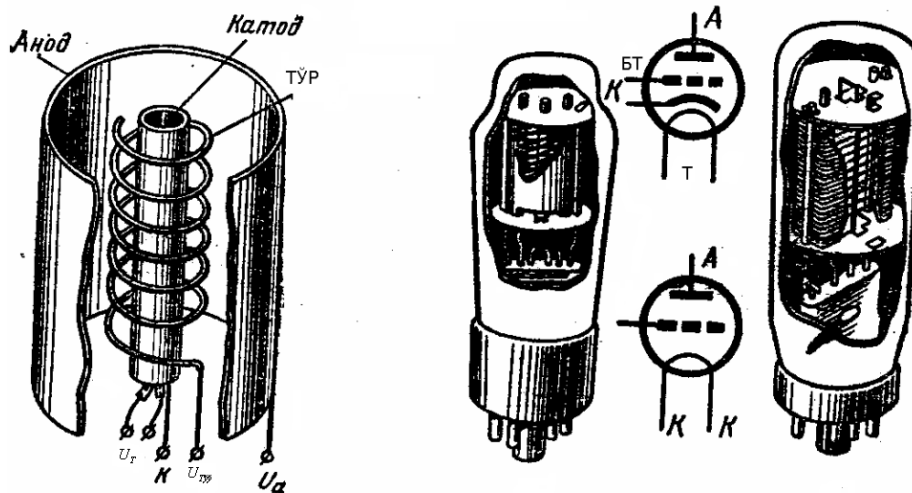
Мавзу: Триод лампани ўрганиш.

Ишнинг мақсади: Уч электродли электровакуумли электрон лампа–триод тўғрисида маълумот бериш, электронлар оқимини электр майдони воситасида бошқариш усули билан танишиш ва триоднинг электрон асбоб сифатидаги хусусиятларини, характеристикаларини, параметрларини ва қўлланиш соҳаларини ўрганиш .

I.Назарий маълумотлар.

1.Кириш.

Триод деб уч электродли электрон лампага айтилади. Унда анод ва катоддан ташқари улар орасида жойлашган электрод–**тўр** ҳам мавжуд(1-расм, а). Бу электрод спиралсимон бўлиб, катодга яқин қилиб, унинг устига ўралган.



а) б) в)

1-расм. Триод лампанинг тузилиши ва схемада шартли белгиланиши.

а) электродлар жойлашиши, б) бевосита катодли, в) билвосита катодли.

U_a - анод кучланиши, U - тола кучланиши, A - анод, K - катод, БТ- тўр, Т- тола.

1-расмда триод лампанинг тузилиши, схемаларда белгиланиш чизмалари келтирилган.Тўр катодга электроди яқин жойлашгани учун унга берилган жуда кичик кучланиш ҳам анод токининг кескин ўзгаришига олиб келади. Масалан, тўрга манфий кучланиш берилса, тўр ва катод оралиғидаги

электр майдон анодга қараб ҳаракатланаётган электронлар оқимини сусайтиради, бошқача айтганда анод токи камайиб боради. Ҳатто тўрға берилган манфий кучланиш бирон қийматга етганда электронлар оқими бутунлай тўхтайдиган, яъни электронлар тўрғаниш манфий потенциал тўсиғини енгиб ўтолмайди ва анод токи нолга тенг бўлиб қолади. Бундай ҳолатни **триоднинг ёпиқ ҳолати** дейилади. Тўрға мусбат кучланиш берилса, катод ва тўрғалидаги электр майдони катоддан тўрға қараб йўналган бўлиб, катоддан чиққан электронларга тезлаштирувчи таъсир кўрсатади. Натижада, анод кучланишининг кичик қийматларида ҳам анод токи сезиларли қийматларга эришади.

Анод токини бундай бошқариш хоссасига кўра тўрғаниш **бошқарувчи тўр (БТ)** деб аташ қабул қилинган. Триод - бошқарувчи тўр ва катод оралиғига келтирилган кичик кириш кучланиши билан бошқариладиган **кучайтирувчи асбоб** ҳисобланади. Амалда ҳам ташқи сигналлар лампанинг тўрғанишга берилади.

Тўрдаги кучланишнинг қиймати ва ишораси ўзгаришига қараб лампанинг ўзгармас токка нисбатан қаршилиги ҳам ўзгариб туради. Шу сабабли триод қаршилиги бошқариладиган элемент, яъни **ночизиқли элемент** ҳисобланади. Триод бошқариладиган элемент сифатида катта сезгирликка эга. Чунки тўр кучланишининг озгина ўзгариши, анод токининг кескин ўзгаришига олиб келади. Тўрға ўзгарувчан кучланиш берилганда ёки у тескари алоқа занжирига уланганда анодда токнинг ўзгарувчан ташкил этувчиси ҳосил бўлади. Шу сабабли триод электрон қурилмаларда фақат кучайтирувчи элемент сифатида эмас, балки турли шаклдаги сигналлар ҳосил қилувчи (генератор) асбоб сифатида ҳам ишлатилади.

2. Триоднинг характеристикалари.

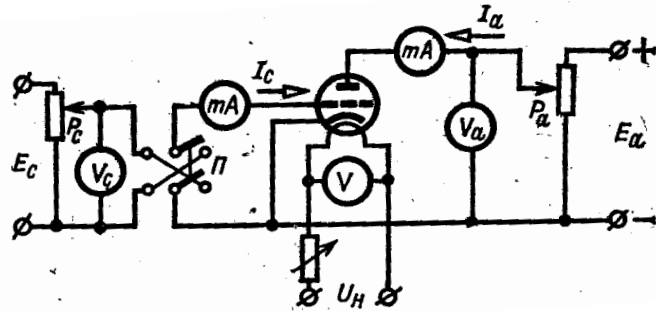
Триод лампанинг I_a анод занжиридан ўтаётган ток анод ва тўрдаги кучланишлар ўзгаришига боғлиқ ҳолда ўзгариб туради. Бу ўзгаришларни ифодаловчи боғланишлар **триоднинг характеристикалари** дейилади. Триод лампанинг **статистик** ва **динамик** характеристикалари бор. Статистик характеристикаларни ўрганишда триоднинг чиқиш қисмига кетма-кет қилиб анод токини ўлчаш учун миллиамперметр ва электр манбаи уланади. Динамик режимда эса анод занжирига юклама қаршилиқ ҳам уланади.

Триоднинг 1 та статистик характеристикалари бор.

1. Анод характеристикаси.
2. Тўр характеристикалари.
3. Анод-тўр характеристикалари.
1. Тўр-анод характеристикалари.

Бу характеристикаларни ўрганишда триоднинг битта электродидан ташқари қолган электродларидаги кучланишлар доимий ҳолда сақланади. Лампанинг бундай ҳолдаги иш режими **статик режими** дейилади. Шу

сабабли бу характеристикалар унинг **статик характеристикалари** деб аталади.



2 –расм. Триодни ўрганишиш бўйича электр занжир схемаси.

Лампанинг характеристикаларини ўрганиш учун 2-расмда келтирилган электр занжири йиғилади. Толадаги кучланишни R реостат ёрдамида $\sim 6,3$ В атрофида ростлаб турилади. Бошқарувчи тўрга алоҳида электр манбаи E_c дан доимий кучланиш берилади ва у потенциометр P_c билан ўзгартириб ва V_c вольтметр билан кузатиб турилади. Миллиамперметр mA тўр занжиридаги I_c токни ўлчайди. Калит Π нинг (ўнг) I-ҳолатида тўрга манфий кучланиш, Π (чап) ҳолатида эса мусбат кучланиш келтирилади. Анод занжири E_a электр манбаи ёрдамида доимий кучланиш билан таъминланади. Анод кучланиши P_a потенциометр билан ростлаб, V_a вольтметр билан кузатиб турилади. Миллиамперметр mA анод занжиридаги I_a токни ўлчайди.

2.1.Триоднинг анод характеристикаси.

Триоднинг анод характеристикаси деб, бошқарувчи тўр кучланиши ўзгармас бўлганда ($U_c = \text{const}$), анод токининг анод кучланишига боғлиқлиги тушунилади, яъни

$$I_a = f(U_a) \text{ боғланиш } U_c = \text{const} \text{ бўлганда.}$$

Бу боғланиш графиклар тарзида тўр кучланиши U_c (-2,-1 ва 0, 2, 6,В) бўлган ҳолатлар учун 3-расмда келтирилган.

Тўрнинг турли кучланишларида олинган анод характеристикалари тўплами анод характеристикалари оиласи деб аталади.

Триоднинг анод характеристикаларидан кўриниб турибдики, тўрга турли микдордаги (мусбат ёки манфий) кучланиш бериб, анод токини сезиларли тарзда ўзгартириш мумкин экан. Радиоэлектрон қурилмаларда асосан тўрга манфий кучланиш бериладиган ҳол кўп ишлатилади. Чунки тўрда манфий кучланиш бўлганда у электронларни тортмайди ва шу сабабли тўр занжирида ток бўлмайди. Демак, тўрга манфий кучланиш бериб, ҳеч бир энергия сарфламай анод токини бошқариб туриш мумкин экан. Триоднинг бу

хоссаси унинг турли-туман радиоэлектрон қурилмаларда **асосий электрон асбоб** сифатида ишлатилишига сабабчи бўлди.

Тўр ташқи электр сигнали манбаларига (антенна, микрофон, тебраниш контури ва х.к) уланган бўлса, тўрда ҳосил бўлган кучсиз сигналлар триодда электр манбаи энергияси ҳисобига кучайтирилиб анод занжирида тўрға келтирилган сигнал ўзгаришларига мос ҳолда ўзгарадиган, лекин қуввати ўнлаб марта оширилган сигнал ҳосил қилинади. Радиотехникада тўрига мусбат кучланиш берилган триодлар ҳам учрайди. Уларнинг тўри маъсус шаклда бўлади. Бундай триодларда тўр кучланиши катоддан чиққан электронларга фақат тезлаштирувчи таъсир кўрсатади. Бундай лампаларда анод кучланиши кичик бўлса ҳам, катта анод токини ҳосил қилиш мумкин.

2.2. Тўр характеристикалари.

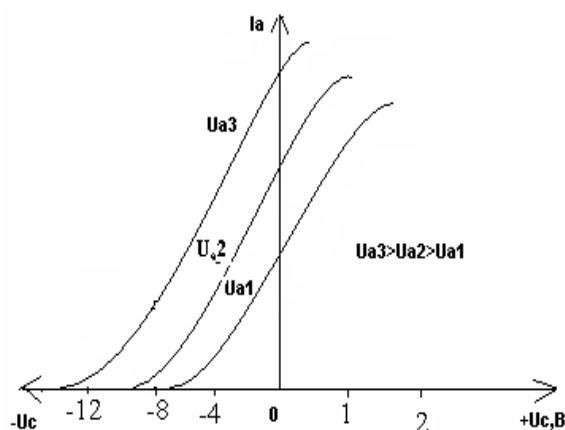
Триоднинг анод кучланиши ўзгармас ($U_a = \text{const}$) бўлганда тўр занжиридаги токнинг унга келтирилган кучланишга боғлиқлиги тўр характеристикасини беради, яъни $I_c = f(U_c)$. Лампанинг тўр занжиридан ўтадиган ток амалий аҳамиятга эга эмас.

2.3. Триоднинг анод-тўр характеристикалари.

Анод-тўр характеристикалари деб, анод кучланиши ўзгармас бўлганда анод токининг тўр кучланишига боғлиқлиги тушунилади, яъни

$$J_a = f(U_c) \text{ боғланиш } U_a = \text{const} \text{ бўлганда.}$$

Бу характеристикани олиш учун 2-расмдаги электр занжиридан фойдаланилади. Бундай характеристикаларга хос бўлган эгри чизиқлар тўплами 1-расмда келтирилган.



1-расм. Триод лампанинг анод-тўр характеристикалари.

Расмдан қуйидаги муносабатларни аниқлаш мумкин.

- 1). Тўрдаги манфий кучланиш ортиб бориши билан анод токи камайиб бориб, U_c нинг бирон қийматида нолга тенг бўлиб қолади.
- 2). Анод кучланишининг катта қийматларида эса анод токи тўрнинг тобора катта манфий қийматларида нолга эришади.

3).Тўрға мусбат кучланиш берилса анод токи то тўйиниш содир бўлгунча текис ортиб боради.

1).Анод кучланишининг катта қийматларида анод токи (I_T) тўйиниш ҳолатига тўрнинг табора кичик мусбат кучланишларида эришади.

5)Анод кучланишнинг ортиши анод-тўр характеристикасининг чапга силжишига олиб келади.

6).Аноднинг тўйиниш токи қиймати унинг турли кучланишлари учун турлича бўлади.

Шунингдек, расмга қараб анод характеристикасида анод токи графиги координата ўқининг чап қисмида –яъни тўр кучланишининг манфий қийматлари соҳасида ва ўнг қисмида - яъни тўр кучланишининг мусбат қийматлари соҳасида жойлашишига эътибор бериш мумкин. Бу соҳаларнинг қайси қисми асосий бўлиши лампанинг конструкциясига, масалан, тўрнинг қуюқ ёки сийрак бўлишига боғлиқ. Тўр сийрак бўлса, у анод токига кучсиз таъсир кўрсатиб, анод характеристикалари чап томонга кўпроқ чўзилган бўлади. Бундай лампаларни ишлатишда асосан характеристиканинг чап қисмидан фойдаланилади.

2.1.Триоднинг тўр-анод характеристикалари.

Тўр кучланиши ўзгармас бўлганда ($U_T = \text{const}$) тўр занжиридаги токнинг анод кучланишига боғлиқлиги триоднинг тўр-анод характеристикаси ифодалайди, яъни $I_T = f(U_a)$ боғланиш $U_T = \text{const}$ бўлганда.Тўрдаги кучланиш манфий бўлганда тўр токи ҳисобга олмаслик даражада кичик бўлади. Шу сабабли, амалда тўрдаги кучланиш қиймати мусбат бўлган ҳол ўрганилади.Бу боғланишни анод характеристикалари графигида ифодалаш мумкин ва у 3-расмда штрих чизик билан кўрсатилган. Анод кучланиши ортиши билан тўр токи дастлаб тез камайиб, сўнгра текис пасаяувчи чизик билан ифодаланади. Тўр токини унинг кучланиши манфий бўлганда ионлашган қолдиқ газ атомларининг тўр томонга ҳаракати ва тўр материалининг эмиссияси туфайли юзага келган оқимлар ташкил этиши мумкин. Тўр кучланиши мусбат бўлганда эса тўр томонидан ушлаб қолинган электронлар ҳисобига юзага келади.Демак,тўр токининг миқдорига қараб,лампадаги вакуумини ва тўр материали сифатини аниқлаш мумкин.

3.Триоднинг параметрлари.

Триоднинг параметрлари деб анод токининг анод ва тўр кучланишларининг ўзгаришларига боғланишини ифодаловчи **доимий миқдорларга** айтилади. Бу миқдорлар лампанинг асосий хоссаларини белгилайди. Триоднинг 1 та асосий параметри бор:

- 1) Характеристика қиёлиги – S ҳарфи билан белгиланади;
- 2) Ўзгарувчан токка кўрсатиладиган ички қаршилиги- R_i ;

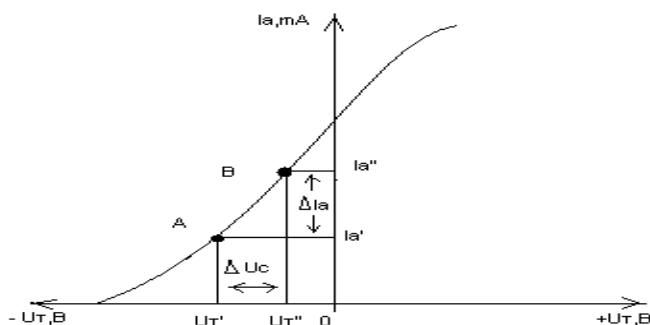
3) Кучайтириш коэффициенти- μ .

1) Электродлараро сиғим-С

3.1.Характеристика қиялиги

Характеристика қиёлиги деб, анод кучланиши қиймати доимий бўлганда тўр кучланишининг бир вольтга ўзгаришига мос келган анод токининг ўзгариши катталагини ифодаловчи катталиқга айтилади. Бу катталиқ анод токининг тўр кучланиши ўзгаришига қараб ўзгариш тезлигини билдиради ва у анод кучланиши доимий бўлганда олинган анод-тўр характеристикасидан аниқланади, яъни

$$S = \frac{\Delta J_a}{\Delta U_c}, \frac{mA}{B} \quad (U_a = \text{const} \text{ бўлганда}) \quad (1)$$



6-расм.Триоднинг характеристикаси қиёлигини аниқлашга доир чизма.

(1) формулага кўра характеристика қиёлиги тўр кучланишининг 1В ўзгаришига мос келган анод токининг неча миллиамперга ўзгариш катталигини ифодалар экан.

Одатда, бу катталиқни тўрға манфий кучланиш берилганда олинган анод-тўр характеристикасидан аниқлаш қулай (6-расм).Триод характеристикаси ночизиқли характерга эга, шунинг учун ҳам характеристика қиялиги характеристика чизиғининг барча нуктасида бир хил эмас.

Характеристика чизиғининг қиялиги турли триодлар учун турлича бўлиб, қиялиги қанча тик бўлса триоднинг сифати шунча яхши бўлади. Энг кўп тарқалган триодларнинг характеристикаси қиялиги уларнинг ишчи соҳасида $1-20 \frac{mA}{B}$ (махсус триодларда $10-70 \frac{mA}{B}$) оралиғида бўлади. Шундай қилиб, анод-тўр характеристикасининг қиялиги тўрнинг анод токини бошқариш қобилиятини миқдорий жиҳатдан аниқлар экан.Лампанинг характеристикаси қиялигини билган ҳолда (1) дан анод токининг ўзгариши катталигини аниқлаш мумкин:

$$\Delta I = S * \Delta U_a \quad (2)$$

3.2. Ички қаршилиги.

Тўр кучланиши ўзгармас бўлганда анод кучланишининг ΔU_a миқдорга ўзгариши ҳосил қилган анод токининг ΔJ_a ўзгаришига нисбати билан аниқланадиган катталик **триоднинг ички қаршилиги** деб аталади ва R_i билан белгиланади, яъни

$$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta J_a} \quad (\text{бирлиги Ом}) \quad (3)$$

Триоднинг ички қаршилигини ҳам 6-расмда келтирилган графикдан аниқлаш мумкин. Бу графикдаги характеристикадан кўриниб турибдики, анод кучланишининг $\Delta U_a = U_a'' - U_a'$ миқдорга ўзгариши анод токининг $\Delta J_a = J_a'' - J_a'$ миқдорга ўзгаришига олиб келади.

3.3. Кучайтириш коэффициенти.

Триод характеристикаларини таҳлил қилиб айтиш мумкин-ки, анод занжиридаги ток кучини тўр кучланишини ўзгартмай анод кучланиши ошириш йўли ёки анод кучланиши бирдай сақлаб тўр кучланишини ошириш билан ўзгартириш мумкин экан. Лекин тажриба натижалари кўрсатадики, анод токининг ўзгаришига анод кучланишига нисбатан тўр кучланиши кучлироқ таъсир кўрсатар экан. Бу таъсирлар орасидаги муносабат триоднинг кучайтириш коэффициенти ифода қилади. Лампанинг **кучайтириш коэффициенти** деб, характеристиканинг ишчи соҳасида анод токининг бирхил қийматини олиш учун зарур бўлган анод кучланишининг ўзгаришини тўр кучланиши ўзгаришига нисбати билан аниқланадиган катталикга айтилади ва у μ ҳарфи билан белгиланади, яъни

$$\mu = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_c}, \quad J_a = \text{const} \quad (1)$$

Юқоридаги мулоҳазаларни миқдорлар орқали қуйидаги мисолда кўриш мумкин, яъни анод кучланишининг $\Delta U_a = 110 - 100 = 10\text{В}$ га ўзгариши ёки тўр кучланишининг $\Delta U_c = -2 - 0 = -2\text{В}$ га ўзгариши анод токини бир хил миқдорга ўзгартира олади. Ушбу қийматларга кўра, триоднинг кучайтириш коэффициенти аниқлаймиз:

$$\mu = \left| \frac{\Delta U_a}{\Delta U_c} \right| = \left| \frac{140 - 100}{(-2) - 0} \right| = \left| \frac{40}{-2} \right| = 20.$$

Кучайтириш коэффициенти мусбат миқдор бўлиши учун уни аниқловчи катталикларнинг модули олинади. (1) формулага ўзгартириш киритиб ёзамиз:

$$\mu = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_c} * \frac{\Delta I_a}{\Delta I_a} = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_c} * \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a} = S * R \quad (5)$$

Бундан $\mu = S * R$ (6) ҳосил бўлади.

Триоднинг учта параметрини боғловчи бу формула триоднинг **ички ёки Баргаузен** тенгламаси деб аталади. Триоднинг кучайтириш коэффициенти асосан тўрнинг қуюқлиги ва тўр билан катод орасидаги масофага боғлиқ. Шу сабабли триоднинг тузилишига қараб кучайтириш коэффициенти 1-100

оралиғида қийматларни олади. Лампанинг кучайтириш коэффисентига тескари бўлган катталик унинг сингдирувчанлиги деб аталади, яъни:

$$D = \frac{1}{\mu} \quad (7)$$

Лампанинг сингдирувчанлиги анод кучланиши ҳосил қилган электр майдоннинг қанча қисми тўр ва катод оралиғидаги соҳага ўтишини ифодалайди. Тўр қанча куюқ ўралган бўлса, анод майдони таъсири бу оралиқда кам ва бундай лампанинг сингдирувчанлиги кичик. Аксинча, тўри сийрак ўралган лампада анод майдони тўр-катод оралиғида кучли таъсирга эга ва бундай лампанинг сингдирувчанлиги катта бўлади.

(7) га кўра Баркгаузен тенгламаси қуйидаги кўринишни олади:

$$S \cdot R \cdot D = 1 \quad (8)$$

Демак, триод лампанинг учта статистик характеристикаларидан олинган учта параметрининг кўпайтмаси бирга тенг бўлган шартни қаноатлантириши керак экан.

3.1.Триоднинг электродлараро сиғими.

Триоднинг электродлар доимо зарядланиб тургани сабабли улар маълум сиғимга эга бўлган конденсаторларга ўхшайди. Триод юқори частоталарда ишлатилганда бу сиғимлар унинг иш режимида сезиларли таъсир кўрсатади. Триодда учта электродлараро сиғим бор:

1) $C_{т.к}$ –тўр ва катод оралиғи сиғими. Бу сиғим триоднинг **кириш сиғими** деб аталади, чунки у лампанинг кириш қисмига параллел уланган бўлади.

2) $C_{а.к}$ –анод ва катод оралиғи сиғими. Бу сиғим триоднинг **чиқиш сиғими** деб аталади, чунки у лампанинг чиқиш қисмидаги юклама қаршилиқга параллел уланган бўлади.

3) $C_{а.т}$ – анод ва тўр оралиғи сиғими. Бу сиғим лампанинг **ўтиш сиғими** деб аталади, чунки бу сиғим орқали сигналнинг тўрдан анодга ва анод занжиридан тўр занжирига ўтиши мумкин. Бу эса кучайтирувчи босқичларда кераксиз тескари алоқани юзага келтиради.

Электродлараро сиғим электродларнинг ўлчамлари ва улар орасидаги масофага, ҳамда электродларни тутғич симлар узунлигига боғлиқ. Триод лампаларда электродлараро сиғим миқдори бирнеча пикофарад тартибида бўлади. Бу сиғимлар электродларда кучланиш бўлмаганда ўлчанади. Электродлараро сиғимлар фақат юқори частоталарда эмас, балки товуш частоталардаги кучайтиргичларда ўз-ўзини “уйғотиш” ҳолатини келтириб чиқаради. Шу сабабли лампалардаги электродлараро сиғимни камайитириш чоралари кўрилади. Ўта юқори частоталарда электродлараро сиғими триод ишига кучли таъсир кўрсатгани учун бу частоталарда ундан фойдаланилмайди.

6.Триоднинг камчиликлари.

1. Ўта юқори частоталарни кучайтиришда ишлатиб бўлмаслиги. Ўта юқори частоталарда $C_{ат}$ сиғим орқали юқори частотали ток сезиларли даражада

ортиб, энергиянинг беҳуда исрофига олиб келади ва характеристикалари бузилади.

2. Катта кучайтириш коэффицентини эришиб бўлмаслиги ($\mu < 100$).

Маълумки лампанинг кучайтириш коэффиценти тўрнинг кучланишига ва унинг қуюқ ёки сийрак ўралишига боғлиқ. Лампа тўри қанча қуюқ бўлса, унинг кучайтириш коэффиценти шунча катта бўлади. Лекин тўрни ҳаддан ташқари қуюқлаштириб бўлмайди. Чунки, қуюқ тўрдаги кичик манфий кучланиш ҳам лампани ёпиб қўяди.

Триод лампадаги бу камчиликларни тўр ва анод оралиғига қўшимча тўрлар-электродлар киритиш билан барҳам бериш мумкинлиги аниқлангандан сўнг мукаммаллаштирилган, кучайтириш коэффиценти юқори бўлган электровакуумли (тетрод - 1 электродли, пентод - 5 электродли, гептод-6 электродли, комбинациялашган – битта баллонда иккита электродлар системаси жойлашган - триод-пентод, диод-пентод, триод-гептод, триод-триод ва ҳ.к.) лампалар яратилди. Бу лампалар ўтган асрнинг 70-йилларига келиб чиқарилган электрон қурилмаларнинг асосий элементлари бўлиб қолди. Ҳозирги пайтда улар ўрнини яримўтказгичли асбоблар эгаллади. Лекин, электрон лампаларни лаборатория шароитида ўрганиш электроника соҳасига энди қадам қўятганлар учун ҳар қандай электрон асбобнинг ишлаш жараёнида иштирок этадиган зарядли заррачаларни ҳосил қилиш, уларни бошқариш ва амалий мақсадларда ишлатиш усуллари бўйича дастлабки маълумотларни олишда энг оддий ва содда тажриба усули сифатида ўз аҳамиятини сақлаб қола беради.

II. Амалий қисм.

1. Керакли асбоб ускуналар ва жиҳозлар:

- 1). Уч электродли электрон лампа-триод-6C2П
- 2). 3-расмдаги схема асосида йиғилган лаборатория қурилмаси.
- 3). 6,3В, 0-250В ва +50-0-(-50)В кучланишлар билан таминлай оладиган электр таъминот блоки.
- 1). Улаш симлари.

2. Ишни бажариш тартиби:

- 1). 3-расмдаги схема асосида электр занжири йиғинг. Схемадаги B_T уяларни универсал электр манбаининг -50,+50В ёзилган чиқиш учларига уланг. Шунингдек, $\sim 6,3В$ ва B_a уяларни ҳам тегишли учларга уланг. Улаш пайтида қутбларнинг тўғри уланишига этибор беринг. Схемани йиғиб бўлгандан сўнг уни ўқитувчига текширтиринг.
- 2). Занжирда ишлатиладиган барча асбоб ва ускуналарнинг паспорт маълумотлари ёзиб олинг.

3. Триоднинг анод характеристикаларини олиш.

- 1). R_T потенциометрни бураб ўрта ҳолатга, ва R_a потенциометрни эса чап томонга охиригача бураб қўйинг. “К” калитни ўрта ҳолатга ўрнатиб, “сеть”

калитини юқорига кўтариб, электр манбаини тармоқга уланг. Бу пайтда унинг ёнидаги рангли чирокча ёниши керак. Лампанинг толаси ҳам қизариб ёна бошлайди ва 5-6 минутгача унинг яхши қизишига имкон беринг.

2). R_a потенциметрни оҳиста ўнг томонга бураб, анод кучланиши 10,20,30÷250В гача оширинг ва вольтметр V_a ва миллиамперметр “мА”нинг кўрсатишларини 1-жадвалга ёзиб боринг.

1-жадвал.

$U_T=0$				
№	$U_a, В$	$I_a, мА$	$R = \frac{U_a}{I_a}, Ом$	$S = \frac{I_a}{U_a}, \frac{мА}{В}$
1.	10			
2.	20			
3.	30			
1.	.			

3).1-жадвалдаги анод кучланиши ва унга мос анод ток кучи қийматларидан лампанинг диод сифатида доимий токга кўрсатган R_0 қаршилигини ҳисобланг ва уни изоҳланг.

1). “К” калитни II ҳолатга ўтказиб, V_T вольтметрга қараб тўрға 1В манфий кучланиш беринг ва анод кучланишини “0” дан бошлаб 10 В оралатиб 250 В гача оширинг.Миллиамперметр ва вольтметр кўрсатишларини 2-жадвалга ёзинг.Олинган натижалар асосида R_0 ни ҳисобланг ва уни 1-жадвалдаги қиймат билан солиштиринг, уларнинг фарқини тушунтиринг.

2-жадвал.

$U_T=-1$					$U_T=-2$			
№	$U_T, В$	$U_a, В$	$I_a, мА$	$R_0,$	$U_T, В$	$U_a, В$	$I_a, мА$	$R_0,$
1.	-1	10			-2	10		
2.	-1	20			-2	20		
.	.	.			.	.		

5).Тўрға -2В, -1В, -6В ҳ.к кучланиш бериб, 1-банддаги тажрибаларни такрорланг, натижаларни 2-жадвал сингари жадвалга киритинг ва R_0 ни ҳисобланг.

6). “К” калитни I ҳолатга ўтказиб, тўрға аввал +1В сўнгра +2В,+1В кучланиш бериб ва 1-банддаги ўлчашларни такрорланг. Натижаларни жадвалга ёзиб боринг ва ҳар бир ўлчаш учун R_0 ни ҳисобланг.

3-жадвал.

$U_T= 1$					$U_T= 2$			
№	$U_T, В$	$U_a, В$	$I_a, мА$	$R_0,$	$U_T, В$	$U_a, В$	$I_a, мА$	$R_0,$

1.	1	10			2	10		
2.	1	20			2	20		
.	.	.			.	.		

7).1-, 2-ва 3-жадваллар асосида триоднинг анод характеристикалари графигини чизинг. Ҳосил бўлган графикни 3- ва 1- расмлардаги характеристикалар билан солиштириб, олинган натижаларга изоҳ беринг.

1.Триоднинг анод-тўр характеристикаларини олиш.

1). R_a потенциометр билан анодга 100В кучланиш беринг ва “К” калитни II ҳолатга ўтказинг. R_T потенциометр ёрдамида тўрдаги манфий кучланишни анод токи нолга етгунча оширинг. Тўр кучланиши шу қийматдан бошлаб бир вольтлаб камайтиринг ва анод токининг қийматларини 1-жадвалга ёзиб боринг. Тўр кучланиши нолга тенглашганда “К” калитни I ҳолатга ўтказиб, тўрға мусбат кучланиш беринг ва уни бир вольтлаб ошириб, V_T вольтметр ва миллиамперметр кўрсатишларини жадвалга ёзиб олинг. Тажриба давомида U_a кучланиш бир хил бўлиб туришига эътибор беринг.

1-жадвал.

№	$U_a, В$	$I_a, мА$	$U_T, В$	$U_{a0}, В$	$I_{a0}, мА$	$U_T, В$	$U_a, В$	$I_a, мА$	$U_T, В$
1.	100		-10	150			200		
2.	100		-8	150			200		
3.	100		-6	150			200		
1.	100		-1	150			200		
5.	100		-2	150			200		
6.	100		0	150			200		
7.	100		+2	150			200		
8.	100		+1	150			200		

2).Юқоридаги тажрибани анодга 150 ва 200В кучланиш бериб такрорланг. Олинган натижалар бўйича $J_a = f(U_c)$ боғланиш графигини чизинг. Графикдаги эгри чизиқларни 5-расмдаги чизиқлар билан таққосланг ва тажриба натижаларига изоҳ беринг.

5.Триоднинг параметрларини ҳисоблаш.

1).Анод кучланишининг бирон қийматида 1-жадвал натижалари асосида $J_a = f(U_T)$ боғланиш графигини чизинг. Юқорида баён этилган икки нукта усули бўйича характеристиканинг тўғри чизиқли қисмидан иккита нуктани белгиланг, координата ўқларидан ток кучи ва кучланишларнинг қийматини олиб ΔI_a ва ΔU_T ларни топинг ва (1)формула бўйича характеристика қиялиги S ни аниқланг. S нинг қийматини характеристика чизиғида танланган бошқа нукталар учун ҳам ҳисоблаб кўринг. Барча ҳисоблашларда характеристика қиялигининг бир хил қийматга эга бўлиши керак.

2). ΔI_a ва ΔU_a ларнинг юқоридаги аниқланган қийматларидан (3) формула бўйича триоднинг ички қаршилигини ҳисобланг.

3). Триоднинг 3-жадвал натижаларига кўра чизилган анод-тўр характеристикаларидан 6-расмда кўрсатилган усул асосида кучайтириш коэффицентини аниқланг.

1). Аниқланган ушбу кучайтириш коэффицентини $\mu = SR_i$ формула бўйича ҳисобланган қийматга солиштиринг.

5). Берилган триоднинг ички тенгламасининг бирга тенг бўлиши шартини S, R_i ва $D(\mu = \frac{1}{D})$ ларнинг аниқланган қийматларини (8) га қўйиб текширинг.

6). Тажриба натижалари асосида чизилган характеристика чизиқларини таҳлил қилиб, анод ва анод-тўр характеристикалари учун ўзингиз энг маъқул деб ҳисоблаган характеристикаларни алоҳида ажратиб кўрсатинг ва танловингизни изоҳланг. Танланган бу характеристикадан шу триод учун ишчи анод кучланишлари диапозонини аниқланг.

7). Тажрибадаги триод учун аниқланган маълумотларни 5-жадвалга ёзинг.

5-жадвал

Маркаси.	U_a	I_a	R_0	S	μ	R_i	D	$S \cdot R_i, D=1$

Назорат саволлари.

1. Триод деб қандай электровакуум асбобга айтилади?

2. Триод лампа қандай хусусиятларга эга?

3. Триоднинг анод характеристикаларининг диод лампа характеристикаларидан фарқи қандай?

1. Нима учун триоднинг тўрига берилган манфий кучланиш катоддан чиқиб анод томонга қараб ҳаракатланаётган электронларни тормозлайди?

5. Триоднинг ёпиқ ҳолати деганда нима тушунаси?

6. Нима учун триод ночизикли элемент деб ном олган?

7. Триоднинг қандай иш режимлари бор ва уларни бир-биридан фарқи қандай?

8. Триоднинг анод характеристикаси қандай хусусиятларга эга?

9. Триоднинг тўр занжирида ток пайдо бўлишининг қандай сабаблари бор?

10. Триоднинг характеристика қиялигини аниқлашнинг қандай усуллари бор?

11. Триоднинг ички қаршилиги нима ва уни нима учун Ом қонуни билан аниқлаш мумкин эмас?

12. Тўр электроди ўрамларининг сийрак ёки қуюқ бўлишининг анод токига таъсири қандай? Триоднинг сингдирувчанлиги деганда нимани тушунаси?

- 13.Триоднинг ички тенгламаси тўғрисида тушунча беринг?
- 11.Триоднинг қандай электродлараро сигими бор?Улар фойдалими ёки фойдасиз ҳисобланадими?
- 15.Триоднинг қандай турлари бор, мисол келтиринг ва уларни тавсифланг?
- 16.Триод лампанинг қандай камчиликлари бор ва уларни қандай қилиб бартараф этилади?

Лаборатория иши № 5.3

Мавзу: Яримўтказгичли диодни ўрганиш.

Ишнинг мақсади. Ярим ўтказгичли диоднинг тузилиши ва ишлаш принципи билан танишиш, унинг асосий хоссалари ва параметрлари билан танишиш, диоднинг вольт-ампер характеристикасини олиш ва уни анализ қилиш.

Назарий маълумотлар:

Ярим ўтказгичларнинг фанда ўрганила бошланганига ҳали кўп бўлгани йўқ. Лекин ҳозирги кунда ярим ўтказгичли асбоб ёки қурилмалар қўлланилмайдиган бирор соҳа бўлмаса керак.

Ярим ўтказгичлар ўзларининг солиштирама электр қаршиликлари бўйича ўтказгичлар ўзларининг солиштирама электр қаршиликлари бўйича ўтказгичлар билан изоляторлар ўртасидаги оралиқ ҳолатини эгаллайди.Ярим ўтказгичларнинг ток ўтказувчанлиги ташқи шароитларда (температурага ,ёритилганликка) ҳам боғлиқ

Ярим ўтказгичлар ўзларининг электр ўтказувчанлиги зоналар назарияси ёрдамида тушунтирилади . Зоналар назариясига кўра,яримўтказгичларда эркин электродлардан ташқари яна “коваклар” деб аталган ток ташувчилар ҳам мавжуд .”Ковак”лар электронларнинг кристалл панжара ўз-ўзидан чиқиб кетиши туфайли ҳосил бўлган мусбат ишорали “бўш” ўринлар-вакансиялардир. Ионлашган ҳолдаги бундай атомнинг бўш ўринлари кўшни атом электрони ҳисобига тўлдириши мумкин.Шу тариқа коваклар атомдан атомга узатилиши мумкин . Буэса мусбат заряднинг кўчиши деб аталади.Зоналар назариясида энергетик тасаввурлар фазода, фақат эркин коваклар ҳаракат қиладиган ўтказувчанлик зонаси ва уларнинг ўртасида эса тақиқланган зона мавжуд деб қаралади.

Мана шу тақиқланган зонанинг кенглиги ҳар хил ярим ўтказгич материаллари учун ҳар хил . Масалан , германий учун $E_g=0,7$ эВ, кремний учун $E_g=1,1$ эВ, галлий арсенидучун эса $E_g=1,15$ эВ га тенг.

Соф ярим ўтказгичга эркин электрон ва коваклар сони жуда кам (лекин улар ўзаро тенг). Шунинг учун бундай ярим ўтказгич электр токини ёмон ўтказади.Ярим ўтказгичларнинг ўтказавчанлигини ошириш учун уларга жуда кам миқдорда аралашма киритилади. Бу аралашманинг турига қараб, ярим ўтказгич электрон ёки ковак ўтказувчанликка эга бўлиб қолади. Масалан, агар 1 валентли кремний кристалига беш валентли аралашма

(сурьма, фосфор, мышьяк) киритилса, улар ярим ўтказгич атоми ўрнини эгаллаб, 1та валент электрони билан қўшни атомлар билан боғланади. Келган бешинчи электронни ҳеч қандай боғланишда иштирок этмай, эркин бўлиб қолади. Шундай қилиб кристалда эркин электронларнинг сони кескин ортиб кетади, яъни кремний электрон ўтказувчанликка эга бўлиб қолади. Агар кремний кристалига уя валентли аралашма (индий, алюминий, галлий) киритилса, кристалда боғланиш тўла бўлиши учун 1та электрон етишмайди ва нейтраллашган ток ҳисобига бўш мусбат ўринлар-эркин ковакларнинг сони кескин ортади ва кремний ковак ўтказувчанликка эга юлиб қолади.

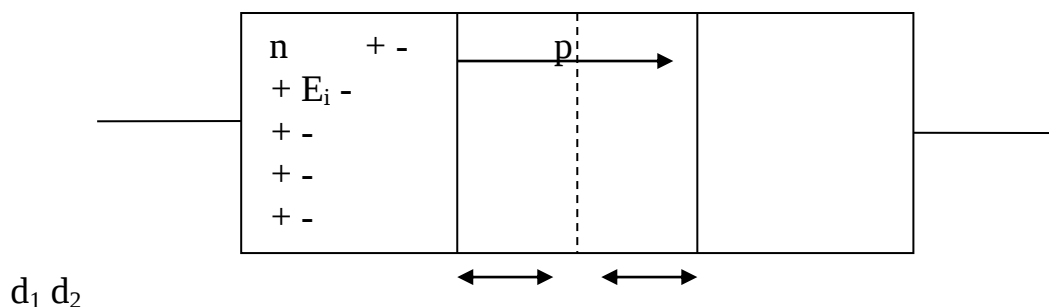
Ярим ўтказгичда ортиқча эркин электронларнинг ҳосил қилувчи аралашма донор деб аталади. Бундай ярим ўтказгич эса р-тип ярим ўтказгич деб аталади.

Ярим ўтказгичли асбобларнинг деярли кўпчилиги р-п - ўтиш хосасаларига асослангадир, р-п - ўтиш ярим ўтказгич ўтказувчанлигининг бир турдан иккинчи турга алмашадиган кесим бўлиб, унинг бир тамонида ўтаувчанлик асосан электронлар ҳисобига бўлса, иккинчи тамонида эса коваклар ҳисобига бўлади. Демак, р-п ўтишнинг бир тамонида электронлар асосий заряд ташувчилар бўлиб, коваклар эса асосий бўлмаган заряд ташувчилар бўлиб ҳисобланса, иккинчи томондан бунинг акси бўлади. Аслида (р-п электронли ва ковакли ярим ўтказгичларни бир-бирига жуда яқин жойлаштириш йўли билан олиш мумкин). Лекин бу усулда олинган р-п ўтиш анчагина камчиликларга эга. Шу сабабли р-п ўтиш асосан диффузия усули билан олинади, ўтишнинг хоссаларига таъсир кўрсатади. Бунга сабаб, контактлартиришдан олдин контактлашувчи юзлари орқали адсорбцияланган бошқа моддаларнинг атом ва молекулалари ярим ўтказгичлар сиртида кристалл панжаранинг нуқсонларни вужудга келтиради. Бу нуқсонлар р-п ўтишнинг хоссаларини ўзгартиради.

Диффузия усули билан р-п ўтишни олиш учун п-ўтишни германий олиниб, унинг устига р-тип германийга айлантириб қўядиган аралашма, масалан, индий парчаси қуйилади. Буларни биргаликда водород билан тўлдирилган идишда 500°C температурада маълум вақт давомида ушлаб турилади. Бу вақт индий, германий элементи билан бир-бирларига диффузияланиб аралашиб қолади. Натижада германий элементининг бу қисми индий аралашмаси билан тўйинади. Ҳосил бўлган монокристаллнинг идий билан тўйинган бу қисми р-тип ўтказувчанликка эга бўлган кристаллга айланади. Худи шу усулда р-тип германийнинг бир қисмини п-тип германийга айлантириш йўли билан ҳам р-п-ўтиш олиш мумкин.

Электронли ярим ўтказгичга ферми энергетик сатҳи ўтказувчанлик зонасига яқин туради, тегишли ярим ўтказгичда эса валентли зонасига яқин жойлашади. Ярим ўтказгичнинг иккала қисми бир-бири билан мувозанат ҳолатда бўлса, ферми энергетик сатҳи бир хил текисликда ётади. (1-расм). Ярим ўтказгичнинг иккала қисмидаги ферми энергетик сатҳининг бир-бири билан тенглашиши р-п ўтишда контакт потенциаллар айирмаси ҳосил бўлишига сабаб бўлади.

Контакт потенциаллар айирмасини ҳосил юўлишини яна қуйидагича тушинтириш мумкин. Электронли ярим ўтказгичда электронлар концентрацияси ковакли ярим ўтказгичлардагига қараганда кўп бўлганлиги сабабли электролар р-п-ўтишининг п-ярим ўтказгич қисмидан р-ярим ўтказгич қисмига тамом диффузияланади. Натижада диффузияланиб ўтган электронларнинг қолдирган мусбат ионларнинг ҳисобига п-тип ярим ўтказгич мусбат зарядланиб қолади.



1-расм. п-р ўтиш схемаси.

Ковакли ярим ўтказгичда коваклар концентрациясидан кўп бўлганлиги учун ковакларлар монокристаллининг п- ярим ўтказгич орасидаги п-турдан ярим ўтказгичда р-тур ярим ўтказгичга қараб йўналган электр майдони ҳосил бўлади. Бу майдон ковакларни электронли ярим ўтказгичга электронлари эса ковакли ярим ўтказгичга диффузияланиб ўтишга тўсқинлик қилади. Мувоzanат юз берган вақтда электронларнинг ковакли ярим ўтказгичга , ковакларнинг ярим ўтказгичга диффузияланиб ўтиш тўхтайди. Бундай шароитда мавжуд бўлган р-п-ўтишдаги потенциаллар айирмаси бўлиб ҳисобланади. У миқдор жиҳатдан иккала ярим ўтказгичдаги ферми энергетик сатҳларининг айирмаси электрон зарядига бўлган нисбатига тенг бўлади:

$$\varphi = \frac{\Delta E}{e} = E_{fn} - E_{fp}$$

Монокристалларнинг иккала қисмига ҳам диффузияланган заряд ташувчилар ҳисобига ҳажмий заряд зичлиги ҳосил бўлади. Заряд ташувчилар билан компенсацияланмаган бундай ҳаракатчан бўлмаган ҳажмий зарядлар соҳаси бевосида п-ярим ўтказгичдан р- ярим ўтказгич соҳасига жойлашган бўлади. Ббу соҳанинг кенглиг р-ва п-ярим ўтказгичлардаги заряд ташувчилар концентрациясига, температура, ташқи йўналишга ватокнинг йўналишига боғлиқ бўлади.

Ҳажмий зарядлар котакт соҳасида қалинлиги d_1 ва d_2 бўлган қарама - қарши ишорали бўш электр ковани ҳосил қилади. Бу ковакнинг элетр майдони р-п ўтишининг ичкч электр майдони бўлиб п- соҳадан р-соҳага йўналган. Бу майдон электронларнинг $p \rightarrow n$, ковакларнинг эса $p \rightarrow n$ йўналишда йўл қўймайди.

Агар яримўтказгичга донор ва акцепторлар концентрацияси бир хил бўлса, d_1 ва d_2 қатламлар қалинлиги бир хил бўлади. $d_1 + d_2 = d$ қатлам

беркитувчи катлам деб аталади. Р-п ўтишда зарядларнинг ажралиш жараёни мувозанатлашгандан сўнг, ҳар иккала ярим ўтказгичларнинг ферми сатҳлари тенглашади. Бу эса р-п ўтиш соҳасида энергетик сатҳларнинг қийшайишига олиб келади. Натижада электронлар ва коваклар учун потенциал тўсиқ вужудга келади.

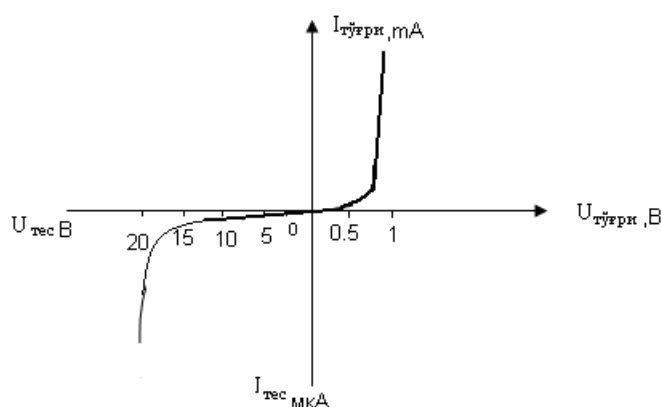
Бу потенциал тўсиқ баландлиги контакт потенциаллар айирмасига тенг:

$$\varphi = \varphi_n - \varphi_p = \varphi_T \ln \frac{n_n \cdot n_p}{n_i^2}$$

Бунда φ_n ва φ_p n ва p соҳаларнинг потенциаллари; n_n ва n_p - электронлар ва оқваклар концентрацияси; n_i -хусусий яримўтказгичдаги зхарадлар концентрацияси; φ_T - температурага боғлиқ потенциал.

Беркитувчи катлам қалинлиги $T=300^0$ К ва $n_n=10^{16}\text{см}^{-3}$ бўлганда кремний учун 0,32 мкм ва германий учун 0,21 мкмга тенг.

Агар р-п- ўтишга 2.расмда кўрсатилган йўналишда ташқи кучланиш уланса, ташқи майдон кучланганлигир-п- ўтиш майдони кучланганлигини заифлаштиради ва р-п- ўтишда аввал ўрнатилган динамик мувозанат бузилади. Чунки ташқи майдон р-п- ўтиш майдонига қарама-қарши йўналган бўлиб, ички майдон потенциалини заифлаштиради.Шундай қилиб ташқи майдонмйдон таъсирида коваклар р-соҳадан п-соҳага, электронлар эса п-соҳадан р-соҳага осон ўта бошлайди. Бу ҳолда коваклар р-тип ярим ўтказгичдан п-тип ярим ўтказгичга, электронлар эса п-тип ярим ўтказгичдан р-тип ярим ўтказгичга инжекцияланади деб аталади. Ташқи майдоннинг бу йўналиши “тўғри” йўналишда кучланишнинг маълум қийматидан бошлаб диод ток ўтказа бошлайди (2-расм).



2-расм. Яримўтказгич диоднинг вольтампер характеристики.

Бу кучланишнинг катталиги ярим ўтказгич материалнинг турига, аниқроғи ундаги тақиқланган зонанинг кенглигига боғлиқ . Агар кучланишнинг қутблари алмаштирилса, ташқи майдон кучланганлиги йўналиши р-п-ўтиш майдон кучланганлиги йўналиши билан мос тушиб қолди . Натижа р-п-ўтишнинг ички потенциаллар майдони ошади ва электрон ва ковакларнинг қарама-қарши томонга ўтиш қийинлашади.Демак “тескари “ йўналишда электрон ва коваклар учун потенциал тўсиқ янада ортиб кетади. Ток ташувчиларнинг инжекцияси тўхтайтиди ва р-п-ўтишдан деярли ток

ўтмайди. “Тескари” йўналишда озгина тескари токнинг бўлиши (2 в расм) р-п-ўтишдан асосий бўлмаган ток ташувчиларнинг ўтиши туфайли вужудга келади. Яъни п- соҳа учун асосий бўлмаган коваклар ва р-соҳа учун асосий бўлмаган электронлар р-п-ўтиш майдонидан бемалол ўта олади.

Шундай қилиб, р-п- ўтиш асосида тайёрланган ярим ўтказгичли диод “тўғри” тўғри йўналишдаги ток яхши ўтказди, “тескари” йўналишда эса яхши ўтказмайди.

Ярим ўтказгичли диоднинг асосий характеристикаларидан бири унинг вольт-ампер характеристикасидир, диоддан ўтаётган токнинг кучланиш боғланишидир (2-расм). Ярим ўтказгичли диоднинг “тўғри “ йўналишдаги тўла ва дифференциал қаршилиги унинг асосий параметрлардан ҳисобланади. Тўла (ўзгармас ток бўйича) қаршилик вольт-ампер характеристиканинг бирор нуктаси учун кучланишнинг токка нисбати сифатида аниқланади:

$$R = \frac{U_0}{I_0}$$

Дифференциал (ўзгармас ток бўйича) қаршилиқнинг вольт-ампер характеристиканинг бирор нуктасидаси ҳисоблаш учун эса кучланиш ва токнинг ўзгариш қийматлари олинади

$$R_i = \frac{\Delta U}{\Delta I}$$

Амалий қисм:

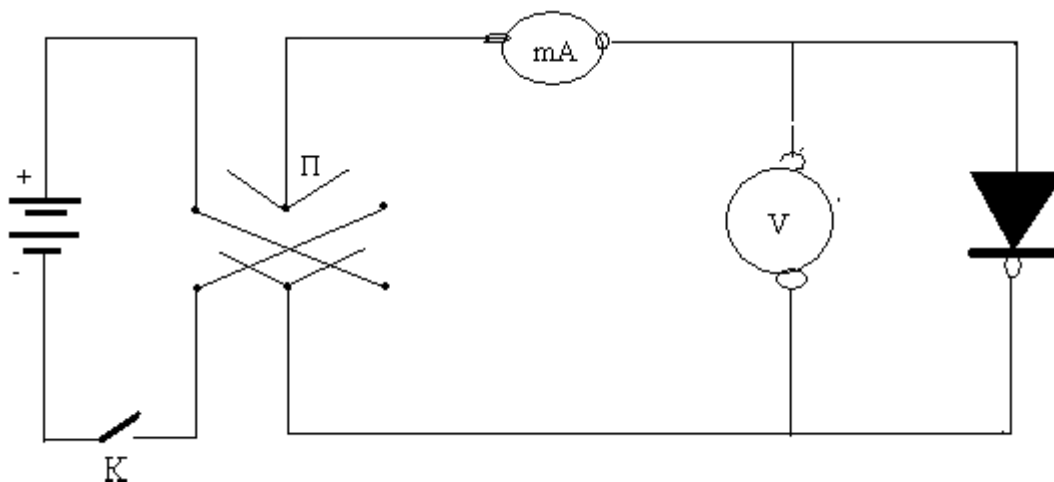
1. Керакли асбоб ва жихозлар.

1. Мультиметр турдаги вольтметр	—	1 дона
2. Мультиметр турдаги миллиамперметр	—	1 дона
3. Потенциометр – 20 к Ом	—	1 дона
1. Икки қутбли калит	—	1 дона
5. Электр манбаи (9 вольтли)	—	1 дона
6. Яримўтказгичли диодлар	—	1 дона
7. Улаш симлари	—	8 дона

Ушбу лаборатория ишида диод характеристикасини олиш учун яратилган махсус қурилмадан фойдаланилади. Унда ўлчов асбоблари сифатида мультиметр туридаги рақамли универсал ўлчов асбоблари ишлатилади. Бундай асбобларнинг ишлатилиши тажриба схемасини соддалаштиришга ва тажриба натижаларини ҳисоблашнинг енгиллаштирилишига олиб келди. Масалан, диод характеристикасини тўғри йўналишда ўргангандан сўнг тескари йўналиш бўйича бажариш учун икки қутбли “П” калитнинг ҳолатини ўзгартиш етарлиқ бўлади. Бу калит “ТЎҒРИ”, “НОЛЬ” ва “ТЕСКАРИ” ҳолатларга эга. “ТЎҒРИ” ҳолатда занжирга тўғри йўналишдаги кучланиш берилса, “ТЕСКАРИ” ҳолатда тескари кучланиш уланади. “НОЛЬ” ҳолатда эса занжир электр манбаидан

узилади. “ТЕСКАРИ” йўналишда асбобларнинг таблосидаги рақамлар олдида “-” ишораси пайдо бўлади.

2.Ишни бажариш тартиби:



3-расм.р-п ўтишни тўғри йўналишда уланиш схемаси.

1.3-расмда кўрсатилган схемани йиғинг ва унинг тўғрилигини текшириб, ток манбаига уланг.

2. К калитни пастки ҳолатига қўйинг, яъни диодга “тўғри” кучланиш беринг.

3. П потециометр ёрдамида кучланишнинг ҳар хил қийматларини (8-10та нуқта)олинг. Бунда кучланишнинг нолдан ток қиймати 300 мА боргунча ўзгартиринг. Вольтампер ва миллиамперметрларнинг кўрсатишини ёзиб олинг ва жадвалга жойлаштиринг.

1. Калитни юқори ҳолатга қўйинг.

5. Потенциометрёрдамида кучланишнинг қийматини нолдан 60 гача ўзгартириб боринг (5-6та нуқта олинг). Вольтампер ва амперметрлар кўрсатишини ёзиб олинг.

6. Ўлчаш натижалари асосида диоднинг вольтампер характеристикаси графигини чизинг.

2-машқ. Яримутказгичли диод хакартирискаларини дул-01 курунишда ўрганиш

1. 87л – 01 қурилмаси.
2. Д226 яримўтказгичли диод.
3. Ўлчаш симлари.

Ишни бажариш тартиби.

а.Диоднинг тўғри йўналишда уланиш бўйича тажриба ўтказиш

1. №8 понелни 87л-01 қурилмага ўрнатиш.Понел чап қисмидан чизма билан танишинг ва уни дафтарингизга кўчириб олинг (1-расм)

2. Уланиш симлари ёрдамида схеманинг х1 вах2 нуқталарини ток генератори ГТ га қутбларини сақлаган ҳолда уланг.

3.х3ва х1 нуқталарини АВМ1 ўлчов асбобинитегишли уяларига уланг. Ўлчов асбобининг дастагини 10 мА белгисига ўрнатиш.

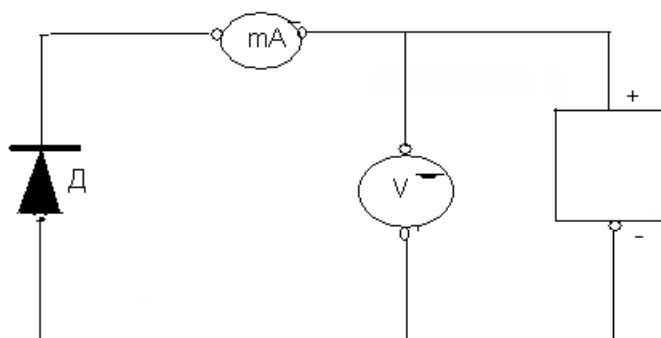
1. х5вах6 нуқталарни АВМ2 ўлчов асбобининг тегишли уяларига уланг. Ўлчов асбобинингдастаги 100mv ўрнатиш.

5.6 уяга ўрнатилаётган диодни жойлаштириш.

6. Ток генераторининг каллагини соат мили йўналишида бураб, диодга кучланиш беринг. Ўлчов асбобларга қараб диодга берилган кучланиш ва ундан ўтаётган ток қийматларини жадвалнинг тўғри йўналиш қисмига ёзиб боринг.

б. Диоднинг тескари йўналишда уланиши бўйича тажриба ўтказинг.

1. №8нинг ўнг қисмидан схема билан танишинг ва уни дафтарингизга кўчириб олинг (1-расм).



1-расм. p-n ўтишни тескари йўналишда улаш схемаси.

2. Улаш симлари ёрдамида Х7 ваХ8 нуқталарни АВМ 1 ўлчов асбобининг тегишли уяларига уланг. Ўлчов асбобининг дастасини мкА белгича ўрнатиш.

3.Х9 ва Х10 нуқталарни АВМ 2 ўлчов асбобининг тегишли уяларга уланг. Ўлчов асбобининг дастасини мкА белгича ўрнатиш.

1. Х11 ва Х12 нуқталарини кучланиш генератори Гн (электр манбаи)нинг тегишли уяларига уланг.

5. V2 уяга ўрнатилаётган диодни ўрнатиш.

6. Кучланиш генераторининг тегишли учларга уланг жадвалнинг тескари йўналиш қисмига ёзиб боринг.

7. Жадвал натижалри асосида диоднинг тўғри ватескари йўналишлари учун ундан ўтган ток кучининг кучланиўга боғлиқлик графигини чизинг.

8. Ҳосил қилинган график асосида диоднинг ички қаршилиги ва ички характеристика типлигини ҳисоблаб чиқаринг.

Назорат саволлар

1.Яримўтказгич деб қандай жисмга айтилади ?

- 2.Яримўтказгичларнинг ўтказувчанлиги нима учун ҳароратга боғлиқ?
- 3.Яримўтказгичларнинг ўтказувчанлиги нима учун улар тажрибага бегона атомлар кириши билан ўзгаради ?
1. Ярим ўтказгичли диоднинг ишлаш принципи тушунтиринг.
- 5.Ярим ўтказгичли диодда тўғри ватескари кучланиш нима ?
- 6.Ярим ўтказгичли диоднинг икки электродли электрон лампадан фарқи нима?
7. Ташқи кучланиш қутблари алмашганда ярим ўтказгичли диоднинг қаршилиги қандай ўзгаради?
- 8.Ярим ўтказгичли диоднинг ўзгармас ва ўзгарувчан ток бўйича қаршилиги деб нимага айтилади?
9. Диоднинг асосий параметрлари ярим ўтказгич материалининг турига қандай боғлиқ?
- 10.Тажриба схемасида диоднинг “тўғри” ва “тескари” уланиш тартибини тушунтириб беринг.

Лаборатория иши № 5.1

Мавзу: Биполяр транзистор характеристикаларини ўрганиш.

Ишнинг мақсади: Биполяр транзисторнинг хусусиятларини ва унинг асосий параметрларини, характеристикаларини олишни ўрганиш.

I. Кириш.

1.Умумий маълумотлар.

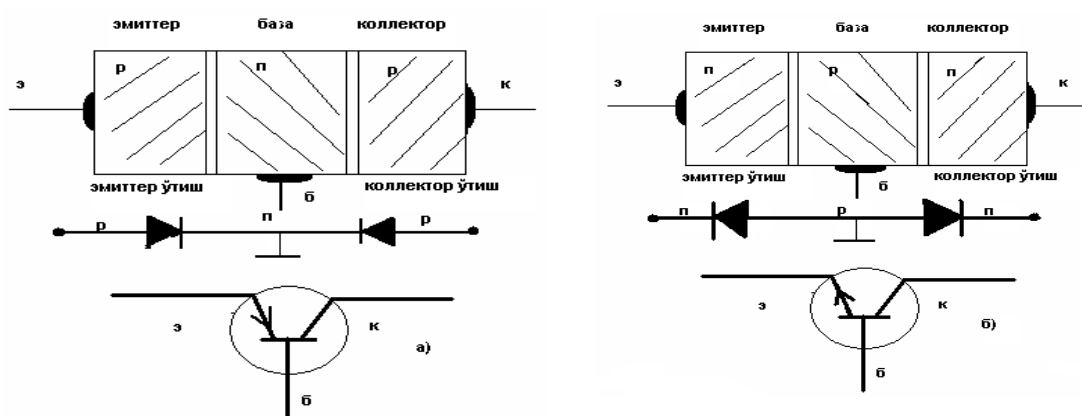
Транзистор деб битта ёки бир қанча р-п ўтишдан иборат бўлиб, электр сигналларини кучайтирувчи ва учта ёки кўп сондаги чиқиш учларига эга бўлган яримўтказгичли асбобга айтилади. Чиқиш учларидан бири билан боғлиқ бўлган занжир кириш қисми бўлса, бошқаси билан боғланган занжир чиқиш қисми бўлади. Амалий жиҳатдан энг кўп ишлатиладиган транзистор икки р-п ўтишли ва учта чиқиш учига эга бўлган транзистор ҳисобланади. Бу транзистор яхлит яримўтказгич монокристаллида иккита р-п ўтиш ҳосил қилиш йўли билан яратилади. Р-п ўтишлар кристаллни уч қисмга бўлади. Бу қисмлардан икки четкилари бир хил ишорали ўтказувчанликга эга бўлиб, ўрта қисми қарама-қарши ишорали ўтказувчанликга эга бўлган яримўтказгич ҳисобланади. Бундай икки хил ўтказувчанликдан таркиб топгани учун ҳам уни **биполяр транзистор** деб юритилади. Бундан ташқари, биполяр транзистордан ток ўтиши мусбат зарядли коваклар билан бирга манфий зарядли электронларнинг ҳаракатига ҳам боғлиқ. Бошқа турдаги транзисторда ток ё электронларнинг, ё ковакларнинг ҳаракатига боғлиқ бўлади. Бундай транзисторлар **униполяр транзисторлар** деб ном олган.

Транзисторларнинг асосий вазифаси кириш қисмига келтирилган сигнални кучайтириб, чиқиш қисмига ўтказиб беришдан иборат. Биполяр

транзисторнинг ўрта қисми база(б), четки қисмларидан бири эмиттер(э), иккинчиси коллектор(к) деб аталади. База п-тур ўтказувчанликга эга бўлган яримўтказгич бўлса, эмиттер ва коллектор р-тур, база р-турдаги бўлса, эмиттер ва коллектор п-тур ўтказувчанликга эга бўлади. Четки соҳаларининг ўтказувчанлигига мос равишда биполяр транзисторнинг р-п-р ва п-р-п хиллари бўлади. Бу транзисторлар ишлаш принципи, асосий характеристикалари ва имкониятларига кўра бир-биридан фарқ қилмайди, улар фақат ўтказувчанликни ҳосил қилган зарядлар ишораси ва йўналиши билан фарқ қилади, ҳолос. р-п-р транзисторда асосий заряд ташувчилар коваклар бўлса, п-р-п транзисторда электронлар ҳисобланади.

2. Биполяр транзисторнинг тузилиши ва ишлаш принципи.

Ушбу ишда биполяр транзисторнинг ҳоссалари р-п-р транзистор мисолида ўрганилади. 1-расмда транзисторларнинг тузулишининг соддалаштирилган шакли ва уларнинг схемалардаги шартли белгилари келтирилган. 1-а)-расмдан кўриниб турибдики, эмиттер ва база оралиғидаги р-п ўтиш эмиттер ўтиши, база ва коллектор оралиғидаги р-п ўтиш коллектор ўтиши деб аталади. Эмиттер ва коллектор оралиғини электр манбаининг йўллариغا ҳар икки йўналишда уланганда ҳам, бу ўтишларнинг бири ёпик бўлади, яъни транзистор орқали ток ўтади.



1-расм. Биполяр транзисторнинг соддалаштирилган тузилиши ва схемалардаги белгилари. а) р-п-р ва б) п-р-п

Транзистордаги р-п ўтишларни бир-бирига қарама-қарши уланган диодлар деб қараш мумкин. Лекин бу ўтишлар доимо бир-бирига ўзаро боғланган бўлиши керак. Транзисторни электр занжирига улашда эмиттер ўтиши (эмиттер - база) алоҳида электр манбаига, коллектор ўтиши (коллектор - эмиттер) алоҳида электр манбаига уланади. $U_{бэ}=0$ бўлганда транзистор орқали ток ўтмайди, у ёпик. р-п-р тур транзисторларнинг ишчи ҳолатида эмиттер электр манбаининг мусбат қутбига, коллектор манфий қутбига уланади. База эса эмиттер ва база оралиғидаги алоҳида электр манбаининг манфий қутбига уланади. Бундай уланишда эмиттер ўтиш тўғри, коллектор ўтиш тесқари йўналишда уланган бўлади ва транзисторнинг бу хил уланиши одатдаги уланиш деб аталса, транзисторнинг шу режими –

фаол режим дейилади(2-расм). $U_{бэ} > 0$ бўлган ҳолни қараймиз. Тўғри йўналишда уланган эмиттер базага унинг учун асосий бўлмаган ковакларни осонгина пуркайди. Коллекторнинг бир қисми базадан эмиттерга қараб ҳаракатланаётган электронлар билан рекомбинациялашади, қолган қисми диффузияланиб коллекторга ўтади. Коллектор эса база орқали диффузияланиб ўтган ковакларни тўплаб, коллектор занжирига ўтказди ва транзисторнинг ташқи занжирига уланган қисми орқали ток ўтади. Бу токнинг миқдори эмиттердан базага пуркалган ковакларнинг коллекторга етиб келган қисми билан ўлчанади. База қалин бўлса ($d \gg L$) ковакларнинг асосий қисми бу ерда электронлар билан рекомбинациялаши, жуда кам қисми коллекторга етиб келади. Одатдаги транзисторларда эса база қисми юқори қаршиликли ва қалинлиги d ковакларнинг диффузия йўли узунлиги L дан жуда кичик ($d = 1,5 \div 2,5 \text{ мкм} \ll L$) қилиб тайёрланади. Натижада базага эмиттердан ўтган ковакларнинг асосий қисми базада электронлар билан рекомбинациялашигача улгурмай коллекторга ўтиб кетади. Коллектор ўтиш база учун асосий бўлмаган зарядларнинг ўтишига тўсқинлик қилади. Шундай қилиб бундай вазиятда коллектор орқали $I_{кр} = I_{эр} - I_{бр}$ ток ўтади. Бу ерда $I_{эр}$ – эмиттердан базага коваклар ҳосил қилган ток, $I_{бр}$ – база занжирида ҳосил бўлган ток.

Одатда, эмиттер ўтиши кучланиши коллектор ўтиши кучланишидан ўнлаб марта кичик бўлади. Шунга қарамай эмиттер базага жуда кўп миқдордаги ковакларни пуркайди. Уларнинг бир қисми коллекторга ўтиб, ундаги асосий ташувчилар билан бирлашиб коллектор ўтиш қаршилигини камайтиради. Натижада коллекторнинг кучли электр майдони база соҳасидаги ковакларни тартиб олади ва шу тариқа коллектор занжирида ток ортади. Лекин базага берилган кучланишнинг озгина ўзгариши ҳам коллекторга ўтаётган коваклар оқимиغا кучли таъсир кўрсатади. Агар базага мусбат кучланиш берилса, эмиттер база оралиғида р-п ўтиш қаршилиги ошиб кетади, ҳатто бу тескари йўналишдаги кучланиш транзисторни ёпиқ ҳолатга ўтказиши мумкин.

Эмиттер ва база оралиғидаги тўғри кучланишнинг ортиши эмиттердан базага ўтаётган коваклар ва базадан эмиттерга ўтаётган электронлар сонини оширади. Шунга кўра эмиттер токини ковакли ва электронли ташкил этувчилардан иборат деб қараб, қуйидагини ёзиш мумкин:

$$I_э = I_{эр} + I_{бп} \quad (1)$$

Бу ерда, $I_э$ -эмиттердан базага пуркалаётган коваклар токи, $I_{бп}$ - базадан эмиттерга ўтаётган электронлар токи.

Эмиттердан базага пуркалаётган ковакларнинг қандай қисми коллектор етиб келишини баҳолаш учун эмиттер токини **узатиш коэффитценти** деган катталиқ киритилади. Бу коэффицент коллектор ўтишга етиб келган коваклар токи $I_{рк}$ ни эмиттер токига нисбати билан аниқланади, яъни:

$$\alpha = I_{рк} / I_э \quad (2)$$

Бундан коллектор токи $I_{рк} = \alpha I_э$ бўлади.

Ҳозир чиқарилаётган транзисторлар учун $\alpha = 0,95 \div 0,99$ атрофида. Эмиттернинг ковакларни пуркаш самарадорлиги, яъни интекция (пуркаш) коэффиценти коваклар ҳосил қилган $I_{ЭР}$ токнинг эмиттернинг $I_{Э}$ умумий токига нисбати билан аниқланади. Яъни

$$\alpha = I_{ЭР} / I_{Э} \quad (3)$$

Эмиттернинг самарадорлиги бирдан кам фарқ қилади ($\alpha \approx 0,999$). База электроди орқали ҳам ток ўтади. Бу ток электрод ва коллектор токлари айирмасига тенг, яъни

$$I_{БР} = I_{ЭР} - I_{КР} \quad (1)$$

Коллекторнинг умумий токи

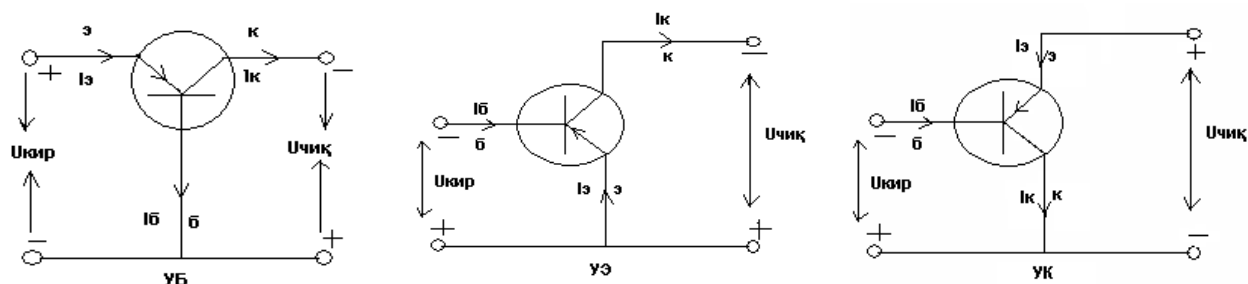
$$I_{К} = \alpha I_{Э} + I_{КР0} \quad (5)$$

Бу ерда, $I_{КР0}$ -коллекторнинг тескари токи, $\alpha I_{Э}$ -эмиттер токининг коллектор ўтиши орқали ўтган қисми.

Транзисторнинг тузилиши электровакуумли лампага қиёсланса, эмиттер-катод, база-тўр, коллектор-анод вазифасини бажаради. Транзисторнинг базаси триод лампанинг тўр электроди сингари транзистордан ўтадиган ток кучи ва кучланишини ўзгартириб туриш ҳоссасига эга. Шу билан бирга транзисторнинг триод лампадан жиддий фарқи бор. Триод лампада анодни электр манбаининг мусбат, катодни манфий кутбига уланади. Шу билан бирга анод ва катод оралиғига кучланиш берилса, тўрда кучланиш бўлмаганда ҳам, лампа орқали ток ўтади; у диод режимида ишлай беради. Бу транзисторнинг триод лампадан биринчи фарқи бўлса, иккинчи фарқи - триодда қиздирилган катод термоэлектрон эмиссия туфайли электронларни ўзидан чиқаради. Транзисторларда қиздириладиган тола йўқ, унда эмиттер электронларни (ковакларни) бевосита электр манбаидан олиб базага пуркайди. Учинчи фарқи шундаки, транзистор ташқи манбаининг бирнеча вольт кучланиши таъсирида ҳам яхши ишлай олади. Шунингдек, транзисторларнинг массаси ва ўлчамлари ҳам жуда кичик, механик жиҳатдан мустаҳкам ва ҳ.к. Унинг бу хоссасилари радиоэлектрон қурилмаларда лампалар ўрнида транзисторларнинг ишлатилишига ва шу билан бирга яримўтказгичли асбобларнинг ҳозирги замон техникасига шиддат билан кириб келишига сабабчи бўлди.

3. Биполяр транзисторнинг занжирга уланиш схемалари ва асосий характеристикалари.

Транзистор сигналларни кучайтирувчи ночизиқли элемент ҳисобланади. Лекин унинг сигналнинг қайси параметрини (ток кучи ва кучланишни) кўпроқ кучайтириши унинг электродларнинг электр занжирига қандай усулда уланишига



а) УБ б) УЭ в) УК

2-расм.р-п-р транзисторнинг занжирга уланиш схемалари.

боғлиқ. Транзисторнинг электр занжирига уланишининг учта усули бор: умумий база (УБ), умумий эмиттер (УЭ) ва умумий коллектор (УК) (2-расм).

Қуйидаги 1-жадвалда транзисторнинг уланиш усулига қараб, қандай хусусиятга эга бўлиши келтирилган.

1-жадвал.

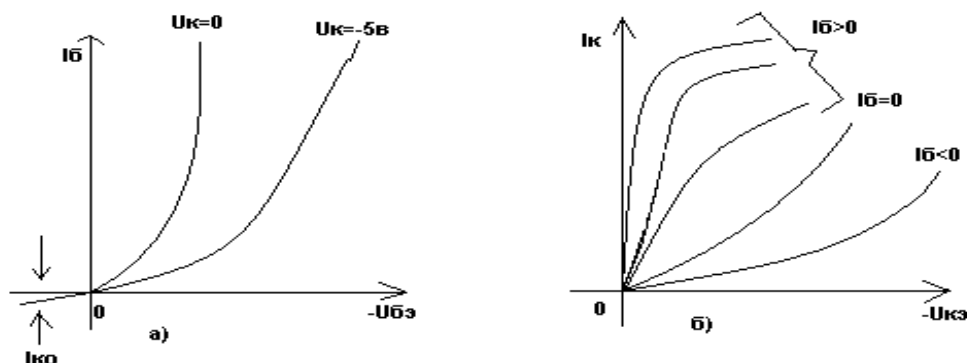
Т/Р	Параметрлари.	Уланиш схемаси.	УБ	УЭ	УК
1.	Кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти.		1000	100	1
2.	Ток бўйича кучайтириш коэффициенти.		1	100	10
3.	Қувват бўйича кучайтириш коэффициенти.		1000	10000	10
1.	Кириш қаршилиги, Ом		1-100	100-5000	10000дан катта
5.	Чиқиш қаршилиги, Ом		100000 дан катта	5000-10000	~100

Жадвалдан кўриниб турибдики, транзистор УЭ схемаси билан уланганда қувват бўйича энг катта кучайтириш коэффициентиға эға бўлар экан. Шу сабабли электрон схемаларда биполяр транзисторлар УЭ схемаси бўйича уланган занжирлар кўп учрайди.

Умумий эмиттер схемаси учун транзисторнинг кириш ва чиқиш қаршиликлари, коллекторнинг тескари токи ҳамда ток бўйича кучайтириш коэффициентлари асосий параметрлари ҳисобланади. Бу параметрлар транзисторнинг ўтишларига келтирилган кучланиш билан улардан ўтаётган ток орасидаги боғланишлардан аниқланади. Эмиттер база ўтиш $I_{эр}-I_{бр}$ токининг эмиттер кучланишиға боғлиқлиги ($U_k = \text{const}$ бўлган ҳолда) транзисторнинг эмиттер ўтишининг вольтампер кириш характеристикаси дейилади, яъни

$I_э = f(U_{БЭ})$, $U_k = \text{const}$ бўлганда.

U_K нинг турли қийматлари учун транзисторнинг умумий эмиттер схемадаги кириш характеристикалари 3-расм, а да келтирилган.



3-расм. Транзисторнинг УЭ схемада кириш (а) ва чиқиш (б) характеристикалари.

Транзисторнинг чиқиш занжири очик бўлганда ва унга келтирилган кучланиш ўзгармас бўлганда, эмиттер кучланиши ўзгаришининг эмиттер токи ўзгаришига нисбатига транзисторнинг кириш қаршилиги дейилади. Одатда бу қаршилик транзисторнинг дифференциал қаршилиги деб аталади. Шундай қилиб

$$R_{\text{кир}} = \frac{\Delta U_{\text{э}}}{\Delta I_{\text{э}}}, U_K = \text{const.}$$

Транзисторнинг база токи ўзгармас бўлганда ($I_B = \text{const}$) коллектор токининг коллектор ва эмиттер оралиғидаги кучланишга боғлиқлиги транзисторнинг чиқиш характеристикаси дейилади. База токининг турли қийматлари учун чиқиш характеристика эгри чизиқларнинг ҳолати 3-расм, б) да кўрсатилган. База токи ўзгармас бўлганда коллектор кучланиши ўзгаришининг коллектор токи ўзгаришига нисбати транзисторнинг чиқиш қаршилиги дейилади, яъни

$$R_{\text{чик}} = \frac{\Delta U}{\Delta I_K}, I_B = \text{const бўлганда.}$$

Коллекторнинг тескар токи I_{K0} эмиттер занжири узук ҳолатда ўлчанади ва у **исроф** токи ҳисобланади. Кам қувватли транзисторларда I_{K0} бир неча микроампердан ошмайди.

Транзисторнинг чиқиш кучланиши ўзгаришини кириш кучланиши ўзгариши нисбати кучланиш бўйича **кучайтириш коэффиценти** деб аталади, яъни $K = \frac{\Delta U_{\text{чик}}}{\Delta I_{\text{кир}}}$.

Одатда, бу коэффицент бирдан анча катта бўлади. ($K \gg 1$).

Транзисторнинг УЭ схема бўйича уланганда ток узатиш коэффиценти ($U_K = \text{const}$ бўлганда) $\beta = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_B}$ нисбат билан аниқланади. Юқоридаги формуладан фойдаланиб β учун қуйидагини аниқлаймиз:

$$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$$

$\alpha = 0,98$ бўлганда $\beta = 19$ га тенглигининг аниқлаймиз. Ҳақиқатдан ҳам, ҳозирги замон транзисторда $\beta = 1 \div 200$ оралиғида бўлади.

II. Ишнинг бажарилиши.

1. Керакли асбоб ва жиҳозлар:

1. р-п-р турдаги транзистор- 1 дона,
2. 87Л-01 тажриба ўтказиш қурилмаси,
3. улаш симлари-10 дона.

2. Ишнинг бажарилиш тартиби.

1. 87Л-01 қурилмасига №6 панелини ўрнатинг (5-расм).
2. Заҳира жиҳозлар панелидан р-п-р транзисторни олиб, №6 панелининг тегишли жойига ўрнатинг.
3. X1 ва X2 нуқталарни мос равишда АВМ1 нинг мос нуқталарига ўрнатинг. АВМ1 нинг улагичини ток кучи бўлимига ўтказинг.
1. X3 ва X1 нуқталарни ГТ нинг мос нуқталарига уланг.
5. X5 ва X6 нуқталарни АВМ2 нинг мос нуқталарига уланг. АВМ2 нинг улагичини кучланиш бўлимига ўтказинг.
6. 87Л-01 қурилмани электр тармоғига уланг ва ГТ нинг каллагини бураб, эмиттер ўтиш занжирига берилган $U_{БЭ}$ кучланишни нолдан бошлаб ошириб боринг. Зарур бўлса ўлчов асбобларнинг сезгирлигини оширинг. Олинган натижаларни 2-жадвалга ёзинг.

2-жадвал.

$U_{БЭ}, В$										
$I_B, мА$										

Олинган натижалар транзисторнинг кириш токи ва кириш кучланишининг қийматларини бўлиб, уларнинг 3,а-расмдаги сингари графикга қўйиб, $I_B = f(U_{БЭ})$ боғланишни чизинг.

7. Қурилмани тармоқдан узиб, уловчи симларни ажратиб олинг ва X7 ва X8 нуқталарни АВМ1 билан, X9 ва X10 нуқталарни АВМ2 билан туташтиринг. АВМ1 коллетор токи I_K ни, АВМ2 коллектор кучланиши $U_{КЭ}$ ни ўлчайди.

8. X11 ва X12 нуқталарни электр манбаи ГН2 нинг мос нуқталарига уланг.

9. Қурилмани тармоқга уланг ва ГН2 нинг коллагини бураб $U_{КЭ}$ кучланишни 1Волът оралиқда ошириб боринг. Вольтметр ва миллиамперметрнинг кўрсатган қийматларини 3-жадвалнинг тегишли каталарига ёзиб боринг. Олинган натижалар УЭ схемада уланган транзисторнинг чиқиш токи ва чиқиш кучланишининг қийматлари бўлиб, уларни 1-расмдаги график координата ўқларига жойлаштириб, $I_K = f(U_{ЭК})$ боғланиш графигини чизинг.

3-жадвал.

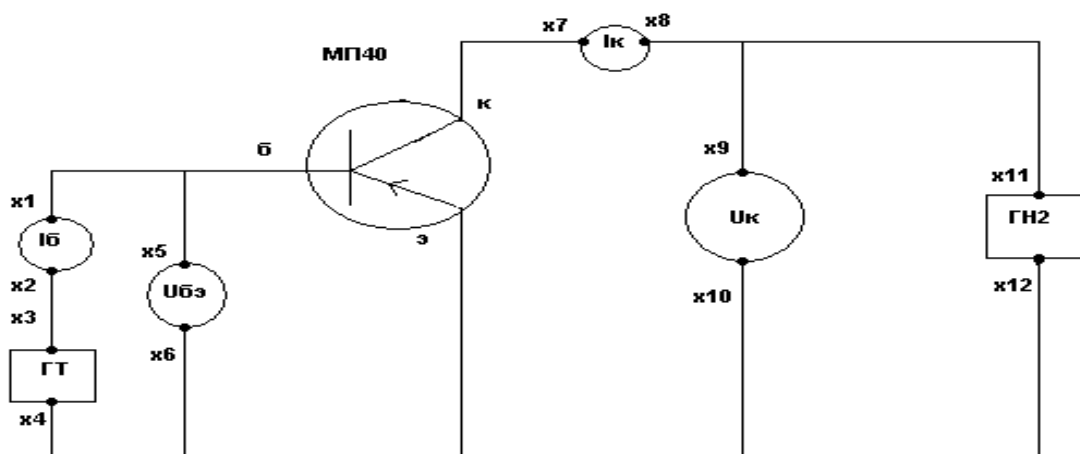
$U_{КЭ}, В$							
-------------	--	--	--	--	--	--	--

I_K, mA							
------------------	--	--	--	--	--	--	--



1- расм. $I_K = f(U_{ЭК})$ графиги.

10.Қурилмани тармоқдан узиб I-тажрибадаги сингари X1 ва X2 нукталарни АВО тегишли уяларига уланг ва уни ток кучини ўлчайдиган ҳолатга ўтказинг.



5-расм. № 6 панелнинг кўриниши.

X5 ва X6 нукталарни қисқа туташтириб қўйинг. X7 ва X8 нуктадарни АВМ1 нинг ва X9 ва X10 нукталарни АВМ2 нинг тегишли нукталарига уланг. X11 ва X12 нукталарни ГН2 кучланиш генераторига туташтиринг.

11.Кучланишни тармоқга уланг. Ток генератори ГТ нинг каллагини бураб, эмиттер ўтишга тўғри йўналишда 1-2мА ток беринг ва генератор каллагини шу ҳолатда қолдириб, X1 ва X2 нукталарни қисқа туташтиринг. АВО ўлчов асбобининг узиб –улагичини АВМ1 ҳолатга ўтказинг. Бу ҳолатда асбоб коллектор занжиридаги токни ўлчайди.

12.ГН2 каллагини бураб, коллектор ўтишига U_K кучланишни беринг. Бу кучланишни бир вольтлаб ошириб, коллектор токи I_K нинг ўзгаришини 1-жадвалга ёзиб боринг. Бу тажрибани эмиттер ўтишидаги ток кучига бошқа қиймат бериб такрорланг. Базага тескари йўналишдаги кучланиш бериш учун X1 ва X2 нукталарга уланган симлар ўрнини алмаштиринг.

Олиган натижалар УЭ схемада уланган биполяр транзисторнинг чиқиш токининг кириш токига боғланишини ифодалайди. Бу қийматларни 6-расм

координата ўқларига жойлаштириб I_B нинг турли қийматлари учун $I_K=f(U_K)$ боғланиш графигини чизинг.

1-жадвал.

$I_B > 0$ мА	$U_{KЭ}, В$						
	$I_K, мА$						
$I_B = 0$ мА	$U_{KЭ}, В$						
	$I_K, мА$						
$I_B < 0$ мА	$U_{KЭ}, В$						
	$I_K, мА$						



6-расм. $I_K=f(U_K)$ боғланиш графиги.

13. 2 ва 1 жадваллардаги қийматлар ва улар асосида чизилган графиклардан биполяр транзистор учун кириш токи билан чиқиш кучланиши орасидаги боғланишни ифодаловчи ток узатиш коэффициентини β ҳисобланг.

3. Назорат саволлари.

1. Қандай транзисторлар биполяр транзисторлар дейилади?
2. Биполяр транзисторларда нечта р-п ўтиш бор ва улар ўзаро қандай тартибда уланган?
3. Нима учун базанинг қалинлиги асосий бўлмаган ток ташувчилар диффузия йўли узунлигидан кичик қилиб тайёрланади?
1. Эмиттернинг ток узатиш коэффициенти нима?
5. Коллекторнинг тескари токи нима ва у нималарга боғлиқ?
6. Транзисторнинг одатдаги уланиши деганда нимани тушунамиз?
7. Эмиттер ва коллектор токлари қандай ташкил этувчилардан иборат ва уларнинг моҳияти қандай?
8. Эмиттер токининг кучайтириш самарадорлиги ва токни узатиш коэффициенти нима Улар фарқи қандай?
9. Биполяр транзисторнинг қандай параметрлари бор?
10. Транзисторнинг кириш ва чиқиш характеристикаларининг моҳиятини тушунтириб беринг?

1. Адабиётлар.

1. М.А. Азизов. “Яримўтказгичлар физикаси” Тошкент. 1971 й. 176-197 б.

- 2.Н.Турдиев. “Радиоэлектроника асослари” Тошкент.1992 й. 91-98 б.
3.Ю.Б.Виногратов. “Электронные приборы” Москва. 1977 й. 87-106 стр.

Лаборатория иши № 5.5

Мавзу: Майдон транзисторини ўрганиш.

Ишнинг мақсади: Ярим ўтказгичли майдон транзисторининг тузилиши ва ишлаш принципи билан таништирилади, вольтампер характеристикаси ўрганилади, хоссалари ва ишлатилиши тўғрисида маълумотлар берилади.

1.Назарий маълумотлар.

Майдонли транзистор радиоэлектрон занжирларда, айниқса микроэлектрон схемаларда энг кўп ишлатиладиган яримўтказгичли асбоб бўлиб, унда чиқиш токи кириш кучланиши билан бошқарилади. Биполяр транзисторларда эса чиқиш токи база ёки эмиттернинг чиқиш токига таъсир қилувчи кириш кучланиши электр майдони ҳосил қилади. Шу сабабли бу транзисторлар майдони транзисторлар деган номни олган.

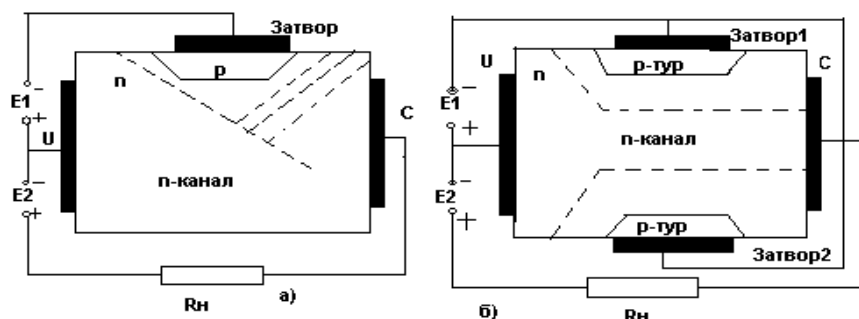
Биполяр транзисторларда иккита р-п ўтиш бўлса, майдонли транзисторларда битта р-п ўтиш бўлади. Биполяр транзисторлар иши жараёнида икки хил – асосий ва асосий бўлмаган заряд ташувчилар асосий роль ўйнайди. Майдонли транзисторларнинг ток асосий ток ташувчилар ёрдамида ҳосил қилиниб, асосий бўлмаган ток ташувчи зарядлар муҳим роль ўйнамайди. Шу сабабли майдонли транзисторлар **униполяр транзистор** деб ҳам юритилади. Униполяр – яқка қутб маъносида.

Биполяр транзисторларда кириш қаршилиги кичик бўлади. Лекин айрим схемалар кириш қаршилиги катта бўлишини тақозо қилади. Бундай ҳолларда майдонли транзисторлар жуда қўл келади. Чунки уларнинг кириш қаршилиги жуда катта, 10^8 - 10^{15} Ом оралиғидадир.

Майдонли транзисторларни тайёрлаш технологияси биполяр транзисторларга нисбатан соддароқ. Бундан ташқари, майдонли транзисторлар микросхемаларда жуда кичик юзани эгаллайди ва кам ток истеъмол қилади. Шу сабабли кичик ўлчамли микросхемада бир неча

майдон, ўнг мингтагача транзистор ва резисторларни ҳосил қилиш ва жойлаштириш мумкин.

Тайёрланиш технологияси ва шаклан ижросига кўра майдонли транзисторлар икки гуруҳга бўлинади: бошқариладиган р-п ўтишли ва затвори изоляцияланган майдонли транзисторлар.



1-расм.Бошқариладиган р-п ўтишли майдон транзистори.
а) битта затворли, б) иккита затворли.

Бошқариладиган р-п ўтишли майдон транзистор энг содда униполяр транзистор ҳисобланади. Унинг тузилиши 1-расмда келтирилган. Унда чапдаги электрод оқим бошланиши –**истоки** (булок, манба) деб, ўнгдаги электрод эса, оқим куйилиши-**стоки** (ўпкон, ханин) деб аталади. Ўртадаги электрод **затвор** (тамба) дейилади. Транзисторда ишлов бериладиган сигнал затворга берилади. Шу сабабли затвор кўпинча **кириш электроди** деб, унга берилган сингал кучланиши **кириш_кучланиши** дейилади. Исток билан сток оралиғидаги қатлам **канал** дейилади. Унинг ўтказувчанлиги асос яримўтказгич тўрига қараб п ёки р турда бўлиши мумкин. Канал ток ташувчи асосий зарядлар ҳаракатланадиган соҳа ҳисобланади. Асос п-турдаги яримўтказгич бўлса, транзистор р-турдаги униполяр транзистор ундаги канал р-тур канал деб юритилади. п-тур каналда электронлар ҳаракатланади, р-турдагида коваклар ҳаракатланади. Затвор асосий п-турдаги яримўтказгичга акцептор (р-турдаги яримўтказгичга донор) аралашмалар киритиш йўли билан ҳосил қилинади. Аралашма киритилган соҳа р-тур(р-турдаги асос яримўтказгичда п-тур) яримўтказгичга айланиб р –п ўтишни ҳосил қилади. Р-п ўтиш соҳаси ҳаракатсиз ҳақиқий зарядлардан иборат. Эркин зардлар деярли йўқ. Шу сабабли бу қатлам қаршилиги ниҳоятда катта натижалар ток фақат канал орқали ўтади. Каналнинг ўтказувчанлиги унинг кўндаланг кесимига боғлиқ. Затвор асосий яримўтказгич пластинкасининг бир томонида (1-расм, а) ёки икки томонида бўлиши мумкин (1-расм, б). Агар икки томонда бўлса, улар бир-бирига улаб қўйилади.

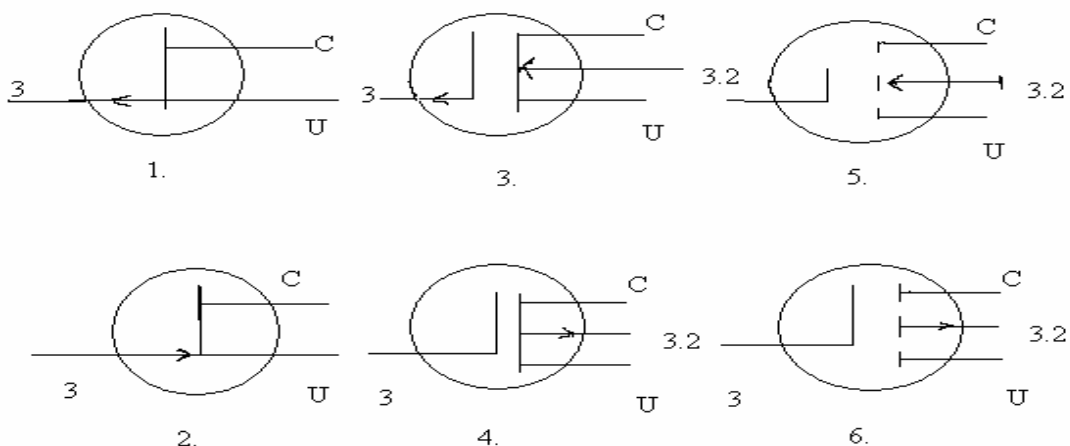
Затвор яъни р-п ўтиш унга берилган кучланишнинг ишорасига боғлиқ ҳолда ярим ўтказгич ҳажмига қараб ё кегайиши ва канални торайтириш, яъни унинг қаршилигининг ортиши, ё торайиши ва канални кенгайтириши, яъни унинг қаршилигини камайтириш мумкин.

1-расмда кўрсатилган биполяр транзисторда асос п- турдаги ярим ўтказгичдан иборат. Шунинг учун стопппа истокка нисбатан мусбат кучланиш берилса асосий ток ташувчилар, яъни электронлар истокдан стокка

томон агар стокга манфий кучланиш берилса электронлар стокдан исток томонга ҳаракатланади. Затворга ҳамма вақт тескари йўналишдаги кучланиш берилади, чунки р-п ўтиш кенгайиб канални ёпиши керак. 1-расмда затворга E_1 манбаанинг манфий кучланиш берилган, $E_1=0$ бўлганда, транзистор очик бўлиб канал орқали ўтаётган ток қийматни максимал бўлади. Затворга штрих чизик билан кўрсатилган берилган манфий кучланиш ошириб берилса р-п ўтиш кенгайиб канални торайтиради., яъни E_1 манба кучланишнинг ўзгариши ҳисобига каналнинг кесими ўзгартиради. Натижада канал орқали ўтадиган электрон оқимининг миқдори ўзгаришига, яъни сток токининг бошқаришига олиб келади. Бу ҳол униполяр транзистрони вакумли триод билан солиштирма имкониятини беради. Унда исток-катодга сток-анодга, затвор эса бошқарувчи тўрға мос келади. E_1 манба сифатида ташқи сигнал манбаи олиниши мумкин. Кучайтирилган сигнал R_n юклама қаршилигидан олинади.

Затвори изоляцияланган майдонли транзисторда затвор металидан ясалади ва асосий яримўтказгичдан диэлектрик модда билан ажратилган бўлади. Шу сабабдан металл+ диэлектрик + яримўтказгичдан иборат структура ҳосил бўлади ва транзисторни МДП транзистор деб юритилади. Кўпгина ҳолларда диэлектрик сифатида оксидлардан фойдаланилади. Шунга кўра майдонга транзисторни МОП транзистор ҳам деб аталади. Затвори изоляцияланган майдонли транзисторлар икки хилда ишлаб чиқарилади: ичига канал ўрнатилган транзистор ва индукцияланган каналли транзисторлар.

МДП ёки МОП турдаги транзисторларнинг ишлаш принципини етарлича мураккаб. Уларнинг хоссалаи яримўтказгич материалынинг турига, ток ташувчилар конструкциясига, ишлаш технологияси каби қатор омилларга боғлиқ. Майдон транзисторларнинг схемадаги шартли белгиланишлари 2-расмда келтирилади.



2-расм. Майдонли транзисторларнинг хиллари ва уларнинг схемаларда шартли белгиланишлари. 1-р-каналли; 2-п-каналли; 3-Затвори изоляцияланган, п-каналли; 4- Затвори изоляцияланган, р-каналли; 5- Затвори изоляцияланган, п-каналли тўйинган; 6- затвори изоляцияланган, р-каналли, тўйинган .

Ушбу ишда бошқарувчи майдонли транзисторнинг хоссаларини ўрганиш бўйича маълумотлар берилади.

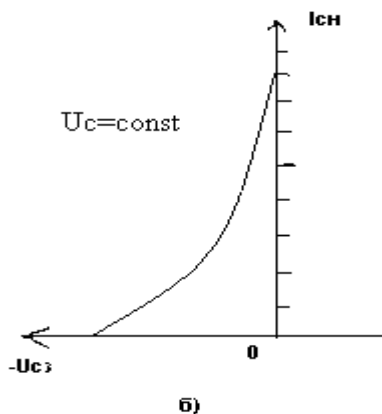
2. Униполяр транзисторнинг параметрлари ва характеристикалари.

Униполяр транзисторнинг затворига бериладиган бошқарувчи (**сигнал**) кучланишни, яъни р-п ўтишга қўйилган тескари кучланишни ўзгартириб, (1-расм.(б)) р-п ўтиш қалинлигини ўзгартириш мумкин. Бу эса каналнинг қалинлигининг ўзгаришига ва у орқали ўтаётган ток миқдорининг ўзгаришига олиб келади. Майдон транзисторлар ҳам биполяр транзисторлар сингари электр занжирига умумий исток (УИ), умумий сток (УС) ёки умумий затвор (УЗ) схемалари билан уланиши мумкин. Булар ишда УИ схема бўйича уланиш энг кўп тарқалган ва қуйида шу схема бўйича олинган характеристикалар тўғрисида маълумот келтирилади. р-п ўтишга қўйилган тескари кучланиш ошиб бориб бирон қийматга ёйганда (ҳажмий зарядлар) соҳаси кенгайиб канал соҳасини тўла эгаллайди, яъни канал ёйилади, у орқали зарядлар оқими, бинобарин сток тока тўхтайдди. Бу ҳолатга ёйиш учун зарур бўлган тескари кучланишга майдон транзисторининг **қирқиш** U_k **кучланиши** дейилади.

Униполяр транзисторнинг **сток токи** иккита кучланишни U_z **затвор** ва U_c **сток** кучланишларининг функцияси ҳисобланади, яъни $J_c = f(U_z, U_c)$ Затвор кучланиш ўзгармас бўлганда, сток токининг сток кучланиши га боғлиқлиги униполяр транзисторнинг **чиқиш характеристикаси** дейилади, яъни $J_c = f(U_c), U_z = \text{const}$, бўлганда.

Сток кучланиши ўзгармас бўлганда сток токининг затвор кучланишига боғлиқлиги **ўтиш характеристикаси** дейилади. Яъни, $J_c = f(U_z), U_c = \text{const}$ бўлганда.

Затвор кучланишининг бир неча доимий кучланиши учун майдон транзисторининг чиқиш характеристикалари системаси 3-расмда келтирилган.



**3-расм. Бошқарувчи p-n ўтишли майдон транзисторининг
характеристикалари: а) чиқиш характеристикаси; б) кириш характеристикаси.**

Графикдан кўриниб турибдики, сток кучланиши $U_3=f(U_c)$ боғланиш чизиқли бўлмаган ҳолатга ўтади. U_c кучланишнинг бундан кейинги ошиши I_c токни ошира олмайди, чунки кучланишнинг ортиши билан бирга канал қаршилиги ҳам ортади. Бу ҳолатга мос келган I_c ток **стокнинг I_{cn} тўйиниш токи**, U_c кучланиши **стокнинг U_{cn} тўйиниш кучланиши** деб аталади. $U_3=0$ бўлганда сток токи I_c максимал қийматга эга бўлади, чунки бунда каналнинг кесими максимал бўлади.

Агар затворга $U_3<0$ тескари кучланиш берилса, $I_c=f(U_c)$ боғланиш эгри чизиғи пастрокдан ўтиб, тўйиниш режимига стокнинг кичикроқ кучланишларида эришилади (3-расм, 2-1 эгри чизиқлар). Стокнинг U_c кучланиши тўйиниш кучланиши U_{cn} дан анча ортиб кетганда p-n ўтишларнинг кўчкили бузилиши содир бўлиши мумкин. Затворнинг манфий кучланиши ортиб бориб, бирон U_{32} етганда стоки $I_c=0$ бўлиб қолади. Затворнинг бу кучланиши **чегаравий кучланиш** дейилади. P-каналли чегаравий кучланиш ишораси мусбат бўлиб 0,2-7 В оралиғида бўлади.

3-расмдаги штрихли 5-чизиқ исток билан сток орасидаги кучланиш, мусбат бўлиб ва затвор кучланиши $U_3=0$ га тенг бўлганда назарий ҳисобланган **чиқиш характеристикасини** ифодалайди. Бу характеристика параболадан иборат бўлиб, у характеристика чизиқларининг чизиқли ва тўйиниш соҳаларини бир-биридан ажратади. Бу парабола $U_3=0$ бўлгандаги характеристикани M_0 нуқтада кесиб ўтади. Унинг координатлари $U_c=U_{cn}$ ва $I_c=I_{cn}$ сток кучланиши ва токининг тўйиниш қийматларини ифодалайди. $U_3<0$ бўлганда тўйиниш ҳолати U_c нинг кичик қийматларида содир бўлиши характеристика чизиқларидан кўриниб турибди (M_1, M_2, M_3 нуқталар ва $U_{cn}^1, U_{cn}^2, U_{cn}^3$ кучланишлар). Шунингдек 3-расмдан кўриниб турибдики, униполяр транзисторнинг чиқиш характеристикалари системасини унга соҳага ажратиш мумкин экан:

1. Чизиқли соҳа.
2. Тўйиниш соҳа.
3. Бузилиш соҳа.

Исток ва сток оралиғига U_{cn} тўйиниш кучланишини бериб, затворга берилган тескари йўналишдаги U_3 кучланиш ошириб борилса, p-n ўтишлар кенгайиб, каналнинг кесими эса камаяди. Натижада сток токи I_c камаяди. U_3 тескари кучланиш бирон қийматга етгач бутунлай ёпилиб, сток токи 0 га етади. (3-расм, б). Расмдаги график транзисторнинг кириш характеристикасини ифодалайди.

Демак, униполяр транзисторнинг чиқиш характеристикалари электровакуумли триод ёки пентоднинг анод характеристикаларига ўхшаш бўлар экан. Уларнинг статик параметрлари ҳам ўхшашдир. Сток кучланиши ўзгармас бўлганда, сток токи орттирмасининг затвор кучланиши

орттирмасига нисбати униполяр транзистор характеристика чизигининг **қиялиги** деб аталади:

$$S = \frac{\Delta I_c}{\Delta U_3}, U_3 = \text{const.}$$

Бу боғланишдаги ΔI_c ва ΔU_3 қийматларни 3-расм, а ва б даги характеристикаларнинг тўғри чизиқли қисмидан аниқлаш мумкин.

Затвор кучланиши ўзгармас бўлганда, сток кучланиши ўзгаришининг сток токи ўзгаришига нисбатан униполяр транзисторнинг **дифференциал ёки ички қаршилиги** дейилади.

$$R_i = \frac{\Delta U_c}{\Delta I_c}, U_3 = \text{const.}$$

Сток токи ўзгармас бўлганда, сток кучланиши ўзгаришининг затвор кучланиши ўзгаришига нисбати униполяр транзисторнинг **статистик кучайтириш коэффициенти** деб аталади:

$$\mu = \frac{\Delta U_c}{\Delta U_3}, I_c = \text{const.}$$

Характеристика қиялиги ва кучайтириш коэффициенти транзисторнинг сифат кўрсаткичлари ҳисобланади. Уларнинг қиймати қанча катта бўлса, транзистор шунчалик сифатли тайёрланганлигини билдиради. Вакуумли электрон лампалар сингари униполяр транзисторлар учун ҳам $\mu = SR_i$ тенглик ўринли бўлади. Униполяр транзисторларнинг асосий афзаллиги шундаки, уларнинг кириш қаршилиги жуда катта (10^{15} Омгача) бўлиб, ишчи частотаси 10^{12} Гц гача етади. Бундан ташқари, улар ҳарорат ва радиактив кучланишларга чидамли бўлади.

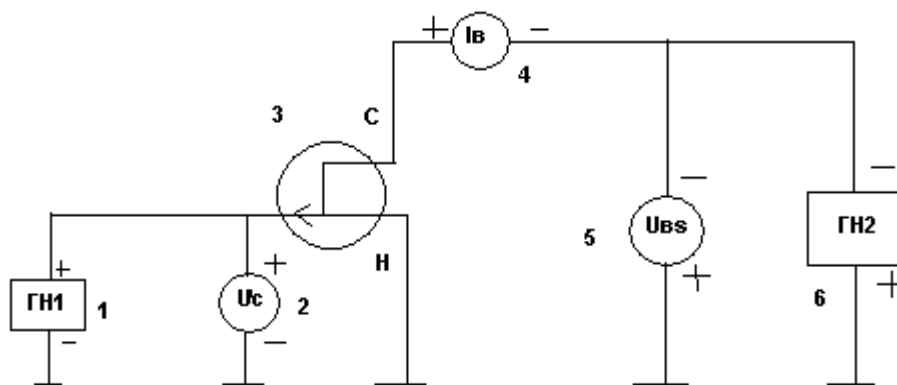
3. Амалий қисм.

Керакли асбоб ва ускуналар:

1. 87-Л-01 тажриба қурилмаси.
2. Тажриба схемаси чизилган №7 панел.
3. Майдон транзистор ўрнатилган тутгич.
1. Улаш схемалари.

Тажрибани ўтказиш тартиби.

1. 1-расмдаги схема чизилган №7 панелни олиб 87-Л-01 қурилмага ўрнатиш.
2. Майдон транзисторни тутгич билан панелнинг тегишли жойига ўрнатиш. Унинг белгиларига қараб паспорт маълумотларини аниқланг.



4-расм.Майлон транзисторнинг характеристикаларини олиш схемаси.
1-затвор-исток ўтишга уланган электр манбаи; 2-затвор-исток ўтишга қўйилган кучланиш ўлчайдиган вольтметр; 3-р-каналли майдон транзистор; 4-сток токини ўлчовчи миллиамперметр; 5-сток қўйилган кучланишни ўлчовчи вольтметр;6-сток-исток ўтишга уланган электр манбаи.

3.Улаш симлари ёрдамида транзисторнинг электродларини электр манбаларига ва ўлчов асбобларга туташтиринг. Миллиамперметр сифатида АВМ1 ўлчов асбобидан, $U_{вз}$ вольтметр сифатида АВМ2 ўлчов асбобидан, $U_{сз}$ вольтметр сифатида қўшимча вольтметрдан фойдаланинг.

1.Затвор занжирини очик қолдириб ($U_3=0$), электр манбаи ГН2 ёрдамида исток –сток оралиғига кучланиш беринг ва кучланишни 1В дан ошириб бориб,миллиамперметрнинг кўрсатишларини жадвалга ёзиб бординг.Тажрибани сток токи тўйинишга эрушгунча давом эттиринг.

5.Затвор занжирини электр манбаига улаб,унга 1 ёки 3В кучланиш беринг ва 1-банддаги тажрибани такрорланг, натижаларни жадвалга ёзинг.

6.Затворга 5 ва 7В кучланиш беринг,1-банддаги тажрибаларни такрорланг, олинган натижаларни жадвалларга ёзинг (1-жадвал).

1-жадвал.

Т/Р	$U_3=0$		$U_3=1В$		$U_3=3В$		$U_3=5В$		$U_3=7В$	
	$U_{сн}, В$	$I_{с}, мА$	$U_{сн}, В$	$I_{с}, мА$	$U_{сн}, В$	$I_{с}, мА$	$U_{сн}, В$	$I_{с}, мА$	$U_{сн}, В$	$I_{с}, мА$
1.										
2.										
3.										
1.										
5.										
6.										

7.1,5,6.. бандлардаги тажриба натижаларни жадвалдан олиб, майдон транзисторнинг чиқиш характеристикаларни $I_c=f_c(U_{сн})$ боғланишни затворнинг турли кучланишлар учун чизинг.

8.Затвор кучланиши $U_3=0$ бўлган ҳолатда сток кучланишини сток токи тўйинишига эришгунча ошириб бординг ва сток кучланишини ўзгартмаган ҳолда сақлаб,затвор кучланишини сток токи нолга тенглашгунча

оширинг. Олинган натижаларни 2-жадвалга ёзинг. Жадвал натижалари асосида униполяр транзисторнинг 3-расм, б дагига ўхшаш кириш характеристикасини чизинг.

9. Жадвал натижалари ва транзисторнинг тажрибада аниқланган чиқиш-кириш характеристикаларидан унинг дифференциал ички қаршилиги R_i , кучайтириш коэффициенти μ ва характеристика қиялиги S ларнинг қийматини аниқланг.

10. Ички қаршилик R_i ва характеристик қиялиги S нинг қийматлари бўйича $\mu = SR_i$ муносабатни текшириб кўринг.

2-жадвал.

$U_c = \text{const.}$	$U_3, \text{В}$	1	2	3	1	5	6
	$I_3, \text{мА}$						

Назорат саволлари.

1. Майдон транзисторнинг биполяр транзисторлардан фарқи нимада?
2. Майдон транзистор қандай афзалликларга эга?
3. Майдон транзисторнинг ишлаши қандай физикавий қонуниятга мослашган?
1. Канал нима ва қандай турлари бор?
5. п-каналли транзисторлар р-каналли транзисторларга нисбатан ишлатилади. Бунинг сабаби нимада?

Адабиётлар.

1. А. Мирзаев. “Электр асбоблар”. Тошкент. 1993 й. 53-57 бет.
2. Ю. В. Виноградов. “Электронные приборы”. Москва. 1977 г. 116-161 стр.
3. Х. Нигматов. “Радиоэлектроника асослари”. Тошкент. 1991 й. 117-122 бет.
1. Н. Турдиев. “Радиоэлектроника асослари”. Тошкент. 1992 й. 99-101 бет.

Лаборатория иши № 5.6

Мавзу: Ўзгарувчан токни тўғрилагичларни ўрганиш,

Ишнинг мақсади: Ўзгарувчан тоқларни тўғрилаб, ўзгармас тоқга айлантириш сабаблари, тўғрилагичларининг тузилиши, ишлаш принципи ва хиллари тўғрисида маълумот берилади. Яримўтгазгичли бир ва икки ярим даврли тўғрилагичларнинг ишлаш жараёни амалий тарзда ўрганилади.

1. Назарий маълумотлар. Кириш

Саноатда асосан таннархи арзон ўзгарувчан электр тоқи ишлаб чиқарилади. Ўзгарувчан тоқ кучланишини трансформатор ёрдамида кучайтириш ёки пасайтириш мумкин. Лекин электротехника, радиотехника ва бошқа соҳаларга оид бўлган жуда кўп аппаратлар ёки уларнинг қисмлари ўзгармас тоқда ишлайди. Шунинг учун техникада ўзгарувчан тоқларни ўзгармас тоқларга айлантириб берадиган қурилмалар - **тўғрилагичлар** кўп ишлатилади.

Дастлабки тўғрилагичларда вакуумли **икки электродли диод лампалар** ишлатилган бўлса, ҳозирги пайтда асосан **яримўтгазгичли диодлар** қўлланилади. Тўғрилагичларда диодларнинг тоқни бир йўналиш бўйича ўтказиб, иккинчи йўналиш бўйича ўтказмаслик хоссасидан фойдаланилади. Яримўтгазгичли диодлар электровакуумли диод лампаларга нисбатан ихчамлиги, ҳажми кичиклиги, массаси камлиги, паст кучланишларда (5-10 вольт) ишлайолиши, тежамкорлиги каби қатор хоссалари билан фарқ қилади.

Тўғрилагичлар ёрдамида қийматлари ҳархил ўзгарувчан тоқларни ўзгармас тоқларга айлантириш мумкин. Тўғрилагичларнинг афзаллиги шундаки, улар Ф.И.К катта бўлган қурилмалар қаторига киради. Лекин тўғриланган тоқда ўзгарувчан тоқнинг пулсациялари сақланиб қолади. Тўғрилагичлардан олинган ўзгармас тоқ қийматининг бундай ўзгариб туриши уларнинг асосий камчилиги ҳисобланади. Бу пулсацияларни йўқотиш ёки пасайтириш учун тўғрилагичлар схемасига қўшимча тарзда силлиқловчи функцияни бажарувчи турли элементлардан иборат занжирлар киритилади.

Ушбу ишда яримўтгазгичли диодлар асосидаги тўғрилагичларнинг тузилиши ва ишлаш принципи ўрганилади. Тўғрилагичлар диодларнинг занжирга уланиш усулига қараб битта ва иккита ярим даврли тўғрилагичларга бўлинади.

2. Ўзгарувчан тоқни тўғрилаш принципи.

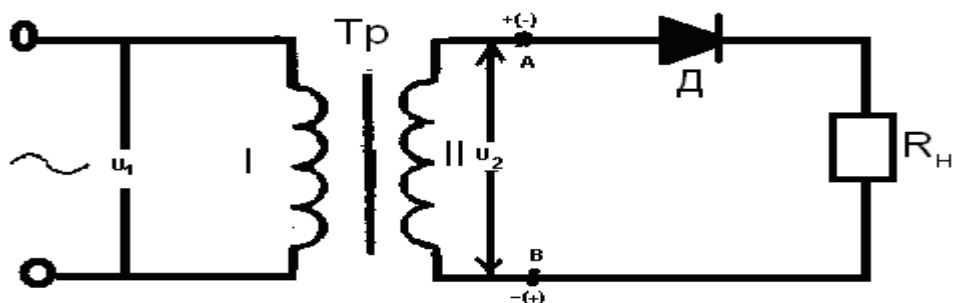
Ўзгарувчан тоқни **битта ярим даврли** тўғрилагичда тўғрилаш принципини 1-расмда кўрсатилган схема бўйича тушунтирамиз. Бу схема трансформатор Тр, яримўтгазгичли диод Д ва R_H нагрузка қаршилигидан иборат.

Агар трансформаторнинг бирламчи чўлғамига U_1 ўзгарувчи кучланиш берилса, иккиламчи чўлғамида индукция натижасида оний қиймати U_2 бўлган кучланиш ҳосил бўлади.

$$U_2 = U_{m2} \sin \omega t$$

Бу ерда U_{m2} – кучланишнинг амплитуда қиймати, ω - циклик частотаси, t – вақт. U_2 кучланишнинг вақт бўйича ўзгариш графиги 3-расм, а да

келтирилган. Расмдан кўриниб турибдики, бир давр ичида бу кучланиш(ёки ток кучи) ўз қийматини икки марта ўзгартиради, яъни биринчи ярим даврда мусбат бўлса, иккинчи ярим даврда манфий бўлади. Кучланишнинг қутби 1-расмнинг А нуктасида мусбат(+) ва В нуктасида манфий(-) бўлганда диоддан ток ўтиб R_H , қаршиликда кучланиш тушиши ҳосил қилади. Бу йўналишидаги кучланиш диод учун **тўғри кучланиш**



1-расм.Битта ярим даврли тўғрилагичнинг ишлашини тушунтирувчи схема.

дейилади. Диоднинг ички қаршилиги тўғри йўналишда кам бўлганлиги учун ҳамма кучланиш R_H қаршиликка берилган бўлади. Бу қаршиликдаги кучланиш тушиши қуйидагича аниқланади:

$$U_R = IR_H$$

бу ерда: U_R R_H қаршиликдаги кучланиш тушиши (В), I – диоддан ўтаётган ток (А)

R_H – нагрузка қаршилиги (ОМ). U_2 кучланишнинг қутби 1-расмнинг А нуктасида манфий(-) ва В нуктасида мусбат(+) бўлганда диоддан ток ўтмайди. Токнинг бу йўналиши учун диоднинг ички қаршилиги ниҳоятда катта бўлиб, ҳамма кучланиш диодга берилган бўлади. Бундай йўналишдаги кучланиш диод учун **тесқари кучланиш** деб юритилади.

Юқорида айтиб ўтилган фикрларни график равишда ифодаласак, тўғриланган кучланишнинг шакли 3-расм, б да кўрсатилгандек бўлади.Графикдан занжирдаги ток R_H қаршиликда фақат бир томонга қараб синусоидал токнинг мусбат ярим мусбат ярим даврида ўтиши кўриниб турибди. Унинг шакли даврий равишда ўзгариб ва маълум вақт ораликларида такрорланиб турувчи импульсга шаклига ўхшайди. Занжирдаги ток R_H қаршиликда **пульсацияланувчи** кучланишни вужудга келтиради. Бу кучланиш қутблари бўйича ўзгармас бўлиб, қиймати бўйича ўзгарувчидир. Пулсацияланувчи ток ҳамма вақт ўзгармас(доимий) ва ўзгарувчан ташкил этувчилардан иборат бўлади. Ўзгарувчан токни тўғрилашдан мақсад эса R_H қаршиликдан токнинг фақат доимий ташкил этувчисини ўтказиб,ўзгарувчан ташкил этувчисини ўтказмасликдан иборатдир.

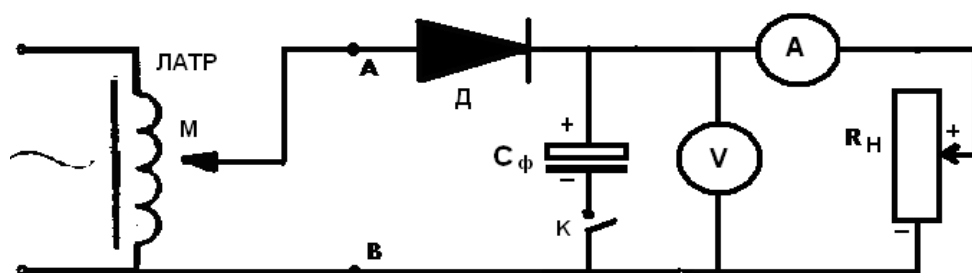
Кўп ҳолларда ўзгармас ток олиш учун тўғрилагичлар схемасига конденсатор ва индуктивлиги катта бўлган дроселлардан иборат занжирлар киритилади. Бундай занжирлар **теқисловчи филтрлар** деб аталади. Теқисловчи элементлар киритилган тўғрилагичлар схемалари 2-, 1-, ва 5-расмларда келтирилган. Бундай схемалар асосида яратилган тўғрилагичлар энг содда тўғрилагичлар ҳисобланиб, улар турли хилдаги радиоэлектрон

қурилмаларнинг **электр таъминот** блоги сифатида кўп ишлатилади. Лекин бундай тўғрилагичларда тўғрилаган токнинг қиймати ўзгариб туриши мумкин бўлган ҳоллар кўп учрайди.

Радиотехника, электроника ва бошқа соҳаларда ишлатиладиган кўплаб электрон қурилмаларнинг нормал ишлаши учун ток ва кучланишларнинг қийматлари муттасил ўзгармас бўлиши катта аҳамиятга эга. Бундай қурилмаларнинг ишлаш жараёни занжирдаги ток ва кучланишнинг жуда кичик ўзгариш(сакраш)ларига ҳам жуда сезгир бўлади. Жумладан, ўзгарувчан кучланиш тўғрилангандан кейин нагрузка қаршилиги ўзгаришига қараб тўғрилагичдан олинаётган ўзгармас кучланиш кичик миқдорларга (5 % гача)ўзгаради, бундай ўзгариш доимий токда ишловчи занжирлар учун тармоқдаги ўзгарувчан кучланиш 10 %га ўзгарганидан кўра кучлироқ сезиларли бўлади. Шу сабабли тармоқдаги ва тўғриланган кучланиш сакрашларига барҳам бериш учун тўғрилагичларнинг ўзгарувчан ва тўғриланган ток ўтувчи қисмлари схемаларига мураккаб тизимли **стабилизаторлар** киритилади. Ҳозирги вақтда энг кўп тарқалган стабилизаторларга газразрядли, электронли, тўйинган пўлат ўзакли, бареттерли ва бошқа элементлар асосида қурилган стабилизаторлар киради.

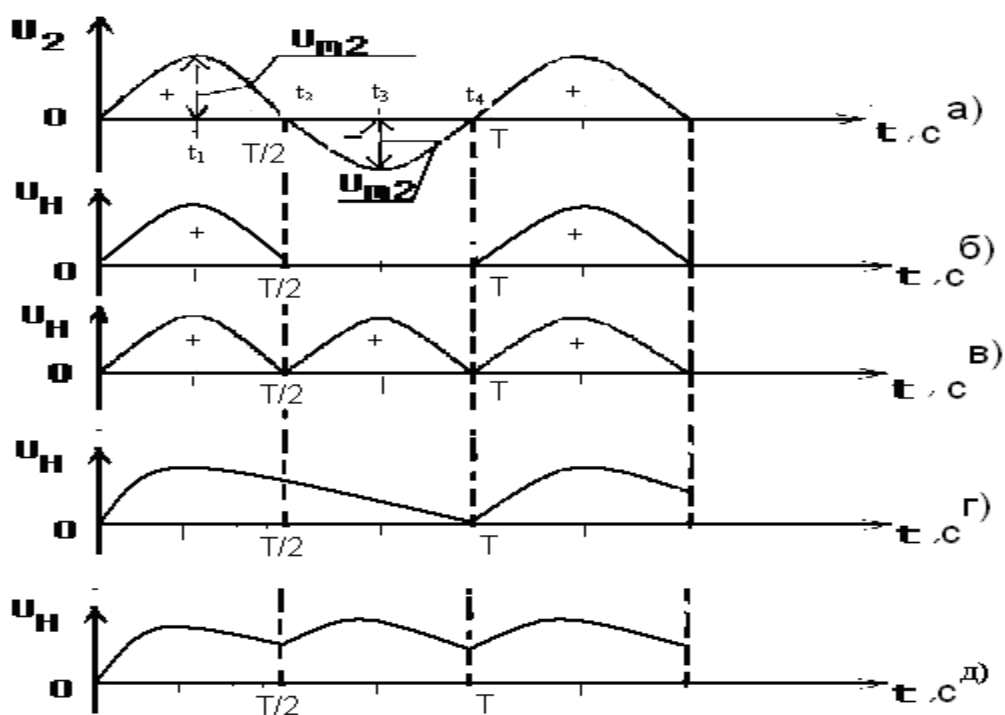
3. Битта ярим даврли тўғрилагични ўрганиш.

Битта ярим даврли содда тўғрилагичларнинг ишлаш принципи ва схемаси юқорида тушинтириб ўтилди. Бундай тўғрилагичнинг иш жараёнини ўрганиш учун 2-расмда келтирилган схемадан фойдаланилади. Бу схемада трансформатор ўрнида **лаборатория автотрансформатори** (ЛАТР) ишлатилган. ЛАТР бир чулғамли трансформатор бўлиб, унинг иккиламчи чулғами бирламчи чулғамининг бир қисмини ташкил этади. Иккиламчи чулғамининг бир учи(А нукта) чулғам устида сурилиб турадиган М контакт эга бўлса, иккинчи учи(В нукта) бирламчи чулғам билан умумий бўлади. ЛАТР универсал хоссага эга бўлган қурилма ҳисобланади. Унинг корпусига ўрнатилган дастакни бураб М контактни чулғам сирти бўйлаб суриш мумкин.Бундай ҳолда А ва В нукталар оралигида (трансформаторнинг чиқишида) миқдори нолдан то тармоқ кучланишигача бўлган ўзгарувчан кучланишни олиш мумкин. Шу сабабли ЛАТР мактаб кабинетларида, радио ва электротехника лабораторияларида кўп ишлатилади.



2-расм. Битта ярим даврли тўғрилагични ўрганиш схемаси.

Тўғрилагич схемасига C_ϕ катта сиғимли электролитик конденсатордан иборат ўзгарувчан токни тақисловчи занжир киритилган. Бу конденсатор К калит билан уланганда тўғрилагичдаги диоднинг ишлаш режимини ва нагрузка қаршилигидаги кучланиш шаклини ўзгартириб юборади. Тўғрилагич бу ҳолда қуйидагича ишлайди. Трансформаторнинг бирламчи чўлғами ўзгарувчан U_1 кучланишга уланса иккиламчи чўлғамида импульсли U_2 кучланиш ҳосил бўлиб (3-расм,б), мусбат ярим даврида конденсатор C_ϕ ни зарядлайди. Натижада конденсаторда электр энергияси тўплана боради. Конденсатор C_ϕ $t_0 = 0$ дан $t_1 = T/1$ вақт оралиғида зарядланади. Зарядланиш жараёни конденсатордаги кучланиш трансформаторнинг иккиламчи чўлғамидаги кучланишга тенг бўлганча давом этади. Кучланиш тўғри йўналиш кучланиши бўлгани учун диод бу йўналишда очик, яъни унинг қаршилиги минимал бўлиб, ундаги кучланиш пасайиши амалда нолга тенг. Ўзгарувчан токнинг $t = T/1$ давридан бошлаб токнинг мусбат қиймати камая бошлайди (3-расм,а), конденсатор эса бу вақтдан бошлаб R_H юклама орқали разрядланиб, занжирда токнинг камайишини маълум даражада компенсациялайди. Бу жараён тўғриланган кучланиш қиймати нолга тенглашганда ҳам давом этади. Кучланишнинг манфий қийматида диоддан ток ўтмайди, чунки бу йўналиш учун унинг қаршилиги катта. Бу пайтда юклама R_H қаршилигидан конденсатор C_ϕ нинг разрядланиш токи ўтиб туради. Конденсаторнинг разрядланиш вақти, биринчидан, унда тўпланган энергия миқдорига, яъни унинг сиғимига, иккинчидан, R_H юклама қаршилиги қийматига боғлиқ бўлади.



3-расм. Бир ва икки ярим даврли тўғрилагичдаги кучланишлар графиги.

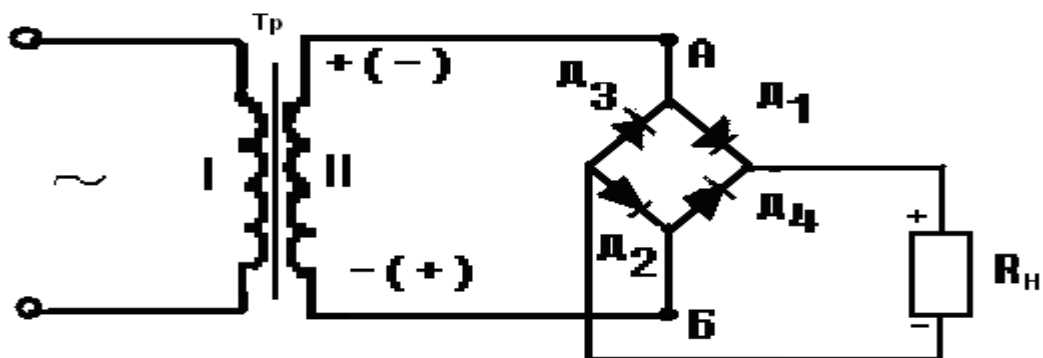
а) ўзгарувчан ток графиги, б) битта ярим даврли ва в) иккита ярим даврли тўғрилагичларда ҳосил қилинган кучланиш импульслари, г) ва д) текисловчи филтрлар киритилган тўғрилагичлардаги кучланиш импульслари (г- битта, д- иккита ярим даврли тўғрилагич учун).

Конденсатор сизими қанча катта бўлса унда шунча кўпроқ энергия тўпланади, R_n юклама қаршилиги қанча катта бўлса у орқали конденсатор шунча секин разрядланади. Шу сабабли конденсатор C_ϕ нинг разрядланиши $t_1 = T$ вақтгача давом этиши мумкин (3-расм, г график). Расмдаги графикдан кўриниб турибдики, тўғрилагичнинг чиқишидаги кучланиш битта ярим даврли тўғрилагичда ҳосил қилинган кучланиш (ток кучи) импульси (3-расм, б график)га нисбатан анча текисланган ва А нуктада кучланиш қиймати манфий бўлганда ҳам юкламадан ток ўтиб туради. $t_1 = T$ вақтдан бошлаб C_ϕ конденсатор яна зарядлана бошлайди ва юқоридаги жараён қайта такрорланади. Шу тариқа, тўғрилагичнинг чиқиш қисмида фақат қиймати ўзгариб турувчи кучланиш ҳосил бўлади. Тўғриланган кучланишнинг сифатини ошириш учун унинг схемасига дроссел ва катта сизимли конденсаторлардан иборат занжир киритиш мумкин. Лекин юкламадан токнинг ўзгарувчан ташкил этувчиси ўтиб туради. Шунга қарамай битта ярим даврли тўғрилагичлар амалда кўп ишлатилади.

1. Икки ярим даврли тўғрилагичларни ўрганиш.

Битта ярим даврли тўғрилагичларда ўзгарувчан токнинг фақат битта ярим даври қувватидан фойдаланиш имконияти борлигини кўриб ўтдик. Шу сабабли бундай тўғрилагичларнинг ф.и.к. 50% дан кам. Кейинги вақтларда радио, телевизор ва бошқа қурилмаларда яримўтгазгичли диодлардан иборат тўғрилагичларнинг кўприк схемаларидан фойдаланилмоқда. Кўприк схемали тўғрилагичлар трансформаторнинг иккиламчи чулғамининг тузилишига турлича бўлади. 1-расмда шундай тўғрилагичнинг энг содда схемаси кўрсатилган.

Бу схема бўйича тўғрилагичнинг ишлаши қуйидагича. Токнинг биринчи ярим даврида А кучланиш қиймати мусбат бўлиб, бундай йўналишда D_3 ва D_1 диодлар берк, D_1 ва D_2 диодлар эса ток ўтказди. Ток трансформатор Tr чулғамининг юқори учидан (А-нуктадан) диод D_1 , нагрузка қаршилиги R_n ва диод D_2 орқали чулғамнинг пастк учига (Б нуктага) боради. Токнинг иккинчи ярим

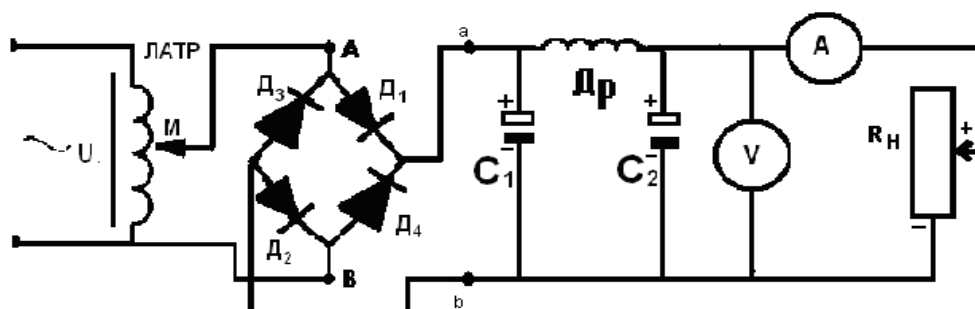


1-расм. Икки ярим даврли тўғрилагич схемаси.

даврида эса кутблар алмашади, кучланиш А нуқтада манфий ва Б нуқтада мусбат қийматни олади(схемада қавс ичида кўрсатилган). Бунда D_1 ва D_2 диодлар берк

бўлиб, D_3 ва D_1 диодлар орқали ток ўтади. Ток эса занжирнинг Б учидан D_1 диод, нагурузка қаршилиги R_H ва D_3 диод орқали чўлғамнинг А нуқтасига боради. Демак, ҳар иккала ярим даврда ҳам юклама R_H дан бир томонга қараб йўналган импульсли ток ўтиб туради. Шу туфайли бундай тўғрилагич **икки ярим даврли** тўғрилагич дейилади. Тўғриланган кучланиш графиги 3-расм, в дагидек бўлади.

Икки ярим даврли тўғрилагичларда ҳосил қилинган ток импульсларини камайтириш учун конденсатор ва дросселлардан иборат текисловчи филтрлардан фойдаланилади. Шундай текисловчи занжирлар киритилган икки ярим даврли тўғрилагичнинг схемаси 5-расмда келтирилган. Схемда тўғрилагичга турли қийматдаги ўзгарувчан кучланиш бериш учун трансформатор ўрнида ЛАТРдан фойдаланилган. Тўғриланган ток кучи А амперметр ва кучланиш V вольтметр билан ўлчанади. Ушбу тўғрилагичда ҳосил қилинган кучланиш импульсларининг текисловчи филтрлардан кейинги кўриниши 3-расм, д) чизмада келтирилган.



5-расм. Текисловчи занжирлар киритилган икки ярим даврли тўғрилагич схемаси.

Расмдан кўриниб турибдики, кучланиш импульси филтр ёрдамида 50 % дан ортиқ силлиқланган. Катта сиғимли конденсаторлар ва индуктивлиги катта дросселлар ишлатиб ушбу схема бўйича кучланиш импульслари 95 % гача текисланган тўғрилагичлар яратиш мумкин. Кучланиш импульсларини ва улар қийматининг ўзгаришларини яна ҳам камайтириш учун электрон стабилизаторлардан ташкил топган мураккаб схемали филтрловчи занжирлардан фойдаланиш керак.

5. Амалий қисм.

5.1 Керакли асбоб ва жиҳозлар.

1. Автотрансформатор (ЛАТР) – ----- 1 дона.
2. Тажриба ўтказиш қурилмаси.
3. Битта ярим даврли тўғрилагич схемасида уланган диод.
4. Кўрик схема бўйича уланган диодлар ----- 1 дона

5. Доимий ток вольтметри – -----1 дона
6. Доимий ток миллиамперметри - -----1 дона.
7. Юклама қаршилик(реостат) - -----1 дона
8. Электрон осциллограф.
9. Уловчи симлар ----- 17 дона

5.2 Ишни бажариш тартиби.

Битта ярим даврли тўғрилагични ўрганиш бўйича тажрибалар.

1. Тажриба ўтказиш қурилмасида 2-расмда келтирилган чизма бўйича занжир йиғинг. Автотрансформаторнинг чиқиш учларига тўғрилагичнинг А ва В нукталарни уланг.
2. К калитни очик қолдириб, схеманинг чиқишига R_H реостатни уланг.
3. Реостатни энг катта қаршиликга ўрнатиб, ЛАТР ни 220 В ўзгарувчан электр тармоғига уланг ва унинг сурилгичини бураб, кучланишини 1В оралатиб ошириб боринг, V вольтметрдан кучланишининг ва mA дан ток кучининг қийматларини кузатиб, уларнинг кўрсатишини 2- жадвалга ёзиб боринг.
4. R_H юклама қаршилигини камайтиринг ва юқоридаги тажрибани унинг бир неча қийматлари учун такрорланг. Натижаларни жадвалга ёзиб боринг.
5. Трансформаторнинг АВ чиқиш нукталари оралигига ўзгарувчан ток вольтметри уланг ва К калитни очик қолдириб, занжирдаги кучланишни ўзгартириб боринг. Бу тажрибани R_H қаршиликнинг турли қийматлари учун ўтказинг. Вольтметр V_1 ва V_2 ларнинг кўрсатишларини 1-жадвалга жойлаштириб, $U_2 = f(U_1)$ боғланиш графигини тузинг(6-расм).
6. Электрон осциллографни ишга туширинг ва унинг “Х” ва “У” кириш учларига уланган симларни навбат билан тўғрилагич схемасидаги АВ, сўнгра CD нукталарга туташтиринг. Экранда кузатилган расмларни чизиб олинг ва уларни изоҳланг.

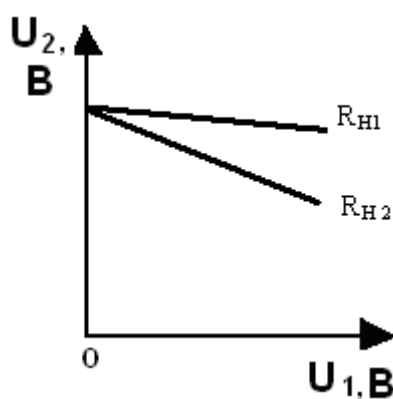
Икки ярим даврли тўғрилагич бўйича тажрибалар.

1. Тажриба ўтказиш қурилмасида 5-расмда келтирилган чизма бўйича занжир йиғинг. Автотрансформаторнинг чиқиш учларига тўғрилагичнинг А ва В нукталарни уланг.
2. Реостатни энг катта қаршиликга ўрнатиб, ЛАТР ни 220 В ўзгарувчан электр тармоғига уланг ва унинг сурилгичини бураб, кучланишини бирон ораликда оширинг, V вольтметрдан кучланишининг ва mA дан ток кучининг қийматларини кузатиб, уларнинг кўрсатишини 2- жадвалга ёзиб боринг.
3. Юқоридаги тажрибани R_H юклама қаршиликнинг бир неча қийматлари учун такрорланг ва олинган натижаларни 2-жадвалга жойлаштиринг.
4. Осциллографнинг кириш симларини тўғрилагич занжирининг АВ ва ав нукталарига туташтириб, экрандаги тасвирларни чизиб олинг ва уларни изоҳланг.
5. Жадваллар асосида кучланиш ва ток кучи орасидаги $U = f(I)$ боғланиш графигини R_H қаршиликнинг турли қийматлари учун тузинг(7-расм).
6. Турли R_H қаршиликлар учун $U = f(I)$ боғланиш қиялигининг турлича бўлиш сабабини изоҳланг.
7. Осциллограф экранидан чизиб олинган осциллограммаларни 3-расмдаги графиклар билан солиштиринг ва уларни изоҳланг.
8. Ушбу лаборатория ишини бажаришдан олган маълумотларингиз бўйича хулосалар чиқаринг.

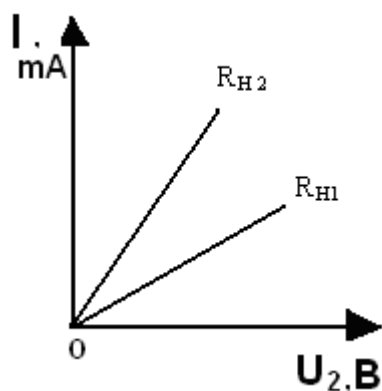
1-жадвал 2-жадвал

T/p	U_1	R_{H1}	U_2	R_{H2}	U_2
1					
2					
3					
...					
...					

T/p	U	R_{H1}	I_1	R_{H2}	I_2
1					
2					
3					
...					
...					



6-расм. $U_2 = f(U_1)$ боғланиш графиги.



7-расм. $U = f(I)$ боғланиш графиги.

Назорат саволлари.

1. Нима учун ўзгарувчан тоқларни тўғрилаш керак?
2. Тўғрилагичларнинг қандай схемалари бор?
3. Битта ярим даврли тўғрилагичнинг ишлаш принципини тушинтиринг
4. Икки ярим даврли тўғрилагичнинг ишлаш принципини тушинтиринг
5. Икки ярим даврли тўғрилагич қандай афзалликларга эга?
6. Осциллографни схеманинг АВ нуқталарига улаганда қандай ток осциллограммасини кузатиш мумкин, СД нуқталарига улангандачи?

7. Чизиб олинган осциллограммаларга тавсиф беринг.
8. $U_2 = f(U_1)$ боғланиш графигини таҳлил қилиб беринг.
9. $U = f(I)$ боғланиш графигини таҳлил қилиб беринг.

Адабиётлар.

1. Н. Нигматов. Радиоэлектроника асослари. Т. 1993 й. 212-219 бетлар.
2. А.Рахимов. Электротехника ва электроника асослари.Т.1988 й.206-210,232-237 бетлар.
3. О.Абдуллаев. Радиотехника ва электроника. Т. 1975 й. 63-73 б.
1. В.Е.Китаев Электротехника ва саноат электроникаси асослари. Т.1971 й. 116-117, 306-307 бетлар.

6. Информацион методик таъминот:

6.1. Асосий адабиётлар:

1. Молчанов А.П ,Занадворов П.Н. Курс электротехники и радиотехники. М. Наука 1976
2. Нигматов Х. Радиоэлектроника асослари. Тошкент, “Ўзбекистон” , .1991
3. Манаев Е.И. Основы радиоэлектроники М.: Сов Радио,1989
4. Гершунский Б.С. Основы электроники и микроэлектроники. М.: 1987.
5. Н. Турдиев Радиоэлектроника асослари Т Ўқитувчи 1999

6.2. Қўшимча адабиётлар

6. Жеребцов И.П. Основы электроники. М.: Энергоатомиздат 1989.
7. Степаненко И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. М.: Энергия, 1977.
8. Калашников С.Г. Умумий физика курси. Электр. Олий ўқув юрларининг физика ихтисоси бўйича дарслик. Ўқитувчи, Тошкент-1979, 615 бет.
9. Быстров А.Ю., Мироненко И.Т. Электрические цепи и устройства. М.: Высшая школа.1989.
10. Гусев В.Г.,Гусев Ю.М. Электроника. М.: 1991.
11. Хотунцев Ю.Л., Лобарев А.С. Основы радиоэлектроники. М.: Агар – 2000, с.-288.
12. Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники и связи: Учебник для вузов. М.: Высшая школа. 2001 г. С.-510.
13. Т.Ахмаджанов,, Н.Ахмаджанов. Компакт дисклар тузилиши ва ишлаш принципи. Физика, Математика ва Информатика. Илмий-услубий журнал , 2006, №5, 59-63.
11. Юнусов М.С., Власов С.И., ва б. Электрон асбоблар. ЎзМУ.,Т.:2003.-132 бет.
15. Рисбоев Т. Радиоэлектроника асослари (маъруза матнлари) Гулистон 2003

6.3. Электрон адабиётлар

Интернетдан олиш мумкин бўлган қўшимча ахборот ресурслари манзиллари (электротехниканинг назарий асослари ва электротехника бўйича лаборатория ишлари бўлими бўйича):

16. <http://www.wireless.ru/wireless/186-> Беспроводная связь.
17. [http://www.chipinfo.ru/literature/radio/-](http://www.chipinfo.ru/literature/radio/) Журнал “РАДИО”.
18. [http:// www. ziyounet.uz/-](http://www.ziyounet.uz/) О’zbekiston axborot ta’lim tarmog’i
19. [http:// www. edu.uz/-Oliy](http://www.edu.uz/-Oliy) va o’rta maxsus ta’lim vazirligi portali
20. [http:// www. ref. uz/-Referatlar](http://www.ref.uz/-Referatlar) kolleksiya
21. [http:// www. guldu. uz/-Guliston](http://www.guldu.uz/-Guliston) Davlat Universiteti sayti
22. [http:// www. gduportal.uz/-Guliston](http://www.gduportal.uz/-Guliston) Davlat Universiteti ichki axborot ta’lim portali

7. Глоссарий:

1. **Анод характеристикаси** – Электрон лампалардан ўтаётган анод токининг анод кучланишига боғлиқлиги.
2. **Актив фильтр** – схемасида электр манбаи мавжуд бўлган электр филтри.
3. **Боғланган контурлар** – электр занжирида ўзаро боғланишдаги сигналга ишлов берувчи контурлар.
4. **Боғланиш ғалтаги** – икки контурни ўзаро боғловчи индуктивлик ғалтаги.
5. **Детектор** - Юқори частотали тебранишларини хабар сигналичан ажратувчи қурилма.
6. **Дискрет сигналлар** – радиоэлектрон занжирларда узлукли тарзда юзага келадиган сигналлар.
7. **Занжир қаршилиги** – электр занжирининг сигналлар ўтишига қаршилик кўрсатиш хоссаси.
8. **Занжир ўтказувчанлиги** – электр занжирининг қаршилигига тескари бўлган катталиқ.
9. **Индуктив боғланиш** – ўзаро индуктивлик ғалтаклари билан боғланган боғланишни ифодаловчи катталиқ.
10. **Индуктив қаршилик** – Электр энергиясини магнит майдон энергияси сифатида жамловчи элемент.
11. **Қирқиш частотаси** – радиоэлектрон занжирнинг сигналларнинг ўтказувчи ва ўтказмовчи соҳаларини ажратувчи частота.
12. **Ковак** – Яримўтказгичларда мусбат бўш ўринлар (локал ионлар заряди).
13. **Контур аслиги** – контурда жамланган энергиянинг тебраниш жараёнида нисбий сарфланишини ифодаловчи тушунча.
14. **Критик боғланиш** - контурлар аро боғланиш фактори бирга яқин бўлгандаги боғланиш.
15. **Кучланишлар резонанси** – RCL элементлари кетма-кет уланган занжирда реактив элементлардаги кучланишларнинг $X_L = X_C$ бўлган ҳолдаги ҳолати.
16. **Микросхема** – 1 см^3 ҳажимда камида 5 та элемент жойлашадиган электрон схема.
17. **Модуляция** – Юқори частотали тебранишларнинг параметрини хабар сигнали таъсирида ўзгартирилиш жараёни.
18. **Модулятор** - Юқори частотали тебранишларнинг параметрини хабар сигнали таъсирида ўзгартирилиш жараёни амалга ошириладиган қурилма.
19. **Ночизиқли элемент** – Параметрлари занжирдаги ток кучи ва кучланишнинг ўзгаришига боғлиқ бўлган асбоблар.
20. **Оралик частота филтри** – бирон оралик частотадаги сигналларни тўсувчи ёки фақат шу частотадаги сигналларни ўтказувчи филтр.
21. **Пассив филтр** – схемасида электр манбаи қатнашмайдиган филтр.
22. **Паст частота филтри** – паст частотали сигналларни ўтказувчи филтр.
23. **Пьезоэлектрик филтр**- схемасида пьезоэлектрик кристалл қатнашган филтр.
24. **Пьезоэлектрик эффект**- кристаллнинг ўлчамлари ташқи электр майдони таъсирида ўзгаришини ифодаловчи ходиса.
25. **Радиодарча**- Атмосфера қатламларида ютилмай космик фазога чиқиб кетадиган радиосигналлар тўлқинлари оралиги
26. **Радиосигнал** – Радиоэлектрон занжирларда тарқаладиган ахборотлар.
27. **Радиоэлектрон занжирлар** – Радиотехник элементларнинг маълум бир тартибда жойлашишидан иборат схема.
28. **Радиоэлектроника** – Фан ва техниканинг ривожланиш тарихида радиотехника ва электроника фанларининг ўзаро қўшилишидан вужудга келган фан ҳисобланади.
29. **Рақамли сигналлар** - радиоэлектрон занжирларда узлукли тарзда рақамлар билан ифодаланадиган сигналлар.
30. **Резонанс частота** – контурнинг хусусий частотаси ташқи сигнал частотасига тенг бўлган частотаси.
31. **Сигим боғланиш** – конденсатор орқали контурларнинг ўзаро боғланиши.

32. **Сиртий тўлқинлар**- ер сирти бўйлаб тарқаладиган сигналлар.
33. **Сўниш коэффиценти** – тебраниш амплитудасининг бир даврда камайишини ифодаловчи катталиқ.
34. **Сўнувчи тебраниш** – амплитудаси вақт бўйича камайиб борувчи тебранма ҳаракат.
35. **Тасодифий сигналлар** – радиоалоқада тасодифан юзага келадиган сигналлар.
36. **Термоэлектрон эмиссия** - Иссиқлик таъсирида қаттиқ жисмдан электронларнинг чиқариш ходисаси.
37. **Токлар резонанси** – элементлари ўзаро параллел уланган электр занжирида кузатиладиган ходиса.
38. **Транзистор** – Ток кучини ёки кучланишни (электр сигналлари) кучайтириб ўтказиш хоссасига эга бўлган яримўтказгичли асбоб.
39. **Трансформаторли боғланиш** – контурларнинг ўзаро трансформатор орқали боғланиш.
40. **Тўсувчи фильтр** – бирон частотадаги сигналларни ўтказмайдиган фильтр.
41. **Ўлик соҳа**- ер сиртининг радиотўлқинлар етиб бормаيدиган сирти.
42. **Ўтказиш соҳаси** – бирон частотадаги сигналларни ўтказадиган фильтр.
43. **Фазовий тўлқинлар**- ер атмосферасининг юқори қатламларидан қайтадиган радиотўлқинлар.
44. **Фотоэффект** – Ёруғлик таъсирида қаттиқ жисмдан электронларнинг чиқариш ходисаси.
45. **Хабар сигнали** – Электр табиатига эга бўлмаган турли маълумотлар.
46. **Характеристик қаршилик**- индуктивлик ёки сиғимнинг резонанс частотада кўрсатадиган резонанс қаршилиги.
47. **Хусусий ўтказувчанлик** – Яримўтказгичларда хусусий заряд ташувчилар (электрон ва ковак) лар ҳисобига ҳосил бўлган ўтказувчанлик.
48. **Хусусий частота**- контурнинг элементлари параметрлаига боғлиқ бўлган тебраниш частотаси.
49. **Шовқин** – радиоалоқага халақит берувчи сигналлар.
50. **Электр филтрлари**- электромагнит тебранишларни саралаб ўтказувчи занжир.
51. **Электрвакуум асбоблар** – Вакуумда зарядли заррачалар ҳаракатига асосланиб ишловчи электрон лампалар.
52. **Электромагнит тўлқинлар** – Юқори частотали ва эфирда тарқатишга мўлжалланган тўлқинлар
53. **Электромеханик фильтр** – электромагнит тебранишларни механик тарзда саралаб ўтказувчи занжир.
54. **Электроника** – Электрвакуум ва яримўтказгич асбобларни ишлаб чиқариш ва ҳозирги замон радиоэлектроникасида ишлатилиш масаласини ўрганадиган фан.
55. **Электротехника** – Саноат частотали ўзгарувчан тоқларни ишлаб чиқариш, уларни узатиш ва тақсимлаш масалаларини ўрганадиган фан.
56. **Элтувчи тебраниш** – Хабар сигналларини олиб кетувчи юқори частотали тебраниш.
57. **Юқори частота филтри**- юқори частотали тебранишларни ўтказмайдиган фильтр.
58. **Яримўтказгич** – Электр ўтказувчанлиги бўйича металлар ва диэлектриклар оралиғидаги ҳолатни эгаллаган модда.
59. **Яримўтказгичли асбоблар** – Яримўтказгичлик хоссасига эга бўлган жисмлар асосида ясалган электрон асбоблар.
60. **Яримўтказгичли диод** – Электр тоқини бир томонлама ўтказиш хоссасига эга бўлган электрон асбоб.
61. **RC – занжир** – чиқиш қисмига конденсатор параллел уланган қаршиликли занжир.
62. **CR – занжир** – чиқиш қисмига қаршилик параллел уланган сиғимли занжир.
63. **LR – занжир** – чиқиш қисмига қаршилик параллел уланган индуктивли занжир.
64. **RL – занжир** - чиқиш қисмига индуктивлик параллел уланган қаршиликли занжир.
65. **LC – занжир** – тебраниш контуридан иборат занжир.

