

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

**АБУ РАЙҲОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ
ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

АВИАЦИЯ ФАКУЛЬТЕТИ

«ҲАВОДАГИ ҲАРАКАТНИ БОШҚАРИШ» КАФЕДРАСИ



Д.Эшмурадов

**«РАДИОҚАБУЛҚИЛУВЧИ ВА
РАДИОУЗАТУВЧИ ҚУРИЛМАЛАР»**

(касб ҳунар коллежлари ўқувчилари учун дарслик)

ТОШКЕНТ – 2013 йил

Ушбу ўқув қўлланма радиоқабулқилувчи ва радиоузатувчи қурилмалар тўғрисида маълумотлар, шунингдек, радиосигналлар, модуляция турлари, кучайтиргичлар ва уларнинг турлари, истеъмол манбалари, генераторлар, рақамли техниканинг элементлари каби бўлимлардан иборат бўлиб, радиоэлектроника соҳасида қўлланиладиган радиотехник жихозлар ва уларнинг қурилиши ҳамда параметрлари ва характеристикалари келтирилган.

Кучайтириш, генерациялаш, модуляциялаш принциплари, детектирлаш ва манфий тескари алоқа масалалари кўриб чиқилган.

Дарслик радиоэлектроника соҳасида фаолият кўрсатувчи мутахассислар, радиоэлектрон жихозларни ўрганиши лозим бўлган олий ўқув юрти ва коллеж талабаларига мўлжалланган.

Дарслик Тошкент Давлат Техника Университети услубий кенгаши томонидан чоп этишга тавсия этилган. Баённома № _____ 2013 й.

Тақризчилар:

Шипулин Юрий Геннадьевич, -

Тошкент давлат техника университети,
«Бошқаришда ахборот технологиялари»
кафедраси профессори, техника фанлари
доктори

Расулов Абдужаббор Сатторович, -

Жаҳон иқтисодиёти ва дипломатия
университети “Математик
моделлаштириш ва информатика”
кафедраси профессори, физика-
математика фанлари доктори

Мундарижа

КИРИШ.	5
1-БОБ. РАДИОЭЛЕКТРОН ҚУРИЛМАЛАР ВА СХЕМАЛАР ҲАҚИДА УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР	9
Радиоэлектрон тизимлар	9
Радиосигналлар. Видеосигналлар	12
2-БОБ. ИСТЕЪМОЛ МАНБАЛАРИ	16
Бир фазали тўғирлагичлар	16
Силлиқловчи филтрлар параметрлари ва характеристикалари.....	21
Уч фазали тўғрилагич схемаси	23
Ўзгармас кучланиш ва ўзгармас ток стабилизаторлари	25
3-БОБ. КУЧАЙТИРГИЧЛАР	29
Кучайтиргичлар ва уларнинг асосий характеристикалари.....	29
Биполяр транзисторда ясалган кучайтиргич босқичи.....	31
Кўп босқичли кучайтиргичлар	40
Эмиттер қайтаргич (қувват кучайтиргич)	42
4-БОБ. ГАРМОНИК ТЕБРАНИШЛАР ГЕНЕРАТОРЛАРИ	45
Автогенераторларнинг иш принципи	45
5-БОБ. ИМПУЛЬС ТЕХНИКАСИ ЭЛЕМЕНТЛАРИ	47
Импульс режими ҳақида асосий маълумотлар	47
Триггерлар	53
6-БОБ. РАДИОУЗАТУВЧИ ҚУРИЛМАЛАР	58
Модуляция турлари.	58

Частотавий модуляция.....	61
Импульсли модуляция.....	61
Ўта юқори частотали генераторлар ва узаткичлар.....	61
Радиоузатувчи қурилмаларнинг вазифаси ва тузилиши.....	64
7-БОБ. РАДИОСИГНАЛ ҚАБУЛ ҚИЛУВЧИ ҚУРИЛМАЛАР	75
Радио қабул қилиш асослари	75
Радиолокациянинг асосий тушунчалари	79
Радиолокацион станция қуриш негизи	82
АДАБИЁТЛАР.....	86

КИРИШ.

Радиоэлектроника – фан ва техниканинг радиочастотали электромагнит тебранишлар ва тўлқинлардан фойдаланган ҳолда ахборотларни узатиш ва ўзгартириш билан боғлиқ бўлган соҳалари умумий номи. Улардан асосийлари — радиотехника ва электроника. Радиоэлектроника телеграф, телефон, фототелеграф алоқа, радиоёшиттириш, телевидение, радиолокация, радиоастрономия, электрон автоматика, ҳисоблаш ва бошқариш машиналари, ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш асослари, тиббиётда физиотерапия ва ташхис усулларни кенг миқёсда қўллаш, космик қурилмалар ва бошқаларни ўз ичига олади. 20-аср бошларида радиолампаранинг такомиллашиши, триод лампасининг яратилиши электр тебранишларни ҳосил қилувчи ва кучайтирувчи радиоэлектрон қурилмалар яратиш имконини берди. Кейинчалик электр тебранишларнинг частота соҳаси ошириладиган кўп электродли — тетрод, пентод, гексод ва гептод радиолампарлари яратилди. Вакуум техникасининг тараққиёти натижасида фотоэлемент ясалди, унинг ёрдамида эса овозли кино пайдо бўлди. 50-йилларга келиб, яримўтказгичлар электроникаси тез тараққий этиши билан яримўтказгичли асбоблар — диод ва триод (транзистор)лар асосида ишлайдиган ихчам ҳамда қулай радиоэлектрон қурилмалар яратилди. Техника тараққиёти ва космик фазони забт этиш вазифаларига оид эҳтиёжларни қондириш учун янги микросхемалар яратилди. Бундаги актив элементлар — ярим ўтказгичли диод ва транзисторлар ўта митти шаклда ясаиб, пассив элементлар — резистор (қаршилик) ва конденсаторлар вакуумда юпқа металл пардалар ҳосил қилиш усули билан тайёрланади ва улар жуда кичик сатҳда монтаж қилинади. Микроэлектроникада микросхема элементларининг зичлиги жуда катта (1см^3 га 300 — 400 деталь тўғри келади). Фаннинг турли соҳалари асосида Радиоэлектрониканинг янги тармоқлари — квант электроника, оптоэлектроника, транзисторлар

электроникаси, микроэлектроника, криоген электроникаси, диэлектриклар электроникаси ва ионика вужудга келди.

Электроника вакуум, газ, суюқлик, қаттиқ жисмлар ва плазмада, шунингдек, уларнинг чегараларида рўй берадиган электрон жараёнлар ҳақидаги фан бўлиб, у техниканинг электрон асбобларни ишлаб чиқиш ва қўллаш билан шуғулланадиган соҳаси.

Радиотехника электрон асбоблар ёрдамида электр сигналларни генерациялаш, кучайтириш, ўзгартириш, шакллантириш каби мураккаб масалаларни ўрганувчи фан.

Замонавий электроника ва радиотехниканинг асосини ярим ўтказгичлар электроникаси ва микроэлектроника ташкил этади.

Юқоридаги хусусиятларига кўра электроника ва радиотехника фан ва техниканинг барча соҳаларида кенг қўлланилиб, Ернинг сунъий йўлдошини учуришда, кибернетик қурилмалар яратишда, космик тадқиқотлар ўтказишда, ҳарбий техникада, ишлаб чиқариш жараёнларини ва илмий тадқиқотларни автоматлаштиришда қўлланиладиган бир неча радиоэлектрон тизимлар яратилмоқда.

Радиоэлектрон тизимларга қуйидаги талаблар қўйилади:

- *юқори сезгирлик,*
- *тезкорлик,*
- *универсаллик,*
- *ихчамлиги ва массасининг енгил бўлиши.*

Турли хил кучайтиргич схемалар орқали техник қурилманинг сезгирлиги таъминланса, тезкорлиги электр тебранишлар табиатига кўра, яъни элементлар ёки бутун қурилмаларни ихчамлаштириш ҳисобига амалга оширилади. Универсаллиги деганда, турли хил энергия (масалан, механик, иссиқлик, ёруғлик, товуш, нур)ни электр энергиясига айлантириш имконияти тушунилади.

Замонавий электрон қурилмалар интеграл микросхемалар асосида яратилмоқда. Бу эса уларнинг ўлчамларини бир неча ($100 \div 1000$) баробар кичрайишига, массасининг эса камайишига олиб келди.

1885 йили радионинг кашф этилиши электрониканинг янги ривожланиш даврини бошлаб берди. Рус физик олими А.С.Попов электр – магнит тўлқинлар кукуни детектори (когерер)ни такомиллаштириб, унинг асосида электр сигналларини симсиз узатадиган қабул қилгич, яъни радиоалоқани яратди. Немис физиги Г.Герц электромагнит тўлқинларни кашф этиб, уларнинг хоссаларини текширди. Натижада 1901 й.да Атлантика океани орқали радиоалоқа ўрнатди.

Радиоэлектрониканинг ривожланиш босқичлари:

1) тахминан 30 йил. – радиотелеграфия ва радиотехниканинг бошланиши.

Ютуқлари:

1904 й.	Дастлабки электрон лампа – диод яратилди
1907 й.	Лампа – триод
1913 й.	Лампали дастлабки приёмникнинг схемаси
1913 -1920 й.й.	Лампали радиотехника (газ тўлдирилган лампалар)
1916 й.	Дастлабки вакуум лампалар (М.А.Бонч-Бруевич)
1922 й.	О.В.Лосев томонидан ярим ўтказгичлар ёрдамида электр сигналларни кучайтириш ва генерациялаш имконияти тадқиқ этилди. (“кристадин”)

2) 20 йил – радиотелеграфия такомиллаштирилди, радиотехника ривожланди. Радиолокация ва радионавигация юзага келди. Ўрта ва қисқа тўлқинлар ўрганилди. Янги электровакуум асбоблар, магнетон ва тиратрон яратилди. Телевидениега асос солинди. Дастлабки фотоэлементлар яратилди.

1924 й. Дастлабки пентод.

3) 1945 й.дан ярим ўтказгичли техниканинг кенг ривожланиши. Электровакуум техниканинг такомиллаштирилиши.

1948 й. Дастлабки ярим ўтказгичли тўғирлагич. Биринчи

транзистор.

1952 й. Ясси транзисторлар.

1953 й. Майдонли транзисторлар, тиристорлар, денисторлар, фоторезисторлар, варикаплар.

4) 1960 – 1970 йй. микроэлектрониканинг ривожланиши. Интеграл микросхема (ИМС)лар яратилди.

Интеграл микросхема $10\div 100$ минг элементдан ташкил топган бўлиб, функционал тугалланган қурилма ҳисобланади.

Қисқа фурсат ичида электрониканинг бундай тез ривожланишини автомобилсозлик соҳаси билан солиштирадиган бўлсак, “Волга” автомашинаси ёруғлик тезлиги билан ҳаракатланиши ва бунда 100 км. масофага бир неча грамм бензин сарфлаши мумкин (“Наука и жизнь” журналы, 1986 й., № 2.)

Бугунги кунда Ўзбекистон Республикасининг технологик, иқтисодий ва информацион хавфсизлигини таъминлашда, халқ хўжалигининг барча соҳаларида ва ҳарбий соҳаларда маҳсулот яратиш ва ишлаб чиқаришда радиоэлектроника саноати муҳим роль ўйнайди.

1-БОБ. РАДИОЭЛЕКТРОН ҚУРИЛМАЛАР ВА СХЕМАЛАР ҲАҚИДА УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Радиоэлектрон тизимлар

Радиоэлектрон тизимлар бажарадиган вазифаларига кўра қуйидаги турларга бўлинади:

- *функционал мураккаблиги;*
- *конструктив мураккаблиги;*
- *типи;*
- *физик жараёнларнинг кечиши;*
- *бажараётган вазифаси;*
- *эксплуатация шароити ва жойлашуви.*

Функционал мураккаблиги деганда қурилмалар, тизимлар ва функционал тугунлар тушунилади.

Конструктив блок, шкаф, ячейка кўринишида ишланиши.

Тип: аналогли, рақамли ва аналог-рақамли. Аналог қурилмалар (кучайтиргич, генератор, аналог филтрлар, ўзгартиргичлар) сигналнинг турли характеристикалари формаси, спектри ва бошқаларга асосланган.

Рақамли эса одатда иккилик санок системасида 0 ва 1 рақамлар кўринишида кодлаштирилган сигналларга асосланган қурилмалар (триггер, счётчик, регистр).

Аналог-рақамли қурилмалар аналог-код, код-аналог маълумотларни ўзгартириш учун қўлланилади.

Жараёнларга радиотехник, оптик, акустик ва мураккаб жараёнлар.

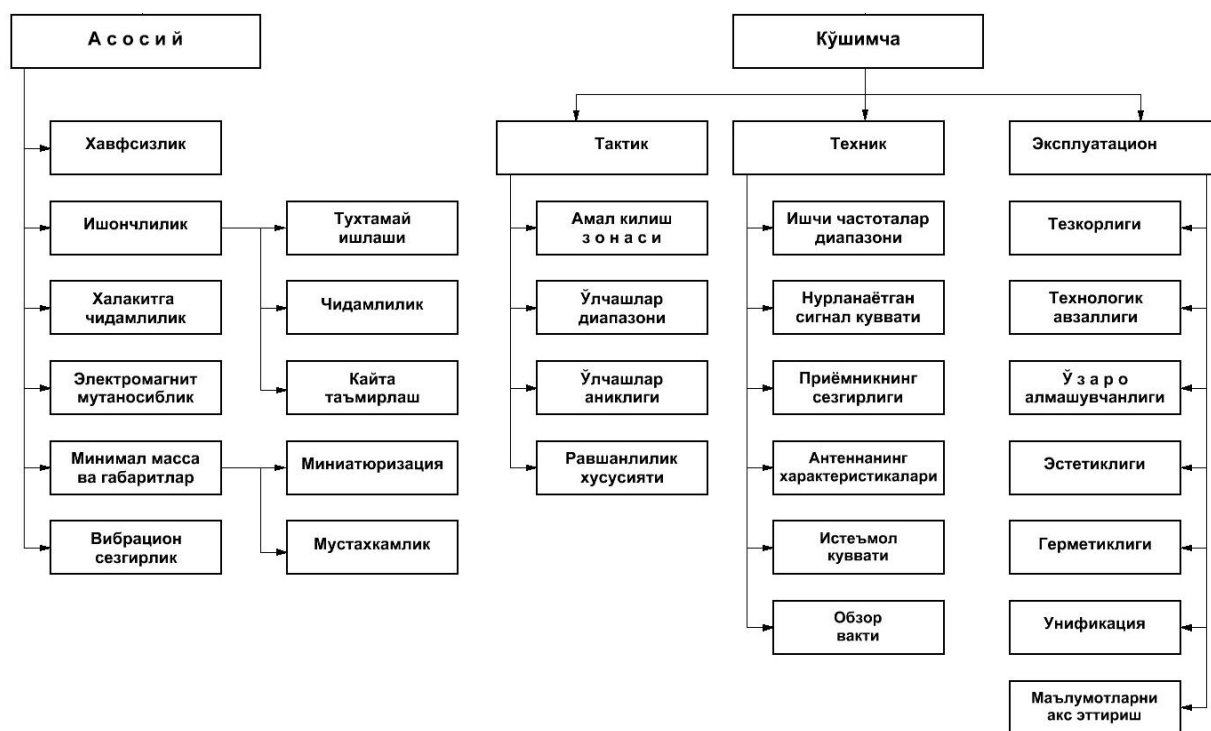
Радиоэлектрон тизимлар бажарадиган вазифасига кўра информатсион ва энергетик тизимларга бўлинади. Қуйидаги жадвалда информатсион тизим ва унинг қўлланиш соҳаси доир маълумотлар келтирилган.

Масала	Қўлланиш соҳаси
Маълумотни тортиб олиш	навигация, локация, ўлчов техникаси, илмий тадқиқотлар, тиббий техника, криминалистика

Маълумотни маълум бир масофага узатиш кераксиз	алоқа, телевизион кўрсатувлар, радиоэшиттириш, телеметрия, турли хил тармоқларни қуриш
радиосигналларни ажратиш	Радиоэлектрон ҳимоя воситалари
Бошқариш тизимлари	автоматлаштирилган бошқарув тизимлари, радиоэлектрон автоматика, телемеханика, масофадан туриб бошқариш
Маълумотни қайта ишлаш	Маълумотни бир турдан иккинчи турга ўтказиш (аналог-рақамли)
Сигнал шаклини ўзгартириш	кучайтиргичлар, аттенюаторлар, датчиклар, модулятор, демодуляторлар
Сигнални берилган характеристикаси бўйича генерациялаш	Ўлчов техникаси, музикавий аппаратуралар, тиббий техника, илмий тадқиқотлар
идентификация ва аутентификация	Ҳаво кемасининг жавоб қайтаргич тизимлари, электрон калит ва имзо
маълумотни ёзиб олиш ва қайта ўқиш	Аудио-видео магнитофонлар, рақамли фотография

Лазер нури ёрдамида даволаш, пайвандлаш, микротўлқинлар ёрдамида овқат пишириш эса энергетик радиоэлектрон тизимларга мисол бўла олади.

Радиоэлектрон тизимларнинг жойлашишига қараб, ердаги, сувдаги, сувостидаги, ҳаводаги, космик, еростидаги ҳамда мураккаб тизимларга бўлинади. Қуйидаги расмда радиоэлектрон тизимларга қўйиладиган умумий талаблар келтирилган.



1.1.расм. Радиоэлектрон тизимларга қўйиладиган талаблар

Радиосигналлар. Видеосигналлар

Дунё халқлари инсоният Ер юзидида пайдо бўлганидан бошлаб, бошқа халқлар турмуш тарзига қизиқиб келганлар, шунингдек, иқтисодий, сиёсий, маданий ва ижтимоий муаммолар бўйича хабар алмашганлар. Бу хабарлар сигналлар ёрдамида амалга оширилган. Масалан: олов, тутун ёки барабан товуши орқали хабар узатганлар.

Сигнал деганда, ахборот, маълумот ва бошқаларни муайян масофага узатиш учун ишлатиладиган шартли белгилар тушунилади. Табиатда хабар ташувчи сигналларнинг механик, иссиқлик, ёруғлик (масалан, сфетофор сигнали), электр, электромагнит, товуш ва бошқа турлари мавжуд.

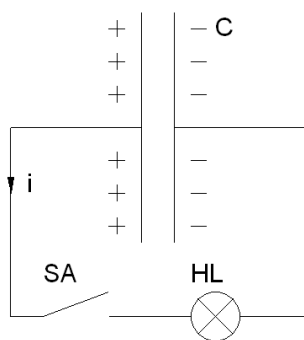
Ахборот элтувчи сигнал 4 та таркибий қисмдан иборат:

- *сигналнинг физик воситаси (элтувчиси),*
- *сигнални ифодалаш шакли (синтаксис);*
- *интерпретация мазмуни (семантика);*
- *сигналга ҳар хил маъно бериш қоидалари (прагматика).*

Ҳозирги кунда хабар узатиш учун электромагнит тўлқинлардан, яъни радиосигналлардан фойдаланилади. Радиосигналлар фазода тўғри чизиқли ва ўзгармас тезлик билан тарқалади. Радиосигнал электр токи ёрдамида ҳосил қилинади.

Радиосигналлар юқори частотали электр сигнали бўлиб, таркибида юқори частотали ташувчи сигнал ва паст частотали хабар сигналлари мавжуд бўлади.

Маълумки, зарядли заррачаларнинг тартибли ҳаракати *электр токи* деб аталади. Тартибли ҳаракат вақтида заррачалар ўзларининг зарядларини ташиб ўтадилар. Амалда электр токи ҳосил қилиш учун электронларнинг ҳаракати, яъни заряд ташиши ишлатилади.

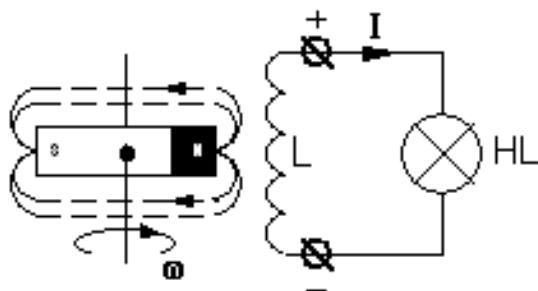


Расм.1.2.

Электронлар ҳавосиз жойда, газли муҳитда ва каттик жисмларда ҳаракат қилишлари мумкин. Агар электронларнинг каттик жисмдаги ҳаракатини қарасак, уларнинг бу ҳаракати каттик жисмда электр токи ҳосил қилишини аниқлаймиз. Электр токи ҳосил қилиниши электр сигнали ҳосил қилиниши

демакдир. Электр ток манбалари ўзгармас ва ўзгарувчан токли бўлиши мумкин. Ўзгармас ток манбаси (расм.1.2) батерея пластинкаларидан иборат бўлиб, уларда зарядлар йиғилган бўлади. Улар ҳаракатланиши учун берк занжир ҳосил қилинади. Бунинг учун батерея пластинкаларини қандайдир юклама (ёруғлик лампочкаси) орқали улашимиз керак. Электр токи ўтиши натижасида лампочка ёнади. Бундай электр ток манбаи энергияси тезда тугайди.

Бизнинг ҳаёт фаолиятимиз кечаю-кундуз электр ток манбаидан фойдаланишни тақозо этади. Шу сабабдан доимо электр токи ҳосил қиладиган электростанциялар ихтиро қилинган. Электростанцияларда электр токи **генератор** деб аталган қурилмалар ёрдамида ишлаб чиқарилади. Унинг ишлаш негизи ўтказгичдаги зарядли заррачаларнинг ҳаракатига асосланган (расм.2).



Расм.1.3.

Чўлғамга магнит майдон таъсир қилса ундаги электронлар чўлғамнинг бир учига йиғилиб қолади. Агар чўлғам учларини лампочкага уласак лампочка ёниб ўчади, яъни электр токи ҳосил бўлади.

Заряд сонига қараб ёруғлик (яъни электр токи) катта ёки кичик бўлиши мумкин. Янгидан ток ҳосил қилиш учун магнит майдон таъсирини ўзгартиришимиз керак. Бунинг учун магнит майдони айлантирилади.

Натижада чўлғамдаги зарядлар унинг бошқа учига йиғилади ва яна лампочкага уласак электр токи ўтказди. (лампочка ёнади), яъни лампочкадан тескари йўналишда электр токи оқади. Лампочкадан электр токи доимо ўтиб туриши учун магнит майдонини ω – бурчак тезлиги билан айлантириб туришимиз керак. Бу ҳолда ҳосил бўлган электр токи ўзгарувчан бўлиб математик ёзуви

$$i = I_m \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \varphi), \text{ кўринишда бўлади, бунда}$$

I_m – ўзгарувчан ток амплитудаси (токнинг энг катта қиймати).

f - электр токи частотаси

φ - электр токи фазаси (ток пайдо бўлиш вақти)

t – вақт.

Лампочка ёниб ўчишини кўз сезмаслиги учун собиқ иттифоқ ҳудудида электр токи ишлаб чиқарувчи генераторлар учун частота $f = 50$ Гц қабул қилинган. Экспериментал текширишлар натижасида аниқланишича частота ортиши билан генератор ўлчамлари ва оғирликлари камаяр экан. Шу сабабдан Америка ҳудудида ва бошқа айрим чет давлатлар ҳудудларида ишловчи генераторлар учун частота $f = 60$ Гц қабул қилинган.

Шулардан келиб чиққан ҳолда ҳаво кемаларида жойлашган ўзгарувчан ток генераторлари частотаси $f = 400$ Гц қийматда қабул қилинган. Яъни ҳаво кемасидаги ўзгарувчан ток манбаи частотаси $f = 400$ Гц. Хулоса қилиб айтганда, ўзгарувчан ток тушунчаси бир вақтнинг ўзида амплитуда, фаза ва частота каби тушунчаларни (параметрларни) ўз ичига камраб олган бўлади.

Демак, ўзгарувчан электр токлари бир-бирларидан амплитуда, фаза ва частота каби параметрлари билан фарқ қилар эканлар.

Юқорида биз радиосигнал юқори частотали электр сигнали деб тушунтирган эдик. Энди радиосигнал қандай ҳосил қилинишини кўриб чиқамиз. Радиосигналлар радиоэлектрон жиҳозлар ёрдамида ҳосил қилинади, бир турдан иккинчи турга айлантирилади ва ишлов берилади.

Радиосигналларнинг қандайлигига қараб радиоэлектрон жиҳозлар ҳам турли тузилишда бўлади. Радиосигналнинг ташувчи ташкил этувчиси юқори

частотали синусоидал сигнал бўлиши мумкин. Ташувчи сигналлар юқори частота сигнал генераторлари ёрдамида ҳосил қилинади.

Хабар сигнали турли физик жараёнлар ҳақидаги маълумотни ўзида мужассам этган паст частотали электр сигнали бўлади. Масалан, микрофон ёрдамида товуш электр токига айлантирилиб, юқори частотали ташувчи сигналга жойлаштирилади. Сигнал ахборот элтувчи бўлиши учун $\sim 10^4—10^{15}$ гц частотали тўлқинлар ёки гармоник тебранишларга эга бўлиши керак.

Тасвир ҳосил қилинадиган ўзгарувчан электр сигналга, ёки тасвир сигналлари *видеосигнал* дейилади. Видеосигнал узатилаётган тасвирларга мос келувчи ҳар хил амплитудали импульслар (ёритилганлик даражаси, узатиш муддати ва бошқалар)дан иборат бўлади. Телевидениеда видеосигнал, яъни телевизион сигнал параметрлари объект тасвирининг алоҳида участкаси равшанлигига мутаносиб бўлган электр тебранишлардир. Бундай сигнал электр-ёруғлик ўзгартиргичлар, масалан, видикон, суперортиконлар ёрдамида ҳосил қилинади. Видеосигналдан фототелеграфия ва радиолокация ва бошқа соҳаларда ҳам фойдаланилади.

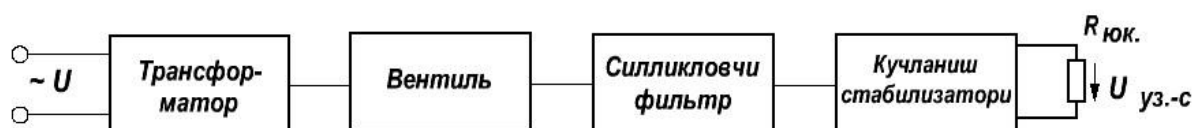
Назорат саволлари.

1. Радиосигналлар қандай ҳосил қилинади ва қандай вазифаларни бажаради?
2. Радиосигналларнинг қандай турларини биласиз?
3. Модуляция жараёнини тушунтириб беринг.
4. Амплитудавий модуляция қандай жараён?
5. Частотавий модуляция қандай жараён?
6. Фазавий модуляция қандай жараён?
7. Импульсли модуляцияни тушунтириб беринг.
8. Модулятор қандай қурилма?
9. Видеосигнал деганда қандай сигнални тушунаси?

2-БОБ. ИСТЕЪМОЛ МАНБАЛАРИ

Бир фазали тўғирлагичлар

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



Тўғирлагичнинг тузилиш схемаси.

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

Тўғирланган кучланишнинг пульсациясини камайтириш учун силлиқловчи филтрлар қўлланилади.

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

Бир фазали ва уч фазали, бошқарилувчи ва бошқарилмайдиган тўғирлагич турлари мавжуд.

Бир фазали ўзгарувчан кучланишни тўғирлаш учун 3 хил схемадан фойдаланилади:

- битта ярим даврли;
- кўприксимон иккита ярим даврли;
- трансформаторли иккита ярим даврли (умумий нуқтаси билан)

Битта ярим даврли схемаларда манбадан келаётган ўзгарувчан кучланишнинг битта ярим даврида вентилдан ток оқади.

Иккита ярим даврли схемаларда манбадан келаётган ўзгарувчан кучланишнинг иккита ярим даврида вентиллардан ток оқади.

Тўғирлагичнинг параметрлари қуйида рухсат этилган оғишлардаги нисбатини кўриб чиқамиз:

1) трансформаторнинг индуктив қаршилиги ва ўрамларининг актив қаршилиги нолга тенг;

2) Тўғри йўналишда вентилнинг қаршилиги нолга, тескарисида эса чексизликка тенг.

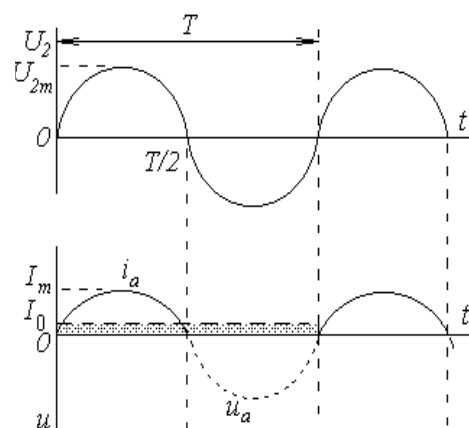
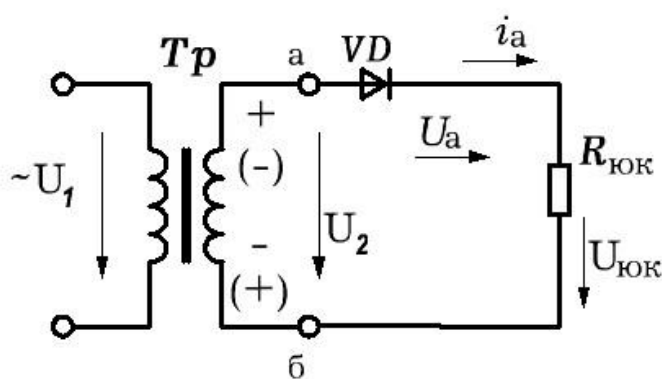
Тўғирланган токнинг доимий ташкил этувчисини аниқлаймиз:

$$I_0 T = \int_0^{T/2} i_2 dt \text{ бундан, } i_2 = I_m \sin \omega t \text{ эканлигини ҳисобга олсак,}$$

$$I_0 T = \int_0^{T/2} I_m \sin \omega t dt = -I_m \frac{\cos \omega t}{\omega} \Big|_0^{T/2} = 2 \frac{I_m}{\omega}$$

$$I_0 = 2 \frac{I_m}{\omega T} \text{ келиб чиқади.}$$

$$\text{Агар } \omega = \frac{2\pi}{T} \text{ ва } \omega T = 2\pi \text{ бўлса,}$$



$$I_0 = 2 \frac{I_m}{\omega T} = \frac{2I_m}{2\pi} = \frac{I_m}{\pi} \text{ ёки } I_0 = \frac{I_m}{\pi} \approx 0,318 I_m \text{ келиб чиқади.}$$

Кучланишнинг максимал қиймати орқали ифодаланган ташкил этувчиси:

$$U_0 = I_0 R_H = \frac{I_m}{\pi} R_H = \frac{U_m}{\pi} = 0,318 U_m$$

Кучланишнинг амалдаги қиймати орқали ифодаланган ташкил этувчиси:

$$U_0 = \frac{U_m}{\pi} = \frac{\sqrt{2}U}{\pi} \approx 0,45 \cdot U$$

Шундай қилиб, берилган схемадаги диоднинг максимал кучланиши, $U_m = U_{\text{обр}} = \pi U_0 = 3,14 U_0$ яъни юкламага қараганда диоддаги кучланиш уч баравар кўп. Токнинг ўртача қиймати $I_{\text{cp}} = I_0$.

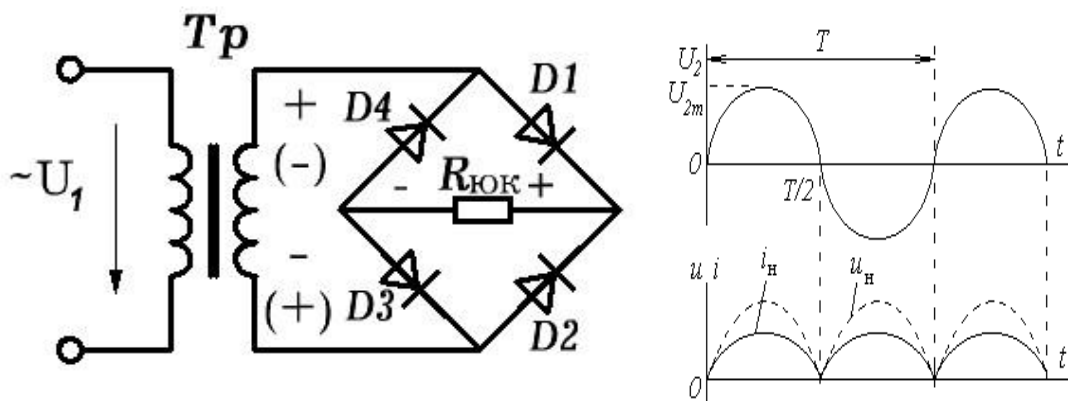
Пульсация коэффициенти $K_n = \frac{U_{1m}}{U_0}$, бунда U_{1m} – биринчи гармоника ёки, кучланишнинг ўзгарувчан ташкил этувчисининг амплитудаси.

Битта ярим даврли схема учун $U_{1m} = \frac{U_{2m}}{2} = \frac{\pi U_0}{2} = 1,57 \cdot U_0$, пульсация коэффициенти $K_n = 1,57$.

Схеманинг камчиликлари сифатида қуйидагиларни айтиш мумкин:

- 1) пульсация коэффициенти K_n нинг катталиги;
- 2) юкламагади кучланиш қийматининг диоддаги кучланиш қийматига нисбатан уч баравар камлиги;
- 3) тўғирланган ток I_0 нинг доимий ташкил этувчиси трансформаторнинг иккиламчи ўрамидаги ток I_2 га нисбатан камлиги. Бу эса схемадан ток бўйича етарлича фойдаланиш имконини бермайди.

Энди икки ярим даврли кўприксимон схемани кўриб чиқамиз:



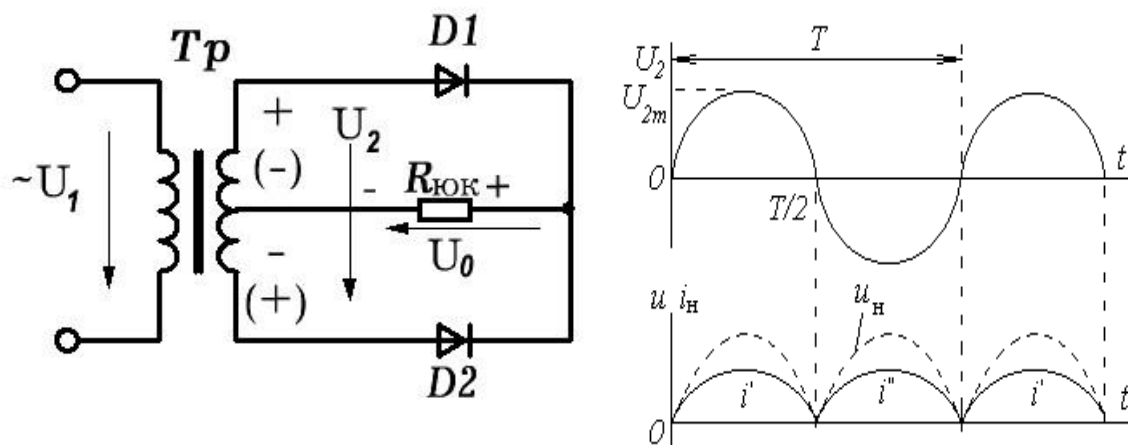
Икки ярим даврли кўприксимон схема

Бу схемада дастлабки ток кучи I_0 бир ярим даврли схемага қараганда 2 марта кўп, шунинг учун: $I_0 = 2 \frac{I_m}{\pi} \approx 0,636 I_m$

$$U_0 = I_0 R_{\text{юк}} = 2 \frac{I_m}{\pi} R_{\text{юк}} = \frac{2 \cdot U_m}{\pi} = 0,636 \cdot U_m;$$

$$U_0 = 2 \frac{U_m}{\pi} = \frac{\sqrt{2} \cdot 2 \cdot U}{\pi} \approx 0,9 \cdot U;$$

Тўғирланган ток частотаси тармоқдагига қараганда 2 марта кўп. Пульсация коэффиценти $K_{\text{п}} = 0,67$.



Трансформатор иккиламчи ўрамининг ўртасига чиқиқли иккита ярим даврли тўғирлагич схемаси битта ярим даврли тўғрилагичдан иккитасининг бирикмаси бўлиб, турли фазаларда уланган.

Бу схемадаги параметрларнинг нисбати кўприксимон схеманинг параметрлари билан бир хил. Уларнинг афзалликлари қуйидагилардан иборат:

Тўғирланган ток кучи ва кучланишнинг ўртача қиймати 2 марта кўп ва пульсация даражаси кам;

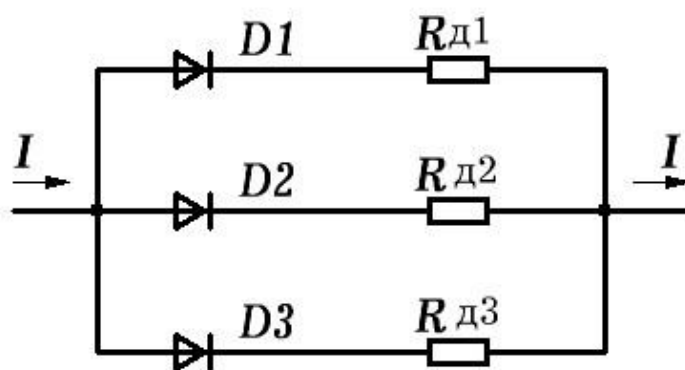
Бироқ, бу схемалар мураккаб тузилишга эга ва нархи баланд.

Икки ярим даврли схемаларни таққослаш:

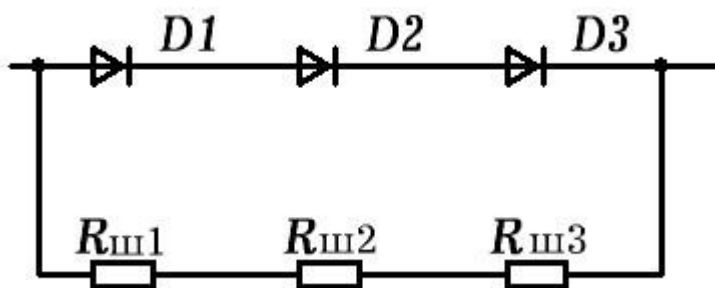
1) трансформаторли схемаларга қараганда кўприксимон схемаларнинг тузилиш схемаси содда, ўлчамлари кичик, оғирлиги кам ва нархи арзон;

2) кўприксимон схемада ёпик диодларининг тескари кучланиш максимал қиймати 2 марта кам (ҳар икки диодга кучланишнинг ярми мос тушади); бироқ, кўприксимон схемаларда диодларнинг сони икки марта кўп.

Ток кучини тўғирлашда битта диод учун шу типдаги диод билан қаршилик параллел равишда уланади (расм):



Токларнинг қийматлари уларнинг тўғри йўналишдаги қаршиликлари билан аниқланади. Бироқ, тўғри йўналишдаги диодларнинг типлари бил хил бўлишига қарамасдан уларнинг қаршиликлари ҳар хил. Токлар қийматини бараварлаш учун кетма-кет равишда қаршиликлар уланади:



Диодлар учун рухсат этилган қиймат $U_{тес.мах}$ дан юқори кучланишни тўғирлаш жараёнида диодлар резисторлар орқали шунтирланиб, кетма-кет уланади. Бунда диодларнинг тескари кучланишлари тескари қаршиликларига мос равишда тақсимланади. Тескари кучланишларни бараварлаш учун

$R_{ш} = (0,1 \dots 0,2)R_{д.теск}$ қийматга эга бўлган шунтирловчи резисторлар уланади.

Силлиқловчи фильтрлар параметрлари ва характеристикалари

Юқорида айтиб ўтганимиздек, тўғирланган кучланишнинг пульсация миқдорини камайтириш учун силлиқловчи фильтрлардан фойдаланилади.

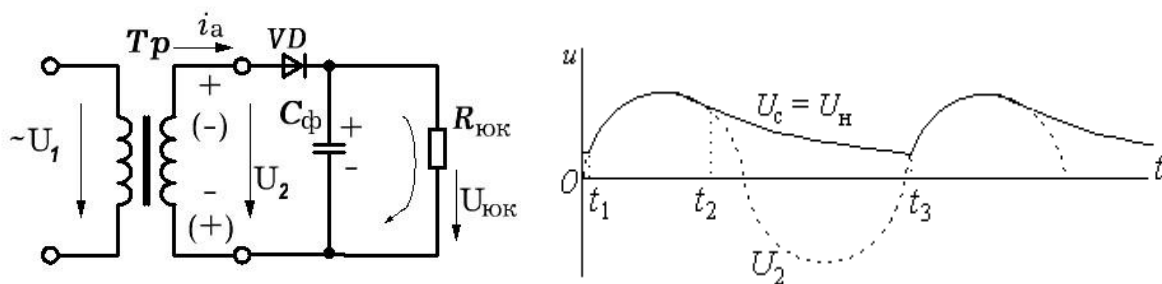
Пульсация даражасининг камайганлиги пульсация коэффиценти билан характерланади:

$$\varphi = \frac{K_n}{K'_n},$$

бунда K_n ва K'_n – фильтрлашдан аввал ва кейинги пульсация коэффицентлари.

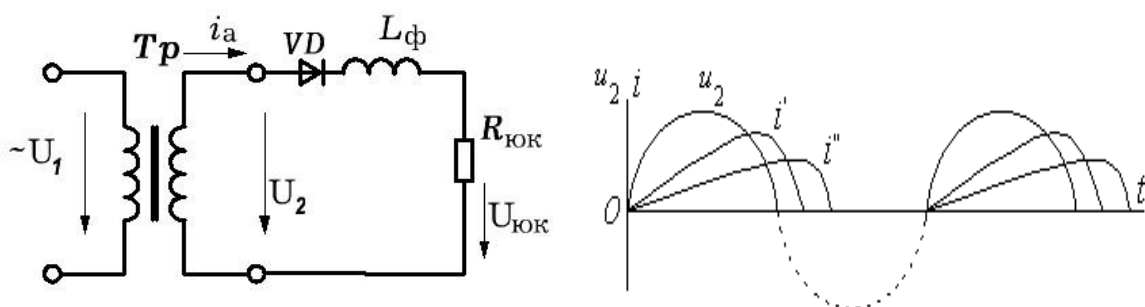
Юклама қаршилигидаги юқори частотали ток ташкил этувчиларини максимал равишда камайтириш силлиқловчи фильтрларга қўйиладиган асосий талаблар ҳисобланади.

Индуктив элементда $L \Rightarrow X_{Lk} = \omega k L$ ва сиғимли элементда $C \Rightarrow X_{Ck} = \frac{1}{\omega k C}$, бунда k – гармония рақами. Шунинг учун ҳам юкламага индуктивлик кетма-кет ва сиғим эса параллел уланади:



Сиғимли фильтр

$U_2 > U_c$ бўлганида конденсатор U_2 кучланишга қадар зарядланади ($t_1 - t_2$ оралик). ($t_2 - t_3$) ораликда диод ёпилади, кучланиш қиймати $U_c > U_2$ конденсатор юклама резистор орқали электрсизланади. t_3 вақтдан бошлаб конденсатор яна зарядланади, яъни диоддан ток ўтаётганида конденсатор зарядланади, диодга тескари кучланиш берилганида конденсаторда йиғилган ток юкламага ўтади.



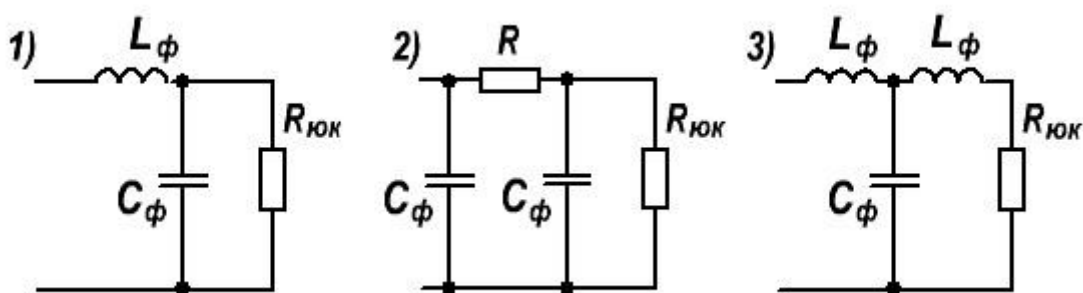
Индуктивли филътр

Кучланишнинг мусбат ярим даврида ток ўсиб боради ва индуктив ғалтак энергия йиғади, манфий ярим даврда эса йиғилган энергия ток қийматини ушлаб туришга хизмат қилади. Ток импульсининг узунлиги

$\tau = \frac{L_\phi}{R_n}$ билан аниқланади. Индуктивлик қанчалик катта бўлса, импульснинг

ўтиши шунчалик секинлашади ва унинг амплитудаси индуктив қаршилик $X_L = \omega L_\phi$ ҳисобига камаяди. Натижада, токнинг ўртача қиймати ҳам камаяди.

Одатда индуктивлик битта ярим даврли схемаларда қўлланилмайди, икки ярим даврли схемаларда фойдаланилади.



Силлиқловчи филътрларнинг турлари.

Юкламадаги қаршиликнинг ўзгариши $I_{юк}$ токнинг ўзгаришига олиб келади.

Тўғирлагичлар автоматика, телемеханика ва радиоаппаратура ҳамда юқори қувватли саноат қурилмаларини ўзгармас ток билан таъминлашда ишлатилади.

Уч фазали тўғрилагич схемаси

Электр тармоқларнинг бир нуқтасидан электр энергиясининг ҳар хил масофага узатиш зарурияти туғилганда, уч чўлғамли уч фазали трансформаторлар қўлланади. ҳозирги вақтда юқори кучланишли (Ю.К), ўрта кучланишли (У.К) ва паст кучланишли (П.К) чўлғамларнинг қувватлари баровар трансформаторлар ишлаб чиқарилади. Маълумотномаларда ҳар бир жуфт чўлғамларнинг қисқа туташ кучланишлари берилади.

Уч чўлғамли трансформаторларнинг бир чизиқли тармоқ схеманинг параметрлари қуйидагича аниқланади:

Агар чўлғамларнинг қувватлари 100/100/100

$$R_1=R_2=R_3=0,5 \cdot R_{ум} \qquad R_{ум} = \frac{\Delta P_{\kappa} \cdot U_{н}^2}{S_{н}^2}$$

ҳар бир жуфт реактив кучланиш пасайишларининг нисбий қийматларнинг қисқа туташ кучланиши U_{κ} -ге тенглаштириб қуйидагича ёзамиз:

$$U_{\kappa_{1-2}} = U_{\kappa_1} + U_{\kappa_2}$$

$$U_{\kappa_{2-3}} = U_{\kappa_2} + U_{\kappa_3}$$

$$U_{\kappa_{1-3}} = U_{\kappa_1} + U_{\kappa_3}$$

Бу тенгламалардан $U_{\kappa_1}, U_{\kappa_2}, U_{\kappa_3}$ ифодалаймиз:

$$U_{\kappa_1} = 0,5(U_{\kappa_{1-2}} + U_{\kappa_{1-3}} - U_{\kappa_{2-3}})$$

$$U_{\kappa_2} = 0,5(U_{\kappa_{2-3}} + U_{\kappa_{1-2}} - U_{\kappa_{1-3}})$$

$$U_{\kappa_3} = 0,5(U_{\kappa_{1-3}} + U_{\kappa_{2-3}} - U_{\kappa_{1-2}})$$

Расм-11да кўрсатилган уч чўлғамли трансформаторнинг алмаштириш схемасидаги $X_{\tau 1}, X_{\tau 2}, X_{\tau 3}$, реактив қаршиликлар, мос равишда, нисбий катталикларда берилган чўлғамларнинг қисқа туташ кучланишларига тенглаштириб олиш мумкин:

$$X_{\tau 1} = U_{\kappa_1}; \qquad X_{\tau 2} = U_{\kappa_2}; \qquad X_{\tau 3} = U_{\kappa_3}$$

Бу реактив қаршиликларнинг номланган катталикларда, яъни «ом» ўлчаш бирлигида қуйидаги формулалар орқали ҳисобланади

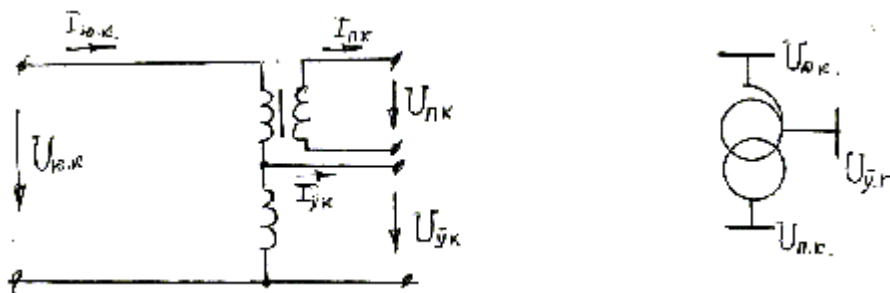
$$X_{T1} = \frac{U_{\kappa_1} \cdot U_H^2}{100 \cdot S_H} \quad X_{T2} = \frac{U_{\kappa_2} \cdot U_H^2}{100 \cdot S_H} \quad X_{T3} = \frac{U_{\kappa_3} \cdot U_H^2}{100 \cdot S_H}$$

Бу формулада U_H - уч кучланишнинг хоҳлаганича киритиш мумкин. Кўпинча юқори кучланиш олинади.

Трансформаторнинг чўлғамларининг актив ва реактив қувват исрофларининг юқорида кўрсатилган умумий исроф асосида аниқланади:

$$\Delta P_T = \frac{S_{hm}}{U_H^2} R_T; \quad \Delta Q_T = \frac{S_{hm}^2}{U_H^2} X_T$$

ҳозирги вақтда уч чўлғамли трансформаторлар деярли қўлланилмайди. Тармоқнинг бир нуқтасида уч хил кучланиш олиш учун, кўпинча автотрансформаторлар қўлланилади. Автотрансформаторларда, ўрта кучланиш, юқори яъни бирламчи чўлғамнинг бир қисмидан алоҳида сим уланиб қутб чиқарилади. Паст кучланиш эса ўзак орқали алоҳида чўлғамга трансформаланиб, яъни ўзгартириб олинади. 12 – расмда автотрансформаторнинг схемаси ва бир чизиқли тармоқларда шартли белгиси кўрсатилган. Автотрансформаторнинг номинал қуввати юқори кучланишли чўлғамнинг қувватидан олинади.



Расм-12

Электр тармоқларда қўлланадиган автотрансформаторлар кўпинча 100/35/10 кВ ли бўлиб, юқори ва ўрта қувватлари барабардир, яъни:

$$S_H = \sqrt{3} \cdot I_1 \cdot U_{ю.к.} = \sqrt{3} \cdot I_2 \cdot U_{у.к.}$$

Автотрансформаторларнинг алмаштириш схемасининг параметрлари ва қувват исрофи юқорида, уч чўлғамли трансформатор учун келтирилган формулалар асосида ҳисобланади.

Уч чўлғамли трансформторларнинг яна бири кўриниши иккиламчи чўлғамлари парчаланган, яъни иккиламчи чўлғамлари икки бир кучланишли трансформторлардир. Иккиламчи чўлғами парчаланган трансформаторлар, қисқа туташ токлари, беҳад катта бўлган тармоқларда қўлланади, чунки бу трансформаторлар тармоқнинг қисқа туташ токининг (2-3) маротаба камайтиради.

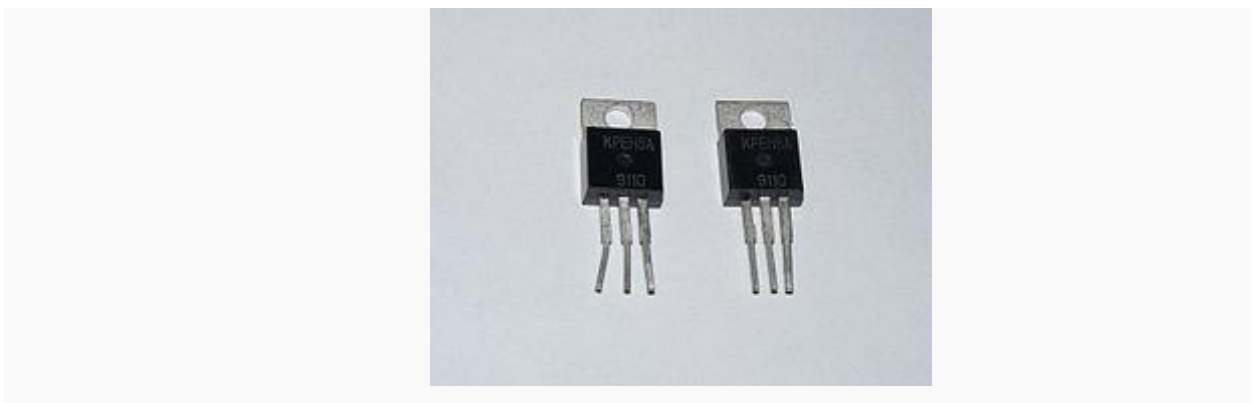
Уч фазали ўзгарувчан токдан ўзгармас ток ҳосил қилиш учун уч фазали тўғирлагичлар ишлатилади.

Бу схемалардан энг кўп тарқалгани 3 та диод асосида қурилган Миткевич ҳамда 6 та диод асосида қурилган Ларионов схемаларидир.

Ўзгармас кучланиш ва ўзгармас ток стабилизаторлари

Кучланиш стабилизатори чиқишда кучланишнинг қийматини барқарор ушлаб туриш учун хизмат қилади.

Чиқишдаги кучланишнинг типига қараб стабилизаторлар доимий ток ва ўзгарувчан кучланиш стабилизаторларига бўлинади.



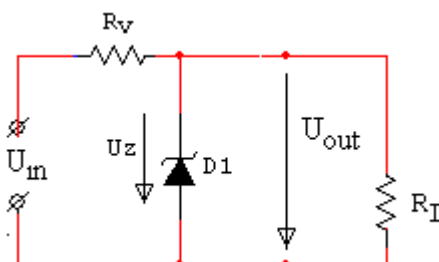
Чизиқли стабилизатор кучланишни бўлгич сифатида қаралади. Унинг киришига кучланиш берилади, чиқишда эса бўлувчининг қуйи елкасидан кучланиш олинади. Бўлувчининг елкаларидаги қаршиликни ўзгартириш орқали барқарорлаштиришга эришилади. Берилган ораликда кучланиш қийматини бир хил ушлаб туриш учун қаршилик ўзгартирилади. Кириш ва

чиқишдаги кучланишнинг нисбати катта бўлса, у ҳолда чизикли стабилизаторнинг фойдали иш коэффициенти камайиб кетади, яъни чиқаётган қувватнинг $P_{\text{соч.}} = (U_{\text{кпр.}} - U_{\text{чик.}}) \cdot I_t$ катта қисми иссиқлик сифатида сочилиб кетади. Шунинг учун ҳам бошқарувчи элемент радиатор билан ҳимояланган бўлиши керак. Чизикли стабилизаторнинг афзаллиги: содда схема, шовқиннинг йўқлиги ва деталлар сонининг камлиги.

Элементларнинг жойлашувига қараб улар:

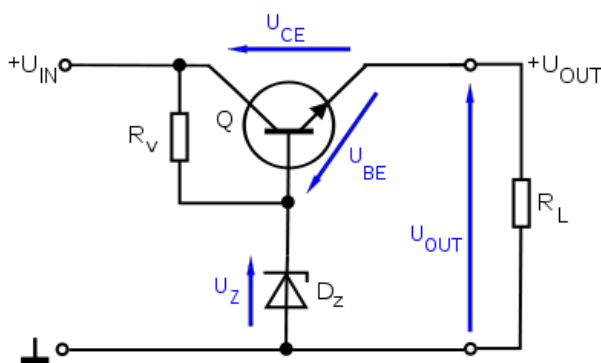
Кетма-кет, яъни бошқарувчи элемент юклама билан кетма-кет уланади,

Параллел, яъни бошқарувчи элемент юклама билан параллел уланади.



Схеманинг нормал ишлаши учун D1 стабилитрондан оқиб ўтаётган ток кучи R_L юкламадаги ток кучидан бирнеча (3-10) баробар катта бўлиши керак.

Беқарорликни камайтириш мақсадида R_V қаршилик ўрнига ток манбаи уланади. Бироқ, ток манбаи юкламадаги қаршиликнинг ўзгаришига олиб келади ва чиқишдаги кучланиш беқарор бўлади.

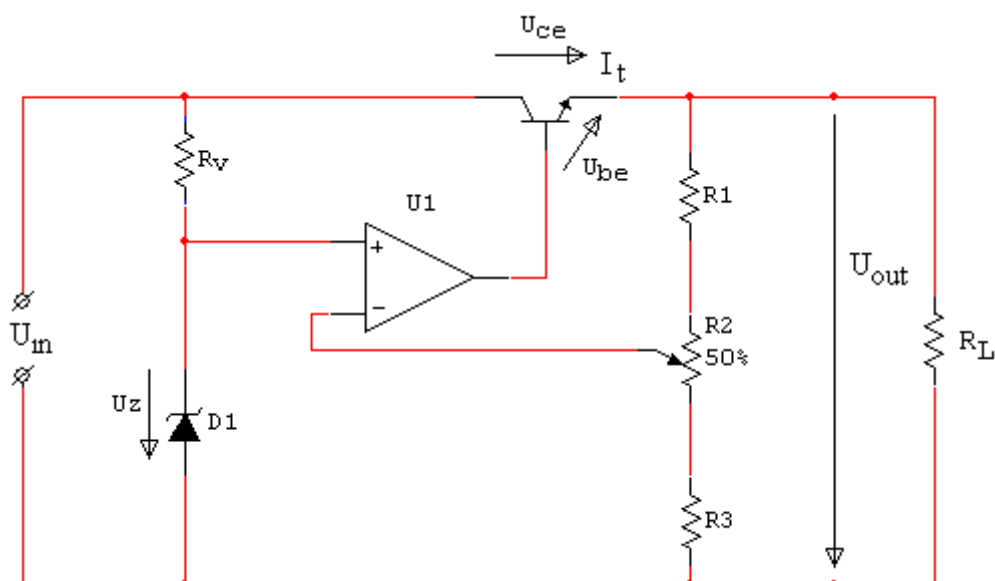


$$U_{\text{out}} = U_z - U_{\text{be.}}$$

Бу схемада чиқишдаги кучланиш стабилитроннинг кучланишидан U_{be} қийматга кам ва p-n ўтишдан оқиб ўтаётган ток кучининг қийматига деярли

боғлиқ эмас ва кремний асосида ясалган элементлар учун 0,6 В ни ташкил этади.

Эмиттер қайтаргич токни кучайтириш учун хизмат қилади.



Стабилизаторнинг энг муҳим параметрларидан бири стабилизатор киришдаги кучланиш миқдориға қанчалик тез мослашиши бўлиб, яъни унинг тезлиги ҳисобланади. Миллисекундлар оралиғида кучланиш қийматини 1 В га ўзгартириш. Электродинамик стабилизаторларда тезлиги 12...18 мс/В, бўлса, статик стабилизаторларда 2 мс/В, компенсацион электрон стабилизаторларда 0,75 мс/В ни ташкил этади.

Яна бир параметри аниқлик, номинал кучланишдан $\pm 10\%$ га ўзгариши, замонавий стабилизаторларда 8 % гача ташкил этади. Ҳарбий техника, авиация ва медицина соҳаларида 1% га рухсат этилади.

Назорат саволлари:

1. Тўғирлагичнинг асосий вазифаси нима?
2. Тўғрилагичнинг асосий элементлари ва уларнинг вазифаларини айтиб беринг.
3. Пульсация деганда нимани тушунасиш? Пульсация коэффициенти нима?
4. Силлиқловчи фильтрлар қандай вазифани бажаради?
5. Тўғирлагичларнинг қўлланиш соҳаларини айтиб беринг.

3-БОБ. КУЧАЙТИРГИЧЛАР

Кучайтиргичлар ва уларнинг асосий характеристикалари

Кўпгина радиоэлектрон қурилмалар схемаларида кичик қувватга эга электр сигналлари учрайди. Бу сигналларни кучайтириш учун кучайтиргичлардан фойдаланамиз.

Кучланиш, қувват, радиосигналлар ва бошқаларни узатадиган ёрдамчи манба энергиясидан фойдаланиб кучайтирадиган қурилмаларга *кучайтиргичлар* деб аталади. Фойдаланиладиган энергия турига қараб электр, магнит, гидравлик, пневматик ва механик кучайтиргичлар мавжуд. Кучайтиргич қурилмаларида чиқаётган ва кираётган сигналлар орасидаги алоқа узлуксиз ва бир хил ишорали бўлади.

Умумий ҳолатда кучайтиргични тўрт қутбли элемент сифатида қараш мумкин. Унинг кириш қисмига кучайтирилиши лозим бўлган сигнал, чиқишига эса юклама уланади.

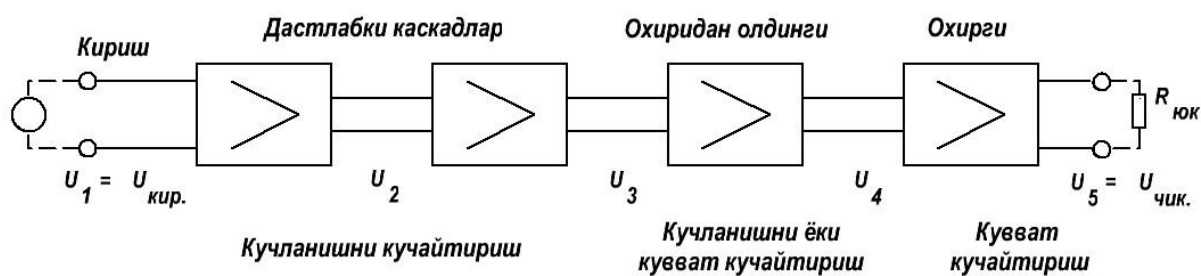


Пассив элементларда (тебраниш контури, трансформатор ва б.) кучланиш ёки ток кучининг чиқишдаги қиймати киришдаги қийматидан юқори бўлиши мумкин,

бирок бу қувватнинг қиймати ўзгармай қолади. Актив элементларда чиқишдаги қувват миқдори киришдагидан юқори бўлади.

Кучайтиргич схемаларини шартли равишда мустақил кучайтирувчи қисмларга бўлиш мумкин. Бу қисмлар каскад деб аталади. Каскадлар одатда, кучайтирувчи элемент, юклама қаршилик ҳамда кейинги каскаднинг киришини етарли кучланиш билан таъминлаб берадиган элементлардан ташкил топган бўлади.

3.1. - расмда кўп каскадли кучайтиргичнинг тузилиш схемаси келтирилган. Энди уларнинг вазифаси ва тузилишини кўриб чиқамиз. Кириш қурилмаси манбадан келаётган сигнални кириш занжирига узатиш учун хизмат қилади.



3.1. Расм. Кўп каскадли кучайтиргичнинг тузилиш схемаси.

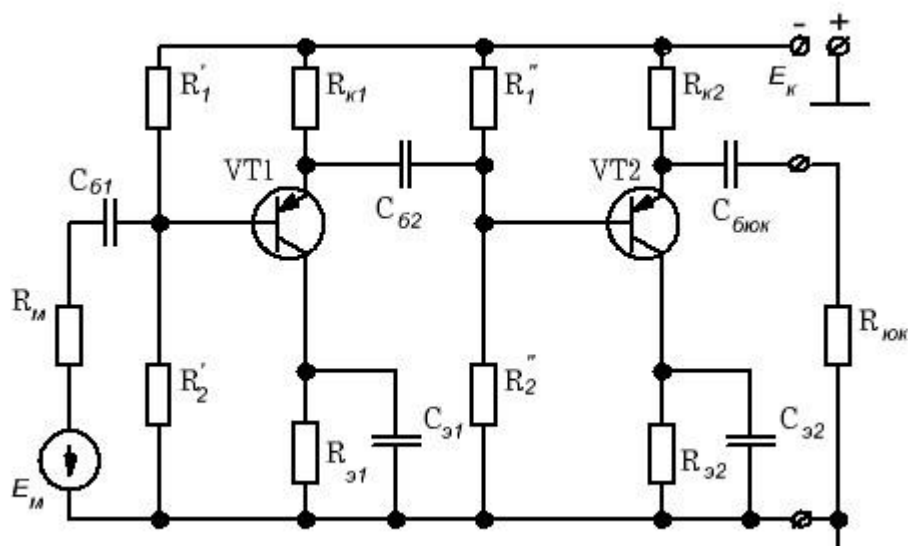
Дастлабки каскаднинг вазифаси эса кучайтиргичнинг киришига сигналнинг кучланиши, ток кучи ва қувватни керакли бўлган катталиқда кучайтириб узатишдан иборат. Кучайтириш заруриятига кўра, дастлабки кучайтиргич бир неча каскадлардан ташкил топган бўлиши мумкин.

Агар манбадан келаётган сигналнинг кучланиши ёки ток кучи етарли миқдорда бўлса, у ҳолда кучайтиргич қурилмалари фақатгина битта каскад ишлатилади.

Чиқиш каскади чиқиш занжиридаги кучайтирилган сигнални юкламага узатиш учун хизмат қилади.

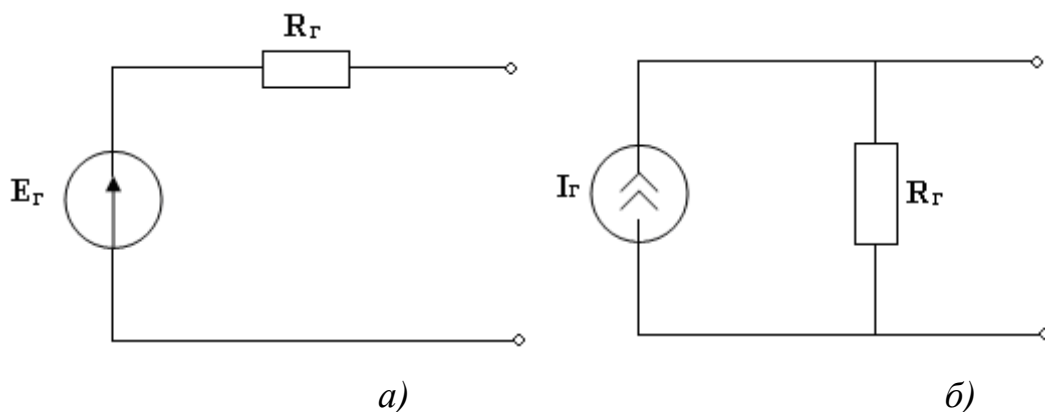
Ҳар қандай кучайтиргич схемалари ҳам уларнинг техник кўрсаткичлари билан характерланади:

- Қурилманинг кириши ва чиқишидаги қаршилиқ,
- Кучайтириш коэффициенти
- Частоталарнинг иш диапазони
- Сезгирлик
- Динамик диапазон
- Шовқин даражаси.
- Параметрларнинг барқарорлиги
- Чиқиш қуввати
- Фойдали иш коэффициенти
- Чиқаётган сигнал формасининг бузилиши.



Биполяр транзисторда ясалган кучайтиргич босқичи

Умумий эмиттер схемада уланган биполяр транзисторда ясалган кучайтиргич босқичи энг кенг тарқалган. Кучайтиргич тахлил қилинганда сигнал манбаи ёки қаршилик R_{Γ} билан кетма – кет уланган идеал кучланиш манбаи E_{Γ} кўринишида (3.2 а-расм), ёки қаршилик R_{Γ} билан параллель уланган идеал ток манбаи I_{Γ} кўринишида (3.2 б-расм) ифодаланиши мумкин.



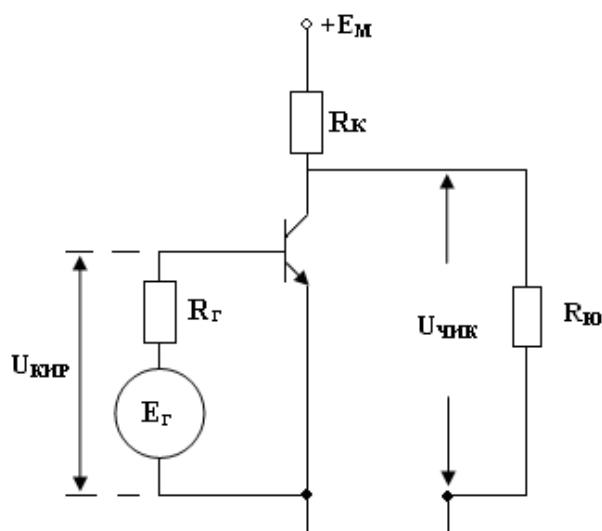
3.2 – расм.

Агар R_{Γ} ва кучайтиргич босқичининг кириш қаршилиги қийматлари бир – бирига яқин бўлса, сигнал манбаининг тури ҳисоблаш аниқлигига таъсир кўрсатмайди. Агар R_{Γ} кучайтиргич босқичининг кириш қаршилигидан анча катта бўлса, 3.2 б-расмда келтириган сигнал манбаидан,

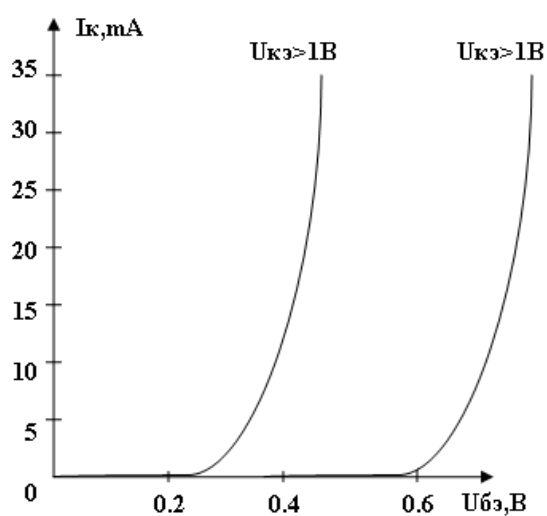
акс ҳолда эса 3.2 а-расмда келтириган сигнал манбаидан фойдаланиш тавсия этилади.

Умумий эмиттер схемада уланган биполяр транзисторда ясалган кучайтиргич босқичи схемаси 3.3 - расмда келтирилган.

Схемани таҳлил қилганда, транзистор ҳолати кириш кучланиши билан бошқарилганда узатиш характеристикаси (3.4-расм), чиқиш характеристикалар оиласи (3.5-расм) ҳамда кириш характеристикалар оиласи (3.6-расм) дан фойдаланиш қулай.



3.3 – расм.



3.4 – расм.

Узатиш характеристикаси - коллектор токи I_K нинг база – эмиттер кучланиши $U_{БЭ}$ га боғлиқлиги экспоненциал функция билан аппроксимацияланади

$$I_K = I_{KS} \exp\left(\frac{U_{БЭ}}{\varphi_T}\right). \quad (6.1)$$

бу ерда $\varphi_T = \frac{kT}{q}$ - термик потенциал, I_{KS} – пропорционаллик коэффиценти бўлиб унинг тахминий қиймати микроувватли кремнийли транзисторлар учун $T=300$ К бўлганда 10^{-9} мА тартибга эга бўлади.

Кириш сигнали мавжуд бўлмаганда кучайтиргич босқичи сокинлик режимида бўлади. Сокинлик режимида коллектор – эмиттер кучланишининг доимий ташкил этувчиси $U_{КЭ} = E_{П} - I_{К} R_{К}$.

Киришга ўзгарувчан кириш сигналининг мусбат ярим даври берилса, база токи ортади ва у коллектор токи ўзгаришига олиб келади. Бу ҳолат узатиш характеристикаси (6.3-расм) дан кўриниб турибди. Коллектор токи $I_{К}$ нинг $U_{БЭ}$ кучланишига боғлиқ равишда ўзгариши **характеристика тиклиги** S билан ифодаланади:

$$S = \frac{dI_{К}}{dU_{БЭ}} \quad U_{КЭ} = \text{const} \text{ бўлганда}$$

Бу катталикни (6.1) ифодадан фойдаланиб ҳам топиш мумкин:

$$S = \frac{dI_{К}}{\varphi_T} \quad (6.2).$$

Шундай қилиб, тиклик коллектор токига пропорционал бўлиб, ҳар бир транзисторнинг индивидуал хоссаларига боғлиқ бўлмайди. Шунинг учун бу катталикни аниқлашда ўлчашлар талаб қилинмайди.

Кириш сигнали таъсири натижасида $R_{К}$ даги кучланиш ортади, $U_{КЭ}$ кучланиш эса камаяди, яъни манфий ярим даврли чиқиш сигнали шаклланади. Демак, бундай кучайтиргич босқичи чиқиш ва кириш кучланиш сигналлари орасида 180° га фаза силжишини амалга оширади. Коллектор токи $I_{К}$

$$\Delta I_{К} = S \Delta U_{БЭ} = S \Delta U_{КИР}.$$

катталикка ортади.

Чиқиш кучланиши $U_{ЧИК}$ эса

$$\Delta U_2 = -I_{К} R_{К} = -S \Delta U_{КИР} R_{К}.$$

катталикка камаяди.

Демак кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти (юклама мавжуд бўлмаганда ($I_{Ю}=0$)), қуйидагига тенг

$$K_U = \frac{\Delta U_{\text{ЧИК}}}{\Delta U_{\text{КИР}}} = -SR_K \quad (6.3)$$

Масалан, агар $R_K = 5 \text{ кОм}$; $\varphi_T = 25 \text{ мВ}$; $I_K = 1 \text{ мА}$; $S = 40 \text{ мА/В}$, у ҳолда $K_U = -200$.

Коллектор токи фақат $U_{БЭ}$ кучланишига эмас, балки $U_{КЭ}$ кучланишига ҳам боғлиқ бўлади. Бу боғлиқлик **дифференциал чиқиш қаршилиги** билан характерланади

$$r_{КЭ} = \frac{dU_{КЭ}}{dI_K} = \frac{U_E}{I_K} \quad U_{БЭ} = \text{const} \text{ бўлганда,}$$

Бу ерда пропорционаллик коэффиценти U_E **Эрли кучланиши**. U_E нинг қийматлари кремнийли n-p-n транзисторлар учун 80-200 В атрофида бўлади. $r_{КЭ}$ ҳисобига

$$K_U = -S(R_K // r_{КЭ}) \quad (6.5) .$$

Сигнал манбаига нисбатан кучайтириш босқичи учун кириш қаршилиги катта роль ўйнайди. Унинг қиймати қанча катта бўлса, сигнал манбаи шунча кам юкланади ва шунчалик яхши кириш босқичига узатилади. Кириш занжирини юкламага уланган кучланиш манбаи кўринишида ифодалаш учун **дифференциал кириш қаршилиги** катталиги киритилади

$$r_{КИР} = r_{БЭ} = \frac{dU_{БЭ}}{dI_E} \quad U_{КЭ} = \text{const} \text{ бўлганда.}$$

Кириш қаршилиги $r_{БЭ}$ ва тиклик S орасида қуйидаги боғлиқлик мавжуд

$$r_{БЭ} = \frac{\beta}{S} ,$$

бу ерда β - ток узатиш дифференциал коэффиценти. Амалий ҳисоблар учун қуйидаги нисбатдан фойдаланиш мумкин

$$r_{БЭ} = \frac{\beta \varphi_T}{I_K} \quad (6.6).$$

Кучайтиргич босқичининг чиқиш ёки ички қаршилиги $r_{ЧИК}$ бу босқични юклама (кейинги босқич) билан ўзаро таъсирлашувида катта роль ўйнайди. Кучайтиргичнинг чиқиш қаршилиги юкламадан ток оқиб ўтаётганда чиқиш кучланишини камайишига олиб келади ва бу ҳолатни кучайтириш коэффициентини ҳисоблаётганда ҳисобга олиш керак бўлади.

Юклама қаршилиги $R_{Ю}$ ва чиқиш қаршилиги $r_{ЧИК}$ кучайтиргич кучайтириш коэффициентини $R_{Ю} / (r_{ЧИК} + R_{Ю})$ мартага камайтирувчи кучланиш бўлувчисини ҳосил қиладилар. Чиқиш ички қаршилиги $r_{ЧИК} = R_K // r_{КЭ}$. Натижада юкламадаги кучайтириш коэффициенти

$$K_{УЮ} = -S(R_K // r_{КЭ} // R_{Ю}). \quad (6.7)$$

Кучайтириш коэффициенти температура ўзгаришига боғлиқ, чунки

$$S = \frac{dI_K}{\varphi_T}.$$

Нихоят, ток бўйича дифференциал кучайтириш коэффициенти қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади

$$\beta = \frac{dI_K}{dI_B} \quad U_{КЭ} = const \text{ бўлганда.}$$

Бу катталик статик коэффициентдан коллектор токининг кенг ўзгариш диапазонида сезиларли фарқ қилмайди ва $\beta = \alpha / (1 - \alpha)$ га тенг.

Ночизикли бузилишларни камайтириш ва кучайтириш коэффициентини температуравий барқарорлигини ошириш мақсадида кучайтиргич босқичига манфий тескари алоқа киритилади.

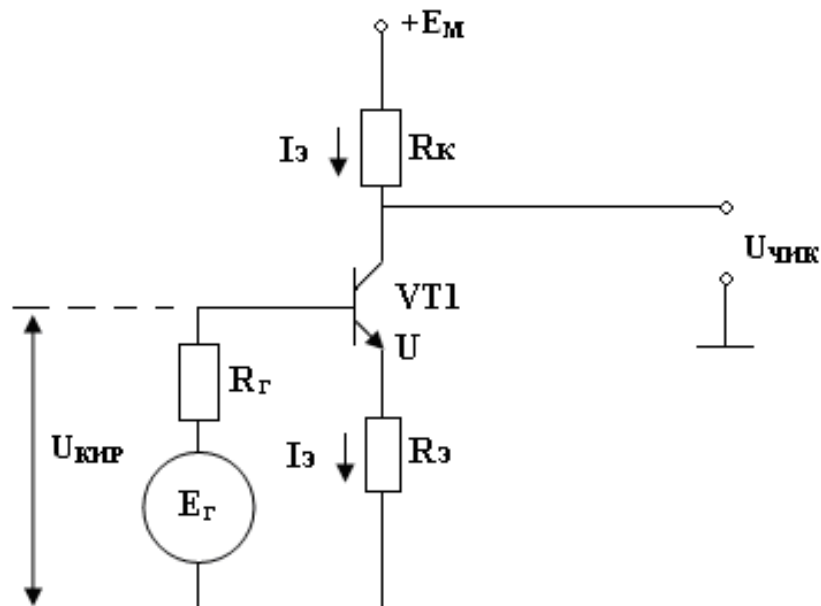
Тескари алоқа деб чиқишдаги ёки бирор оралик звено қурилмаси чиқишидаги энергиянинг бир қисмини унинг киришига узатишга айтилади. Бунинг учун схемага махсус занжир киритилади ва у тескари алоқа занжири деб аталади. Бу занжир кучайтиргич чиқишидаги қувватнинг бир қисмини

унинг киришига узатишга хизмат қилади. Бир босқични ўз ичига оладиган тескари алоқа – **маҳаллий**, кўпбосқичли кучайтиргичнинг баърини ўз ичига оладиган тескари алоқа - **умумий** деб аталади.

Тескари алоқанинг мавжудлиги қурилма чиқишидаги сигналнинг, демак кучайтириш коэффициентининг ҳам ортиши ёки камайишига олиб келиши мумкин. Биринчи ҳолатда кириш сигнали фазаси билан тескари алоқа сигнали фазалари бир – бирига мос келади ва уларнинг амплитудалари кўшилади – бундай тескари алоқа **мусбат тескари алоқа** деб аталади. Иккинчи ҳолатда эса фазалар тескари бўлиб, амплитудалар бир - биридан айирилади – бундай тескари алоқа **манфий тескари алоқа** деб аталади.

Кучайтиргичларда фақат манфий тескари алоқа (МТА) қўлланилади. МТА нинг киритилиши сигнал кучайишини камайтиради, лекин параметрларнинг барқарорлиги ортади ва нозичли бузилишлар камаяди.

3.5 – расмда манфий тескари алоқали бир босқичли кучайтиргич схемаси келтирилган.



3.5 – расм.

Бу ерда МТА эмиттер занжирига $R_Э$ резистор киритилиши билан амалга оширилган. Кириш кучланиши $U_{КПР}$ ортиши билан эмиттер токи

ортади, шу сабабли $R_{\text{Э}}$ резисторда кучланиш пасайиши ҳам ортади: $U_{\text{Э}} = I_{\text{Э}} R_{\text{Э}}$, чунки база- эмиттер ўтишида кучланиш кириш кучланишига нисбатан кичик бўлади $U_{\text{БЭ}} = U_{\text{КИР}} - U_{\text{Э}}$.

Кириш ва $R_{\text{Э}}$ резистордаги кучланишиларнинг ўзгариши бир - бирига тенг деб ҳисоблаш мумкин, яъни база-эмиттер кучланиши ўзариши $\Delta U_{\text{БЭ}}$ ни ҳисобга олмаса ҳам бўлади.

$R_{\text{Э}}$ орқали оқиб ўтаётган ток $R_{\text{К}}$ дан ҳам оқиб ўтади, демак, бу токнинг ўзгариши коллектордаги резисторда эмиттердаги резистордагига нисбатан $R_{\text{К}} / R_{\text{Э}}$ марта катта кучланиш ортишига олиб келади

Агар $\Delta U_{\text{Э}} = \Delta U_{\text{КИР}}$ ни инобатга олсак

$$K_U = \frac{\Delta U_{\text{ЧИК}}}{\Delta U_{\text{КИР}}} = -\frac{R_{\text{К}}}{R_{\text{Э}}}.$$

Бу ифодада транзисторнинг токка боғлиқ бўлган параметрлари кирмайди. Шу сабабли, коллектор токи эмиттер токидан анча фарқ қилишини ҳисобга олсак, МТА ли кучайтиргичнинг кучланиш бўйича кучайтириш коэффиценти кам миқдорда бўлса ҳам ток қийматига боғлиқ бўлади

$$K_U = -\frac{SR_{\text{К}}}{1 + SR_{\text{Э}}}.$$

Кучайтиргич кириш қаршилиги қиймати $r_{\text{КИР}} = r_{\text{БЭ}} + \beta R_{\text{Э}}$ МТА ҳисобига ортади. Чиқиш қаршилиги эса манфий тескари алоқа ҳисобига секин ортади ва $R_{\text{К}}$ қийматига интилади.

Чиқиш босқичларининг вазифаси – сигналнинг берилган (етарлича катта) қувватини бузилишларсиз паст омли юкламага узатишни таъминлаш. Одатда кўп босқичли кучайтиргичларда улар чиқиш босқичлари ҳисобланадилар. Кучланиш бўйича кучайтириш коэффиценти чиқиш босқичлари учун иккинчи даражали параметр ҳисобланади. Шу сабабли

асосий параметрлар бўлиб қуйидагилар ҳисобланади: фойдали иш коэффиценти η ва ночизикли бузилишлар коэффиценти K_G .

Фойдали иш коэффиценти чиқиш сигнали қувватини манбадан тортиб олинаётган қувватга нисбатига тенг:

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} U_{чикм} I_{чикм}}{E_M I_{\ddot{y}PT}}, \quad (6.8)$$

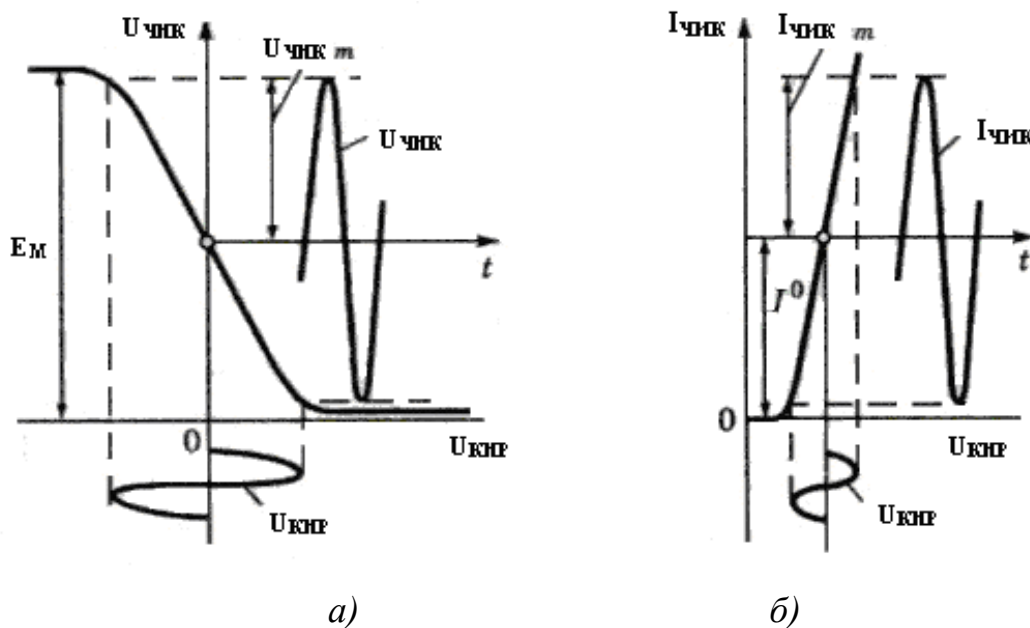
бу ерда $I_{чикм}$, $U_{чикм}$ – чиқиш катталиклар амплитудаси, E_M – кучланиш манбаи, $I_{\ddot{y}PT}$ – ўртача ток.

Ночизикли бузилишлар коэффиценти чиқиш сигнали шаклининг кириш сигнали шаклидан фарқини ифодалайди. Бу фарқ босқичнинг узатиш характеристикасининг ночизиклиги сабабли юзага келади. Кучайтиргич босқичи узатиш характеристикалари чиқиш катталигини ($I_{чик}$ ёки $U_{чик}$) кириш катталигига ($I_{кир}$ ёки $U_{кир}$) боғлиқлигини ифодалайди..

η ва K_G катталиклари кўп ҳолларда транзисторнинг сокинлик режими– кучайтириш синфи билан аниқланади. Шу сабабли қувват кучайтиригичларида қўлланиладиган кучайтиргич синфларини кўриб чиқамиз.

Узатиш характеристикасидаги ишчи нуқта (сокинлик нуқтаси) ҳолатига кўра ***A, B, AB ва бошқа кучайтириш синфлари*** мавжуд.

A режимда сокинлик режимида ишчи нуқта узатиш характеристикаси квазичизик соҳа ўртасида жойлашади (6.7 - расм).



3.6 - расм

Кириш сигналининг иккала ярим даври узатиш характеристикасининг квазичизиқ соҳасида жойлашганлиги сабабли нозичиқли бузилишлар энг кичик ($K_T \leq 1\%$) бўлади. Расмдан кўриниб турибдики, агар $U_{\text{ЧИК}.m} = \frac{1}{2} E_M$; $I_{\text{ЧИК}.m} = I_{\text{ЎРТ}}$ бўлса, у ҳолда (6.8)ни ўрнига қўйиб, қуйидагини оламиз

$$\eta = \frac{1}{4}, \text{ (яъни } 25 \%) .$$

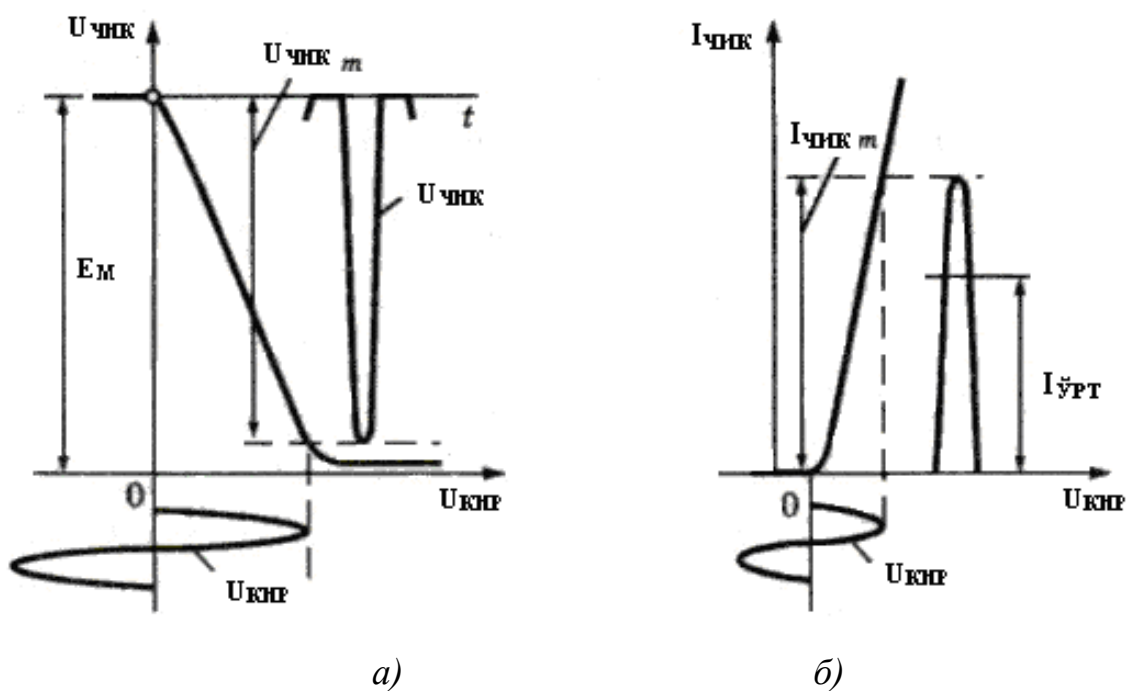
В режимда сокинлик режимидаги ишчи нуқта транзисторнинг берк ҳолатига мос келувчи квазичизиқ соҳа чегарасида жойлашади. Транзистор фақат мусбат ярим давр мобайнида очик ҳолатда бўлади (3.7 – расм).

В режимда K_T 70 % атрофида бўлади. (7.1) ифодага E_M ва $I_{\text{ЎРТ}} = \frac{2}{\pi} I_{\text{ЧИК}.m}$ ларни қўйиб, қуйидагини ҳосил қиламиз

$$\eta = \frac{\pi}{4} \text{ (яъни } 78 \%) .$$

В режимда нозичикли бузилишларни камайитириш мақсадида мусбат ярим даврни, иккинчиси – манфий ярим даврни кучайтирадиган, иккита кучайтиргичдан ташкил топган **икки тактли схема** қўлланилади.

AB синфи *A* ва *B* синфлари оралиғидаги ҳолатни эгаллайди ва икки тактли қурилмаларда қўлланилади. Бу ерда сокинлик режимида бир транзистор берк бўлганда, иккинчиси очилиш арафасида бўлади, лекин бу ҳолат асосий ишчи ярим даврни кичик инерцияга эга бўлган ВАХ соҳасига олиб чиқишга имкон яратади. η коэффициент *A* синфига нисбатан юқори, $K_{\Gamma} \leq 3\%$ бўлади.

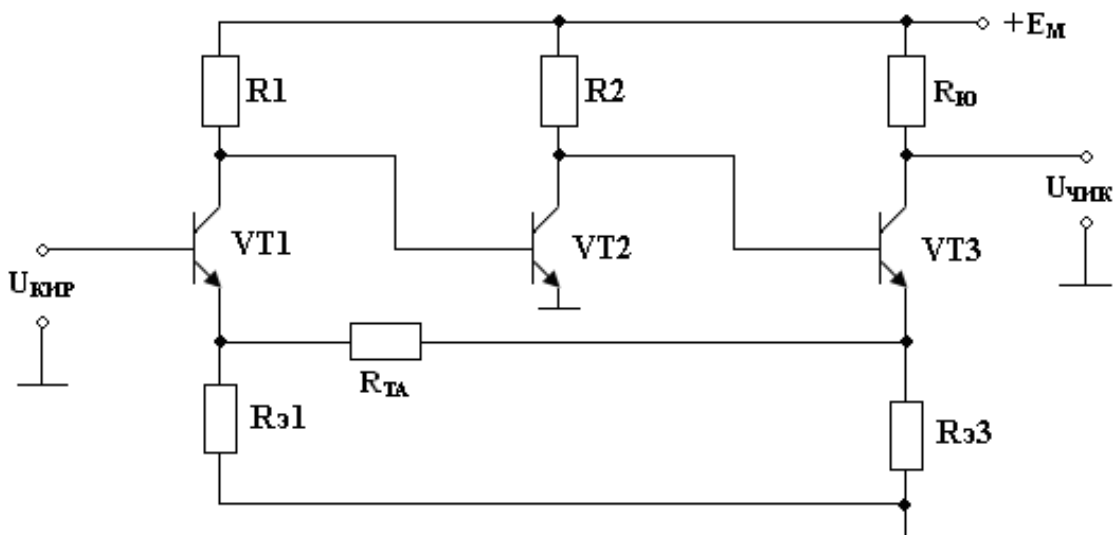


3.7 – расм.

Кўп босқичли кучайтиргичлар

Кучайтиргич параметрларининг яхши барқарорлигини таъминлаб берувчи манфий тескари алоқа кучайтириш коэффициентини кескин камайтиради. Катта K_U қийматини олиш учун кенг полосали кўп босқичли

кучайтиргичлар қўлланилади. 6.6 – расмда кетма - кет – параллель тескари алоқали уч босқичли кучайтиргич принципиал схемаси келтирилган. Биринчи УЭ босқич VT1 транзисторда бажарилган, унда ток бўйича маҳаллий кетма –кет МТА мавжуд бўлиб, у $R_{Э1}$ да бажарилган. Иккинчи босқич VT2 транзисторда бажарилган. Учинчи босқич VT3 транзисторда бажарилган бўлиб, $R_{Э3}$ резистор маҳаллий МТАни амалга оширади.



3.8 – расм.

Маҳаллий МТАдан ташқари кучайтиргичда умумий тескари алоқа қўлланилган. У кучайтиргич босқич чиқишини VT1 транзистор эмиттери билан боғловчи $R_{ТА}$ резистор занжирида бажарилган. Маҳаллий (босқичлар ичидаги) тескари алоқаларга нисбатан бутун кучайтиригични қамраб оладиган тескари алоқа, янада юқори барқарорликни ҳамда алоҳида босқичларни кучайтириш коэффиценти оғишига сезгирликни камайишини таъминлайди. 3.8 – схема интеграл кучайтиргич ясашда асос ҳисобланади.

Лекин тескари алоқали асосий уч босқичли кучайтиргичдан ташқари, интеграл кучайтиргич схемаси кичик чиқиш қаршилигини таъминлаш учун ва кучайтиригичда қўшимча кенг полосалик, чидамлилиқ, температуравий барқарорлик ва ўзидан олдинги чиқиш босқичи кучланиши ўзгармас ташкил этувчисини кейинги босқич кириш кучланиши ўзгармас ташкил этувчиси билан мувофиқлашни таъминлаш учун чиқиш босқичи сифатида эмиттер қайтаргичга эга бўлади. Гап шундаки, турли катта сиғимларга эга бўлган

конденсаторларнинг мавжуд эмаслиги туфайли барча босқичлар ўзгармас ток бўйича ўзаро боғланган.

Эмиттер қайтаргич (қувват кучайтиргич)

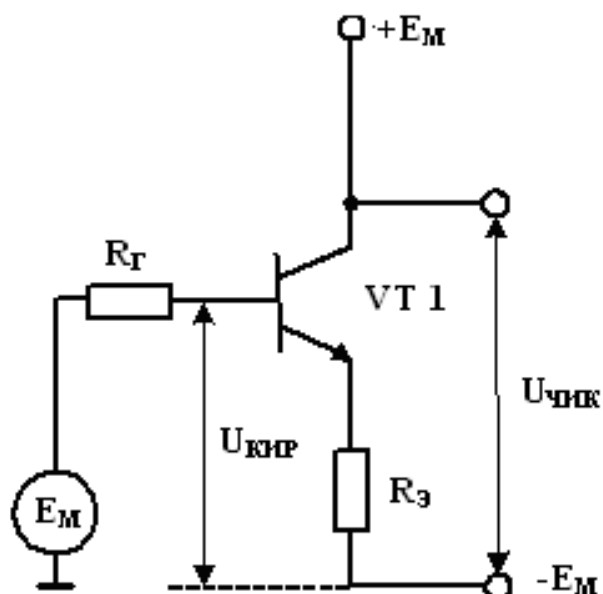
Кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти бирга яқин бўлган, кириш сигнал қутбини ўзгартирмайдиган ва катта кириш ва кичик чиқиш дифференциал қаршиликка эга бўлган кучайтиргичлар – **қайтаргич** деб аталади.

Эмиттер қайтаргич классик схемаси 3.9 – расмда келтирилган. Транзисторга ўзгармас кириш кучланиши берилганда (*A* режим), эмиттер занжирида $R_{\text{Э}}$ резисторда кучланиш пасайишини юзага келтирувчи ўзгармас ток оқиб ўтади. Чиқиш кучланиш $U_{\text{ЧИҚ}}$ шундай ўрнатиладики, база – эмиттер

кучланиши $U_{\text{БЭ}} = \varphi_T \ln \frac{I_{\text{Э}}}{I_{\text{КС}}}$ га тенг бўлсин.

Уқир кириш сигнали $\Delta U_{\text{КИР}}$ катталиқка ортади (камаяди) ва эмиттер токини ортишига (камайишига) олиб келади. Натижада $U_{\text{ЧИҚ}}$ чиқиш кучланиши $\Delta U_{\text{ЧИҚ}} = \Delta I_{\text{Э}} R_{\text{Э}}$ қийматга ортади (камаяди). Бу вақтда чиқиш кучланиши кириш кучланиши каби ортади, кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти эса қуйидагига тенг бўлади

$$K_U = \frac{\Delta U_{\text{ЧИҚ}}}{\Delta U_{\text{КИР}}} \approx 1.$$



3.9 – расм.

Эмиттер қайтаргичнинг кириш қаршилиги УЭ схема ва ток бўйича МТА схемалари кириш қаршилигидан фарқ қилмайди ва қуйидагига тенг бўлади

$$r_{КИР} = (\beta + 1)R_{Э}.$$

Чиқиш қаршилиги $r_{ЧИК}$ ($R_{Э}$ орқали амалга оширилган) 100 % манфий тескари алоқа ҳисобига камаяди. Бу ҳолат шу сабабли содир бўладики, чиқиш кучланишининг ҳар бир кучайиши эмиттер токини оширади, демак база токи ҳам ортади. Унга эса $R_{Г}$ қаршилик кўрсатади. Лекин база занжиридаги ток эмиттер занжиридаги токка нисбатан $(\beta + 1)$ марта кичик бўлади, шу сабабли чиқиш қаршилиги

$$r_{ЧИК} = \frac{R_{Г}}{\beta + 1} // R_{Э}.$$

Эмиттер – база соҳа қаршилигини ҳам ҳисобга олсак, у ҳолда

$$r_{ЧИК} = \left(\frac{1}{S} + \frac{R_{Г}}{\beta + 1} \right) // R_{Э}.$$

Микроэлектроникада ФИК жуда кичик бўлганлиги сабабли A синфи қўлланилмайди. B ва AB синфига мансуб икки тактли кучайтиригичлар анча оммабоп ҳисобланади. Ва биз уларни ўрганишга ўтамиз.

Кучайтиригичлар автоматика, телемеханика, ҳисоблаш ва ўлчаш техникаси, радиоэлектроника ва алоқадаги қурилмаларнинг, шунингдек, иш машиналари (электроэнергетика, машинасозлик, транспортдаги) юритмаларининг асосий элементларидан бири бўлиб, саноатда кенг қўлланилади.

Назорат саволлари

1. Кучайтиригич асосий характеристика ва параметрлари қандай ва уларнинг ўзига хос хусусиятлари нимада ?
2. Кучайтиригичларда тескари алоқа деб нимага айтилади ?
3. Кучайтиригич схемасига манфий тескари алоқа киритилиши билан кучайтириш коэффициенти қандай ўзгаради ва у ишнинг барқарорлигига қандай таъсир кўрсатади ?
4. Сизга қандай кучайтириш синфлари маълум ?
5. Нима сабабли A синфига мансуб кучайтиригичда фойдали иш коэффициенти жуда кичик ?
6. Нима сабабли B синфига мансуб кучайтиригич ишлаганда симметрик сигналнинг сезиларли шакл бузилишлари кузатилади ?
7. AB синфи B синфидан нимаси билан фарқ қилади ва у қандай схемаларда қўлланилади ?
8. Кўп босқичли кучайтиригич нима ?
9. Кўп босқичли кучайтиригичларда чиқиш каскадлари нима учун хизмат қилади ?

4-БОБ. ГАРМОНИК ТЕБРАНИШЛАР ГЕНЕРАТОРЛАРИ

Автогенераторларнинг иш принципи

Исталган автогенераторнинг иш принципи электромагнит индукция ходисасига асосланган. Агар мис симдан магнит оқими ўтса, у ҳолда оқим ўзгариши билан ғалтакнинг учларида электр токи ҳосил бўлади. Ўзгарувчан кучланиш олиш учун ўрам олинади, Бу ўрамдан ўзгармас ток оқиб ўтади ва магнит оқимини генерациялайди. Автомобиллардаги бундай қурилма статор деб аталади. Статор ўрамларига ўзгарувчан электр токи берилади. Истеъмол манбаси бўлиб, генераторнинг электр токи ҳисобланади.

Ташқи энергия манбаи ҳисобига электр энергияси ишлаб чиқарувчи ёки энергияни бир турдан иккинчи турга ўзгартирувчи қурилмага *генератор* дейилади. Генераторлар, электр генераторлари ўзгармас ток, ўзгарувчан ток генераторларига бўлинади. Генератор тушунчаси ўзгарувчан ва ўзгармас ток электр машиналарига ҳам, электр тебранишларини ҳосил қилувчи асбобларга ҳам бир хил қўлланилади. Биринчи ҳолда, механик энергия электр энергиясига айлантирилса, иккинчи ҳолда манбанинг электр энергияси маълум частотали, керакли шакл ва қувватли тебранишлар энергиясига айлантирилади.

Генераторлар радиоузатиш, радиоқабул қилиш ва телевизион қурилмаларда, ўлчов техникасида, турли технологик жараёнларда, фан ва техниканинг турли соҳаларида қўлланилади. Улар ёрдамида кўплаб электротехника ва радиоэлектроника қурилмалари яратилмоқда.

Импульслар генератори кучланиш ёки ток импульслари ҳосил қиладиган қурилма. Ҳосил бўладиган импульслар муддати (1 с дан 10 не гача), такрорланиш частотаси (0,1 Гц дан 100 МГц гача), генерацияланадиган тебранишлар шакли (тўғри тўртбурчак, ўткир учли, аррасимон ва бошқалар) бўйича фарқланадиган бир неча тури бор. Импульслар генераторининг бир каналли (бир чиқишли) ва куп каналли (икки ва ундан ортиқ, чиқишли) қилиб ишлаб чиқарилади. Бунда чиқиш сигналлари турли кутбли ва даражали бўлади. Импульслар генераторида тебраниш контури бўлмайди,

импульслар электрон клапанларнинг очилиб-ёпилиб туришидан ҳосил бўлади. Клапанлар сифатида трансформатор, электр лампа ёки диодлар ишлатилади. Электрон клапан берк вақтида энергия йиғилади, очилиши билан ташқи занжирга импульс шаклида узатилади. Импульслар генератори радиотехника ва радиоэлектрон аппаратларда, радиолокация ва ҳисоблаш техникасида қўлланилади.

5-БОБ. ИМПУЛЬС ТЕХНИКАСИ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

Импульс режими ҳақида асосий маълумотлар

Импульслар техникаси электр импульсларни ҳосил қилиш (генерациялаш), кучайтириш, ўзгартириш ва улардан фойдаланиш билан боғлиқ бўлган техника соҳаси. Бундай импульслар релаксацияловчи генераторлар (мультивибраторлар, блокинггенераторлар ва бошқалар) ёки бошқа генераторлар ёрдамида ҳосил қилинади. Импульс режимда ишлайдиган (электр сигналлар узлукли бериладиган) импульсли лампа ва яримўпказгичли асбоблар электр импульслар манбаи ва кучайтиргичлари бўлиб хизмат қилади. Электр импульсларнинг турли электр занжирлар, қурилмалар ва объектларга таъсиридан вужудга келадиган жараёнлар ҳам Импульслар техникасида тадқиқ қилинади. Импульслар техникасида электр импульсларининг турли шаклларида фойдаланилади. Электр импульси — ток ёки кучланиш импульси қисқа вақт (x) ичида таъсир этади ва аниқ T вақт (такрорланиш даври) оралиғида такрорланади. Импульслар техникасида қўлланиладиган импульсларнинг давомийлиги $x = 0,1$ с дан 1 нано с гача ($1\text{нс} = 10^{-9}$ с), такрорланиш даври эса $T = 10^{-10}$ — 10^6 х. Импульслар қуввати ўнлаб млн. ватт гача боради. Импульслар иккига бўлинади: видеоимпульслар ва радиоимпульслар. Видео-импульслар — кучланиш ва токнинг қисқа вақт ичида нолдан максимумга ва максимумдан нолга тушиши. Радиоимпульслар қисқа вақт ичидаги юқори частотали гармоник тебранишлар кетма-кетлигидан иборат. Импульслар амплитудасини ёки қутблилигини ўзгартиришда импульсли трансформатордан иборат бўлган трансформатор занжири қўлланилади. Импульснинг давомийлигини камайтиришда индуктивлик ғалтаги, электр конденсаторлар ва резисторлардан иборат дифференцияловчи занжирлардан; оширишда эса таркибида конденсатор ва резисторли интеграцияловчи занжирлардан фойдаланилади. Импульсли режим телевидениеда кенг қўлланилади: тасвир ва синхронлаш сигналлари импульсли сигналлар ҳисобланади. Радиоимпульслар ёрдамида масофани ўлчаш усуллари ишлаб чиқилган; натижада радиолокация ва радионавигация

анча тараққий этди. Узоқдан туриб радиобошқаришда импульсли режимдан фойдаланиш анча самарали ҳисобланади. Ер сунъий йулдошларини, космик кемалар ва бошқаларни Ердан туриб бошқариш мумкин. Ахборот-ўлчаш техникасида ҳам импульсли усулларнинг аҳамияти катта. Замонавий электрон ҳисоблаш машиналарининг иши импульслар техникаси усуллари ва воситаларига асосланади. Импульслар техникаси усуллари, айниқса радиоўлчаш қурилмаларида жуда қўл келади. Электротехниканинг юқори (10^2 В дан 10^7 В гача) кучланиш ва кучли (10^2 о дан 10^7 а гача) ток импульсларини ҳосил қилиш, ўлчаш ва улардан фойдаланиш билан шуғулланадиган соҳаси юқори кучланишли импульслар техникаси деб аталади. Бундай импульслар давомийлиги 10^{-6} дан 10^0 с гача. Улардан электротехника аппаратларини синашда, яшин қайтариш қурилмаларини моделлашда, экспериментал физикада фойдаланилади. Кучли ток импульслари термоядро қурилмаларида, зарядли зарралар тезлаткичларида, аэродинамик ва термоядро тадқиқотларида, электротехника қурилмалари ва коммутация аппаратларини синаш ва бошқалар соҳаларда қўлланилади. Бундай импульслар электр генераторлар, аккумуляторлар, конденсатор батареялари ва бошқалар ёрдамида ҳосил қилинади.

Замонавий ҳисоблаш техникасида ахборотни рақамли қайта ишлаш усули муҳим роль ўйнайди. Рақамли ярим ўтказгичли ИМСлар ҳисоблаш техникаси қурилмалари ва тизимининг негиз элементи ҳисобланади. Ҳисоблаш машиналари томонидай қайта ишланаётган берилганлар, натижа ва бошқа ахборотлар фақат икки қиймат оладиган (иккилик санок тизими) электр сигналлари кўринишида ифодаланади.

Аналог ахборотни рақамли кўринишга айлантириш учун уни **квантлайдилар**, яъни вақт бўйича узлуксиз сигнал унинг маълум нуқталардаги дискрет қийматлари билан алмаштирилади. Сўнгра берилган сигнал охириги дискрет қийматига мос равишда рақам берилади. Сигнал дискрет даражаларини рақамлар кетма – кетлиги билан алмаштириш жараёни

кодлаш деб аталади. Олинган рақамлар кетма – кетлиги **сигнал коди** деб аталади.

Иккилик санок тизимида бирор сон икки рақам: 0 ва 1 орқали ифодаланади. Рақамларни ифодалаш учун рақамли тизимларда ток ёки кучланиш каби электр катталиқни икки ҳолатдаги сигналини қабул қилишга мослашган электрон схема бўлиши талаб қилинади. Катталиқнинг бири – 0 га, иккинчиси – 1 га мос келиши керак. Икки электр ҳолатга эга бўлган электр схемаларни яратишнинг нисбатан соддалиги шунга олиб келдики, ҳозирги замонавий рақамли техника мана шу иккилик ифодаланиш тизимга асосланган.

Рақамли қурилмалар ишлаш алгоритмини ифодалаш учун буль алгебраси ёки мантиқ алгебраси қўлланилади. Мантиқ алгебраси доирасида рақамли схема кириш, чиқиш ва ички қисмларига мос равишда буль ўзгарувчилари ўрнатилади ва улар фақат икки қиймат қабул қилиши мумкин:

$$X=0 \text{ агар } X \neq 1; \quad X=1 \text{ агар } X \neq 0.$$

Буль алгебраси асосий амаллари бўлиб мантиқий қўшув, кўпайтирув ва инкор амаллари ҳисобланади.

Мантиқий қўшув. Бу амал ЁКИ амали ёки дизъюнкция деб аталади. Икки ўзгарувчини мантиқий қўшиш постулатлари 9.1 – жадвалда келтирилган.

Бундай жадваллар **ҳақиқийлик жадваллари** деб аталади. Шунини таъкидлаш керакки, бу амал ихтиёрий ўзгарувчилар сонига мўлжалланган. Амал бажарилаётган ўзгарувчилар сони, унинг белгисидан олдин турган рақам билан кўрсатилади. Демак, 9.1 – жадвалда 2ЁКИ амали бажарилган. Мантиқий қўшув ЁКИ амалини бажарувчи элемент (электрон схема) шартли белгиси 9.1 а – расмда келтирилган.

9.1 - жадвал

X1	X2	$Y=X1+X2$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Мантиқий қўпайтирув. Бу амал ҲАМ амали ёки конъюнкция деб аталади. Мантиқий қўпайтирув постулатлари 9.2 – жадвалда келтирилган. Мантиқий ҲАМ амалини бажарувчи элемент шартли белгиси 9.1 б – расмда ифодаланган.

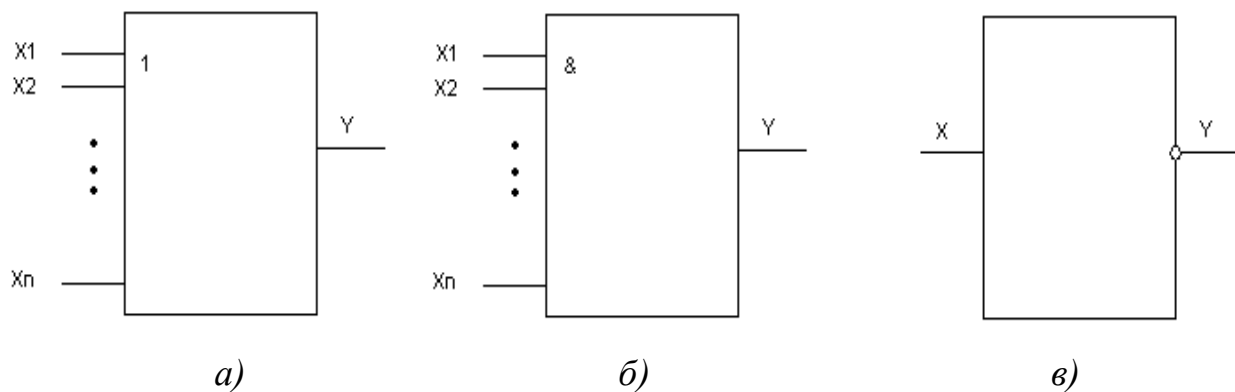
9.2 - жадвал

X1	X2	$Y=X1 \cdot X2$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Мантиқий инкор. Инкор амали инверсия ёки тўлдириш деб аталади. Инкор постулатлари 9.3 – жадвалда келтирилган. Инверсия амалини бажарувчи мантиқий элемент шартли белгиси 9.1 в – расмда келтирилган.

– жадвал

X	Y
0	1
1	0



9.1 – расм.

Элементар мантиқий ҲАМ, ЁКИ, ЭМАС амалларини бажарадиган мантиқий элементлардан фойдаланиб анча мураккаб амалларни бажарадиган элементлар ва уларга мос келувчи электрон схемалар яратиш мумкин.

Турли амалларни бажарадиган элементлар ИМСлар кўринишида кўплаб ишлаб чиқарилади. Мантиқий ИМСлар серияларга бирлашадилар. Ҳар бир серия асосида маълум бир мантиқий амални бажарувчи электр схемадан ташкил топган негиз элемент ётади, масалан ҲАМ-ЭМАС мантиқий амали (Шеффер элементи) ёки ЁКИ-ЭМАС мантиқий амали (Пирс элементи). Рақамли интеграл микросхемалар яратишда турли мураккаб мантиқий амалларни бажарадиган схемаларни яшашда фақат битта ҲАМ-ЭМАС, ёки ЁКИ-ЭМАС мантиқий элементидан фойдаланиш талаб қилиниши билан ҳам ажралиб туради.

9.2. Мантиқий ИМС параметрлари

Ахборотни кодлаш усулига кўра мантиқий элементлар *потенциал ва импульс* усулларига бўлинадилар.

Мантиқий элементларнинг кўпчилиги потенциал ҳисобланади, яъни уларда иккилик ахборот иккита электр потенциал даража кўринишида ифодаланади: мантиқий **0** – паст потенциал U^0 , мантиқий **1** – юқори потенциал U^1 . Импульс мантиқий элементларда мантиқий бирга - импульсининг мавжудлиги, мантиқий нольга – унинг мавжуд эмаслиги мос келади.

ИМС потенциал мантиқий элементлари қуйидаги параметрлар билан характерланади:

- мантиқий «**0**» ва «**1**» кучланишлари - U^0 ва U^1 ;
- микросхема ҳолати тескари ҳолатга ўзгарадиган киришдаги маълум кучланиш – бўсағавий кучланиш $U_{БҶС}$;
- кириш бўйича бирлашиш коэффициенти m (киришлар сони);
- чиқиш бўйича тармоқланиш коэффициенти n (юклама қобиляти ёки мазкур ИМС чиқишига улаш мумкин бўлган худди шундай миросхемалар сони);
- $U_{КИР} = U^0$ ва $U_{КИР} = U^1$ ларга мос келувчи кириш токлари $I_{КИР}^0$ ва $I_{КИР}^1$;
- ҳалақитларга бардошлиги – юқори $U_{ХАЛ}^1$ ва паст $U_{ХАЛ}^0$ кириш кучланиш даражаси бўйича мумкин бўлган максимал ҳалақит кучланиш қиймати;
- манбадан истеъмол қилинаётган қувват P ;
- E_M кучланиш ва I_M ток манбалари;
- «**0**» ҳолатдан «**1**» ҳолатга, ёки аксинча ўтишдаги қайта уланиш кечикиш вақти;
- қайта уланишларнинг (тезкорлик) ўртача кечикиш вақти - $0,5 \cdot (t_K^0 + t_K^1)$.

Замонавий статик тизимларнинг асосий негиз элементи бўлиб Шоттки диодлари қўлланилган ТТМ, И²М, ЭБМ, МДЯ – транзисторларда (ёки p – каналли МДЯ, ёки n – каналли МДЯ) ясалган мантиқ, комплементар МДЯ – транзисторларда (КМДЯ) ясалган мантиқ элементлари ҳисобланади.

Рақамли интеграл микросхема негиз элементларига қўйиладиган асосий талаб – уларнинг тезкорлиги, кичик сочилиш қуввати, катта жойлаштириш зичлиги (ягона кристалл сиртида жойлашган элементлар сони) ва тайёрланишни технологиклиги ҳисобланади.

Юқорида санаб ўтилган негиз элементлар, у ёки бу, ёки бир неча параметрларига кўра бир – биридан устун турса, бошқа параметрларига кўра ёмонроқ ҳисобланади.

ИМС негиз мантиқий элементи асоси бўлиб, қайта улагичлар сифатида қўлланиладиган бирор электрон калит хизмат қилиши мумкин. Қайта улагичлар сифатида қўлланиладиган ярим ўтказгичли асбобларга қуйидаги умумий талаблар қўйилади: бирдан катта бўлган кучайтириш коэффиценти; ахборот узатиш тизимининг бир томонламалиги; кириш ва чиқиш бўйича катта тармоқланиш коэффицентлари; қайта уланишларнинг катта тезлиги; кичик истеъмол қуввати. Электрон калитлар сифатида кремнийли биполяр ва майдоний транзисторлар қўлланилади. Майдоний транзисторларда бажарилган калитлар кичик сочилиш қувватига эга бўлсалар, бир вақтнинг ўзида биполяр транзисторларда бажарилган электрон калитларнинг қўлланилиши уларнинг тезкорлигини оширишга имкон яратади.

Триггерлар

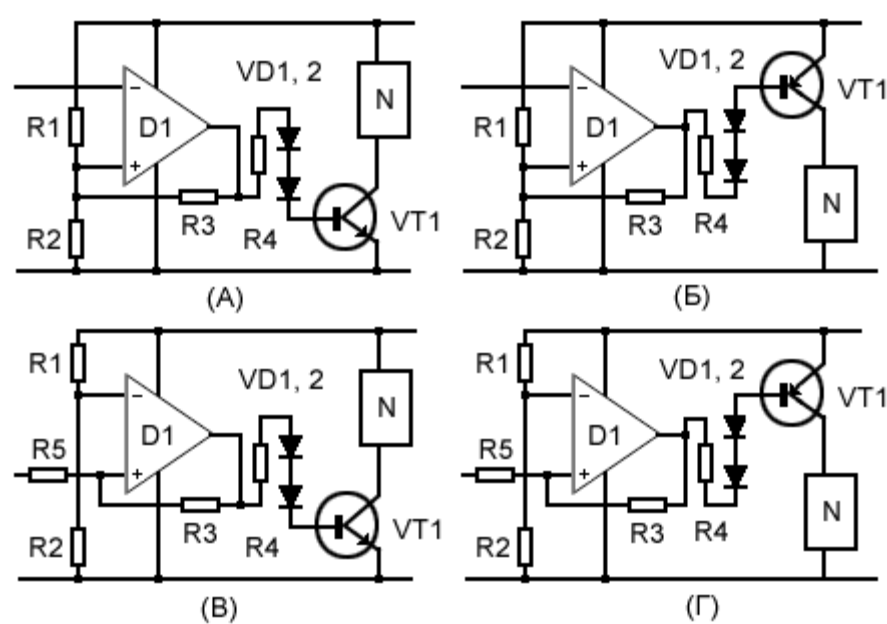
Триггерлар электрон қурилмаларнинг синфи ҳисобланиб, улар иккита турғун ҳолатларда бўлади ва ташқи сигнал таъсирида ўзгартирилади. Триггернинг ҳолати чиқишдаги кучланишнинг қийматига қараб аниқланади.

Ишлаш принципига кўра триггерлар импульс қурилмаси ҳисобланади ва уларнинг актив элементлари калит режимида ишлайди, ҳолатлар ўзгариши эса жуда қисқа вақтда амалга ошади.

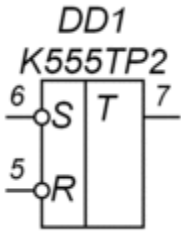
Триггернинг асосий хусусияти иккилик маълумотни сақлаб қолиш, яъни дастлабки ҳолатда «1» ва кейинги ҳолатда «0» эслаб қолиши иккилик кодида ёзилган битта разрядни сақлаб қолади.

Триггерлар асосан ҳисоблаш техникасида кенг қўлланилади.

Триггерларнинг схемалари



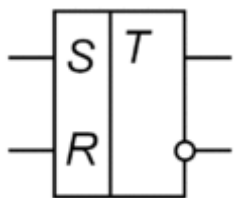
S	R	Q(t)	Q(t)	Q(t+1)	Q(t+1)
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1
1	0		1	1	0
1	0		0	1	0
1	1		1	аниқланмаган	аниқланмаган
1	1		0	аниқланмаган	аниқланмаган



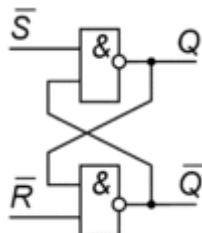
А

синх

рон RS-триггер



Асинхрон RS-триггернинг шартли белгиси



РАДИОУЗАТКИЧ — радиочастоталар диапазонидаги электр тебранишларни антенна орқали электромагнит тўлқинлар тарзида узатувчи қурилма (қурилмалар мажмуи); асосий элементлари: юқори частотали электр тебранишлар генератори, узатилаётган хабарларга мувофиқ уларнинг параметрларини бошқарадиган (модуляциялайдиган) модулятордан иборат. Р. ахборотларни радиотўлқинлар ёрдамида узатиш тизимлари ва қурилмаларининг муҳим қисми. Р. Иш тўлқини диапазонида, антеннага берилаётган тебраниш қувватига, иш турига (телеграф, телефон ва бошқалар), модуляциялаш усулига (амплитудали, частотали, фазали ва бошқалар), генерацияловчи электрон асбоблари хилига (лампали, транзисторли, магнетронли, клистронли ва бошқалар), вазифасига (алоқа, эшиттириш, локацион, телевизион ва бошқалар), ўрнатилишига (стационар, кўчма) қараб хилларга бўлинади. Р. ўзгармас ток (кам ҳолларда ўзгарувчан ток) энергиясини радиочастота тебранишлари энергиясига айлантириб берувчи генератор, модулятор ва электр манбаидан иборат. Дастлабки Р.лардан бирини рус ихтирочиси А. С. Попов 1895 й. ихтиро қилган. Радиоалоқа, телевидение, радиоэшиттириш, радиолокация, радионавигация ва техниканинг бошқа соҳаларида, илмий экспериментларда қўлланилади.

РАДИОТЕХНИКА (радио... ва техника) — 1) электромагнит тебранишлар ва радиодиапазондаги (3—31012 Гц) тўлқинлар, уларни генерациялаш, кучайтириш, нурлатиш, қабул қилиш ҳамда тўлқинлардан фойдаланиш ҳақидаги фан; 2) техниканинг ахборотларни узатишда — радиоалоқа, радиоэшиттириш, телевидение, радиолокация ва радионавигацияда; машина, механизм ҳамда технологик жараёнларни бошқариш ва назорат қилишда радиодиапазондаги тўлқинлар билан электромагнит тебранишларни қўллайдиган тармоғи. У радиофизика, электротехника, диэлектриклар физикаси, яримўтказгичлар физикаси, электроакустика, антенна техникаси, электроника ва бошқаларнинг ютуқдарига асосланади. Р. тарихи М. Фарадей, Ж. Максвеллларнинг ишларидан бошланган. Радиодиапазондаги электромагнит тўлқинларни биринчи марта Г. Герц ҳосил қилган ва ўрганган (1886—89). Герц тажрибасида резонанс ҳодисаси катта роль ўйнаган. Э. Бранли (Франция) металл кукунига электр тебранишлари таъсир қилганда уларнинг қаршилиги камайиши ҳодисасини аниқлади (1890). О. Лодж (Буюк Британия) бу ҳодисадан электромагнит тўлқинларни аниқлашда фойдаланди (1894). А. С. Попов электромагнит тўлқинлар ёрдамида симсиз алоқа ўрнатишга ҳаракат қилди ва сигналларни қайд қилиш аппаратини ясади. У 1895 й. 7 майда дунёда биринчи радиоприёмнигини яратди. Дастлаб, узатувчи ва қабул қилувчи радиостанциялар қисқа тўлқинда — тез сўнувчи радиотўлқинлард а ишлаган. Узун тўлқинларга ўтиш ва узаткичлар қувватини, антенна ўлчамларини ошириш, детекторнинг қўлланилиши билан радиоалоқа узокдиги секинаста оширилган. Немис физиги К. Ф. Браун томонидан берк контурнинг, М. Вин (Германия) томонидан махсус разряд ҳосил қилгичнинг кашф этилиши, шунингдек радио қурилмаларда юқори частотали ёй генераторлари ва генератор машиналари билан уйғотиладиган сўнмас тўлқинларнинг қўлланилиши Р.нинг кейинги ривожига катта қадам бўлди. 1925 й. рус ихтирочиси В. П. Вологдиннинг юқори частотали индуктор машинаси ёрдамида биринчи марта Москва билан Нью-Йорк

орасида радиоалоқа ўрнатилган. Электрон лампаларнинг яратилиши Р.нинг барча соҳаларида катта бурилиш ясади, шу асосда сўнмас тебранишли лампали генератор яратилди. Радиолампаларнинг қўлланилиши радиотўлқинларни бир неча юз м дан бир неча км гача диапазонда самарали генерациялашга имкон берди. 20-а. 20-й.лари бошларига келиб радиотелеграф алоқа билан бирга радиоэшиттириш вужудга келди. Қисқа ва ультрақисқа тўлқин диапазонларида ишлайдиган радиолампалар, схемалар, антенналар яратилди. 20-а. ўрталарида электрон телевидениенинг яратилиши Р. соҳасида бурилиш ясади. Радиолокация, радионавигация Р.нинг алоҳида бўлимлари ҳисобланади. Уларнинг усуллари узокдаги нарсаларнинг ўрни, тезлиги ва бошқаларни аниқлашга имкон беради. Яримўтказгичли диодлар яратилиши транзисторларнинг, электроннур асбоблари эса рангли телевидениенинг яратилишига олиб келди. Р. Жамият тараққиётининг барча соҳаларига кириб борди. Ер сунъий йўлдошлари, космик аппаратлар билан радиоалоқа қилишда, инсоннинг космосга училини таъминлашда, автоматик бошқариш тизимида, халқ хўжалигида (металларни вакуум ва инерт газлар атмосферасида жуда тоза эритиш учун, пўлатдан ясалган деталларни тоблаш учун, тиббиёт ва бошқалар), радиометеорология, радиоастрономия, электроакустика, товушни ёзиб олиш ва бошқаларда Р.нинг аҳамияти катта. Ўзбекистонда Р.га доир и.т. ишлари, асосан, Тошкент ахборот технологиялари ун-тида олиб борилади. Республикада Р.нинг ривожланиши ва шу соҳа бўйича мутахассислар тайёрлаш акад. Т. Д. Ражабов, т.ф.н. О. А. Абдуазизовлар номи билан боғлиқ.

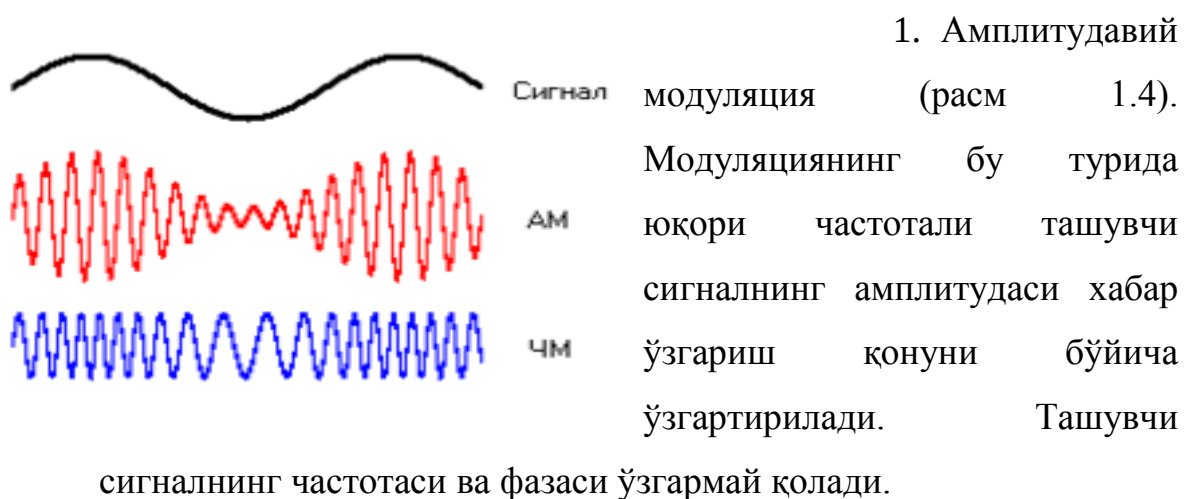
6-БОБ. РАДИОУЗАТУВЧИ ҚУРИЛМАЛАР

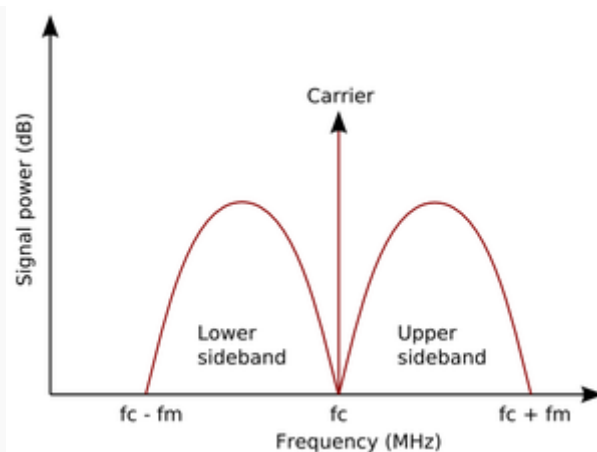
Модуляция турлари.

Модуляция деганда, бирор ўзгармас физик жараёнини ифодаловчи катталиқнинг муайян қонун бўйича ўзгариши, яъни паст частотали хабар сигналини юқори частотали ташувчи сигналга жойлаштириш жараёни тушунилади. Модуляция жараёни **модулятор** деган қурилма, яъни ташқи таъсир ёрдамида амалга оширилади.

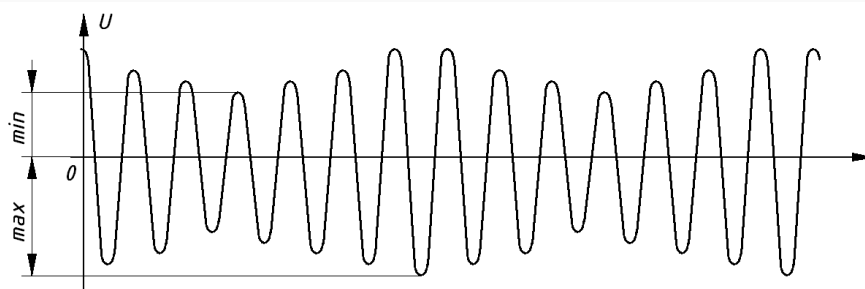
Гармоник тебранишлар ёки тўлқинларнинг қандай параметри ўзгартирилишига қараб, тебранишлар модуляцияси амплитудали, частотали, фазали ёки аралаш хилларга бўлинади. Модуляторлар ҳам шунга яраша ҳар хил бўлади. Ҳар қандай модуляторнинг асосий қисми — бошқарувчи элемент (транзистор, электрон лампа, клистрон ва бошқалар); унинг ёрдамида сигнал модуляцияланадиган тебранишлар ёки тўлқинларга таъсир қилади.

Энди қуйида модуляциянинг турлари билан танишиб чиқамиз, Агар юқори частотали ташувчи сигнал синусоидал бўлса, у ҳолда модуляциянинг қуйидагича турларини ҳосил қила оламиз:



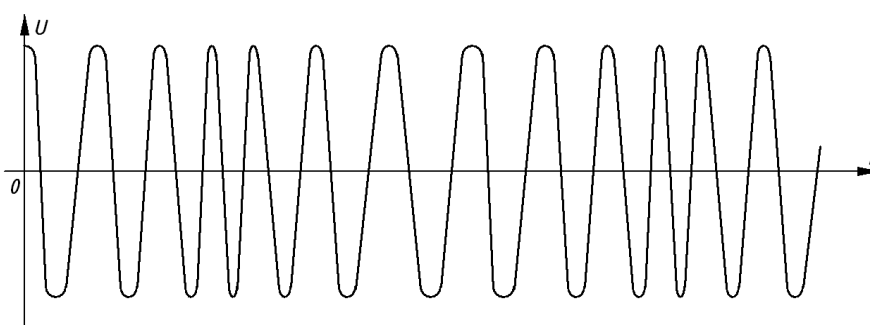


Амплитудавий модуляция тебранишлар спектри.



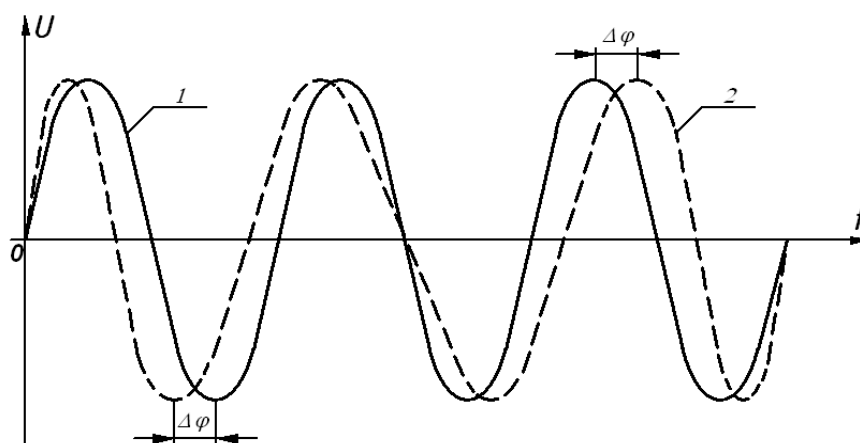
Расм 1.4. Амплитудавий модуляция

2. Частотавий модуляция (расм.1.5). Ташувчи сигналнинг амплитудаси ва фазаси ўзгармай қолиб частотаси хабар ўзгариш қонуни билан ўзгартирилса частотавий модуляцияланган радиосигнал ҳосил қилинади .



Расм 1.5. Частотавий модуляция

3. Фазавий модуляция. Агар ташувчи сигналнинг амплитудаси ва частотаси ўзгармай қолиб фазаси ахборот ўзгариш қонуни билан ўзгартирилса фазавий модуляцияланган радиосигнал ҳосил бўлади (расм1.6) .

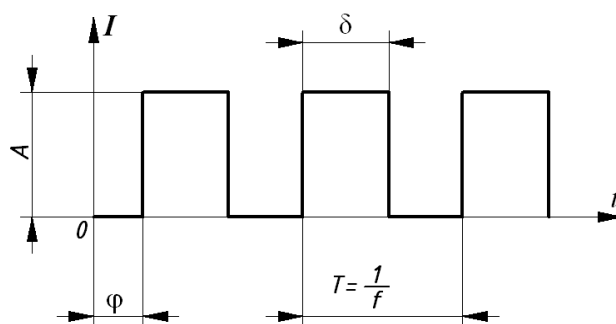


Расм 1.6. Фазавий модуляция

1 – модуляцияланмаган ташувчи сигнал;

2 – модуляцияланган ташувчи сигнал;

Юқори частотали ташувчи сигнал импульс кетма-кетлиги бўлиши мумкин. (расм 1.7).



Расм 1.7. Импульс сигнали

Бу ерда $f = \frac{1}{T}$ – импульснинг частотаси; A – импульснинг амплитудаси; φ – импульснинг фазаси; δ – импульснинг кенглиги. T – даври.

Импульсли модуляцияда паст частотали хабар сигнали юқори частотали импульс кетма-кетлигининг амплитудаси, частотаси, фазаси ва импульс кенглигига ҳам жойлаштирилиши мумкин.

Демак, юқори частотали ташувчи сигнал импульс кетма-кетлиги бўлса, модуляция турлари 4 хил бўлади:

1. Амплитуда-импульсли модуляция.
2. Частота-импульсли модуляция.
3. Фаза-импульсли модуляция.

4. Кенглик-импульсли модуляция.

Модулятор схемалари модуляция турларига мос қурилган бўлади. Масалан, амплитудавий модуляцияланган радиосигнал олиш учун амплитудавий модулятор схемаси ишлатилади ва ҳоказо.

Радиоэлектроникада кўпгина электрон асбобларнинг иши электрон оқимларини модуляциялашга асосланган. Масалан, кинескопларда экранга узатиловчи телевизион шаклларни ҳосил қилувчи электрон нури интенсивлиги модуляцияланади. Клистронларда электрон оқимининг тезлиги бўйича модуляциялаш оқимда электронларни гуруҳлашга олиб келади. Бу эса, ўз навбатида, гуруҳлашган электронлар кинетик энергиясини ўта юқори частотали тебранишлар энергиясига айлантирилишига олиб келади. Радио- ва оптик диапазонларда электромагнит тебранишларнинг ҳамда акустик тўлқинларнинг модуляциялари катта амалий аҳамиятга эга. Маълумотлар узатиш самарадорлигини ошириш, турли тизим ва қурилмаларда частота тақсимотини таъминлаш, сигналларнинг вақтга боғлиқ параметрларини ўлчаш учун техник қурилма ва тизимларда тебранишлар модуляцияси зарур ҳисобланади.

Кўпинча, модуляцияланган сигнал импульс тарзида, натижаси эса юқори частотали импульслар тўплами ёки радиоимпульс кўринишда бўлади.

Модуляция жараёни бундан ташқари ёруғлик техникасида, ёруғлик нури ёрқинлигини ёки ёруғ доғ ўлчамини келаётган сигналларга мувофиқ равишда ўзгартириш, овозни оптик усулда ёзиб олиш, фототелеграф ва бошқа соҳаларда қўлланади.

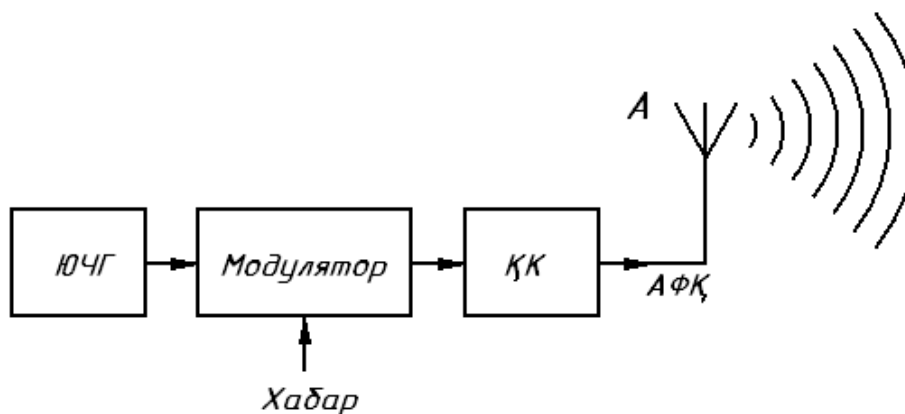
Частотавий модуляция

Импульсли модуляция

Ўта юқори частотали генераторлар ва узаткичлар

Радиосигнал ҳосил қилувчи ва узатувчи қурилма **радиоузаткич** деб аталади. Радиоузаткичнинг асосий вазифаси радиосигнал ишлаб чиқариб атрофга тарқатишдан иборат.

Унинг тузилиш схемаси 7-расмда келтирилган.



Расм.7 Узаткич.

Схемадаги юқори частота генератори (ЮЧГ) юқори частотали сигнал ишлаб чиқаради. Модулятор хабар сигнадини генератордан чиққан юқори частотали сигналга модуляция йўли билан жойлаштиради. Натижада радиосигнал ҳосил қилинади.

Схемадаги (ҚК) қувват кучайтиргичи ҳосил бўлган радиосигнални белгиланган масофага тарқалиши учун керак бўладиган қувватгача кучайтириб беради.

Радиоузаткич тузилишига кирувчи генератор, модулятор ва кучайтиргич радиоузаткичнинг асосий қисмини ташкил қилиб, битта қобикқа ўрнатади. Улар бажарадиган вазифаларига ерда, сувда, сувостида, ҳавода кемасининг бортида, космосда, еростида жойлаштирилади.

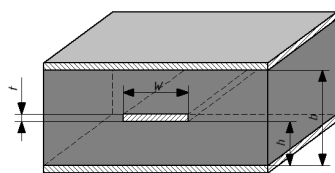
Радиоузаткичнинг ўта юқори частотали сигнал ҳосил қилувчи генератори ўта юқори частота асбоблари асосида яратилади (расм.8).



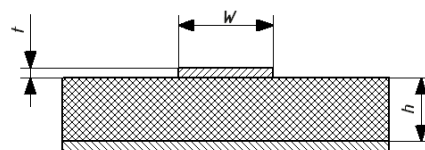


Расм.8. Ўта юқори частота асбоблари

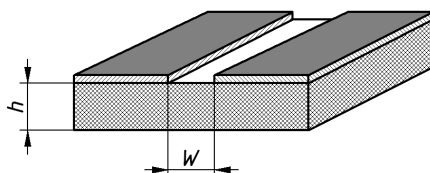
Узаткичнинг чиқиш қисми сигнал тарқатувчи антеннага уланиши керак. Тарқатувчи антенна узаткич ўрнатилган жойга нисбатан метрнинг ундан бирдан бошлаб метрнинг ўнлаб узунлигига тенг масофаларда бошқа жойга ўрнатилган бўлади. Масалан, узоқдан алоқа қилувчи радиостанция самолётнинг ички қисмига ўрнатилган бўлади, тарқатувчи антеннаси эса, самолёт қобиғи ташқарисида ўрнатилган бўлади. Шунинг учун узаткич билан антеннагача бўлган радиосигнал узатилиши антенна-фидер қурилмаси ёрдамида бажарилади. Радиоузаткич ишлаб чиқарган радиосигнални тарқатувчи антеннага узатувчи қурилмалар мажмуаси *антенна-фидер қурилмаси* деб аталади. Антенна-фидер қурилмаси таркибига ўта юқори частота қурилмалари: яъни узун йўллар, тўлқин узатгичлар, ўта юқори частота кабеллари ва оптик толали кабеллар киради (расм.9).



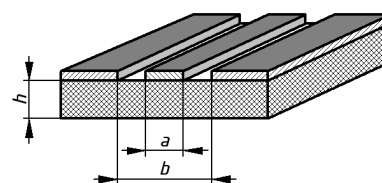
а)



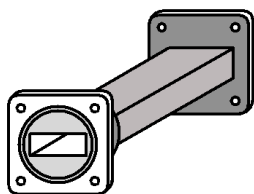
б)



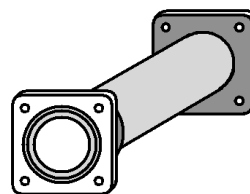
в)



г)



д)



е)



ж)



з)

Расм.9. Радиосигнал узатувчи қурилмалар

а), б) – тасма йўллар; в) – тешикли йўл; г) – компланар йўл; д), е) – тўлқин узаткичлар; ж) – мословчи қурилмалар; з) – коаксиал кабел ва унинг ковштиргичлари.

Радиосигналларни атрофга узатиш учун тўлқин тарқатувчи антенналар ишлатилади. Тарқатувчи антенналар ўтказгич материалдан турли шаклларда ясалган бўлади. Электр ўтказувчан жисм таркибида ярим эркин электронлар ҳаракатда бўлиб электр токи ҳосил бўлишида иштирок этади.

Агар узатувчи антеннага юқори частотали электр манбаси уланса ундаги зарядлар ҳаракати натижасида атрофдаги муҳитда электр ва магнит майдон энергияси гоҳ бир, гоҳ иккинчи томонга йўналиб силжийди. Зарядлар вужудга келтирган майдон бир-биридан ажратиш мумкин бўлмаган электр ва магнит майдонлари яъни электромагнит майдони бўлади. Зарядлар ҳаракат тезлигининг ўзгариши туфайли электромагнит нурланиш пайдо бўлади. Электромагнит майдон пайдо бўлган жойидан ёруғлик тезлигига тенг $V=C$ аниқ ўзгармас тезлик билан атрофга тарқалади. Бу эса атрофга таркалувчи радиосигнал бўлади.

Радиоузатувчи қурилмаларнинг вазифаси ва тузилиши

Радиоузатувчи қурилмалар вазифаси, частоталар диапазони, нурланиш тури ва қувватига кўра синфланади. Радиоузатувчи қурилманинг вазифаси

узатилаётган маълумотнинг турига ҳамда радиоэлектрон тизимга боғлиқ бўлади. Радиоолоқавий, радиоэшиттириш, телевизион, радиолокацион, радионавигацион ва бошқа турлари мавжуд. Шунингдек, ишлатилиш соҳасига кўра, автомобилда, ҳаво кemasида ёки бошқа объектларда ўрнатилади.

Частоталар диапазони кўра юқори частотали ва ўта юқори частотали турларга бўлинади.

2.1.жадвал. Радиотизим ва радиоузаткичларнинг айрим типлари.

Диапазон номи	Тўлқин узунлиги	Частота	Радиоузаткичнинг вазифаси
Мириаметрли (ўта узун тўлқинлар)	100... 10 км	3 ... 30 кГц	Узоқ радионавигация
Километрли (узун тўлқинлар)	100...1 км	30...300 кГц	Радиоэшиттириш
Гектометрли (ўрта тўлқин)	1000...100 м	0,3...3 МГц	Радиоэшиттириш
Декаметрли (қисқа тўлқин)	100...10 м	3...30 МГц	Радиоэшиттириш Мобил радиоолоқа 27 МГц диапазондаги ҳаваскор радиоолоқа
Метрли (ультрақисқа тўлқин)	10...1м	30...30 МГц	Телевизион кўрсатув, мобил радиоолоқа,самолетдаги радиоолоқа
Дециметрли (L, S диапазон)	1...0,1 м	0,3...3 ГГц	Телевизион кўрсатув, космик радиоолоқа ва радионавигация Уяли радиоолоқа, радиолокация

Сантиметрли (С, Х, К диапазонлар)	10...1 см	3...30 ГГц	Космик радиоалоқа, Радиолокация Радионавигация Радиоастрономия
Миллиметрли	10...1 мм	30...300 ГГц	Космик радиоалоқа, Радиолокация Радиоастрономия

Радиоузатувчи қурилмаларнинг каскадлари ва блоклари

Қуйидаги расмда радиоузатувчи қурилмаларнинг тузилиш схемаси келтирилган. Расмдан кўриниб турибдики, ушбу қурилма бир нечта каскад ва блоклардан ташкил топган бўлиб, ҳар бир блок алоҳида ёки бошқа блоклар билан биргаликда маълум бир функцияни бажаради:

автогенератор – юқори частотали ёки ўта юқори частотали тебранишлари манбаи.

генератор – сигналларни қувват бўйича кучайтиргич.

частота кўпайтиргич – тебранишлар частотасини кўпайтиришга хизмат қилади.

частота ўзгартиргич – тебранишлар частотасини маълум бир катталиikka силжитиш учун хизмат қилади;

частота бўлувчи – тебранишлар частотасини бўлиш учун хизмат қилади;

частота модулятор – частота модуляциясини амалга оширади;

фаза модулятор – фаза модуляциясини амалга оширади;

фильтрлар – сигналларни фақат аниқ бир частоталар диапазонида ўтказиш учун хизмат қилади;

сумматор (он же делитель) мощностей сигналов, в котором происходит суммирование мощностей однотипных сигналов или деление сигнала по мощности в требуемое число раз;

мостовое устройство - разновидность сумматора при сложении мощностей двух сигналов или делении в два раза мощности сигнала;

направленный ответитель, служащий для отбора части мощности сигнала из основного канала его распространения;

согласующее устройство, предназначенное для согласования выходного сопротивления радиопередатчика с входным сопротивлением антенны;

аттенюатор, служащий для регулирования мощности сигнала;

фазовращатель, необходимый для управления фазой сигнала;

ферритовые однонаправленные устройства (циркуляторы и вентили), служащие для пропускания сигнала только в одном направлении;

балластные сопротивления, в которых происходит рассеивание мощности;

К числу основных блоков, составляемых из каскадов, относятся:

блок усиления ВЧ или СВЧ сигнала по мощности, выполняемый из последовательно включенных генераторов с внешним возбуждением;

блок умножителей частоты, применяемый в случае большого коэффициента умножения;

синтезатор частот, предназначенный для образования дискретного множества частот;

возбудитель, включающий в свой состав синтезатор частот и частотный или фазовый модулятор;

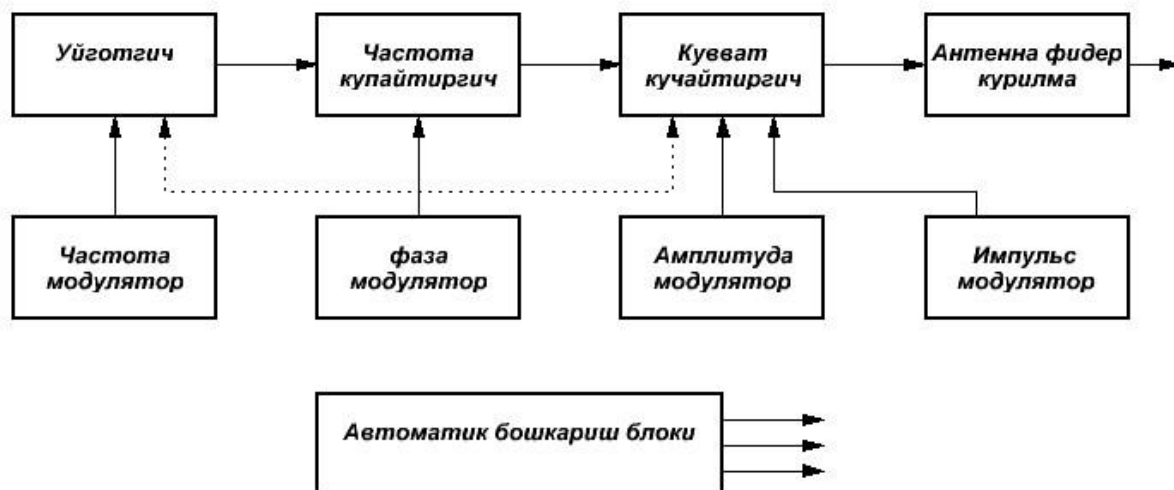
амплитудный модулятор, служащий для осуществления амплитудной модуляции;

импульсный модулятор, предназначенный для осуществления импульсной модуляции;

антенно-фидерное устройство, соединяющее выход радиопередатчика с антенной и включающее фильтр, направленный ответитель, ферритовое однонаправленное и согласующее устройства;

блоки автоматического регулирования, служащие для стабилизации или управления параметрами радиопередатчика. К их числу относятся: устройства автоматической подстройки частоты, автоматической

перестройки электрических цепей усилительных каскадов, автоматической перестройки согласующего устройства, автоматического управления мощностью, автоматического поддержания теплового режима. Современные устройства автоматического регулирования строятся на основе микропроцессора.



Радиоузатувчи курилмаларнинг умумий тузилиш схемаси.

Возбудитель служит для формирования сетки рабочих частот с требуемой стабильностью. При небольшом числе рабочих частот возбудитель строится по принципу «кварц - волна», что означает: каждой из частот соответствует свой кварцевый автогенератор. Переход с одной частоты на другую осуществляется с помощью электронного коммутатора.

При большом числе частот возбудитель представляет собой цифровой синтезатор частот, в состав которого входит кварцевый автогенератор, называемый опорным, делитель с переменным коэффициентом деления (ДПКД) и устройство автоматической подстройки частоты. Такой синтезатор может быть построен на основе большой интегральной микросхемы.

Частота кварцевых автогенераторов обычно не превышает 100 Гц. Поэтому при частоте передатчика больше данного значения в устройство включаются умножители частоты, повышающие частоту сигнала в необходимое число раз.

Получение требуемой выходной мощности радиопередатчика осуществляется с помощью блока усиления мощности, каскадно включенных ВЧ или СВЧ генераторов с внешним возбуждением. При выходной мощности передатчика, превышающей мощность одного прибора, в выходном каскаде происходит суммирование мощностей генераторов.

Между выходным каскадом радиопередатчика и антенной включается антенно-фидерное устройство (АФУ). В состав АФУ входят: фильтр для подавления побочных излучений радиопередатчика, датчики падающей и отраженной волны и согласующее устройство. При работе в СВЧ диапазоне вместо последнего обычно применяется ферритовое однонаправленное устройство - вентиль или циркулятор.

Частотная модуляция осуществляется в возбuditеле радиопередатчика, фазовая - в возбuditеле или ВЧ умножителях и усилителях, амплитудная и импульсная - в ВЧ усилителях.

С помощью блока автоматического управления выполняются автоматическая стабилизация параметров радиопередатчика (в первую очередь, мощности и температурного режима), защита при нарушении нормальных условий эксплуатации (например, при обрыве антенны) и управление (включение-выключение, перестройка по частоте).

При составлении и расчете структурной схемы транзисторного радиопередатчика исходят из его назначения, условий работы и следующих основных параметров: P_A — выходной мощности, подводимой к антенне; $f_1 \dots f_2$ - диапазона рабочих частот, стабильности частоты, вида модуляции и характеристик модулирующего сигнала.

Общий коэффициент усиления сигнала по мощности радиопередатчика

$$K_P = P_A / (K_{АФУ} \cdot P_{\text{возб}})$$

где P_A - мощность сигнала, поступающего в антенну; $K_{АФУ} < 1$ - коэффициент передачи АФУ; $P_{возб}$ - мощность сигнала возбуждателя (обычно $P_{возб} < 10... 20$ МВт).

Тот же параметр, выраженный в децибелах относительно мощности в 1 Вт:

$$K_{P(дБ)} = 10 \lg P_A - 10 \lg P_{возб} - 10 \lg P_{АФУ} \quad (2.1)$$

где P_A , $P_{возб}$ - мощность, Вт.

Общий коэффициент умножения по частоте

$$K_f = f_1 / f_{1возб} = f_2 / f_{2возб} \quad (2.1)$$

где $f_1...f_2$ - диапазон частот радиопередатчика; $f_{1возб}...f_{2возб}$ - диапазон частот возбуждателя.

Исходя из значения K_f , равного произведению коэффициентов умножения отдельных каскадов, определяется число умножителей, каждый из которых имеет значение $K_{fкаск} = 2...3$.

Общий коэффициент усиления сигнала по мощности радиопередатчика есть произведение коэффициентов усиления отдельных каскадов. Выбрав тип электронного прибора в каждом из каскадов и определив по справочнику или рассчитав значения коэффициентов усиления данных приборов, можно составить структурную схему проектируемого радиопередатчика.

Рассмотрим пример при следующих исходных данных: мощность сигнала, передаваемого в антенну, $P_A = 20$ Вт; коэффициент передачи АФУ $K_{АФУ}$ составляет 0,8 или 1 дБ; мощность возбуждателя $P_{возб} = 5$ МВт.

Согласно (2.1) общий коэффициент усиления сигнала по мощности радиопередатчика

$$K_{P(дБ)} = 10 \lg 20 - 10 \lg 0,8 - 10 \lg 0,005 = 13 + 1 + 23 = 37 \text{ дБ}$$

или $K_p = 5000$.

Например, при коэффициенте усиления одного электронного прибора, равном 10 дБ, т.е. в 10 раз по мощности, для получения общего коэффициента усиления в 37 дБ потребуется четыре последовательно включенных ВЧ генератора - усилителей мощности ВЧ колебаний.

Радиоузаткичнинг параметрлари

К основным параметрам радиопередатчика, характеризующим его технические показатели, относятся:

диапазон частот несущих колебаний $f_1 \dots f_N$;

число частот N внутри этого диапазона. В самом простом случае радиопередатчик может быть одночастотным и тогда $N = 1$;

шаг сетки рабочих частот $\Delta f_{\text{ш}}$ в заданном диапазоне, определяемый согласно выражению

$$\Delta f_{\text{ш}} = (f_N - f_1) / (N - 1), \quad (3.1)$$

где $N \geq 2$. Радиопередатчик может работать на любой из фиксированных частот внутри диапазона $f_1 \dots f_N$ (рис. 2.2). Например, радиопередатчик системы УКВ самолетной радиосвязи работает в диапазоне частот 118...136 МГц при шаге $\Delta f_{\text{ш}} = 25$ кГц, общее число частот согласно (3.1) $N = 721$.

Недопустимо излучение радиопередатчика не только вне закрепленного за ним диапазона частот $f_1 \dots f_N$, но и на частоте, отличной от фиксированной сетки частот, например между частотами f_2 и f_3 ;

нестабильность частоты несущих колебаний. Различают абсолютную и относительную нестабильность частоты, долговременную и кратковременную.

Абсолютной нестабильностью частоты называется отклонение частоты f излучаемого радиопередатчиком сигнала от номинального значения частоты $f_{\text{ном}}$. Например, $f_{\text{ном}} = 120$ МГц, а фактически радиопередатчик излучает сигнал с частотой $f = 119,9994$ МГц. Следовательно, абсолютная нестабильность частоты

$$\Delta f_{\text{нест}} = f_{\text{ном}} - f = 120 - 119,9994 \text{ МГц} = 0,0006 \text{ МГц} = 0,6 \text{ кГц}.$$

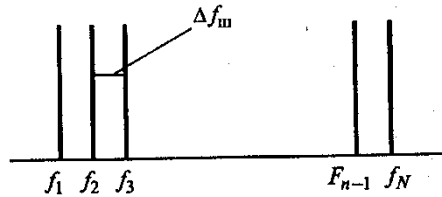


Рис. 2.2. Сетка частот генератора $f_1 \dots f_N$

Относительной нестабильностью частоты называется отношение абсолютной нестабильности частоты к ее номинальному значению:

$$\Delta f = \Delta f_{\text{нест}} / f_{\text{ном}} \quad (3.2)$$

Согласно (3.2) в рассмотренном примере относительная нестабильность

$$\Delta f = 0,0006/120 = 0,000005 = 5 \cdot 10^{-6}.$$

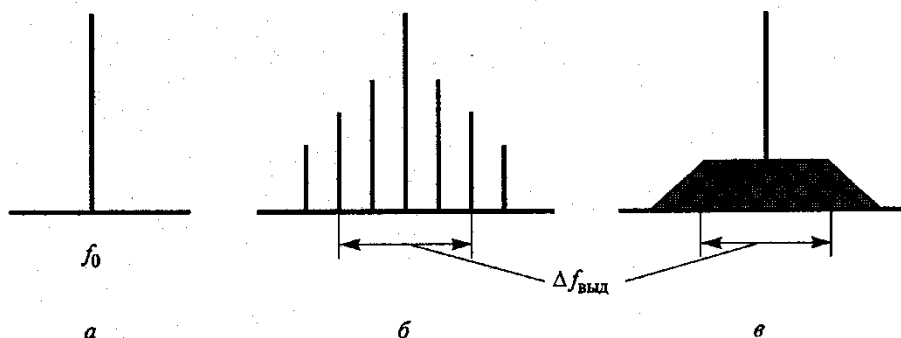
В современных радиопередатчиках относительная нестабильность частоты обычно не превышает $(2 \dots 3) \cdot 10^{-6}$. Но в некоторых случаях, например системах радионавигации, к этому параметру предъявляются еще более жесткие требования: в них следует иметь $\Delta f \leq 10^{-9}$.

выделенная полоса частот излучения $\Delta f_{\text{выд}}$. В режиме несущих колебаний радиопередатчик излучает сигнал

$$u = U_0 \cdot \cos(2\pi f_0 + \varphi_0),$$

где f_0 - частота несущих колебаний.

Спектр такого колебания имеет одну составляющую (рис. 2.3, а). При любом виде модуляции - амплитудной, частотной, фазовой и импульсной - спектр сигнала становится или линейчатым (рис. 2.3, б), или сплошным (рис.

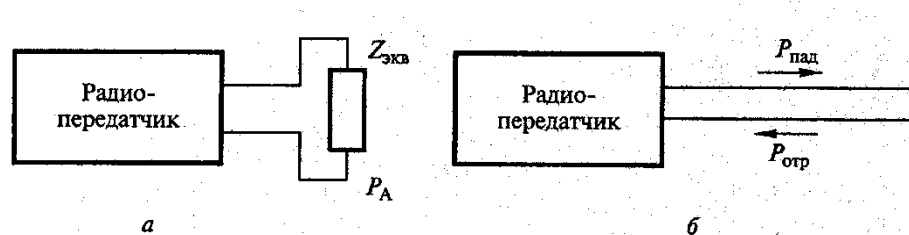


2.3, в), занимая определенную полосу частот Δf_{cn} .

Рис. 2.3. Спектры несущего и модулированного колебаний

Для этого спектра выделяется определенная полоса частот $\Delta f_{выд}$. При этом следует соблюдать неравенство $\Delta f_{cn} \leq \Delta f_{выд}$, т.е. спектр сигнала должен укладываться в выделенную для него полосу. В противном случае излучения одного радиопередатчика могут мешать другим радиопередатчикам, проникая в выделенные для них полосы излучения.

выходная мощность несущих колебаний P_A - активная мощность, поступающая из радиопередатчика в антенну. Антенна имеет входное комплексное сопротивление $Z_A = R_A + jX_A$. Поэтому при измерении выходной мощности радиопередатчика антенна может быть заменена эквивалентным



сопротивлением $Z_{экв} = Z_A$. Мощность, рассеиваемая в активной составляющей сопротивления R_A , и есть выходная мощность радиопередатчика P_A , излучаемая антенной (рис. 2.4, а).

Рис. 2.4.

Мощность P_A можно определить и вторым способом при непосредственном подключении радиопередатчика к антенне. По связывающему их фидеру распространяются две волны: в прямом направлении - падающая, в обратном - отраженная от антенны (рис. 2.4, б). При этом мощность радиопередатчика

$$P_A = P_{пад} - P_{отр} \quad (2.3)$$

где $P_{\text{пад}}$ - мощность падающей волны; $P_{\text{отр}}$ - мощность отраженной волны;
суммарная мощность, потребляемая радиопередатчиком от источника или
блока питания по всем цепям, $P_{0\text{общ}}$

коэффициент полезного действия, или промышленный КПД,
определяемый как отношение выходной мощности радиопередатчика к
потребляемой:

$$\eta = P_A / P_{0\text{общ}} .$$

Назорат саволлари.

1. Радиоузаткич қандай вазифани бажаради.
2. Радиоузаткичнинг тузилиш схемасини тушунтириб беринг.
3. Юқори частота генератори қандай вазифани бажаради?
4. Радиоузаткич антеннаси ишлашини тушунтириб беринг.

7-БОБ. РАДИОСИГНАЛ ҚАБУЛ ҚИЛУВЧИ ҚУРИЛМАЛАР

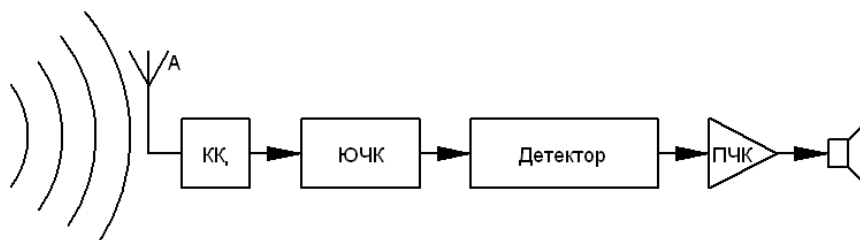
Радио қабул қилиш асослари

Радиоузаткич ёрдамида фазога тарқатилган радиотўлқинларни қабул қиладиган ва кучайтириб берадиган қурилмалар *радиоқабулқилгич* деб аталади.

Радиоқабулқилгич антеннасида турли радиотўлқинлардан ҳосил бўлган э.ю.к. ичидан радиостанция керакли сигналларни ажратади, кучайтиради ва товуш эшиттириш аппарати (радиокарнай, телефон, телеграф аппарати ва бошқалар)га таъсир қилувчи анча паст частотали э.ю.к.га айлантиради (детекторлайди). Бу функцияларни радиоқабулқилгич таркибига кирувчи, керакли частотага созловчи частотали селектив резонанс занжирлари (тебраниш контурли электр филтрлар, ҳажмий резонаторлар), электр тебранишларини кучайтиргичлар ва детекторлар бажаради. Булардан ташқари, радиоқабулқилгичда автоматик ростлаш занжири, қабул қилинган ахборотларни эшиттириш (карнай, кинескоп) ва радиоқабулқилгич ишини текшириш (ўлчаш асбоблари, индикаторлар) жиҳозлари бўлади. Қабул қилинадиган сигналларни модуляциялаш (ўзгартириш) турига қараб, радиоқабулқилгич детекторли, амплитудали, частотали, фазали ёки бошқа типда бўлиши мумкин. Радиоқабулқилгич ишининг асосий кўрсаткичлари: сезгирлиги — кучсиз радиосигналларни қабул қилиш хусусияти; селективлиги — фойдали сигналларни бегона радиочастотали тебранишлар (радиохлақитлар)ни бир неча мартагача пасайтириб, улардан ажратиб олиш хусусияти; барқарорлиги — қўшимча операцияларни, Масалан, созлаш, қайта улаш ва бошқаларни бажармай узлуксиз қабул қилишни таъминлаш хусусияти. Радиоқабулқилгич вазифасига (радиоэшиттириш, телевизион, алоқа, радиолокацион ва бошқалар), радиотўлқинларни қабул қилиш усулига (супергетеродин, регенератив ва бошқалар), иш турига (телеграф, телефон радиоприёмниги ва бошқалар), модуляциялаш усулига, қабул қиладиган радиотўлқинлар диапозонига, энергия билан таъминланиш усулига (ўзгарувчан ток тармоғи, батарея ва бошқалар) қараб хилларга ажралади. Ҳар

қандай радиоқабулқилгич қуввати, сезгирлиги, сигналларни танловчанлиги ва бошқалар хусусиятлар билан ифодаланади.

Радиоқабулқилгичнинг тузилиш схемаси 7.1-расмда келтирилган.



КҚ – кириш қурилма.

ЮЧК – юқори частотали ток кучайтиргичи.

ПЧК – паст частотали ток кучайтиргичи.

Расм 7.1.

Бу ерда кириш қурилмаси (КҚ) қабул қилувчи антеннада ҳосил бўлган чексиз радиосигналларнинг ичидан бизга керакли частотали сигнални ажратиб олиш учун ишлатилади. Қабул қилинган сигнал юқори частота кучайтиргич ёрдамида керакли қувватгача кучайтирилади. Кучайтирилган радиосигнал детекторга узатилади ва детектор ёрдамида юқори частотали ташувчи сигналдан паст частотали хабар сигнали ажратиб олинади. Радиосигналдан хабар сигналини ажратиб олувчи қурилма **демодулятор (детектор)** деб аталади. Модуляцияланган радиосигнал турига қараб демодулятор ҳам худди ўша турда қурилган бўлиши керак. Шу сабабдан детекторларнинг амплитудавий, частотавий, фазавий ва бошқа турлари ихтиро қилинган. Детекторда ажратиб олинган сигнал кучайтирилиб тегишли ўзгартиргичларга узатилади.

Ўзгартиргичлар эса юқорида айтганимиздек паст частотали кучайтирилган сигнални товушга айлантирувчи, тасвир ҳосил қилувчи, ёзиб олувчи, ёки механик қурилма бўлишлари мумкин.

ДЕТЕКТИРЛАШ, демодуляция — электр тебранишларини ўзгартириб, ўзгармас ток ёки анча паст частотали электр тебраниш ҳосил қилиш. Энг кенг тарқалган ҳоли демодуляция бўлиб, унда модуляцияланган юқори

частотали тебранишлардан паст частотали модуляцияловчи сигнал ажратиб олинади. Детектирлаш радио қабул қилувчи қурилмаларда товуш частоталарини, телевидениеда тасвир сигналларини ажратиб олишда ишлатилади. Детектирлашда электр тебранишлар детекторта узатилади; бунда у бир хил йўналишдаги токни ўтказди ва тебранишлар кўплаб бир хил ишорали ток импульсларига айланади. Агар тебранишлар қисман тўғриланса, яъни детектор орқали ток иккала йўналишда ўтса (детектор электр ўтказувчанлиги турлича бўлса), Детектирлаш содир бўлади. Детектирлаш учун турли йўналишда турлича электр ўтказувчанликка эга бўлган исталган қурилмадан, мас, диодпан ҳам фойдаланиш мумкин. Частота сигналини ажратиб олишда филтрдан фойдаланилади. Энг оддий филтр қаршилик ва сиғимдан иборат қурилма ҳисобланади.

Детектирлашда электрон лампа, яримўтказгичли диод, вакуумли триодлар, чизиклимас кристаллар ишлатилади.

РАДИОСТАНЦИЯ (радио... ва станция) — ахборотларни радиотўлқинлар ёрдамида узатиш ёки қабул қилиш учун мўлжалланган техник қурилмалар ва аппаратлар мажмуи. Радиостанцияда радиоузаткич, радиоприёмник, антенналар, ток манбаи ва совитиш қурилмалари, кабель ёки ҳаво линиялари, бошқариш пунктлари ва бошқалар бўлади. Узатувчи, қабул қилувчи ва қабул қилувчи узатувчи Радиостанциялар бор. Узатувчи Радиостанция радиоэшиттириш (концертлар, спектакллар ва бошқаларни бир томонлама узатиш учун), телевизион (телевидение дастурларини узатиш учун), магистрал радиоалока (телеграф ва телефон аппаратлари ёрдамида радиоалока ўрнатиш учун) ҳамда махсус (радионавигация, радиоастрономия ва бошқалар учун) хиллари бор. Ультрақисқа, қисқа, ўрта ва узун тўлқинларда ишлайди. Унда фақат радиоузаткич бўлади (радиоприёмник бўлмайди). Узатувчи телевизион Радиостанцияда иккита радиоузаткич бор: бири тасвирни, иккинчиси товушни узатади. Қабул қилувчи Радиостанция узатувчи Радиостанция сигналларини қабул қилади. Асосий қисмлари:

антенна ва радиоприёмник. Муқим (стационар) ва Кучма хиллари бор. Одатда, кўчма Радиостанция радиоузаткич билан бирга ишлатилади. Қабул қилувчиузатувчи Радиостанция икки томонлама алоқа қилишга имкон беради. Асосий қисмлари: антенна, радиоузаткич, радиоприёмник, ток манбаи ва қўшимча қурилмалар. Сигналларни галмагал узатадиган ва қабул қиладиган (симплекс) ҳамда бир вақтда узатибқабул қиладиган (дуплекс) муқим ва кўчма хиллари бор. Кўчма Радиостанция автомобиль, самолёт, кема ва бошқаларга ўрнатилади. Муқим Радиостанция махсус бинога жойлаштирилади.

Радиолокациянинг асосий тушунчалари

Радиолокацион жихозлар радиотўлқинларнинг хоссаларидан фойдаланишга асосланиб қурилади. Бундай хоссалар радиотўлқинларнинг жисм юзасидан қайтиш эффекти, нурланиш ва қайта нурланиш ходисаларидир.

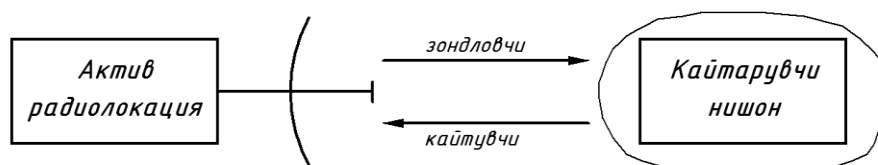
Радиолокацион жихозлар ёрдамида ҳаракатдаги турли нишонларни аниқлаш, улар ҳаракати параметрларини ўлчаш вазифалари бажарилади.

Нишонни аниқлаш, унинг координаталари ва ҳаракат параметрларини ўлчаш жараёни радиолокацион кузатув деб аталади. Бундай жараённи бажарадиган тизим ва қурилмалар радиолокацион станция ёки радиолокатор деб аталади.

Радиолокацион нишонни аниқлаш услубига қараб радиолокация жараёни актив радиолокация, пассив радиолокация ва актив жавобли актив радиолокация турларига бўлинади.

Актив радиолокация (расм.7.2) усули радиолокацион станция узаткичи радиолокацион кузатув жараёнида тарқатган электромагнит тўлқинлари нишондан қайтганидан сўнг қабулқилгичи орқали қабул қилиб олишга асосланган.

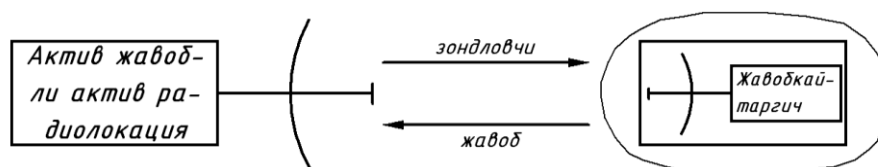
Бу ерда радиостанциянинг қабулқилгичи қайтган сигнални қайта ишлаб нишон тўғрисидаги маълумотни ажратиб олади. Радиолокацион станция узаткичи нурлатган (тарқатган) сигнал зондловчи ва қабулқилгичи қабул қилган сигнал қайтган сигнал деб аталади.



Расм.7.2. Актив радиолокация

Актив радиолокациянинг бошқа тури актив жавобли туридир (расм.7.3). Бундай усул тизимда радиолокацион кузатув нишонида махсус ретрансляцион қабулқилгичузаткич ўрнатилган бўлиб, унинг қабулқилгичи

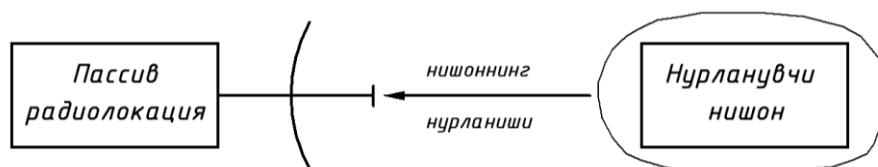
радиолокацион станция сигналини қабул қилиб олгандан сўнг, қайта ишлаб узаткичи орқали атрофга шифрланган жавоб сигнали тарқатади. Бундай сигнал радиолокацион станция қабулқилгичида қабул қилиниб нишон тўғрисидаги маълумотларни олади.



Расм.7.3. Актив жавобли актив радиолокация

Нишонга қўйилган жавоб қайтаргичнинг мавжудлиги радиолокацион станциянинг таъсир доирасини катталаштиради.

Пассив радиолокация температураси абсолют нолдан фарқ қиладиган жисмларнинг табиий нурланиш хоссаларидан фойдаланишга асосланган (расм.7.4).



Расм.7.4. Пассив радиолокация

Нишоннинг нурланиши иссиқлик нури кўринишида бўлганлиги учун пассив радиолокация бошқача қилиб иссиқлик локация деб ҳам аталади.

Пассив радиолокациянинг афзалликлари шундан иборатки, бу тизимда радиотўлқин узаткич йўқлигидир. Лекин таъсир доираси нишоннинг иссиқлик даражасига боғлиқ бўлади. Шу сабабдан пассив радиолокацияда нишоннинг узоклигини ўлчаш мумкин эмас, бунда фақат нишоннинг йўналиши (пеленг) аниқланади (радиопеленговение).

Авиация соҳасида самолётларни бошқариш учун актив радиолокация ва актив жавобли актив радиолокация турлари ишлатилади.

Пассив радиолокация ҳаракатдаги нишонни аниқлаш ва йўқ қилиш учун ҳарбий мақсадларда ишлатилиб келинмоқда.

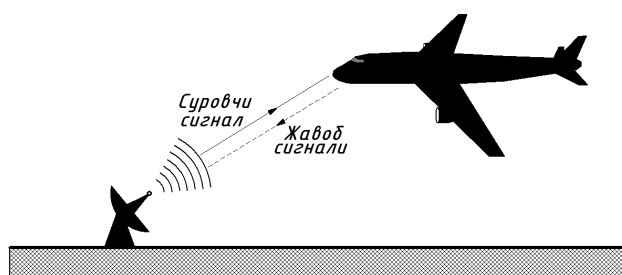
1. Радиоқабулқилгич қандай вазифани бажаради?
2. Радиоқабулқилгичнинг тузилиш схемасини тушунтириб беринг.
3. Кириш қурилмасининг вазифаси нимадан иборат?
4. Юқори частотали ва паст частотали ток кучайтиргичларининг вазифалари қандай?
5. Детектор қандай вазифани бажаради?
6. Радиолокациянинг актив радиолокация турини тушунтириб беринг.
7. Радиолокациянинг актив жавобли актив радиолокация турини тушунтириб беринг.
8. Радиолокациянинг пассив радиолокация турини тушунтириб беринг.

Радиолокацион станция қуриш негизи

Ҳаво кемаларининг радиолокацион станциялари ҳаво кема олдидаги ярим шарда ҳосил бўладиган хавфли метеоҳодисаларни аниқлаш (момақалдирокли ҳолат, буралувчи кучли булутлар), Ер юзаси кўринмайдиган вақтда радиолокацион картадан мўлжал олиш, учиш траекториясида содир бўлувчи тўсиқларга (ҳаво кема, тоғ чўққилари ва бошқаларга) урилиб кетиш олдини олиш, тоғ чўққилари устидан учиб ўтаётганда хавфсиз баландликни аниқлаш ишларида қўлланадилар. Булардан ташқари радиолокацион станциялар қатор навигацион параметрларни (йўл тезлиги, оғиш бурчаги, азимут ва б.) аниқлаш учун ҳам ишлатилади.

Замонавий ҳаво кемалари радиолокациянинг актив радиолокация турини ишлатади. Бунда ўлчамлари радиотўлқинларнинг тўлқин узунлигидан катта тўсиқлардан тўлқиннинг қайтиш хоссаларидан фойдаланилади.

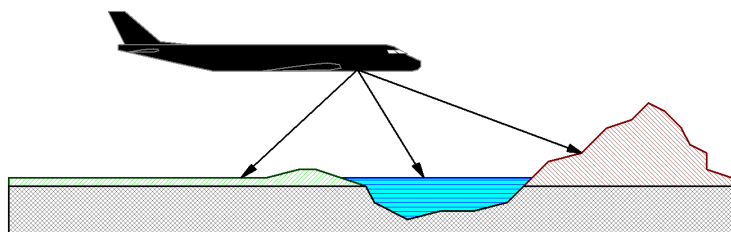
Радиолокацион станцияда ҳаво кема поляр координата тизими маркази бўлган ҳолатда радиолокацион кузатув нишонларининг координаталарини (азимут, узоқлик) аниқлаш учун нурланган ва қайтган электромагнит тўлқинларнинг тезлиги ўзгармаслиги ва радиал тарқалиш хоссалари ишлатилади расм.7.5.



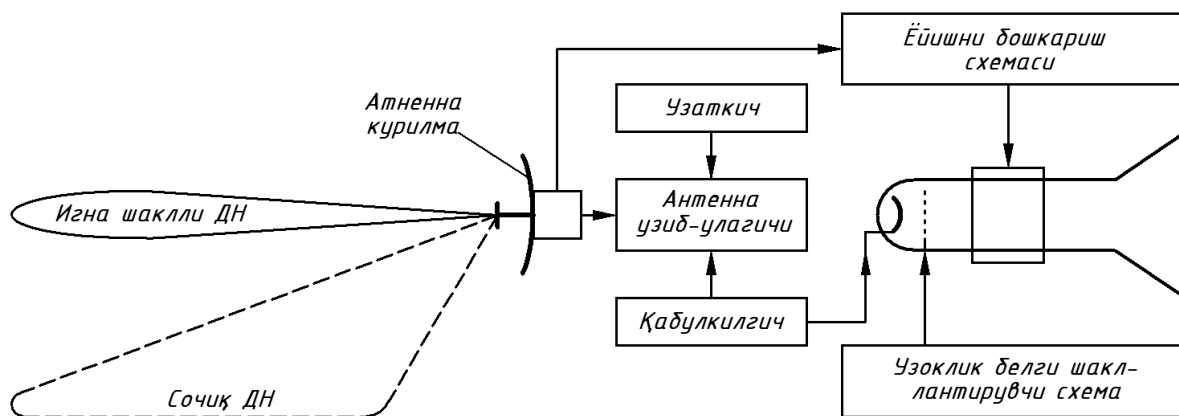
Расм.7.5. Тўлқиннинг нурланиши ва қайтиши.

Радиолокацион кузатув вақтида экранда нишоннинг радиолокацион тасвири ёруғлик белгилари бўлиб нишондан ҳаво кемасигача бўлган масофани аниқловчи масштабда очилади ва бурчак координатасини (азимутни) ҳам кўрсатиб беради. Бундай ҳолатда экраннинг ёруғлиги қайтган нур яъни нишоннинг тўлқин қайтариш хоссасига боғлиқ бўлади. Шу сабабдан катта шаҳар ва темир бетон

қурилмалардан қайтган нур ҳосил қилган ёруғлик, майсазор ва ўрмонзорлардан қайтган нур ҳосил қилган ёруғликдан кучли бўлади. Сув юзасига нур қайси бурчакда тушса шу бурчакда қайтади. Шунинг учун радиостанция антеннасига қайтган нур деярли келиб тушмайди, экранда сув юзаси коронғи бўлақлар бўлиб кўринади (расм.7.6).



Расм.7.6. Радиолокацион кузатув.



Расм.7.7. Радиолокацион станциянинг
тузилиш схемаси

Бортдаги радиолокацион станциянинг тузилиш схемаси 7.7-расмда кўрсатилган.

Радиолокацион станция импульс режимида ишлайди. Бундай режим радиостанция антеннасини сигнал қабул қилиш ва узатиш вақтида ишлатишга ҳамда катта қувватли сигнални камқувватли электр манбаидан пайдо қилиш имкониятини беради.

Радиолокацион станция узаткичи юқори частотали қисқа вақтли (3 мкс) тебранишларни даврий ишлаб чиқаради. Узаткичнинг импульслари такрорланиш даври шундай танлаб олинадики, бу вақт ичида энг узоқдаги нишондан қайтган сигнал радиолокацион станция қабулқилгичи киришига

узаткичдан тарқалаётган кейинги импульс тарқалиш вақтигача келиб тушишини керак.

Шундай қилиб узаткич тарқатган импульслари орасидаги вақтда кузатув зонасида бўлган барча нишонлардан қайтган сигналлар радиостанция қабулқилгичига келиб тушади ва у ерда ўзгартирилиб, кучайтирилиб, ажратиб олинади ва қисқа импульс шаклида электрон нур трубкида бошқарув электродига узатилади. Индикатор экранида ёруғлиги ўзгарувчан белги ҳосил қилади.

Антенна узиб-улагичи радиолокацион станциянинг узаткичини атрофга юқори частота сигнал тарқатаётган вақтда антеннага улаб, сигнал тарқалмаётган вақтда радиолокацион станциянинг қабулқилгичини антеннага улаш учун хизмат қилади.

Бортдаги радиолокацион станцияларнинг антенналари параболик кўринишда бўлиб самолёт олдидаги ярим шарни кузатиш учун нина шаклда йўналтирилган диаграммали нур ҳосил қилади.

Ер юзасини кузатиш учун горизонтал текисликда $1 \div 5^\circ$ бўлган ингичка нур, вертикал текисликда эса сочилувчан диаграммали нур ишлатилади. Бундай нурлар ёрдамида радиолокацион станция кузатаётган барча юзачалар кўринади. Индикатор экранида бир бирига ўхшаш нишонлар белгилари бир хил ёруғликда бўлади. Радиолокацион станция қабулқилгичи киришида бир бирига ўхшаш нишондан қайтган нур катталиклари «борт-ер-борт» оралиғида ўтган йўли узунлигига боғлиқ бўлади. Нишон қанча узоқ бўлса йўлда сигнал шунча кўп йўқолади. Шунинг учун ҳаво кемасига яқин нишонлардан пайдо бўлган белги ёруғлиғи катта бўлади. Бундан хулоса шуки, узоқдаги нишон ёруғлиғи кам ва яқиндаги нишон ёруғлиғи катта белгилар ҳосил қилиб, операторда нишон тўғрисида тегишли маълумот ҳосил қилади.

Назорат саволлари.

1. Радиолокацион станция ишлаши қандай ҳодисага асосланган?
2. Радиолокацион станция қандай вазифаларни бажаради?
3. Радиолокацион кузатувни тушунтириб беринг.
4. Радиолокацион станция тузилиш схемасини тушунтириб беринг.
5. Радиолокацион станцияда қандай антенна ишлатилади?

АДАБИЁТЛАР

1. А. Абдукаюмов. «Ҳаво кемаларнинг Радиоэлектрон жиҳозлари». Тошкент – 2012 йил
2. Вересов Г.П. Электропитание бытовой радиоэлектронной аппаратуры. — М.: Радио и связь, 1983. — 128 с.
3. В.В. Китаев и др Электропитание устройств связи. — М.: Связь, 1975. — 328 с. — 24 000 экз.
4. Костиков В.Г. Парфенов Е.М. Шахнов В.А. Источники электропитания электронных средств. Схемотехника и конструирование: Учебник для ВУЗов. — 2. — М.: Горячая линия — Телеком, 2001. — 344 с. — 3000 экз. — ISBN 5-93517-052-3
5. Арипов Х.К., Абдуллаев А.М., Алимова Н.Б. Электроника ва схемотехника. Ўқув қўлланма. Тошкент – 2008.
6. *Быховский М. А.* Круги памяти (Очерки истории развития радиосвязи и вещания в XX столетии). — М.: МЦНТИ – Международный центр научной и технической информации, 2001. — С. 28–29. — (История электросвязи и радиотехники).